



การประชุมวิชาการครุคัลตร์อุตสาหกรรมระดับชาติ ครั้งที่ 5  
(The 5<sup>th</sup> National Conference on Technical Education)

# Engineering & Technical Education



วันที่ 5-6 มกราคม 2555  
คณบดุคุลตร์อุตสาหกรรม  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ



พระบรมราชานุสาวริย์พระบากสมเด็จพระจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ



ตราสัญลักษณ์งานเฉลิมพระชนมพรรษา ๒๕๖๘  
เฉลิมพระชนมพรรษา ๒๕๖๘  
เฉลิมพระชนมพรรษา ๒๕๖๘

## ความหมายของตราสัญลักษณ์

อักษรพระปรมາภิไธย ภ.ป.ร. สีเหลืองทอง อันเป็นสีประจำวันพระบรมราชสมภพ อยู่กลางตราสัญลักษณ์ ขดินรอบตัวอักษรด้วยสีทอง บนพื้นวงกลมสีน้ำเงิน ล้อมรอบด้วยกรอบโถงเรียบ สีเหลืองทอง หมายความว่า พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวทรงเป็นศูนย์รวมดวงใจของคนไทยทั้งชาติ

ด้านบนอักษรพระปรมາภิไธยเป็นเลข ๕ หมายถึงพระมหาภักษริย์พระองค์ที่ ๕ แห่งพระบรมราชจักรริวงศ์ เลข ๕ นั้น อยู่ภายใต้พระมหาพิชัยมงกุฎ อันเป็นเครื่องประดับพระบรมราชอิสริยศของพระมหาภักษริย์ และเป็นเครื่องหมายแห่งความเป็นสมเด็จพระบรมราชชนิราช

ด้านล่างด้านขวาของอักษรพระปรมາภิไธยมีลายพุ่มข้าวบิณฑ์สีทอง ซึ่งมีสัปตปัญลเศวตฉัตร ประดิษฐานอยู่เบื้องบน ด้านลอกสุดเป็นกรอบโถงมีลวดลายสีทองบนพื้นสีเขียว หมายถึงสีอันเป็นเดชแห่ง วันพระบรมราชสมภพ อีกทั้งยังหมายถึงความมั่งคั่งอุดมสมบูรณ์และความสงบบรมเย็น

ด้านล่างขักษรพระปรมາภิไธยเป็นรูปกราบต่ำสีขาว กระถางน้ำ净ที่อยู่ในลักษณะกำลังก้าวย่าง อันหมายถึง ปิ่นหมายมงคลเฉลิมพระชนมพรรษา ๗ รอบ ทรงกับปีเตาะ ซึ่งมีกระถางเป็นเครื่องหมายแห่งปี นักษัตร โดยรูปกราบต่ำอยู่บนพื้นสีน้ำเงินมีลายกระหนกสีทอง อันหมายถึงความเจริญรุ่งเรืองของประเทศไทย ไทยภายใต้พระบรมโพธิสมภาร เนื่องด้วยตราสัญลักษณ์เป็นแพรແเบลสีชมพูคลิบทอง เจียนอักษรสีทอง ความว่า พระราชพิธีเฉลิมพระชนมพรรษา ๗ รอบ ๕ ธันวาคม ๒๕๖๘

# พระราชดำรัส

" ความสามัคคีนี้ เป็นคุณธรรมสำคัญประการหนึ่ง ซึ่งหมู่ชน อยู่ร่วมกันจำเป็นต้องมี ต้องถอนรักษา และต้องนำมาใช้อยู่สม่ำเสมอ ถ้าแต่ละฝ่ายเข้ามาร่วมกัน ทำงานด้วยความตั้งใจดี ด้วยความสามัคคี ความรู้ ความสามารถ และด้วยความคิดที่สร้างสรรค์ งานกีฬาเริ่จสมบูรณ์ดงามตามประสงค์ทุกอย่าง "

ความต้อนหนึ่ง ในพระราชดำรัส

ในการเสด็จออกมหาสมາกม งานพระราชพิธีเฉลิมพระชนมพรรษา  
วันที่ ๕ ธันวาคม ๒๕๓๐



## สารจากอธิการบดี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ยุทธศาสตร์สำคัญในการพัฒนาประเทศ ประการหนึ่ง คือ การมุ่งพัฒนาฐานความรู้ของบุคลากร ของประเทศ งานวิจัยและพัฒนาด้านวิชาการ จึงเป็นภาระหน้าที่ที่สถาบันอุดมศึกษาจะต้องพึงตระหนัก และให้ความสำคัญ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือจึงได้กำหนดยุทธศาสตร์ใน แผนการพัฒนามหาวิทยาลัยมุ่งสู่การเป็นมหาวิทยาลัยวิจัยและพัฒนา โดยการเพิ่มขีดความสามารถและ สร้างเครือข่ายและศักยภาพของนักวิจัยสู่ความเป็นเลิศทางวิชาการ

การจัดประชุมวิชาการครุศาสตร์อุตสาหกรรมระดับชาติ ครั้งที่ 5 ของคณะกรรมการครุศาสตร์อุตสาหกรรม ที่จัดขึ้นในครั้งนี้ จึงสอดคล้องกับแผนพัฒนามหาวิทยาลัยฯ ทั้งนี้ ยังได้รับความร่วมมือจากสถานศึกษา อาชีวศึกษา มหาวิทยาลัยและสถาบันการศึกษาทางด้านครุศาสตร์อุตสาหกรรมอีก 9 แห่ง ให้ความร่วมมือ เป็นพันธมิตรเครือข่ายเพื่อสร้างศักยภาพของนักวิจัย โดยได้รับการสนับสนุนและความร่วมมือจาก สถานประกอบการ ศิษย์เก่าและนักศึกษาปัจจุบัน การสร้างพลังความร่วมมือเช่นนี้ จะช่วยส่งเสริมให้ การพัฒนาวิชาการด้านครุศาสตร์อุตสาหกรรม ได้ขยายสู่วงการวิชาชีพและวิชาการ ในระดับสากลเพื่อ เตรียมความพร้อมในการเข้าสู่ประชาคมอาเซียนต่อไป

ในนามของผู้บริหารมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ขอร่วมแสดงความยินดี และขอให้การจัดประชุมวิชาการในครั้งนี้ประสบความสำเร็จตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ ขอแสดง ความรู้สึกชื่นชม และขอขอบคุณคณาจารย์ บุคลากรและศิษย์เก่าของคณะกรรมการครุศาสตร์อุตสาหกรรม ใน ฐานะเจ้าภาพการจัดประชุมวิชาการครุศาสตร์อุตสาหกรรมระดับชาติ ครั้งที่ 5 ที่ได้พยายามดำเนินการจัด ประชุม ได้เป็นอย่างดี ขอขอบคุณผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่านที่ได้ร่วมกันพัฒนาองค์ความรู้อันทรงคุณค่า ให้ดำเนินการไปได้อย่างต่อเนื่อง ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการศึกษาและวิจัยด้านวิศวกรรมศาสตร์ และ ครุศาสตร์อุตสาหกรรมของประเทศไทย เจริญก้าวหน้าต่อไป

(ศาสตราจารย์ ดร. รีวุฒิ นิยม โถกวน)

อธิการบดี

## สารจากคณบดี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

การประชุมวิชาการครุศาสตร์อุตสาหกรรมระดับชาติ ของคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ได้จัดขึ้นครั้งแรกเมื่อปี พ.ศ. 2551 สำหรับการจัดประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 5 ระหว่างวันที่ 5 – 6 กรกฎาคม พ.ศ. 2555 ณ หอประชุม เบญจรัตน์ อาคารนวัฒราชานี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ในหัวข้อเรื่อง “Engineering and Technical Education” ครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อเป็นเวทีให้นักวิจัย นักวิชาการ นิสิต นักศึกษา และผู้ประกอบการ ตลอดจนผู้ที่สนใจทั่วประเทศ ได้มีโอกาสพบปะเพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและประสบการณ์ด้านวิชาการ อันนำมาซึ่งการพัฒนาองค์ความรู้ใหม่ ๆ ให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงด้านเศรษฐกิจ สังคม การเมือง สิ่งแวดล้อมและเทคโนโลยีของประเทศไทยในปัจจุบัน อีกทั้งยังเป็นการสร้างเครือข่ายความร่วมมือด้านการวิจัยให้มีความเข้มแข็งเพิ่มมากขึ้น

ในนามของคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ขอขอบคุณคณะกรรมการดำเนินงานการจัดการประชุมวิชาการทุก ๆ ท่าน คณาจารย์ เจ้าหน้าที่ และนักศึกษาของคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ที่ได้ให้ความร่วมมือและสนับสนุนการจัดประชุมวิชาการครุศาสตร์อุตสาหกรรมระดับชาติ ครั้งที่ 5 บรรลุวัตถุประสงค์และประสบความสำเร็จได้ด้วยดี โดยเฉพาะมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ และสมาคมครุศาสตร์อุตสาหกรรมไทย ท้ายนี้ต้องขอขอบคุณ วิทยากร ผู้ทรงคุณวุฒิ มากผู้มีเกียรติ ผู้บริหารและบุคลากรของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือทุก ๆ ท่าน ที่ได้ร่วมเป็นส่วนหนึ่งของการจัดงาน หากมีข้อบกพร่องประการใดคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ขอน้อมรับและขออภัยมา ณ โอกาสนี้



(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พนาอุษา เศรษฐกุล)

คณบดีคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม



## คำนำ

ในช่วงปี 2 ปีที่ผ่านมา อาจกล่าวได้ว่าสถาบันอุดมศึกษาตื่นตัวอย่างมากในด้านงานวิจัย โดยบางมหาวิทยาลัย บางสถาบันให้ความสำคัญของงานวิจัยมากกว่างานสอนเสียด้วยซ้ำ ข้อกำหนดหรือตัวบ่งชี้ในการวัดผลและประเมินผลถึงความมีคุณภาพของสถาบันอุดมศึกษา ที่ให้น้ำหนักทางด้านผลงานวิจัยของคณาจารย์ บุคลากรของมหาวิทยาลัย รวมถึงกำหนดเกณฑ์ความสำเร็จของนิสิตนักศึกษา ในระดับบัณฑิตศึกษาของทุกสถาบันอุดมศึกษา คือ การทำวิจัยและการตีพิมพ์ผลงานวิจัย ทั้งในระดับมหาบัณฑิต และดุษฎีบัณฑิต ในช่วงที่ผ่านมาจึงเห็นเริ่มการจัดประชุมวิชาการ เวทีวารสารวิชาการมีอยู่มากน้อย ที่เดียว คณะกรรมการครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ เป็นสถาบันอุดมศึกษาแห่งหนึ่งที่ได้จัดการประชุมวิชาการครุศาสตร์อุตสาหกรรมขึ้นมา เช่นกัน โดยได้จัดการประชุมในระดับชาติอย่างต่อเนื่องมาทุก ๆ ปี ครั้งนี้จัดเป็นครั้งที่ 5 โดยในทุก ๆ ครั้งที่จัดการประชุม คณะกรรมการได้ดำเนินการปรับปรุง พัฒนา โดยมีนโยบายในการส่งเสริม อำนวยความสะดวก เอื้อให้แก่ผู้วิจัย ทั้งการปรับแผนช่วงเวลาของการจัดประชุม การจัดส่งผลงานทางออนไลน์ การกำหนดแบบฟอร์มในการส่งเอกสารผลงานวิจัย การแจ้งผล การตีอ้างอิง ผลการส่งผลงานวิจัยให้ถึงผู้ประเมิน การคัดกรองผู้ประเมินที่เชี่ยวชาญเฉพาะสาขาวิชาอย่างแท้จริง โดยผ่านการคัดกรองจากองค์บริษัทการซึ่งเป็นผู้ทรงคุณวุฒิจากภายนอกและภายในคณะฯ โดยในครั้งนี้ มีบทความวิจัยที่ส่งผ่านเข้าระบบทั้งสิ้น 97 ผลงานวิจัย ผ่านการประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิเฉพาะสาขาวิชาทั้งสิ้น 74 ผลงานวิจัย เพื่อลงตีพิมพ์เพื่อนำเสนอ ซึ่งคณะกรรมการจัดงานการประชุม ขอถือโอกาสนี้ขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่าน ที่ได้ประเมินผลงานด้านวิชาการ เพื่อให้ผลงานมีคุณภาพอย่างเพียงพอต่อการเผยแพร่ การนำเสนอต่อสังคม โดยรวม ขอบพระคุณผู้วิจัยทุกท่านที่ได้ส่งผลงานวิจัยเข้าร่วมงานในครั้งนี้ การประชุมวิชาการครุศาสตร์อุตสาหกรรม ครั้งที่ 5 ภายใต้หัวข้อเรื่อง “Engineering and Technical Education” จัดขึ้นระหว่างวันที่ 5-6 กรกฎาคม 2555 ณ หอประชุมเบญจรงค์ อาคารนวัฒนธรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ หวังเป็นเวทีหนึ่งที่นักวิชาการจะได้เผยแพร่ผลงานวิจัยและแลกเปลี่ยนประสบการณ์ร่วมกัน นอกจากนี้การจัดประชุมยังประกอบด้วยการบรรยายพิเศษทางวิชาการ การอภิปรายเสวนา โดยท่านผู้ทรงคุณวุฒิ โดยได้รับความร่วมมือจากหน่วยงานต่าง ๆ เช่นทุกครั้งที่ผ่านมา ท้ายนี้ในนามของคณะกรรมการดำเนินการจัดประชุมวิชาการฯ ขอแสดงความนับถือ ขอเชิญชวนทุกท่านร่วมสร้างสรรค์ พัฒนาสังคมไทยเพื่อความยั่งยืน ขอรับขอบคุณท่านประชานเปิดงานและบรรยายพิเศษ ขอบพระคุณคณะกรรมการและผู้เกี่ยวข้องที่ได้ให้ความร่วมมือในการจัดงานประชุมวิชาการครั้งนี้

อย่างไรก็ตามหากมีข้อบกพร่องประการใด คณะกรรมการดำเนินการจัดประชุมวิชาการฯ ขอห้ามรับและ  
ขออภัยมา ณ โอกาสนี้

ประธานคณะกรรมการดำเนินการจัดงาน

การประชุมวิชาการครุศาสตร์อุตสาหกรรมระดับชาติ ครั้งที่ 5



## สารบัญ

รหัสบทความ	ชื่อบทความและผู้แต่ง	หน้า
	วิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า	1
NCTechEd05TEE01	การพัฒนาเครื่องวัดดัชนีมวลกายด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ เกย์ ศรีภาค, นพพร พัชรประกิจ	3
NCTechEd05TEE02	การพัฒนาสายอากาศไดโอดที่ป้อนด้วยสายนำสัญญาณตรีปแบบบนบาร์ว์ม เอกพันธุ์ พนาชริญ, รัชพล จันวงศ์, สมศักดิ์ อรรถกิมภานุกูล	9
NCTechEd05TEE03	ระบบป้องกันชุดขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้าจากแรงดันไฟฟ้าตกช่วงบันยะ วิศิพงษ์ เดิศวิริยะประภา, อดิศักดิ์ สุวรรณมา, พนาฤทธิ์ เศรษฐกุล, จามิกา ไตรวัลย์	15
NCTechEd05TEE04	บูสต์คอนเวอร์เตอร์ขบวน 4 เฟส ควบคุมด้วยการหากำลังไฟฟ้าสูงสุดสำหรับโซล่าเซลล์ ภิชาน พุนน้อย, ปฏิพันธ์ ทวนทอง	21
NCTechEd05TEE05	การออกแบบระบบเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายติดตามตัวบุคคลภายในอาคาร ธนศิริ เหมะรักษ์	27
NCTechEd05TEE06	การประมวลผลคำโดยสารบนบัตร RFID ด้วยพิกัด GPS ประภาศิริ ตันติอ่องการ, พุณศักดิ์ เอื้อสุกุลเดช, บุญยฤทธิ์ คงประภีด, ชัชวาล พิริยะสินศักดิ์	33
NCTechEd05TEE07	การปรับเปลี่ยนอัตโนมัติในโทรศัพท์สำหรับผู้สูงอายุมีความบกพร่องทางการได้ยิน ปิติวัฒน์ จุลเกย์ศักดิ์, วชิรศักดิ์ วนิชชา	39
NCTechEd05TEE08	การออกแบบและสร้างชุดวิทยุสื่อสารมุกเดินพลังงานแสงอาทิตย์ พินิจ เนื่องกิริมย์, คิราก ณัฐวรรธน์, นานัส สุนันน์, สมศักดิ์ อรรถกิมภานุกูล	45
NCTechEd05TEE09	การพัฒนาโปรแกรมการวางแผนระบบจำหน่ายไฟฟ้าโดยใช้ชิปเซิงพันธุกรรม กัตตี ยะยะมิน, พิเชฐ ศรียร Wong	51
NCTechEd05TEE10	วงจรกำนั่นดิสสัญญาณแบบควบคุมจedor์ใหม่ด้วยกระแส โดยใช้ DV-CCTAs ที่ควบคุมด้วยกระแส ชาดา คำแดง, กัลวัล พยัคฆ์กุล, มนตรี ศิริปรัชญาณันท์	57
NCTechEd05TEE11	การสังเคราะห์ตัวควบคุมแบบ PI, PD และ PID ใหม่ด้วยกระแสโดยใช้ DV-CCTA กัลวัล พยัคฆ์กุล, ชาดา คำแดง, มนตรี ศิริปรัชญาณันท์	63
NCTechEd05TEE12	วงจรกำนั่นดิสสัญญาณรูปคลื่นไชน์ชนิดควบเครื่องร์ที่ควบคุมได้ด้วยวิธีทางอิเล็กทรอนิกส์โดยใช้ DV-CCTA ศุรศักดิ์ อินทร์จันทร์, ประชารัช สักติผล, ชาดา คำแดง, มนตรี ศิริปรัชญาณันท์	69
NCTechEd05TEE13	การพัฒนาสายอากาศไดโอดที่ป้อนด้วยสายนำสัญญาณตรีปแบบบนบาร์ว์ม รัชพล จันวงศ์, สมศักดิ์ อรรถกิมภานุกูล	75

NCTechEd05TEE14	การออกแบบวงจรไดเพล็กเซอร์ที่มีย่านหยุดແນບความถี่กับการใช้ชามโนนิกส์หลายโหมด ลดความถี่ปลอมเทียม ศักดิ์ชัย ตันติวิวัฒน์, ชนัสส์ นนทพุทธ, รัชพล จันวงศ์	81
NCTechEd05TEE15	การพัฒนาเครื่องวัดความเข้มสนามแม่เหล็กไฟฟ้าสำหรับย่านความถี่ 1,800 MHz อลองกรรณ์ พรมที, สมบูรณ์ ชีรวิสิฐพงศ์, รัชพล จันวงศ์, สมศักดิ์ อรรถกิมมาภูล	87
<b>วิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมเครื่องกล</b>		93
NCTechEd05TME01	An Assumed Strain Pseudo Lagrangian-Based Finite Element Formulation <i>Sacharuck Pornpeerakeat</i>	95
NCTechEd05TME02	ผลการประเมินภาวะทางการยศาสตร์ในการทำความสะอัดมูลแพะของเกยตระกร ด้วยเครื่อง กดเก็บมูลแพะ กันตภณ มะหาหมัด, วีรชัย มัญญารักษ์, บัญชา สัจจาพันธ์, พูลศักดิ์ โกเมียกรรณ์	101
NCTechEd05TME03	การสร้างแบบจำลองและการวิเคราะห์บรรจุภัณฑ์เพื่อการขนส่งสัมภาระด้วยเครื่อง แคด อุตรพงษ์ ดำรงพล คำแหงวงศ์	107
NCTechEd05TME05	การออกแบบและการผลิตน้ำมันชีวภาพจากน้ำมันจากโรงงานเพอร์นิเจอร์โดยกระบวนการไฟ ไฮโลซีสแบบเร็ว มนตรี มนตรีพิดา	112
NCTechEd05TME06	การประเมินภาวะทางการยศาสตร์ด้วยวิธี OWAS และ NIOSH วีรชัย มัญญารักษ์, พิพา ฤกตเดือน, เสรี หนูทอง, นิพนธ์ นภิโชค, วีรชัย แสงฉาย	117
NCTechEd05TME07	การควบคุมความดันของระบบต้นกำลังทางไฮดรอลิก ด้วยชุดควบคุมแบบผสมระหว่าง ฟิซซี่ กับพีโอดี สุรเชษฐ์ สาระเนตร, วัชรินทร์ โพธิ์เงิน	123
NCTechEd05TME08	การสร้างและหาประสิทธิภาพอุปกรณ์จำลองสถานการณ์การฝึกทักษะงานเชื่อมไฟฟ้า อำนาจ สังข์ทอง, เชาวลิต ถาวรสิน, สันติ หุตานนา	128
NCTechEd05TME09	บทเรียนโมดูลเรื่องกลศาสตร์วิศวกรรมสำหรับคุณวุฒิวิชาชีพระดับสูง อดิศักดิ์ เจริญพงษ์	133
<b>ครุศาสตร์อุตสาหกรรม สาขาวิชาไฟฟ้า</b>		139
NCTechEd05TTE01	การศึกษาสภาพการเรียนการสอนทางด้านวิศวกรรมโทรคมนาคม เรื่องสายอากาศไมโครสตริป เอกสาร พาณิชย์, รัชพล จันวงศ์, สมศักดิ์ อรรถกิมมาภูล	141
NCTechEd05TTE02	การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องตัวดำเนินท่านและการอ่านค่าสีโดยใช้เกณทร์ศึกษา ร่วมกับสถานการณ์จำลอง ไพบูลย์ ศุภล้านันท์, มนต์ชัย เกี่ยนทอง, สุธิดา ชัยชนรัตน์	147
NCTechEd05TTE03	การพัฒนาชุดทดลองของกรองความถี่โดยใช้เครื่องวิเคราะห์โครงข่ายแบบสมมติใจ จรรักษ์ สามารถ, สมศักดิ์ อรรถกิมมาภูล	153



NCTechEd05TTE04	การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การต่อวงจรモเตอร์ 3 เฟส นวัตกรรม อุทัยรัตน์, สมศักดิ์ ไกมียารล์	158
NCTechEd05TTE05	การสร้างและทดสอบประสิทธิภาพพุ่มการสอนแบบสื่อประสม เรื่องวงจรกรองความถี่พาสซีฟ บุษนากุญชั่น, สุรพันธ์ ดันดีวงศ์, สมศักดิ์ อรรคกิมภากุล	163
NCTechEd05TTE06	การออกแบบโปรแกรมหาค่าอนุกรมฟูเรียร์แบบตรีโภณมิติสำหรับการเรียนการสอนด้าน วิศวกรรม พินิจ เมืองกิรนย์, ดิเรก นพีวรรณ, สมศักดิ์ อรรคกิมภากุล	169
NCTechEd05TTE07	การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนแบบโครงงานเป็นฐานโดยใช้เทคนิคการเรียนรู้ร่วมมือกัน เรื่องสายอากาศไมโครเวฟ สำหรับการศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิศวกรรมโทรคมนาคม รัชพล จันวงศ์, สมศักดิ์ อรรคกิมภากุล	175
NCTechEd05TTE08	การพัฒนาสื่อการเรียนการสอนสำหรับชุดปฏิบัติการทดลองวงจรไมโครเวฟแบบพาสซีฟ สมศักดิ์ ชานพุทธิวิโรจน์, สมศักดิ์ อรรคกิมภากุล	181
<b>วิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิชาชีวกรรมโยธา</b>		187
NCTechEd05TTC01	ระบบจัดการและควบคุมแบบในงานก่อสร้าง <i>Krissachai Sriboonma</i>	189
NCTechEd05TTC02	การประเมินการปริมาณงาน โครงสร้างอาคารที่อยู่อาศัยขนาดเล็กและขนาดกลาง ด้วยวิธีการ วิเคราะห์ความถดถอย <i>ประมินทร์ บุญทวี</i>	197
NCTechEd05TTC03	การศึกษาพฤติกรรมของวัสดุผสมเสริมแรงด้วยเส้นใยแบบสัน โดยอาศัยแบบจำลองทาง คณิตศาสตร์ โนรี-ทاناภรณ์ ที่รวมผลการกระจายตัวของเส้นใยที่ชับช้อน ชญานิน เอี่ยะกนอง, สินชัย ชินวรรัตน์, เพชร เอียรนัยคิลวงศ์	202
NCTechEd05TTC04	ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อค่าใช้จ่ายในงานก่อสร้าง <i>นิพนธ์ เอียรริพิพัฒน์, วิทยา พรมสิน, นพิชณ ดวงแก้ว</i>	208
NCTechEd05TTC05	อิทธิพลของปริมาณเส้นใยต่ออัตราการซึมผ่านของน้ำในดินเหนียวลพบุรี พนา จันทร์ศิริ, ทวีชัย ก้าวสินธ์	214
NCTechEd05TTC06	การเพิ่มความทนทานของวัสดุมวลเบาเพื่อใช้เป็นผนังประยัดคลังงาน พิชญุตม์ จรสบารุ่งโรจน์	220
NCTechEd05TTC07	การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการจัดการน้ำเสียจากครัวเรือน กรณีศึกษา ชุมชนบ้านปากคลองมะขาม เต่า อำเภอวัดสิงห์ จังหวัดขั้นนาท รามศศิ น้ำดี	226
NCTechEd05TTC08	การหาพื้นที่เหมาะสมในการฝังกลบของเสียอันตรายในพื้นที่ภาคใต้ของประเทศไทย วีระพล แก้วอินทร์, พันธ์ ทองชุมนุน, วีระภาส คุณรัตนสิริ	233
NCTechEd05TTC09	การศึกษาอัตราส่วนของทรัพยนกสำหรับการผลิตบล็อกประสาน อัคเณตร ยศสมบัติ	239

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ	245
NCTechEd05SIT01 การพัฒนาระบบและกลไกการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาคุณภาพบัณฑิต เมญ่ารัตน์ ราชวงศ์, ประดิษฐ์ เหมือนคิด	247
NCTechEd05SIT02 การพัฒนาระบบสหบัณฑุรัมสมื่อนสำหรับประเทศไทย จีระพล คุ่มเกี้ยม, นริศร แสง堪นอง	253
NCTechEd05SIT03 จอยพลัสมเมนู: ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้สำหรับสมาร์ทเดバイซ์ที่ใช้รีโมทคอนโทรล วุฒิพงษ์ ชินครี	259
NCTechEd05SIT04 การจัดรูปแบบและส่งต่อข้อมูลทางการแพทย์โดยใช้มาตรฐาน HL7 Version 3.0 ผ่านเว็บ เชอร์วิส สมเกียรติ จุลอดุง, นริศร แสง堪นอง	265
NCTechEd05SIT05 โพโอดีสโโคปสำหรับการตรวจประเมินภาพเท้า ทวีเดช ศิริชนาพิพัฒน์, สุกาวดี อุษาหัค้า	272
NCTechEd05SIT06 การพัฒนาระบบรับสมัครนักเรียนเข้าศึกษาต่อ กรณีศึกษาโรงเรียนศรีบ้านนุสรณ์ สุริยัน นุกูลกิจ, มนต์ชัย เทียนทอง, สุธิดา ชัยชนชื่น	277
บริหารอาชีวศึกษาและวิจัยพัฒนาหลักสูตร	285
NCTechEd05TEM01 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเลือกศึกษาต่อในระดับปริญญาตรีของนักศึกษา ระดับประกาศนียบัตร วิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) วิทยาลัยเทคนิคสวรรค์ เพ็ญญา เจริญ hem	287
NCTechEd05TEM02 รูปแบบการบริหารและการดำเนินงานศูนย์พัฒนาวิชาชีพช่างเขียนแบบเครื่องกล ไกรศาสดอนชัย, สุร้ายรุ่ง พรนันทร์	295
NCTechEd05TEM04 การประเมินความเป็นไปได้ของรูปแบบการจัดการการฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู ประเพิญ พรนสี่อง, วนพนน์ ศรีวงศ์กุล	301
NCTechEd05TEM05 รูปแบบของระบบการประกันคุณภาพภายในสถานศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการ อาชีวศึกษา ผ่องพรรรณ จรัสจินดารัตน์, สถาบันต์ อุดมกุญญ์, สิริรักษ์ รัชชานติ, ชัยวิชิต เจริญชนะ,	307
NCTechEd05TEM06 การศึกษารายย่อผู้สำเร็จการศึกษาหลักสูตรเที่ยงโอนประสบการณ์ สาขาวิชาช่างยนต์ในระดับ ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พูลสวัสดิ์ เหลาเดว, บรรจบ อรชร, อันดิษฐ์ อัมมานะตระกุล	313
NCTechEd05TEM07 ผลเปรียบเทียบความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ของนักศึกษาภาควิชาภาครุศาสตร์เครื่องกล ภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า ในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้า พระนครเหนือ ชั้นปีที่ 4 ปีการศึกษา 2/2554 ภาณุพงษ์ โพธิ์ศรี	319
NCTechEd05TEM08 การศึกษาสภาพปัจุบันของวิทยาลัยเทคนิคสกลนคร ประจำปีการศึกษา 2554 วนิช สมชาติ	322



NCTechEd05TEM09	การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา wageจรอีเล็กทรอนิกส์ 2 ของนักเรียนระดับ ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 2 สาขาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ หลักสูตรปกติกับหลักสูตร โปรแกรมภาษาอังกฤษ วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้า พระนครเหนือ	327
NCTechEd05TEM10	การยอมรับผู้สำเร็จการศึกษาหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงสาขาวิชาเครื่องกล เขต ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	332
NCTechEd05TEM11	การเปรียบเทียบภาวะสุขภาพจิตของนักศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนคร เหนือและมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร วิทยาเขตพระนครเหนือ ศุภรี รอดสิน	338
NCTechEd05TEM12	การศึกษาความพึงพอใจของนักเรียน นักศึกษาต่อการรับบริการของวิทยาลัยเทคนิคสร้างสรรค์ สิงหา ดินชาติ	346
NCTechEd05TEM13	การศึกษาพื้นฐานทางคณิตศาสตร์และไฟฟ้าของผู้สอบเข้าศึกษาต่อ หลักสูตรครุศาสตร์ อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนคร เหนือ ปีการศึกษา 2554	353
NCTechEd05TEM14	การจัดการศึกษาเพื่อพัฒนานักเทคโนโลยีดูแลอาคาร สุทธิชัย ไตรเมศวร์, สุร้ายุทธ์ พรมจันทร์	359
NCTechEd05TEM15	รูปแบบการพัฒนาหลักสูตรรายวิชาชีพ สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา โดยใช้ เทคนิควิเคราะห์ผลกระบวนการไขว้ อุ๊ฟ เกรวินสุข, ชัยวิชิต เที่ยรุณณะ, ไฟโรจน์ สาริราก สุรัชช์ เสาหงษ์, พุลศักดิ์ โกษียกร	365
NCTechEd05TEM16	การประเมินผลการใช้หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พ.ศ. 2551 สาขาวิชาช่างอุตสาหกรรม ฐานวิทยาศาสตร์ ที่มีรูปแบบการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน ของวิทยาลัยอาชีวศึกษา เทคโนโลยีฐานวิทยาศาสตร์(ชลบุรี) สุรัชช์ เสาหงษ์, พุลศักดิ์ โกษียกร	371
NCTechEd05TEM17	การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนการสอนวิชาชีพรายวิชาฐานสมรรถนะ อุรินทร์ บุญสนอง, สุร้ายุทธ์ พรมจันทร์	377
	<b>บริหารธุรกิจอุตสาหกรรม</b>	383
NCTechEd05IBA01	จริยธรรมในองค์กรที่มีผลต่อความผูกพันต่อองค์กรของพนักงาน และผลการดำเนินงานของ พนักงานแผนก PCBA Assembly บริษัท เอ็นเอ็มบี มินิแอนไทร์ จำกัด กริช เกตุนภก, นานิตย์ สิทธิชัย	385
NCTechEd05IBA02	การศึกษาสภาพการจัดการของอิเล็กทรอนิกส์ในสถานศึกษา ประทีป เลิศรักษ์ประเสริฐ, อมน จีรังสุวรรณ	393

NCTechEd05IBA03	การศึกษาสภาพปัจจุบันความคาดหวังในการพัฒนาบุคลากรทางการศึกษาขององค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรี บดิวิษฐ์ ผลสมบุญ	401
<b>คอมพิวเตอร์ศึกษา</b>		407
NCTechEd05CED01	การพัฒนาเว็บช่วยสอนเพื่อฝึกทักษะ เรื่อง การวิเคราะห์รายการค้า วิชาบัญชีเบื้องต้น 1 โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E ชาครวราณ ลากนุกด, มนต์ชัย เทียนทอง, สุธิดา ชัยชนชื่น	409
NCTechEd05CED02	การศึกษารูปแบบการเรียนรู้ด้วยบทเรียนช่วยสอนคอมพิวเตอร์หน้าจอสัมผัส ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ รายวิชาคอมพิวเตอร์เบื้องต้น ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคชันนิสซ์ กองทอง บุหร่า, คงกมล โพธินิภา	415
NCTechEd05CED03	การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนอินเทอร์เน็ต รายวิชาการพัฒนาเว็บไซต์ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป ช่วงชั้นที่ 4 โดยใช้เทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนคู่คิด จิตภัสร์ ใจดินนิธิราษฎร์, มนต์ชัย เทียนทอง, สุธิดา ชัยชนชื่น	421
NCTechEd05CED04	การศึกษาความพึงพอใจการเรียนรู้แบบผสมผสานในรายวิชาคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ ผ่านระบบ “BU WebEx” และการใช้เรื่อง “ไซต์บทเรียนอีเลิร์นนิ่ง ณุเทพ สุวรรณชาดา	427
NCTechEd05CED05	การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบปฏิสัมพันธ์ เรื่องการคำนวณหาค่าสถิติเบื้องต้น วิชาการประยุกต์คอมพิวเตอร์กับงานสถิติ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 บุญญรัตน์ สุขศิลป์, มนต์ชัย เทียนทอง, สุธิดา ชัยชนชื่น	433
NCTechEd05CED06	การพัฒนารูปแบบบทเรียนและร่วมสร้างเว็บ (WebQuest) วิชาประวัติศาสตร์ท้องถิ่น ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ร่วมกับทฤษฎีสร้างสรรค์ความรู้ (Constructivism) ผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์ วชิรพรรณ ทองวิจิตร, ชิรพันธุ์ ศรีสมพันธุ์	439
NCTechEd05CED07	การพัฒนาและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ศรากุล อุทุมพร	449
NCTechEd05CED08	กรอบแนวคิดรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้สื่อหลายมิติแบบปรับตัวร่วมกับเทคนิคผู้ให้คำปรึกษา ผ่านบทเรียนออนไลน์ สิริพร เอี่ยมวิลัย, สุรayahร์ พรมจันทร์	455
NCTechEd05CED09	การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเว็บแบบโครงงานเป็นฐาน วิชาระบบฐานข้อมูล ออนไลน์ ป้าสนธ์, มนต์ชัย เทียนทอง, สุธิดา ชัยชนชื่น	461
<b>ด้วย</b>		469
<b>คณะกรรมการจัดการประชุม</b>		471

# วิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า







## การพัฒนาเครื่องวัดดัชนีมวลกายด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ A development of Body mass index measurement based on microcontroller

เกย์น ตรีภาค<sup>1</sup>, นพพร พัชรประกิจ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ลำปาง

200 หมู่ 17 ต.พิชัย อ.เมือง จ. ลำปาง 054-342547 ต่อ 158, 081-1116255 E-mail tuiest0@hotmail.com

<sup>2</sup>สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เชียงราย

99 หมู่ 1 ต.ทรายขาว อ.พาน จ. เชียงราย, 083-0819459 E-mail pnopporn@hotmail.com

### บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการพัฒนาเครื่องวัดดัชนีมวลกายด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ มีวัตถุประสงค์เพื่อแก้ปัญหาความยุ่งยากในการวัดดัชนีมวลกายที่ต้องชั่งน้ำหนักและวัดส่วนสูง แล้วนำค่าที่ได้มาคำนวณเพื่อหาค่าดัชนีมวลกาย โดยเครื่องดัชนีมวลกายที่ออกแบบ สามารถวัดส่วนสูงและชั่งน้ำหนักได้ในคราวเดียวกัน รวมทั้งยังสามารถคำนวณค่าดัชนีมวลกายและบอกผลของรูปปั้ร่างของผู้ใช้งาน ได้ในทันที เครื่องวัดดัชนีมวลกายใช้อัลติโซนิกเซนเซอร์ในการวัดส่วนสูงและใช้荷重เซลล์แบบสเตเดรนเกจวัดน้ำหนัก โดยส่งค่าทางไฟฟ้าที่เหมาะสมให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ทำการประมวลผล จากนั้นนำค่าน้ำหนัก, ส่วนสูง, ดัชนีมวลกาย และผลของรูปปั้ร่างของผู้ใช้งานแสดงออกทางหน้าจอแอลซีดี ผลการทดสอบการทำงานพบว่า เครื่องวัดดัชนีมวลกายที่ออกแบบมีค่าผิดพลาดของการวัดส่วนสูง 0.64 เปอร์เซ็นต์ และค่าผิดพลาดจากการชั่งน้ำหนัก 0.81 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อนำค่าดัชนีมวลกายที่วัดได้มาเปรียบเทียบกับการคำนวณโดยใช้ค่าส่วนสูงกับน้ำหนักจากเครื่องทั่วไปแล้ว พบว่ามีค่าผิดพลาด 2.88 เปอร์เซ็นต์

**คำสำคัญ:** ดัชนีมวลกาย อัลติโซนิกเซนเซอร์ 荷重เซลล์ สเตเดรนเกจ ไมโครคอนโทรลเลอร์

### Abstract

*This paper proposes a design and developments of a body mass index measurement by using a microcontroller MCS51. The original method of body mass index is calculated by measurement of height and weight of the people which is inconvenient. In order to solve the problem, a microcontroller based body mass index measurement is developed by measure the height and weight simultaneously. The principles of Body mass index measurement are composed of sensor, controller and display units. An ultrasonic sensor is used to measure a height where as a strain gauge load cell is used to measured the weight, both values are transmitted electrical signals to microcontroller. The body mass index is calculated based on height and weight of the human and display via LCD. The testing and calibration of BMI measurement is investigated and compare to the BMI reference value. The height, weight and Body mass index error are approximately 0.64%, 0.81% and 2.88% respectively.*

**Keyword:** Body mass index , Ultrasonic sensor , Load cell , Strain gauge , Microcontroller

## 1. บทนำ

ในปัจจุบันนี้ จำกสภากการค้านานี ชีวิตของผู้คนในสังคม ต่าง ไปจากสมัยแต่ก่อนมาก ในทุกเรื่อง ไม่ว่าจะเป็นทางด้าน สภากแวดล้อมที่เดินไปด้วยมวลพิษ รวมถึงทางด้าน การกิน การทำงาน ส่งผลให้เกิดสุขภาวะที่ไม่เหมาะสมในหลายด้านจน ลีมที่จะดูแลและใส่ใจสุขภาพของตนเองส่งผลให้เกิดโรคต่างๆ ที่คร่าชีวิตของผู้คนมากมาย จากแผนการพัฒนาเศรษฐกิจและ สังคมแห่งชาติดังนี้ 10 และแผนพัฒนาสุขภาพแห่งชาติดังนี้ 10 (2550 – 2554) เน้นการพัฒนาคนและความเข้มแข็งของ ชุมชนโดยการสร้างเสริมสุขภาพ สร้างวัฒนธรรมทางสุขภาพ และวิถีชีวิทที่มีความสุขในสังคมแห่งสุขภาพ

ดัชนีมวลกายหรือ BMI คือชี้วัดสุขภาพอย่างหนึ่ง ซึ่งนิยม ใช้กันอย่างแพร่หลายโดยใช้วิธีการคำนวณจากสัดส่วนของ น้ำหนักและส่วนสูง และจะได้ผลลัพธ์ออกมาเป็นระดับความ อ้วนของร่างกาย เพื่อเป็นเกณฑ์การตัดสินใจในการออกกำลัง กายให้รู้ปั่นเป็นสัดส่วนที่ถูกต้องส่งผลให้สุขภาพร่างกาย สมบูรณ์แข็งแรง ตอบสนองแผนพัฒนาสุขภาพแห่งชาติดังนี้ 10 แต่ปัจจุบันการวัดดัชนีมวลกายนั้นยังต้องใช้การคำนวณ หรือตารางเปรียบเทียบอยู่ โดยผู้วัดดัชนีมวลกายนั้นต้องวัด ส่วนสูงและชั่งน้ำหนักเสร็จแล้วจึงนำค่าที่ได้มาทำการคำนวณ จึงจะสามารถหาค่าดัชนีมวลกายได้ นอกจากนั้นเครื่องวัดดัชนี มวลกายที่มีใช้งานทั่วไปนั้น เป็นลักษณะของเครื่องชั่งน้ำหนัก แบบดิจิตอลธรรมชาติ โดยผู้ใช้งานต้องทราบส่วนสูงของตัวเอง ก่อน แล้วชั่งน้ำหนัก จากนั้นที่เครื่องจะมีตารางเปรียบเทียบค่า ดัชนีมวลกาย ซึ่งถ้าผู้ใช้งานไม่ทราบส่วนสูงของตัวเองก็จะไม่ สามารถคำนวณดัชนีมวลกายได้เลย นอกจากนั้นการอ่านตาราง ที่ตัวเครื่องนั้นยังอาจสร้างความสับสนสำหรับผู้ที่ไม่เข้าใจทำ ให้เกิดความยุ่งยากและความผิดพลาดได้

ดังนั้นทีมนักวิจัยจึงมีแนวความคิดในการออกแบบและ สร้างเครื่องวัดดัชนีมวลกายที่มีทั้งเครื่องวัดส่วนสูงและเครื่อง ชั่งน้ำหนักอยู่ในตัวเดียวกัน โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่ง ทำให้สามารถคำนวณค่าดัชนีมวลกายและแสดงผลการคำนวณ ค่าดัชนีมวลกายได้อีกทั้งยังสามารถบอกร่างกายที่ของ BMI โดยอัตโนมัติ

## 2. วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

### 2.1 การคำนวณหาค่าดัชนีมวลกาย

ดัชนีมวลกายหรือ Body mass index (BMI) [1] เป็นค่าดัชนี ที่คำนวณจากน้ำหนักและส่วนสูง เพื่อใช้เปรียบเทียบความ สมดุลระหว่างน้ำหนักตัว ต่อความสูงของมนุษย์ ซึ่งคิดค้นโดย Adolphe Quetelet ชาวเบลเยียม ค่าดัชนีมวลกายหาได้โดยใช้ สมการที่ (1)

$$BMI = \frac{weight \times 10,000}{height^2} \quad (1)$$

โดยผลของ BMI ที่ได้จากสมการนี้สามารถนำมา ใช้เปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่เหมาะสมกับคนเอเชีย ได้ดังนี้ [2]

- BMI น้อยกว่า 18.5 แสดงว่าร่างกายผอมเกินไป
- BMI น้อยกว่า 25 ถึง 18.5 แสดงว่าร่างกายสมส่วน
- BMI น้อยกว่า 30 ถึง 25 แสดงว่าร่างกายน้ำหนักเกิน
- BMI น้อยกว่า 40 ถึง 30 แสดงว่าร่างกายอ้วน

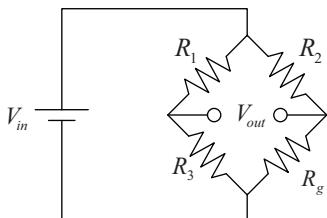
การประเมินค่าดัชนีมวลกายนี้ จะต้องคำนึงถึงตัวแปร ต่างๆ ด้วย ดังเช่นมวลกล้ามเนื้อ มวลไขมัน เพาะะน้ำดัชนี มวลร่างกายข้างต้นจะไม่สามารถนำไปใช้ได้กับผู้ที่มีมวล กล้ามเนื้อมาก เช่น นักกีฬา นักเพาะกาย ที่อาจจะมีน้ำหนักมาก เกิน 100 กิโลกรัมแต่ไม่จัดอยู่ในขั้นอ้วนหรืออ้วนมาก

### 2.2 สเตренเกจ (Strain gauge)

สเตренเกจ [3] เป็นผลงานประดิษฐ์ของอ็อตติวิรด์ อี ชิมมอนส์ และอาร์เชอร์ ซี รูจ ประดิษฐ์ขึ้นในปี พ.ศ. 2481 สเตренเกจ คืออุปกรณ์ที่ใช้สำหรับวัดความเครียดที่เกิดจากแรง ที่มากระทำ ซึ่งแรงดังเป็นแรงกระทำให้เกิดความเครียดได้ เช่นกัน สเตренเกจเป็นอุปกรณ์ที่รับสัญญาณ (Transducer) ประเภทพาสซีฟ (Passive)

การนำสเตренเกจไปใช้งานในวงจรไฟฟ้านั้น ต้องจ่าย แรงดันและจัดวงจรให้เหมาะสม เพื่อให้ได้ค่าสัญญาณที่เรา ต้องการ โดยวงจรที่นิยมต่อใช้งานได้แก่วงจร วีทส์โตనบริดจ์ (Wheatstone bridge) โดยหลักการทำงานเหมือนโพเทนทิโอล มิเตอร์ ลักษณะการต่อวงจรแสดงดังภาพที่ 1 ซึ่งจากภาพ เมื่อ ให้  $R_1$ ,  $R_2$  และ  $R_3$  เป็นตัวต้านทานค่าคงที่ โดย ให้  $R_1 = R_2$

แล้ว ดังนั้น  $R_g$  ซึ่งเป็นค่าความต้านทานของ สเตอเรนเกจในสภาวะที่ไม่มีแรงมagnetic ทำต่อสเตอเรนเกจ  $R_3 = R_g$  ดังนั้นค่าแรงดันเอาท์พุต จะสามารถหาได้จากสมการที่ (2)

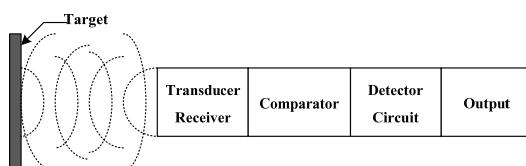


ภาพที่ 1: วงจรวีทสโตรอนบริดจ์

$$V_{out} = V_{in} \left( \frac{R_3}{R_1 + R_3} - \frac{R_g}{R_2 + R_g} \right) \quad (2)$$

### 2.3 พร็อกซิมิตี้ชินิดอลตร้าโซนิก (Ultrasonic proximity)

พร็อกซิมิตี้ชินิดอลตร้าโซนิก [4] เป็นอุปกรณ์ที่ใช้หลักการพื้นฐานของการแผ่กระจายคลื่นความถี่สูงที่อยู่ในช่วง ระหว่าง 20 kHz ถึง 1GHz ออกไปกระบวนการกับวัตถุที่อยู่ภายในบริเวณของสนามคลื่นความถี่ และจะท้อนกลับมาด้วยตัวรับ การแผ่กระจายคลื่นความถี่สูงของอัลตร้าโซนิกเซนเซอร์ จะสัมพันธ์กับค่าความเร็วคงที่ ตลอดจนช่วงเวลาในการสะท้อนกลับของคลื่นความถี่ที่กระบวนการกับวัสดุเป็นสัดส่วนโดยตรงกับระยะห่างของวัสดุ ด้วยเหตุนี้ อัลตร้าโซนิกเซนเซอร์ จึงเป็นอุปกรณ์ที่สามารถประยุกต์ใช้ความถี่สำหรับตรวจสอบระยะห่างของวัสดุ ได้ ส่วนประกอบที่สำคัญของ พร็อกซิมิตี้ชินิดอลตร้าโซนิก แบ่งออกได้เป็น 4 ส่วนดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2: ส่วนประกอบของ Ultrasonic Proximity Sensor

2.3.1 ทรานส์ดิวเซอร์และตัวรับ (Transducer Receiver) ทรานส์ดิวเซอร์ทำหน้าที่เป็นตัวส่งคลื่นความถี่สูงให้แต่

กระจายออกไปจากผิวน้ำของตัวเซนเซอร์ พร้อมกับรับการสะท้อนกลับของคลื่นความถี่เมื่อมีการกระทบกับวัตถุ

2.3.2 วงจรเปรียบเทียบและแยกแยะความถี่ (Comparator and Detector Circuit) ทำหน้าที่เปรียบเทียบและแยกแยะระหว่างคลื่นความถี่สูงที่ส่งออกไปกับคลื่นความถี่ที่สะท้อนกลับมา และคำนวณระยะห่างของวัตถุ โดยพิจารณาจากความเร็วในการเดินทางของคลื่น จากตัวส่งไปกระบวนการกับวัตถุ แล้วจะท้อนกลับมาด้วยตัวรับในหน่วยของเวลา

2.3.3 อุปกรณ์จัดระดับของสัญญาณทางด้านเอาท์พุต (Solid State Output Switching Device) ทำหน้าที่เป็นตัวกำเนิดสัญญาณไฟฟ้าที่แปลงมาจากคลื่นความถี่โดยผ่านทางอุปกรณ์เชื่อมต่อต่างๆ เช่น พีแอลซี หรือไมโครคอนโทรลเลอร์

2.3.4 ความถี่ใช้งาน (Sensing Frequency) โดยทั่วไปช่วงความถี่ใช้งานของพร็อกซิมิตี้ชินิดอลตร้าโซนิก ในการเดินทางจะอยู่ในช่วง 25kHz ถึง 500kHz ส่วนในการเดินทางจะอยู่ในช่วง 5MHz ขึ้นไป อย่างไรก็ตาม ความถี่ที่ใช้สำหรับการใช้งานจะเป็นสัดส่วนผกผันกับระยะห่างของวัตถุ เช่น ความถี่ที่ 50 kHz อาจใช้งานได้ในระยะถึง 10 เมตร หรือมากกว่านั้น ส่วนความถี่ 200kHz จะมีระยะในการใช้งานได้ไม่เกิน 1 เมตร

### 2.4 ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller)

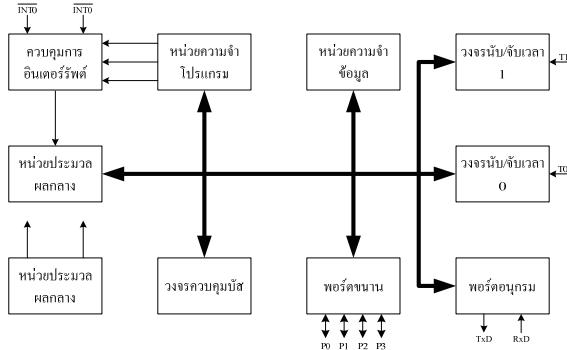
ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 [5] คือไมโครคอนโทรลเลอร์ขนาด 8 บิต ที่มีอุปกรณ์ประมวลผลอยู่ภายใน หลายอย่าง ได้แก่ หน่วยความจำ สำหรับเก็บข้อมูล หน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรม ตัวตั้งเวลา/ตัวนับ อุปกรณ์รับส่งข้อมูลแบบอนุกรม นอกจากนี้หากต้องการใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ร่วมกับอุปกรณ์อื่นเพิ่มเติม เช่น ไอซี 8255 หรือหน่วยความจำภายใน ก็สามารถนำมาร่วมกับไมโครคอนโทรลเลอร์ได้อีกด้วย

โครงสร้างภายในพื้นฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 เบอร์ 8051 ดังภาพที่ 3 ประกอบด้วยอุปกรณ์ต่างๆดังนี้ [6]

2.4.1 ส่วนของหน่วยความจำภายในสำหรับเก็บข้อมูลขนาด 128 ไบต์ (Internal Data Memory) ส่วนของ

หน่วยความจำภายในสำหรับเก็บโปรแกรมที่มีขนาด 4 กิโลไบต์ (Internal Program Memory)

ผู้วัดค่าดัชนีมวลกายสามารถซั่งน้ำหนักและวัดความสูงได้พร้อมๆ กัน เช่นกัน แบบร่างของเครื่องแสดงได้ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 3: โครงสร้างของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

2.4.2 อุปกรณ์ควบคุมการอินเตอร์รัพท์ (Interrupt Control Unit) เป็นส่วนที่ใช้สำหรับรับสัญญาณที่ขัดจังหวะจากอุปกรณ์ภายนอกที่ต้องการติดต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์

2.4.3 ตัวตั้งเวลาและตัวนับเวลาขนาด 16 บิต 2 ชุด (Timer/Counter 0 and Timer/Counter 1) ใช้สำหรับกรณีที่เขียนโปรแกรมให้มีการนับหรือตั้งเวลา

2.4.4 พอร์ตควบคุมการสื่อสารอนุกรมแบบ Full Duplex ซึ่งสามารถรับส่งข้อมูลพร้อมกันได้

2.4.5 พอร์ตขนาดน้ำหนักสำหรับติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอกจำนวน 4 พอร์ต พอร์ตละ 8 บิต

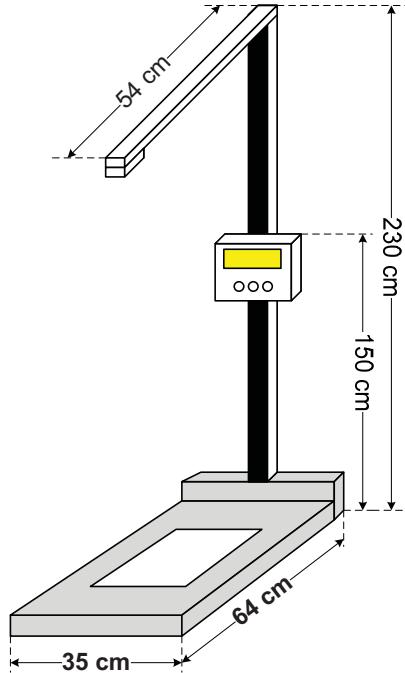
2.4.6 วงจรผลิตสัญญาณพิกาภัยใน MCS-51

### 3. การออกแบบ

ในการหาค่าดัชนีมวลกายของคนนั้น หรือ Body mass index (BMI) นั้น ค่าพารามิเตอร์ที่จะต้องนำมาใช้งานมี 2 ค่าได้แก่ ค่าน้ำหนักของคน กับค่าความสูงของคน ซึ่งสมการในการหาค่าดัชนีมวลกายเป็นไปตามสมการที่ (1) การออกแบบเครื่องวัดดัชนีมวลกายแสดงได้ดังนี้

#### 3.1 ออกแบบโครงสร้างของเครื่องวัดดัชนีมวลกาย

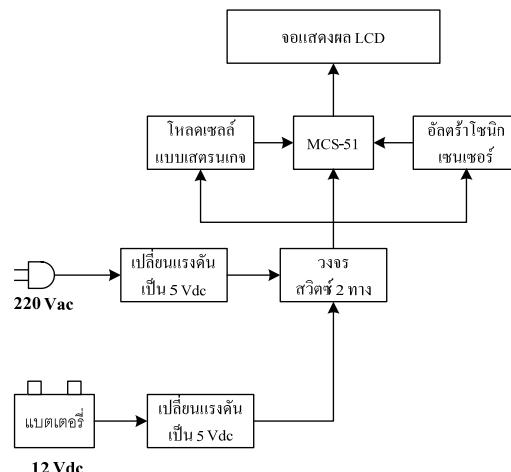
ลักษณะทางกายภาพของเครื่องนั้นจะต้องสามารถตอบสนองความต้องการในการซั่งน้ำหนักและวัดความสูงได้พร้อมๆ กัน ดังนี้ส่วนของโครงสร้างจึงต้องมีพื้นที่สำหรับให้



ภาพที่ 4: โครงสร้างของเครื่องวัดดัชนีมวลกาย

#### 3.2 การออกแบบเครื่องวัดดัชนีมวลกาย

การออกแบบการทำงานของเครื่องวัดดัชนีมวลกายแสดงได้ดังนี้ ดูจากภาพที่ 5



ภาพที่ 5: Block diagram การทำงานของเครื่องวัดดัชนีมวลกาย



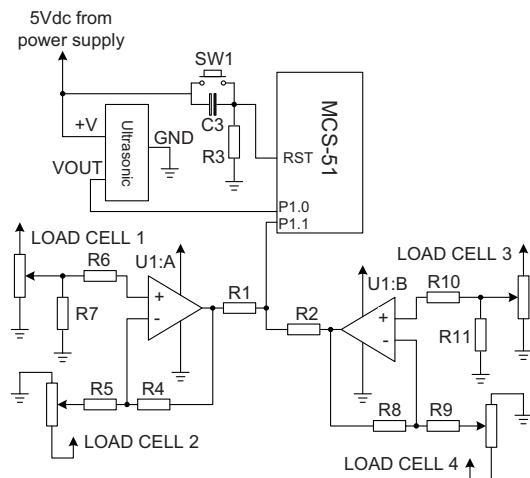
เครื่องวัดดัชนีมวลการที่ออกแบบได้ออกแบบให้สามารถใช้งานได้ทั้ง ระบบไฟจากแบตเตอรี่ และระบบไฟฟ้าจากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค โดยใช้วงจรสวิตซ์ 2 ทาง เป็นอุปกรณ์สั่งงานตัดสินใจ โดยมีเงื่อนไขการทำงานคือ เมื่อเดินปลั๊กไฟเพื่อใช้ไฟจากการไฟฟ้า จะมีสัญญาณเข้ามาที่สวิตซ์ 2 ทาง ทำให้สวิตซ์ 2 ทางสั่งให้ใช้ไฟจากการไฟฟ้าแล้วทำการตรวจสอบแบตเตอรี่ ถ้าแบตเตอรี่ยังหารจะประจุไม่เต็ม สวิตซ์ 2 จะต่อวงจรหารจะประจุโดยใช้ระบบไฟจากการไฟฟ้าหารจะประจุเข้าแบตเตอรี่ โดยอัตโนมัติจนกระทั่งแบตเตอรี่เต็ม ก็จะหยุดหารจะประจุ แต่เมื่อทำการดอดปลั๊กไฟออก สวิตซ์ 2 เปลี่ยนระบบไฟฟ้าให้รับไฟจากการแบตเตอรี่เข้ามาแทน โดยอัตโนมัติ

แรงดันไฟฟ้าที่จ่ายออกจากสวิตซ์ 2 ทางจากมีขนาดแรงดัน 5 โวลต์ เพื่อเป็นไฟเลี้ยงให้ในโครค่อนโโทรลเลอร์ โหลดเซลล์แบบสเตรนเก และอัลตร้าโซนิกเซนเซอร์ เมื่อผู้วัดดัชนีมวลกายขึ้นยืนบนเครื่องซึ่ง แล้วกดปุ่มทำงาน โหลดเซลล์และอัลตร้าโซนิกเซนเซอร์จะทำงานแล้วส่งค่าสัญญาณทางไฟฟ้าที่ได้ออกจากตัวเซนเซอร์ ทั้งสองเข้าไปที่ในโครค่อนโโทรลเลอร์ เพื่อทำการประมวลผล เมื่อในโครค่อนโโทรลเลอร์ประมวลผลเสร็จแล้ว ในโครค่อนโโทรลเลอร์ จะส่งค่าที่ได้จากโหลดเซลล์ซึ่งเป็นค่าน้ำหนัก และค่าที่ได้อัลตร้าโซนิกเซนเซอร์ซึ่งเป็นค่าส่วนสูง และค่าที่ในโครค่อนโโทรลเลอร์คำนวณซึ่งเป็นค่าดัชนีมวลกาย ออกทางหน้าจอแอลซีดี พร้อมกันทั้ง 3 ค่านอกจากนั้นแล้ว ในโครค่อนโโทรลเลอร์ได้ถูกเขียนโปรแกรมให้แสดงผลสรุปของการวัดค่าดัชนีมวลกายซึ่งได้แบ่งช่วงของค่าไว้ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การแปลผลค่าดัชนีมวลกายที่หน้าจอแอลซีดี

BMI	ความหมาย	การแสดงผล(จอ LCD)
น้อยกว่า 18.5	ผอม	UNDER
18.5 - 25	สมส่วน	NORMAL
25 - 30	น้ำหนักเกิน	OVER
มากกว่า 30	อ้วน	OBESITY

วงจรการทำงานของเครื่องวัดดัชนีมวลกายที่ควบคุมด้วยในโครค่อนโโทรลเลอร์ MCS-51 แสดงดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6: วงจรประมวลผลด้วยในโครค่อนโโทรลเลอร์

MCS-51 ของเครื่องวัดดัชนีมวลกาย

ภาพที่ 6 เมื่อกดสวิตซ์ 1 ในโครค่อนโโทรลเลอร์ จะเรียบร้อยการทำงานแล้วเริ่มรับสัญญาณจาก อัลตร้าโซนิกเซนเซอร์ ที่ต่อเข้าทางพอร์ต P1.0 พร้อมกับรับสัญญาณจากชุดโหลดเซลล์ที่ต่อเข้าทางพอร์ต P1.1 เข้าไปเพื่อทำการประมวลผล และเมื่อในโครค่อนโโทรลเลอร์ประมวลผลเสร็จสิ้นแล้ว จึงส่งค่าน้ำหนักส่วนสูงและ ดัชนีมวลกายของทางจอแอลซีดี

#### 4. ผลการดำเนินงาน

การออกแบบเครื่องวัดดัชนีมวลกาย เมื่อทำการออกแบบเสร็จสิ้นแล้วผู้วิจัยได้ทำการสร้างเครื่องวัดดัชนีมวลกายขึ้นมา ดังภาพที่ 7



ภาพที่ 7: เครื่องวัดดัชนีมวลกายที่สร้างขึ้น

จากนั้นจึงนำเครื่องวัดดัชนีมวลกายที่สร้างเสร็จแล้วมาทำการทดสอบ โดยใช้เครื่องชั่งน้ำหนักและเครื่องวัดส่วนสูงที่มีใช้งานตามท้องตลาดเป็นเครื่องสำหรับเบรี่ยนเที่ยบ และทดสอบกับคนทั่ว ๆ ไปที่มีความสูงและน้ำหนักแตกต่างกันจำนวน 10 คน เพื่อหาเบอร์เซ็นต์ค่าความผิดพลาดที่เกิดขึ้นโดยเบอร์เซ็นต์ค่าผิดพลาดหาได้จากสมการที่ (3) [7]

$$\% \text{ error} = \frac{Y_n - X_n}{Y_n} \times 100 \quad (3)$$

โดย  $Y_n$  = ค่าที่วัด ได้จากเครื่องมาตรฐาน  
 $X_n$  = ค่าที่วัด ได้จากเครื่องวัดดัชนีมวลกาย



ภาพที่ 8: หน้าจอแอลซีดีของเครื่องฯบวัดความสูงและน้ำหนัก



ภาพที่ 9: หน้าจอแอลซีดีของเครื่องฯบวัดความสูงและน้ำหนักค่า BMI

ภาพที่ 8 คือหน้าจอแอลซีดีของเครื่องวัดดัชนีมวลกายโดยแสดงผลหลังจากที่มีการกดสวิตช์ SW1 (จากภาพที่ 6) ครั้งแรก ซึ่งเครื่องฯ ทำการวัดค่าส่วนสูงและน้ำหนักของผู้ใช้งาน ส่วนภาพที่ 9 คือหน้าจอแอลซีดีที่แสดงค่า BMI หลังจากกดสวิตช์ SW1 (จากภาพที่ 6) ครั้งที่ 2

จากการทดสอบได้ค่าต่าง ๆ ดังตารางที่ 2 และเมื่อวิเคราะห์ค่าความผิดพลาดที่ได้พบว่าค่าเบอร์เซ็นต์ผิดพลาดที่เกิดจาก การวัดส่วนสูงจำนวน 10 ครั้ง เมื่อนำมาทำการเฉลี่ยแล้วจะมีค่าความผิดพลาดเท่ากับ 0.64 เบอร์เซ็นต์ ส่วนค่าเบอร์เซ็นต์ค่าความผิดพลาดของน้ำหนักจำนวน 10 ครั้ง เมื่อนำมาเฉลี่ยแล้วพบว่ามีค่าเท่ากับความผิดพลาดเท่ากับ 0.81 เบอร์เซ็นต์ และเมื่อนำค่าเบอร์เซ็นต์ความผิดพลาดของดัชนีมวลกาย (BMI) มาหาค่าเบอร์เซ็นต์ความผิดพลาดเฉลี่ยพบว่ามีค่าเบอร์เซ็นต์ความผิดพลาดเท่ากับ 2.88 เบอร์เซ็นต์

ตารางที่ 2 เบรี่ยนเที่ยบค่าที่วัด ได้จากเครื่องวัดดัชนีมวลกายกับเครื่องวัดที่ใช้งานโดยทั่วไป

ลำดับ	เครื่องวัด BMI			เครื่องวัดทั่วไป			%Error		
	ส่วนสูง	น้ำหนัก	BMI	ส่วนสูง	น้ำหนัก	BMI	ส่วนสูง	น้ำหนัก	BMI
1	172	123	41	173	123	41.10	0.58	0.00	0.24
2	168	72	25	166	72.2	26.20	1.20	0.28	4.58
3	189	70	19	190	70	19.39	0.53	0.00	2.01
4	168	69	24	166	69	25.04	1.20	0.00	4.15
5	186	60	17	185	59.6	17.41	0.54	0.67	2.38
6	160	52	19	159	50.5	19.98	0.63	2.97	4.88
7	172	58	19	171	57.8	19.77	0.58	0.35	3.88
8	168	46	16	167	45	16.14	0.60	2.22	0.84
9	160	40	15	160	40	15.63	0.00	0.00	4.00
10	173	62	21	172	61	20.62	0.58	1.64	1.85

## 5. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ขอขอบคุณ สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ลำปาง

## 6. เอกสารอ้างอิง

- [1] <http://www.thailabonline.com/BMI.htm>
- [2] [http://www.siamhealth.net/public\\_html/calculator/bmi\\_bsi.htm](http://www.siamhealth.net/public_html/calculator/bmi_bsi.htm)
- [3] พิมพ์เอกสารที่เลื่อนนั่ง, เช่นเชอร์ทงานศิวิเชอร์และการใช้งาน, พิมพ์ครั้งที่ 1 พ.ศ. 2552
- [4] วิจุต ศรีรัตน์, เช่นเชอร์และกรานศิวิเชอร์ในงานอุดสาหกรรม, พิมพ์ครั้งที่ 1 พ.ศ. 2550
- [5] กฤณรุ่ง ขันอั่ง, ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51, พิมพ์ครั้งที่ 1 พ.ศ. 2549
- [6] <http://www.nectec.or.th/schoolnet/library/webcontest100/2003team/dlnes/137am/Microcontroller.html>
- [7] [silp.elec-cm.com/measure/book/lesson1.doc](http://silp.elec-cm.com/measure/book/lesson1.doc)



การพัฒนาสายอากาศไดโอลที่ป้อนด้วยสายนำสัญญาณสตริปแบบระนาบร่วม  
เพื่อประยุกต์ใช้งานด้านการสื่อสารไร้สาย

**The Development of CPS-Fed Dipole Antenna for Wireless communication Applications**

เอกพันธุ์ พาเจริญ รัฐพล จันวงศ์ และ สมศักดิ์ อรรถกิมภูล

ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ 1518, ถ.พิบูลสงคราม, บางซื่อ, กรุงเทพฯ, 10800

*ekkaphanpa@hotmail.com, J\_rattapon@hotmail.com, ssa@kmutnb.ac.th*

### บทคัดย่อ

งานวิจัยฉบับนี้ได้นำเสนอการปรับเพิ่มประสิทธิภาพของสายอากาศไดโอลที่ป้อนด้วยสายนำสัญญาณสตริปแบบระนาบร่วมโดยใช้เทคนิคการตัดปลายมุนเพื่อชดเชยค่าความจุ โดยทำการวิเคราะห์ด้วยการจำลองแบบ (Simulation) โดยใช้โปรแกรม IE3D โดยสายอากาศที่นำเสนอนี้ก่ออุบัติการณ์ที่มีการแรมต์ซ์อินพีแคนช์ที่ 50 โอห์ม เพื่อประยุกต์ใช้งานกับระบบการสื่อสารไร้สายที่ความถี่ใช้งานในย่าน 2.24–2.80 GHz และมีแบบดั่งที่กว้างประมาณ 22.86 % ผลการทดสอบสายอากาศไดโอลที่ป้อนด้วยสายนำสัญญาณสตริปแบบระนาบร่วม ครอบคลุมความถี่ใช้งานตามมาตรฐาน IEEE802.11b/g ย่านความถี่ 2.4 GHz (2400 – 2484 MHz) โดยผลของค่าแบบดั่งที่และความถี่กลางของสายอากาศมีแนวโน้มใกล้เคียงกันกับผลจากการวิเคราะห์ด้วยการจำลองแบบโดยสร้างสายอากาศ

**คำสำคัญ:** สายอากาศแบบไมโครสตริป, สายอากาศไดโอล, สายนำสัญญาณระนาบร่วมแบบสตริป

### Abstract

*This research presents the development of the CPS-fed (Coplanar Waveguide Strip) dipole antenna for wireless communication applications. The capacitance compensation is proposed by cutting a strip angle. The first, we simulate the designed antenna of the 50 ohms matched impedance using the IE3D program. Proposed antenna is designed for the narrow band wireless communication network applications of 2.24-2.80 frequency range with the 22.86% of bandwidth ratio. The measured results of proposed antenna present the center frequency equal to 2.4 GHz and the bandwidth equal to 84 MHz that cover the IEEE802.11 b/g standard of WLAN applications. The bandwidth and the center frequency measurement of designed antenna are agreed with the IE3D simulated results.*

**Keywords:** Microstrip Antenna, Dipole Antenna, CPS.

## 1. บทนำ

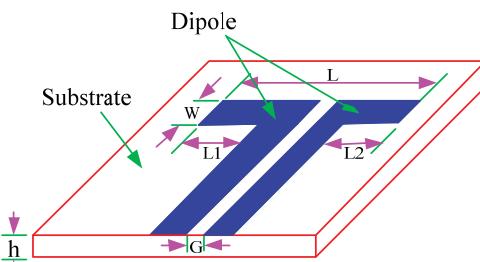
สายอากาศไมโครสตริป เป็นสายอากาศรูปแบบหนึ่งที่เป็นที่นิยม เนื่องจากมีขนาดเล็ก น้ำหนักเบา และราคาถูกเมื่อเปรียบเทียบกับสายอากาศชนิดอื่นๆ และมีการใช้งานกันอย่างกว้างขวางในการสื่อสารแบบไร้สาย รูปแบบพื้นฐานของสายอากาศไมโครสตริปแบ่งตามลักษณะ โครงสร้างที่นิยมใช้งานทั่วไป [1] ได้แก่ สายอากาศแบบแผ่น (Patch antenna) สายอากาศแบบช่องเปิด (Slot antenna) และสายอากาศแบบไดโอล (Dipole antenna) อีกทั้งรูปแบบการป้อนสัญญาณสามารถทำได้หลายวิธี เช่น สายโคแอกซิ얼 (Coaxial cable) และไมโครสตริปไลน์ (Microstrip line) เป็นต้น

ปัจจุบันอุปกรณ์สื่อสาร ไร้สายมีการพัฒนามาตรฐานที่มุ่งเน้นถึงความคล่องตัว (Mobility) ความสะดวกในการติดตั้งและจัดการง่าย (Manageability) ความยืดหยุ่น (Flexibility) และค่าใช้จ่าย (Cost) ที่ต่ำ ดังนั้นในหลายปีที่ผ่านมาพบว่านักวิจัยสามารถออกแบบสายอากาศได้โดยให้มีขนาดเล็กลงมาก สามารถออกแบบบนโครงสร้างระนาบกว่าร่วม ซึ่งสามารถปรับให้ตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งานได้ และมีแบบรูปการแพล็ตจังหวะเป็นแบบบรรทัดทิศทางในระนาบเดียวเป็นผลให้นักวิจัยจำนวนมากได้ศึกษาและออกแบบสายอากาศได้โดยเช่น ในปี พ.ศ. 2547 Yi-Cheng Lin และคณะ [2] ได้นำเสนอสายอากาศในโครงสร้างปีได้โดยออกแบบความต้องการของผู้ใช้งาน สำหรับการประยุกต์ใช้งานเครือข่ายท้องถิ่น ไร้สายที่ย่านของความถี่เรโซนนนซ์ที่ 2.4 GHz มีค่าแบบดัชนีที่เท่ากับ 740MHz และในปี พ.ศ. 2548 M.H. Jamaluddin และคณะ [3] ได้นำเสนอสายอากาศได้โดยในโครงสร้างปีสำหรับการประยุกต์ใช้งานเครือข่ายท้องถิ่น ไร้สาย มีย่านความถี่เรโซนนนซ์ที่ 2.4 GHz มีค่าแบบดัชนีที่เท่ากับ 22% จากงานวิจัย [2] และ [3] พบว่า ผู้วิจัยจะทำการป้อนสัญญาณให้กับสายอากาศโดยตรง (Direct Feed)

งานวิจัยนี้จึงนำเสนอ การปรับเพิ่มประสิทธิภาพสายอากาศ ให้โผล่ที่ป้อนด้วยสายนำสัญญาณสตริปแบบระนาบกว้าง [4] เพื่อให้สายอากาศมีขนาดเล็ก มีโครงสร้างง่าย ไม่ซับซ้อน การเชื่อมต่อระนาบกราวด์ทำได้ง่าย ไม่ต้องเจาะรูแผ่นพิมพ์เพื่อ ป้อนสัญญาณจากด้านล่าง และ โครงสร้างสามารถประกอบเข้า กันอุปกรณ์อื่น ได้ง่าย

## 2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

สายอากาศในโครงสร้างปีกโลหะ สามารถใช้รูปแบบการป้อนสัญญาณได้หลายรูปแบบ ไม่ว่าจะเป็นสายนำสัญญาณสตริปแบบระนาบร่วม (Coplanar Waveguide Strip: CPS) และสายนำสัญญาณแบบสตริปขนาน (Parallel Strip Line: PSL) สายอากาศในโครงสร้างปีกโลหะที่ป้อนด้วยสายนำสัญญาณสตริปแบบ ระนาบร่วม ดังภาพที่ 1



## ภาคที่ 1 : โครงสร้างของไมโครสตริปໄค์โพลที่ป้อนด้วยสายนำ สัญญาณสตริปแบบระนาบร่วม [5]

การออกแบบสายอากาศไมโครสตริปไดโอล์ฟที่ป้อนด้วย  
สายนำสัญญาณแบบ Co-planer strip บนโครงสร้างไมโคร  
สตริป มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

## 2.1 คำนวณหาความกว้าง (W) ของสายอากาศได้โดย

โดยหาได้จากสูตรของเอกสารอ้างอิง [5]

$$\frac{W}{h} = \frac{8 \exp^A}{\exp^{(2A)} - 2} \quad (1)$$

$$\text{โดยที่ } A = \frac{Zo}{60} \left\{ \frac{\varepsilon_r + 1}{2} \right\}^{0.5} + \frac{\varepsilon_{r-1}}{\varepsilon_{r+1}} \left\{ 0.23 + \frac{0.11}{\varepsilon_r} \right\}$$

2.2 คำนวณหาความยาว  $L_1, L_2$  ของไดโอดโพลได้จากสูตร  
ได้จากสมการที่ (2)

$$L_1, L_2 = \lambda / 4 \quad (2)$$

เมื่อ  $L_1, L_2 = \lambda / 4$  และ  $\lambda_g$  หาได้จากสมการที่ (3)

$$\lambda_g = \frac{c}{f_o \sqrt{\varepsilon_{ref}} \quad (3)}$$

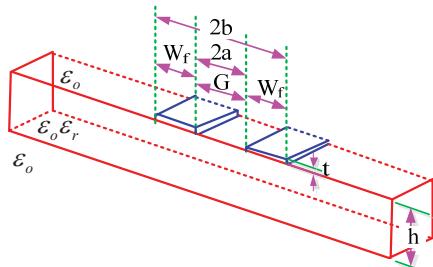
โดยที่  $C$  คือ ค่าความเร็วแสง มีค่าเท่ากับ  $3 \times 10^8$

$\varepsilon_{ref}$  คือ ค่าคงที่ได้อิเล็กตริกประสิทธิผลซึ่งคำนวณ

#### ได้จากการที่ (4)

$$\varepsilon_{re} = \frac{\varepsilon_{r+1}}{2} + \frac{\varepsilon_{r-1}}{2} \left[ 1 + \frac{12}{W/h} \right]^{-0.5} \quad (4)$$

### 2.3 คำนวณหาขนาดของสายนำสัญญาณแบบ Co-planer strip ซึ่งมีโครงสร้างของสายนำสัญญาณดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 : การป้อนสัญญาณแบบ Co-planer strip [6]

การออกแบบจะกำหนดให้มีอินพีเดนซ์คูณลักษณะให้เท่ากับ  $50 \Omega$  โดยการกำหนด  $W_f$  และ  $G$  ดังสมการที่ (5)-(11)

$$Z_o = \frac{120\pi}{\sqrt{\epsilon_{re}}} \frac{K(k_1)}{K'(k_1)} \quad (5)$$

โดยที่ค่าอัตราส่วน  $\frac{K(k)}{K'(k)}$  สามารถหาได้ 2 กรณีคือ

กรณี  $0 \leq k \leq 0.707$

$$\frac{K(k)}{K'(k)} = \frac{\pi}{\ln \left[ 2(1 + \sqrt{k_1}) / (1 - \sqrt{k_1}) \right]} \quad (6)$$

กรณี  $0.707 \leq k \leq 1$

$$\frac{K(k)}{K'(k)} = \frac{1}{\pi} \ln \left[ 2(1 + \sqrt{k}) / (1 - \sqrt{k}) \right] \quad (7)$$

โดยที่  $k_1 = \sqrt{1 - k^2}$  (8)

และ  $k_1 = \frac{a}{b}$  (9)

$$k_2 = \sqrt{1 - \frac{\sinh^2(\pi a / 2h)}{\sinh^2(\pi b / 2h)}} \quad (10)$$

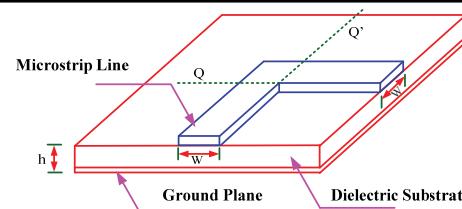
และหาค่าคงที่ได้อิเล็กตริกประสิทธิผล ( $\epsilon_{re}$ ) ได้จาก

$$\epsilon_{re} = 1 + q(\epsilon_r - 1) \quad (11)$$

โดยที่  $q = \frac{1}{2} \frac{K(k_2)K'(k_1)}{K'(k_2)K(k_1)}$

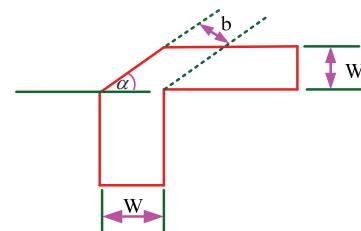
### 2.4 คำนวณค่าการตัดป้ายมุมออกแบบเพื่อชดเชยค่าความจุ

การเปลี่ยนแปลงลักษณะของสายส่ง ไมโครสตริปจากเส้นตรงให้กลายเป็นแบบมุมฉากนั้น ทำให้เกิดความไม่ต่อเนื่องแบบมุมฉาก (Right-Angled) บนสายส่ง ไมโครสตริป โดยที่การเปลี่ยนรูปร่างในลักษณะนี้ ส่วนใหญ่จะใช้กับการส่งผ่านสัญญาณ ดังแสดงในภาพที่ 3



ภาพที่ 3 : สายส่งสัญญาณที่ไม่ต่อเนื่องแบบมุมฉาก

การหักมุมของไมโครสตริปจะมีผลกระแทกต่อค่าอัตราส่วนแรงดันคลื่นนิ่งของวงจรเนื่องจากค่าความจุบริเวณมุม อย่างไรก็ตามสามารถทำการทดสอบเชยค่าความจุนี้ได้ด้วยการตัดป้ายมุมของ งานเกิดการແນงที่ชี้ระหัวงบบริเวณหักมุมกับอินพีเดนซ์ ของไมโครสตริป ที่ขึ้นกับความกว้างและค่าໄคิอิเล็กตริกของไมโครสตริป ซึ่งปรกติจะตัดออกให้มีค่า  $b = 0.6W - 0.7W$  [7] แสดงดังภาพที่ 4

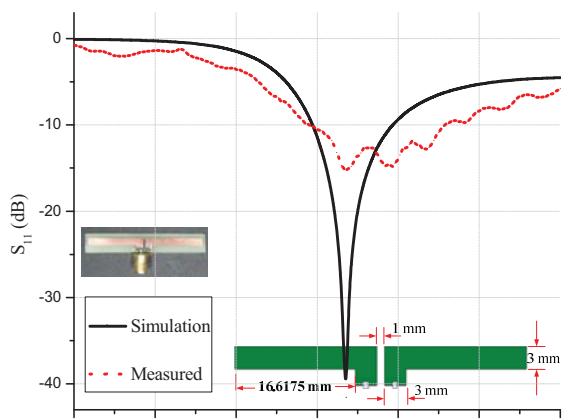


ภาพที่ 4 : การตัดมุมเพื่อชดเชยค่าความจุ

### 3. การออกแบบสายอากาศ

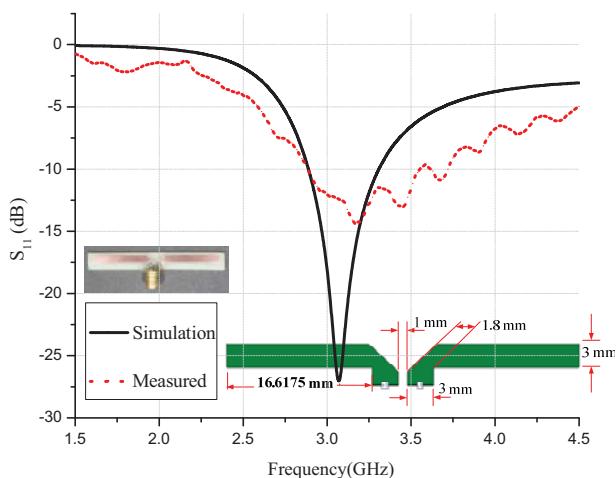
#### 3.1 การออกแบบด้วยการคำนวณ

3.1.1 สายอากาศໄคิโอลแบบที่ 1 จะออกแบบที่  $f_r = 2.45$  GHz. โดยใช้แผ่นวงจรพิมพ์แบบ FR-4 โดยมีคุณสมบัติดังนี้  $\epsilon_r = 4.5$   $h = 1.6$  มิลลิเมตร และ  $Z_o = 50\Omega$  ซึ่งสายอากาศໄคิโอล มีค่าพารามิเตอร์ ดังต่อไปนี้  $W_D = 3$  mm,  $L_D = 16.6175$  mm,  $W_f = 3$  mm,  $L_f = 2.18$  mm,  $G = 1$  mm นำค่าพารามิเตอร์ที่ได้มาจำลองแบบด้วยโปรแกรม IE3D จะเห็นว่าความถี่เรโซนแนนท์ของสายอากาศอยู่ที่ประมาณ 2.83 GHz โดยมีค่าการสูญเสียข้อนกลับอยู่ที่ประมาณ -37.53 dB หลังจากนั้นทำการสร้างสายอากาศและทำการวัดด้วยเครื่องวิเคราะห์ยานไฟฟ้า ผลความถี่เรโซนแนนท์อยู่ที่ 3.18 GHz และการสูญเสียข้อนกลับอยู่ที่ประมาณ -15.29 dB แสดงดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 : ค่าการสูญเสียข้อนกลับของสายอากาศแบบที่ 1

3.1.2 สายอากาศได้โลปแบบที่ 2 จะออกแบบโดยการนำเอาสายอากาศได้โลปแบบที่ 1 มาทำการตัดปลายมุมออกเพื่อชดเชยค่าความจุ ซึ่งปริมาณการตัดปลายของมุมออกจะขึ้นกับความกว้างและค่าไดอิเล็กทริกของไนโตรสตريป โดยจะตัดออกให้มีค่า  $b = 0.6W$  หรือเท่ากับ  $1.8 \text{ mm}$  จากนั้นนำมาขั้ล่องแบบ จะเห็นได้ว่าความถี่เรโซนันท์ของสายอากาศได้โลปแบบที่ 2 อยู่ที่ประมาณ  $2.75 \text{ GHz}$  โดยมีค่าการสูญเสียข้อนกลับอยู่ที่ประมาณ  $-45.87 \text{ dB}$  หลังจากนั้นทำการสร้างสายอากาศและทำการวัดด้วยเครื่องวิเคราะห์ข่ายงานไฟฟ้าผลความถี่เรโซนันท์อยู่ที่  $3.17 \text{ GHz}$  และการสูญเสียข้อนกลับอยู่ที่ประมาณ  $-14.29 \text{ dB}$  แสดงดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6 : ค่าการสูญเสียข้อนกลับของสายอากาศแบบที่ 2



(ก) แบบที่ 1



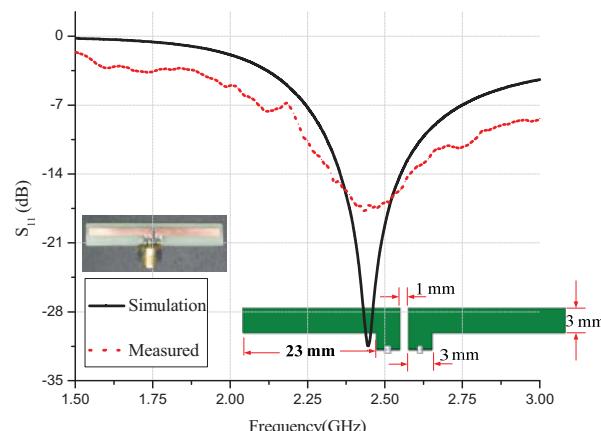
(ข) แบบที่ 2

ภาพที่ 7: ค่าความหนาแน่นกระแสไฟฟ้าที่ความถี่  $2.45 \text{ GHz}$  สายอากาศได้โลปที่ได้จากการคำนวณ

จากภาพที่ 7 แสดงการจำลองค่าความหนาแน่นกระแสไฟฟ้าที่ความถี่  $2.45 \text{ GHz}$  สายอากาศได้โลปที่ได้จากการคำนวณพบว่าความสายอากาศทั้งสองแบบมีความหนาแน่นของกระแสไฟฟ้ามากบริเวณจุดกึ่งกลางของสายอากาศนั้นจะมีกระแสสูงสุด ส่วนที่ปลายทั้งสองข้างจะมีกระแสต่ำสุดแต่สายอากาศแบบที่ 2 จะมีการส่งผ่านกำลังงานได้ดีมากขึ้น

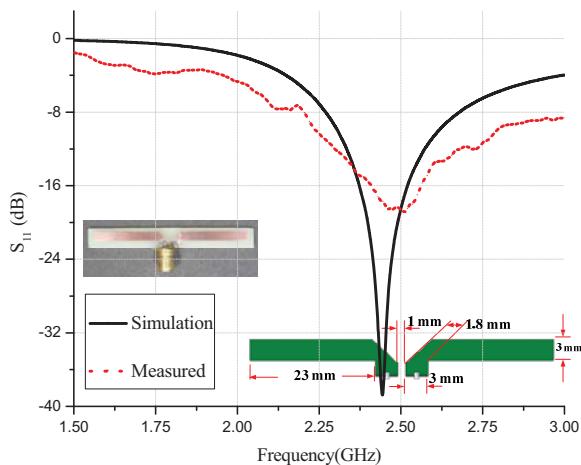
### 3.2 การออกแบบด้วยวิธีเชิงประสบการณ์

3.2.1 การเพิ่มประสิทธิภาพสายอากาศไนโตรสตريปได้โลปแบบที่ 3 ด้วยการนำสายอากาศแบบที่ 1 มาออกแบบด้วยวิธีเชิงประสบการณ์ โดยการปรับเพิ่มของความยาวได้โลป ( $L_D$ ) มีค่าเท่ากับ  $23 \text{ มิลลิเมตร}$  จะเห็นได้ว่า  $f_C$  ของการจำลองอยู่ที่ประมาณ  $2.14 \text{ GHz}$  โดยมีค่าการสูญเสียข้อนกลับอยู่ที่ประมาณ  $-31.96 \text{ dB}$  หลังจากนั้นทำการสร้างสายอากาศและวัดด้วยเครื่องวิเคราะห์ข่ายงานไฟฟ้า ได้ค่า  $f_C$  อยู่ที่  $2.47 \text{ GHz}$  และการสูญเสียข้อนกลับที่  $-17.44 \text{ dB}$  แสดงดังภาพที่ 8

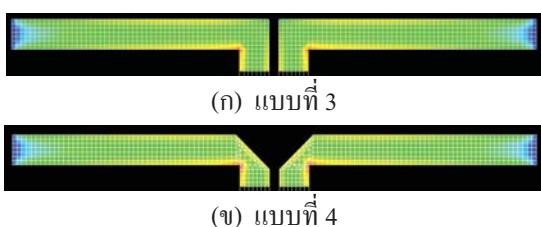


ภาพที่ 8 : ค่าการสูญเสียข้อนกลับของสายอากาศแบบที่ 3

3.2.2 การเพิ่มประสิทธิภาพสายอากาศไมโครสตริป ไดโอลแบบที่ 4 ด้วยวิธีเชิงประสบการณ์ โดยการนำเสาสายอากาศไดโอลแบบที่ 2 โดยใช้เทคนิคการตัดปลายมุมออกเพื่อ ลดเชยค่าความจุ ซึ่งจะตัดมุมออกให้มีค่า  $b = 0.6W$  หรือเท่ากับ  $1.8 \text{ mm}$  และทำการปรับเพิ่มของความยาวไดโอล ( $L_D$ ) ให้มีค่า เท่ากับ  $23 \text{ มิลลิเมตร}$  จะเห็นได้ว่า  $f_C$  ของการจำลองอยู่ที่ ประมาณ  $2.09 \text{ GHz}$  โดยมีค่าการสัญญาณเสียงกลับเท่ากับ  $-42.79 \text{ dB}$  หลังจากนั้นสร้างสายอากาศและวัดด้วยเครื่องวิเคราะห์ ทำงานไฟฟ้า ได้ค่า  $f_C$  อยู่ที่  $2.47 \text{ GHz}$  และการสัญญาณเสียงกลับอยู่ที่  $-18.83 \text{ dB}$  แสดงดังภาพที่ 9



ภาพที่ 9 : ค่าการสัญญาณเสียงกลับของสายอากาศแบบที่ 4



ภาพที่ 10 : ค่าความหนาแน่นกระแสไฟฟ้าที่ความถี่  $2.45 \text{ GHz}$  สายอากาศไดโอลที่ได้จากการคำนวณ

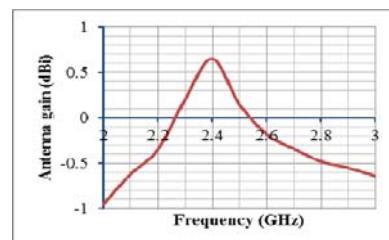
จากการที่ 10 สายอากาศทั้งสองแบบมีความหนาแน่นของกระแสไฟฟ้ามากบริเวณจุดกึ่งกลางของสายอากาศนั้นจะมีกระแสสูงสุด ส่วนที่ปลายทั้งสองข้างจะมีกระแสต่ำสุด ส่วนสายอากาศแบบที่ 4 ซึ่งทำการตัดปลายมุมออกเพื่อลดเชยค่าความจุทำให้เกิดการส่งผ่านกำลังงานได้ดีขึ้น

#### 4. การทดสอบวัดอัตราขยายของสายอากาศ

การออกแบบสายอากาศด้วยวิธีเชิงประสบการณ์จะได้สายอากาศที่เหมาะสมกับความถี่ใช้งาน จากนั้นทำการทดสอบวัดอัตราขยายของสายอากาศ โดยใช้เครื่องกำนิคสัญญาณป้อนสัญญาณที่ความถี่  $2.0-3.0 \text{ GHz}$  ส่งกำลังคลื่นออกไป  $0 \text{ dBm}$  ผ่านสายโคแอลเชียลที่มีออมพีแคนช์  $50 \text{ \Omega}$  ให้มีไปยังสายอากาศรูปปากแตร (Horn Antenna) ที่เป็นตัวส่งสัญญาณไฟไปยังสายอากาศไดโอลที่ทดสอบเป็นตัวรับสัญญาณ และวัดด้วยเครื่องวิเคราะห์แอนด์คอมมิวเตอร์ (spectrum Analyzer) ซึ่งจะได้ค่าความแรงของสัญญาณ แล้วนำมาคำนวณเพื่อหาอัตราขยายของสายอากาศของสายอากาศที่สร้างขึ้น จากการทดสอบต่อไปนี้

$$(G_{0t})_{dB} = (G_{0r})_{dB} = \left( \frac{1}{2} \right) \left[ 20 \log_{10} \left( \frac{4\pi R}{\lambda} \right) + 10 \log \left( \frac{P_r}{P_t} \right) \right]$$

อัตราขยายของพลังงานของสายอากาศที่ความถี่ เรโซแนนซ์  $2.40-2.48 \text{ GHz}$  มีค่าเท่ากับ  $0.65-3.2 \text{ dBi}$  โดยที่ อัตราขยายของพลังงานสูงสุดของสายอากาศที่ความถี่ เรโซแนนซ์  $2.45 \text{ GHz}$  มีค่าเท่ากับ  $0.59 \text{ dBi}$  ดังภาพที่ 11



ภาพที่ 11 : ผลของการทดสอบวัดอัตราขยายของสายอากาศที่ได้จากการคำนวณ

#### 5. สรุปผล

บทความนี้นำเสนอการออกแบบสายอากาศไมโครสตริป ไดโอลที่ป้อนด้วยสายสายนำสัญญาณสตริปแบบระนาบร่วม ด้วยวิธีการคำนวณร่วมกับวิธีเชิงประสบการณ์ จากนั้นทำการวัดและทดสอบสายอากาศด้วยเครื่องวิเคราะห์ทำงานไฟฟ้าทำให้ได้สายอากาศที่มีผลตอบสนองความถี่เท่ากับ  $2.45 \text{ GHz}$  โดยสายอากาศมีแบบดิวตี้ที่ค่าการสัญญาณเสียงกลับต่ำกว่า  $-10 \text{ dB}$  ที่ความถี่ตั้งแต่  $2.24-2.80 \text{ GHz}$  ที่อัตราขยายพลังงานสูงสุดของสายอากาศที่ความถี่  $2.45 \text{ GHz}$  เท่ากับ  $0.59 \text{ dBi}$  ดังนั้นงานวิจัยนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานกับระบบการสื่อสารไร้สายได้อย่างมีประสิทธิภาพ

## 6. เอกสารอ้างอิง

- [1] John L. Volakis, Chi-Chi Chen and Kyohei Fujimoto, “Small Antennas: Miniaturization Techniques & Applications”, McGraw-Hill, United State of America, 2010, pp. 131-147
- [2] Yi-Cheng Lin, and Kuan-Jung Hung, “Microstrip Dipole Antenna For WLAN Application”, *IEEE Trans. Antennas Propag.*, vol.54, pp.3075-3081, 2006.
- [3] M.H. Jamaluddin, M.K. A. Rahim M. Z. A. Abd. Aziz, A. Asrokin, “Microstrip Dipole Antenna For WLAN Application”, *IEEE Trans. Antennas Propag.*, 2005.
- [4] ประยุทธ อัครเอกผลิน “การออกแบบวงจรในโครเวฟ” บริษัท มิสเตอร์ก็อบปี้จำกัด กรุงเทพฯ 2550 หน้า 27-28
- [5] David M. Pozar. “Microwave Engineering”. Third Edition, John Wiley & Son, New York,1998.
- [6] Rainee N. Simons “Coplaner Waveguide Circuits, Components, and Systems” John Wiley & Son, New York,2001.
- [7] Balanis C. A. “Antenna Theory Analysis and Design”. 2nd Ed. New York : John Wiley & Sons, 1997.



## ระบบป้องกันชุดขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้าจากแรงดันไฟฟ้าตกชั่วขณะ Protection System for Electric Drives against Voltage Sags

อดิศักดิ์ สุวรรณมา\* ฐิติพงษ์ เลิศวิริยะประภา\* พนาฤทธิ์ เศรษฐกุล\* จามิกา ไตรวัลย์\*\*

\*ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ พระนครเหนือ

\*\*สถาบันนวัตกรรมเทคโนโลยีไทย-ฝรั่งเศส มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ พระนครเหนือ

### บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอ วิธีการตรวจจับและวิธีป้องกันแรงดันไฟฟ้าตกชั่วขณะ ในระบบขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้าโดยอาศัยหลักการตรวจจับแรงดันไฟฟ้า ทางค้านอินพุตของชุดขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้า แล้วนำสัญญาณที่ได้ไปเปรียบเทียบกับสัญญาณอ้างอิง และนำสัญญาณค่าผิดพลาด (error) ที่ได้ไปสร้างสัญญาณ ตัดการทำงานของชุดขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้า ก่อนที่จะเกิดความเสียหาย งานวิจัยนี้ จำลองการเกิดแรงดันไฟฟ้าตกชั่วขณะ ชนิดบี และสร้างชุดตรวจจับและป้องกันแรงดันไฟฟ้าตกชั่วขณะ ซึ่งผลการทดสอบ นี้สามารถตรวจจับแรงดันไฟฟ้าตกชั่วขณะ และตัดการทำงานของชุดขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้าได้อย่างนุ่มนวล ซึ่งชุดตรวจจับและป้องกันแรงดันไฟฟ้าตกชั่วขณะที่ใช้ในการวิจัยนี้ เป็นวงจรที่ไม่ยุ่งยากซับซ้อน และราคาถูก ชุดตรวจจับและป้องกันแรงดันไฟฟ้าตกชั่วขณะนี้ เป็นเครื่องต้นแบบให้กับวิศวกรและบริษัทผู้ผลิตอุปกรณ์ป้องกันการพิคพร่องในระบบไฟฟ้ากำลัง เพื่อใช้ในการออกแบบในการตรวจจับและป้องกันแรงดันไฟฟ้าตกชั่วขณะของชุดขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้าในภาคอุตสาหกรรม

คำสำคัญ: แรงดันไฟฟ้าตกชั่วขณะ ชุดขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้า

### Abstract

*This paper presents a technique of detection and protection voltage sag in a electric drive system. The voltage sag is detected by comparing the input voltage signal of the electric drive system with a reference signal which can create an error signal when the voltage sag occurs. This error signal is a command to shutdown the electric drive system before it will be damaged. This research simulates the voltage sag type B and constructs a detection and protection system against the voltage sag. The tested results show that this developed system can detect the voltage sag and shutdown the electric drive smoothly. Also the circuit used in this work is simple and required low budget for fabrication. This developed system will be a prototype for engineers and manufacture who are dealing with the detection and protection of voltage sag for the electric drive system in the industries.*

**Keyword:** Voltage Sag, Electric Drive

## 1. บทนำ

ปัจจุบันแรงดันไฟฟ้าตกชั่วขณะ (Voltage Sag) [1] เป็นปัญหาทางด้านคุณภาพไฟฟ้าที่สำคัญ ที่ทำให้เกิดผลกระทบกับผู้ใช้ไฟฟ้า โดยสาเหตุหลักที่ทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าตกชั่วขณะคือ การเกิดความผิดพร่องในระบบไฟฟ้า ซึ่งการเกิดแรงดันไฟฟ้าตกชั่วขณะ ถือว่าเป็นปัญหาที่ยากต่อการควบคุม เพราะไม่ว่าจะเกิดการลัดวงจร จุดที่ไกลอกอุปกรณ์ในวงจรข้างเคียง ทั้งในระบบของ การไฟฟ้าฝ่ายผลิต (กฟผ.) และ การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (กฟภ.) หรือในระบบของ โรงงานอุตสาหกรรมเอง การป้องกันแรงดันไฟฟ้าตกชั่วขณะนั้น จะต้องทำการป้องกันในขั้นเบตที่ก่อวังมากและเป็นไปได้ยากมาก ที่การไฟฟ้าฯ จะป้องกันการเกิดลัดวงจรได้อย่างสมบูรณ์ แรงดันไฟฟ้าตกชั่วขณะอ้างอิงตาม IEEE 1159-1995 แรงดันแรงดันไฟฟ้าคงระห่วง 10 เปรอร์เซ็นต์ ถึง 90 เปรอร์เซ็นต์ของแรงดันไฟฟ้าใช้งาน [root-mean-square : (rms)] และมีช่วงเวลาของแรงดันไฟฟ้าคงลงตั้งแต่ 0.5 ไซเคิล ไปจนถึง 1 นาที [2] แรงดันไฟฟ้าตกชั่วขณะ ส่งผลให้อุปกรณ์ที่ไม่ต่อการเปลี่ยนแปลงของแรงดันไฟฟ้าตกชั่วขณะ เช่น ชุดไฟฟ้าที่ใช้ป้องกันชุดระบบขั้นเบต์อ่อนมอเตอร์ไฟฟ้าเกิดความเสียหายเป็นอันดับแรก ส่งผลทำให้ระบบหยุดการทำงาน สามารถสร้างความเสียหายต่อชุดขั้นเบต์อ่อนมอเตอร์ไฟฟ้าและบวนการผลิตได้

ชุดขั้นเบต์อ่อนมอเตอร์ไฟฟ้ามีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงของแรงดันไฟฟ้าตกชั่วขณะ หากปล่อยให้เกิดกับชุดขั้นเบต์อ่อนมอเตอร์ไฟฟ้าจะทำให้เกิดปัญหาดังนี้ [3]

1. แรงดันไฟฟ้าที่ดีซีบสตกลง และกระแสไฟฟ้าที่ดีซีบสเพิ่มขึ้น ส่งผลทำให้ตัวเก็บประจุที่ดีซีบสมีอายุการใช้งานสั้นลง ระบบควบคุมและระบบป้องกันของชุดระบบขั้นเบต์อ่อนมอเตอร์ไฟฟ้าสั่งตัดการทำงาน

2. ความเร็วรอบของ มอเตอร์ไฟฟ้าลดลง ทำให้แรงบิดของมอเตอร์ไฟฟ้าเกิดการแกว่งเมื่อเกิดขั้นบอยครั้งที่ทำให้ระบบทางกลของมอเตอร์และโกลด์ (Gear boxes) จะเกิดความเสียหายได้

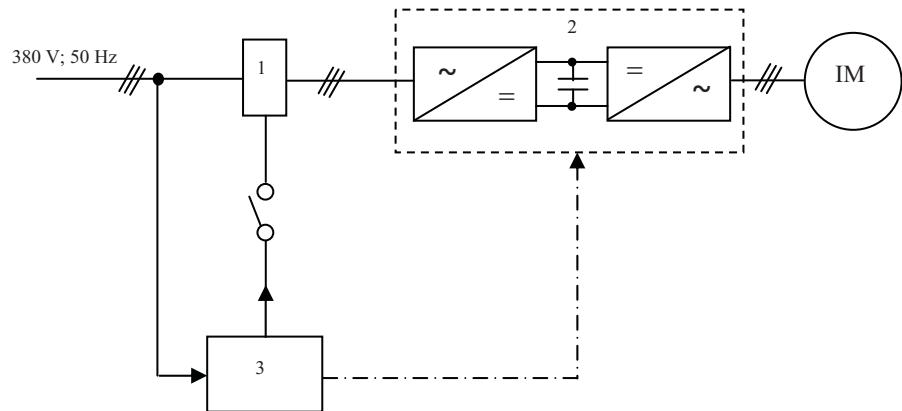
3. กระแสไฟฟ้าทางด้านอินพุตสูงขึ้นในระหว่างเกิดและหลังเกิดแรงดันไฟฟ้าตกชั่วขณะ ส่งผลทำให้ไฟฟ้าขาด

ก่อนที่ระบบป้องกันกระแสเกินของชุดขั้นเบต์อ่อนมอเตอร์ไฟฟ้าสั่งตัดการทำงาน เนื่องจากแรงดันไฟฟ้าตกชั่วขณะส่งผลทำให้ระบบป้องกันชุดขั้นเบต์อ่อนมอเตอร์ไฟฟ้าทำงานผิดพลาด วิธีการแก้ปัญหาแรงดันไฟฟ้าตกชั่วขณะ สามารถทำได้โดยใช้วิธีการเปลี่ยนแปลงหม้อแปลง (Transformer with Tap Changer) และการใช้แหล่งจ่ายไฟฟ้าสำรอง (Uninterruptible Power Supply: UPS) [4] เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงหม้อแปลงไม่ทันต่อการเปลี่ยนแปลงของแรงดันไฟฟ้าตกชั่วขณะได้ ส่วนการใช้แหล่งจ่ายไฟฟ้าสำรองนั้นสามารถใช้ได้กับเฉพาะชุดขั้นเบต์อ่อนมอเตอร์ไฟฟ้าที่มีขนาดกำลังต่ำ ๆ เท่านั้น ดังนั้น วิธีการแก้ปัญหาดังกล่าว ยังไม่สามารถป้องกันการขาดของไฟฟ้าได้ ใช้เทคนิคในการควบคุม และติดตั้ง ที่ค่อนข้างยุ่งยาก และมีราคาค่าน้ำที่สูงมากด้วย

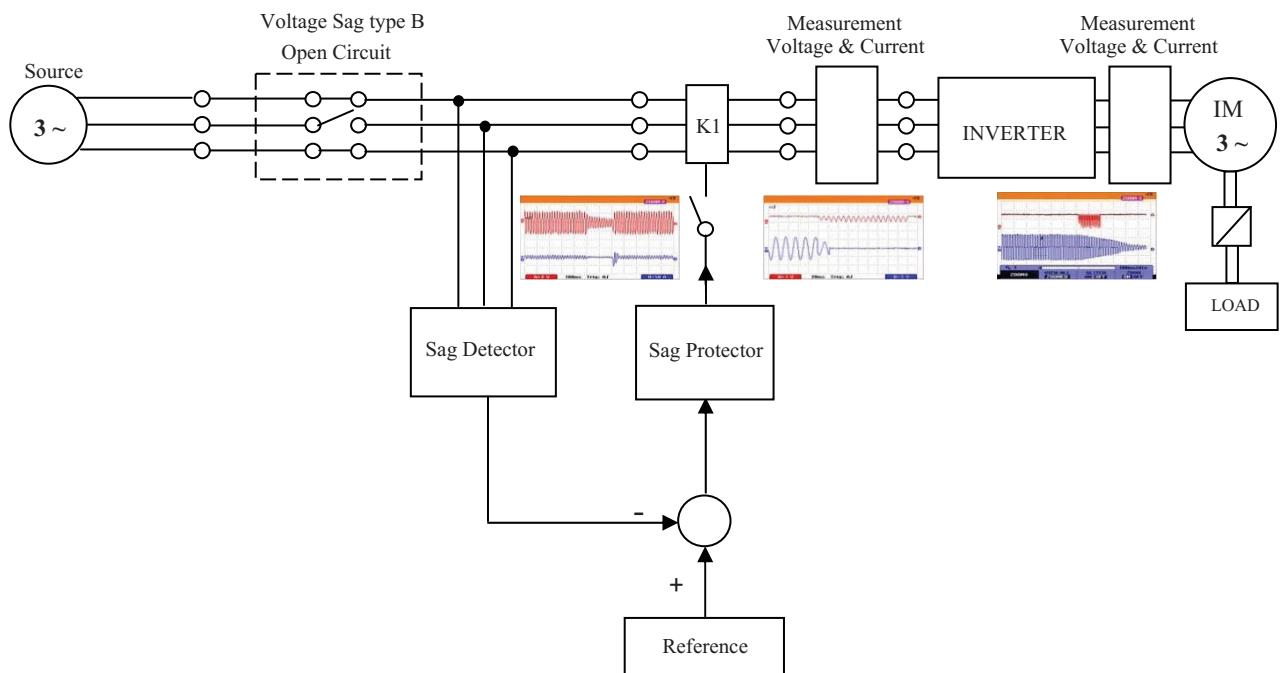
บทความนี้จึงนำเสนอวิธีการสร้างตัวตรวจจับและตัดการทำงานของชุดขั้นเบต์อ่อนมอเตอร์ไฟฟ้า ในช่วงเกิดแรงดันไฟฟ้าตกชั่วขณะ โดยมีหลักการทำงานง่าย ๆ และมีราคาถูก คือเมื่อเกิดแรงดันไฟฟ้าตกชั่วขณะชุดตรวจจับตรวจพบว่าเกิดแรงดันไฟฟ้าตกชั่วขณะชุดตรวจจับส่งสัญญาณความแตกต่างของแรงดันไฟฟ้าไปยังชุดตัดการทำงานเพื่อสร้างคำสั่งตัดการทำงานเนติกคอนแทคเตอร์ ที่จ่ายไฟฟ้าให้กับชุดขั้นเบต์อ่อนมอเตอร์ไฟฟ้า

## 2. วิธีการสร้างชุดตรวจจับและชุดป้องกันแรงดันไฟฟ้าตกชั่วขณะ

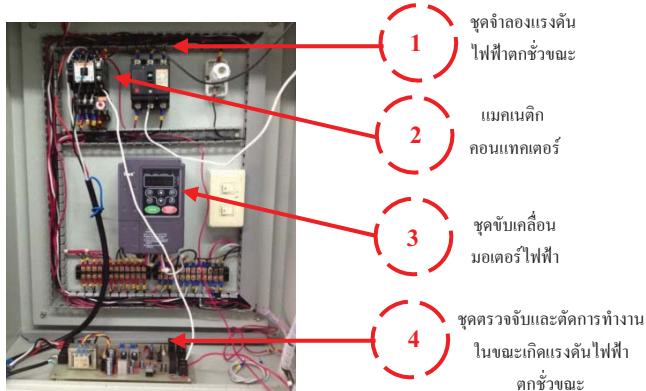
จากภาพที่ 1 แสดงบล็อกไซด์แกรมโครงสร้างพื้นฐานของชุดตรวจจับและตัดการทำงานชุดขั้นเบต์อ่อนมอเตอร์ไฟฟ้า บล็อกไซด์แกรมหมายเลข 1 เป็นอุปกรณ์ตัดต่อระบบไฟฟ้า 3 เฟสหรือแม่คณาติกคอนแทคเตอร์ ที่จ่ายไฟกับชุดขั้นเบต์อ่อนมอเตอร์ไฟฟ้า บล็อกไซด์แกรมหมายเลข 2 เป็นชุดขั้นเบต์อ่อนมอเตอร์ไฟฟ้า ที่ประกอบไปด้วย ชุดเรียงกระแส 3 เฟสแบบควบคุมไม่ได้ (B6U) ตัวเก็บประจุ ชุดแปลงผันกำลัง และมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ



ภาพที่ 1 โครงสร้างพื้นฐานของชุดตรวจจับและตัดการทำงานชุดขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้าในขณะเกิดแรงดันไฟฟ้าตกช่วงขณะ



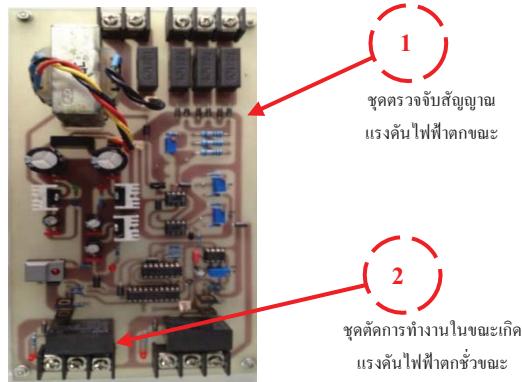
ภาพที่ 2 ชุดตรวจจับและตัดการทำงานชุดขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้าในขณะเกิดแรงดันไฟฟ้าตกช่วงขณะ



ภาพที่ 3 การต่อชุดตรวจจับและตัดการทำงาน  
แรงดันไฟฟ้าต่ำขั้วบานชุดขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้า

จากภาพที่ 3 แสดงการติดตั้งอุปกรณ์การทดสอบการทำงานของชุดตรวจจับและชุดตัดการทำงานในขณะเกิดแรงดันไฟฟ้าต่ำขั้วบานดังนี้ หมายเลข 1 ชุดจ่ายแรงดันไฟฟ้าต่ำขั้วบาน หมายเลข 2 อุปกรณ์ตัดต่อระบบไฟฟ้า 3 เฟส หรือแมกเนติกคอนแทคเตอร์ หมายเลข 3 ชุดขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้า หมายเลข 4 ชุดตรวจจับและชุดตัดการทำงานในขณะเกิดแรงดันไฟฟ้าต่ำขั้วบาน

จากภาพที่ 4 แสดงชุดตรวจจับและตัดการทำงานในขณะเกิดแรงดันไฟฟ้าต่ำขั้วบาน หมายเลข 1 แสดงชุดตรวจจับแรงดันไฟฟ้าต่ำขั้วบาน โดยใช้ชุดเรียงกระแส 3 เฟสแบบควบคุณไม่ได้ (3-Phase bridge rectifier B6U) ต่อเข้ากับระบบไฟฟ้าที่ป้อนให้กับชุดขับเคลื่อนระบบไฟฟ้า โดยใช้หลักการ ในขณะเกิดแรงดันไฟฟ้าต่ำขั้วบาน เกิดการเปลี่ยนแปลงแรงดันไฟฟ้าที่เอาท์ของชุดเรียงกระแส B6U คือ ในสภาวะระบบไฟฟ้า 3 เฟส ที่จ่ายให้กับชุดขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้า แรงดันไฟฟ้าที่เอาท์ของชุดเรียงกระแส B6U มีจำนวนรูปคลื่น 6 พัลส์ใน 1 คิบเวลา (50 Hz) แต่เมื่อเกิดแรงดันไฟฟ้าต่ำขั้วบานนิดนึง แรงดันไฟฟ้าที่เอาท์ของชุดเรียงกระแส B6U มีจำนวนรูปคลื่นลดลงเหลือ 2 พัลส์ ใน 1 คิบเวลา (50 Hz) ชุดตรวจจับพบความแตกต่างของระดับแรงดันไฟฟ้าที่เอาท์ของชุดเรียงกระแส B6U จึงส่งสัญญาณความแตกต่างของแรงดันไฟฟ้า ผ่านชุดเปรียบเทียบกับสัญญาณอ้างอิง ไปสู่ร่างคำสั่งชุดตัดการทำงานดังแสดงในหมายเลข 2 และนำคำสั่งนี้



ภาพที่ 4 ชุดตรวจจับและตัดการทำงาน  
ในขณะเกิดแรงดันไฟฟ้าต่ำขั้วบาน

ไปหยุดการทำงานของแมกเนติกคอนแทคเตอร์ ที่จ่ายไฟฟ้าให้กับชุดขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้า

บทความนี้จึงทำการจำลอง เหตุการณ์ ผลกระทบของแรงดันไฟฟ้าต่ำขั้วบานนิดนึง เนื่องจากแรงดันไฟฟ้าต่ำขั้วบานนิดนึง เกิดขึ้นบ่อยครั้ง และมากกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ของแรงดันไฟฟ้าต่ำขั้วบานนิดนึง [2]

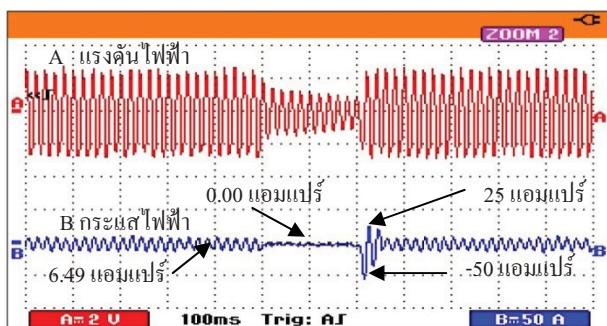
### 3. ผลการทดสอบและตรวจจับและป้องกันแรงดันไฟฟ้าต่ำขั้วบาน

การจำลองการเกิดแรงดันไฟฟ้าต่ำขั้วบานนิดนึง ที่ช่วงระยะเวลา 200 มิลลิวินาที หรือ 10 ไซเคิล และมีขนาดลดลง 50 เปอร์เซ็นต์ กับอินดักชันมอเตอร์ดังแสดงค่าพารามิเตอร์ในตารางที่ 1

จากการจำลองพบว่าก่อนเกิดแรงดันไฟฟ้าต่ำขั้วบานกระแสของมอเตอร์จะมีโหลดมีค่าเท่ากับ 6.49 แอมป์ ในขณะท่วงเวลาที่เกิดแรงดันไฟฟ้าต่ำขั้วบานกระแสของมอเตอร์นี้ค่าเท่ากับ 0.00 แอมป์ แต่ในขณะที่แรงดันไฟฟ้าต่ำขั้วบานหายไปหรือกับแรงดันไฟฟ้ากับสูงกว่าปกติสี่พลดทำให้กระแสมีขนาดเพิ่มขึ้นเป็น 25 แอมป์ และ -50 แอมป์ ดังแสดงในภาพที่ 5

### ตารางที่ 1 คุณลักษณะของมอเตอร์ (Motor Characteristics)

กำลังไฟฟ้าที่พิกัด	3	kW
แรงดันไฟฟ้าที่พิกัด	230/400	V
กระแสไฟฟ้าที่พิกัด	11.3/6.49	A
ความเร็วของมอเตอร์	1500	min <sup>-1</sup>
ความเร็วของมอเตอร์	1425	min <sup>-1</sup>
ความถี่	50	Hz
เพาเวอร์แฟคเตอร์ที่พิกัด	0.81	



ภาพที่ 5 แสดงแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า ในขณะเกิดแรงดันไฟฟ้าที่ชุดตรวจชั่วขณะ ชนิดบี ที่ช่วงระยะเวลา 200 มิลลิวินาที หรือ 10 ไซเคิล และมีขนาดลดลง 50 เปอร์เซ็นต์

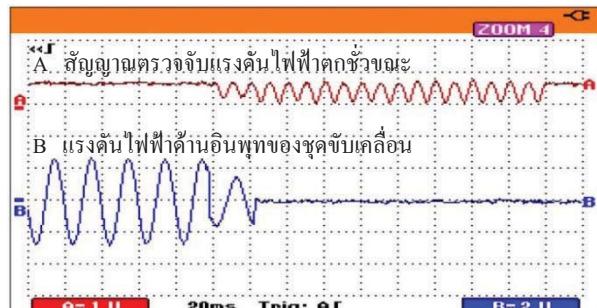
ทำการทดสอบต่อชุดตรวจชั่วขณะและตัดการทำงานแรงดันไฟฟ้าต่อกชั่วขณะกับชุดขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้าดังภาพที่ 3 พบว่าเมื่อชุดตรวจชั่วขณะแรงดันไฟฟ้าตรวจพบว่าเกิดแรงดันไฟฟ้าต่อกชั่วขณะชุดตรวจชั่วสั่งสัญญาณความแตกต่างของแรงดันไฟฟ้าไปยังชุดตัดการทำงาน

เพื่อสร้างคำสั่งตัดการทำงานของชุดควบคุมระบบขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้า ตัดแรงดันไฟฟ้าทางด้านอินพุตและเอาท์พุตของชุดขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้า ดังแสดงในภาพที่ 6 และภาพที่ 7 ตามลำดับ

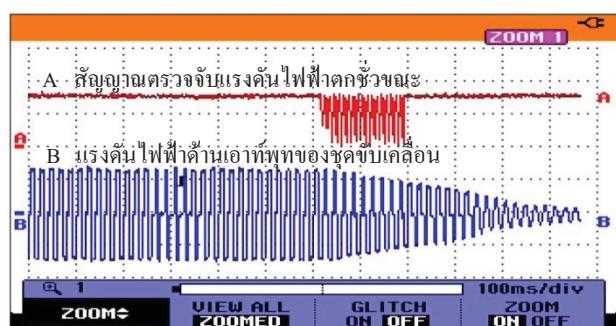
### 4. สรุป

จากการจำลองแรงดันไฟฟ้าต่อกชั่วขณะชนิดบี ทำให้กระแสไฟฟ้าทางด้านอินพุตของมอเตอร์สูงขึ้น ดังแสดงในภาพที่ 5 ส่งผลทำให้ไฟส่องกันทางด้านอินพุตของชุดขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้าขาดไฟส่องชุดเรียงกระแส 3 เฟส แบบควบคุมไม่ได้ (B6U) ขาด แรงดันไฟฟ้ากระแสตรงลดลง

(dc-bus) ทำให้ตัวเก็บประจุที่ดีซีบสมิออยู่การใช้งานสั้นลง ส่งผลทำให้ความเร็วของมอเตอร์ไฟฟ้าลดลง และทำให้แรงบิดของมอเตอร์ไฟฟ้าเกิดการแกว่ง



ภาพที่ 6 แสดงสัญญาณการตรวจจับและตัดการทำงานแรงดันไฟฟ้าด้านอินพุตของระบบขับเคลื่อน ในขณะเกิดแรงดันไฟฟ้าต่อกชั่วขณะ



ภาพที่ 7 แสดงสัญญาณการตรวจจับและตัดการทำงานแรงดันไฟฟ้าด้านเอาท์พุตของชุดขับเคลื่อน ในขณะเกิดแรงดันไฟฟ้าต่อกชั่วขณะ

เพื่อแก้ปัญหาดังกล่าวงานวิจัยนี้ ได้ทำการศึกษานิคของแรงดันไฟฟ้าต่อกชั่วขณะ ผลกระทบที่มีกับชุดขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้า ดังนั้นจึงทำการสร้างชุดตรวจชั่วขณะและตัดการทำงาน พร้อมทั้งติดตั้งชุดตรวจชั่วขณะและตัดการทำงานเข้ากับชุดขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้า ในขณะเกิดแรงดันไฟฟ้าต่อกชั่วขณะ ชุดตรวจชั่วขณะและตัดการทำงาน สร้างคำสั่งชุดตัดการทำงาน และนำคำสั่งนี้ไปหยุดการทำงานของแมกเนติกคอนแทคเตอร์ที่จ่ายไฟฟ้าให้กับชุดขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้าดังแสดงในภาพที่ 6 เพื่อหยุดการทำงานของชุดขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้าอย่างนุ่มนวล ดังแสดงในภาพที่ 7

## 5. เอกสารอ้างอิง

- [1] M.H.A. Bollen, Understanding Power Quality Problems: Voltage Sags and Interruptions, vol. 18, McGraw-Hill, New York, 1996, pp. 174-198.
- [2] John J. Pérez “A study of voltage sags in electric motors” Development of a sag generator 9<sup>th</sup> International Conference. Electrical Power Quality and Utilisation. Barcelona, 9-11 October 2007.
- [3] J.Pedra, F.Corcoles, and F.J.Suélves “Effects of Balanced and Unbalanced Voltage Sags on VSI-Fed Adjustable-Speed Drives” IEEE Trans. Power Delivery, vol. 20, NO.1, Jun. 2005.
- [4] Sunil Kumar Gupta, H.P. Tiwari, Ramesh Pachar “Estimation of DC Voltage Storage Requirements for Dynamic Voltage Compensation on Distribution Network using DVR” IACSIT International Journal of Engineering and Technology, Vol. 2, No. 1, February 2010



## บูสต์ค่อนแวร์เตอร์ขนาน 4 เฟส ควบคุมด้วยการหากำลังไฟฟ้าสูงสุดสำหรับโซล่าเซลล์

### Interleaved Boost Converter 4 phase control by MPPT For Photovoltaic

ณิชมน พุนน้อย<sup>1,2</sup>, ปฏิพักษ์ หวานทอง<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

<sup>2</sup>สถาบันนวัตกรรมเทคโนโลยีไทย-ฝรั่งเศส

#### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้นำเสนอการวิเคราะห์และออกแบบสร้างวงจรแปลงผันไฟฟ้ากระแสตรง-ตรงแบบบูสต์ค่อนแวร์เตอร์ที่มีการขนานแบบเหลี่ยมเฟสของกระแสแบบ 4 เฟส เพื่อใช้งานร่วมกับโซล่าเซลล์ ในการประยุกต์ใช้กับงานผลิตกำลังไฟฟ้าสูง เนื่องจากโซล่าเซลล์มีประสิทธิภาพการจ่ายกำลังไฟฟ้าได้ต่ำกว่าที่ยังขึ้นอยู่กับการไดร์บินบริมาณแสง อุณหภูมิในแต่ละช่วงเวลา และการข่ายกำลังไฟฟ้านะจะนั่นการใช้งานโซล่าเซลล์ให้มีประสิทธิภาพมากที่สุดจึงเป็นเรื่องจำเป็นอย่างยิ่ง ดังนั้นวงจรค่อนแวร์เตอร์ที่ต่อร่วมกับโซล่าเซลล์จะต้องมีการควบคุมด้วยวิธีการค้นหากำลังไฟฟ้าสูงสุด (Maximum Power Point Tracking: MPPT) วิธีการค้นหากำลังไฟฟ้าสูงสุดของโซล่าเซลล์มีหลายวิธีงานวิจัยนี้จะใช้ลักษณะสมบัติความสัมพันธ์ของกราฟกระแสและแรงดันของโซล่าเซลล์ (*I-V Characteristics*) นาใช้เป็นแนวทางในการออกแบบ มีการควบคุมแบบ PI-IO ค่อนโถรเลดอร์เพื่อควบคุมการทำงานของวงจรบูสต์ให้เร็ว ค่อนแวร์เตอร์มีการสวิทช์แบบ พีดับบลิวเอ็ม ผลจากการทดลองวงจรค่อนแวร์เตอร์ที่สร้างขึ้นสามารถค้นหากำลังไฟฟ้าสูงสุดได้ ประสิทธิภาพสูง ราคาถูก และยังสามารถประยุกต์ใช้ร่วมกับงานอื่นๆ ได้

คำสำคัญ: ไส่คำสำคัญที่นี่ไม่เกิน 5 คำสำคัญ (สำหรับภาษาไทยไม่ต้องแปลงเป็นภาษาอังกฤษ)

#### Abstract

*This paper proposes a modified 4-phase paralleled step-up DC-DC Boosts converter for photovoltaic/ solar cell generator. In high power applications, Maximum Power Point Tracking (MPPT) is widely employed control technique to extract maximum power available from the solar cell of photovoltaic (PV) module. The efficiency of PV module is very low and power output depends on solar insulation levels and the ambient temperature. Then, the maximization of power output with greater efficiency is extremely important. Moreover, there is great loss of power due to mismatch of source and load. To extract maximum power from solar panel, a MPPT needs to be designed. In this research, an algorithm implemented to the solar cells has non-linear I-V characteristics. The proposed controller scheme utilizes PWM and PI controller techniques to regulate the output power of boost DC/DC converter at its maximum possible value. The results of our method have high-efficiency, lower-cost and very fast tracking speed. In future work, this approach can be easily modified for additional control function.*

**Keyword:** Boost Converter, Interleaved Boost Converter, Solar Cell, Maximum Power Point Tracking.

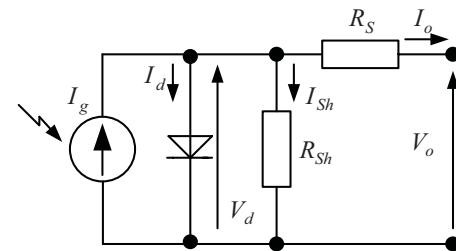
## 1. บทนำ

พลังงานไฟฟ้ามีความจำเป็นต่อการดำเนินชีวิตของมนุษย์ ในปัจจุบันการขาดแคลนเชื้อเพลิงใช้สำหรับโรงไฟฟ้าแบบสันดาปกำลังถึงจุดวิกฤตทำให้หัวโลกล้านมาพัฒนาแหล่งกำเนิดพลังงานไฟฟ้าทดแทน ได้แก่ เชลล์เชื้อเพลิง (Fuel Cell) กังหันลม (Wind Turbine) พลังงานแสงอาทิตย์/โซล่าเซลล์ (Photo Voltaic) ในเมืองไทยมีการหันมาใช้แหล่งกำเนิดพลังงานไฟฟ้าแบบแสงอาทิตย์ โซล่าเซลล์ (มากขึ้น แต่โซล่าเซลล์ยังมีข้อจำกัดแบ่งออกเป็นแรงดันและกระแสไฟฟ้า เอาท์พุตที่ได้จากโซล่าเซลล์มีขนาดที่ต่ำไม่สามารถต่อใช้งานกับโหลดได้โดยตรงสภาพแวดล้อม เช่น แสงสว่าง อุณหภูมิ มีผลต่อการจ่ายกระแส แรงดันและกำลังไฟฟ้าเอาท์พุต(I-V, P-V Characteristics) ของโซล่าเซลล์

จากข้อจำกัดของโซล่าเซลล์ทำให้เกิดปัญหาเมื่อโหลดที่ต่อทางด้านเอาท์พุตของโซล่าเซลล์ มีการดึงกำลังไฟฟ้าที่ไม่เหมาะสมจะทำให้โซล่าเซลล์จ่ายกำลังไฟฟ้าได้น้อยลงหรือไม่สามารถจ่ายกำลังไฟฟ้าได้ดังนั้นเพื่อแก้ปัญหานี้ จึงได้มีแนวความคิดที่จะนำวงจรบูสต์ค่อนเวอร์เตอร์มาร่วมต่อที่จุดเอาท์พุตของโซล่าเซลล์เพื่อแก้ปัญหานี้ในส่วนของแรงดันไฟฟ้าเอาท์พุตต่ำให้มีอัตราขยายแรงดันเอาท์พุตที่สูงขึ้นเหมาะสมกับการใช้งาน และวงจรค่อนเวอร์เตอร์นี้จะต้องมีการควบคุมแบบกันหน้ากำลังไฟฟ้าสูงสุด (Maximum Power Point Tracking: MPPT) เพื่อแก้ปัญหาการเปลี่ยนแปลงของกำลังไฟฟ้าที่มีผลมาจากการแวดล้อมของโซล่าเซลล์ให้สามารถจ่ายกำลังไฟฟ้าได้สูงที่สุดในช่วงเวลาหนึ่น และมีการควบคุมด้วยพีไอคอนโทรลเพื่อให้มีการกันหน้าจุดกำลังไฟฟ้าสูงสุดตลอดเวลา งานวิจัยนี้จะเน้นการใช้งานโซล่าเซลล์ให้เพื่อมีประสิทธิภาพสูงที่สุด

## 2. ลักษณะสมบัติของโซล่าเซลล์ (Characteristics of the Solar Array) [1-3]

โซล่าเซลล์เป็นแหล่งจ่ายกระแสไฟฟ้าที่ได้จากการเคลื่อนที่ของโปรตอนและอิเล็กตรอนเมื่อมีแสงตกกระทบทำให้เกิดไฟฟ้ากระแสตรงเขียนเป็นวงจรสมมูลได้ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 วงจรสมมูลของโซล่าเซลล์

จากวงจรหาสมการกระแสและแรงดันเอาท์พุตได้ดังนี้

$$I_o = I_g - I_{sat} \left\{ \exp \left[ \frac{q}{AKT} (V_o + I_o R_s) - 1 \right] \right\} \quad (1)$$

$$V_o = -I_o R_s + \frac{AKT}{q} \ln \left[ \frac{I_g - I_o + I_{sat}}{I_{sat}} \right] \quad (2)$$

เมื่อ

$I_g$  คือ กระแสไฟฟ้าที่ได้จากการกระตุ้นจากแสง

$I_{sat}$  คือกระแสไฟลัมย้อนกลับอิ่มตัว

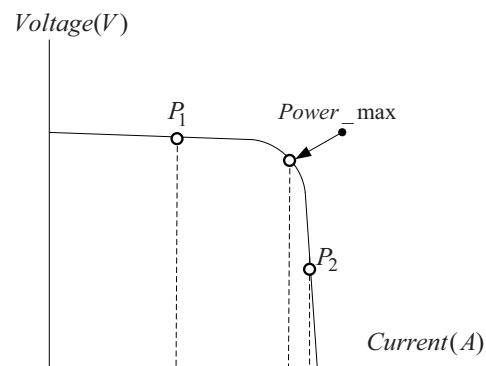
$q$  คือ ประจุอิเล็กตรอน

$A$  คือ พื้นที่หน้าตัดของแผ่นโซล่าเซลล์

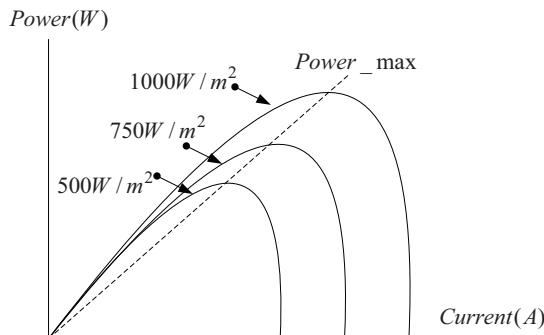
$K$  คือ ค่าคงที่ Boltzmann

$T$  คือ อุณหภูมิ หน่วย  $^{\circ}K$

จากสมการที่ 1 และ 2 สามารถนำไป alongside ความสัมพันธ์ของกระแสเทียบกับแรงดันไฟฟ้าเอาท์พุตของโซล่าเซลล์เพื่อหาจุดกำลังไฟฟ้าเอาท์พุตในแต่ละจุดและกำลังไฟฟ้าเทียบกับกระแสไฟฟ้าเอาท์พุตโดยมีการควบคุมปริมาณแสงที่แตกต่างกันได้ดังภาพที่ 2 และ 3



ภาพที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างกระแสกับแรงดันของโซล่าเซลล์



ภาพที่ 3 ความสัมพันธ์ของกำลังไฟฟ้ากับกระแสโซล่าเซลล์

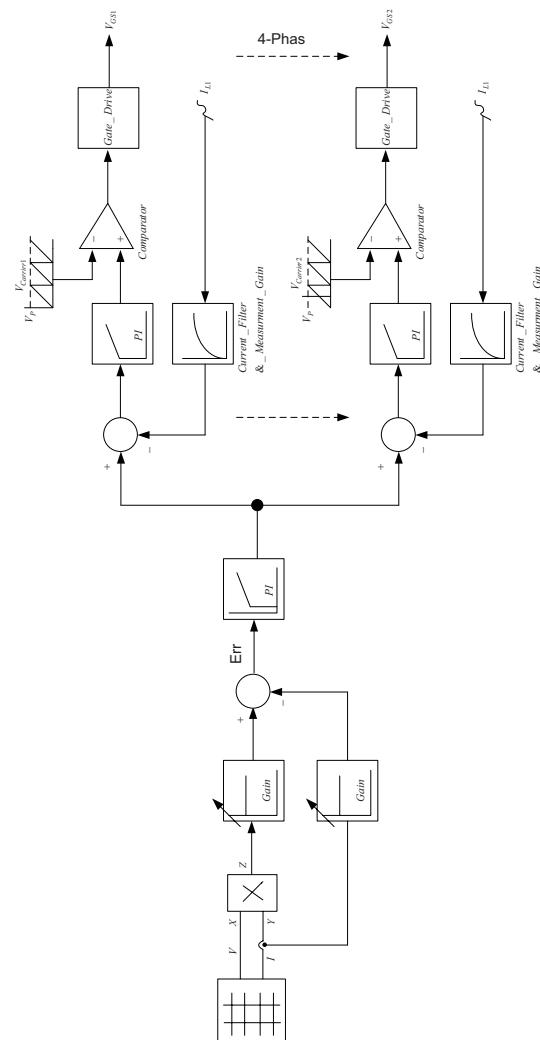
จากภาพที่ 2 จะสังเกตเห็นได้ว่ากราฟการตอบสนองของแรงดัน-กระแสจะมีลักษณะไม่เป็นเส้นเป็นคุณสมบัติของ PN Junction และอาศัยแสงสว่างทำให้สามารถจ่ายกำลังไฟฟ้าได้ ทำให้โซล่าเซลล์สามารถจ่ายกำลังไฟฟ้าได้หลายจุดตามสภาพแสงที่ต่างกัน เมื่อกราฟของกระแสเพิ่มขึ้นแรงดันเอาท์พุตจะลดลงเสมอไม่ว่าจะมีกระแสมากกว่าค่ากระแสที่ให้กำลังไฟฟ้าเอาท์พุตสูงสุดหรือไม่ ( $P_1, P_2, P_{max}$ ) และเมื่อกระแสมีค่ามากกว่าค่ากระแสที่ให้กำลังไฟฟ้าเอาท์พุตสูงสุด แรงดันเอาท์พุตจะยังไม่ลดลงเป็นศูนย์ แม้การลดลงของแรงดันเมื่อเพิ่มกระแสจะเร็วขึ้นก็ตาม และยังคงจ่ายกำลังไฟฟ้าเอาท์พุตได้แต่กำลังจะลดลง จนกว่าจะเพิ่มกระแสจนถึงค่ากระแสสัลดิวจาร์แรงดันเอาท์พุตจึงจะเป็นศูนย์และไม่มีกำลังไฟฟ้าเอาท์พุต

จากภาพที่ 3 เป็นการทดสอบด้วยการควบคุมปริมาณแสงที่ตกลงบนโซล่าเซลล์ให้แตกต่างกันเพื่อควบคุมการให้แสงของกระแสไฟฟ้าทำให้ได้กราฟกำลังไฟฟ้า โดยแต่ละเส้นจะมีจุดกำลังไฟฟ้าสูงสุดเพียงจุดเดียว ( $P_{max}$ ) เป็นจุดหมายสัมที่สุดสำหรับการใช้งานโซล่าเซลล์ในปริมาณแสงที่ใช้ทดสอบต่างกัน ขณะเดียวกันเมื่อเพิ่มปริมาณแสงมากขึ้นจุดกำลังไฟฟ้าสูงสุดก็จะเพิ่มมากขึ้นตาม

### 3. การควบคุมแบบค้นหากำลังไฟฟ้าสูงสุด (Maximum Power Point Tracking Control: MPPT) [4-5]

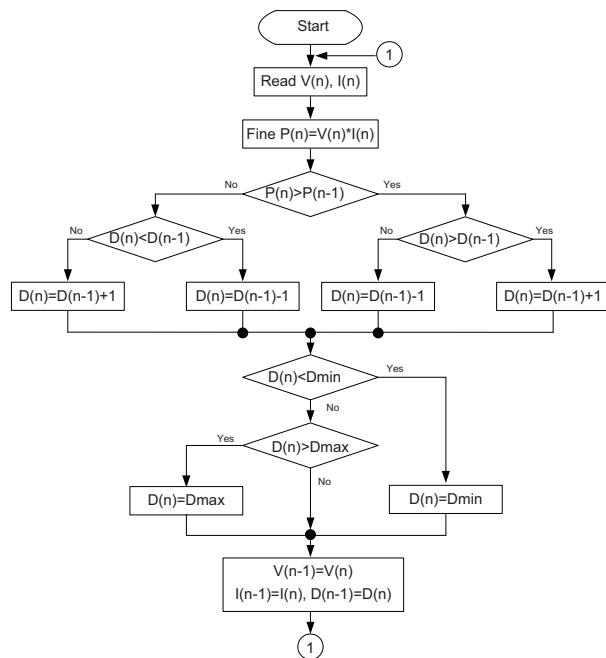
วิธีการควบคุมการค้นหากำลังไฟฟ้าสูงสุด นี้ใช้หลักการ normalized โดยจะไม่คิดหน่วยของสัญญาณ มีแนวคิดคือนำกระแสอินพุต ( $X$ ) คูณกับแรงดันอินพุต ( $Y$ ) ได้ผลคูณเป็น

กำลังไฟฟ้า ( $Z$ ) ดังภาพที่ 4 จากนั้นนำกระแสไฟฟ้า ( $X$ ) มาลบกับกำลังไฟฟ้า ( $Z$ ) โดยสัญญาณ ( $Err$ ) นี้จะเป็นตัวกำหนดความกว้าง ( $T_{ON}$ ) ของพีดับบลิวเอ็ม เมื่อพิจารณาร่วมกับภาพที่ 2 จะสังเกตเห็นว่าเมื่อกระแสไฟฟ้าเอาท์พุตให้มากขึ้นจะทำให้แรงดันไฟฟ้าลดลงเรื่อยๆ (เมื่อเกินจุดกำลังไฟฟ้าสูงสุดแรงดันของโซล่าเซลล์จะลดลงเร็วกว่าการเพิ่มขึ้นของกระแส) ทำให้ผลคูณกำลังไฟฟ้าน้อยลงเมื่อลบกับกระแสไฟฟ้าได้ผลลัพธ์ที่จุด ( $P_1$ ) แสดงว่ามีการดึงกำลังไฟฟ้ามากเกินจุดสูงสุด ในทางกลับกันเมื่อการให้ของกระแสไฟฟ้าเอาท์พุตลดลงจะได้กำลังไฟฟ้าที่จุด ( $P_1$ ) ทำให้แรงดันเพิ่มขึ้น แต่กระแสลดลงได้ผลคูณกำลังไฟฟ้าที่เพิ่มมากขึ้นเมื่อลบกับสัญญาณกระแสได้ผลลัพธ์ที่จุด ( $P_1$ ) แสดงว่ามีการดึงกำลังไฟฟ้าน้อยกว่าจุดสูงสุด



ภาพที่ 4 บล็อกไซด์แคร์มระบบควบคุมทั้งหมด

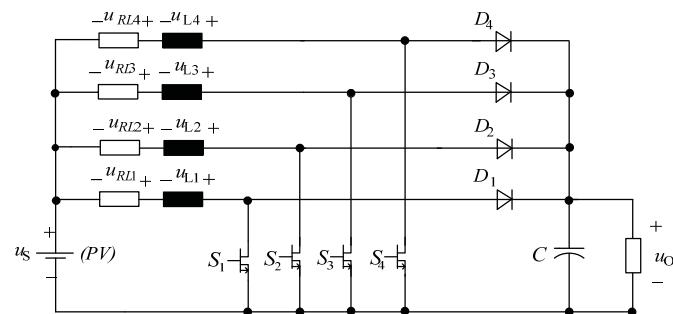
วงจรบูสต์ค่อนเวอร์เตอร์ทำงานตามความกว้าง ( $T_{ON}$ ) ของสัญญาณพืดับบลิวอีมที่เปลี่ยนแปลงตามสัญญาณ Err ส่งผลทำให้มีการดึงกระแสเอาท์พุตของโซลลาร์เซลล์เปลี่ยนตาม การให้ผลของกระแสเปลี่ยนตามพืดับบลิวอีม (ด้วยหลักการควบคุมแบบ พี-ไอ คอนโทรลเลอร์ (P-I Controller) นี้ทำให้มีการคืนหากำลังไฟฟ้าสูงสุดตลอดเวลา (จากภาพ  $P_2 < P_1 < P_{max}$ ) และวงจรบูสต์ค่อนเวอร์เตอร์ใช้เทคนิคการเหลือมเฟสของกระแสแบบสี่เฟสควบคุมกระแสในลูปปิดแยกอิสระจากกันทั้ง 4 ลูป ดังภาพที่ 4 เพื่อทำให้วงจรค่อนเวอร์เตอร์จ่ายกำลังไฟฟ้าเอาท์พุตได้สูงตามพิกัดสูงสุดของโซลลาร์เซลล์ เพื่อให้ง่ายต่อการแก้ไข พัฒนาต่อยอดและประยุกต์ใช้งานร่วมกับระบบอื่นๆ ในภาคควบคุมของงานวิจัยนี้ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ประมวลผลทั้งหมด โดยมีแนวคิดการการเรียนโปรแกรมดังโปรแกรมที่ 5 ด้วยการวัดค่ากระแสและแรงดันเอาท์พุตของโซลลาร์เซลล์มาทำการคำนวณหาค่ากำลังไฟฟ้าโดยเปรียบเทียบกับค่ากำลังไฟฟ้าในอดีตผลลัพธ์ที่ได้จะเป็นตัวกำหนดการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของค่าอัจฉริยะงาน (Duty Cycle)



ภาพที่ 5 โปรแกรมสำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์

#### 4. วงจรบูสต์ค่อนเวอร์เตอร์แบบบานสี่เฟส (Interleaved Boost Converter 4 Phase) [6-7]

จากข้อจำกัดของโซลลาร์เซลล์ที่มีระดับแรงดันเอาท์พุตต่ำ-กระแสสูงยังไม่สามารถนำแรงดันที่ได้ไปใช้งานได้ เพื่อigrade แรงดันแรงดันให้สูงขึ้น งานวิจัยนี้เลือกใช้วงจรบูสต์ค่อนเวอร์เตอร์ที่มีการขาน 4 เฟส ทำให้สามารถจ่ายกำลังไฟฟ้าเอาท์พุตได้สูงรองรับสภาพการเปลี่ยนแปลงของโซลลาร์เซลล์ที่มีผลต่อปริมาณแสงที่ได้รับ

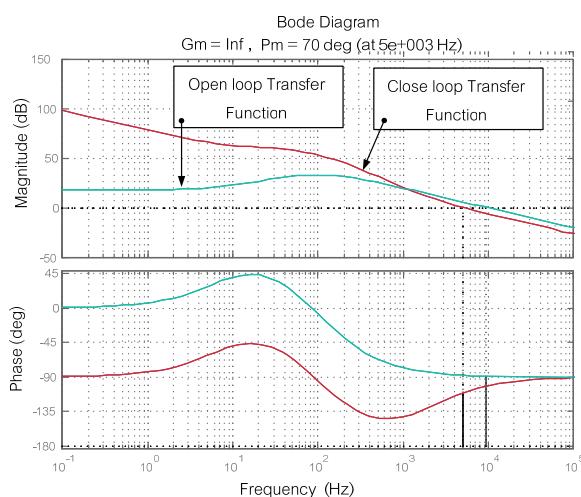


ภาพที่ 6 วงจรบูสต์ค่อนเวอร์เตอร์แบบบานสี่เฟส

จากภาพที่ 6 การพิจารณาวงจรบูสต์แบบเหลือมเฟสของกระแสเพื่อหาสมการแรงดันและกระแส ใช้หลักการวิเคราะห์ เมื่อинภบวงจรบูสต์ค่อนเวอร์เตอร์ 1 เฟส ในการขาน วงจรบูสต์ค่อนเวอร์เตอร์สามารถที่จะขานได้มากกว่า 2 เฟส ขึ้นไป ในงานวิจัยนี้โซลลาร์เซลล์มีกำลังไฟฟ้าสูงสุด 800W เลือกใช้การขานจำนวน 4 เฟส มีการเหลือมกันเฟสละ 90 องศา ผลของการออกแบบวงจรและคำนวณอุปกรณ์เลือกใช้อุปกรณ์ตารางที่ 1

ตารางที่ 1 อุปกรณ์และพิกัดที่ใช้ในวงจรบูสต์ค่อนเวอร์เตอร์

ตัวแปร/อุปกรณ์	พิกัด/ขนาด/บอร์ด
แรงดันไฟฟ้าอินพุต ( $V_{PV}$ )	24-28V
กำลังไฟฟ้าอินพุต ( $P_{PV}$ )	200W x 4 = 800W
ตัวหนี่ยวน้ำ ( $L_1, L_2, L_3, L_4$ )	370 uH (EE-55)
ไคโอด ( $D_1, D_2, D_3, D_4$ )	RURG3020 (200 V, 30 A)
ตัวเก็บประจุ (C)	680 uF, 400 V
มอตเฟส ( $S_1, S_2, S_3, S_4$ )	IRFP264N (250V, 38 A)



ภาพที่ 7 การหาค่าพารามิเตอร์ของ ปีไอ คอน ไทรอลเลอร์

ด้วย Bode Plot

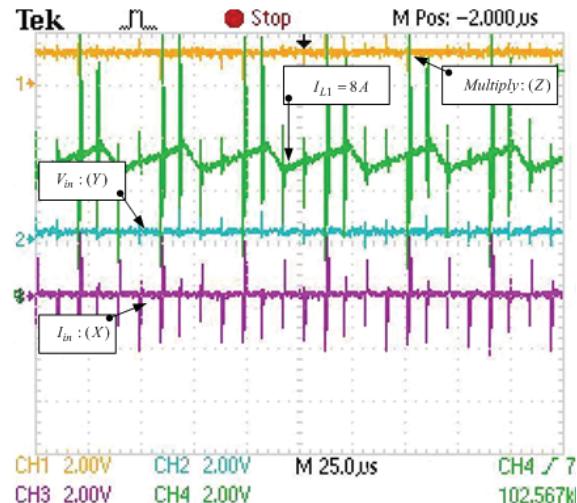
จากฟังก์ชันถ่ายโอนของกระแสด้านออกโซล่าเซลล์ต่อ แรงดันสัญญาณคำสั่ง เมื่อนำฟังก์ชันมาพล็อตการการตอบสนองเชิงความถี่ เพื่อที่จะทดสอบหาผลตอบสนองของระบบ ทั้งทางด้าน Magnitude และ Phase ในช่วงความถี่ กว้างๆ จะได้ดังภาพที่ 7 ระบบที่ได้รับการทดสอบโดยใช้ความถี่ตัดผ่าน (Crossover Frequency) 5 kHz ได้ Gain Margin เท่ากับ Infinity ค่า Phase Margin เท่ากับ 70 เพื่อให้ระบบมีการตอบสนองที่เร็วเมื่อนำไปคำนวณหาค่าสำหรับค่าด้วยปีไอ คอน ไทรอลเลอร์ ได้ค่า  $K_P = 1.75$ ,  $T_i = 7.5 \text{ mS}$

## 5. ผลการทดลอง

การทดลองนี้จะทดสอบกับแผงโซล่าเซลล์พิกัด 24-28V, 200W ต่อหนานกันจำนวน 4 แผง (800W) โดยเป็นความต้านทานปรับค่าได้ ใช้วงจรบูตต์ค่อนเวอร์เตอร์แบบบานาน 4 เฟส เป็นวงจรกำลัง การทดลองนี้จะปรับลดค่าความต้านทานเป็นลำดับขั้นเพื่อการให้พลังงานของกระแสไฟฟ้าทางด้านเอาท์พุต เพื่อทำให้กำลังไฟฟ้าเอาท์พุตเพิ่มมากขึ้น และรักษาระดับแรงดันเอาท์พุตไม่ให้เกินพิกัดแรงดันของอุปกรณ์ในวงจรบูตต์ค่อนเวอร์เตอร์สัญญาณที่ได้จากชุดทดลองแสดงดังภาพที่ 6-8

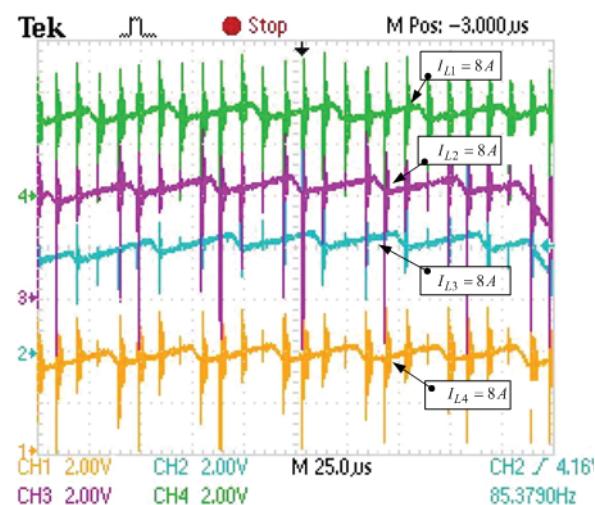
สัญญาณกระแส (X) และดัน (Y) เมื่อผ่านตัวคูณสัญญาณจะได้ ผลคูณ (Z) ดังภาพที่ 8 จากหลักการนี้ทำให้วงจรบูตต์ทำงานที่กำลังไฟฟ้าสูงสุด ที่ค่าวุลจาร์งาน 0.8 (สังเกตจาก  $T_{on}$

กระแสตัวเหนี่ยวนำ  $I_{L1}$ ) ทดสอบที่เวลา 14.30 นาฬิกาได้กำลังไฟฟ้า 672 W (21Vx32A) เมื่อพิจารณาการทำงานของวงจรบูตต์ค่อนเวอร์เตอร์แบบบานานจะเห็นว่ามีการแบ่งกระแสที่ไอล์ฟผ่านตัวเหนี่ยวนำตัวละ 8A

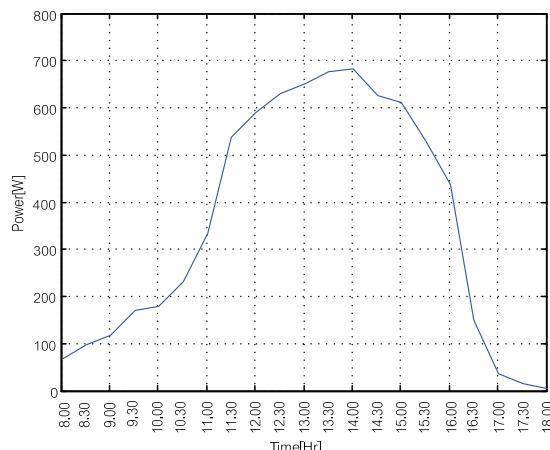


ภาพที่ 8 สัญญาณ กระแส (X) แรงดัน (Y) และผลคูณ (Z)  
ของภาคควบคุมวงจรคันหากำลังไฟฟ้าสูงสุด

ความสามารถจ่ายกำลังไฟฟ้าเอาท์พุตของโซล่าเซลล์ที่ใช้ทดลองนี้ได้ทดลองเก็บผลตั้งแต่เวลา 8.00 น ถึง 18.00 น ได้กราฟกำลังไฟฟ้าสูงสุดผลดังภาพที่ 9 ในช่วงเวลา 11.00 น ถึง 16.00 น จะได้กำลังไฟฟ้าสูงที่สุด เวลาที่นอกเหนือจากนี้จะได้กำลังไฟฟ้าที่ลดน้อยลงเนื่องจากปริมาณแสงที่ได้รับน้อยลง ชุดทดลองและแพงโซล่าเซลล์ที่ใช้ทดลองดังภาพที่ 9



ภาพที่ 9 กระแสที่ไอล์ฟผ่านตัวเหนี่ยวนำ ( $I_{L1}, I_{L2}, I_{L3}, I_{L4}$ )



ภาพที่ 10 กำลังไฟที่เอาท์พุตสูงสุดของโซล่าเซลล์



ภาพที่ 11 ชุดทดลองของระบบที่ควบคุมแบบการคืนหากำลังไฟฟ้าสูงสุด

## 6. สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองพบว่าการควบคุมแบบคืนหากำลังไฟฟ้าสูงสุดทำให้สามารถใช้งานโซล่าเซลล์ได้เต็มประสิทธิภาพมากที่สุด โดยมีการแปรผันตามปริมาณแสงที่ได้รับในขณะนั้นโดยนำไปควบคุมวงจรบูสต์ค่อนเวอร์เตอร์แบบบานานสีเฟสสามารถแบ่งการจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับต่างๆ ตามที่ต้องการ ไม่ใช้โซล่าเซลล์ที่ได้รับปริมาณแสงมากขึ้น วงจรควบคุมจะสั่งให้วงจรบูสต์ค่อนเวอร์เตอร์จ่ายกำลังไฟฟ้ามากขึ้น และเมื่อแสงแผลดดลงวงจรควบคุมจะสั่งให้วงจรบูสต์ค่อนเวอร์เตอร์จ่ายกำลังไฟฟ้าน้อยลง ดังนั้นกำลังไฟฟ้าที่จ่ายออกมา

จากการจรูบส์ต์ค่อนเวอร์เตอร์จะเพิ่มหรือลดตามปริมาณแสงในขณะนั้น วงจรบูสต์ค่อนเวอร์เตอร์แบบบานานที่ออกแบบและสร้างขึ้นสามารถรองรับการเปลี่ยนแปลงของกำลังไฟฟ้าตรงส่วนนี้ได้เป็นอย่างดี ดังนั้นวิธีการคืนหากำลังไฟฟ้าสูงสุดนี้สามารถประยุกต์ใช้งานร่วมกับวงจรค่อนเวอร์เตอร์ชนิดอื่นๆ ได้เป็นอย่างดี

## 7 เอกสารอ้างอิง

- 1] Ching-Tsai Pan, Jeng Chen, Chin Peng. "A Fast Maximum Power Point Tracker For Photovoltaic Power System" IEEE Trans on Energy Conversion. Vol 11, 1999.
- 2] O. Wasyczuk, "Dynamic Behavior Of A Class of Photovoltaic Power System" IEEE Transaction on Power Apparatus And System, Vol 10, Pas-102, No.2, June 1983, pp.3031-3037.
- 3] Mehmet Akbaba and Mohammed A. A. Alattawi. "A New model For I-V Characteristic of Solar Cell Generation And Its Applications." Salar En Mats and Solar, 1995, pp. 123-132.
- 4] N. Femia, G. Petrone, G. Spagnuolo and M. Vitelli, "Optimization of Perturb and Observe Maximum Power Point Tracking Method", IEEE Transactions On Power Electronics, Vol.20, No.4, pp. 16-19, Mar 2004.
- 5] Ghaisari, J; Habibi, M. and Bakhsahi, A. "An MPPT Controller Design for Photovoltaic (PV) System Based on the Optimal Voltage Factor Tracking". IEEE Canada electrical Power Conference, pp. 359-362. , 2007
- 6] P. Thounthong, B. Davat, S. Rael.V . "Design and Implementation of 2-Phase InterleavedBoost Converter for FuelCell Power Source" IEEE Trans. Energy Convers., vol.23
- 7] P. Thounthong, S. Rael, B. Davat. "Modeling and Control of a Fuel Cell Current Control Loop of a 4-Phase Interleaved Step-Up Converter for DC Distributed System." IEEE Trans. Energy Convers., vol. 23, (2008).

## 8. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจาก ทุนวิจัยคณะครุศาสตร์ อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้า พระนครเหนือ ปี 2554 และได้รับการสนับสนุนสถานที่รวมทั้ง เครื่องมือต่างๆ จากสถาบันวิศวกรรมเทคโนโลยีไทย-ฟรังเศส



## การออกแบบระบบเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายติดตามตัวบุคคลภายในอาคาร Indoor Wireless Sensor Tracking Networks Planning

ธนศ. เหมชะรักษ์ และ นวพร วิสิฐพงศ์พันธ์

ภาควิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ  
คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ  
thanate\_th@hotmail.com, nawapornn@kmutnb.ac.th

### บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการศึกษาและทดสอบการวางแผนระบบเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายภายในอาคาร โดยใช้อุปกรณ์ Xbee ZB Pro เพื่อสร้างระบบเครือข่ายแบบ Zigbee Mesh เพื่อติดตามตัวบุคคล โดยงานวิจัยนี้ ได้เปรียบเทียบการวางแผนเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายเพื่อให้ครอบคลุมพื้นที่ภายในอาคาร 2 ชั้น กับการวางแผนเครือข่ายแบบอื่นๆ ต่อการระบุพิกัดและติดตามบุคคลหรือเซ็นเซอร์ โภนคเคลื่อนที่ ผลการทดลองตรวจสอบพื้นที่เพื่อทำการวัดค่าความแรงสัญญาณจากหดาย ๆ จุดภายในอาคาร พบว่าในการวางแผนเครือข่ายเพื่อระบุตำแหน่งนั้น จำเป็นต้องใช้จำนวน Xbee Router ที่มากกว่าการวางแผนทั่วไป เพื่อให้ครอบคลุมพื้นที่ที่เพียงอย่างเดียวเล็กน้อย ผลการทดลองนี้พร้อมทั้งโปรแกรมและชุดอุปกรณ์ที่พัฒนาขึ้นเพื่องานวิจัยนี้ สามารถนำมาใช้ต่อ Yokode เพื่อวางแผนการจัดวางระบบเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย ได้ในอนาคต

**คำสำคัญ:** เครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายชิคบี ค่าความความแรงสัญญาณ โภนค

### Abstract

*In this research, we experimentally deployed a wireless sensor networks for an indoor usage using Xbee ZB Pro to form a Zigbee Mesh networks covering 2 floors of the building. The purpose of this work is to compare the number of Zigbee nodes used in order to form a regular network and a network that can be used for tracking. By doing a site survey and taking records of the received signal strength indicator (RSSI) at various places within the building, we found that forming a Wireless Sensor Networks(WSN) tracking networks requires only a few more Xbee router nodes. Furthermore, the results of this study along with the software and hardware implemented for this work can be used for planning a network.*

**Keyword:** RSSI, Zigbee Mesh, Wireless Sensor Networks(WSN).

## 1. บทนำ

ในปัจจุบันนี้เทคโนโลยีสื่อสาร ไร้สายแบบต่างๆ เช่น Bluetooth, Infrared และ Wi-Fi ได้ถูกนำมาใช้งานกันอย่างแพร่หลาย แต่เทคโนโลยีเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย (Wireless Sensor Networks) นั้น แม้ว่าจะไม่เป็นที่นิยมเท่าไร แต่ก็มีการนำมาใช้ในภาคอุตสาหกรรม โดยอุปกรณ์พื้นฐานของเทคโนโลยีเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย ก็คือเซ็นเซอร์ขนาดเล็ก เรียกว่า mote โดยใช้ใน Ad hoc Wireless Network [1]

ในปัจจุบันได้มีอุปกรณ์เครือข่ายสื่อสารไร้สายที่เรียกว่า Xbee ซึ่งมีความสามารถรับส่งสัญญาณไร้สายบนย่านความถี่ 2.4 GHz ตามมาตรฐานโปรโตคอล Zigbee/IEEE 802.15 โดยใช้พลังงาน (เพียง 3.3 Volt) สามารถรับส่งข้อมูลอัตราความเร็ว 250Kbps และสามารถสื่อสารกันระหว่างโน้นกันได้ในรูปแบบ ad hoc ที่ถูกสร้างเป็นเครือข่ายแบบ Mesh อุปกรณ์ชนิดนี้ถูกนำไปใช้งานหลายด้าน โดยการนำไปใช้ในแต่ละด้านนั้น จะมีการกำหนดตำแหน่งการวางตัวเซ็นเซอร์ เพื่อให้สามารถติดตอกันได้เท่านั้น และไม่คำนึงถึงประโยชน์ใช้สอยในแต่ละด้าน เช่นการระบุตำแหน่งของตัวอุปกรณ์ เพื่อติดตามตัวบุคคล หรือเพื่อกันหาดตามน้ำของบุคคลที่ต้องการความช่วยเหลือ

จากปัญหาดังที่กล่าวมาข้างต้นนี้ คณะผู้วิจัยจึงได้มีการคิดออกแบบการวางระบบเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายภายในอาคาร 2 ชั้นที่เหมาะสมกับการระบุพิกัดตำแหน่งและไม่ระบุพิกัดโดยจะทำการศึกษาเบื้องต้นบนพื้นที่ภายในอาคาร 2 ชั้น คือชั้น 3 และชั้น 4 ของอาคารนวมินทราราชวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือและใช้เทคโนโลยีเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายที่เรียกว่า Zigbee Mesh

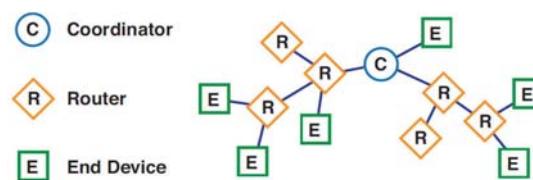
## 2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

### 2.1 เทคโนโลยีการสื่อสารแบบไร้สาย Zigbee

Zigbee เป็นมาตรฐานสากล ที่ถูกกำหนดโดย Zigbee Alliance เป็นการสื่อสารแบบไร้สาย ที่มีอัตราการรับส่งข้อมูล

ต่ำ ใช้พลังงานต่ำ และราคาถูก โดยจุดประสงค์เพื่อให้สามารถสร้างระบบที่เรียกว่าเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย (Wireless Sensor Network) ซึ่งระบบนี้จะสามารถทำงาน ในร่มและกลางแจ้งได้ด้วยแบตเตอรี่ 3.3 VDC

Zigbee มีลักษณะการทำงาน 3 รูปแบบ ประกอบไปด้วย Node ที่ทำหน้าที่เป็น Coordinator, Router และ End Device ดังแสดงในภาพที่ 1 ซึ่งแกนหลักของเครือข่ายใน Zigbee Mesh นี้ก็คือ Coordinator มีตัว Router ทำหน้าที่เชื่อมต่อการสื่อสารระหว่าง Coordinator กับ End Device [2]



ภาพที่ 1 ลักษณะการทำงานของชิกบี

### 2.2 Received Signal Strength Indicator (RSSI)

Received Signal Strength Indicator (RSSI) เป็นค่าความแรงของสัญญาณวิทยุมีหน่วยเป็น decibels milliwatt (dBm) ซึ่งค่า RSSI นี้จะแปรผันกับระยะทาง [3]

ค่า RSSI สามารถคำนวณได้จากสมการดังต่อไปนี้

$$P_{RX} = P_{TX} \cdot G_{TX} \cdot G_{RX} \cdot \left( \frac{\lambda}{4\pi d} \right)^2 \quad (1)$$

โดยที่

$P_{RX}$  = กำลังการรับของตัวรับ

$P_{TX}$  = กำลังการส่งของตัวส่ง

$G_{TX}$  = ค่า gain ของตัวส่ง

$G_{RX}$  = ค่า gain ของตัวรับ

$\lambda$  = ความยาวคลื่น

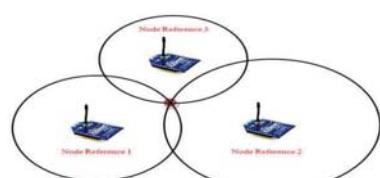
$d$  = ระยะทางระหว่างตัวส่งและรับ

### 2.3 การวิเคราะห์ตำแหน่งโดยใช้ค่า RSSI

ในการหาตำแหน่งนั้นอาศัยหลักการทำงานของคณิตศาสตร์ในเรื่องของตรีโกณมิติ เมื่อเราต้องการวิเคราะห์หาตำแหน่งของ

เซ็นเซอร์โทนดตัวรับที่เราต้องการทราบ จะทำการวัดหาค่าความแรงของสัญญาณที่ได้รับจากเซ็นเซอร์โทโนดอ้างอิง ซึ่งจะเป็นค่าที่เรานำมาคำนวณหาตำแหน่ง โดยความสัมพันธ์ระหว่างสัญญาณกับระยะทางไปยังจุดอ้างอิงต่างๆ สามารถแสดงได้ดังภาพที่ 2 นั้นคือจุดที่ต้องการทราบตำแหน่งจะเป็นจุดตัดของระบบคลุมของจุดอ้างอิงทั้งสาม

ในการคำนวณหาตำแหน่งของเซ็นเซอร์ที่มีการเคลื่อนที่นั้นทำได้โดยการวัดสัญญาณที่ได้รับจากเซ็นเซอร์โทโนดตัวที่มีการเคลื่อนที่หรือ End Device ที่ต้องการทราบตำแหน่งจากจุดอ้างอิงหรือ Router ในระบบเครือข่ายจากนั้นจึงใช้สมการที่ (1) ในการหาระยะทางระหว่างเซ็นเซอร์โทโนดอ้างอิงทั้ง 3 โทโนด กับตำแหน่งของโทโนดเซ็นเซอร์ที่มีการเคลื่อนที่เมื่อได้ประมาณการระยะทางไปยังจุดอ้างอิงแล้วจะสามารถนำพิกัดของจุดอ้างอิงและจุดที่ต้องการทราบตำแหน่งมาสร้างเป็นสมการระยะทางเชิงเส้นจำนวน 3 สมการ จากนั้นจึงใช้ Cramer และ -s Rule เพื่อแก้สมการและหาคำตอบ โดยคำตอบที่ได้จะอยู่ในรูปแบบพิกัด x และ y ซึ่งเป็นตำแหน่งของเซ็นเซอร์โทโนดเคลื่อนที่นั้นเอง [4] [5]



ภาพที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างสัญญาณกับการวิเคราะห์ตำแหน่ง

### 3. วิธีการดำเนินงาน

#### 3.1 อุปกรณ์ในการดำเนินงานวิจัย



(ก) (ข) (ค) (ง)

ภาพที่ 3 อุปกรณ์ในการดำเนินงานวิจัย

โดยในการวิจัยนี้ได้มีการใช้ Xbee Pro Series แบบ Wire Antenna จำนวนทั้งหมด 5 ตัว โดยแต่ละตัวจะถูกทำการตั้งค่าการทำงานที่แตกต่างกันดังนี้ คือ Coordinator มีหน้าที่รับค่าที่ได้จาก Xbee ตัวอื่นๆมาไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์ แสดงดังภาพที่ 3 (ก) Router เป็นโทโนดที่ไม่มีการเคลื่อนที่ เป็นตัวกลางในการติดต่อระหว่าง Coordinator กับ End Device จำนวน 2 ตัว แสดงดังภาพที่ 3 (ข) และตัวที่ทำหน้าที่เป็น End Device เป็นโทโนดที่มีการเคลื่อนที่ติดกับตัวบุคคล แสดงดังภาพที่ 3 (ค) ซึ่ง End Device จะมีปุ่มสวิทช์ขอความช่วยเหลือติดอยู่ด้วยและจะร่างภายในตัวอุปกรณ์ แสดงดังภาพที่ 3 (ง)

#### 3.2 โปรแกรม Zigbee Detector

โปรแกรม Zigbee Detector เป็นโปรแกรมที่ผู้วิจัยได้ทำการพัฒนาขึ้นมา เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ และพัฒนาระบบเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายติดตามตัวบุคคลภายในอาคาร โดยโปรแกรมติดตามตัวอุปกรณ์เบื้องต้นแสดงในภาพที่ 4

ZigBee Serial No.	ZigBee Name	RSSI	Parent	Status	Help
0013A200407A12C5	Router_NB_04	-		ON LINE	-
0013A2004071195A	Router_NB_03	-		OFF LINE	-
0013A200407118F4	EndDevice_NB_02	-111 dBm	Router_NB_04	ON LINE	NORMAL
0013A20040711924	EndDevice_NB_05	-103 dBm	Router_NB_04	ON LINE	NORMAL

ภาพที่ 4 หน้าจอโปรแกรม Zigbee Detector

โดยขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม Zigbee Detector ที่พัฒนาขึ้นมีดังนี้ เมื่อทำการเปิดโปรแกรมขึ้นมาในตอนแรกให้ทำการตั้งค่า Zigbee Serial No. คือหมายเลข Serial No. ของ Xbee แต่ละตัว ตั้งค่า Zigbee Type ว่า Xbee ตัวนี้มีสถานะเป็น Coordinator Router หรือ End Device และตั้งค่า Zigbee Name คือการตั้งชื่อให้กับตัว Xbee ต่อมาทำการตรวจสอบ Com Port ที่มีการใช้งานอยู่ว่ามีจำนวนเท่าใด ทำการเลือก Com Port ที่ Xbee ต่อใช้งานอยู่กับเครื่องคอมพิวเตอร์ จากนั้นทำการเริ่มกระบวนการทำงานของโปรแกรม โดยโปรแกรมจะทำการตรวจสอบสถานะของ Router ว่า Online หรือ Offline ต่อมาโปรแกรมจะทำการตรวจสอบสถานะของตัว End Device ว่า

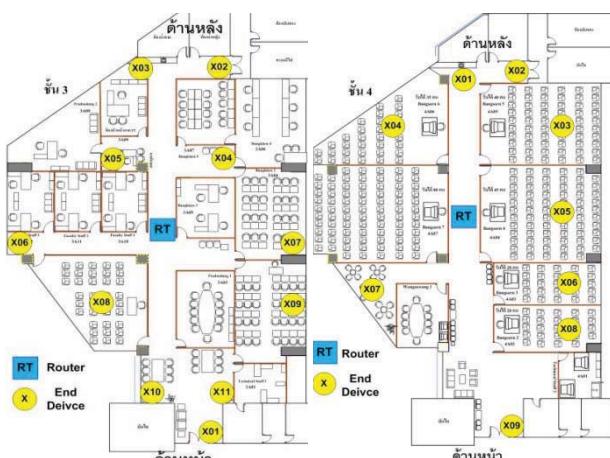
Online หรือ Offline และแสดง Parent หรือโหนดอ้างอิงที่ End Device ใช้ในการเชื่อมต่อ กับ Coordinator ที่ติดต่ออยู่พร้อมค่า RSSI และค่าสถานะเป็น Online ต่มาทำการตรวจสอบการขอความช่วยเหลือหรือระบุตำแหน่ง End Device ถ้ามีการขอความช่วยเหลือให้แสดงข้อความ Help แต่ถ้าไม่มีการขอความช่วยเหลือให้แสดงข้อความ NORMAL

### 3.3 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์เพื่อทำการวัดค่าสัญญาณ

ในการพัฒนาระบบเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายติดตามตัวบุคคลภายในอาคาร นั้นจำเป็นจะต้องมีการวัดค่าความแรงของสัญญาณในแต่ละจุดแต่ละระยะทาง โดยจะมีการวางอุปกรณ์ตามตำแหน่งต่างๆดังนี้

#### 3.3.1 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์รูปแบบที่ 1

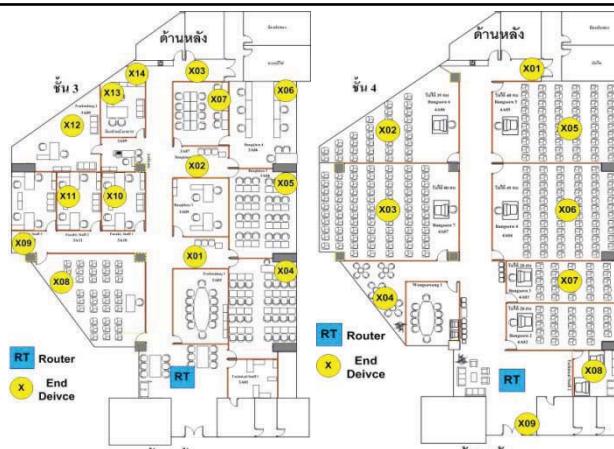
เป็นการวางตำแหน่งตัวอุปกรณ์ Router ไว้ตรงส่วนกลางของชั้น 3 และชั้น 4 จากนั้นทำการวางตัวอุปกรณ์ Router ตามจุดต่างๆ ภายในชั้น 3 และ ชั้น 4 ดังแสดงในภาพที่ 5 เพื่อทำการวัดค่าความแรงของสัญญาณในแต่ละจุดภายในชั้น 3 และ ชั้น 4



ภาพที่ 5 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์ในชั้น 3 และ ชั้น 4 (ตรงกลาง)

#### 3.3.2 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์รูปแบบที่ 2

เป็นการวางตำแหน่งตัวอุปกรณ์ Router ไว้ที่บริเวณด้านหน้าของชั้น 3 และชั้น 4 จากนั้นทำการวางตัวอุปกรณ์ Router ตามจุดต่างๆ ภายในชั้น 3 และ ชั้น 4 ดังแสดงในภาพที่ 6 เพื่อทำการวัดค่าความแรงของสัญญาณในแต่ละจุดภายในชั้น 3 และ ชั้น 4



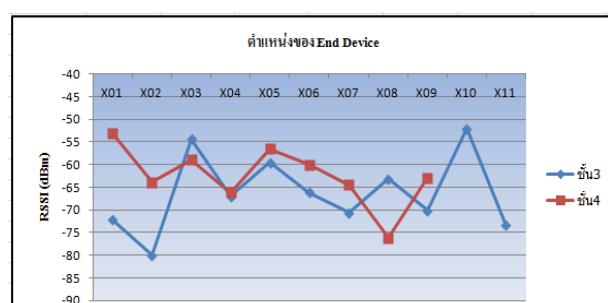
ภาพที่ 6 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์ตามจุดต่างๆในชั้น 3 และ ชั้น 4 (ด้านหน้า)

### 4. ผลการดำเนินงาน

ในการทดลองวัดค่าสัญญาณซึ่กันที่ทำการวัด 2 รูปแบบ คือแบบที่ไม่มีสิ่งกีดขวาง แบบระหว่างชั้น และแบบตามจุดต่างๆภายในอาคาร โดยใช้กำลังส่งสุดสูงที่ 17dBm ในการทดลองจากที่ระยะทาง 5 - 30 เมตร ในรูปแบบไม่มีสิ่งกีดขวาง และแบบระหว่างชั้น เพื่อหาค่าการลดตอนของสัญญาณในแต่ละแบบที่ระยะต่างๆ เพื่อให้สามารถนำค่าการลดตอนในแต่ละแบบมาหาวิธีการวางอุปกรณ์เพื่อการระบุพิกัดตำแหน่ง และไม่ระบุพิกัดตำแหน่ง โดยในแต่ละจุดจะทำการวัด 100 ครั้ง

#### 4.1 ค่าเฉลี่ยของการวัดสัญญาณในรูปแบบที่ 1

ในรูปแบบที่ 1 เป็นการวัดค่า RSSI ตามจุดต่างๆ บนชั้น 3 และชั้น 4 โดยที่ Router จะถูกวางในส่วนตรงกลางบนแต่ละชั้น จากนั้นทำการวัด End Device ที่จุด X01 ถึง X14 ในแต่ละชั้นเพื่อทำการทดลองวัดค่าระดับสัญญาณ RSSI

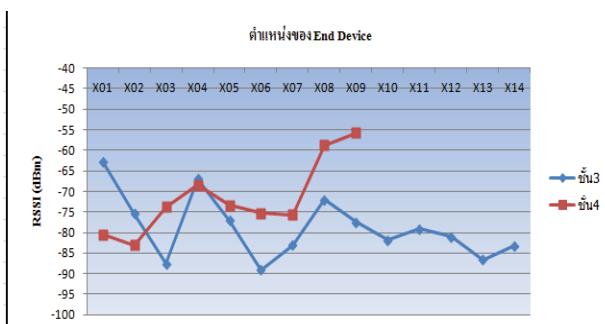


ภาพที่ 7 ค่าเฉลี่ยของระดับสัญญาณ RSSI ตามจุดต่างๆ ในชั้น 3 และชั้น 4 (ตรงกลาง)

จากภาพที่ 7 พบว่าเมื่อทำการว่าง Router ไว้บริเวณตรงกลางของชั้น 3 แล้วทำการวัดสัญญาณที่ จุด X01 ถึงจุด X11 บนชั้น 3 ทำให้เห็นได้ว่าสัญญาณจาก Router ที่อยู่ตรงกลางสามารถอ่านได้จากห้องพื้นที่บนชั้น 3 ได้ดีโดยที่อุปกรณ์สามารถที่จะครอบคลุมพื้นที่บนชั้น 3 ได้โดยที่อุปกรณ์สามารถที่จะติดต่อกันได้ โดยมีจุดเดียวคือจุด X02 ที่น่าเป็นห่วง อาจจะทำให้เกิดการขาดการติดต่อได้ในบางช่วงของการรับส่งได้ และค่าเฉลี่ยที่ได้จากการวัดสัญญาณตามจุดต่างๆ บนชั้น 4 เมื่อทำการว่าง Router ไว้เพียง 1 ตัว ในส่วนกลางของชั้น 4 ผลการทดลองพบว่า Router สามารถทำการติดต่อกับ End Device ได้ทุกจุดแต่บริเวณจุด X08 จะเป็นจุดที่สัญญาณต่ำที่สุด แต่ก็ยังมากกว่า -80 dBm ซึ่งไม่น่ามีผลกระทบต่อประสิทธิภาพของระบบเครือข่าย ซึ่งระดับสัญญาณที่ยอมรับได้ไม่ควรมากกว่า -80 dBm

#### 4.2 ผลการทดลองวัดสัญญาณ รูปแบบที่ 2

ในรูปแบบที่ 2 เป็นการวัดค่า RSSI ตามจุดต่างๆ บนชั้น 3 และชั้น 4 โดยที่ Router จะถูกวางไว้ด้านหน้าในแต่ละชั้น จากรูปนี้ทำการว่าง End Device ที่จุด X01 ถึง X14 ในแต่ละชั้น เพื่อทำการทดลองวัดค่าระดับสัญญาณ RSSI



ภาพที่ 8 ค่าเฉลี่ยของระดับสัญญาณ RSSI ตามจุดต่างๆ ในชั้น 3 และ ชั้น 4 (ด้านหน้า)

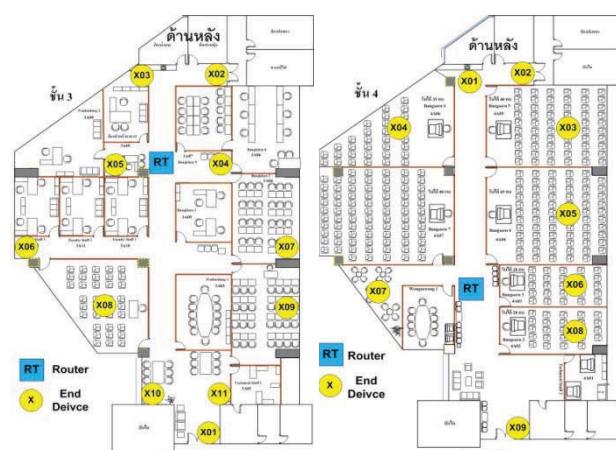
จากภาพที่ 8 เป็นการว่าง Router เพียง 1 ตัว ในส่วนด้านหน้าของชั้น 3 และชั้น 4 พบว่า Router สามารถทำการติดต่อกับ End Device ได้ทุกตัว แต่เมื่อเทียบกับการว่าง Router ไว้บริเวณส่วนกลางแล้วพบว่ามีหลายจุดที่ ระดับของสัญญาณต่ำมาก นั่นคือจุดที่สัญญาณต่ำกว่า -80 dBm ซึ่งระดับสัญญาณที่ยอมรับได้ไม่ควรมากกว่า -80 dBm ดังนั้นถ้าจะให้ระดับของสัญญาณดีขึ้นควรมีการนำตัว Router มาวางเพิ่มเติมใกล้กับบริเวณที่มี

ปัญหาเพื่อให้สัญญาณตรงจุดที่มีระดับต่ำกว่า -80 dBm ดีขึ้น โดยในกรณีนี้ควรจะมีการปรับตำแหน่งการวาง Router ให้ค่อนมาด้านหลังมากขึ้นเพื่อที่จะทำให้ระดับของสัญญาณดีขึ้น

#### 5. ผลการทดลอง

##### 5.1 การว่างอุปกรณ์แบบไม่ระบุพิกัด

จากการทดลองวัดสัญญาณในรูปแบบต่างๆ โดยเฉพาะในรูปแบบที่ 2 โดยการนำ Router ไปติดตั้งที่ตำแหน่งตรงกลางของชั้น ในแต่ละชั้นจะเห็นได้ว่าค่าความแรงของสัญญาณที่ได้อ่อนที่สุดจะอยู่ที่ -76 dBm ของชั้น 4 ที่จุด X08 ดังแสดงในภาพที่ 9 และ -80 dBm ของชั้น 3 ที่จุด X02 ดังแสดงในภาพที่ 9 ซึ่งจะเห็นได้ว่าตัวอุปกรณ์มีการรับส่งข้อมูลกันได้อยู่ดังนั้น ตำแหน่งการว่างอุปกรณ์แบบไม่ระบุพิกัด เพื่อให้ครอบคลุมพื้นที่ภายในอาคาร 2 ชั้น ควรใช้อุปกรณ์เพียงชั้นละ 1 ตัวโดยนิยมตำแหน่ง ดังแสดงในภาพที่ 9

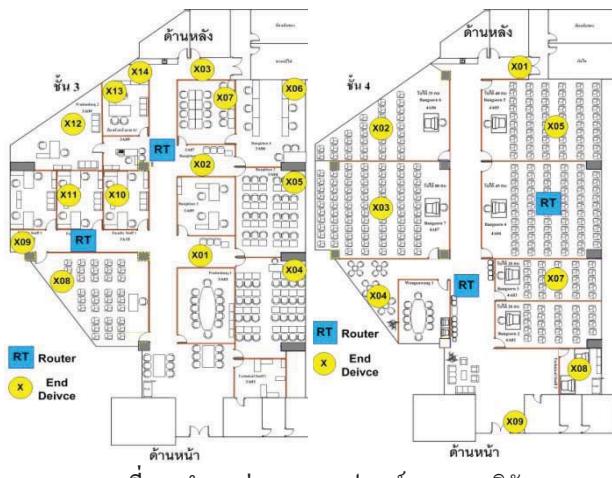


ภาพที่ 9 ตำแหน่งการว่างอุปกรณ์แบบไม่ระบุพิกัด

จากภาพที่ 9 เป็นตำแหน่งการว่างอุปกรณ์แบบไม่ระบุพิกัด ครอบคลุมพื้นที่อาคาร 2 ชั้น โดยที่ให้ Router หนึ่งตัวติดตั้งอยู่ที่ชั้น 3 บริเวณค่อนมาทางด้านหลังซึ่งจะช่วยให้สัญญาณที่จุด X02 ของชั้น 3 ดีขึ้น และ Router อีกหนึ่งตัวติดตั้งที่ชั้น 4 บริเวณค่อนมาทางด้านหน้า เพื่อช่วยให้สัญญาณที่จุด X08 ของชั้น 4 ดีขึ้น

## 5.2 การวางแผนอุปกรณ์แบบระบุพิกัด

เพื่อให้สามารถจาระบุตำแหน่งของเซ็นเซอร์ไว้สายติดตามตัวบุคคลภายในอาคาร ให้นั้น End Device จะต้องอยู่ในรัศมีของสัญญาณของ Router อย่างน้อย 3 ตัว หรือคือแต่ละจุดในอาคารต้องได้รับสัญญาณจาก Router อย่างน้อย 3 ตัว เพื่อให้สามารถจาระบุตำแหน่งที่จุดนั้นๆ ได้ จากการทดสอบวัดสัญญาณในรูปแบบต่างๆ และรูปแบบการวางแผนอุปกรณ์แบบไม่ระบุพิกัด ได้นำผลจากการวัดค่าสัญญาณในรูปแบบการจัดวางอุปกรณ์ Router ในชั้น 3 และ ชั้น 4 ตามจุดต่างๆ ที่ได้ทำการทดลองไป มาประกอบการตัดสินใจเพื่อจัดวางอุปกรณ์ เพื่อให้รองรับการระบุพิกัดตำแหน่งได้ดังแสดงในภาพที่ 10



ภาพที่ 10 ตำแหน่งการวางแผนอุปกรณ์แบบระบุพิกัด

ภาพที่ 10 เป็นตำแหน่งการจัดวาง Router ตามจุดต่างๆ บนชั้น 3 และ ชั้น 4 เพื่อให้สามารถที่จะระบุพิกัดได้ โดยมีการเพิ่ม Router อีกหนึ่งตัวในแต่ละชั้น คือเพิ่ม Router เข้าไปที่ตำแหน่งด้านซ้ายของชั้น 3 เพื่อช่วยให้สัญญาณทางด้านซ้ายของชั้น 3 มีระดับสัญญาณที่ดีขึ้น ซึ่งจากการวัดสัญญาณในรูปแบบที่ 2 ที่จุด X11 ของชั้น 3 ในบริเวณด้านซ้าย ได้ระดับสัญญาณ -79 dBm ซึ่งเป็นระดับสัญญาณที่น่าเป็นห่วง และจากการวัดสัญญาณในรูปแบบที่ 2 ที่จุด X06 ของชั้น 4 ในบริเวณด้านขวา ได้ระดับสัญญาณ -75 dBm เป็นระดับสัญญาณที่ยังน่าเป็นห่วงอยู่ เพื่อให้สัญญาณตรงจุดนี้ดีขึ้น โดยทำการเพิ่ม Router เข้าไปในส่วนด้านขวาของชั้น 4 เพื่อที่จะช่วยให้สัญญาณทางด้านขวาของชั้น 4 และด้านล่างขวาของชั้น 3 ดีขึ้น ดังนั้นจำนวน

Router ที่ใช้จะเพิ่มขึ้นมาเป็นชั้นละสองตัว รวมทั้งหมดมี Router 4 ตัว ภายในชั้น 3 และ ชั้น 4 ทำให้ในแต่ละจุดที่ End Device อยู่ภายในชั้น 3 และ ชั้น 4 จะได้รับสัญญาณจากตัว Router อย่างน้อย 3 ตัว

## 6. บทสรุป

เมื่อทำการวิเคราะห์ผลการวัดสัญญาณในแต่ละจุดสามารถสรุปได้ว่าการวางแผนอุปกรณ์ Router เพื่อให้ครอบคลุมพื้นที่แบบไม่ระบุพิกัด และมุ่งเน้นเพียงการสื่อสารจาก End Device มากัง Coordinator เท่านั้นจะใช้อุปกรณ์ Router ชั้นละเพียงหนึ่งตัว โดยสามารถติดตั้งในบริเวณค่อนมาทางด้านหน้าของชั้น 4 และบริเวณค่อนมาทางด้านหลังของชั้น 3 ส่วนในการวางแผน Router เพื่อให้ครอบคลุมพื้นที่แบบระบุพิกัด จำเป็นจะต้องมีการติดตั้ง Router เพิ่มขึ้น เพื่อให้ทุกจุดสามารถมองเห็น Router ได้อย่างน้อย 3 ตัว โดยจากผลการทดลองพบว่าเมื่อมีการวางแผน Router ชั้นละสองตัวจะทำให้ End Device สามารถรับสัญญาณจาก Router ได้อย่างน้อย 3

## 7. เอกสารอ้างอิง

- [1]\*\*David Culler, Deborah Estrin, Mani Srivastava. "Guest Editors' Introduction: Overview of Sensor Networks" IEEE Computer Society officers. (August 2004) : 41-49.
- [2]\* Wireless Mesh Networking. [Online] Available from : <http://www.digi.com/support/supporttype?type=documentation>.
- [3]\*\*วิริยาพร ภัทรกุล และดร.สันติธรรมรัตต์\* "การหาระยะทางในระบบเครือข่ายเซ็นเซอร์ไว้สายโดยใช้ RSSI."\*\* การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ พุทธกาล (2551) : 125-129.
- [4] ภาคร์ ศรีนาวนากาญจน์ และชัชชัย คุณบัว "ระบบระบุตำแหน่งวัสดุภายในอาคารโดยใช้มาตรฐาน IEEE 802.15.4." ECTI-CARD. (พุทธกาล 2552) : 149-154.
- [5] วิริยาพร ภัทรกุล และดร. วรรษรัช.สันติธรรมรัตต์ "การหาระยะทางในระบบเครือข่ายเซ็นเซอร์ไว้สายโดยใช้ RSSI." การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ พุทธกาล (2551) : 125-129.



## การประมวลผลค่าโดยสารบัตร **RFID** ด้วยพิกัด **GPS** Payment Processing of RFID Ticket Using GPS

ประภาศิต ตันติ่องการ<sup>1</sup> พุนศักดิ์ เอื้อคุณเดช<sup>2</sup>  
บุณยฤทธิ์ คงประภีต<sup>3</sup> และ ชัชวาล พิริยะสินศักดิ์<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup>ภาควิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคโนโลยีวิศวกรรม  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

<sup>1</sup> Email : pstk@kmutnb.ac.th

### บทคัดย่อ

การประมวลผลค่าโดยสารบัตร **RFID** ด้วยพิกัด **GPS** มีวัตถุประสงค์เพื่อให้เกิดความสะดวกและยุติธรรมในการโดยสาร ไฟฟ้าหรือรถโดยสารประจำทาง โดยการใช้เทคโนโลยี **RFID** แทนบัตรเงินสด และเทคโนโลยี **GPS** เพื่อระบุตำแหน่งบนพื้นโลก แหงแหน่งตัวเลขใช้สำหรับเลือกราคาค่าโดยสารและเลือกค่าโดยสารรวมที่ใช้บริการในแต่ละครั้ง ใช้โปรแกรมภาษาซีควบคุมการทำงานของ ไมโครคอนโทรลเลอร์ **MCS-51** ใช้โปรแกรม **Delphi 7** ในการจำลองการทำงาน ผลการวิจัยพบว่าสามารถแสดงตำแหน่งของสถานีรถไฟฟ้าหรือรถโดยสารและคิดคำนวณค่าโดยสารได้อย่างถูกต้อง ไม่ว่าจะเป็นการใช้งานขึ้นลงจากสถานีต่างๆ - ทั้งจากการทดสอบใช้งานบนเส้นทางจริงและการทดสอบการทำงานบนโปรแกรม **Delphi 7** และ **Google Earth**

### Abstract

*The study was conducted with an attempt to provide passengers comfort and fairness in making use of public transportation services. RFID tickets replaced cash cards whereas GPS technology would pinpoint determined locations. The amount of fares and fare options were displayed on the keypad panel. Microcontroller MCS-51 was controlled by the C programming and the simulation was operated by Delphi 7 program. As results, locating public transportation stations and calculating the fares could be performed accurately. The tests included operating phases from various stations as well as the experiments on actual and simulated routes.*

**Keyword:** RFID, GPS, Microcontroller, Delphi7 Program, Google Earth Program.

## 1. ບໍລິສັດ

ผู้โดยสารที่เดินทางด้วยรถไฟฟ้าในช่วงเทศกาลหรือช่วงโภ  
เร่งด่วนซึ่งมีผู้ใช้บริการเป็นจำนวนมาก จะต้องเสียเวลาซื้อตั๋ว  
โดยสารทำให้ล่าช้า บางครั้งอาจจะซื้อตั๋วโดยสารน้อยกว่า  
ระยะทางที่เดินทางจริง การตรวจสอบทำได้ยาก ทำให้เกิด  
ความเสียหายต่อผู้ให้บริการ ระบบในปัจจุบันไม่มีการป้องกัน  
ว่าบัตรโดยสารจะต้องลงที่สถานีใด หรือผู้โดยสารที่เดินทาง  
ด้วยรถประจำทางในช่วงเทศกาลสำคัญประจำปีซึ่งมี  
ผู้ใช้บริการอย่างหนาแน่นจะต้องเสียเวลาซื้อตั๋วและบางครั้ง  
อาจจะซื้อตั๋วโดยสารราคาเกินกว่าความเป็นจริงจากผู้อื่น  
งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาการคิดค่าโดยสารได้  
ทุกชนิด โดยใช้ RFID เป็นบัตรโดยสารแบบเติมเงินและ GPS  
เพื่อระบุตำแหน่งของสถานีรถโดยสารตามเส้นทางจริงและยัง  
สามารถคำนวณค่าโดยสารได้ทันที ทำให้เกิดความยุติธรรม  
ทั้งสองฝ่ายคือผู้รับบริการและผู้ให้บริการ ไม่เกิดความล่าช้า  
และเพิ่มความสะดวกสบายในการใช้บริการรถไฟฟ้าหรือ  
รถประจำทางได้ดีขึ้น

## 2. วิธีดำเนินการวิจัย

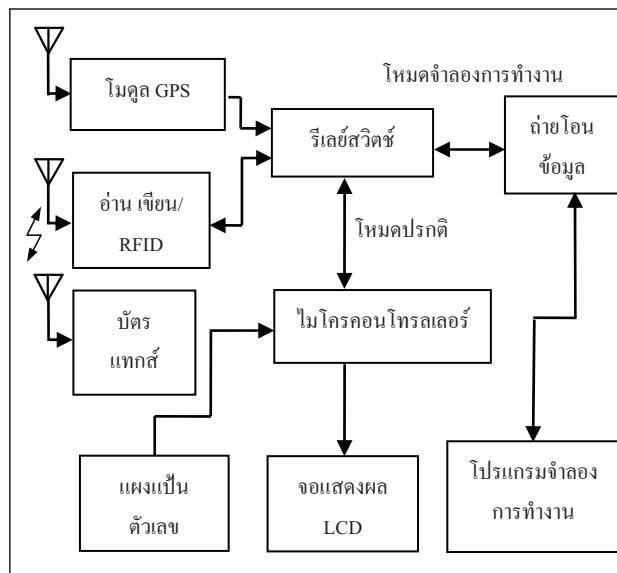
## 2.1 ออกแบบระบบ

จากภาพที่ 1 การทำงานจะแบ่งออกเป็น 2 โหมดคือแบบปกติและแบบจำลองการทำงาน ประมาณผลการทำงานด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 P89V51RD [1] ควบคุมด้วยโปรแกรมภาษาซี [2] และใช้โปรแกรม Delphi 7 [3] เพื่อจำลองการทำงาน เมื่อโ้มดูด GPS[4] รับสัญญาณพิกัดบนพื้นโลก[5] ข้อมูลจะถูกส่งผ่านเรียลไทม์สวิตช์ทำหน้าที่กำหนดการทำงานว่าจะให้มีการทำงานโหมดทำงานปกติหรือโหมดจำลองการทำงาน

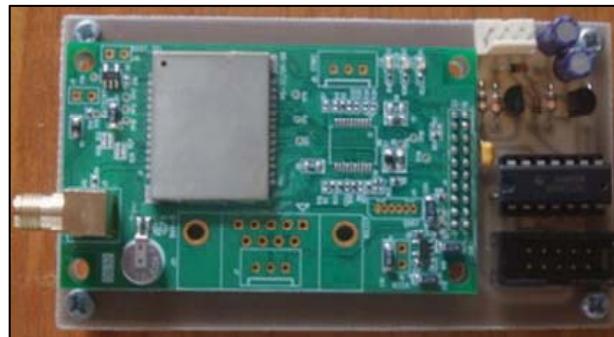
ໂທນົມແບບປົກຕິ ກ່ອນທີ່ສ້າງສູງພານຈະຄູກສ່າງແລະຄວນຄຸມດ້ວຍ  
ໄມໂຄຣຄອນໂທຣລເລອຣ໌ເພື່ອນອກຕາມແນ່ນ່າສະຕິເນີນ ສ່ວນອ່ານ/ເປີຍນ  
RFID ເມື່ອມີການແທກສັນຕິບລືນຄວາມຄືວິທີຢູ່ 13.56 MHz[6]-[7]  
ຈະຮັບ-ສ່າງຂໍ້ມູນລົດ້ວຍວິທີນອດຄູເລຕແລະດືນອດຄູເລຕແບບ ASK  
ຂໍ້ມູນລົດ້ໄທຈະຄູກສ່າງສູງພານອນກຸຽນດີດ້ຕ່ອງກັນໄມໂຄຣ  
ຄອນໂທຣລເລອຣ໌ ສ່ວນແພັນຕົວເລຂະຈະເປັນສ່ວນຂອງໂປຣແກຣມ  
ເລືອກອັດຕາຄ່າໂດຍສາງ ໂດຍຈະສ່າງສ້າງພານລອດຈິກ 1 ຂໍ້ມູນລົດ້ສ່າງຈະ

เป็นเลขฐาน 16 ติดต่อกันในโกรคอนโกรเลอร์และทำการประเมินผลซึ่งการควบคุมการทำงานทั้งหมดจะใช้โปรแกรมภาษาซี สำหรับการแสดงผลจะแสดงผลผ่านหน้าจอ LCD [8]

โหมดจำลองการทำงาน ทุกส่วนจะทำงานคล้ายกับโหมดทำงานแบบปกติ แต่จะเปลี่ยนเป็นการติดต่อสื่อสารและรับ-ส่งข้อมูลระหว่างคอมพิวเตอร์กับไมโครคอนโทรลเลอร์ การควบคุมการติดต่อจะใช้โปรแกรมจำลองการทำงานทำหน้าที่ในการส่งพิกัดตำแหน่งแน่นอน ไมครո GPS ซึ่งข้อมูลที่ได้จะส่งผ่านวงจรถ่ายโอนข้อมูล ทำหน้าที่แปลงข้อมูลที่ส่งให้อยู่ในรูปแบบอนุกรมกับตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยมีวงจรรีเลย์สวิตช์ทำหน้าที่ในการเลือกโหมดการติดต่อสื่อสารเพื่อเลือกการทำงาน ส่วนการติดต่อในส่วนอื่นๆนั้น จะยังคงการติดต่อสื่อสารแบบโหมดปกติ



## ภาพที่ 1 แผนภาพบล็อกระบบการทำงาน



## ภาพที่ 2 ไมโคร GPS Holux GR-83



## 2.2 โมดูล GPS

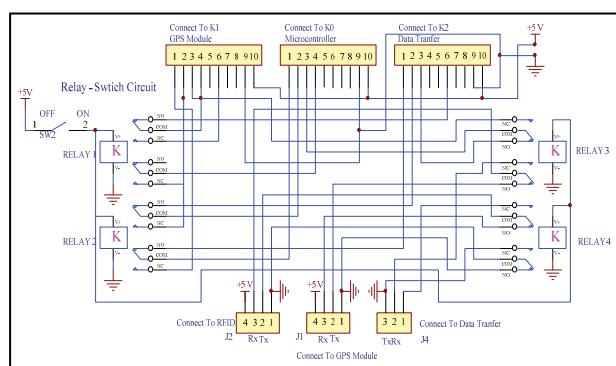
โมดูล GPS ดังภาพที่ 2 ใช้สำหรับรับสัญญาณพิกัดตำแหน่งบนพื้นโลกในการระบุพิกัดเส้นรุ้ง (Latitude) และเส้นแรง (Longitude) สัญญาณที่รับจากโมดูลGPS นั้นจะถูกประมวลผลและควบคุมการทำงานเพื่อยืนยันตำแหน่งของสถานีด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ สายอากาศในการรับสัญญาณ GPS ใช้ความถี่ L1 1575.42+/-10MHz และเป็นสายอากาศแบบแยกทีฟ ชนิด GPS Antenna STR-3



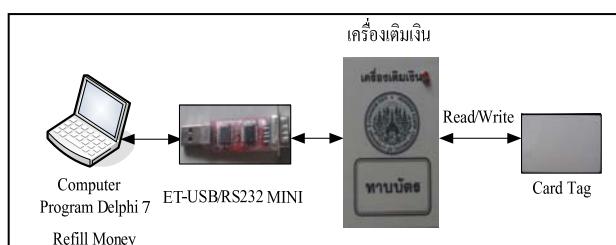
ภาพที่ 3 เครื่องอ่าน/เขียน RFID Mifare 13.56 MHz



ภาพที่ 4 โมดูล LCD



ภาพที่ 5 การเชื่อมต่อวงจรรีเลย์สวิตช์เข้ากับวงจรต่างๆ



ภาพที่ 6 แผนภาพโปรแกรมการเติมเงิน

## 2.6 วงจรถ่ายโอนข้อมูล

วงจรถ่ายโอนข้อมูลสำหรับในการติดต่อสื่อสารข้อมูลในโหมดการทำงานแบบจำลองระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์กับคอมพิวเตอร์ใช้ไอซี 74HCT125N ทำหน้าที่เป็นโลจิกสวิตช์แบบ 3 State ทำงานคู่กับไอซี MAX232 แปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบการสื่อสารอนุกรม ไวติดต่อสื่อสารกับพอร์ตอนุกรมของคอมพิวเตอร์

## 2.7 โมดูล LCD

โมดูล LCD ขนาด 4 บรรทัด 20 ตัวอักษรทำหน้าที่แสดงผลการทำงานของระบบ แสดงดังภาพที่ 4

## 2.8 วงจรรีเลย์สวิตช์

วงจรรีเลย์สวิตช์ทำหน้าที่เปลี่ยนโหมดการทำงานของระบบจากโหมดปกติเป็นโหมดจำลองการทำงาน โดยใช้รีเลย์เป็นตัวเชื่อมต่อ กับวงจรส่วนต่างๆ ประกอบไปด้วยโมดูล GPS เครื่องอ่านบาร์โค้ด RFID ไมโครคอนโทรลเลอร์ และวงจรถ่ายโอนข้อมูล แสดงดังภาพที่ 5

## 2.9 โปรแกรมเติมเงิน

โปรแกรมเติมเงินเขียนจากโปรแกรม Delphi 7 มีการออกแบบให้สามารถอ่านบัตรและเขียนบัตรเติมเงินและตรวจสอบเงินในบัตรและสามารถเติมเงินได้สูงสุด 999 บาท พร้อมกับระบบหักเงินจากเงินมัดจำบัตร 100 บาทเมื่อค่าโดยสารเกินวงเงินที่เติม แสดงดังภาพที่ 6

## 2.10 โปรแกรมจำลองการทำงาน

การออกแบบและสร้างโปรแกรมจำลองการทำงานสร้างขึ้นเพื่อทดสอบการทำงานของระบบ โดยใช้หลักการให้โปรแกรมจำลองทำการส่งค่าพิกัดตำแหน่งสัมภาระ ให้ระบบติดต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ทำการประมวลผล ให้สามารถทำการคิดเงินค่าโดยสารแทนการอุปถัมภ์ที่จริงได้ แสดงดังภาพที่ 7

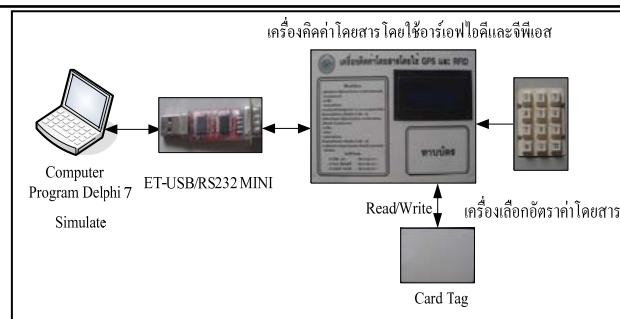
## 3. ผลการวิจัย

### 3.1 การทดสอบพิกัด

การทดสอบรับค่าพิกัดสัมภาระ แลกเปลี่ยนตำแหน่งทางภัยในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ (มจพ.) แบ่งออกเป็น 7 สถานี ดังตารางที่ 1 และเปรียบเทียบกับค่าพิกัดที่อ่านได้กับโปรแกรม Google Earth ดังภาพที่ 8 ผลการทดสอบตำแหน่งทั้ง 7 สถานีสามารถรับสัญญาณ GPS เพื่อระบุตำแหน่งได้อย่างถูกต้อง

### 3.2 ทดสอบการเติมเงิน คิดค่าโดยสารและสถานะการขึ้น-ลง

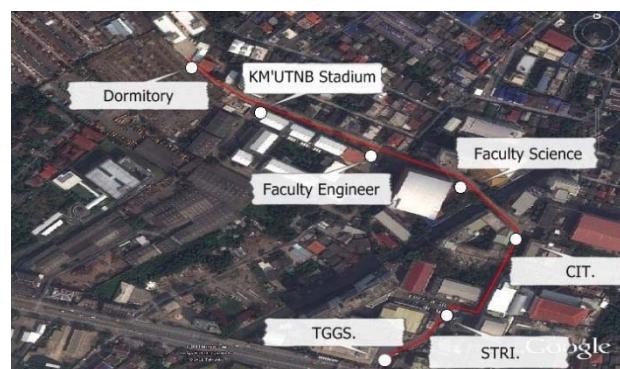
เมื่อวัดระยะทางได้ดังตารางที่ 2 และคำนวณค่าโดยสารเพื่อความสะดวกของคิดเป็นหน่วยบาท ดังตารางที่ 3 การทดสอบ



ภาพที่ 7 แผนภาพโปรแกรมจำลองการทำงาน

ตารางที่ 1 ค่าพิกัดของสถานีโดยสารใน มจพ.

ตำแหน่งสถานี รถประจำทาง	เส้นรุ้ง (Latitude)	เส้นแบ่ง (Longitude)
1. TGGS	13°49'13.39	100°30'85.52
2. STRI	13°49'15.65	100°30'90.79
3. CIT	13°49'23.32	100°30'93.97
4. Faculty of Science	13°49'27.99	100°30'89.80
5. Faculty of Eng.	13°49'29.94	100°30'85.59
6. Stadium	13°49'34.42	100°30'77.45
7. Dormitory	13°49'38.99	100°30'74.00



ภาพที่ 8 แผนภาพทางอากาศจากโปรแกรม Google Earth

การคิดค่าโดยสารและสถานะการขึ้น-ลง โดยการเติมเงิน 400 บาทในบัตร RFID และเดินทางไปตามสถานีต่างๆ เพื่อทดสอบความถูกต้องของระบบในโหมดปกติ

จากภาพที่ 9 ก) เริ่มที่สถานี TGGS สถานะขึ้น มีเงิน 400 บาท ข) มาลงที่สถานี FS ค่าโดยสาร 192 บาทจึงเหลือเงิน 208 บาท สถานะลง (ค) จากนั้นขึ้นที่สถานี FS สถานะขึ้น มีเงิน 208 บาท (ง) มาลงที่สถานี KMUTNB Stadium ค่าโดยสาร 133 บาทจึงเหลือเงิน 75 บาทสถานะลง (จ) จากนั้นขึ้นที่สถานี



KMUTNB Stadium สถานะขึ้น มีเงิน 75 บาท (ฉบับ) ถ้าต้องการเดินทางต่อไปยังสถานานี้อีกแต่เหลือเงินไม่พอ กับค่าโดยสารจะปรากฏข้อความว่า “Credits not enough”

### 3.3 ทดสอบด้วยโปรแกรมจำลองการทำงาน

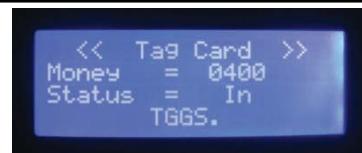
โปรแกรมจำลองการทำงาน เป็นโปรแกรมการคิดค่าโดยสารโดยไม่ต้องรับสัญญาณ GPS ซึ่งจะทำให้สะดวกในการทดสอบคิดค่าโดยสารและการทำงานของตัวเครื่องด้วย ซึ่งโปรแกรมจำลองการทำงานมีหน้าต่างการทำงานและสถานะการทำงานแต่ละปุ่มบนโปรแกรม ดังภาพที่ 10 การทดสอบด้วยโปรแกรมจำลองการทำงานมีลักษณะการทำงานคล้ายกันกับโหมดปกติคือทดสอบด้านความสามารถในการคิดค่าโดยสาร และสถานการณ์ขึ้น-ลง โดยให้โปรแกรมทำการส่งพิกัดเส้นรุ้งและเส้นทางให้กับตัวเครื่องเพื่อสมมติว่าเป็นสถานีต้นทางและสถานีปลายทาง ทดสอบด้วยการเติมเงิน 900 บาท ในบัตร RFID ผลการทดสอบแสดง ดังภาพที่ 11 (ก)-(จ) ซึ่งไม่แตกต่างจากการทำงานในโหมดปกติ

ตารางที่ 2 ระยะทางระหว่างสถานีโดยสารใน นจพ.

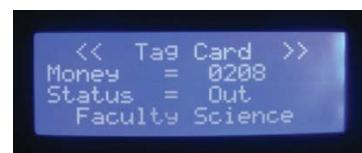
ระยะทาง (เมตร)	TGGS	STRI	CIT	FS	FE	Stadium	Dormitory
TGGS	0	105.70	255.80	354.49	464.90	601.71	719.95
STRI	105.70	0	150.10	248.79	359.20	496.01	614.25
CIT	255.80	150.10	0	98.69	209.10	345.91	464.15
FS	354.49	248.79	98.69	0	110.41	247.22	365.46
FE	464.90	359.20	209.10	110.41	0	136.81	255.05
Stadium	601.71	496.01	345.91	247.22	136.81	0	118.24
Dormitory	719.95	614.25	464.15	365.46	255.05	118.24	0

ตารางที่ 3 อัตราค่าโดยสารระหว่างสถานีรถโดยสารใน นจพ.

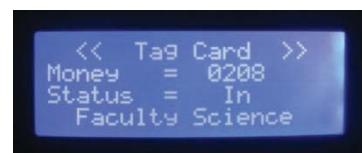
ค่าโดยสาร (บาท)	TGGS	STRI	CIT	FS	FE	Stadium	Dormitory
GS	0	63	138	192	251	325	389
RI	63	0	75	129	188	262	326
CIT	138	75	0	54	113	187	251
FS	192	129	54	0	59	133	197
FE	251	188	113	59	0	74	138
Stadium	325	262	187	133	74	0	64
Dormitory	389	326	251	197	138	64	0



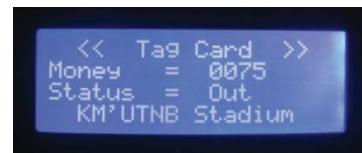
(ก)



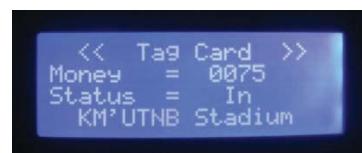
(ก)



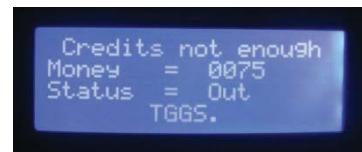
(ก)



(ก)

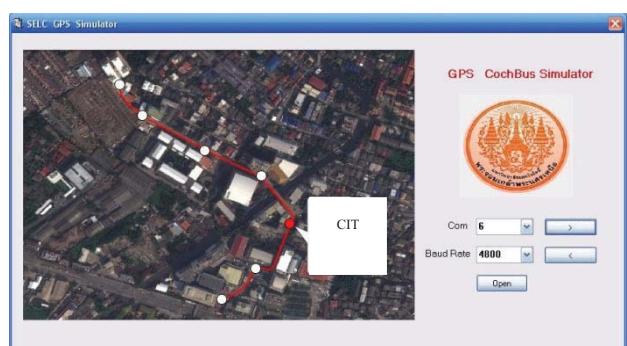


(ก)

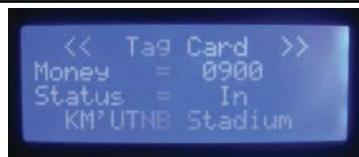


(ก)

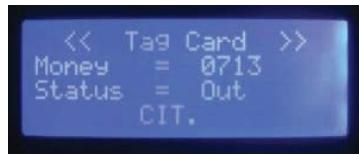
ภาพที่ 9 ทดสอบการคิดค่าโดยสาร สถานะการขึ้น-ลงของแต่ละสถานี



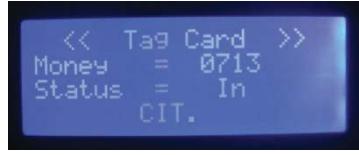
ภาพที่ 10 ตัวอย่างหน้าจอโปรแกรมจำลองการทำงาน



(ก)



(ก)



(ก)



(ก)

ภาพที่ 11 หน้าจอแสดงจำนวนเงิน สถานการณ์ขึ้นลงของแต่ละสถานี



ภาพที่ 12 เครื่องคิดค่าโดยสารโดยใช้ GPS และ RFID

#### 4. สรุป

การประมวลผลค่าโดยสารบัตร RFID ด้วยพิกัด GPS สามารถบุพิกัดตำแหน่งสถานีต่างๆ ได้ถูกต้อง คำนวณค่าโดยสาร ของสถานะการขึ้น-ลง ตรวจสอบยอดเงินรวมของ การโดยสาร ได้เมื่อโปรแกรมเติมเงินและระบบหักเงินค่าโดยสาร

จากเงินมัดจำบัตรกรณีที่ผู้โดยสารใช้บริการเกินระยะทาง ได้ และโปรแกรมจำลองการทำงาน สามารถทำงานได้เสมือนจริง โดยไม่จำเป็นต้องออกไปสถานที่จริงแต่ต้องใส่พิกัดสถานที่และเส้นทาง ให้กับโปรแกรม ผลการวิจัยนี้ทำให้เกิดความ สะดวกสบายแก่ผู้โดยสารแบบเป็นเที่ยวไม่ใช่ตัวเดือน ช่วย ป้องกันการโดยสารเกินกว่าระยะทางที่ซื้อทำให้เกิดความ ยุติธรรมกับทั้งสองฝ่าย ภาพที่ 12 เป็นรูปเครื่องคิดค่าโดยสาร ใช้ GPS และ RFID ซึ่งใช้ในการประมวลผลค่าโดยสารบัตร RFID ด้วยพิกัด GPS

#### 5. กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณวิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือที่ได้ให้ โอกาสและทุนสนับสนุนในการทำวิจัยนี้สำเร็จด้วยดี

#### 6. เอกสารอ้างอิง

- [1] ดอนสัน ปงพาณ, ทิพวัลย์ นำนอง. “ไมโครคอนโทรลเลอร์และ การประยุกต์ใช้ทำงาน.” กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี ไทย-ญี่ปุ่น, 2550.
- [2] ประภาพร ช่างไม้. “คู่มือเขียนโปรแกรมภาษาซี” นนทบุรี : ไอเดียชีวนิฟ คิสท์บิวเตอร์เซ็นเตอร์, 2551.
- [3] สังฆะ จั้วสุรุ่งวีร์. “เริ่มต้นอย่างมืออาชีพ ด้วย Delphi 7 ฉบับสมบูรณ์” นนทบุรี : ไอเดียชีวนิฟ คิสท์บิวเตอร์เซ็นเตอร์, 2547.
- [4] Holux GR-83 GPS Receiver [cited July,3 2011] available from: [http://www.holux.com/JCore/en/products\\_products\\_content.jsp?pn=270](http://www.holux.com/JCore/en/products_products_content.jsp?pn=270)
- [5] สมภพ ภูริวิกรังส์.“การระบุตำแหน่งดาวเทียมด้วยจีพีเอสนำ ร่อง” สุนิชชาดาวเทียมไทยพัฒ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี มหาสารคาม, 2550.
- [6] HF RFID Mifare Read/Write Module SL025B [cited July, 3 2011] Available from : <http://www.stronglink.cn/english/sl025B.htm>
- [7] ประลักษณ์ พิมพุฒิ และ ไพรัตน์ ไวยนิชกิจ. “เทคโนโลยี RFID” กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ดอกหญ้ากรีป, 2549.
- [8] ข้อมูลของ LCD [cited January,20 2012]. Available from : <http://www.es.co.th/Schematic/PDF/BC1602.pdf>
- [9] Calculate distance, bearing and more between two latitude/longitude points. [cited January,20 2012]. Available from : <http://www.ig.utexas.edu/outreach/googleearth/latlong.html>



## การปรับเสียงอัตโนมัติในโทรศัพท์สำหรับผู้สูงอายุมีความบกพร่องทางการได้ยิน Automatic tuning device for those with hearing impairment

ปิติวัฒน์ จุลเกย์นศักดิ์ และ วชิรศักดิ์ วนิชชา

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี  
สาขาวิชาวิศวกรรมซอฟต์แวร์ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

Email : [j.pitiwat@gmail.com](mailto:j.pitiwat@gmail.com), [vachee@sit.kmutt.ac.th](mailto:vachee@sit.kmutt.ac.th)

### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ศึกษาเกี่ยวกับการศึกษาการปฏิสัมพันธ์ของผู้สูงอายุที่มีปัญหาการได้ยินเสียง ไม่ชัดเจน และนำมารวิเคราะห์เพื่อสร้างมาตรฐานในการสั่งงานด้วยระดับของเสียง โดยมีการสร้างซอฟต์แวร์ต้นแบบเป็นซอฟต์ไฟฟ์ (Soft Phone) เพื่อใช้ในการทดสอบ และวิเคราะห์หาข้อมูล โดยมีการนำหลักการของ GOMS มาใช้ในการพัฒนาซอฟต์แวร์ต้นแบบเพื่อให้สามารถตอบสนองและบรรเทาปัญหาด้านการได้ยินของผู้สูงอายุ ได้ โดยมีการทดลองนำซอฟต์แวร์ที่พัฒนาไปให้ผู้ใช้ทดลองใช้และสัมภาษณ์ผู้ใช้โดยใช้แบบสอบถามเพื่อให้ได้ผลการทดลองจากความพึงพอใจของผู้ใช้ ซึ่งผลการทดลองแสดงผลความพึงพอใจในการสั่งงานด้วยระดับเสียง pragmatics ให้เห็นว่าการสั่งงานทำได้ถูกต้องและตอบสนองผู้ใช้ได้อย่างดีแต่ยังมีข้อด้อยในเรื่องของการสั่งงานด้วยระดับเสียงที่เบาลง งานวิจัยนี้เป็นการสร้างรูปแบบการสั่งงานและเป็นแนวทางในการพัฒนาซอฟต์แวร์ในการตอบสนองความต้องการรูปแบบอื่นต่อไป

**คำสำคัญ:** ผู้สูงอายุ ซอฟต์ไฟฟ์ GOMS

### Abstract

*This research studies on the interactive ability of the elder who has hearing impairment dilemma. A softphone was developed as a prototype to evaluate the concept of using the voice level to dominate the speaker volume. The principles of GOMS were used to evaluate the prototype software In the experiment. The prototype softphone was tested by the real subjects and aggregate the information using interview and questionnaire. The result of the experiment was analyzed using GOMS technique. The results show the users' satisfaction of new interactive method using voice level control. However, the evaluation shows the relative high error rate in the volume down control. This research can be a guideline to develop the new method of the interaction using voice level.*

**Keyword:** Elder People Softphone GOMS

## 1. บทนำ

การทำงานในชีวิตประจำวันในขณะนี้มีการนำเทคโนโลยีมาใช้มากขึ้นเพื่อตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งานและทำให้ชีวิตมีความสะดวกสบายมากยิ่งขึ้น ทางผู้วิจัยมีความสนใจถึงปัญหาการได้ยินเสียงไม่ชัดเจนของผู้สูงอายุ หรือ อาการที่เรียกโดยทั่วไปว่า “ชูดีง” จึงได้พัฒนาระบบซอฟต์แวร์โทรศัพท์ผ่านเครือข่ายไอพีเพื่ออบรมเทาปัญหาด้านการได้ยินของผู้สูงอายุดังกล่าว ผู้วิจัยได้มีการศึกษาวิเคราะห์เกี่ยวกับรูปแบบการปฏิสัมพันธ์ของผู้ใช้ร่วมกับการใช้งานโทรศัพท์เพื่อปรับปรุงการได้ยินเสียง และได้พัฒนาซอฟต์แวร์ต้นแบบเพื่อใช้ในการศึกษาการปฏิสัมพันธ์ และนำมาวิเคราะห์เพื่อสร้างมาตรฐานในการสั่งงานด้วยระดับของเสียง

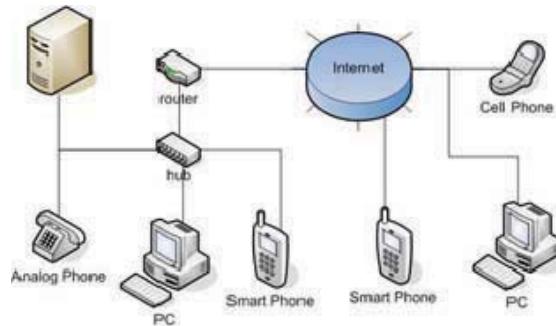
### 1.1 ทฤษฎีการสื่อสารกันระหว่างมนุษย์

ในการติดต่อสื่อสารของมนุษย์ การพูดกันระหว่างบุคคลสองฝ่าย ซึ่งเป็นการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นต่างๆ จะมีการแสดงอารมณ์หรือสิ่งที่ผู้พูดคิดในน้ำเสียง และอาจจะมีท่าทางประกอนเพื่อให้ผู้ฟังเข้าใจ[1]

ในการงานวิจัยครั้งนี้เราได้ศึกษาเรื่องของการสื่อสารกันระหว่างมนุษย์ผ่านทางซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการสื่อสารในลักษณะของโทรศัพท์หรือซอฟต์โฟน (Soft phone) โดยได้ศึกษาลักษณะการพูด ในกรณีที่ผู้ฟังได้ฟังจากผู้พูดและได้ยินเสียงไม่ชัดเจนหรือไม่ได้ยิน ผู้ฟังจะพูดคำอุทานหรือคำที่แสดงให้ผู้พูดรับรู้ว่าผู้ฟังนั้นได้ยินไม่ชัดเจนหรือไม่ได้ยินด้วยระดับเสียงของผู้พูดที่ดังขึ้น เพื่อให้ผู้พูดนั้นรับรู้ว่าผู้ฟังได้ยินไม่ชัดเจนหรือไม่ได้ยินเพื่อให้ผู้พูด พูดอีกรอบและให้เสียงที่ชัดเจนขึ้น

### 1.2 Voice over IP

ซอฟต์แวร์ VoIP เป็นซอฟต์แวร์ที่ใช้สำหรับการสื่อสารทางเสียงผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต หรือ โทรศัพท์อิเล็กทรอนิกส์ ที่ใช้อินเทอร์เน็ต โทรศัพท์อัลตราดิจิตอล สัญญาณเสียงจะถูกตัดแบ่งเป็นแพ็คเก็ตวิ่งผ่านไปบนโทรศัพท์ที่ใช้สำหรับการสื่อสารข้อมูลทั่วไป แทนการใช้งานเดิมตามวิธีการสื่อสารในระบบโทรศัพท์แบบดั้งเดิม [2]



ภาพที่ 1 : ลักษณะการเชื่อมต่อของ VoIP

จากรูปภาพแสดงการเชื่อมต่อการทำงานของ VoIP โดยมีการเรียกการเชื่อมต่อผ่าน Sip Server ใช้งาน Sip Protocol จากนั้นส่งออก Internet เพื่อติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอก

### 1.3 GOMS

GOMS เป็นเทคโนโลยีที่ใช้ในการประยุกต์การทำงานของ Human - Computer Interactive (HCI) สำหรับการสร้างมาตรฐานในการใช้งานซอฟต์แวร์เพื่อให้ผู้ใช้สามารถใช้งานได้ง่ายขึ้น โดยยึดหลักตามวัตถุประสงค์ ได้แก่

- Goals คือ เป้าหมาย
  - Operators คือ การกระทำที่เกิดขึ้น
  - Methods คือ วิธีการที่ใช้
  - Selection Rules คือ การเลือกวิธีที่ใช้
- โดยหลักการแล้วจะนำตัวแปรทั้ง 4 มาประยุกต์เพื่อให้วิธีการที่ทำให้ User สามารถใช้งานได้อย่างสะดวก [3]

### 2. การออกแบบและสถาปัตยกรรมของซอฟต์โฟนการสั่งงานด้วยระดับเสียง

การวิเคราะห์ปฏิสัมพันธ์ของผู้ใช้นั้นจำเป็นต้องมีการสร้างซอฟต์แวร์ต้นแบบเพื่อใช้ในการทดสอบและนำข้อมูลมาใช้สำหรับการสร้างมาตรฐานในการสั่งงานด้วยระดับของเสียง



```

Set SoundLevel[10]
Set counter = 0, limit = 10, UpCompareVolume = 0,
DownCompareVolume = 0
Input AverageSoundLevel
For counter >= limit; counter++
{
If SoundLevel[counter] > AverageSoundLevel then
{
    UpCompareVolume = UpCompareVolume + 1
}
If SoundLevel[counter] < AverageSoundLevel then
{
    DownCompareVolume =
DownCompareVolume + 1
}
}

```

ภาพที่ 2 : อัลกอริทึมของการสั่งงานด้วยระดับเสียง

จากรูปภาพแสดงอัลกอริทึมของการสั่งงานด้วยระดับเสียง โดยมีการกำหนดค่าให้ตัวแปรต่างๆ มีค่าดังนี้

- AverageSoundLevel ค่ากลางของระดับความดังเสียงที่เก็บได้จาก ข้อมูล 5 วินาทีแรกของการสื่อสาร

- SoundLevel คือ เซตของระดับความดังของ sample เสียง ที่เลือกมาจำนวน 10 ค่า ทุกๆ 10 มิลลิวินาที

- Counter คือ ตัวนับที่ใช้ในการเปรียบเทียบค่าในเซต

- Limit คือ ค่าที่ใช้เปรียบเทียบการนับค่าในเซต

- UpCompareVolume คือ ตัวนับที่ได้จากการเปรียบเทียบ ค่าความดังของเสียงที่มากกว่าค่ากลางของระดับความดังเสียงที่เก็บได้จาก ข้อมูล 5 วินาทีแรก

- DownCompareVolume คือ ตัวนับที่ได้จากการ เปรียบเทียบค่าความดังของเสียงที่น้อยกว่าค่ากลางของระดับ ความดังเสียงที่เก็บได้จาก ข้อมูล 5 วินาทีแรก

โดยการทำงานจะเริ่มต้นจากการนำเสียงที่ผ่านมาในโทรศัพท์ มาประมวลผลให้ได้ค่าความดังของเสียง เพื่อบันทึกลงเซตของ ความดังของเสียง จากนั้นจะมีการเปรียบเทียบค่ากับค่ากลาง ของเสียงพุดปักติของผู้ใช้ โดยเปรียบเทียบค่าในเซตว่ามีระดับ ความดังที่มากกว่าหรือน้อยกว่าค่ากลาง

### 3. พัฒนาการทำงานของซอฟท์แวร์

ซอฟท์แวร์ต้นแบบชื่อเป็นซอฟท์ไฟฟ้า (Soft Phone) มี ความสามารถในการปรับระดับความดังของลำโพงได้ตามการ สั่งงานด้วยระดับเสียง ซึ่งทำงานเมื่อเกิดเสียงจากผู้ใช้พูด โดย

นำเสียงที่ได้ไปประมวลผลหาค่ากลางเพื่อใช้ในการ เปรียบเทียบสำหรับการปรับระดับเสียงของซอฟท์ไฟฟ้า (1)

$$V_i = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N V_k \quad (1)$$

เมื่อ

N คือจำนวน samples เสียงทั้งหมดใน 5 วินาทีแรก

Vi คือค่ากลางของระดับความดังเสียงที่เก็บได้จาก ข้อมูล 5 วินาทีแรกของการสื่อสาร

V<sub>k</sub> คือข้อมูลระดับเสียงจาก sample ทั้งหมดที่เก็บได้จาก 5 วินาทีแรก

จากนั้นมีการนำเสียงที่ผู้ใช้มาประมวลผลหาค่าความดัง ทุกๆ 100 มิลลิวินาที เพื่อนำค่าความดังของเสียงบันทึกลงเซต ค่าความดังของเสียง โดยใช้ค่าตัวอ่อนในเซตค่าความดังของ เสียง จำนวน 10 ค่า เพื่อนำไปเปรียบเทียบกับค่ากลางของ เสียงพูดปักติของผู้ใช้ และนับจำนวนค่าที่เปรียบเทียบแล้วเป็น จริง เพื่อนำไปใช้สั่งงานระดับเสียงของลำโพง

```

Set SoundLevel[10]
Set counter = 0, limit = 10, UpCompareVolume = 0,
DownCompareVolume = 0
Input AverageSoundLevel
For counter >= limit; counter++
{
If SoundLevel[counter] > AverageSoundLevel then
{
    UpCompareVolume = UpCompareVolume + 1
}
If SoundLevel[counter] < AverageSoundLevel then
{
    DownCompareVolume =
DownCompareVolume + 1
}
}
If UpCompareVolume >= 6 then
{
    SpeakerVolume = SpeakerVolume + 5
}
If DownCompareVolume >= 6 then
{
    SpeakerVolume = SpeakerVolume - 5
}

```

ภาพที่ 3 : อัลกอริทึมของการสั่งงานลำโพงผ่านด้วยการสั่งงาน ด้วยระดับเสียง

เมื่อ

AverageSoundLevel ค่ากลางของระดับความดังเสียงที่เก็บได้จาก ข้อมูล 5 วินาทีแรกของการสื่อสาร

SoundLevel คือ เซตของระดับความดังของ sample เสียงที่เลือกมาจำนวน 10 ค่า ทุกๆ 10 มิลลิวินาที

Counter คือ ตัวนับที่ใช้ในการเปรียบเทียบค่าในเซต

Limit คือ ค่าที่ใช้เปรียบเทียบการนับค่าในเซต

UpCompareVolume คือ ตัวนับที่ได้จากการเปรียบเทียบค่าความดังของเสียงที่มากกว่าค่ากลางของระดับความดังเสียงที่เก็บได้จาก ข้อมูล 5 วินาทีแรก

DownCompareVolume คือ ตัวนับที่ได้จากการเปรียบเทียบค่าความดังของเสียงที่น้อยกว่าค่ากลางของระดับความดังเสียงที่เก็บได้จาก ข้อมูล 5 วินาทีแรก

SpeakerVolume คือ ระดับความดังของลำโพง

#### 4. ผลการทดลอง

ในงานวิจัยนี้เราได้ใช้หลักการของ GOMS ในการวิเคราะห์แนวคิดและพัฒนาโปรแกรมต้นแบบสำหรับใช้ในการสำรวจความพึงพอใจจากผู้ใช้เพื่อนำไปวิเคราะห์ผลการทดลองและข้อสรุปการปฏิสัมพันธ์ของผู้สูงอายุที่มีปัญหาทางการได้ยิน โดยมีการกำหนด GOMS ดังนี้

Goals => การสั่งงานให้เสียงของลำโพงดังขึ้นหรือเบาลง

Operators => เสียงพูดจากผู้ใช้ที่ผ่านโปรแกรมต้นแบบ

Methods => เปรียบเทียบค่าของเสียงในเงื่อนไขที่ได้จาก การคำนวณในสมการ เพื่อตัดสินใจในการสั่งงานลำโพง

Selection Rules => การกำหนดค่าตัวแปรต่างๆ เพื่อใช้สำหรับการสั่งงาน มีการกำหนดค่าตัวแปรต่างที่ใช้ดังนี้

- จำนวน Sample Rate และสมาชิกในเซตค่าความดังของเสียง
- จำนวนที่ใช้ในการเปรียบเทียบในการสั่งงาน

##### 4.1 การวิเคราะห์ค่าตัวแปรต่างๆ ในการสร้างโปรแกรม ต้นแบบ

จากการวิเคราะห์ข้อมูลโดยศึกษาและทดลอง การทำงาน ต้องมีการประมวลผลในระดับมิลลิวินาที โดยแบ่งการทดลอง เป็นช่วงการทำงานและมีผลในการประมวลผลเพื่อให้ได้การ สั่งงาน

ตารางที่ 1 การเปรียบเทียบความถี่ในการประมวลผลเสียงและ จำนวนสมาชิกของเซตค่าความดังของเสียง

Sample Rate (milliseconds)	สมาชิกเซตค่าความดังของเสียง	Processing Time (milliseconds)
10	10	116
10	20	134
50	10	81
50	20	94
<b>100</b>	<b>10</b>	<b>54</b>
100	20	68

จากการที่ 1 การกำหนดความถี่ในการประมวลผล จำนวน สมาชิกเซตค่าความดังของเสียงและเวลาในการประมวล ต้องมี ความสอดคล้องและสามารถทำงานได้อย่างรวดเร็ว โดยต้องใช้ เวลาในการประมวลน้อยกว่าความถี่ในการประมวลผล โดยให้ ค่าความถี่ในการประมวลที่ 10, 50, 100 มิลลิวินาที เนื่องจากถ้า มีการกำหนดค่ามากกว่า 100 มิลลิวินาทีจะไม่สามารถทำงาน ได้ทันต่อความต้องการ จากการทดลองและสังเกตพบว่าการใช้ ความถี่ในการประมวลผลที่ 100 มิลลิวินาทีและสมาชิกเซตค่า ความดังของเสียง 10 ค่า จะใช้เวลาในการประมวลผลที่ 54 มิลลิวินาที เป็นเวลาที่น้อยกว่าความถี่ในการประมวลและใช้เวลา น้อยที่สุด

ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบการสั่งงานการปรับระดับเสียงลำโพง

การสั่งงาน (milliseconds)	Delay (milliseconds)	การตอบสนอง (milliseconds)
100	94	86
250	74	77
<b>500</b>	<b>51</b>	<b>91</b>
750	46	114
1000	37	134

จากการที่ 2 การสั่งงานการปรับระดับเสียงลำโพงนั้น การสั่งงานให้ความถี่ที่ 100, 250, 500, 750, 1000 มิลลิวินาที เนื่องจากถ้าใช้เวลามากกว่านี้จะสั่งงานไม่ทันต่อความต้องการ โดยการสั่งงานต้องใช้เวลา delay น้อยที่สุดและมีการตอบสนอง ที่เร็วที่สุดเพื่อให้สามารถทำงานและตอบสนองได้อย่างถูกต้อง



จากการทดลองและสังเกตพบว่าการใช้ความที่ในการสั่งงานที่ 500 มิลลิวินาทีจะทำงานมี delay น้อยและตอบสนองได้เร็วตามความต้องการของการใช้งานเนื่องจากตัวซอฟท์ไฟฟ์จะทำงานแบบเรียลไทม์

จากการวิเคราะห์ข้อมูลและตัวแปรในการทำงานของระบบนำข้อมูลมาพัฒนาโปรแกรมต้นแบบโดยใช้ PJ SIP เป็น Framework สำหรับการพัฒนาซอฟท์ไฟฟ์ [4] และใช้ Microsoft.DirectX.DirectSound สำหรับการประมวลผลเสียง [5] โดยพัฒนาโปรแกรมต้นแบบในภาษา C# และได้โปรแกรมต้นแบบเพื่อใช้ในการสัมภาษณ์และวิเคราะห์ผลในงานวิจัย

#### 4.2 การวิเคราะห์ความพึงพอใจของผู้ใช้กับโปรแกรมต้นแบบ

##### จากการทดลอง

จากการสัมภาษณ์ผู้ใช้โดยมีการสอนวิธีใช้งานโปรแกรมต้นแบบให้กับผู้ใช้ ก่อนการทดสอบและสัมภาษณ์ผลการทดลองใช้โปรแกรมต้นแบบ โดยมีกลุ่มผู้ใช้ที่มีอายุระหว่าง 51 – 65 ปี จำนวน 30 คนและนำค่าจากการแบบสอบถามที่ใช้ในการสัมภาษณ์โดยมีการนำค่าทางสถิติมาใช้เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อให้ได้ผลการทดลอง

$$\bar{x} = \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^n x_i \quad (2)$$

เมื่อ

N คือ จำนวนการสำรวจข้อมูล

X<sub>i</sub> คือ ค่าคะแนนที่ได้จากการสำรวจ

$\bar{x}$  ค่าเฉลี่ยที่ได้จากการสำรวจ

#### ตารางที่ 3 การวิเคราะห์ความพึงพอใจของผู้ใช้กับโปรแกรม

##### ต้นแบบจากการทดลอง

หัวข้อ	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
เมื่อผู้พูด พูดเสียงที่ดังขึ้นเพื่อสั่งงาน แล้วลำโพงดังขึ้นถูกต้อง	4.60	0.56
เมื่อผู้พูด พูดเสียงที่ดังขึ้นเพื่อสั่งงาน แล้วลำโพงดังขึ้นตามที่ต้องการ	4.53	0.57
เมื่อผู้พูด พูดเสียงที่บาล์ฟเพื่อสั่งงาน แล้วลำโพงบาล์ฟถูกต้อง	3.63	0.72

เมื่อผู้พูด พูดเสียงที่บาล์ฟเพื่อสั่งงาน แล้วลำโพงบาล์ฟเพื่อสั่งงานที่ถูกต้อง	3.33	0.80
เมื่อผู้พูดสั่งงานด้วยระดับเสียง หน้าจอแสดงผลระดับของลำโพงและข้อความเดือน ตรงตามการสั่งงาน	4.07	0.45
เมื่อผู้พูดสั่งงานด้วยระดับเสียง หน้าจอแสดงผลระดับของลำโพงและข้อความเดือน ได้ถูกต้อง	4.2	0.61
ระบบโดยรวมมีความสมบูรณ์ สามารถสั่งงานได้ถูกต้องและตรงตามความต้องการของผู้ใช้	4.2	0.66

จากตารางที่ 3 มีการวิเคราะห์ข้อมูล 2 ลักษณะ ได้แก่ ค่าเฉลี่ยเพื่อแสดงค่ากลางของคะแนนที่ได้จากการสัมภาษณ์ และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเพื่อแสดงความแปรผันของข้อมูลในการให้คะแนนของผู้ใช้ โดยแบ่งระดับคะแนนในการเห็นด้วย กับหัวข้อในแบบสัมภาษณ์ เป็น 5 ระดับ ได้แก่

5 คะแนน => เห็นด้วยมากที่สุด

4 คะแนน => เห็นด้วยมาก

3 คะแนน => เห็นด้วยปานกลาง

2 คะแนน => เห็นด้วยน้อย

1 คะแนน => เห็นด้วยน้อยที่สุด

ผลจากการวิเคราะห์ผลจากข้อมูล โดย ระบบโดยรวม มีความสมบูรณ์ สามารถสั่งงานได้ถูกต้องและตรงตามความต้องการของผู้ใช้ มีผลจากการสัมภาษณ์โดยค่าเฉลี่ยที่ 4.2 และค่าเบี่ยงเบนที่ 0.66 แสดงให้เห็นว่า โดยรวมระบบสามารถทำงานได้ถูกต้อง ตรงตามความต้องการของผู้ใช้จากค่าเฉลี่ย และมีความถูกต้องมากจากการค่าเบี่ยงเบน

ผลจากการการวิเคราะห์ข้อมูลการสั่งงานให้ลำโพงดังขึ้น มี ในการนี้เมื่อผู้พูด พูดเสียงที่ดังขึ้นเพื่อสั่งงาน แล้วลำโพงดังขึ้นถูกต้องโดยค่าเฉลี่ยที่ 4.6 และค่าเบี่ยงเบนที่ 0.56 และเมื่อผู้พูด พูดเสียงที่ดังขึ้นเพื่อสั่งงาน แล้วลำโพงดังขึ้นตามที่ต้องการโดยค่าเฉลี่ยที่ 4.53 และค่าเบี่ยงเบนที่ 0.57 แสดงให้เห็นว่าการสั่งงานให้ลำโพงดังขึ้น มีความถูกต้องจากค่าเฉลี่ย และมีความถูกต้องมากจากการค่าเบี่ยงเบน

อย่างไรก็ตามค่าเฉลี่ยของการสั่งงานให้คำ多项เบaltung นั้นความถูกต้องของการสั่งงานมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.63 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ 0.72 และการสั่งงานตามความต้องการของผู้ใช้มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.33 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ 0.80 ซึ่งทำให้เห็นว่า การสั่งงานให้คำ多项เบaltung นั้นยังต้องมีการปรับปรุงให้สามารถใช้งานได้อย่างถูกต้องมากขึ้น เนื่องจากการสั่งงานยังมีการเปรียบเทียบค่าหรือจำนวนค่าในการนำมาเปรียบเทียบ ยังมีการกำหนดค่าที่ยังไม่สามารถทำงานได้ถูกต้องตามความต้องการของผู้ใช้

## 5. สรุปและงานในอนาคต

จากการทำวิจัยครั้งนี้จะได้เห็นปฏิสัมพันธ์ในการทำงานของการสั่งงานด้วยระดับเสียง เป็นการสั่งงานรูปแบบใหม่โดยจะใช้ระดับเสียงมาประมวลผล สำหรับการสั่งงานโดยใช้การวัดค่าความดังของระดับเสียงนั้นเป็นการหาค่ากลางของระดับเสียงของผู้ใช้สำหรับการสั่งงาน ที่เข้ามาในระบบโดยมีการประมวลผลในระดับมิลลิวินาทีเพื่อให้ตรงตามความต้องการของผู้ใช้ผ่านทางซอฟต์โฟนรูปแบบใหม่เพื่อตอบสนองและบรรเทาปัญหาด้านการได้ยินของผู้สูงอายุ ทั้งนี้เราได้นำ GOMS มาเพื่อใช้ในการวิเคราะห์และประเมินวิธีการสั่งการปฏิสัมพันธ์แบบการสั่งงานด้วยระดับเสียง และนำไปปรับปรุงค่าในโปรแกรมต้นแบบ เพื่อทำให้โปรแกรมต้นแบบสามารถทำงานได้อย่างถูกต้อง ซึ่งจะเห็นว่าการนำ GOMS มาช่วยในการพัฒนาซอฟต์แวร์จะทำให้การพัฒนาซอฟต์แวร์สามารถจัดทำได้อย่างมีระบบมากขึ้นและผู้ใช้สามารถทำงานร่วมกับซอฟต์แวร์ได้อย่างดีขึ้น และเป็นแนวทางในการพัฒนาซอฟต์แวร์สำหรับการสั่งงานด้วยระดับเสียงต่อไป

ในอนาคตผู้วิจัยได้มองเห็นเรื่องของทฤษฎี fuzzy logic เพื่อนำเข้ามาในการช่วยในการตัดสินใจของซอฟต์แวร์ต้นแบบ ในเรื่องของการพิจารณา ระดับเสียงที่เกิดขึ้นว่ามีค่า เป็นเท่าใด หรือควรเพิ่ม-ลดระดับเสียงเท่าใดในการสั่งงานแต่ละครั้ง เพื่อให้การสั่งงานด้วยระดับเสียงมีความยืดหยุ่นและถูกต้องมากขึ้นต่อไป

## 6. เอกสารอ้างอิง

- [1] Stephen W. Littlejohn, and Karen A. Foss, Theories of Human Communication, 9th Waveland Press, Inc , 2008
- [2] Jim Van Meggelen , Jared Smith, and Leif Madsen, Asterisk: The Future of Telephony, O'Reilly Media, 2005
- [3] Rogers, Yvonne, Helen Sharp, and Jenny Preece, Interaction Design, John Wiley & Sons 2002.
- [4] pjproject-1.12.zip, Available <http://www.pjsip.org>
- [5] Microsoft.DirectX.DirectSound.dll, Available <http://msdn.microsoft.com>



## การออกแบบและสร้างชุดวิทยุสื่อสารฉุกเฉินพลังงานแสงอาทิตย์

### A Design and Build The Emergency Radio Communication with Solar Energy

พินิจ เนื่องภิรมย์<sup>1,2</sup> ดิเรก ณีวรรณ<sup>1</sup> มนัส สุนันท์<sup>1</sup> และสมศักดิ์ อรรถกิมภูล<sup>2</sup>

<sup>1</sup> นทร.ล้านนา ภาคพายัพ เชียงใหม่ 128 ถ.ห้วยแก้ว ต.ช้างเผือก อ.เมือง จ.เชียงใหม่ 50300

<sup>2</sup> มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 1518 ถ.พิบูลสงคราม เขตบางซื่อ กรุงเทพฯ 10800

*elecpnt@rmutl.ac.th, audirek@hotmail.com, manas\_su@hotmail.com, ssa@kmutnb.ac.th*

#### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและสร้างชุดวิทยุสื่อสารฉุกเฉินพลังงานแสงอาทิตย์ ย่านความถี่นักวิทยุสมัครเล่น สำหรับใช้ในการติดต่อในด้านต่างๆ ที่มีความจำเป็น โดยเฉพาะในอันทุรกันดาร หรือที่ประสบภัยจากธรรมชาติ ไม่สามารถติดต่อสื่อสารกับบุคคลภายนอกได้โดยวิธีการปกติโดยทั่วไป ผลการทดสอบชุดวิทยุสื่อสารฉุกเฉินพลังงานแสงอาทิตย์ สามารถทำงานได้โดยใช้ร่วมกับแผงโซล่าเซลล์ขนาด 12 โวลต์ 3 แอมป์ 50 วัตต์ กับเครื่องชาร์จประจุขนาด 13.8 โวลต์ 3.5 แอมป์ เพื่อประจุแบตเตอรี่ขนาด 12 โวลต์ 45 แอมป์ แล้วนำพลังงานจากแบตเตอรี่เข้าไปที่ก้นเครื่องวิทยุสื่อสารแบบติดตั้งสถานี ซึ่งสามารถเลือกกำลังส่งได้ที่ 5 วัตต์ 10 วัตต์ 25 วัตต์ และ 50 วัตต์ ที่ความถี่ 144 – 146 MHz ผ่านสายอากาศยานิรุตติ์ 5 อิลิเมนต์ที่มีค่าการสูญเสียจากการย้อนกลับ ที่พารามิเตอร์  $S_{11}$  เท่ากับ -18.04 dB ค่า VSWR เท่ากับ 1.287 และอิมพีเดนซ์ เท่ากับ 49.8 โอห์ม โดยเครื่องชาร์จจะใช้เวลาในการชาร์จประจุแบตเตอรี่ทั้งหมด ที่ 15 ชั่วโมง สามารถส่งสัญญาณติดต่อได้ไกลสุด 200 กม. ที่กำลังส่ง 50 วัตต์ และใช้งานต่อเนื่องได้ 4 ชั่วโมง ส่วนการใช้งานต่อเนื่องสูงสุดอยู่ที่ 24 ชั่วโมง ที่กำลังส่ง 5 วัตต์ และส่งสัญญาณได้ไกล 12 กิโลเมตร

**คำสำคัญ:** แผงโซล่าเซลล์ เครื่องวิทยุสื่อสารแบบติดตั้งสถานี สายอากาศยานิรุตติ์ เครื่องชาร์จประจุแบตเตอรี่

#### Abstract

The purpose of this research is to design and build The Emergency Radio Communication with Solar Energy for communicate with another people. The Result of test from The Emergency Radio Communication with Solar Energy. It's can be send and receive radio signal form peer to peer. Which Solar Cell type 12 volts. 3 amps. 50 watts, Battery Charger 13.8 Volts. 3.5 Amps, For battery size 12 volts. 45 amps. The transceiver can send data which power of 5 watts , 10 watts , 25 watts and 50 watts at amateur radio frequency. The Antenna was select a yagi antenna at 5 element, Which Property is return loss -18.04db, VSWR 1.287 and Impedance 49.8 Ohms. The Battery Charger use 15 hours for charge battery . Tranceiver can send data at distance 200 kilometers at power 50 watts for use continuity 4 hours. The Maximum time for use is 24 hours at power of 5 watts , distance 12 kilometers.

**Keyword:** Solar cell, VHF Base station , Yagi antenna , Battery charger

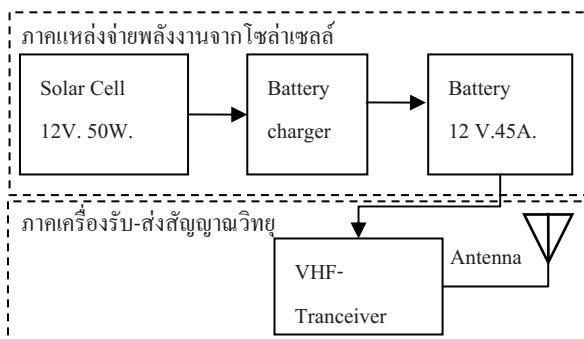
## 1. บทนำ

การติดต่อสื่อสาร ถือว่ามีความจำเป็นอย่างยิ่งในชีวิตประจำวันของมนุษย์ เพราะการกระทำกิจกรรมใดๆ ก็ต้องมีการสื่อสารด้วยกันทั้งสิ้น ทั้งนี้เพื่อประโยชน์ต่อตัวมนุษย์เอง และสังคมที่ตนเองได้ดำเนินการ โดยเฉพาะในสิ่งที่มนุษย์ต้องการ ไฟฟ้าเข้าไม่ถึง หรือเขตพื้นที่ที่ประสบภัยธรรมชาติ การสื่อสารติดต่อกับบุคคลหรือหน่วยงานภายนอก จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง ต่อประชาชนผู้อยู่อาศัยในพื้นที่นั้นๆ โดยเฉพาะ เมื่อยามภัยพิบัติมาถึง ระบบไฟฟ้าขัดข้อง ระบบโทรศัพท์ติดขัด การสื่อสารหนึ่งที่จะสามารถติดต่อได้กับหน่วยงานอื่นๆ นั่นก็คือวิทยุสื่อสาร

ดังนั้น ผู้วิจัย จึงเล็งเห็นความสำคัญของปัญหาในด้านการสื่อสาร กับสิ่งที่มนุษย์ต้องการ โดยเฉพาะยามเกิดภัยพิบัติ เพื่อช่วยให้ผู้ประสบภัย สามารถติดต่อสื่อสาร ขอความช่วยเหลือกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องได้อย่างทันท่วงที และสร้างเป็นเครื่องต้นแบบสำหรับการพัฒนาในอนาคต

## 2. การออกแบบและสร้าง

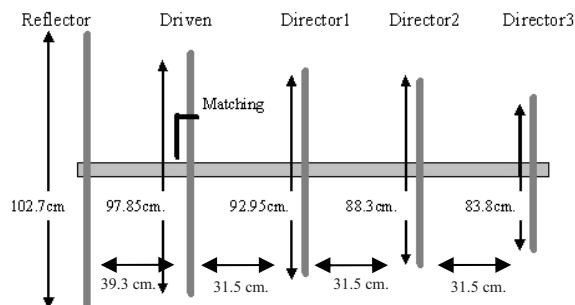
การออกแบบและสร้างชุดวิทยุสื่อสารมุกเดินพลังงานแสงอาทิตย์จะแยกการทำงานออกแบบเป็นสองภาคใหญ่ๆ คือ ภาคของแหล่งจ่ายพลังงานจากโซล่าเซลล์ และภาคของเครื่องรับ-ส่งสัญญาณวิทยุ



ภาพที่ 1 : ผังการออกแบบและสร้างชุดวิทยุสื่อสารมุกเดินพลังงานแสงอาทิตย์

### 2.1 การออกแบบสายอากาศ

สายอากาศที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้เลือกใช้สายอากาศทิศทางแบบยากิ ขนาด 5 อิลิเมนต์ ยั่นความถี่วิทยุ 144-146 MHz โดยมีลักษณะดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 : สายอากาศยากิขนาด 5 อิลิเมนต์

#### 2.1.1 การหาค่าความยาวแต่ละอิลิเมนต์

$$\text{Driven} = \frac{300 \times 10^6 \text{ m/s}}{145 \times 10^6 \text{ Hz}} \times \frac{1}{2} \times 0.95 = 97.85 \text{ cm.}$$

$$\text{Reflector} = 1.05 \times 97.85 \text{ cm.} = 102.7 \text{ cm.}$$

$$\text{Director1} = 0.95 \times 97.85 \text{ cm.} = 92.95 \text{ cm.}$$

$$\text{Director2} = 0.95 \times 88.3 \text{ cm.} = 83.8 \text{ cm.}$$

$$\text{Director3} = 0.95 \times 88.3 \text{ cm.} = 83.8 \text{ cm.}$$

#### 2.1.2 การหาค่าระยะห่างแต่ละอิลิเมนต์

หาค่าระยะห่างระหว่าง Reflector กับ Driven

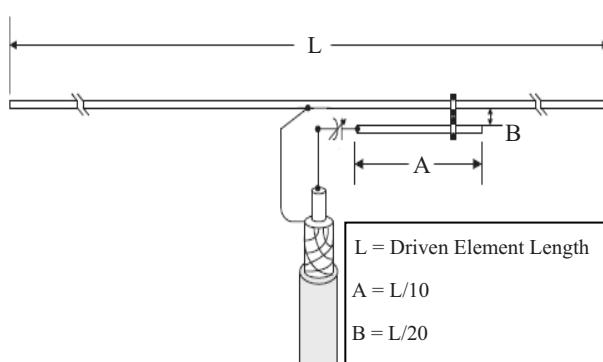
$$S_{R-D} = \frac{57 \times 10^6}{f_c} = \frac{57 \times 10^6}{145 \times 10^6} = 0.393 \text{ m.} \quad (1)$$

หาค่าระยะห่างระหว่าง Driven กับ Director

$$S_{Dri-Di} = \frac{45.73 \times 10^6}{f_c} = \frac{45.73 \times 10^6}{145 \times 10^6} = 0.315 \text{ m.} \quad (2)$$

#### 2.1.3 การหาค่าอุปกรณ์แม่ข่ายสายอากาศ

การแม่ข่ายสายอากาศเลือกใช้วิธีแบบ Gamma Match



ภาพที่ 3 : การแม่ข่ายสายอากาศแบบแกรมม่า

$$A = \frac{L}{10} = \frac{97.85 \text{ cm.}}{10} = 9.785 \text{ cm.} \quad (3)$$

$$B = \frac{L}{20} = \frac{97.85 \text{ cm.}}{20} = 4.89 \text{ cm.} \quad (4)$$



## 2.2 การเลือกใช้เครื่องวิทยุสื่อสาร

เครื่องวิทยุสื่อสารถือเป็นหัวใจหลักในการติดต่อสื่อสาร ต้องเลือกใช้เครื่องที่สามารถปรับกำลังส่งได้เพื่อการประหยัดพลังงาน มีอีฟีที่ต่ำ น้ำหนักเบา และการรับประทานหลังการขาย ในงานวิจัยครั้งนี้เลือกใช้เครื่องวิทยุสื่อสาร ICOM 2200 T



ภาพที่ 4 : เครื่องวิทยุสื่อสาร

### คุณสมบัติของตัวเครื่อง

- ความถี่รับ-ส่ง 144.000 -146.000 MHz.
- กำลังส่ง High = 50 Watts.
- Middle = 25 Watts.
- Mid.low = 10 Watts.
- Low = 5 Watts.
- 207 memory channels

## 2.3 การเลือกใช้สายนำสัญญาณ

สายนำสัญญาณคือสายที่ต่อระหว่างเครื่องวิทยุสื่อสารกับสายอากาศ ในงานวิจัยนี้ ต้องเลือกใช้สายอากาศที่สามารถลดผลกระทบและมีการเคลื่อนข่ายบ่อย ไม่หักงอง่าย ในที่นี่จึงเลือกใช้สายนำสัญญาณแบบ RG-8



ภาพที่ 5 : สายนำสัญญาณ RG-8

### คุณสมบัติของสาย RG-8

- ค่าอิมพีเดนซ์ 50Ω
- ตัวคูณความเร็ว (Velocity Factor) 0.66

- ค่าความจุไฟฟ้า (pF/ฟุต) 29.5 pF/ฟุต

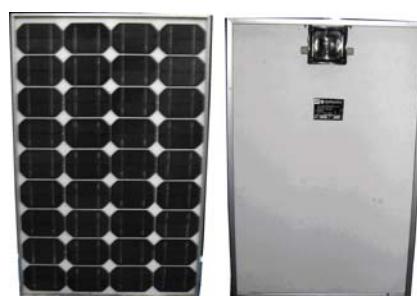
- เส้นผ่าศูนย์กลาง 0.405 นิว

- วัสดุที่ใช้ทำไดอะลีกทริก Polyethylene : PE

- แรงดันไฟงานสูงสุด 4,000 Vrms

## 2.4 การเลือกใช้แผงโซล่าเซลล์

แผงโซล่าเซลล์คืออุปกรณ์ที่เปลี่ยนแสงให้เป็นพลังงานไฟฟ้า สำหรับจ่ายให้เครื่องชาร์จประจุ เพื่อนำไปเก็บไว้ที่แบตเตอรี่อีกทีหนึ่ง ลักษณะการเลือกจะต้องเน้นที่ราคาไม่สูงมากนักและใช้งานง่าย ให้น้อยที่สุดแต่ยังสามารถประจุไฟได้ และเพื่อความสะดวกในการเคลื่อนย้ายด้วย ในงานวิจัยนี้เลือกใช้แผงโซล่าเซลล์แบบ Single – Crystal Silicon (Mono-Si)



ภาพที่ 6 : แผงโซล่าเซลล์

### คุณสมบัติของแผงโซล่าเซลล์

- |                                    |             |
|------------------------------------|-------------|
| - กำลังสูงสุดของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ | 53 วัตต์    |
| - แรงดันไฟฟ้าสูงสุดเมื่อต่อโอลด์   | 17.00 โวลต์ |
| - กระแสไฟฟ้าสูงสุดเมื่อต่อโอลด์    | 3.12 แอมป์  |
| - กระแสไฟฟ้าเมื่อลัดวงจร           | 3.32 แอมป์  |
| - แรงดันไฟฟ้าเมื่อเปิดวงจร         | 21.20 โวลต์ |

## 2.5 การเลือกใช้แบตเตอรี่

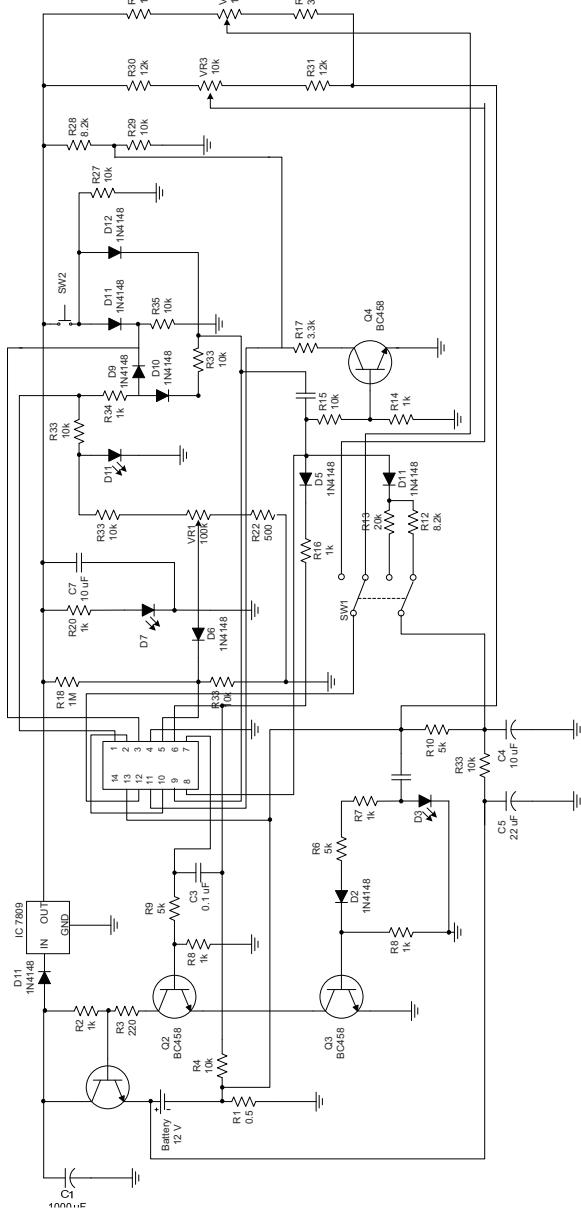
การเลือกใช้แบตเตอรี่สำหรับจ่ายไฟให้กับเครื่องวิทยุสื่อสาร ควรจะมีคุณภาพดี ดูแลรักษาง่าย และให้กระแสที่สูง



ภาพที่ 7 : แบตเตอรี่ 12 โวลต์ 45 แอมป์

สามารถใช้งานกับแผงโซล่าเซลล์ได้เหมาะสม ในงานวิจัยนี้  
เลือกใช้แบบเตอร์ริเบนบังแจ้ง (Maintenance Free : MF) 12  
โวลต์ 45 แอมป์ ดังภาพที่ 7

## 2.6 วงจรชาร์จประจุแบบเตอร์ริเบน



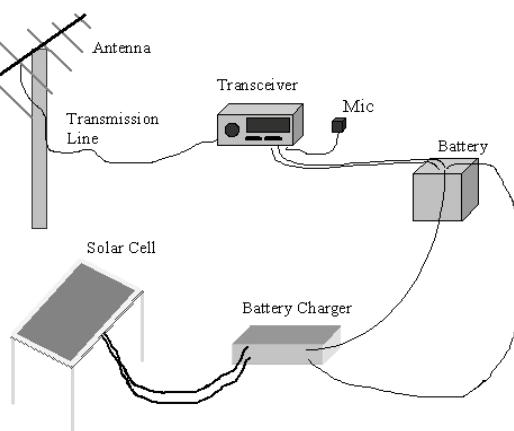
ภาพที่ 8 : แบตเตอรี่ 12 โวลต์ 45 แอมป์

วงจรจะประกอบไปด้วยภาคการควบคุมการชาร์จ ภาคคุณ  
แรงดัน และภาคควบคุมกระแส โดยส่วนควบคุมการชาร์จที่  
สามารถตัดต่อ เมื่อระดับแรงดันที่แบตเตอรี่เต็มแล้ว โดยการ  
ปรับค่า VR2 ซึ่งเป็นการปรับค่าแรงดันอินพุตที่ป้อนให้กับ

อุปกรณ์ป้องกันไฟ LM 324 ซึ่งปกติจะตั้งค่าไว้ที่ 13.8  
โวลต์ วงจรทั้งสามภาคนี้จะใช้ IC LM 324 เป็นไช้อปป  
แอมป์ที่มีตัวอุปกรณ์ภายใน 4 ตัว โดยภาคควบคุมกระแส  
จะเป็นตัวจำกัดค่ากระแสการชาร์จ ให้มีค่าคงที่ตลอดระยะเวลา  
ของการชาร์จ โดยการปรับค่ากระแสที่ VR1 ผ่านตัวอุป  
กรณ์ที่รับกระแสจากแบตเตอรี่ที่ทำการชาร์จ โดยภาคนี้จะ  
ยังไม่ทำงานจนกว่าจะมีการต่อแบตเตอรี่เข้าไปในวงจร  
กระแสชาร์จที่เหมาะสมกับแบตเตอร์รี่จะอยู่ในระดับ 10  
เบอร์เซ็นต์ ของกระแสแบตเตอร์รี่ทั้งหมด ทั้งนี้เพื่อเป็นการยืด  
อายุการใช้งานแบตเตอร์รี่ให้ยาวนานขึ้น และเมื่อระบบการ  
ทำงานของวงจรมีการทำงานจนระดับแรงดันที่แบตเตอร์รี่มีค่า  
สูงกว่าระดับแรงดันอ้างอิง คือ 13.8 โวลต์ การทำงานของ  
ระบบก็จะตัดกระแสชาร์จให้เหลือ 160 มิลลิแอมป์โดย  
อัตโนมัติ เพื่อเป็นการเข้าสู่ระบบการชาร์จแบบช้า เพื่อยืดอายุ  
การใช้งานของแบตเตอร์รี่

## 2.7 การเชื่อมต่อเข้ากับระบบ

การสร้างชุดวิทยุสื่อสารนี้ก็เป็นพลังงานแสงอาทิตย์  
หลังจากที่ได้ออกแบบและสร้างแต่ละส่วนเสร็จ ก็ต้องนำมา  
ประกอบเป็นชุดรวมกันเพื่อให้สามารถทำงานร่วมกันได้ ดัง  
ภาพที่ 9



ภาพที่ 9 : ระบบการเชื่อมต่อโดยรวมทั้งหมด

## 3. ผลการวิจัย

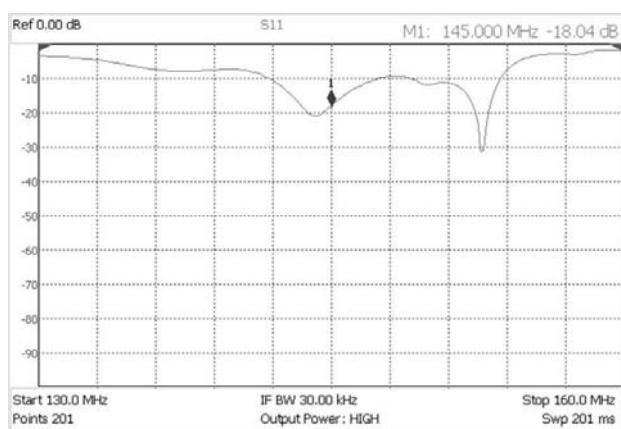
ผลการวิจัยจะแบ่งทำการทดสอบ ออกเป็น 3 ส่วนใหญ่ๆ  
คือภาคการทำงานของสายอากาศ แบบยก 5 อิลิเมนต์ ภาคการ

## ทำงานของวิทยุสื่อสาร และภาคการประจุแบตเตอรี่จากแบตเตอรี่ชั่วคราว

### 3.1 การทดสอบสายอากาศ

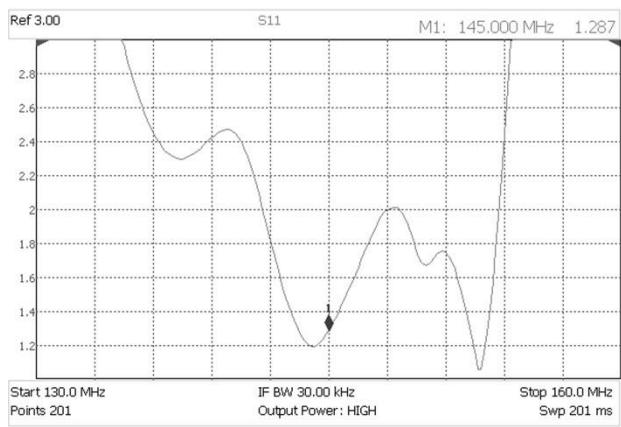
การทดสอบสายอากาศจะใช้วิธีการต่อสายอากาศเข้ากับเครื่องวิเคราะห์ข่ายงานไฟฟ้า (Network Analyzer) ยี่ห้อ Agilent รุ่น N9912A โดยตั้งย่านความถี่ตั้งแต่ 130 MHz. ถึง 160 MHz.

3.1.1 การวัดหาค่าการสูญเสียจากการขอนกลับ ที่พารามิเตอร์  $S_{11}$  มีค่าเท่ากับ  $-18.04 \text{ dB}$  ที่ความถี่  $145 \text{ MHz}$ .



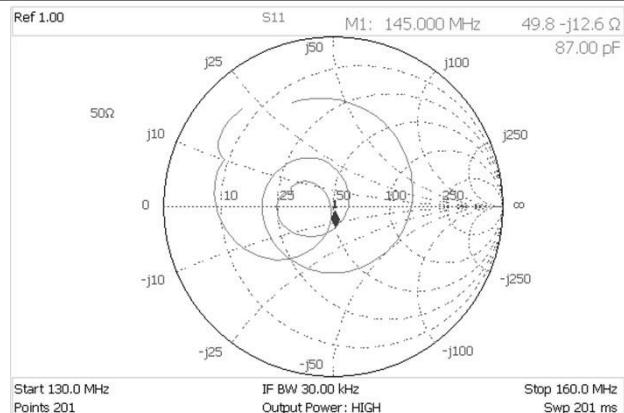
ภาพที่ 10 : ค่าพารามิเตอร์  $S_{11}$

3.1.2 ค่า VSWR มีค่าเท่ากับ  $1.287$  ที่ความถี่  $145.00 \text{ MHz}$ .



ภาพที่ 11 : ค่า VSWR

3.1.3 การวัดหาค่าออมพีเดนซ์ของสายอากาศที่สร้างขึ้น โดยใช้เครื่องวิเคราะห์ข่ายงานไฟฟ้า ได้ค่าออมพีเดนซ์เท่ากับ  $49.8 \text{ } \Omega$  ใหม่ ดังภาพ



ภาพที่ 12 : ค่าออมพีเดนซ์

### 3.2 การทดสอบเครื่องวิทยุสื่อสาร

การทดสอบ เครื่องวิทยุสื่อสาร จะใช้ SWR Meter เพื่อวัดกำลังส่งและทดสอบโดยการส่งออกอากาศผ่านสายอากาศ ยก 5 อีกเม้นต์

3.2.1 การทดสอบกำลังส่งโดยจะใช้เครื่องมือ SWR Meter ต่อเข้าระหว่างสายอากาศกับเครื่องวิทยุสื่อสาร ที่ความถี่รับ-ส่ง  $144.000 - 146.000 \text{ MHz}$ .

- กำลังส่ง High =  $50 \text{ Watts.}$
- กำลังส่ง Middle =  $25 \text{ Watts.}$
- กำลังส่ง Mid.low =  $10 \text{ Watts.}$
- กำลังส่ง Low =  $5 \text{ Watts.}$

3.2.2 การทดสอบระบบทางในการส่งสัญญาณโดยประมาณ จะทำการทดสอบที่ความถี่  $145.00 \text{ MHz}$  ณ ที่ความสูงหนึ่งระดับน้ำทะเล  $1,200 \text{ เมตร}$

#### ตารางที่ 1 ระบบทางในการรับ-ส่งสัญญาณ

กำลังส่ง	ระบบทางที่รับ-ส่งได้
5 Watts.	12 กม.
10 Watts.	30 กม.
25 Watts.	70 กม.
50 Watts.	200 กม.

จากตารางที่ 1 การส่งสัญญาณที่ไกลที่สุดคือ  $200 \text{ กิโลเมตร}$  ที่กำลังส่ง  $50 \text{ } \Omega$  และส่วนบนประยุคพัลลังงาน  $5 \text{ } \Omega$  ที่ระบบทาง  $12 \text{ กิโลเมตร}$

### 3.3 การทดสอบการประจุแบตเตอรี่จากโซล่าเซลล์

การทดสอบจะใช้วิธีการต่อแบตเตอรี่โซล่าเซลล์เข้ากับเครื่องชาร์จประจุ แล้วต่อเครื่องชาร์จประจุเข้ากับแบตเตอรี่ เพื่อตรวจสอบสภาพแรงดันและการประจุ

ตารางที่ 2 ระยะเวลาในการรับ-ส่งสัญญาณ

แรงดันจากโซล่าเซลล์	แรงดันที่เครื่องชาร์จ	เวลาที่ใช้ในการชาร์จแบตเตอรี่
0 - 7 V.	0 V.	ไม่สามารถชาร์จได้
8 V.	7.98 V.	ไม่สามารถชาร์จได้
9 V.	8.96 V.	ไม่สามารถชาร์จได้
10 V.	9.98 V.	ไม่สามารถชาร์จได้
11 V.	10.98V.	ไม่สามารถชาร์จได้
12 V.	11.97 V.	ไม่สามารถชาร์จได้
13 V.	12.98 V.	ไม่สามารถชาร์จได้
14 V. - 18 V.	13.82 V.	15 ชั่วโมง

\* ทดสอบที่กระแสชาร์จ 3 A.

จากตารางที่ 2 พบว่า เครื่องชาร์จประจุจะเริ่มทำงานที่ระดับแรงดันที่โซล่าเซลล์มีค่า 14 โวลต์ขึ้นไปและใช้เวลาในการประจุที่กระแสทดสอบ 3 แอมป์ ที่เวลา 15 ชั่วโมง

### 3.4 การทดสอบการใช้งานแบตเตอรี่

แบตเตอรี่ที่ใช้มีขนาด 12 โวลต์ 45 แอมป์ เมื่อต่อเข้ากับเครื่องวิทยุสื่อสารและสายอากาศ แล้วทำการส่งออกอากาศสามารถใช้งานเป็นจำนวนชั่วโมงได้ ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 จำนวนชั่วโมงการใช้งานแบตเตอรี่

กำลังสั่ง	ระยะเวลาที่สามารถใช้งานได้
5 W.	24 ชั่วโมง
10 W.	14 ชั่วโมง
25 W.	7 ชั่วโมง
50 W.	4 ชั่วโมง

จากตารางที่ 3 แบตเตอรี่จะสามารถใช้งานสูงสุดได้ 24 ชั่วโมงที่กำลังสั่ง 5 วัตต์ และใช้งานที่ 4 ชั่วโมง ที่กำลังสั่ง 50 วัตต์

### 4. สรุปผลวิจัย

บทความวิจัยนี้เป็นการนำเสนอการออกแบบและสร้างชุดวิทยุสื่อสารดิจิทัลพัฒนาแสงอาทิตย์ สำหรับติดต่อในยามจำเป็นที่ไม่สามารถติดต่อด้วยวิธีการแบบปกติได้ การออกแบบและสร้างได้ผ่านการทดสอบจนได้ผลการทำงานอย่างถูกต้องตามหลักการทฤษฎีและขอบเขตที่วางไว้ทุกประการ

สำหรับประโยชน์ที่ได้จากการวิจัยนี้จะช่วยให้เป็นต้นแบบหรือแนวคิดในการนำไปประยุกต์ใช้ กับชุมชนที่อยู่ห่างไกล ความเจริญ หรือในดินที่เกิดภัยพิบัติธรรมชาตินอยู่ ถูกตัดขาด การติดต่อสื่อสารกับบุคคลภายนอก ให้สามารถใช้วิทยุสื่อสาร พัฒนาแสงอาทิตย์ติดต่อประสานงานเพื่อขอความช่วยเหลือได้

### 5. เอกสารอ้างอิง

- [1] John D. Kraus and Ronald J. Marhafka, *Antennas for all applications*, Singapore: The McGraw Hill Companies, Inc., 2003.
- [2] Constantine A. Balanis, *Antenna Theory Analysis and Design*, United State of America: John Wiley & Son, Inc., 1997.
- [3] Jack Ramsay, "Highlight of Antenna History," IEEE Antenna and Propagation Society Newsletter, December, 1981
- [4] Anton A. Huerdeman, *The WorldWide History of Telecommunications*, John Wiley & Sons, New Jersey, 2003
- [5] Nathan J. Muller, *Desktop Encyclopedia of Telecommunications*, McGraw-Hill, New York, 2002
- [6] Constantine A. Balanis. (1982). *Antenna Theory:Analysis and Design*. NY : Harper&Row.
- [7] John D. Kraus. (1950). *Antennas*. NY : Mc Graw-Hill.
- [8] บัณฑิต โรมน์ อารยานนท์, "วิศวกรรมสายอากาศ", กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย , ๒๕๓๐
- [9] ไทย, "กรมประชาสัมพันธ์," การกระจายเสียง, ๒๕ มิถุนายน ๒๕๕๑ <http://www.prd.go.th>
- [10] ไทย, "คณะกรรมการกิจการโภตกรรมนາມแห่งชาติ," ความดีที่ใช้ในระบบสื่อสาร, ๑๑ กรกฎาคม ๒๕๕๑ <www.ntc.or.th>



## การพัฒนาโปรแกรมการวางแผนระบบจ้าน่ายไฟฟ้าโดยใช้วิธีเชิงพันธุกรรม A Development of Distribution System Planning Program based on Genetic Algorithm

กัควี อะยะมิน<sup>\*</sup> และ พิชญ์ ศรีบวรยงค์<sup>\*,\*\*</sup>

ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม<sup>\*</sup>

สถาบันนวัตกรรมเทคโนโลยีไทย – ฝรั่งเศส<sup>\*\*</sup>

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

### บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการพัฒนาโปรแกรมจ้าน่ายไฟฟ้า โดยการนำวิธีเชิงพันธุกรรมมาใช้คำนวณหาต้นทุนที่ถูกที่สุดของระบบจ้าน่ายไฟฟ้า ซึ่งเป็นเทคนิคการหาค่าที่เหมาะสมที่สุด และคำนวณค่ากำลังไฟฟ้าในระบบจ้าน่ายไฟฟ้าโดยใช้วิธีการนิวตัน-raphson สำหรับโปรแกรมที่ถูกสร้างขึ้นจะนำทดสอบกับระบบจ้าน่ายไฟฟ้า IEEE 10 โหนด โดยโปรแกรมที่พัฒนาจะมีวิธีประسังค์เพื่อให้เป็นสื่อการเรียนการสอนสำหรับนักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ซึ่งนำเสนอในรูปแบบ Graphic User Interface (GUI) ผ่านทางโปรแกรม MATLAB โดยการสร้างเป็นชุดโปรแกรมที่มีชื่อว่า Distribution System Planning Simulator (DSPS) และนำไปทดสอบการใช้งานของโปรแกรมเพื่อประเมินผลความพึงพอใจของผู้ใช้งาน โดยมีค่าอยู่ในระดับมาก ซึ่งแสดงให้เห็นว่าโปรแกรม DSPS ที่ได้พัฒนาสามารถนำไปใช้สำหรับการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

**คำสำคัญ:** การวางแผนระบบจ้าน่ายไฟฟ้า วิธีเชิงพันธุกรรม

### Abstract

*This paper presents a development of distribution system planning program by using Genetic Algorithm (GA) so as to minimize the cost of distribution system. Moreover, Newton-Raphson method is also adopted to calculate the power flow solutions. The developed program is aimed to be a teaching aid for the electrical engineering students. To verify the effectiveness of the developed program, it is tested on the IEEE 10-node power distribution network. The developed program is carried out using MATLAB with user-friendly graphical user interface (GUI), named Distribution System Planning Simulator (DSPS). In addition, the evaluation results conducted by users show satisfaction level at good, which can be concluded that the DSPS can be effectively used for teaching.*

**Keywords:** Distribution System Planning, Genetic Algorithm.

## 1. บทนำ

ปัจจุบันความเจริญก้าวหน้าทางเศรษฐกิจและเทคโนโลยีเพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว ทำให้การใช้พลังงานต่างๆเพิ่มสูงขึ้นตามไปด้วย โดยเฉพาะการใช้พลังงานไฟฟ้า ซึ่งเป็นพลังงานหลักที่ใช้ในการขับเคลื่อนอุปกรณ์ต่างๆ เช่น เครื่องจักรในโรงงานอุตสาหกรรม คอมพิวเตอร์ในสำนักงาน หรือเครื่องใช้ในครัวเรือน ซึ่งความต้องการพลังงานไฟฟ้าได้กระจายอยู่ในทุกพื้นที่ ดังนั้นระบบส่งจ่ายกำลังไฟฟ้าจึงมีความจำเป็นอย่างมากเพื่อใช้ในการส่งจ่ายพลังงานไฟฟ้าไปยังพื้นที่อุตสาหกรรมพื้นที่เศรษฐกิจ และพื้นที่ซึ่งมีประชากรอาศัยอยู่ เพื่อตอบสนองการใช้พลังงานไฟฟ้าในปัจจุบัน จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องมีการจ่ายพลังงานไฟฟ้าเพียงพอ กับความต้องใช้ไฟฟ้าของประชากร สำหรับระบบส่งจ่ายไฟฟ้าที่เชื่อมต่อ กับผู้ใช้ไฟฟ้าโดยตรงคือระบบจำหน่ายไฟฟ้า ซึ่งถือว่ามีความสำคัญในการจ่ายพลังงานไฟฟ้าไปยัง แหล่ง โดยการคำนวณเพื่อให้ระบบจำหน่ายไฟฟ้า มีคุณภาพและเสถียรภาพของพลังงานไฟฟ้าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ย่อมเป็นประโยชน์ที่เกิดขึ้นกับผู้ใช้ไฟฟ้าที่จะได้รับพลังงานไฟฟ้า [1]

เพื่อตอบสนองความต้องการใช้ไฟฟ้าของผู้ใช้ไฟฟ้าที่เพิ่มสูงขึ้น ทุกปี จึงต้องมีการวางแผนระบบจำหน่ายไฟฟ้า ให้รองรับความต้องการใช้ไฟฟ้าในปัจจุบัน และในอนาคต สำหรับการวางแผนระบบจำหน่ายไฟฟ้าจะมุ่งเน้นให้มีต้นทุนในการวางแผนระบบจำหน่ายไฟฟ้า (Distribution System Planning Cost) ที่ต่ำที่สุด และต้องเพียงพอ กับความต้องการในการใช้พลังงานไฟฟ้าของผู้ใช้ไฟฟ้า (Power Demand) ซึ่งต้นทุนของระบบจำหน่ายไฟฟ้านี้จะแบ่งออกเป็นต้นทุนต่างๆ คือ ต้นทุนสถานีไฟฟ้าย่อย (Substation Cost) ต้นทุนสายป้อน (Feeder Cost) และต้นทุนผันแปรของสายป้อน (Variable Cost of Feeder) [1] จากงานวิจัยที่ผ่านมาในอดีต ได้มีการนำวิธีการต่างๆ มาประยุกต์ใช้กับการวางแผนระบบจำหน่ายไฟฟ้า เช่น วิธีการ Quadratic Mixed Inter Programming (QMIP) [3] และวิธีการ Branch Exchange Technique (BET) [4] เป็นต้น ในปัจจุบันได้มีการนำวิธีเชิงพันธุกรรม (GA) ซึ่งเป็นวิธีการสมมัยใหม่อีกวิธีหนึ่งมาประยุกต์ใช้เพื่อแก้ปัญหา โดยมีอิทธิพลที่ยิ่งกับวิธีการ

แบบดั้งเดิมจะมีข้อดีดังต่อไปนี้ (1) วิธีเชิงพันธุกรรมจะก้านหา คำตอบในหลายตำแหน่งของพื้นที่การก้านหาไปพร้อมๆ กัน ซึ่งการก้านหาแบบนี้จะทำให้ได้คำตอบที่เหมาะสมที่สุด (Optimum Solution) (2) ลักษณะในการหาคำตอบโดยใช้วิธีเชิงพันธุกรรม จะขึ้นอยู่กับกระบวนการสุ่ม (Random Process) ซึ่งค่าของคำตอบที่เป็นไปได้ (Feasible Solution) จะมีความหลากหลาย เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการแบบดั้งเดิมที่ให้คำตอบเพียงคำตอบเดียว [2]

ดังนั้นบทความนี้จึงมีเป้าหมายในการพัฒนาโปรแกรมที่สามารถคำนวณหาเส้นทางในการวางแผนระบบจำหน่ายไฟฟ้า ที่มีต้นทุนที่ต่ำที่สุด โดยอาศัยวิธีการเชิงพันธุกรรม และแสดงค่ากำลังไฟฟ้าของระบบจำหน่ายไฟฟ้า โดยใช้วิธีนิวตัน-ราฟสัน (Newton-Raphson Method) ในการคำนวณ ซึ่งโปรแกรมที่ได้พัฒนาจะมีหน้าต่างเชื่อมต่อระหว่างผู้ใช้งาน กับคอมพิวเตอร์ ผ่านทางรูปแบบกราฟิก (Graphic User Interface: GUI) นี้ ลักษณะเป็นโปรแกรมสำเร็จรูป โดยการจะแสดงผลของคำตอบเป็นตัวอักษร และกราฟิกต่างๆ บนจอภาพของคอมพิวเตอร์ที่ใช้งาน และยังสามารถช่วยลดจินตนาการของผู้ใช้ได้อีกทั้งสามารถนำมายังสื่อประกอบเรียนการสอนวิชาการวิเคราะห์ระบบไฟฟ้ากำลังได้

## 2. การวางแผนระบบจำหน่ายไฟฟ้า

การวางแผนระบบจำหน่ายไฟฟ้ามีวัตถุประสงค์ในการหาต้นทุนของระบบจำหน่ายไฟฟ้าที่มีค่าต่ำที่สุด และสามารถจ่ายพลังงานไฟฟ้าให้เพียงพอ กับความต้องการของแหล่ง [1] โดยต้นทุนของระบบจำหน่ายไฟฟ้าสามารถคำนวณได้ดังสมการต่อไปนี้

$$F = \sum_{k=1}^{SN} CS_k * S_k + \sum_{l=1}^{FN} \left[ CF_l * F_l + \left( CV_l * F_l * P_l^2 \right) \right] \quad (1)$$

เมื่อ :  $F$  = ต้นทุนของระบบจำหน่ายไฟฟ้า

$CS_k$  = ต้นทุนของสถานีไฟฟ้าย่อย  $k$

$CF_l$  = ต้นทุนของสายป้อน  $l$

$CV_l$  = ต้นทุนผันแปรของสายป้อน  $l$

$S_k$  = สถานีไฟฟ้าย่อย  $k$

$F_l$  = สายป้อน  $l$

$P_l$  = กำลังไฟฟ้าที่ให้หลังในสายป้อน  $l$



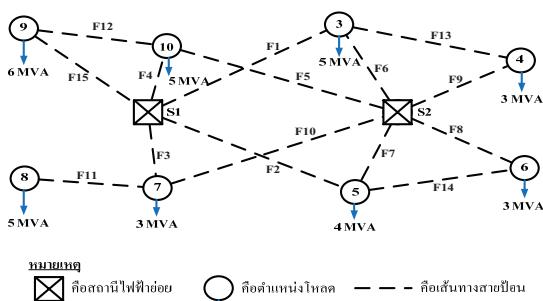
$SN$  = จำนวนสถานีไฟฟ้าอยู่ทั้งหมด

$FN$  = จำนวนสายป้อนทั้งหมด

ซึ่งมีเงื่อนไขของการวางแผนระบบจำหน่ายไฟฟ้าจะมีดังต่อไปนี้

- ระบบจำหน่ายไฟฟ้าต้องเป็นแบบเรเดียล
- กระแสไฟฟ้าที่ไหลต้องไม่เกินขีดจำกัดของสาย
- แรงดันที่โหนดต้องอยู่ภายใต้ขีดจำกัดที่กำหนด
- สถานีไฟฟ้าอยู่ไม่ต้องจ่ายกำลังไฟฟ้าเกินกว่าที่กำหนด

โดยในงานวิจัยขึ้นนี้จะทำการทดสอบโปรแกรมที่ได้พัฒนาขึ้นกับระบบจำหน่ายไฟฟ้า IEEE 10 โหนด [1,3-4] โดยรายละเอียดของระบบประกอบด้วย สถานีไฟฟ้าจำนวน 2 สถานี โหนดรับกำลังไฟฟ้าจำนวน 8 โหนด และเส้นทางสายป้อนจำนวน 15 เส้นทาง ซึ่งแสดงดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ระบบจำหน่ายไฟฟ้า IEEE 10 โหนด

อย่างไรก็ตามในการวางแผนระบบจำหน่ายไฟฟ้าต้องมีการแสดงผลทางด้านกำลังไฟฟ้า เพื่อให้ผู้ใช้งานเกิดความเข้าใจมากยิ่งขึ้น งานวิจัยขึ้นนี้จึงได้นำเสนอผลของการไหลของกำลังไฟฟ้าโดยในการแก้ปัญหาการไหลของกำลังไฟฟ้าสามารถนำวิธีการทางคณิตศาสตร์มาประยุกต์ใช้ได้หลายวิธีที่นิยมใช้ทั่วไป ได้แก่ วิธีการเก้าส์-ไซเดล, วิธีการ นิวตัน-raph ลัน และอื่นๆ [6] ซึ่งในแต่ละวิธีมีข้อเด่นข้อด้อยแตกต่างกันไป แต่ที่ได้รับความนิยมมากที่สุดคือการแก้ปัญหาการไหลของกำลังไฟฟ้าด้วย วิธีนิวตัน-raph ลัน เนื่องจากมีอัตราการลู่เข้าสู่คำตอบสูง โดยสามารถถึงคำตอบได้เร็ว มีร่องการคำนวณตัวซึ่งไม่ขึ้นอยู่กับจำนวนของตัวแปร (จำนวนบีสของระบบ) ตลอดจนคำตอบที่ได้มีความแม่นยำและน่าเชื่อถือสูง ซึ่ง

สามารถคำนวณหาค่าของกำลังไฟฟ้าตลอดจนแรงดันและกระแสที่โหนดต่างๆ ได้ดังสมการต่อไปนี้

$$V_i = |V_i| \angle \delta_i \quad (2)$$

$$Y_{ij} = |Y_{ij}| \angle \theta_{ij} \quad (3)$$

จะได้

$$I_i = \sum_{j=1}^n |Y_{ij}| |V_j| \angle (\theta_{ij} + \delta_j) \quad (4)$$

จากกำลังไฟฟ้าที่อยู่ในรูปของจำนวนเชิงซ้อนที่บัส  $i$

$$P_i - jQ_i = V_i^* I_i \quad (5)$$

นำสมการที่ (4) แทนลงในสมการ (5)

$$P_i - jQ_i = |V_i| \angle (-\delta_i) \sum_{j=1}^n |Y_{ij}| |V_j| \angle (\theta_{ij} + \delta_j) \quad (6)$$

สามารถแยกกำลังไฟฟ้าได้ดังนี้

$$P_i = \sum_{j=1}^n |V_i| |V_j| |Y_{ij}| \cos(\theta_{ij} - \delta_i + \delta_j) \quad (7)$$

$$Q_i = -\sum_{j=1}^n |V_i| |V_j| |Y_{ij}| \sin(\theta_{ij} - \delta_i + \delta_j) \quad (8)$$

นำสมการที่ (7) และ (8) สามารถเขียนในรูป Jacobian Matrix

$$\begin{bmatrix} \Delta P \\ \Delta Q \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} J_1 & J_2 \\ J_3 & J_4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta \delta \\ \Delta |V| \end{bmatrix} \quad (9)$$

ในเทอมของ  $\Delta P_n^{(k)}$  และ  $\Delta Q_n^{(k)}$  เป็นค่าความแตกต่างระหว่างกำลังไฟฟ้าที่กำหนดกับกำลังไฟฟ้าที่ได้จากการคำนวณดังนี้

$$\Delta P_i^{(k)} = P_i^{sch} - P_i^{(k)} \quad (10)$$

$$\Delta Q_i^{(k)} = Q_i^{sch} - Q_i^{(k)} \quad (11)$$

ค่าของแรงดันและมุนต่างเฟสของแต่ละบัสที่คำนวณได้ใหม่ในแต่ละรอบคือ

$$|V_i^{(k+1)}| = |V_i^{(k)}| + \Delta |V_i^{(k)}| \quad (12)$$

$$\delta_i^{(k+1)} = \delta_i^{(k)} + \Delta \delta_i^{(k)} \quad (13)$$

โดยที่ :  $V_i$  คือ ค่าแรงดันไฟฟ้าที่บัส  $i$

$Y_{ij}$  คือ ค่าบัสแอดมิตเทนซ์เมทริกซ์

$P_i$  คือ ค่ากำลังไฟฟ้าจริงที่บัส  $i$

$Q_i$  คือ ค่ากำลังไฟฟ้าແงฟที่บัส  $i$

$\delta_i$  คือ มุนต่างเฟสที่บัส  $i$

$k$  คือ รอบของการคำนวณ

### 3. วิธีเชิงพันธุกรรม

วิธีเชิงพันธุกรรม (GA) [5] เป็นคำที่นำมายกขึ้นตอนพันธุกรรมทางธรรมชาติ ซึ่งจัดอยู่ในกลุ่มของเทคนิคิวธีในการค้นหาคำตอบแบบสุ่ม หรือเทคนิคการหาคำตอบที่ดีที่สุด โดยจะอ้างอิงแนวคิดของดาร์วิน ในเรื่องของการอยู่รอดของผู้ที่เหมาะสมหรือผู้ที่แข็งแรงที่สุด โดยมีแนวคิดในการทำงานของวิธีเชิงพันธุกรรม จะเป็นไปในลักษณะของการค้นหาคำตอบแบบคู่ขนาน (Parallel search) โดยคำตอบที่ได้จากการดันหน้าในรุ่นที่หนึ่ง จะผ่านการเปลี่ยนแปลง (Transformation) เพื่อที่จะนำไปสู่การค้นหาคำตอบที่ดีขึ้นในรุ่นถัดไป การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับคำตอบ (Solution) ภายในกลุ่มประชากร (Population) หนึ่งนั้นจะเป็นไปเพื่อการสำรวจพื้นที่ในการค้นหา (Search space) และส่งเสริมให้มีการถ่ายทอดคุณลักษณะที่ดีของคำตอบที่ค้นพบในรุ่นปัจจุบันไปยังรุ่นถัดไป ซึ่งจากการสืบค้นวรรณกรรมวิธีเชิงพันธุกรรม ได้ถูกนำไปประยุกต์ใช้งานในด้านทางวิศวกรรมกันอย่างแพร่หลาย โดยเฉพาะสาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าได้มีการนำวิธีเชิงพันธุกรรม มาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาต่างๆ มากมาย เช่น ปัญหาภูมิคุณมิติเมนท์ (Unit Commitment: UC) [7] นอกจากนี้ ยังมีการนำวิธีเชิงพันธุกรรมมาช่วยในการแก้ปัญหาการจ่ายไฟลดด้อย่างประยัคต์ (Economic Dispatch: ED) [8] จึงได้มีการพัฒนาองค์ประกอบต่างๆ ของวิธีการเชิงพันธุกรรมให้มีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น

### 4. โปรแกรมวางแผนระบบจ้างหน่ายไฟฟ้า (Distribution System Planning Simulator: DSPS)

การพัฒนาชุดโปรแกรม DSPS เพื่อที่จะสามารถติดต่อกับผู้ใช้งาน ซึ่งสามารถที่จะป้อนข้อมูลตลอดจนการตั้งค่าพารามิเตอร์ต่างๆ พร้อมทั้งการแสดงผลอย่างชัดเจน



ภาพที่ 2 หน้าต่าง Main program

จากภาพที่ 2 เป็นหน้าต่างหลักของโปรแกรม DSPS ซึ่งหน้าต่าง Main program เป็นหน้าต่างแรกที่ผู้ใช้เข้าสู่เมื่อเปิดโปรแกรมใช้งาน โดยในหน้าต่างนี้จะมีปุ่มกดให้เลือก เช่น ปุ่ม Next เมื่อกดจะปรากฏหน้าต่าง DSPS ขึ้นมาดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 หน้าต่าง DSPS

จากภาพที่ 3 หน้าต่าง DSPS จะประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังต่อไปนี้ (1) ปุ่มแสดงภาพระบบจ้างหน่ายที่ใช้เป็นกรณีศึกษา (2) หน้าต่างแสดงข้อมูลของโหลด (3) หน้าต่างแสดงข้อมูลของสายป้อน (4) ปุ่มเรียกข้อมูลเบื้องต้นของระบบจ้างหน่าย (5) หน้าต่างการทำงานของสถานีไฟฟ้า (6) หน้าต่างกำหนดค่าพารามิเตอร์ของ (7) หน้าต่างแสดงผลของระบบจ้างหน่ายไฟฟ้า (8) หน้าต่างแสดงกราฟการสูญเสียของคำตอบ (9) หน้าต่างแสดงค่ากำลังไฟฟ้า (10) ปุ่มคำสั่งการทำงานของโปรแกรม เช่น คำสั่งการคำนวณ คำสั่งลบข้อมูล และคำสั่งออกจากระบบ

### 5. ผลการดำเนินงานวิจัย

ผลการพัฒนาโปรแกรมการวางแผนระบบจ้างหน่ายไฟฟ้าสามารถแบ่งเป็น 2 ส่วนหลัก คือ การทดสอบโปรแกรม และการวิเคราะห์ความพึงพอใจของผู้ใช้งาน ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

#### 5.1 การทดสอบโปรแกรม

โปรแกรมวางแผนระบบจ้างหน่ายไฟฟ้าได้นำวิธีเชิงพันธุกรรมมาประยุกต์ใช้ในการเลือกเส้นทางของสายป้อนที่เหมาะสมที่สุด ซึ่งมีการกำหนดค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ของวิธีเชิงพันธุกรรมคือ

$$\text{จำนวนประชากร (Population)} = 100$$

$$\text{รอบการทำงานสูงสุด (Generation)} = 50$$

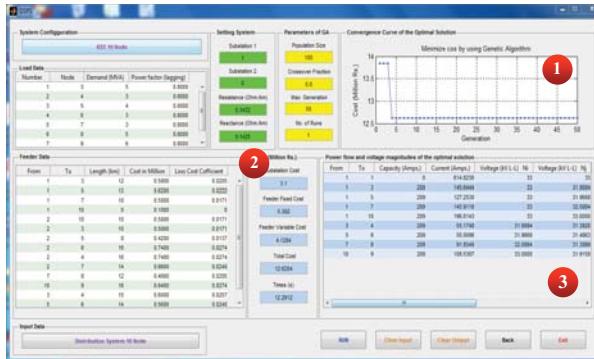


$$\text{อัตราการข้ามสายพันธุ์ (Crossover Rate)} = 0.8$$

$$\text{อัตราการกลายพันธุ์ (Mutation Rate)} = 0.05$$

โดยทำการทดสอบโปรแกรมวางแผนระบบจำหน่ายไฟฟ้า 3 กรณีดังนี้

กรณีที่ 1 ทดสอบการวางแผนระบบจำหน่ายไฟฟ้า โดยการกำหนดให้สถานีไฟฟ้าอยู่ที่ 1 จ่ายแรงดันไฟฟ้าเพียงสถานีเดียว ผลการทดสอบจะแสดงดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 ผลการวางแผนระบบจำหน่ายไฟฟ้า กรณีที่ 1

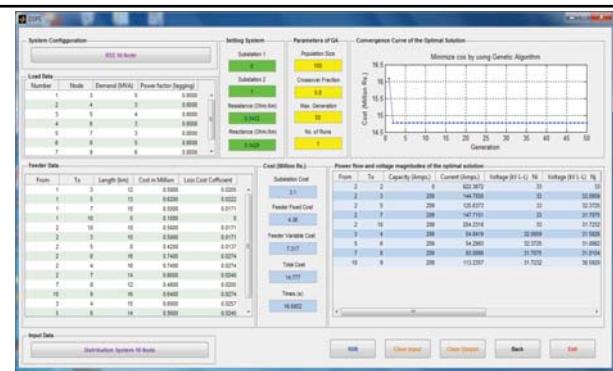
จากภาพที่ 4 แสดงผลการวางแผนระบบจำหน่ายไฟฟ้าในกรณีที่ 1 ซึ่ง (1) หน้าต่างแสดงการลู่เข้าของค่าตอบจะเห็นได้ว่า มีการลู่เข้าตั้งแต่ในรอบการคำนวณที่ 4 (2) หน้าต่างแสดงต้นทุนของการวางแผนระบบจำหน่าย (3) หน้าต่างแสดงค่ากำลังไฟฟ้าจากการวางแผนระบบจำหน่ายไฟฟ้า โดยในกรณีที่ 1 จะมีต้นทุนของระบบจำหน่ายที่ 12.6204 Million Rs. ซึ่งสามารถแบ่งต้นทุนต่างๆ ได้ดังต่อไปนี้

- |                           |        |             |
|---------------------------|--------|-------------|
| 1. ต้นทุนของสถานีไฟฟ้า    | 3.1    | Million Rs. |
| 2. ต้นทุนของสายป้อน       | 4.08   | Million Rs. |
| 3. ต้นทุนผันแปรของสายป้อน | 5.4404 | Million Rs. |

หมายเหตุ : Rs. คือสกุลเงินตราของประเทศไทยเดิม

กรณีที่ 2 ทดสอบการวางแผนระบบจำหน่ายไฟฟ้า โดยการกำหนดให้สถานีไฟฟ้าอยู่ที่ 2 จ่ายแรงดันไฟฟ้าเพียงสถานีเดียว ผลการทดสอบจะแสดงดังภาพที่ 5 ซึ่งมีต้นทุนของการวางแผนระบบจำหน่ายในกรณีที่ 2 คือ 14.7770 Million Rs. ซึ่งสามารถแบ่งต้นทุนต่างๆ ได้ดังต่อไปนี้

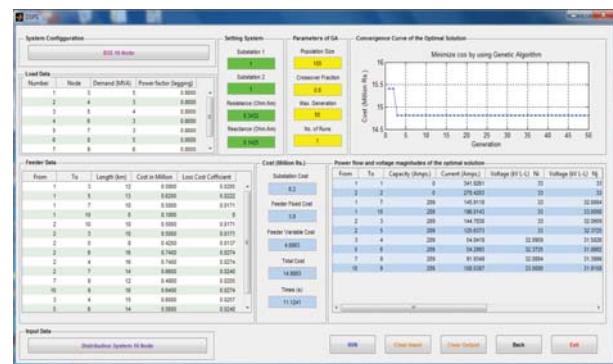
- |                           |       |             |
|---------------------------|-------|-------------|
| 1. ต้นทุนของสถานีไฟฟ้า    | 3.1   | Million Rs. |
| 2. ต้นทุนของสายป้อน       | 4.36  | Million Rs. |
| 3. ต้นทุนผันแปรของสายป้อน | 7.317 | Million Rs. |



ภาพที่ 5 ผลการวางแผนระบบจำหน่ายไฟฟ้า กรณีที่ 2

กรณีที่ 3 ทดสอบการวางแผนระบบจำหน่ายไฟฟ้า โดยการกำหนดให้สถานีไฟฟ้าอยู่ที่ 1 และสถานีไฟฟ้าอยู่ที่ 2 จ่ายแรงดันไฟฟ้า ผลการทดสอบจะแสดงดังภาพที่ 6 ซึ่งมีต้นทุนของการวางแผนระบบจำหน่ายในกรณีที่ 3 คือ 14.8063 Million Rs. ซึ่งสามารถแบ่งต้นทุนต่างๆ ได้ดังต่อไปนี้

- |                           |        |             |
|---------------------------|--------|-------------|
| 1. ต้นทุนของสถานีไฟฟ้า    | 6.2    | Million Rs. |
| 2. ต้นทุนของสายป้อน       | 3.8    | Million Rs. |
| 3. ต้นทุนผันแปรของสายป้อน | 4.8063 | Million Rs. |



ภาพที่ 6 ผลคำตอบการวางแผนระบบจำหน่ายไฟฟ้า กรณีที่ 3

สรุปจากการทดสอบโปรแกรมวางแผนระบบจำหน่ายไฟฟ้า ทั้ง 3 กรณี การวางแผนระบบจำหน่ายไฟฟ้าในกรณีที่ 1 ซึ่งเป็นการจ่ายพลังงานไฟฟ้าเฉพาะสถานีไฟฟ้าที่ 1 มีต้นทุนของการวางแผนระบบจำหน่ายไฟฟ้าอยู่ที่สุด คือ 12.6204 Million Rs. โดยตรงกับค่าอ้างอิงจากงานวิจัย [3-4] ที่ผ่านมา แสดงให้เห็นว่าโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นมีความถูกต้อง

## 5.2 การวิเคราะห์ความพึงพอใจของผู้ใช้งาน

นอกจากการทดสอบโปรแกรมที่ได้พัฒนาไว้ มีความถูกต้อง แล้ว งานวิจัยชิ้นนี้นำโปรแกรมไปทดลองใช้และประเมิน ความพึงพอใจของผู้ใช้งานซึ่งเป็นนักศึกษาระดับปริญญาโท (G-MTE) ณ. ศูนย์การเรียนวิทยาลัยเทคนิคพะเยา รวมทั้งหมด 37 ท่าน เพื่อประเมินความพึงพอใจของการใช้งานโปรแกรม ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

ตารางที่ 4 ผลการประเมินด้านคุณมือ/เนื้อหา

หัวข้อประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	แพร่ผล
ค่าคะแนนในการใช้งานมีความเข้าใจง่าย	4.1622	0.3736	มาก
ความหมายสามารถใช้ภาษาของคุณมือ/ เนื้อหา	4.2973	0.5708	มาก
การเรียบเรียงด้านเนื้อหาและขั้นตอนการใช้งาน	4.3784	0.5941	มาก
รูปภาพประกอบมีความลับลึกทันเนื้อหา	4.7027	0.5199	มาก
เนื้อหามีความถูกต้องใจง่าย/ เนื้อหามีความหมายสามารถเข้าใจง่าย	4.3784	0.4917	มาก
เนื้อหามีความหมายเหมาะสมกับผู้เรียน	4.5135	0.6065	มาก
ค่าเฉลี่ย	4.4054	-	มาก

ตารางที่ 5 ผลการประเมินด้านโครงสร้างของโปรแกรม

หัวข้อประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	แพร่ผล
รูปแบบของตัวอักษรที่ใช้ในโปรแกรม	4.4865	0.5590	มาก
สีและขนาดของโปรแกรมที่มีความหมายสม	4.6486	0.5383	มาก
ขนาดของอักษรและตราที่มีความ หมายสม	4.3243	0.5299	มาก
การจัดวางส่วนต่างๆ บนโปรแกรมมีความ หมายสม	4.4865	0.5588	มาก
มีรายละเอียดของการแสดงผลที่เพียงพอ	4.2973	0.5708	มาก
ค่าเฉลี่ย	4.4486	-	มาก

ตารางที่ 6 ผลการประเมินด้านการใช้งานโปรแกรม

หัวข้อประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	แพร่ผล
การถูกออกแบบมาเพื่อให้ใช้งาน	4.2432	0.6833	มาก
ความสะดวกในการใช้งานของโปรแกรม	4.2973	0.5708	มาก
ผลลัพธ์ของการวางแผนระบบจำหน่าย	4.3514	0.6332	มาก
ไฟฟ้ามีความถูกต้อง			
ส่งเสริมให้ผู้ใช้งานเข้าใจเนื้อหาได้ถูกต้องและ รวดเร็ว	4.2432	0.6414	มาก
ค่าเฉลี่ย	4.2838	-	มาก

สรุปจากตารางที่ 4-6 แสดงผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้โปรแกรม DSPS ซึ่งพบว่าผลจากการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากซึ่งหมายความว่าโปรแกรมที่สร้างขึ้นมีความหมายสมในการนำไปใช้เป็นสื่อในการเรียนการสอนได้

## 6. สรุป

จากปัญหาความยุ่งยากซับซ้อนในการวางแผนระบบจำหน่ายไฟฟ้าโดยแบ่งเป็นการคำนวณหาต้นทุนของระบบจำหน่ายไฟฟ้า และการคำนวณค่ากำลังไฟฟ้าในระบบจำหน่ายไฟฟ้า บทความนี้ได้นำเสนอเครื่องมือในการจำลองการวางแผนระบบจำหน่ายไฟฟ้า ซึ่งพิจารณาจากต้นทุนของระบบจำหน่ายไฟฟ้า โดยใช้วิธีเชิงพัฒนกรรมในการคำนวณหาเส้นทางของระบบจำหน่ายที่มีค่าต่ำที่สุด ตลอดจนคำนวณค่ากำลังไฟฟ้าด้วยวิธีการนิวตัน-raphson ซึ่งได้สร้างเป็นชุดโปรแกรมที่มีชื่อว่า DSPS ซึ่งมีส่วนเชื่อมต่อการใช้งานเพื่อให้ผู้เรียนสามารถใช้งานได้สะดวกในรูปแบบของ GUI และเครื่องมือที่สร้างขึ้นสามารถคำนวณต้นทุนและค่ากำลังไฟฟ้าของระบบจำหน่ายไฟฟ้าได้อย่างถูกต้อง ตลอดจนผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของผู้ใช้งานอยู่ในระดับมากซึ่งสามารถนำมาเป็นสื่อการเรียนการสอนทางด้านการวิเคราะห์ระบบไฟฟ้ากำลัง ในส่วนของการวางแผนระบบจำหน่ายไฟฟ้าได้อย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

## 7. เอกสารอ้างอิง

- [1] ภัคี ยะยมิน, และพิเชษฐ์ ศรียรรยงค์, “การแก้ปัญหาการวางแผนระบบจำหน่ายไฟฟ้าด้วยวิธีเชิงพัฒนกรรม”, การประชุมครุศาสตร์แห่งชาติครั้งที่ 4, 2554.
- [2] ณัชล ไชยรัตน, “เอกสารประกอบการสอนวิชา Intelligent System”, ปีการศึกษา 2548, คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- [3] M.Ponnavaikko, K.S.Prakasa rao, and S.S.Venkata, “Distribution System Planning Through a Quadratic Mixed Integer Programming Approach”, IEEE Transactions on Power Delivery, Vol.PWRD-2, No.4, October 1987.
- [4] S.K.Goswami, “Distribution System Planning Using Branch Exchange Technique”, IEEE Transactions on Power Delivery, Vol.12, No.2, May 1997.
- [5] The Math Work. Genetic Algorithm and Direct Search Toolbox. 2 User’s Guide, 2009.
- [6] Hadi Saadat, “Power System Analysis”, 2nd Ed, McGRAW-Hill, Book Company, New York.
- [7] C.-P.Cheng, C.-W Liu, and C.-C. Liu, “Unit commitment by Lagrangian and Genetic Algorithms,” vol.15, pp.707-714, May.2000.
- [8] D.C.Walters and G.B.Sheble, “Genetic Algorithm Solution of Economic Dispatch with Value Point Loading”, IEEE Trans, Power System, vol. 8, pp.1325-1332, Aug.1993.



## วงจรกำเนิดสัญญาณแบบควอตราชอร์ที่มีความถี่คงที่โดยใช้ DV-CCTAs ที่ควบคุมด้วยกระแส

### A current-mode quadrature oscillator using current controlled DV-CCTAs

ชาดา คำແແງ\* กັງວາລ ພົມຄົມກຸລ\*\* ມນຕຣີ ສີຣີປັບປຸງນັ້ນທ\*\*\*

\* นักศึกษา ระดับปริญญาโท ภาควิชาครุศาสตร์ ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ tada-comedang@hotmail.com

\*\* สาขาวิชาช่างไฟฟ้า แผนกวิชาไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยการอาชีพสตึก บูรีรัมย์ k9 mad dog@hotmail.com

\*\*\* รองศาสตราจารย์ ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี  
พระจอมเกล้าฯ พระนครเหนือ บางซื่อ กรุงเทพมหานคร mts@kmutnb.ac.th

## บทคัดย่อ

บทความนี้ได้นำเสนอของจรกวนิดสัญญาณแบบความจราเจอร์ โดยใช้หลักการของวงจรกำนิดสัญญาณ ไซน์ที่สร้างจากตัวต้านทานแบบลบ โดยใช้วงจรสายพานกระแสส่งผ่านความนำแบบเบรียบเทียบแรงดันผลต่างอินพุต ( $DV-CCTA$ ) จำนวน 2 ตัว ตัวเก็บประจุแบบต่อลงกราวน์ด 2 ตัว และตัวต้านทานแบบต่อลงกราวน์ด 4 ตัว ต่อร่วมกันทำงานในโหมดกระแสสัญญาณที่กำนิด ได้เป็นสัญญาณลักษณะ 2 เอ่าต์พุต มีเฟสต่างกัน 90 องศา สามารถปรับเปลี่ยนได้และความถี่ของการกำนิดสัญญาณได้อย่างเป็นอิสระต่อ กันด้วยวิธีการทางอิเล็กทรอนิกส์ โดยปรับจากกระแสไฟเบส ความเพี้ยนรวมทางชาร์นอนิก ( $THD$ ) ต่ำกว่า 1.92 เบอร์เซ็นต์ อัตราการดึงกำลังไฟฟ้าที่ความถี่  $1.02 \text{ MHz}$  เท่ากับ  $1.84 \text{ mW}$  ที่แหล่งจ่ายแรงดัน  $\pm 1.5V$  คุณสมบัติของวงจรสามารถยืนยันการทำงานได้เป็นอย่างดีผ่านโปรแกรม *PSpice*

**คำสำคัญ:** วงจรกำเนิดสัญญาณความเครื่อง วงจรสายพานกระแทสส์งผ่านความนำแบบเบรี่ยบเที่ยบแรงดันผลต่างอินพุตใหม่ด้วยกระแส

## Abstract

This paper proposes a quadrature oscillator using The Differential voltage current conveyor transconductance amplifier (DV-CCTA)-based negative resistor. Two multiple-output DV-CCTAs, two grounded capacitors and four grounded resistors are used and working in current mode which generates 2 signal outputs with 90 degree of different phase. The condition and frequency of signal generation can be adjusted independently via electronic method by corresponding bias currents. The total harmonic distortion is less than 1.92 % and power consumption at frequency of 1.02 MHz is 1.84 mW at power supply voltage of  $\pm 1.5V$ . The performances of circuit can be verified by PSpice.

**Keyword:** Quadrature oscillator, Differential voltage current conveyor transconductance amplifier, Current-mode

## 1. บทนำ

ในงานด้านวิศวกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ วงจรกำเนิดสัญญาณเป็นวงจรที่สำคัญ และมีการนำไปใช้ย่างกันอย่างกว้างขวาง ตัวอย่างการใช้งาน ได้แก่ ระบบสื่อสาร ระบบเครื่องมือวัด และระบบประมวลผลสัญญาณ เป็นต้น ลักษณะเด่นของวงจรกำเนิดสัญญาณ นิยมพัฒนาให้สามารถกำเนิดสัญญาณรูปคลื่น ใช้ส่องสัญญาณที่มีเฟสต่างกัน 90 องศา หรือที่เรียกว่าสัญญาณความถี่รูปคลื่น ทั้งนี้เพื่อนำไปใช้ในระบบสื่อสาร เช่น ในการมอดูลเตลล์สัญญาณ SSB เป็นต้น [1]

ในปัจจุบันมีความพยายามที่จะลดแรงดันไฟเลี้ยงใน  
วงจรอิเล็กทรอนิกส์ เนื่องมาจากความต้องการที่จะนำมาใช้  
กับอุปกรณ์แบบพกพา หรืออุปกรณ์สื่อสารแบบไร้สาย  
ที่ต้องใช้แบตเตอรี่เป็นแหล่งจ่ายกำลังงาน ดังนั้นจึงมีการใช้  
เทคนิคการทำงานในโหมดกระแส (Current-mode) ซึ่งมีข้อดี  
หลายประการ ได้แก่ มีช่วงพิสัยพลวัตกว้าง (Larger dynamic  
range) มีแบบดิจิทัลกว้างและบริโภคกำลังงานต่ำ [2-3]

จากการศึกษาพบว่าได้มีผู้นำเสนอง่วงจรกำเนิดสัญญาณแบบความตราชูเรอร์ที่ทำงานในโหมดกระแส โดยใช้อุปกรณ์แอกทิฟที่ฟที่แตกต่างกันไป วงจรที่นำเสนอก่อนหน้านี้ได้ออกใช้ วงจรขยายความนำถ่ายโอน (Operational transconductance amplifier, OTA) [4] วงรษสายพานกระแสแบบเบรี่ยนเทียบแรงดันผลต่างอินพุต (Differencing voltage current conveyor, DVCC) [5] วงจรขยายผลต่างกระแสส่งผ่านแรงดันที่ควบคุมด้วยกระแส (Current controlled current differencing buffer amplifier, CC-CDBA) [6] วงรษสายพานกระแสแบบขยายผลต่างเต็มตัว (Fully differential second-generation current conveyor, FD-CCII) [7] วงจรขยายผลต่างกระแสส่งผ่าน ความนำ (Current differencing transconductance amplifiers, CDTAs) [8] และวงจรขยายป้อนกลับกระแสที่สามารถควบคุมด้วยกระแส (Current-controlled current feedback amplifier, CC-CFA) [9] เป็นต้น แต่วงจรที่นำเสนอนี้ไม่สามารถควบคุมเงื่อนไขและความถี่ของ การกำเนิดสัญญาณได้อย่างอิสระ จากกัน [4, 8] นอกจากนี้ยังใช้อุปกรณ์พาสซีฟและแอกทิฟจำนวนมาก [5-7] อีกทั้งไม่

สามารถควบคุมได้ด้วยวิธีการทางอิเล็กทรอนิกส์ [5, 7] และใช้ตัวเก็บประจุแบบโลยซึ่งไม่เหมือนสมที่จะสร้างเป็นวงจรรวม [8-9]

เมื่อปี ค.ศ. 2005 ได้มีผู้นำเสนองุปกรณ์ อิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งทำงานได้ในโหมดกระแสที่มีชื่อว่า วงจรสายพานกระแสส่งผ่านความนำ (Current conveyor transconductance amplifier, CCTA) ที่เหมาะสมนำไปออกแบบ วงจรประมวลผลสัญญาณแอนะล็อก [10] นอกจากนี้ยังมีข้อดีอีก หลากหลาย เช่น อัตราสัญญาวิสูตรสูง แบบดิจิทัลวิ่ง [11] ต่อมาในปี ค.ศ.2009 ได้มีผู้นำเสนองุปกรณ์ที่มีชื่อว่า วงจรสายพานกระแส ส่งผ่านความนำแบบเบรียบเทียบแรงดันผลต่าง อินพุต (Differential voltage current conveyor transconductance amplifier, DV-CCTA) [12] ซึ่งประกอบด้วย วงจรสายพานกระแสแบบเบรียบเทียบแรงดันผลต่างอินพุต (Differencing voltage current conveyor, DVCC) ซึ่งเป็นภาค อินพุต และตามด้วยวงจรสายผ่านกระแสส่งผ่านความนำ (Transconductance amplifier, TA) ซึ่ง DV-CCTA จะ ประกอบด้วยข้อดีของ CCTA รวมไปจนถึงการปรับจูน ค่าพารามิเตอร์ภายในของวงจรประมวลผลสัญญาณ ที่ไม่ แตกต่างกับ CCTA และยังมีคุณสมบัติของ DVCC ซึ่งง่ายต่อ การใช้งานเบรียบเทียบแรงดันผลต่างทางด้านอินพุต รวมไป จนถึงการใช้เป็นอุปกรณ์จำลองค่าแบบลออย [13-14] ถึงแม้ว่า ในการออกแบบวงจรต้องใช้ DVCC และ OTA ใน การสร้าง บล็อกแอนะล็อก แต่จะมีประโยชน์และสะดวกหากนำ DV- CCTA ไปใช้ในรูปของวงจรรวมซึ่งจะส่งผลให้ในการ ออกแบบวงจรประมวลผลสัญญาณ มีขนาดเล็กลง

จากปัญหาดังกล่าวที่ได้กล่าวมาข้างต้น บทความนี้มี  
จุดมุ่งหมายเพื่อจะสังเคราะห์ และออกแบบวงจรกำเนิด  
สัญญาณแบบควบคุมเราเรอร์ในโหมดกระแสงโดยใช้ DV-CCTA  
เพื่อทำให้วงจรสามารถควบคุมความถี่และเงื่อนไขของ การ  
กำเนิดสัญญาณได้ด้วยวิธีการทางอิเล็กทรอนิกส์อย่างเป็นอิสระ  
ต่อกันเพื่อให้ง่ายต่อการนำไปใช้งานจริง อีกทั้งจะใช้อุปกรณ์  
ในการออกแบบวงจรจำนวนน้อยเพื่อลดความซับซ้อนของ  
วงจร และหลีกเลี่ยงการใช้ตัวเก็บประจุแบบลolyin การ  
ออกแบบวงจร เพื่อให้เหมาะสมที่จะสร้างเป็นวงจรรวม



## 2. ทฤษฎีและหลักการ

### 2.1 วงจรสายพานกระแสสัมภัญญาณสำหรับการสัมภัญญาณแบบความถี่ต่ำ (DV-CCTA)

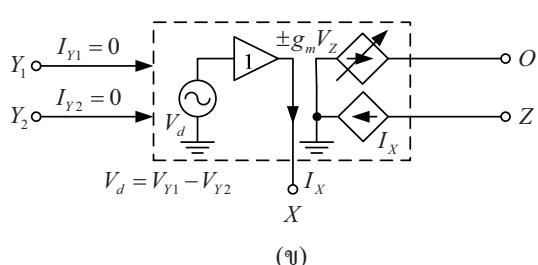
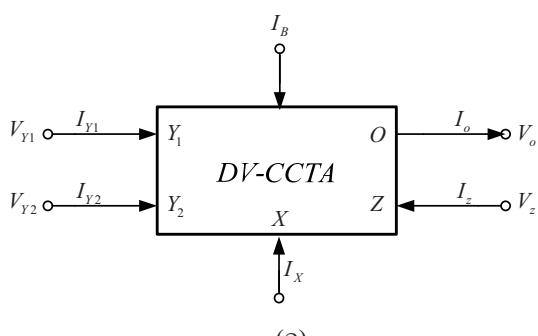
DV-CCTA สามารถเขียนสัมภัญญาณทั่วไปได้ และวงจรสมมูลได้จากภาพที่ 1 และสามารถเขียนสมการคุณลักษณะได้ดังนี้

$$\begin{bmatrix} I_{Y1} \\ I_{Y2} \\ V_X \\ I_z \\ I_o \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & -1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & g_m & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_{Y1} \\ V_{Y2} \\ I_X \\ V_z \\ V_o \end{bmatrix}, \quad (1)$$

$g_m$  คือ ค่าความนำถ่ายโอนของ DV-CCTA สำหรับ DV-CCTA ที่ออกแบบด้วยในโพลาร์ ค่าความนำถ่ายโอนจะมีค่า

$$g_m = \frac{I_B}{2V_T} \quad (2)$$

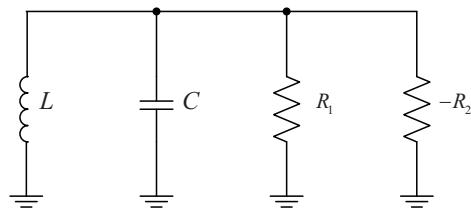
เมื่อ  $I_B$  และ  $V_T$  คือ ค่ากระแสไบแอด และศักดิ์ความร้อนตามลำดับ



ภาพที่ 1: DV-CCTA (ก) สัมภัญญาณ (ข) วงจรสมมูล

### 2.2 หลักการกำเนิดสัมภัญญาณแบบความถี่ต่ำโดยใช้ตัวต้านทานแบบลงบล

การสังเคราะห์วงจรกำเนิดสัมภัญญาณแบบความถี่ต่ำโดยใช้ DV-CCTA ในบทความนี้ จะมีพื้นฐานมาจากวงจร LC ขนาดกับตัวต้านทานชนิดบวกและลบดังภาพที่ 2 ซึ่งจะได้สมการคุณลักษณะ คือ



ภาพที่ 2: หลักการสังเคราะห์วงจรกำเนิดสัมภัญญาณไชน์

$$S^2 + \left( \frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right) \frac{S}{C} + \frac{1}{LC} = 0 \quad (3)$$

จากสมการที่ (3) จะได้เงื่อนไขในการกำเนิดสัมภัญญาณ และความถี่ในการกำเนิดสัมภัญญาณตามลำดับดังนี้

$$R_1 = R_2 \quad (4)$$

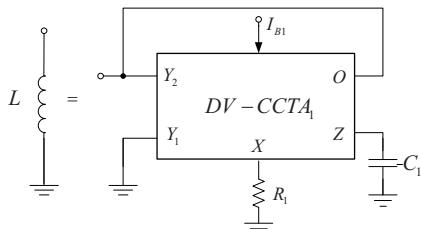
และ

$$\omega_{OSC} = \sqrt{\frac{1}{LC}} \quad (5)$$

จากสมการที่ (4) และ (5) จะพบว่าสามารถปรับเงื่อนไขในการกำเนิดสัมภัญญาณ และความถี่ในการกำเนิดสัมภัญญาณ อย่างเป็นอิสระจากกัน โดยเงื่อนไขในการกำเนิดสัมภัญญาณ จะสามารถปรับได้จาก  $R_1$  และ  $R_2$  ส่วนความถี่ในการกำเนิดสัมภัญญาณสามารถปรับได้จากค่า  $L$  และ  $C$

### 2.3 วงจรกำเนิดสัมภัญญาณความถี่ต่ำสำหรับการสัมภัญญาณแบบความถี่ต่ำ

จากวงจรในภาพที่ 2 ในบทความนี้จะทำการสังเคราะห์โดยจะใช้ DV-CCTA<sub>1</sub> ต่อร่วมกับ  $R_1$  และ  $C_1$  ทำหน้าที่เป็นตัวเหนี่ยวนำ ซึ่งจะแสดงในภาพที่ 3 โดยที่ความเหนี่ยวนำจะมีค่าเท่ากับ

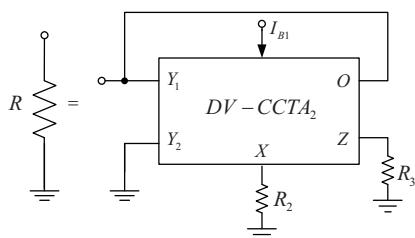


$$L = \frac{R_1 C_1}{g_{m1}} \quad (6)$$

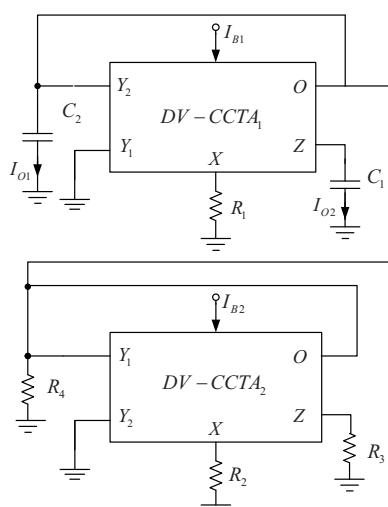
ภาพที่ 3: วงจรจำลองค่าตัวเหนี่ยวนำแบบต่อลงกราวน์ด์

ส่วน  $DV - CCTA_2$  จะต่อร่วมกับ  $R_2$  และ  $R_3$  จะทำหน้าที่เป็นตัวต้านทานแบบลบ ซึ่งจะแสดงในภาพที่ 4 โดยที่ความต้านทานจะมีค่าเท่ากับ

$$R = -\frac{R_2}{g_{m2} R_3} \quad (7)$$



ภาพที่ 4: วงจรจำลองค่าตัวต้านทานลบแบบต่อลงกราวน์ด์



ภาพที่ 5: วงจรกำเนิดสัญญาณแบบควบคุมรายจ่ายที่นำเสนอน

จากภาพที่ 5 เป็นวงจรกำเนิดสัญญาณแบบควบคุมรายจ่ายที่นำเสนอน สามารถเขียนสมการคุณลักษณะของวงจรกำเนิดสัญญาณได้ดังนี้

$$S^2 + \left( \frac{1}{R_4} - \frac{g_{m2} R_3}{R_2} \right) \frac{S}{C_2} + \frac{g_{m1}}{R_1 C_1 C_2} = 0 \quad (8)$$

จากสมการที่ (8) จะได้เงื่อนไขในการกำเนิดสัญญาณเท่ากับ

$$R_4 = \frac{R_2}{g_{m2} R_3} \quad (9)$$

และความถี่ของการกำเนิดสัญญาณเท่ากับ

$$\omega_{osc} = \sqrt{\frac{g_{m1}}{R_1 C_1 C_2}} \quad (10)$$

นำค่า  $g_{m1} = I_{B1} / 2V_T$  จากสมการที่ (2) แทนลงในสมการที่ (9) จะได้เงื่อนไขในการกำเนิดสัญญาณเท่ากับ

$$R_4 = \frac{2V_T R_2}{I_{B2} R_3} \quad (11)$$

จากสมการที่ (10) จะได้ความถี่ในการกำเนิดสัญญาณเท่ากับ

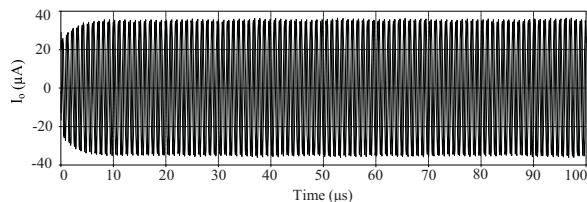
$$\omega_{osc} = \sqrt{\frac{I_{B1}}{2V_T R_1 C_1 C_2}} \quad (12)$$

จากสมการที่ (11) จะสามารถควบคุมเงื่อนไขของการกำเนิดสัญญาณได้โดยการปรับที่กระแส  $I_{B2}$  และจากสมการที่ (12) สามารถควบคุมความถี่ของการกำเนิดสัญญาณได้โดยการปรับกระแสที่  $I_{B1}$  ซึ่งจะเห็นได้อย่างชัดเจนว่าสามารถควบคุมเงื่อนไขและความถี่ของการกำเนิดสัญญาณได้อย่างเป็นอิสระจากกันในเชิงอิเล็กทรอนิกส์

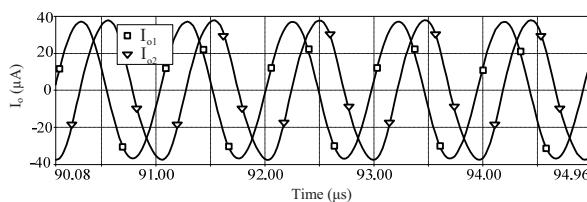
### 3. ผลการจำลองการทำงาน

เพื่อเป็นการยืนยันสมรรถนะของวงจรที่นำเสนอน จึงได้จำลองการทำงานของวงจรด้วยโปรแกรม PSpice สำหรับ

ทรานซิสเตอร์ PNP และ NPN ที่ใช้ในการจำลองการทำงานของวงจร ได้ใช้พารามิเตอร์ของทรานซิสเตอร์เบอร์ PR200N และ NR200N ตามลำดับ ซึ่งเป็นทรานซิสเตอร์อาร์เรย์ ALA-400 ของ AT&T [15]

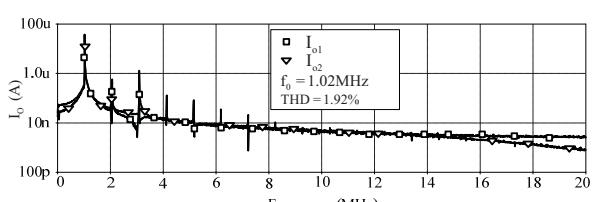


ภาพที่ 6: สัญญาณเอาต์พุตในสภาวะเริ่มต้น



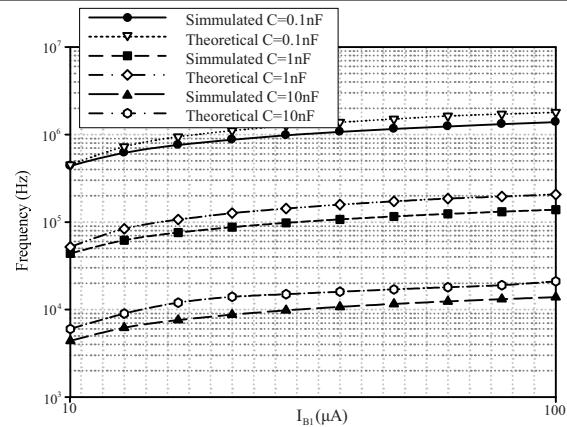
ภาพที่ 7: สัญญาณเอาต์พุตในสภาวะอยู่ตัวที่ต่างเฟสกัน 90°

กำหนดให้ DV-CCTA ทำงานที่แรงดัน  $\pm 1.5$  V,  $I_{B1} = 120\mu A$ ,  $I_{B2} = 60\mu A$ ,  $R_1 = R_2 = R_3 = 1k\Omega$ ,  $C_1 = 0.3nF$ ,  $C_2 = 0.15nF$  เพื่อให้สามารถดำเนินด้วยความถี่ 1.02 MHz ซึ่งผลในภาพที่ 6 เป็นสัญญาณเอาต์พุตในสภาวะเริ่มต้นของการเกิดสัญญาณ และในภาพที่ 7 เป็นผลสัญญาณเมื่อวงจรดำเนินด้วยอยู่ตัว ซึ่งจะพบได้ว่าสัญญาณทั้งสองเป็นรูปคลื่นไอน์ และมีความต่างเฟสกัน 90°



ภาพที่ 8: สเปกตรัมของสัญญาณที่ความถี่ 1.02MHz

ส่วนในภาพที่ 8 แสดงสเปกตรัมของสัญญาณของกระแส  $I_{O1}$  และ  $I_{O2}$  ที่ความถี่ 1.02MHz ซึ่งมีค่าผิดเพี้ยนทางหารือนิยมโดยรวมเท่ากับ 1.92%



ภาพที่ 9: ความถี่ของการดำเนินด้วยเปลี่ยนค่าตัวเก็บประจุ และกระแสไบแอดส์  $I_{B1}$

สำหรับภาพที่ 9 เป็นผลจำลองการทำงานด้วยโปรแกรม PSpice เปรียบเทียบกับค่าที่ได้จากการคำนวณ ซึ่งเป็นผลจากการเปลี่ยนแปลงกระแส  $I_{B1}$  และเปลี่ยนแปลงค่าตัวเก็บประจุ 3 ค่า ซึ่งแสดงให้เห็นว่าผลจากการทดลอง และค่าที่ได้จากการคำนวณ มีความถี่ในการดำเนินด้วยสัญญาณสามารถประค่าได้สอดคล้องกันจึงช่วยยืนยันความถูกต้องของวงจร ได้เป็นอย่างดี แม้จะมีค่าความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้นดูเหมือนมีค่ามาก พอประมาณ แต่ก็พอจะคาดเดาได้ว่าค่าความคลาดเคลื่อนนี้คงเกิดจากค่าพารามิเตอร์แฟงต่างๆ ภายในตัวทรานซิสเตอร์ที่ประกอบขึ้นมาเป็น DV-CCTA ยกตัวอย่างเช่น ค่าพารามิเตอร์ดังกล่าวอาจจะเกิดมาจากการค่าตัวเก็บประจุแฟงที่มีอยู่ในตัวทรานซิสเตอร์ชนิดต่างๆ ก็เป็นได้

#### 4. สรุปผลการทำงาน

บทความวิจัยนี้ได้นำเสนอของร่างดำเนินด้วยสัญญาณแบบความถี่ราเรอ์-โหนดะกระแสโดยใช้เพียง DV-CCTA จำนวน 2 ตัว ต่อร่วมกับตัวเก็บประจุที่ลงกราวน์ด์อีก 2 ตัว และตัวต้านทานแบบต่อลดกราวน์ดอีก 4 ตัว วงจรที่นำเสนอสามารถควบคุมความถี่และเงื่อนไขของการดำเนินด้วยสัญญาณ ได้อย่างอิสระจากกัน โดยสามารถปรับเปลี่ยนค่ากระแส  $I_{B1}$  และ  $I_{B2}$  ตามลำดับ วงจรเมื่อติดการทำงานดีจะมีไฟฟ้าโดยรวมเท่ากับ 1.84 mW ที่แรงดันไฟเดี่ยว  $\pm 1.5V$  นอกเหนือจากนี้แล้ว ด้วยโครงสร้างที่ประกอบด้วยอุปกรณ์แยกที่ฟิตกันได้และ

ใช้ชื่อปีก่อนที่ต่อลงกราวน์ด จึงมีความสะดวกในการพัฒนาเป็น  
วงจรรวม เมื่อจะใช้ชื่อที่ไม่ซ้ำกันอีก

## 5. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจาก สำนักบริหาร  
โครงการวิจัยในอุดมศึกษาและพัฒนามหาวิทยาลัยวิจัยแห่งชาติ  
สำนักคณะกรรมการการอุดมศึกษา ประจำปี 2554  
รหัสโครงการ 2554A11962036

## 6. เอกสารอ้างอิง

- [1] I. A. Khan, and S. Khawaja, "An integrable gm-C quadrature oscillator," International Journal of Electronics, vol. 87, pp. 1353-1357, 2000.
- [2] C. Toumazou, F. J. Lidger, and D. G. Haigh, "Analogue IC design: the current-mode approach," London: Peter Peregrinus, 1990.
- [3] D. R. Bhaskar, V. K. Sharma, M. Monis and S. M. I. Rizvi, "New current-mode universal biquad filter," Microelectronics Journal, vol. 30, pp. 837-839, 1999.
- [4] S. Minaei and O. Cicekoglu, "New current-mode integrator, all-pass section and quadrature oscillator using only active elements," 1st IEEE Int'l Conf. Circuits and Systems for Communications, vol. 26-28, pp. 70-73, 2002.
- [5] J. W. Horng, "Current-mode quadrature oscillator with grounded capacitors and resistors using two DVCCs," IEICE Trans. Fundamentals of Electronics, Communications and Computer Sciences, vol. E86-A, pp. 2152-2154, 2003.
- [6] W. Jaikla and M. Siripruchyanan, "A versatile quadrature oscillator and universal biquad filter using CCCDBAs," Proceedings of ECTI con 2006, Ubon-ratchathani, Thailand, pp. 501-504, May 2006.
- [7] J. W. Horng, C. L. Hou, C. M. Chang, H. P. Chou, C. T. Lin and Y. H. Wen, "Quadrature oscillators with grounded capacitors and resistors using FDCCIIs," ETRI Journal, vol. 28, pp. 486-494, 2006.
- [8] S. Lawanwisut, D. Bolek, M. Siripruchyanan, "A simple current-mode quadrature oscillator using only single CDTA," International Conference on Technical Education (ICTE2009), pp.119-122, 2009.
- [9] J. Kunbun, P. Silapan, M. Siripruchyanan, and P. Prommee, "A current-mode quadrature oscillator based on CC-CFAs. ElectricalEngineering/Electronics, Computer, Telecommunications and Information Technology, 2009. ECTI-CON 2009. 6th International Conference on, Volume: 01, pp: 542 - 545, 2009
- [10] R. Prokop, and V. Musil, "New modern circuit block CCTA and some its applications," The Fourteenth International Scientific and Applied Science Conference – Electronics ET'2005, Book 5. Sofia: TU Sofia, pp. 93-98, 2005.
- [11] M. Siripruchyanan, and W. Jaikla, "Current controlled current conveyor transconductance amplifier (CCCCTA) a building block for analog signal processing," The Proceeding of ISCIT 2007, Sydney, Australia, pp. 1072-1075, 2007.
- [12] W. Jaikla, M. Siripruchyanan, and A. Lahiri, "Resistorless dual-mode quadrature sinusoidal oscillator using a singleactive building block," Microelectronics Journal, vol. 42, no. 1, pp. 135-140, 2010.
- [13] A. Jantakun, N. Pisutthipong, M. Siripruchyanan, "Single element based-novel temperature insensitive/ electronically controllable floating capacitance multiplier and its application," Electrical Engineering/ Electronics Computer Telecommunications and Information Technology (ECTI-CON), pp.37-41, 2010.
- [14] A. Jantakun, N. Pisutthipong, M. Siripruchyanan, "A synthesis of temperature Insensitive/Electronically Controllable floating simulators based on DV-CCTAs," Proc. 6th Int. Conf. Elect. Engg. / Eletron., Comp., Telecom., Inf. Tech. ECTI-CON-2009, pp. 560, 2009.
- [15] D. R. Frey, "Log-domain filtering: an approach to current-mode filtering", IEEE Proceedings of Circuit Devices Systems, vol.140, pp. 406-416, 1993.



## การสังเคราะห์ตัวควบคุมแบบ PI, PD และ PID โหนดกระแสโดยใช้ DV-CCTAs A Synthesis of Current-mode PI, PD and PID Controllers Employing DV-CCTAs

กัจวลา พยักหมกุล\* ชาดา คำแดง\*\* มนตรี ศิริปรัชญาบันท\*\*\*

\* สาขาวิชาช่างไฟฟ้า วิทยาลัยการอาชีพสตึก k9\_mad\_dog@hotmail.com

\*\* นักศึกษา ระดับปริญญาโท ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า tada-comedang@hotmail.com

\*\*\* ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

mts@kmutnb.ac.th

### บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอ การสังเคราะห์ตัวควบคุมแบบสัดส่วนร่วมกับปริพันธ์และอนุพันธ์ในโหนดกระแส โดยใช้วงจรสายพานกระแสส่งผ่านความนำแบบเบรี่ยนเพิ่มแรงดันผลต่างอินพุต (DV-CCTA) ซึ่งลักษณะเด่นของวงจรคือ สามารถควบคุมอัตราการขยายของตัวควบคุมได้อิสระต่อ กัน ในเชิงอิเล็กทรอนิกส์ด้วยการควบคุมกระแสไบแอดส์ในแต่ละตัวควบคุมแบบสัดส่วน กับปริพันธ์และอนุพันธ์ โครงสร้างของวงจรไม่ซับซ้อน ประกอบด้วย DV-CCTA จำนวน 3 ตัว ตัวต้านทาน 5 ตัว และตัวเก็บประจุที่ต่อลงกราวน์ 2 ตัว ผลการทดสอบสมรรถนะผ่านการจำลองด้วยโปรแกรม PSpice พบว่า วงจรทำงานได้สอดคล้องกับผลของการวิเคราะห์ไว้ในเชิงทฤษฎี โดยมีอัตราการสิ้นเปลืองกำลังไฟฟ้าสูงสุดอยู่ที่  $1.09mW$  ที่แหล่งจ่าย  $\pm 1.5$  โวลต์ คุณสมบัติของวงจรสามารถยืนยันการทำงานได้เป็นอย่างดีผ่านโปรแกรม PSpice

**คำสำคัญ:** ตัวควบคุม PID, PI, PD, โหนดกระแส วงจรสายพานกระแสส่งผ่านความนำแบบเบรี่ยนเพิ่มแรงดันผลต่างอินพุต โหนดกระแส

### Abstract

*This paper presents a synthesis of current-mode PI, PD and PID controllers employing The Differential voltage current conveyor transconductance amplifiers (DV-CCTAs). The features of these controllers are that: the current gains can be electronically independently controlled by adjusting bias currents in the proportional, integral, and deviation controllers: circuit description of the PID controller is very simple, consisting of 3 DV-CCTAs cooperating with 5 grounded resistors and 2 grounded capacitors. The PSpice simulation results are shown. The given results agree well with the theoretical anticipation. The maximum power consumption in the PID controller is approximately  $1.09 mW$  at  $\pm 1.5V$  supply voltages. The performances of circuit can be verified by PSpice.*

**Keyword:** PID, PI, PD, current-mode, Differential voltage current conveyor transconductance amplifier

## 1. บทนำ

ตัวควบคุมแบบสัดส่วนร่วมกับปริพันธ์และอนุพันธ์ (PID Controller) ตัวควบคุมแบบสัดส่วนกับปริพันธ์ (PI Controller) และตัวควบคุมแบบสัดส่วนกับอนุพันธ์ (PD Controller) เป็นการควบคุมด้วยการปรับตัวแปรภายในของตัวควบคุม ทั้งในการควบคุมแบบเปิด และแบบป้อนกลับ เป็นส่วนที่สำคัญที่สุด ส่วนหนึ่งขององค์ประกอบของการควบคุมที่ใช้กันอย่าง กว้างขวางในกระบวนการควบคุมในงานอุตสาหกรรม เช่น การควบคุมอุณหภูมิ หรืออัมเตอร์ [1] ตัวควบคุมแบบสัดส่วนร่วมกับปริพันธ์และอนุพันธ์เดิม [2] ที่ใช้งานโภนดแรงดันได้ถูกพัฒนาขึ้นมาจากการอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ [3] และอุปกรณ์พาราเซฟที่ประกอบด้วยตัวต้านทาน และตัวเก็บประจุแบบโลย เป็นจำนวนมาก ทำให้ไม่เหมาะที่จะนำไปทำเป็นวงจรรวม [4-5] ได้มีการนำเสนอตัวควบคุมแบบสัดส่วนร่วมกับปริพันธ์ และอนุพันธ์อย่างต่อเนื่อง โดยใช้อุปกรณ์แอกทิฟในยุคใหม่ ทั้งในโภนดแรงดัน และโภนดกระแส เช่น OTA [6], CCII [7-9], CDBA [10] และ CFA [11] ต่างก็ได้มีการนำเสนอมาแล้วทั้งสิ้น แต่ก็ยังมีข้อบกพร่องของวงจรที่ได้นำเสนอแล้วนั้นดังต่อไปนี้ ใช้อุปกรณ์พาราเซฟ และแอกทิฟ เป็นจำนวนมาก [6-11] ไม่สามารถควบคุมอัตราขยายในแต่ละส่วนตัวควบคุมด้วยวิธีทางอิเล็กทรอนิกส์ [7-11] ไม่เป็นอิสระในการปรับอัตราการขยายในแต่ละส่วนตัวควบคุม [7-11]

ปัจจุบันได้มีการพัฒนาการระบบและผลิตภัณฑ์ทางอิเล็กทรอนิกส์ ด้วยการลดแรงดันไฟเลี้ยงในวงจรและระบบเนื่องจากความต้องการที่จะนำมาใช้กับอุปกรณ์แบบพกพา หรืออุปกรณ์สื่อสารแบบไร้สายที่ต้องใช้แบตเตอรี่เป็นแหล่งจ่ายกำลังงาน ดังนั้นจึงมีการใช้เทคนิคการทำงานในโภนดกระแส ซึ่งมีข้อดีหลายประการ เมื่อเทียบเทคนิคการทำงานในโภนดแรงดัน ได้แก่ มีช่วงพิสัยพลวัตกว้าง มีแบบดิจิทัล และอัตราการสื่อสารสูงกว่าไฟฟ้าต่อ [12-13]

เมื่อปี ก.ศ. 2010 ได้มีผู้นำเสนออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งทำงานได้ในโภนดกระแสที่มีชื่อว่า วงจรสายพานกระแส ส่งผ่านความนำแบบเปรียบเทียบแรงดันผลต่างอินพุต (Differential voltage current conveyor trans conductance amplifier, DV-CCTA) [14] ที่หมายจะนำไปอุปกรณ์แบบวงจร

ประมวลสัญญาณแอนะล็อก [15] โดย DV-CCTA นอกจากนี้ยังมีข้อดีอีกหลากหลาย เช่น ยัตราราสูตรสูง แบบดิจิทัลวิธี [16] ซึ่งประกอบด้วยวงจรสายพานกระแสแบบเปรียบเทียบแรงดันผลต่างอินพุต (Differencing voltage current conveyor, DVCC) ซึ่งเป็นภาคอินพุต และตามด้วยวงจรสายผ่านกระแสส่งผ่านความนำ (Trans conductance amplifier, TA) ถึงแม้ว่าในการออกแบบวงจรต้องใช้ DVCC และ OTA ในการสร้างบล็อกแอนะล็อก แต่จะมีประโยชน์และสะดวกหากนำ DV-CCTA ไปใช้ในรูปของวงจรรวมซึ่งจะส่งผลให้ในการออกแบบวงจรประมวลสัญญาณมีขนาดเล็กลง

จากปัจจุบันดังกล่าวที่ได้กล่าวมาข้างต้น บทความนี้จึงมีจุดประสงค์เพื่อนำเสนอ ตัวควบคุมแบบ PI, PD และ PID โภนดกระแส โดยใช้ DV-CCTA ที่สามารถปรับค่าอัตราขยายของตัวควบคุม โดยการปรับค่ากระแสในแบบที่ DV-CCTA ที่อิสระต่อ กันในเชิงอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อให้ง่ายต่อการนำไปใช้งานจริง อีกทั้งจะใช้อุปกรณ์ในการออกแบบวงจรจำนวนน้อยเพื่อลดความซับซ้อนของวงจร และหลีกเลี่ยงการใช้ตัวเก็บประจุแบบโลยในการออกแบบวงจร เพื่อให้เหมาะสมที่จะสร้างเป็นวงจรรวม

## 2. ทฤษฎีและหลักการ

### 2.1 วงจรสายพานกระแสส่งผ่านความนำแบบเปรียบเทียบแรงดันผลต่างอินพุต (DV-CCTA)

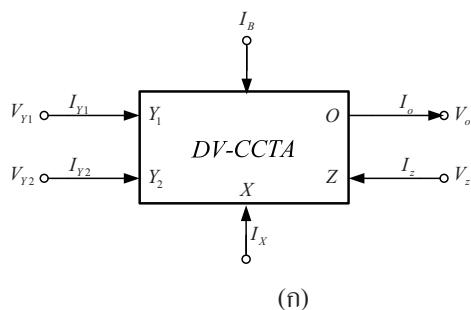
DV-CCTA สามารถเขียนสัญลักษณ์ทางไฟฟ้า และวงจรสมมูลได้จากภาพที่ 1 และสามารถเขียนสมการคุณลักษณะได้ดังนี้

$$\begin{bmatrix} I_{Y1} \\ I_{Y2} \\ V_X \\ I_z \\ I_o \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & -1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & g_m & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_{Y1} \\ V_{Y2} \\ I_X \\ V_z \\ V_o \end{bmatrix}, \quad (1)$$

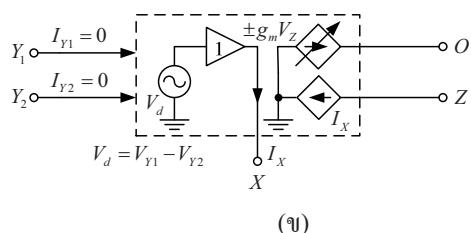
$g_m$  คือ ค่าความนำถ่ายโอนของ DV-CCTA สำหรับ DV-CCTA ที่ออกแบบด้วยใบโพลาร์ ค่าความนำถ่ายโอนจะมีค่า

$$g_m = \frac{I_B}{2V_T} \quad (2)$$

เนื่อง  $I_B$  และ  $V_T$  คือ ค่ากระแสไนแอส และศักดา  
ความร้อนตามลำดับ



(ก)



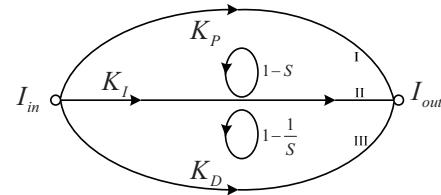
(ข)

ภาพที่ 1: DV-CCTA (ก) สัญลักษณ์ (ข) วงจรสมมูล

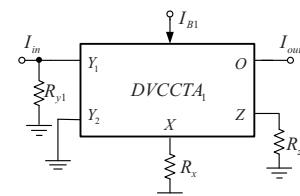
## 2.2 หลักการของตัวควบคุมที่นำเสนอด้วย

ตัวควบคุมแบบสัดส่วนร่วมกับปริพันธ์ และอนุพันธ์ สามารถจัดให้เข้ารูปของพึงก์ชันถ่ายโอน  $H_{PID}(s)$  ได้ดังสมการที่ (3) ค่าพารามิเตอร์  $K_p$  คืออัตราการขยายของการปรับสัดส่วน  $T_i$  คือค่าเวลาคงตัวของการปริพันธ์ จะเป็นส่วนกลับของอัตราการขยายของปริพันธ์ และ  $T_d$  คือค่าเวลาคงตัวของการอนุพันธ์ เป็นส่วนกลับของอัตราการขยายของอนุพันธ์ เมื่อนำมาเขียนเป็นกราฟแสดงการไหลของสัญญาณ ดังภาพที่ 2 ในส่วน I เป็นส่วนของ  $K_p$  ส่วน II เป็นส่วนของ  $T_i$  และส่วน III เป็น  $K_d$  เมื่อนำมารวมทั้งหมดจะได้ตัวควบคุมแบบสัดส่วนร่วมกับปริพันธ์ และอนุพันธ์ ซึ่งเป็นการไหลเวียนสัญญาณของแต่ละภาคส่วนของตัวควบคุม

$$H_{PID}(s) = \frac{I_{out}(s)}{I_{in}(s)} = K_p + \frac{1}{T_i s} + T_d s \quad (3)$$



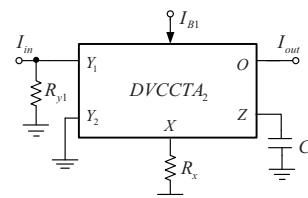
ภาพที่ 2: กราฟไหลเวียนของสัญญาณ



ภาพที่ 3: ตัวควบคุมแบบสัดส่วน

จากภาพที่ 3 เป็นตัวควบคุมแบบสัดส่วน ซึ่งเป็นวงจรขยายสัญญาณกระแสที่ใช้ DV-CCTA เพียงตัวเดียวจากวิเคราะห์วงจรและใช้คุณสมบัติของ DV-CCTA จะได้อัตราขยายแบบสัดส่วนดังสมการที่ (4)

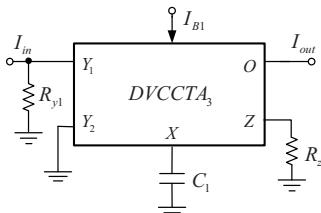
$$\frac{I_{out}}{I_{in}} = g_m \frac{R_{y1} R_z}{R_x} \quad (4)$$



ภาพที่ 4: ตัวควบคุมแบบปริพันธ์

จากภาพที่ 4 เป็นตัวควบคุมแบบปริพันธ์ หรือเรียกว่า วงจรอินทีเกรเตอร์ ซึ่งใช้ DV-CCTA เพียงตัวเดียวร่วมกับตัวต้านทาน 2 ตัว และตัวเก็บประจุที่ต่อลงกราวน์ด์ จากการวิเคราะห์วงจรและใช้คุณสมบัติของ DV-CCTA จะได้ดังสมการที่ (5)

$$\frac{I_{out}}{I_{in}} = g_m \frac{R_{y1}}{R_x C_s} \quad (5)$$



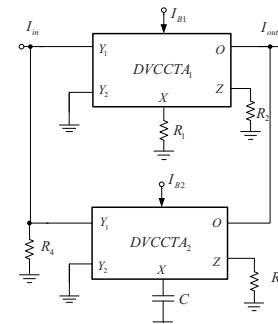
ภาพที่ 5: ตัวควบคุมแบบอนุพันธ์

จากภาพที่ 5 เป็นตัวควบคุมอนุพันธ์ หรือเรียกว่า วงจรดิฟเฟอเรนเชียล โดยใช้ DV-CCTA<sub>2</sub> ตัว ตัว ด้านท่าน 2 ตัว ตัวกึ่งประจุ 1 ตัวเป็นแบบต่อลงกราวน์ด จากการวิเคราะห์ฟังก์ชันถ่ายโอน จะได้ดังสมการที่ (6)

$$\frac{I_{out}}{I_{in}} = g_{m1} C_s R_z R_{y1} \quad (6)$$

จะทำหน้าที่เป็นตัวควบคุมตัวควบคุมแบบสัดส่วนกับอนุพันธ์ ซึ่งจะแสดงในภาพที่ 7 ซึ่งสามารถวิเคราะห์ฟังก์ชันถ่ายโอนในโหมดกระแส ได้ดังสมการที่ (8)

$$\frac{I_{out}}{I_{in}} = g_{m1} \frac{R_4 R_2}{R_1} + g_{m2} R_3 R_4 C_s \quad (8)$$

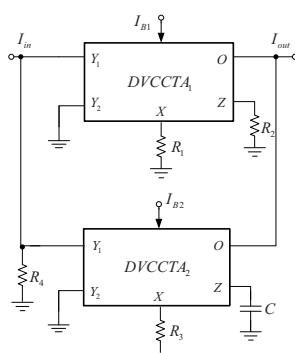


ภาพที่ 7: ตัวควบคุมแบบสัดส่วนกับอนุพันธ์

### 2.3 วงจรตัวควบคุมที่นำเสนอ

จากการในภาพที่ 3 และ 4 ในบทความนี้จะทำการสังเคราะห์ โดยจะใช้ DV-CCTA<sub>1</sub> ต่อร่วมกับ DV-CCTA<sub>2</sub> ซึ่งจะทำหน้าที่เป็นตัวควบคุมแบบสัดส่วนกับปริพันธ์ ซึ่งจะแสดงในภาพที่ 6 ซึ่งสามารถวิเคราะห์ฟังก์ชันถ่ายโอนในโหมดกระแส ได้ดังสมการที่ (7)

$$\frac{I_{out}}{I_{in}} = g_{m1} \frac{R_4 R_2}{R_1} + g_{m2} \frac{R_4}{R_3 C_s} \quad (7)$$

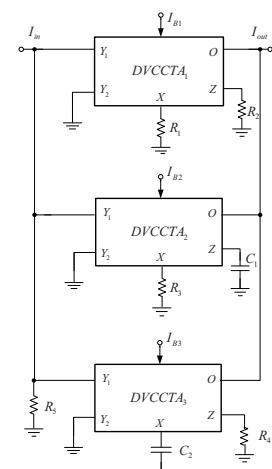


ภาพที่ 6: ตัวควบคุมแบบสัดส่วนกับปริพันธ์

จากการในภาพที่ 3 และ 5 ในบทความนี้จะทำการสังเคราะห์ โดยจะใช้ DV-CCTA<sub>1</sub> ต่อร่วมกับ DV-CCTA<sub>2</sub> ซึ่ง

จากการในภาพที่ 3-5 ในบทความนี้จะทำการสังเคราะห์ โดยจะใช้ DV-CCTA<sub>1</sub> - DV-CCTA<sub>3</sub> ซึ่งจะทำหน้าที่เป็นตัวควบคุมแบบสัดส่วนกับปริพันธ์ และ อนุพันธ์ ซึ่งจะแสดงในภาพที่ 8 ซึ่งสามารถวิเคราะห์ฟังก์ชันถ่ายโอนในโหมดกระแส ได้ดังสมการที่ (9)

$$\frac{I_{out}}{I_{in}} = g_{m1} \frac{R_4 R_2}{R_1} + g_{m2} \frac{R_4}{R_3 C_1} + g_{m3} R_4 R_5 C_2 \quad (9)$$

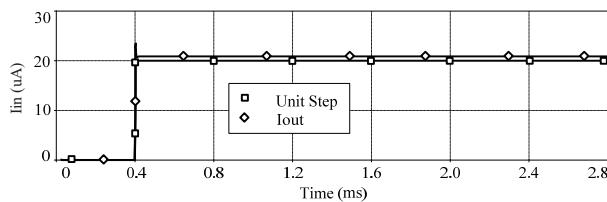


ภาพที่ 8: ตัวควบคุมแบบสัดส่วนกับปริพันธ์ และ อนุพันธ์

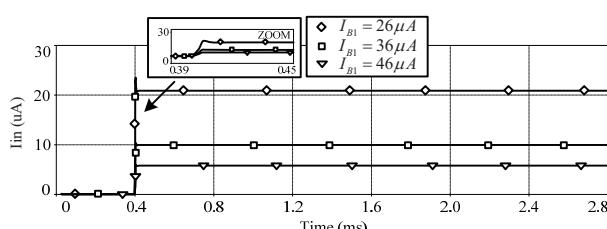
จากสมการที่ (4) ถึง (9) เห็นได้อย่างชัดเจนว่า อัตราการขยายและตัวแปรต่างๆ ของตัวควบคุมแบบสัดส่วนกับปริพันธ์และอนุพันธ์ ( $K_p, T_i$  และ  $T_d$ ) สามารถถูกควบคุมได้จากกระแสใบออกต่างๆ ได้อย่างอิสระซึ่งกันและกัน ดังนั้น จึงกล่าวได้ว่า ตัวควบคุมที่นำเสนอนี้ สามารถปรับพารามิเตอร์ของตัวควบคุมได้ด้วยวิธีทางอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งสามารถประยุกต์เข้ากับการควบคุมแบบอัตโนมัติหรือผ่านไมโครคอนโทรลเลอร์/ไมโครคอมพิวเตอร์ได้อย่างง่าย [12-13]

### 3. ผลการจำลองการทำงาน

เพื่อเป็นการยืนยันสมรรถนะของวงจรที่นำเสนอ จึงได้จำลองการทำงานของวงจรด้วยโปรแกรม PSpice สำหรับทรานซิสเตอร์ PNP และ NPN ที่ใช้ในการจำลองการทำงานของวงจร ได้ใช้พารามิเตอร์ของทรานซิสเตอร์เบอร์ PR200N และ NR200N ตามลำดับ ซึ่งเป็นทรานซิสเตอร์อาร์เรย์ ALA-400 ของ AT&T [17]

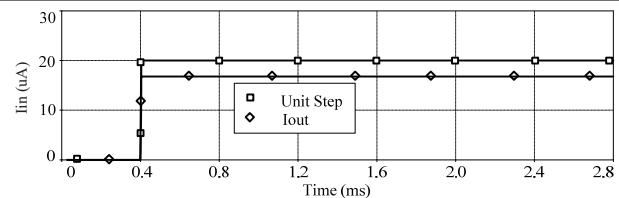


ภาพที่ 9: สัญญาณอินพุตเทียบกับเอาต์พุต

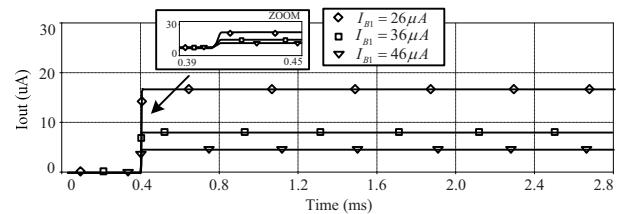


ภาพที่ 10: สัญญาณเอาต์พุตเมื่อปรับกระแส  $I_{B2}$

จากภาพที่ 9 และ 10 เป็นผลของการจำลองตัวควบคุมแบบสัดส่วนกับปริพันธ์ กำหนดให้ DV-CCTA ทำงานที่แรงดัน  $\pm 1.5V$ ,  $I_{B1} = 52\mu A$ ,  $I_{B2} = 26\mu A$ ,  $C_1 = 1nF$ ,  $R_1 - R_4 = 1k\Omega$  ซึ่งจะแสดงสัญญาณเอาต์พุตเมื่อเทียบกับอินพุต และผลเมื่อทำการเปลี่ยนค่ากระแส  $I_{B2}$

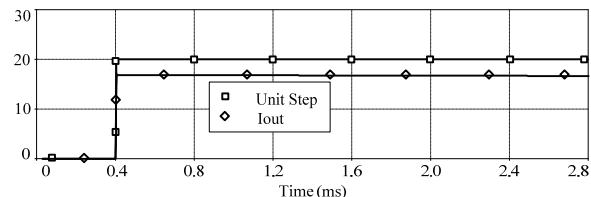


ภาพที่ 11: สัญญาณอินพุตเทียบกับเอาต์พุต

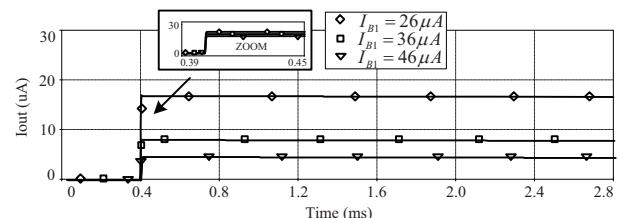


ภาพที่ 12: สัญญาณเอาต์พุตเมื่อปรับกระแส  $I_{B2}$

จากภาพที่ 11 และ 12 เป็นผลของการจำลองตัวควบคุมแบบสัดส่วนกับอนุพันธ์ กำหนดให้ DV-CCTA ทำงานที่แรงดัน  $\pm 1.5V$ ,  $I_{B1} = 52\mu A$ ,  $I_{B2} = 26\mu A$ ,  $C_1 = 70\mu F$ ,  $R_1 - R_4 = 1k\Omega$  ซึ่งจะแสดงสัญญาณเอาต์พุตเมื่อเทียบกับอินพุต และผลเมื่อทำการเปลี่ยนค่ากระแส  $I_{B2}$



ภาพที่ 13: สัญญาณอินพุตเทียบกับเอาต์พุต



ภาพที่ 14: สัญญาณอินพุตเทียบกับเอาต์พุต

$\pm 1.5V$ ,  $I_{B1} = 52\mu A$ ,  $I_{B2,B3} = 26\mu A$ ,  $C_1 = 70\mu F$ ,  $C_2 = 1nF$ ,  $R_{1,2,4,5} = 1k\Omega$ ,  $R_3 = 10k\Omega$  ซึ่งจะแสดงสัญญาณเอาต์พุตเมื่อเทียบกับอินพุต และผลเมื่อทำการเปลี่ยนค่ากระแส  $I_{B2}$

#### 4. สรุปผลการทำงาน

บทความนี้ ได้นำเสนอตัวควบคุมแบบ PI, PD และ PID ที่ทำงานในโหมดกระแส โดยใช้อุปกรณ์แยกที่ฟลักก์ คือ DV-CCTA ลักษณะเด่นของตัวควบคุมที่นำเสนอนี้คือ สามารถควบคุมค่าพารามิเตอร์ในแต่ละส่วนได้อย่างอิสระต่อกันด้วยวิธีการทางอิเล็กทรอนิกส์จากการปรับกระแสไฟแอลที่อยู่ในแต่ละตัวควบคุม ได้ตามต้องการ ผลการจำลองตัวควบคุมแบบต่างๆ ด้วยโปรแกรม PSPICE พบว่า ตัวควบคุมที่นำเสนอให้ได้ผลลัพธ์ดี คือ ตัวควบคุมแบบสัดส่วนร่วมกับปริพันธ์ และอนุพันธ์ (PID) มีอัตราการสิ้นเปลืองกำลังไฟเพียง 1.09 mW ที่แหล่งจ่าย  $\pm 1.5V$

#### 5. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจาก สำนักบริหารโครงการวิจัยในอุดมศึกษาและพัฒนามหาวิทยาลัยวิจัยแห่งชาติ สำนักคณะกรรมการการอุดมศึกษา ประจำปี 2554 รหัสโครงการ 2554A11962036

#### 6. เอกสารอ้างอิง

- [1] K. Ogata. "Modem Control Engineering", 4th ed, Pearson. Harlow, 2002..
- [2] S.S. Gupta, "Elements of Control Systems", Prentice-Hall, 2002.
- [3] G. Ferri and N.C. Guerrini, "Low-voltage low-power CMOS current conveyors", Kluwer Academic Publishers, London, 2003.
- [4] C. S. Hilas and Tn. Laopoulos "Circuit design: a study on voltage-mode to current-mode conversion technique", Proceedings of MELECON '96, Bari, Italy, May 1996: 1309-1312.
- [5] M. Sagbas, and K. Fidanboylu, "Electronically tunable current-mode second-order universal filter using minimum elements", Electron. Lett., 40(1):2-4, 2004.
- [6] E. Cevat, T. Ali, A. Cevdet, "Ota-C based Proportion-Integral-Derivative (PID) Controller and Calculating Optimum Parameter Tolerances", Turk J Elec Engin, vol.9, NO.2 2001, pp. 189-198.
- [7] S. Minaei, E. Yuce, S. Takat and O. Cicekoglu, "Simple realizations of current-mode and voltage-mode PID, PI and PD controllers", Industrial electronics, Proceeding of the IEEE international symposium, 2005.
- [8] E. Yuce, S. Tokat, S. Minaei, O. Cicekoglu, "Low-component-count insensitive current-mode and voltage mode PID, PI and PD controllers", IEEE ISIE 2005, 20-23, June 2005, pp. 195-198.
- [9] E. Cevat, T. Ali, A. Cevdet, "New proportional-integral-derivative (PID) controller realization by using current

conveyors and calculating optimum parameter tolerances", Journal of electrical & electronics, 2001, pp. 267-273.

- [10] A. Umit Keskin, "Design of a PID controller circuit employing CDBAs", International journal of electrical engineering education, 2005, pp. 48-54.
- [11] C. Erdal, "A new CFA-Based proportional-integral-derivative controller", Pakistan Journal of Applied Sciences 2(1), 2002, pp. 56-59.
- [12] C. Toumazou, F.J. Lidgey, and D. G. Haigh, "Analogue IC design: The current-mode approach", London: Peter Peregrines, 1990.
- [13] D. R. Bhaskar , V. K. Sharma , M. Monis, and S. M. I. Rizvi, "New current-mode universal biquad filter", Microelectronics Journal, vol. 30, pp. 837-839, 1999.
- [14] W. Jaikla, M. Siripruchyanun, and A. Lahiri, "Resistorless dual-mode quadrature sinusoidal oscillator using a single active building block," Microelectronics Journal, vol. 42, no. 1, pp. 135-140, 2010.
- [15] R. Prokop, and V. Musil, "New modern circuit block CCTA and some its applications," The Fourteenth International Scientific and Applied Science Conference – Electronics ET'2005, Book 5. Sofia: TU Sofia, pp. 93-98, 2005.
- [16] M. Siripruchyanun, and W. Jaikla, "Current controlled current conveyor transconductance amplifier (CCCCTA) a building block for analog signal processing," The Proceeding of ISCIT 2007, Sydney, Australia, pp. 1072-1075, 2007.
- [17] D. R. Frey, "Log-domain filtering: an approach to current-mode filtering", IEEE Proceedings of Circuit Devices Systems, vol.140, pp. 406-416, 1993.



## วงจรกำเนิดสัญญาณรูปคลื่นไอน์ชนิคควบคุมโดยจ่ายวิธีทางอิเล็กทรอนิกส์

โดยใช้ DV-CCTA

### A Sinusoidal Quadrature Oscillator with Frequency Controllability via Electronic Method Using DV-CCTAs

สุรศักดิ์ อินทร์จันทร์\* ประชารัช ลักษณาผล\*\* ชาดา คำแดง\*\*\* มนตรี ศิริปรัชญาณันท์\*\*\*\*

\*ภาควิชาศึกษา ไฟฟ้า คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง

\*\*โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทร์ วิโรฒปทุมวัน

\*\*\*นักศึกษา ระดับปริญญาโท \*\*\*\*ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

\*umikamint@gmail.com, \*\*berrimer@yahoo.com, \*\*\*tada-comedang@hotmail.com, \*\*\*\*mts@kmutnb.ac.th

#### บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอวงจรกำเนิดสัญญาณแบบควบคุมด้วยจ่าย โดยใช้หลักการของวงจรกำเนิดสัญญาณไอน์ชนิคที่ประกอบด้วยวงจร อินพุตต์เกรเตอร์ที่ไม่มีการสูญเสีย 2 วงจร โดยใช้วงจรสายพานกระแสส่งผ่านความนำแบบเบรี่ยบเที่ยบแรงดันผลต่างอินพุต (DV-CCTA) จำนวน 2 ตัว ต่อร่วมกับตัวเก็บประจุ 2 ตัว และตัวต้านทาน 4 ตัว แบบต่อลงกราวน์ ทำงานในโหมดกระแส สัญญาณที่ได้มีมเฟสต่างกัน 90° องศา ลักษณะเด่นของวงจรที่นำเสนอ คือ สามารถควบคุมความถี่ได้ด้วยกระแสไฟฟ้าที่ความถี่ 350 kHz เท่ากับ 3.03 mW ที่แหล่งจ่ายแรงดัน  $\pm 1.5$  V ผลการจำลองการทำงานของวงจรที่นำเสนอโดยใช้ PSPICE ยืนยัน สมรรถนะของวงจรได้เป็นอย่างดี

**คำสำคัญ:** วงจรกำเนิดสัญญาณควบคุมด้วยจ่าย วงจรสายพานกระแสส่งผ่านความนำแบบเบรี่ยบเที่ยบแรงดันผลต่างอินพุต โหมดกระแส

#### Abstract

*This paper proposes a quadrature oscillator using the principle of sinusoidal signal circuit by two lossless integrator circuits. The proposed circuit comprises two differential voltage current conveyor transconductance amplifiers (DV-CCTAs), two grounded capacitors and four grounded resistors. Its operation is in current mode. It provides the sinusoidal signals which differs 90° in phase. The features of the proposed circuit are that; oscillation frequency can be electronically controllable and can be controlled in a wide-range of oscillate frequency; it can provide the quadrature signal, which is free from the preset condition of*

oscillator. The total harmonic distortion (THD) is less than 2.9% and power consumption at frequency of 350 kHz is 3.03 mW at power supply voltage of  $\pm 1.5V$ . The performances of the proposed circuit can be well verified by PSpice.

**Keyword:** Quadrature oscillator, Differential voltage current conveyor transconductance amplifier, Current-mode

## 1. บทนำ

วงจรกำเนิดสัญญาณรูปคลื่นไอน์ได้ถูกนำมาใช้งานอย่างกว้างขวาง ทั้งในงานด้านการวัด ระบบเครื่องมือวัดการประมวลผลสัญญาณ ตลอดจนระบบอิเล็กทรอนิกส์และระบบสื่อสาร โดยทั่วไปแล้ววงจรที่สามารถให้กำเนิดรูปคลื่นไอน์ จะมีส่วนประกอบ 2 ส่วนหลักคือ โครงข่ายเลือกความถี่ (Frequency-selective network) ซึ่งโดยพื้นฐานแล้วประกอบไปด้วยอุปกรณ์พาสซีฟคือ ตัวต้านทาน ตัวเก็บประจุ และตัวเหนี่ยวนำอีกส่วนคือวงจรขยายสัญญาณ [1] ที่ผ่านมานั้น มีการนำเสนอวงจรกำเนิดสัญญาณไอน์ที่มีความสามารถต่าง ๆ มากmany เช่น ใช้จำนวนอุปกรณ์น้อยลง สามารถควบคุมค่าความถี่ และเงื่อนไขการกำเนิดสัญญาณได้โดยกระแสหรือแรงดัน อย่างเป็นอิสระต่อกัน ทำงานโดยบิริโภคกำลังและแรงดันไฟเลี้ยงต่ำ สัญญาณมีความถูกต้องแม่นยำสูง [2-5] เป็นต้น แต่โดยทั่วไปแล้ว ทั้งหมดนั้นยังมีการใช้อุปกรณ์ทั้งพาสซีฟและแอดคิทีฟอยู่เป็นจำนวนมาก ซึ่งส่งผลให้มี成本สูง เป็นวงจรรวมแล้ว วงจรmineขาดของชิปที่ใหญ่ [6-7] อีกทั้งยังต้องการความสมพงษ์ (Match) ของอุปกรณ์เหล่านั้นอีกด้วย ประกอบกับในปัจจุบันการออกแบบวงจรแอนะล็อกต่าง ๆ อาทิเช่น วงจรกรองความถี่ วงจรคูณสัญญาณ ที่สามารถควบคุมค่าต่างๆ ด้วยกระแสกำลังได้รับสนใจอย่างมาก เนื่องจากมีลักษณะเด่นคือ สามารถควบคุมค่าได้ในย่านกว้าง การควบคุมที่อุปกรณ์พาสซีฟ เช่น ตัวต้านทาน หรือตัวเก็บประจุ มีความสะดวกต่อการนำไปสร้างเป็นวงจรรวม สามารถควบคุมการทำงานได้แม่นยำ และสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานร่วมกับระบบควบคุมอัตโนมัติ หรือไมโครคอนโทรลเลอร์ได้ง่ายกว่าอีกด้วย [6-9]

ในทศวรรษที่ผ่านมา มีความพยายามที่จะลดแรงดันไฟเลี้ยงในวงจรแอนะล็อก เนื่องจากความต้องการที่จะนำมาใช้กับอุปกรณ์แบบพกพา หรืออุปกรณ์ที่ใช้แบตเตอรี่ ดังนั้นจึงได้นำเทคนิคการทำงานในโหมดกระแสมาใช้ ทั้งนี้ วงจรที่ใช้เทคนิคการทำงานในโหมดกระแส ยังมีข้อดีอีกหลายอย่าง ซึ่งพบในงานวิจัยจำนวนมาก [10-11]

เมื่อเร็ว ๆ นี้ได้มีผู้นำเสนอนวอปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ซึ่งสามารถทำงานได้ในโหมดกระแสที่มีชื่อว่า Current conveyor transconductance amplifier (CCTA) ที่เหมาะสมนำไปออกแบบวงจรประมวลสัญญาณแอนะล็อก [12] โดย CCTA สามารถทำงานได้ทั้ง โหมดแรงดันและ โหมดกระแส นอกจากนี้ยังมีข้อดีอีกหลายประการ เช่น อัตราสูตรสูง แบบดิจิทัล วิธีการ โครงสร้างวงจรที่ออกแบบโดย CCTA ไม่ซับซ้อน แต่

เนื่องจาก CCTA ไม่สามารถควบคุมความด้านทานแฟรงค์ที่ข้ออินพุต ได้ด้วยวิธีทางอิเล็กทรอนิกส์ ต่อมาในปี ค.ศ.2009 จึงมีผู้นำเสนอนวอปกรณ์ที่ชื่อว่า วงจรสายพานกระแสส่งผ่านความนำแบบเปรียบเทียบแรงดันผลต่างอินพุต(Differential voltage current conveyor transconductance amplifier, DV-CCTA) [13] ซึ่งประกอบด้วยวงจรสายพานกระแสแบบเปรียบเทียบ แรงดันผลต่างอินพุต (Differencing voltage current conveyor, DVCC) ซึ่งเป็นภาคอินพุต และตามด้วยวงจรสายผ่านกระแสส่งผ่านความนำ (Transconductance amplifier, TA) ซึ่ง DV-CCTA จะประกอบด้วยข้อดีของ CCTA รวมไปจนถึงการปรับบูรณาการมิเตอร์ภายในของวงจรประมวลผลสัญญาณ ที่ไม่แตกต่างกับ CCTA และยังมีคุณสมบัติของ DVCC ซึ่งง่ายต่อการใช้งานเปรียบเทียบแรงดันผลต่างทางด้านอินพุต รวมไปจนถึงการใช้เป็นอุปกรณ์จำลองค่าแบบลอย [14-15] ถึงแม้ว่าในการออกแบบวงจรต้องใช้ DVCC และ OTA ในการสร้าง



บล็อกแอนะลอก แต่จะมีประโยชน์และสะดวกหากนำ DV-CCTA ไปใช้ในรูปของวงจรรวมซึ่งจะส่งผลให้ในการออกแบบวงจรประมวลสัญญาณมีขนาดเล็กลง

จากการสำรวจพบว่าได้มีผู้นำเสนอ วงจรกำเนิดสัญญาณรูปคลื่นไอน์ชnid ควบคุมโดยปราชาเงื่อน ในการกำเนิดสัญญาณ [16-18] จุดเด่นของวงจรที่นำเสนอด้วย DV-CCTA คือ สามารถควบคุมความถี่ในการกำเนิดสัญญาณได้ด้วยวิธีทางอิเล็กทรอนิกส์และความถี่มีความไวต่ออุณหภูมิต่ำ แต่วงจรประกอบไปด้วยอุปกรณ์แยกที่ฟ จำนวน 6 ตัว และในส่วน [17] สามารถปรับความถี่ได้ด้วยวิธีทางอิเล็กทรอนิกส์ แต่ต้องใช้อุปกรณ์แยกที่ฟจำนวน 2 ตัว ซึ่งทั้งสองวงจรเมื่อนำไปสร้างเป็นวงจรจะมีขนาดชิปที่ใหญ่และมีการบริโภคกำลังงานสูงเนื่องจากใช้อุปกรณ์จำนวนหลายตัว และใน [18] แม้ว่าจะใช้อุปกรณ์แยกที่ฟจำนวนน้อยแต่ความถี่ที่ได้ไม่สูงมากนัก

บทความวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อนำเสนอโครงสร้างวงจรกำเนิดสัญญาณรูปคลื่นไอน์ซึ่งวงจรที่นำเสนอนี้มีข้อดี คือ สามารถให้กำเนิดสัญญาณไอน์ชnid ควบคุมโดยปราชาเงื่อน อันเป็นสัญญาณหนึ่งที่มีการใช้กันอย่างแพร่หลาย ที่สามารถควบคุมค่าความถี่ได้ด้วยกระแส และสามารถนำสัญญาณที่ได้ไปใช้งานได้ทั้งโหมดแรงดัน และกระแสในวงจรเดียวกัน โดยวงจรทำงานที่แรงดันไฟเลี้ยงต่ำ นอกเหนือจากนี้แล้ว วงจรยังทำงานได้โดยปราชาเงื่อน ในการกำเนิดสัญญาณ อีกทั้งใช้จำนวนอุปกรณ์น้อย โดยประกอบไปด้วยเพียง DV-CCTA จำนวน 2 ตัว ร่วมกับตัวเก็บประจุ 2 ตัวและตัวด้านท่านอีก 4 ตัว ที่ต้องกราวน์ด์ ด้วยลักษณะเด่นดังกล่าวประกอบกับการใช้จำนวนอุปกรณ์แยกที่ฟเพียง 2 ตัว และไม่ต้องการอุปกรณ์ใดที่สมพงษ์กัน วงจรที่นำเสนอดังนี้มีความเหมาะสมในการนำไปใช้งาน หรือพัฒนาเป็นวงจร รวมผลการจำลองการทำงานของวงจร โดย PSPICE แสดงถึงความสอดคล้องกับทฤษฎี ที่ได้มีการวิเคราะห์ไว้เป็นอย่างดี

## 2. หลักการทำงานของวงจร

### 2.1 DV-CCTA ที่ควบคุมด้วยกระแส

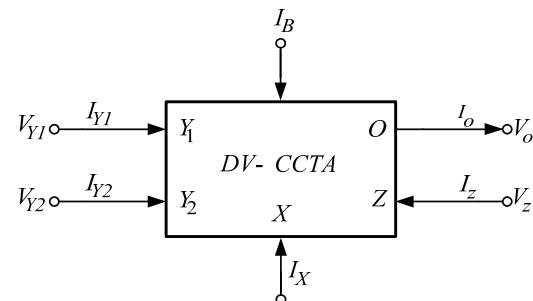
เนื่องจากวงจรที่นำเสนอดังกล่าวไปด้วยอุปกรณ์หลัก คือ DV-CCTA ในหัวข้อนี้จึงขอกล่าวถึง DV-CCTA พอกลับ ซึ่งความสัมพันธ์ของกระแสและแรงดันของ DV-CCTA แสดงด้วยสมการเชิงมติกซ์ในสมการที่ 1

$$\begin{bmatrix} I_{Y1} \\ I_{Y2} \\ V_x \\ I_z \\ I_o \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & -1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & g_m & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_{Y1} \\ V_{Y2} \\ I_x \\ V_z \\ V_o \end{bmatrix} \quad (1)$$

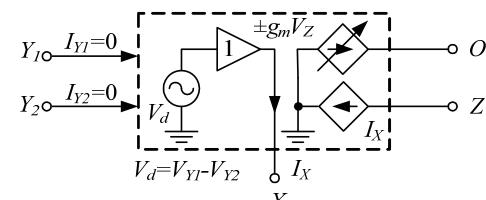
$g_m$  คือ ค่าความนำถ่ายโอนของ DV-CCTA และสำหรับ DV-CCTA ที่ออกแบบไว้ด้วยไมโครล่าร์ ค่าความนำถ่ายโอนจะมีค่า

$$g_m = \frac{I_B}{2V_T} \quad (2)$$

เมื่อ  $I_B$  คือ ค่ากระแสไบเอส และ  $V_T$  คือ ศักดาความร้อน ส่วนลักษณะและวงจรสมมูลของ DV-CCTA แสดงดังภาพที่ 1 (ก) และ (ข) ตามลำดับ



(ก)



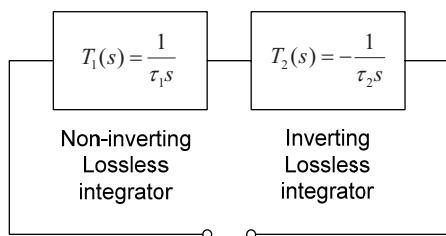
(ข)

ภาพที่ 1 DV-CCTA (ก) สัญลักษณ์ (ข) วงจรสมมูล

## 2.2 หลักการของวงจรกำเนิดสัญญาณ

หลักการทำงานของวงจรที่นำเสนอนี้ประกอบไปด้วย วงจรอินทิเกรเตอร์ที่ไม่มีการสูญเสีย (Lossless Integrator) 2 วงจร วงจรนี้เป็นแบบไม่กลับเฟส อีกวงจรเป็นแบบกลับเฟส ซึ่งแสดงแผนผังการทำงานในภาพที่ 2 [15] โดยมีฟังก์ชันถ่ายโอนดังนี้

$$\frac{V_{out}(s)}{V_{in}(s)} = T_1(s)T_2(s) = -\frac{1}{\tau_1\tau_2 s^2} \quad (3)$$



ภาพที่ 2 แผนผังการกำเนิดสัญญาณที่นำเสนอนี้

ในการทำงานเป็นวงจรกำเนิดสัญญาณ ต้องกำหนดให้อัตราขยายของวงรอบ (Loop Gain) เท่ากับหนึ่ง นั่นคือ  $V_{out}(s) = V_{in}(s)$  ดังนี้

$$T_1(s)T_2(s) = -\frac{1}{\tau_1\tau_2 s^2} = 1 \quad (4)$$

นั่นคือ

$$s^2 + \frac{1}{\tau_1\tau_2} = 0 \quad (5)$$

เมื่อแทนค่า  $s = j\omega$  ลงในสมการที่ (5) จะได้

$$\omega^2 = \frac{1}{\tau_1\tau_2} \quad (6)$$

จะเห็นว่า วงจรสามารถให้กำเนิดสัญญาณได้โดยปราศจากเงื่อนไขของการกำเนิดสัญญาณ ซึ่งความถี่ของสัญญาณที่กำเนิดมีค่าเท่ากัน

$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{\tau_1\tau_2}} \quad (7)$$

จากสมการที่ (7) พบว่าสามารถปรับค่าความถี่ในการกำเนิดสัญญาณได้จากค่าคงตัวเวลา (Time constant)  $\tau_1$  และ  $\tau_2$

## 2.3 การวิเคราะห์สมการของวงจรกำเนิดสัญญาณ

จากแผนผังการทำงานในภาพที่ 2 สามารถถอดแบบวงจรกำเนิดสัญญาณโดยใช้ DV-CCTA เป็นอุปกรณ์แยกที่ฟ์ต่อร่วมกับ  $R_1$ ,  $R_2$  และ  $C_1$  โดยวงจรอินทิเกรเตอร์ที่ไม่มีการสูญเสียแบบไม่กลับเฟสมีอินพุตที่ขั้ว  $Y_1$  และเอาต์พุตที่ขั้ว  $Z$  ของ DV-CCTA ตัวแรกซึ่งจะได้ฟังก์ชันถ่ายโอนของวงจรเท่ากัน

$$T_1(s) = g_{m1} \frac{1}{C_1 s} = \frac{1}{\tau_1 s} \quad (8)$$

ส่วนวงจรอินทิเกรเตอร์ที่ไม่มีการสูญเสียแบบกลับเฟสมีอินพุตที่ขั้ว  $Y_2$  และเอาต์พุตที่ขั้ว  $Z$  ของ DV-CCTA ตัวที่สองซึ่งจะได้ฟังก์ชันถ่ายโอนของวงจรดังนี้

$$T_2(s) = -g_{m2} \frac{1}{C_2 s} = \frac{1}{\tau_2 s} \quad (9)$$

เมื่อนำวงจรอินทิเกรเตอร์ทั้งสองวงจรมาต่อร่วมกัน จะได้วงจรสมบูรณ์ของวงจรกำเนิดสัญญาณที่นำเสนอดังภาพที่ 3 จากสมการที่ (7) จะได้

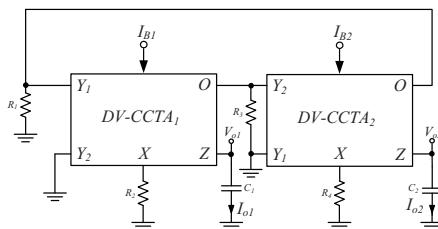
$$\omega_0 = \sqrt{\frac{g_{m1}g_{m2}}{C_1C_2}} \quad (10)$$

เมื่อแทนค่า  $g_m$  จากสมการที่ (2) ลงในสมการที่ (10) จะได้

$$\omega_0 = \frac{1}{2V_T} \sqrt{\frac{I_{B1}I_{B2}}{C_1C_2}} \quad (11)$$

จากสมการที่ (11) ค่าความถี่ของสัญญาณสามารถควบคุมได้จากค่ากระแส  $I_{B1}$  และ  $I_{B2}$  จากภาพที่ 3 สัญญาณที่จุด

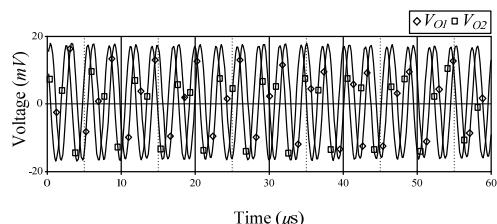
$V_{o1}(s)$  และ  $V_{o2}(s)$  จะมีความต่างเฟส  $90^\circ$  ส่วน  $I_{o1}(s)$  และ  $I_{o2}(s)$  เป็นสัญญาณความเรื่องเรื้อร์ในโหมดกระแส



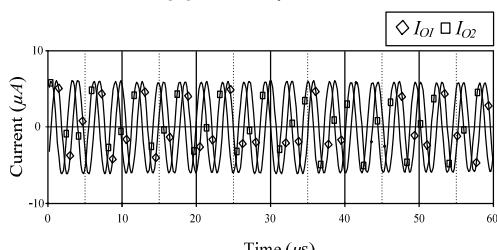
ภาพที่ 3 วงจรสมบูรณ์ของวงจรกำนิดสัญญาณที่นำเสนอด้วย DV-CCTA

### 3. ผลการจำลองการทำงาน

เพื่อเป็นการยืนยัน และทดสอบสมรรถนะของวงจร กำนิดสัญญาณที่นำเสนอด้วย DV-CCTA ได้มีการจำลองการทำงานของวงจร ด้วยโปรแกรม PSPICE สำหรับทรานซิสเตอร์ PNP และ NPN ที่ใช้ในการจำลองการทำงานของวงจร ได้ใช้พารามิเตอร์ของ ทรานซิสเตอร์เบนอร์ PR200N และ NR200N ซึ่งเป็น ทรานซิสเตอร์อาร์เรย์ ของ AT&T [16] โดยกำหนดให้ DV-CCTA ทำงานที่แรงดัน  $\pm 1.5V$



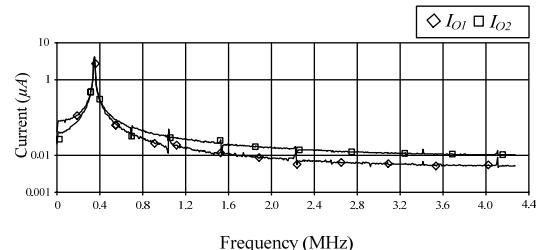
ภาพที่ 4 สัญญาณเอาต์พุตในโหมดแรงดัน



ภาพที่ 5 สัญญาณเอาต์พุตในโหมดกระแส

ในภาพที่ 5 แสดงสัญญาณเอาต์พุตในโหมดแรงดัน เมื่อกำหนดให้  $I_{B1} = I_{B2} = 20\mu A$  และ  $C_1 = C_2 = 0.16nF$  ซึ่งพบว่า สัญญาณแรงดันที่เอาต์พุตเป็นรูปคลื่น ไชน์ และมีความต่างเฟส กัน  $90^\circ$  เช่นเดียวกับสัญญาณในภาพที่ 6 แสดงสัญญาณเอาต์พุต ในโหมดกระแส ส่วนในภาพที่ 7 แสดงสเปกตรัมของสัญญาณ

ที่ความถี่  $350.8\text{kHz}$  ซึ่งมีค่าผิดเพี้ยนทางสารร่มอนิกส์เท่ากับ  $2.9\%$



ภาพที่ 6 สเปกตรัมของสัญญาณที่ความถี่  $350.8\text{kHz}$

### 4. สรุป

บทความวิจัยนี้ได้นำเสนอ วงจรกำนิดสัญญาณไชน์ ชนิดความเรื่องเรื้อร์ ที่สามารถให้สัญญาณได้ทั้งในโหมดกระแส และโหมดแรงดันในเวลาเดียวกัน โดยใช้ DV-CCTA เพียง 2 ตัว ต่อร่วมกับตัวเก็บประจุและตัวต้านทานที่ต่อลงกราวน์ด ซึ่งทำให้วงจรสามารถควบคุมความถี่ได้ด้วยวิธีการทาง อิเล็กทรอนิกส์โดยปราศจากเงื่อนไขของการกำนิดสัญญาณ วงจรมีอัตราการบริโภคพลังงานเท่ากับ  $3.03\text{mW}$  ที่แรงดันไฟ เลี้ยง  $\pm 1.5V$  นอกเหนือจากนี้แล้ว ด้วยโครงสร้างที่ ประกอบด้วยอุปกรณ์แยกที่ฟิตจำนวนน้อย ใช้ตัวเก็บประจุและ ตัวต้านทานที่ต่อลงกราวน์ด จึงมีความสะดวกในการพัฒนา เป็นวงจรรวม เนื่องจากจะใช้พื้นที่ในชิปน้อย

### 5. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจาก สำนัก บริหาร โครงการวิจัยในอุดมศึกษาและพัฒนามหาวิทยาลัยวิจัย แห่งชาติ สำนักคณะกรรมการการอุดมศึกษา ประจำปี 2554 รหัสโครงการ 2554A11962036

### 6. เอกสารอ้างอิง

- R. F. Graf, "Oscillator Circuits," Newnes: Boston, MA., 1997.
- J. Bayard, "Single grounded resistance tuneable sinusoidal oscillator," IEE Proceeding-G, Circuits, Devices and Systems, vol. 151, pp. 74-77, 2004.
- M. T. Abuelma'atti and M. A. Al-qahtani, "Low component second-generation current conveyor-based multiphase sinusoidal oscillator," International Journal of Electronics, vol. 84, pp. 45-52, 1998.
- H. Barthelemy, S. Meillere and E. Kussener, "CMOS sinusoidal oscillator based on current controlled current conveyors," Electronics Letters, vol. 38, pp. 1254-125, 2002.

- C. M. Chang and T. S. Liao, "Novel sinusoidal oscillators using a single dual current output OTA," International Journal of Electronics, vol. 89, pp. 493-503, 2002.
- T. Tsukutani, Y. Kinugasa, Y. Sumi, M. Higashimura and Y. Fuhui, "Novel currentmode active-only biquad with lossless and lossy integrators," International Journal of Electronics, vol. 90, pp.627-633, 2003.
- T. Tsukutani, M. Higashimura, Y. Sumi and Y. Fuhui, "Electronically tunable current-mode active-only biquaratic filter," International Journal of Electronics, vol. 87, pp. 307-314, 2000.
- M. T. Abuelma'atti, and H. A. Alzaher, "Multifunction active-only current-mode filter with three inputs and one output," International Journal of Electronics, vol. 85, pp. 431-435, 1998.
- A. K. Singh and R. Senani, "Low-componentcount active-only immittance and their application in realising simple multifunction biquads," 1998 Electronics Letters, vol. 34, pp. 718-719, 1998.
- C. Toumazou, F. J. Lidgey, and D. G. Haigh, *Analogue IC design: the current-mode approach*, Peregrinus, London, 1990.
- C. S. Hilas, and T. N. Laopoulos, "Circuit design: a study on voltage-mode to current-mode conversion technique," Proceedings of 8th Mediterranean Electrotechnical Conference, MELECON '96, Bari, Italy, May 13-16, pp.1309-1312, 1996.
- R. Prokop, V. Musil, "New modern circuit block CCTA and some its applications," The Fourteenth International Scientific and Applied Science Conference on Electronics ET'2005, Book 5. Sofia: TU Sofia, pp. 93-98, 2005.
- W. Jaikla, M. Siripruchyanun, and A. Lahiri, "Resistorless dual-mode quadrature sinusoidal oscillator using a singleactive building block," Microelectronics Journal, vol. 42, no. 1, pp. 135-140, 2010.
- A. Jantakun, N. Pisutthipong, M. Siripruchyanun, "Single element based-novel temperature insensitive/ electronically controllable floating capacitance multiplier and its application," Electrical Engineering/ Electronics Computer Telecommunications and Information Technology (ECTI-CON), pp.37-41, 2010.
- A. Jantakun, N. Pisutthipong, M. Siripruchyanun, "A synthesis of temperature Insensitive/Electronically Controllable floating simulators based on DV-CCTAs," Proc. 6th Int. Conf. Elect. Engg./Eletron., Comp., Telecom., Inf. Tech. ECTI-CON-2009, pp. 560, 2009.
- มนตรี ศิริปรัชญานันท์, "วงจรกำเนิดสัญญาณรูปคลื่นไชน์ชนิดความเดอร์โท์ใหม่ด้วยอุปกรณ์แยกทีฟและสามารถควบคุมความถี่ด้วยวิธีการทางอิเล็กทรอนิกส์", การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ 27, หน้าที่ 245-248, 11-12 พฤษภาคม 2547
- มนตรี ศิริปรัชญานันท์, เกรียงไกร สุขสุด และ มนตรี ศิริปรัชญานันท์ "วงจรกำเนิดสัญญาณรูปคลื่นไชน์ชนิดความเดอร์โท์แบบใหม่ที่ควบคุมความถี่ด้วยวิธีการทางอิเล็กทรอนิกส์โดยใช้ CDBAs ที่ควบคุมด้วยกระแส", การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ครั้งที่ 4, หน้าที่ EE-6 – EE-10, 8-9 ธันวาคม 2548

วินัย ใจกล้า, มนตรี ศิริปรัชญานันท์ "วงจรกำเนิดสัญญาณรูปคลื่นไชน์ชนิดความเดอร์ที่ควบคุมด้วยวิธีการทางอิเล็กทรอนิกส์โดยใช้ CCTA ที่ควบคุมด้วยกระแส", การประชุมวิชาการระดับชาติด้านครุศาสตร์อุตสาหกรรม ครั้งที่ 1, หน้าที่ 82-89, 25-26 เมษายน 2551



การพัฒนาสายอากาศไดโอลที่ป้อนด้วยสายนำสัญญาณสตริปแบบบานาน  
เพื่อประยุกต์ใช้งานบนเครือข่ายท้องถิ่นแบบไร้สาย  
**The Development of PSL-Fed Dipole Antenna For WLAN Applications**

รัชพล จันวงศ์ และ สมศักดิ์ อรรคทิมากุล

ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

*J\_rattapon@hotmail.com, ssa@kmutnb.ac.th*

### บทคัดย่อ

งานวิจัยฉบับนี้ได้นำเสนอการพัฒนาของสายอากาศในโครงสร้างไดโอลที่ป้อนด้วยสายนำสัญญาณแบบสตริปบานาน โดยใช้เทคนิคการตัดปลายมุมเพื่อชดเชยค่าความจุ และช่วยในการปรับจูน โดยเริ่มจากการวิเคราะห์แบบการจำลอง (*Simulation*) โครงสร้างของสายอากาศด้วยโปรแกรม IE3D สายอากาศที่นั่นนำเสนอยู่ก่ออกรูปแบบที่มีการแมตซ์อินพีดานซ์ที่ 50 โอห์ม เพื่อประยุกต์ใช้งานกับเครือข่ายท้องถิ่นแบบไร้สายในช่วงความถี่ใช้งานตั้งแต่ 2.27-2.80 GHz และมีแบบดิวิดท์กว้างประมาณ 22.86 % ผลการทดสอบสายอากาศไดโอลที่ป้อนด้วยสายนำสัญญาณระนาบร่วมแบบสตริป จะครอบคลุมย่านความถี่ใช้งานตามมาตรฐาน IEEE802.11b/g ของย่านความถี่คลังประมาณ 2.4 GHz (2,400–2,484 MHz) โดยผลของการวัดที่คลังใช้งานและค่าแบบดิวิดท์ของสายอากาศที่ออกแบบมีแนวโน้มใกล้เคียงกับผลจากการวิเคราะห์ด้วยแบบการจำลองโครงสร้างสายอากาศ

**คำสำคัญ:** สายอากาศแบบไมโครสตริป สายอากาศไดโอลท์ สายนำสัญญาณระนาบร่วมแบบสตริป

### Abstract

*This research presents the development of the PSL-fed dipole antenna for wireless communication network application. The usable frequency tuning and the capacitance compensation are proposed by cutting a strip angle. The first, we simulate the designed antenna of the 50 ohms matched impedance using the IE3D program. Proposed antenna is designed for the narrow band wireless communication network applications of 2.27-2.80 frequency range with the 22.86% of bandwidth ratio. The measured results of proposed antenna present the center frequency equal to 2.4 GHz and the bandwidth equal to 84 MHz that cover the IEEE802.11 b/g standard of WLAN applications. The bandwidth and the center frequency measurement of designed antenna are agreed with the IE3D simulated results..*

**Keywords:** Microstrip Antenna, Dipole Antenna, CPS.

## 1. บทนำ

สายอากาศเป็นส่วนประกอบสำคัญชิ้นหนึ่ง ของระบบสื่อสาร สายอากาศแต่ละแบบจะมีโครงสร้างและรูป่างที่มีความเหมาะสมในการประยุกต์ใช้งานที่แตกต่างกัน อุปกรณ์สื่อสารความถี่ไมโครเวฟ เช่น โทรศัพท์มือถือ อุปกรณ์นำทาง (GPS) ฯลฯ จำเป็นต้องมีส่วนของสายอากาศติดตั้งอยู่เพื่อใช้ในการรับและส่งคลื่นวิทยุ เนื่องจากอุปกรณ์ดังกล่าวมีขนาดเล็ก อีกทั้งความถี่ที่ใช้งานยังเป็นความถี่ย่าน ไมโครเวฟ ทำให้สายอากาศที่ใช้งานมีขนาดเล็กไปด้วย สายอากาศไมโครสตริปเป็นสายอากาศอีกรูปแบบหนึ่งที่เป็นที่นิยมใช้งาน ซึ่งสายอากาศนิดนึงมีขนาดเล็ก มีน้ำหนักเบา และมีราคาถูกเมื่อเปรียบเทียบกับสายอากาศนิดอื่นๆ และมีการใช้งานกันอย่างกว้างขวางในการสื่อสารแบบไร้สาย รูปแบบพื้นฐานของสายอากาศไมโครสตริป แบ่งตามลักษณะ โครงสร้างที่นิยมใช้งานทั่วไป [1] ได้แก่ สายอากาศแบบแผ่น (Patch antenna) สายอากาศแบบช่องเปิด (Slot antenna) และสายอากาศแบบไดโอล (Dipole antenna) อีกทั้งรูปแบบการป้อนสัญญาณสามารถทำได้หลายวิธี เช่น CPW (Coplanar waveguide) สายโภคแอกซิยัล (Coaxial cable) และไมโครสตริปไนล์ (Microstrip line) เป็นต้น

ปัจจุบันมาตรฐาน IEEE 802.11 a/b/g หรือ WLAN (Wireless LAN) มีข้อดีคือ ความคล่องตัว (Mobility) ความสะดวกในการติดตั้งและจัดการง่าย (Manageability) ความยืดหยุ่น (Flexibility) และค่าใช้จ่าย (Cost) ที่ถูก โดยได้มีการนำมาประยุกต์ใช้ในอุปกรณ์สื่อสารไร้สายมากมายดังที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น อีกทั้งในหลายปีที่ผ่านมาพบว่ามีวิจัยสามารถออกแบบสายอากาศไดโอล ให้มีขนาดเล็กลงมาก สามารถออกแบบบนโครงสร้างสายส่ง ไมโครสตริปแบบขานาน สามารถปรับให้ตอบสนองความถี่กว้างหรือหลายย่านความถี่ได้ และมีแบบรูปการแผ่พลางงานเป็นแบบรอบทิศทางในรูปแบบเดี่ยวเป็นผลให้มีน้ำวิจัยจำนวนมาก ได้พัฒนาสายอากาศ เช่น Guiping Zheng, และคณะ [2] ได้นำเสนอสายอากาศวงจรพิมพ์แบบหุ้รระต่ายด้วยการประยุกต์สายป้อน (Simplified Feed) มีย่านความถี่เรโซนนัชที่ 8-12 GHz และ Hua-Ming

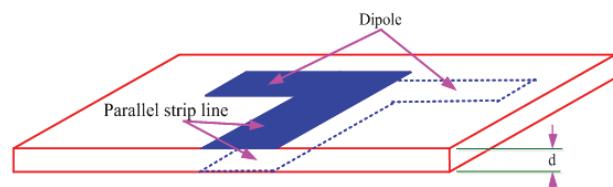
Chen และคณะ [3] ได้เสนอสายอากาศวงจรพิมพ์แบบไดโอล ไมโครสตริปสำหรับการประยุกต์ใช้งานเครื่อข่ายท้องถิ่น ไร้สาย มีย่านความถี่เรโซนนัชที่ 2.4/5.2 GHz มีค่าอัตราขยายน้อยกว่า 0.5 dBi ที่ความถี่ 2.4 GHz และน้อยกว่า 0 dBi ที่ความถี่ 5.2 GHz

งานวิจัยนี้จึงนำเสนอการพัฒนาสายอากาศไดโอลที่ป้อนด้วยสายนำสัญญาณแบบสตริปขนาดเพื่อประยุกต์ใช้งานเครื่อข่ายท้องถิ่นแบบไร้สาย เพื่อให้สายอากาศมีขนาดเล็ก มีแบบดวิทีครอบคลุมตามมาตรฐานของ IEEE 802.11 b/g

## 2. รูปแบบทั่วไป

### 2.1 ขอบเขตกระดาน

สายอากาศไมโครสตริปไดโอล สามารถใช้รูปแบบการป้อนสัญญาณได้หลายรูปแบบ ไม่ว่าจะเป็นสายนำสัญญาณระนาบร่วมแบบสตริป (Coplanar Waveguide strip: CPS) และสายนำสัญญาณแบบสตริปขนาด (Parallel strip line: PSL) สายอากาศไมโครสตริปไดโอลที่ป้อนด้วยสายนำสัญญาณแบบสตริปขนาด มีลักษณะโครงสร้างดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1: โครงสร้างของไมโครสตริปไดโอล [2]

การออกแบบสายอากาศไดโอลไมโครสตริปที่ป้อนด้วยสายนำสัญญาณแบบสตริปขนาด บนโครงสร้างไมโครสตริป มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

### 2.2 คำนวณหาความกว้าง (W) ของสายอากาศ โดยหาได้จากสูตร [2]

$$\frac{W}{h} = \frac{8 \exp^4}{\exp^{(2A)} - 2} \quad (1)$$

โดยที่  $A = \frac{Z_0}{60} \left\{ \frac{\epsilon_r + 1}{2} \right\}^{0.5} + \frac{\epsilon_{r-1}}{\epsilon_{r+1}} \left\{ 0.23 + \frac{0.11}{\epsilon_r} \right\}$

### 2.3 คำนวณหาความยาว $L_1, L_2$ ของไดโอลได้จากสูตร [2] หาได้จากการที่ (2)

$$L_1, L_2 = \lambda / 4 \quad (2)$$

เมื่อ  $L_1, L_2 = \lambda / 4$  และ  $(\lambda_g)$  หาได้จากสมการที่ (3)

$$\lambda_g = \frac{c}{f_o \sqrt{\epsilon_{re}}} \quad (3)$$

โดยที่  $C$  คือ ค่าความเร็วแสง มีค่าเท่ากับ  $3 \times 10^8$

$\epsilon_{re}$  คือ ค่าคงที่ไคโอเล็กตริกประสิทธิผลซึ่งคำนวณได้จากสมการที่ (4)

$$\epsilon_{re} = \frac{\epsilon_{r+1}}{2} + \frac{\epsilon_{r-1}}{2} \left[ 1 + \frac{12}{W/h} \right]^{-0.5} \quad (4)$$

#### 2.4 คำนวณพาหนะของสายนำสัญญาณแบบสตริปบาน (PSL) มีโครงสร้างของสายนำสัญญาณดังภาพที่ 2 [4]



ภาพที่ 2 : สายนำสัญญาณแบบสตริปบาน (PSL)

การหาค่าอิมพีเดนซ์คุณลักษณะ ( $Z_o$ ) หาได้จาก [3]

$$Z_{O_{parallel-strips}} = 2Z_{O_{microstrip}}, \quad h = \frac{d}{2}$$

จากสมการ

$$Z_o = \frac{\eta_0}{2\pi\sqrt{\epsilon_{re}}} \ln \left\{ \frac{F_1}{u} + \sqrt{1 + 4/u^2} \right\} \quad (5)$$

โดยที่  $u = w/h$

$$F_1 = 6 + (2\pi - 6) \times \exp \left\{ -(30.666/u)^{0.7528} \right\}$$

$$\eta_0 = 120\pi \Omega$$

คำนวณหาความกว้างต่อความยาวของไคโพล ( $W$ )

$$\frac{W}{h} = \frac{2}{\pi} \left\{ \frac{B - \ln(2B-1)}{+\frac{\epsilon_r - 1}{2\epsilon_r} \left[ \ln(B-1) + 0.39 - \frac{0.61}{\epsilon_r} \right]} \right\} \quad (6)$$

$$\text{โดยที่ } B = \frac{60\pi^2}{Z_o \sqrt{\epsilon_r}}$$

หาความกว้าง ( $W$ ) ของไคโพลได้จาก  $W/h$  คำนวณหาค่าคงที่ไคโอเล็กตริกประสิทธิผล ( $\epsilon_{re}$ ) หาได้จากสมการ (7)-(10) [5]

$$\epsilon_{re_{parallel-strips}} = \epsilon_{re_{microstrip}} \quad \text{เมื่อ } h = \frac{d}{2} \quad (7)$$

$$\epsilon_{re} = \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2} \left[ 1 + \frac{10}{u} \right]^{-ab} \quad \text{โดยที่ } a = 1 + \frac{1}{49} \ln \left\{ \frac{u^4 + (u/52)^2}{u^4 + 0.432} \right\} + \frac{1}{18.7} \left\{ 1 + \left( \frac{u}{18.1} \right)^3 \right\} \quad (8)$$

$$b = 0.564 \left( \frac{\epsilon_r - 0.9}{\epsilon_r + 0.3} \right)^{0.053} \quad (9)$$

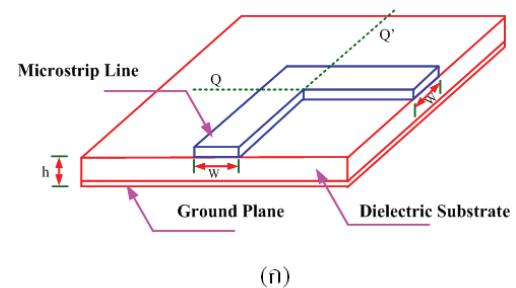
คำนวณหาค่าความยาวคลื่นกู้นของสายนำสัญญาณ ( $\lambda_g$ ) จากสมการที่ (10)

$$\lambda_g = \frac{c}{f_o \sqrt{\epsilon_{re}}} \quad (10)$$

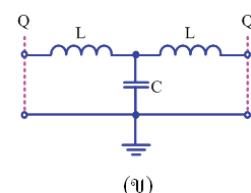
$$\text{และ } L_F = \lambda_g / 32$$

#### 2.5 คำนวณค่าการตัดป้ายมุมออกเพื่อชดเชยค่าความจุ

การเปลี่ยนแปลงลักษณะของสายส่งในโครงสร้างจากเส้นตรงให้กลายเป็นแบบมุมฉาก (Right-Angled) บนสายส่งในโครงสร้างโดยที่การเปลี่ยนรูปร่างในลักษณะนี้ส่วนใหญ่จะใช้กับการส่งผ่านสัญญาณ จากภาพที่ 3 แสดงโครงสร้างและวงจรสมมูลของสายส่งสัญญาณแบบสตริปที่ไม่ต่อเนื่องแบบมุมฉาก



(ก)

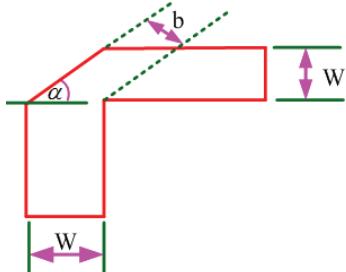


(ก)

ภาพที่ 3 : สายส่งสัญญาณแบบไม่ต่อเนื่องแบบมุมฉาก (ก) โครงสร้าง (ก) วงจรสมมูล (ก)

การหักมุมของสายในโครงสร้างในทิศทางที่ต้องการในวงจรจะมีผลกระบบท่อค่าอัตราส่วนแรงดันคลื่นนิ่งของวงจรเนื่องจากค่าความจุบริเวณของมุม อย่างไรก็ตามสามารถทำการ

ชุดเชยค่าความจุนี้ได้ด้วยการตัดปลายมุมออก จนเกิดการแมบที่ขึ้นระห่ำงบริเวณหักมุมกับบันพีແคนซึ่งองไมโครสติป การตัดปลายของมุมออกจะขึ้นกับความกว้างและค่าไอดิลิกตริกของไมโครสติป ซึ่งปกติตัดออกให้มีค่า  $b \approx 0.6W - 0.7W$  [6] แสดงดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 : การตัดมุมเพื่อชดเชยค่าความจุ

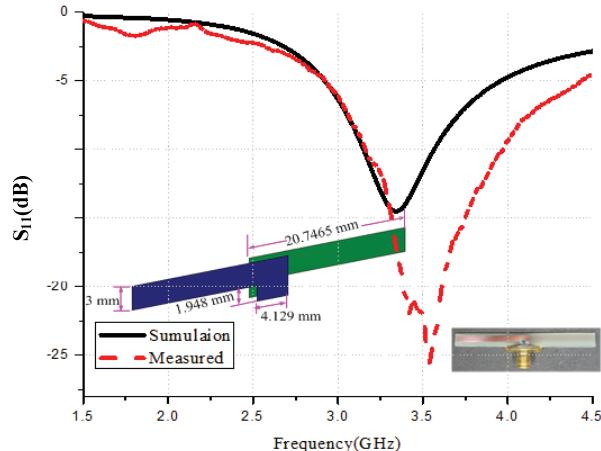
### 3. การออกแบบสายอากาศ

#### 3.1 การออกแบบด้วยการคำนวณ

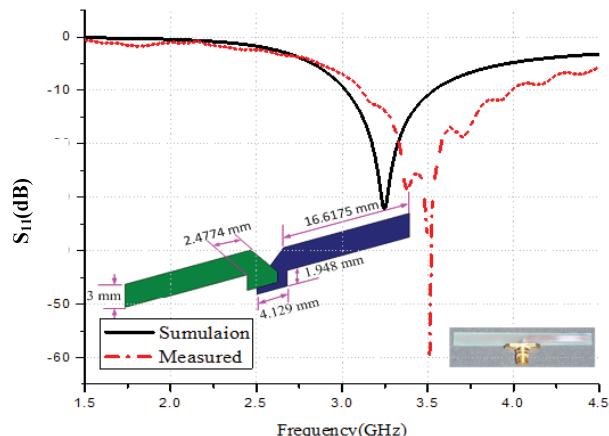
3.1.1 สายอากาศได้โลลแบบที่ 1 จะออกแบบที่  $f_r = 2.45$  GHz โดยใช้แผ่นวงจรพิมพ์แบบ FR-4 โดยมีคุณสมบัติดังนี้  $\epsilon_r = 4.5$   $h = 1.6$  มิลลิเมตร และ  $Z_o = 50\Omega$  ซึ่งสายอากาศได้โลล มีค่าพารามิเตอร์ดังต่อไปนี้  $W_D = 3$  mm,  $L_D = 16.6175$  mm,  $W_f = 4.129$  mm,  $L_f = 1.948$  mm,  $G = 1$  mm เมื่อนำค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการคำนวณมาจำลองแบบด้วยโปรแกรม IE3D จะเห็นได้ว่าความถี่เรโซแนนท์ของสายอากาศได้โลลแบบที่ 1 อยู่ที่ประมาณ 3.35 GHz โดยมีค่าการสูญเสียข้อนกลับอยู่ที่ประมาณ -14 dB หลังจากนั้นทำการสร้างสายอากาศและทำการวัดด้วยเครื่องวิเคราะห์ข่ายงานไฟฟ้าได้ผลการวัดอยู่ที่ 3.54 GHz และการสูญเสียข้อนกลับอยู่ที่ประมาณ -25.5 dB แสดงดังภาพที่ 5

3.1.2 สายอากาศได้โลลแบบที่ 2 จะออกแบบโดยการนำเอาสายอากาศได้โลลแบบที่ 1 มาทำการตัดปลายมุมออกเพื่อชดเชยค่าความจุ ซึ่งปริมาณการตัดปลายของมุมออกจะขึ้นกับความกว้างและค่าไอดิลิกตริกของไมโครสติป โดยจะตัดออกให้มีค่า  $b = 0.6W$  หรือเท่ากับ 2.4774 mm จากนั้นนำมาจำลองแบบ จะเห็นได้ว่าความถี่เรโซแนนท์ของสายอากาศได้โลลแบบที่ 2 อยู่ที่ประมาณ 3.24 GHz โดยมีค่าการสูญเสียข้อนกลับอยู่ที่ประมาณ -33 dB หลังจากนั้นทำการสร้างสายอากาศและทำการวัดด้วยเครื่องวิเคราะห์ข่ายงาน

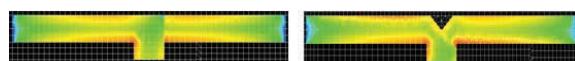
ไฟฟ้า ผลความถี่เรโซแนนท์อยู่ที่ 3.51 GHz และการสูญเสียข้อนกลับอยู่ที่ประมาณ -60 dB แสดงดังภาพที่ 6



ภาพที่ 5 : ค่าการสูญเสียข้อนกลับของสายอากาศแบบที่ 1



ภาพที่ 6 : ค่าการสูญเสียข้อนกลับของสายอากาศแบบที่ 2



(ก) แบบที่ 1

(ข) แบบที่ 2

ภาพที่ 7: ค่าความหนาแน่นกระแสไฟฟ้าที่ความถี่ 2.45GHz

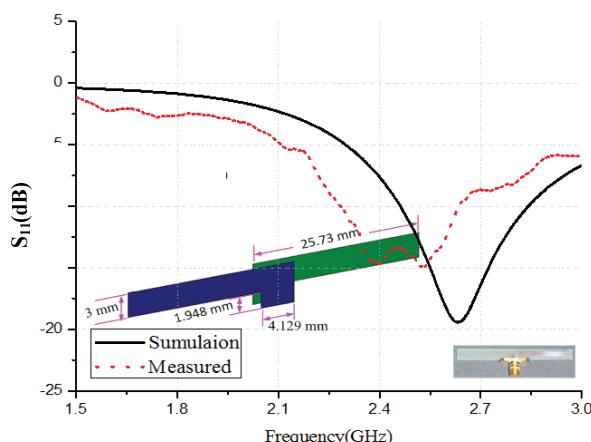
สายอากาศได้โลลที่ได้จากการคำนวณ

จากภาพที่ 7 แสดงการจำลองค่าความหนาแน่นกระแสไฟฟ้าที่ความถี่ 2.45 GHz สายอากาศได้โลลที่ออกแบบ พบร่วมกับความกว้างสายอากาศที่สองแบบมีความหนาแน่นของกระแสไฟฟ้ามากบริเวณจุดกึ่งกลางของสายอากาศนั้นจะมีกระแสสูงสุด ส่วนที่ปลายทั้งสองข้างจะมีกระแสต่ำสุด แต่สายอากาศแบบที่ 2 ซึ่งทำการตัดปลายมุมออกเพื่อชดเชยค่าความจุ ที่เกิดจากความไม่ต่อเนื่องแบบมุมฉาก (Right-Angled) บนสายส่งไมโครสติป ทำให้เกิดการส่งผ่านกำลังงานได้ดีขึ้น

ผลจากการทดสอบสามารถสรุปได้ดังนี้ สายอากาศแบบที่ 2 มีค่าการสูญเสียข้อนกลับต่ำกว่าสายอากาศแบบที่ 1 อยู่ 35 dB แสดงถึงการส่งผ่านกำลังงานได้ดีเนื่องจากการใช้เทคนิคการตัดปลายมุนออกเพื่อชดเชยค่าความจุ ณ ตำแหน่งมุนจาก และความถี่กลางที่ได้ไม่ตรงกับค่าความถี่ที่ออกแบบเนื่องจากความคลาดเคลื่อนของการสร้างวงจรจริงและผลกระทบจากอุปกรณ์ของเครื่องมือวัด ดังนั้นจึงต้องทำการเลื่อนความถี่ (Shift Frequency) ด้วยวิธีเชิงประสบการณ์ (Empirical method) ซึ่งจะอธิบายในหัวข้อ 3.2

### 3.2 การออกแบบด้วยวิธีเชิงประสบการณ์

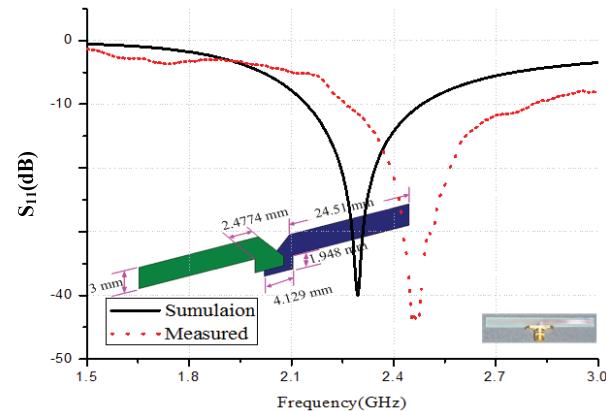
3.2.1 การเพิ่มประสิทธิภาพสายอากาศไมโครสเตริปไดโอลแบบที่ 1 ซึ่งจะได้สายอากาศแบบที่ 3 ด้วยวิธีเชิงประสบการณ์ ร่วมกับโปรแกรม IE3D โดยการปรับเพิ่มของความยาวไดโอล ( $L_D$ ) มีค่าเท่ากับ 25.73 มิลลิเมตร จะเห็นได้ว่า  $f_C$  ของการจำลองอยู่ที่ประมาณ 26.5 GHz โดยมีค่าการสูญเสียข้อนกลับอยู่ที่ประมาณ -19.20 dB หลังจากนั้นทำการสร้างสายอากาศและทำการวัดด้วยเครื่องวิเคราะห์ข่ายงานไฟฟ้า จะได้  $f_C$  ของการวัดอยู่ที่ 2.43 GHz และการสูญเสียข้อนกลับอยู่ที่ประมาณ -17.04 dB แสดงดังภาพที่ 8



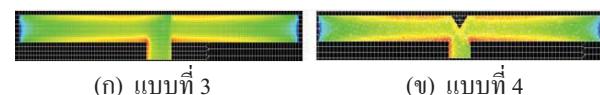
ภาพที่ 8 : ค่าการสูญเสียข้อนกลับของสายอากาศแบบที่ 3

3.2.2 การเพิ่มประสิทธิภาพสายอากาศไมโครสเตริปไดโอลแบบที่ 2 ซึ่งจะได้สายอากาศแบบที่ 4 ด้วยเทคนิคการตัดปลายมุนออกเพื่อชดเชยค่าความจุ ซึ่งจะตัดออกให้มีค่า  $b = 0.6W$  หรือเท่ากับ 2.4774 mm จากนั้นนำมาจำลองแบบด้วยโปรแกรม IE3D โดยการปรับเพิ่มของความยาวไดโอล

( $L_D$ ) มีค่าเท่ากับ 25.73 มิลลิเมตร แสดงดังภาพที่ 8 จะเห็นได้ว่า  $f_C$  (การจำลอง) อยู่ที่ประมาณ 2.39 GHz โดยมีค่าการสูญเสียเท่ากับ -39.3 dB หลังจากนั้นทำการสร้างสายอากาศและทำการวัดด้วยเครื่องวิเคราะห์ข่ายงานไฟฟ้า ได้  $f_C$  (การวัด) อยู่ที่ 2.45 GHz และการสูญเสียข้อนกลับอยู่ที่ประมาณ -44 dB แสดงดังภาพที่ 9

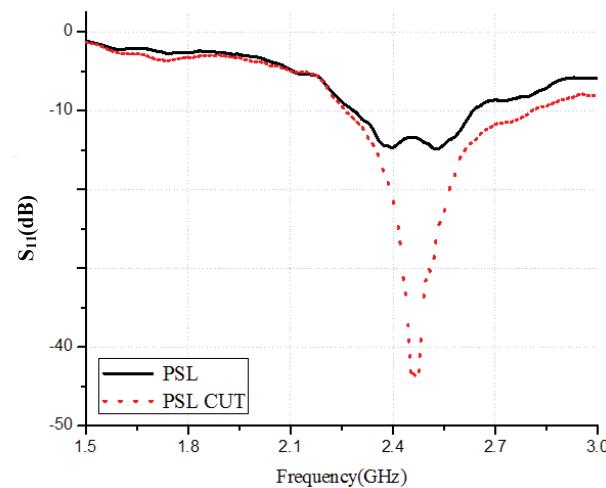


ภาพที่ 9 : ค่าการสูญเสียข้อนกลับของสายอากาศแบบที่ 4



ภาพที่ 10 : ค่าความหนาแน่นกระแสไฟฟ้าที่ความถี่ 2.45 GHz

สายอากาศไดโอลที่ได้จากการคำนวณ



ภาพที่ 11 : ผลเปรียบเทียบค่าการสูญเสียข้อนกลับจากการวัดของสายอากาศแบบที่ 3 และแบบที่ 4

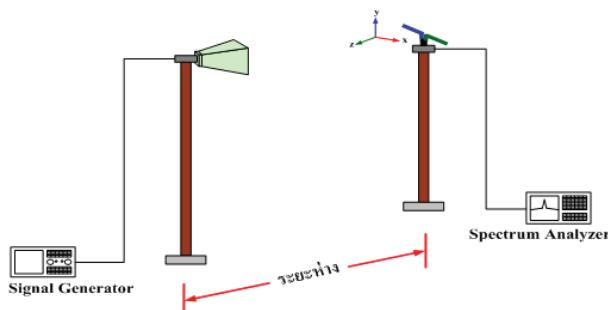
ผลจากการทดสอบสามารถสรุปได้ว่าการออกแบบสายอากาศด้วยวิธีเชิงประสบการณ์ สายอากาศที่ออกแบบด้วยวิธีการเลื่อนความถี่และปรับเพิ่มประสิทธิภาพสายอากาศ

ด้วยเทคนิคการตัดป้ายมุมออกเพื่อชดเชยค่าความจุ ทำให้ได้ค่ามีความถี่เรโซแนนท์ต่ำกว่าความถี่ใช้งาน และจากภาพที่ 10 สายอากาศแบบที่ 3 มีความหนาแน่นของกระแสไฟฟ้ามาก บริเวณจุดกึ่งกลางของสายอากาศนั้นจะมีกระแสสูงสุด ส่วนที่ปลายทั้งสองข้างจะมีกระแสต่ำสุด ส่วนสายอากาศแบบที่ 4 จะมีการส่งผ่านกำลังงานได้มากขึ้น และเมื่อเปรียบเทียบค่าการสูญเสียข้อนกั้นจากการวัดของสายอากาศได้โลหะแบบที่ 3 และ 4 พบว่าสายอากาศแบบที่ 4 มีค่าการสูญเสียข้อนกั้นน้อยกว่าแบบที่ 3 อยู่ประมาณ 26.96 dB แสดงดังภาพที่ 11

#### 4. การทดสอบวัดอัตราขยายของสายอากาศ

จากการจำลองแบบและการปรับค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ของสายอากาศด้วยวิธีเชิงประสนการณ์ ร่วมกับโปรแกรมโปรแกรม IE3D ทำให้ได้สายอากาศที่เหมาะสมกับความถี่ใช้งาน จำนวนทำการทดสอบวัดอัตราขยายของสายอากาศ แบบที่ 4 ดังภาพที่ 12 โดยมีเครื่องกำเนิดสัญญาณ (RF Signal Generator) เป็นตัวป้อนสัญญาณที่ความถี่ 2.0-3.0 GHz ส่งกำลังออกไป 0 dBm โดยผ่านสายโ Cooke ชีบล ชนิด RG-142 ที่มีอมพีเดนซ์ 50 Ω หัวปีกยังสายอากาศรูปปากแตร (Horn Antenna) ที่เป็นตัวส่งสัญญาณแฟร์ปีกยังสายอากาศได้โลหะที่เป็นตัวรับสัญญาณ ซึ่งเป็นสายอากาศที่จะทำการทดสอบโดยผ่านสายโ Cooke เชี่ยวเครื่องวิเคราะห์แบบความถี่ (spectrum Analyzer) ซึ่งจะได้ค่าความแรงของสัญญาณความถี่สูงที่รับได้แล้วนำมาคำนวณเพื่อหาอัตราขยายของสายอากาศของสายอากาศที่สร้างขึ้น จากความสามารถต่อไปนี้

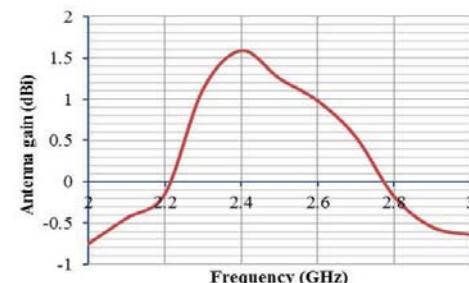
$$(G_{ot})_{dB} + (G_{or})_{dB} = \left[ 20 \log_{10} \left( \frac{4\pi R}{\lambda} \right) + 10 \log_{10} \left( \frac{P_r}{P_t} \right) \right] \quad (11)$$



ภาพที่ 12 : การวัดอัตราขยายของสายอากาศ

จากภาพที่ 13 ผลของอัตราการขยายพลังงานสูงสุดของสายอากาศที่ความถี่เรโซแนนซ์ ณ ความถี่ 2.45 GHz เท่ากับ

1.59 dB และผลของอัตราการขยายพลังงานต่ำสุด ณ ความถี่ 2 GHz เท่ากับ -0.75 dB



ภาพที่ 13 : ผลของอัตราขยายของสายอากาศ ที่ได้จากการวัด

#### 5. สรุปผล

บทความนี้นำเสนอการออกแบบสายอากาศในโครงสร้างปิดโลหะที่ป้อนด้วยสายนำสัญญาณแบบสตริปบนน้ำ ด้วยใช้วิธีการคำนวณร่วมกับวิธีเชิงประสนการณ์ และทำการวัดและทดสอบสายอากาศด้วยเครื่องวิเคราะห์ข่ายงานไฟฟ้าทำให้ได้สายอากาศที่มีผลตอบสนองความถี่เท่ากับ 2.45 GHz ซึ่งตรงกับความต้องการใช้งาน โดยสายอากาศมีแบบดิจิตที่ค่าการสูญเสียข้อนกั้นต่ำกว่า -10 dB ครอบคลุมย่านความถี่ตั้งแต่ 2.27-2.80 GHz หรือ 22.86 % (530 MHz) และอัตราการขยายพลังงานสูงสุดของสายอากาศที่ความถี่ 2.45 GHz เท่ากับ 1.59 dB ดังนั้นงานวิจัยนี้สามารถนำไปประยุกต์ในการออกแบบและสร้างสายอากาศตามมาตรฐาน IEEE802.11b/g ย่านความถี่ 2.4 GHz (2400 – 2484 MHz) ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

#### 6. เอกสารอ้างอิง

- [1] John L. Volakis, Chi-Chi Chen and Kyohei Fujimoto, "Small Antennas: Miniaturization Techniques & Applications", McGraw-Hill, United State of America, 2010, pp. 131-147
- [2] Guiping Zheng, Ahmed A. Kishk, "A Broad Band Printed Bow-Tie Antenna with A Simplified Feed" IEEE Trans. [Antennas Propag...](#) 2004
- [3] Hua-Ming Chen<sup>1</sup>, Jia-Mao Chen<sup>2</sup>, Ping-Shou Cheng<sup>1</sup> and Yi-Fang Lin<sup>1</sup>, "Microstrip-fed Printed Dipole Antenna for 2.4/5.2 GHz WLAN Operation", IEEE Trans. [Antennas Propag...](#) 2004
- [4] Hilberg W "From Approximations to Exact Relations for Characteristic Impedances" IEEE Trans Microwave Theory and Techniques, Vol. MTT-17, 1969, pp. 259-265
- [5] Rainee N. Simons "Coplanar Waveguide Circuits, Components, and Systems" John Wiley & Son, New York, 2001.
- [6] ประยุทธ อัคราโภมาลิน "การออกแบบวงจรในโครงสร้างปิดโลหะ" บริษัท มิสเตอร์ก็อปปี้จำกัด กรุงเทพฯ 2550 หน้า 27-28



## การออกแบบวงจรไดเพล็กเซอร์ที่มีย่านหยุดແຄบความถี่กว้าง

## กับการใช้ชาร์โอมนิกส์หลายโทมลดความถี่ปลอมเทียม

### A Design of Wide-Stop Band Diplexer with Multi order Spurious-Mode Suppression

ศักดิ์ชัย ตันติวิวัฒน์<sup>1</sup> ชนัสส์ นนทพุทธ<sup>1</sup> และรัชพล จันวงศ์<sup>2</sup>

<sup>1</sup> คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

<sup>2</sup> คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลชั้นบุรี

## บทคัดย่อ

บทความนี้เป็นการออกแบบวงจรไดเพล็กเซอร์ที่มีย่านหยุดແຄบความถี่กว้าง โดยการใช้ชาร์โอมนิกส์หลายโทมลดความถี่ปลอม เทียมซึ่งในการออกแบบนี้จะเลือกใช้เรโซโนเรเตอร์ที่มีความถี่มุตฐานเดียวกันแต่จะมีการเรซิแดนซ์ของความถี่ของชาร์โอมนิกส์ที่ต่างกัน การออกแบบการส่งผ่านของสัญญาณนี้จะใช้หลักการการคัปปัลลิงของเรโซโนเรเตอร์ 3 โพล แบบบานาน โดยบางช่วงกรองผ่านແຄบความถี่แต่ละความถี่ นั่นคือเรโซโนเรเตอร์ทั้งหมด 3 ตัว ซึ่งใช้คุณสมบัติของเรโซโนเรเตอร์แบบขั้นเพื่อเลื่อนความถี่ชาร์โอมนิกส์ให้แตกต่างกันนั้น โดยสามารถเลื่อนความถี่ชาร์โอมนิกส์จากคุณสมบัติของสัมผัติความถี่ที่ต้องการ ผลที่ได้จากการวัดมีค่าที่สอดคล้องกับผลที่ได้จากการจำลอง ซึ่งเห็นว่าวงจรไดเพล็กเซอร์นั้นมีค่าย่านหยุดແຄบความถี่ดีกว่า 30 dB แสดงให้เห็นถึงการมีย่านหยุดແຄบความถี่ที่กว้าง ถึง 8 เท่าและ 5.7 เท่า ของความถี่มุตฐาน โดยให้ผลตอบสนองแบบ Chebyshev ค่าสำคัญ: ไดเพล็กเซอร์ ย่านหยุดແຄบความถี่กว้าง เรโซโนเรเตอร์แบบขั้น ชาร์โอมนิกส์หลายโทมลดความถี่ปลอมเทียม

## Abstract

*This paper presents a diplexer design method for suppressing spurious responses in the stopband by choosing the constitutive resonators with the same fundamental frequency, but staggered higher order resonant frequencies. The design concept is demonstrated by three pole parallel-coupled bandpass filter. The bandpass filter is composed of three different stepped impedance resonators for which a general design guideline has been provided in order to have the same fundamental frequency and different spurious frequencies by proper adjusting the impedance and length ratios of stepped impedance resonators. The measured results are in good agreement with the simulated predictions, showing that better than -30 dB rejection levels in the stopband up to 8  $f_{01}$  and 5.7  $f_{02}$  are achieved by Chebyshev filters.*

**Keyword:** Diplexer, Wide-stop band, Stepped-impedance resonators, Multi-spurious suppression.

## 1. บทนำ

วงจร ไดเพล็กเซอร์ เป็นวงจรฯ หนึ่งที่มีความสำคัญสำหรับระบบการสื่อสาร ไร้สาย โดยทั่วไปแล้ววงจร ไดเพล็กเซอร์ เป็นวงจรที่ทำหน้าที่แยกช่องสัญญาณความถี่ของเครื่องส่งและเครื่องรับสัญญาณซึ่งวงจร ไดเพล็กเซอร์นี้จะเป็นวงจรที่มีขาเข้าของสัญญาณร่วมกันของทั้งสองวงจรแทนกรองความถี่แต่จะมีการแยกของสัญญาณขาออก วงจร ไดเพล็กเซอร์ ส่วนใหญ่นี้จะออกแบบบน โครงสร้างแบบรpane ร่วมซึ่งจะมีความสะดวกในการออกแบบและรวมถึงการนำมาสร้างเป็นวงจรรวมได้ง่ายอีกด้วย [1], [2] ส่วนใหญ่แล้วการออกแบบวงจร ไดเพล็กเซอร์ จะใช้เรโซโนเตอร์ในการออกแบบโดยแต่ละเรโซโนเตอร์จะมีลักษณะและรูปร่างที่แตกต่างกันไป ตัวอย่างเช่น Hairpin resonators [3], [4], the open-loop resonators [5], [6], folded- open line resonators [7] และนอกจากนี้ยังมีเรโซโนเตอร์อิกรูปแบบหนึ่งที่นักวิจัยให้ความสนใจในการออกแบบเป็นอย่างมากคือ Stepped impedance resonators เนื่องจากเรโซโนเตอร์ลักษณะนี้จะเป็นโครงสร้างที่สามารถปรับขนาดให้เล็กลง และยังสามารถควบคุมความถี่ สาร์โนนิกส์ได้ง่ายอีกด้วย [8], [9]

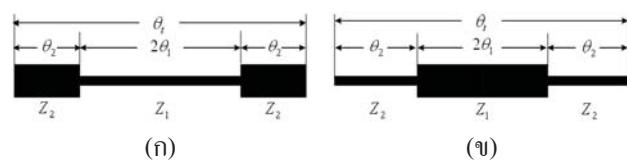
การออกแบบวงจร ไดเพล็กเซอร์ ที่ใช้เรโซโนเตอร์ที่ก่อร่วมมา ข้างต้นนี้จะสามารถออกแบบลักษณะ โครงสร้างตามรูปร่าง ของเรโซโนเตอร์ [10]-[14] ตัวอย่างเช่น Two filter using hairpin resonators [10], square open loop resonators [11], folded coupled line [12], hybrid resonators [13] และ Stepped-impedance resonators [14] ออย่างไรก็ตามถึงแม้จะมีการออกแบบวงจร ไดเพล็กเซอร์ หลายๆ รูปแบบซึ่งให้ผลตอบสนองที่ความสูญเสียต่ำ และการแยกสัญญาณระหว่าง พอร์ตที่ชัดเจน แต่วงจร ไดเพล็กเซอร์ ที่ก่อร่วมมา ข้างต้นนี้ยังขาดผลตอบสนองของการหยุดແบกความถี่ที่กว้าง

ดังนั้นบทความนี้จึงนำเสนอการออกแบบวงจร ไดเพล็กเซอร์ ที่ให้ผลตอบสนองที่ความสูญเสียต่ำ การแยกชัดของสัญญาณระหว่างพอร์ตที่ชัดเจน และให้ผลตอบของ การหยุดແบกความถี่ ที่กว้าง โดยการใช้สาร์โนนิกส์ หลายๆ โหมดในการลดความถี่

ปلومเที่ยมซึ่งเป็นแนวคิดใน [15] โดยการใช้คุณสมบัติของเรโซโนเตอร์แบบขั้นในการควบคุมความถี่สาร์โนนิกส์

## 2. คุณลักษณะของเรโซโนเตอร์แบบขั้น

โดยทั่วไปแล้วในการออกแบบวงจรกรองผ่านແບกความถี่ จะใช้เรโซโนเตอร์ที่เหมือนกันในการออกแบบแต่ผลเสียงของผลตอบสนองที่เกิดในวงจรนั้นก็คือการเกิดสาร์โนนิกส์ที่สอง สามและสี่ ตามลำดับ จำเป็นต้องมีวิธีที่ใช้แก้หรือลดสาร์โนนิกส์ที่เกิดขึ้นในระบบ ใน การใช้เทคนิคของโหมดสาร์โนนิกส์ที่สูง กว่ากduct ความถี่ปلومเที่ยมนั้นเป็นเทคนิคหนึ่งที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการออกแบบได้ โดยการปรับสัดส่วน อัมพีเดนซ์ หรือค่าสัดส่วนของความยาวคลื่นในคุณสมบัติของเรโซโนเตอร์แบบขั้นได้



ภาพที่ 1 : โครงสร้างเรโซโนเตอร์แบบขั้น (ก)  $K = Z_2 / Z_1 < 1$

$$(ข) \quad K = Z_2 / Z_1 > 1$$

เรโซโนเตอร์แบบขั้น ไม่เพียงแต่ควบคุมความถี่เรโซโนนซ์ที่สูงกว่าของสาร์โนนิกส์ได้และยังสามารถลดความร้อนได้อีกด้วย ซึ่งเรโซโนเตอร์แบบขั้นลักษณะพื้นฐานนั้น ประกอบด้วย อัมพีเดนซ์ที่มีลักษณะเป็นสองส่วนที่มีค่าแตกต่างกันแสดงดังภาพที่ 1 โดยจะมีลักษณะแบบสมมาตรทั้งสองส่วนของ อัมพีเดนซ์  $Z_1, Z_2$  และมีค่าความยาวสนามไฟฟ้า  $\theta_1, \theta_2$  ที่แตกต่างกันในเรโซโนเตอร์นี้ ตัว สามารถของอัมพีเดนซ์จาก จุดกลางของเรโซโนเตอร์ได้ว่า

$$Y_{in} = jY_2 \frac{2(K \tan \theta_1 + \tan \theta_2) + (K - \tan \theta_1 \tan \theta_2)}{K(1 - \tan^2 \theta_1)(1 - \tan^2 \theta_2) - 2(1 - K^2) \tan \theta_1 \tan \theta_2} \quad (1)$$

สภาวะเรโซโนนซ์สามารถหาได้โดยการเรโซโนนซ์ได้ว่า

$$K = \tan \theta_1 \tan \theta_2 \quad \text{และ} \quad -\cot \theta_1 \tan \theta_2 \quad (2)$$

เมื่อ  $K$  คือ สัดส่วนอัมพีเดนซ์ของเรโซโนเตอร์แบบขั้น โดย

$$K = \frac{Z_2}{Z_1} \quad (3)$$

หากให้ค่าของสัดส่วนความยาวسانามไฟฟ้าเป็น  $\alpha$   
สามารถแทนค่าของสัดส่วนسانามไฟฟ้าได้ดังนี้

$$\alpha = \frac{\theta_2}{\theta_1 + \theta_2} = \frac{2\theta_2}{\theta_1} \quad (4)$$

จากสมการที่ (3) และ (4) แทนลงในเงื่อนไขการเรโซนแนนซ์

$$K \cdot \cot\left(\frac{1}{2}\alpha \cdot \theta_i\right) = \tan\left(\frac{1}{2}(1-\alpha) \cdot \theta_i\right) \quad (5)$$

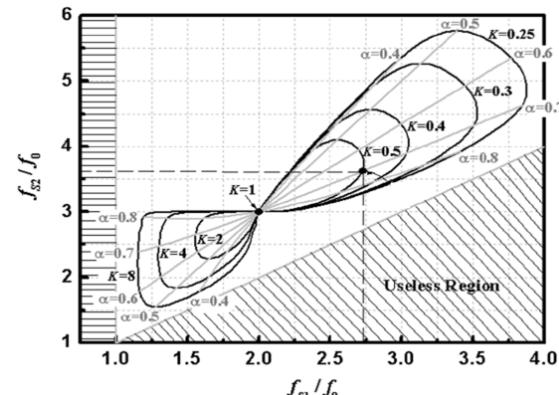
และ

$$K \cdot \cot\left(\frac{1}{2}\alpha \cdot \theta_i\right) = -\cot\left(\frac{1}{2}(1-\alpha) \cdot \theta_i\right) \quad (6)$$

เมื่อสมการที่ (5) และ (6) แสดงให้เห็นถึงเงื่อนไขการเรโซนแนนซ์ของโใหมดคี่และโใหมดคู่ ตามลำดับ ซึ่งจะสามารถคำนวณหาค่าของความยาวคลื่นของความถี่มูลฐานและความถี่ชาร์โอมนิกส์ที่สูงกว่าได้โดยการปรับค่าสัดส่วนอิมพีเดนซ์และค่าสัดส่วนความยาวسانามไฟฟ้าของเรโซนเนตอร์

ปัจจัยหลักในการออกแบบวงจรไดเพล็กเซอร์ในงานวิจัยนี้ จำเป็นต้องออกแบบเรโซนเนตอร์ที่มีความถี่มูลฐานเดียวกันแต่ความถี่ชาร์โอมนิกส์ต่างกันเพื่อลดความถี่ปลองเที่ยม โดยเริ่มจากออกแบบไดเพล็กเซอร์ที่ประกอบด้วยวงจรกรองผ่านแบบความถี่สองวงจร โดยแต่ละวงจรกรองผ่านແນบความถี่นั้น จะต้องมีเรโซนเนตอร์ที่มีความถี่ชาร์โอมนิกส์ต่างกันซึ่งสามารถคำนวณหาความถี่มูลฐาน ชาร์โอมนิกส์ที่หนึ่งและสอง ซึ่งมีความสัมพันธ์กับค่าสัดส่วนอิมพีเดนซ์และสัดส่วนความยาวسانามไฟฟ้าได้ดังภาพที่ 2

โดยภาพที่ 2 เป็นการวิเคราะห์โดย [16] สามารถแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของ สัดส่วนความถี่ชาร์โอมนิกส์ที่หนึ่ง และชาร์โอมนิกส์ที่สองต่อความถี่มูลฐาน ( $f_{s1}/f_0$  และ  $f_{s2}/f_0$ ) จากกราฟจะเห็นได้ว่าสามารถออกแบบความถี่ชาร์โอมนิกส์ได้โดยการปรับสัดส่วนอิมพีเดนซ์และความยาวسانามไฟฟ้า



ภาพที่ 2 : ความสัมพันธ์ของความถี่ชาร์โอมนิกส์เทียบกับความถี่มูลฐานของเรโซนเนตอร์แบบขั้น

การออกแบบสามารถกำหนดให้เรโซนเนตอร์นี้มีความยาวของسانามไฟฟ้าแต่ละส่วนมีค่าเท่ากัน โดยที่  $\theta_1 = \theta_2 = \theta$  เมื่อเงื่อนไขสภาวะการเรโซนแนนซ์เป็นตัวกำหนดในการหาค่าความยาวسانามไฟฟ้าจะได้ว่า

$$\theta = \tan^{-1} \sqrt{K} \quad (7)$$

ค่าความยาวของسانามไฟฟ้าของความถี่มูลฐานและอัตราส่วนของความถี่สามารถหาได้จาก

$$\theta_T = 2\theta = 2 \tan^{-1} \sqrt{K} \quad (8)$$

$$\frac{f_{s1}}{f_0} = \frac{\pi}{2 \tan^{-1} \sqrt{K}}, \quad \frac{f_{s2}}{f_0} = \frac{\pi}{\tan^{-1} \sqrt{K}} - 1 \quad (9)$$

เมื่อ  $f_0, f_{s1}$  และ  $f_{s2}$  คือความถี่มูลฐาน ความถี่ชาร์โอมนิกส์ที่หนึ่งและความถี่ชาร์โอมนิกส์ที่สองตามลำดับ

### 3. การออกแบบวงจร 3 โพลที่มีการคัปปลิ้งแบบขนาน

การออกแบบวงจรกรองความถี่ 3 โพล ที่มีการคัปปลิ้งแบบขนานนี้สามารถออกแบบได้ดังภาพที่ 3 โดยทั้งคู่ของวงจรกรองผ่านແນบความถี่ประกอบด้วยเรโซนเนตอร์แบบขั้นทั้งหมด 3 ตัว มีลักษณะต่างกันซึ่งสามารถคำนวณตามทฤษฎีในหัวข้อที่สองแสดงในตารางที่ 1 จะเห็นได้ว่าเรโซนเนตอร์แต่ละตัวนี้เรโซนแนนซ์ที่ความถี่มูลฐานเดียวกันแต่ชาร์โอมนิกส์ต่างกันซึ่งเกิดจากการปรับสัดส่วนอิมพีเดนซ์ และภาพที่ 4 แสดงการคัปปลิ้งของเรโซนเนตอร์แบบขนานของไดเพล็กเซอร์

ไดเพล็กเซอร์ออกแบบด้วยวงจรกรองผ่านແນบความถี่ที่มีความถี่มูลฐาน 2.45 GHz และ 3.50 GHz มีค่าสัดส่วนแบบวิดท์เท่ากับ 4.08% และ 5.72% ตามลำดับ ทำการออกแบบวงจรบน

แผ่นวงจรพิมพ์ Arlon 5880 ที่มีค่าไคอิเล็กทริคสัมพัทธ์เท่ากับ 2.2 หน่วย 0.8 มิลลิเมตร และมีค่าเท่านั้นต่อการสัญญาณ 0.009 ออกแบบจากค่าของวงจรกรองความถี่ต่อไปนี้แบบ Chebyshev ที่มีค่าการกรองเพิ่ม 0.1 dB ใช้ค่า  $g_0 = 1$ ,  $g_1 = 1.0315$ ,  $g_2 = 1.1474$  และ  $g_3 = 1.0315$  สามารถหาค่าสัมประสิทธิ์การคัปปลิ่ง ระหว่างเรซิโซนเตอร์และค่าตัวประกอบคุณภาพภายนอกได้จาก

$$\text{สำหรับ filter 1} \quad |M_{12}| = |M_{23}| = \frac{|FBW|}{\sqrt{g_1 g_2}} = 0.0375 \quad (10)$$

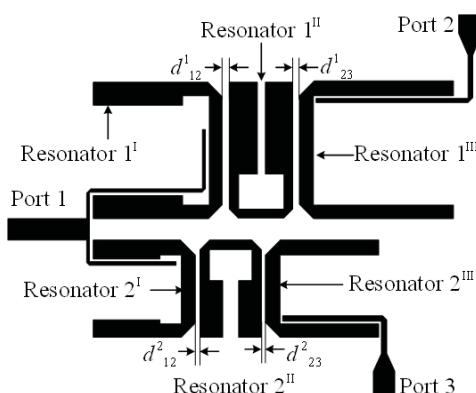
$$Q_{ei} = Q_{eo} = \frac{g_0 g_1}{FBW} = 25.28$$

$$\text{สำหรับ filter 2} \quad |M_{12}| = |M_{23}| = \frac{|FBW|}{\sqrt{g_1 g_2}} = 0.0525 \quad (11)$$

$$Q_{ei} = Q_{eo} = \frac{g_0 g_1}{FBW} = 18.03$$

ตารางที่ 1 พารามิเตอร์ในการออกแบบวงจร ไดเพล็กเซอร์

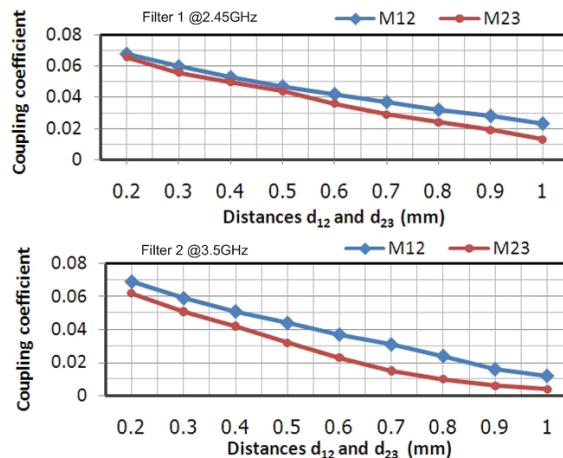
	SIR 1 <sup>I</sup>	SIR 1 <sup>II</sup>	SIR 1 <sup>III</sup>	SIR 2 <sup>I</sup>	SIR 2 <sup>II</sup>	SIR 2 <sup>III</sup>
Impedance ratio $\kappa$	0.73	0.52	1.00	0.84	0.52	1.00
Length ratio $\alpha$	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Electrical length $\theta^*$	80.96	71.47	90.00	85.06	71.46	90.00
Length $l_2$ (mm)	10.05	8.75	11.10	7.44	6.18	8.00
Length $2l_1$ (mm)	19.16	16.20	22.20	13.80	12.80	16.00
Width $W_2$ (mm)	2.50	3.00	1.50	2.00	3.00	1.50
Width $W_1$ (mm)	1.50	1.00	1.50	1.50	1.00	1.50
$f_0$ (GHz)	2.45	2.45	2.45	3.50	3.50	3.50
$f_1$ (GHz)	5.45	6.20	4.90	7.41	8.78	7.00
$f_2$ (GHz)	8.43	9.89	7.35	11.30	14.12	10.5



ภาพที่ 3: โครงสร้าง ไดเพล็กเซอร์ที่มีสองวงจรกรองผ่านแยก



ภาพที่ 4: โครงสร้างการคัปปลิ่งผ่านสัญญาณของวงจร ไดเพล็กเซอร์



ภาพที่ 5: ค่าสัมประสิทธิ์การคัปปลิ่งเทียบกับระยะห่างระหว่าง เรซิโซนเตอร์มีหน่วยเป็นมิลลิเมตร

การใช้โปรแกรมจำลอง [17] สามารถหาค่าสัมประสิทธิ์ การคัปปลิ่งและตัวประกอบคุณภาพภายนอกได้จาก

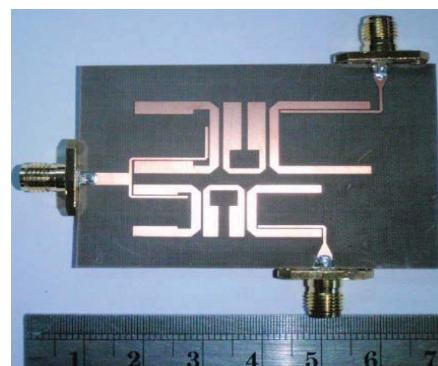
$$M_{ij} = \frac{f_2^2 - f_1^2}{f_2^2 + f_1^2} \quad (12)$$

$$Q_e = \frac{f_0}{\delta f_{3-dB}} \quad (13)$$

เมื่อ  $M_{ij}$  คือค่าคัปปลิ่งระหว่างเรซิโซนเตอร์  $i, j$  และ  $\delta f_{3-dB}$  คือ แนวโน้มที่ 3dB ของเรซิโซนเตอร์ อินพุตและเอาท์พุต

จากสมการที่ (10) และ (11) สามารถเทียบค่าที่ได้จากการ คำนวณกับการพล็อตกราฟของสมการที่ (12) เพื่อหาระยะห่าง ให้ดังภาพที่ 5 ระยะห่างระหว่างเรซิโซนเตอร์ สำหรับ Filter 1 @ 2.45 GHz ได้ค่า  $d_{12}^1 = 0.7$  mm,  $d_{23}^1 = 0.6$  mm สำหรับ Filter 2 @ 3.50 GHz ได้ค่า  $d_{12}^2 = 0.4$  mm,  $d_{23}^2 = 0.3$  mm

เมื่อได้ขนาดและระยะห่างของเรซิโซนเตอร์จากนั้นทำการ สร้างวงจร ไดเพล็กเซอร์บนแผ่นวงจรพิมพ์ได้ดังภาพที่ 6



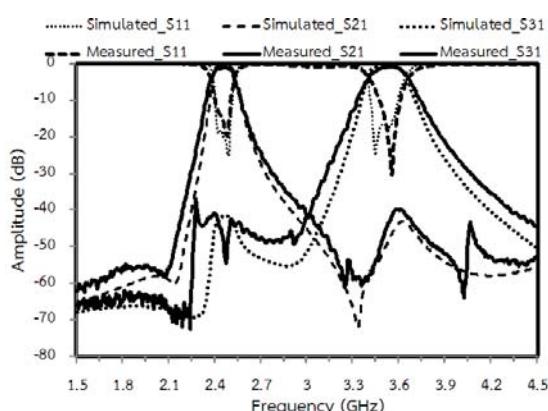
ภาพที่ 6: วงจร ไดเพล็กเซอร์ที่สร้างขึ้นบนแผ่นวงจรพิมพ์

Arlon 5880

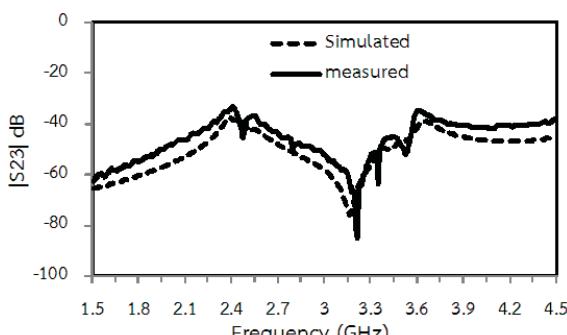
ภาพที่ 6 เป็นวงจรไดเพล็กเซอร์ที่มีขนาด  $45\text{mm} \times 32.8\text{mm}$  ซึ่งมีค่าประมาณ  $0.5 \mu_g$  และ  $0.35 \mu_g$  เมื่อ  $\mu_g$  คือค่าความข้าวคั่นบนวัสดุฐานรองของความถี่มูลฐานย่านความถี่  $2.45\text{ GHz}$

#### 4. ผลการจำลองและผลจากการวัดชิ้นงานจริง

การวัดชิ้นงานจริงของวงจรไดเพล็กเซอร์จากภาพที่ 6 นั้น เมื่อวัดด้วย เครื่องวิเคราะห์โครงข่ายทางไฟฟ้ารุ่น N5230C สามารถแสดงค่า พารามิเตอร์กระจักรายจายในการส่งผ่านและค่าการแยกอกระหว่างพอร์ตของวงจรไดเพล็กเซอร์เมื่อเทียบกับผลการจำลองสามารถแสดงดังภาพที่ 7 และ ภาพที่ 8 ตามลำดับ โดยมีค่าการสูญเสียจากการข้อนกลับของวงจรกรองผ่านແบนความถี่ที่ส่องต่ำกว่า  $-15\text{ dB}$  ความสูญเสียจากการใส่แทรกรหงส์ແบนความถี่ผ่านมีค่าประมาณ  $1.2 \text{ dB}$  และ  $1.05 \text{ dB}$  ในย่านความถี่  $2.45$  และ  $3.50\text{ GHz}$  ตามลำดับ และจากภาพที่ 8 มีค่าความสูญเสียจากการใส่แทรกระหว่างพอร์ตสองและสามประมาณ  $40 \text{ dB}$  แสดงให้เห็นว่ามีการแบ่งแยกอกระหว่างพอร์ตที่ดี โดยค่าที่ได้จากการวัดในภาพที่ 7 และภาพที่ 8 นั้นเห็นได้ว่ามีค่าที่สอดคล้องกันค่าได้จากการจำลอง

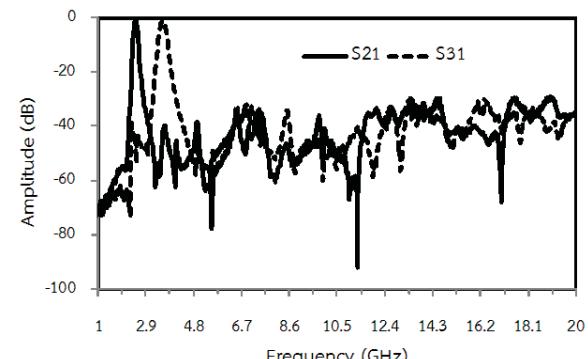


ภาพที่ 7: ผลการจำลองเทียบกับผลที่ได้จากการวัดของวงจรไดเพล็กเซอร์



ภาพที่ 8: ค่าการแบ่งแยกอกระหว่างพอร์ตสองและพอร์ตสาม

เมื่อทำการวัดวงจรไดเพล็กเซอร์ย่านความถี่กว้าง โดยมีการวัดเริ่มต้นตั้งแต่ความถี่  $1\text{ GHz}$  ถึง  $20\text{ GHz}$  สามารถแสดงผลการวัดค่าความสูญเสียจากการใส่แทรกรหงส์ดังภาพที่ 9



ภาพที่ 9: ค่าความสูญเสียจากการใส่แทรกรหงส์ย่านความถี่กว้างของวงจรไดเพล็กเซอร์ที่มีค่าหยุดແบนความถี่กว้าง

จากภาพที่ 9 แสดงให้เห็นว่ามีค่าความสูญเสียจากการใส่แทรกรหงส์มีย่านหยุดແบนความถี่ที่ต่ำ  $30 \text{ dB}$  นั่นคือวงจรไดเพล็กเซอร์แบบสามโพลที่มีการคัปปลิ่งแบบบานานที่มีผลตอบสนองแบบ Chebyshev มีย่านหยุดແบนความถี่ที่กว้างถึง  $8f_{01}$  และ  $5.7f_{02}$  ของความถี่มูลฐานตามลำดับ

#### 5. สรุปผลการวิจัย

บทความนี้ได้นำเสนอการออกแบบวงจรไดเพล็กเซอร์ที่มีย่านหยุดແบนความถี่กว้างซึ่งใช้การเรโซแนนซ์ของชาร์โวโนนิกส์หลายโหนดเพื่อลดความถี่ปลอกเมื่อเทียบโดยออกแบบจากวงจรกรองผ่านແบนความถี่ที่ส่องวงจรที่มีการคัปปลิ่งแบบบานานแบบ 3 โพล และมีผลตอบสนองแบบ Chebyshev เรโซแนนซ์ที่ทำการออกแบบนี้จะเรโซแนนซ์ที่ความถี่มูลฐานเดียวกันแต่จะมีความถี่ชาร์โวโนนิกส์ที่แตกต่างกันเนื่องจากมีการปรับสัดส่วนของอิมพีเดนซ์ ผลที่ได้จากการวัดนั้นมีค่าที่สอดคล้องกับการจำลองโดยมีค่าหยุดແบนความถี่ที่กว้าง สามารถนำวงจรไดเพล็กเซอร์ประยุกต์ใช้กับระบบสื่อสาร ไร้สาย หรือทางด้านการศึกษาได้ต่อไปในอนาคต

#### 6. เอกสารอ้างอิง

- [1] D. M. Pozar, *Microwave Engineering*, 2nd ed. New York: Wiley, 1998.
- [2] C.-F. Chen, T.-Y. Huang, C.-P. Chou, and R.-B. Wu, "Microstrip diplexers design with common resonator sections for compact size, but high isolation," *IEEE*

- Trans. Microw. Theory Tech., vol. 54, no 5, pp. 1945-1952, May 2006.
- [3] E. G. Cristal and S. Frankel, "Hairpin-line and hybrid hairpin-line/half-wave parallel-coupled line filters" IEEE Trans. Microw. Theory Tech., vol. MTT-20, no 11, pp. 719-728, Nov. 1972.
- [4] S. Y. Lee and C. M. Tsai, "New cross-coupled filter design using improved hairpin resonators," IEEE Trans. Microw. Theory Tech., vol. 48, no 12, pp. 2482-2490, Dec. 2000.
- [5] J. S. Hong and M. J. Lancaster, "Coupling of microstrip square open-loop resonators for cross-coupled planar microwave filters," IEEE Trans. Microw. Theory Tech., vol. 44, no 11, pp. 2099-2109, Nov. 1996.
- [6] J. S. Hong and M. J. Lancaster, Microstrip filter for RF/Microwave Application. New York: Wiley, 2001.
- [7] J. T. Kuo, M. J. Maa, and P. H. Lu, "A microstrip elliptic function filter with compact miniaturized hairpin resonators," IEEE Trans. Microw. Guided Wave Lett., vol. 10, no. 3, pp. 94-95, Mar. 2000.
- [8] M. Makimoto and S. Yamashita, "Bandpass filters using parallel coupled stripline stepped impedance resonators," IEEE Trans. Microw. Theory Tech., vol. MTT-28, no. 12, pp. 1413-1417, Dec. 1980.
- [9] M. Sagawa, M. Makimoto, and S. Yamashita, "Geometrical structures and fundamental characteristics of microwave stepped-impedance resonators," IEEE Trans. Microw. Theory Tech., vol. 45, no. 7, pp. 1078-1085, Jul. 1997.
- [10] S. Srisathit, S. Patisang, R. Phromloungsri, S. Bunnjaweht, S. Kosulvit, and M. Chongcheawchamnan, "High isolation and compact size microstrip hairpin diplexer," IEEE Microw. Wireless Compon. Lett., vol. 15, no. 2, pp. 101-103, Feb. 2005.
- [11] J. Konpang, "A compact diplexer using square open loop with stepped impedance resonators," IEEE Radio Wireless Symp. Dig., pp. 91-94, Jan. 2009.
- [12] C. M. Tsai, S. Y. Lee, C. C. Chuang, and C. C. Tsai, "A folded coupled-line structure and its application to filter and diplexer design," IEEE MTT-S Int. Microwave Symp. Dig., pp. 1927-1930, Jun 2003.
- [13] T. Yang, P. L. Chi, and T. Itoh, "High isolation and compact diplexer using the hybrid resonators," IEEE Radio Wireless Compon. Lett., vol. 20, no 10, pp. 551-553, Oct. 2010.
- [14] A. F. Sheta, J. P. Coupez, G. Tanne, S. Toutain, and J. P. Blot, "Miniature microstrip stepped impedance resonator bandpass filters and diplexers for mobile communications," IEEE MTT-S Int. Microw. Symp. Dig., pp. 607-610, Jun. 1996.
- [15] C. F. Chen, T. Y. Huang, and R. B. Wu, "Design of microstrip bandpass filters with multiorder spurious-mode suppression," IEEE Trans. Microw. Theory Tech., vol. 53, no 12, pp. 3788-3793, Dec. 2005.
- [16] C. F. Chen, T. Y. Huang, and R. B. Wu, "Design of dual- and triple-passband filters using alternately cascade multiband resonators," IEEE Trans. Microw. Theory Tech., vol. 54, no 9, pp. 3550-3558, Sep. 2006.
- [17] "IE3D Simulator," Zeland Software, Inc., 1997.



## การพัฒนาเครื่องวัดความเข้มสนาณแม่เหล็กไฟฟ้าสำหรับย่านความถี่ 1,800 MHz The Development of 1,800 MHz Field Strength Meter

อลองกรณ์ พรเมธ<sup>1</sup>, สมบูรณ์ ธีรวิสิฐพงศ์<sup>2</sup>, รัฐพล จันทะวงศ์<sup>2</sup>, สมศักดิ์ อรรคทิมายุต<sup>3</sup>

<sup>1</sup>สาขาวิชาเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และวิศวกรรมไฟฟ้า คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดธานี  
64 ถ.พหาร ต.หมากแข้ง อ.เมือง จ.อุตรดธานี

<sup>2</sup>สาขาวิชาครุศาสตร์อิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชภัฏบุรี จ.ปทุมธานี

<sup>3</sup>ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดธานี  
กรุงเทพ

E-mail: promtee@gmail.com, somboon.email@gmail.com, ssa@kmutnb.ac.th

### บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการพัฒนาเครื่องวัดความเข้มสนาณแม่เหล็กไฟฟ้าที่ย่านความถี่ 1,800 MHz ซึ่งใช้วัดความเข้มของสัญญาณโทรศัพท์มือถือค่ายดีแทค (DTAC) การออกแบบเครื่องวัดประกอบด้วยสายอากาศที่ตอบสนองกับความถี่ย่านกว้างและวงจรกรองผ่านแบบความถี่ 1,800 MHz แบบใหม่ที่สามารถตัดสัญญาณรบกวนในช่วงความถี่ 900 MHz ซึ่งเป็นวงจรกรองแบบใหม่โครงสร้างที่ออกแบบโดยใช้แผ่นวงจรพิมพ์ FR-4 และส่วนการแสดงผลปริมาณความเข้มของสัญญาณโทรศัพท์แบบ onboard จากการทดสอบและหาประสิทธิภาพของเครื่องวัดพบว่ามีความผิดพลาดเฉลี่ยไม่เกิน  $\pm 9\%$  และจากการประมิณคุณภาพเครื่องมือวัดโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน พบว่าค่าความเข้มสนาณแม่เหล็กไฟฟ้าที่พัฒนาขึ้นนี้สามารถใช้งานในด้านอุตสาหกรรมและใช้เป็นตัวการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

**คำสำคัญ:** เครื่องวัดความเข้มของสนาณแม่เหล็กไฟฟ้า, วงจรกรองความถี่แบบผ่าน

### Abstract

*This paper presents the development of field strength meter at 1,800 MHz frequency of DTAC mobile telephone. The designed measurement consists of wide band antenna, 1,800 MHz bandpass microstrip filter that can attend the 900 MHz frequency range and builds on FR-4 print circuit board, and analog display sector. After test, we observed that the efficiency of developed measurement is less than  $\pm 9\%$  of average error in the comparing with spectrum analyzer. The*

appropriation of developed measurement is at high level. In conclusion, the field strength meter can be used efficient as an instrumentation tool in industry and used an educational aide.

**Keyword:** Field Strength Meter , BandPass Filter

## 1. บทนำ

ปัจจุบันการสื่อสารมีบทบาทในชีวิตมนุษย์เป็นอย่างมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งโทรศัพท์มือถือ หรือ อินเตอร์เน็ต ซึ่ง เทคโนโลยีดังกล่าว ได้ใช้คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าความถี่สูงในการ รับหรือส่งข้อมูล จากการสำรวจการใช้เครื่องโทรศัพท์มือถือ และ อินเตอร์เน็ตทุกรอบในประเทศไทย [1] พบว่ามีผู้ใช้ โทรศัพท์มือถือมากกว่า 33 ล้านคน และ ผู้ใช้อินเตอร์เน็ต มากกว่า 30 ล้านคน ซึ่ง ในอนาคตการใช้โทรศัพท์มือถือ และ อินเตอร์เน็ตจะมีเพิ่มมากขึ้น

ดังนั้นหน่วยงานต่างๆ ทั้งในประเทศไทยและต่างประเทศได้มีการศึกษาผลกระบวนการของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ากับมนุษย์ที่เกิด จากการใช้โทรศัพท์มือถือ [2], [3] ซึ่ง จำเป็นต้องใช้เครื่องมือวัด ทางไฟฟ้าสำหรับการวัดหาปริมาณความเข้มของคลื่น อาทิ เครื่องวิเคราะห์แผลความถี่ (Spectrum Analyzer) เครื่องวัด ความเข้มสนามแม่เหล็กไฟฟ้า (Field Strength Meter) เป็นต้น นอกจากนี้ ในการเรียนรายวิชาเกี่ยวกับย่านความถี่สูง เครื่องมือ ดังกล่าว ได้เข้ามามีบทบาทสำหรับการวิเคราะห์ผลของ สัญญาณต่างๆ เช่น กัน โดยที่ เครื่องวัดดังกล่าว เป็นสินค้าที่ นำเข้ามาจากการค้าต่างประเทศ เป็นส่วนใหญ่ และมีราคาแพง แต่ อย่างไรก็ตาม ความจำเป็นต้อง ในการใช้งานเพื่อวัดความเข้มของ สนามแม่เหล็กไฟฟ้า ที่ เป็นส่วนสำคัญ ที่ ต้องการ เครื่องมือวัดที่ มี ประสิทธิภาพ และ สามารถ วัดความเข้มสนามแม่เหล็กไฟฟ้า ใน ย่านความถี่ 1,800 MHz [5] จึง เป็นเหตุผลหนึ่ง ที่ ผู้วิจัย ให้ความ สนใจ ในการพัฒนา เครื่องมือวัดดังกล่าว ขึ้น

สำหรับ เครื่องวัดความเข้มสนามแม่เหล็กไฟฟ้า มี วิธี หลากหลาย ส่วน ได้แก่ สายอากาศ วงจรกรอง วงจร ตรวจจับความแรง ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า วงจร เชื่อมต่อ แรงดันไฟฟ้า วงจร ขยาย สัญญาณ และ วงจรแสดงผล โดยใช้ใน โครงตน โทรศัพท์

วงจร ที่ สำคัญ ในการ สร้าง เครื่องวัดความเข้ม สนามแม่เหล็กไฟฟ้า ได้แก่ วงจร ของความถี่ แผลผ่านที่ ส่วน

ให้ ผู้นิยม ใช้ สายส่งแบบ ไม่ โครงสร้าง ปั๊ง ออกแบบ ได้ ง่าย ราคา ถูก และ ประสิทธิภาพ ของ วงจร มี ความ เชื่อถือ ได้ [4], [6], [7] ดังนั้น ท ความนี้ จึง พัฒนา และ ออกแบบ วงจร ของ ความถี่ แผล ผ่าน ใน ย่าน ความถี่ 1,800 MHz ที่ มี แบบ ดิจิตอล ประมาณ 200 MHz

นอกจากนี้ ยัง ต้อง ประกอบด้วย วงจร ขยาย สัญญาณ ขนาด เล็ก มาก ๆ เนื่อง จาก ความแรง ของ สัญญาณ ที่ ตรวจจับ ส่วน ใหญ่ จะ มี ระดับ ของ สัญญาณ ต่ำ มาก

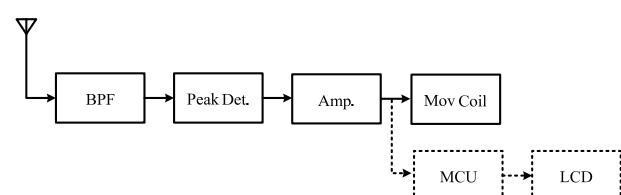
จากการ สำรวจ ที่ จัด ให้ สำหรับ นักเรียน ที่ ใช้ ในการเรียน การสอน ใน รายวิชา ที่ เกี่ยวกับ สนามแม่เหล็กไฟฟ้า ได้ อย่าง นี้ จึง ได้ นำเสนอ การพัฒนา เครื่องมือ วัด ความเข้ม สนามแม่เหล็กไฟฟ้า ย่าน 1,800 MHz ที่ สามารถ ใช้ งาน ได้ อย่าง มี ประสิทธิภาพ นอกจากนี้ ยัง สามารถ นำไป ใช้ ในการเรียน การสอน ใน รายวิชา ที่ เกี่ยวกับ สนามแม่เหล็กไฟฟ้า ได้ ดี มาก ด้วย

## 2. การดำเนินงานวิจัย

การ ดำเนินงาน แบ่ง การ ทำงาน ออก เป็น 4 ส่วน คือ 1) ศึกษา การ ทำงาน และ ออกแบบ เครื่องวัด ความเข้ม สนามแม่เหล็กไฟฟ้า 2) ออกแบบ วงจร ของ ความถี่ 3) สร้าง เครื่องวัด ความเข้ม สนามแม่เหล็กไฟฟ้า และ 4) ทดสอบ และ หา ประสิทธิภาพ โดย มี รายละเอียด ดังนี้

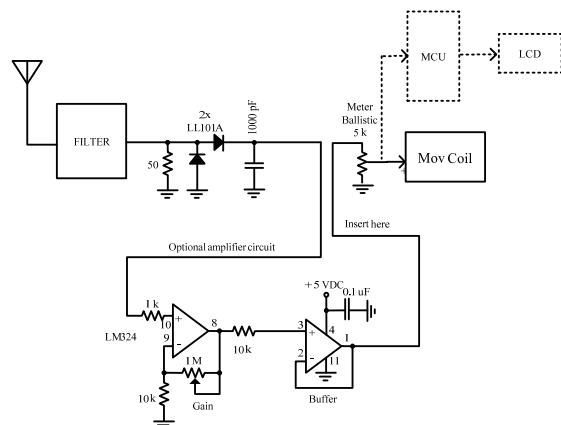
### 2.1 การ ออกแบบ เครื่องวัด ความเข้ม สนามแม่เหล็กไฟฟ้า

เครื่องวัด ความเข้ม สนามไฟฟ้า จะ ประกอบด้วย 5 ส่วน คือ 1) สายอากาศ 2) วงจร ของ ความถี่ แผล ผ่าน 3) วงจร ตรวจจับ ความแรง ของ คลื่น 4) วงจร ขยาย และ 5) การ แสดงผล แบบ อนาล็อก โดย แนวคิด ที่ ได้ แสดง ดัง ภาพ ที่ 1



ภาพที่ 1 แผนผัง เครื่องวัด ความเข้ม สนามแม่เหล็กไฟฟ้า

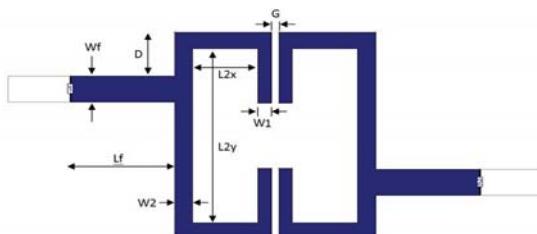
ภาพที่ 1 นำเสนอหลักการทำงานของเครื่องมือวัดที่ประกอบด้วยสายอากาศสำหรับรับสัญญาณความถี่ย่านกว้าง (10 MHz - 5 GHz) เพื่อส่งผ่านวงจรกรองความถี่แบบผ่านที่ 1,800 MHz จากนั้นจะมีวงจรในการตรวจจับความแรงของสัญญาณ (Peak Detector) และทำการขยายสัญญาณแล้วส่งต่อไปยังส่วนของจอดแสดงผลแบบอนalogหรือสามารถพัฒนาให้แสดงผลแบบดิจิตอลนั้นจอดแสดงผลซึ่งได้ต่อไป โดยรายละเอียดของวงจรเครื่องวัดความเข้มสนามแม่เหล็กไฟฟ้าที่ออกแบบสามารถแสดงได้ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 วงจรเครื่องวัดความเข้มสนามแม่เหล็กไฟฟ้า

## 2.2 การออกแบบวงจรกรองความถี่แบบผ่าน

สำหรับวงจรกรองความถี่แบบผ่านสำหรับย่านความถี่ที่ใช้งานเท่ากับ 1,800 MHz โดยใช้สายส่งแบบไมโครสตริป [4] โครงสร้างวงจรที่ออกแบบแสดงดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 โครงสร้างวงจรกรองโดยใช้ไมโครสตริป

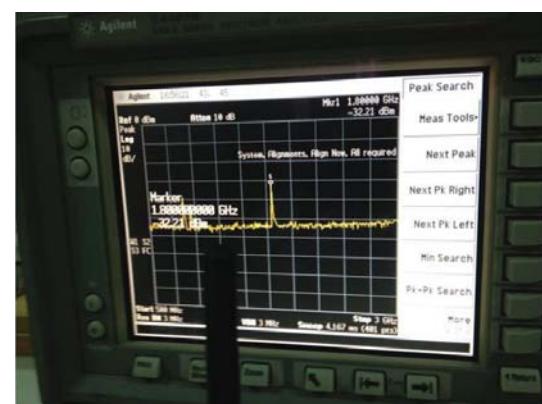
ภาพที่ 3 แสดงโครงสร้างของวงจรกรองความถี่แบบผ่านที่ออกแบบโดยที่  $Z_{01}=73 \Omega$ ,  $W_1=1.35$  มม. ที่  $Z_{02}=65 \Omega$ ,  $W_2=1.725$  มม.  $L_{2x}=6.275$  มม.  $L_{2y}=18.78$  มม.  $W_F=2.75$  มม.  $L_F=10$  มม.  $G=0.7$  มม.  $D=4.72$  มม. และจากการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมจำลองและทดสอบวัดจริงด้วยเครื่องวิเคราะห์โครงสร้างพิมพ์แบบผ่านสนามกรองความถี่แบบผ่านสำหรับย่านความถี่ 1,800 MHz พบว่าวงจรกรองความถี่แบบผ่านสามารถตอบสนอง

ในย่านความถี่ 1,800 MHz ได้อย่างมีประสิทธิภาพดังแสดงในภาพที่ 4 แต่อย่างไรก็ตามในย่านความถี่ประมาณ 900 MHz ซึ่งเป็นความถี่ที่ใช้งานของค่ายเอไอเอส (AIS) พบว่าวงจรกรองผ่านแบบดังกล่าวสามารถกรองความถี่ที่ย่านความถี่ 900MHz ได้ที่ระดับ -20dB ถึง -40dB ส่งผลให้วงจรกรองผ่านແດນย่านความถี่ 1,800 MHz มีประสิทธิภาพไม่ดีเท่าที่ควร ส่งผลให้เกิดการรับกวนการทำงานของเครื่องวัดดังกล่าวได้หรือการแสดงผลของปริมาณความเข้มของคลื่นไม่ถูกต้อง



ภาพที่ 4 การตอบสนองความถี่แบบผ่านในย่านความถี่ 1,800 MHz

จากการนำวงจรกรองความถี่ไปใช้งานจริงและทดสอบโดยใช้เครื่องวิเคราะห์แบบความถี่ (Spectrum Analyzer) แสดงดังภาพที่ 5 พบว่าเมื่อป้อนความถี่จากเครื่องกำเนิดความถี่ในย่านตั้งแต่ 1 ถึง 3 GHz ผ่านวงจรกรองความถี่ที่สร้างขึ้น เครื่องวิเคราะห์แบบความถี่สามารถตรวจจับสัญญาณได้ดีที่ความถี่ 1,800 MHz และดังภาพที่ 5 แต่ในย่านความถี่ที่ต่ำกว่าและสูงกว่าที่ยังสามารถตรวจจับได้บ้างเล็กน้อย ส่งผลทำให้การทำงานของกรองความถี่แบบผ่านมีประสิทธิภาพที่ไม่ดีมากนัก



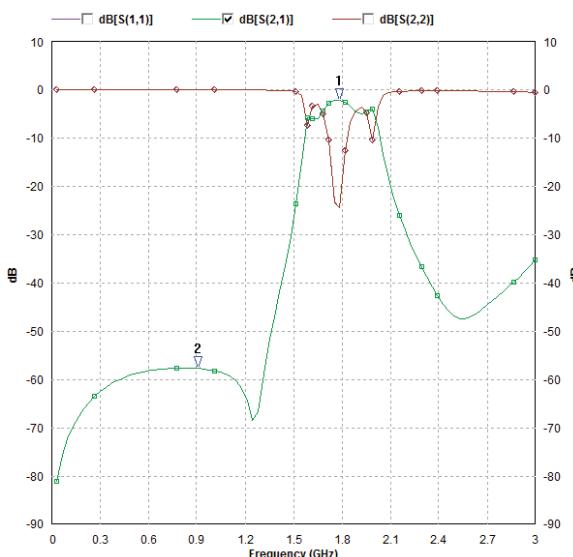
ภาพที่ 5 ผลการวัดการตอบสนองความถี่ในย่านความถี่ 1,800 MHz

ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้มีการพัฒนาวงจรกรองความถี่แบบผ่าน  
แบบใหม่ซึ่งเป็นการลดสัญญาณรบกวนที่ความถี่ในย่าน 900  
MHz แสดงดังภาพที่ 6 โดยการใช้วงจรกรองความถี่ 2 ชุดมาต่อ  
ลำดับซึ่งก่อให้เกิดการเชื่อมโยงสัญญาณได้ดีในย่านความถี่  
ที่ต้องการและตัดสัญญาณที่ไม่ต้องการออกได้  
อย่างมีประสิทธิภาพ



#### ภาพที่ 6 โครงสร้างของกรองແກบผ่านแบบใหม่

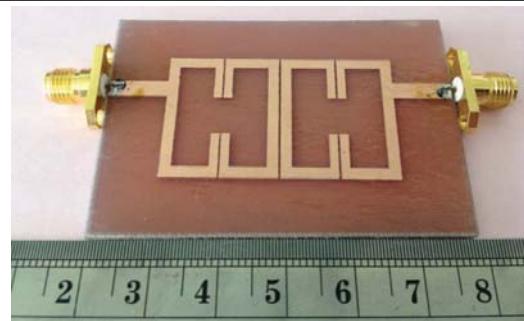
จากการจำลองการทำงานโดยใช้โปรแกรมจำลอง IE3D และทดสอบวัดจริงโดยใช้เครื่องวิเคราะห์โครงสร้าง พบว่า สัญญาณรบกวนที่ความถี่ 900 MHz ลดลงตามที่ต้องการ โดยมีค่าการตอบสนองน้อยกว่า -50 dBm และได้ดังภาพที่ 7



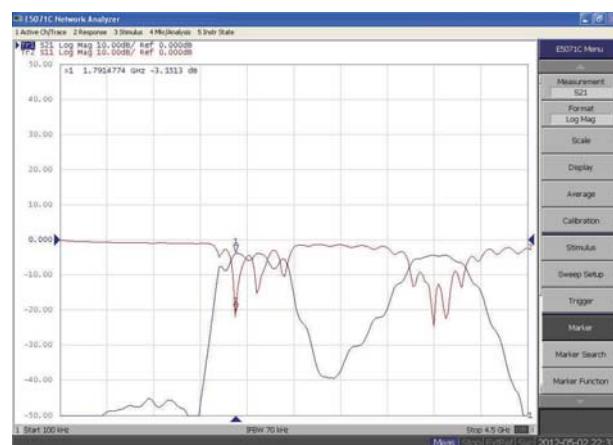
#### ภาพที่ 7 ผลการจำลองวงจรกรองແணผ่านแนวใหม่

- จุดที่ 1 ความถี่คล่าง 1.788 GHz, S21 = -2.25 dB
  - จุดที่ 2 ความถี่คล่าง 904 MHz, S21 = -57.76 dB

จากนั้นได้สร้าง wang จรที่ออกแบบดังกล่าวสร้างเป็นชิ้นงานจริงขึ้น แสดงดังภาพที่ 8 และทำการทดสอบการทำงาน แสดงดังภาพที่ 9



### ภาพที่ 8 ชื่นงานบริษัท



ภาพที่ 9 ผลการวัด โดยเครื่องวิเคราะห์โกรงข่ายจากชิ้นงานจริง

ผลการตอบสนองจากการวัดจากชิ้นงานจริง โดยใช้เครื่องวิเคราะห์โครงข่ายที่คำนวณง่ายๆ Marker ย่านความถี่ 1.79 GHz มีค่าของ  $S_{21}$  เท่ากับ  $-3.15 \text{ dB}$  โดยที่ย่านความถี่ที่ต่ำกว่ามีการตอบสนองที่สามารถตัดสัญญาณที่ไม่ต้องการ ในช่วงความถี่ 900 MHz ได้อย่างมีประสิทธิภาพ แต่สำหรับย่านความถี่ที่สูงกว่า 3 GHz พบว่ามีการตอบสนองของสัญญาณในย่านความถี่ที่ 2 ที่ยอมให้สัญญาณผ่านไปให้ อย่างไรก็ตามในย่านความถี่ดังกล่าวอาจยังไม่มีการใช้งาน และในอนาคตอาจจำเป็นต้องมีการกำจัดย่านความถี่ดังกล่าวออกไปเพื่อให้เครื่องวัดความเข้มสนามแม่เหล็กไฟฟ้าสามารถทำงานได้อย่างมีคุณภาพที่ดีต่อไป

### 2.3 การสร้างเครื่องวัดความเข้มสูบแบบทึบไฟฟ้า

ผลการสร้างเครื่องวัดความเข้มสนามแม่เหล็กไฟฟ้าที่ใช้ในย่านความถี่ 1,800 MHz มีลักษณะตามภาพที่ 10 ซึ่งประกอบด้วย ส่วนของสายอากาศ กล่องโลหะสำหรับป้องกันสัญญาณรบกวนจากภายนอก วงจรกรองความถี่แบบผ่าน และส่วนของจลแสดงผล



ภาพที่ 10 เครื่องวัดความเข้มสนามแม่เหล็กไฟฟ้าที่ความถี่ 1,800MHz

### 3. ผลของการวิจัย

จากการออกแบบและพัฒนาเครื่องวัดความเข้มสนามแม่เหล็กไฟฟ้าที่ทำงานในย่านความถี่ 1,800 MHz ได้ผลการวิจัย ดังนี้

#### 3.1 การทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องวัด

การทดสอบและหาประสิทธิภาพของเครื่องวัดความเข้มสนามแม่เหล็กไฟฟ้า โดยทำการทดสอบเปรียบเทียบกับเครื่องวิเคราะห์ແບคความถี่ (Spectrum Analyzer) ยี่ห้อ Agilent รุ่น E4407B แสดงตามภาพที่ 11



ภาพที่ 11 การทดสอบเครื่องมือวัดที่พัฒนาขึ้นเปรียบเทียบกับเครื่องวิเคราะห์ແບคความถี่ (Spectrum Analyzer)

จากการเปรียบเทียบเครื่องมือวัดที่พัฒนาขึ้นกับเครื่องวิเคราะห์ແບคความถี่ (Spectrum Analyzer) ยี่ห้อ Agilent รุ่น E4407B (9 KHz - 26.5 GHz) โดยใช้สัญญาณจากการใช้งานโทรศัพท์ของค่ายดีแทค (DTAC) โทรศัพท์เครื่องอื่นที่อยู่ในระยะใกล้แล้วอ่านค่าที่ได้เปรียบเทียบกัน ได้ผลตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการเปรียบเทียบเครื่องมือวัดที่พัฒนาขึ้นกับเครื่องวิเคราะห์ແບคความถี่ (หน่วยเป็น dBm)

ครั้งที่ทดสอบ	เครื่องที่พัฒนาขึ้น (A)	เครื่องวิเคราะห์ແບคความถี่ (B)	ผลต่าง (A - B)
1	-35	-30.4	-4.6
2	-32	-29.5	-2.5
3	-30	-28.3	-1.7
4	-30	-25.8	-4.2
5	-30	-26.7	-3.3
6	-30	-25.4	-4.6
7	-35	-34.5	-0.5
8	-35	-33.5	-1.5
9	-30	-27.5	-2.5
10	-30	-28.4	-1.6
ค่าผิดพลาดเฉลี่ย			-2.7

จากการเปรียบเทียบพบว่าผลต่างของการเปรียบเทียบระหว่างเครื่องมือวัดที่พัฒนาขึ้นกับเครื่องวิเคราะห์ແບคความถี่ มีค่าเฉลี่ยที่ระดับ -2.7 dBm คิดเป็นความผิดพลาดเฉลี่ยประมาณ 8.68% ที่พอบ่งว่าการทดสอบบางครั้งสัญญาณที่วัดได้อาจมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วและสัญญาณมีการแกว่งอยู่ตลอดเวลาทำให้การอ่านค่าไม่ชัดเจน ซึ่งอาจเกิดจากสัญญาณการรบกวนต่างๆ ในย่านความถี่ที่ใช้งาน ที่อยู่ในบริเวณใกล้เคียง

#### 3.2 การประเมินคุณภาพของเครื่องมือวัดโดยผู้เชี่ยวชาญ

การประเมินคุณภาพของเครื่องมือวัดโดยผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้ทางด้านคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าหรือในสาขาที่เกี่ยวข้อง มากถึงไม่น้อยกว่า 3 ปี จำนวนทั้งหมด 5 ท่าน ผลที่ได้จากการทดสอบตามใน 3 ด้าน ประกอบด้วย ด้านโครงสร้างของเครื่องมือ ด้านการเรียนการสอน และด้านการใช้งาน แสดงรายละเอียดดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

ที่	ความคิดเห็น	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับความเหมาะสม
1	ด้านโครงสร้างเครื่องมือ	3.83	0.75	มาก
2	ด้านการเรียนการสอน	3.80	0.80	มาก
3	ด้านการใช้งานเครื่องมือ	4.20	0.85	มาก
	ค่าเฉลี่ย	3.94	0.80	มาก

#### 4. สรุปผล

บทความนี้นำเสนอการสร้างเครื่องวัดความเข้ม  
สนามแม่เหล็กไฟฟ้าที่ย่านความถี่ 1,800 MHz ที่มีการประยุกต์  
วงจรรองผ่านแอนтенนาใหม่ให้มีประสิทธิภาพที่ดีขึ้นส่งผลให้  
เครื่องวัดมีประสิทธิภาพดีขึ้นด้วย จุดเด่นของงานชิ้นนี้คือการ  
ออกแบบที่ง่าย ราคาถูก สามารถใช้งานได้จริงอย่างมี  
ประสิทธิภาพ และนำไปใช้เป็นสื่อประกอบการเรียนการสอน  
ในรายวิชาทางด้านคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเพื่อวัดความเข้มของ  
คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากสัญญาณ โทรศัพท์มือถือได้เป็นอย่างดี  
นอกจากนี้ยังเป็นแนวทางสำหรับประยุกต์เพื่อพัฒนาเป็น  
เครื่องมือวัดที่แสดงให้เห็นทั้งรูปร่างและขนาดของคลื่น  
แม่เหล็กไฟฟ้าในลำดับต่อไป

#### 5. เอกสารอ้างอิง

- [1] กระทรวงเทคโนโลยีและการสื่อสาร(ICT) ,www.mict.go.th
- [2] องค์การอนามัยโลก(IARC), “ผลของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากการใช้โทรศัพท์มือถือ”, USA , 2012.
- [3] กรณีพิการ แท่นคำ, “อันตรายจากคลื่นโทรศัพท์มือถือ”, สำนักความปลอดภัยแรงงาน, 2553.
- [4] สมศักดิ์ อรุณทิมานุกูล, “การวิเคราะห์และออกแบบวงจรไมโครเวฟ”, กรุงเทพ , 2551.
- [5] อลองกรณ์ พรมพี, จุไรรัตน์จินดา อรรคนิตย์, สมบูรณ์ ธีรวิสิฐพงษ์, “การออกแบบวงจรรองผ่านแอนтенนาใหม่ด้วยสายไมโครสติ๊ป อิมพีเดนซ์แบบขั้นย่านความถี่ 1,800 MHz ”, การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้าครั้งที่ 33 (EECON33), 2553.
- [6] J. S. Hong and M. J. Lancaster, Microstrip filters for RF/microwave applications, John Wiley & Sons Inc., 2001.
- [7] Somboon Theerawistpong, “Design of Microstrip Bandpass Filters Using SIRs with Even-Mode Harmonics Suppression for Cellular Systems”, Journal IEICE TRANS. ELECTRON., VOL. E93., 2010.

# វិគុណនគាល់ព័ត៌មាន សាជាវិគុណនគរបាយក្រីំងកល







## An Assumed Strain Pseudo Lagrangian-Based Finite Element Formulation

Sacharuck Pornpeerakeat, Ph.D.

Department of Teacher Training in Civil Engineering

Faculty of Technical Education, King Mongkut's University of Technology North Bangkok

*Yoo\_bo@hotmail.com*

### Abstract

*This paper presents an advantage of the alternative finite element formulation based on the natural coordinate system or pseudo Lagrangian form. Green-Lagrange strain tensor is derived in the natural configuration domain (pseudo configuration) without the transformation of the Jacobian space in which the assumed strain sampling points can be directly evaluated to the natural strain fields. This present formulation is fast, simple and accurate without including internal variables or the so-called incompatible modes and special stabilization technique.*

**Keyword:** Assumed strain, Lagrangian, Green-Lagrange strain tensor, Finite element method

### 1. Introduction

An element deficiency is a major problem in various solution failures, to obtain the agreement with solutions these problems cannot completely avoid. MacNeal R.H. et al. (1986) described the conclusion of these problems with introducing various membrane element models. Observations of these locking phenomena appear when the shear and Poisson's ratio are analyzed. MacNeal et al. had shown that two additional failure modes are due to geometry of the element since there are non-uniform rectangular shapes. These kinds of locking corresponding to parallelogram and trapezoidal meshes are such a kind of undesirable results which are mentioned above. These problems are originally appeared during the Jacobian transformation. MacNeal et al.

found that no elements can pass the standard set tests without additional internal variables (incompatible strain or hybrid stress methods). Especially non-uniform rectangular cases, these elements fail into the trapezoidal locking. Fortunately, in the case of parallelogram locking, MacNeal et al. concluded that by introducing the non-rectangular coordinate can be possible to solve such a kind of this locking. Bathe K.J. and Dvorkin E.N. (1985) proposed the general plate and shell analysis so-called MITC (Mixed Interpolation Tensorial Components). The present paper was proposed for a derivation of the well-known assumed strain technique or MITC concepts to remedy transverse shear locking in plates and shells. In the present paper, the so-called membrane locking which plays a crucial role in the shell element by

introducing the strain field in the natural coordinate system (Kanok-Nukulchai et al. 1988) is described and MITC technique is employed associated with pseudo Lagrangian formulation.

## 2. Pseudo Lagrangian Strain Formulation

The proposed element is developed under the non-rectangular frame work. The Green-Lagrange strain tensor corresponding to material (undeformed) and spatial (deformed) configuration can then be presented by

$$x_i = X_i + u_i \quad (1)$$

The Lagrangian  $X_i$  and Eulerian  $x_i$  description can be written with the pseudo description  $\Omega_\xi$ .

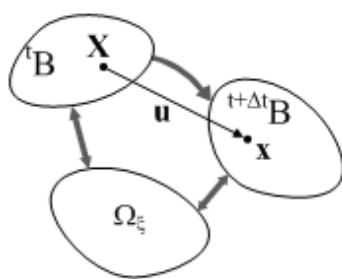


Figure 1: Lagrangian, Eulerian and Pseudo configuration

The material (undeformed) configuration shown in Fig. [1] corresponding to the small change as follows

$$dX_i = \frac{\partial X_i}{\partial \xi_k} \frac{\partial \xi_k}{\partial X_p} dX_p, \quad dX_i = \frac{\partial X_i}{\partial \xi_l} \frac{\partial \xi_l}{\partial X_q} dX_q \quad (2)$$

And the spatial configuration

$$dx_i = \frac{\partial x_i}{\partial \xi_k} \frac{\partial \xi_k}{\partial X_p} dX_p, \quad dx_i = \frac{\partial x_i}{\partial \xi_l} \frac{\partial \xi_l}{\partial X_q} dX_q \quad (3)$$

The incremental change in length of Eqs. (3, 4)

$$dx_i dx_i - dX_i dX_i = \frac{\partial \xi_k}{\partial X_p} \frac{\partial \xi_l}{\partial X_q} \left( \frac{\partial x_i}{\partial \xi_k} \frac{\partial \xi_k}{\partial X_p} - \frac{\partial X_i}{\partial \xi_k} \frac{\partial \xi_l}{\partial X_q} \right) dX_p dX_q \quad (4)$$

The Green strain tensor can now be written in the following

$$E_{pq} 2dX_p dX_q = dx_i dx_i - dX_i dX_i \quad (5)$$

The pseudo Green-Lagrange strain via the Green-Lagrange strain tensor can be obtained by equating Eq. (4) with (5)

$$E_{pq} = \frac{\partial \xi_k}{\partial X_p} \frac{\partial \xi_l}{\partial X_q} \frac{1}{2} \left( \frac{\partial x_i}{\partial \xi_k} \frac{\partial \xi_l}{\partial X_i} - \frac{\partial X_i}{\partial \xi_k} \frac{\partial \xi_l}{\partial X_i} \right) \quad (6)$$

We obtain the Green-Lagrange and pseudo Green-Lagrange tensor strain as follows

$$E_{pq} = \frac{\partial \xi_k}{\partial X_p} \frac{\partial \xi_l}{\partial X_q} \tilde{E}_{kl} \quad (7)$$

The variation of Green-Lagrange strain tensor can then be

$$\delta E_{ij} = \frac{\partial \xi_k}{\partial X_i} \frac{\partial \xi_l}{\partial X_j} \delta \tilde{E}_{kl} \quad (8)$$

Hence the variational virtual work equation becomes

$$\delta \pi_k = \int_V S_{ij} \delta E_{ij} dV \quad (9)$$

Substituting Eq. (8) into the virtual work equation,

$$\delta \pi_k = \int_V S_{ij} \delta E_{ij} dV = \int_V S_{ij} \frac{\partial \xi_k}{\partial X_i} \frac{\partial \xi_l}{\partial X_j} \delta \tilde{E}_{kl} dV \quad (10)$$

and introducing the pseudo 2<sup>nd</sup> Piola-Kirchhoff stress tensor as

$$S_{ij} = \frac{\partial X_i}{\partial \xi_r} \frac{\partial X_j}{\partial \xi_s} \tilde{S}^{rs} \quad (11)$$

Substituting the pseudo 2<sup>nd</sup> Piola-Kirchhoff stress tensor into the virtual work equation Eq. (10) leads to

$$\begin{aligned} \delta \pi_k &= \int_V \frac{\partial X_i}{\partial \xi_r} \frac{\partial X_j}{\partial \xi_s} \tilde{S}^{rs} \frac{\partial \xi_k}{\partial X_i} \frac{\partial \xi_l}{\partial X_j} \delta \tilde{E}_{kl} dV \\ &= \int_V \tilde{S}^{rs} \delta_{kr} \delta_{ls} \delta \tilde{E}_{kl} dV \Rightarrow \int_V \tilde{S}^{kl} \delta \tilde{E}_{kl} dV \end{aligned} \quad (12)$$



The right-hand side of the equation (12) can be concluded that the equivalent work conjugacy to the Lagrangian formulation. Hence,

$$\delta\pi_k = \int_V S_{ij} \delta E_{ij} dV = \int_V \tilde{S}^{kl} \delta \tilde{E}_{kl} dV \quad (13)$$

the Pseudo Green strain tensor

$$\tilde{E}_{kl} = \frac{1}{2} \left( \frac{\partial x_i}{\partial \xi_k} \frac{\partial x_i}{\partial \xi_l} - \frac{\partial X_i}{\partial \xi_k} \frac{\partial X_i}{\partial \xi_l} \right) \quad (14)$$

Substituting Eq. (1) into (14), the pseudo Green-Lagrange strain tensor provides linear and non-linear strain as follows

$$\tilde{E}_{\alpha\beta} = \frac{1}{2} \left( \frac{\partial u_k}{\partial \xi_\alpha} \frac{\partial X_k}{\partial \xi_\beta} + \frac{\partial X_k}{\partial \xi_\alpha} \frac{\partial u_k}{\partial \xi_\beta} + \frac{\partial u_k}{\partial \xi_\alpha} \frac{\partial u_k}{\partial \xi_\beta} \right) \quad (15)$$

Our purpose formulation, to include the assumed strain method naturally, we restrict our discussion for linear analysis thus Eq. (15) can be reduced to

$$\tilde{E}_{\alpha\beta} = \frac{1}{2} \left( \frac{\partial u_k}{\partial \xi_\alpha} \frac{\partial X_k}{\partial \xi_\beta} + \frac{\partial X_k}{\partial \xi_\alpha} \frac{\partial u_k}{\partial \xi_\beta} \right) \quad (16)$$

The linear pseudo Green-Lagrange strains are as follows

$$\delta \tilde{E}_{11} = \frac{\partial \delta u_k}{\partial \xi_1} \frac{\partial X_k}{\partial \xi_1} \quad (17.1)$$

$$\delta \tilde{E}_{22} = \frac{\partial \delta u_k}{\partial \xi_2} \frac{\partial X_k}{\partial \xi_2} \quad (17.2)$$

$$2\delta \tilde{E}_{12} = \frac{\partial \delta u_k}{\partial \xi_1} \frac{\partial X_k}{\partial \xi_2} + \frac{\partial X_k}{\partial \xi_1} \frac{\partial \delta u_k}{\partial \xi_2} \quad (17.3)$$

### 3. Pseudo Lagrangian Constitutive Tensor

The constitutive tensor for general isotropic continuum can be expressed in the global Cartesian coordinates as

$$C_{ijkl} = \lambda \delta_{ij} \delta_{kl} + \mu (\delta_{ik} \delta_{jl} + \delta_{il} \delta_{jk}) \quad (18)$$

where  $\lambda$  and  $\mu$  are the Lame's constants

The pseudo Lagrangian constitutive tensor can then be expressed in the tensorial form by

$$\tilde{C}^{\alpha\beta\gamma\delta} = \frac{\partial \xi_\alpha}{\partial X_i} \frac{\partial \xi_\beta}{\partial X_j} \frac{\partial \xi_\gamma}{\partial X_k} \frac{\partial \xi_\delta}{\partial X_l} C_{ijkl} \quad (19)$$

Substituting Eq. (18) into (19) yields

$$\begin{aligned} \tilde{C}^{\alpha\beta\gamma\delta} = & \lambda \frac{\partial \xi_\alpha}{\partial X_i} \frac{\partial \xi_\beta}{\partial X_k} \frac{\partial \xi_\gamma}{\partial X_k} \frac{\partial \xi_\delta}{\partial X_k} \\ & + \mu \left( \frac{\partial \xi_\alpha}{\partial X_i} \frac{\partial \xi_\gamma}{\partial X_j} \frac{\partial \xi_\beta}{\partial X_j} \frac{\partial \xi_\delta}{\partial X_j} + \frac{\partial \xi_\alpha}{\partial X_i} \frac{\partial \xi_\delta}{\partial X_i} \frac{\partial \xi_\beta}{\partial X_j} \frac{\partial \xi_\gamma}{\partial X_j} \right) \end{aligned} \quad (20)$$

where  $g^{\alpha\beta}$  is presented a product of the contravariant basis, let  $\alpha$  and  $\beta$  be

$$g^{\alpha\beta} = \frac{\partial \xi_\alpha}{\partial X_k} \frac{\partial \xi_\beta}{\partial X_k} \quad (21)$$

The isotropic pseudo Lagrangian constitutive tensor becomes

$$\tilde{C}^{\alpha\beta\gamma\delta} = \lambda g^{\alpha\beta} g^{\gamma\delta} + \mu (g^{\alpha\gamma} g^{\beta\delta} + g^{\alpha\delta} g^{\beta\gamma}) \quad (22)$$

### 4. Assumed Strain Sampling Points

To eliminate the locking effects of the element, following the numerical results, the assumed natural strain concept is introducing. The sampling points used in the formulation are as follows

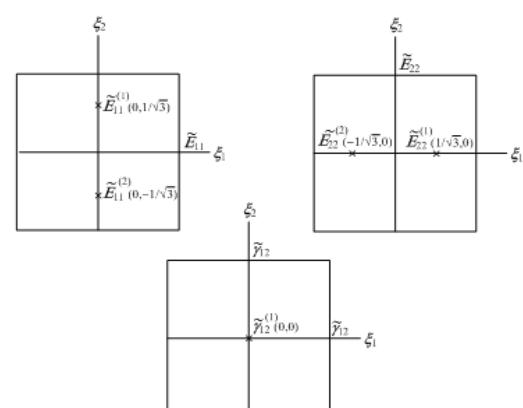


Figure 2: Assumed membrane sampling points to eliminate membrane locking

The modified membrane strains can be constructed as follows

$$\tilde{E}_{11} = \sum_{p=1}^2 P^p(\xi_2) \tilde{E}_{11}^p \quad (23.1)$$

$$\tilde{E}_{22} = \sum_{p=1}^2 Q^p(\xi_1) \tilde{E}_{22}^p \quad (23.2)$$

$$\tilde{\gamma}_{12} = \tilde{\gamma}_{12}^1 \quad (23.3)$$

XSHELL41/42 The quasi-conforming co-rotational shell element

Kim et al. (2003)

XMEMB4 The quasi-conforming Allman's rotational membrane

element Kim et al.(2002)

ANMS Assumed Natural Membrane Strain Element (Present Element)

**Table 1** Strain sampling points and interpolation functions

Natural Strain	Sampling point	Interpolation function
$\tilde{E}_{11}$	$\tilde{E}_{11}^{(1)}(0, 1/\sqrt{3})$ $\tilde{E}_{11}^{(2)}(0, -1/\sqrt{3})$	$P^1(\xi_2) = \frac{1}{2}(1 + \sqrt{3}\xi_2)$ $P^2(\xi_2) = \frac{1}{2}(1 - \sqrt{3}\xi_2)$
$\tilde{E}_{22}$	$\tilde{E}_{22}^{(1)}(1/\sqrt{3}, 0)$ $\tilde{E}_{22}^{(2)}(-1/\sqrt{3}, 0)$	$Q^1(\xi_1) = \frac{1}{2}(1 + \sqrt{3}\xi_1)$ $Q^2(\xi_1) = \frac{1}{2}(1 - \sqrt{3}\xi_1)$
$\tilde{\gamma}_{12}$	$\tilde{\gamma}_{12}^{(1)}(0, 0)$	1.0

## 5. Numerical Results

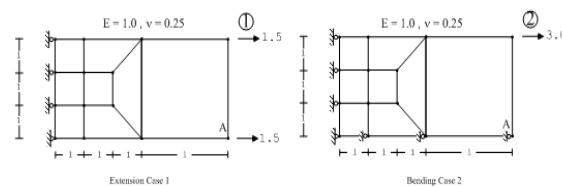
Several linear analysis problems have been proposed to evaluate the performance of the present element denoted by ANMS. For all problems  $2 \times 2$  Gaussian integration is used.

**Table 2** List of elements used for comparisons

Element	Descriptions
Q4	The standard 4-node isoparametric quadrilateral element
QBI	quintessential bending/incompressible element by Belytschko and Bachrach (1986)
QM6	the modified incompatible element Taylor et al. (1976)
P-S	the 4-node hybrid stress element by Pian and Sumihara (1984)
QC6	Quasi-conforming Q <sub>c6</sub> , 9- $\alpha$ , 4- $\beta$ Chen and Tang (1981)
Qnew	Fast and Accurate 4-node quadrilateral element Frederiksson and Ottosen (2005)
QE2	The enhanced mixed with two internal variables Piltner and Taylor (1995)

### 5.1 Mesh Configuration Test

The plate in Fig. [3] is designed to determine if an element of arbitrary configurations can produce correct results when the element subjected to a constant state of stress. For the mesh configuration for this test, the properties and loads are shown in Fig [3].



**Figure 3:** Mesh configuration test

The table 3 shown the results of the proposed element for uniform extension and bending test. The displacement results are satisfied for the present element.

**Table 3** Results of mesh configuration tests

Element	Case (A) Extension ( $u_x$ )	Case(B) Bending ( $-v_y$ )
Q4	6.00	17.00
QM6	6.00	17.61
P-S	6.00	17.64
QC6	6.00	17.61
ANMS	6.167	17.94
Solution	6.00	18.00

## 5.2 Straight Cantilever Beam

A straight cantilever beam given in Fig. [4] with material and geometry properties is analyzed with various conditions. In the case (a), the cantilever was provided for a rectangular shape and distorted shapes (b), (c) which are trapezoidal and parallelogram elements respectively.

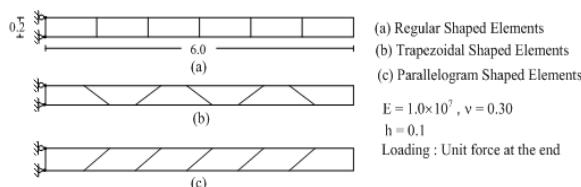


Figure 4: Mesh configuration test

The purpose of these tests was to analyze the bending response of in-plane shear with the high aspect ratios. The numerical results are detailed in table 4 and 5 respectively.

Table 4 Normalized results of mesh configuration tests

Element	Extension ( $3.0 \times 10^{-5}$ )		
	Mesh	Mesh	Mesh
	(a)	(b)	(c)
XSHELL41	0.995	0.985	1.010
XSHELL42*	0.995	1.003	1.005
ANMS	0.995	0.737	0.954

Table 5 Normalized results of mesh configuration tests

Element	In-plane Shear (0.1081)		
	Mesh	Mesh	Mesh
	(a)	(b)	(c)
XSHELL41	0.904	0.091 <sup>a</sup>	0.115 <sup>b</sup>
XSHELL42*	0.904	0.891	0.828
ANMS	0.904	0.081 <sup>a</sup>	0.204 <sup>b</sup>

\* Including Allman's rotational degrees of freedom

(\*a) Fail in trapezoidal mesh

(\*b) Fail in Parallelogram mesh

The present element was compared with the quasi-conforming shell element Kim et al. [7] where XSHELL42 was included the independent kinematics known as Allman's

rotational function for in-plane bending improvement in which XSHELL41 was not included.

The present element provides an accurate response without additional rotational degrees of freedom. The reason is due to introducing of the vortex connector (additional independent rotations) can eliminate this locking effect MacNeal [9]. In the case of parallelogram meshes Fig. [4c], the present element can obtain the correct extension behavior.

## 5.3 Cook's Membrane Subjected to Unit Shear Force

The Cook's membrane problem, a clamped trapezoidal beam with a unit load at the end tip, is to propose for tapered and swept beam problems. Under both bending and shear interaction, elements used for the beam model are slightly distorted. The geometrical properties are in Fig. [5].

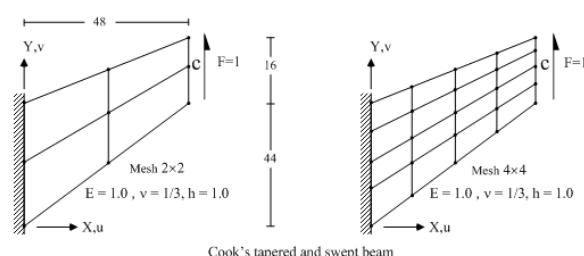


Figure 5: Cook's membrane problem

Table 6 Normalized results of Cook's membrane problem

Element	Mesh			
	2 x 2	4 x 4	6 x 6	8 x 8
Q4	0.495	0.767	0.875	-
Qnew	0.888	0.963	-	0.989
P-S	0.882	0.961	-	-
QE2	0.891	0.961	-	-
XMEMB4*	0.905	0.970	-	-
ANMS	0.724	0.907	0.995	-
Analytical Solution	23.91			

\* Including Allman's rotational degrees of freedom

The present element gives a good agreement with references.

#### 5.4 Cantilever Beam with Non-uniform Mesh

##### Patterns

A cantilever beam modeled with five elements and subjected to two load cases following Fig. [6] is used for numerical tests. Plane stress conditions are considered in these models. The results have been shown in the table 7.

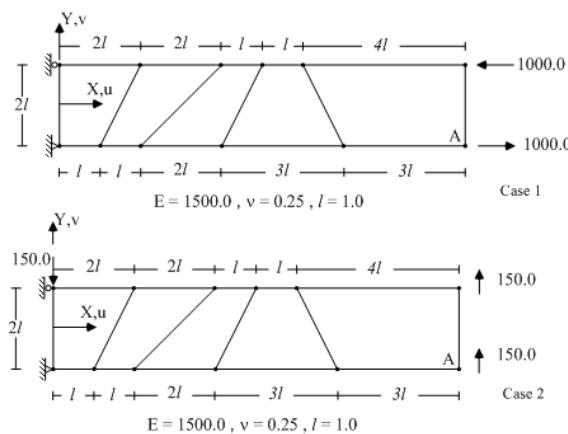


Figure 6: Cantilever beam with irregular pattern

Table 7 Normalized results of irregular mesh cantilever beam

Element	Loading Case	
	(A) Bending( $v_a$ )	(B) In-Plane Shear( $v_a$ )
Q4	0.456	0.494
QM6	0.961	0.960
P-S	0.962	0.955
QE2	0.965	0.957
QBI	0.598	0.616
XMEMB4*	0.957	0.942
ANMS	0.609	0.602

The analytical solutions are given in references [1, 2 and 3] and normalized results are shown in table 7, ANMS element gives similar results to the hourglass stabilization or QBI element (Belytschko et al. [1]).

#### 6. Concluding Remarks

The validation of the new element is made through the various tests and benchmarks. In the case of the skewed-mesh

description such as the Cook's cantilever beam problem, the present element provides significantly improvement compared to the standard isoparametric element. Without additional independent rotation and internal variables, the proposed element is directly modified into the strain-gradient displacement relations with non-inversion algorithm required for the matrix condensation and yields a good agreement with many existing numerical tests.

#### 7. References

- [1] T. Belytschko, W. Bachrach, "Efficient implementation of quadrilaterals with high coarse-mesh accuracy", *Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering* 1986, Vol.54, pp 279-301.
- [2] R.L. Taylor, P.J. Beresford, E.L. Wilson, "A non-conforming for stress analysis", *International Journal for Numerical Methods in Engineering* 1976, Vol.10, pp 1211-1219.
- [3] T.H.H. Pian, K. Sumihara, "Rational approach for assumed stress finite element", *International Journal for Numerical Methods in Engineering* 1984, Vol.20. pp 1685-1695.
- [4] C. Wanji, L.M. Tang, "Isoparametric quasi-conforming element", *J. Dalian Inst. Technol.* 1981, Vol.20, pp 63-74.
- [5] M. Fedderiksson, N.S. Ottosen, "Fast and accurate 4-node quadrilateral", *International Journal for Numerical Methods in Engineering* 2004, Vol.61, pp 1809-1834.
- [6] R. Piltner, R.L. Taylor, "A quadrilateral mixed finite element with two enhanced strain modes", *International Journal for Numerical Methods in Engineering* 1995, Vol. 38, pp 1783-1808.
- [7] K.D. Kim, G.R. Lomboy, G.Z. Voyiadjis, "A 4-node assumed strain quasi-conforming shell element with 6 degrees of freedom", *International Journal for Numerical Methods in Engineering* 2003, Vol. 58, pp 2177-2200.
- [8] K.D. Kim, Lomboy G.R., Hwang S.K., Voyiadjis, "A 4-node assumed strain quasi-conforming plane element with rotational degree of freedom", 2002 Internal Report.
- [9] R.H. MacNeal, R.L. Harder, "A refined four-node membrane element with rotational degree of freedom", *Computers & Structures* 1986, Vol.22, pp.1065-1067.
- [10] K.J. Bathe, E.N. Dvorkin, "A formulation of general shell elements-The use of mixed interpolation tensorial components", *Proc. NUMTA 85*, Balkema, Rotterdam, pp. 551-565, 1985.
- [11] W. Kanok-Nukulchai, W.K. Wong "Element-based Lagrangian formulation for large-deformation analysis", *Computers & Structures* 1988, Vol.30 (4), pp.967-974.



## การประเมินภาวะทางการยศาสตร์ในการทำความสะอาดมูลแพะของเกษตรกร ด้วยเครื่องความถี่กีบมูลแพะ

### Assessment to the Ergonomics Condition for Goat's Faeces Cleaning of Agriculturist by Goat's Faeces Remover

กันตภณ มะหาหมัด<sup>1</sup> วีรชัย มัณฑารักษ์<sup>1</sup> บัญชา สัจจาพันธ์<sup>2</sup> และพูลศักดิ์ ไกมียากรณ์<sup>3</sup>

<sup>1</sup> คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

<sup>2</sup> สำนักสุขศาสตร์สัตว์และสุขอนามัยที่ 9 กรมปศุสัตว์ อ.เมือง จ.สงขลา

<sup>3</sup> ภาควิชาครุศาสตร์ ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยวิทยาลัยเทคโนโลยี  
พระจอมเกล้าพระนครเหนือ

E-mail : <sup>1</sup>Kuntapon\_jet1@hotmail.com, <sup>1</sup>We\_rak@hotmail.com, <sup>2</sup>Education.rg09@hotmail.com,

<sup>3</sup>pks@kmutnb.ac.th

#### บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอผลทางการยศาสตร์ในการทำความสะอาดมูลแพะของเกษตรกร โดยเปรียบเทียบผลการปรับปรุงการทำงาน ที่มีความเสี่ยงทางการยศาสตร์จากลักษณะการทำงานในการความถี่กีบมูลแพะ ซึ่งก่อนการปรับปรุงการทำงาน ผู้วิจัยได้ศึกษา ลักษณะการทำงานของความถี่กีบมูลแพะ ซึ่งอยู่ใต้พื้นที่คอแพะ และนำข้อมูลที่ได้มาประเมิน โดยใช้การวิเคราะห์ทางการยศาสตร์ด้วย วิธีการ RULA (Rapid Upper Limb Assessment) เพื่อเป็นแนวทาง ในการปรับปรุงแก้ไขปัญหาทางการยศาสตร์ ผลการวิเคราะห์ พบว่า มีคะแนนการประเมินเท่ากับระดับ 7 หมายถึง มีปัญหาด้านการยศาสตร์ ในระดับที่ต้องได้รับการปรับปรุงการทำงานทันที หลังจากนั้นผู้วิจัยได้ปรับปรุงวิธีการทำงาน โดยการออกแบบและสร้างเครื่องความถี่กีบมูลแพะ นำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างเดิม และวิเคราะห์ผลทางการยศาสตร์ด้วยวิธีการ RULA อีกครั้ง ผลการวิเคราะห์พบว่า มีคะแนนลดลงเหลือเท่ากับ 2 ซึ่งหมายถึงยอมรับ ได้ในทางการยศาสตร์ ดังนั้นการ ใช้เครื่องความถี่กีบมูลแพะสามารถแก้ปัญหาทางการยศาสตร์และทำให้สุขภาวะในการทำงานของ เกษตรกรดีขึ้น

**คำสำคัญ:** การยศาสตร์ วิธี RULA เกษตรกร มูลแพะ เครื่องความถี่กีบมูลแพะ

#### Abstract

*This paper presents the ergonomics result of goat's faeces cleaning by comparing the assessment of functional improvement that risk to the ergonomic from faeces cleaning style. Before functional improvement, the researcher focused on faeces cleaning style under stable of goat thereafter, the ergonomics analysis was assessed for its improvement by RULA (Rapid Upper Limb Assessment). The result showed that the level score about 7 indicated to ergonomic problem that must be handled immediately. Thereafter, the researcher has improved the function by*

designing and construct of goat faeces removers. After, the goat faeces remover was applied to original samples, and it was also analyzed of ergonomic by RULA. The analysis found that the level is reduced to equal 2 indicated to ergonomic accept. Thus, using faeces remover could help in solving of ergonomic problem resulting in good health for the agriculturist.

**Keyword :** Ergonomic, RULA Technique, Agriculturist, Goat Faeces, Goat Faeces Remover

## 1. บทนำ

เกณฑ์การในพื้นที่ 5 จังหวัดชายแดนภาคใต้ กว่าร้อยละ 80 ของประชากรนับถือศาสนาอิสลาม โดยส่วนใหญ่ประกอบอาชีพการเกษตร ได้แก่ สวนยางพารา ปาล์ม และสวนผลไม้ โดยจะเลี้ยงแพะเป็นอาชีพเสริมของครอบครัวเพื่อการบริโภค และกิจกรรมทางศาสนา ซึ่งพื้นที่ภาคใต้มีการเลี้ยงแพะมากที่สุดในประเทศไทย [1] รัฐบาลได้มีนโยบายส่งเสริมการเลี้ยงแพะให้มีมาตรฐานมากขึ้น โดยกรมปศุสัตว์ได้ดำเนินการพัฒนาส่งเสริมการเลี้ยงแพะในหลายโครงการ เพื่อนำไปสู่การเลี้ยงแพะเชิงพาณิชย์ตามนโยบายของรัฐบาลในพื้นที่ 5 จังหวัดชายแดนภาคใต้ [2] โดยส่งเสริมการเลี้ยงแพะที่พัฒนาเทคโนโลยีการเลี้ยงเป็นไปตามมาตรฐาน อันจะเป็นการสร้างงานสร้างรายได้ให้กับเกษตรกรให้เพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตามพบว่า ปัญหาความสะอาด และการจัดการกับมูลแพะให้เหมาะสมเป็นสิ่งที่ต้องควบคุมดูแล เพื่อป้องกันโรคต่างๆ ที่อาจเกิดขึ้น การจัดการสิ่งแวดล้อมของฟาร์มแพะให้เป็นไปตามมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ สำหรับฟาร์มแพะเนื้อ [3] ในด้านความสะอาด เกณฑ์การต้องดูแลโรงเรือนและบริเวณไม่ให้หมักหมมเป็นแหล่งสะสมของเชื้อโรค จำกัดของเสีย สิ่งปฏิกูล และมูลแพะ ไม่ให้เกิดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม และป้องกันโรคที่อาจเกิดขึ้นกับทั้งแพะและคน ปัญหาที่สำคัญอย่างหนึ่งในการกวาดเก็บมูลแพะของเกษตรกร คือ การเข้าไปสัมผัสกับสิ่งปฏิกูลภายในร่างกายได้ ซึ่งจะทำให้เกษตรกรได้รับเชื้อโรคได้ง่าย โดยมีรายงานการเฝ้าระวังทางระบบวิทยาของกระทรวงศึกษาธิการ โภคภูมิรูเชลโลซิสในแพะ แกะ ทั่วประเทศไทย ซึ่งพบการติดเชื้อในเกษตรกรที่มีประวัติเกี่ยวกับการทำความสะอาดดูแลแพะเป็นประจำ [4] อีกทั้งการหมักหมมของมูลและปัสสาวะของแพะ จะทำให้มีปัญหากลิ่นเหม็น และเกิดก้าชแอนโนมเนีย

ภายใต้พื้นที่กอก ทำให้แพะเกิดโรคเกี่ยวกับตา ทางเดินหายใจ และเป็นแหล่งสะสมของพยาธิ และเชื้อโรคต่างๆ เกษตรกรจะใช้วิธีการเข้าไปกวาดภายในร่างกายได้พื้นที่กอกแพะโดยตรง ซึ่งกอกจะสูงประมาณ 1.2 เมตร ทำให้ทำงานไม่สะดวก และเกิดความเมื่อยล้าเมื่อทำเป็นเวลานาน อันส่งผลต่อปริมาณมูลแพะที่สามารถเก็บได้

ในการประกอบอาชีพต่างๆ การศึกษาข้อมูลเพื่อการปรับปรุงการทำงานถือเป็นส่วนสำคัญ ซึ่งอาจเป็นการออกแบบวิธีการทำงาน เครื่องมือ หรืออุปกรณ์ช่วยในการทำงานมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น การศึกษาถึงการประเมินการทำงานเป็นปัจจัยหนึ่ง ในการชี้วัดถึงความรุนแรงและอัตราเสี่ยงที่อาจเกิดอันตราย หรือการคาดเจ็บเนื่องจากการทำงาน อันจะนำไปสู่การปรับปรุงแก้ไขการทำงานที่อาจก่อให้เกิดอาการบาดเจ็บหรือร้ายได้ การยศาสตร์ (Ergonomics) ซึ่งหมายถึง ศาสตร์ที่ศึกษาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างคนกับสภาพแวดล้อมในการทำงาน ซึ่งสภาพแวดล้อมในการทำงานได้แก่ สิ่งแวดล้อม วัสดุสิ่งของ เครื่องมือ ขั้นตอน ท่าทางการทำงาน และขนาดสัดส่วนร่างกาย ภายใต้สภาพแวดล้อมที่ทำงานอยู่ เป็นการเรียนรู้ความสามารถ และข้อจำกัดของมนุษย์ เพื่อนำไปปรับปรุงวิธีการทำงานให้เหมาะสม และทำให้งานเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ รวมทั้งผู้ปฏิบัติงานมีสุขภาวะอนามัยที่ดีในการทำงาน และใช้เป็นแนวทางในการออกแบบทางวิศวกรรมสำหรับแก้ปัญหาทางการยศาสตร์

การประเมินการยศาสตร์ด้วยวิธีการ RULA พัฒนาขึ้นโดย ดร.เดน แมคเอยเมเนย์ และดร.ไนเกล คอร์เลท [5] เมย์เพร์ครั้งแรก ปี 1993 ใน The Journal Applied Ergonomics เป็นวิธีที่ออกแบบเพื่อใช้ประเมินความรุนแรงของท่าทางในการทำงาน โดยเทคนิคนี้ถูกออกแบบขึ้นเพื่อประเมินลักษณะร่างกายท่อนบนของผู้ปฏิบัติงานเป็นหลัก ได้แก่ งานที่นั่งหรือยืนทำงาน



โดยมีการเคลื่อนไหวไม่มากนัก โดยแบ่งการวิเคราะห์เป็น 3 กลุ่มหลัก ได้แก่ กลุ่มที่ 1 วิเคราะห์ท่าทางของ แผนส่วนบน แผนส่วนล่าง มือและข้อมือ กลุ่มที่ 2 วิเคราะห์ท่าทางของศีรษะ คอ และลำตัว และกลุ่มที่ 3 วิเคราะห์ท่าทางของขาและเท้า หัวน ทศพลด ใจปี้และคอม [6] ได้ทำการศึกษาและออกแบบสถานี ทำงานที่เหมาะสมสำหรับงานจัดเรียนอุตสาหกรรม โดยใช้การ วิเคราะห์การยศาสตร์ด้วยวิธี RULA ซึ่งผลที่ได้สามารถนำไป เป็นข้อมูลเพื่อออกแบบสถานีทำงานที่เหมาะสมได้ให้กับ พนักงานในงานเย็บจักรอุตสาหกรรมได้

จากการศึกษาปัญหาทางการยศาสตร์ในการทำงานสะอาด นุ่มแพะของเกย์ตระกร โดยกันตภณ มะหาหมัด และวีรชัย นภัสรักษ์ [7] ซึ่งได้ศึกษาลักษณะท่าทางการทำงานของภาค เก็บนุ่มแพะ ที่อยู่ได้พื้นที่กอกแพะ และนำข้อมูลที่ได้มา ประเมินผลโดยใช้การวิเคราะห์ท่าทางการยศาสตร์ด้วยวิธีการ RULA เพื่อหาข้อสรุปเป็นแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขปัญหา ทางการยศาสตร์ ผลการวิเคราะห์พบว่า มีคะแนนการประเมิน เท่ากับระดับ 7 หมายถึงการมีปัญหาทางการยศาสตร์ ในระดับ ที่ต้องได้รับการปรับปรุงการทำงานทันที

จากปัญหาที่เกิดขึ้นดังกล่าว ผู้วิจัยจึงสนใจที่ปรับปรุง วิธีการทำงานสำหรับการภาคเก็บนุ่มแพะ โดยการออกแบบ และสร้างเครื่องภาคเก็บนุ่มแพะ เป็นเครื่องมือทุ่นแรงให้กับ เกย์ตระกร หลังจากนั้นได้นำไปทดลองใช้ในการภาคเก็บนุ่ม แพะกับกลุ่มตัวอย่างเดิมอีกครั้ง และเปรียบเทียบผลการ ประเมินปัญหาทางการยศาสตร์ก่อนและหลังปรับปรุงการ ทำงานในการทำงานสะอาดนุ่มแพะของเกย์ตระกร

## 2. วิธีและขั้นตอนการศึกษา

วิธีการศึกษาผู้วิจัยแบ่งเป็นขั้นตอนการศึกษา และเครื่องมือ ที่ใช้ในการศึกษา ในการดำเนินการวิจัย เริ่มจากการศึกษา ข้อมูลการทำงาน โดยเน้นรายละเอียดในส่วนของขั้นตอนการ ภาคนุ่มแพะ ได้พื้นที่กอกแพะ จากนั้นทำการตรวจสอบ และ ประเมินภาวะทางการยศาสตร์ด้วยวิธีการ RULA และสรุปผล โดยการเสนอแนวทางปรับปรุงแก้ไขปัญหาด้วยการออกแบบ และสร้างเครื่องภาคเก็บนุ่มแพะ หลังจากนั้นประเมินภาวะ ทางการยศาสตร์อีกครั้งหนึ่ง และสรุปผลการศึกษา เครื่องมือที่

ใช้ในการวิจัยประกอบไปด้วยแบบฟอร์ม RULA (RULA Employee Assessment Worksheet) เพื่อใช้สำหรับการ ตรวจสอบประเมินภาวะทางการยศาสตร์ และภาพถ่าย วิดีโอบันทึกข้อมูลขั้นตอนการภาคเก็บนุ่มแพะของเกย์ตระกร ใน ฟาร์มต้นแบบ ซึ่งผู้วิจัยเลือกฟาร์มมาตรฐานของกรมปศุสัตว์ ในโครงการส่งเสริมการเลี้ยงแพะเนื้อเชิงพาณิชย์เขตพื้นที่ 5 จังหวัดชายแดนภาคใต้ (ฟาร์มเครือข่าย อ.ท่าแพ จ.สตูล) เพื่อ ใช้ประกอบการวิเคราะห์ท่าทางการยศาสตร์ โดยมีเกณฑ์การ ประเมินดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 เกณฑ์การประเมินด้วยวิธี RULA

คะแนน	การแปลความหมาย
1 - 2	งานนั้นยอมรับได้ แต่อาจมีปัญหาทางการยศาสตร์ได้ ถ้ามีการทำงานดังกล่าวซ้ำๆ ต่อเนื่องเป็นเวลานานกว่าเดิม
3 - 4	งานนั้นควรได้รับการพิจารณา การศึกษา ละเอียดขึ้น และติดตามวัดผลอย่างต่อเนื่อง การออกแบบใหม่อีกมีความจำเป็น
5 - 6	งานนั้นเริ่มมีปัญหา ควรทำการศึกษาเพิ่มเติม และรับคำแนะนำการปรับปรุงลักษณะการทำงาน ดังกล่าว
7 ขึ้นไป	งานนั้นมีปัญหาทางการยศาสตร์ ที่ต้องได้รับ การปรับปรุงโดยทันที

ที่มา : (McAtamney & Corlett, 1993, 91-99)

## 3. ผลการศึกษาเปรียบเทียบ

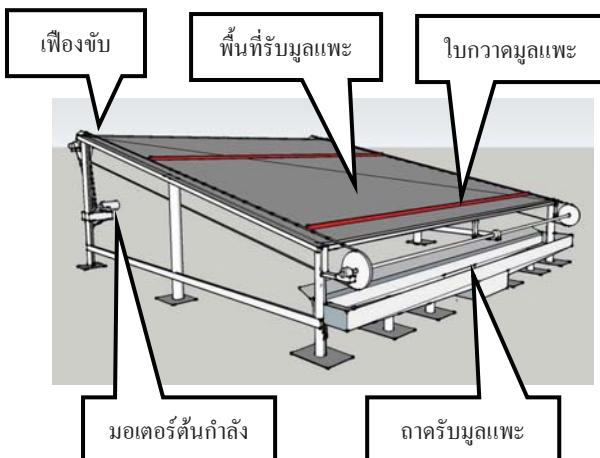
ผลการศึกษาแบ่งเป็น 2 ส่วน คือผลการประเมินด้วยวิธี RULA ก่อนการปรับปรุงและหลังการปรับปรุงการทำงาน

ในการประเมินผลขั้นตอนการภาคเก็บนุ่มแพะของ เกย์ตระกรกลุ่มตัวอย่างในฟาร์มต้นแบบ ก่อนการปรับปรุงการ ทำงาน [7] โดยจากผลการวิเคราะห์และประเมินท่าทางการ ภาคเก็บนุ่มแพะ มีระดับคะแนนเท่ากับ 7 แปลความหมายคือ ลักษณะการทำงานดังกล่าวมีปัญหาทางการยศาสตร์ ซึ่งต้อง ได้รับการปรับปรุงการทำงานทันที ลักษณะท่าทางการภาค เก็บนุ่มแพะของเกย์ตระกร ได้พื้นที่กอกแพะแบบเดิม แสดงดัง ภาพที่ 1



ภาพที่ 1 การกวาดเก็บมูลแพะด้วยแรงงานคนแบบเดิม ก่อนปรับปรุงการทำงาน

โดยจากผลการศึกษาดังกล่าวทางคณะผู้วิจัยได้ใช้เป็นข้อมูลในการเสนอแนะวิธีในการเก็บปุ๋ยทางการยศาสตร์โดยการออกแบบและสร้างเครื่องกวาดเก็บมูลแพะ เพื่อแก้ปัญหาทางการยศาสตร์ แบบเครื่องกวาดเก็บมูลแพะแสดงดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 แบบเครื่องกวาดเก็บมูลแพะ

การทำงานของเครื่องกวาดเก็บมูลแพะจะทำงานแบบอัตโนมัติ โดยในภาคจะเคลื่อนที่กวาดมูลแพะจากพื้นที่รับมูลแพะลงมาไว้ในถาดรับมูลแพะ วันละ 2 ครั้งในช่วงเช้า และเย็น การเก็บกวาดมูลแพะของเกย์ตระกรรเมื่อมีเครื่องกวาดเก็บมูลแพะเป็นเครื่องมือทุนแรงในการกวาดมูลแพะออกมากจากใต้พื้นที่คอกแพะ เกย์ตระกรจะทำการกวาดเก็บมูลแพะจากส่วนถาดรับมูลแพะของเครื่อง เพื่อบรรจุลงในกระสอบสำหรับจำหน่าย และใช้ประโยชน์ต่อไป การเก็บมูลแพะโดยใช้เครื่องกวาดเก็บมูลแพะ แสดงดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 การกวาดเก็บมูลแพะหลังการปรับปรุงการทำงาน

ในการประเมินผลขั้นตอนการกวาดเก็บมูลแพะของเกย์ตระกรกลุ่มตัวอย่างหลังการปรับปรุงโดยการนำเสนอเครื่องกวาดเก็บมูลแพะ มีผลของการวิเคราะห์คะแนนแต่ละขั้นตอนและความหมายของการประเมินดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 แขนช่วงบนมีการเคลื่อนไหวบิดไปมา มีมุนระหว่าง 0 - 20 องศา จึงมีคะแนนเป็น 1 ไม่มีการกางแขนออกสูตรรวมคะแนนเป็น 2 (ซ้ายมือและขวา มีการทำงานไม่ต่างกันมาก)

ขั้นตอนที่ 2 แขนช่วงล่างมีการเคลื่อนไหวมุนระหว่าง 60 - 100 องศา จึงมีคะแนนเป็น 1 ไม่มีการกางแขนออกไปด้านข้างลำตัว สรุปร่วมคะแนนเป็น 1 (ซ้ายมือและขวา มีการทำงานไม่ต่างกันมาก)

ขั้นตอนที่ 3 มือและข้อมือมีการเคลื่อนไหวมุนระหว่าง 0 - 15 องศา จึงมีคะแนนเป็น 2 (ซ้ายมือและขวา มีการทำงานไม่ต่างกันมาก)

ขั้นตอนที่ 4 ในขณะทำงานมีการหมุนของข้อมือเล็กน้อย จึงมีคะแนนเป็น 1

ขั้นตอนที่ 5 แขนช่วงบนใน ขั้นตอนที่ 1 มีคะแนนเป็น 2 แขนช่วงล่าง ใน ขั้นตอนที่ 2 มีคะแนนเป็น 1 มือและข้อมือมีการเคลื่อนไหวใน ขั้นตอนที่ 3 มีคะแนนเป็น 2 การหมุนของข้อมือใน ขั้นตอนที่ 4 มีคะแนนเป็น 1 นำค่าไปบีด Table A จึงได้รับคะแนนเป็น 2

ขั้นตอนที่ 6 ไม่มีงานที่ทำมีลักษณะการใช้แรงจากกล้ามเนื้อแบบสติตหรือยกน้ำหนักที่นานกว่า 1 นาที และไม่มี

**การประชุมวิชาการครุศาสตร์อุตสาหกรรมระดับชาติ ครั้งที่ 5**The 5<sup>th</sup> National Conference on Technical Education

การทำงานเป็นแบบช้าๆ โดยมีการเคลื่อนไหวไปมา หรือมีการทำงานช้ามากกว่า 4 ครั้ง สรุปคะแนนจึงเป็น 0

ขั้นตอนที่ 7 มีภาระงานหรือการยกน้ำหนักในการทำงานน้อยกว่า 2 กิโลกรัม จึงมีคะแนนเป็น 0

ขั้นตอนที่ 8 จากขั้นตอนที่ 5 มีคะแนนเป็น 2 ค่า Muscle Use ในขั้นตอนที่ 6 เป็น 0 และเพิ่มค่า Force Scores ในขั้นตอนที่ 7 เป็น 0 สรุปรวมคะแนนเป็น 2 โดยเป็นคะแนนไว้สำหรับ เปิดค่าใน Table C ต่อไป

ขั้นตอนที่ 9 ศีรษะและคอ มีการก้มมีมุน 10 - 20 องศา จึงมีคะแนนเป็น 2 ไม่มีการหมุนศีรษะสรุปคะแนนเป็น 2

ขั้นตอนที่ 10 ลำตัวมีการเคลื่อนไหวมีมุนระหว่าง 0 - 20 องศา จึงมีคะแนนเป็น 2 โดยไม่มีการหมุนลำตัว สรุปคะแนนเป็น 2

ขั้นตอนที่ 11 ขาและเท้ามีลักษณะสมดุลกับการรองรับน้ำหนัก จึงมีระดับคะแนนเป็น 1

ขั้นตอนที่ 12 ศีรษะและคอในขั้นตอนที่ 9 มีคะแนนเป็น 2 ลำตัวมีการเคลื่อนไหวในขั้นตอนที่ 10 มีคะแนนเป็น 2 และ

ขาและเท้าในขั้นตอนที่ 11 มีคะแนนเป็น 1 นำค่าไปปิด Table B จึงได้คะแนนเป็น 2

ขั้นตอนที่ 13 ไม่มีการใช้แรงจากกล้ามเนื้อแบบสติต หรือทำงานแบบช้าๆ มากกว่า 4 ครั้ง ต่อนาที จึงมีคะแนนเป็น 0

ขั้นตอนที่ 14 ภาระงานมีน้ำหนักน้อยกว่า 2 กิโลกรัม จึงมีคะแนนเป็น 0

ขั้นตอนที่ 15 จากขั้นตอนที่ 12 คะแนนเป็น 2 ค่า Muscle Use ในขั้นตอนที่ 13 เป็น 0 และเพิ่มค่า Force Scores ในขั้นตอนที่ 14 เป็น 0 สรุปรวมคะแนนเป็น 2

ขั้นตอนที่ 16 ข้อมูลจาก Table A ได้คะแนนรวมสรุปเท่ากับ 2 Table B ได้คะแนนรวมสรุปเท่ากับ 2 เปิดค่าใน Table C จึงได้คะแนน Final Score สรุปเท่ากับ 2 ตามการแปลความหมายคือ งานนั้นยังยอมรับได้ แต่อ่อนน้อมีสูญเสียทางการยาสตร์ได้ ถ้ามีการทำงานดังกล่าวช้าๆ ต่อเนื่องเป็นเวลานานกว่าเดิม

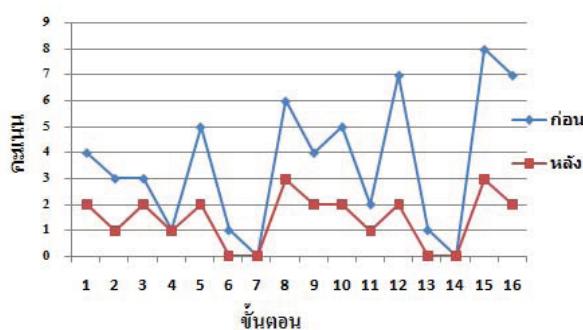
โดยมีรายละเอียดการประเมินแบบฟอร์ม RULA Employee Assessment Worksheet ดังแสดงในภาพที่ 4

<b>RULA Employee Assessment Worksheet</b>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
Complete this worksheet following the step-by-step procedure below. Keep a copy in the employee's personnel folder for future reference.																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
<b>A. Arm &amp; Wrist Analysis</b> <table border="1" style="float: left; margin-right: 20px;"> <tr> <td colspan="2"><b>Step 1: Locate Upper Arm Position</b></td> </tr> <tr> <td colspan="2"> </td> </tr> <tr> <td colspan="2">Final Upper Arm Score = 2</td> </tr> <tr> <td colspan="2"><b>Step 2: Locate Lower Arm Position</b></td> </tr> <tr> <td colspan="2"> </td> </tr> <tr> <td colspan="2">Final Lower Arm Score = 1</td> </tr> <tr> <td colspan="2"><b>Step 3: Locate Wrist Position</b></td> </tr> <tr> <td colspan="2"> </td> </tr> <tr> <td colspan="2">Final Wrist Score = 2</td> </tr> <tr> <td colspan="2"><b>Step 4: Wrist Twist</b></td> </tr> <tr> <td colspan="2"> </td> </tr> <tr> <td colspan="2">Wrist Twist Score = 1</td> </tr> <tr> <td colspan="2"><b>Step 5: Look-up Posture Score in Table A</b></td> </tr> <tr> <td colspan="2">Use value from steps 1,2,3 &amp; 4 to locate Posture Score in Table A</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Posture Score A = 2</td> </tr> <tr> <td colspan="2"><b>Step 6: Add Muscle Use Score</b></td> </tr> <tr> <td colspan="2"> <math display="block">\begin{matrix} &amp; + \\ &amp; 0 \\ + &amp; \\ 0 &amp; = \end{matrix}</math> </td> </tr> <tr> <td colspan="2">Muscle Use Score = 0</td> </tr> <tr> <td colspan="2"><b>Step 7: Add Force/Load Score</b></td> </tr> <tr> <td colspan="2"> <math display="block">\begin{matrix} &amp; + \\ &amp; 0 \\ + &amp; \\ 0 &amp; = \end{matrix}</math> </td> </tr> <tr> <td colspan="2">Force/Load Score = 0</td> </tr> <tr> <td colspan="2"><b>Step 8: Find Row in Table C</b></td> </tr> <tr> <td colspan="2">The completed score from the Arm/Wrist analysis is used to find the row on Table C</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Final Wrist &amp; Arm Score = 2</td> </tr> <tr> <td colspan="10" style="text-align: center;"><b>SCORES</b></td> </tr> <tr> <td colspan="10" style="text-align: center;">Table A</td> </tr> <tr> <td rowspan="2" style="text-align: center; vertical-align: middle;">Upper Arm</td> <td rowspan="2" style="text-align: center; vertical-align: middle;">Lower Arm</td> <td colspan="8" style="text-align: center; border-bottom: 1px solid black;">Waist</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">1</td><td style="text-align: center;">2</td><td style="text-align: center;">3</td><td style="text-align: center;">4</td><td style="text-align: center;">1</td><td style="text-align: center;">2</td><td style="text-align: center;">3</td><td style="text-align: center;">4</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td style="text-align: center;">Wrist twist</td><td style="text-align: center;">Wrist bent</td><td style="text-align: center;">Wrist twist</td><td style="text-align: center;">Wrist bent</td><td style="text-align: center;">Wrist twist</td><td style="text-align: center;">Wrist bent</td><td style="text-align: center;">Wrist twist</td><td style="text-align: center;">Wrist bent</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td style="text-align: center;">1</td><td style="text-align: center;">2</td><td style="text-align: center;">3</td><td style="text-align: center;">4</td><td style="text-align: center;">1</td><td style="text-align: center;">2</td><td style="text-align: center;">3</td><td style="text-align: center;">4</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td style="text-align: center;">2</td><td style="text-align: center;">2</td><td style="text-align: center;">2</td><td style="text-align: center;">2</td><td style="text-align: center;">3</td><td style="text-align: center;">3</td><td style="text-align: center;">3</td><td style="text-align: center;">3</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td style="text-align: center;">3</td><td style="text-align: center;">3</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td style="text-align: center;">4</td><td style="text-align: center;">2</td><td style="text-align: center;">3</td><td style="text-align: center;">3</td><td style="text-align: center;">3</td><td style="text-align: center;">4</td><td style="text-align: center;">4</td><td style="text-align: center;">4</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td style="text-align: center;">5</td><td style="text-align: center;">3</td><td style="text-align: center;">4</td><td style="text-align: center;">4</td><td style="text-align: center;">4</td><td style="text-align: center;">4</td><td style="text-align: center;">5</td><td style="text-align: center;">5</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td style="text-align: center;">6</td><td style="text-align: center;">4</td><td style="text-align: center;">4</td><td style="text-align: center;">4</td><td style="text-align: center;">4</td><td style="text-align: center;">5</td><td style="text-align: center;">5</td><td style="text-align: center;">5</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td style="text-align: center;">7</td><td style="text-align: center;">5</td><td style="text-align: center;">5</td><td style="text-align: center;">5</td><td style="text-align: center;">5</td><td style="text-align: center;">6</td><td style="text-align: center;">6</td><td style="text-align: center;">6</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td style="text-align: center;">8</td><td style="text-align: center;">6</td><td style="text-align: center;">6</td><td style="text-align: center;">6</td><td style="text-align: center;">6</td><td style="text-align: center;">7</td><td style="text-align: center;">7</td><td style="text-align: center;">7</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td style="text-align: center;">9</td><td style="text-align: center;">7</td><td style="text-align: center;">7</td><td style="text-align: center;">7</td><td style="text-align: center;">7</td><td style="text-align: center;">8</td><td style="text-align: center;">8</td><td style="text-align: center;">8</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td style="text-align: center;">10</td><td style="text-align: center;">8</td><td style="text-align: center;">8</td><td style="text-align: center;">8</td><td style="text-align: center;">8</td><td style="text-align: center;">9</td><td style="text-align: center;">9</td><td style="text-align: center;">9</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td style="text-align: center;">11</td><td style="text-align: center;">9</td><td style="text-align: center;">9</td><td style="text-align: center;">9</td><td style="text-align: center;">9</td><td style="text-align: center;">9</td><td style="text-align: center;">9</td><td style="text-align: center;">9</td> </tr> <tr> <td colspan="10" style="text-align: center;">Table B</td> </tr> <tr> <td colspan="10" style="text-align: center;">B. Neck, Trunk &amp; Leg Analysis</td> </tr> <tr> <td colspan="2"><b>Step 9: Locate Neck Position</b></td> <td colspan="2"> </td> <td colspan="2"> </td> <td colspan="2"> </td> <td colspan="2"> </td> </tr> <tr> <td colspan="2">Final Neck Score = 2</td> <td colspan="2"></td> <td colspan="2"></td> <td colspan="2"></td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td colspan="2"><b>Step 9a: Adjust...</b></td> <td colspan="2"></td> <td colspan="2"></td> <td colspan="2"></td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td colspan="2">If neck is twisted: +1</td> <td colspan="2"></td> <td colspan="2"></td> <td colspan="2"></td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td colspan="2"><b>Step 10: Locate Trunk Position</b></td> <td colspan="2"> </td> <td colspan="2"> </td> <td colspan="2"> </td> <td colspan="2"> </td> </tr> <tr> <td colspan="2">Final Trunk Score = 2</td> <td colspan="2"></td> <td colspan="2"></td> <td colspan="2"></td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td colspan="2"><b>Step 10a: Adjust...</b></td> <td colspan="2"></td> <td colspan="2"></td> <td colspan="2"></td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td colspan="2">If trunk is twisted: +1; If trunk is side-bending: +1</td> <td colspan="2"></td> <td colspan="2"></td> <td colspan="2"></td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td colspan="2"><b>Step 11: Legs</b></td> <td colspan="2"></td> <td colspan="2"></td> <td colspan="2"></td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td colspan="2">If legs &amp; feet supported and balanced: +2</td> <td colspan="2"></td> <td colspan="2"></td> <td colspan="2"></td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td colspan="2">If not: +2</td> <td colspan="2"></td> <td colspan="2"></td> <td colspan="2"></td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td colspan="10" style="text-align: center;">Table C</td> </tr> <tr> <td colspan="10" style="text-align: center;">Trunk Posture Score</td> </tr> <tr> <td rowspan="2" style="text-align: center; vertical-align: middle;">Legs</td> <td rowspan="2" style="text-align: center; vertical-align: middle;">Legs</td> <td colspan="8" style="text-align: center; border-bottom: 1px solid black;">Trunk</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">1</td><td style="text-align: center;">2</td><td style="text-align: center;">3</td><td style="text-align: center;">4</td><td style="text-align: center;">5</td><td style="text-align: center;">6</td><td style="text-align: center;">7</td><td style="text-align: center;">8</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td style="text-align: center;">Neck</td><td style="text-align: center;">1</td><td style="text-align: center;">2</td><td style="text-align: center;">3</td><td style="text-align: center;">4</td><td style="text-align: center;">5</td><td style="text-align: center;">6</td><td style="text-align: center;">7</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td style="text-align: center;">Trunk</td><td style="text-align: center;">1</td><td style="text-align: center;">2</td><td style="text-align: center;">3</td><td style="text-align: center;">4</td><td style="text-align: center;">5</td><td style="text-align: center;">6</td><td style="text-align: center;">7</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td style="text-align: center;">Legs</td><td style="text-align: center;">2</td><td style="text-align: center;">3</td><td style="text-align: center;">4</td><td style="text-align: center;">5</td><td style="text-align: center;">6</td><td style="text-align: center;">7</td><td style="text-align: center;">8</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td style="text-align: center;">Neck</td><td style="text-align: center;">2</td><td style="text-align: center;">3</td><td style="text-align: center;">4</td><td style="text-align: center;">5</td><td style="text-align: center;">6</td><td style="text-align: center;">7</td><td style="text-align: center;">8</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td style="text-align: center;">Trunk</td><td style="text-align: center;">3</td><td style="text-align: center;">4</td><td style="text-align: center;">5</td><td style="text-align: center;">6</td><td style="text-align: center;">7</td><td style="text-align: center;">8</td><td style="text-align: center;">9</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td style="text-align: center;">Legs</td><td style="text-align: center;">4</td><td style="text-align: center;">5</td><td style="text-align: center;">6</td><td style="text-align: center;">7</td><td style="text-align: center;">8</td><td style="text-align: center;">9</td><td style="text-align: center;">10</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td style="text-align: center;">Neck</td><td style="text-align: center;">5</td><td style="text-align: center;">6</td><td style="text-align: center;">7</td><td style="text-align: center;">8</td><td style="text-align: center;">9</td><td style="text-align: center;">10</td><td style="text-align: center;">11</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td style="text-align: center;">Trunk</td><td style="text-align: center;">6</td><td style="text-align: center;">7</td><td style="text-align: center;">8</td><td style="text-align: center;">9</td><td style="text-align: center;">10</td><td style="text-align: center;">11</td><td style="text-align: center;">12</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td style="text-align: center;">Legs</td><td style="text-align: center;">7</td><td style="text-align: center;">8</td><td style="text-align: center;">9</td><td style="text-align: center;">10</td><td style="text-align: center;">11</td><td style="text-align: center;">12</td><td style="text-align: center;">13</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td style="text-align: center;">Neck</td><td style="text-align: center;">8</td><td style="text-align: center;">9</td><td style="text-align: center;">10</td><td style="text-align: center;">11</td><td style="text-align: center;">12</td><td style="text-align: center;">13</td><td style="text-align: center;">14</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td style="text-align: center;">Trunk</td><td style="text-align: center;">9</td><td style="text-align: center;">10</td><td style="text-align: center;">11</td><td style="text-align: center;">12</td><td style="text-align: center;">13</td><td style="text-align: center;">14</td><td style="text-align: center;">15</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td style="text-align: center;">Legs</td><td style="text-align: center;">10</td><td style="text-align: center;">11</td><td style="text-align: center;">12</td><td style="text-align: center;">13</td><td style="text-align: center;">14</td><td style="text-align: center;">15</td><td style="text-align: center;">16</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td style="text-align: center;">Neck</td><td style="text-align: center;">11</td><td style="text-align: center;">12</td><td style="text-align: center;">13</td><td style="text-align: center;">14</td><td style="text-align: center;">15</td><td style="text-align: center;">16</td><td style="text-align: center;">17</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td style="text-align: center;">Trunk</td><td style="text-align: center;">12</td><td style="text-align: center;">13</td><td style="text-align: center;">14</td><td style="text-align: center;">15</td><td style="text-align: center;">16</td><td style="text-align: center;">17</td><td style="text-align: center;">18</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td style="text-align: center;">Legs</td><td style="text-align: center;">13</td><td style="text-align: center;">14</td><td style="text-align: center;">15</td><td style="text-align: center;">16</td><td style="text-align: center;">17</td><td style="text-align: center;">18</td><td style="text-align: center;">19</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td style="text-align: center;">Neck</td><td style="text-align: center;">14</td><td style="text-align: center;">15</td><td style="text-align: center;">16</td><td style="text-align: center;">17</td><td style="text-align: center;">18</td><td style="text-align: center;">19</td><td style="text-align: center;">20</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td style="text-align: center;">Trunk</td><td style="text-align: center;">15</td><td style="text-align: center;">16</td><td style="text-align: center;">17</td><td style="text-align: center;">18</td><td style="text-align: center;">19</td><td style="text-align: center;">20</td><td style="text-align: center;">21</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td style="text-align: center;">Legs</td><td style="text-align: center;">16</td><td style="text-align: center;">17</td><td style="text-align: center;">18</td><td style="text-align: center;">19</td><td style="text-align: center;">20</td><td style="text-align: center;">21</td><td style="text-align: center;">22</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td style="text-align: center;">Neck</td><td style="text-align: center;">17</td><td style="text-align: center;">18</td><td style="text-align: center;">19</td><td style="text-align: center;">20</td><td style="text-align: center;">21</td><td style="text-align: center;">22</td><td style="text-align: center;">23</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td style="text-align: center;">Trunk</td><td style="text-align: center;">18</td><td style="text-align: center;">19</td><td style="text-align: center;">20</td><td style="text-align: center;">21</td><td style="text-align: center;">22</td><td style="text-align: center;">23</td><td style="text-align: center;">24</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td style="text-align: center;">Legs</td><td style="text-align: center;">19</td><td style="text-align: center;">20</td><td style="text-align: center;">21</td><td style="text-align: center;">22</td><td style="text-align: center;">23</td><td style="text-align: center;">24</td><td style="text-align: center;">25</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td style="text-align: center;">Neck</td><td style="text-align: center;">20</td><td style="text-align: center;">21</td><td style="text-align: center;">22</td><td style="text-align: center;">23</td><td style="text-align: center;">24</td><td style="text-align: center;">25</td><td style="text-align: center;">26</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td style="text-align: center;">Trunk</td><td style="text-align: center;">21</td><td style="text-align: center;">22</td><td style="text-align: center;">23</td><td style="text-align: center;">24</td><td style="text-align: center;">25</td><td style="text-align: center;">26</td><td style="text-align: center;">27</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td style="text-align: center;">Legs</td><td style="text-align: center;">22</td><td style="text-align: center;">23</td><td style="text-align: center;">24</td><td style="text-align: center;">25</td><td style="text-align: center;">26</td><td style="text-align: center;">27</td><td style="text-align: center;">28</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td style="text-align: center;">Neck</td><td style="text-align: center;">23</td><td style="text-align: center;">24</td><td style="text-align: center;">25</td><td style="text-align: center;">26</td><td style="text-align: center;">27</td><td style="text-align: center;">28</td><td style="text-align: center;">29</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td style="text-align: center;">Trunk</td><td style="text-align: center;">24</td><td style="text-align: center;">25</td><td style="text-align: center;">26</td><td style="text-align: center;">27</td><td style="text-align: center;">28</td><td style="text-align: center;">29</td><td style="text-align: center;">30</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td style="text-align: center;">Legs</td><td style="text-align: center;">25</td><td style="text-align: center;">26</td><td style="text-align: center;">27</td><td style="text-align: center;">28</td><td style="text-align: center;">29</td><td style="text-align: center;">30</td><td style="text-align: center;">31</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td style="text-align: center;">Neck</td><td style="text-align: center;">26</td><td style="text-align: center;">27</td><td style="text-align: center;">28</td><td style="text-align: center;">29</td><td style="text-align: center;">30</td><td style="text-align: center;">31</td><td style="text-align: center;">32</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td style="text-align: center;">Trunk</td><td style="text-align: center;">27</td><td style="text-align: center;">28</td><td style="text-align: center;">29</td><td style="text-align: center;">30</td><td style="text-align: center;">31</td><td style="text-align: center;">32</td><td style="text-align: center;">33</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td style="text-align: center;">Legs</td><td style="text-align: center;">28</td><td style="text-align: center;">29</td><td style="text-align: center;">30</td><td style="text-align: center;">31</td><td style="text-align: center;">32</td><td style="text-align: center;">33</td><td style="text-align: center;">34</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td style="text-align: center;">Neck</td><td style="text-align: center;">29</td><td style="text-align: center;">30</td><td style="text-align: center;">31</td><td style="text-align: center;">32</td><td style="text-align: center;">33</td><td style="text-align: center;">34</td><td style="text-align: center;">35</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td style="text-align: center;">Trunk</td><td style="text-align: center;">30</td><td style="text-align: center;">31</td><td style="text-align: center;">32</td><td style="text-align: center;">33</td><td style="text-align: center;">34</td><td style="text-align: center;">35</td><td style="text-align: center;">36</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td style="text-align: center;">Legs</td><td style="text-align: center;">31</td><td style="text-align: center;">32</td><td style="text-align: center;">33</td><td style="text-align: center;">34</td><td style="text-align: center;">35</td><td style="text-align: center;">36</td><td style="text-align: center;">37</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td style="text-align: center;">Neck</td><td style="text-align: center;">32</td><td style="text-align: center;">33</td><td style="text-align: center;">34</td><td style="text-align: center;">35</td><td style="text-align: center;">36</td><td style="text-align: center;">37</td><td style="text-align: center;">38</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td style="text-align: center;">Trunk</td><td style="text-align: center;">33</td><td style="text-align: center;">34</td><td style="text-align: center;">35</td><td style="text-align: center;">36</td><td style="text-align: center;">37</td><td style="text-align: center;">38</td><td style="text-align: center;">39</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td style="text-align: center;">Legs</td><td style="text-align: center;">34</td><td style="text-align: center;">35</td><td style="text-align: center;">36</td><td style="text-align: center;">37</td><td style="text-align: center;">38</td><td style="text-align: center;">39</td><td style="text-align: center;">40</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td style="text-align: center;">Neck</td><td style="text-align: center;">35</td><td style="text-align: center;">36</td><td style="text-align: center;">37</td><td style="text-align: center;">38</td><td style="text-align: center;">39</td><td style="text-align: center;">40</td><td style="text-align: center;">41</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td style="text-align: center;">Trunk</td><td style="text-align: center;">36</td><td style="text-align: center;">37</td><td style="text-align: center;">38</td><td style="text-align: center;">39</td><td style="text-align: center;">40</td><td style="text-align: center;">41</td><td style="text-align: center;">42</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td style="text-align: center;">Legs</td><td style="text-align: center;">37</td><td style="text-align: center;">38</td><td style="text-align: center;">39</td><td style="text-align: center;">40</td><td style="text-align: center;">41</td><td style="text-align: center;">42</td><td style="text-align: center;">43</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td style="text-align: center;">Neck</td><td style="text-align: center;">38</td><td style="text-align: center;">39</td><td style="text-align: center;">40</td><td style="text-align: center;">41</td><td style="text-align: center;">42</td><td style="text-align: center;">43</td><td style="text-align: center;">44</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td style="text-align: center;">Trunk</td><td style="text-align: center;">39</td><td style="text-align: center;">40</td><td style="text-align: center;">41</td><td style="text-align: center;">42</td><td style="text-align: center;">43</td><td style="text-align: center;">44</td><td style="text-align: center;">45</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td style="text-align: center;">Legs</td><td style="text-align: center;">40</td><td style="text-align: center;">41</td><td style="text-align: center;">42</td><td style="text-align: center;">43</td><td style="text-align: center;">44</td><td style="text-align: center;">45</td><td style="text-align: center;">46</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td style="text-align: center;">Neck</td><td style="text-align: center;">41</td><td style="text-align: center;">42</td><td style="text-align: center;">43</td><td style="text-align: center;">44</td><td style="text-align: center;">45</td><td style="text-align: center;">46</td><td style="text-align: center;">47</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td style="text-align: center;">Trunk</td><td style="text-align: center;">42</td><td style="text-align: center;">43</td><td style="text-align: center;">44</td><td style="text-align: center;">45</td><td style="text-align: center;">46</td><td style="text-align: center;">47</td><td style="text-align: center;">48</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td style="text-align: center;">Legs</td><td style="text-align: center;">43</td><td style="text-align: center;">44</td><td style="text-align: center;">45</td><td style="text-align: center;">46</td><td style="text-align: center;">47</td><td style="text-align: center;">48</td><td style="text-align: center;">49</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td style="text-align: center;">Neck</td><td style="text-align: center;">44</td><td style="text-align: center;">45</td><td style="text-align: center;">46</td><td style="text-align: center;">47</td><td style="text-align: center;">48</td><td style="text-align: center;">49</td><td style="text-align: center;">50</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td style="text-align: center;">Trunk</td><td style="text-align: center;">45</td><td style="text-align: center;">46</td><td style="text-align: center;">47</td><td style="text-align: center;">48</td><td style="text-align: center;">49</td><td style="text-align: center;">50</td><td style="text-align: center;">51</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td style="text-align: center;">Legs</td><td style="text-align: center;">46</td><td style="text-align: center;">47</td><td style="text-align: center;">48</td><td style="text-align: center;">49</td><td style="text-align: center;">50</td><td style="text-align: center;">51</td><td style="text-align: center;">52</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td style="text-align: center;">Neck</td><td style="text-align: center;">47</td><td style="text-align: center;">48</td><td style="text-align: center;">49</td><td style="text-align: center;">50</td><td style="text-align: center;">51</td><td style="text-align: center;">52</td><td style="text-align: center;">53</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td style="text-align: center;">Trunk</td><td style="text-align: center;">48</td><td style="text-align: center;">49</td><td style="text-align: center;">50</td><td style="text-align: center;">51</td><td style="text-align: center;">52</td><td style="text-align: center;">53</td><td style="text-align: center;">54</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td style="text-align: center;">Legs</td><td style="text-align: center;">49</td><td style="text-align: center;">50</td><td style="text-align: center;">51</td><td style="text-align: center;">52</td><td style="text-align: center;">53</td><td style="text-align: center;">54</td><td style="text-align: center;">55</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td style="text-align: center;">Neck</td><td style="text-align: center;">50</td><td style="text-align: center;">51</td><td style="text-align: center;">52</td><td style="text-align: center;">53</td><td style="text-align: center;">54</td><td style="text-align: center;">55</td><td style="text-align: center;">56</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td style="text-align: center;">Trunk</td><td style="text-align: center;">51</td><td style="text-align: center;">52</td><td style="text-align: center;">53</td><td style="text-align: center;">54</td><td style="text-align: center;">55</td>&lt;td style="</tr></table>										<b>Step 1: Locate Upper Arm Position</b>				Final Upper Arm Score = 2		<b>Step 2: Locate Lower Arm Position</b>				Final Lower Arm Score = 1		<b>Step 3: Locate Wrist Position</b>				Final Wrist Score = 2		<b>Step 4: Wrist Twist</b>				Wrist Twist Score = 1		<b>Step 5: Look-up Posture Score in Table A</b>		Use value from steps 1,2,3 & 4 to locate Posture Score in Table A		Posture Score A = 2		<b>Step 6: Add Muscle Use Score</b>		$\begin{matrix} & + \\ & 0 \\ + & \\ 0 & = \end{matrix}$		Muscle Use Score = 0		<b>Step 7: Add Force/Load Score</b>		$\begin{matrix} & + \\ & 0 \\ + & \\ 0 & = \end{matrix}$		Force/Load Score = 0		<b>Step 8: Find Row in Table C</b>		The completed score from the Arm/Wrist analysis is used to find the row on Table C		Final Wrist & Arm Score = 2		<b>SCORES</b>										Table A										Upper Arm	Lower Arm	Waist								1	2	3	4	1	2	3	4			Wrist twist	Wrist bent			1	2	3	4	1	2	3	4			2	2	2	2	3	3	3	3			3	3	3	3	3	3	3	3			4	2	3	3	3	4	4	4			5	3	4	4	4	4	5	5			6	4	4	4	4	5	5	5			7	5	5	5	5	6	6	6			8	6	6	6	6	7	7	7			9	7	7	7	7	8	8	8			10	8	8	8	8	9	9	9			11	9	9	9	9	9	9	9	Table B										B. Neck, Trunk & Leg Analysis										<b>Step 9: Locate Neck Position</b>										Final Neck Score = 2										<b>Step 9a: Adjust...</b>										If neck is twisted: +1										<b>Step 10: Locate Trunk Position</b>										Final Trunk Score = 2										<b>Step 10a: Adjust...</b>										If trunk is twisted: +1; If trunk is side-bending: +1										<b>Step 11: Legs</b>										If legs & feet supported and balanced: +2										If not: +2										Table C										Trunk Posture Score										Legs	Legs	Trunk								1	2	3	4	5	6	7	8			Neck	1	2	3	4	5	6	7			Trunk	1	2	3	4	5	6	7			Legs	2	3	4	5	6	7	8			Neck	2	3	4	5	6	7	8			Trunk	3	4	5	6	7	8	9			Legs	4	5	6	7	8	9	10			Neck	5	6	7	8	9	10	11			Trunk	6	7	8	9	10	11	12			Legs	7	8	9	10	11	12	13			Neck	8	9	10	11	12	13	14			Trunk	9	10	11	12	13	14	15			Legs	10	11	12	13	14	15	16			Neck	11	12	13	14	15	16	17			Trunk	12	13	14	15	16	17	18			Legs	13	14	15	16	17	18	19			Neck	14	15	16	17	18	19	20			Trunk	15	16	17	18	19	20	21			Legs	16	17	18	19	20	21	22			Neck	17	18	19	20	21	22	23			Trunk	18	19	20	21	22	23	24			Legs	19	20	21	22	23	24	25			Neck	20	21	22	23	24	25	26			Trunk	21	22	23	24	25	26	27			Legs	22	23	24	25	26	27	28			Neck	23	24	25	26	27	28	29			Trunk	24	25	26	27	28	29	30			Legs	25	26	27	28	29	30	31			Neck	26	27	28	29	30	31	32			Trunk	27	28	29	30	31	32	33			Legs	28	29	30	31	32	33	34			Neck	29	30	31	32	33	34	35			Trunk	30	31	32	33	34	35	36			Legs	31	32	33	34	35	36	37			Neck	32	33	34	35	36	37	38			Trunk	33	34	35	36	37	38	39			Legs	34	35	36	37	38	39	40			Neck	35	36	37	38	39	40	41			Trunk	36	37	38	39	40	41	42			Legs	37	38	39	40	41	42	43			Neck	38	39	40	41	42	43	44			Trunk	39	40	41	42	43	44	45			Legs	40	41	42	43	44	45	46			Neck	41	42	43	44	45	46	47			Trunk	42	43	44	45	46	47	48			Legs	43	44	45	46	47	48	49			Neck	44	45	46	47	48	49	50			Trunk	45	46	47	48	49	50	51			Legs	46	47	48	49	50	51	52			Neck	47	48	49	50	51	52	53			Trunk	48	49	50	51	52	53	54			Legs	49	50	51	52	53	54	55			Neck	50	51	52	53	54	55	56			Trunk	51	52	53	54	55						
<b>Step 1: Locate Upper Arm Position</b>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
Final Upper Arm Score = 2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
<b>Step 2: Locate Lower Arm Position</b>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
Final Lower Arm Score = 1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
<b>Step 3: Locate Wrist Position</b>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
Final Wrist Score = 2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
<b>Step 4: Wrist Twist</b>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
Wrist Twist Score = 1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
<b>Step 5: Look-up Posture Score in Table A</b>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
Use value from steps 1,2,3 & 4 to locate Posture Score in Table A																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
Posture Score A = 2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
<b>Step 6: Add Muscle Use Score</b>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
$\begin{matrix} & + \\ & 0 \\ + & \\ 0 & = \end{matrix}$																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
Muscle Use Score = 0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
<b>Step 7: Add Force/Load Score</b>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
$\begin{matrix} & + \\ & 0 \\ + & \\ 0 & = \end{matrix}$																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
Force/Load Score = 0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
<b>Step 8: Find Row in Table C</b>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
The completed score from the Arm/Wrist analysis is used to find the row on Table C																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
Final Wrist & Arm Score = 2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
<b>SCORES</b>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
Table A																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
Upper Arm	Lower Arm	Waist																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
		1	2	3	4	1	2	3	4																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
		Wrist twist	Wrist bent																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
		1	2	3	4	1	2	3	4																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
		2	2	2	2	3	3	3	3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
		3	3	3	3	3	3	3	3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
		4	2	3	3	3	4	4	4																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
		5	3	4	4	4	4	5	5																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
		6	4	4	4	4	5	5	5																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
		7	5	5	5	5	6	6	6																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
		8	6	6	6	6	7	7	7																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
		9	7	7	7	7	8	8	8																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
		10	8	8	8	8	9	9	9																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
		11	9	9	9	9	9	9	9																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
Table B																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
B. Neck, Trunk & Leg Analysis																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
<b>Step 9: Locate Neck Position</b>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
Final Neck Score = 2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
<b>Step 9a: Adjust...</b>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
If neck is twisted: +1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
<b>Step 10: Locate Trunk Position</b>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
Final Trunk Score = 2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
<b>Step 10a: Adjust...</b>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
If trunk is twisted: +1; If trunk is side-bending: +1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
<b>Step 11: Legs</b>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
If legs & feet supported and balanced: +2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
If not: +2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
Table C																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
Trunk Posture Score																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
Legs	Legs	Trunk																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
		1	2	3	4	5	6	7	8																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
		Neck	1	2	3	4	5	6	7																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
		Trunk	1	2	3	4	5	6	7																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
		Legs	2	3	4	5	6	7	8																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
		Neck	2	3	4	5	6	7	8																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
		Trunk	3	4	5	6	7	8	9																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
		Legs	4	5	6	7	8	9	10																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
		Neck	5	6	7	8	9	10	11																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
		Trunk	6	7	8	9	10	11	12																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
		Legs	7	8	9	10	11	12	13																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
		Neck	8	9	10	11	12	13	14																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
		Trunk	9	10	11	12	13	14	15																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
		Legs	10	11	12	13	14	15	16																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
		Neck	11	12	13	14	15	16	17																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
		Trunk	12	13	14	15	16	17	18																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
		Legs	13	14	15	16	17	18	19																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
		Neck	14	15	16	17	18	19	20																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
		Trunk	15	16	17	18	19	20	21																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
		Legs	16	17	18	19	20	21	22																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
		Neck	17	18	19	20	21	22	23																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
		Trunk	18	19	20	21	22	23	24																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
		Legs	19	20	21	22	23	24	25																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
		Neck	20	21	22	23	24	25	26																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
		Trunk	21	22	23	24	25	26	27																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
		Legs	22	23	24	25	26	27	28																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
		Neck	23	24	25	26	27	28	29																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
		Trunk	24	25	26	27	28	29	30																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
		Legs	25	26	27	28	29	30	31																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
		Neck	26	27	28	29	30	31	32																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
		Trunk	27	28	29	30	31	32	33																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
		Legs	28	29	30	31	32	33	34																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
		Neck	29	30	31	32	33	34	35																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
		Trunk	30	31	32	33	34	35	36																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
		Legs	31	32	33	34	35	36	37																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
		Neck	32	33	34	35	36	37	38																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
		Trunk	33	34	35	36	37	38	39																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
		Legs	34	35	36	37	38	39	40																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
		Neck	35	36	37	38	39	40	41																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
		Trunk	36	37	38	39	40	41	42																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
		Legs	37	38	39	40	41	42	43																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
		Neck	38	39	40	41	42	43	44																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
		Trunk	39	40	41	42	43	44	45																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
		Legs	40	41	42	43	44	45	46																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
		Neck	41	42	43	44	45	46	47																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
		Trunk	42	43	44	45	46	47	48																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
		Legs	43	44	45	46	47	48	49																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
		Neck	44	45	46	47	48	49	50																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
		Trunk	45	46	47	48	49	50	51																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
		Legs	46	47	48	49	50	51	52																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
		Neck	47	48	49	50	51	52	53																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
		Trunk	48	49	50	51	52	53	54																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
		Legs	49	50	51	52	53	54	55																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
		Neck	50	51	52	53	54	55	56																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
		Trunk	51	52	53	54	55																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								

ผลการประเมินหลังการปรับปรุงวิธีการทำงาน พนว่ามีระดับคะแนนเท่ากับ 2 ตามการแปลความหมาย คืองานนั้นยอมรับได้ แต่อาจมีปัญหาทางการยศาสตร์ได้หากมีการทำงานดังกล่าวซ้ำๆ ต่อเนื่องเป็นเวลานาน

#### 4. สรุปผล

จากการที่ผู้วิจัยได้วิเคราะห์การทำงานเพื่อตรวจสอบและประเมินภาวะทางการยศาสตร์ ด้วยวิธีการ RULA ก่อนและหลังการปรับปรุงการทำงาน แสดงการเปรียบเทียบผลคะแนนแต่ละขั้นตอน แสดงดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 เปรียบเทียบผลการประเมินก่อน-หลัง แต่ละขั้นตอน

จากการวิเคราะห์และประเมินท่าทางการวัดเก็บนูนและก่อนการใช้เครื่องกวาดเก็บนูนและ ชั่งมีระดับคะแนนเท่ากับ 7 แปลความหมายคือ ลักษณะการทำงานมีปัญหาทางการยศาสตร์ซึ่งต้องมีการปรับปรุงการทำงานทันที โดยในการปรับปรุงได้นำเสนอการออกแบบสร้างเครื่องกวาดเก็บนูนและให้เกย์ตอร์ใช้เป็นเครื่องมือทุนแรงในการกวาดนูนและออกแบบจากให้พื้นที่คอก จากนั้นวิเคราะห์และประเมินผลอีกครั้งพบว่ามีระดับคะแนนลดลงเหลือเท่ากับ 2 ตามการแปลความหมาย คืองานนั้นยอมรับได้ แต่อาจมีปัญหาทางการยศาสตร์ได้ ถ้ามีการทำงานดังกล่าวซ้ำๆ ต่อเนื่องเป็นเวลานานกว่าเดิม ซึ่งมีค่าลดลง 5 ระดับ หรือคิดเป็น 72 เปอร์เซ็นต์ ผลจากการใช้เครื่องกวาดเก็บนูนและสามารถช่วยแก้ปัญหาทางการยศาสตร์ และทำให้สุขภาวะในการทำงานของเกย์ตอร์ดีขึ้น สอดคล้องกับการศึกษาของ วีรชัย มัชฌารักษ์ [8] ซึ่งได้เปรียบเทียบผลการประเมินภาวะทางการยศาสตร์ของเกย์ตอร์ชาวสวนยางพาราที่นวดย่างด้วยแรงงานคนและ

เครื่องนวดย่างแผ่น ด้วยวิธีการ RULA ซึ่งมีระดับคะแนนลดลงจากการใช้เครื่องนวดย่างแผ่น อย่างไรก็ตาม ในการวิเคราะห์ทางการยศาสตร์ หากมีวิธีการวัดทางการยศาสตร์อื่นๆ เช่น วิธีการ OWAS, NIOSH, Strain Index หรือการใช้เครื่อง Electromyography (EMG) เข้ามาช่วยประกอบการพิจารณาจะมีส่วนช่วยให้ได้ข้อมูลที่ละเอียดมากขึ้น

#### 5. กิตติกรรมประกาศ

การศึกษานี้เป็นส่วนหนึ่งของงานวิจัยที่ได้รับทุนจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ประจำปีงบประมาณ 2553 ของสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏสุโขทัย

#### 6. เอกสารอ้างอิง

- [1] ไชยวรรณ วัฒนันท์. (2551). “บทสังเคราะห์เรื่องการเลี้ยงแพะของประเทศไทยและของภาคใต้[แพะที่ไม่ใช่ (คนเลี้ยง) แพะรับบาน]” ค้นเมื่อ 20 พฤษภาคม 2554. จาก [http://natres.psu.ac.th/FNR/animal/?page\\_id=499](http://natres.psu.ac.th/FNR/animal/?page_id=499).
- [2] สันติภาพ รามสูต. (2552.). “ศอ.บต.ส่งเสริมการเลี้ยงแพะในจังหวัดชายแดนภาคใต้”. ค้นเมื่อ พฤษภาคม 15, 2553, จาก <http://76.nationchannel.com/playvideo.php?id=15886>.
- [3] คณะกรรมการ คณะกรรมการมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. (2549). “มาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ การปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับฟาร์มแพะเนื้อ”. ค้นเมื่อ 10 พฤษภาคม 2553, จาก [http://www.acfs.go.th/datakm/standard/download/gap\\_goa.pdf](http://www.acfs.go.th/datakm/standard/download/gap_goa.pdf).
- [4] อังศนา ยศปัญญา และธีรศักดิ์ ชักนำ. “รายงานการระบาดของโรครูเชลโลซิสจังหวัดเลย,” รายงานเพื่อรายงานทางวิทยาประจารัฐปีที่ 37, หน้า 3,. หน้า 41-43, 2549.
- [5] McAtamney, L. & Corlett, E. N., “RULA : A Survey Method For The Investigation of Work-Related Upper Limb disorders,” Applied Ergonomics. 24, pp 91-99, 1993.
- [6] ศศพล ใจปี่, อุ่น สังขพงษ์ และวุฒิชัย เพิ่มศรีวัฒน์. (2551). “การศึกษาและออกแบบสถานีการทำงานที่เหมาะสมสำหรับงานน้ำหนักอุตสาหกรรม”. ค้นเมื่อ 10 มีนาคม 2554, จาก <http://www.3.eng.psu.ac.th/pec/6/pec6/paper/IE/PEC6OR167.pdf>.
- [7] กันตภณ มะหาหมัด และวีรชัย มัชฌารักษ์. “ปัญหาทางการยศาสตร์ในการทำงานของเกย์ตอร์”, วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยราชภัฏสุโขทัย, ปีที่ 30, ฉบับที่ 1, หน้า 103-109, 2554.
- [8] วีรชัย มัชฌารักษ์. “การประเมินภาวะทางการยศาสตร์ของเกย์ตอร์ชาวสวนยางพาราที่นวดย่างแผ่นด้วยแรงงานคนและเครื่องนวดย่างแผ่น”, วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยราชภัฏสุโขทัย, ปีที่ 4, ฉบับที่ 1, หน้า 16-29, 2554.



การสร้างแบบจำลองและการวิเคราะห์บรรจุภัณฑ์เพื่อการขนส่งส้มโอพันธุ์ทองดี  
**The Rendering Model and Analysis for Distribution Package of  
Pummelo cv. "Thong Dee"**

แคน อุตรพงษ์ และ คำรังพล คำแหงวงศ์

สาขาวิชาเทคโนโลยีมัลติมีเดียและการสร้างภาพเคลื่อนไหว สำนักวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ  
สาขาวิชาเทคโนโลยีการจัดการผลิตผลเกษตรและการบรรจุ สำนักวิชาอุตสาหกรรมเกษตร  
มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง

*dan.aut@mfu.ac.th และ damrongpol1234@hotmail.com*

### บทคัดย่อ

ผู้ส่งออกส้มโอพันธุ์ทองดี ประสบปัญหาคล่องยุบตัวในระหว่างการส่งออกเนื่องจากสภาวะของการกระจายสินค้า ที่ต้องใช้ระยะเวลาการขนส่งที่ยาวนานและต้องเก็บในความชื้นสัมพัทธ์ที่ค่อนข้างสูง งานวิจัยนี้ได้ออกแบบบรรจุภัณฑ์เพื่อการขนส่งส้มโอพันธุ์ทองดีเพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว โดยออกแบบโดยใช้โปรแกรม Rhinoceros NURBS modeling for window และสร้างแบบโมเดลจำลอง 3 มิติ จำนวน 7 แบบ คือ BC (Bliss case boxes without corner), BCC (Bliss case boxes with 4 corner), WC (Wrap around boxes without corner), WC4 (Wrap around boxes with 4 corner), WC6 (Wrap around boxes with 4 corner and 2 column), WC8 (Wrap around boxes with 4 corner and 4 column) และ NDB (Newly developed boxes of two piece box) จากนั้นสร้างต้นแบบกล่องบรรจุภัณฑ์แต่ละแบบโดยใช้เครื่องตัดกล่อง เพื่อประเมินความเหมาะสมของบรรจุภัณฑ์ต้นแบบต่อการขนส่งส้มโอพันธุ์ทองดีในแต่ละแบบ ผลการทดลองสรุปว่ากล่องแบบ NDB และกล่องแบบ BCC มีความแข็งแรงต่อแรงกดทับและการวางเรียงช้อนสูงสุดที่ 1,623-7,476 กิโลกรัมแรง และที่ 0.5-1.0 เช่นติเมตร ตามลำดับ มีระยะเวลาในการลดอุณหภูมิของผลิตผลที่เวลา 14.24-15.15 ชั่วโมงของ 7/8 half time และมีต้นทุนอยู่ในเกณฑ์ที่ผู้ส่งออกยอมรับได้ จึงมีความเหมาะสมต่อการนำมาใช้ขนส่งส้มโอพันธุ์ทองดีเพื่อการส่งออกมากที่สุด ผลของการใช้ CAD 3D : Rhinoceros ในการสร้างรูปทรงต้นแบบโมเดลจำลอง 3 มิติ ของบรรจุภัณฑ์เพื่อการขนส่ง ทำให้ได้ต้นแบบของบรรจุภัณฑ์ที่มีความถูกต้องและแม่นยำที่สอดคล้องกับผลการทดสอบในห้องปฏิบัติการ และสามารถนำไปสู่การทำแม่แบบของผลิตกล่องกระดาษลูกฟูกในเชิงการค้าได้ต่อไป

**คำสำคัญ:** โมเดลจำลอง 3 มิติ บรรจุภัณฑ์ต้นแบบ ส้มโอ การขนส่ง ความแข็งแรงต่อแรงกด การทดสอบการขนส่ง

## Abstract

*Pummelo exporters face problem on collapse of the box during exportation because transportation take over time and confront environment at high percentage of relative humidity. The objective of this research is to design transporting package for Thong Dee Pomelo to solve the mentioned problem by designing the structure of double wall corrugated box for transport with Rhinoceros NURBS and creating three dimensions prototype model packaging by 7 styles which are BC (bliss case boxes without corner, BCC (bliss case boxes with 4 corners, WC (wrap around boxes without corner), WC4 (wrap around boxes with 4 corners), WC 6 (wrap around corner with 4 corners and 2 columns) WC 8 wrap around corner with 4 corners and 4 columns and newly developed boxes (NDB) of two pieces box (the body is WC8 style and the cover is BC style). After that, each model packaging style was make to evaluate which one is suitable for transporting "Thong Dee Pummelo". The result from analysis show that the BCC and NDB box styles were the most suitability to transport of pummelo because they had the highest compression strength (CS) and stacking strength (SS) at 1,623-7,476 Kgf and at 0.5-1.0 cm. respectively, high efficiency on product temperature decreasing at 14.24-15.15 hours of 7/8 half time, low the cost criterion that was acceptable by exporters and high ability to protect pummelo from mechanical strength. The result of the use CAD 3D: Rhinoceros to create the concept modeling package for transportation causing an accuracy and precision packaging prototype to accord a result from laboratory testing to make the template of commercial corrugated box production.*

**Keyword:** 3D modeling, Packaging prototype, Pummelo, Transportation, Compression strength, Distribution testing

### 1. บทนำ

จังหวัดเชียงรายมีการปลูกส้มโอมากเป็นอันดับที่ 5 ของประเทศไทย พันธุ์ส้มโอมีปลูกในจังหวัดเชียงรายเพื่อการส่งออกมากที่สุดคือ ส้มโอมันธุ์ทองดี โดยมีการปลูกมากที่สุดในอำเภอเวียงแก่น ซึ่งจากการศึกษาข้อมูลเบื้องต้นพบว่าผู้ส่งออกประสบปัญหาในเรื่องความเสียหายจากการยุบตัวของกล่องกระดาษที่ใช้บรรจุส้มโอมีจากแรงกระทำเชิงกล (Mechanical force) ดังเช่น การกดทับ (Compression) การกระแทก (Shock) และการสั่นสะเทือน (Vibration) ในระหว่างการขนส่งและจัดเก็บสินค้า ถึงร้อยละ 10 – 40 [1] โดยสาเหตุหลักจากความเสียหายดังกล่าวฯ เป็นผลมาจากการเลือกใช้บรรจุภัณฑ์เพื่อการขนส่งที่มีความไม่เหมาะสมต่อการขนส่งมาก ใช้เพื่อแก้ปัญหาดังกล่าวฯ งานวิจัยนี้จึงได้ทำการออกแบบโครงสร้างของบรรจุภัณฑ์เพื่อการขนส่งส้มโอมันธุ์ทองดีตามหลักการทางพลศาสตร์ (Dynamic) โดยใช้โปรแกรม Rhinoceros NURBS modeling for window จากนั้นสร้างแบบโมเดลจำลอง 3 มิติของบรรจุภัณฑ์ และสร้างต้นแบบกล่อง

บรรจุภัณฑ์โดยใช้เครื่องตัดกล่อง (Sample Cutter) เพื่อประเมินความเหมาะสมของบรรจุภัณฑ์ต้นแบบต่อการขนส่งโดยใช้การทดสอบทางห้องปฏิบัติการ (Laboratory testing) ผลของการออกแบบบรรจุภัณฑ์การใช้ CAD 3D : Rhinoceros ในการสร้างรูปทรงต้นแบบ ของบรรจุภัณฑ์เพื่อการขนส่ง ทำให้ได้ต้นแบบของบรรจุภัณฑ์ (Packaging prototype) ที่มีความถูกต้องและแม่นยำและนำไปสู่การทำแม่แบบของการผลิตกล่องกระดาษลูกฟูกในเชิงการค้าได้ [2]

### 2. อุปกรณ์และวิธีการ

การออกแบบบรรจุภัณฑ์เพื่อการขนส่งส้มโอมันธุ์ทองดี สำหรับงานวิจัยนี้มี 2 การทดลองคือ

#### 2.1 การออกแบบบรรจุภัณฑ์และสร้างภาพเสมือนจริง

โดยศึกษาและรวบรวมข้อมูลกระบวนการผลิตส้มโอมเพื่อการส่งออกตึ้งแต่แหล่งผลิตจนถึงผู้บริโภค เพื่อนำมาใช้ในการประเมินค่าความต้องการความต้านทานแรงกดของกล่อง



(Requircompression strength, RCS) ด้วยวิธี Box retention factors ที่ได้แปลงจาก Burgess (1999) ดังสมการที่ 1

$$RCS = [NW \cdot ((N-1))] \cdot [H \cdot T \cdot PP \cdot PO \cdot V] \quad (1)$$

โดยค่า  $N$  คือจำนวนชั้นในการวางเรียงช้อน  $NW$  คือน้ำหนักสุทธิ  $H$  คือปัจจัยในด้านความชื้น  $T$  คือปัจจัยในด้านเวลา  $PP$  คือปัจจัยในด้านรูปแบบการวางเรียงช้อน  $V$  คือ ปัจจัยในด้านการสั่นสะเทือน และ  $PO$  คือปัจจัยในด้านการวางยืนอ กมาจากแท่นรองสินค้า

จากนั้นทำการออกแบบบรรจุภัณฑ์เพื่อการขนส่งส้มโดยพันธุ์ทองด้วยโปรแกรม Rhinoceros NURBS modeling for window จากนั้นสร้างแบบโมเดลจำลอง 3 มิติของบรรจุภัณฑ์ของบรรจุภัณฑ์ [3] และสร้างต้นแบบกล่องด้วยเครื่องตัดกล่องโดยใช้กระดาษลูกฟูกชนิดสองชั้น (Double wall corrugated board) ชนิดลอน บี-ซี (Type B/C, WL 170/3CA 125/KA 230) มีขนาดภายนอกกว้าง 500 มิลลิเมตร ยาว 400 มิลลิเมตร และสูง 250 มิลลิเมตร มีการเจาะรูเพื่อระบายน้ำอากาศร้อยละ 4 ของพื้นที่กล่องทั้งหมด

## 2.2 การประเมินความเหมาะสมของบรรจุภัณฑ์ต้นแบบต่อการขนส่ง

ประเมินความเหมาะสมของบรรจุภัณฑ์ที่ออกแบบโดยทำการทดสอบความแข็งแรงต่อการกดของบรรจุภัณฑ์ ทดสอบความแข็งแรงต่อการวางเรียงช้อน ทดสอบเวลาการลดอุณหภูมิเบื้องต้นของผลิตผล (7/8 Pre-cooling time) [4] ทดสอบร้อยละของบริมาตรการบรรจุ หาต้นทุนของภาชนะบรรจุ เพื่อเลือกบรรจุภัณฑ์ที่มีความเหมาะสมต่อการขนส่งมาตรฐานทดสอบการขนส่ง โดยทดสอบการจำลองสภาพการสั่นสะเทือนในห้องปฏิบัติการ ด้วยวิธีจำลองการสั่นสะเทือนแบบคงที่ (Fixed vibration frequency) ตามมาตรฐาน ASTM D999-01 [5] และจำลองการสั่นสะเทือนแบบสุ่ม (Random vibration testing) ตามมาตรฐาน ASTM 4728 [6] ในห้องปฏิบัติการและภายหลังการทดสอบการขนส่งแล้วในห้องเย็นที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส จำนวน ทำการทดสอบคุณภาพของส้มโดยพันธุ์ทองดีในแต่ละสภาพทดสอบภายหลังการทดสอบการขนส่งในวันที่ 0 10 20 30 40 และ 50 วัน และตรวจสอบคุณภาพในด้านการเปลี่ยนแปลง

ระดับความช้ำ (Degree of bruise) ปริมาณของเยื่องที่ละลายน้ำได้ (Total soluble solilds) และปริมาณกรด (Titrable acidity) [7] ของส้มโดยพันธุ์ทองดีที่เปลี่ยนแปลงในแต่ละสภาพทดสอบ วิเคราะห์ผลการทดสอบโดยใช้สถิติ Analysis of varience (ANOVA) โดยเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างทรีเมนต์ ด้วยวิธี Duncan ' s new multiple – range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

## 3. ผล

ผลการออกแบบบรรจุภัณฑ์เพื่อการขนส่งส้มโดยพันธุ์ทองดี การสร้างภาพเสมือนจริงและการสร้างบรรจุภัณฑ์ต้นแบบ โดยพิจารณาจากปัจจัยในด้านรูปแบบการวางเรียงช้อน (Stacking pattern) ระยะเวลาการขนส่ง ความชื้นสัมพัทธ์ ในระหว่างการจัดเก็บและการขนส่ง ระยะของบรรจุภัณฑ์ที่ยื่นออกจากพาเลท (Pallette overhang) ความถี่ของการขนส่งทางรถและทางเรือ และปัจจัยอื่นๆ เพื่อนำมาใช้ในการคำนวณค่า Safety factor ในการประเมินค่า RCS สำหรับบรรจุภัณฑ์เพื่อการขนส่งพบว่า การขนส่งส้มโดยต้องการกล่องที่มีค่า RCS ที่ 7136.73 กิโลกรัมแรง

โดยมีผลการออกแบบกล่องโมเดลจำลอง 3 มิติของบรรจุภัณฑ์ของบรรจุภัณฑ์ดังตารางที่ 1 และเมื่อประเมินความเหมาะสมของบรรจุภัณฑ์ต้นแบบต่อการขนส่งพบว่ากล่องแบบ BCC และแบบ NDB เป็นกล่องที่มีความเหมาะสมที่นำมาใช้เป็นบรรจุภัณฑ์เพื่อการขนส่งส้มโดยมากที่สุดเนื่องจากมีความแข็งแรงในการรับแรงกด และการวางเรียงช้อนมากที่สุด มี 7/8 Pre-cooling time of produce และ ต้นทุนการผลิตอยู่ในเกณฑ์ที่ผู้สั่งออกยอมรับได้

นอกจากนี้จากการทดสอบคุณภาพของส้มโดยพันธุ์ทองดี ภายหลังการทดสอบขนส่งโดยใช้กล่องแบบ BCC และแบบ NDB พบว่าส้มโดยที่ทดสอบขนส่งโดยใช้กล่องแบบ BCC และกล่องแบบ NDB มีการเปลี่ยนแปลงระดับความช้ำ (Degree of bruise) ปริมาณของเยื่องที่ละลายน้ำได้ (Total soluble solilds) และปริมาณกรด (Titrable acidity) ของส้มโดยพันธุ์ทองดี ภายหลังทดสอบการขนส่งไม่แตกต่างกับส้มโดยที่ไม่ได้ทดสอบขนส่ง ดังภาพที่ 1 ภาพที่ 2 และ ภาพที่ 3 ตามลำดับ

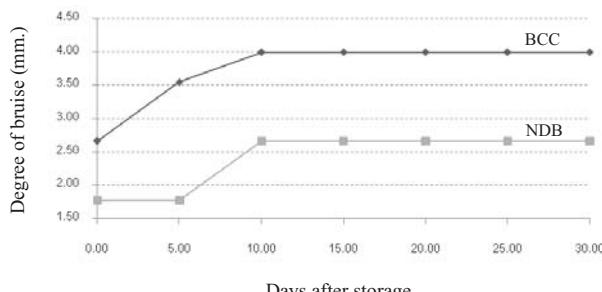
ตารางที่ 1 การออกแบบกล่องไม้เดลจำลอง 3 มิติ

ของบรรจุภัณฑ์เพื่อการขนส่งส้มโอพันธุ์ทองดี

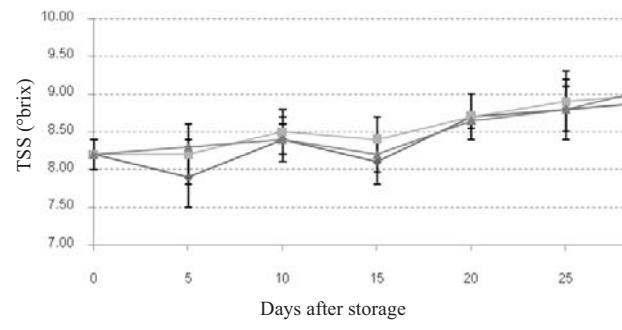
Treatment	Design package and create 3D modeling				
	Description	3D Modeling	CS (kgf.)	SS (mm.)	H <sub>7/8</sub> (hours)
BC	Bliss case boxes without corner and column (control)		6823d	3c	15.3
BCC	Bliss case boxes with 4 corner		7476b	10b	14.4
WC	Wrap around boxes without corner and column		5102f	33a	12.6
WC4	Wrap around boxes with 4 corner		6288e	27a	9.1
WC6	Wrap around boxes with 4 corner and 2 column		6576de	29a	11.5
WC8	Wrap around boxes with 4 corner and 4 column		7161c	34a	11.0
NDB	Newly developed boxes (body is WC8 and cover is BC)		9728a	5c	15.2
	F-test	-	*	*	-

\* : แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

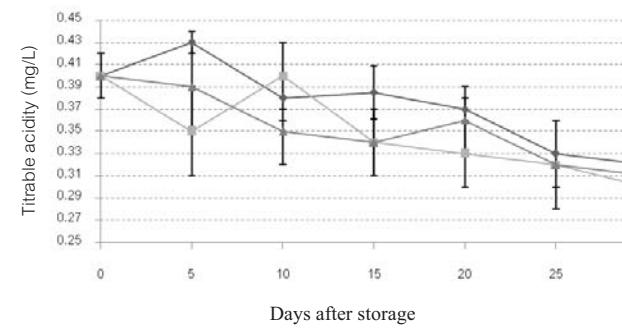
a : ตัวอักษรที่เหมือนกันไม่มีความแตกต่างกันเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยใช้ค่า Duncans' Multiple Range test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95



ภาพที่ 1 การเปลี่ยนแปลงระดับความช้ำของส้มโอพันธุ์ทองดี ภายหลังทดสอบการขนส่งโดยใช้กล่องแบบ BCC และ กล่องแบบ NDB วันที่ 1 5 10 15 20 25 และวันที่ 30 ภายหลังการทดสอบขนส่ง



ภาพที่ 2 การเปลี่ยนแปลงปริมาณของเชิงที่ละลายได้ทั้งหมดของส้มโอพันธุ์ทองดี ภายหลังการทดสอบขนส่ง กล่องแบบ BCC และกล่องแบบ NDB วันที่ 1 5 10 15 20 25 และ 30 ภายหลังการทดสอบขนส่ง



ภาพที่ 3 การเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดทั้งหมดของส้มโอพันธุ์ทองดี ภายหลังทดสอบการขนส่งโดยใช้กล่องแบบ BCC และ กล่องแบบ NDB วันที่ 1 5 10 15 20 25 และ 30 ภายหลังการทดสอบขนส่ง

#### 4. วิจารณ์ผลการทดลอง

การพัฒนารูปแบบของกล่องโดยการเสริมมุม (Corner) และ คอลัมน์ (Column) โดยใช้การสร้างภาพเสมือนจริงร่วมกับการ วิเคราะห์การทดสอบขนส่งบรรจุภัณฑ์ทางห้องปฏิบัติการของ กล่องแบบ Bliss case box และกล่องแบบ Wrap around box เพื่อช่วยรับน้ำหนักในแนวตั้งจะมีผลทำให้กล่องมีความ แข็งแรงในการรับแรงกดและการวางเรียงชั้นเพิ่มขึ้นและนี เวลาของการลดอุณหภูมิเบื้องต้นของผลิตผล รวมถึงมีต้นทุน การผลิตอยู่ในเกณฑ์ที่ผู้ประกอบการ ยอมรับได้ นอกจากนี้ เมื่อทำการทดสอบการขนส่งของกล่องแบบ BCC และกล่อง แบบ NDB พบว่ากล่องทั้งสองแบบสามารถป้องกันส้มโอจาก



แรงซึ่งกลไนระหว่างการขนส่ง และการจัดเก็บ ตลอดจนช่วยรักษาคุณภาพทางด้านเคมีของส้มโอพันธุ์ทองดี ให้มีการเปลี่ยนแปลงคุณภาพ ในระหว่างขนส่งอยู่ในระดับที่ยอมรับได้ จนถึงผู้บริโภค แต่อย่างไรก็ต้องมีการปรับเปลี่ยนห้องเดียวกัน ของกล่องแบบ BCC และกล่องแบบ NDB พนักงานกล่องแบบ BCC สามารถผลิต และขึ้นรูปกล่องได้ง่ายกว่า กล่องแบบ NDB เนื่องจากกล่องแบบ BCC จะใช้กระบวนการผลิต เช่น เดี่ยวกับการผลิตกล่องแบบ Slot container ทั่วไป ขณะที่ กล่องแบบ NDB จะต้องใช้กระบวนการผลิตแบบไดคัท (Die cut)

## 5. สรุปผล

กล่องแบบ BCC และกล่องแบบ NDB เป็นบรรจุภัณฑ์ที่มีความเหมาะสมต่อการขนส่งส้มโอพันธุ์ทองดีเพื่อการส่งออกมากที่สุดเนื่องจากมีความแข็งแรงต่อแรงกด และการวางเรียงชั้นที่เพียงพอต่อการกระจายสินค้า เพื่อการส่งออกส้มโอพันธุ์ทองดีได้ อีกทั้งกล่องทั้งสองแบบยังมีระยะเวลาในการลดอุณหภูมิเบื้องต้นของผลิตผล และต้นทุน อยู่ในระดับที่ผู้ประกอบการยอมรับได้ นอกจากนี้ผลของการใช้ CAD 3D : Rhinoceros ในการสร้างรูปทรงต้นแบบของบรรจุภัณฑ์เพื่อการขนส่ง ทำให้ได้ต้นแบบของบรรจุภัณฑ์ที่มีความถูกต้องและแม่นยำที่สอดคล้องกับผลการทดสอบในห้องปฏิบัติการ และนำไปสู่การทำแม่แบบ ของการผลิตกล่องกระดาษลูกฟูกในเชิงการค้า ที่ต้องการความถูกต้องสูงได้

## 6. เอกสารอ้างอิง

- [1] G. Burgess, Course Pack PKG 410 "Distribution Packaging Dynamics" School of Packaging , Michigan State University, East Lansing , MI, revised Fall 1999.
- [2] D.Acheson, "Utilizing The Nurbs Modeling Rhinoceros for Economical and Intuitive 3D Product Development" ICIII Proceedings, Annual Conference and Exposition. Kunming, China. Vol.4.No.1, 2011 pp. 438 - 440
- [3] R., R. S. Devon, R. J. Engle, D. Foster, Sathianathan, and G.F. Turner, 'The Effect of Solid Modeling Software on 3-D Visualization Skills," Engineering Design Graphics Journal, Vol. 58, No. 2, 1994, pp. 4 -11
- [4] V. Chonhencob, and S.P. Singh. Packaging systems for papaya for local and export markets. In Proceedings 14th World Conference of the International Association of Packaging Research Institutes. June 13-16,2004. Stockholm, Sweden.
- [5] ASTM.2000. American Society for Testing and Materials. ASTM D999-01. West Conshohocken, PA. 85 p.

- [6] ASTM.2000. American Society for Testing and Materials. ASTM D999-01. West Conshohocken, PA. 85 p.
- [7] J.E. Holt, and D. Schoorl. Strawberry bruising and energy dissipation. J. Text Stud. 13: 349-357.,1982.
- [8] R. G. D., Steel and J. H. Torrie, Principles and procedures of statistics: A biometrical approach. New York: McGraw-Hill, 1980.

การออกแบบและการผลิตน้ำมันชีวภาพจากขี้เลือยจากโรงงานเพอร์นิเจอร์  
โดยกระบวนการไฟฟ์โรไอลซีสแบบเร็ว

**Design and Production of Bio-oil from Waste furniture sawdust  
by Fast pyrolysis**

มนตรี มนตรีพิลา

สาขาวิชาโลหะการ วิทยาลัยเทคนิคร้อยเอ็ด  
สถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 3

*mmtpla@hotmail.co.th*

**บทคัดย่อ**

การศึกษาวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาการผลิตน้ำมันชีวภาพจากขี้เลือยจากโรงงานเพอร์นิเจอร์โดยกระบวนการไฟฟ์โรไอลซีสแบบเร็วในเครื่องปฏิกรณ์แบบฟลูอิไดซ์เบด ทำการทดลองที่อุณหภูมิไฟฟ์โรไอลซีส  $400^{\circ}\text{C}$ ,  $450^{\circ}\text{C}$  และ  $500^{\circ}\text{C}$  ได้ศึกษาอิทธิผลของอุณหภูมิที่ทำปฏิกริยาไฟฟ์โรไอลซีสที่มีผลต่อการเกิดผลิตภัณฑ์ทั้งสามส่วน คือ บริมาณน้ำมันชีวภาพที่ได้ถ่านและแก๊สที่ไม่สามารถควบแน่นได้ จากผลการทดลองที่อุณหภูมิไฟฟ์โรไอลซีสที่  $450^{\circ}\text{C}$  ให้บริมาณน้ำมันชีวภาพสูงสุด  $51.41\text{ wt\%}$  บริมาณถ่านที่ได้จะอยู่ในช่วงร้อยละ  $10.78 - 19.54$  โดยน้ำหนักและปริมาณแก๊สที่ได้จะอยู่ในช่วงร้อยละ  $34.87 - 42.76$  โดยน้ำหนัก

**คำสำคัญ:** ขี้เลือย ไฟฟ์โรไอลซีส ฟลูอิไดซ์เบด น้ำมันชีวภาพ

**Abstract**

*The purpose of this research is was to develop the bio-oil produce from waste furniture saw dust by fast pyrolysis process in fluidized bed reactor. To experimented with various pyrolysis temperature at  $400^{\circ}\text{C}$ ,  $450^{\circ}\text{C}$  และ  $500^{\circ}\text{C}$ . For study the effected of pyrolysis temperature to produce three products: bio-oil quantitative ,charcoal and non-condensing gas. The testing results of pyrolysis temperature at  $450^{\circ}\text{C}$  shown the highest bio-oil of  $51.41\text{ wt\%}$ . The range of charcoal  $10.78 - 19.54\text{ wt\%}$  and the range of gas  $34.87 - 42.76\text{ wt\%}$ .*

**Keyword:**sawdust,pyrolysis,fluidizedbed,biolioil



### 3.2 การออกแบบระบบการให้ความร้อน

ระบบการให้ความร้อนของกระบวนการไฟฟ้ารีซิสแบบเร็ว มี 2 ระดับขั้น คือขั้นที่ 1 การให้ความร้อนในการอุ่นก๊าซในไตรเจนจากอุณหภูมิห้องจนกระทั้งถึงอุณหภูมิการเกิดไฟฟ้ารีซิส และขั้นที่ 2 คือการให้พลังงานความร้อนขณะที่เกิดปฏิกิริยาไฟฟ้ารีซิส [7]

3.2.1 สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนของไตรเจนในห้องอุ่นก๊าซในปฏิกิริยาได้จากการ

$$h_i = \frac{0.023 \text{Re}_{\text{D}}^{0.8} \text{Pr}^{0.4} k}{D_i} \quad (3)$$

เมื่อ

$h_i$  = gas heat transfer coefficient inside the cylinder vessel ( $W / m^2 {}^0C$ )

$\text{Re}$  = Reynolds number corresponding to gas flow

$\text{Pr}$  = Prandtl's number

$k$  = gas conductivity ( $W / m {}^0C$ )

$D_i$  = inner diameter of the cylindrical vessel

3.2.2 สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนของเบดทรายชิลิกา

$$h_g = \frac{0.0175 Ar^{0.46} \text{Pr}^{0.33} k_g}{d_p} \quad (4)$$

เมื่อ

$h_g$  = gas convective heat transfer coefficient of a fluidised bed ( $W / m^2 {}^0C$ )

$Ar$  = Archimedes number

$\text{Pr}$  = Prandtl number

$k_g$  = gas conductivity

$d_p$  = mean particle size of silica sand

สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนของเบดทรายชิลิกาจะสูงกว่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนของไตรเจนในห้องอุ่นก๊าซประมาณ 10 เท่า

3.2.3 การคำนวณหาอุณหภูมิสูงสุดของผิวห้องอุ่นก๊าซในไตรเจน

$$U_0 = \frac{1}{A_0 \ln \left( \frac{D_o}{D_i} \right) + \frac{1}{f h_i}} \quad (5)$$

เมื่อ

$U_0$  = The overall heat transfer coefficient of gas preheating chamber ( $W / m^2 {}^0C$ )

$A_0$  = Area of preheating chamber ( $m^2$ )

$D_o$  = Outside diameter of preheating chamber (m)

$D_i$  = Inside diameter of preheating chamber (m)

$h_i$  = heat transfer coefficient of gas inside gas preheat chamber ( $W / m^2 {}^0C$ )

แทนค่า  $U_0$  ในสมการที่ (6)

$$q = U_0 A_0 (T_{w=x} - T_{n=x}) \quad (6)$$

เมื่อ

$U_0$  = The overall heat transfer coefficient of gas preheating chamber ( $W / m^2 {}^0C$ )

$A_0$  = Area of preheating chamber ( $m^2$ )

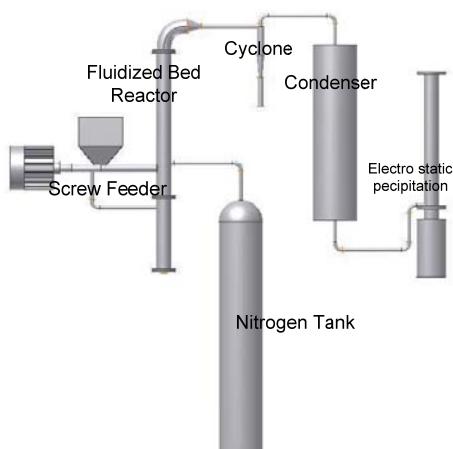
$T_{w=x}$  = Temperature at wall ( ${}^0C$ )

$T_{n=x}$  = Temperature at top of chamber ( ${}^0C$ )

## 4. ขั้นตอนและวิธีดำเนินการวิจัย

การผลิตน้ำมันชีวภาพด้วยกระบวนการไฟฟ้ารีซิสแบบเร็ว จะดำเนินการในเครื่องปฏิกิริยาน้ำมันชีวภาพ ไดซ์เบด ซึ่งจะทำงานร่วมกับอุปกรณ์อื่น ๆ ได้แก่ อุปกรณ์ป้อนชีวน้ำมัน อุปกรณ์กำจัดถ่านออก อุปกรณ์ควบแน่นและเก็บรวบรวมน้ำมันชีวภาพ ลักษณะของหน่วยผลิตไฟฟ้ารีซิสแบบเร็ว เครื่องปฏิกิริยาน้ำมันชีวภาพ ไดซ์เบด จะทำการท่อเหล็กกล้าสแตนเลส เกรด 304 มีความสูง 600 มม. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใน 50 มม. หนา 6 มม. ส่วนด้านล่างของเครื่องปฏิกิริยาน้ำมันชีวภาพจะเป็นทางเข้าของแก๊สในไตรเจนโดยจะให้ความร้อนก่อนเข้าสู่เครื่องปฏิกิริยาน้ำมันชีวภาพ (อุณหภูมิประมาณ  $500 {}^0C$ ) และภายในเครื่องปฏิกิริยาน้ำมันชีวภาพจะใช้ทรายชิลิกาเป็นวัสดุตัวกลางในการถ่ายโอนความร้อนเพื่อให้

กระจายทั่วแผ่น โดยขนาดอนุภาคของวัสดุที่ใช้เป็นตัวกลางในการถ่ายโอนความร้อนจะใช้ขนาด  $0.15, 0.45, 0.70$  มิลลิเมตร เครื่องปฏิกรณ์และอุปกรณ์ให้ความร้อนแก๊สก่อนเข้าสู่เครื่องปฏิกรณ์จะใช้ ชีตเตอร์พันรอบท่อเพื่อให้ความร้อนและใช้ชานวนหุ้มเพื่อป้องกันการสูญเสียความร้อนให้น้อยที่สุด อุณหภูมิของระบบจะทำการวัดและควบคุมโดย PID และแสดงผลของอุณหภูมิโดยเทอร์โนคัปเปิล K-type สำหรับภายในเครื่องปฏิกรณ์จะใช้เทอร์โนคัปเปิลวัดค่าอุณหภูมิ 2 จุด คือจุดที่วัดอุณหภูมิของทรายซิลิก้าและนำค่าเฉลี่ยมาทำการคำนวณ ของเหลวที่มีปริมาณมากขึ้น และแก๊สที่ไม่สามารถควบคุมได้จะถูกดูดจากเครื่องตกร่องไฟฟ้าสถิตไปยังถุงเก็บแก๊สเพื่อนำไปวิเคราะห์หาส่วนประกอบ



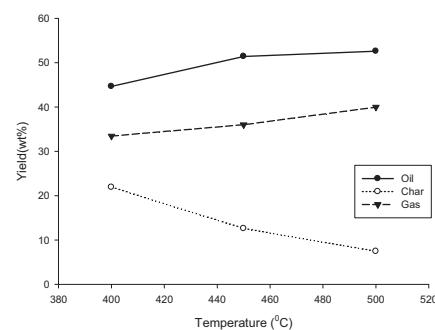
ภาพที่ 2 : เครื่องผลิตน้ำมันชีวภาพจากขี้เลือย

#### 4. ผลการทดลอง

##### 4.1 ปริมาณผลิตภัณฑ์

ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการทดลองนี้จะแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ ส่วนที่เป็นของเหลว (น้ำมันชีวภาพ) ส่วนที่เป็นของแข็ง (ถ่าน) และส่วนที่เป็นก๊าซ[6] ผลของอุณหภูมิที่ทำปฏิกริยาที่มีผลต่อปริมาณน้ำมันชีวภาพจะแสดงไว้ในภาพที่ 3 จะได้ว่าปริมาณน้ำมันชีวภาพสูงสุดที่ได้จากการทดลองนี้ค่าเท่ากับร้อยละ 51.41 wt% ที่อุณหภูมิไฟโรไลซีส  $450^{\circ}\text{C}$  และจากผลการทดลองจะเห็นว่าที่อุณหภูมิไฟโรไลซีสที่สูงขึ้นจะมีแนวโน้มที่ได้

ปริมาณน้ำมันชีวภาพลดลงแต่จะได้ปริมาณของแก๊สเพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นผลมาจากการเปลี่ยนรูปของไอไฟโรไลซีสแตกโนโลกุลในกระบวนการที่สองที่อุณหภูมิสูง และปริมาณของถ่านจะลดลงอย่างเห็นได้ชัด [8]



ภาพที่ 3 : แสดงปริมาณผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการทดลอง

##### 4.2 คุณสมบัติของน้ำมันชีวภาพ (Property of Bio-oil)

การทดลองนี้เป็นการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของน้ำมันชีวภาพที่ผลิตจากขี้เลือยไม้สน คุณสมบัติของน้ำมันชีวภาพที่ทำการวัดจะประกอบด้วย ค่าพลังงานความร้อน ความหนาแน่น ความหนืด ค่าความเป็นกรด-ด่าง และปริมาณของแข็งในน้ำมันชีวภาพดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของน้ำมันชีวภาพ

คุณสมบัติ	น้ำมันชีวภาพจากขี้เลือย	มาตรฐานการทดสอบ
Heating Value,MJ/kg	21.46	ASTM D240
Viscosity@ $40^{\circ}\text{C}$ cSt	3.64	ASTM D445
PH	3.27	pH-meter
Flash point/Fire Point, $^{\circ}\text{C}$	160/178	ASTM 93
Specific gravity	1.22	

#### 5. สรุป

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาการผลิตน้ำมันชีวภาพจากขี้เลือยโดยกระบวนการไฟโรไลซีสแบบเร็วในเครื่องปฏิกรณ์แบบฟลูอิดไซเบค จากผลการทดลองนี้จะเห็นว่าอุณหภูมิที่ทำ

ปฏิกริยาไฟโรไลซีส์ที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการผลิตน้ำมันชีวภาพจากขี้เลือยไม้สักจะอยู่ที่  $450^{\circ}\text{C}$  ปริมาณผลิตภัณฑ์น้ำมันชีวภาพสูงสุดที่ผลิตได้เท่ากับร้อยละ 51.41 wt% จากการทดลองพบว่าที่อุณหภูมิสูงขึ้นจะแนวโน้มที่จะได้ปริมาณน้ำมันชีวภาพลดลงแต่จะได้ปริมาณแก๊สเพิ่มขึ้น ค่าความร้อนต่ำของน้ำมันชีวภาพที่ได้จากทดลองมีค่าเท่ากับ 21.46 MJ/kg ความหนืดจะมีค่าเท่ากับ 3.6 cSt ค่า pH มีค่าเท่ากับ 3.27 ค่า Flash point/Fire Point,0C มีค่าเท่ากับ 160/178 ค่าความถ่วงจำเพาะ มีค่าเท่ากับ 1.22 ซึ่งคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีบางส่วนมีค่าใกล้เคียงกับน้ำมันเตามาก

## 6. เอกสารอ้างอิง

- [1] ศิริรัตน์ จิตการค้า, “จากขยะสู่น้ำมัน เทคโนโลยีผลิตพลังงานทางเลือกที่ดูแลสิ่งแวดล้อม,” สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2551.
- [2] ศักยภาพชีวมวลในประเทศไทย 2550/2551, กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, กระทรวงพลังงาน, 2553.
- [3] นคร พิพิววงศ์, “ เทคโนโลยีการแปลงสภาพชีวมวล,” สำนักพิมพ์สามารถส่งเสริมเทคโนโลยี(ไทย-ญี่ปุ่น), 2553.
- [4] Asadullah, M., Anisur Rahman, M., Mohsin Ali, M., Abdul Motin, M., Borhanus Sultan, M., Robiul Alam, M., Sahedur Rahman, M., “Jute stick pyrolysis for bio-oil production in fluidized bed reactor,” Biomass Bioenergy vol.99,pp.44–50,2008.
- [5] Basak Burcu Uzun, Ayse Eren Pütün, Ersan Pütün.Fast pyrolysis fo soybean cake “ Product yields and compositions,”Bioresourece Technology,vol,9, pp.569–576.,2004.
- [6] Bridgwater, A. V., “Principles and practice of biomass fast pyrolysis processes for liquids,” Appl. Pyrolysis,vol. 51,pp.:3–21. 1999.
- [7] Dai, X. W., Wu, C. Z., Li, H. B., and Chen, “The fast pyrolysis of biomass in CFB reactor,” Energy Fuels,vol. 14,pp.552–557, 2000.
- [8] Jung, S. H., Kang, B. S., and Kim, J. S., “Production of bio-oil from rice straw and bamboo sawdust under various reaction conditions in a fast pyrolysis plant equipped with a fluidized bed and a char separation system,” Appl. Pyrolysis, vol.82,pp.240–247, 2008.
- [9] Liu, R., Deng, C., and Wang J., “Fast pyrolysis of corn straw for bio-oil production in a bench-scale fluidized bed reactor,” Energy Sources, vol.32,pp.10–19, 2010.



## การประเมินภาวะทางการยศาสตร์ด้วยวิธี OWAS และ NIOSH

### ของเกษตรกรชาวสวนยาง

### To Assessment the Ergonomics Condition by OWAS and NIOSH Method of Rubber Plantation Farmers

วีระชัย มัจฉารักษ์<sup>1</sup> พิทยา ตุกเตียน<sup>2</sup> เสรี หนูหลง<sup>3</sup>นิพนธ์ ณัฐ์โขต<sup>4</sup> และวีระชัย แสงฉาย<sup>5</sup>

<sup>1,2,3,4,5</sup> คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา อ.เมือง จ.สงขลา 90000

E-mail: we\_rak@hotmail.com

### บทคัดย่อ

การศึกษารังนีมีวัตถุประสงค์เพื่อการประเมินภาวะทางการยศาสตร์ของเกษตรกรชาวสวนยางพาราในการหันต่อนในการเทน้ำยาง การตวงน้ำยาง น้ำ และน้ำกรด ของกลุ่มศึกษาก่อสูมตัวอย่างในพื้นที่ตำบลท่าช้าง อำเภอบางกล้ำ จังหวัดสงขลา ในการศึกษารังนีใช้วิธีการตรวจสอบและประเมินภาวะทางการยศาสตร์เบื้องต้น โดยใช้วิธี OWAS และวิธี NIOSH ผลการวิเคราะห์ด้วยวิธี OWAS พบว่ามีคะแนนเท่ากับ 3 ซึ่งหมายถึงว่ามีปัญหาทางการยศาสตร์ต้องมีการดำเนินการปรับปรุงแก้ไขโดยเร็ว ส่วนผลการวิเคราะห์ด้วยวิธี NIOSH พบว่ามีค่าดัชนีการยก (Lifting Index) 2 จุด เท่ากับ 1.74 และ 1.27 ซึ่งหมายถึงการทำงานนั้นมีความเสี่ยงทางการยก ควรมีการดำเนินการปรับปรุงแก้ไขในไม้ชันนี้ จากผลดังกล่าวสามารถนำไปเป็นแนวทางในการปรับปรุงวิธีการทำงานที่อาจมีปัญหาทางการยศาสตร์ เพื่อช่วยแก้ปัญหาเกี่ยวกับสุขภาวะอนามัยในการทำงานให้กับเกษตรกรต่อไป

**คำสำคัญ:** การยศาสตร์ วิธี OWAS วิธี NIOSH เกษตรกรชาวสวนยางพารา

### Abstract

objective of this study is to assessment the ergonomics condition of rubber plantation farmers for step mixes water, fresh field natural rubber latex, and acetic acid appeared a socket. A case study for Agriculturist in Tarchang Sub-District, Bangklum District, Songkhla area. In this study, The OWAS and NIOSH techniques were used to monitoring and assessment of ergonomics problems. The results showed the mean score of problem was 3 by using OWAS techniques indicated that the ergonomic problem must be investigate further and change soon. Which NIOSH techniques showed in Lifting Index the mean score of problem was 1.74 and 1.27 indicated that the ergonomic problem must be investigate further. Moreover, this result can be improved the style of mixes water, fresh field natural rubber latex, and acetic acid appeared a socket. that affected ergonomics and applied in work condition for health and sanitation during working of rubber plantation farmers.

**Keyword:** Ergonomics, OWAS, NIOSH, Rubber Plantation Farmers.

## 1. บทนำ

ยางพาราจัดเป็นพืชเศรษฐกิจในการส่งออกที่สำคัญของประเทศไทย ในปี 2549 ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกยางทั้งสิ้น 14,338,046 ไร่ เพิ่มขึ้นจากปี 2548 ซึ่งมีพื้นที่ 13,595,818 ไร่ ร้อยละ 5.46 โดยภาคใต้มีพื้นที่ปลูกยางมากที่สุด 10,955,548 ไร่ รองลงมาคือภาคตะวันออกและรวมภาคกลาง 1,644,704 ไร่ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 1,539,623 ไร่ และภาคเหนือ 198,171 ไร่ รวมทั้งสิ้น 60 จังหวัด จังหวัดที่มีพื้นที่ปลูกยางมากที่สุดคือ จังหวัดสุราษฎร์ธานี 1,807,643 ไร่ รองลงมาคือจังหวัดสงขลา 1,418,927 ไร่ พื้นที่ปลูกยางทั้งหมด ของประเทศไทยเป็นพื้นที่กริดยางได้ 10,896,957 ไร่ ส่วนใหญ่ร้อยละ 85 อยู่ในภาคใต้ [1] ซึ่งในไทยนั้นนิยมทำยางแผ่นเพื่อการเกษตรชาวสวนยางส่วนใหญ่มีสวนขนาดเล็ก ผลผลิตไม่มากนัก จึงนิยมแปรรูปเป็นยางแผ่นแล้วเก็บไว้จันมากพอที่จะนำไปจำหน่ายต่อไป

จากการเก็บข้อมูลการทำงานของเกษตรกรในปัจจุบันยังคงประสบปัญหารื่องสภาวะสุขภาพอนามัย จากการศึกษาปัญหาการทำงานรวมถึงงานวิจัยของ รององค์กรอีก 2 แห่ง คือ [2] เรื่องสภาวะสุขภาพอนามัยของผู้ประกอบอาชีพสวนยางพารา ส่วนหนึ่งพบว่าชาวสวนต้องก้มหลังหรือก้มศีรษะช้าๆ (ร้อยละ 88.1) คุกเข่าหรือนั่งยองๆ ช้าๆ ขณะทำแผ่นยาง (ร้อยละ 77) ปัญหาที่มีความเสี่ยงต่อสุขภาพอนามัยของกลุ่มตัวอย่างพบว่า ส่วนใหญ่มีอาการปวดหลัง รองลงมาคือปวดกล้ามเนื้อ ข้อกระดูก ปวดเอว เหนื่อยอย่างกว่าปกติ เป็นต้น โดยสอดคล้องกับ การศึกษาของ วีรชัย มัณฑารักษ์ และคณะ [3] เรื่องการศึกษาทางการยศาสตร์เบื้องต้นเพื่อประเมินความเสี่ยงจากการทำงาน ที่พบว่าการทำงานของกลุ่มอาชีพนี้มีความเสี่ยงสูงที่ต้องปรับปรุงการทำงาน โดยการศึกษาของ วีรชัย มัณฑารักษ์ [4] ใน การออกแบบเครื่องมือ/อุปกรณ์จากแนวทางการวิเคราะห์การทำงานด้วยวิธี RULA ที่พับปัญหาทางการยศาสตร์เกิดขึ้นกับเกษตรกรชาวสวนยางในขั้นตอนการนวดยางแผ่นมากที่สุด ซึ่ง ได้นำข้อมูลดังกล่าวมาเป็นพื้นฐานในการแก้ปัญหาทางการยศาสตร์ นอกจากนี้ วีรชัย มัณฑารักษ์ [5] ได้ประเมินภาวะทางการยศาสตร์ของเกษตรกรชาวสวนยางพาราที่นวดยางแผ่น ด้วยแรงงานคนและเครื่องนวด ด้วยวิธี RULA และ REBA ซึ่ง

พบว่าเครื่องนวดยางแผ่นสามารถลดปัญหาการยศาสตร์ของเกษตรกร ได้ซึ่งขั้นตอนต่างๆ ในการทำงานของเกษตรกรยังมีประเด็นที่น่าจะศึกษาทางการยศาสตร์ในหลายๆ มุมมองเพื่อเป็นข้อมูลหรือแนวทางในการแก้ปัญหาของเกษตรกรต่อไป

ตารางที่ 1 ปัญหาทางการยศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่าง [4]

ลำดับ	ขั้นตอน	ค่าเฉลี่ย	ค่า SD
1	การกรีดยางจากต้นยางในสวน	4.25	.358
2	การเก็บน้ำยางจากต้นยาง	4.41	.368
3	การกรองน้ำยางเอาสิ่งสกปรกออกและกรองน้ำยาง	3.45	.366
4	การตวงน้ำยาง+น้ำ+น้ำกรดเทลงในเบ้าเพื่อให้ยางแข็งตัว	4.70	.389
5	การนำยางในเบ้ามาหดให้เป็นแผ่นบางๆ	4.83	.364
6	การเอาแผ่นยางที่ผ่านการหด เข้าเครื่องจักรรีดยาง	3.45	.336
7	การนำยางแผ่นที่รีดแล้วเสิร์จไปภาชนะที่ร้าวเพื่อรอให้แห้ง	2.83	.321
8	การนำยางไปผึ้งในสถานที่เก็บหลังจากตากแห้งแล้ว	2.54	.370

จากตารางที่ 1 ซึ่งพบว่าขั้นตอนการนวดยางแผ่นมีปัญหาทางการยศาสตร์มากที่สุด โดยผู้วิจัยได้ทำการศึกษาไปแล้ว ตามที่ได้กล่าวมา ซึ่งตามความคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่างพบว่า ปัญหาทางการยศาสตร์ในลำดับที่ 2 คือ ขั้นตอนในการเทน้ำยาง การตวงน้ำยาง น้ำ และน้ำกรด ซึ่งน่าจะเป็นปัญหาทางการยศาสตร์ที่ควรจะศึกษาด้วยเช่นกัน โดยในขั้นตอนดังกล่าวจะพบว่าในการทำงานยังคงมีความเสี่ยงที่มีการเปลี่ยนอิริยาบถของหลัง แขน และขา รวมถึงความเสี่ยงเกี่ยวกับการยกขันย้าย ดังแสดงในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ขั้นตอนการเทน้ำยาง การตวงน้ำยาง น้ำ และน้ำกรด



การยศาสตร์ (Ergonomics) เป็นการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับท่าทางในการทำงานซึ่งเป็นเรื่องที่ยุกค์ความสัมพันธ์ระหว่างคนกับสภาพแวดล้อมในการทำงานซึ่งมีประโยชน์ในการออกแบบทางวิศวกรรมหรือการปรับปรุงวิธีการทำงานให้เกิดความเหมาะสม การศึกษากั้งนี้ผู้วิจัยเลือกใช้วิธี OWAS วิธี NIOSH ใน การวิเคราะห์ท่าทางการยศาสตร์เพื่อตรวจสอบและประเมินผล ซึ่งทั้ง 2 วิธีดังกล่าวไม่มีความจำเป็นต้องใช้เครื่องมือ/อุปกรณ์มากนัก รวมถึงสามารถวิเคราะห์ได้อย่างรวดเร็วและไม่สูงมากซับซ้อน รวมถึงวิธีการ OWAS เหมาะสมกับการประเมินอิริยาบถท่าทางการทำงานของหลัง แขน และขา รวมน้ำหนักหรือการออกร่าง ส่วนวิธีการ NIOSH เหมาะกับการประเมินสภาพการยกขยับด้วยแรงคน ซึ่งเหมาะสมกับสภาพการทำงานในขั้นตอนดังกล่าวด้วย

วิธี OWAS (Ovako Working Posture Analysis System) เป็นวิธีการประเมินท่าทางการทำงานที่พัฒนาขึ้นมาเมื่อปี 1992 จากการเริ่มต้นจากการวิเคราะห์อิริยาบถท่าทางในการทำงานเมื่อปี 1970 โดยในบริษัท Ovako Oy ซึ่งเป็นโรงงานเหล็กในประเทศฟินแลนด์ ร่วมกับสถาบันอาชีวอนามัยประเทศไทย โดยเป็นวิธีการประเมินที่ทำให้ทราบถึงอิริยาบถท่าทางที่มีผลกระทบต่อระบบกล้ามเนื้อและกระดูกโดยประมาณ [6] โดยจะแบ่งส่วนการประเมินออกเป็น 4 ส่วน คือ หลัง แขน ขา และการออกร่างยกมีรายละเอียดคือ

1) อิริยาบถของหลัง 4 ท่า ได้แก่ 1 = ตรง, 2 = ก้มตัวด้านหน้าหรือหันหลัง, 3 = บิดเอี้ยวตัวหรือก้มไปด้านข้าง, 4 = ก้มและบิดเอี้ยวตัวหรือก้มตัวไปทางด้านข้าง

2) อิริยาบถของแขน 3 ท่า ได้แก่ 1 = แขนทั้งสองข้างอยู่ระดับต่ำกว่าไหล่, 2 = แขนข้างหนึ่งอยู่ระดับเดียวกับหรือสูงกว่าไหล่, 3 = แขนทั้งสองข้างอยู่ระดับเดียวกับหรือสูงกว่าไหล่

3) อิริยาบถของขา 7 ท่า โดยรวมถึง “การเดิน” ซึ่งมีการเคลื่อนไหวกล้ามเนื้อ (Dynamic) และมีความแตกต่างจากรายการอื่นที่เป็นลักษณะอยู่กับที่ (Static) ได้แก่ 1 = นั่ง, 2 = ยืนโดยขาทั้ง 2 ข้าง, 3 = ยืนโดยน้ำหนักลงที่ขาข้างที่ตรง, 4 = ยืนหรือนั่งของๆ โดยเปลี่ยนทั้ง 2 ข้าง, 5 = ยืนหรือนั่งของๆ โดยเปลี่ยนหนึ่งข้าง, 6 = คุกเข่าข้างหนึ่งหรือทั้งสองข้าง, 7 = เดินหรือเคลื่อนที่ไปมา

4) น้ำหนักหรือการออกร่าง 3 ระดับ ได้แก่ 1 = น้ำหนักหรือแรงที่ออก ไม่เกิน 10 กิโลกรัม, 2 = น้ำหนักหรือแรงที่มากกว่า 10 กิโลกรัม แต่ไม่เกิน 20 กิโลกรัม, 3 = น้ำหนักหรือแรงที่ออก มากกว่า 20 กิโลกรัม

ส่วนวิธี NIOSH (National Institute for Occupational Safety Health) เป็นวิธีการหนึ่งที่ใช้ในการวิเคราะห์และประเมินปัจจัยเสี่ยงด้านการยศาสตร์ โดยการประเมินสภาพการยกขยับด้วยแรงคน โดยประเทศสหรัฐอเมริกาได้เสนอสมการครั้งแรกเมื่อปี 1981 [6] ต่อมา NIOSH ได้มีการวิจัยเพิ่มเติมเพื่อปรับปรุงสมการดังกล่าวให้เหมาะสมขึ้น ปี 1991 NIOSH จึงได้เสนอสมการ Revised NIOSH Lifting Equation โดยมีการนำตัวแปร 6 ตัวแปรที่อาจมีผลกระทบต่อการยกขยับมากที่สุด มาผนวกรวมไว้ในสมการ

ค่าที่คำนวณได้จากสมการจะเป็นแนวทางในการประเมินความเสี่ยงไม่ใช่ระบุถึงอันตราย การประเมินความรุนแรงของอันตรายอาจจะพิจารณาจากอุบัติการณ์ของการบาดเจ็บ การไม่มีการฝึกอบรม การควบคุมวิธีการปฏิบัติงาน และการควบคุมทางวิศวกรรมที่เกี่ยวข้องกับการยกขยับ สมการที่ใช้ในการคำนวณคือ  $RWL = LC \times HM \times VM \times DM \times AM \times FM \times CM$

## 2. วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาปัจจัยทางการยศาสตร์ด้วยวิธี OWAS และวิธี NIOSH ของเกษตรกรชาวสวนยางพาราในขั้นตอนการเห็น้ำยาง การตวงน้ำยาง น้ำ และน้ำกรดของกลุ่มตัวอย่าง

## 3. วิธีการศึกษา

ผู้วิจัยแบ่งเป็นขั้นตอนการศึกษาและเครื่องมือที่ใช้ศึกษา

### 3.1 ขั้นตอนการศึกษา

การดำเนินงานเริ่มจากศึกษาข้อมูลเบื้องต้นของเกษตรกรในพื้นที่กรีฑาชีวะซึ่งมีผู้ประกอบอาชีวสวนยางประมาณ 250 หลังคาเรือน เป็นกลุ่มที่ขายน้ำยาง 225 หลังคาเรือน และทำเป็นยางแผ่น 25 หลังคาเรือน โดยทำการศึกษาเฉพาะกลุ่มที่ทำยางแผ่น ในการกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างใช้ตารางของเครช์และมอร์แกน (Krejcie & Morgan, 1970) อ้างใน บุญญา ศรีสุติย์ นราภูร [7] ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ได้กกลุ่มตัวอย่างจำนวน

24 หลังคาเรือน ซึ่งจากการเก็บข้อมูลเบื้องต้นพบว่าขึ้นตอนตั้งกล่าวของกลุ่มตัวอย่างมีลักษณะที่ไม่แตกต่างกัน ใน การศึกษานี้จึงเลือกการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย (Simple Random Sampling) ซึ่งหมายความว่าในกรุ๊ปใดก็ตามลักษณะนั้นตัวอย่าง มีความคล้ายคลึงกันมาก (Homogeneous) โดยการศึกษาใช้ ช่วงเวลา 07.00 – 09.00 น. ทำการประเมินภาวะทางการยศาสตร์ด้วยวิธี OWAS และ NIOSH แล้วสรุปผลการศึกษา

### 3.2 เครื่องมือที่ใช้ศึกษา

3.2.1 ข้อมูลต่างๆ ในขั้นตอนการเทน้ำยา การตวงน้ำยา น้ำ และกรด เพื่อประกอบการวิเคราะห์ผล

3.2.2 แบบประเมินด้วยวิธี OWAS และแบบประเมินตามสมการ NIOSH ตามเกณฑ์ดังแสดงในตารางที่ 2 และ 3

ตารางที่ 2 ระดับและความหมายของผลประเมินวิธี OWAS

คะแนนระดับ	ความหมาย
1	ไม่ต้องดำเนินการปรับปรุงแก้ไข
2	ต้องมีการดำเนินการปรับปรุงแก้ไขในไม่ช้านี้
3	ต้องมีการดำเนินการปรับปรุงแก้ไขโดยเร็ว
4	ต้องมีการดำเนินการปรับปรุงแก้ไขในทันที

ตารางที่ 3 ระดับและความหมายของผลประเมินวิธี NIOSH

คะแนนระดับ	ความหมาย
$0 \leq LI < 1$	ไม่ต้องดำเนินการปรับปรุงแก้ไข
$1 \leq LI < 3$	ต้องมีการดำเนินการปรับปรุงแก้ไขในไม่ช้านี้
$3 \leq LI < 6$	ต้องมีการดำเนินการปรับปรุงแก้ไขโดยเร็ว
$6 \leq LI$	ต้องมีการดำเนินการปรับปรุงแก้ไขในทันที

### 4. ผลการศึกษา

ผลการศึกษาแบ่งเป็น 2 ส่วน คือผลประเมินด้วยวิธี OWAS และผลประเมินตามสมการ NIOSH โดยศึกษาข้อมูลต่างๆ ใน ลักษณะท่าทางการทำงานของเกณฑ์ในขั้นตอนดังกล่าวโดย เริ่มตั้งแต่จุดที่เกยตกรายหิบชีนงาน (ถังน้ำยา) จากพื้นเทลง ในภาชนะ และจุดที่เกยตกรรใช้สำหรับการผสมน้ำยา น้ำ และกรด เพื่อผสมเทลงเบ้า โดยรายละเอียดบางส่วนดังในภาพที่ 1 ซึ่งมีผลการประเมินทั้ง 2 วิธี มีข้อมูลดังแสดงต่อไปนี้

#### 4.1 ผลการประเมินด้วยวิธี OWAS

จากการวิเคราะห์ลักษณะท่าทางการทำงานดังกล่าว ผู้วิจัย ได้ประเมินโดยใช้วิธี OWAS ทั้ง 4 ส่วน ซึ่งคะแนนสรุปเท่ากับ 3 หมายถึงมีปัญหาทางการยศาสตร์ที่ต้องได้รับการปรับปรุง แก้ไขโดยเร็ว โดยรายละเอียดแสดงดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 แสดงคะแนนจากการหั่นแต่ละหัวข้อและความหมายคะแนนของผลประเมินวิธี OWAS

หัว	หมายเลข	1			2			3			4			5			6			7			การออกแรง	
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3		
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1		
	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1		
	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	3	2	2	3	1	1	1	1	1	1		
2	1	2	2	3	2	2	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	3	3		
	2	2	2	3	2	2	3	3	3	3	3	4	4	3	4	4	3	3	4	2	3	4		
	3	3	3	4	2	2	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4	
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	3	3	3	4	4	1	1	1	1	1	1		
	2	2	2	3	1	1	1	1	1	1	2	4	4	4	4	4	3	3	3	1	1	1		
	3	2	2	3	1	1	1	2	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1		
4	1	2	3	3	2	3	2	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4	
	2	3	3	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4	
	3	4	4	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4	



- 1) การพิจารณาท่าทางของหลัง ได้ระดับคะแนน 4 คือ ก้ม และบิดเอี้ยวตัวหรือก้มตัวไปทางด้านซ้าย
- 2) การพิจารณาท่าทางของแขน ได้ระดับคะแนน 1 คือ แขนทั้ง 2 ข้าง อยู่ต่ำกว่าระดับไหล่
- 3) การพิจารณาท่าทางของขา ได้ระดับคะแนน 3 คือ อยู่ในท่ายืน น้ำหนักลงที่ขาข้างใดข้างหนึ่ง
- 4) การพิจารณาท่าทางของแรงที่กระทำ ได้ระดับคะแนน 2 คือ น้ำหนักหรือแรงที่มากกว่า 10 กิโลกรัม แต่ไม่เกิน 20 กิโลกรัม

#### 4.2 ผลการประเมินด้วยวิธี NIOSH

จากการวิเคราะห์รายละเอียดข้อมูลต่างๆ ในลักษณะท่าทาง การทำงานของเกย์ตระกรของขั้นตอนการเทน้ำยาขาง การตวงน้ำยา น้ำ และน้ำกรด ดังแสดงในภาพที่ 1 ทำให้เกย์ตระกรเกิดความเมื่อยล้า เกิดอาการเจ็บที่บริเวณหัวไหล่ เอวและข้อมือ การประเมินของ NIOSH จะเป็นการประเมินด้วยการคำนวณ จากสมการดังนี้

$$RWL = LC \times HM \times VM \times DM \times AM \times FM \times CM$$

เมื่อ LC = น้ำหนักคงที่ มีค่า = 23 กิโลกรัม

HM (Horizontal Multiplier) ค่าตัวคูณในแนวระนาบมีค่า =  $25 / H$  (H: Horizontal Location หมายถึงระยะห่างในแนวระนาบจากกึ่งกลางหลังถึงกึ่งกลางวัสดุสิ่งของที่ยก) มีค่า ระยะห่าง 0 และ 1

VM (Vertical Multiplier) ค่าตัวคูณในแนวตั้งจากมีค่า =  $1 - (0.003 \cdot V - 75)$  (V: Vertical Location หมายถึง ระยะห่างในแนวตั้งจากจากมือที่จับยกวัสดุสิ่งของถึงพื้น) มีค่า ระยะห่าง 0 และ 1

DM (Distance Multiplier) ค่าตัวคูณระยะในการยกมีค่า =  $0.82 + (4.5/D)$  (D: Vertical Travel Distance หมายถึง ระยะห่างในแนวตั้งจากจากจุดที่ยกถึงตำแหน่งที่วางวัสดุสิ่งของ มีค่า ระยะห่าง 0.85 และ 1

AM (Asymmetry Multiplier) ค่าตัวคูณของมุมที่บิดเอี้ยวตัว มีค่า =  $1 - (0.0032A)$  (A: Asymmetry Angle) หมายถึง มุมที่บิดเอี้ยวตัว มีค่า ระยะห่าง 0 และ 1

FM (Frequency Multiplier) ค่าตัวคูณความถี่ในการยก มีค่า ระยะห่าง 0 และ 1

CM (Coupling Multiplier) ค่าตัวคูณของลักษณะการจับยก มีค่า ระยะห่าง 0.9 และ 1

จากการพัฒนาท่าทางการทำงานของเกย์ตระกร ประเมินโดยใช้วิธี NIOSH รายละเอียดสามารถวิเคราะห์ลักษณะการทำงานได้ดังนี้ คือ

$$\text{ค่า } L = 12 \text{ กิโลกรัม} \quad \text{ค่า } LM = 23$$

เกย์ตระกรทำงานประมาณ 4 ชั่วโมงต่อวัน (ในขั้นตอนที่ 4-5) มีอัตราในการหยิบชิ้นงาน 1 ชิ้นต่อ 2 นาที

$$\text{ค่า } F = 0.5 \text{ ครั้งต่อนาที} \quad \text{ค่า } FM = 0.75$$

$$\text{ค่า } D = 60 \text{ ซม.} \quad \text{ค่า } DM = 0.89$$

$$\text{ค่า } C = \text{ปานกลาง} \quad \text{ค่า } CM = 1.00$$

จุดที่เกย์ตระกรหยิบชิ้นงาน(ถังน้ำยาขาง) จากพื้น

$$\text{ค่า } H = 40 \text{ เซนติเมตร} \quad \text{ค่า } HM = 0.62$$

$$\text{ค่า } V = 20 \text{ เซนติเมตร} \quad \text{ค่า } VM = 0.84$$

$$\text{ค่า } A = 45 \text{ องศา} \quad \text{ค่า } AM = 0.86$$

จุดที่เกย์ตระกรใช้สำหรับการพกน้ำยาขาง น้ำ และกรด

$$\text{ค่า } H = 40 \text{ เซนติเมตร} \quad \text{ค่า } HM = 0.62$$

$$\text{ค่า } V = 75 (70+5) \text{ ซม.} \quad \text{ค่า } VM = 0.99$$

$$\text{ค่า } A = 0 \text{ องศา} \quad \text{ค่า } AM = 1.00$$

การประเมินอันตรายจุดที่เกย์ตระกรชาวสวนยางหยັງดูชิ้นงาน(ถังน้ำยาขาง) จากพื้น ค่า  $RWL = 23 \times 0.62 \times 0.84 \times 0.89 \times 0.86 \times 0.75 \times 1.00 = 6.87$

การประเมินอันตรายที่จุดที่เกย์ตระกรชาวสวนยางใช้สำหรับพกน้ำยาขาง น้ำ และกรด ค่า  $RWL = 23 \times 0.62 \times 0.99 \times 0.89 \times 1.00 \times 0.75 \times 1.00 = 9.42$

จากการคำนวณลักษณะท่าทางการทำงานของเกย์ตระกร ชาวสวนยางด้วยวิธี NIOSH ค่า RWL ที่ได้ต้องนำไปคำนวณหาค่าความหนาแน่นในการยกหรือค่าดัชนีการยก (Lifting Index) จากสมการดังนี้

$$LI = \frac{L}{RWL}$$

$$\text{เมื่อ } LI = \text{ค่าดัชนีการยก (Lifting Index)}$$

$$L = \text{น้ำหนักของชิ้นงานที่ยก}$$

$$RWL = \text{น้ำหนักที่คำนวณได้จากสมการ NIOSH}$$

จุดที่เกณฑ์การหยินชื่นงาน(ถังน้ำยา) จากพื้น

$$LI = \frac{12}{6.87} = 1.74$$

จุดที่เกณฑ์การสมน้ำยา น้ำ และกรด

$$LI = \frac{12}{9.42} = 1.27$$

จากผลคะแนนของ LI มีคะแนนมากกว่า 1 แต่ไม่ถึง 3 แสดงว่าต้องดำเนินการปรับปรุงแก้ไขในไม่ช้านี้

## 5. สรุปผลและข้อเสนอแนะ

ผู้วิจัยแบ่งเป็นสรุปผลและข้อเสนอแนะดังนี้

### 5.1 สรุปผล

จากการศึกษาครั้งนี้ทำให้ทราบว่าลักษณะท่าทางการทำงานของเกณฑ์ในการเทน้ำยา การตวงน้ำยา น้ำ และน้ำกรด ส่วนใหญ่มีท่าทางการทำงานโดยมีการเคลื่อนไหวที่ไม่เป็นธรรมชาติ มีการเคลื่อนไหวแบบซ้ำซากและใช้มือและแขนในการทำงานค่อนข้างมาก ซึ่งตามหลักการของรายศาสตร์แล้ว จัดว่าเป็นท่าทางการทำงานที่ไม่เหมาะสมและมีความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บ ในการประเมินท่าทางการทำงานโดยใช้วิธี OWAS และ NIOSH พบร่วมกันว่า การประเมินด้วยวิธี OWAS อยู่ในระดับ 3 หมายความว่ามีปัจจัยทางการยศาสตร์ที่ต้องได้รับการปรับปรุงแก้ไขโดยเร็ว ส่วน การประเมินด้วยวิธี NIOSH จากการสำรวจและวิเคราะห์ลักษณะท่าทางการทำงานจะเป็นการยกและก้มยกผลของ LI หรือค่าดัชนีการยก มีคะแนนมากกว่า 1 แต่ไม่ถึง 3 แสดงว่าต้องดำเนินการปรับปรุงแก้ไขในไม่ช้านี้ โดยพบว่าจุดที่เกณฑ์การหยินชื่นงาน(ถังน้ำยา) จากพื้น มีค่า LI = 1.74 และจุดที่เกณฑ์การสมน้ำยา น้ำ และกรด มีค่า LI = 1.27 ผลที่ได้เหล่านี้สามารถนำไปเป็นแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขการทำงานในขั้นตอนดังกล่าวต่อไป

### 5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 การเก็บข้อมูลที่ดีก็จะช่วยให้สามารถวิเคราะห์ผลได้อย่างถูกต้องทั้งนี้ขึ้นอยู่กับเครื่องมือ วิธีการ ขนาดของกลุ่มตัวอย่างและความร่วมมือ โดยในช่วงการเก็บค่าที่อาจจะต้องแบ่งออกเป็นช่วงเวลาจะทำให้เห็นความพันแปรของข้อมูล

5.2.2 ใน การวิเคราะห์ท่าทางการยศาสตร์ หากมีวิธีการหรือเครื่องมืออัดทางการยศาสตร์อื่นๆ เช่นมาช่วยประกอบการพิจารณา ก็จะมีส่วนช่วยให้ได้ข้อมูลที่ดีในหลายด้านและมีความละเอียดแน่นชัดขึ้น

5.2.3 ควรมีการศึกษาสภาพการทำงานที่ละเอียดขึ้น เช่น ปัจจัยทางด้านจิตใจ รวมถึงการขยายผลการศึกษาออกไปถึงการทดสอบเพศชายหรือเพศหญิง อายุ หรือตัวแปรอื่นๆ เพื่อที่จะทำให้ผลการวิจัยครอบคลุมความละเอียดมากยิ่งขึ้น เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงการทำงานต่อไป

## 6. กิตติกรรมประกาศ

ในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยขอขอบพระคุณกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นเกณฑ์การช้าวสวนยางพาราเบตพื้นที่ ตำบลท่าช้าง อำเภอทางกล้า จังหวัดสงขลา ที่ให้ความร่วมมือในการเก็บข้อมูล

## 7. บรรณานุกรม

- [1] องค์กรสวนยาง. (2554). “ข้อมูลทั่วไปอาชีพสวนยางพารา”. ค้นเมื่อ 2 มีนาคม 2554 จาก [http://www.organellelife.com/article\\_view.php?id=19](http://www.organellelife.com/article_view.php?id=19)
- [2] รององค์ เอี่ยมicha และคณะ. (2547). สภาวะสุขภาพอนามัยของผู้ประกอบอาชีพทำสวนยางพารา. ข้อมูลวิจัย กลุ่มโครงการประชุมอาชีพและสิ่งแวดล้อม : สำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 11.
- [3] วีรชัย มัชฌารักษ์, พิทยา ศุภะเดช และอรสา แรมไส. (2554). การศึกษาทางการยศาสตร์เบื้องต้นเพื่อประเมินความเสี่ยงจากการทำงาน. การประชุมวิชาการระดับชาติมหาวิทยาลัยขอนแก่น ปี 2554. หน้า 88-93.
- [4] วีรชัย มัชฌารักษ์. (2553). การออกแบบเครื่องมือ/อุปกรณ์จากแนวทางการวิเคราะห์การทำงานด้วยวิธีคู่ล่าร์. การประชุมวิชาการช่างงานวิศวกรรมอุตสาหกรรม ปี 2554. หน้า 347.
- [5] วีรชัย มัชฌารักษ์. (2554). การประเมินภาวะทางการยศาสตร์ด้วยวิธี RULA และ REBA ของเกณฑ์การช้าวสวนยางพาราที่นวดยา แผ่นด้วยแรงคนและเครื่องนวดยาแห่น. วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา, ปีที่ 4 ฉบับที่ 1 เดือนกรกฎาคม–มิถุนายน พ.ศ. 2554 หน้า 16-29.
- [6] สุคธิดา กรุงไกรวงศ์. (2554). หน่วยที่ 4 การบ่งชี้และวิเคราะห์งานด้านการยศาสตร์เพื่อปรับปรุงสภาพการทำงาน. ค้นเมื่อ 4 มีนาคม 2554 จาก <http://www.safetyFile/54110%20unit%2014.pdf>.
- [7] บุญใจ ศรีสกิตย์ธนากร. (2550). ระเบียบวิธีการวิจัย : แนวทางปฏิบัติสู่ความสำเร็จ. สำนักพิมพ์ชุมชนดีไซน์เคอร์มีเดีย กรุงเทพ. หน้า 562



## การควบคุมความดัน ของระบบต้นกำลังทางไฮดรอลิก ด้วยชุดควบคุมแบบ ผสมระหว่าง ฟซซี กับพีไอดี

นายสุรเชษฐ์ สว่างนตร นายวัชรินทร์ โพธิ์เงิน

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล  
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ  
benzusefloline@gmail.com

### บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการออกแบบและการสร้างระบบควบคุมแบบ ผสมระหว่าง ฟซซีและพีไอดี ในการควบคุมความดัน ของระบบต้นกำลังทางไฮดรอลิก ตัวควบคุมที่สร้างขึ้นดังกล่าวสามารถควบคุมกระบวนการจิริที่ไม่ทราบพื้นที่ชั้นทางคณิตศาสตร์ ของระบบ ผลการควบคุมของระบบควบคุมแบบผสมนี้จะถูกเปรียบเทียบกับผลการทดลอง จากการควบคุมระบบฟซซี และระบบ ควบคุมแบบพีไอดี จากการทดลองปรากฏว่าการควบคุมแบบผสมนี้สามารถควบคุมระบบได้ตามต้องการและมีประสิทธิภาพสูง กว่า

**คำสำคัญ:** ระบบควบคุมแบบผสม ฟซซีและพีไอดี ระบบไฮดรอลิก

### Abstract

*This paper proposed the design and development of hybrid fuzzy and PID controller in electro-hydraulic system. During the field experiment, the controller has higher precision, better stability and easier operability than analog closed-loop pressure control. It has better response compared with simple PID algorithm and fuzzy algorithm, moreover, it satisfies technical requirements of pressure control.*

**Keyword:** hybrid control system, Fuzzy logic, hydraulic system.

### 1. บทนำ

สำหรับเครื่องจักรที่ใช้ระบบไฮดรอลิกในการควบคุมซึ่ง เป็นระบบที่ใช้น้ำมันเป็นตัวกลางในการถ่ายทอดกำลังงาน และเปลี่ยนกำลังงานของไหหลไหเป็นพลังงานกลคือ ทำให้ระบบออกสูบ ไฮดรอลิกและมอเตอร์ ไฮดรอลิกทำงาน ตัวอย่างเช่น ระบบเบรกในรถยนต์ เกียร์อัตโนมัติ เกียร์ รถ ภาระ และเครื่องจักรใน

โรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ ซึ่งจากตัวอย่างงานที่กล่าวมานี้จะ ไม่สามารถทำงานตามลักษณะงานได้ถ้าไม่มีการควบคุมความ ดันของระบบต้นกำลังให้เหมาะสมกับความต้องการของงาน เพราะในการทำงานของระบบจะต้องอาศัยความดันที่เหมาะสม เพื่อให้มีการทำงานเป็นไปตามความต้องการของผู้ใช้และ เพื่อให้มีการควบคุมความดันของระบบต้นกำลังทางไฮดรอลิก ให้มีความแม่นยำและปรับตั้งง่ายหรือสามารถปรับตั้งค่าต่างๆ

แบบอัตโนมัติ เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าวจึงได้มีการคิดค้นทฤษฎีการควบคุมต่างๆ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของตัวควบคุม เช่น การควบคุมแบบปรับค่าได้ (Adaptive Controller)[1] การควบคุมแบบพีไออี (PID Controller)[2] แต่การควบคุมดังกล่าวผู้ออกแบบจะต้องทราบค่าพารามิเตอร์ของระบบและลักษณะการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรในระบบซึ่งเป็นการยากในการปฏิบัติที่จะรู้ค่าเหล่านี้ จึงได้มีผู้คิดค้นวิธีการควบคุมแบบใหม่ขึ้นมาอีกคือ ตัวควบคุมแบบฟูซซี่โลจิก (Fuzzy Logic Controller) โดยที่ผู้ออกแบบตัวควบคุมไม่จำเป็นต้องทราบแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ แต่จะต้องพิจารณาการควบคุมบนพื้นฐานพุทธิกรรมของระบบที่จะควบคุม ทำให้ตัวควบคุมแบบฟูซซี่โลจิก เข้าใจได้ง่าย ปรับเปลี่ยนได้ไม่ยาก และมีความคล้ายคลึงกับการตัดสินใจของมนุษย์[3]

โดยการวิจัยในครั้งนี้ได้หยิบเอาข้อดีของระบบควบคุมแบบพีไออี ที่สามารถควบคุมระบบได้อย่างนิ่มนวลและไวต่อการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรต่างๆ ของระบบและระบบควบคุมแบบฟูซซี่โลจิก ที่มีความสามารถในการควบคุมโดยไม่คำนึงถึงค่าพารามิเตอร์ของระบบและลักษณะการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรในระบบ นำมารวมกันให้เป็นการควบคุมที่มีความชาญฉลาดมากขึ้น มีชื่อเรียกว่า การควบคุมแบบ ผสม (Hybrid Control)[4] โดยผสมกันระหว่างระบบควบคุมแบบฟูซซี่โลจิกกับพีไออี เพื่อการใช้งานในการแก้ไขปัญหาในการควบคุมระบบ และยังได้นำมาเปรียบเทียบกับการควบคุมแบบฟูซซี่พื้นฐานและการควบคุมแบบพีไออี เพื่อคุ้มครองการตอบสนองที่ออกแบบ ว่าการควบคุมแบบที่ทางผู้วิจัยจัดทำขึ้น กับการควบคุมแบบเดิม ว่าแบบไหนที่มีความสามารถในการควบคุมที่ดีกว่ากัน หรือมีประสิทธิภาพต่อการนำมาใช้งานมากกว่ากัน

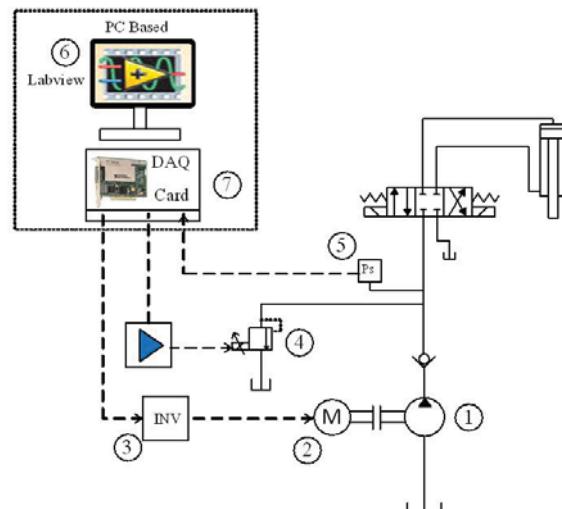
## 2. อุปกรณ์ทดลอง (Hydraulic Test Rig Experiment)

การควบคุมความดัน ของระบบต้นกำลังทางไฮดรอลิก ที่แสดงในบทความนี้ กระทำการทดลองด้วยชุดทดลองต้นกำลังทางไฮดรอลิก แสดงในภาพที่ 1 โดยที่ใช้ปั๊มไฮดรอลิกแบบอัตราไฟลอกที่ (Fix Pump) ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าแบบ

อินดักชัน (Induction Motor) และใช้โปรแกรมที่นำมาสร้างชุดควบคุมแบบผสม ฟูซซี่-พีไออี คือ โปรแกรมแล็บวิว (Program Labview)[5] และแสดงผลลัพธ์หรือสัญญาณการตอบสนองผ่านทางหน้าจอคอมพิวเตอร์ ด้วยโปรแกรมแล็บวิว เช่นกัน



ภาพที่ 1 : ชุดระบบต้นกำลังทางไฮดรอลิก

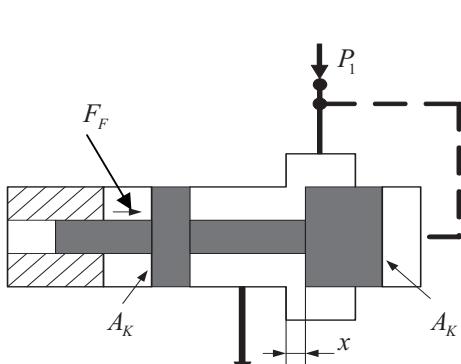


ภาพที่ 2 : แผนภาพแสดงการทำงานของระบบ

ตารางที่ 1 แสดงข้อมูลของชุดระบบต้นกำลังทางไฮดรอลิก

รายการ	รายละเอียด
1.ปั๊มไฮดรอลิก	14cc/rev ชนิดเพื่องนอก
2.มอเตอร์ไฟฟ้าเฟส 3	3.7KW/ 380 V/ 4P
3.ชุดปรับความเร็วมอเตอร์	3.7KW/380V
4.วาล์วควบคุมความดัน	200-10bar
5.เซ็นเซอร์วัดความดัน	100-0bar/0-10V
6.โปรแกรมแล็บวิว	เวอร์ชัน 2009
7.การ์ด อินเตอร์เฟส A/D	NI6221/ 14 bit

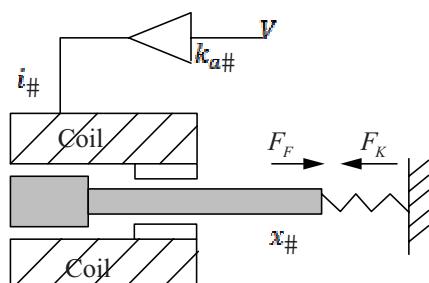
## 2.1 สมการไฮดรอลิก (Hydraulic Model)



ภาพที่ 3 : แสดงแบบจำลองของสปุนวาล์วควบคุมความดัน

จากภาพที่ 3 คือแบบจำลองของวาล์วควบคุมความดันโดย เที่ยวนสมการควบคุมความดัน โดยที่ คือ  $P_1$  ความดันที่ต้องการ ควบคุม  $A_K$  คือ พื้นที่หน้าตัดของสปุนวาล์ว  $F_F$  คือ แรงที่ทำให้สปุนวาล์วเคลื่อนที่  $x$  คือ ระบบการเคลื่อนที่ของสปุนวาล์ว ในสมการที่ (1) [6]

$$P_1 A_K = F_F A_K + F_K \quad (1)$$



ภาพที่ 4 : แสดงแบบจำลองของโซลินอยวาล์วแบบสั้นส่วน

จากภาพที่ 4 คือแบบจำลองของโซลินอยวาล์วแบบสั้นส่วน โดยเที่ยนความสัมพันธ์ระหว่างการเคลื่อนที่ของสปุนวาล์วและ กระแสไฟฟ้า โดยที่  $V$  คือแรงดันไฟฟ้า  $k_a$  คือ อัตราการขยาย สัญญาณของแรงดันไฟฟ้า  $i$  คือกระแสไฟฟ้า  $x$  คือ ระบบการ เคลื่อนที่ของสปุนวาล์ว  $F_F$  คือ แรงที่ทำให้สปุนวาล์วเคลื่อนที่

จาก

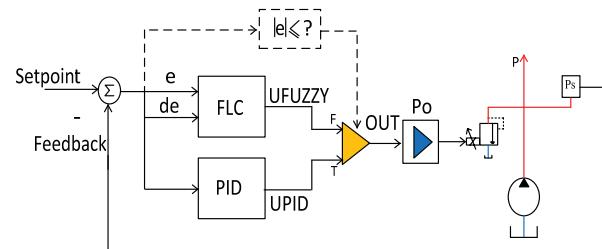
$$F_F = k_a i \quad (2)$$

$$F_K = k_x x \quad (3)$$

$$\text{เมื่อให้ } F_i = F_k$$

$$x = \frac{k_i}{k_x} i \quad (4)$$

## 3. การออกแบบระบบควบคุมแบบผสม (Hybrid of Fuzzy and PID Controller Design)



ภาพที่ 4 : แสดงแผนภาระระบบควบคุมแบบผสม

การควบคุมต้นกำลังทางไฮดรอลิกโดยใช้ชุดควบคุมแบบผสมระหว่าง พีซีซี-พีไอดี โดยที่ Setpoint เป็นสัญญาณคำสั่ง ความดันที่ต้องการ Feedback เป็นสัญญาณความความดันที่วัดได้  $e$  เป็นค่าความผิดพลาด(error)  $de$  เป็นค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงความผิดพลาด Ufuzzy เป็นค่าสัญญาณสั่งงานการออกแบบระบบพีซีซี-ไฮดรอลิก UPID เป็นค่าสัญญาณสั่งงานการออกแบบระบบพีไอดี และ  $|e|$  เป็นค่าสัญญาณว่าให้ตัวควบคุมแบบไหนทำงานก่อนหลัง โดยหลักการทำงานของระบบ พีไอดี ในสมการที่ (5) พีซีซี ในสมการที่ (6) มีดังนี้

$$u(t) = k_p e(t) + K_i \int_0^t e(t) dT + K_d \frac{d}{dt} e(t) \quad (5)$$

$u$  คืออาثارพุต (Output)

$e$  คือความผิดพลาด

$t$  คือเวลา

$K_p$  คือเกณของตัวควบคุมเชิงสั้นส่วน

$K_i$  คือเกณของตัวควบคุมเชิงปริพันธ์

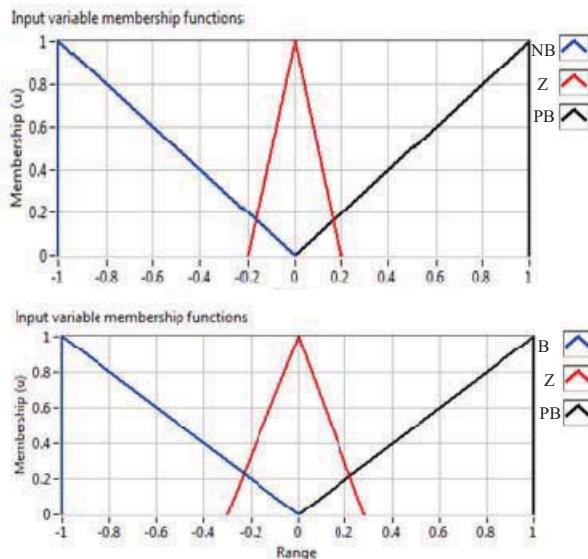
$K_d$  คือเกณของตัวควบคุมแบบอนุพันธ์

จากสมการ (1) เมื่อแสดงในรูปแบบกฎพีซี โดยให้เวลา ไดๆ  $t = k$  จะได้ [7]

$$e(k) \wedge e(k) \wedge \sum_{i=0}^k e(k) \Rightarrow u(k) \quad (6)$$

IF [  $e(k)$  is antecedent AND  $\square e(k)$  is antecedent AND  $\sum_{i=0}^l e(k)$  is antecedent] THEN  $u(k)$  is consequent

ภาพที่ 5 แสดงการออกแบบฟังก์ชันสมาชิก (membership function) ของอินพุททั้งสองตัว ซึ่งก็คือค่าความผิดพลาด ( $e$ ) และค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงความผิดพลาด ( $de$ )

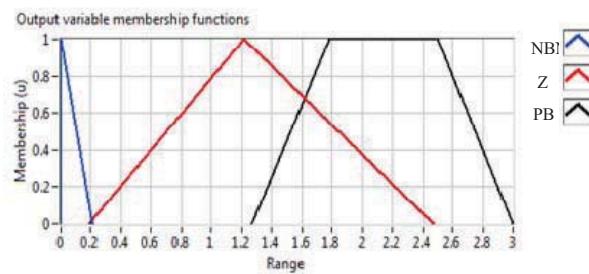


ภาพที่ 5 : การออกแบบฟังก์ชันสมาชิกของอินพุท

กฎที่ใช้ในการควบคุมฟิชช์ล็อกิกมีรายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 2

$e \backslash de$	NB	Z	PB
NB	NB	NB	NB
Z	PB	NB	NB
PB	PB	PB	Z

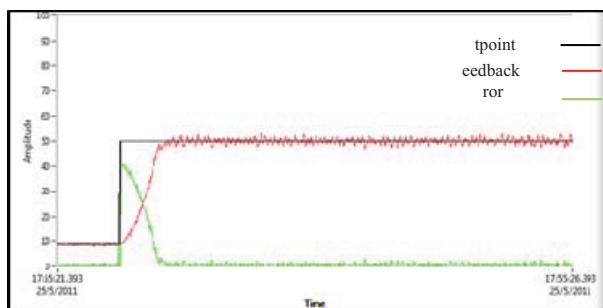
ภาพที่ 6 แสดงการออกแบบฟังก์ชันสมาชิกเอาท์พุทจากฟิชช์ล็อกิกการแปลงสัญญาณของสมาชิกเอาท์พุทที่ได้ให้เป็นค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงของสัญญาณสั่งงาน (UDfuzzy) จะใช้ทฤษฎีค่าจุดศูนย์กลางพื้นที่ (Center of Area method)



ภาพที่ 6 : การออกแบบฟังก์ชันสมาชิกของเอาท์พุท

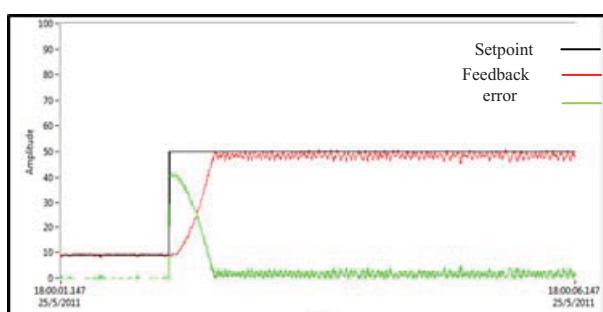
#### 4. การทดลอง (Experiment Result)

การทดลองเพื่อทดสอบความสามารถของระบบควบคุมแบบผสม ระหว่าง ฟิชช์ล็อกิกกับพีไออีกระทำโดยการควบคุมความดันและทดสอบกดอัคชันงาน โดยการเปรียบเทียบสัญญาณการตอบสนอง กับ ระบบควบคุม พีไออี และ ฟิชช์



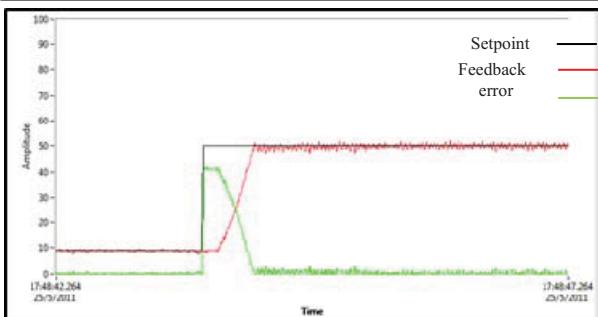
ภาพที่ 7 : แสดงสัญญาณตอบสนองของระบบ พีไออี ที่ควบคุม

ความดัน 50 บาร์

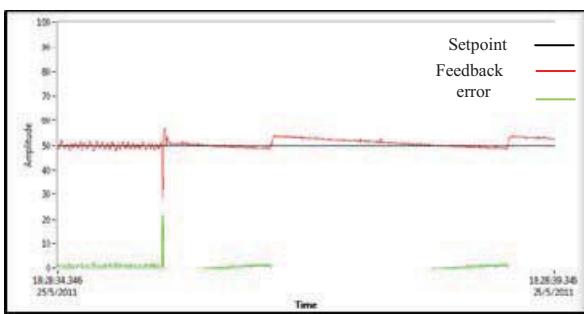


ภาพที่ 8 : แสดงสัญญาณตอบสนองของระบบ ฟิชช์ ที่ควบคุม

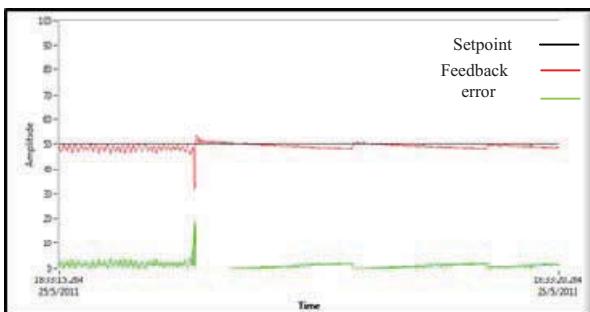
ความดัน 50 บาร์



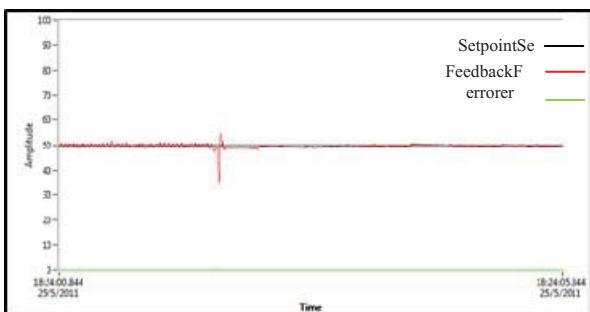
ภาพที่ 9 : แสดงสัญญาณตอบสนองของระบบ ผสม ที่ควบคุม  
ความดัน 50 บาร์



ภาพที่ 10: แสดงสัญญาณตอบสนองของระบบ พีไอดี ที่ควบคุม  
ความดัน 50 บาร์ และทดสอบกอตช์ชีนงาน



ภาพที่ 11 : แสดงสัญญาณตอบสนองของระบบ พีชี ที่ควบคุม  
ความดัน 50 บาร์ และทดสอบกอตช์ชีนงาน



ภาพที่ 12 : แสดงสัญญาณตอบสนองของระบบแบบผสม ที่  
ควบคุมความดัน 50 บาร์ และทดสอบกอตช์ชีนงาน

## 5. สรุปผลการวิจัย และแนวทางการพัฒนา

จากการทดลองสรุปได้ว่า การควบคุมความดันด้วยระบบควบคุมแบบผสม นั้นสามารถควบคุมความดันได้ตามค่าที่กำหนด เมื่อเปรียบเทียบสัญญาณการตอบสนองของระบบกับ ระบบควบคุม พีไอดี และ พีชี แต่เมื่อทำการทดสอบกอตช์ชีนงานพบว่าระบบที่ควบคุมด้วยระบบแบบผสมนี้ สามารถควบคุมความดันได้ดีที่สุดซึ่งดูได้จากสัญญาณตอบสนองในภาพที่ 12 ล้วนสัญญาณการตอบสนองของระบบควบคุม พีไอดี มีการแกว่งของสัญญาณมากกว่าระบบควบคุมแบบพีชี และระบบควบคุมแบบผสม ดูได้จากภาพที่ 10 และ 11 การพัฒนาระบบในขั้นต่อไปจะทำการควบคุมที่ ว้าว และความเร็ว รอบของมอเตอร์ ไฟฟ้าด้วย และใช้เซ็นเซอร์ ในการตรวจวัดความดัน เพื่อที่นี้อีกหนึ่งจุดเพื่อลดความดันต่อกันที่ว้าว

## 6. เอกสารอ้างอิง

- [1] L-X Wang, “Adaptive Fuzzy Systems and Control : Design and Stability Analysis., Prentice-Hall, 1994.
- [2] K. Astrom and T. Hagglund, “PID Controllers: Theory, Design, and Tuning,” Research Triangle Park, NC, Instrument Society of America, 1995.
- [3] ไกทัศน์ ชุมทอง และนันท์ไชติ ตั้งธีระคุณ, “การควบคุมแบบป้อนกลับของแขนกลไฮดรอลิก Feedback Control of Hydraulic Robot,”ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
- [4] Pornjit Pratumsuwan, “A Hybrid of Fuzzy and Proportional-Integral-Derivative Controller for Electro-Hydraulic Position Servo System,” Department of Teacher Training in Electrical Engineering, Faculty of Technical Education. King Mongkut’s University of Technology North Bangkok, 2010.
- [5] Labview user manual, April 2003 Edition Part Number 320999E-01.
- [6] Mannesmann Rexroth, “Basic Principles and Components of Fluid Technology,” pp. 252, 1991
- [7] เอกลักษณ์ ศุภมงคล, “การปรับตัวควบคุมพีชี - พีไอดี สำหรับการหันทิศทางของเซลิคอบเตอร์ขนาดเล็ก” สถาบันวิทยาการหุ่นยนต์ภาคสนาม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 2550.

## การสร้างและหาประสิทธิภาพอุปกรณ์จำลองสถานการณ์การฝึกทักษะงานเชื่อมไฟฟ้า The Construction and Efficiency of Simulation Welding Device

อำนวย สังข์ทอง, เชาวลิต ถาวรสิน และ สันติ หุตานาน

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

e-mail : h.santi@hotmail.com

### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพอุปกรณ์การฝึกทักษะงานเชื่อมไฟฟ้า โดยใช้การเปรียบเทียบจำนวนวัสดุที่ใช้ในการฝึกและคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบการฝึกปฏิบัติ ระหว่างการเรียนแบบปกติกับการฝึกด้วยอุปกรณ์จำลองสถานการณ์กุญแจอ่าย่างที่ใช้ในการศึกษาประกอบด้วย นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ จำนวน 10 คน ที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชางานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น วิทยาลัยเทคนิคโยสธรการเก็บรวบรวมข้อมูลได้จากการสอบปฏิบัติตามใบงาน สถิติที่ใช้คือ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าร้อยละ และ t-test

ผลการศึกษาพบว่า เมื่อนำผลคะแนนของกลุ่มทดลองมาหาประสิทธิภาพได้เท่ากับ 84.96 หากลัมกุทธิ์การฝึกทักษะจาก t-test พบว่าผลลัมกุทธิ์การฝึกทักษะด้วยอุปกรณ์จำลองสถานการณ์ไม่แตกต่างกับการเรียนแบบปกติ และการฝึกด้วยอุปกรณ์จำลองสถานการณ์ใช้วัสดุฝึกน้อยกว่าการเรียนแบบปกติ

**คำสำคัญ:** อุปกรณ์จำลองการฝึกทักษะงานเชื่อมไฟฟ้า, หลักสูตรการเชื่อมขึ้นพื้นฐาน

### Abstract

The purposes of this special problem were (1) to construct the simulation device for the basic arc welding training; (2) to evaluate the efficiency of the simulation device; and (3) to compare the amount of materials used between the traditional method training and the training with the simulation device.

The sample used in this study consists of 10 vocational certificate students who studied basic metal welding work at Yasothon Technical College. After the experiment, data were gathered from work sheet. The statistics used were mean, standard deviation, percentage and t-test.

From the results, it can be concluded that the simulation device was efficient to use. The results from the work sheet reveal that the experimental group's score was 84.96 % and it was higher than the set criterion (80%). The finding from the t-test show no statically significant difference between the two groups, and the training with the simulation device used fewer materials than learning with the traditional method.

**Keyword:** Simulation Welding Device, Basic Welding Course



## 1. บทนำ

จากการเรียนการสอนวิชางานเชื่อมและโลหะแผ่น เป็นองค์ที่ผ่านมา ปัญหาที่เกิดขึ้นและพบมากที่สุดคือ วัสดุที่ใช้ในการฝึกทักษะงานเชื่อมไฟฟ้า เช่น ลวดเชื่อมไฟฟ้า แผ่นโลหะชิ้นงาน ซึ่งเป็นวัสดุฝึกสิ่งเปลี่ยนและมีราคาแพง ไม่สามารถนำมาใช้ได้อีก ทำให้เสียค่าใช้จ่ายมาก ดังนั้นผู้ศึกษาจึงมีแนวคิดที่จะพัฒนากระบวนการเรียนการสอน เพื่อลดค่าใช้จ่ายในการฝึกทักษะงานงานเชื่อมไฟฟ้า โดยการสร้างอุปกรณ์จำลองสถานการณ์ เชื่อมไฟฟ้า สำหรับการฝึกอบรมก่อนที่จะให้ฝึกทักษะกับวัสดุจริงเป็นลำดับต่อมา

การเชื่อมไฟฟ้านั้น ผู้เชื่อมจะต้องมีความรู้ทั้งลักษณะท่าทางการเชื่อม และการปรับขนาดของกระแสไฟฟ้า ให้เหมาะสมกับวัสดุชิ้นงาน[5],[6],[7],[8] ซึ่งสอดคล้องกับหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ(ปวช.) ที่ระบุไว้ในคำอธิบายรายวิชา[1] ดังนั้นหากผู้เรียนที่ไม่มีพื้นฐานความรู้ด้านการเชื่อมไฟฟ้ามาก่อนหากเรียนภาคทฤษฎีเสร็จเรียบร้อยแล้ว และนำไปฝึกกับสถานการณ์จริง จะส่งผลให้เกิดการสิ้นเปลืองวัสดุฝึก เป็นอย่างมากกว่าที่ผู้เรียนจะมีความชำนาญ แต่หากได้ใช้อุปกรณ์การจำลองงานเชื่อมไฟฟ้าเลียนก่อนที่จะฝึกจริง ก็จะทำให้ผู้เรียนมีความชำนาญในการวางแผนการทำงานเชื่อมและการเดินแนวรอยเชื่อม ได้เป็นอย่างดี ก่อนที่จะลงฝึกจริง ซึ่งจะช่วยลดปัญหาการสิ้นเปลืองวัสดุไฟฟ้าได้เป็นอย่างดี[2],[3],[4]

## 2. วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

2.1 เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพ อุปกรณ์จำลองสถานการณ์การฝึกทักษะงานเชื่อมไฟฟ้า

2.2 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์การฝึกทักษะด้วยอุปกรณ์จำลองสถานการณ์กับการฝึกปกติ

## 3. วิธีดำเนินการศึกษา

### 3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.1.1 ประชากรที่ใช้ในการศึกษานี้ คือนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ชั้นปีที่ 1 แผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ ที่ลงทะเบียนเรียนวิชางานเชื่อมและโลหะแผ่น

เมืองต้น รหัส 2100-1005 วิทยาลัยเทคนิคโซชาร ภาคเรียนที่ 2/2554

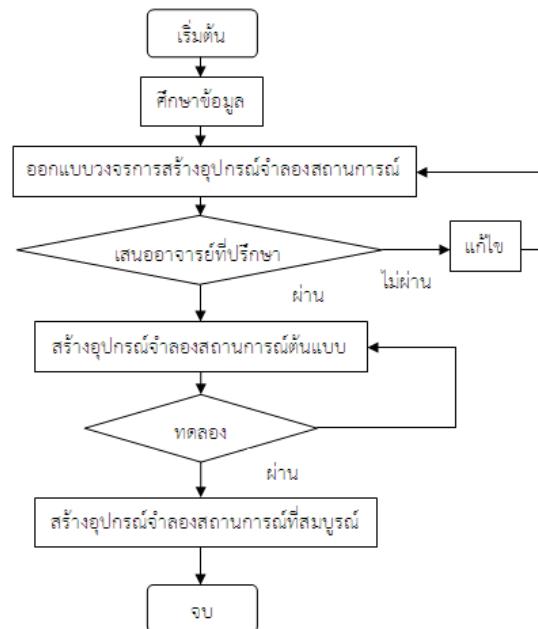
3.1.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษานี้ ผู้ศึกษาใช้วิธีการสุ่มแบบเจาะจง (Purposive Sampling) คือ นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 1 จำนวน 10 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลอง

### 3.2 สร้างเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

ผู้ศึกษาได้ดำเนินการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา โดยแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ

3.2.1 แบบประเมินเพื่อสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับการสร้างอุปกรณ์เพื่อใช้ในการจำลองสถานการณ์การฝึกทักษะงานเชื่อมไฟฟ้า

3.2.2 แบบบันทึกผลการทดลองจากการอุปกรณ์จำลองสถานการณ์โดยกลุ่มตัวอย่าง



ภาพที่ 1 ขั้นตอนการสร้างอุปกรณ์จำลองสถานการณ์

### 3.3 ดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

จากการที่ผู้ศึกษาได้สร้างเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาเพื่อหาคุณภาพของอุปกรณ์จำลองสถานการณ์ รวมไปถึงวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อนำไปวิเคราะห์และสรุปผล โดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ

#### 3.3.1 ข้อมูลจากผู้เชี่ยวชาญ

3.3.1.1 ติดต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 9 คน และนัดหมายวัน เวลา เพื่อตรวจสอบการทำงานของอุปกรณ์จำลองสถานการณ์พร้อมทั้งประเมินผล

3.3.1.2 สาธิตการทำงานของอุปกรณ์จำลองสถานการณ์ให้ผู้เชี่ยวชาญดู

3.3.1.3 ให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินการทำงานของอุปกรณ์จำลองสถานการณ์

3.3.1.4 เก็บรวบรวมข้อมูลจากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ



#### 4. ผลของการศึกษา

ตารางที่ 1 ค่าคะแนนเฉลี่ยและค่าร้อยละในการปฏิบัติงานตามไปสั่งงาน ของกลุ่มทดลอง

งานที่	ผู้ฝึก	คะแนน			
		เต็ม	ที่ได้	เฉลี่ย	ร้อยละ
1	5	250	218	43.60	87.20
2	5	250	212	42.40	84.80
3	5	250	210	42.00	84.00
4	5	250	212	42.40	84.80
5	5	250	210	42.00	84.00
เฉลี่ยรวม			42.48	84.96	

จากตารางที่ 1 พบว่า จากการนำอุปกรณ์จำลองสถานการณ์ที่ผู้ศึกษาสร้างขึ้นไปทดลองใช้กับกลุ่มทดลองจำนวน 5 คน โดยให้ภูมิบัติงานตามไปสั่งงานทั้ง 5 งาน คะแนนเต็มรวม 250 คะแนน ผลปรากฏว่า คะแนนเฉลี่ยสูงสุดคือ งานที่ 1 งานซ่อมเดินแนวท่ารำ กลุ่มทดลองสามารถปฏิบัติได้ 218 คะแนน คิดเป็นคะแนนเฉลี่ย 43.60 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 87.20

และคะแนนเฉลี่ยต่ำสุด คือ งานที่ 3 งานซ่อมเดินแนวท่าด้วยเชือกขึ้น และงานที่ 5 งานซ่อมเดินแนวท่าต่อ ตัวที่ กลุ่มทดลองสามารถปฏิบัติได้ 210 คะแนน คิดเป็นคะแนนเฉลี่ย 42.00 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 84.00

เมื่อรวมทั้ง 5 งาน กลุ่มทดลองสามารถปฏิบัติงานได้คิดเป็นคะแนนเฉลี่ย 42.48 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 84.96

ดังนั้นสรุปได้ว่า อุปกรณ์จำลองสถานการณ์ฝึกทักษะงานซ่อมไฟฟ้า ที่ผู้ศึกษาสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพร้อยละ 84.96 ซึ่งสูงกว่าสมมติฐานที่ตั้งไว้



ภาพที่ 4 ผู้เรียนกำลังใช้อุปกรณ์จำลองสถานการณ์การฝึกทักษะงานซ่อมไฟฟ้า

ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบจำนวนวัสดุที่ใช้ระหว่างกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลอง

งานที่	กลุ่มควบคุม		กลุ่มทดลอง	
	ลวดเชื่อม	ชิ้นงาน	ลวดเชื่อม	ชิ้นงาน
1	96	23	68	19
2	51	19	41	16
3	41	15	36	14
4	38	13	28	11
5	35	36	28	32
รวม	261	106	201	92
$\bar{X}$	52.20	21.20	40.20	18.40
SD	25.21	9.12	16.49	8.14

จากตารางที่ 2 เปรียบเทียบจำนวนการใช้วัสดุ พบว่า กลุ่มควบคุมใช้ลวดเชื่อม จำนวน 261 เส้น และใช้ชิ้นงานจำนวน 106 ชิ้น กลุ่มทดลอง ใช้ลวดเชื่อม จำนวน 201 เส้น และใช้ชิ้นงาน จำนวน 92 ชิ้น

ดังนั้นสรุปได้ว่า การฝึกทักษะด้วยอุปกรณ์จำลองสถานการณ์ใช้วัสดุน้อยกว่าการเรียนแบบปกติ

ตารางที่ 3 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ระหว่างกลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลอง

งานที่	กลุ่มตัวอย่าง	จำนวน	คะแนน		*t
			รวม	เฉลี่ย	
1	กลุ่มควบคุม	5	220	44.00	0.632
	กลุ่มทดลอง	5	218	43.60	
2	กลุ่มควบคุม	5	210	42.00	0.395
	กลุ่มทดลอง	5	212	42.40	
3	กลุ่มควบคุม	5	212	42.40	0.632
	กลุ่มทดลอง	5	210	42.00	
4	กลุ่มควบคุม	5	210	42.00	0.158
	กลุ่มทดลอง	5	212	42.40	
5	กลุ่มควบคุม	5	208	41.60	0.263
	กลุ่มทดลอง	5	210	42.00	
รวม	กลุ่มควบคุม	5	1,060	42.40	0.038
	กลุ่มทดลอง	5	1,062	42.48	

\* ที่ df = 8 , t = 1.860, two tailed

จากตารางที่ 3 พบว่า การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ การฝึกทักษะด้วยอุปกรณ์จำลองสถานการณ์ที่ผู้ศึกษาสร้างขึ้นกับการสอนแบบปกติ ของกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นกลุ่มควบคุมจำนวน 5 คน และกลุ่มทดลอง จำนวน 5 คน( $df = n_1 + n_2 = 8$  ที่ระดับนัยสำคัญ  $.05 t = 1.860$ )

เมื่อเปรียบเทียบรวมทั้ง 5 งาน พบร่วมค่า t จากการคำนวณ  $= 0.038$  ซึ่งน้อยกว่าค่า t จากตาราง แสดงว่า ผลสัมฤทธิ์การฝึกทักษะด้วยอุปกรณ์จำลองสถานการณ์ที่ผู้ศึกษาสร้างขึ้นกับการสอนแบบปกติไม่แตกต่างกันซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2

## 5. สรุปผลการศึกษา และข้อเสนอแนะ

การใช้อุปกรณ์จำลองสถานการณ์เพื่อฝึกทักษะการควบคุมหัวเชื่อม และลวดเชื่อมในงานเชื่อมไฟฟ้า ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีประสิทธิภาพร้อยละ 84.96 สูงกว่าเกณฑ์ 80 ที่กำหนดไว้ ในข้อสมมติฐาน การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์การฝึกทักษะด้วยอุปกรณ์จำลองสถานการณ์กับการสอนปกติ ซึ่งทดสอบโดยใช้สถิติ t-test มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 พบร่วมค่า ผลสัมฤทธิ์ของการฝึกทักษะของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองไม่แตกต่างกัน

ผลการประเมินอุปกรณ์จำลองสถานการณ์จากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 9 คน ปรากฏว่า ด้านการออกแบบได้ผลการประเมินคะแนนเฉลี่ย 4.50 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ ดีมาก และด้านการใช้งานได้ผลการประเมินคะแนนเฉลี่ย 4.53 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ ดีมาก ผลการประเมินทั้งสองด้านเฉลี่ยรวม 4.51 อยู่ในเกณฑ์ที่สามารถใช้งานได้

ผลการเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลอง ปรากฏว่า กลุ่มทดลองเสียค่าใช้จ่ายในการฝึกทักษะน้อยกว่า กลุ่มทดลอง 662.44 บาท หรือ 132.49 บาทต่อคนโดยเฉลี่ย

### 5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 หัวเชื่อมจำลองควรจะสามารถปรับมุมของลวดเชื่อมได้เหมือนหัวเชื่อมจริง

5.3.2 การวางแผนชั้นงานจำลองควรแยกออกจากตัวเครื่อง

## 6. เอกสารอ้างอิง

- [1] กรมอาชีวศึกษา, “หลักสูตรประกาศนียบตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545”, กรุงเทพมหานคร, 2545.
- [2] อรพรัตน์ พรสีมา, “เทคโนโลยีทางการสอน”, กรุงเทพมหานคร, ไอเออสพีนดิ้งເເສເສ, 2530.
- [3] สุภา กิจจาร, “การใช้สถานการณ์จำลอง”, เอกสารสัมมนา นิเทศ วิทยาลัยครุสุนนท์, 2519.
- [4] ธรรมรัตน์ ปัญญาชิรากุล, “การสร้างอุปกรณ์จำลองสถานการณ์ การฝึกทักษะงานเชื่อมไฟฟ้า”, วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตร์ อุดมศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาเครื่องกล ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2550.
- [5] นริศ ศรีเมฆและคณะ, “งานเชื่อมและโลหะแผ่นเบื้องต้น”, กรุงเทพมหานคร, สำนักพิมพ์เอมพันธ์, 2547.
- [6] ประชุม แย้มบุญชู, “งานเชื่อมและโลหะแผ่น”, กรุงเทพมหานคร, สำนักพิมพ์เอมพันธ์, 2543.
- [7] ปราโมทย์ วีระนุกูล, “กรรมวิธีการเชื่อมและทดสอบ”, กรุงเทพมหานคร, เจริญรุ่งเรืองการพิมพ์, 2541.
- [8] สมบูรณ์ เติงแหงส์เจริญ, “งานเชื่อมโลหะ”, กรุงเทพมหานคร, สำนักพิมพ์ศุนย์ส่งเสริมวิชาการ, 2549.



## บทเรียนโนมูลเรื่องกลศาสตร์วิศวกรรมสำหรับคุณวุฒิวิชาชีพระดับสูง Instructional Modules on the Engineering Mechanics for Vocational Qualification in High Level.

อดิศักดิ์ เจริญพงษ์

หัวหน้าแผนกวิชาช่างโยธา วิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี Adisak.jp@gmail.com

### บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างบทเรียน โนมูล เรื่องกลศาสตร์วิศวกรรมสำหรับคุณวุฒิวิชาชีพระดับสูง เพื่อหาประสิทธิภาพของโนมูลให้เป็นไปตามเกณฑ์กำหนดที่ 80/80 เปรียบเทียบผลการเรียนก่อนและหลังการใช้บทเรียน โนมูล และเพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อบทเรียน โนมูล ผลการตรวจสอบความเหมาะสมของบทเรียน โนมูลโดยผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน พบว่ามีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากทุกรายการประเมิน โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.33 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.75 ผลการหาประสิทธิภาพบทเรียน โนมูลพบว่าค่าเฉลี่ยคะแนนแบบทดสอบระหว่างเรียนทั้งโนมูลคิดเป็นร้อยละ 86.67 และค่าเฉลี่ยคะแนนแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคิดเป็นร้อยละ 87.83 ดังนั้นบทเรียน โนมูลเรื่องกลศาสตร์วิศวกรรมสำหรับคุณวุฒิวิชาชีพระดับสูง มีประสิทธิภาพผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้ที่ 80/80 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาถูมตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยจำนวน 40 คน ซึ่งได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง โดยใช้บทเรียน โนมูลทำการทดสอบก่อนเรียนและทดสอบหลังเรียนพบว่า คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนด้วยบทเรียน โนมูลเรื่องกลศาสตร์วิศวกรรมสำหรับคุณวุฒิวิชาชีพระดับสูง สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ผลการศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อบทเรียน โนมูลเรื่องกลศาสตร์วิศวกรรมสำหรับคุณวุฒิวิชาชีพ ระดับสูงเป็นรายค้านพบว่า ด้านการส่งเสริมการคิดวิเคราะห์เรียนมีความพึงพอใจในระดับมากที่สุดมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.98 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.45

**คำสำคัญ:** โนมูล กลศาสตร์วิศวกรรม

### Abstract

*This research aims to construct a module. The mechanical engineering profession for high-level qualifications. To determine the efficiency of the module according to the criteria of 80/80 compare results before and after the lesson module. And to the satisfaction of students with learning modules. Results to determine the suitability of the course modules are 5 people found the appropriate level in all of the mean was 4.33 standard deviation was 0.75 and the efficiency of learning modules that scores the test. Teaching the module as a percentage 86.67 and the average score of achievement as a percentage 87.83, so the lesson module on mechanical engineering for qualified professionals with high performance to meet the 80/80 contributions to the achievement. The student sample used in this study were 40 by means of purposive sampling. The course modules were tested before and after tests revealed that the average student with a learning module on professional qualifications for the higher-level engineering mechanics course, there were statistically significant at the .05 level of satisfaction of users. Lessons learned on the module's mechanical engineering qualifications for professional level was also found that To promote critical thinking in student's satisfaction levels with the mean and standard deviation of 2.45*

**Keyword:** Module, Engineering Mechanics Statics.

## 1. บทนำ

กลศาสตร์วิศวกรรมเป็นวิชาพื้นฐานสำหรับการเรียนวิศวกรรมทุกสาขา เนื่องจากการคำนวณและการออกแบบต่างใช้ความรู้ที่เน้นการคำนวณทำให้ผู้เรียนจำเป็นต้องมีพื้นฐานจากวิชาพื้นฐานที่สามารถเรียนวิชาครุศาสตร์วิศวกรรมได้ โดยเฉพาะสาขาวิศวกรรมโยธาที่เน้นการวิเคราะห์ ออกแบบ โครงสร้างเพื่อให้เกิดความประยุกต์ ปลอดภัยแก่ผู้ที่อยู่อาศัยเป็นหลัก สอดคล้องกับมาตรฐานวิชาชีพสาขาโยธาที่กำหนดให้ผู้เรียนคำนวณออกแบบโครงสร้างได้[1] จุดประสงค์ของผู้ที่สำเร็จการศึกษาในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ประเภทวิชาอุตสาหกรรมสาขาวิชาโยธา ให้สามารถคิดวิเคราะห์ แก้ปัญหา สร้างสรรค์ และนำเทคโนโลยีมาใช้ในการพัฒนาการก่อสร้างงานโยธา

หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2546 ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ เป็นหลักสูตรที่ได้ทำการปรับเปลี่ยนใหม่และได้ทำการปรับเวลาเรียนจาก 4 ภาคเหลือ 3 ภาคต่อสัปดาห์ แต่เนื้อหาซึ่งคงเท่าเดิมไม่ได้ปรับเปลี่ยนตามเวลา ดังนั้นครุพัชร์สอนจำเป็นต้องปรับแผนการสอนให้สอดคล้องกับเนื้อหาสาระโดยเฉพาะวิชาที่กำหนดให้เป็นรายวิชาพื้นฐาน 3100-0101 กลศาสตร์วิศวกรรม 1 ที่มีเนื้อหาภาคทฤษฎีว่าด้วยเรื่องของการคำนวณรวม 12 บท ดังนั้นผู้สอนจึงต้องแสวงหาวิธีการ สื่อการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพ การเลือกใช้สื่อการสอนที่เหมาะสมเพื่อที่จะสร้างความรู้พื้นฐานทักษะการประยุกต์ใช้ ตลอดจนนำไปสู่การคำนวณและการออกแบบ ผู้เรียนสามารถศึกษาได้ด้วยตนเองเพื่อเป็นการเสริมระยะเวลาการเรียนการสอนภาคทฤษฎีจากครุพัชร์สอนในความปกติได้

บทเรียนโน้มถ่วงโน้มถ่วงเทคโนโลยีทางการศึกษาอย่างหนึ่งที่สามารถส่งเสริมการเรียนการสอนเนื่องจากเป็นบทเรียนที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง มีวัตถุประสงค์ แน่นอน คำบรรยาย คำแนะนำ อุปกรณ์การเรียน กิจกรรมที่หลากหลายช่วยทักษะสำหรับผู้เรียน และเพื่อให้ผู้เรียนได้เลือกเรียนได้ตามความถนัดและความสนใจของตนเอง และสามารถทำแบบทดสอบเพื่อวัดและประเมินผลหลังจากจบบทเรียนในแต่ละโน้มถ่วง[2] ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนที่ให้ผู้เรียนสามารถช่วยเหลือตนเองตามความสามารถ ความสนใจ และความพร้อมของแต่ละบุคคลได้[3]

## 2. วัตถุประสงค์

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ดังนี้

- 2.1 เพื่อสร้างบทเรียนโน้มถ่วง เรื่องกลศาสตร์วิศวกรรมสำหรับคุณวุฒิวิชาชีพระดับสูง
- 2.2 เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนโน้มถ่วงให้เป็นไปตามเกณฑ์กำหนดที่ 80/80 และเปรียบเทียบผลการเรียนก่อนและหลังการใช้บทเรียนโน้มถ่วง เรื่องกลศาสตร์วิศวกรรมสำหรับคุณวุฒิวิชาชีพระดับสูง
- 2.3 เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อบทเรียนโน้มถ่วง เรื่องกลศาสตร์วิศวกรรมสำหรับคุณวุฒิวิชาชีพระดับสูง

## 3. บทเรียนโน้มถ่วง

### 3.1 หลักการ องค์ประกอบของโน้มถ่วง

ธรรมชาติของมนุษย์จะมีความรู้สึกตอบสนองต่อสิ่งที่ตนอยากรู้และสิ่งที่ตนสนใจก่อนเป็นอันดับแรก เมื่อขาดความสนใจจะไม่มีอารมณ์ที่ตอบสนอง การที่จะพัฒนาคุณลักษณะและความสามารถของมนุษย์ได้นั้นจะต้องเข้าใจในลักษณะความรู้ความสามารถของแต่ละคนที่มีความไม่เหมือนกัน การจัดการเรียนการสอนรายบุคคลหรือการจัดการเรียนการสอนตามอัตลักษณ์ของบุคคลนั้นจะช่วยให้ผู้เรียนรู้สึกสนุกสนานและสามารถเรียนรู้ได้ดี ตามที่ต้องการ[4]

บทเรียนโน้มถ่วงในภาษาไทยมีคำเรียกต่างๆ กันไป เช่น โน้มถ่วง โน้มถ่วง หน่วยการเรียนโน้มถ่วง หน่วยการสอนโน้มถ่วง ซึ่งโดยสรุป บทเรียนโน้มถ่วง หมายถึงบทเรียนที่ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ในหนึ่ง ได้ตามความสามารถของตนเอง จะเป็นรายบุคคลหรือกลุ่มย่อยก็ได้ โดยผู้เรียนดำเนินการเรียนตามลำดับขั้นของวิธีการเรียนรู้แบบต่างๆ ที่เสนอไว้และวัดความสามารถของตนเองได้[5] บทเรียนโน้มถ่วงมีหลากหลายรูปแบบในองค์ประกอบย่อยภายในที่แตกต่างกันไปตามสถาบันการศึกษาที่ได้วิจัยและพัฒนาขึ้น รูปแบบที่ผู้วิจัยได้นำมาใช้สร้างบทเรียนโน้มถ่วงในครั้งนี้ผู้วิจัยใช้รูปแบบของมหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าพระนครเหนือทำการศึกษาวิจัยและพัฒนาขึ้นมาให้เป็นรูปแบบโน้มถ่วงมาตรฐานในการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ ประกอบด้วย ชื่อหน่วยการเรียน (Module name and Subject) บทนำ (Introduction) ประกอบด้วยองค์ประกอบย่อยคือ ความสำคัญของโน้มถ่วง และคำแนะนำในการเรียนโน้มถ่วง วัตถุประสงค์ (Objective) การประเมินผลก่อนการเรียน



(Pre-Assessment) กิจกรรมการเรียน (Instructional) การประเมินผลหลังการเรียน (Post-Assessment)

### 3.2 การหาประสิทธิภาพของบทเรียนโน้มถ่วง

การสร้างบทเรียนโน้มถ่วงก่อนที่จะนำใช้ต้องมีการปรับปรุงให้ได้มาตรฐานหรือให้ผ่านเกณฑ์ประสิทธิภาพที่กำหนดไว้ การหาประสิทธิภาพของโน้มถ่วงเพื่อให้มีคุณภาพสามารถนำไปใช้ได้ตรงเป้าหมายของการเรียนการสอน จึงต้องทำการประเมิน [5] จำแนกวิธีการประเมินผลสื่อการเรียนการสอน ไว้ วิธี กือ 3

3.2.1 การประเมินผลโดยผู้เชี่ยวชาญหรือครู โดยจะใช้แบบประเมินผลให้ผู้เชี่ยวชาญหรือครูพิจารณาทั้งด้านคุณภาพ เนื้อหาสาระ และเทคนิคการจัดทำสื่อประเภทนี้ แบบประเมินอาจเป็นมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) หรือเป็นแบบเห็นด้วย ไม่เห็นด้วย สรุปผลเป็นความถี่แล้วทดสอบต่อสนองความแตกต่างระหว่างความถี่ด้วยไสสแควร์

3.2.2 การประเมินผลโดยผู้เรียนมีลักษณะ เช่นเดียวกับการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญหรือครู แต่จะเน้นการรับรู้คุณค่าเป็นลำดับ

3.2.3 การประเมินผลโดยการตรวจสอบผลที่เกิดขึ้นกับผู้เรียน เป็นการหาประสิทธิภาพสื่อการสอนที่มีความเที่ยงตรงที่พิสูจน์คุณภาพ และคุณค่าของสื่อการสอนนั้น ๆ โดยจะวัดว่าผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อะไรบ้างเป็นการวัดเฉพาะผลที่เป็นจุดประสงค์ของการสอนโดยใช้สื่อนั้น จำแนกเป็น 2 วิธีคือ

1. กำหนดเกณฑ์มาตรฐานขั้นต่ำไว้ เช่น เกณฑ์ 80/80 หรือ 90/90

2. ไม่ได้กำหนดมาตรฐานไว้ล่วงหน้าแต่จะพิจารณาจากการเปรียบเทียบผลการสอนหลังเรียนว่า สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญหรือไม่ หรือเปรียบเทียบว่าผลสัมฤทธิ์จากการเรียนด้วยสื่อนั้นสูงกว่าหรือเท่ากับสื่อ หรือเทคนิคการสอนอย่างอื่นหรือไม่ โดยใช้สถิติทดสอบ t-test

### 3.3 ความพึงพอใจ

ความสัมพันธ์ระหว่างความพึงพอใจ และผลของการปฏิบัติงานจะถูกเชื่อมโยงด้วยปัจจัยอื่นๆ ผลการปฏิบัติงานที่ดีจะนำไปสู่ผลตอบแทนที่เหมาะสม ซึ่งในที่สุดจะนำไปสู่การตอบสนองความพึงพอใจ ผลการปฏิบัติงานย่อมได้รับการ

ตอบสนองในรูปของรางวัล หรือผลตอบแทนซึ่งแบ่งออกเป็น ผลตอบแทนภายใน และผลตอบแทนภายนอก โดยผ่านการรับรู้เกี่ยวกับความยุติธรรมของผลตอบแทน ซึ่งเป็นตัวบ่งชี้ ปริมาณของผลตอบแทนที่ผู้ปฏิบัติงานได้รับ นั่นคือ ความพึงพอใจในงานของผู้ปฏิบัติงานจะถูกกำหนดโดยความแตกต่างระหว่างผลตอบแทนที่เกิดขึ้นจริง และการรับรู้เรื่องเกี่ยวกับความยุติธรรมของผลตอบแทนที่ได้ แล้วความพึงพอใจย่อมเกิดขึ้น[6]

จากแนวคิดพื้นฐานดังกล่าว เมื่อนำมาใช้ในการจัดกิจกรรมในการเรียนการสอน ผลตอบแทนหรือรางวัลภายใน เป็นผลด้านความรู้สึกของผู้เรียนที่เกิดแก่ตัวผู้เรียน เช่น ความรู้สึกต่อความสำเร็จที่เกิดขึ้นเมื่ออาชันนความยุ่งยากต่างๆ และสามารถดำเนินงานภายใต้ความยุ่งยากทั้งหลายสำเร็จ ทำให้เกิดความภาคภูมิใจ ความมั่นใจ ตลอดจนได้รับการยกย่องจากบุคคลอื่น ส่วนผลตอบแทนภายนอกเป็นรางวัลที่ผู้อื่นจัดทำมาให้มากกว่าที่ตนเองให้ต้นเอง เช่น การได้รับการยกย่องเช่นเชยจากครูผู้สอน พ่อแม่ ผู้ปกครองหรือแม่แท่การให้คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในระดับน่าพอใจ

สรุปได้ว่า ความพึงพอใจในการเรียน และผลการเรียนจะมีความสัมพันธ์กันในทางบวกทั้งนี้ขึ้นอยู่กับว่ากิจกรรมที่ผู้เรียนได้ปฏิบัตินั้นทำให้ผู้เรียนได้รับการตอบสนองความต้องการทางด้านร่างกาย และจิตใจ ซึ่งเป็นส่วนสำคัญที่จะทำให้เกิดความสมบูรณ์ของชีวิตมากน้อยเพียงใดนั่นคือ สิ่งที่ครูผู้สอนจะคำนึงถึงองค์ประกอบต่างๆ ในการเสริมสร้างความพึงพอใจในการเรียนรู้ให้กับผู้เรียน

## 4. ขั้นตอนและวิธีการดำเนินการวิจัย

### 4.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพขั้นสูง ชั้นปีที่ 1 (ปวส.1) สาขาวิชา วิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี ปีการศึกษา 1/2554 จำนวน 40 คน ซึ่งได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

### 4.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยในครั้งนี้แบ่งออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ บทเรียนโน้มถ่วง เรื่องกลศาสตร์วิศวกรรมสำหรับคุณวุฒิ วิชาชีพระดับสูง แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบสอบถามความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อบทเรียนโน้มถ่วง เรื่องกลศาสตร์วิศวกรรมสำหรับคุณวุฒิวิชาชีพระดับสูง การ

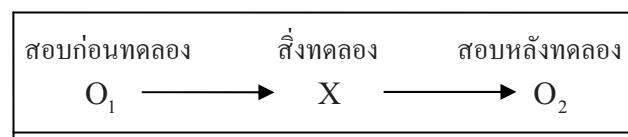
สร้างบทเรียนโนมคูล เรื่องกลศาสตร์วิศวกรรมสำหรับคุณวุฒิ วิชาชีพระดับสูง ผู้วิจัยได้ทำการศึกษามาวิเคราะห์จุดประสงค์ รายวิชา มาตรฐานรายวิชา และค่าอิพิชารายวิชา หลังจากนั้น ทำการสังเคราะห์เป็นบทเรียนโนมคูล เรื่องกลศาสตร์วิศวกรรม สำหรับคุณวุฒิวิชาชีพระดับสูง 12 โนมคูล ประกอบด้วย พื้นฐานกลศาสตร์และเวกเตอร์ ระบบแรง 2 มิติ ระบบแรง 3 มิติ สมดุลของแรง 2 มิติ สมดุลของแรง 3 มิติ เวกเตอร์ 3 มิติ และการคูณเวกเตอร์ โครงสร้าง Trusses โครงสร้าง Frames คุณสมบัติของไหลและการสมดุลของของไหลที่อยู่นั่น จุดศูนย์ถ่วงปริมาตร หลักการของแรงเสียดทาน และโมเมนต์ ความเฉื่อย หลังจากนั้นทำการสร้างองค์ประกอบตาม เอกสารข้างต้น[5] ประกอบด้วยชื่อหัวเรียน (Module name and Subject) บทนำ (Introduction) ประกอบด้วย องค์ประกอบย่อยคือ ความสำคัญของโนมคูล และคำแนะนำในการเรียนโนมคูล วัตถุประสงค์ (Objective) การประเมินผลก่อน การเรียน (Pre-Assessment) กิจกรรมการเรียน (Instructional) การประเมินผลหลังการเรียน (Post-Assessment) ทำการ ตรวจสอบความเหมาะสมของบทเรียนโนมคูลโดยผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน การประเมินผลโดยการตรวจสอบผลที่เกิดขึ้นกับผู้เรียน เป็นการหาประสิทธิภาพสื่อการสอนที่มีความเที่ยงตรงที่พิสูจน์ คุณภาพ และคุณค่าของโนมคูลโดยใช้เกณฑ์ 80/80

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทำการสร้าง แบบทดสอบจากการวิเคราะห์เนื้อหาบทเรียนโนมคูลที่สร้างขึ้น หลังจากนั้นทำการสร้างข้อสอบที่เป็นแบบอัตนัยจำนวน 20 ข้อ ตามจุดประสงค์การเรียนรู้ แล้วนำแบบทดสอบไปให้ ผู้เชี่ยวชาญดำเนินการประเมินความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ การเรียนรู้ ปรากฏว่าค่าตามผ่านเกณฑ์ทุกข้อ หลังนั้นนำไป ทดสอบกับนักศึกษา ปวส.1 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างในงานวิจัย และนำผลการทดสอบมาตรวจสอบให้ค่าคะแนน หลังนั้นนำค่าคะแนน มาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) สรุป ได้ว่าแบบทดสอบผ่านเกณฑ์ทุกข้อ หลังจากนั้นใช้สูตร K-20 ของ Kuder Richardson หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยมีค่าความเชื่อมั่นอยู่ที่ .95 แสดงให้เห็นว่าแบบทดสอบมี ค่าความเชื่อมั่นอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมเชื่อถือได้ เมื่อผ่านการ วิเคราะห์จะได้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์เพื่อนำไปใช้กับกลุ่ม ทดสอบ

แบบสอบถามความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อบทเรียน โนมคูล เรื่องกลศาสตร์วิศวกรรมสำหรับคุณวุฒิวิชาชีพระดับสูง ทำการสร้างแบบสอบถามจากจุดประสงค์รายวิชา มาตรฐาน

รายวิชา และคำอิพิชารายวิชา เพื่อสอบถามถึงความเหมาะสม ความสอดคล้อง การทำความเข้าใจ ความสะดวกและง่ายต่อ การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง รูปแบบในการสร้างแบบสอบถาม คือ แบบสอบถามเป็นแบบ Rating Scale 5 ระดับ หลังนั้นนำ แบบสอบถามให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความพิจารณาตรวจสอบ คุณภาพความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ความถูกต้องเหมาะสมของ ภาษา และปรับปรุงตามที่ผู้เชี่ยวชาญให้ข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง โดยใช้แบบแผนการ ทดลองกลุ่มเดียว แต่มีการสอบก่อนเรียนและหลังเรียน (One-Group Pretest-Posttest Design)



ภาพที่ 1 : รูปแบบการทดลอง

## 5. ผลการดำเนินการวิจัย

### 5.1 ผลการสร้างบทเรียนโนมคูล

บทเรียน โนมคูลที่สร้างและพัฒนาขึ้นในงานวิจัยในครั้งนี้ใช้ ชื่อว่า บทเรียน โนมคูล เรื่องกลศาสตร์วิศวกรรมสำหรับคุณวุฒิ วิชาชีพระดับสูง เนื้อหา มี 12 โนมคูลประกอบด้วยพื้นฐาน กลศาสตร์และเวกเตอร์ ระบบแรง 2 มิติ ระบบแรง 3 มิติ สมดุลของแรง 2 มิติ สมดุลของแรง 3 มิติ เวกเตอร์ 3 มิติ และ การคูณเวกเตอร์ โครงสร้าง Trusses โครงสร้าง Frames คุณสมบัติของไหลและการสมดุลของของไหลที่อยู่นั่น จุดศูนย์ถ่วงปริมาตร หลักการของแรงเสียดทาน และโมเมนต์ ความเฉื่อย

### 5.2 ผลการหาประสิทธิภาพบทเรียนโนมคูล

ผลการตรวจสอบความเหมาะสมของบทเรียน โนมคูลโดย ผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่านพบว่าความเหมาะสมอยู่ในระดับมากทุก รายการประเมินโดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.33 ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐานเท่ากับ 0.75

การหาประสิทธิภาพบทเรียน โนมคูล เรื่องกลศาสตร์ วิศวกรรมสำหรับคุณวุฒิวิชาชีพระดับสูงทำการทดลองจาก แผนแบบการทดลอง ทำการเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ใน การวิจัย จากคะแนนการทำแบบทดสอบท้ายบทเรียน โนมคูล และการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังจากจบ บทเรียน โนมคูล หลังจากนั้นทำการประเมินผลความพึงพอใจ ของผู้เรียนที่มีต่อบทเรียน โนมคูลในด้านต่างๆ โดยใช้



แบบสอบถาม ผลการหาประสิทธิภาพจากกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัยในครั้งนี้ปรากฏดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการหาประสิทธิภาพบทเรียนโนมูล

แบบทดสอบ	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	S.D.	ร้อยละ
ระหว่างเรียน	120	104	2.13	86.67
หลังเรียน	40	35.13	1.56	87.83

จากตารางที่ 1 ประสิทธิภาพของบทเรียนโนมูลพบว่าค่าเฉลี่ยคะแนนแบบทดสอบทั้งโนมูลคิดเป็นร้อยละ 86.67 และค่าเฉลี่ยคะแนนแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคิดเป็นร้อยละ 87.83 ดังนั้นบทเรียน โนมูลเรื่องกลศาสตร์วิศวกรรม สำหรับคุณวุฒิวิชาชีพระดับสูงมีประสิทธิภาพผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้ที่ 80/80

ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการทำแบบทดสอบก่อนเรียนและแบบทดสอบหลังเรียนโดยใช้สถิติทดสอบ t-test ปรากฏดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แบบทดสอบ	n	$\bar{X}$	S.D.	t
ก่อนเรียน	40	18.47	2.11	-26.40*
หลังเรียน	40	35.13	1.32	

จากตารางที่ 2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษากลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยจำนวน 40 คน โดยใช้บทเรียน โนมูลทำการทดสอบก่อนเรียนและทดสอบหลังเรียนพบว่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนด้วยบทเรียน โนมูลเรื่อง กลศาสตร์วิศวกรรม สำหรับคุณวุฒิวิชาชีพระดับสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

### 5.3 ผลการศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อบทเรียนโนมูล

การศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนโดยใช้แบบสอบถามที่ผู้วิจัยได้ทำการสร้างขึ้นจากการศึกษาจากคุณวุฒิวิชาชีพ มาตรฐานรายวิชา และคำอธิบายรายวิชา เพื่อสอบถามถึงความเหมาะสม ความสอดคล้อง การทำความเข้าใจ ความสะดวก และง่ายต่อการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง ผลการศึกษาเป็นรายด้านปรากฏดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียน

ด้านการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	แปลผล
1.พื้นฐานการคำนวณ	4.78	1.34	มากที่สุด
2.ช่วยให้ผู้เรียนเรียนรู้ได้ดีขึ้น	4.96	2.11	มากที่สุด
3.ง่ายต่อการทำความเข้าใจ	4.77	1.27	มากที่สุด
4.เนื้อหาครบถ้วนชัดเจน	4.63	1.08	มากที่สุด
5.ส่งเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์	4.98	2.45	มากที่สุด

จากตารางที่ 3 ผลการศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อบทเรียน โนมูลเรื่องกลศาสตร์วิศวกรรม สำหรับคุณวุฒิวิชาชีพระดับสูง เป็นรายด้านพบว่า ด้านการส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ผู้เรียนมีความพึงพอใจในระดับมากที่สุดมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.98 ส่วนอื่นๆมีความพึงพอใจในระดับมากที่สุดมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.45

## 6. สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

### 6.1 สรุป

การวิจัยเรื่องบทเรียน โนมูล เรื่องกลศาสตร์วิศวกรรม สำหรับคุณวุฒิวิชาชีพระดับสูง มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างบทเรียน โนมูล เรื่องกลศาสตร์วิศวกรรม สำหรับคุณวุฒิวิชาชีพระดับสูง เพื่อหาประสิทธิภาพของ โนมูลให้เป็นไปตามเกณฑ์กำหนดที่ 80/80 เปรียบเทียบผลการเรียนก่อนและหลังการใช้บทเรียน โนมูล และเพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อบทเรียน โนมูล ผลการหาประสิทธิภาพบทเรียนบทเรียน โนมูล พบว่าค่าเฉลี่ยคะแนนแบบทดสอบทั้งโนมูลคิดเป็นร้อยละ 86.67 และค่าเฉลี่ยคะแนนแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคิดเป็นร้อยละ 87.83 ดังนั้นบทเรียน โนมูลเรื่องกลศาสตร์วิศวกรรม สำหรับคุณวุฒิวิชาชีพระดับสูงมีประสิทธิภาพผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้ที่ 80/80 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษากลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยจำนวน 40 คน ซึ่งได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) โดยใช้บทเรียน โนมูลทำการทดสอบก่อนเรียนและทดสอบหลังเรียนพบว่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนด้วยบทเรียน โนมูลเรื่องกลศาสตร์วิศวกรรม สำหรับคุณวุฒิวิชาชีพระดับสูง กว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ผลการศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อบทเรียน โนมูล เรื่องกลศาสตร์วิศวกรรม สำหรับคุณวุฒิวิชาชีพระดับสูง เป็นรายด้านพบว่า ด้านการส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ผู้เรียนมีความพึงพอใจในระดับมากที่สุดมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.98 ส่วน

เบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.45 และความพึงพอใจในภาพรวม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.82 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.65 ตามลำดับ

### 6.2 อภิปรายผล

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้ทำการสร้างบทเรียนโนมูลเพื่อแก้ไขปัญหาในการเรียนรายวิชาพื้นฐาน 3100-0101 กลศาสตร์วิศวกรรม 1 สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาฯ ที่มีเวลาเรียนจำกัด เวลาเรียนไม่เพียงพอต่อเนื้อหา และผู้เรียนขาดพื้นฐานด้านการคำนวณเป็นเหตุให้ผลการเรียนต่ำ หรือไม่ผ่านในรายวิชากลศาสตร์วิศวกรรม การวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยจึงได้ทำการสร้างบทเรียนโนมูลเรื่อง กลศาสตร์วิศวกรรมสำหรับคุณวุฒิวิชาชีพระดับสูง เพื่อเป็นการแก้ไขปัญหาผู้เรียนจากที่กล่าวข้างต้น การศึกษาวิจัยจะทำการวิจัยเชิงทดลอง เพื่อเป็นการยืนยันถึงคุณภาพของบทเรียนโนมูลที่ได้สร้างขึ้น ผู้วิจัยทำการหาประสิทธิภาพของบทเรียนโนมูลโดยกำหนดผ่านเกณฑ์ประสิทธิภาพ ไว้ที่ 80/80 พร้อมทั้งเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากคะแนนแบบทดสอบและแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และผู้วิจัยได้วัดระดับความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อบทเรียนโนมูล ผลปรากฏว่าบทเรียนโนมูลผ่านเกณฑ์ประสิทธิภาพที่ตั้งไว้ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ระดับความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อบทเรียนโนมูลอยู่ในระดับมากที่สุดทุกด้าน ทั้งนี้เนื่องมาจากการเรียนโนมูลเรื่องกลศาสตร์วิศวกรรมสำหรับคุณวุฒิวิชาชีพระดับสูงผู้วิจัยได้ทำการสร้างขึ้นเพื่อแก้ไขปัญหาผู้เรียนจากจุดประสงค์ มาตรฐาน และค่าอัธยาเรียมรายวิชาที่ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ และสังเคราะห์เอกสารเพื่อนำมาสู่การสร้างเป็นบทเรียนโนมูลที่มีคุณภาพ สามารถใช้แก้ปัญหาให้กับผู้เรียนสามารถศึกษา เรียนรู้ได้ด้วยตนเอง

### 6.3 ข้อเสนอแนะ

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้ทำการสร้างบทเรียนโนมูลเรื่อง กลศาสตร์วิศวกรรมสำหรับคุณวุฒิวิชาชีพระดับสูง เนื้อหา องค์ประกอบของโนมูลสามารถนำไปพัฒนาต่อยอดสร้างเป็นหนังสือเรียนที่มีคุณภาพและมีประโยชน์ต่อผู้เรียนหรือผู้ที่สนใจทั่วไป ทั้งนี้เนื่องจากกลศาสตร์วิศวกรรมเป็นวิชาพื้นฐาน สำหรับวิศวกรรมทุกสาขา สื่อการเรียนการสอนยังคงต้องใช้จากต่างประเทศเป็นหลัก ในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงนั้นยังขาดสื่อการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพและ

เหมาะสมต่อคุณวุฒิวิชาชีพ ดังนั้นจึงควรมีการส่งเสริมการวิจัย และพัฒนาต่อยอดการทำการวิจัยในการสอนเพื่อเป็นการพัฒนาและยกระดับการศึกษาของประเทศไทยให้ก้าวสู่ประชาคมอาเซียนในปี พ.ศ.2558 และสู่เวทีสากลต่อไป

### 7. เอกสารอ้างอิง

- [1] กรมอาชีวศึกษา. หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) พุทธศักราช 2545 (ปรับปรุง 2546). กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์ (ร.ส.พ.), 2546.
- [2] เสาร์นี ศิกขานันท์. การเรียนเรียนการสอนรายบุคคล. กรุงเทพมหานครฯ: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2526
- [3] สุรชัย ศิกขานันท์ และ เสาร์นี ศิกขานันท์. โนมูล. กรุงเทพมหานครฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2544.
- [4] Arends, Robert L; and Other. "Handbook for the Development of Instructional Module in competency Based Teacher Education Program." 2 nd ed. New York.: State University College at Buffalo. 1973,
- [5] บุญชน ศรีสะอาด. วิธีการสร้างสอดคล้องสำหรับการวิจัย. พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพฯ : สุวิริยาสาสน์, 2545.
- [6] อนอมจิตร วงศ์พัฒน์. การพัฒนาแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยโครงงานเรื่องการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมกลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนาและวัฒนธรรม ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. รายงานการศึกษาค้นคว้าอิสระ กศน. การบริหารการศึกษา :มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. ถ่ายเอกสาร, 2549.

# ទន្លេតាល់ពេទ្យអុទ្ធភាពករណី លាស៊ីវិមារ្យ ផែនក្រោម







## การศึกษาสภาพการเรียนการสอนทางด้านวิศวกรรมโทรคมนาคม เรื่องสายอากาศไมโครสตริป หลักสูตรระดับปริญญาตรี

### The Study of Conditions of Teaching and Learning in Telecommunication Engineering on Microstrip Antennas for Undergraduate Curriculum

เอกพันธุ์ พาเจริญ รัฐพล จันวงศ์ สมศักดิ์ อรรถกิมานุล

ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ 1518 ถนนพิบูลสงคราม เขตบางซื่อ กรุงเทพฯ

ekkaphanpa@hotmail.com, J\_rattaporn@hotmail.com, ssa@kmutnb.ac.th

#### บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสภาพการเรียนการสอนทางด้านวิศวกรรมไมโครเวฟ และวิศวกรรมสายอากาศ สำหรับ กรณีศึกษา เรื่อง สายอากาศไมโครสตริป หลักสูตรระดับปริญญาตรี โดยใช้แบบสอบถามในการเก็บและรวบรวมข้อมูล กลุ่มตัวอย่างเป็นอาจารย์ผู้สอน 24 คน และนักศึกษา 225 คน จากทั้งหมด 6 มหาวิทยาลัยที่มีการเรียนการสอนในสาขาวิชา วิศวกรรมไมโครเวฟ และวิศวกรรมสายอากาศ หรือที่เกี่ยวข้อง ผลการศึกษาสภาพการเรียนการสอนพบว่า ด้านเนื้อหาเรื่อง สายอากาศไมโครสตริป มีความสำคัญมาก ด้านสื่อการสอนขั้นไม่มีความหลากหลายด้านรูปแบบการสอนซึ่งส่วนใหญ่เป็นการสอนแบบบรรยาย และด้านการวัดผลสัมฤทธิ์ทั้งการเรียนจะใช้ข้อสอบทั้งแบบอัดนัยและปรนัยที่พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาจำนวนร้อยละ 44.40 มีเกรดเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 2.01-2.50 สำหรับประเด็นความต้องการในการพัฒนา เห็นว่าการพัฒนาด้านการสอนให้มีความหลากหลายมากยิ่งขึ้น

**คำสำคัญ:** สภาพการเรียนการสอน สายอากาศไมโครสตริป

#### Abstract

*This paper aimed to study the conditions of the teaching and the learning in the antennas and microwave engineering on microstrip antenna for the undergraduate curriculum. The questionnaires were collected from the sample group of 24 instructors and 225 students for 6 universities that have the course curriculum on the antennas and microwave engineering or related field. The results are as follows: the content is important and necessary to study, the instruction media is not diverse, the teaching method was mainly lecture and the evaluation of educational achievement test is subjective and objective. We found that the 44.10 % of students have moderate the academic achievement, GPA is about 2.01-2.50. The trends of development should be improved the many teaching methods*

**Keyword:** Conditions to Teaching and Learning, Micro-strip Antenna

## 1. บทนำ

เทคโนโลยีทางด้านสาขาวิชาชีวภาพ จัดได้ว่ามีความสำคัญ ในระบบการสื่อสาร โทรคมนาคม เป็นอย่างมาก ซึ่งในปัจจุบัน ได้มี การพัฒนาสาขาวิชาชีวภาพเพื่อรองรับกับการใช้งานในด้านต่างๆ เช่น การสื่อสารทางทหาร การสื่อสารผ่านดาวเทียม และการติดต่อสื่อสารต่างๆ เป็นต้น โดยทั่วไปสาขาวิชาชีวภาพ ได้ถูกออกแบบ และพัฒนาเพื่อรองรับกับระบบโทรศัพท์แบบเคลื่อนที่ ระบบการสื่อสารผ่านดาวเทียม ระบบวิทยุสื่อสาร ระบบเคราร์ ตลอดจนระบบการสื่อสารไร้สายที่ใช้งานในย่านความถี่ 2.4 GHz [1] ซึ่งเป็นย่านความถี่ที่เรียกว่า ISM (Industrial Scientific and Medical) ที่ถูกจัดสรรสำหรับใช้งานสาขาวิชาต่างๆ เช่น งานด้านวิทยาศาสตร์ ด้านอุตสาหกรรม และด้านการแพทย์ เป็นต้น สำหรับระบบมาตรฐานและอุปกรณ์ที่ใช้งานในความถี่ย่านนี้ ได้แก่ ระบบ IEEE 802.11 Bluetooth โทรศัพท์ไร้สาย และเตาไมโครเวฟ ในระยะเวลาที่ผ่านมา ได้มีการพัฒนาระบบการสื่อสารเหล่านี้ ให้มีความเร็วในการรับส่งข้อมูล และสามารถติดต่อสื่อสาร ในระยะทางที่ไกลๆ ซึ่งช่องทางหนึ่งที่สามารถกระทำได้ คือการพัฒนาสาขาวิชาชีวภาพที่มีประสิทธิภาพ นั่นเอง

สาขาวิชาชีวภาพที่ใช้ในการรับส่งข้อมูล สามารถแบ่งออกได้ หลายประเภท หรือแบ่งตามย่านความถี่ที่ใช้งาน เช่น สาขาวิชาชีวภาพ ได้โดยที่สามารถรองรับการใช้งานในย่านความถี่วิทยุ (Radio frequency) [2] สาขาวิชาชีวภาพในโครงสร้างที่รองรับการใช้งานในย่านความถี่ไมโครเวฟ (ความถี่ระหว่าง 1 GHz – 40 GHz) โดยที่สาขาวิชาชีวภาพในโครงสร้างที่ [3] เป็นสาขาวิชาชีวภาพ มีขนาดเล็กกะทัดรัด น้ำหนักเบา ใช้พื้นที่น้อยและมีลักษณะแบบครบวงจร ออกแบบอยู่บนแผ่นวงจรพิมพ์ (Print Circuit Board: PCB) ที่ใช้ในระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ ระบบการสื่อสารไร้สาย และระบบการสื่อสารผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์ เป็นต้น

สำหรับการจัดการเรียนการสอนในระดับอุดมศึกษา ทุกหลักสูตร ในด้านวิศวกรรม โทรคมนาคม กำหนดให้ เรื่องสาขาวิชาชีวภาพในโครงสร้าง เป็นหน่วยการเรียนหนึ่งในรายวิชา วิศวกรรมสาขาวิชาชีวภาพ หรือรายวิชาที่เกี่ยวข้อง เนื่องจาก เรื่องดังกล่าว มีความสำคัญในระบบการติดต่อสื่อสารปัจจุบัน และ

มีลักษณะเนื้อหาวิชาที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนมีความเข้าใจ วิเคราะห์ คำนวณ และออกแบบสาขาวิชาชีวภาพในโครงสร้างที่ซึ่งเป็นพื้นฐานที่สำคัญและสามารถนำไปพัฒนาความรู้ทางด้านการเรียนการสอน และด้านวิศวกรรม โทรคมนาคมต่อไป

ดังนั้น วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้ เพื่อศึกษาสภาพการเรียนการสอนทางด้านวิศวกรรม ในโครงสร้าง และวิศวกรรมสาขาวิชาชีวภาพ ร่วมกับสาขาวิชาชีวภาพในโครงสร้าง หลักสูตรระดับปริญญาตรี

## 2. แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ความสำคัญของนวัตกรรมการศึกษา สามารถนำมาใช้ประโยชน์ในด้านการศึกษาได้ทุกสาขาวิชา การนำนวัตกรรมมาใช้แก่ปัญหาการเรียนการสอน ผู้สอนจำเป็นต้องเปลี่ยนวิธีการสอนใหม่ จากเนื้อผู้สอนเป็นสำคัญ ซึ่งใช้การบรรยายเป็นหลัก จะไม่ส่งเสริมผู้เรียนให้พัฒนาการคิด วิเคราะห์ และแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง มาเป็นการสอนแบบผู้เรียนเป็นสำคัญ (Child Center) จะมีการพัฒนาระบบการเรียน การสอนให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม สอนให้ทำงานเป็นกลุ่ม มากกว่าสอนให้เก่งคนเดียว มีการพัฒนาสื่อการเรียนการสอนในแต่ละวิชา เนื่องจากบางวิชาไม่เนื้อหามากและยากแก่การเข้าใจ จึงจำเป็นจะต้องนำเทคนิคการสอนและสื่อสมัยใหม่มาช่วยประกอบการเรียนรู้ รวมทั้งนำสิ่งประดิษฐ์หรือวิธีการใหม่ๆ มาปรับปรุง บูรณาการองค์ความรู้ต่างๆ เข้าด้วยกัน เพื่อประโยชน์ในการจัดทำหลักสูตร ทำให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพ โดยใช้แนวคิดของการจัดการเรียนการสอนที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนเกิดการสร้างความรู้ด้วยตนเองมากที่สุด

อนุรักษ์ [4] การศึกษาสภาพการเรียนการสอนด้านวิศวกรรม โทรคมนาคม หลักสูตรระดับปริญญาตรี จากกลุ่มตัวอย่างที่เป็นห้องอาจารย์และนักศึกษาจำนวน 285 คน สำหรับกรณีศึกษา เรื่องระบบการสื่อสารดิจิตอล พบว่า เนื้อหาในหัวข้อดังกล่าวมีความสำคัญมาก เพราะเป็นพื้นฐานในการศึกษา ระดับสูง วิธีการสอนส่วนใหญ่ใช้การบรรยายเป็นหลัก สื่อที่ใช้ประกอบการสอน ไม่หลากหลายและมีจำนวนน้อย นักศึกษามีความพึงพอใจต่อสภาพการเรียนการสอนภาพรวมอยู่ในระดับปานกลาง การปรับปรุงการเรียนการสอนเพื่อเพิ่ม



ประสิทธิภาพควรเน้นการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง และสร้างสื่อประกอบการเรียนการสอนที่มีคุณภาพ เป็นต้น

### 3. วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงสำรวจมีขั้นตอนดังนี้

#### 3.1 กำหนดกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษานี้จะเป็นอาจารย์ผู้สอน และนักศึกษาระดับปริญญาตรี ในสาขาวิชาด้านวิศวกรรม สายอากาศ หรือสาขาที่เกี่ยวข้องกับการศึกษา เรื่อง สายอากาศในโครงสร้าง จำนวน 24 คน และนักศึกษาที่เข้ามาศึกษาต่อส่วนใหญ่มาจากสาขาวิชาชีพ ได้แก่ นจพ. พระนครเหนือ นพร. ล้านนา นพร. กรุงเทพ นพร. พระนคร นพร. อีสาน และนพร. สุวรรณภูมิ โดยการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง แบ่งเป็น 2 กลุ่ม ดังนี้

3.1.1 กลุ่มอาจารย์ผู้สอน จำนวน 24 คน

3.1.2 กลุ่มนักศึกษา จำนวน 225 คน

#### 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบสอบถาม ที่ผ่านการตรวจสอบจากผู้ทรงคุณวุฒิ แบ่งเป็น 2 แบบ ได้แก่

3.2.1 แบบสอบถามอาจารย์ผู้สอน แบ่งเป็น 5 ส่วน ดังนี้ ส่วนที่ 1 ข้อมูลพื้นฐานทั่วไป

ส่วนที่ 2 ข้อมูลด้านการเรียนการสอน

ส่วนที่ 3 พฤติกรรมการสอนของอาจารย์

ส่วนที่ 4 สิ่งที่ควรปรับปรุงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ

ส่วนที่ 5 ความคิดเห็นเพิ่มเติมของอาจารย์ผู้สอน

3.2.2 แบบสอบถามนักศึกษา แบ่งเป็น 5 ส่วน ดังนี้ ส่วนที่ 1 ข้อมูลพื้นฐานทั่วไป

ส่วนที่ 2 ข้อมูลด้านการเรียนการสอน

ส่วนที่ 3 พฤติกรรมการสอนของอาจารย์ ตามความคิดเห็นที่ใช้วิธีการถ่วงน้ำหนัก โดยใช้ Likert Scale

ส่วนที่ 4 สิ่งที่ควรปรับปรุงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ

ส่วนที่ 5 ความคิดเห็นเพิ่มเติมของนักศึกษา

การเก็บรวบรวมข้อมูล ได้นำแบบสอบถามที่ออกแบบขึ้นส่งให้อาจารย์ผู้สอนและนักศึกษาที่ได้ผ่านการศึกษาเรื่อง

สายอากาศในโครงสร้าง จำนวน 6 มหาวิทยาลัยเฉพาะทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ทำการตอบแบบสอบถาม และรวบรวมข้อมูลทั้งหมดส่งกลับมายังผู้วิจัยเพื่อวิเคราะห์ผลต่อไป

#### 3.4 การวิเคราะห์ผลและสอดคล้องกับการวิจัย

การวิเคราะห์ผลข้อมูลแบบสอบถามจะใช้ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยค่าคะแนนเฉลี่ยที่ได้คำนวณแล้ว ความหมายตามเกณฑ์ที่อ้างอิงมาจากงานวิจัยของสวิตา[5]

### 4. ผลของการวิจัย

ผลของการวิจัยในบทความนี้ เป็นการสำรวจของอาจารย์ และนักศึกษาของคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม หลักสูตร ค.อ.บ. และ อ.ส.บ. คณะวิศวกรรมศาสตร์ หลักสูตร วศ.บ. จาก 6 มหาวิทยาลัยเฉพาะทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่มีการจัด การเรียนการสอนหัวข้อเรื่อง เรื่อง สายอากาศในโครงสร้าง โดยมีเนื้อหาอยู่ในรายวิชาต่าง ๆ ได้แก่ วิชาหลักการของวิศวกรรมสายอากาศและวิศวกรรมไมโครเวฟ

#### 4.1 ผลการศึกษาสภาพการเรียนการสอนตามความ

##### คิดเห็นของอาจารย์

##### ส่วนที่ 1 ข้อมูลพื้นฐานทั่วไป

ผลของข้อมูลจากการสำรวจโดยใช้แบบสอบถาม พบว่า ผู้สอนส่วนใหญ่ทำการศึกษาระดับปริญญาโท คิดเป็นร้อยละ 91.7 และปริญญาเอกร้อยละ 8.3 ผู้สอนมีประสบการณ์สอนตั้งแต่ 5 ปี ร้อยละ 45.8 ถึง 10 ปี ร้อยละ 29.2 มากกว่า 15 ปี ร้อยละ 16.7 และ 10 ถึง 15 ปี ร้อยละ 8.3

##### ส่วนที่ 2 ข้อมูลด้านการเรียนการสอน

- วิธีการสอน ผู้สอนจะใช้วิธีการสอนแบบบรรยายร้อยละ 58.8 แบบทดลอง ร้อยละ 16.7 แบบกิจกรรมกลุ่ม ร้อยละ 12.5 แบบถอดความ ร้อยละ 8.3 และ แบบสาธิต ร้อยละ 4.2

- สื่อการเรียนการสอน จะใช้โปรแกรม PowerPoint หรือ แผ่นใส ร้อยละ 41.7 เอกสารประกอบการสอน ร้อยละ 16.7 โปรแกรมจำลอง ร้อยละ 12.5 กระดานดำ ร้อยละ 8.3 ชุดทดลอง ร้อยละ 8.3 โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ร้อยละ 8.3 และชุดสาธิต ร้อยละ 4.2

- กิจกรรมของนักศึกษาระหว่างสอน จะใช้อภิปรายในชั้นเรียน ร้อยละ 58.3 ตอบคำถาม ร้อยละ 37.5 ทดลองและเขียนรายงาน ร้อยละ 16.7 และ ทำโครงการสายอาชีว ร้อยละ 12.5

- พฤติกรรมและความรู้สึกของนักศึกษาในขณะเรียน จากการสังเกต้นักศึกษาจะมีความรู้สึกเบื่อหน่าย ร้อยละ 50.0 กระตือรือร้น ร้อยละ 41.7 และ ความรู้สึกเฉยๆ ร้อยละ 8.3

- การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จะใช้ข้อสอบเป็นแบบข้อสอบแบบอัตนัย และปรนัย ร้อยละ 75.0 อัตนัย ร้อยละ 29.2 และปรนัยร้อยละ 4.2

### ส่วนที่ 3 พฤติกรรมการสอนของอาจารย์

- มีวัตถุประสงค์เชิงพุติกรรมชัดเจนร้อยละ 62.5 และมีบางส่วน ร้อยละ 37.5 และ เอกสารการสอนครบถ้วน ร้อยละ 50.0 และมีบางส่วน ร้อยละ 50.0

- มีสื่อประกอบการสอนร้อยละ 45.8 และมีบางส่วน ร้อยละ 45.8 และ ตำรา หนังสือ หรือเอกสารอ้างอิงครบถ้วน ร้อยละ 62.5 และมีบางส่วน ร้อยละ 37.5

- มาตรฐานของแบบทดสอบที่สร้างขึ้นให้เอง ร้อยละ 87.5 และ เป็นแบบมาตรฐาน ร้อยละ 12.5

- ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมเป็นบางครั้ง ร้อยละ 45.8 มีส่วนร่วมมาก ร้อยละ 41.7 และ ไม่มีส่วนร่วม ร้อยละ 12.5

- การเรียนการสอนเรื่อง สายอาชีว ไม่โครงสร้าง มีความสำคัญมากที่สุด ร้อยละ 58.3

- ความรู้ในเนื้อหาของอาจารย์ผู้สอนในเกณฑ์ระดับดี ร้อยละ 62.5 และระดับดีมาก ร้อยละ 16.7

### ส่วนที่ 4 สิ่งที่ควรปรับเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ

สิ่งที่ควรปรับปรุงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพตามทัศนะของอาจารย์ผู้สอนมีดังนี้

- ควรปรับปรุงด้านเนื้อหา ร้อยละ 33.3 วิธีการสอน ร้อยละ 29.2 สื่อประกอบการเรียนการสอน ร้อยละ 25.0 แบบทดสอบ ร้อยละ 12.5 ดังแสดงในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 : หัวข้อและร้อยละที่อาจารย์เห็นว่าควรมีการปรับปรุง

- ควรเลือกใช้สื่อที่เหมาะสมกับการสอน ได้แก่ เอกสารการสอน ร้อยละ 29.2 ชุดสาขาวิชา ร้อยละ 20.8 ชุดทดลอง ร้อยละ 16.7 โปรแกรมช่วยสอน ร้อยละ 16.7 และ โปรแกรมจำลอง ร้อยละ 8.3

- แบบทดสอบที่เหมาะสม ควรเป็นแบบอัตนัย ร้อยละ 70.8 แบบปรนัย ร้อยละ 16.7 แบบจับคู่ ร้อยละ 8.3 และแบบกาลุกพิเศษ ร้อยละ 4.2

- วิธีการสอนที่เหมาะสม แบบทดลอง ร้อยละ 37.5 แบบบรรยาย ร้อยละ 25.0 แบบอภิปราย ร้อยละ 16.7 แบบถอดความ ร้อยละ 16.7 และแบบสาขาวิชา ร้อยละ 8.3

### ส่วนที่ 5 ความคิดเห็นเพิ่มเติมของอาจารย์ผู้สอน

- ควรปรับปรุงวิธีการสอนให้มีความสอดคล้องกับลักษณะของเนื้อหาในเวลาที่กำหนด

- ตำราประกอบการเรียนการสอนรายวิชาปรับปรุงให้สมัย ตามเทคโนโลยี

- การสอนโดยส่วนใหญ่นักศึกษา จะไม่ค่อยเข้าใจการจินตนาการ ที่ดี ควรมีสื่อที่เหมาะสมและหลากหลายมาก เพียงพอต่อการสอนจะส่งผลให้นักศึกษามีความตั้งใจและความสนใจมากขึ้น

## 4.2 ผลการศึกษาภาพการเรียนการสอนตามความ

### คิดเห็นของนักศึกษา

#### ส่วนที่ 1 ข้อมูลพื้นฐานทั่วไป

- นักศึกษาส่วนใหญ่จะมีอายุระหว่าง 21-25 ปี ร้อยละ 95.1 อายุ 26 ปีขึ้นไป ร้อยละ 3.1 และอายุ 15-20 ปี ร้อยละ 1.8 โดยศึกษาในหลักสูตร ค.อ.บ ร้อย 57.3 หลักสูตร วศ.บ ร้อยละ 27.1 และ หลักสูตร อส.บ ร้อยละ 15.6



- เกรดเฉลี่ยสะสมของนักศึกษาส่วนใหญ่อยู่ในระหว่างเกรดเฉลี่ย 2.01-2.5 ร้อยละ 44.4 เกรดเฉลี่ย 2.51-3.00 ร้อยละ 33.8 เกรดเฉลี่ย 3.01-4.00 ร้อยละ 13.8 และ เกรดเฉลี่ย 0.00-2.00 ร้อยละ 8.0

#### ส่วนที่ 2 ข้อมูลด้านการเรียนการสอน

- วิธีการสอนส่วนใหญ่ผู้สอนจะสอนแบบบรรยาย ร้อยละ 74.2 แบบตามตอบ ร้อยละ 9.8 แบบสาธิต ร้อยละ 9.3 แบบมีกิจกรรมกลุ่ม ร้อยละ 3.10 และแบบทดลอง ร้อยละ 3.6

- สื่อการสอนที่ผู้สอนใช้จะเป็นโปรแกรมแกรม PowerPoint/แฟ้มไฟฟ้า ร้อยละ 30.7 กระดานดำ ร้อยละ 16.4 เอกสารการสอน โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ร้อยละ 13.8 ร้อยละ 13.3 ชุดสาธิต ร้อยละ 10.2 โปรแกรมจำลอง ร้อยละ 9.8 และชุดทดลอง ร้อยละ 5.8

- กิจกรรมของนักศึกษาผู้สอนจะใช้วิธีตอบคำถาม ร้อยละ 62.2 ทดลองและเขียนรายงาน ร้อยละ 24.0 อภิปรายในชั้นเรียน ร้อยละ 12. และไม่มีกิจกรรมใดๆ ร้อยละ 1.8

- พฤติกรรมการสอนของผู้สอนในระหว่างการเรียนการสอน ทำให้นักศึกษามีความรู้สึกกระตือรือร้น ร้อยละ 57.8 รู้สึกเบื่อ ร้อยละ 38.2 และรู้สึกเบื่อหน่าย ร้อยละ 4.0

- การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จะใช้ข้อสอบแบบอัตนัย และ ปรนัย ร้อยละ 48.4 แบบอัตนัย ร้อยละ 36.9 และแบบปรนัย ร้อยละ 14.7

#### ส่วนที่ 3 พฤติกรรมการสอนของอาจารย์ตามความคิดเห็นของนักศึกษา

จากการที่ 1 พบว่า นักศึกษามีความพึงพอใจ ระดับมาก ด้านเนื้อหา มีค่าเฉลี่ย 3.58 และเห็นความสำคัญและความจำเป็นในการเรียนเรื่องนี้อยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ย 3.73 ในด้านการวัดผล มีค่าเฉลี่ย 3.61 ด้านสื่อประกอบการเรียนการสอนมีค่าเฉลี่ย 3.53 และด้านรูปแบบการสอน มีค่าเฉลี่ย 3.50 ตามลำดับ

#### ตารางที่ 1: ผลประเมินพฤติกรรมการสอน

รายการ	$\bar{X}$	S.D.	แปลความ
ด้านเนื้อหาเรื่อง สายอาชญากรรมไมโครสเตรป			
วัตถุประสงค์ชิงพุทธิกรรมชัดเจน	3.47	0.80	ปานกลาง
ระดับความยาก-ง่ายของเนื้อหาเหมาะสม	3.64	0.79	มาก
ความสำคัญและจำเป็นในการเรียนเรื่องนี้	3.73	0.81	มาก

เอกสารการสอนเหมาะสม	3.56	0.93	มาก
แหล่งข้อมูลมีเพียงพอ(ต่อรายหนังสือ/อื่นๆ)	3.51	0.88	มาก
รวมค่าเฉลี่ย	3.58		มาก
ด้านรูปแบบการเรียนการสอน			
วิธีการสอนเหมาะสม	3.56	0.80	มาก
ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมระหว่างเรียน	3.42	0.87	ปานกลาง
ระยะเวลาในการเรียนการสอนเหมาะสม	3.54	0.84	มาก
กิจกรรมระหว่างเรียนเหมาะสม	3.45	0.80	ปานกลาง
รูปแบบการเรียนการสอนเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ	3.51	0.87	มาก
รวมค่าเฉลี่ย	3.50		มาก
ด้านสื่อประกอบการสอน			
สื่อการสอนมีปริมาณเหมาะสมกับจำนวนผู้เรียน	3.57	0.84	มาก
สื่อประกอบการสอนมีคุณภาพดี	3.58	0.86	มาก
ความหลากหลายของสื่อประกอบการสอน	3.44	0.89	ปานกลาง
สื่อประกอบการสอนมีความน่าสนใจ	3.48	0.89	ปานกลาง
สื่อประกอบการสอนส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้	3.60	0.89	มาก
รวมค่าเฉลี่ย	3.53		มาก
ด้านการวัดผล			
ข้อสอบครอบคลุมด้วยประสงค์เชิงพุทธิกรรม	3.55	0.86	มาก
ความยากง่ายของข้อสอบ	3.84	0.82	มาก
ความหลากหลายของรูปแบบข้อสอบ	3.62	0.83	มาก
วิธีการวัดผลหลากหลาย	3.48	0.87	ปานกลาง
ผู้เรียนนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้งานได้	3.58	0.89	มาก
รวมค่าเฉลี่ย	3.61		มาก

#### ส่วนที่ 4 สิ่งที่ควรปรับปรุงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ

สิ่งที่ควรปรับปรุงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพตามทัศนะของนักศึกษา จากการสำรวจข้อมูล พบว่า นักศึกษาส่วนใหญ่เห็นด้านเนื้อหา จากการสำรวจ 35.1 เนื้อหา ร้อยละ 26.2 รูปแบบการเรียนการสอน ร้อยละ 25.8 และแบบทดสอบ ร้อยละ 12.9 ดังแสดงในภาพที่ 2



ภาพที่ 2 : หัวข้อและร้อยละที่นักศึกษาเห็นว่าควรมีการปรับปรุง

## ส่วนที่ 5 ความคิดเห็นเพิ่มเติมของนักศึกษา

นักศึกษาได้เสนอแนะให้มีสื่อการสอนที่หลากหลาย และ ความมีการสาธิตหรือให้นักศึกษาจัดทำโครงการ สายอาชญากรรม มากขึ้น ดังนั้นจากการสำรวจข้อมูลการเรียนการสอน เรื่อง สายอาชญากรรม โครงการ ยังคงดำเนินการเรียนการสอน เรื่อง ความคิดเห็นที่สอดคล้องกัน โดยเฉพาะเนื้อหาดังกล่าวมี ความสำคัญและจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องเรียนให้รู้และเข้าใจ อย่างถ่องแท้ เพื่อเป็นพื้นฐานในการศึกษาด้านวิศวกรรม โทรคมนาคม ที่มีการเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีอย่างต่อเนื่องใน ปัจจุบัน ส่วนด้านการเรียนการสอน อาจารย์จะใช้การสอนแบบ บรรยายเป็นหลัก โดยมีสื่อการเรียนการสอนที่ใช้โปรแกรม PowerPoint / แผ่นใส เป็นส่วนมาก กิจกรรมที่ใช้ในระหว่าง การสอนจะเน้นการสอนแบบตามตอบเพื่อการทบทวนสอบ ความรู้เมื่อสอบตามลิงสิ่งต้องการให้มีการปรับปรุงเพื่อเพิ่ม ประสิทธิภาพ ต้องการให้ปรับปรุงรูปแบบการเรียน การสอน และหาสื่อการสอนที่สามารถใช้ร่วมกับรูปแบบการสอนที่ควร พัฒนาขึ้น ให้มีความเหมาะสมกับกระบวนการเรียนการสอนและเวลาที่ กำหนด ตามวัตถุประสงค์เชิงพุทธิกรรมที่ตั้งไว้

## 5. สรุปผลการวิจัย

### 5.1 สรุปผล

การศึกษาสภาพการเรียนการสอนด้านวิศวกรรม โทรคมนาคม หลักสูตรระดับปริญญาตรี จากกลุ่มตัวอย่างที่ เป็นทั้งอาจารย์และนักศึกษาจำนวน 249 คน สำหรับกรณีศึกษา เรื่อง สายอาชญากรรม พบว่า เนื้อหาในหัวข้อดังกล่าวมี ความสำคัญมาก เพราะเป็นพื้นฐานในการศึกษาระดับสูง วิธีการ สอนส่วนใหญ่จะใช้การบรรยายเป็นหลัก สื่อที่ใช้ประกอบการ สอนไม่หลากหลายและมีจำนวนน้อยนักศึกษามีความพึงพอใจ ต่อสภาพการเรียนการสอนภาพรวมอยู่ในระดับมาก การ ปรับปรุงการเรียนการสอนเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพควรเน้นการ พัฒนา สื่อการสอน เช่น สื่อของจริง ชุดทดลอง ชุดสาธิต และ สร้างสื่อประกอบการเรียนการสอนที่มีคุณภาพ เป็นต้น

### 5.2 ข้อเสนอแนะ

- การพัฒนางานวิจัยต่อไปควรพัฒนาและสร้างสื่อ ประกอบการเรียนการสอนให้มีคุณภาพ และความมีการบูรณา

การวิธีการสอนในรูปแบบใหม่ๆ ที่ทันสมัยและเน้นให้ผู้เรียน เป็นสำคัญ

## 6. เอกสารอ้างอิง

- [1] ชิสโก้ Cisco Networking Academy Program CCNE 1, กรุงเทพฯ, เพียร์สัน เอี๊คคูเคชั่น อโศก ใจน่า, 2547.
- [2] อำนาจ มีมงคล.ออกแบบและติดตั้งเครือข่าย Wireless LAN, นนทบุรี, ไอเดียฯ, 2547.
- [3] สมพร ครีวัฒนพลด.การออกแบบสร้างสายอาชญากรรมที่ ไม่โทรศัพท์ความถี่ 433.9 MHz โครงสร้างไม่โทรศัพท์ (Type B), คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัย เทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ศูนย์นนทบุรี ความร่วมมือกับ หน่วยวิจัยโลจิสติกส์และวิศวกรรมสมองกลฝั่งด้วย มหาวิทยาลัย นูรพา, 2553.
- [4] อนุรักษ์ เมฆพะ โภม. งานวิจัยเรื่อง สภาพการเรียนการสอนด้าน วิศวกรรมโทรคมนาคม กรณีศึกษา เรื่อง ระบบการสื่อสารดิจิทอล หลักสูตรระดับปริญญาตรี, การประชุมวิชาการครุศาสตร์ อุตสาหกรรมระดับชาติ ครั้งที่ 4, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอม เกล้าพระนครเหนือ
- [5] เสวิตา โอลรัสพร. งานวิจัยศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้บริการ และ ประชาชนผู้ใช้ถนนร่วมกัน ต่อการให้บริการของรถโดยสารไม่ ประจำทางในจังหวัดเชียงใหม่ กรณีศึกษา: รถสีล้อแดง, 2544.



## การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องตัวต้านทานและการอ่านค่าสี โดยใช้เกมการศึกษาร่วมกับสถานการณ์จำลอง

### A Development of Computer Assisted Instruction on Resistors and Reading Resistor's Color Values by Using Games and Simulations

ไพบูลย์ สุขพานันท์<sup>1</sup> มนดลชัย เทียนทอง<sup>2</sup> ศุภิดา ชัยชนชื่น<sup>3</sup>

ภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

*pomhighland@hotmail.com<sup>1</sup>, monchai@kmutnb.ac.th<sup>2</sup>, std@kmutnb.ac.th<sup>3</sup>*

### บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องตัวต้านทานและการอ่านค่าสีโดยใช้เกมการศึกษาร่วมกับสถานการณ์จำลอง 2) หาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่พัฒนาขึ้น และ 3) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนก่อนและหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่พัฒนาขึ้น โดยทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้น ปวช.ปี 1 วิทยาลัยสารพัดช่างระยอง ในภาคเรียนที่ 2/2554 ด้วยการคัดเลือกแบบเจาะจงจำนวน 34 คน ผลการวิจัยพบว่า 1) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 1.65 ตามสูตรของเมกุยแกนส์ซึ่งสูงกว่าสมมติฐานที่กำหนดไว้ และ 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่พัฒนาขึ้นหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สรุปได้ว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่พัฒนาขึ้นสามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนได้อย่างเหมาะสม

คำสำคัญ: บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ตัวต้านทาน เกมการศึกษา สถานการณ์จำลอง

### Abstract

*This research was an experimental research. There search was carried out with the aims to 1) develop a Computer Assisted Instruction on Resistors and Reading Resistors Color Values by using Games and Simulations 2) find out the efficiency validation, to study the expert's opinion, and 3) find out the achievement comparative of this particular CAI. The sample of this research were 34 students who studied in Bachelor's level 1 in the academic year 2/2011 at Rayong Polytechnical College chosen by using purposive sampling. The results of this research showed as follows- firstly ,the efficiency of the developed lesson was 1.65 according to Meguigan's formula which was higher than the hypothesis, when comparing the pretest scores and posttest scores with t-test, it was found that the student's achievement after using the developed CAI was higher than before studying at the statistical significant of .01 level. In conclusion, it can be used the developed CAI for instruction properly.*

## 1. บทนำ

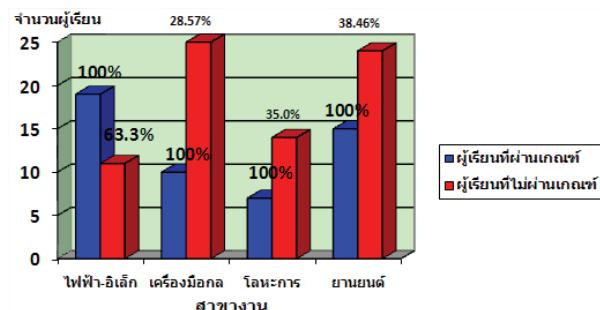
หลักสูตรระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ช่างอุตสาหกรรม [1] นั้นต้องเรียนรู้เกี่ยวกับอุปกรณ์ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์หลายชนิด เช่น ตัวต้านทาน ตัวเก็บประจุ ตัวเหนี่ยวนำ ไดโอด ทรานซิสเตอร์

ตัวต้านทาน (Resistor) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการต้านทาน การไหลของกระแสไฟฟ้า [2] ถือเป็นอุปกรณ์พื้นฐาน ที่ต้องเรียนรู้ทั้งในเรื่อง โครงสร้าง สัญลักษณ์ ประเภท การต่อวงจร การอ่านค่า การคำนวณค่า ซึ่งผู้เรียนจะต้องนำความรู้ในเรื่องต่างๆ เหล่านี้ไปใช้เป็นพื้นฐานในการเรียนวิชาทางด้านไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์หลายวิชา โดยเฉพาะในวิชางานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้นนั้น เป็นวิชาพื้นฐานที่ผู้เรียนในระดับปวช. ช่างอุตสาหกรรมทุกสาขาวิชา จะต้องเรียน เนื่องจากเป็นวิชาที่ใช้ในการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติด้านอาชีวศึกษา (V-net) นอกจากตัวต้านทานจะถูกบรรจุเป็นหัวเรื่องในวิชาดังกล่าวแล้ว ยังเป็นพื้นฐานของวิชาทางไฟฟ้ากระแสตรง วิชาทางไฟฟ้า และ วิชาทางไฟฟ้า 1 อีกด้วย

การจัดการเรียนการสอนวิชางานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น ในหัวเรื่องตัวต้านทานและการอ่านค่าสีนั้น ได้มีการทดสอบผู้เรียนในระดับชั้น ปวช. 2 ช่างอุตสาหกรรม ปีการศึกษา 2553 วิทยा�ลัยสารพัดช่างระยองสรุปได้ดังนี้ จำนวนผู้เรียนทั้งหมด 124 คน ทดสอบผ่าน 51 คน ทดสอบไม่ผ่าน 73 คน โดยแบ่งตามสาขาวิชาคือ สาขาวิชาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์จำนวน 30 คน ทดสอบผ่าน 19 คน สาขาวิชาเครื่องมือกลและซ่อมบำรุงจำนวน 35 คน ทดสอบผ่าน 10 คน สาขาวิชาโลหะการ 20 คน ทดสอบผ่าน 7 คน สาขาวิชานยานยนต์จำนวน 39 คน ทดสอบผ่าน 15 คน ดังภาพที่ 1

จากภาพที่ 1 พนบว่า จำนวนผู้เรียนที่ทดสอบผ่านเกินร้อยละ 50 นั้นมีเพียงสาขาวิชาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เพียงสาขาวิชานเดียวคิดเป็นร้อยละ 63.33 ส่วนอีก 3 สาขาวิชาคือ สาขาวิชาเครื่องมือกลและซ่อมบำรุง คิดเป็นร้อยละ 28.57 สาขาวิชาโลหะการ คิดเป็นร้อยละ 35.00 และสาขาวิชานยานยนต์คิดเป็น

ร้อยละ 38.46 ซึ่งจำนวนผู้เรียนที่ทดสอบผ่านต่ำกว่าร้อยละ 50 ทั้งสิ้น จึงเป็นปัญหาที่ควรได้รับการแก้ไข เนื่องจากเป็นเนื้อหาที่สำคัญเป็นพื้นฐานในการประกอบอาชีพ



ภาพที่ 1 : ข้อมูลผลการเรียนวิชางานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น เรื่องการอ่านค่าสีตัวต้านทาน ของผู้เรียนระดับปวช. 2 ช่างอุตสาหกรรมแบ่งตามสาขาวิชา

จากปัญหาและความสนใจของผู้เรียน ผู้วิจัยจึงได้ทำการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องตัวต้านทานและการอ่านค่าสี โดยใช้เกมการศึกษาร่วมกับสถานการณ์จำลองขึ้น เนื่องจากเกมจะกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ และแบบจำลองสถานการณ์ทำให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาได้ง่ายขึ้น

## 2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

2.1 เพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องตัวต้านทานและการอ่านค่าสี โดยใช้เกมการศึกษาร่วมกับสถานการณ์จำลอง

2.2 เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่พัฒนาขึ้น

2.3 เพื่อหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนหลังจากเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่พัฒนาขึ้น

## 3. วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

3.1 คำอธิบายรายวิชา งานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น ศึกษาและปฏิบัติ มาตรการความปลอดภัยเกี่ยวกับไฟฟ้า ทฤษฎีอิเล็กตรอน ความต้านทานตัวนำ ชนวน แหล่งกำเนิด



ไฟฟ้า หน่วยวัดไฟฟ้า การใช้เครื่องมือวัดไฟฟ้าเบื้องต้น สัญลักษณ์และอุปกรณ์ติดตั้งไฟฟ้า สายไฟฟ้า อุปกรณ์ป้องกัน และการต่อสายดิน การทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้าขนาดเล็ก โครงการสร้างสัญลักษณ์ คุณสมบัติ และวิธีใช้งานของตัวต้านทาน ค่าปาซิเตอร์ อินดักเตอร์ ไดโอด ทรานซิสเตอร์ เอสซี อาร์ วัสดุอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เช่น หม้อแปลงไฟฟ้า สวิตช์ ขั้วต่อสาย ปลั๊ก แจ็ค รีเล耶 ลำโพง ไมโครโฟน ฯลฯ เครื่องมือกล เซนเซอร์ หัวแร้งบัดกรี คิม ไขควง ฯลฯ การใช้เครื่องมือวัดพื้นฐานที่จำเป็นในทางอิเล็กทรอนิกส์ เช่น มัลติมิเตอร์ เครื่องจ่ายกำลังงานไฟฟ้าเครื่องกำเนิดสัญญาณ และอสซิลโลสโคป การประกอบและทดสอบวงจรอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น [1]

### 3.2 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเกมการสอน

บทเรียนคอมพิวเตอร์แบบเกมการสอน (Instructional Game) พัฒนามาจากแนวความคิดของทฤษฎีการเสริมแรง (Reinforcement Theory) ที่ว่าการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นจากแรงจูงใจภายใน (Intrinsic Motivation) เช่น ความสนุกสนาน จะให้ผลดีต่อ การเรียนรู้ ละเมิดความคงทน (Retention) ในการจดจำเนื้อหา ดีกว่าการเรียนรู้ที่เกิดจากแรงจูงใจภายนอก (Extrinsic Motivation) เป้าหมายของบทเรียนประเภทนี้ ออกแบบขึ้นมา เพื่อใช้ฝึกและทบทวนเนื้อหา รวมทั้งแนวคิดและทักษะที่ได้เรียนไปแล้วค้ายกับบทเรียนแบบฝึกทบทวน แต่ปรับเปลี่ยนรูปแบบการนำเสนอให้สนุกสนาน ตื่นเต้น และเร้าความสนใจให้ผู้เรียนติดตามบทเรียน [3]

### 3.3 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน แบบจำลองสถานการณ์

การจำลองสถานการณ์ (Simulation) ในการเรียนการสอน เป็นวิธีการเรียนแบบหรือสร้างสถานการณ์โดยที่ผู้เรียนไม่สามารถเรียนรู้ได้จากสภาพจริงเหล่านั้น เนื่องจากสาเหตุต่างๆ ทั้งทางด้านกายภาพหรือองค์ประกอบอื่น ๆ เช่นเวลา และสถานการณ์ บทเรียนคอมพิวเตอร์แบบจำลองสถานการณ์จึงถูกออกแบบขึ้นมาเพื่อใช้จำลองสถานการณ์ดังกล่าวนำเสนอแก่ผู้เรียน โดยอาจมีการลดขั้นตอนหรือตัดตอนรายละเอียดบางส่วนลงไป นอกเหนือจากนี้ยังอาจจะนำกิจกรรมที่เกี่ยวกับสภาพความเป็นจริงมานำเสนอเป็นบทเรียน เพื่อให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะจำลองของเหตุการณ์ เป็นการฝึกฝนทักษะการ

เรียนรู้โดยไม่เกิดอันตรายหรือเสียค่าใช้จ่ายไม่มาก เหมือนกับการศึกษาจากสภาพความเป็นจริงหรือเหตุการณ์จริง [3]

## 4. ขอบเขตการวิจัย

### 4.1 ประชากร

ประชากร คือ นักเรียนระดับชั้น ปวช. หลักสูตรช่างอุตสาหกรรม วิทยาลัยสารพัดช่างระยองจำนวน 198 คน

### 4.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้น ปวช.1 ช่างอุตสาหกรรม สาขาวิชานานยนต์ และสาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยสารพัดช่างระยอง จำนวน 34 คน คัดเลือกโดยใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

### 4.3 ตัวแปรที่ใช้ในงานวิจัย

4.3.1 ตัวแปรอิสระ คือ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน รี่อง ตัวต้านทานและการอ่านค่าสีโดยใช้เกมการศึกษาร่วมกับสถานการณ์จำลอง

4.3.2 ตัวแปรตาม คือ ประสิทธิภาพของบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอน และ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน

### 4.4 แบบแผนการทดลอง

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) ผู้วิจัยได้กำหนดแบบแผนการทดลองเป็นแบบกลุ่มเดียวสอบก่อน-สอบหลัง (One-Group Pretest-Posttest Design) [3] มีลักษณะวิธีการทดลองดังนี้

E	O <sub>1</sub>	X	O <sub>2</sub>
---	----------------	---	----------------

E แทน กลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นกลุ่มทดลอง

X แทน การเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน รี่อง ตัวต้านทานและการอ่านค่าสีโดยใช้เกมการศึกษาร่วมกับสถานการณ์จำลอง

O<sub>1</sub> แทน แบบทดสอบก่อนเรียนบทเรียน

O<sub>2</sub> แทน แบบทดสอบหลังเรียนบทเรียน

### 4.5 เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยประกอบด้วย

4.5.1 แบบทดสอบก่อน-หลังเรียน

4.5.2 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องตัวต้านทาน และการอ่านค่าสี โดยใช้เกมการศึกษาร่วมกับสถานการณ์จำลอง

#### 4.6 ระยะเวลาในการดำเนินการวิจัย

ระหว่างวันที่ 19 ธันวาคม 2554 ถึง 30 ธันวาคม 2554

### 5. ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยใช้ ADDIE Model

#### 5.1 การวิเคราะห์เนื้อหา (Analysis)

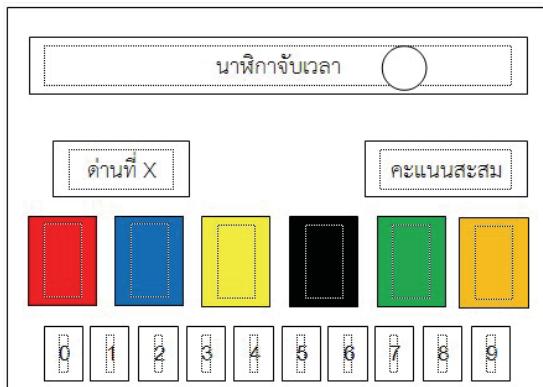
5.1.1 ศึกษาเนื้อหา ตามหลักสูตรประกาศนียบัตร วิชาชีพ พุทธศักราช 2545 (ปรับปรุง พ.ศ. 2546) ประเภทวิชา อุตสาหกรรม สาขาวิชาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

5.1.2 ศึกษาการสร้างบทเรียนแบบเกมการสอน (Instructional Game)

5.1.3 ศึกษาการสร้างบทเรียนแบบสถานการณ์จำลอง

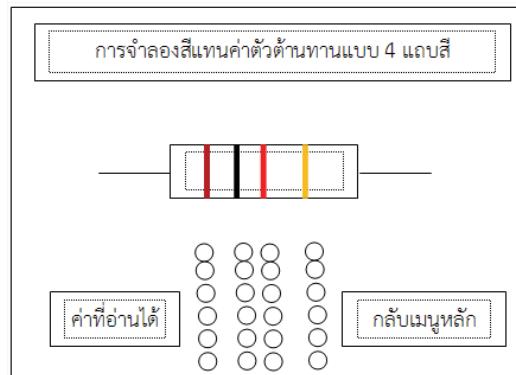
#### 5.2 การออกแบบโครงสร้างเนื้อหาบทเรียน (Design)

5.2.1 การออกแบบ เกมทายค่าสีตัวต้านทาน โดยเกมจะแบ่งเป็น 10 ค่าต้านทานความยากจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ โดยในแต่ละ ค่าต้านทาน 30 วินาที ผู้เรียนต้องวางแผนให้ตรงกับค่าสีของ ตัวต้านทานให้ถูกต้องจึงจะได้คะแนนในค่าต้านนั้น



ภาพที่ 2 : การออกแบบ เกมทายค่าสีตัวต้านทาน

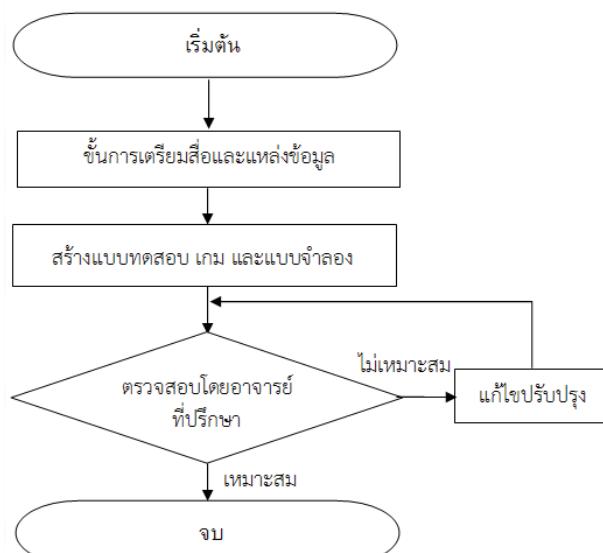
5.2.1 การออกแบบ แบบจำลองสถานการณ์ตัวต้านทาน โดยผู้เรียนสามารถเลือกค่าสีในแบบที่ 1-4 แล้วตัวจำลองจะแสดงค่าของตัวต้านทานทันทีในช่องค่าที่อ่านได้



ภาพที่ 3 : การออกแบบ แบบจำลองสถานการณ์ตัวต้านทาน

#### 5.3 การพัฒนาบทเรียน (Development)

ผู้วิจัยนำโปรแกรม Adobe Flash 8 มาใช้ในการพัฒนา บทเรียน โดยนำไฟล์ข้อมูลระบบปฏิบัติการ Window XP โดยมี ขั้นตอนตามภาพที่ 4



ภาพที่ 4 : การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

#### 5.4 การนำไปใช้ (Implement)

แบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน

5.4.1 การทดลองใช้ขั้นแอลfa (Alpha Stage) โดยวิจัย ดำเนินการทดสอบด้วยตนเอง

5.4.2 การทดลองใช้ในขั้นเบต้า (Beta Stage) โดยผู้วิจัย ได้ทำการทดลองแบบรายบุคคล แบบกลุ่มย่อย และตรวจสอบ โดยผู้เชี่ยวชาญ

**5.5 ขั้นการประเมิน (Evaluation)**

นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่พัฒนาขึ้นและผ่านการตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญเรียนร้อยแล้ว ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างจริง แล้วนำผลที่ได้ไปหาประสิทธิภาพของบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่พัฒนาขึ้น รวมถึงหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน

**6. ผลการดำเนินงาน****6.1 ผลการพัฒนาบทเรียน**

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วยแบบทดสอบก่อนเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน เนื้อหาเรื่อง ตัวต้านทาน 1 เรื่อง เกมตัวต้านทาน 2 เกม แบบจำลองตัวต้านทาน 3 แบบจำลอง

**ภาพที่ 5 : เกมทายค่าสีตัวต้านทาน****ภาพที่ 6 : การจำลอง R แบบ 4 แถบสี****6.2 ผลการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน**

การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องตัวต้านทานและการอ่านค่าสี โดยใช้เกณการศึกษา ร่วมกับสถานการณ์จำลองการหาประสิทธิภาพโดยการใช้สูตร เมกุยเกนส์ ปรากฏผลดังตารางที่ 1

**ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียน**

คณบณ	จำนวน	คณบณเดี่ยว	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ประสิทธิภาพ (เมกุยเกนส์)
แบบทดสอบก่อนเรียน	34	10	4.50	1.60	1.65
แบบทดสอบหลังเรียน	34	10	7.44	1.50	

จากตารางที่ 1 เมื่อนำค่าคณบณเฉลี่ยจากแบบทดสอบก่อนเรียน (4.50) กับค่าคณบณเฉลี่ยแบบทดสอบหลังเรียน (7.44) มาหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามสูตร เมกุยเกนส์มีค่าเท่ากับ 1.65 ซึ่งมากกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้คือ 1.50

**6.3 ผลการเบรี่ยนเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน**

การผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน โดยใช้บทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่พัฒนาขึ้น โดยนำค่าคณบณจากการทดสอบหลังเรียนเบรี่ยนเพิ่มกับคณบณทดสอบก่อนเรียน มาวิเคราะห์โดยใช้สถิติค่า t (t-test) ได้ผลดังตารางที่ 2

**ตารางที่ 2 ผลการเบรี่ยนเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน**

คณบณ	จำนวน	คณบณเดี่ยว	$\bar{x}$	S.D.	t
แบบทดสอบก่อนเรียน	34	10	4.50	1.60	3.49*
แบบทดสอบหลังเรียน	34	10	7.44	1.50	

\* $P < 0.01$ ,  $df = 33$

จากตารางที่ 2 พบว่าค่า t มีค่าเท่ากับ 3.49 เมื่อเทียบกับค่า t ในตารางที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .01 โดยค่า  $df = 33$  ได้  $t = 2.4448$  ซึ่งค่า t ที่คำนวณได้มีค่ามากกว่าค่าในตาราง จึงสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่เรียนด้วยบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่พัฒนาขึ้น สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

**7. สรุปผล**

ผลจากการวิจัย พบว่า การนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องตัวต้านทานและการอ่านค่าสี โดยใช้เกณการศึกษา ร่วมกับสถานการณ์จำลองมาใช้กับผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนเกิดความสนุกสนานและกระตุ้นให้ผู้เรียนตั้งใจเรียน เพราะเกมทำ

ให้เกิดแรงจูงใจ ดังนั้นถ้าพัฒนาบทเรียนโดยใช้รูปแบบของเกม ผ่านคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จะทำให้นักเรียนมีความน่าสนใจมากขึ้น ส่งผลให้

ด้านประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน คำนวณโดยการใช้สูตรของเมกุยแกนส์ มีค่าเท่ากับ 1.65 ซึ่งสูงกว่า 1.50 ซึ่งมีความสอดคล้องกับผลการวิจัยของ ปราษฐ์ [4] ได้ทำการวิจัยเพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเกมการสอน เรื่องการอ่านสีค่าตัวต้านทาน ซึ่งมีประสิทธิภาพ 89.88/88.33 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 80/80 และสอดคล้องกับผลการวิจัยของ สุทธิพงศ์ [5] ได้ทำการวิจัยเพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาไฟฟ้าเบื้องต้น เรื่องตัวต้านทานซึ่งมีประสิทธิภาพ 82.88/80.12 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 80/80

ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่เรียนด้วยบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งมีความสอดคล้องกับ ผลการวิจัยของ สาวคนนี้ [6] ได้ทำการพัฒนาบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสถานการณ์จำลอง เรื่อง ทรานซิสเตอร์อยู่ต่อไป โภคล่าร์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ วิทยาลัยเทคโนโลยีสารบุรี ซึ่งผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสูงกว่าการเรียนโดย การฝึกทักษะด้วยเครื่องมือและอุปกรณ์จริง โดยมีครูเป็นผู้สอน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และสอดคล้องกับงานวิจัย ของ คริสตา [7] ได้ทำการวิจัยเรื่องผลการเรียนรู้ของผู้เรียนที่ใช้ บทเรียนแบบเกมคอมพิวเตอร์เป็นฐาน โดยวิจัยกับกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม คือ กลุ่มฐาน กับ กลุ่มแบ่งขั้น จุดประสงค์เพื่อให้ผู้เรียน รู้วิธีการทำงานของวงจรไฟฟ้า ผลการวิจัยพบว่าผลผลลัมภ์ทางการเรียนของกลุ่มแบ่งขั้น โดยใช้เกมสูงกว่ากลุ่มฐานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $d=0.47$ )

## 8. ข้อเสนอแนะ

บทเรียนควรปรับรูปแบบการให้เนื้อหาแทรกอยู่ก่อนการเล่นเกม เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เนื้อหาพร้อมกับการเล่นเกม และควรมีระบบฐานข้อมูลของผู้เรียน เพื่อให้ผู้สอนสามารถในการติดตามผลการเรียนของผู้เรียน

## 9. เอกสารอ้างอิง

- [1] กรมอาชีวศึกษา.หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545 (ปรับปรุง พ.ศ. 2546). ประเภทวิชาชีพ อุดสาหกรรม สาขาวิชาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ กระทรวงศึกษาธิการ, กรุงเทพฯ, 2546.
- [2] บุญสีน พิธีศรี. งานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ เนื้องดัน. ศูนย์ส่งเสริมอาชีวะ, 2551.
- [3] มนต์ชัย เพียงทอง. การออกแบบและพัฒนาบทเรียน คอมพิวเตอร์. ภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา คณะครุศาสตร์ อุดสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ พระนครเหนือ, 2554.
- [4] ปราษฐ์ จักรไชย. การอ่านสีค่าตัวต้านทาน. วิทยานิพนธ์ ครุศาสตร์ไฟฟ้า สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี กรุงเทพฯ, 2552.
- [5] สุทธิพงศ์ ชาภุจุล. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ตัวต้านทาน. วิทยานิพนธ์ ครุศาสตร์ อุดสาหกรรม มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางอาชีวะและเทคโนโลยีศึกษา ภาควิชาบริหารเทคโนโลยีศึกษา บัณฑิต วิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าคุณทหาร ลาดกระบัง กรุงเทพฯ, 2529.
- [6] สาวคนนี้ มั่งชู. การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน แบบสถานการณ์จำลอง เรื่องทรานซิสเตอร์อยู่ต่อไป โภคล่าร์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ วิทยาลัยเทคโนโลยีสารบุรี วิทยานิพนธ์ สาขาวิชาเทคโนโลยีเทคโนโลยีศึกษา, 2543.
- [7] Krista E. DeLeeuw, Cognitive consequences of making computer-based learning activities more game-like, Department of Psychology, University of California, Santa Barbara, United States, 2011.



## การพัฒนาชุดทดลองของวงจรกรองความถี่โดยใช้เครื่องวิเคราะห์โครงข่ายแบบเสมือนจริง The Development of Filter Experimental Set using Virtual Network Analyzer

จรรักษ์ สารารถ<sup>1,2</sup> และ สมศักดิ์ อรรคทิมากุล<sup>2</sup>

<sup>1</sup>มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา วิทยาเขตขอนแก่น 150 ถ.ศรีจันทร์ อ.เมือง จ.ขอนแก่น

<sup>2</sup>ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ  
1518 ถนนพิบูลสงคราม เขตบางซื่อ กรุงเทพ

e-mail: s.jongruk@gmail.com ssa@kmutnb.ac.th

### บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาชุดทดลองของวงจรกรองความถี่โดยใช้เครื่องวิเคราะห์โครงข่ายแบบเสมือนจริง สำหรับงานประลองด้านโทรคมนาคม ที่ประกอบด้วยวงจรกรองความถี่ 4 ชนิด ได้แก่ 1) วงจรกรองความถี่ต่ำผ่าน 2) วงจรกรองความถี่สูงผ่าน 3) วงจรกรองความถี่แคบผ่าน 4) วงจรกรองความถี่แคบหยุด ที่ออกแบบขึ้นโดยใช้ทฤษฎีการประมาณค่าแบบบัตเตอร์เวิร์ต ซึ่งมีขั้นตอนในการดำเนินงาน ประกอบด้วย 1) ออกแบบและสร้างวงจรกรองความถี่ 2) วัดผลการตอบสนองทางความถี่ด้วยเครื่องวิเคราะห์โครงข่ายแบบเสมือนจริงและเครื่องมือวัด และ 3) เปรียบเทียบผลการวัด ผลการดำเนินการวิจัยพบว่า ผลตอบสนองทางความถี่ของชุดทดลองที่พัฒนาขึ้นให้ผลลัพธ์ดีของตรงตามทฤษฎี และผลการเปรียบเทียบระหว่างการใช้เครื่องวิเคราะห์โครงข่ายเสมือนจริง และเครื่องมือวัดจริงให้ผลที่สอดคล้องกัน ดังนั้นชุดทดลองที่พัฒนาขึ้นนี้สามารถใช้เป็นสื่อประกอบการเรียนการสอนได้เป็นอย่างดี

คำสำคัญ : วงจรกรองความถี่ เครื่องวิเคราะห์โครงข่ายเสมือนจริง

### Abstract

The objective of research aims to develop the filter experimental set using a virtual network analyzer for telecommunication laboratory. The filters were designed using the Butterworth approximation theory which filter consists of 4 circuits such as 1) Low pass filter 2) High pass filter 3) Band pass filter and 4) Band Stop filter. The operating process consists of 3 steps as 1)design and construct the filters, 2) measure the frequency response using the virtual network analyzer, and 3) compare the results. The measured results showed that the frequency response was correctly and agreed with measured using the instruments. In conclusion, the developed filter experimental set can be used as a teaching aid in laboratory.

**Keywords :** Filter, Virtual Network Analyzer.

## 1. บทนำ

ปัจจุบันสถาบันการศึกษาระดับอุดมศึกษาในประเทศไทยได้ตระหนักรถึงความสำคัญและเล็งเห็นประโยชน์ในการปฏิรูปการศึกษา ดังเห็นได้จากวิสัยทัศน์และนโยบายของ การบริหารของสถาบันการศึกษาเหล่านี้ที่มีการส่งเสริมสนับสนุนให้ อาจารย์ผู้สอนทำการวิจัยเพื่อพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน ในรูปแบบใหม่ๆ ส่งเสริมให้ทำวิจัยที่ก่อให้เกิดองค์ความรู้ใหม่ๆ และนำองค์ความรู้ที่ได้จากการวิจัยเหล่านี้มาใช้ ประโยชน์ในการเรียนการสอน ตลอดจนสนับสนุนให้มีการ นำเอาเทคโนโลยีที่ทันสมัยมาใช้เป็นสื่อประกอบในกิจกรรม การเรียนการสอน โดยมุ่งเน้นให้ประโยชน์สูงสุดต่อตัวผู้เรียน เช่น การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน การใช้โปรแกรม จำลองในการเรียนการสอน เป็นต้น

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 ได้แบ่ง ออกเป็น 9 หมวด ทุกหมวดมุ่งเน้นที่ให้ความสำคัญด้วย ผู้เรียนเป็นหลัก โดยเฉพาะอย่างยิ่งหมวดที่ 4 ได้ให้แนวทางใน การจัดการศึกษาที่นับได้ว่าเป็นหัวใจของการปฏิรูปการศึกษา โดยได้กำหนดไว้ในมาตรา 22 กำหนดว่า การจัดการศึกษาต้อง ยึดหลักว่าผู้เรียนทุกคนมีความสามารถที่จะเรียนรู้สามารถ พัฒนาตนเองได้และผู้เรียนมีความสำคัญที่สุดของกระบวนการ ใน การจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาได้ ตามธรรมชาติและเติมศักยภาพ มาตรา 24 จัดเนื้หางานและ กิจกรรมให้สอดคล้องกับความสนใจและความถนัดของผู้เรียน โดยต้องคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล ฝึกทักษะ กระบวนการคิด การประยุกต์ใช้ความรู้เพื่อป้องกันและแก้ไข ปัญหา จัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง จัด ให้มีการฝึกปฏิบัติให้สามารถทำได้จริง ฝึกให้เกิดเป็นทีมเป็น ฝีกให้ผู้เรียนรักการอ่านและไฝรู้อย่างต่อเนื่อง ส่งเสริมให้ ผู้สอนจัดสภาพแวดล้อม สื่อที่เหมาะสมและอำนวยความ สะดวกเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ [1]

การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้แบบใหม่ที่เน้นผู้เรียนเป็น สำคัญและการพัฒนาสื่อที่เหมาะสมกับสภาพวิชาและ เนื้อหาวิชามาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนจะส่งผล ให้ผู้เรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาและก่อให้เกิดผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนสูงขึ้น [2], [3], [4] จากการกันค่าว่างงานวิจัยที่

เกี่ยวข้องกับการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนที่ผ่านมา สังเกตได้ว่า หนึ่งในหลายๆ ขั้นตอนของการกิจกรรมการเรียน การสอน จะประกอบด้วยขั้นตอนที่ผู้เรียนต้องลงมือปฏิบัติงาน หรือการทดลองเพื่อพิสูจน์หลักการหรือทดลองซึ่งก่อให้เกิดการ เรียนรู้ได้ด้วยตนเอง เช่น รูปแบบการเรียนรู้แบบ MIDEAP [5] หรือ การเรียนรู้แบบ GIPSA [6] เป็นต้น ซึ่งในการลงมือ ปฏิบัติการนั้นจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องมีสื่อประกอบการเรียนการสอนและอุปกรณ์สนับสนุนสำหรับการทดลองที่เหมาะสมกับ เนื้อหาที่เรียน การทดลองด้วยโปรแกรมจำลองหรือเครื่องมือ วัดเสมือนจริงเป็นทางเลือกทางหนึ่งที่ถูกนำมาใช้ในการเรียน การสอนในยุคปัจจุบัน เป็นจำนวนเพิ่มมากขึ้น เพราะสามารถ ช่วยลดระยะเวลาและขั้นตอนในการทดลองลงได้ลดลงใช้ งบประมาณในการจัดหาน้อยกว่าการทดลองด้วยเครื่องมือวัด ในห้องปฏิบัติการจริง จากการวิเคราะห์หลักสูตรวิศวกรรม ศาสตรบัณฑิตและครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชา วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม มหาวิทยาลัย เทคโนโลยีราชมงคลล้านนา [7], [8] พบว่า วงจรกรองความถี่ เป็นเรื่องที่สำคัญเรื่องหนึ่งที่ต้องมีการเรียนการสอน เพราะ เนื้อหาดังกล่าว ได้เรียนไว้ในคำอธิบายรายวิชาในหลายๆ รายวิชาของหลักสูตร นอกจากนี้ผลจากการสัมภาษณ์ ผู้เชี่ยวชาญ พบว่าผู้เชี่ยวชาญต่างมีความเห็นที่ตรงกันว่า เรื่อง วงจรกรองความถี่เป็นเรื่องที่สำคัญต่อการนำไปใช้ประโยชน์ ในอนาคต

ดังนั้นจากความสำคัญดังกล่าว ผู้วิจัยจึงมีความต้องการที่จะ พัฒนาชุดทดลองวงจรกรองความถี่โดยใช้เครื่องวิเคราะห์ โถรุ่งข่ายเสมือนจริงเพื่อเป็นสื่อประกอบการเรียนการสอน เรื่องวงจรกรองความถี่สำหรับการศึกษาด้านวิศวกรรม โทรคมนาคม ที่สามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความเข้าใจใน เนื้อหาเพิ่มมากขึ้น ลดขั้นตอนและระยะเวลาในการทดลอง ใช้ งบประมาณในการจัดหาน้อยและอุปกรณ์ที่ไม่แพงมาก

### วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อพัฒนาชุดทดลองวงจรกรองความถี่โดยใช้เครื่อง วิเคราะห์โถรุ่งข่ายเสมือนจริง สำหรับใช้เป็นสื่อประกอบการ เรียนการสอน เรื่อง วงจรกรองความถี่ ในการศึกษาด้าน วิศวกรรมโทรคมนาคม

## 2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การดำเนินงานวิจัยต้องอาศัยทฤษฎีที่ฐานเป็นข้อมูลประกอบการดำเนินการ โดยอธิบายได้ดังต่อไปนี้

### 2.1 วงจรร่องความถี่

วงจรร่องความถี่หมายถึง โครงข่ายที่ทำให้การส่งผ่านสัญญาณในบริเวณย่านแบบผ่าน และมีการสูญเสียในย่านของแบบหยุด ดังนี้ การออกแบบวงจรร่องสามารถทำได้โดยการประมาณค่าที่สอดคล้องตามคุณสมบัติของตัวกรองแบบอุดมคติ ตัวกรองความถี่ สามารถแบ่งได้ 4 ประเภท ดังนี้

1) ตัวกรองความถี่ต่ำผ่าน (Low-Pass filter : LPF) คือ การส่งผ่านของสัญญาณที่ต่ำกว่าความถี่ย่าน DC จนถึงความถี่ของ  $\omega_c$  และสัญญาณจะมีการสูญเสียมากเมื่อความถี่สูงกว่า  $\omega_c$

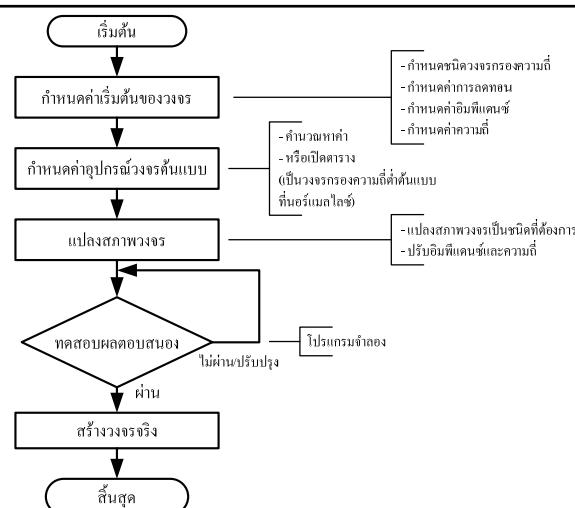
2) ตัวกรองความถี่สูงผ่าน (High-Pass filter : HPF) คือการส่งผ่านสัญญาณที่ความถี่สูงกว่าจุดตัด  $\omega_c$  และสัญญาณจะมีการสูญเสียจำนวนมากที่ความถี่ต่ำกว่า  $\omega_c$

3) ตัวกรองความถี่แบบผ่าน (Band-Pass filter : BPF) คือ วงจรจะยอมให้สัญญาณความถี่ในย่านของ แบบความถี่ระหว่าง  $\omega_1$  ถึง  $\omega_2$  และความถี่นอกย่านนี้จะมีการสูญเสียจำนวนมาก

4) ตัวกรองความถี่แบบหยุด (Band-Stop filter : BSF) คือ วงจรจะไม่ยอมให้สัญญาณความถี่ในย่านของ แบบความถี่ระหว่าง  $\omega_1$  ถึง  $\omega_2$  ผ่าน และความถี่นอกเหนือจากย่านนี้สามารถส่งผ่านได้ทั้งหมด

### 2.2 การออกแบบวงจรร่องความถี่

การออกแบบวงจรร่องความถี่พาสซีฟแบบกลุ่มก้อนสามารถแสดงขั้นตอนการออกแบบได้ดังภาพที่ 1 โดยเริ่มต้นจากการกำหนดค่าต่างๆ ที่ผู้ใช้งานต้องการ จากนั้นคำนวณหาจำนวนคำดับของวงจรและค่าอุปกรณ์ต่างๆ ของวงจรร่องความถี่ต่ำผ่านต้นแบบโดยการเปิดทางจากตารางของทฤษฎีบัตเตอร์เวิร์ต และทำการแปลงสภาพและปรับปรุงค่าอุปกรณ์ในวงจรที่ได้ให้เป็นวงจรร่องความถี่ชนิดต่างๆ หลังจากนั้นทำการทดสอบการทำงานของวงจรโดยใช้โปรแกรมจำลองคอมพิวเตอร์ เพื่อตรวจสอบผลการทำงานและปรับปรุงแก้ไขให้หัวร่างสามารถทำงานให้ได้ตามเงื่อนไขที่ต้องการ สุดท้ายดำเนินการสร้างวงจรชุดทดลองที่สมบูรณ์



ภาพที่ 1 : ลำดับขั้นการออกแบบวงจรร่องความถี่

## 3. วิธีดำเนินการวิจัย

### วิธีการดำเนินการมีลำดับขั้นตอน ดังนี้

3.1 การวิเคราะห์เนื้อหา ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์เนื้อหารายวิชาที่เกี่ยวข้องกับเรื่องวงจรร่องความถี่แบบพาสซีฟกลุ่มก้อน เพื่อกำหนดชนิดและวิธีการประมาณค่าของวงจรร่องความถี่ในการพัฒนาชุดทดลอง ประกอบด้วย 4 วงจร ได้แก่ วงจรร่องความถี่ต่ำผ่าน วงจรร่องความถี่สูงผ่าน วงจรร่องความถี่แบบผ่าน และวงจรร่องความถี่แบบหยุด โดยใช้ทฤษฎีบัตเตอร์เวิร์ตในการประมาณค่าอุปกรณ์

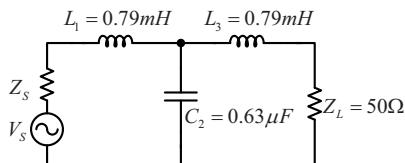
3.2 การออกแบบและสร้างวงจรร่องความถี่ทั้ง 4 ชนิด ได้ดำเนินการตามผังงานในภาพที่ 1 ในบทความนี้จะยกตัวอย่างการออกแบบวงจรร่องความถี่ต่ำผ่าน โดยสามารถอธิบายได้ดังนี้

1) กำหนดค่าเริ่มต้นของวงจร ดังนี้  $\omega_c = 10\text{kHz}$ ,  $n = 3$ , และ  $Z_o = 50\Omega$

2) เปิดตารางบัตเตอร์เวิร์ต อันดับที่ 3 ได้ค่าอุปกรณ์ วงจรร่องความถี่ต่ำต้นแบบที่ผ่านการอธิบายแล้ว ดังนี้  $L_1 = 1H$ ,  $C_2 = 2F$ , และ  $L_3 = 1H$

3) ปรับค่าความถี่และอิมพีเดนซ์ของวงจรตามค่าใช้งานได้ดังนี้  $L_1, L_3 = 0.79mH$ ,  $C_2 = 0.63\mu F$

4) ได้วงจรร่องความถี่ต่ำผ่านดังภาพที่ 2 และนำไปสร้างเป็นวงจรจริงต่อไป



ภาพที่ 2 : วงจรกรองความถี่ต่ำ  $\omega_C = 10KHz$

3.3 ทดสอบการทำงานของวงจรกรองความถี่ที่ได้ออกแบบโดยใช้โปรแกรมจำลองและปรับปัจจุบันให้ถูกต้อง

3.4 วิเคราะห์ข้อมูล เปรียบเทียบผลการทำงาน และสรุปผลการดำเนินงาน

#### 4. ผลของการวิจัย

##### 4.1 ผลของชุดวงจรกรองความถี่

ผลของการออกแบบจะได้ชุดทดลองของวงจรกรองความถี่ ดังแสดงตัวอย่างวงจรกรองความถี่ต่ำผ่านที่สร้างขึ้นในภาพที่ 3



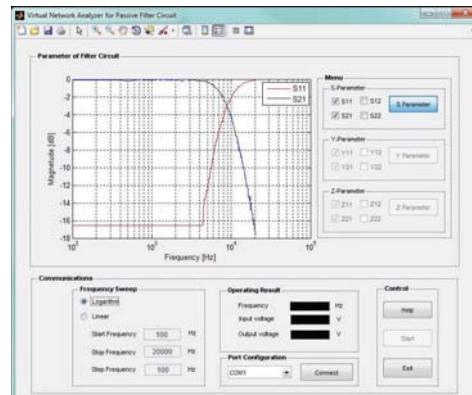
ภาพที่ 3 : ผลการสร้างวงจรกรองความถี่ต่ำ  $\omega_C = 10KHz$

##### 4.2 การทดสอบด้วยเครื่องวิเคราะห์โครงข่ายสมมิនจริง

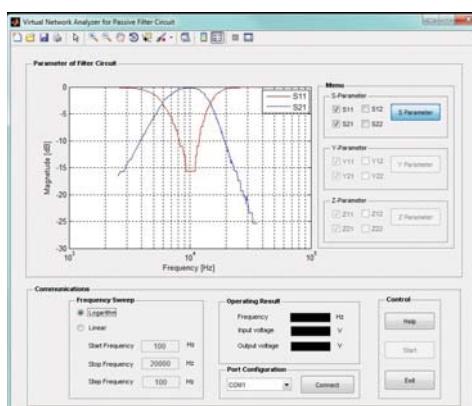
เป็นการทดสอบวัดผลตอบสนองทางความถี่ของวงจรด้วยเครื่องวิเคราะห์โครงข่ายสมมิនจริง ดังแสดงในภาพที่ 4 และแสดงหน้าต่างผลการวัดในภาพที่ 5



ภาพที่ 4 : การวัดผลตอบสนองทางความถี่ด้วยเครื่องวิเคราะห์โครงข่ายสมมินจริง



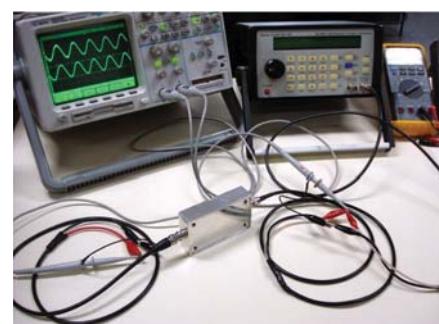
ภาพที่ 5 : ผลตอบสนองทางความถี่ของวงจรกรองความถี่ต่ำผ่าน



ภาพที่ 6 : ผลตอบสนองทางความถี่ของวงจรกรองความถี่แยกผ่าน

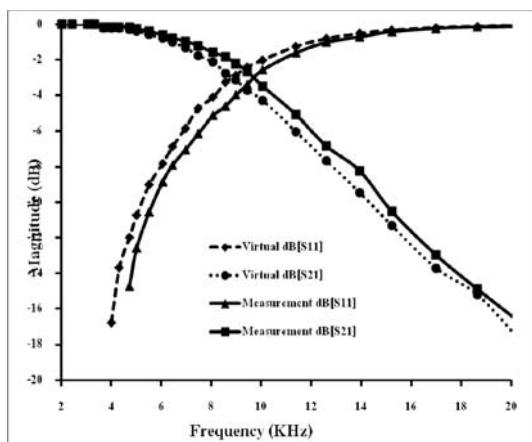
##### 4.3 การเปรียบเทียบผลของการวัด

ภาพที่ 7 แสดงการวัดผลตอบสนองทางความถี่ของวงจรที่ใช้เครื่องมือวัด โดยการป้อนสัญญาณเข้าที่วงจรแล้ววัดค่าแรงดันที่อินพุตและเอาต์พุต จดบันทึกค่า ปรับเปลี่ยนความถี่ไปจนครบทุกความถี่ที่ต้องการวัด คำนวณหาค่าสแกตเตอร์ฟารามิตอร์ และเขียนกราฟการตอบสนอง

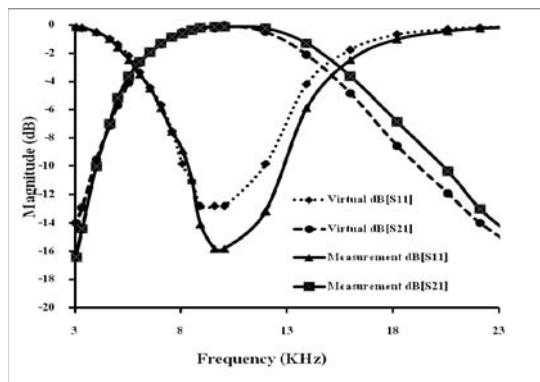


ภาพที่ 7 : การวัดวงจรกรองความถี่ด้วยเครื่องมือวัด

ภาพที่ 8 และภาพที่ 9 แสดงผลการเปรียบเทียบการตอบสนองทางความถี่ของวงจรกรองความถี่ต่ำผ่านและวงจรกรองความถี่แอบผ่านตามลำดับ โดยใช้เครื่องวิเคราะห์โถงช่างที่สามารถดูผลที่สอดคล้องกันและใกล้เคียงกันค่าที่ได้ออกแบบโดยอาจมีค่าความคลาดเคลื่อนไม่เกิน  $\pm 5\%$  ในช่วงของย่านความถี่ที่ใช้งานอันเนื่องมาจากผลกระทบจากความไวในการตรวจจับสัญญาณของเครื่องวิเคราะห์โถงช่างที่มีอยู่



ภาพที่ 8 : การเปรียบเทียบผลของวงจรกรองความถี่ต่ำผ่าน



ภาพที่ 9 : การเปรียบเทียบผลของวงจรกรองความถี่แอบผ่าน

## 5. สรุปผล

บทความวิจัยนี้ได้นำเสนอการพัฒนาชุดทดลองของวงจรกรองความถี่ ซึ่งประกอบด้วยวงจรกรองความถี่ 4 ชนิด ได้แก่ วงจรกรองความถี่ต่ำผ่าน วงจรกรองความถี่สูงผ่าน วงจรกรองความถี่แอบผ่าน และวงจรกรองความถี่แอบหยุด โดยใช้ทุกชิ้นส่วนเดอร์วิร์ตในการประเมินค่า ชุดทดลองที่พัฒนาขึ้นนี้มี

วัตถุประสงค์เพื่อใช้ร่วมกับเครื่องวิเคราะห์โถงช่างที่มีอยู่เป็นสื่อประกอบการเรียนการสอนเรื่องวงจรกรองความถี่ ผลการทดสอบการตอบสนองทางความถี่ของวงจรที่สร้างขึ้นเมื่อวัดโดยเครื่องวิเคราะห์โถงช่างที่มีอยู่และเครื่องมือวัดให้ผลสอดคล้องกันและใกล้เคียงกันค่าที่ได้ออกแบบ ดังนั้นชุดทดลองของวงจรกรองความถี่ที่พัฒนาขึ้นนี้สามารถใช้เป็นสื่อการสอนได้เป็นอย่างดี

## 6. เอกสารอ้างอิง

- [1] พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542. กรุงเทพฯ: ราชกิจจานุเบกษา, 2542.
- [2] S. Khamkleang and S. Akatimago, "Microwave Planar Circuit Design Tool in the teaching of Microwave Engineering," in Electrical Engineering/Electronics, Computer, Telecommunications and Information Technology, 2009. ECTI-CON 2009. 6<sup>th</sup> International Conference on, 2009, vol. 02, pp. 830-833.
- [3] Qiang Sui, Liang Zhang and Hongtao Jia, "Interactive Matlab Programs for Impedance Matching Teaching in Microwave Engineering," in Computational Intelligence and Software Engineering, 2009. CiSE 2009. International Conference on, 2009, pp. 1-4.
- [4] สมมารถ จำเกลี้ยง, สมศักดิ์ อรรถกิมภูล และ มงคล หังสิติวงศ์, "การพัฒนาการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เรื่อง การออกแบบและวิเคราะห์วงจรคลื่นระนาบไมโครเวฟ", การประชุมวิชาการเกณฑ์ราศาสตร์ ครั้งที่ 47. 2551.
- [5] ศรัณย์ ชูคดี และ สมศักดิ์ อรรถกิมภูล, "การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ MIDEAP สำหรับการเรียนการสอนรายวิชาศึกกรรมไมโครเวฟ เรื่องท่อนำคลื่นและการประยุกต์ใช้งาน", การประชุมวิชาการครุศาสตร์อุตสาหกรรมระดับชาติ ครั้งที่ 3. TechED, 2553, หน้าที่ 677-682.
- [6] จรรักษ์ สามารถ และ สมศักดิ์ อรรถกิมภูล, "การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ GIPSA และสื่อการเรียนการสอน เรื่องวงจรกรองความถี่สำหรับประยุกต์ใช้ในการศึกษาด้านวิศวกรรมโทรคมนาคม", การประชุมวิชาการครุศาสตร์อุตสาหกรรมระดับชาติ ครั้งที่ 4. TechED, 2554, หน้าที่ 221-226.
- [7] มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา, "หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาศึกกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2553", 2553.
- [8] มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา, "หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาศึกกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2553", 2553.

## การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การต่อวงจรมอเตอร์ 3 เฟส

### วิชาการควบคุณเครื่องกลไฟฟ้า ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ

**The Development of Computer Assisted Instruction on 3-Phase Electric Motor Circuit Wiring for Electromechanical Control Subject in Vocational Certificate Level**

นวภัทร อุทัยรัตน์<sup>1</sup>, พูลศักดิ์ โภษมียากรณ์<sup>2</sup>

### ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

<sup>1</sup>[nuy\\_7297@hotmail.com](mailto:nuy_7297@hotmail.com), <sup>2</sup>[drpoolsak@hotmail.com](mailto:drpoolsak@hotmail.com)

### บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาการควบคุณเครื่องกลไฟฟ้า เรื่อง การต่อวงจรมอเตอร์ 3 เฟส ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ 2) หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่สร้างขึ้น กลุ่มตัวอย่างที่ทำการทดลองเป็นนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 3 วิทยาลัยเทคนิคพิมัญโลก จำนวน 29 คน ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2554 โดยเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง เครื่องมือการวิจัยประกอบไปด้วย บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับให้นักเรียนได้ฝึกการต่อวงจรควบคุณและวงจรกำลัง แบบประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และแบบทดสอบเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 82.64 / 81.38 มีประสิทธิภาพ สูงกว่า เกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ คือ 80/80

**คำสำคัญ :** บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน, มอเตอร์ไฟฟ้า, การควบคุณเครื่องกลไฟฟ้า

### Abstract

The purposes of this study are 1) to develop computer assisted instruction on 3-Phase electric motor circuit wiring for electromechanical control subject in vocational certificate level and 2) to evaluate the efficiency of the developed computer assisted instruction. The samples are 29 third-year vocational certificate students purposively sampled from the second semester of 2011 academic year at Phitsanulok Technical College. The research instruments are computer assisted instruction for allowing students to practice in 3-Phase electric motor circuit wiring in both control and power circuits, evaluation form of computer assisted instruction and an achievement test to determine the efficiency of computer-assisted instruction. The result of this study shows that the efficiency of the computer assisted instruction is at 82.64 / 81.38, higher than the criterion of 80/80.

**Keyword :** Computer Assisted Instruction , Electric Motor, Electromechanical Control



## 1. บทนำ

การพัฒนาและการผลิตสื่อการเรียนการสอน เพื่อนำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพพุทธศักราช 2545 (ปรับปรุงแก้ไข พุทธศักราช 2546) โดยนำเทคโนโลยีเข้ามาปรับปรุงและช่วยในการพัฒนาระบบการเรียนการสอนในรูปแบบการใช้สื่ออิเล็กทรอนิกส์[1] ซึ่ง มาตรฐานสื่อและนวัตกรรมอาชีวศึกษานั้น นุ่งเน้นการผลิตสื่อการเรียนการสอนและนวัตกรรมใหม่ ๆ ให้การสนับสนุนพัฒนาสื่อเดิมให้มีความทันสมัยทันเทคโนโลยี และส่งเสริมการเรียนรู้ระดับอาชีวศึกษาตามหลักสูตรที่กำหนด ปัจจุบัน คอมพิวเตอร์ก็เข้ามามีบทบาทในการพัฒนาสื่อการเรียนการสอนและสามารถผลิตสื่อได้หลากหลาย ซึ่งในรายวิชาการ ความคุ้มครองกลไฟฟ้า สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตร วิชาชีพนั้น มีวัตถุประสงค์รายวิชาเพื่อให้มีทักษะพร้อมเข้าใจหลักและวิธีการเริ่มเดินมอเตอร์ การควบคุมความเร็วของมอเตอร์ การหยุดและการกลับทิศทางการหมุน จากประสบการณ์การสอนที่ผ่านมา มีนักเรียนจำนวนมากที่เกิดปัญหาเกี่ยวกับความสับสน ไม่เข้าใจในเรื่องการต่อวงจรกำลังและวงจรควบคุมเพื่อทำการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า ส่งผลกระทบให้ไม่ผ่านการประเมินผลการเรียน การนำบทเรียนคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยแก้ปัญหาดังกล่าวเป็นแนวทางหนึ่งที่สามารถทำได้ เช่น อกหักดี[2] ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง เรื่องวงจรควบคุมมอเตอร์ด้วยแมกнетิกคอนแทกเตอร์ ในวิชาการควบคุมเครื่องกลไฟฟ้า กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 2 วิทยาลัยเทคนิคหนองคาย ประจำภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2541 จำนวน 30 คน ผลการวิจัยครั้งนี้ปรากฏว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ  $75.77/74.33$  ตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ นักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีความคิดเห็นที่ดีต่อการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน นอกจากนี้ สายสุชา[3] ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาคอมพิวเตอร์ช่วยงานเขียนแบบ เรื่องการใช้คำสั่งในการสร้างภาพ 2 มิติ กลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาจัดการศึกษา คณะเทคโนโลยีและสารสนเทศ จัดการจัดการ

ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การต่อวงจร monocell 3 เฟส วิชาการควบคุมเครื่องกลไฟฟ้า ระดับประวัติการนิยมตัววิชาชีพ เพื่อจากคอมพิวเตอร์นั้นสามารถออกแบบให้สามารถโต้ตอบกับผู้ใช้บทเรียนในการเดินสายไฟฟ้า และสามารถแสดงตำแหน่งของ การเดินสายไฟฟ้าทั้งในวงจรควบคุมและวงจรกำลังสำหรับ เป็นแนวทางก่อนการปฏิบัติงานการเดินสายไฟฟ้าของ ผู้ควบคุม เพราะเมื่อผู้เรียนมองเห็นภาพที่เป็นรูปธรรมแล้วจะ เกิดความเข้าใจในการต่อวงจรควบคุมคอมพิวเตอร์ไฟฟ้า ในการเรียนภาคปฏิบัติเพิ่มขึ้นด้วย นอกจากนี้ผู้เรียนยังสามารถนำ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นนี้ มาใช้เพื่อการ เรียนรู้ ทบทวนความรู้ได้ด้วยตนเองตามความสนใจของผู้เรียน ได้ตลอดเวลา เป็นการเสริมสร้างความเข้าใจให้แก่ผู้เรียนเอง อันจะนำไปสู่การเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ และเพื่อใช้ ประโยชน์ในด้านการเรียนภาคปฏิบัติในวิชาการควบคุม เครื่องกลไฟฟ้า โดยการวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนา บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและเพื่อหาประสิทธิภาพของ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

## 2. การพัฒนาเครื่องมือและการดำเนินการวิจัย

เนื้อหาในส่วนของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การต่อวงจรมอเตอร์ 3 เฟส วิชาการควบคุมเครื่องกลไฟฟ้า แบ่งเป็นหัวข้อย่อย คือ วงจรการสตาร์ทมอเตอร์ 3 เฟส แบบ สตาร์ทตรง วงจรการกลับทางหมุนมอเตอร์ 3 เฟส แบบ ทันทีทันใด และ วงจรการกลับทางหมุนมอเตอร์ 3 เฟส แบบ หลังจากหยุด โดยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนพัฒนาโดยใช้ โปรแกรม Adobe Flash CS4 และนำเสนอผ่านโปรแกรม Web Page Maker เวอร์ชัน 3.21 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็น นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 3 วิทยาลัยเทคนิคพิษณุโลก จำนวน 29 คน

การสร้างแบบทดสอบที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียน มีขั้นตอนเริ่มจาก การศึกษาการสร้างแบบทดสอบ และ การเขียนแบบทดสอบ จากตัวเรียน เอกสารที่เกี่ยวข้อง กับการวัด และประเมินผลการศึกษา และทำการสร้างแบบทดสอบ แบบ ปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 45 ข้อ โดยนำแบบทดสอบที่ได้ ให้อาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อตรวจสอบและปรับปรุงแก้ไข จากนั้น ทำการนำแบบทดสอบที่ได้ให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา จำนวน 3 ท่าน เพื่อประเมินหาค่าความสอดคล้องกันระหว่างวัตถุประสงค์ เชิงพฤติกรรมและข้อสอบ รวมทั้งทำการวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ กับนักเรียน จำนวน 10 คน ได้แบบทดสอบจำนวน 32 ข้อ แต่ ผู้วิจัยนำไปใช้เพียง 30 ข้อ

การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีขั้นตอนเริ่มจาก ออกแบบหน้าจอสำหรับบทเรียน ออกแบบผังงานของบทเรียน สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จากนั้นทำการนำบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างเสร็จแล้วไปให้ผู้เชี่ยวชาญ ทางด้านเนื้อหา จำนวน 3 ท่าน และด้านเทคนิคการผลิตสื่อ จำนวน 3 ท่าน เพื่อประเมินความเหมาะสมของบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่พัฒนาขึ้น โดยมีผลการวิเคราะห์ดังนี้

**ตารางที่ 1** ผลการวิเคราะห์แบบประเมินความเหมาะสมของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยผู้เชี่ยวชาญ

ความคิดเห็นด้าน	N	$\bar{X}$	SD	ระดับความคิดเห็น
เนื้อหา	3	4.31	0.56	มาก
เทคนิคการผลิต	3	4.15	0.56	มาก

จากตารางที่ 1 ผลการประเมินความเหมาะสมของบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้านเนื้อหา ในภาพรวมอยู่ในระดับมาก ( $\bar{X} = 4.31$ ) และด้านเทคนิคการผลิต ในภาพรวมอยู่ในระดับมาก ( $\bar{X} = 4.15$ ) ผู้วิจัยนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไป เก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง

การวิจัยในครั้งนี้ เป็นการวิจัยเพื่อหาประสิทธิภาพของ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยใช้การทดลองแบบกลุ่ม เดียว โดยการทดสอบระหว่างเรียน – ทดสอบหลังเรียน ใช้ เวลาในการดำเนินการทดลอง จำนวน 4 สัปดาห์ เรียนโดยมี อาจารย์ประจำเป็นผู้ควบคุมคุณภาพ

## 3. ผลของการวิจัย

ผลของการวิจัยประกอบไปด้วยผลของการสร้างเครื่องมือที่ ใช้ในการวิจัย และผลการหาประสิทธิภาพบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอน เมื่อนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยมีรายละเอียดดังนี้

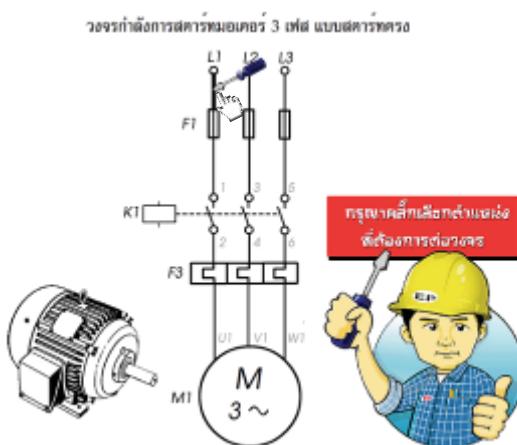
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การต่อวงจรมอเตอร์ 3 เฟส วิชาการควบคุม เครื่องกลไฟฟ้า แบ่งออกเป็น 3 หน่วยการเรียน แต่ละหน่วยการเรียนประกอบไปด้วยส่วนต่างๆ ได้แก่ วัตถุประสงค์ หน่วยการเรียน แสดงดังภาพที่ 1 และ 2 การต่อวงจรกำลังและวงจรควบคุม การทำงานของวงจร ตำแหน่งติดตั้งอุปกรณ์ แสดงดังภาพที่ 3 ถึงภาพที่ 6 นอกจากนี้โปรแกรมยังได้บรรจุ แบบทดสอบไว้ท้ายบทเรียนดังแสดงในภาพที่ 7 ถึงภาพที่ 9 โดยผู้เรียนสามารถทำการต่อสายตามแบบวงจร schematic diagram ซึ่งการเดินสายหรือต่อสายจะเป็นลักษณะที่เหมือนสถานการณ์จริงคือมีสภาพจุดต่อและตัวอุปกรณ์จริงในตู้ควบคุม เมื่อผู้ต่อทำการต่อสายได้ถูกต้องก็จะมีการรายงานผลการต่อวงจรนั้นทำให้ผู้เรียนสามารถได้รับการตรวจสอบได้ทันทีทันใด



ภาพที่ 1 หน้าจอแรกของการเข้าสู่บทเรียน



ภาพที่ 2 การเลือกต่อวงจรกำลังและวงจรควบคุม



ภาพที่ 3 การเลือกตำแหน่งการเดินสายไฟฟ้าวงจรกำลัง

ลำดับขั้นการต่อวงจรกำลัง



ภาพที่ 4 การต่อวงจรกำลัง ลำดับที่ 1



ภาพที่ 5 การต่อวงจรกำลัง ลำดับที่ 2



ภาพที่ 6 การต่อวงจรกำลัง ลำดับที่ 3

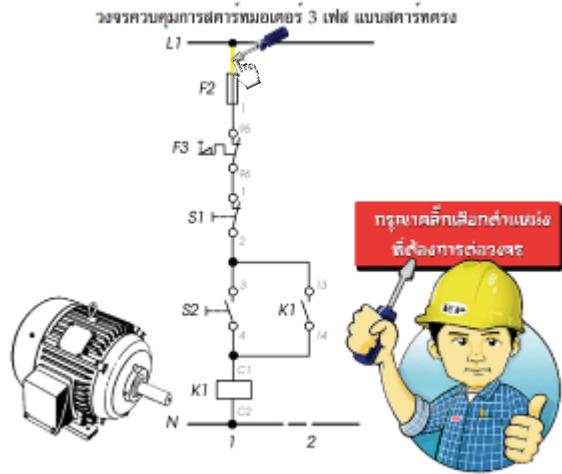


ภาพที่ 7 (ก) ผลตอบโต้ว่าต่อวงจรุกครบทุกตำแหน่ง



ภาพที่ 7 (ข) ผลตอบโต้ว่าต่อวงจรผิด

วงจรควบคุมการต่อวงจรเมือง 3 เฟส แบบต่อตรง



ภาพที่ 8 การเลือกตำแหน่งการเดินสายไฟฟ้าวงจรควบคุม



ภาพที่ 9 ตำแหน่งการเดินสายไฟฟ้าของควบคุม

จากผลการหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เมื่อนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่พัฒนาขึ้นไปทำการทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง สามารถสรุปผลการหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้ดังนี้

ตารางที่ 2 ผลการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

แบบทดสอบ	N	คะแนน	ค่าประสิทธิภาพ
ระหว่างเรียน(E1)	29	719	82.64
หลังเรียน(E2)	29	708	81.38

จากตารางที่ 2 สรุปได้ว่าการหาค่าประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้ มีค่าประสิทธิภาพเท่ากับ 82.64 / 81.38

#### 4. สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้ผู้จัดได้สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การต่อวงจรคอมพิวเตอร์ 3 เฟส วิชาการควบคุมเครื่องกลไฟฟ้า ซึ่งผ่านการประเมินคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญทั้งด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อแล้ว ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การต่อวงจรคอมพิวเตอร์ 3 เฟส วิชาการควบคุมเครื่องกลไฟฟ้า ได้ค่าประสิทธิภาพ คือ 82.64 / 81.38 มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้คือ 80/80

#### 5. บรรณานุกรม

- [1] กรมอาชีวศึกษา. ก้าวไปในแผนฯ 7. โรงพิมพ์องค์การส่งเสริมฯ ทหารผ่านศึก, 2533.

- [2] อภิสักดิ์ พ่วงกุล. การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง วงจรควบคุมมอเตอร์ด้วยแมกเนติกคอนแทกเตอร์ ในวิชาการควบคุมเครื่องกลไฟฟ้า สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตร วิชาชีพ ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต (หลักสูตรและการสอน) มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมราช, 2542.
- [3] สายสุชา บรรลেงจิต. การพัฒนาและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาคอมพิวเตอร์ช่วยงานพื้นฐานแบบเรื่องการใช้คำสั่งในการสร้างภาพ 2 มิติ และการกำหนดขนาด. วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต ภาควิชาครุศาสตร์ เทคโนโลยี บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีโลหะและอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย, 2545.
- [4] นพนันท์ คล้อยสาท. การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนซ่อมเสริม เรื่อง มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชากรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 2545.



## การสร้างและทดสอบประสิทธิภาพชุดการสอนแบบสื่อประสม เรื่อง วงจรกรองความถี่พาสซีฟ The Construction and Efficient Validation of Multimedia Instructional Package on Passive Filter Circuit

นุชนาฏ ชุ่มชื่น, สุรพันธ์ ตันศรีวงศ์ และสมศักดิ์ อรรถกิมภูภูต

ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

1518 ถนนพิบูลสงคราม บางซื่อ กรุงเทพฯ 10800, E-mail: sassyjang@hotmail.com

### บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและทดสอบประสิทธิภาพชุดการสอน เรื่องวงจรกรองความถี่พาสซีฟ วิชาช่างการสื่อสาร และสายส่ง เครื่องมือวิจัยที่ใช้ประกอบคือ คู่มือครุ สำหรับเรียนการสอน และแบบทดสอบ จากนั้นนำไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่างซึ่งเลือกแบบเจาะจง เป็นนักศึกษาปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ที่ได้ลงทะเบียนเรียน วิชาช่างการสื่อสารและสายส่ง ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2554 จำนวน 23 คน โดยเมื่อจบการเรียนการสอนในแต่ละครั้ง ให้นักศึกษาทำแบบทดสอบหลังบทเรียน และทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์เมื่อสิ้นสุดการเรียนการสอนครบทุกครั้ง หลังจากนั้นนำคะแนนที่ได้มาคำนวณหาประสิทธิภาพชุดการสอน ผลวิจัยปรากฏว่า ชุดการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีประสิทธิภาพร้อยละ 73.31/76.09 ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด 80/80 และจากการสำรวจความพึงพอใจของนักศึกษาที่ได้ผ่านการสอนจากชุดการสอนนี้มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก ( $\bar{X} = 4.47$ )

**คำสำคัญ:** ชุดการสอน โปรแกรมจำลองวงจรกรองความถี่แบบพาสซีฟ

### Abstract

*This research aimed to construct an instructional package on the passive filter circuit and to validate its efficiency. The instruments were a teacher's handbook, instruction media, exercises and test. Sample was 23 students registering in the second semester of the academic year 2011 at King Mongkut's University of Technology North Bangkok. The scores were used to find the efficiency of the constructed instructional package and then to find the learning achievement. The results showed that the efficiency of the constructed instructional package was at 73.31/76.09 that was lower than the criterion set of 80/80. However, the attitude of the students after learning through constructed instructional package was in high level ( $\bar{X} = 4.47$ ) that can be use an efficient instructional tool in classroom.*

**Keywords:** Instructional package Program simulation on Passive filter circuit

## 1. บทนำ

การจัดการเรียนการสอนในปัจจุบันได้มีการพัฒนาและนำความรู้ใหม่มาประยุกต์ใช้ โดยมุ่งพัฒนาให้ผู้เรียนเกิดทักษะและเพิ่มศักยภาพในการเรียนของผู้เรียน เพื่อให้สามารถนำความรู้ และทักษะนั้นไปใช้ในการประกอบวิชาชีพ การเรียน การสอนทางด้านวิศวกรรมศาสตร์ที่มีลักษณะการจัดการเรียน การสอนที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนมีการเรียนรู้ทางด้านทฤษฎีควบคู่ กับการปฏิบัติเพื่อพัฒนาศักยภาพของผู้เรียนอย่างเต็ม ความสามารถ

การใช้งานของกรองความถี่ในงานด้านอิเล็กทรอนิกส์มี ความจำเป็นอย่างยิ่ง แต่ในการออกแบบจำเป็นต้องใช้สมการ ทางคณิตศาสตร์ และมีฟังก์ชันถ่ายโอนที่ซับซ้อนมาก่อน นั่น นี่ จึงต้องมีตัวแปรหลายตัวเข้ามาเกี่ยวข้อง หากค่าตัวแปรมีการเปลี่ยนแปลงไปก็ต้องคำนวณระบบใหม่ทั้งระบบ เช่นเดียวกัน ในการเรียนวิชาช่างงานสื่อสารและสายสั่ง (Communication Network and Transmission Lines) รหัสวิชา 224307 ใน หลักสูตรครุศาสตร์อุดสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ เนื้อหาใน รายวิชา เรื่องวงจรกรองความถี่พารามิเตอร์ ผู้เรียนต้องสามารถ คำนวณออกแบบแก้ปัญหาระบบที่ศึกษาผ่านไปได้

จากการสำรวจข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับปัญหาที่เกี่ยวข้องกับ การเรียนการสอนของนักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนวิชาช่างการ สื่อสารและสายสั่งในปี 2553 พบว่าผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนมี เกรดเฉลี่ยปานกลางค่อนข้างต่ำ จากการสัมภาษณ์อาจารย์ ผู้สอน พบว่า วิชาช่างงานสื่อสารและสายสั่ง ยังขาดสื่อการ สอนที่สามารถช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาได้ดี ขณะนี้ ทางมี เครื่องมือช่วยในการคำนวณและการออกแบบวงจรกรอง ความถี่ ก็จะทำให้ผู้เรียนสามารถแก้ปัญหาการออกแบบวงจร กรองความถี่ได้อย่างรวดเร็ว โดยสามารถตรวจสอบผลการ ออกแบบด้วยตนเอง พร้อมทั้งสามารถทราบคุณสมบัติของ วงจรที่ออกแบบ ไว้ได้ทันที

ชุดการสอนเป็นเครื่องมือชั้นนำมาใช้ในการเรียนการสอน เพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนรู้ของผู้เรียนให้สูงขึ้น ทำให้ ผู้เรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในการเรียนรู้ ตาม วัตถุประสงค์ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น ซึ่งได้มีวิจัยหลาย

ท่านได้ทำการวิจัยการพัฒนาและหาประสิทธิภาพชุดการสอน แบบสื่อประสม[1], [2] ซึ่งผลของการวิจัยพบว่า ชุดการสอน แบบสื่อประสมเหมาะสมสำหรับนำมาใช้ในการเรียนการสอน เพื่อช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมในการเรียนรู้ ตามวัตถุประสงค์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ปัจจุบันได้มีการนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการเรียนการสอน เพิ่มมากขึ้น การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้สมัยใหม่ มีแนวโน้ม ที่จะผนวกรถสอนเชิงทฤษฎีควบคู่กับการสอนในเชิงปฏิบัติ โดยการนำคอมพิวเตอร์มาจำลองผลในการทำงาน ซึ่งมีส่วน ช่วยให้ผู้เรียนมีความเข้าใจหลักการหรือทฤษฎีที่ซับซ้อนได้ อย่างรวดเร็ว และมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ดังนั้น ผู้วิจัยจึงมี แนวความคิดที่จะนำเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์มาแก้ปัญหาใน ด้านเวลา และการคำนวณที่ซับซ้อน โดยสร้างโปรแกรมจำลอง การออกแบบวงจรกรองความถี่แบบต่าง ๆ พร้อมแสดงค่าการ คำนวณ รูปวงจรที่ออกแบบ และผลตอบสนองความถี่ของ วงจร ได้ พร้อมทั้งชุดสาธิตประกอบการสอน เพื่อพัฒนา ศักยภาพของผู้เรียน ได้อย่างเต็มความสามารถและเกิด ประสิทธิภาพในการเรียนรู้สูงสุดต่อไป

### 1.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.1.1 เพื่อสร้างชุดการสอนแบบสื่อประสม เรื่องวงจร กรองความถี่พารามิเตอร์

1.1.2 เพื่อทดสอบประสิทธิภาพชุดการสอนแบบสื่อ ประสม เรื่องวงจรกรองความถี่พารามิเตอร์

1.1.3 เพื่อสำรวจความพึงพอใจของผู้ใช้ชุดการสอน แบบสื่อประสม เรื่องวงจรกรองความถี่พารามิเตอร์

### 1.2 สมมติฐานการวิจัย

1.2.1 ประสิทธิภาพของชุดการสอนสื่อประสม ที่สร้าง ขึ้นนี้มีค่าเท่ากับหรือสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด 80/80

1.2.2 ความพึงพอใจของผู้ใช้ ชุดการสอนที่สร้างขึ้นอยู่ ในระดับมากขึ้นไป

### 2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ความหมายของชุดการสอนที่นักการศึกษาหลาย ๆ ท่านได้ กล่าวไว้ สามารถสรุปได้ว่าชุดการสอน หมายถึง นวัตกรรม



การศึกษาที่ซึ่งนำสื่อประสมที่มีความสอดคล้องกัน เนื้อหาวิชา ของหลักสูตรมาใช้ในระบบการเรียนการสอน เพื่อช่วยให้ ผู้เรียนมีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด ไว้อย่างมีประสิทธิภาพ

## 2.2 หลักเกณฑ์ในการเลือกใช้สื่อการเรียนการสอน

สื่อการเรียนการสอน หมายถึง ตัวกลาง ที่ใช้ให้ได้ผลดี ตรงตามจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอน[3] สื่อการสอน หมายถึง ตัวกลางช่วยนำ และถ่ายทอดความรู้จากครุผู้สอน หรือจากแหล่งความรู้ไปยังผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนสามารถบรรลุ วัตถุประสงค์การเรียนที่ตั้งไว้ ดังนั้นจากการศึกษาเอกสารที่ เกี่ยวข้องกับหลักเกณฑ์ในการเลือกใช้ และผลิตสื่อการเรียน การสอนมีนักการศึกษาได้ กล่าวถึงหลักเกณฑ์ในการเลือกใช้ และผลิตสื่อการเรียนการสอน ไว้ดังนี้สื่อการเรียนการสอน มา จำกคำว่า สื่อ (Media) และการเรียนการสอน (Instruction) คำ ว่า สื่อ หมายถึง ตัวกลาง ส่วนคำว่า การเรียนการสอน หมายถึง กระบวนการแลกเปลี่ยนความรู้ความคิดและทัศนคติระหว่าง ครุกับผู้เรียน สื่อการเรียน หมายรวมถึงหนังสือเรียน คู่มือการ สอน วัสดุอุปกรณ์ สถานที่รวมทั้งกิจกรรมนอกเหนือ กิจกรรม เสริม เอกสาร เป็นต้น

## 2.3 การสร้างแบบทดสอบ

การทดสอบหรือการสอบเพื่อวัดผลใด ๆ ให้คีมีคุณภาพเป็น ที่ยอมรับจะต้องมีเครื่องมือวัดผล ที่เหมาะสมซึ่งเครื่องมือใน การวัดผลการเรียนรู้นั้นคือการใช้แบบทดสอบ

แบบทดสอบ หมายถึง ชุดของข้อคำถามที่สร้างอย่างมี ระบบเพื่อใช้วัดพฤติกรรมของนักเรียนอาจจะวัดทางด้านสมอง (Cognitive domain) ทางด้านอารมณ์ (Affective domain) และทางด้านของความเคลื่อนไหวทางด้านร่างกาย (Psychomotor domain) [4] และเมื่อสิ้นสุดการเรียนการสอน ในแต่ละบทเรียนหรือทั้งรายวิชา จะต้องมีการวัดและ ประเมินผลเพื่อวัดผู้เรียนมีผลบรรลุตามวัตถุประสงค์การสอน ที่วางหรือไม่การวัดและการประเมินผลแบ่งได้เป็น 2 ส่วนดังนี้

2.3.1 การวัดและประเมินผลความก้าวหน้าในการเรียน มีจุดมุ่งหมาย คือ ต้องการทราบว่าผู้เรียนแต่ละคนมีการเรียนรู้ ตามวัตถุประสงค์ครบถ้วนเพียงใด เพื่อนำข้อมูลที่ได้ดังกล่าว

มาปรับปรุงการเรียนการสอน หรือ นำมาจัดกิจกรรมซ่อมเสริม ให้แก่ผู้เรียนอีกรอบหนึ่ง

2.3.2 การวัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มี จุดมุ่งหมาย คือ ต้องการทราบว่าผู้เรียนแต่ละคนมี ความสามารถตามวัตถุประสงค์ที่สำคัญของรายวิชานั้นๆ มาก น้อยเพียงใด เพื่อจะนำข้อมูลที่ได้ไปจัดแบ่งระดับผู้เรียน พิจารณาผู้ใดผ่านหรือไม่ผ่านในรายวิชานั้นๆ ต่อไป ดังนั้นจึง เรียกแบบทดสอบที่ใช้วัดความก้าวหน้าใน การเรียนโดยเฉพาะ ว่า “แบบทดสอบวัดความก้าวหน้า” (Progressive Test) และ “แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์” (Achievement Test)

## 2.4 การหาประสิทธิภาพชุดการสอน

การหาประสิทธิภาพชุดการสอนที่ได้ จากการวัดผลค่า คะแนนเฉลี่ยของนักศึกษาทั้งหมดจากการทำแบบฝึกหัดหลัง บทเรียนทุกหัวเรื่องและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนโดยถ้าเนื้อหาที่ก่อขึ้น มาก การกำหนดเกณฑ์ ประสิทธิภาพของชุดการสอนที่สร้างขึ้นไว้ที่ 80/80 [5]

## 3. วิธีการดำเนินการวิจัย

การดำเนินการวิจัย จะเริ่มต้นจากการศึกษาและวิเคราะห์ หลักสูตรในรายวิชา นำการสื่อสารและส่ายส่ง ตามหลักสูตร ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาศิวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ จากนั้นจะ ทำการวิเคราะห์หัวข้อและเนื้อหาเพื่อประเมินน้ำหนัก ความสำคัญของเนื้อหาและการเรียนรู้ และทำการเขียนเป็น วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม มีเนื้อหาครอบคลุม 3 หัวข้อเรื่อง ได้แก่ วงจรของความถี่พัสซีฟ การประมวลค่าวงจรของ ความถี่พัสซีฟ และการแปลงวงจรของความถี่พัสซีฟ หลังจากนั้นทำการวิเคราะห์และออกแบบสื่อการเรียนการสอน ให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ที่สามารถนำไปใช้ งานได้สะดวก เก็บรักษาง่าย และมีความเหมาะสม เพื่อให้ ผู้เรียนเกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงสุด

### 3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นชุดการสอนซึ่ง ประกอบด้วย คู่มือครุ แบบทดสอบ สื่อการเรียนการสอน

ประกอบด้วย โปรแกรมนำเสนอเพาเวอร์พอยต์ โปรแกรมออกแบบวงจรกรองความถี่แบบพาสซีฟ และชุดสาธิต ซึ่ง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบส่วนต่างๆ ดังต่อไปนี้

#### ก) คู่มือครู

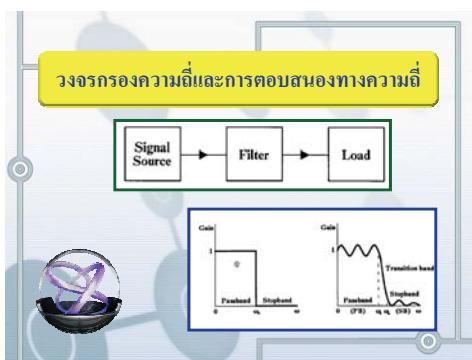
นำวัตถุประสงค์เชิงพุติกรรมที่ได้จากการวิเคราะห์ หลักสูตรมาเป็นแนวทางในการสร้างคู่มือครู ซึ่งมี วัตถุประสงค์เชิงพุติกรรม จำนวน 3 หน่วย แผนการสอน ใน เนื้อหาจำนวน 155 แผ่น แบบร่างกระดาษ แบบทดสอบท้ายบทเรียนและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์จำนวน 36 ข้อ พร้อม เนยก แสดงดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 : คู่มือครู ประกอบด้วย คู่มือผู้สอน และคู่มือผู้เรียน

#### ข) โปรแกรมนำเสนอเพาเวอร์พอยต์

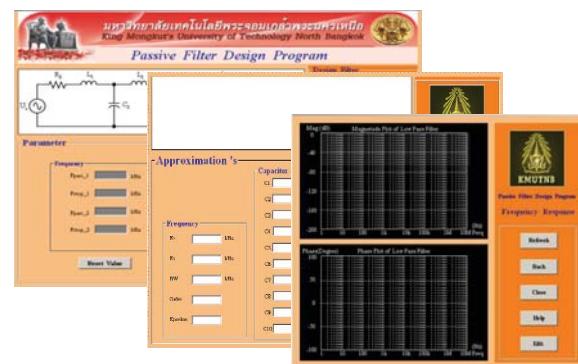
การสร้างสื่อการสอนโดยใช้โปรแกรมนำเสนอเพาเวอร์พอยต์ ครอบคลุม 3 หน่วยเรียน ประกอบด้วย หน่วยที่ 1 เรื่องวงจรกรองความถี่พาสซีฟ จำนวน 49 เฟรม หน่วยที่ 2 เรื่องการประมาณค่าวงจรกรองความถี่พาสซีฟ จำนวน 84 เฟรม หน่วยที่ 3 เรื่อง การแปลงวงจรกรองความถี่พาสซีฟ จำนวน 35 เฟรม รวมทั้งหมด 168 เฟรม แสดงตัวอย่างดังภาพที่ 2 มีข้อดีคือช่วยให้ผู้เรียนสามารถมองเห็นภาพชัดเจน และเพื่อช่วยให้เข้าใจเนื้อหาที่ยากได้ง่ายขึ้น



ภาพที่ 2 : ตัวอย่างการนำเสนอด้วยเพาเวอร์พอยต์

#### ค) โปรแกรมออกแบบวงจรกรองความถี่พาสซีฟ

โปรแกรมออกแบบวงจรกรองความถี่แบบพาสซีฟ ใช้ โปรแกรม Visual Basic ในการสร้างและใช้โปรแกรม Pspice เปรียบเทียบผลของการออกแบบ โดยสามารถกำหนดค่าเริ่มต้น ต่างๆ ที่ใช้ในการออกแบบวงจรกรองความถี่พาสซีฟ และ สามารถคำนวณหาค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ของวงจรกรองความถี่พาสซีฟ ดังแสดงในภาพที่ 3 โดยมีข้อดีคือช่วยเสริมการเรียนรู้ ของผู้เรียน ได้เข้าใจพุติกรรมที่เกิดขึ้นจากการคำนวณ ค่าพารามิเตอร์ต่างๆ และผลการตอบสนองของวงจรของวงจร กรองความถี่พาสซีฟ



ภาพที่ 3 : โปรแกรมออกแบบวงจรกรองความถี่แบบพาสซีฟ

#### ง) ชุดสาธิต

ชุดสาธิต เป็นชุดวงจรที่สามารถใช้ทดสอบการทำงานจาก ภาคทฤษฎี มาใช้ประกอบการเรียนการสอนออกแบบโดยใช้ การประมาณค่าแบบบัดเตอร์วิช และเชฟบีชบ



ภาพที่ 4 : ชุดสาธิตวงจรกรองความถี่พาสซีฟ

โครงสร้างของชุดสาธิตออกแบบให้มีขนาด กว้าง 42 เซนติเมตร สูง 29.7 เซนติเมตร หนา 10 เซนติเมตร น้ำหนัก 18 กิโลกรัม ยาว 19.5 เซนติเมตร ใช้แม่เหล็กยึด



ระหว่างหน้ากากกับกล่องชุดสาขิตหลัก แสดงตัวอย่างดังภาพที่ 4 ซึ่งมีข้อติ่งข้ออ้างอิงการเรียนรู้ของผู้เรียนได้เข้าใจพุทธิกรรมและผลการตอบสนองของจรกรองความถี่พาร์เซ็นต์ที่ออกแบบโดยการประมาณค่าแบบแบบบันทุตเตอร์เวิร์ชและเซฟบีเซน

### จ) แบบทดสอบ

การสร้างแบบทดสอบ จะนำเอาหน้าหนังสือแบบที่ได้จากตารางวิเคราะห์หลักสูตร เพื่อหาจำนวนข้อสอบทั้งหมด 45 ข้อ เมื่อสร้างแบบทดสอบเสร็จเรียบร้อย จึงนำแบบทดสอบให้ผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่านประเมินความสอดคล้องของวัตถุประสงค์ เชิงพุทธิกรรมกับแบบทดสอบ (IOC) จากนั้นนำแบบทดสอบที่ผ่านการประเมิน มาทดลองใช้กับนักศึกษาที่เคยผ่านการเรียน วิชาข่ายการสื่อสารและส่ายส่ง ในหลักสูตรครุศาสตร์ อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาศิวกรรมไฟฟ้า แขนงวิชา ศิวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ จำนวน 20 คน ซึ่งผลของแบบทดสอบมีคุณภาพตามที่ต้องการจำนวน 36 ข้อ

### 3.2 ผลการประเมินคุณภาพของชุดการสอน

การประเมินคุณภาพของชุดการสอนที่พัฒนาขึ้นโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน จะประเมินความเหมาะสมของชุดการสอนใน 5 ด้าน ประกอบด้วย ด้านใบเนื้อหา ด้านสื่อการสอน โปรแกรมนำเสนอเพาเวอร์พ้อยต์ ด้านโปรแกรมออกแบบ จรกรองความถี่พาร์เซ็นต์ ด้านชุดสาขิต และด้านแบบทดสอบ ดัง แสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1: ผลการประเมินคุณภาพของชุดการสอนโดยผู้เชี่ยวชาญ

ลำดับ	ประเด็น	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความเหมาะสม
1.	ด้านใบเนื้อหา	4.68	0.49	มากที่สุด
2.	ด้านแบบทดสอบ	4.36	0.55	มาก
3.	ด้านโปรแกรม	4.52	0.60	มากที่สุด
4.	ด้านชุดสาขิต	4.56	0.40	มากที่สุด
5.	ด้านเพาเวอร์พ้อยต์	4.48	0.54	มาก
เฉลี่ยรวมทุกด้าน		4.52		มากที่สุด

ความเหมาะสมของชุดการสอนรวมทุกด้านมี ระดับความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ( $\bar{X} = 4.52$ )

### 3.3 การนำชุดการสอนไปใช้งานกับกลุ่มตัวอย่าง

ผู้วิจัยจะนำเอาผลของการประเมินและคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ มาทำการปรับปรุงชุดการสอนให้เหมาะสมกับนักเรียน นำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนวิชาข่ายการสื่อสารและส่ายส่ง ระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 ของหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาศิวกรรมไฟฟ้า จำนวน 23 คน ซึ่งผู้วิจัยใช้วิธีเลือกแบบเจาะจงโดยคำนึงการตามขั้นตอนดังนี้

3.3.1 แนะนำการใช้ชุดการสอนให้กับอาจารย์ผู้สอนทราบในแต่ละบทเรียน และป้อนนิเทศน์กับนักศึกษากลุ่มตัวอย่าง เพื่อชี้แจงถึงวัตถุประสงค์และวิธีการที่จะเรียนด้วยชุดการสอนเรื่องจรกรองความถี่พาร์เซ็นต์

3.3.2 ดำเนินการสอนโดยการใช้ชุดการสอนที่สร้างขึ้นจำนวน 3 หน่วยเรียน เป็นจำนวน 3 ครั้ง ๆ ละ 3 คาบ หลังจากจบบทเรียนในทุกหน่วยการเรียน ทำการทดสอบผู้เรียนโดยใช้แบบทดสอบทั้งหมดที่ได้สร้างขึ้น รวมทั้งหมด 36 ข้อ

3.3.3 หลังจากเรียนครบทั้ง 3 หน่วยการเรียนแล้วใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ เป็นส่วนหนึ่งของข้อสอบปลายภาคเพื่อนำผลที่ได้ไปหาประสิทธิภาพของชุดการสอนต่อไป

### 4. ผลของการวิจัย

ผลของการวิจัยในครั้งนี้ จะประกอบด้วย ผลการวิเคราะห์คะแนนแบบทดสอบ และผลการประเมินความพึงพอใจในการใช้งาน โดยมีรายละเอียดดังนี้

#### 4.1 ผลการวิเคราะห์คะแนนแบบทดสอบทั้งหมดที่ใช้

ตารางที่ 2: ผลวิเคราะห์คะแนนแบบทดสอบทั้งหมดที่ใช้

แบบทดสอบ	จำนวนนักศึกษา	คะแนนเต็ม	คะแนนรวม	$\bar{X}$	ร้อยละ
หน่วยที่ 1	23	12	223	9.70	80.80
หน่วยที่ 2	23	12	175	7.61	63.41
หน่วยที่ 3	23	12	209	9.09	75.72
รวม	23	36	607	26.39	73.31

ผลของแบบทดสอบทั้งหมดที่ใช้ จำนวน 3 หน่วยเรียนที่ใช้กับกลุ่มตัวอย่าง 23 คน มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 73.31 โดยที่หน่วยการเรียนที่ 2 มีระดับคะแนนน้อยที่สุดเฉลี่ยร้อยละ 63.41 เนื่องจากเนื้อหาเน้นการออกแบบและคำนวณเป็นจำนวนมาก

#### 4.2 ผลการวิเคราะห์คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

**ตารางที่ 3: ผลวิเคราะห์คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์**

รายการ	จำนวนนักศึกษา	คะแนนเต็ม	คะแนนรวม	$\bar{X}$	ร้อยละ
แบบทดสอบ	23	36	630	27.39	76.09

ผลของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ที่ใช้กับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 23 คน มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 76.09

#### 4.3 ผลการประเมินความพึงพอใจในการใช้งาน

การประเมินความพึงพอใจในการใช้ชุดการสอนที่พัฒนาขึ้นของกลุ่มตัวอย่างจำนวน 23 คน ในหัวข้อประเมินของแต่ละด้าน แสดงในตารางที่ 4

**ตารางที่ 4: ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียน**

ลำดับ	ประเด็น	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
1.	ด้านใบเนื้อหา	4.49	0.52	มาก
2.	ด้านแบบทดสอบ	4.46	0.54	มาก
3.	ด้านโปรแกรม	4.44	0.66	มาก
4.	ด้านชุดศาสตร์	4.43	0.64	มาก
5.	ด้านเพาเวอร์พอยต์	4.51	0.58	มากที่สุด
เฉลี่ยรวมทุกด้าน		4.47		มาก

จากตารางสรุปได้ว่า ความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อชุดการสอนอยู่ในระดับมาก ( $\bar{X} = 4.47$ ) โดยมีความพึงพอใจต่อชุดการนำเสนอเพาเวอร์พอยต์ในระดับมากที่สุด ( $\bar{X} = 4.51$ )

### 5. สรุปผล และอภิปรายผลการวิจัย

#### 5.1 สรุปผล

ชุดการสอนเรื่อง วงจรกรองความถี่พาสซีฟ วิชาช่างการสื่อสารและสายส่ง หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพร้อยละ  $73.31/76.09$  ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานตามที่กำหนด 80/80 แต่เมื่อสำรวจความพึงพอใจของผู้เรียนพบว่า ผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อชุดการสอนที่สร้างขึ้นอยู่ในระดับมาก ( $\bar{X} = 4.47$ )

#### 5.2 อภิปรายผล

เมื่อพิจารณาค่าประสิทธิภาพของชุดการสอน เรื่อง วงจรกรองความถี่พาสซีฟที่ได้จากการประเมินการทำแบบทดสอบท้ายบทเรียน และคะแนนของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทั้งการเรียน มีค่าเฉลี่ยต่ำกว่าสมมติฐานที่กำหนดไว้ที่ 80/80 มีสาเหตุเนื่องมาจากการที่ 2 เป็นเนื้อหาที่ค่อนข้างยากและ

มีการคำนวณที่ซับซ้อน นักศึกษาจะทำคะแนนได้น้อย ( $\bar{X} = 7.61$ ) ส่งผลให้คะแนนแบบทดสอบท้ายบทเรียนต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด และคะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทั้งการเรียน เป็นการวัดผลทั้ง 3 หน่วยรวมกัน ปริมาณเนื้อหาค่อนข้างมากและมีความซับซ้อน ส่งผลให้นักศึกษากลุ่มตัวอย่างทำคะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทั้งการเรียนได้ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด เช่นเดียวกัน

#### 5.3 ข้อเสนอแนะของการวิจัย

5.3.1 แบบทดสอบหลังเรียนหน่วยที่ 2 นักศึกษาทำคะแนนเฉลี่ยได้ต่ำกว่าเกณฑ์ เนื่องมาจากเนื้อหาค่อนข้างยากและซับซ้อน ควรเพิ่มเวลาเรียน และเพิ่มโจทย์ตัวอย่างให้มากขึ้น เพื่อให้เข้าใจเนื้อหาได้ดียิ่งขึ้น

5.3.2 เนื่องจากการวิจัยในครั้งนี้ เป็นการนำชุดการสอนที่สร้างขึ้นไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่างในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ เพียงแห่งเดียว ดังนั้นจึงควรมีการนำชุดการสอนที่สร้างขึ้นไปทดลองกับสถาบันอื่นๆ ที่ใช้หลักสูตรเดียวกันเพื่อหาประสิทธิภาพของชุดการสอนในภาพรวมให้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น

### 6. เอกสารอ้างอิง

- [1] นราธิป มีศาสตร์. **การพัฒนาและหาประสิทธิภาพชุดการสอนวิชาคอมพิวเตอร์ช่วยออกแบบและวิเคราะห์วงจร หลักสูตรการศึกษาบัณฑิต(หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ.2545)** สาขatech โนโลจี อุตสาหกรรม คณะศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยนรูพานา, วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิตสาขาวิชาไฟฟ้า ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2549
- [2] อำนาจ ปะหล่ำ. การพัฒนาและทดสอบประสิทธิภาพชุดการสอนแบบสื่อประสม เรื่องการมอคุเลตแบบเข้ารหัสพัลส์และการมัลติเพล็กซ์ วิชาระบบที่ 2 หลักสูตรการศึกษาบัณฑิต สาขา วิศวกรรมไฟฟ้า (หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ.2544), วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิตสาขาวิชาไฟฟ้า ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2551
- [3] ลัดดา ศุภปรีดี. **เทคโนโลยีทางการเรียนการสอน.** (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์พิมพาล, 2522
- [4] สุวนิษฐ์ สายยศ และ อังคณา สายยศ. **เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา.** พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพมหานคร : สุริวิทยาสาร์, 2538.
- [5] เสาระเมธี ศิกษาบัณฑิต. **เทคโนโลยีทางการศึกษา.** กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2528.



## การออกแบบโปรแกรมคำนวณค่าอนุกรมฟูเรียร์สำหรับการเรียนการสอนด้านวิศวกรรม The Calculating Program Design of Fourier Series for Engineering Education

พินิจ เนื่องภิรมย์<sup>1,2</sup> ดิเรก ณัฐวรวรรณ<sup>1</sup> และสมศักดิ์ อรรถกทินากุล<sup>2</sup>

<sup>1</sup> มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 1518 ถ.พิมุลสังกรณ์ เขตบางซื่อ กรุงเทพฯ 10800

<sup>2</sup> มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 1518 ถ.พิมุลสังกรณ์ เขตบางซื่อ กรุงเทพฯ 10800

elecpnt@rmutl.ac.th, audirek@hotmail.com, ssa@kmutnb.ac.th

### บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการออกแบบโปรแกรมคำนวณค่าอนุกรมฟูเรียร์สำหรับการเรียนการสอนด้านวิศวกรรม โดยใช้วิธีการทางตรีโกณมิติ ซึ่งจะคำนวณหาที่มาของกราฟคลื่นของสัญญาณที่เป็นคาบ (Periodic wave) โดยกระจายเป็นค่า  $a_0$ ,  $a_n$  และ  $b_n$  ตามลำดับ และแยกวิเคราะห์ที่ค่าในลำดับต่างๆ เพื่อแสดงให้เห็นถึงระดับสัญญาณในแต่ละชาร์โนนิกส์ ก่อนที่จะรวมกันเป็นรูปคลื่นตามลักษณะของฟังก์ชันนั้นๆ การออกแบบโปรแกรม มีลักษณะเป็นหน้าต่างเมนูเลือกโดยใช้ GUI (Graphic User Interface) ของโปรแกรม MATLAB<sup>®</sup> ที่แบ่งการทำงานออกเป็น 3 ส่วนคือ ส่วนของการรับข้อมูลจากผู้ใช้ โดยการป้อนฟังก์ชันของสัญญาณที่ต้องการคำนวณ ส่วนของการประมาณผล เพื่อหาค่า  $a_0$ ,  $a_n$  และ  $b_n$  ที่ค่าลำดับต่างๆ และส่วนของการแสดงผลค่าตัวเลขที่คำนวณที่ได้เป็นฟังก์ชัน และแสดงกราฟของฟังก์ชันด้านหน้า และฟังก์ชันที่เกิดจากการรวมตัวของแต่ละชาร์โนนิกส์ เพื่อให้ผู้ใช้ได้ฝึกวิเคราะห์ค่าต่างๆ คุ้นเคยการเรียนทางทฤษฎี ผลการวิจัยพบว่า โปรแกรมที่ออกแบบสามารถหาค่าอนุกรมฟูเรียร์และพารามิเตอร์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง ตลอดจนแสดงผลกราฟการทำงาน ได้อย่างถูกต้องและสอดคล้องกับการคำนวณทางทฤษฎีของอนุกรมฟูเรียร์แบบตรีโกณมิติ

**คำสำคัญ:** อนุกรมฟูเรียร์ สัญญาณที่มีคาบ วิธีการทางตรีโกณมิติ โปรแกรมคำนวณ

### Abstract

This paper presents a calculating program design of Fourier series for engineering education using the trigonometric method. This program will be calculating a sum of periodic wave functions which have been distributed to  $a_0$ ,  $a_n$  and  $b_n$  respectively and have been separated in order of each harmonics of signal. The program design using the GUI (Graphic User Interface) of MATLAB<sup>®</sup> software consists of 3 parts, as the parameter input part for user, the calculating process part for calculating the  $a_0$ ,  $a_n$  and  $b_n$  and the display part for presenting the calculated results, the graph function of signal. The evaluation of research, this program can present correctly the parameters of trigonometric Fourier series. The calculated result were consistent with theoretical of trigonometric Fourier series.

**Keywords:** Fourier Series, Periodic Function, Trigonometric Method, Calculating Program

## 1. บทนำ

การเรียนการสอนที่เกี่ยวกับการวิเคราะห์และคำนวณหาค่าทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวกับคลื่นและสัญญาณที่ต่อเนื่องในครบของเวลาจะมีความยุ่งยากและซับซ้อนเป็นอย่างมาก จำเป็นต้องใช้วิธีทางคณิตศาสตร์ของอนุกรมฟูเรียร์แบบตรีโภณมิติ [1] เข้ามาแก้ปัญหา แต่การใช้เครื่องมือดังกล่าว ผู้เรียนต้องมีความรู้ความเข้าใจในคณิตศาสตร์ของแคลคูลัสเป็นอย่างดี ไม่ว่าจะเป็นเรื่องการหาอนุพันธ์ และการหาปริพันธ์ รวมไปถึงคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวกับฟังก์ชันทางตรีโภณมิติอีกด้วย และการคำนวณหาค่าของอนุกรมฟูเรียร์ของสัญญาณใดๆ บางครั้งจะไม่ทราบค่าของคำตอบที่ถูกต้อง จนกว่าจะมีการพิสูจน์ด้วยขั้นตอนทางคณิตศาสตร์หรือด้วยโปรแกรมจำลองต่างๆ ที่มีอยู่ในปัจจุบัน เช่น โปรแกรม SCILAB [2] หรือ โปรแกรม MATLAB® [3] เป็นต้น ทั้งนี้ ผู้ใช้จำต้องมีความเชี่ยวชาญในการใช้งานในโปรแกรมต่างๆ เหล่านี้

ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงได้มีการออกแบบโปรแกรมการคำนวณหาค่าตัวเลขของอนุกรมฟูเรียร์แบบตรีโภณมิติสำหรับการเรียนการสอนด้านวิศวกรรมขึ้น เพื่อช่วยให้ผู้เรียนได้ตรวจสอบคำตอบจากการคำนวณตามขั้นตอนทางคณิตศาสตร์ หรือใช้สำหรับศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับลักษณะโครงสร้างในการรวมกันของคลื่นในฟังก์ชันต่างๆ ได้อย่างง่ายและรวดเร็วมากยิ่งขึ้น

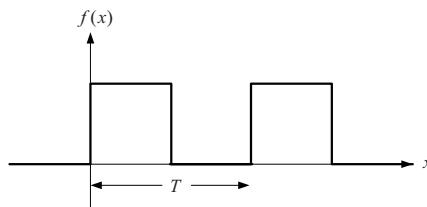
## 2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การวิเคราะห์หาคุณสมบัติของสัญญาณใดๆ ตามครบของเวลาเพื่อให้ทราบลึกลับของความถี่ในลำดับต่างๆ นี้ จะมีประโยชน์ในการวิเคราะห์และออกแบบระบบการทำงานที่เกี่ยวกับคลื่นและสัญญาณ ดังนั้นในดำเนินการจำเป็นต้องใช้เครื่องมือทางคณิตศาสตร์ที่เป็นอนุกรมฟูเรียร์แบบตรีโภณมิติ (Trigonometric Fourier Series) ซึ่งคิดค้นโดยนาย Jean Baptiste Joseph Fourier (1768-1830) ที่เป็นนักคณิตศาสตร์ชาวฝรั่งเศส โดยได้พิสูจน์ว่า สัญญาณไฟฟ้าส่วนใหญ่ สามารถแยกออกเป็นองค์ประกอบของสัญญาณรูปซ้ายนี้ หลายๆ ความถี่ หรือในทางกลับกันสัญญาณสาร์โนนิกส์ที่ลำดับต่างๆ สามารถรวมกันเป็นสัญญาณไฟฟ้านั่นเอง

## 2.1 ฟังก์ชันคาน

ฟังก์ชันคาน (Periodic Function) หมายถึงฟังก์ชันที่ให้ผลลัพธ์ออกมาเป็นค่าที่ซ้ำกัน บนช่วงเวลาจำกัดหนึ่งๆ เรียกว่า ครบเวลา ( $T$ ) และดังภาพที่ 1 สามารถเขียนได้ดังนี้

$$f(x) = f(x+T) \quad (1)$$



ภาพที่ 1 : ฟังก์ชันคาน

## 2.2 อนุกรมฟูเรียร์ตรีโภณมิติ

อนุกรมฟูเรียร์เป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับแยกองค์ประกอบของสัญญาณใดๆ สำหรับใช้ในการพิสูจน์วิเคราะห์และออกแบบระบบการทำงานต่างๆ ตามที่ต้องการ จากสมการที่ (1) เมื่อพิจารณาทุกช่วงของครบเวลาครอบที่เท่ากับ  $T$  และซ้ำกันทุกๆ ค่าของ  $T$  สามารถเขียนสมการที่ (1) ใหม่ได้ดังนี้

$$f(x) = f(x+nT) \quad (2)$$

โดยที่  $n = 1, 2, 3, \dots$

เมื่อพิจารณาฟังก์ชันของครบเวลา  $2\pi$  ในฟังก์ชันตรีโภณมิติได้แก่  $\cos(0x), \sin(0x), \cos(1x), \sin(1x), \cos(2x), \sin(2x), \dots, \cos(nx), \sin(nx)$  และนำมามาเขียนในรูปผลบวกเชิงเส้นจะได้ดังนี้

$$a_0 \cos(0x) + b_0 \sin(0x) + a_1 \cos(1x) + a_2 \sin(2x) + \dots + a_n \cos(nx) + b_n \sin(nx) \quad (3)$$

โดยที่  $a_0, b_0, a_1, b_1, \dots, a_n$  และ  $b_n$  เป็นค่าคงตัวไม่เจาะจงและเป็นสัมประสิทธิ์ (Coefficient) ของอนุกรม เรียกทั้งหมดว่า “อนุกรมตรีโภณมิติ” (Trigonometric Series) และเรียกสมการใหม่ได้ดังนี้

$$f(x) = a_0 + a_1 \cos x + a_2 \cos(2x) + \dots + a_n \cos(nx) + \dots + b_1 \sin x + b_2 \sin(2x) + \dots + b_n \sin(nx) \quad (4)$$

และสรุปเป็นสมการของอนุกรมฟูเรียร์ตรีโภณมิติได้ดังนี้

$$f(x) = a_0 + \sum_{n=1}^{\infty} [a_n \cos(nx) + b_n \sin(nx)] \quad (5)$$

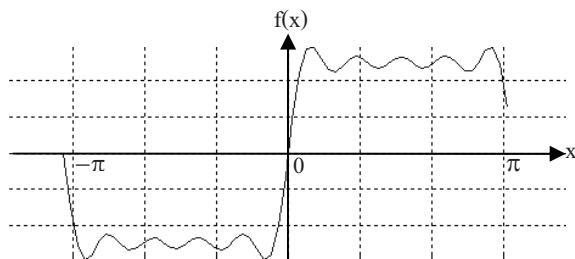
จากสมการที่ (5) เป็นจุดเริ่มต้นของการแยกองค์ประกอบของสัญญาณหรือฟังก์ชันใดๆ ดังนี้ การหาค่าของสัมประสิทธิ์  $a_0, a_n$  และ  $b_n$  สามารถหาได้จากสมการต่างๆ ดังนี้

$$a_0 = \frac{1}{2\pi} \int_{-\pi}^{\pi} f(x) dx \quad (6)$$

$$a_n = \frac{1}{\pi} \int_{-\pi}^{\pi} f(x) \cdot \cos(nx) dx \quad (7)$$

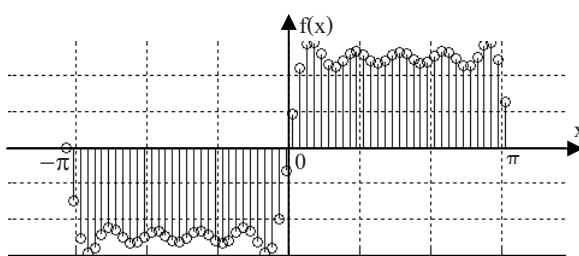
$$b_n = \frac{1}{\pi} \int_{-\pi}^{\pi} f(x) \cdot \sin(nx) dx \quad (8)$$

เมื่อหาค่า  $a_0$  ค่า  $a_n$  ค่า  $b_n$  ที่ต้องการแล้ว สามารถเขียนรวมกันในสมการที่ (5) ได้อีกครั้ง และแยกพิจารณาที่ค่า  $n$  ต่างๆ ดังสมการที่ (4) เมื่อนำมาพล็อตกราฟ จะได้เป็นรูปคลื่นความถี่  $n$  ค่า  $n$  ต่างๆ กันซึ่งจะเรียกราฟที่เขียนจากการรวมกันของแต่ละชาร์โนนิกส์ ว่า “องค์ประกอบความถี่ หรือ สเปกตรัม” นั่นเอง



ภาพที่ 2 : รูปสัญญาณสี่เหลี่ยมเมื่อพล็อตกราฟที่ค่า  $n=9$

ภาพที่ 2 แสดงให้เห็นถึงสัญญาณจากฟังก์ชันของสัญญาณแบบสี่เหลี่ยม ซึ่งเมื่อทำการวิเคราะห์หาค่า  $a_0$ ,  $a_n$  และ  $b_n$  แล้ว นำมาเขียนรูปในสมการที่ (4) และ (5) แทนค่า  $n$  ตั้งแต่ ลำดับที่ 1 ถึงลำดับที่ 9 เมื่อนำมาเขียนรูปกราฟ จะได้ลักษณะดังแสดงในภาพที่ 2 ซึ่งจะพิจารณาต่อไปได้ว่าค่า  $n$  มากขึ้น สัญญาณจะยิ่งมีความสมบูรณ์และถูกต้องมากขึ้น



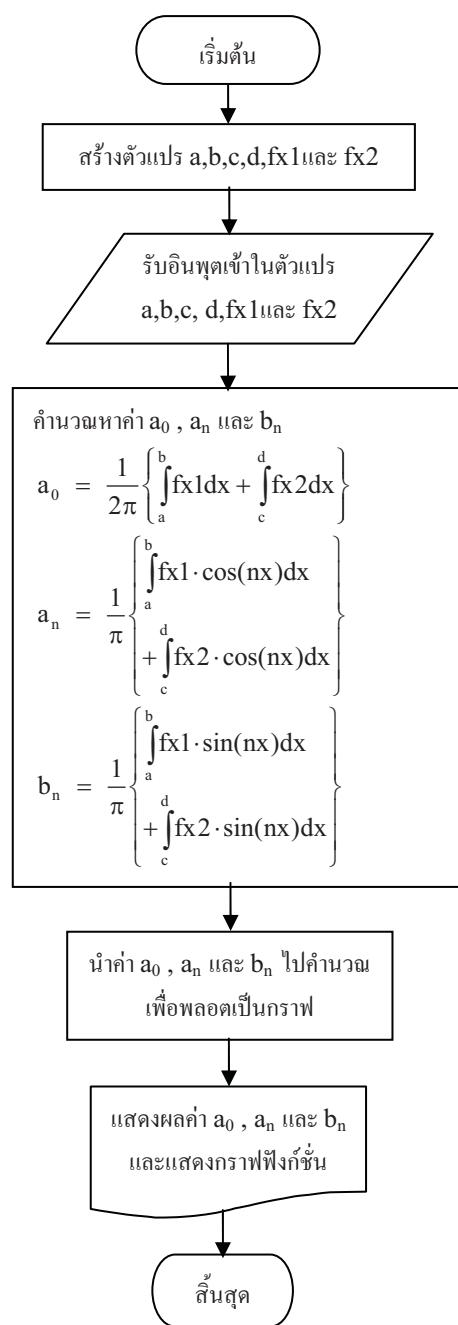
ภาพที่ 3 : สเปกตรัมของสัญญาณ

ภาพที่ 3 แสดงถึงสเปกตรัมของสัญญาณที่วิเคราะห์ที่จุดของเวลาต่างๆ กันโดยแสดงค่าระดับของสัญญาณตามการเปลี่ยนแปลงของสัญญาณ ซึ่งจะเห็นว่าอนุกรมฟูเรียร์ เป็น

เครื่องมือทางคณิตศาสตร์ที่สามารถอธิบายการรวมกันของคลื่นทางไฟฟ้าที่มีความเวลาได้เป็นอย่างดี เหมาะสมสำหรับนำไปพัฒนาต่อยอดในการเรียนการสอนหรือการออกแบบระบบการทำงานต่างๆ ที่เกี่ยวกับคลื่นหรือสัญญาณตามเวลา

### 3. การสร้างโปรแกรมคำนวณค่าอนุกรมฟูเรียร์

ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมดังแสดงในภาพที่ 4



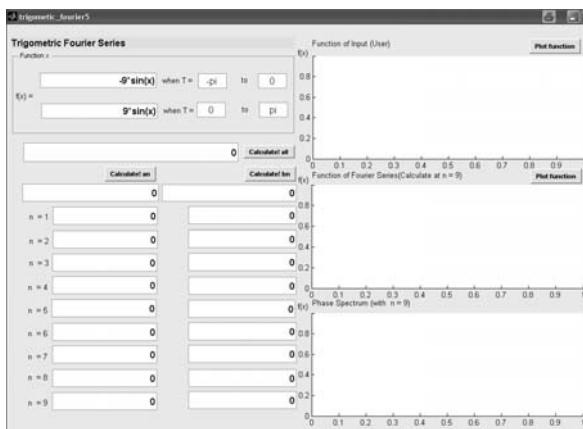
ภาพที่ 4 : ผังงานโปรแกรม

การออกแบบโปรแกรมคำนวณจะใช้ฟังก์ชัน GUI ของ MATLAB เป็นโปรแกรมหลักในการออกแบบที่ผู้ใช้จัดตั้งวางแผนและพัฒนาเนื้อหาของอนุกรมฟูเรียร์ให้เข้ากับรูปแบบการเขียนโปรแกรมของ MATLAB ให้ทำงานร่วมกันได้อย่างลงตัว โดยในภาพที่ 4 เป็นผังงานของโปรแกรมหาค่าอนุกรมฟูเรียร์แบบตรีโภณมิติ โดยลักษณะโครงสร้างของโปรแกรมจะประกอบด้วยส่วนของการรับค่าเริ่มต้นของพารามิเตอร์ต่างๆ ของสัญญาณรูปคลื่นใดๆ ที่กำหนดจากผู้ใช้ส่วนของการประมาณผลที่วิเคราะห์และคำนวณค่าของขนาดของตัวเลขอนุกรมฟูเรียร์ตามสมการที่ (6), (7) และ (8) ตามลำดับ และส่วนของการแสดงค่าของผลลัพธ์เชิงตัวเลขที่สามารถแสดงขนาดของค่าสัญญาณในชาร์โนนิกส์ที่ลำดับต่างๆ ตามหลักการทำงานทฤษฎี

#### 4. ผลของการวิจัย

ผลของการวิจัยที่นำเสนอในบทความนี้ จะประกอบไปด้วยส่วนแรกเป็นผลจากการสร้างโปรแกรมหาค่าอนุกรมฟูเรียร์แบบตรีโภณมิติ ส่วนที่ 2 เป็นผลจากการวิเคราะห์หาค่าอนุกรมฟูเรียร์จากโปรแกรมโดยการกำหนดฟังก์ชันจากผู้ใช้งาน และส่วนที่ 3 เป็นการเปรียบเทียบค่าการคำนวณอนุกรมฟูเรียร์ด้วยวิธีการคำนวณตามขั้นตอนทางทฤษฎี เทียบกับค่าที่คำนวณด้วยโปรแกรมคำนวณที่ออกแบบขึ้น

##### 4.1 โปรแกรมคำนวณค่าอนุกรมฟูเรียร์แบบตรีโภณมิติ



ภาพที่ 5: หน้าต่างโปรแกรม

โปรแกรมคำนวณหาค่าอนุกรมฟูเรียร์ มีลักษณะเป็นหน้าต่างดังแสดงในภาพที่ 5 ที่สามารถรับข้อมูลจากผู้ใช้งาน

ผ่านการพิมพ์บนช่องว่างที่กำหนดให้และสั่งให้ดำเนินการผ่านการกดปุ่มต่างๆ ที่มีอยู่บนหน้าต่างโปรแกรมเพื่อคำนวณและแสดงผลข้อมูล

#### 4.2 การวิเคราะห์สัญญาณไฟฟ้าตามความเวลา

การวิเคราะห์สัญญาณไฟฟ้า เพื่อแยกองค์ประกอบของสัญญาณนั้นๆ ผ่านโปรแกรมที่สร้างขึ้น ผู้ใช้จำเป็นต้องเข้าใจถึงหลักการเบื้องต้นของทฤษฎีอนุกรมฟูเรียร์เสียก่อนเพื่อที่จะสามารถป้อนข้อมูลที่ตรงกับลักษณะการทำงานหรือการทำงานของสัญญาณนั้นๆ ได้ ในที่นี้ จะเลือกใช้ฟังก์ชัน ดังนี้

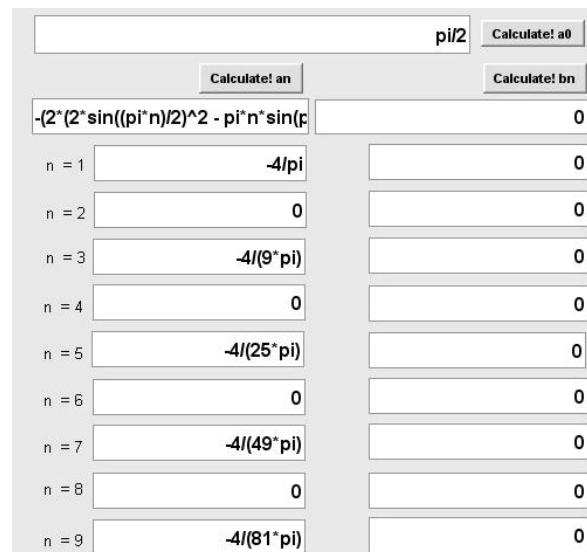
$$f(x) = \begin{cases} -x & ; -\pi < x < 0 \\ x & ; 0 < x < \pi \end{cases} \quad (9)$$

เมื่อนำสมการที่ (9) มาป้อนในโปรแกรมจะได้ดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6: การป้อนฟังก์ชันในโปรแกรม

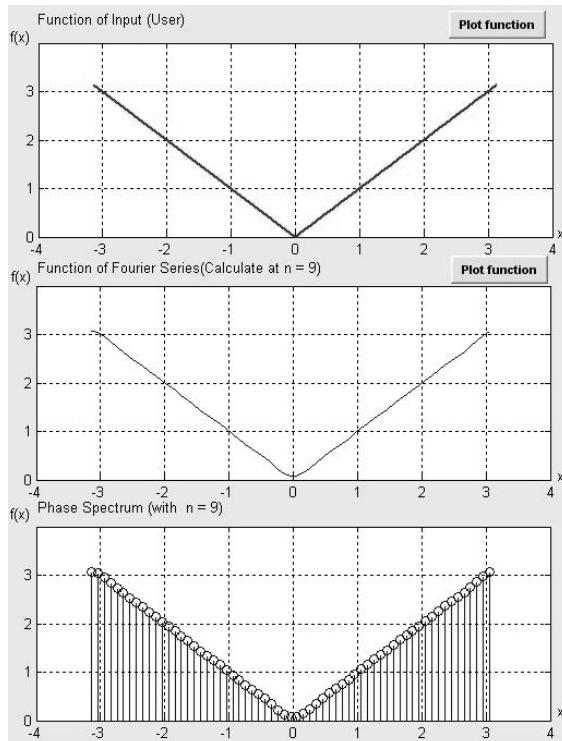
และสามารถหาค่า  $a_0$ ,  $a_n$  และ  $b_n$  ได้ โดยการคลิกปุ่ม “Calculate!  $a_0$ ,  $a_n$  และ  $b_n$ ” ตามลำดับ จะได้ผลดังภาพที่ 7



ภาพที่ 7: ผลการหาค่า  $a_0$ ,  $a_n$  และ  $b_n$

จากภาพที่ 7 โปรแกรมจะทำการคำนวณหาค่า  $a_0$  และแทนค่า  $n$  ที่ค่าลำดับที่ 1 ถึงลำดับที่ 9 สำหรับหาค่าของ  $a_n$

และ  $b_n$  ซึ่งจะทำให้ง่ายต่อการวิเคราะห์มากยิ่งขึ้น โดยถ้าพิจารณาจากฟังก์ชันในตัวอย่างนี้จะพบว่า สัญญาณเป็นฟังก์ชันคู่ ซึ่งหมายความว่า สัมประสิทธิ์  $b_n$  มีค่าเท่ากับศูนย์



ภาพที่ 8 : การพล็อตกราฟจากโปรแกรม

เมื่อป้อนข้าดของสัญญาณได้ฯ เข้าไปในโปรแกรมแล้ว โปรแกรมจะทำการวิเคราะห์และคำนวณหาค่าข้าดของสัมประสิทธิ์ของตัวเลขอนุกรม จากนั้นนำมาพล็อตกราฟของฟังก์ชันนั้นๆ ได้ดังแสดงในภาพที่ 8 ซึ่งพบว่าผลลัพธ์ที่ได้มีความถูกต้องตามหลักการของสมการอนุกรมฟูเรียร์

#### 4.3 การเปลี่ยนเที่ยนการทำงานของโปรแกรมกับทฤษฎี

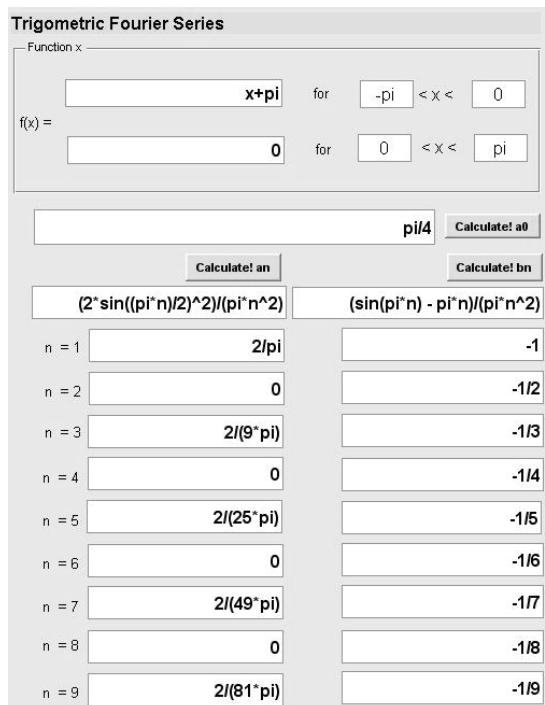
การเปลี่ยนเที่ยนการทำงานของโปรแกรมจะใช้วิธีการเปลี่ยนเที่ยนกับการคำนวณหาค่าตามขั้นตอนของสมการด้วยตนเอง ซึ่งถือเป็นวิธีการแบบปกติซึ่งใช้เวลาในการคำนวณที่มากกว่ากับการคำนวณผ่านโปรแกรม ในที่นี้จะเลือกใช้สมการดังนี้

$$f(x) = \begin{cases} x + \pi & ; -\pi < x < 0 \\ 0 & ; 0 < x < \pi \end{cases} \quad (10)$$

สำหรับการคำนวณด้วยมือตามขั้นตอนโดยใช้สมการที่ (5), (6), (7) และ (8) จะได้ผลการคำนวณดังนี้

$$\begin{aligned} a_0 &= \frac{1}{2\pi} \left\{ \int_{-\pi}^0 (x + \pi) dx + \int_0^\pi (0) dx \right\} \\ &= \frac{1}{2\pi} \left\{ \left[ \frac{x^2}{2} \right]_{x=-\pi}^0 + \left[ \pi x \right]_{x=-\pi}^0 \right\} = \frac{\pi}{4} \\ a_n &= \frac{1}{\pi} \left\{ \int_{-\pi}^0 (x + \pi) \cdot \cos(nx) dx + \int_0^\pi (0) \cdot \cos(nx) dx \right\} \\ &= \frac{1}{\pi} \left\{ \left[ \frac{x}{n} \sin(nx) + \frac{1}{n^2} \cos(nx) \right]_{x=-\pi}^0 + \left[ \frac{\pi}{n} \sin(nx) \right]_{x=-\pi}^0 \right\} = \frac{2}{n^2 \pi}; n_{odd} \\ b_n &= \frac{1}{\pi} \left\{ \int_{-\pi}^0 (x + \pi) \cdot \sin(nx) dx + \int_0^\pi (0) \cdot \sin(nx) dx \right\} \\ &= \frac{1}{\pi} \left\{ \left[ -\frac{x + \pi}{n} \cos(nx) + \frac{1}{n^2} \sin(nx) \right]_{x=-\pi}^0 \right\} = -\frac{1}{n} \end{aligned}$$

และเมื่อนำค่าที่ได้มาเปรียบเที่ยวกับผลจากการคำนวณที่ได้โดยใช้โปรแกรมคำนวณที่สร้างขึ้นที่สามารถอ่านค่าในลำดับที่  $n$  ต่างๆ ดังแสดงในภาพที่ 8 ซึ่งพบว่าโปรแกรมคำนวณสามารถแสดงค่าของสัมประสิทธิ์ของ  $a_0$ ,  $a_n$  และ  $b_n$  ได้อย่างมีประสิทธิภาพ



ภาพที่ 9 : ผลการคำนวณจากโปรแกรม

ตารางที่ 1 ผลการเปรียบเทียบการคำนวณ

สัมประสิทธิ์	คำนวณมือ	คำนวณโปรแกรม
$a_0$	$\frac{\pi}{4}$	$\frac{\pi}{4}$
$a_n$	$\frac{2}{n^2\pi}$	$\frac{2}{n^2\pi} \left[ \sin\left(\frac{n\pi}{2}\right) \right]^2$
$b_n$	$-\frac{1}{n}$	$\frac{1}{n^2\pi} [\sin(n\pi) - n\pi]$

ตารางที่ 2 ผลการเปรียบเทียบการคำนวณที่คำนับต่างๆ

คำนับ	$a_n$		$b_n$	
	คำนวณ มือ	คำนวณ โปรแกรม	คำนวณ มือ	คำนวณ โปรแกรม
$n=1$	$2/\pi$	$2/\pi$	-1	-1
$n=2$	0	0	-1/2	-1/2
$n=3$	$2/9\pi$	$2/9\pi$	-1/3	-1/3
$n=4$	0	0	-1/4	-1/4
$n=5$	$2/25\pi$	$2/25\pi$	-1/5	-1/5
$n=6$	0	0	-1/6	-1/6
$n=7$	$2/49\pi$	$2/49\pi$	-1/7	-1/7
$n=8$	0	0	-1/8	-1/8
$n=9$	$2/81\pi$	$2/81\pi$	-1/9	-1/9

ตารางที่ 1 และ 2 แสดงการเปรียบเทียบค่าที่คำนวณได้จากทั้งสองวิธีเมื่อแทนค่า  $n = 1, 2, 3, \dots$  จะพบว่าค่าที่ได้จากทั้งสองวิธีมีค่าเท่ากันทุกประการซึ่งถือว่าโปรแกรมคำนวณที่สร้างขึ้นมีความถูกต้องตามหลักการทางทฤษฎี ที่สามารถนำไปใช้ในการคำนวณและวิเคราะห์ค่าของสมการอนุกรมฟูเรียร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

## 5. สรุปผล

บทความวิจัยนี้เป็นการนำเสนอการออกแบบโปรแกรมคำนวณเพื่อหาค่าอนุกรมฟูเรียร์แบบตรีโภณมิติสำหรับการเรียนการสอนด้านวิศวกรรม ซึ่งผลการวิจัยที่ได้โปรแกรมสามารถคำนวณและพล็อตกราฟค่าของขนาดของสัญญาณที่คำนับต่างๆ ได้อย่างถูกต้องตามหลักการทางทฤษฎีทุกประการ แนวทางในการพัฒนาในอนาคต ควรปรับให้โปรแกรม

สามารถคำนวณได้ที่ค่า  $n$  ต่างๆ ตามที่ผู้ใช้จะเลือกป้อนค่า  $n$  หัวข้อต่อเนื่อง เนื่องจากข้อจำกัดในโปรแกรมนี้ จะคงค่า  $n$  ไว้ตั้งแต่ 1 – 9 เท่านั้น

สำหรับประโยชน์ที่ได้จากการวิจัยนี้สามารถอธิบายให้ผู้เรียนได้เรียนรู้และวิเคราะห์สัญญาณตามความเวลาที่เกิดขึ้นได้อย่างรวดเร็ว อีกทั้งสามารถใช้ประกอบในการเรียนการสอนด้านวิศวกรรมเพื่อช่วยตรวจสอบความถูกต้องของการคำนวณตามขั้นตอนทางสมการ ตลอดจนสามารถนำไปเป็นแนวทางในการประยุกต์ใช้หรือพัฒนางานวิจัยที่ต้องใช้สมการทางคณิตศาสตร์ที่มีความซับซ้อนได้อีกด้วย

## 6. เอกสารอ้างอิง

- [1] M. Spiegel, S. Lipschutz, J. Liu, "Schaum's Outline of Mathematical Handbook of Formulas and Tables". McGraw-Hill, 3rd edition, 2008.
- [2] ปิยะ โภคินพ์ทวีวัฒน์, "คู่มือโปรแกรมภาษา SCILAB สำหรับผู้เริ่มต้น (ฉบับปรับปรุงใหม่)", พพชรเกณ์การพิมพ์, นคกปสู, 2551.
- [3] Steven T. Karris, "Signals and Systems with MATLAB Computing and Simulink Modeling".Orchard Publications, 3rd-edition, 2007.
- [4] Mary Attenborough."Mathematics for Electrical Engineering and Computing",2003
- [5] Wylie, C.R. , "Advanced Engineering Mathematics", McGraw-Hill, NewYork,5th ed., 1982
- [6] O'Neil, P. V., "Advanced Engineering Mathematics, Thomson Learning", Inc.,5th ed., 2003
- [7] Kreyszig, E. , "Advanced Engineering Mathematics", John Wiley & Sons, NewYork, 6th ed., 1988
- [8] นรันดร์ คำประเสริฐ, "คณิตศาสตร์วิศวกรรมไฟฟ้า 1 อนุกรมฟูเรียร์ และฟูเรียร์ทرانส์ฟอร์ม", ศูนย์สื่อสิ่งเรียนกรุงเทพ , พิมพ์ครั้งที่ 1 , 2537
- [9] มงคล เดชนกวนิท, "คณิตศาสตร์วิศวกรรมไฟฟ้า" , สำนักพิมพ์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย , พิมพ์ครั้งที่ 1 , 2536



## การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนแบบโครงการเป็นฐานโดยใช้เทคนิคการเรียนรู้ร่วมมือกัน

เรื่องสายอากาศไมโครเวฟ สำหรับการศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิศวกรรมโทรคมนาคม

### The Development of Project-Based Instruction Model using Collaborative Learning Technique on Microwave Antenna for Undergraduate Education in Telecommunication Engineering

รัชพล จันวงศ์<sup>1</sup> และ สมศักดิ์ อรรถกิมภูด<sup>2</sup>

<sup>1</sup> สาขาวิชาครุศาสตร์อิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลชั้นบุรี

<sup>2</sup> ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

E-mail: [J\\_rattapon@hotmail.com](mailto:J_rattapon@hotmail.com), [ssa@kmutnb.ac.th](mailto:ssa@kmutnb.ac.th)

#### บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนแบบโครงการเป็นฐานโดยใช้เทคนิคการเรียนรู้ร่วมมือกัน เรื่องสายอากาศไมโครเวฟ สำหรับการศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิศวกรรมโทรคมนาคม ผลการดำเนินงานมี 3 ส่วน ดังนี้ ส่วนที่ 1 การออกแบบรูปแบบการเรียนการสอนที่ประกอบด้วยขั้นตอนดังนี้ 1) การค้นคว้า 2) การแนะนำและชี้แจง 3) การสร้างองค์ความรู้ 4) การปฏิบัติงานร่วมกัน 5) การอภิปรายผล 6) การประเมินผล หรือที่เรียกว่า PECADE Model ส่วนที่ 2 การสร้างสื่อการเรียนการสอน ได้แก่ โปรแกรมนำเสนอและชุดสาธิตสายอากาศไมโครเวฟ และส่วนที่ 3 การประเมินคุณภาพของรูปแบบที่สร้างขึ้น ผลของงานวิจัย จากการประเมินคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน พบว่าค่าความเหมาะสมสูงถึง 4.23 ผลของการพัฒนาขึ้นอยู่ในระดับมาก ( $\bar{X} = 4.23$ ,  $S.D. = 0.56$ ) ดังนั้นรูปแบบการเรียนการสอนนี้สามารถนำไปใช้สอนในระดับปริญญาตรีได้เป็นอย่างดี

**คำสำคัญ:** รูปแบบการเรียนการสอน, การเรียนการสอนแบบโครงการเป็นฐาน และสายอากาศไมโครเวฟ

#### Abstract

*This objective of research was the development of project-based instruction model on microwave antenna using the collaborative learning technique for the undergraduate education in telecommunication engineering. The research operation consists of 3 parts as ; 1) to design the instructional model called PECADE model which consists of the preparation, exploration, construction, application, discussion, and evaluation step, 2) to develop the instructional media such as; presentation program and experimental set, and 3) to evaluate the quality of developed instructional package by 5 experts. Finally, the results showed that this developed instructional model was good quality ( $\bar{X} = 4.23$   $S.D. = 0.56$ ). In conclusion, the developed instructional model can be used efficacy in the teaching of the microwave antenna for the undergraduate education.*

**Keyword:** Instructional Model, Project-Based Instruction, Microwave Antenna, collaborative learning technique

## 1. บทนำ

ปัจจุบันการจัดการศึกษาของประเทศไทยได้มีการปฏิรูปการศึกษาเพื่อมีความสอดคล้องกับสภาพทางเศรษฐกิจและสังคม ดังได้ระบุไว้ในพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และแก้ไขเพิ่มเติม(ฉบับที่2) พุทธศักราช 2545 นั้น ได้กำหนดไว้ในหมวด 4 แนวทางการจัดการศึกษา มาตรา 22 ว่า “การจัดการศึกษาต้องยึดหลักว่า ผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ และถือว่า ผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด กระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ โดยยึดผู้เรียนเป็นตัวตั้ง และต้องคำนึงถึงความเหมาะสมและประโยชน์สูงสุดที่ผู้เรียนจะได้รับ โดยต้องเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีบทบาทสำคัญในการเรียนรู้ ได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้อย่างตื่นเต้น และได้ใช้กระบวนการเรียนรู้ต่างๆ อันจะนำไปสู่การเกิดการเรียนรู้ที่แท้จริง ได้ด้วยตัวเอง” [1]

สำหรับด้านการศึกษาในระดับอุดมศึกษา ในหลักสูตรด้านวิศวกรรม โตรกนนาคม ได้บรรจุรายวิชา “วิศวกรรมโตรกนนาคม ไมโครเวฟ และวิชาชีวกรรมสายอากาศ หรือรายวิชาที่มีเนื้อหาที่เกี่ยวข้อง เข้าไว้ในหลักสูตรดังกล่าว โดยที่ลักษณะรายวิชามีเนื้อหาที่มุ่งเน้นถึงการออกแบบ การคำนวณและการวิเคราะห์ห่วงจร โดยในการออกแบบและวิเคราะห์ห่วงจรดังกล่าว นั้นมีขั้นตอนและการคำนวณในทางทฤษฎีที่ซับซ้อนอีกทั้ง ผู้เรียนไม่สามารถที่จะเห็นผลตัวตนที่เกิดจากการคำนวณได้ ประกอบกับปัจจุบันเทคโนโลยีการเรียนการสอนได้ก้าวหน้าไปมาก รูปแบบการเรียนรู้สมัยใหม่มีแนวโน้มที่จะพนักพิงการสอนเชิงทฤษฎีควบคู่กับการทดลองในเชิงปฏิบัติได้แก่ การสาขิต การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนรูปแบบใหม่ๆ อีกทั้งนักการศึกษาทางด้านวิศวกรรม (Engineering Educator) ได้มองหาแนวทางในการจัดการเรียนการสอนทางด้านวิศวกรรม ไมโครเวฟรูปแบบใหม่ เพื่อหวังให้ผู้เรียนคิดเป็นโดยผู้สอนเป็นผู้อำนวยความสะดวก ตอบคำถาม และจัดสถานการณ์ให้เหมาะสมกับเนื้อหาที่เรียน เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดได้ด้วยตัวเอง และเชื่อมโยงกับความรู้เหล่านั้นจนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย ตามหลักการของ การจัดการเรียนการสอน โดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ [2]

จากความเป็นมาและความสำคัญของปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะทำการศึกษาและพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนการสอนสาขาวิศวกรรมโตรกนนาคมที่มีเนื้อหาวิชาการทางเทคโนโลยีที่ทันสมัยลดลงเวลา โดยมุ่งเน้นการจัดการเรียนการสอนแบบโครงการเป็นฐาน (Instructional Project-Based) เพื่อให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนมากที่สุด โดยใช้เรื่องสายอากาศไมโครเวฟ โดยจะใช้รูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นการเรียนแบบการร่วมมือกัน และสร้างสื่อต่างๆ เพื่อนำมาใช้เป็นเครื่องมือที่สามารถนำมาใช้ประกอบการเรียน การสอน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดประสิทธิภาพในการเรียนรู้เพิ่มขึ้น เพื่อประโยชน์กับ วงการศึกษา นักวิจัย และการเรียนการสอนทางด้านวิศวกรรมระดับสูงต่อไป

## วัตถุประสงค์ของงานวิจัย ประกอบด้วย

- 1) เพื่อพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนแบบโครงการเป็นฐาน เรื่องสายอากาศไมโครเวฟ โดยใช้เทคนิคเรียนรู้ร่วมมือกันสำหรับการศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิศวกรรมโตรกนนาคม
- 2) เพื่อพัฒนาชุดการสอนเรื่องสายอากาศไมโครเวฟ

## 2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การจัดการเรียนการสอนปัจจุบันมุ่งเน้นให้ผู้เรียนมีประสิทธิภาพ ประสิทธิผล และการเรียนรู้ที่ยั่งยืนจากการก้าวผิดด้วยตนเอง (Self – Discovery) วีกีอ็อฟสกี้ (Vygotsky) นักจิตวิทยาชาวรัสเซีย ได้ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับพัฒนาการ ทางเชาว์ปัญญาในสมัยเดียวกับเพียเจ ที่มุ่งเน้นกระบวนการสร้างความรู้ (Process of Knowledge Construction) และการตระหนักรู้ในกระบวนการ (Reflexive Awareness of That Process) เป้าหมายการเรียนรู้มาจากการปฏิบัติงานจริง (Authentic Tasks) ผู้เรียนต้องฝึกฝนและควบคุมตนเองในการเรียนรู้ มีปฏิสัมพันธ์กับสื่อ วัสดุอุปกรณ์ หรือข้อมูลต่างๆ โดยการศึกษา สำรวจ วิเคราะห์ ทดลอง ลองผิดลองถูกกับสิ่งนั้นๆ จนเกิดเป็นความเข้าใจขึ้น ให้มีประสิทธิภาพ และแก้ปัญหาได้ ผู้เรียนมีบทบาทในการเรียนรู้อย่างเต็มที่โดยผู้เรียนเป็นผู้เลือกสิ่งที่ต้องการเรียนเอง ตั้งกฎระเบียบเอง แก้ปัญหาที่เกิดขึ้นเอง ผู้สอนมีบทบาทแตกต่างไปจากเดิม



จากการเป็นผู้ถ่ายทอดความรู้และความคุ้มการเรียนรู้ เปลี่ยนไปเป็นการให้ความร่วมมือ อำนวยความสะดวก และช่วยเหลือผู้เรียนในการเรียนรู้ คือการเรียนการสอนจะต้องเปลี่ยนจาก “Instruction” ไปเป็น “Construction” เปลี่ยนจาก “การให้ความรู้” ไปเป็น “การให้ผู้เรียนสร้างความรู้” บทบาทของผู้สอนต้องทำหน้าที่ช่วยสร้างแรงจูงใจภายในให้เกิดแก่ผู้เรียน จัดเตรียมกิจกรรมการเรียนรู้ที่ตรงกับความสนใจของผู้เรียน ดำเนินกิจกรรมให้เป็นไปในทางที่ส่งเสริมพัฒนาการของผู้เรียน ให้คำปรึกษา แนะนำทั้งทางด้านวิชาการและด้านสังคม แก่ผู้เรียน ดูแลให้ความช่วยเหลือผู้เรียนที่มีปัญหา และประเมินการเรียนรู้ของผู้เรียน นอกจากนั้นควรยังต้องมีความเป็นประชาธิปไตยและมีเหตุผลในการสัมพันธ์กับผู้เรียน

ดังนั้น การจัดเตรียมรูปแบบการเรียนการสอนจำเป็นต้องจัดเป็นกิจกรรมการพัฒนาพุทธิกรรมพื้นฐานของผู้เรียนจากขั้นพื้นฐานไปสู่ระดับที่ต้องการได้ อีกทั้งสามารถช่วยให้ผู้เรียนเกิดความรู้ ความเข้าใจได้อย่างรวดเร็วและยั่งยืน โดยทฤษฎีการเรียนรู้แบบการสร้างความรู้นิยม ซึ่งสามารถช่วยให้ผู้เรียนบรรลุวัตถุประสงค์ทางการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพและมีประสิทธิผล [3]

## 2.1 ทฤษฎีการสร้างความรู้ (Constructionism Theory)

มีพื้นฐานมาจากทฤษฎีการเรียนรู้ แบบการสร้างความรู้นิยม ทฤษฎีนี้คิดค้นขึ้นโดย Seymour Papert ซึ่งเป็นลูกศิษย์ของ伽耶 Papert กล่าวว่า การเรียนรู้จะมีความหมายมากที่สุด เมื่อมีการสร้าง “สิ่งประดิษฐ์” (แนวคิดจาก “สถานการณ์” ของทฤษฎีการเรียนรู้ แบบการสร้างความรู้นิยม” ซึ่งปรากฏในหนังสือ ทฤษฎีการเรียนรู้ แบบการสร้างความรู้นิยม เขียนโดย Papert และ Idit Harel) ซึ่งม้า (Seymour) [4] กล่าวถึงปรัชญาของการเรียนรู้ แบบการสร้างความรู้นิยม ว่า ผู้เรียนจะมีส่วนเกี่ยวข้องกับการเรียนรู้อย่างลึกซึ้งมากขึ้น หากพูดเข้าใจได้ สร้างสรรค์อะไรบางอย่างขึ้นมา โดยที่คนอื่นๆ ได้รับรู้ วิพากษ์วิจารณ์ หรือนำไปใช้ได้จริง และจากการสร้างสรรค์ดังกล่าว ผู้เรียนคนนั้นจะได้พัฒนาประดิษฐ์ที่มีความซับซ้อน และพูดเข้ากันได้ โอกาสที่จะพัฒนาแบบที่มีความซับซ้อน แต่ละคนให้ได้รับการพัฒนาได้เต็มที่ด้วยความสามารถที่มีอยู่อย่างแท้จริง ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยเรียนวิธีการเรียนรู้ สามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตัวเอง เรียนรู้สิ่งต่างๆ จากการปฏิบัติจริง รู้จักบูรณาการความรู้ และประสบการณ์ต่างๆ ที่แต่ละคนมีมาช่วยกันทำกิจกรรม โครงการให้ประสบผลลัพธ์ รวมทั้งปลูกฝังนิสัยรักการเรียนรู้ อันนำไปสู่บุคคลแห่งการเรียนรู้ในที่สุด สอดกับแนวคิดของฟลูวิทซ์ [8] ในการจัดการ

นุ่มนวล (Perspective) การแลกเปลี่ยนความคิดด้วยสิ่งประดิษฐ์ (Conversation with Artifact) ความระลึกได้ในเชิงตรรกะศาสตร์ (Logical Memory) การสร้างสิ่งต่างๆ (Making Things) การรู้วิธีการเรียนรู้ (Learning to Learn) [5]

## 2.2 การเรียนการสอนแบบโครงการเป็นฐาน (Project-Based Instruction Model)

การจัดการเรียนการสอนแบบโครงการเป็นฐานเป็นการจัดการเรียนการสอนโดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญแบบหนึ่งดังที่ลักษณะ [6] กล่าวไว้ว่า “การจัดการเรียนการสอนแบบโครงการเป็นฐาน โดยใช้กิจการ โครงการที่นักการศึกษาพยายามรับรู้ จำเป็นอย่างยิ่งที่ครูผู้สอนในทุกระดับการศึกษาควรจะต้องนำไปใช้เป็นกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถของนักเรียน นักศึกษาในการค้นหาความรู้ได้ด้วยตัวเอง โดยการทำโครงการ โดยเฉพาะนิสิตนักศึกษาที่เรียนในสาขาวิชาชีพครู ซึ่งกำลังจะออกไปประกอบวิชาชีพครูจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับกระบวนการจัดการเรียนการสอนโดยใช้กิจกรรมโครงการในการพัฒนาผู้เรียน เพราะถือได้ว่าเป็นกิจกรรมที่สนองตอบต่อกระบวนการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ได้อย่างดีและยังเป็นกิจกรรมที่ครุภักดิ์สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้กับการเรียนการสอนทุกสาระการเรียนรู้”

สุชาติ [7] ได้กล่าวถึงความหมายของการเรียนรู้โดยใช้โครงการหมายถึงการจัดการเรียนรู้อีกรูปแบบหนึ่งที่เป็นการให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติจริงในลักษณะของการศึกษา สำรวจ ค้นคว้า ทดลอง ประดิษฐ์คิดค้น โดยมีครูเป็นผู้กระตุ้น แนะนำและให้คำปรึกษาอย่างใกล้ชิด การเรียนรู้โดยใช้โครงการจึงเป็นการเรียนรู้ที่เกิดจากการรวมกลุ่มกันเพื่อทำกิจกรรมโครงการร่วมกัน เป็นการเรียนรู้ที่เน้น การปฏิบัติจริง ฝึกการเรียนรู้ด้วยการทำงาน เป็นทีมร่วมกับผู้อื่น เป็นการเสริมสร้างศักยภาพการเรียนรู้ของแต่ละคนให้ได้รับการพัฒนาได้เต็มที่ด้วยความสามารถที่มีอยู่อย่างแท้จริง ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยเรียนวิธีการเรียนรู้ สามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตัวเอง เรียนรู้สิ่งต่างๆ จากการปฏิบัติจริง รู้จักบูรณาการความรู้ และประสบการณ์ต่างๆ ที่แต่ละคนมีมาช่วยกันทำกิจกรรม โครงการให้ประสบผลลัพธ์ รวมทั้งปลูกฝังนิสัยรักการเรียนรู้ อันนำไปสู่บุคคลแห่งการเรียนรู้ในที่สุด สอดกับแนวคิดของฟลูวิทซ์ [8] ในการจัดการ

เรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน ตามแนวคิดทางค้าน เทคโนโลยี และสังคม ซึ่งมีวิธีการจัดการเรียนรู้ไว้ 7 ขั้นตอน ดังนี้

- (1) ขั้นตั้งค้าม (Questioning)
- (2) ขั้นวางแผน (Planning)
- (3) ขั้นค้นหาคำตอบ (Exploring)
- (4) ขั้นสะท้อนความคิด (Reflecting)
- (5) ขั้นแลกเปลี่ยนประสบการณ์ (Sharing)
- (6) ขั้นขยายขอบเขตความรู้ (Extending)
- (7) ขั้นนำไปปฏิบัติ (Acting)

### 2.3 การเรียนรู้แบบร่วมมือ (Collaborative Learning)

การเรียนรู้แบบร่วมมือ[3] เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนที่แบ่งกลุ่มผู้เรียนเป็นกลุ่มเล็กๆ สมาชิกในกลุ่มมีความสามารถแตกต่างกัน มีการมอบหมายหน้าที่ กันในกลุ่มซึ่งผลลัพธ์จะนั่นสมาชิกทุกคนมีส่วนได้รับประโยชน์ของการเรียนแบบร่วมมือช่วยส่งเสริมให้การเรียนในเนื้อหาได้ดี ส่งเสริมในการเรียนเนื้อหาได้ดี ส่งเสริมให้เกิดความสามารถในการแก้ปัญหา และการให้เหตุผล ส่งเสริมความมั่นใจในตัวเอง ส่งเสริมทักษะทางสังคมและทักษะการสื่อสาร

## 3. การดำเนินการวิจัย

### 3.1 ศึกษาปัญหาและหาข้อมูล

จากการศึกษาสภาพการเรียนการสอนวิชาวิศวกรรมไมโครเวฟ ในปัจจุบันโดยใช้แบบสอนตามและบทสัมภาษณ์ความคิดเห็นจากอาจารย์ผู้สอน จำนวน 10 ท่าน และผู้เรียนจำนวน 40 คน จากมหาวิทยาลัยของรัฐที่เปิดการเรียนการสอนหลักสูตรดังกล่าว ในด้านต่างๆ ที่เกี่ยวข้องพบว่า ความสำคัญและความจำเป็นในการเรียนวิชานี้มีความต้องการอยู่ในระดับมาก และสิ่งที่ต้องการพัฒนาในรายวิชานี้คือด้านสื่อการเรียนการสอนที่มีความต้องการอยู่ในระดับมากที่สุด จากการศึกษาสภาพการเรียนการสอนในปัจจุบันพบว่าการเรียนการสอนวิชาวิศวกรรมไมโครเวฟจะใช้รูปแบบที่เน้นผู้สอนเป็นสำคัญโดยจะให้เนื้อหาด้วยวิธีการบรรยาย รูปแบบกิจกรรมการเรียนการสอนจะขึ้นอยู่กับผู้สอน ซึ่งส่วนมากจะใช้การถ่านทอดกับผู้เรียนเป็นครั้งคราว ไม่มีรูปแบบการเรียนการสอนที่ชัดเจน ส่วนสื่อที่ใช้จะเป็นกระดานดำมีการนำเสนอด้วยโปรแกรม

นำเสนอด้วยเครื่องแพร่เสียง และการประเมินผลจะใช้ข้อสอบแบบอัตโนมัติเป็นหลัก สำหรับปัญหาในการจัดการเรียนการสอนได้แก่ ขาดสื่อที่สามารถอธิบายประภากล่าวการทำงานของวงจรที่ซับซ้อน ผู้เรียนไม่มีกิจกรรมร่วมกับผู้สอน ดังนั้นผู้สอนจึงมีความต้องการสื่อการสอนที่สามารถอธิบายถึงประภากล่าว การทำงานของวงจรที่ออกแบบ และสื่อที่ใช้คำว่าหาค่าพารามิเตอร์ต่างๆเพื่อพิสูจน์ทฤษฎีที่ได้จากการออกแบบที่ใช้งานง่ายและคำนวณได้รวดเร็ว ซึ่งสามารถทำให้นักศึกษาเข้าใจหลักการอย่างรวดเร็ว

### 3.2 ออกแบบรูปแบบการเรียนการสอน

จากการศึกษาทั้งความเป็นมา ความสำคัญของปัญหาแนวคิด ทฤษฎีและรูปแบบการเรียนการสอน ทำให้ผู้เรียนมีแนวคิดที่จะพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนสำหรับเทคโนโลยีสมัยใหม่ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญโดยมุ่งเน้นที่จะปรับเปลี่ยนการสอนแบบเดิมที่มีผู้สอนเป็นสำคัญ (Teacher Center) มาเป็นแบบเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ (Student Center) โดยใช้รูปแบบการสอนแบบ PECADE Model ดังภาพที่ 1 โดยมีขั้นตอนดังนี้



ภาพที่ 1: รูปแบบการสอนแบบ PECADE Model

#### - ขั้นตอนที่ 1 : การค้นคว้า (Preparation)

เป็นขั้นตอนที่กำหนดแผนให้ผู้เรียนศึกษาในหัวข้อเรื่องที่กำหนด ทบทวน และค้นคว้าด้วยตนเอง สามารถหาข้อมูลสนับสนุนได้อย่างอิสระทั้งข้อมูลที่เป็นองค์ความรู้เดิมและใหม่ พร้อมรวบรวมและสรุปองค์ความรู้ต่างๆตามความสามารถและสติปัญญาของแต่ละบุคคล โดยมีผู้สอนเป็น ที่ปรึกษาได้ตลอดเวลา

#### - ขั้นตอนที่ 2 : ขั้นแนะนำ ขั้นเจน (Exploration)

เป็นขั้นตอนการเรียนการสอนที่ให้อาจารย์ผู้สอนมีบทบาทเป็นผู้สนับสนุนและช่วยเหลือ โดยการตรวจสอบสภาพความพร้อมของผู้เรียนแต่ละคน โดยใช้แบบประเมินความสามารถเพื่อผู้สอนสามารถจัดการบททวนเนื้อ แนะนำผู้เรียนเกี่ยวกับ

สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ ทรัพยากรสนับสนุน ภาพรวม  
ขอบเขตและจุดประสงค์ในการศึกษาแต่ละหัวข้อ

- ขั้นตอนที่ 3 ขั้นสร้างความรู้ (Construction)

เป็นขั้นตอนการเรียนการสอนที่ให้ผู้เรียนทำกิจกรรม  
เพื่อสร้างความรู้ตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยมีผู้สอนมี  
บทบาทเป็นผู้แนะนำช่วยเหลือ เพื่อให้ผู้เรียนได้รับองค์ความรู้  
ใหม่ๆ

- ขั้นตอนที่ 4 การปฏิบัติงานร่วมกัน (Application)

เป็นขั้นตอนการร่วมกันเป็นกลุ่มย่อยเพื่อปฏิบัติงาน  
เพื่อสร้างสิ่งประดิษฐ์เพื่อพิสูจน์ทฤษฎีให้เป็นที่ยอมรับ  
สามารถประยุกต์ใช้งาน และส่งเสริมให้เกิดการสร้างองค์  
ความรู้ใหม่ๆ

- ขั้นตอนที่ 5 การอภิปรายผล (Discussion)

เป็นขั้นตอนการอภิปรายผล ที่ได้จากการเรียนรู้มา  
ทั้งหมด สามารถสรุปความคิดรวบยอด และบอกเล่าหรือ  
นำเสนอให้ผู้อื่นได้เข้าใจ เพื่อขยายขอบเขตการเรียนรู้และหา  
บทสรุปในเนื้อหาทั้งหมดอย่างถูกต้องและเป็นระบบ

- ขั้นตอนที่ 6 การประเมินผล (Evaluation)

เป็นขั้นตอนการทดสอบและประเมินผลสำเร็จในการ  
จัดการเรียนการสอน โดยการใช้แบบทดสอบ บทสัมภาษณ์  
แบบสอบถาม หรือจากการสังเกตอย่างใกล้ชิดของผู้สอน

### 2.3 พัฒนาและออกแบบสื่อการเรียนการสอน

พัฒนาและออกแบบสื่อการสอน ได้แก่ แผนการสอน  
ใบเนื้อหา โปรแกรมนำเสนอ และชุดสาขิตสาขาวิชาฯ

### 2.4 ประเมินคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญและผู้ใช้

ประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน เพื่อหาคุณภาพและ  
ปรับปรุงให้รูปแบบการเรียนการสอนมีความเหมาะสมมาก  
ยิ่งขึ้น และนำไปประเมินโดยผู้ใช้ที่ได้เคยสอนในรายวิชา  
วิศวกรรมไมโครเวฟหรือวิชาที่เกี่ยวข้องจำนวน 5 คน เพื่อหา  
ระดับความพึงพอใจที่มีต่อรูปแบบการเรียนการสอนที่  
พัฒนาขึ้น

## 4. เครื่องมือของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้จากการออกแบบรูปแบบการเรียนการ  
สอนแล้ว ได้มีการพัฒนาเครื่องมือการสอน เพื่อใช้ใน

กระบวนการจัดการเรียนการสอนซึ่งเป็นหัวข้อหนึ่งในรายวิชา  
วิศวกรรมไมโครเวฟมีรายละเอียดดังนี้

### 4.1 เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่นำมาใช้ในการการเรียนการสอนแสดงในภาพที่ 2



ภาพที่ 2 : การกำหนดหัวข้ออย่างที่ใช้ในงานวิจัย

การวิเคราะห์หลักสูตรรายวิชาในวิศวกรรมไมโครเวฟได้  
กำหนดเลือกหัวข้อหลัก เรื่อง สายอากาศในไมโครเวฟ มาใช้ใน  
การทดสอบประสิทธิภาพ ของรูปแบบการเรียนการสอน  
PECADE ที่สร้างขึ้น การกำหนดหัวข้ออย่าง แบ่งออกเป็น 3  
เรื่อง ใช้เวลาการสอนเรื่องละ 3 คาบ จำนวน 3 ชั่วโมง

### 4.2 สื่อการเรียนการสอน

การพัฒนาสื่อการเรียนการสอนตามรูปแบบรูปแบบการ  
เรียนการสอน PECADE มีดัวอย่างของสื่อที่พัฒนาดังนี้

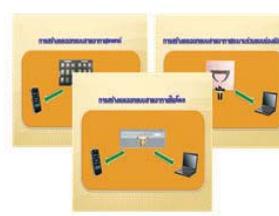
#### ก.) ชุดสาขิตสาขาวิชาไมโครเวฟ ประกอบด้วย

สายอากาศในไมโครเวฟรูปแบบต่างๆ เช่น สายอากาศแบบโคโล  
โนโนโล แพทช์ และร่อง ดังแสดงในรูปที่ 3 (ก)

ข.) โปรแกรมนำเสนอ จำนวน 3 หน่วย ประกอบด้วย  
หน่วยที่ 1 สายอากาศและการเชื่อมต่อ หน่วยที่ 2 การออกแบบ  
สายอากาศในไมโครเวฟ หน่วยที่ 3 การวัดและทดสอบ  
สายอากาศดังแสดงในรูปที่ 3 (ข)



ก.) ชุดสาขิตสาขาวิชา



ข.) โปรแกรมนำเสนอ

ภาพที่ 3 : สื่อการเรียนการสอน

## 5. ผลของการวิจัย

การประเมินการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนแบบโครงงานเป็นฐาน เรื่องสายอาชีว์ในโครงไฟฟ้า โดยใช้เทคนิคเรียนรู้ร่วมกันสำหรับการศึกษาระดับปวชัญญาตรี สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า คอมพิวเตอร์ ชีววิทยา ที่สอนหรือมีประสบการณ์และความรู้ในรายวิชาและสาขาที่เกี่ยวข้องมาแล้วไม่น้อยกว่า 5 ปี จำนวน 5 ท่าน แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 : ผลการประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน

ความคิดเห็น	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความเห็น
- ความเหมาะสมของรูปแบบที่สังเคราะห์ขึ้น	4.20	0.54	มาก
- ความสัมพันธ์และความต่อเนื่องของรูปแบบที่สังเคราะห์ขึ้น	4.32	0.53	มาก
- ส่งเสริมการแก้ปัญหาของผู้เรียน	4.20	0.56	มาก
- ส่งเสริมการสร้างความรู้จากการปฏิบัติของผู้เรียน	4.23	0.65	มาก
- เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ	4.24	0.55	มาก
- เห็นภาพน่าสนใจที่ชัดชัดเจน	4.20	0.53	มาก
ค่าเฉลี่ยรวม	4.23		มาก

โดยผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นดังนี้ โดยค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.23 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.56 ระดับความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ดังนั้นสรุปได้ว่ารูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพดีสามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนได้

## 6. สรุปผล

การพัฒนาการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนแบบโครงงานเป็นฐานโดยใช้เทคนิคเรียนรู้ร่วมมือกัน เรื่องสายอาชีว์ในโครงไฟฟ้า สำหรับการศึกษาระดับปวชัญญาตรี สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า คอมพิวเตอร์ ชีววิทยา ที่สอนหรือมีประสบการณ์และความรู้ในรายวิชาและสาขาที่เกี่ยวข้องมาแล้วไม่น้อยกว่า 5 ปี จำนวน 5 ท่าน แสดงดังตารางที่ 1

รับผิดชอบในการรายงานที่มอบหมายให้ และมีความคิดวิเคราะห์ และความกล้าที่จะแสดงออกในการนำเสนองานที่มอบหมาย ในขั้นตอนนี้ผู้สอนอาจเลือกใช้เทคนิค Collaborative Learning เพื่อผลลัพธ์ทางการเรียนที่ดีขึ้น และผู้สอนจะต้องจัดเตรียมวัสดุ เครื่องมือ อุปกรณ์ สถานที่ เพื่ออำนวยความสะดวกแก่ผู้เรียน และสามารถสืบสานข้อมูลได้ตามความเหมาะสม

ข้อเสนอแนะในการพัฒนา ควรนำรูปแบบการสอน PECADE Model ไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนเพื่อหาผลลัพธ์ทางการเรียนและประเมินความพึงพอใจของผู้สอน และผู้เรียน แล้วนำมาปรับแก้ตามความเหมาะสมให้เกิดประโยชน์การเรียนการสอนต่อไป

## 7. เอกสารอ้างอิง

- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542. กรุงเทพมหานคร, โรงพิมพ์ครุสภากาดพระวิหาร, 2542.
- สมมาต์ จำเกลียง. การพัฒนารูปแบบการวิเคราะห์คุณภาพ แม่เหล็กไฟฟ้า โดยใช้ชีวมวลรูปแบบของคลื่น เพื่อประยุกต์ใช้กับภาคีคุณภาพของคลื่นระบบไฟฟ้า. วิทยานิพนธ์ปรัชญาดุษฎีบัณฑิตสาขาวิชาไฟฟ้าศึกษา ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า บัณฑิตวิทยาลัยสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2552.
- Gayne,M, Robert. The Condition of Learning. Second Edition. The United States of America:Holt, Rinehart and Winston, 1970.
- Seymour Papert. Constructionism vs. Instructionism, 1980. Available online: [http://www.papert.org/articles/const\\_inst/const\\_inst1.html](http://www.papert.org/articles/const_inst/const_inst1.html)
- ทศพร แสงสว่าง. กลยุทธ์การคืนพื้นด้วยตนเองตามแนวคิดและทฤษฎีการเรียนรู้ GCC Model สำหรับการเรียนรู้แบบ e-Learning. วารสารศูนย์ศึกษา ฉบับครบรอบ 54 ปี สมาคมการศึกษาแห่งประเทศไทย ปีที่ 52 ฉบับที่ 1 เมษายน. กรุงเทพมหานคร, 2553.
- ลักษดา ภู่กีรติ. โครงงานเพื่อการเรียนรู้: หลักและแนวทางการจัดกิจกรรม. กรุงเทพมหานคร: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2544.
- สุชาติ วงศ์สุวรรณ. การเรียนรู้สำหรับศัตรูที่ 21: การเรียนรู้ที่ผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้ด้วยตนเอง. กรุงเทพมหานคร, กรมวิชาการ, 2542
- ณัฐวิทย์ พจน์ดันดิ. การจัดการเรียนการสอนชีววิทยาตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคนิคในโลก ๔.๐ และสังคม. วิทยานิพนธ์ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต วิทยาศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2546.



## การพัฒนาสื่อการเรียนการสอนสำหรับชุดปฏิบัติการทดลองวงจรไมโครเวฟแบบพาสซีฟ

### The Development of Instructional Media for Passive Microwave Circuit Experimental Set

สมศักดิ์ ชนพุทธิวิโรจน์<sup>1,2</sup> และ สมศักดิ์ อรรถกิมภูล<sup>2</sup>

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น 150 ถ.ศรีจันทร์ อ.เมือง จ.ขอนแก่น 40000

ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น 40000

1518 ถ.พิบูลสงคราม เขตบางซื่อ กรุงเทพฯ 10800

somsak.ta@rmuti.ac.th and ssa@kmutnb.ac.th

#### บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและหาคุณภาพของสื่อการเรียนการสอนที่ใช้สำหรับชุดปฏิบัติการทดลองวงจรไมโครเวฟแบบพาสซีฟ และเปรียบเทียบผลลัพธ์จากการจำลองโดยใช้โปรแกรมจำลองเชิงพาณิชย์กับการทดลองโดยใช้เครื่องมือวิเคราะห์โครงข่าย โดยสื่อที่สร้างขึ้นนี้ประกอบด้วยวงจรสายสั้น ไมโครสตริป วงจรกรองความถี่ โดยใช้สายสั้น ไมโครสตริปแบบสเต็ปและสตับอินพีดเคนซ์ และสายสั้นเชื่อมต่อคู่บนان ผลการวิจัยพบว่าคุณภาพของสื่อที่สร้างขึ้นจากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ได้ค่าเฉลี่ยท่ากัน 4.04 อยู่ในระดับเหมาะสมมาก และผลที่ได้จากการทดลองโดยใช้เครื่องมือวิเคราะห์โครงข่ายพบว่า วงจรไมโครเวฟที่สร้างขึ้นให้ผลที่สอดคล้องกับการจำลองโดยใช้โปรแกรมเชิงพาณิชย์ และถูกต้องตามทฤษฎี

**คำสำคัญ:** สื่อการเรียนการสอน วงจรไมโครเวฟแบบพาสซีฟ สายสั้น ไมโครสตริป

#### Abstract

The objectives of this research were to develop the instruction media for the passive microwave circuit experimental set, to find the quality of created instruction media, and to compare the results between measurement using network analyzer and simulation program. The instruction media consists of the microstrip transmission line, microstrip filter circuits using step and step impedance line, and the parallel coupled line. The results of this research showed that the quality evaluated by 5 experts has the average level equal to 4.04 which has the appropriation in high level. The comparison of measured results is agreed between the network analyzer and the simulation program and consistent with theory.

**Keyword:** Instruction media, Microwave passive circuits, Microstrip transmission line

## 1. บทนำ

การจัดการเรียนการสอนของคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา [1] มีจุดมุ่งหมายที่จะให้ผู้เรียนมีความรู้ความสามารถอุตสาหกรรมในปัจจุบันด้านในหน้าที่ที่มีความชำนาญเฉพาะสาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ได้อย่าง มีประสิทธิภาพ วิชาปฎิบัติการวิศวกรรมไมโครเวฟเป็นรายวิชาหนึ่งในหลักสูตรที่มีเนื้อหาเกี่ยวกับกลไกในไมโครเวฟ ระบบสื่อสารไมโครเวฟ การออกแบบสื่อสารด้วยไมโครเวฟ และการแพร่กระจายคลื่น คุณสมบัติต่างๆ ของห้องน้ำคลื่นและอุปกรณ์แยกทีฟและพาสซีฟ สายอากาศในไมโครเวฟ ระบบดิจิตอลในไมโครเวฟ การประยุกต์ใช้งานของความถี่ในไมโครเวฟ และจากการวิเคราะห์หลักสูตรรายวิชานี้ พบว่าງจรอไมโครเวฟแบบพาสซีฟเป็นส่วนหนึ่งของรายวิชานี้ที่เป็นพื้นฐานที่มีความสำคัญในการศึกษาขั้นสูงต่อไป

จากการศึกษาสภาพประเด็นปัจจุหา และความต้องการในการจัดการเรียนการสอนในรายวิชานี้ โดยใช้แบบสอบถามคณาจารย์จำนวน 5 ท่าน และผู้เรียนจำนวน 30 คน ซึ่งสอดคล้องกับ [2], [3] พบว่าข้างต้นสื่อสำหรับใช้ในการทดลองผู้เรียน ไม่มีกิจกรรมร่วมกับผู้สอน และไม่มีการนำทฤษฎีที่ได้เรียนรู้ไปทดลองจริง จึงมีความต้องการสื่อของจริงที่สามารถพิสูจน์ได้ตรงตามทฤษฎีที่ได้ออกแบบ และผู้เรียนต้องเป็นผู้ปฏิบัติการด้วยตนเอง

ดังนั้นจากความสำคัญของปัจจุหาที่กล่าวมานี้ ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการพัฒนาสื่อการเรียนการสอนสำหรับชุดปฎิบัติการทดลองของจริงในไมโครเวฟแบบพาสซีฟ ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ซึ่งจะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง ทำให้เข้าใจทฤษฎีที่มีความซับซ้อนได้ และช่วยให้การจัดการเรียนการสอนมีประสิทธิภาพมากขึ้น [4], [5] และจะทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

### 1.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.1.1 เพื่อพัฒนาสื่อการเรียนการสอนสำหรับชุดปฎิบัติการทดลองของจริงในไมโครเวฟแบบพาสซีฟ

1.1.2 เพื่อหาคุณภาพของสื่อการเรียนการสอนที่สร้างและพัฒนาขึ้น

1.1.3 เพื่อเปรียบเทียบผลที่ได้ระหว่างการวัดโดยใช้เครื่องมือวิเคราะห์โครงข่ายกับการจำลองโดยใช้โปรแกรมจำลอง

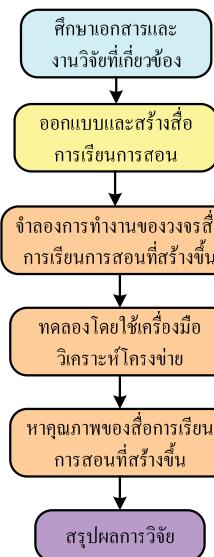
### 1.2 สมมติฐานของการวิจัย

1.2.1 คุณภาพของสื่อการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นมีความเหมาะสมในระดับมาก จากการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ

1.2.2 ผลที่ได้ระหว่างการวัดโดยใช้เครื่องมือวิเคราะห์โครงข่ายกับการจำลองโดยใช้โปรแกรมจำลอง มีความสอดคล้องกัน

## 2. การดำเนินการวิจัย

การดำเนินการวิจัยในการพัฒนาสื่อการเรียนการสอนมีลำดับขั้นการดำเนินงานแสดงได้ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 : ลำดับขั้นการดำเนินงานพัฒนาสื่อการเรียนการสอน

การดำเนินการวิจัย เริ่มจากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ออกแบบและสร้างสื่อการเรียนการสอน จากนั้นจำลองผลการทำงานและทดสอบวัดโดยใช้เครื่องวิเคราะห์โครงข่าย สุดท้ายประเมินคุณภาพของสื่อที่สร้างขึ้น โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน วิเคราะห์และสรุปผลการดำเนินงาน โดยสื่อที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วยวงจรสายสั่งในไมโครสตอริป วงจรกรองความถี่โดยใช้สายสั่งในไมโครสตอริปแบบสเต็ปและสตั๊บอินพีแคนช์ และสายสั่งเชื่อมต่อคู่หนาน ซึ่งมีวิธีการออกแบบดังนี้



## 2.1 สายส่งไมโครสตริป

การออกแบบในหัวข้อนี้ [6] จะคำนวณหาค่าอัตราส่วน  $w/h$  โดยที่  $t/h \leq 0.005$  ได้จากการดังนี้

กรณี  $w/h \leq 2$

$$\frac{w}{h} = \frac{8e^A}{e^{2A} - 2} \quad (1)$$

$$\text{เมื่อ } A = \frac{Z_0}{60} \left( \frac{\varepsilon_r + 1}{2} \right)^{\frac{1}{2}} + \left( \frac{\varepsilon_r - 1}{\varepsilon_r + 1} \right) \left( 0.23 + \frac{0.11}{\varepsilon_r} \right) \quad (2)$$

กรณี  $w/h \geq 2$

$$\frac{w}{h} = \frac{2}{B} \left\{ (B-1) - \ln(2B-1) + \left( \frac{\varepsilon_r - 1}{\varepsilon_r + 1} \right) \left[ \ln(B-1) + 0.39 - \frac{0.61}{\varepsilon_r} \right] \right\} \quad (3)$$

$$\text{เมื่อ } B = \frac{60\pi^2}{Z_0 \sqrt{\varepsilon_{ref}} \quad (4)}$$

การคำนวณหาค่าโดยอิเล็กทริกประสิทธิผล โดยที่  $t/h \leq 0.005$  ได้จากการดังนี้

กรณี  $w/h \leq 1$

$$\varepsilon_{ref} = \left( \frac{\varepsilon_r + 1}{2} \right) + \left( \frac{\varepsilon_r - 1}{2} \right) \left[ \left( 1 + \frac{12h}{w} \right)^{\frac{1}{2}} + 0.04 \left( 1 - \frac{w}{h} \right)^2 \right] \quad (5)$$

กรณี  $w/h \geq 1$

$$\varepsilon_{ref} = \left( \frac{\varepsilon_r + 1}{2} \right) + \left( \frac{\varepsilon_r - 1}{2} \right) \left( 1 + \frac{12h}{w} \right)^{\frac{1}{2}} \quad (6)$$

และคำนวณหาความยาวของสายส่งไมโครสตริปได้จากการสมการ  $l = \lambda_g / 2$  สำหรับสายส่งแบบเปิดวงจร และ  $l = \lambda_g / 4$  สำหรับสายส่งแบบล็อดวงจร โดยที่  $\lambda_g = c / (f \sqrt{\varepsilon_{ref}})$

## 2.2 วงจรกรองความถี่โดยใช้สายส่งไมโครสตริปแบบ

สเต็ปและสตับอิมพีเดนซ์ [7]

2.2.1 วงจรกรองความถี่โดยใช้สายส่งไมโครสตริปแบบ สเต็ปและสตับอิมพีเดนซ์ มีขั้นตอนการออกแบบดังนี้

ขั้นที่ 1 ออกแบบวงจรกรองความถี่ด้วยแบบที่  $\Omega = 1rad/s$  จากนั้นหาค่า  $L$  และ  $C$  จากตารางที่ใช้สำหรับการออกแบบ

ขั้นที่ 2 ทำการ impedance scaling เมื่อใช้อิมพีเดนซ์ภาระที่  $1\Omega$  และความถี่คตอฟที่  $1rad/s$  คำนวณหาค่า  $L_n$  และ  $C_n$  ได้จากการดังนี้

$$L_n = \left( \frac{Z_0}{g_0} \right) \left( \frac{\Omega_c}{2\pi f_c} \right) g_n \quad (7)$$

$$C_n = \left( \frac{Z_0}{g_0} \right) \left( \frac{\Omega_c}{2\pi f_c} \right) g_n \quad (8)$$

ขั้นที่ 3 ออกแบบวงจรสายส่งไมโครสตริปโดยใช้แผ่นวงจรพิมพ์ FR-4 โดยกำหนดให้  $Z_{0L} = 125\Omega$   $\varepsilon_{re} = 2.89$   $w = 0.5mm$ , และ  $Z_{0C} = 15\Omega$   $\varepsilon_{re} = 3.68$   $w = 15mm$  จากนั้นคำนวณหาค่า

$$l_{Lm} = \frac{\omega_c L_n}{Z_{0L} \beta_{Z0L}}; n = 1, 2, \dots; m = 1, 3, \dots \quad (9)$$

$$\text{โดยที่ } \beta_{Z0L} = 2\pi f_c \sqrt{\varepsilon_{rl}} \sqrt{\mu_0 \varepsilon_0} \quad (10)$$

$$l_{Cm} = \frac{\omega_c C_n Z_{0C}}{\beta_{Z0C}}; n = 1, 2, \dots; m = 2, 4, \dots \quad (11)$$

$$\text{โดยที่ } \beta_{Z0C} = 2\pi f_c \sqrt{\varepsilon_{rc}} \sqrt{\mu_0 \varepsilon_0} \quad (12)$$

2.2.2 วงจรกรองความถี่โดยใช้สายส่งไมโครสตริปแบบสเต็ปอิมพีเดนซ์ มีขั้นตอนการออกแบบดังนี้

ขั้นที่ 1 ออกแบบวงจรกรองความถี่ด้วยแบบที่  $\Omega = 1rad/s$  จากนั้นหาค่า  $L$  และ  $C$  จากตารางที่ใช้สำหรับการออกแบบ

ขั้นที่ 2 ทำการ impedance scaling เมื่อใช้อิมพีเดนซ์ภาระที่  $1\Omega$  และความถี่คตอฟที่  $1rad/s$  คำนวณหาค่า  $L_n$  และ  $C_n$  ได้จากการที่ (7) และ (8)

ขั้นที่ 3 ออกแบบวงจรสายส่งไมโครสตริปโดยใช้แผ่นวงจรพิมพ์ FR-4 โดยกำหนดให้  $Z_{0L} = 125\Omega$   $\varepsilon_{re} = 2.89$   $w = 0.5mm$ , และ  $Z_{0C} = 15\Omega$   $\varepsilon_{re} = 3.68$   $w = 15mm$  จากนั้นคำนวณหาค่า

$$l_l = l_{Lm} = \frac{\omega_c L_n}{Z_{0L} \beta_{Z0L}}; n = 1, 2, \dots; m = 1, 3, \dots \quad (13)$$

$$l_m = l_{Cn} = \frac{\lambda_{gCn}}{2\pi} \tan^{-1} (\omega_c C_n Z_{0C}) \quad (14)$$

$; n = 1, 2, \dots; m = 2, 4, \dots$

## 2.3 สายส่งเชื่อมต่อคู่บ้าน

ขั้นตอนการออกแบบวงจรสายส่งเชื่อมต่อคู่บ้านกระทำได้ดังนี้ [8]

ขั้นที่ 1 คำนวณหาองค์ประกอบการเชื่อมต่อ  $C$  จากสมการ

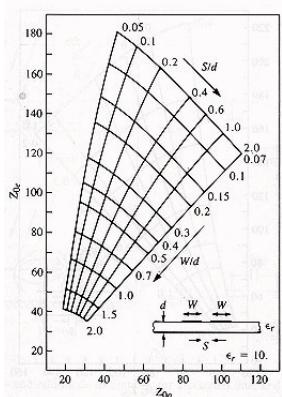
$$C = 10^{\frac{-dB}{20}} \quad (15)$$

ขั้นที่ 2 คำนวณหาค่า  $Z_{0e}$  และ  $Z_{0o}$  จากสมการ

$$Z_{0e} = Z_0 \sqrt{\frac{\frac{C}{10^{20}}}{1 - \frac{C}{10^{20}}}} = Z_0 \sqrt{\frac{1+C}{1-C}} \quad (16)$$

$$Z_{0o} = Z_0 \sqrt{\frac{1-10^{20}}{1+10^{20}}} = Z_0 \sqrt{\frac{1-C}{1+C}} \quad (17)$$

ขั้นที่ 3 ใช้กราฟดังภาพที่ 2 สำหรับหาค่าระยะห่าง  $S$  และความกว้าง  $w$



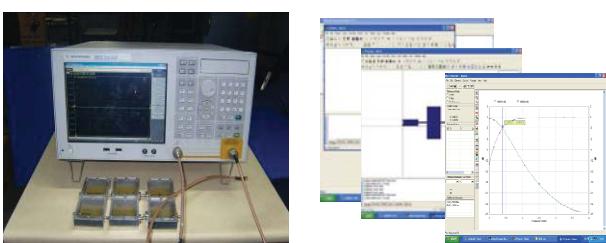
ภาพที่ 2 : กราฟสำหรับหาค่า  $S$  และ  $w$

#### 2.4 การหาคุณภาพของสื่อการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น

การหาคุณภาพของสื่อการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น จะให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่านประเมินความเหมาะสมของสื่อ โดยแบ่งหัวข้อการประเมินได้เป็น 5 หัวข้อ ได้แก่ ความเหมาะสมกับระดับของผู้เรียน เนื้อหาและวัตถุประสงค์การสอน แรงจูงใจในการเรียนการสอน และการส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้

#### 2.5 การทดสอบและการจำลองสื่อการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น

การทดสอบและการจำลองสื่อการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นจะใช้เครื่องมือวิเคราะห์โครงข่ายและโปรแกรมจำลองการทำงานของวงจรที่ได้จากการออกแบบโดยใช้โปรแกรมจำลอง IE3D



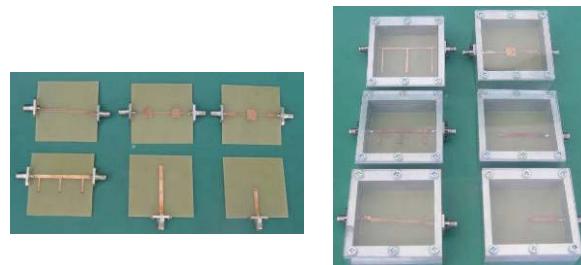
ภาพที่ 3 : การใช้เครื่องมือวิเคราะห์โครงข่ายและโปรแกรม IE3D

### 3. ผลของการวิจัย

ผลของงานวิจัยที่ได้จะประกอบด้วย ผลของสื่อการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น การหาคุณภาพของสื่อการเรียนการสอน และผลการทดสอบโดยใช้โปรแกรมจำลองและเครื่องวิเคราะห์โครงข่าย

#### 3.1 สื่อการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น

สื่อการสอนที่พัฒนาขึ้นนี้จะประกอบด้วย วงจรสายสั่ง ไมโครสตริป วงจรกรองความถี่ โดยใช้สายสั่ง ไมโครสตริป แบบสเต็ปและสตับอิมพีเดนซ์ และสายสั่งเชื่อมต่อคู่ผ่านรายละเอียดสามารถแสดงได้ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 : สื่อการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น

#### 3.2 คุณภาพของสื่อการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น [9]

ผลของคุณภาพที่ได้จากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่านแสดงได้ดังตารางที่ 1

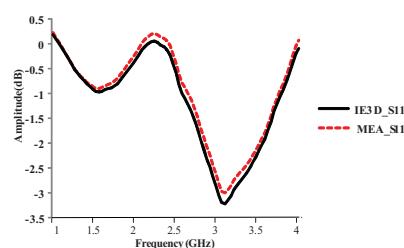
ตารางที่ 1 : ผลการประเมินคุณภาพของสื่อที่พัฒนาขึ้น

หัวข้อการประเมิน	ระดับความเหมาะสม		
	$\bar{X}$	S.D.	แปลผล
1. มีความเหมาะสมกับระดับของผู้เรียน	4.0	0.71	มาก
2. ตรงตามเนื้อหาและวัตถุประสงค์การสอน	4.2	0.45	มาก
3. 适合สำหรับการเรียนการสอน	4.2	0.45	มาก
4. เกิดแรงจูงใจในการเรียนการสอน	3.6	0.55	มาก
5. ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้	4.2	0.45	มาก
ค่าเฉลี่ยทั้งหมด	4.04		มาก

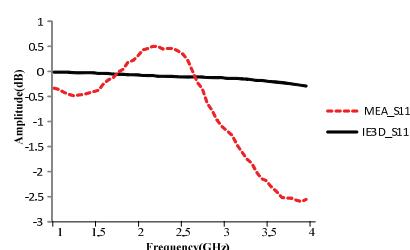
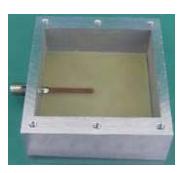
ตารางที่ 1 แสดงผลการประเมินคุณภาพของสื่อการเรียนการสอนใน 5 ด้าน ได้แก่ ความเหมาะสมกับระดับของผู้เรียน เนื้อหาและวัตถุประสงค์การสอน แรงจูงใจในการเรียนการสอน และการส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ ซึ่งพบว่ามีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ( $\bar{X} = 4.04$ ) แสดงว่าสื่อมีคุณภาพที่ดี สามารถนำไปใช้ประกอบการเรียนการสอนได้

### 3.3 ผลการทดสอบสื่อการเรียนการสอนที่สร้างขึ้น

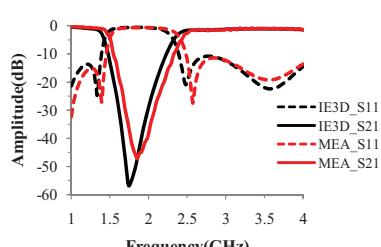
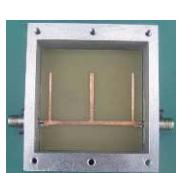
เป็นการทดสอบผลการติดบานองของพารามิเตอร์ dB(S11) และ dB(S21) ในย่านความถี่ตั้งแต่ 1 ถึง 4 GHz ของวงจรไมโครเวฟแบบพาสซีฟที่สร้างขึ้น โดยใช้เครื่องมือวิเคราะห์โครงสร้างและเปรียบเทียบกับการใช้โปรแกรมจำลอง IE3D แสดงได้ดังภาพที่ 5 ถึง ภาพที่ 10



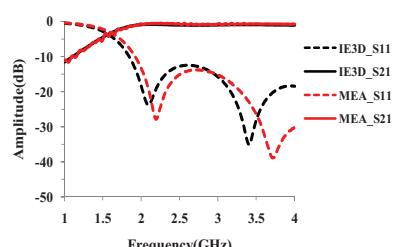
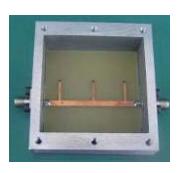
ภาพที่ 5 : สายส่งไมโครสตริปแบบเบิดวงจร



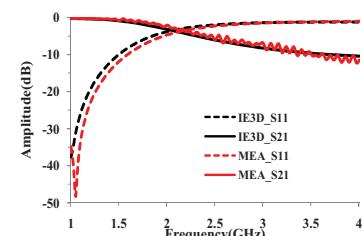
ภาพที่ 6 : สายส่ง เม เครสตริบแบบลดวงจร



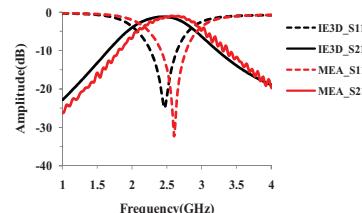
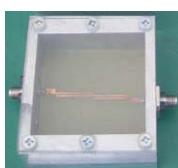
ภาพที่ 7 : วงจรกรองความถี่หยุดแบบแบบสเตป



ภาพที่ 8 : วงจรกรองความถี่หยุดแบบแบบสเตป



ภาพที่ 9 : วงจรกรองความถี่หยุดแบบแบบสเตป



ภาพที่ 10 : วงจรกรองความถี่หยุดแบบแบบสเตป

ภาพที่ 5 และ ภาพที่ 6 แสดงผลการทำงานของวงจรสายส่งไมโครสตริปแบบเบิดและแบบล็อดวงจร โดยผลของพารามิเตอร์ dB(S11) ที่วัดได้มีค่าอยู่ในช่วงประมาณ 0 dB เนื่องจากพลังงานส่วนใหญ่จะมีการสะท้อนกลับเกือบทั้งหมด

ภาพที่ 7 แสดงผลการทำงานของวงจรกรองความถี่หยุดแบบสเตป โดยผลของพารามิเตอร์ dB(S11) ที่วัดได้ตามแกนในย่านความถี่ 1 ถึง 4 GHz จะมีการสะท้อนกลับเป็นจำนวนมากในย่านของความถี่ประมาณ 1.55 ถึง 2.45 GHz ซึ่งเป็นย่านของແບບความถี่หยุดที่ไม่ยอมให้พลังงานผ่านไปได้

ภาพที่ 8 แสดงผลการทำงานของวงจรกรองความถี่สูงผ่านแบบสเตปอัมพิเดนซ์ โดยจะเห็นว่าพลังงานส่วนใหญ่จะมีส่วนผ่านในย่านความถี่สูงตั้งแต่ความถี่ 1.70 GHz เป็นต้นไป

ภาพที่ 9 แสดงผลการทำงานของวงจรกรองความถี่ต่ำผ่านแบบสเตปอัมพิเดนซ์ โดยจะแสดงให้เห็นว่าพลังงานส่วนใหญ่จะมีส่วนผ่านในย่านความถี่ต่ำที่มีค่าไม่เกิน 2.0 GHz

ภาพที่ 10 แสดงผลการทำงานของวงจรสายส่งเชื่อมต่อคู่บนน้ำ โดยจะแสดงให้เห็นสภาวะการทำงานของวงจรเป็นลักษณะวงจรกรองความถี่แบบผ่าน

สรุปผลการทดสอบเมื่อเปรียบเทียบกับการจำลอง พนวณว่ามีค่าที่สอดคล้องกัน โดยมีความผิดพลาดไม่เกิน  $\pm 5\%$  ในช่วงของย่านความถี่ที่ใช้งาน

## 4. สรุปผลการวิจัย

### 4.1 สรุปผลการวิจัย

บทความนิ่นนำเสนอการพัฒนาสื่อการเรียนการสอน สำหรับ ชุดทดลอง ไมโครเวฟแบบพาสซีฟที่ประกอบด้วย สายส่ง ไมโครสตริป วงจรกรองความถี่ โดยใช้สายส่ง ไมโครสตริปแบบ สเต็ปและสตับอินพีเดนซ์ และสายส่งเชื่อมต่อจุดนาวน โดย คุณภาพของสื่อการเรียนการสอนที่สร้างขึ้นนี้ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.04 จากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ซึ่งอยู่ในมี ความเหมาะสมอยู่ในระดับมากตระหนัตตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ และ ผลที่ได้ระหว่างจากการทดสอบ โดยใช้เครื่องมือวิเคราะห์ โครงสร้างข้อมูลการใช้โปรแกรมจำลอง IE3D จะให้ผลที่ สอดคล้องกัน ดังนี้สามารถสรุปได้ว่าสื่อการเรียนการสอนที่ สร้างขึ้นนี้สามารถนำไปใช้ในการเรียนปฏิบัติการหัวเรื่องวงจร ไมโครเวฟได้เป็นอย่างมีคุณภาพ

### 4.2 อภิปรายผล

กระบวนการในการพัฒนาสื่อการเรียนการสอนในบท ความนี้ ได้ศึกษา ค้นคว้า ออกแบบและสร้างวงจร ไมโครสตริป อย่างเป็นระบบ ทำให้สื่อการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นนี้ มี คุณภาพอยู่ในเกณฑ์ดี ที่สามารถจะนำไปใช้ในการเรียนการ สอนรายวิชาปฏิบัติการวิศวกรรม ไมโครเวฟได้อย่างมี ประสิทธิภาพ

## 5. เอกสารอ้างอิง

- [1] มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา "หลักสูตรครุศาสตร์ อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม อิเล็กทรอนิกส์ ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2553", 2553.
- [2] วิสิฐ อุตมานนท์, สมศักดิ์ ชันพุทธิชิริโจน์ และสมศักดิ์ อรรถกิมภูล. "การพัฒนาชุดการสอนปฏิบัติการเรื่องระบบสื่อสารข้อมูลแบบ แอนเล็ค โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้ PESDEEP สำหรับการศึกษา ระดับปริญญาตรี" การประชุมวิชาการครุศาสตร์อุตสาหกรรม ระดับชาติ ครั้งที่ 3. NCTechEd04, 2553, หน้าที่ 255-260.
- [3] จงรัก สามารถ และ สมศักดิ์ อรรถกิมภูล. "การพัฒนารูปแบบการ เรียนรู้ GiPSA และสื่อการเรียนการสอนเรื่องวงจรกรองความถี่ สำหรับประยุกต์ใช้ในการศึกษาด้านวิศวกรรมโทรคมนาคม" การ ประชุมวิชาการครุศาสตร์อุตสาหกรรมระดับชาติ ครั้งที่ 4. NCTechEd04, 2554, หน้าที่ 221-226.
- [4] สมสาร จำเกลี้ยง, สมศักดิ์ อรรถกิมภูล และมงคล หังสิตวงศ์. "การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เรื่อง การออกแบบและวิเคราะห์วงจรคัลล์ระนาบไมโครเวฟ" การประชุม วิชาการมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2551.
- [5] ศิริดิ นวลนภดล, มานิตย์ สิทธิชัย และ สมศักดิ์ อรรถกิมภูล. "การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอนเรื่องท่อนคัลล์ อุปกรณ์ พาสซีฟ และสายอากาศ ไมโครเวฟ หลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์ บัณฑิต" การประชุมวิชาการครุศาสตร์อุตสาหกรรมระดับชาติ ครั้งที่ 4. NCTechEd04, 2552, หน้าที่ 195-202.
- [6] Young H. Pual. "Microstrip Design Laboratory" IEEE Transaction on Education, Vol. 34, No. 1, February 1991, p. 113-117
- [7] Misra K. Devendra. Radio-Frequency and Microwave Communication Circuits: Analysis and Design. New York: John Wiley and Son, Inc., 2001.
- [8] Jia-Sheng Hong and Lancaster M. J. Microstrip Filters for RF/Microwave Applications. New York: John Wiley and Son, Inc., 2001.
- [9] สมศักดิ์ ชันพุทธิชิริโจน์ และ สมศักดิ์ อรรถกิมภูล. "การพัฒนา ชุดทดลองวงจร ไมโครเวฟแบบพาสซีฟสำหรับการเรียนรู้แบบ PESDEEP" การประชุมวิชาการครุศาสตร์อุตสาหกรรม ระดับชาติ ครั้งที่ 4. NCTechEd04, 2554, หน้าที่ 203-208.

# ວິគາກຣນຄາລຕົ່ງ ລາງວິ່າງວິກວາກຣນໂຍດາ







## Drawing Control System for Construction

Krissachai Sriboonma, D.Sc.

Lecturer, Teacher Training in Civil Engineering, Faculty of Technical Education,  
King Monkut's University of Technology North Bangkok; Tel. (66)2-913-2500  
(Krissachais@kmutnb.ac.th)

Sittichai Suwananon

Senior Programmer, International Engineering Consultants Co., Ltd.,  
170/13 Sukhumvit 16, Klongteoy, Bangkok 10110, Thailand; Tel. (66)2-661-8825  
(Sittichai@iec-thailand.com)

### Abstract

Several construction projects may face a problem with numerous numbers of drawings, which is difficult to prepare and manage during design and construction phases. The problem becomes more complex when renovation or modification of structures required as the original and as-built drawings are hard to obtain. For large-scale projects or organizations, drawing implementation is an important key for future maintenance. Therefore, the Drawings Control System (DCS) for construction is introduced in this paper to optimize an upgrade design, manage construction drawings, easily obtain information, and increase accessibility and protection to the database. This paper presents methods, procedures and examples for developing DCS for construction in a web-based application, which is suitable for medium size organizations. The paper also explains database management using MySQL code and minimum system requirements for developing this system.

**Keyword:** Drawing, Database, Management, Implementation, Information System.

### 1. Introduction

Document management is commonly used in various businesses, particularly in large organizations, to effectively control the project's plan and budget within the schedule. Likewise, the Drawing Control System (DCS) is also introduced and developed for civil works and large construction firms to support the design and construction process. The system had been initially developed since 1980s

and continually improved until present [1]. The system can be utilized in various and different construction purposes, but highly benefits to structural modification and business development plan.

In construction projects, high volumes of drawings are needed to be re-designed, revised, reviewed and maintained [2]. DCS is, therefore, one of main supporting tools to turn the project becomes more effective. The use of DCS helps preventing drawing losses, up-to-dating database information,

instant accessing to the project, and also cutting time wasted during a revision process [3], [4]. At the first stage, the system was developed per a unique purpose for management and modification of the Don Muang Tollway project. However, it can be applied to any construction works, especially for medium- or large-scale projects.

This paper covers the processes and methodology used for developing, preparing and organizing DCS. Database management is formed under MySQL code, which is available for free. A web-base interface is also developed for a user-friendly purpose, as well as to gain accessibility via internet connection.

## 2. DCS Methodology

Figure 1 presents an outline of DCS methodology beginning with importing drawings/database by designers. Drawings shall be grouped into a new or existing set. This information will then be registered to the system by administrators. During this stage, the database will be maintained to the system, while updating is only allowable by the system manager. To access DCS, users with different authorized levels have a limitation to access to the system. For instance, a general staff can only access to the basic information (i.e. low quality Image files), whereas a designer can access to the CAD files. Query forms are used for searching, retrieving and editing the database in the system.

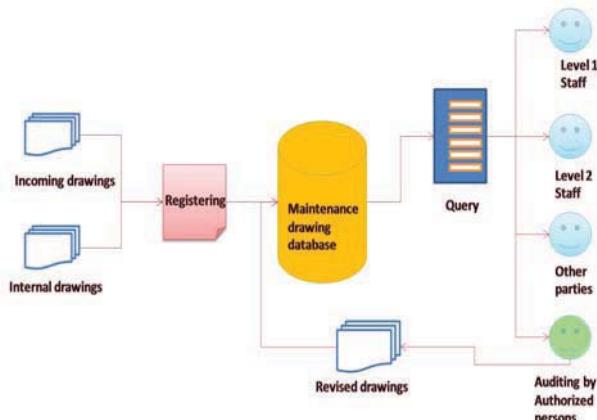


Figure 1 System Methodology of DCS

In addition, Figure 2 presents the context diagram of DCS at level 0 (base level), which outlines the overall system from importing, registering, maintenance, query, displaying, and updating the database and drawings. Arrow signs explain the direction, where the information transfers between members.



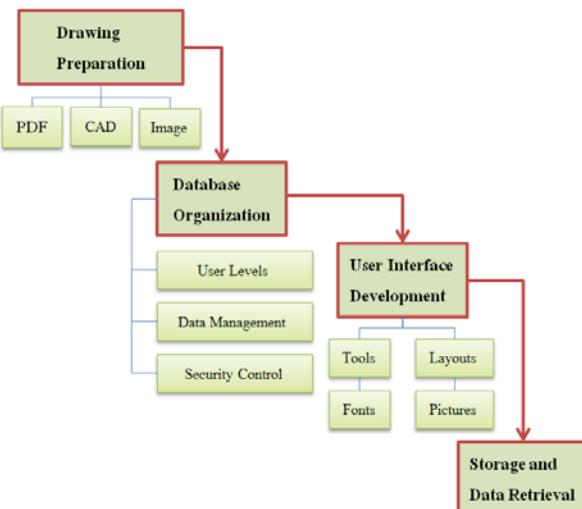
Figure 2 Context Diagram level 0 of DCS

## 3. Developing Procedures for DCS

To develop DCS, the design concept must be clearly communicated among civil engineers, IT developers and users/owners. The scope of works and owner's needs and limitations must be stated, while developers focus on creating database using database management software such as MS-Access, MySQL or any applicable. Since drawings and information are usually stored and retrieved via electronic format, the detailed information must be pulled out from the drawings by qualified developers (e.g. civil engineers or experienced draftsmen.) Once a clear concept is summarized, the next step is to follow the developing process consisting four main steps as drawn in Figure 3.

*Drawing Preparation* – the first step is necessary for old as-built drawings as many of them are available only in the blue print format. All drawings shall be scanned into a readable file format (e.g. PDF or JPG). It is recommended that the equivalent or higher drawing's image resolution should be maintained when scanning. For new design projects, drawings are usually prepared in CAD files, which

are suitable for this purpose. However, PDF and Image files are still required for information retrieval.



**Figure 3** Developing Procedures of DCS

*Database Preparation* – this step is to collect drawing information using query forms, which can be prepared in any database format such as MS-Excel, MS-Access or MySQL format, etc. Construction drawings will be sorted out in different structural components by engineers or qualified staffs.

*Interface Development* – the web-based interface is the most powerful format for sharing information and connecting users at different locations via internet. Also, the web-based interface is suitable for various size organizations (from small to large) since there are various open source codes available in the market (e.g. PHP), which helps economizing the budget. During this step, IT developers will create fonts, pictures, searching and accessing tools, as well as data backup functions upon the project's needs.

*Storing and Accessing Information* – once the database was created, it will be uploaded on the server. Each organization requires the adequate server for database storing. Minimum system requirements and server specifications are suggested in section 7 of this paper.

#### 4. Drawing and Database Preparation

For new construction, drawing preparation may be manageable by converting Computer Aided Design (CAD) files into a readable and picture format. For an old project, the paper-based format must be converted or scanned into high quality readable or image files. In any cases, at least three types of drawing formats shall be included in DCS consisting CAD, PDF and Image files for the following purposes.

- *CAD file* – this is the main drawing file to be stored in the system as it is frequently used for the designing and reviewing purpose by site engineers/designers during construction. Therefore, the most updated CAD files should be stored in DCS at all time. Any revised drawing shall be written over the existing file, while DCS will automatically record the updating history for reference. To revise and upload the CAD files, only authorized users (i.e. chief drafts or engineers) are permitted to the system. This can be managed by regulating different user levels as will be explained in the next section.

- *PDF file* – this type is a supporting format for lower user levels than CAD users as they are only needed for information retrieval (i.e. downloading and printing drawings.) The drawings shall be scanned in the high quality PDF files (at least equal to the existing drawing's size) or directly converted from the CAD file. For consistency, DCS will automatically request for updating the PDF file when the revised CAD file was uploaded to the system.

- *Image file* – the image files can be saved in any format type such as JPEG, GIF, etc. This format is also another basic supporting file used for previewing during the searching process. Since DCS contains many numbers of drawings, therefore, searching capability and preview of image files will be very helpful to navigate users to the correct drawing. This format type is available to all users and also required for

updating when the revised CAD file was uploaded to the system.

The next step is to prepare information by obtaining the construction data from the drawings. The practical way to collect this information can be done either by pulling out information directly from the drawing's title box or by screening data from the drawing. The important data should include Drawing number, Sheet number, Project name, Title description, Approved date, Location, Structural components, and Revision number. Figure 4 shows an example of data collection in MS-Excel prior to transfer to the database system.

**Figure 4** An Example for Data Collection

## 5. System Organization

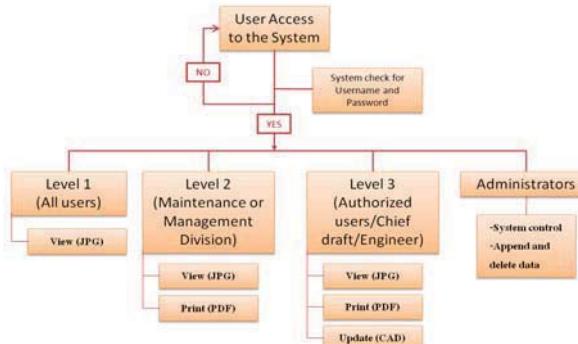
## 5.1 Database Management

To keep consistency between drawing information and database in the system, the categories during the database transferring process will be maintained in the same layout. The drawing category shall be prioritized by searching frequency. It is recommended that the primary category should be set to “Drawing Number”, whereas the “Location (i.e. Station Number)” category should be set as the secondary. Likewise, other categories may follow “Component Description”, “Approved Date”, “Revision Number”, and so on as other sub-categories.

## 5.2 User Levels

Each organization may create several user levels upon their needs and functions. However, for small and medium size organizations, three or four user levels are suitable as suggested below. Figure 5 explains suggested user levels, their functionality, and accessibility allowance to the system.

For large organizations, it may require more complex user organization to the system. The description for each user level explains below.



**Figure 5** User Levels and Functionalities

- *Level 1* – the most basic level in DCS, which the main functions are to search and locate the drawing in the system. Low resolution JPEG drawings are available for these users to quick preview and navigate the drawings. These capabilities are applicable to all user levels.

- *Level 2* – suitable for maintenance, management divisions, and contractors who work on site as drawings can be retrieved and printed in the high resolution PDF format. Nonetheless, users in this level cannot access to the CAD drawing files.

- *Level 3* – only available for authorized users to review, control and update the CAD drawing files. Engineers and chief drafts are good examples of this level as they will be mostly working on the CAD files. The CAD files will be checked-out and uploaded-in when the new revision is made.

- *Level 4* – important for administrators, who manage user accounts, user accessibilities, database, securities, and overall system. This level can access to the history data logs, create user accounts, control the access limit, and back-up or restore data.

### 5.3 Security Control

Basically, DCS should include three security modes consisting of (1) Accessing limit, (2) Operating Control, and (3) Data Restoring and Back-up.



- *Access Security* – this is done by assigning users in different levels. Each level has a limited authorization to access to the system as previous mentioned. Username and password are required to log in to the system. In addition, the DCS server should be secured by password protection and be limited for authorization to ensure safety.

- *Operating Control* – by utilizing the history logging system, any actions (e.g. accessing time, downloading, updating, deletion, etc.) performed by all users will be recorded to the system. The administrator is the only person allowed to retrieve this information. For protection, only unnecessary history files are allowed for deletion. For data removal, the system will only allow the administrator to perform this action in order to prevent data losses.

- *Data Back-up and Restoring* – database will be automatically backed up based on the duration set in the system. Generally, monthly automatic back-up is suggested, while manual back-up is also available. This process is permitted only for the administrator as well.

## 6. Web-based User Interface

This section illustrates an example of the DCS web-based interface developed by IEC-Thailand Company [5]. The application can be accessed through any web browsers once DCS is installed on the server. Users require a username and password, provided by the administrator, to login to the system. Figure 6 shows the main page of DCS before logging in to the system. Three main keys of the user interface are explained below consisting of (1) menus & information layout, (2) searching & retrieving tools, and (3) data backup & restoring.



Figure 6 DCS Log-in Page

### 6.1 Menu and Data Layout

For user level 1 to 3, main menu shown in Figure 7 (Top) consist of the key functions described below. Lists of drawings for each project can be navigated by selecting the dropdown button located in Drawing Menu. Figure 8 displays an example of a list of drawings in the selected project. Other menus are explained below.

- Drawing Menu – access to all available drawings
- Project Name Menu – contain a lists of all projects
- Type of Drawing Menu – present a guideline for different types of structures (e.g. SS represents Structure Components)
- Member Menu – for updating user's information
- Logout Button



Figure 7 Main Menus for Users in Level 1 - 3 (top) and Administrators (bottom)

For administrators, Figure 7 (Bottom) presents the key menu on the main page including “Member Menu” for account management and authorization; “Event Menu” for history and data log management; and “System Menu” for data backup and restoration.

No.	Lot No.	Contractor Drawing No.	DOH Drawing No.	Station No.	Pier Type of Drawing	Subject Titles	Approved Date	Rev No.	Download				
1	X	45-707	0-SE-45-707	X	02	SL	Span 1.13/29, w/expansion joint 28m span VII top layer	1998-08-30	X				
2	X	45-708	0-SE-45-708	X	02	SL	Span 1.13/29, w/expansion joint 28m span VII bottom layer	1998-08-30	X				
3	X	45-709	0-SE-45-709	X	02	SL	Span 1.13/28 w/expansion joint 28m span VII top layer	1998-08-30	X				

Figure 8 List of Drawings on the Selected Project

The list of drawings is consistently outlined in the same layout as the database collection. This includes Drawing Number, Location/Station, Title Description, Dates, Revision Number, and Drawing files. Different types of drawing files are symbolized uniquely as explained below. The files may be downloadable when authorized users accessed to the system. Data arrangement for each category can be obtained by clicking on the category title.

- displaying preview image files – available to all user levels.
- PDF files – user levels 2 or above can access these files.
- CAD files – user level 3 or above can manage and update the CAD files.

## 6.2 Searching and Retrieving Information

Searching can be performed in two ways: Simple or Advanced search options. Simple search can be obtained by typing keywords in the search box (above a list of drawings) as shown in Figure 8. DCS will look for all words found in the drawings regardless of data categories. For specific inquiry, advanced search may be more appropriate. Figure 9 presents advanced search boxes for individual structural component search.

Examples for each inquiring text required to be filled-in are also available on the right side of the search boxes.

Figure 9 Advanced Search Option

Other important tools for information retrieval includes: Appending, Editing, and Deleting buttons explained as follows.

- for appending new data and drawings to DCS. By selecting this button, a page for inserting data and drawing files will be available as shown in Figure 10. This tool is proper for adding few numbers of drawings manually.
- for editing data when new revision drawings are replaced to the existing database.
- for data deletion. By clicking this button, data will be removed from the system. However, this function is available only for new inserted drawings (within 30 days) in order to prevent data losses or accident. This option is available only for user levels 3 or above.

Figure 10 Manual Appending Button for DCS

## 6.3 Backup and Restoring Data

For a security purpose, DCS has two data protection methods: (1) Automatic Back-up system and (2) Manual Database Back-up. The first case will be operated by setting-up a routine database back-up to the system. The data will be backed up directly on the server. IT developers can

independently manage this function for automatic routine scheduling. 30-day routine data back-up is recommended for back-up cycle.

The second option is a double security data protection as the data can be manually stored to the external storage. The administrator can save the data by using System Menu. Backup and Restoring buttons are appeared on the screen as shown in Figure 11. By clicking the backup button, the file will be saved to the external storage. To restore data, the system will ask for the restoring file to be uploaded to the system. This option is available only for the administrator level.



Figure 11 Back-up and Restore Menus

## 7. System Recommendation

The requirements for DCS depend on the sizes and duration of database storing on the server. For the large scale project or organization, the system will require high volumes of storage and memory (i.e. RAM) for smooth data processing. The following is a list of the minimum system requirements for small to medium size organizations. For larger scale project, IT consultation is suggested for system management and maintenance.

- CPU – Intel Xeon Processor 2.4 GHz
- RAM – 2 GB (4 GB for medium size)
- Storage – SATA 80 GB (500 GB recommended)

for medium scale projects)

- RAID – RAID 1 (mirroring) for protecting data loss due to hard disk damage.
- Main Board – Intel chipset suitable with CPU
- VGA – 16 MB
- Networking Controller – 1000 MBps
- Other equipments such as monitor, LAN line, UPS 1000 VA backup are optional.

## 8. Conclusion

DCS is a very powerful and convenience tool for construction projects as enormous benefits in time saving, budget economizing, data exchange improving, maintaining consistency of the project, and specially protecting data losses. Web-based user interface is developed by open source code PHP language and introduced for more convenience utilization and two-way communication. Drawings and information are stored in the database created by MySQL. Since DCS is developed by open source tools, developers can improve the software and project requirements upon their needs in the future with the compromise budget. Database is categorized in separated construction components, whereas it can be arranged upon the different component parts. Simple and advanced search tools are also available to easily retrieve the specific drawing. Data back-up and restoration are utilized for double data protection, as well as other security protection.

For the future development, DCS could be combined with an automatic drawing storage system. Large organizations could conveniently manage and gain accessibility to tons of drawings within few minutes wherever internet connection is available. However, time saving and cost effective are still challenging to improve this advanced DCS.

### References

- [1] Rob, P. and Coronel, C., Database System: Design, Implementation and Management, Seventh Edition. Canada: Thomson Learning, 2007.
- [2] Australian Rail Track Corporation, "Infrastructure Strategy & Performance Engineering Process Procedure, Drawing Management System (DMS)," Issue 2, Revision 0, April 2006.
- [3] Hoffer, J. A., George, J. F. and Valacich, J. S., Modern System Analysis and Design. United State of America: Pearson Education, 2005.
- [4] Mathieu, M. L. and Capozzoli, E. A., "The Paperless Office: Accepting Digitized Data," the Troy State University, System-wide Business Symposium, 2002.
- [5] International Engineering Consultants, Co., Ltd. (IEC-Thailand), "Drawing Control System for Don Muang Tollway," Project No. J171-003, 2010.



การประมาณการปริมาณงานโครงสร้างอาคารที่อยู่อาศัยขนาดเล็กและขนาดกลาง  
ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความถดถอย  
**Quantity Estimation on Structural Works in Small and Medium Housing Project using Regression Analysis**

เบรน มินทร์ บุญทวี<sup>1</sup> เอนก ศิริพานิชกร<sup>2</sup>

<sup>1</sup> นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาวิศวกรรมและการบริหารการก่อสร้าง คณะวิศวกรรมศาสตร์ มช.

<sup>2</sup> รองศาสตราจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มช.

<sup>1</sup> p-bunthawee@hotmail.com

<sup>2</sup> anek.sir@gmail.com

### บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมาย เพื่อสร้างตัวแบบทางคณิตศาสตร์ สำหรับประมาณการปริมาณงาน โครงสร้างอาคารที่อยู่อาศัยขนาดเล็กและขนาดกลาง โดยนำข้อมูลปริมาณงานที่ได้จากการถดถอยแบบก่อสร้าง จำนวน 10 ตัวอย่าง มาใช้สร้างตัวแบบทางคณิตศาสตร์โดยใช้วิเคราะห์ความถดถอยแบบขั้นบันได ซึ่งปัจจัยที่คาดว่ามีอิทธิพลกับปัจจัยที่ต้องการมีจำนวน 5 ตัวแปร คือ พื้นที่ใช้สอยรวมของอาคาร จำนวนชั้นความสูงของอาคาร จำนวนห้องพัก ลักษณะ โครงสร้างพื้นอาคาร แบบเปลี่ยนผ่านก่อนกรีตเทนที่และพื้นคอนกรีตสำเร็จรูป ด้วยกระบวนการวิเคราะห์ความถดถอยสามารถตัดตัวแปรที่ไม่มีอิทธิพลกับระบบให้เหลือ 1 ตัวแปร คือ พื้นที่ใช้สอยรวมของอาคาร นอกจากนี้การศึกษานี้ได้หาประมาณเหล็กเส้นเสริมคอนกรีต ปริมาณแบบหล่อคอนกรีต และปริมาณคอนกรีตโครงสร้าง โดยสมการความถดถอยที่ให้ค่าผลลัพธ์ได้น่าเชื่อถือถึง 0.956, 0.970 และ 0.979 ตามลำดับและยังพบด้วยว่า พื้นที่ใช้สอยรวมของอาคารเป็นฟังก์ชันของพื้นคอนกรีตเทนที่กับแพร่พื้นคอนกรีตสำเร็จรูป และได้ค่าผลลัพธ์จากการศึกษาที่มีความน่าเชื่อถือกว่าอีกด้วย

**คำสำคัญ:** การประมาณการปริมาณงาน โครงสร้าง การวิเคราะห์ความถดถอย ปริมาณงานเหล็กเส้นเสริมคอนกรีต ปริมาณงานแบบหล่อ คอนกรีต ปริมาณงานคอนกรีต โครงสร้าง

### Abstract

*The objective of the study is to establish a mathematical model for budget preparation on structural work in small and medium project. Ten examples of the project quantity were collected and analyzed. The step-wise regression analysis model was employed to establish the relationship among independent variables and building cost. Five independent variables i.e. total area usage, number of storey, number of room, characteristics of cast-in place concrete and pre-stress concrete plank were taken from those currently used in the engineering design processes. The result of step-wise regression analysis indicated that only one independent variable, total of area usage exhibited the good relationship between the quantity of reinforcing rebar, the quantity of concrete formwork and the quantity of structural*

concrete. The R square of the quantity of reinforcing rebar, the quantity of concrete formwork and the quantity of structural concrete were 0.956, 0.970 and 0.979, respectively. The study revealed that the proposed model could be used to calculate the project quantity of structural works with the typical type of the small and medium housing projects.

**Keywords:** Cost Estimation, Regression Analysis, quantity of reinforcing rebar, quantity of concrete formwork, quantity of structural concrete.

## 1. บทนำ

การถอดแบบหัวปริมาณงานถือเป็นพื้นฐานสำคัญของการดำเนินธุรกิจก่อสร้าง ความรวดเร็วและแม่นยำของ การถอดปริมาณงานมีความสำคัญกับศักยภาพของการแข่งขันประมูลงาน และจากการที่รูปแบบของที่อยู่อาศัยขนาดเล็กจะถูกจัดทำ กล่องมีการเปลี่ยนแปลงน้อยและใช้มาตรฐานการอุดแบบ ใกล้เคียงหรือจะเรียกได้ว่าเป็นรูปแบบเดียวกัน โดยเฉพาะงาน โครงสร้างที่ใช้วิธีหัวwayแรง ใช้งานหรือวิธีกำลังในการ อุดแบบ ดังนั้นจะเห็นได้ว่าปริมาณงานทางโครงสร้าง ซึ่ง น่าจะถูกกำหนดรูปแบบเอาไว้แล้วและรูปแบบที่เกิดขึ้น ค่อนข้างแน่นอน สามารถอธิบายได้ด้วยสมการหรือตัวแบบ ทางคณิตศาสตร์แบบใดแบบหนึ่ง งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ ศึกษาความสัมพันธ์ของปริมาณงานทางโครงสร้างกับตัวแปร อิสระที่คาดว่าจะมีอิทธิพลต่อปัจจัยที่พิจารณาของอาคารที่พัก อาศัยขนาดเล็กและขนาดกลางเพื่อเป็นแนวทางในการประมาณ การปริมาณงานอย่างถูกต้องและแม่นยำสำหรับการบริหาร จัดการต้นทุน การควบคุม โครงการ ตลอดจนการประมูลงาน ในธุรกิจก่อสร้าง

## 2. วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยที่ผ่านมาได้คิดค้นวิธีการประมาณราคาใหม่ ๆ เพื่อ ความสะดวกและความแม่นยำในการประมาณราคา Regdon[1], Kouskoulas และ koen [2], วรศักดิ์ ทวีกิจการ[3] ได้เสนอฟังก์ชันแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับ ราคาอาคาร และนำการวิเคราะห์การถอดถอยมาใช้ โดยที่ตัวแปร อิสระที่ได้ปรับเปลี่ยนไปตามความเหมาะสมตามแต่ละงานวิจัย นั้น ๆ วิบูลย์ สุรสาคร[4] ได้เสนอวิธีการประมาณราคาโดยใช้ มองติการ์โล และเลือกพื้นที่ใช้สอยเป็นตัวแปรอิสระ ซึ่งตัว แปรอิสระดังกล่าวไม่สามารถถูกกำหนดคุณภาพของวัสดุแต่ง

อาคารได้ ต่อมา เอกอธิชัย จิราภูวนนท์[5] ได้เสนอวิธีประมาณ ราคาอาคาร โดยแบ่งคุณภาพของอาคารเป็นราคาสูง ปานกลาง และต่ำ ด้วยค่า Standard Deviation และปรารภ ดุจไทย [6] ได้ เสนอวิธีประมาณราคาอาคาร โดยเลือกตัวแปรอิสระตามแนว ทางการอุดแบบในงานวิศวกรรมและสถาปัตยกรรมด้วยการ วิเคราะห์ความถดถอยแบบพัฟกชันเชิงช้อน

## 3. วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 ศึกษาหนังสือ เอกสารข้อมูล และงานวิจัยต่าง ๆ ที่ เกี่ยวข้องเพื่อเป็นแนวทางในการศึกษางานวิจัยให้ครอบคลุม และตรงตามวัตถุประสงค์ของงานวิจัย

3.2 รวบรวมแบบก่อสร้างอาคารจากการเก็บสะสมของ ผู้วิจัยเองและความอนุเคราะห์จากเพื่อนร่วมงานร่วมอาชีพ รับเหมา ก่อสร้าง

3.3 ทำการถอดปริมาณงานเฉพาะงาน โครงสร้างจากแบบ ก่อสร้างที่ได้มา

การวิจัยครั้งนี้จะทำการศึกษาแบบก่อสร้างอาคาร ค่อนกรีตเสริมเหล็กสำหรับอาคารที่อยู่อาศัยขนาดเล็กและ ขนาดกลางที่นำมา ก่อสร้างจริง โดยผ่านการอุดแบบและ ประมูลงาน โดยวิศวกรวิชาชีพ เอกพะในส่วนของปริมาณงาน ทางโครงสร้างอาคาร ได้แก่ เหล็กสัมมิลค่อนกรีต แบบหล่อ ค่อนกรีตและ งานค่อนกรีต เพื่อสร้างตัวแบบทางคณิตศาสตร์ (Structural model) อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ ที่คาดว่าจะมีอิทธิพลต่อปริมาณงานทาง โครงสร้างที่ได้จากการ ถอดแบบ ข้อมูลหรือประชากรที่ใช้ในการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ คือ แบบก่อสร้างอาคารที่อยู่อาศัยค่อนกรีตเสริมเหล็กขนาดเล็ก และขนาดกลางตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ ปริมาณงาน



โครงการที่ได้จากการถอดแบบโดยละเอียดจากแบบก่อสร้างที่ใช้ในการก่อสร้างจริง ของอาคารที่อยู่อาศัยคอนกรีตเสริมเหล็กขนาดเล็กและขนาดกลาง

สูตรและทฤษฎีที่ใช้ในงานวิจัย กำหนดให้  $Y$  เป็นตัวแปรตาม ซึ่งเป็นตัวแปรเชิงปริมาณ และ  $X_1, X_2, \dots, X_k$  เป็นตัวแปรอิสระ ซึ่งอาจเป็นตัวแปรเชิงปริมาณทุกตัว (ทั้ง  $k$  ตัว) หรือมีบางตัวเป็นตัวแปรเชิงปริมาณ และ  $X$  บางตัวเป็นตัวแปรเชิงกลุ่ม

สมการความถดถอยเชิงพหุในรูปเชิงเส้น คือ

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_k X_k + e$$

เมื่อ  $\beta_0$  คือ ส่วนตัดแกน  $Y$  เมื่อ  $X_1 = X_2 = \dots = X_k = 0$

$\beta_1$  คือ สัมประสิทธิ์ความถดถอยเชิงส่วน (Partial Regression Coefficient) เป็นค่าเฉลี่ยของ  $Y$  เมื่อ  $X_i$  เปลี่ยนแปลงไป เมื่อ  $X_i$  เปลี่ยนแปลงไป 1 หน่วย โดยให้  $X$ 's อื่นๆ หรือตัวแปรอิสระอื่นๆ มีค่าคงที่

$e$  คือ ค่าคาดคะذอน

#### 4. ผลการดำเนินงาน

##### 4.1 ปริมาณเหล็กเส้นเสริมคอนกรีต

จากการวิเคราะห์ข้อมูลการถอดประมวลการปริมาณเหล็กเส้นเสริมคอนกรีตคาดว่า น่าจะมีตัวแปรอิสระที่มีผลกับระบบปัญหาครั้งนี้อยู่ 5 ตัว ดังแสดงในตารางที่ 4.1 คือ พื้นที่ใช้สอยรวม (A) หรือ พื้นที่พื้นคอนกรีตเทินที่(S) กับพื้นที่พื้นคอนกรีตสำเร็จรูป(P) จำนวนชั้นความสูง (f) และจำนวนห้องพักของอาคาร (N) ใช้วิธีการคัดเลือกตัวแปรเข้าในระบบด้วยวิธีวิเคราะห์ความถดถอยแบบขั้นบันไดและใช้โปรแกรมไมโครซอฟต์ เอ็กเซลช่วยคำนวณได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.2

การตรวจสอบว่าตัวแปรอิสระทั้งหมดมีอิทธิพลกับตัวแปรตามในรูปเชิงเส้นหรือไม่โดยใช้สถิติทดสอบ F (เป็นค่าทางสถิติที่ใช้วิเคราะห์ความแปรปรวนของตัวแปรอิทธิพลกำหนดในที่นี้นำมารวจสอบสมมติฐานของข้อมูล) พนว่าข้อมูลให้ค่า  $F = 129.115$  ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ซึ่งมากกว่าค่าสถิติจากตารางแจกแจงแบบ F แสดงว่ามีตัวแปรอิสระอย่างน้อยหนึ่งตัวที่มีอิทธิพลกับปริมาณเหล็กเส้นเสริมคอนกรีต และใช้สถิติ

ตารางที่ 4.1 ปริมาณงานของตัวแปรตามและตัวแปรอิสระ

ตัวอย่าง โครงการ	ตัวแปรตาม			ตัวแปรอิสระ		
	เหล็ก เสริม (R)	แบบ หล่อ (F)	คอนก รีต (C)	พื้นที่ (A)	จำนวน ชั้น (f)	ห้องพ ัก (N)
แบบที่ 1	2715	187	30	117	1	6
แบบที่ 2	4013	300	55	214	1	4
แบบที่ 3	5318	470	64	240	2	10
แบบที่ 4	8515	374	99	406	2	11
แบบที่ 5	11744	900	112	427	3	15
แบบที่ 6	18005	1105	177	507	3	18
แบบที่ 7	20838	1417	202	870	3	29
แบบที่ 8	32697	2281	362	1136	3	33
แบบที่ 9	70141	3478	384	1854	5	45
แบบที่ 10	122010	7513	1006	5080	4	57

ตารางที่ 4.2 ผลการวิเคราะห์ความถดถอยของปริมาณเหล็กเส้น

เสริมคอนกรีต

	Coefficients	Standard Error	T Stat	P-value
Intercept	-677.014	1871.164	-0.362	0.728
พื้นที่ในที่(S)	12.127	2.822	4.298	0.004
พื้นสำเร็จ(P)	49.639	5.217	9.514	0.000

ทดสอบ t ในการคัดเลือกตัวแปรอิสระที่จะตัว พนว่ามีเพียงพื้นที่ใช้สอยรวมเท่านั้นที่ให้สถิติทดสอบ  $|t| = 5.704 > 2.26$  ที่ได้จากการแจกแจงแบบ t และในการสร้างสมการความถดถอยพนว่าผลลัพธ์ที่ได้จากการใช้พื้นที่ใช้สอยรวมเป็นตัวแปรอิสระ ให้ค่าผลลัพธ์  $R^2 = 0.956$  (สัมประสิทธิ์กำหนด Coefficient of determination ซึ่งเป็นค่าที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างสหสัมพันธ์และการถดถอย ใช้ชี้วัดความแข็งแกร่งระหว่างความสัมพันธ์ของตัวแปรสุ่ม) แต่พื้นที่ใช้สอยรวมเป็นพิเศษที่น้อยกว่าพื้นที่พื้นที่พื้นที่พื้นที่พื้นคอนกรีตสำเร็จรูป ให้ค่า  $R^2 = 0.990$  ซึ่งให้ค่าที่แม่นยำกว่า จึงได้สมการสำหรับประมาณการเหล็กเส้นเสริมคอนกรีตคือ

$$\hat{R} = -677.014 + 12.127 \cdot S + 49.639 \cdot P$$

เมื่อ  $\hat{R}$  = ปริมาณเหล็กเส้นเสริมคอนกรีต มีหน่วย กิโลกรัม (kg)

$$S = \text{พื้นที่พื้นคอนกรีตเทในที่ มีหน่วย ตารางเมตร (m^2)}$$

$$P = \text{พื้นที่แผ่นพื้นคอนกรีตสำเร็จรูป มีหน่วยตารางเมตร (m^2)}$$

#### 4.2 ปริมาณแบบหล่อคอนกรีต

จากการวิเคราะห์ข้อมูลการทดสอบปริมาณการปริมาณแบบหล่อคอนกรีตคาดว่า มีตัวแปรอิสระที่มีผลกับระบบปัญหาครั้งนี้อยู่ 5 ตัว ดังแสดงในตารางที่ 4.1 คือ พื้นที่ใช้สอยรวม(A) หรือ พื้นที่พื้นคอนกรีตเทในที่(S) กับพื้นที่พื้นคอนกรีตสำเร็จรูป(P) จำนวนชั้นความสูง(f) และจำนวนห้องพักของอาคาร(N) ใช้วิธีการคัดเลือกตัวแปรเข้าในระบบด้วยวิธีวิเคราะห์ความถดถอยแบบขั้นบันไดและใช้โปรแกรมไมโครซอฟต์เอ็กเซลช่วยคำนวณได้ผลดังตารางที่ 4.3

การตรวจสอบว่าตัวแปรอิสระทั้งหมดมีอิทธิพลกับตัวแปรตามในรูปเชิงเส้นหรือไม่ โดยใช้สถิติทดสอบ F พนว่า ข้อมูลให้ค่า  $F = 409.392$  ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ซึ่งมากกว่าค่าสถิติจากตารางแจกแจงแบบ F และง่วมว่ามีตัวแปรอิสระอย่างน้อยหนึ่งตัวที่มีอิทธิพลกับปริมาณแบบหล่อคอนกรีตและใช้สถิติทดสอบ t ในการคัดเลือกตัวแปรอิสระที่ละตัว พนว่ามีเพียงพื้นที่ใช้สอยรวมเท่านั้นที่ให้สถิติทดสอบ  $|t| = 6.500 > 2.26$  ที่ได้จากตารางแจกแจงแบบ t และในการสร้างสมการความถดถอยพบว่าผลลัพธ์ที่ได้จากการใช้พื้นที่ใช้สอยรวมเป็นตัวแปรอิสระให้ค่าผลลัพธ์  $R^2 = 0.970$  แต่พื้นที่ใช้สอยรวมเป็นฟังก์ชันของขนาดพื้นที่พื้นเทในที่กับขนาดพื้นที่พื้นคอนกรีตสำเร็จรูป ให้ค่า  $R^2 = 0.990$  ซึ่งให้ค่าที่แม่นยำกว่า จึงได้สมการสำหรับประมาณการแบบหล่อคอนกรีต คือ

$$\hat{F} = 97.118 + 1.148 \cdot S + 2.155 \cdot P$$

เมื่อ  $\hat{F}$  = ปริมาณแบบหล่อคอนกรีต มีหน่วย ตารางเมตร( $m^2$ )

$$S = \text{พื้นที่พื้นคอนกรีตเทในที่ มีหน่วย ตารางเมตร (m^2)}$$

$$P = \text{พื้นที่แผ่นพื้นคอนกรีตสำเร็จรูป มีหน่วยตารางเมตร (m^2)}$$

ตารางที่ 4.3 ผลการวิเคราะห์ความถดถอยของแบบหล่อคอนกรีต

	Coefficients	Standard Error	T Stat	P-value
Intercept	97.118	109.929	0.883	0.406
พื้นเทในที่(S)	1.148	0.166	6.924	0.000
พื้นสำเร็จรูป(P)	2.155	0.307	7.032	0.000

#### 4.3 ปริมาณคอนกรีตโครงสร้าง

จากการวิเคราะห์ข้อมูลการทดสอบปริมาณการปูนคอนกรีตโครงสร้าง คาดว่า มีตัวแปรอิสระที่มีผลกับระบบปัญหาครั้งนี้อยู่ 5 ตัว ดังแสดงในตารางที่ 4.1 คือ พื้นที่ใช้สอยรวม (A) หรือ พื้นที่พื้นคอนกรีตเทในที่(S) กับพื้นที่พื้นคอนกรีตสำเร็จรูป(P) จำนวนชั้นความสูง(f) และจำนวนห้องพักของอาคาร(N) ใช้วิธีการคัดเลือกตัวแปรเข้าในระบบด้วยวิธีวิเคราะห์ความถดถอยแบบขั้นบันไดและใช้โปรแกรมไมโครซอฟต์เอ็กเซลช่วยคำนวณได้ผลดังตารางที่ 4.4

การตรวจสอบว่าตัวแปรอิสระทั้งหมดมีอิทธิพลกับตัวแปรตามในรูปเชิงเส้นหรือไม่ โดยใช้สถิติทดสอบ F พนว่า ข้อมูลให้ค่า  $F = 152.753$  ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 มากกว่าค่าสถิติจากตารางแจกแจงแบบ F และง่วมว่ามีตัวแปรอิสระอย่างน้อยหนึ่งตัวที่มีอิทธิพลกับปริมาณคอนกรีตโครงสร้าง และใช้สถิติทดสอบ t ใน การคัดเลือกตัวแปรอิสระที่ละตัว พนว่ามีเพียงพื้นที่ใช้สอยรวมเท่านั้นที่ให้สถิติทดสอบ  $|t| = 6.120 > 2.26$  ที่ได้จากตารางแจกแจงแบบ t และในการสร้างสมการความถดถอยพบว่าผลลัพธ์ที่ได้จากการใช้พื้นที่ใช้สอยรวมเป็นตัวแปรอิสระให้ค่าผลลัพธ์  $R^2 = 0.979$  แต่พื้นที่ใช้สอยรวมเป็นฟังก์ชันของขนาดพื้นที่พื้นเทในที่กับขนาดพื้นที่พื้นคอนกรีตสำเร็จรูป ให้ค่า  $R^2 = 0.980$  ซึ่งให้ค่าที่แม่นยำกว่า จึงได้สมการสำหรับประมาณการคอนกรีต โครงสร้าง คือ

$$\hat{C} = 37.656 + 0.187 \cdot S + 0.205 \cdot P$$

เมื่อ  $\hat{C}$  = ปริมาณคอนกรีตโครงสร้าง มีหน่วย ลูกบาศก์เมตร ( $m^3$ )

$$S = \text{พื้นที่พื้นคอนกรีตเทในที่ มีหน่วย ตารางเมตร (m^2)}$$

$$P = \text{พื้นที่แผ่นพื้นคอนกรีตสำเร็จรูป มีหน่วย ตารางเมตร (m^2)}$$

#### 4.4 ผลการทดสอบตัวแบบคณิตศาสตร์ที่นำเสนอ

การศึกษาครั้งนี้ได้ทำการทดสอบตัวแบบกับอาคารที่อยู่

ตารางที่ 4.4 ผลการวิเคราะห์ความถดถอยของคอนกรีต โครงสร้าง

	Coefficients	Standard Error	T Stat	P-value
Intercept	37.656	19.840	1.898	0.100
พื้นเทในที่(S)	0.187	0.030	6.266	0.000
พื้นสำเร็จรูป(P)	0.205	0.055	3.706	0.008



อาศัย คสล.สูง 2 ชั้น พื้นที่ใช้สอยรวม  $384 \text{ m}^2$  มีพื้นที่พื้น  
คอนกรีตเทินที่  $222 \text{ m}^2$  พื้นที่แผ่นพื้นคอนกรีตสำเร็จรูป  $162 \text{ m}^2$  พนว่าให้ความคลาดเคลื่อน  $6.85\%$  จากการคำนวณหา  
เหล็กเส้นเสริมคอนกรีต  $1.47\%$  จากการคำนวณหาแบบหล่อ  
คอนกรีตและ  $-4.10\%$  จากการคำนวณหาคอนกรีตโครงสร้าง

### 5. สรุปผลการศึกษา

ผลการวิเคราะห์ตัวแบบคณิตศาสตร์สำหรับประมาณการ  
ปริมาณงานโครงสร้างอาคารที่อยู่อาศัยขนาดเล็กและขนาด  
กลางพบว่าตัวแปรอิสระที่เป็นพื้นที่ใช้สอยรวมเท่านั้นที่มี  
อิทธิพลกับระบบที่พิจารณาซึ่งจากการวิเคราะห์ความถดถอย  
ให้ค่า  $R^2 = 0.956$ ,  $0.970$  และ  $0.979$  สำหรับการคำนวณหา  
เหล็กเส้นเสริมคอนกรีต แบบหล่อคอนกรีตและคอนกรีต  
โครงสร้างตามลำดับ ตัวแบบคณิตศาสตร์นี้สามารถนำไปใช้  
งานกับอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กสำหรับที่อยู่อาศัยขนาดเล็ก  
และขนาดกลางที่ใช้วิธีการออกแบบด้วยวิธีหน่วยแรงใช้งาน  
และวิธีกำลังอัดประดับได้ โดยให้ค่าคลาดเคลื่อนโดยเฉลี่ย  
 $6.85\%$   $1.47\%$  และ  $4.10\%$  ตามลำดับ

ตารางที่ 4.5 ผลการทดสอบตัวแบบจากตัวอย่างอาคาร

ลำดับ	รายละเอียดงาน	หน่วย	ปริมาณงาน		ค่า คลาด เคลื่อน %
			ถด ถอย แบบ	ตัวแบบ คณิตศาสตร์	
1	เหล็กเส้นเสริม คอนกรีต	กก.	10795.80	10056.69	6.85
2	แบบหล่อคอนกรีต	$\text{m}^2$	711.52	701.08	1.47
3	คอนกรีตโครงสร้าง	$\text{m}^2$	107.95	112.38	-4.10

### 6. เอกสารอ้างอิง

- [1] Regdon, G.,1972, "Predetermination of Housing Cost," Building International, Vol.5, No.2,pp.94-99.
- [2] Kouskoulas, V. and Koenh, E.,1974, "Predesign Cost Estimation Function for Building" Journal of the Construction Division, ASCE, Vol.100, No.4,pp.589-604
- [3] วรศักดิ์ ทวีกิจการ, 2533, การประยุกต์ใช้การวิเคราะห์การถดถอย  
ในการประมาณงานอาคาร, วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรม  
ศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมโยธา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,  
หน้า 4-50.

[4] วิญญ์ สุรสาตร, 2537, การประมาณราคาก่อสร้างอาคารตัวยมอนติ  
คาร์โล, วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต สาขา  
วิศวกรรมโยธา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, หน้า 15-40.

[5] เอกสิทธิ์ จิราภูวนันท์, 2541, การพัฒนาระบบฐานข้อมูลสำหรับ  
การประมาณราคาก่อสร้างอาคารพาณิชย์ขนาด 1-6 ชั้น โรงงาน  
อุตสาหกรรมขนาดย่อมและโรงสีข้าว, วิทยานิพนธ์ปริญญา  
วิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี  
เทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, หน้า 1-110.

[6] ปราภ ผดุงไทย, 2544, แบบจำลองการประมาณราคาก่อสร้างสำหรับ  
การตั้งงบประมาณ, การศึกษาโครงการเฉพาะเรื่องปริญญาวิศวกรรม  
ศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี  
เทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, หน้า 1-43.

## การศึกษาพฤติกรรมของวัสดุผสมเสริมแรงด้วยเส้นใยแบบสัน โดยอาศัยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ โมริ-ทاناקה ที่รวมผลการกระจายตัวของเส้นใยที่ซับซ้อน

### Study of Short Fiber Reinforced Composite with Complex Fiber Distribution Mori-Tanaka Material Model

ชญาณิน เอี่ยมคนอง<sup>1</sup>, สินชัย ชินวรรัตน์<sup>2</sup> และ เพชร เจียรนัยศิลาวงศ์<sup>3</sup>

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกลและการบิน-อวากาศ คณะวิศวกรรมศาสตร์  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

#### บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการศึกษาพฤติกรรมแบบยืดหยุ่นเชิงเส้นของวัสดุผสมเสริมแรงด้วยเส้นใยแบบสัน โดยอาศัยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ โมริ-ทاناקה ที่รวมผลการกระจายตัวของเส้นใยที่ซับซ้อน โดยที่แบบจำลองทางคณิตศาสตร์จะประกอบไปด้วยตัวแปรที่สำคัญคือ เทเนเซอร์โครงสร้างการกระจายตัว เพื่อชิบยาลักษณะการกระจายตัวของเส้นใยในรูปแบบต่างๆ ซึ่งลักษณะการกระจายตัวของเส้นใยนี้อาจเป็นสิ่งสำคัญในการกำหนดคุณสมบัติเชิงกลในแต่ละทิศทางของวัสดุ การศึกษาพฤติกรรมของวัสดุดังกล่าวจะทำโดยอาศัยวิธีการทางไฟฟ้าในอิเล็กทรอนิกส์โดยโปรแกรม ABAQUS เพื่อสร้างแบบจำลองมาเปรียบเทียบผลกระทบของยูนิตเซลล์คอมโพสิต (Inclusion Model) กับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ โมริ-ทاناקה ที่รวมผลการกระจายตัวของเส้นใยที่ซับซ้อน (Homogeneous Model) โดยพบว่าแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ โมริ-ทاناקה ที่รวมผลการกระจายตัวของเส้นใยที่ซับซ้อนสามารถอธิบายพฤติกรรมของวัสดุผสมเสริมแรงด้วยเส้นใยแบบสันที่นำเสนอในลักษณะของยูนิตเซลล์คอมโพสิตได้

**คำสำคัญ:** แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ โมริ-ทاناקה โมเดล เทเนเซอร์โครงสร้างการกระจายตัว การกระจายตัวของเส้นใยที่ซับซ้อน วิธีการทางไฟฟ้าในอิเล็กทรอนิกส์

#### Abstract

*This paper presents the linear elastic behavior of short fiber reinforced composite material by using of the complex fiber orientation model of Mori-Tanaka. This mathematical model includes the important variable, the fabric diffusion tensor, which describes the distribution of the complex fiber orientation defining the mechanical properties of materials in each direction. In this work, the behaviors of the short fiber reinforced composite material were simulated by ABAQUS to construct the mathematical model for comparing result between the unit cell composites (inclusion model) and the complex fiber orientation Mori-Tanaka material model, which is a homogeneous model. The result of complex fiber orientation model of Mori-Tanaka can explain behavior of short fiber reinforced composite presented in form of unit cell.*

**Keyword:** Material Modeling, Mori-Tanaka Material Model, Fabric Diffusion Tensor, Complex Fiber Orientation, Finite Element Method



## 1. บทนำ

เนื่องจากในปัจจุบันวัสดุผสมเสริมแรงด้วยเส้นใยแบบสั้น (Short Fiber Reinforced Composite Material) เริ่มเป็นที่นิยม นำมาใช้ในงานหลากหลายประเภทมากขึ้น เช่นพอลิเมอร์เสริมแรงด้วยเส้นใยแบบสั้น (Polymer Short Fiber Reinforced) ที่นำมาใช้ผลิตเป็นชิ้นส่วนภายในรถยนต์ อุปกรณ์ก่อสร้างหรือ ตกแต่งภายใน ด้วยเหตุผลข้างต้นจึงเป็นที่มาของความสนใจในการศึกษาตัวแปรที่มีผลต่อพฤติกรรมของวัสดุและสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ โดยอาศัยตัวแปรดังกล่าวเพื่อ คำนวณพฤติกรรมในช่วงยืดหยุ่นเชิงเส้น (Linear Elastic) ด้วย วิธีการวิเคราะห์ทางไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์ (Finite Element Analysis) เพื่อประโยชน์ในการนำแบบจำลองทางคณิตศาสตร์นี้ไปใช้ใน การออกแบบผลิตภัณฑ์ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

## 2. รูปแบบของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

### 2.1 แบบจำลองทางคณิตศาสตร์พื้นฐานสำหรับวัสดุผสมที่เสริมแรงด้วยเส้นใยแบบสั้น

ในการศึกษาพฤติกรรมของวัสดุผสมที่เสริมแรงด้วยเส้นใยแบบสั้นนี้ แบบจำลองคณิตศาสตร์ที่ใช้คำนวณพฤติกรรมในช่วงยืดหยุ่นเชิงเส้น (Linear Elastic) โดยทั่วไปถูกพัฒนาขึ้นมาโดยมีพื้นฐานมาจากของทฤษฎีความเป็นเนื้อเดียวแกน (Principle of Homogenization) [1] โดยอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างความเดิน (Stress)  $\sigma$  และ ความเครียด (Strain)  $\epsilon$  ได้ดังนี้

$$\sigma = C^{\text{hom}} \epsilon \quad (1)$$

$$\epsilon = S^{\text{hom}} \sigma \quad (2)$$

โดยที่  $C^{\text{hom}}$  คือ สติฟเนสส์เทนเซอร์ 4 อันดับ ( $4^{\text{th}}$  Order Stiffness Tensor) และ  $S^{\text{hom}}$  คือ คณพลาญแอนซ์เทนเซอร์ 4 อันดับ ( $4^{\text{th}}$  Order Compliance Tensor) โดยแนวความคิดพื้นฐานนี้ถูกพัฒนาเป็นแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่สำคัญ 3 ทฤษฎีอันได้แก่

#### 2.1.1 ทฤษฎีมอคุลัสประสิทธิผล (Theory of Effective Moduli)

เป็นทฤษฎีที่สามารถอธิบายพฤติกรรมของวัสดุในเทอมสติฟเนสส์เทนเซอร์และคณพลาญแอนซ์เทนเซอร์ ได้ดังนี้

$$C^{\text{hom}} = C^m + f_f (C^f - C^m) A^f \quad (3)$$

$$S^{\text{hom}} = S^m + f_f (S^f - S^m) B^f \quad (4)$$

โดยที่  $C^m$  และ  $S^m$  คือสติฟเนสส์เทนเซอร์และคณพลาญแอนซ์เทนเซอร์ของวัสดุพื้นฐาน (Base Material)  $C^f$  และ  $S^f$  คือสติฟเนสส์เทนเซอร์และคณพลาญแอนซ์เทนเซอร์ ของวัสดุเสริมแรง (Reinforced Material)  $f_f$  คืออัตราส่วนเชิงปริมาตร ของวัสดุเสริมแรงต่อปริมาตรทั้งหมด (Fiber Volume Fraction)  $A^f$  และ  $B^f$  คือระดับความเข้มข้นของความเครียดและความเดิน (Concentration Factor of Strain and Stress) ของวัสดุ เสริมแรง

#### 2.1.2 ทฤษฎีกฎการผสม (Rule of Mixture)

เป็นแบบจำลองที่อาศัยอัตราส่วนเชิงปริมาณของวัสดุพื้นฐานและวัสดุเสริมแรงเป็นตัวแปรในการกำหนดพฤติกรรมของวัสดุ

$$C^{\text{hom}} = f_m C^m + f_f C^f \quad (5)$$

$$S^{\text{hom}} = f_m S^m + f_f S^f \quad (6)$$

#### 2.1.3 ทฤษฎีความสอดคล้อง (Self Consistent)

เป็นทฤษฎีที่มีแนวความคิดมาจากการเปลี่ยนความเครียดที่เกิด การแทรกตัวของวัสดุเสริมแรงในวัสดุพื้นฐานโดยอาศัยวิธีการ Eshelby Equivalent Inclusion สามารถอธิบายระดับความเข้มข้นของความเครียด (Strain Concentration Factor)  $A^f$  ได้ดังนี้

$$A^f = [I + S^E (C^m)^{-1} (C^f - C^m)]^{-1} \quad (7)$$

โดย  $I$  คือเทนเซอร์เอกลักษณ์ (Identity Tensor) และ  $S^E$  คือ เอชเซลบีเทนเซอร์ (Eshelby Tensor) ซึ่งจะอธิบายในหัวข้อถัดไป จากทฤษฎีมอคุลัสประสิทธิผล จะทำให้ได้ความสัมพันธ์ ของสติฟเนสส์เทนเซอร์ดังนี้

$$C^{\text{hom}} = C^m + f_f (C^f - C^m) [I + S^E (C^m)^{-1} (C^f - C^m)]^{-1} \quad (8)$$

## 2.2 แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ โมริ-ทานากะ (Mori-Tanaka Material Model)

แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ โมริ-ทานากะ (Mori-Tanaka Material Model) [2],[3] เป็นแบบจำลองที่ถูกพัฒนามาจากแบบจำลองที่ก่อตัวมาข้างต้น ซึ่งการนำแบบจำลองนี้ใช้ในการทำนายพฤติกรรมของวัสดุนี้มีข้อกำหนดที่สำคัญได้แก่ 1. วัสดุที่นำมาเสริมแรงต้องเป็นวัสดุที่มีคุณสมบัติทางกลเท่ากันในทุกทิศทาง (Isotropic Material) 2. การยึดติดกันของวัสดุพื้นฐานกับวัสดุเสริมแรงต้องเป็นไปโดยสมบูรณ์ (Perfectly Bonding Interface) 3. วัสดุเสริมแรงนั้นต้องมีรูปทรงของทรงรี (Ellipsoidal Geometry) อันเนื่องมาจากผลของการเฉลี่ยเทนเซอร์ (Eshelby Tensor) และเมื่อพิจารณาโครงสร้างสติฟเนสส์เทนเซอร์ของโมริ-ทานากะพบว่าไม่สามารถตามแนวแกนทแยง ดังนั้นของกำหนดที่สำคัญอีกประการหนึ่งที่จะนำแบบจำลองนี้ไปใช้คือต้องใช้สติฟเนสส์เทนเซอร์ที่สมมาตรตามแนวแกนทแยง (Diagonally Symmetric Stiffness Tensor)

$$C^{\text{Diagonally Symmetric}} = C^m + f_f \left[ C^f - C^m \left[ I + S^E (C^m)^{-1} (C^f - C^m) \right]^{-1} \times \left[ f_m I + f_f \left[ I + S^E (C^m)^{-1} (C^f - C^m) \right]^{-1} \right]^{-1} \right]^{-1} \quad (9)$$

## 2.3 เอชเซลบีเทนเซอร์ (Eshelby Tensor)

เอชเซลบีเทนเซอร์ (Eshelby Tensor) [4],[5],[6] เป็นเทนเซอร์ 4 อันดับที่สมมาตรตามแนวแกนทแยง (Diagonally Symmetric Stiffness Tensor) ซึ่งเทนเซอร์ในแต่ละตำแหน่งจะเป็นความสัมพันธ์ของรูปทรงของเส้นใยเสริมแรงที่เป็นรูปทรงรี (Ellipsoidal Geometry) กับ อัตราส่วนของปัวซอง (Poisson's Ratio) ของวัสดุพื้นฐาน โดยมีเทนเซอร์อิสระ (Independent Tensor) ทั้งหมด 9 ตำแหน่ง ซึ่งในแต่ละตำแหน่งสามารถเขียนความสัมพันธ์ได้ดังนี้

$$\begin{aligned} S_{1111} &= \frac{3a_1^2}{8\pi(1-\nu)} I_{11} + \frac{(1-2\nu)}{8\pi(1-\nu)} I_1 \\ S_{1122} &= \frac{a_2^2}{8\pi(1-\nu)} I_{12} - \frac{(1-2\nu)}{8\pi(1-\nu)} I_1 \\ S_{1133} &= \frac{a_3^2}{8\pi(1-\nu)} I_{13} - \frac{(1-2\nu)}{8\pi(1-\nu)} I_1 \\ S_{2222} &= \frac{3a_2^2}{8\pi(1-\nu)} I_{22} + \frac{(1-2\nu)}{8\pi(1-\nu)} I_2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} S_{2233} &= \frac{a_3^2}{8\pi(1-\nu)} I_{23} - \frac{(1-2\nu)}{8\pi(1-\nu)} I_2 \\ S_{3333} &= \frac{3a_3^2}{8\pi(1-\nu)} I_{33} + \frac{(1-2\nu)}{8\pi(1-\nu)} I_3 \\ S_{1212} &= \frac{a_1^2 + a_2^2}{16\pi(1-\nu)} I_{12} + \frac{(1-2\nu)}{16\pi(1-\nu)} (I_1 + I_2) \\ S_{1313} &= \frac{a_1^2 + a_3^2}{16\pi(1-\nu)} I_{13} + \frac{(1-2\nu)}{16\pi(1-\nu)} (I_1 + I_3) \\ S_{2323} &= \frac{a_2^2 + a_3^2}{16\pi(1-\nu)} I_{23} + \frac{(1-2\nu)}{16\pi(1-\nu)} (I_2 + I_3) \end{aligned} \quad (10)$$

โดยที่  $a_1, a_2$  และ  $a_3$  คือความยาวที่มีตามแนวแกน เอก โท และตรี ของทรงรี ซึ่งเอชเซลบีเทนเซอร์จะมีค่าแตกต่างกัน ออกไปตามรูปทรงของเส้นใยที่ใช้เสริมแรง โดยสามารถเขียน ความสัมพันธ์ของตัวแปรในรูปของ  $I_1, I_2, I_3, I_{11}, I_{12}, I_{13}, I_{22}, I_{23}$  และ  $I_{33}$  ยกตัวอย่างเช่นรูปทรงแบบ ทรงกลมแบบ ขี้ง (Prolate Spheroid)

$$\begin{aligned} I_2 &= I_3 = \frac{2\pi a_1 a_3^2}{(a_1^2 - a_3^2)^2} \left[ \frac{a_1}{a_3} \left( \frac{a_1^2}{a_3^2} - 1 \right)^{\frac{1}{2}} - \cosh^{-1} \frac{a_1}{a_3} \right] \\ I_1 &= 4\pi - 2I_2, I_{12} = \frac{(I_2 - I_1)}{(a_1^2 - a_2^2)}, 3I_{11} = \frac{4\pi}{a_1^2} - 2I_{12} \\ I_{22} &= I_{23} = I_{33}, 3I_{22} = \frac{4\pi}{a_1^2} - I_{23} - \frac{(I_2 - I_1)}{(a_1^2 - a_2^2)} \\ I_{23} &= \frac{\pi}{a_2^2} - \frac{(I_2 - I_1)}{4(a_1^2 - a_2^2)} \end{aligned} \quad (11)$$

## 2.4 การกระจายตัวของเส้นใยที่ซับซ้อน (Complex Fiber Distribution)

รูปแบบการกระจายตัวของเส้นใยที่ซับซ้อนสามารถอธิบายได้โดยอาศัยเทนเซอร์โครงสร้างการกระจายตัว (Fabric Diffusion Tensor) เพื่อบอกถึงความหนาแน่นของแรงเรียงตัวของเส้นใยในทิศทางต่างๆ ซึ่งเป็นค่าที่ได้จากข้อมูลทางสถิติของการกระจายตัวแบบวงกลม (Circular Distributions) [7] ได้แก่ค่าความหนาแน่นของการกระจายตัว  $K$  (Concentration Factor) โดยที่  $0 \leq K \leq 1$  และค่าเฉลี่ยของมุนที่เส้นใยกระจายตัว  $\phi$  (Mean of Angle Fiber Distribution) โดยที่  $\phi \in [-\pi, \pi]$  ซึ่งค่าทั้งสองค่าจะถูกสร้างเป็นความสัมพันธ์ของข้อมูลเทนเซอร์โครงสร้าง (Input Fabric Tensor Function)



$$M(K, \phi) = M_1 \hat{e}_1 + M_2 \hat{e}_2 \quad (12)$$

โดยที่  $M_1 = K \cos \phi$  และ  $M_2 = K \sin \phi$  ซึ่งจะถูกนำไปใช้ในการสร้างความสัมพันธ์ของเทนเซอร์โครงสร้างการกระจายตัวประเภทที่ 1 และ 3 [8],[9]

#### 2.4.1 เทนเซอร์โครงสร้างการกระจายตัวประเภทที่ 1 (The 1<sup>st</sup> kind of fabric tensor)

เป็นสมการความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ที่นำข้อมูลเทนเซอร์โครงสร้างมาเขียนเป็นความสัมพันธ์แบบเทนเซอร์สองตำแหน่ง (Rank 2) ซึ่งมีคุณสมบัติสมมาตรตามแนวแกนทั้งสองโดยสามารถเขียนเป็นความสัมพันธ์ได้ดังนี้

$$N_{ij} = M_i(K, \phi) \otimes M_j(K, \phi) \quad (13)$$

โดยมีเทนเซอร์อิสระ (Independent) ดังนี้

$$N_{11} = [K \cos \phi]^2, N_{22} = [K \sin \phi]^2$$

$$N_{12} = [K \cos \phi][K \sin \phi] \quad (14)$$

โดยที่

#### 2.4.2 เทนเซอร์โครงสร้างการกระจายตัวประเภทที่ 3 (The 3<sup>rd</sup> kind of fabric tensor)

เป็นเทนเซอร์โครงสร้างการกระจายตัวที่มีคุณสมบัติ Deviatoric คือผลรวมของเทนเซอร์ตามแนวแกนทั้งสองมีค่าเป็นศูนย์โดยสามารถเขียนเป็นความสัมพันธ์ได้ดังนี้

$$D_{ij} = N_{ij} - \frac{1}{2} N_{00} \delta_{ij} \quad (15)$$

โดยมีเทนเซอร์อิสระ (Independent) ทั้งหมด 3 ตำแหน่ง ดังนี้

$$D_{11} = N_{11} - \frac{K^2}{2}, D_{22} = N_{22} - \frac{K^2}{2}$$

$$D_{12} = N_{12} \quad (16)$$

โดยที่  $D_{11} + D_{22} = 0$  และ  $D_{00} = N_{00}$

#### 2.5 สมการความเป็นไปได้ของการกระจายตัวบนระนาบ

#### โดยอาศัยเทนเซอร์โครงสร้างการกระจายตัวประเภทที่ 3 (On Plane Probability Density Function with The 3rd Fabric Tensor)

เป็นการนำเทนเซอร์โครงสร้างการกระจายตัวประเภทที่ 3 แบบเทนเซอร์สองตำแหน่ง (Rank 2) มาเขียนเป็นฟังก์ชันความหนาแน่นของการกระจายตัวของเส้นใย

$$\rho(n)_{Rank 2} = \frac{1}{2\pi} [4D_{ij}n_i n_j + D_{00}] \quad (17)$$

ซึ่งความเป็นไปได้ของการกระจายตัวในแต่ละทิศทางของเส้นใยอธิบายได้ด้วยสมการความน่าจะเป็นของการกระจายตัวแบบวอนมิส (Von Mises Distribution) ในพิกัดเชิงข้อดังนี้

$$P(n)_{Rank 2} = \frac{EXP\left[\frac{1}{2\pi} [4D_{ij}n_i n_j + D_{00}]\right]}{\int_{-\pi}^{\pi} EXP\left[\frac{1}{2\pi} [4D_{ij}n_i n_j + D_{00}]\right] d\theta} \quad (18)$$

#### 3 แบบจำลองโมริ-ทานากะ ที่รวมผลการกระจายตัวของเส้นใยที่ซับซ้อนบนระนาบ (On Plane Complex Fiber Orientations Mori-Tanaka Material Model)

$$C = \int_{-\pi}^{\pi} P(n)_{Rank 2} Q_{mi} Q_{nj} C_{ijkl} Q_{kp}^T Q_{lq}^T d\theta \quad (19)$$

เป็นการนำแบบจำลอง โมริ-ทานากะมาเขียนในรูปทั่วไปในพิกัดโกลบล (Global Coordinate) ซึ่งรวมผลของสมการการกระจายตัวของเส้นใยบนระนาบโดยที่  $Q_{ij}$  คือฟังก์ชันของมุมออยเลอร์ (Eulerian Angles)

#### 4 รูปแบบและวิธีการที่ใช้ในการทดลอง

รูปแบบที่ใช้ในการทดลองนี้จะเป็นการเปรียบเทียบผลของ Reaction Force จากการ Simulation ระหว่างแบบจำลองที่ยูนิทเซลล์คอมโพสิต (Inclusion Model) กับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ โมริ-ทานากะ ที่รวมผลการกระจายตัวของเส้นใยที่ซับซ้อน (Homogeneous Model) โดยการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมไฟฟ์ไนโอลิเมนท์ (ABAQUS) โดยการดึงตั้งฉากในทิศทางที่ 1 และ ทิศทางที่ 2 (Uniaxial Tension) ซึ่งมีคุณสมบัติของวัสดุดังนี้

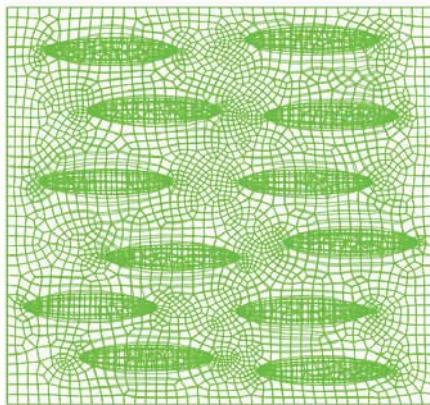
1 วัสดุพื้นฐาน (Base Material) คือ พอลิโพริเพลน (Polypropylene) มีค่าโมดูลัสยืดหยุ่น (Elastic Modulus) เท่ากับ 1.5 GPa อัตราส่วนของปัวซอง (Poisson's ratio) เท่ากับ 0.32

2 วัสดุเส้นใยเสริมแรง (Fiber Reinforced Material) คือ เส้นใยกลาส (Fiber Glass) มีค่าโมดูลัสยืดหยุ่น (Elastic Modulus) เท่ากับ 73 GPa อัตราส่วนของปัวซอง (Poisson's ratio) เท่ากับ 0.22 อัตราส่วนเชิงปริมาตรของวัสดุเสริมแรง (Fiber Volume Fraction) เท่ากับ 10% ของปริมาตรทั้งหมด รูปร่างของเส้นใยเสริมแรงเป็นแบบทรงกลมแบบไข่ (Prolate

Spheroid ) มีระยะแกนเอก 1.25mm ระยะแกนโทแอล์แกนตรี 0.25mm

## 5 ผลการทดลอง

### 5.1 การกระจายตัวของเส้นใยแบบเดียวกัน (Uniform Distribution) ในทิศทาง 0 องศา

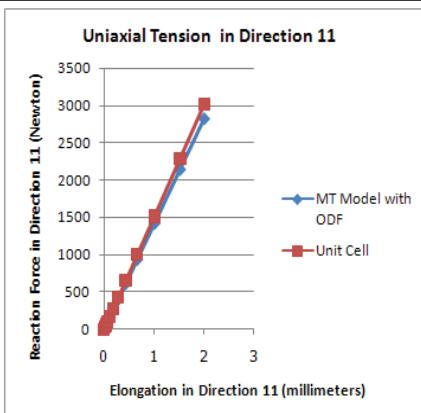


ภาพที่ 5.1.1

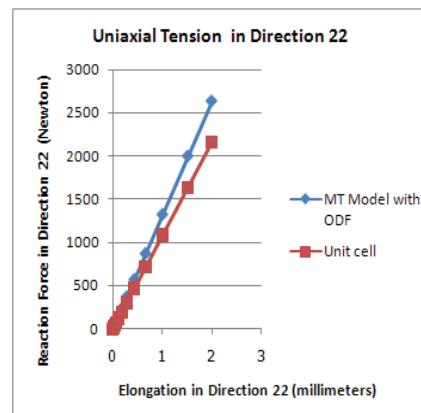
ค่าเทนเซอร์โครงสร้างการกระจายตัวประเภทที่ 3 (The 3rd Kind of Fabric Tensor) ของการกระจายตัวของเส้นใยดังภาพที่ 5.1.1 คือ  $D_{00}=1$ ,  $D_{11}=0.5$ ,  $D_{12}=0$ ,  $D_{22}=-0.5$  ซึ่งสามารถสร้างสติฟเนสส์เทนเซอร์ได้ดังนี้

$$C = \begin{bmatrix} 3260 & 1494 & 1336 & 0 & 0 & 0 \\ 1494 & 3043 & 1283 & 0 & 0 & 0 \\ 1336 & 1283 & 2476 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 828 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 752 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 729 \end{bmatrix} MPa$$

ซึ่งผลของการดึงในทิศทางที่ 1 และ ทิศทางที่ 2 (Uniaxial Tension) เปรียบเทียบระหว่าง (Inclusion Model) กับ (Homogeneous Model) เป็นดังภาพที่ 5.1.2 และ 5.1.3

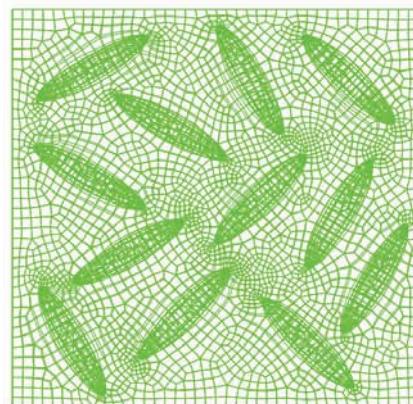


ภาพที่ 5.1.2



ภาพที่ 5.1.3

### 5.2 การกระจายตัวของเส้นใยแบบเท่ากันทุกทิศทาง (Isotropic Distribution)

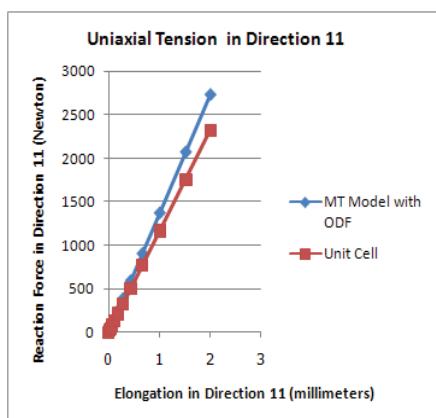


ภาพที่ 5.2.1

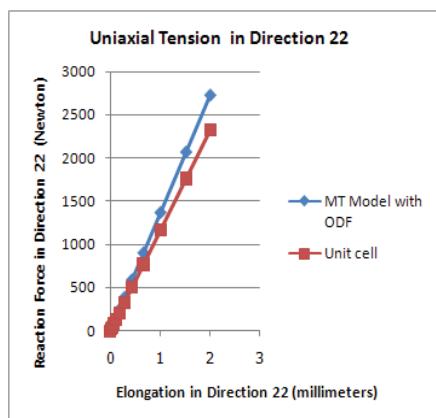
ค่าเทนเซอร์โครงสร้างการกระจายตัวประเภทที่ 3 (The 3<sup>rd</sup> Kind of Fabric Tensor) ของการกระจายตัวของเส้นใยดังภาพที่ 5.2.1 คือ  $D_{00}=0$ ,  $D_{11}=0$ ,  $D_{12}=0$ ,  $D_{22}=0$  ซึ่งสามารถสร้างสติฟเนสส์เทนเซอร์ได้ดังนี้

$$C = \begin{bmatrix} 3151 & 1495 & 1310 & 0 & 0 & 0 \\ 1495 & 3151 & 1310 & 0 & 0 & 0 \\ 1310 & 1310 & 2476 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 828 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 741 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 741 \end{bmatrix} MPa$$

ซึ่งผลของการดึงในทิศทางที่ 1 และ ทิศทางที่ 2 (Uniaxial Tension) เปรียบเทียบระหว่าง (Inclusion Model) กับ (Homogeneous Model) เป็นดังภาพที่ 5.2.2 และ 5.2.3



ภาพที่ 5.2.2



ภาพที่ 5.2.3

## 6 สรุปผล

ผลการศึกษาเปรียบเทียบระหว่างแบบจำลองยูนิทเซลล์ กับ โมเดลแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ โอมิ-ทานากะ ที่รวมผลการกระจายตัวของเส้นใยที่ซับซ้อน (Homogeneous Model) สำหรับการกระจายตัวของเส้นใยแต่ละแบบนั้น พบว่ามีความแตกต่างกันโดยเฉลี่ยประมาณ 10% อยู่ในเกณฑ์ที่น่าพอใจในระดับหนึ่ง ซึ่งงานวิจัยในอนาคต

สามารถปรับปรุงแบบจำลองดังกล่าวให้ดีมากยิ่งขึ้นได้ เช่น การนำปืนการนำที่น้ำหนักของโครงสร้างการกระจายตัวแบบเทนเซอร์ส์ต่ำแห่ง (Rank 4) มาใช้ซึ่งสามารถระบุการกระจายตัวของเส้นใยได้ดีกว่า ซึ่งจะส่งผลให้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ โอมิ-ทานากะ ที่รวมผลการกระจายตัวของเส้นใยที่ซับซ้อนมีความแม่นยำมากยิ่งขึ้น

## 7 เอกสารอ้างอิง

- [1] A. R. Bunnell, and J. Renard, "Fundamentals of Fiber Reinforced Composite Materials," Series in Material Science and Engineering, Institute of Physics Publishing Bristol and Philadelphia, 2005
- [2] B. Gommersa, I. Verpoesta, and P. Van Houtte, "The Mori-Tanaka method applied to textile composite materials," *Acta Materialia*, Volume 46, Issue 6, Pages 2223–2235, 23 March 1998
- [3] J. Schjødt-Thomsen, and R. Pyrz, "The Mori–Tanaka stiffness tensor: diagonal symmetry, complex fibre orientations and non-dilute volume fractions," *Mechanics of Materials*, Volume 33, Issue 10, Pages 531–544, October 2001
- [4] T. Mura, "Micromechanics of Defects in Solids," 2nd edn. Martinus Nijhoff Publishers, Dordrecht, 1987
- [5] Robert Asaro , and Vlado Lubarda , "Mechanics of Solids and Materials," Cambridge University Press January 16, 2006
- [6] Xanthippi Markenscoff , and Anurag Gupta, "Collected Works of J. D. Eshelby: The Mechanics of Defects and Inhomogeneities (Solid Mechanics and Its Applications)," Springer, 1 edition , August 18, 2006
- [7] JERROLD H. ZAR, "Biostatistical Analysis ,," Forth Edition, PRENTICE HALL INTERNATIONNATIONAL, INC., 1999
- [8] Kanatani Ken-Ichi, "Distribution of directional data and fabric tensors," *International Journal of Engineering Science*, Volume 22, Issue 2, Pages 149–164, 1984
- [9] Dusan Krajcinovic, "Damage Mechanics," North Holland , April 22, 1996
- [10] David Eberly, "Euler Angle Formular ,," Geometric
- [11] Ronald D. Kriz, "Fourth Order Stiffness Tensor Transformation in the X1-X3 Plane," *Microstructure Lecture*, Virginia Polytechnic Institute and State University Blacksburg, 1986

# ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อค่าใช้จ่ายในงานก่อสร้าง

## Factors Affecting Construction Costs

## ນິພນີ້ເນື້ອງສີເລືອກ

## นายวิทยา พรมลสิน

## นายมติชน ดวงแก้ว

<sup>1</sup> ภาควิชาครุศาสตร์ โยธา คณะครุศาสตร์ อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าฯ พระนครเหนือ

[npt@kmut.ac.th](mailto:npt@kmut.ac.th)

## บทคัดย่อ

บทความนิรภัยงานผลการวิจัยเชิงสำรวจความคิดเห็นของผู้บริหาร วิศวกร และผู้ประมาณราคา จากบริษัทรับเหมา ก่อสร้าง 15 แห่งในกรุงเทพมหานครและปริมณฑล เพื่อศึกษาความคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่าง รวม 45 คน ในการให้คะแนนความสำคัญของปัจจัยต่าง ๆ 20 ปัจจัยที่มีผลกระทำต่อค่าใช้จ่ายในงานก่อสร้าง โดยใช้ค่าคะแนน 5, 4, 3, 2, และ 1 ให้บ่งถึงลำดับความสำคัญจากมากที่สุดไปหาน้อยที่สุด ผลการวิจัยปรากฏว่าปัจจัยที่มีความสำคัญ 5 ลำดับแรกจากคะแนนเฉลี่ยของทั้งสามกลุ่มนักวิชาการมีดังนี้ 1. ผู้ประมาณราคาขาดความรู้ความเข้าใจในขั้นตอนการก่อสร้าง ( $\bar{x} = 3.98$ ) 2. ผู้บริหารขาดประสบการณ์ในการทำงาน ( $\bar{x} = 3.84$ ) 3. ความผิดพลาดเนื่องจากแบบก่อสร้างไม่ชัดเจน ( $\bar{x} = 3.82$ ) 4. ผู้ประมาณราคาขาดความรอบคอบในการทำงาน ( $\bar{x} = 3.80$ ) 5. ผู้บริหารมองหมายงานอย่างไม่เหมาะสม ( $\bar{x} = 3.73$ ) ปัจจัยที่สำคัญน้อยที่สุดคือการปรับเปลี่ยนวิศวกร ( $\bar{x} = 3.07$ )

**คำสำคัญ:** ค่าใช้จ่าย การก่อสร้าง ผู้บริหาร วิศวกร ผู้ประเมินราคาก่อสร้าง

## Abstract

This paper presents a surveying research of the opinions of executives, engineers, and cost estimators of 15 construction companies in Bangkok metropolitan area and its surrounding provinces. These 45 persons were asked to rank the relative importance of 20 factors affecting the construction costs of their projects. The assigned marks were 5, 4, 3, 2, and 1 indicating the most importance to the least importance. The result indicated that the top five most important factors obtained from the average marks of the answers were: 1. A cost estimator lacks the knowledge and understanding of the construction procedures, ( $\bar{x} = 3.98$ ); 2. The executive lacks working experience, ( $\bar{x} = 3.84$ ); 3 An error due to an unclear drawing, ( $\bar{x} = 3.82$ ); . 4. A cost estimator does not work thoroughly, ( $\bar{x} = 3.80$ ); 5. An executive assigns a job inappropriately, ( $\bar{x} = 3.73$ ). The least important factor is the replacement of an engineer, ( $\bar{x} = 3.07$ ).

**Keywords:** cost, construction, executives, engineers, cost estimators.



## 1. บทนำ

เพื่อให้งานก่อสร้าง [1] สำเร็จตามเป้าหมายที่กำหนดไว้อย่างมีประสิทธิภาพและมีกำไรเพื่อดำเนินธุรกิจต่อไปได้ผู้รับเหมา ก่อสร้าง [2] ต้องมีการบริหารจัดการ [3] ที่ดี ต้องวางแผนงาน จัดระบบงาน อำนวยการและดำเนินการ และควบคุมคิดตามผลงาน [4] แต่บางครั้งก็เกิดปัญหางานอย่างนอกเหนือจากที่ได้คาดคิดและวางแผนไว้ [5] จึงเกิดค่าใช้จ่าย [6] เพิ่มขึ้นมากกว่าที่ได้คาดเดือนไว้ หากปัญหานั้นรุนแรงมากอาจทำให้ขาดทุนจนต้องเลิกกิจการไปและก่อให้เกิดผลกระทบมากมาย

มีปัจจัยหลายอย่างที่อาจมีผลกระทบต่อการเพิ่มขึ้นของค่าใช้จ่ายในงานก่อสร้างของผู้รับเหมา [7] นอกเหนือไปจากราคาต่อหน่วยในงานโดยตรง (Direct cost) ซึ่งเป็นผลรวมของค่าวัสดุ ค่าแรงงาน และค่าเครื่องจักร แต่ระดับความรุนแรงและลำดับความสำคัญของปัจจัยดังกล่าวยังไม่ทราบแน่ชัด ดังนั้น จึงได้ศึกษาวิจัยเรื่องนี้ โดยวิเคราะห์จากผลการสำรวจ ความคิดเห็นจากประสบการณ์ของบุคลากรของบริษัทรับเหมา ก่อสร้างจำนวนหนึ่ง

ผลการวิจัยนี้จะช่วยให้เจ้าของโครงการ ผู้รับเหมา ก่อสร้าง วิศวกร ผู้ประเมินราคา และผู้ที่สนใจอื่น ๆ ทราบระดับและลำดับความสำคัญของปัจจัยดังกล่าว ซึ่งจะช่วยในการหาแนวทางลดปัญหาและบรรเทาผลกระทบอย่างมีประสิทธิภาพ ยิ่งขึ้น

## 2. วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

งาน ก่อสร้าง มีลักษณะ เป็นแบบผสมผสานกันระหว่างงานเทคนิค งานการเงิน และการบริหารงานทั่วไป การบริหารจัดการงาน ก่อสร้าง เป็นส่วนสำคัญที่จะช่วยให้โครงการ เป็น ไปตามเป้าหมายที่กำหนด เวลาและเงิน เป็นปัจจัยสำคัญใน การพิจารณาความสำเร็จของโครงการ จึงต้องพยายามทำให้ งานเสร็จภายในเวลาและงบประมาณที่ได้กำหนดเอาไว้ [8]

การจัดการในช่วงการดำเนินการ ก่อสร้าง เป็นการ บริหารงาน ก่อสร้าง ของผู้รับเหมา ซึ่งมีขั้นตอนโดยสรุป คือ ศึกษาข้อมูลของโครงการ ทำแผนการดำเนินงาน ทำแผนการเงิน วางแผนปฏิบัติงาน ดำเนินการ ก่อสร้าง ควบคุมการ

ก่อสร้าง ทำรายงานผลการปฏิบัติงาน แก้ไขปัญหาข้อขัดข้อง และอุปสรรคต่าง ๆ โดยปรับปรุงแผนเพื่อให้การดำเนินงาน เป็นไปตามเป้าหมาย [8]

ในงาน ก่อสร้าง การประเมินราคา ค่า ก่อสร้าง เป็น ขั้นตอนสำคัญ และจำเป็นต้องกระทำในหลายโอกาส โดยมี ความละเอียดแน่นอน ที่ต่างกัน เริ่มตั้งแต่ การประเมินอย่าง คร่าว ๆ ในตอนต้น เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการ การ ประเมินอย่างละเอียดหลังจากได้แบบและรายละเอียดที่ สมบูรณ์ เพื่อเป็นรายงานมาตรฐานในการทำสัญญา และการ ประเมินราคา ในระหว่างการดำเนินการ ก่อสร้าง เพื่อเป็นการ วางแผนและควบคุมการเงิน [8]

งาน ก่อสร้าง มีความเสี่ยง ในเรื่อง ค่าใช้จ่าย ที่อาจ เพิ่มขึ้นมากกว่าที่ได้ประเมินราคา หรือคิดเพื่อเอาไว้ ซึ่งมี สาเหตุจากปัญหา ในด้านต่าง ๆ [1],[2],[3] ในการวิจัยนี้ ได้ จัดแบ่งไว้เป็นสี่ ด้าน ดังนี้

1. การประเมินราคา
2. การบริหารงาน ก่อสร้าง
3. เทคนิค และ การ ก่อสร้าง
4. ปัจจัยภายนอก

การประเมินราคา ซึ่งหมายถึง การกำหนดราคา การ คาดคะเนราคา การตีราคา การประเมินราคา ในงาน ก่อสร้าง บางครั้ง มีความผิดพลาด ที่ทำให้ค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้น ซึ่งอาจเกิด จากสาเหตุต่าง ๆ เช่น คุณสมบัติเฉพาะของผู้ประเมินราคา ข้อมูลในการประเมินราคา (ประการและเงื่อนไขการเสนอ ราคา ระยะเวลา การ ก่อสร้าง แบบแปลน รายการ สภาพสถานที่ ก่อสร้าง เส้นทางการขนส่ง สาธารณูปโภค สภาพแรงงาน ท้องถิ่น แหล่งวัสดุ เทศกาล และฤทธิ์กาล) การประเมินราคา ย่อม มีข้อผิดพลาด นื่องจากสาเหตุต่าง ๆ ซึ่งอาจเกิดจากการคำนวณ การ สืบราคา วัสดุ ค่าแรงงาน การ คำนวณ กัน หลาย คน การ กำหนดขึ้นเอง [8] ปัญหาด้าน การ ประเมินราคา งาน ก่อสร้าง ที่ อาจมีผลกระทบ ต่อ ค่าใช้จ่าย งาน ก่อสร้าง ที่เลือก สำหรับ การ วิจัย นี้ แสดงไว้ใน ข้อ 1 ถึง 5 ของตารางที่ 5

การบริหารงาน ก่อสร้าง หมายถึง การ ใช้ ศาสตร์ และ ศิลปะ เพื่อ ดำเนินการ เกี่ยวกับ คน เงิน วัสดุ อุปกรณ์ และ การ จัดการ ให้ บรรลุ วัตถุประสงค์ เกี่ยวกับ งาน ก่อสร้าง ที่กำหนดไว้อย่าง มี

ประสิทธิภาพ ปัญหาด้านบริหารงานก่อสร้างที่อาจมีผลกระทบต่อค่าก่อสร้างที่เลือกไว้สำหรับการวิจัยนี้ แสดงไว้ในข้อ 6 ถึง 10 ของตารางที่ 5

ปัญหาด้านเทคนิคและการก่อสร้างที่เกี่ยวกับวิศวกรผู้ควบคุมงานของผู้รับเหมาอาจทำให้ค่าก่อสร้างเพิ่มขึ้นได้ ดังตัวอย่างในข้อ 11 ถึง 15 ของตารางที่ 5

ปัญหาจากปัจจัยภายนอก ดังตัวอย่างในข้อ 16 ถึง 20 ของตารางที่ 5

วิธีการทางสถิติ [9], [10], [11] บางเรื่องที่เกี่ยวข้องมีดังนี้  
ขั้นตอนการวิจัยทางสถิติ [9] ประกอบด้วย

- ขั้นตอนภาคทฤษฎี ได้แก่ การกำหนดประเด็นปัญหา การทบทวนทฤษฎีและงานวิจัย การกำหนดค่าตุ่นประสงค์ การตั้งสมมุติฐานและกำหนดตัวแปร การออกแบบการวิจัยในเรื่องการสุ่มตัวอย่าง การวัดตัวแปร และวิเคราะห์ข้อมูล

- ขั้นตอนภาคปฏิบัติ ได้แก่ การเก็บรวบรวมข้อมูล ซึ่งประกอบด้วยการสร้างเครื่องมือ การตรวจสอบคุณภาพ เครื่องมือด้านความเที่ยง (reliability) และความตรง (validity) หลังจากนั้นมีการวิเคราะห์ข้อมูล การแปรและสรุปผล และการเขียนรายงาน

วัตถุประสงค์ของการวิจัยที่ใช้สถิติ [9] โดยทั่วไปเป็นการใช้สถิติ เพื่อจัดกระทำข้อมูลที่รวมรวมได้ให้เป็นไปตามจุดมุ่งหมาย เช่น เพื่อบรรยายหรืออธิบายลักษณะตัวแปรในภาพรวมของกลุ่มตัวอย่าง ในกรณีนี้เรียกว่าใช้สถิติบรรยาย (descriptive statistics) ซึ่งอาจประกอบด้วย การแจกแจงความถี่ การจัดลำดับเบริญเที่ยบเช่น โดยใช้ค่าร้อยละ การวัดแนวโน้มเช่นสู่ส่วนกลาง เช่น โดยใช้ชั้นวิมิลคณิต (arithmetic mean) การวัดการกระจาย เช่น โดยใช้ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation) และการวัดความสัมพันธ์

สถิติบรรยาย [9] สามารถใช้เพื่อ

- ตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ เช่น ใช้ประมาณค่าความเที่ยงและความตรงของแบบสอบถาม

- ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลและแปรความหมาย เช่น ใช้คำนวณค่าพารามิเตอร์ และค่าสถิติ เช่น ค่าเฉลี่ย ความแปรปรวน และสหสัมพันธ์

มาตรฐานตัวแปร [9] หมายถึง ค่า ลักษณะ รูปแบบของผลหรือค่าตอบที่ได้จากการวัด

การแจกแจงความถี่ (frequency distribution) [9] เป็นการจัดกลุ่มข้อมูลที่เก็บรวบรวมมาได้ ให้อยู่เป็นชุดเป็นพากเดียวกัน ตามค่าของตัวแปรเพื่อให้เห็นภาพรวมของข้อมูลทั้งชุด

มัชณิมเลขคณิต ( $\bar{x}$ ) หรือค่าเฉลี่ย ในกรณีที่คำนวณจากความถี่ ( $f$ ) ของข้อมูลแต่ละค่า ใช้สูตรดังนี้

$$\bar{x} = \frac{\sum fx}{n} \dots \dots \dots (1)$$

โดยที่  $x$  เป็นค่า(หรือคะแนน)ที่วัดได้ ส่วน  $n$  เป็นจำนวนค่าที่วัดทั้งหมด

ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation : SD, S) เป็นค่าที่แสดงถึงการที่ข้อมูลแต่ละตัว เบี่ยงเบนไปจากค่าเฉลี่ย ( $\bar{x}$ ) ในกรณีที่ได้ข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง คำนวณได้จากสูตร

$$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x - \bar{x})^2}{n - 1} \dots \dots \dots (2)$$

ความแปรปรวน ( $S^2$ ) ทำหน้าที่บอกพื้นที่หรือปริมาณการกระจาย [9]

ความตรง [9] หมายถึง ความแม่นยำของเครื่องมือในการวัดสิ่งที่ต้องการวัด

ความเที่ยง [9] หมายถึง ความคงที่ของผลที่ได้จากการวัดด้วยเครื่องมือชุดเดียวกันในเวลาที่ต่างกัน การประมาณค่าความเที่ยงแบ่งเป็น 3 รูปแบบ คือ แบบสอบช้ำ แบบสอบคุ้นเคย และแบบความสอดคล้องภายใน

การวัดความเที่ยง โดยวัดความสอดคล้องภายใน [9] เป็นการประมาณค่าความเที่ยง ที่มีการทดลองใช้เครื่องมือเพียงครั้งเดียว โดยพิจารณาว่าข้อคำถามทั้งหมดในเครื่องมือนั้นวัดในเรื่องเดียวกันหรือไม่ ถ้าวัดในเรื่องเดียวกันก็น่าจะมีความสอดคล้องของข้อคำถามในเครื่องมือสูง วิธีทางความเที่ยงแบบนี้ที่นิยมใช้ เช่น วิธีสัมประสิทธิ์แอลfa (coefficient- $\alpha$ ) ซึ่งได้รับการพัฒนาจากครอนบาก (Cronbach) เพื่อให้ใช้ได้กับการให้คะแนน เช่น มาตรประเมินค่า (rating scale) ของ Likert และมีสูตรคำนวณดังนี้



$$\alpha = \frac{n}{n-1} \left[ 1 - \frac{\sum s_i^2}{s_t^2} \right] \quad \dots \dots \dots \quad (3)$$

โดยที่  $\alpha = \text{สัมประสิทธิ์ความเที่ยงของเครื่องมือ}$

### (แบบสอบถาม)

$n$  = จำนวนข้อคำถามในเครื่องมือ

$s_i^2 = \text{ความแปรปรวนของคะแนนคำถานข้อ } i$

$s_t^2 = \text{ความแปรปรวนของคะแนนรวมของผู้ต้องทึ้งหมุด}$

ค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยงมีค่าสูงสุดเท่ากับ 1 ค่าที่ใกล้กับ 1 แสดงว่าเครื่องมือมีความเที่ยงค่อนข้างมาก ในการทดสอบความเที่ยงควรใช้จำนวนตัวอย่างตั้งแต่ 30 คนขึ้นไป [9]

ในการแปลความหมายของคำเฉลี่ย จะใช้ความหมายตามตารางที่ 1 [9]

### ตารางที่ 1 ความหมายของคำเฉลี่ย

ค่าเฉลี่ย	ความหมาย
1.00 – 1.50	มีผลกระทบน้อยมาก
1.51 – 2.50	มีผลกระทบน้อย
2.51 – 3.50	มีผลกระทบปานกลาง
3.51 – 4.50	มีผลกระทบมาก
4.51 - 5.00	มีผลกระทบมากที่สุด

การวิจัยนี้ประกอบด้วยการศึกษาปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลกระทบต่อค่าใช้จ่ายจากการรัฐกรรมต่าง ๆ ที่มีผู้ร่วบรวมไว้ดังสรุปไว้ในหัวข้อที่ 2 แม้ว่าจะมีปัจจัยอื่น ๆ อีก แต่ 20 ปัจจัยที่แสดงไว้ในตารางที่ 5 ได้รับการพิจารณาคัดเลือกให้เป็นปัจจัยที่ใช้ในการวิจัยนี้

ในการวิจัยนี้ตัวแปรอิสระ (Independent variables) คือปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลกระทบต่อค่าใช้จ่ายในการก่อสร้าง ส่วนตัวแปรตาม (Dependent variable) คือ ค่าใช้จ่ายในการก่อสร้าง

ส่วนมาตราวัดตัวแปร คือ คะแนนซึ่งกำหนดให้มีค่า 5, 4, 3, 2, 1 แบบ Likert's rating scale ซึ่งได้จากการคำตอบแบบสอบถาม ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ใช้วัด มาตราวัดตัวแปรนี้จัดเป็นมาตราอันตราก (Interval scale) [9], [10]

แบบสอบถาม [9], [10] ประกอบด้วยสองส่วน ส่วนแรกชี้แจงวัตถุประสงค์ของการสำรวจความเห็น และขอบคุณในความอนุเคราะห์ แล้วถามข้อมูลส่วนตัวของผู้ตอบ

ส่วนที่สองถ้าความเห็นของผู้ต้องเกี่ยวกับความสำคัญของปัจจัย 20 ประการที่มีผลบรรเทาต่อค่าก่อสร้าง คำนวณได้รับการพิจารณาปรับปรุงแก้ไขหลายครั้ง

บริษัทรับเหมา ก่อสร้าง ต่าง ๆ ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ที่ได้รับการคัดเลือกให้ร่วมในการสำรวจ มีจำนวน 15 บริษัท ดังรายชื่อในตารางที่ 2 แต่ละบริษัทมีผู้ติดต่อ แบบสอบถาม 3 คน คือ ผู้บริหาร วิศวกร และผู้ประมาณราคา อย่างละคน รวม 3 กลุ่ม ๆ ละ 15 คน รวมทั้งหมด  $3 \times 15 = 45$  คน

ในการวิเคราะห์คำตอบจากแบบสอบถามสำหรับส่วนที่ 2 คำตอบที่ตรงกับความเห็นด้วย มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด เทียบเท่ากับค่าคะแนน 5, 4, 3, 2, และ 1 ตามลำดับ [9], [10] มีการหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และความที่ยง

ตารางที่ 2. รายชื่อบริษัทรับเหมา ก่อสร้างที่สำรวจความเห็น

ลำดับ	รายชื่อบริษัท
1	บริษัท ฤทธา จำกัด
2	บริษัท ไทยโปลิคอนส์ จำกัด
3	บริษัท อิตาเลียน-ไทย เดเวลอปเม้นต์ จำกัด
4	บริษัทชิน-ไทย เอ็นจิเนียริ่งแอนด์คอนสตรัคชั่น จำกัด
5	บริษัท ช. การช่าง จำกัด
6	บริษัท พาวเวอร์ไลน์ เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด
7	บริษัท เจริญโภคภัณฑ์วิศวกรรม จำกัด
8	บริษัท ตะวันชาด จำกัด
9	บริษัท ไทยบริการอุตสาหกรรม จำกัด
10	บริษัท นานมินทร์ดีเวลอปเม้นท์ จำกัด
11	บริษัท ประดับวงศ์ จำกัด
12	บริษัท มหาฤกษ์ ดำรงพัฒนา จำกัด
13	บริษัท วัฒนาไฟศาลเด็นจิเนียริ่ง จำกัด
14	บริษัท เอที เอ็นจิเนียริ่งแอนด์ไซซ์ จำกัด
15	บริษัท คิตเมท คอนสตรัคชั่น จำกัด

#### 4. ผลการวิจัยและการวิเคราะห์

ตารางที่ 3 และ 4 สรุปค่าตอบสนองเรื่องของส่วนที่ 1 pragmatics ผู้ตอบแบบสอบถามมีอายุอยู่ในช่วง 26 ถึง 30 ปี มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 37.78 รองลงมาคือร้อยละ 24.44 มีอายุระหว่าง 31 ถึง 40 ปี มีประสบการณ์การทำงานในช่วง 3 ถึง 5 ปี มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 40.00

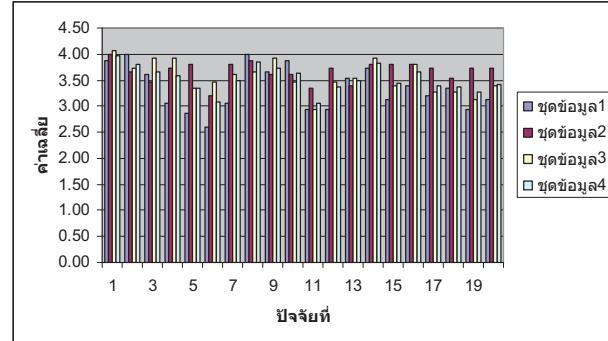
นอกจากนี้ ผู้ตอบมีระดับการศึกษาในระดับปริญญาตรีมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 84.44 มีระดับปริญญาโทร้อยละ 15.56 และ ไม่มีระดับปวส. หรือ ปริญญาเอกเลย

ตารางที่ 3. อายุของผู้ตอบแบบสอบถาม

ลำดับ	กลุ่มอายุของผู้ตอบแบบสอบถาม	ร้อยละ
1	20 – 25 ปี	17.78
2	26 – 30 ปี	37.78
3	31 - 40 ปี	24.44
4	40 ปีขึ้นไป	20.00

ตารางที่ 4. ประสบการณ์การทำงานของผู้ตอบแบบสอบถาม

ลำดับ	ประสบการณ์การทำงาน	ร้อยละ
1	1 – 2 ปี	15.56
2	3 – 5 ปี	40.00
3	6 -10 ปี	24.44
4	มากกว่า 10 ปี	20.00



กราฟที่ 1. คะแนนเฉลี่ยของปัจจัยที่มีผลกระทบต่อค่าก่อสร้าง

ตารางที่ 5 สรุปค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าเฉลี่ยข้างแสดงไว้ในกราฟที่ 1 ด้วย สังเกตได้ว่า

- คะแนนเฉลี่ยของความเห็นมีค่าระหว่าง 2.60 ถึง 4.07 และ คะแนนเฉลี่ยรวมของทั้งสามกลุ่มในส่วนที่สุดท้าย มีค่า 3.07 ถึง 3.98 แสดงว่ากลุ่มตัวอย่างเห็นว่าปัจจัยทั้ง 20 ปัจจัยมีผลกระทบต่อค่าก่อสร้างในระดับปานกลางถึงมาก

- ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ในช่วง 0.49 ถึง 0.98

ตารางที่ 5. ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน(S.D. ในวงเล็บ) ของปัจจัยที่มีผลกระทบต่อค่าใช้จ่ายในงานก่อสร้าง

ลำดับ	ปัจจัย	ค่าเฉลี่ย (X) และ (S.D. ในวงเล็บ)			
		ผู้บริหาร	วิศวกร	ผู้ประมาณราคาน้ำมัน	ทั้งหมด
1	ผู้ประมาณราคาน้ำมันที่ความเชื่อใจในขั้นตอนการก่อสร้าง	3.87 (0.83)	4.00 (0.53)	4.07 (0.70)	3.98 (0.69)
2	ผู้ประมาณราคาน้ำมันที่ความร้อนคอบ	4.00 (0.76)	3.67 (0.82)	3.73 (0.88)	3.80 (0.81)
3	ผู้ประมาณราคาน้ำมันที่ประสบการณ์	3.60 (0.51)	3.47 (0.91)	3.93 (0.59)	3.67 (0.71)
4	ผู้ประมาณราคาน้ำมันที่ได้คิดถึงสภาพงานก่อสร้างจริง	3.07 (0.70)	3.73 (0.70)	3.93 (0.80)	3.58 (0.81)
5	ผู้ประมาณราคาน้ำมันที่ข้อมูลสถานที่ก่อสร้าง	2.87 (0.74)	3.80 (0.68)	3.33 (0.98)	3.33 (0.88)
6	ผู้บริหารปรับเปลี่ยนแผนงานก่อสร้าง	2.60 (0.74)	3.20 (0.68)	3.47 (0.52)	3.09 (0.73)
7	ผู้บริหารขาดการประสานงานที่ดีในองค์กร	3.07 (0.70)	3.80 (0.68)	3.60 (0.63)	3.49 (0.73)
8	ผู้บริหารขาดประสบการณ์การทำงาน	4.00 (0.76)	3.87 (0.92)	3.67 (0.62)	3.84 (0.77)
9	ผู้บริหารมอนิเตอร์งานอย่างไม่หนำสัม	3.67 (0.49)	3.60 (0.91)	3.93 (0.59)	3.73 (0.69)



ลำดับ	ปัจจัย	ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) และ (S.D. ในวงเล็บ)			
		ผู้บริหาร (S 1)	วิศวกร (S 2)	ผู้ประมวลราคา (S 3)	ทั้งสามกลุ่ม (S 4)
10	ผู้บริหาร ระบบงานไม่มีดี	3.87 (0.74)	3.60 (0.91)	3.47 (0.74)	3.64 (0.80)
11	การเปลี่ยนวิศวกร	2.93 (0.88)	3.33 (0.82)	2.93 (0.96)	3.07 (0.89)
12	งานก่อสร้างมีความยากด้านเทคนิค	2.93 (0.59)	3.73 (0.70)	3.47 (0.64)	3.38 (0.72)
13	การเปลี่ยนแบบก่อสร้างไม่ชัดเจน	3.53 (0.92)	3.40 (0.51)	3.53 (0.74)	3.49 (0.73)
14	ความผิดพลาดในแบบก่อสร้างไม่ชัดเจน	3.73 (0.59)	3.80 (0.86)	3.93 (0.59)	3.82 (0.68)
15	งานก่อสร้างใช้เทคโนโลยีขั้นสูง	3.13 (0.64)	3.80 (0.78)	3.40 (0.91)	3.44 (0.81)
16	การขาดแคลนวัสดุ	3.40 (0.83)	3.80 (0.68)	3.80 (0.77)	3.67 (0.77)
17	การขนส่งวัสดุล่าช้ากว่ากำหนด	3.20 (0.68)	3.73 (0.70)	3.27 (0.80)	3.40 (0.75)
18	การเกิดเงินเพื่อไม่กักว่าที่คาดการณ์ไว้	3.33 (0.90)	3.53 (0.64)	3.27 (0.70)	3.38 (0.75)
19	สภาพภูมิอากาศ	2.93 (0.96)	3.73 (0.88)	3.13 (0.91)	3.27 (0.96)
20	การประสานงานกับหน่วยงานรัฐ	3.13 (0.74)	3.73 (0.80)	3.40 (0.63)	3.42 (0.7)
	ค่าเฉลี่ยสูงสุด	4.00	4.00	4.07	3.98
	ค่าเฉลี่ยต่ำสุด	2.60	3.20	2.93	3.07
	ค่าเฉลี่ยรวม	3.34	3.64	3.56	3.52
	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	0.42	0.20	0.31	0.25

- ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อค่าก่อสร้างมากที่สุดสำหรับความเห็นรวมทั้งหมดคือ ผู้ประมาณราคาด้วยความรู้ความเข้าใจในขั้นตอนการก่อสร้าง ( $\bar{X} = 3.98$ , S.D. = 0.69)

- ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อค่าก่อสร้างน้อยที่สุด คือ การปรับเปลี่ยนวิศวกร ( $\bar{X} = 3.07$ , S.D. = 0.89)

ค่าความเที่ยง  $\alpha$  ของเครื่องมือ(แบบสอบถาม) ตามสมการที่ 3 สำหรับค่าตอบ 20 ข้อที่ได้จากผู้ตอบ 45 คน คำนวณได้  $\alpha = 0.95$  แสดงว่าเครื่องมือมีความเที่ยงดีเพราไก่ลักษณะกับ 1.0

## 5. บทสรุป

กลุ่มตัวอย่าง 45 คนนี้ เห็นว่าปัจจัยต่าง ๆ ทั้ง 20 ปัจจัยมีผลกระทบต่อการเพิ่มค่าใช้จ่ายของงานก่อสร้าง ในระดับค่าคะแนนเฉลี่ย 3.07 ถึง 3.98 ซึ่งตรงกับระดับปานกลางถึงมาก และปัจจัยที่มีผลกระทบมากที่สุด คือ ผู้ประมาณราคาด้วยความรู้ความเข้าใจในขั้นตอนการก่อสร้าง ( $\bar{X} = 3.98$ , S.D. = 0.69) ส่วนปัจจัยที่มีผลกระทบต่อค่าก่อสร้างน้อยที่สุด คือ การปรับเปลี่ยนวิศวกร ( $\bar{X} = 3.07$ , S.D. = 0.89)

## 6. เอกสารอ้างอิง

- [1] สิทธิ ตั้งกิจวารชัย “การบริหารงานก่อสร้าง” 2524
- [2] วิสูตร จิระคำกิจ “การจัดการงานก่อสร้าง” สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรังสิต 2547
- [3] พนน พยัคฆ์ “การบริหารงานก่อสร้าง” สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น) พิมพ์ครั้งที่ 16 พ.ศ. 2542
- [4] สันติ ชินนาวุฒิวงศ์ “วิศวกรรมก่อสร้างและการจัดการ” มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ พิมพ์ครั้งที่ 2 พ.ศ. 2549
- [5] วิศิษฐ์ ประทุมสุวรรณ “เทคนิคการก่อสร้างและบริหาร” สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ 2533
- [6] แสง ดาวน์ “การประมาณราคางานก่อสร้าง” ท. การพิมพ์ พิมพ์ครั้งที่ 2 พ.ศ. 2539
- [7] ปริญญา ศุภครรชี “กลยุทธ์การวิเคราะห์ราคางานก่อสร้าง” ส. เอเชียเพรส (1989) จำกัด พ.ศ. 2545
- [8] วิวัฒน์ แสงเทียน มนูญ นิจโกก วิจูรษ์ เจียสกุล “การจัดการงานก่อสร้าง” นานาชาติ 2527
- [9] สุวิมล ติรภานันท์ “การใช้สถิติในการวิจัยทางสังคมศาสตร์: แนวทางสู่การปฏิบัติ” โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย พิมพ์ครั้งที่ 2 พ.ศ. 2549
- [10] นลลิตา บุญวนาก “สถิติเพื่อการวิจัยและตัดสินใจ” โรงพิมพ์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย พิมพ์ครั้งที่ 6 พ.ศ. 2548
- [11] บุญชุม ศรีสะอด “การวิจัยเบื้องต้น” พิมพ์ครั้งที่ 7, พ.ศ. 2545

## อิทธิพลของปริมาณเส้นใยต่ออัตราการซึมผ่านของน้ำในดินเหนียวลพบุรี The effect of fiber contents on the permeability rate of Lopburi-clay

พนา จันทร์ศิริ<sup>1</sup> และ ทวีชัย กาฬสินธุ์<sup>2</sup>

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี  
นักศึกษาปริญญาโท<sup>1</sup> ผู้ช่วยศาสตราจารย์<sup>2</sup> ภาควิชาครุศาสตร์ ไฮชาน

Corresponding email: [pana2554@windowslive.com](mailto:pana2554@windowslive.com)

### บทคัดย่อ

โครงการนี้ศึกษาพฤติกรรมของดินเหนียวลพบุรีผสมเส้นใยโพลิพิโพรีลีน โดยผลการศึกษาจะเป็นประโยชน์ต่อการเพิ่มเสถียรภาพของกันดินเหนียวอ่อนในช่วงฤดูฝน ส่วนวิธีการดำเนินงานวิจัยนี้ จะศึกษาคุณสมบัติเชิงวิศวกรรม กำลังรับแรงเฉือน และอัตราการซึมผ่านของน้ำในดินเหนียวผสมเส้นใย โดยเส้นใยที่ศึกษาในงานวิจัยนี้จะมีอัตราส่วนผสมร้อยละ 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 และ 1 ของน้ำหนักดินแห้ง จากผลการศึกษาพบว่า กำลังในการรับแรงอัดและแรงเฉือนของดินเหนียวลพบุรีจะรับกำลังได้นากที่สุดเมื่อผสมกับปริมาณเส้นใยร้อยละ 0.4 และเมื่อนำมาพิจารณาดัชนี  $C_c$  และ  $C_s$  ของดินเหนียวลพบุรีผสมเส้นใยพบว่า จะมีค่ามากขึ้นเมื่อปริมาณเส้นใยมากกว่าร้อยละ 0.4 ซึ่งเป็นผลให้เกิดการอุบัติมากขึ้น ในส่วนของอัตราการซึมผ่านของน้ำในดินเหนียวผสมเส้นใย จะมีค่าคงที่เมื่อปริมาณเส้นใยอยู่ในช่วงร้อยละ 0-0.4 แต่จะลดลงเมื่อปริมาณเส้นใยมากกว่าร้อยละ 0.4 ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า ปริมาณเส้นใยมีอิทธิพลต่อการพัฒนากำลังของดินเหนียวเมื่อการเพิ่มปริมาณเส้นใยทำให้ความหนาแน่นของดินแห้งสูงสุดเพิ่มขึ้น

**คำสำคัญ:** ดินเหนียวผสมเส้นใย การปรับปรุงคุณภาพดิน อัตราการซึมผ่านของน้ำในดิน

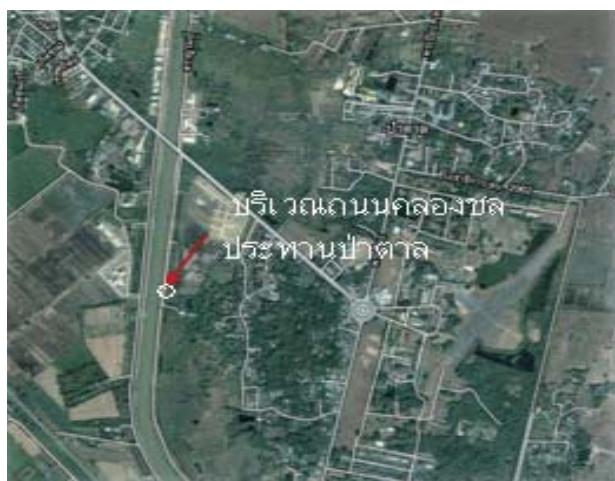
### Abstract

This research project is to study the behaviour of clay in Lopburi province mixed with polypropylene fiber. The advantage of this study is to increase the stability of soft-clay embankments during raining season. The research methodology was to study of engineering properties, the strength of fiber clay and the permeability rate of fiber clay. Also the fiber contents 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 and 1% of the mass of dry soil were mixed with the clay and that was investigated in this study. The result of this study was found that the compressive and shear strength of Lopburi-clay mixed with fiber 0.4% is the highest. The compression index ( $C_c$ ) and the swell index ( $C_s$ ) increase when the fiber content is higher than 0.4%. This might be a cause of an increase of the higher settlement. In the part of an permeability coefficient of fiber clay, it is steadily when the fiber content is in between 0% and 0.4% but the permeability rate increases when the fiber content is higher than 0.4%. Thus it can be summarized that the fiber content influences on the strength development of the clay when the increase of fiber content caused the increase of maximum dry density.

**Keyword:** Fiber-Clay, Soil Improvement, The permeability rate of soil.

## 1. บทนำ

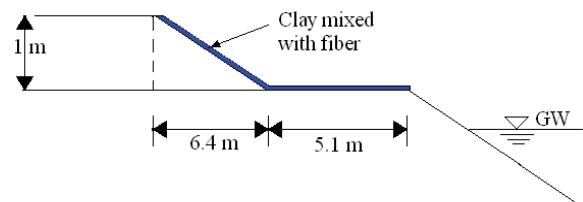
ถนนเป็นปัจจัยพื้นฐานที่สำคัญของการพัฒนาระบบเศรษฐกิจ และสังคมของประเทศไทย ในช่วงเดือนตุลาคม ถึง พฤศจิกายน พ.ศ. 2554 ได้เกิดอุทกภัยในประเทศไทย โดยเฉพาะภาคกลางตอนบน ในจังหวัดพบรูรี ได้รับอิทธิพลจากอุทกภัยดังกล่าว และต้องเสียงบประมาณเป็นจำนวนมากในการบูรณะซ่อมแซมถนนหลังน้ำท่วมทุกปี โดยเฉพาะทางหลวงหมายเลข 3016 ป่าตາล – ป่าหวาย จะมีระดับน้ำโดยเฉลี่ยสูงกว่าระดับถนนประมาณ 50-90 ซม ดังแสดงบริเวณดังกล่าว ได้แก่ในภาพที่ 1 ลักษณะการพังของถนนส่วนใหญ่จะเริ่มจากบริเวณคันทางซึ่งอาจเกิดจากการกัดเซาะของน้ำ แล้วทำให้ความสามารถในการรับแรงเฉือนและแรงอัดของดินลดลง โดยลักษณะของการพังจะมีลักษณะเป็นรอยแยกตามแนวยาวระหว่างคันทางและผิวน้ำ แนวคิดของโครงงานวิจัยนี้ ต้องการศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้เส้นใยพสมกับดินเหนียวเพื่อเพิ่มเสถียรภาพของคันทางโดยทำการบดอัดพิวน้ำของคันดินดังภาพที่ 2 ซึ่งเมื่อบดดินเหนียวพสมเส้นใยแล้ว จะทำให้การซึมผ่านของน้ำในคันดินลดลง และเพิ่มกำลังรับแรงเฉือนของดินให้มากขึ้น



ภาพที่ 1: แสดงตำแหน่งที่ทำการศึกษา บริเวณ ถนนคลอง คลองป่าตາล จังหวัดพบรูรี

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยเพื่อศึกษาพฤติกรรมการของดินเหนียวพบรูรีพสมเส้นใย และเพื่อกำหนดปริมาณน้ำ ปริมาณ

เส้นใยที่ใช้ในการบดอัดพิวน้ำ ร่วมทั้งศึกษาอัตราการซึมผ่านของน้ำในดินก่อนและหลังพสมเส้นใย



ภาพที่ 2: ลักษณะการบดอัดพิวน้ำคันทางพสมเส้นใยเพื่อลดการซึมผ่านของน้ำในดิน

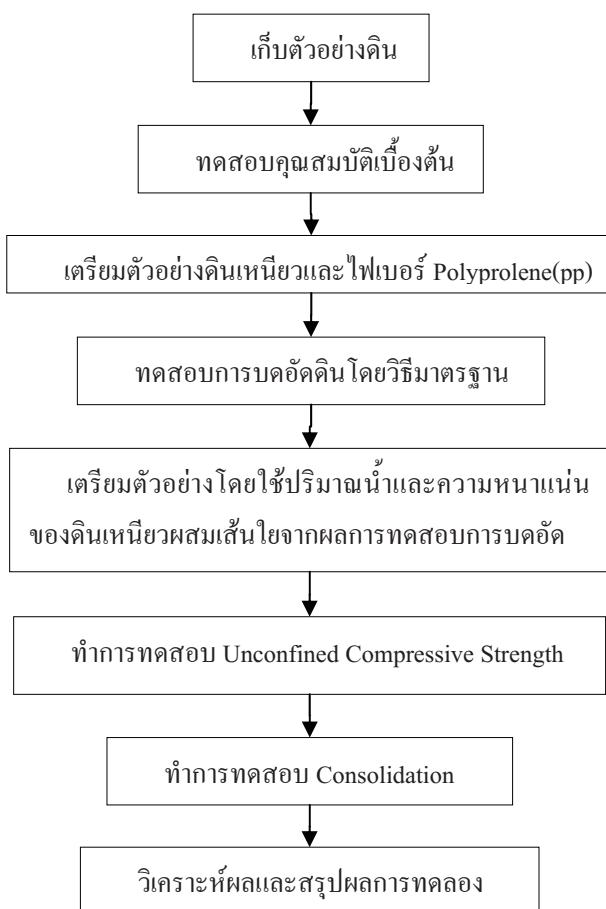
## 2. พฤติกรรมของดินเหนียวปรับปรุงด้วยเส้นใย

จากการศึกษาการปรับปรุงคุณภาพดินเหนียวพบรูรีด้วยเส้นใยเริ่มมีบทบาทที่สำคัญในปัจจุบัน โดยจะมีประโยชน์ในการออกแบบและสร้างคันทางให้มีความคงทนของถนนลดการพังทลายของพื้นทางจราจร ปัจจุบันมีผู้วิจัยหลายท่านได้ทำการศึกษาเพื่อพัฒนาการปรับปรุงคุณภาพของดินด้วยเส้นใย พบว่าการนำปริมาณเส้นใยมาผสมกับดินเหนียวจะช่วยเพิ่มเส้นใยในดินให้ความหนาแน่นแห้งสูงสุดของดินหลังบดอัดมีค่าเพิ่มขึ้น ส่วนปริมาณน้ำ OMC% จะลดลงเล็กน้อย โดย พฤติกรรมดังกล่าวจะเกิดขึ้นเมื่อปริมาณน้ำที่ใช้ในการบดอัดน้อยกว่าปริมาณน้ำ OMC% [3,4]

Furumoto et al [1] ได้ศึกษาแนวทางในการป้องกันดินด้วยการพังทลายช่วงดูดฟัน โดยได้เสนอแนวทางในการนำเส้นใยมาใช้การปรับปรุงคุณภาพของดิน และศึกษาอัตราการซึมผ่านของน้ำในดิน จากการศึกษาพบว่า การนำเส้นใยมาผสมกับดินเหนียวจะช่วยเพิ่มเสถียรภาพของดินเหนียวในช่วงดูดฟัน ได้เป็นอย่างดี ในส่วนของการทดสอบในห้องปฏิบัติการ Sein และ Lok [2] ได้ศึกษารูปแบบและทิศทางในการวางแผนเส้นทางตามแนวยาวและแนวขวาง ซึ่งจากผลการศึกษาพบว่า การวางแผนเส้นทางต้องจำกัดแนวแรงเฉือนโดยตรงจะรับแรงได้น้อยที่สุด

โครงงานนี้จะศึกษาถึงพฤติกรรมการรับแรงเฉือนแกนเดียว และการยุบตัวคายน้ำของดินเหนียวพสมเส้นใย โดยจากการทดสอบการยุบตัวคายน้ำจะนำมาคำนวณหาอัตราการซึมผ่านของน้ำในดินเหนียวพสมเส้นใย

ทดสอบการยุบตัวคายน้ำจะนำมาคำนวณหาอัตราการซึมผ่านของน้ำในดินเหนียวพสมเส้นใย



ภาพที่ 3: ขั้นตอนการทดสอบให้ห้องปฏิบัติการ

### 3. ขั้นตอนการทดสอบในห้องปฏิบัติการ

ดินเหนี่ยวที่ทำการศึกษาในโครงการนี้จึงถูกเก็บจากคันทาง ทางหลวงหมายเลข 3016 ป่าตala เรียบคลอง ชลประทานป่าตala อ.เมือง จ.ลพบุรี ตัวอย่างดินเหนี่ยวดังกล่าวจะทดสอบกับเส้นใยโพลิโพลีน (PP) ในอัตราส่วนผสมร้อยละ 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 และ 1 โดยที่ยกกับน้ำหนักของดินแห้ง ก่อนบดอัดโดยวิธีมาตรฐาน (ASTM D 1140-54) เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่าง ความหนาแน่นสูงสุดของดินเหนี่ยวแห้ง ทดสอบกับปริมาณน้ำที่ใช้ในการบดอัด (OMC%) จากความสัมพันธ์ดังกล่าวนี้ ปริมาณน้ำ และความหนาแน่นของดินเหนี่ยวพสมส์นัย จะถูกนำไปใช้ในการเตรียมตัวอย่างเพื่อทดสอบ Unconfined Compressive Strength (ASTM D 2166-91) และทดสอบ Consolidation test (ASTM D2435-68) เพื่อทดสอบหากำลัง และอัตราการซึมผ่านของน้ำในดินเหนี่ยว

พสมส์นัย โดยลำดับขั้นตอนการทดสอบสามารถแสดงได้ดังภาพที่ 3

### 4. ผลการทดสอบคุณสมบัติเดินเหนี่ยวพสมส์นัย

#### 4.1 คุณสมบัติเบื้องต้นของดินเหนี่ยว

ผลการทดสอบคุณสมบัติเชิงวิศวกรรมของดินเหนี่ยวพสมส์นัย ได้ดังตารางที่ 1 โดยลักษณะของดินเหนี่ยวบริเวณที่ศึกษาในจังหวัดลพบุรี จะเป็นชนิด CH ตามระบบการจำแนกของ Unified soil Classification System

ตารางที่ 1: คุณสมบัติเบื้องต้นของดินเหนี่ยว

	ผลการทดสอบ
Soil Type	CH
Liquid Limit(%)	74.10
Plastic Limit(%)	35.64
Plasticity Index(%)	38.46
Gs	2.65

#### 4.2 คุณสมบัติและชนิดของเส้นใยที่ใช้

ชนิดของเส้นใยที่ใช้ทดสอบกับดินคือ โพลิโพลีน ซึ่งมีลักษณะดังภาพที่ 4 ความยาว 20 มม ส่วนความถ่วงจำเพาะของเส้นใยเท่ากับ 0.90 โดยลักษณะของการทดสอบเส้นใยกับดินเหนี่ยว และเส้นใยมีความยาวคลาดกัน

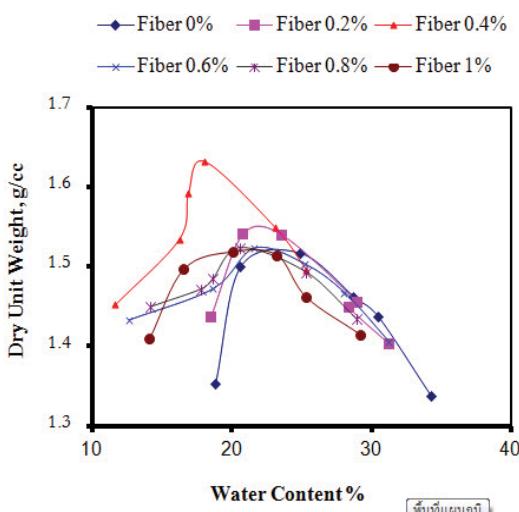


ภาพที่ 4: ลักษณะของเส้นใยที่ใช้ในการศึกษา

#### 4.3 คุณสมบัติของดินเหนี่ยวพสมเส้นใย

##### 4.3.1 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำและความหนาแน่นของดินเหนี่ยวพสมเส้นใย

จากผลการทดสอบคัดโดยวิธีมาตรฐาน สามารถแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำและความหนาแน่นได้ดังภาพที่ 5 จากผลการศึกษาการทดสอบสมเส้นใยไฟเบอร์เพิ่มขึ้นความหนาแน่นของดินเหนี่ยวแห้งพสมเส้นใย จะมีค่าเพิ่มขึ้น โดยความสัมพันธ์ดังกล่าว จะสามารถแสดงได้ดังภาพที่ 6 ซึ่งจะเห็นได้ว่า อัตราการเพิ่มของความหนาแน่นสูงสุดของดินเหนี่ยวพสมเส้นใย จะลดลงโดยเฉลี่ย ร้อยละ 0.8 เมื่อปริมาณเส้นใยเพิ่มขึ้นร้อยละ 1 และในส่วนของปริมาณน้ำ OMC% ของดินเหนี่ยวพสมเส้นใย มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เมื่อปริมาณเส้นใยมีมากขึ้น โดยเฉลี่ยอัตราการลดของปริมาณน้ำ OMC% เท่ากับ 17 เมื่อทดสอบปริมาณเส้นใยร้อยละ 1 ดังแสดงดัง ภาพที่ 7

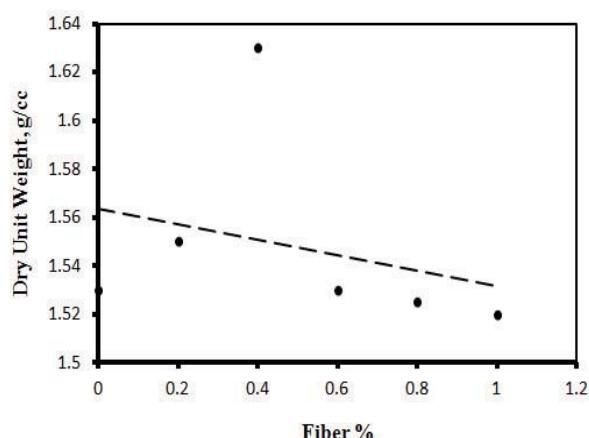


ภาพที่ 5: ความสัมพันธ์ระหว่าง Dry Unit Weight กับ Water Content ของดินเหนี่ยวพสมเส้นใยไฟเบอร์

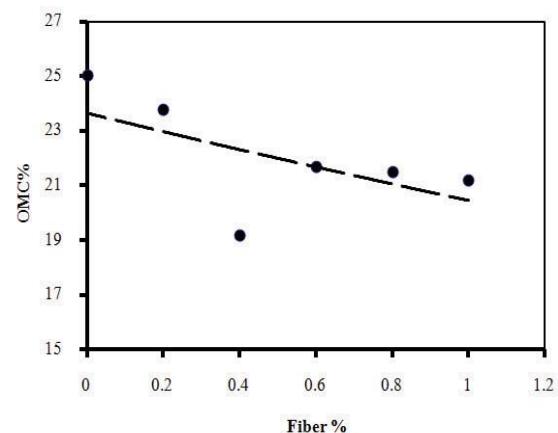
##### 4.3.2 ความสัมพันธ์ระหว่าง UCS กับปริมาณเส้นใย

จากผลการทดสอบการทดสอบคัดที่ผ่านมา ซึ่งจะทราบเพียงความหนาแน่น และปริมาณน้ำที่ใช้ในการทดสอบ และเตรียมตัวอย่างเท่านั้น ในส่วนนี้จะทดสอบกำลังรับแรงอัดปราศจากแรงดันด้านข้างของตัวอย่าง (UCS) เพื่อทราบถึงกำลังรับ

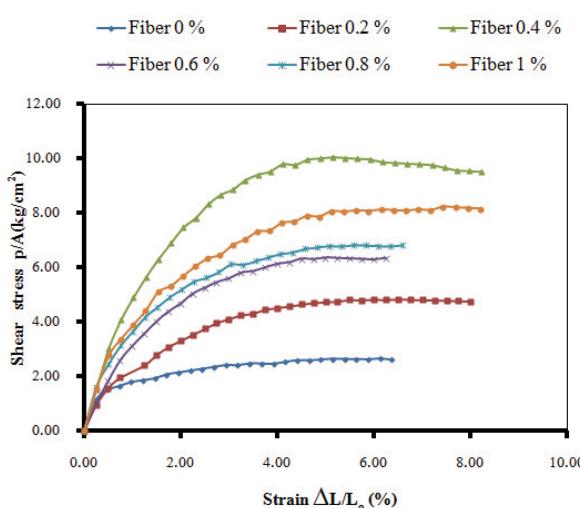
แรงอัดแกนเดียว ของดินเหนี่ยวพสมเส้นใยหลังทดสอบ ผลการทดสอบสามารถแสดงได้ดังภาพที่ 8 โดยการพัฒนากำลัง UCS จะมีมากขึ้นเมื่อปริมาณเส้นใยที่ใช้ทดสอบกับดินเหนี่ยวมีปริมาณมากขึ้น ซึ่งปริมาณเส้นใยร้อยละ 0.4 จะมีกำลัง UCS มากที่สุดเท่ากับ 10.1 ksc แต่เมื่อทดสอบเส้นใยมากกว่าร้อยละ 0.4 จะทำให้กำลัง UCS ของดินเหนี่ยวที่ปรับปรุงด้วยเส้นใยลดลง



ภาพที่ 6: ความสัมพันธ์ระหว่าง Maximum Dry Unit Weight กับปริมาณเส้นใย



ภาพที่ 7: ความสัมพันธ์ระหว่าง ปริมาณน้ำ OMC% กับปริมาณเส้นใย



ภาพที่ 8: ความสัมพันธ์ระหว่าง Shear stress กับ Strain ของดินเหนี่ยวพสมสเนี่ยไฟเบอร์

#### 4.3.3 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการยุบตัวของดินเหนี่ยวพสมสเนี่ย

จากการทดสอบการยุบตัวของดินเหนี่ยวไม่พสมสเนี่ย มีการยุบตัวของดินมากกว่า ดินเหนี่ยวพสมสเนี่ย โดยถ้า ปริมาณเส้นใยที่ใช้พสมมีมากขึ้น ในภาพที่ 9 แสดง ความสัมพันธ์ระหว่าง อัตราซึ่งว่างของดินกับความเค็น แนวตั้ง ซึ่งแสดงให้เห็นว่าถ้าปริมาณเส้นใยที่มาก ระยะเวลาในการสิ้นสุดการทรุดตัวช่วงแรกเนื่องจากการระบายน้ำ จะใช้เวลาที่นานมากขึ้น ดังภาพที่ 10 ซึ่งจะแสดงให้เห็นว่าถ้า ปริมาณเส้นไม้มากกว่า 0.4% ระยะเวลาในการสิ้นสุดการยุบตัว ช่วงแรก ( $t_{100}$ ) จะใช้เวลาที่นานขึ้น และจากการทดสอบการ ยุบตัวของดินเหนี่ยวพสมสเนี่ยไฟเบอร์ เมื่อเพิ่มปริมาณ เส้นใยในดินเหนี่ยว เส้นใยที่พสมในมวลดินจะช่วยลดการ ทรุดตัวของดินเหนี่ยว ส่วนดัชนีแรงกด ( $C_v$ ) และดัชนีการคืน ตัว ( $C_s$ ) กับปริมาณเส้นใยที่ใช้พสมสามารถแสดงได้ดังภาพที่ 11 ซึ่งจากการศึกษาพบว่า ถ้าปริมาณเส้นไม้มากกว่า ร้อยละ 0.4 ดัชนีแรงกด และดัชนีการคืนตัวจะเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัด ซึ่งดัชนีดังกล่าวจะมีผลต่อการเพิ่มอัตราการยุบตัวและการคืน ตัวของดินเหนี่ยวพสมสเนี่ย

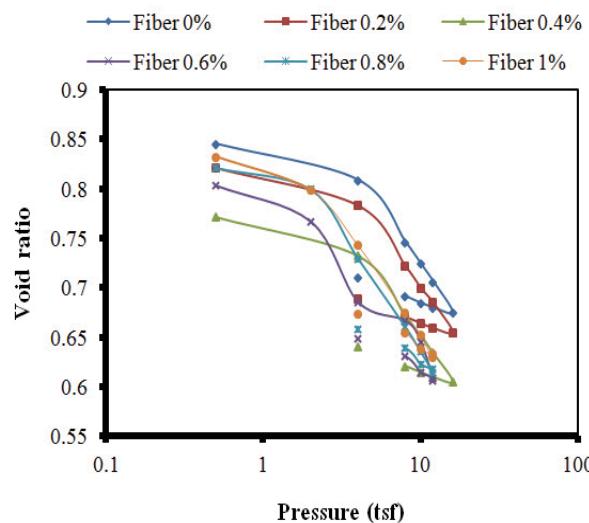
#### 4.3.4 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการซึมผ่านของน้ำใน ดินเหนี่ยวพสมสเนี่ย

จากการทดสอบการยุบตัวของดินเหนี่ยวพสมสเนี่ย สามารถประยุกต์ใช้เพื่อกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างอัตรา การซึมผ่านของน้ำในดินดังสมการที่ 1 โดยทิศทางของการซึม ผ่านของน้ำจะมีทิศทางเดียวกัน ทางแนวตั้ง

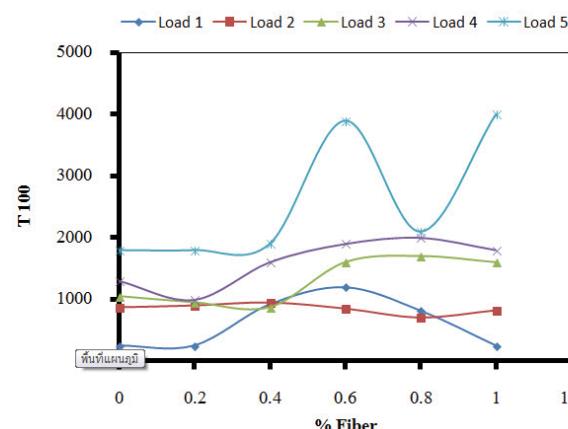
$$k = C_v m_v \gamma_w \quad (1)$$

$$\text{เมื่อ } m_v = \frac{\Delta e}{\Delta \sigma (1 + e_{av})}$$

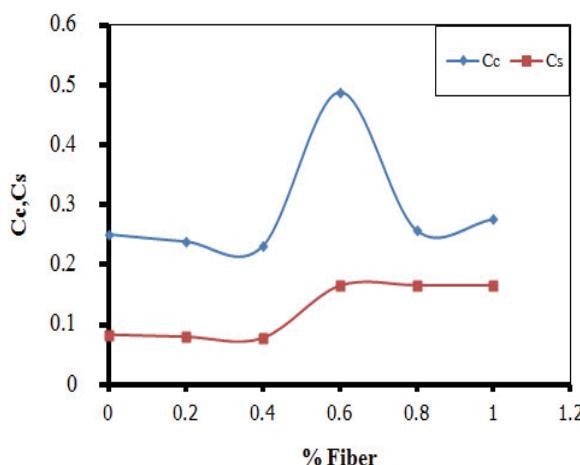
เมื่อนำอัตราการซึมผ่านของน้ำในดิน ( $k$ ) โดยเฉลี่ย จะพบว่าในถ้ามีการเพิ่ม ปริมาณเส้นใยไม้เกินร้อยละ 0.2-0.4 อัตราการซึมผ่านของน้ำในดินค่อนข้างจะคงที่ และจะมีอัตรา การซึมผ่านของน้ำในดินมากขึ้นเมื่อปริมาณเส้นไม้มากกว่า ร้อยละ 0.6 ดังแสดงในภาพที่ 12



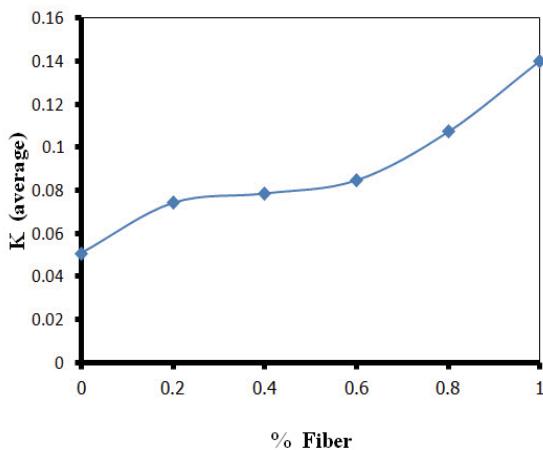
ภาพที่ 9: ความสัมพันธ์ระหว่าง อัตราซึ่งว่างของดิน กับความเค็น แนวตั้ง



ภาพที่ 10: ระยะเวลาสิ้นสุดการยุบตัวช่วงแรก และปริมาณเส้นใย



ภาพที่ 11: ความสัมพันธ์  $C_c$  และ  $C_s$  กับปริมาณเส้นใย



ภาพที่ 12: ความสัมพันธ์ระหว่าง  $k_v$  และ ปริมาณเส้นใย

## 5. สรุป

ดินเหนียวที่ใช้ในการศึกษาเป็นดินเหนียวที่นำมาจากกันทางในเขตคลองชลประทานป่าตາล ทางหลวงหมายเลข 3016 ป่าตາล - ป่าหวาย อำเภอเมือง จังหวัดพนบุรี จากผลการวิจัยสามารถสรุปผลได้ดังนี้

5.1 ปริมาณเส้นใยมีอิทธิพลต่อการพัฒนากำลังของดินเหนียวเมื่อการเพิ่มปริมาณเส้นใยทำให้ความหนาแน่นของดินแห้งสูงสุดเพิ่มขึ้น แต่เมื่อผสมปริมาณเส้นใยที่มากขึ้นแล้วทำให้ความหนาแน่นของดินแห้งสูงสุดลดลง จะส่งผลให้กำลังของดินเหนียวผสมเส้นใยลดลงด้วย

5.2 ค่าการรับกำลัง UCS มีการการพัฒนาสูงขึ้นเมื่อเพิ่มปริมาณเส้นใยมากขึ้น และการพัฒนากำลัง UCS มากที่สุดเมื่อผสมกับเส้นใยร้อยละ 0.4 ของน้ำหนักดินเหนียว

5.3 ค่าการยุบตัวคายนำขึ้นของดินเหนียวผสมเส้นใยไฟเบอร์มีการยุบตัวช้าลง เมื่อปริมาณของเส้นใยที่ใช้ผสมดินเหนียวไม่เกินร้อยละ 0.4

5.4 อัตราการซึมผ่านของน้ำในดินเหนียวผสมเส้นใยจะมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มปริมาณเส้นใย โดยเฉพาะเมื่อปริมาณเส้นใยที่ใช้ผสมกับดินเหนียวมีค่ามากกว่าร้อยละ 0.4 โดยมีผลดีทั้ง

เอกสารอ้างอิง

- [1] K. Furumoto, H. MiKi, N. Tsuneoka and T. Obata, "Model test on the piping resistance of short fibre reinforced soil and its application to river levee", Geosynthetics- 7<sup>th</sup> ICG, 2002.
- [2] Y. H. Sein and T. M. H. Lok, "Study of Mechanical Behavior of Fiber Reinforced Soil with Modified Direct Shear Apparatus", Department of Civil and Environmental Engineering, University of Macau, 2009
- [3] M. F. Attom and A. K. Al-Tamimi, "Effects of Polypropylene Fibers on the Shear Strength of Sandy Soil", International Journal of Geosciences, 2010, pp. 44-50
- [4] K. V. Maheshwari. "Performance of Fiber Reinforced", EJGE, Vol 16, 2011, pp 1067-1082.

## การเพิ่มความทนทานของวัสดุมวลเบาเพื่อใช้เป็นผนังประหยัดพลังงาน Increase durability of the light weight Materials and run into energy Conservation wall

พิชัยุตม์ จารุสบัมรง โรจนะ (Pichayut jarusbomrungroj)

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

b\_pichayut@yahoo.com

### บทคัดย่อ

การเพิ่มความทนทานของวัสดุมวลเบาเพื่อใช้เป็นผนังประหยัดพลังงาน เนื่องจากวัสดุมวลเบามีคุณสมบัติเป็นอนุรักษ์ความร้อนซึ่งหมายความว่าจะนำมาประยุกต์ใช้เป็นผนังประหยัดพลังงาน งานวิจัยนี้ได้ทำการทดสอบกำลังรับแรงอัดของวัสดุมวลเบาในสภาพปกติ หลังจากการเผาไฟที่อุณหภูมิ 500 และ 1,000 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 45 นาที โดยใช้วัสดุมวลเบาที่มีขายในท้องตลาด นอกจากนี้ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบการขัดสีผิว โดยการนำสีชูปเปอร์ชิลเดอร์เซลล์ฟลีน โภคคัลเลอร์เฟลกซ์ และปูนกลางมาทำการเคลือบผิวน้ำมวลเบา นำไปแข็งน้ำสารละลายโซเดียมคลอไรด์ 5, 10 และ 15 เมอร์เซ็นต์ แล้วจึงนำมาทดสอบการขัดสีผิวโดยใช้เวลา 1.5 นาที

จากการทดสอบพบว่ากำลังรับแรงอัดของวัสดุมวลเบา เมื่อทำการเผาไฟที่อุณหภูมิ 500 และ 1,000 องศาเซลเซียส มีกำลังรับกำลังอัดลดลงร้อยละ 19 และ 31 ตามลำดับเมื่อเปรียบเทียบสภาพปกติกับการทดสอบวัสดุเพื่อเพิ่มความทนทานของวัสดุมวลเบา โดยเทียบกับสภาพปกติ ก.) เคลือบด้วยสีชูปเปอร์ชิลเดอร์ ข.) เคลือบด้วยเซลล์ฟลีน โภคคัลเลอร์เฟลกซ์ และ ค.) เคลือบด้วยปูนกลางมวลเบา โดยการแข็งน้ำสารละลายโซเดียมคลอไรด์ร้อยละ 5 เกิดความลึกรอยจะเท่ากับ 92, 86 และ 83 เมอร์เซ็นต์ตามลำดับ แข็งน้ำสารละลายโซเดียมคลอไรด์ 10 เมอร์เซ็นต์ เกิดความลึกรอยจะเท่ากับ 93, 87 และ 83 เมอร์เซ็นต์ตามลำดับ แข็งน้ำสารละลายโซเดียมคลอไรด์ 15 เมอร์เซ็นต์ เกิดความลึกรอยจะเท่ากับ 94, 87 และ 82 เมอร์เซ็นต์ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับสภาพปกติ แสดงให้เห็นว่าวัสดุมวลเบาที่เคลือบด้วยปูนกลางมีความทนทานการขัดสีผิวได้มากสุด และด้านทุนต้านมีเมื่อเปรียบเทียบกับเซลล์ฟลีน โภคคัลเลอร์เฟลกซ์ และสีชูปเปอร์ชิลเดอร์

คำสำคัญ: ความทนทาน, วัสดุมวลเบา, ผนังประหยัดพลังงาน

### Abstract

*To Increase the durability of the light weight materials and run into energy conservation wall due to a thermal insulation properties so the light weight material has been used as an energy conservation wall. This investigation has examine the compressive strength of the material by burning it at 500 and 1000 Celsius for 45 minutes using a commercially availed material out of this we had examine by using Super Shield, Shell Flint Coat Color flex and plaster glazed the light weight material then soak it in a 5,10 and 15% sodium chlorine before polish its surface for 1.5 minute.*



*The test results showed that the compressive strength of material after being burn at 500 and 1000 Celsius decreased 19 and 31 present compare on Super Shield, Shell Flint Coat Color flex and plaster soaked in 5% sodium chlorine makes a hole deep 92, 86 and 83%. 10% sodium chlorine makes a hole deep 93,87 and 83%. 15% sodium chlorine makes a hole deep 94,87 and 82%.*

*This shows that the a light weight material glazed with plaster is more durable and cheaper.*

**Keyword:** durable, light weight material ,energy conservation wall.

## 1. บทนำ

คอนกรีตเป็นวัสดุก่อสร้างมีการใช้งานอย่างกว้างขวางในงานก่อสร้าง เนื่องจากคอนกรีตเป็นวัสดุที่สามารถนำมาทำการก่อสร้างให้มีรูปร่างและขนาดตามต้องการได้ง่าย สามารถควบคุมคุณสมบัติทางกำลังและความทนทานให้ได้ตามต้องการ[5] นอกจากนี้คอนกรีตยังสามารถนำมาประยุกต์ใช้งานต่างๆ เช่น ทำคอนกรีตให้ได้น้ำหนักเบา เป็นผลทำให้สามารถลดขนาดของโครงสร้างช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายในงานก่อสร้างและยังสามารถเป็นผนังกันความร้อนเพื่อใช้ในการประหยัดพลังงาน ข้อเสียของคอนกรีตมวลเบา คือ รับน้ำหนักและมีความต้านทานความทนทานน้อยกว่าคอนกรีตปกติ [1]

งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาการเพิ่มความทนทานของวัสดุมวลเบาเพื่อใช้เป็นผนังประหยัดพลังงาน โดยพิจารณาความสามารถในการต้านทานแรงบิด ความทนทานต่อการขัดสี และความทนไฟ ภายใต้น้ำหนักบรรทุกในสภาพภาวะปกติกัน

## 2. วัสดุประสงค์

### 2.1 ศึกษาคุณสมบัติความต้านทานแรงบิด

ตามมาตรฐาน (ASTM C 133-97 Test for Cold Crushing Strength and Modulus of Rupture of Refractory Brick and Shapes) [9] หาค่าความต้านทานรับแรงบิดของวัสดุมวลเบาในสภาพภาวะปกติ

### 2.2 ศึกษาคุณสมบัติความทนทานการขัดสีผิว

ตามมาตรฐาน (ASTM C 944-99 Standard Test Method for Concrete or Mortar Surface by Rotating Cuter) [10] หาค่าความต้านทานรับแรงขัดสีและผิวของวัสดุมวลเบาโดยวิธีการหมุนเจาะระหว่างอยู่ในสภาพภาวะปกติ และทำการเคลือบผิว

### 2.3 ศึกษาคุณสมบัติความทนไฟภายใต้น้ำหนักบรรทุก

#### ที่อุณหภูมิสูง

ตามมาตรฐาน (ASTM C 16-03 Load Testing Refractory Brick at High Temperature) [8] หาค่าความทนไฟภายใต้น้ำหนักบรรทุกที่อุณหภูมิของวัสดุทุกไฟ ในสภาพภาวะปกติ

## 3. ขอบเขตการดำเนินงาน

ทำการเลือกวัสดุที่จะนำมาเคลือบผิวเพื่อเพิ่มความทนทาน และเป็นผนังประทัดพังงาน โดยการหาวัสดุประเภทพลาสติกประทัดเทอร์โมเซตติ้งคอมปาวด์ทำการเคลือบผิววัสดุมวลเบา มีขั้นตอนของการดำเนินงานสามารถสรุปได้ดังนี้ คือ

3.1 จัดเตรียมตัวอย่างที่ได้ทำการตัดขนาด  $20 \times 30 \times 7.5$  เซนติเมตร จำนวน 9 ตัวอย่าง มาทำการทดสอบความต้านทานแรงบิดเมื่อเย็นตามมาตรฐาน ASTM C 133-97 [9] และทดสอบความทนไฟที่อุณหภูมิตามมาตรฐาน ASTM C 16-03 [8]

3.2 ทำการเคลือบผิwtัวอย่างที่ได้ทำการตัดขนาด  $20 \times 30 \times 7.5$  เซนติเมตร จำนวน 48 ตัวอย่าง มาทำการเคลือบด้วยวัสดุประทัดพลาสติก ประทัดเทอร์โมเซตติ้ง คอมปาวด์ แล้วทำการทดสอบความทนทานการขัดสีตามมาตรฐาน ASTM C 944-99 [10]

3.3 สรุปผลการทดลองตามที่ได้กล่าวข้างต้น แล้วทำการเปรียบเทียบข้อดี ข้อเสีย และค่าใช้จ่ายของแต่ละวิธี

## 4. วิธีการดำเนินงาน

การทดสอบความทนทานการขัดสีผิว ความต้านทานแรงบิด และความทนไฟภายใต้น้ำหนักบรรทุกอุณหภูมิสูง โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อเพิ่มความทนทานวัสดุมวลเบา โดยนำวัสดุพลาสติก ประทัดเทอร์โมเซตติ้งคอมปาวด์ มาเคลือบผิว มีรายละเอียดการทดสอบดังต่อไปนี้

#### 4.1 การทดสอบการรับแรงบีบด้วย

การทดสอบความด้านทานแรงบีบตาม ASTM C 133-97 Test for Cold Crushing Strength and Modulus of Rupture of Refractory Brick and Shapes [9] ในแนวเดียว โดยการถ่ายน้ำหนักบรรทุกลงบนชิ้นงาน

ความร้อนที่อุณหภูมิ (°C)	กำลังรับแรงบีบ (ksc)	เบรียบเทียบกำลังรับแรงบีบ (%)	ผลต่างของกำลังรับแรงบีบเปรียบเทียบ (%)
30	26	100	-
500	21	81	-19
1,000	18	69	-31

#### 4.2 การทดสอบความทนทานการขัดสี

การทดสอบความทนทานการขัดสีผิวโดยวิธีหมุนเจาะ (ASTM C 944-99 Standard Test Method for Abrasion Resistance of Concrete or Mortar Surface by Rotating Cutting Method) [10] โดยการถ่ายน้ำหนักบรรทุกลงบนชิ้นงานผ่าน Rotating Cutting ที่ติดตั้งตรงปลายสว่านในแนวเดียว ทำการทดสอบเบรียบเทียบความทนทานของวัสดุที่นำมาทำการเคลือบผิวแต่ละชนิด

#### 4.3 การทดสอบความทนไฟภายใต้น้ำหนักบรรทุกที่อุณหภูมิสูง

ตาม ASTM C 16-03 Load Testing Refractory Brick at High Temperature [8] โดยการนำชิ้นงานไปผ่านเตาเผาที่อุณหภูมิ 500 และ 1,000 องศาเซลเซียส ปล่อยให้เย็นลง และนำมาทดสอบหากลังรับแรงอัด

#### 4.4 วัสดุเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบ

##### 4.4.1 วัสดุมวลเบา

##### 4.4.2 วัสดุที่ใช้เคลือบผิว

##### 4.4.3 เครื่องทดสอบกำลังอัดของคอนกรีต

##### 4.4.4 เครื่องทดสอบความด้านทานการขัดสีผิว

##### 4.4.5 เครื่องทดสอบความทนไฟภายใต้น้ำหนักบรรทุกที่อุณหภูมิสูง

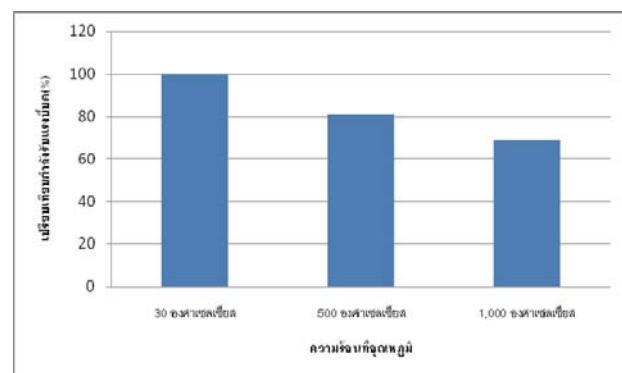
##### 4.4.6 วัสดุอุปกรณ์ตามมาตรฐาน ASTM

### 5. ผลการวิจัย

ผลการทดสอบความด้านทานแรงบีบของวัสดุมวลเบา ในสภาพปกติ และการทดสอบความทนไฟภายใต้น้ำหนักบรรทุกที่ 30, 500 และ 1,000 องศาเซลเซียส ที่เวลา 45 นาที

#### 5.1 ผลการทดสอบความด้านทานแรงบีบ

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบความด้านทานแรงบีบด้วยวัสดุมวลเบา และการทดสอบความทนไฟภายใต้น้ำหนักบรรทุกที่อุณหภูมิสูงที่เวลา 45 นาที



ภาพที่ 1 : เบรียบเทียบกำลังรับแรงบีบกับความร้อนที่อุณหภูมิ

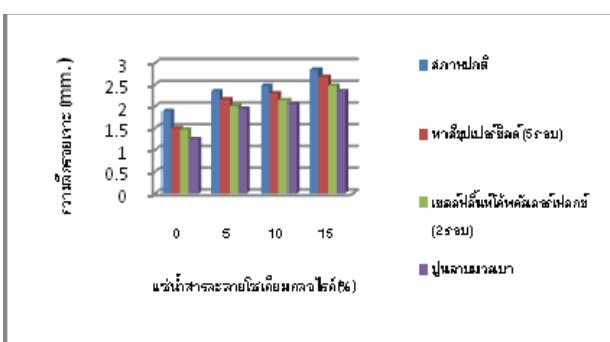
#### 5.2 ผลการทดสอบการต้านทานขัดสีผิว

ผลการทดสอบความด้านทานขัดสีผิวของวัสดุที่นำมาเคลือบผิววัสดุมวลเบา สภาพปกติ ทำสีชุบเปลอร์ชิลล์ 5 รอบ เชลล์ฟลินท์โล้ทัลเลอร์เฟลกซ์ 2 รอบ และปูน calcium มวลเบา โดยการแซ่ในน้ำสารละลายโซเดียมคลอไรด์ ที่ความเข้มข้น 0, 5, 10 และ 15 เปอร์เซ็นต์ เป็นการศึกษาถึงการเปลี่ยนแปลงของวัสดุมวลเบาเมื่อยูนิฟิคภาวะแวดล้อมที่ต่างกัน

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบการขัดสีผิวของวัสดุเคลือบผิวสีสกุนวล  
เบา ที่เวลา 1.5 นาที

วัสดุเคลือบผิว	สภาพปกติ	ทาสีชุบเปอร์ชิลด์ (5 รอบ)	เซลล์ฟลินท์ โค้ทคัลเลอร์ เฟลกซ์ (2 รอบ)	ปูนฉาบมวลเบา
แข็งน้ำสารละลายน้ำยาโซเดียมคลอไรด์ (%)	ความลึกรอยจะ (mm.)			
0	1.90	1.50	1.47	1.25
5	2.35	2.16	2.01	1.95
10	2.48	2.30	2.15	2.05
15	2.85	2.68	2.48	2.35

จากตารางที่ 2 จะเห็นได้ว่าความด้านทานการขัดสีผิวได้ความลึกของการขัดสีผิวของมวลเบาสภาพปกติ หลังทำการแข็งน้ำสารละลายน้ำยาโซเดียมคลอไรด์ที่ความเข้มข้น 0 , 5 , 10 และ 15 เปอร์เซ็นต์ มีความลึกรอยจะเท่ากับ 1.90 , 2.35, 2.48 และ 2.85 mm. ตามลำดับ ชิ้นงานที่เคลือบผิวทาสีชุบเปอร์ชิลด์ 5 รอบ มีความลึกรอยจะเท่ากับ 1.50 , 2.16 , 2.30 และ 2.68 mm. ตามลำดับ ชิ้นงานที่เคลือบผิวทาเซลล์ฟลินท์ โค้ทคัลเลอร์ เฟลกซ์ มีความลึกรอยจะเท่ากับ 1.47 , 2.01 , 2.15 และ 2.48 mm. ตามลำดับ ชิ้นงานที่เคลือบผิวปูนฉาบมวลเบา มีความลึกรอยจะเท่ากับ 1.25 , 1.95 , 2.05 และ 2.35 mm. ตามลำดับ



ภาพที่ 2 : เปรียบเทียบความลึกรอยจะเมื่อแข็งน้ำสารละลายน้ำยาโซเดียมคลอไรด์ (%)

ตารางที่ 3 ผลการทดสอบการขัดสีผิวของวัสดุเคลือบผิวสีสกุนวล  
เบา

วัสดุเคลือบผิว	ผลต่างของการขัดสี				
	สภาพปกติ	ทาสีชุบเปอร์ชิลด์ (5 รอบ)	เซลล์ฟลินท์ โค้ทคัลเลอร์ เฟลกซ์ (2 รอบ)	ปูนฉาบมวลเบา	
แข็งน้ำสารละลายน้ำยาโซเดียมคลอไรด์ (%)	เปรียบเทียบความลึกรอยจะ (%)				
0	100	79	77	66	
5	100	92	86	83	
10	100	93	87	83	
15	100	94	87	82	

จากตารางที่ 3 จะเห็นได้ว่าความด้านทานการขัดสีผิวได้ความลึกของการขัดสีผิวของมวลเบาสภาพปกติ หลังทำการแข็งน้ำสารละลายน้ำยาโซเดียมคลอไรด์เข้มข้น 0 , 5 , 10 และ 15% มีความลึกรอยจะเท่ากับ 100 เปอร์เซ็นต์ ชิ้นงานที่เคลือบผิวทาสีชุบเปอร์ชิลด์ 5 รอบ มีความลึกรอยจะเท่ากับ 79, 92, 93 และ 94 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ชิ้นงานที่เคลือบผิวทาเซลล์ฟลินท์ โค้ทคัลเลอร์ เฟลกซ์ 2 รอบ มีความลึกรอยจะเท่ากับ 77, 86, 87 และ 87 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ตัวอย่างที่เคลือบผิวปูนฉาบมวลเบา มีความลึกรอยจะเท่ากับ 66, 83, 83 และ 82 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

แสดงให้เห็นว่า วัสดุมวลเบาเมื่อนำมาเคลือบผิวด้วยสีชุบเปอร์ชิลด์ 5 รอบ เซลล์ฟลินท์ โค้ทคัลเลอร์ เฟลกซ์ 2 รอบ และปูนฉาบมวลเบา จะช่วยป้องกันผิวของวัสดุมวลเบาจากการกัดกร่อนและการถูกทำลาย

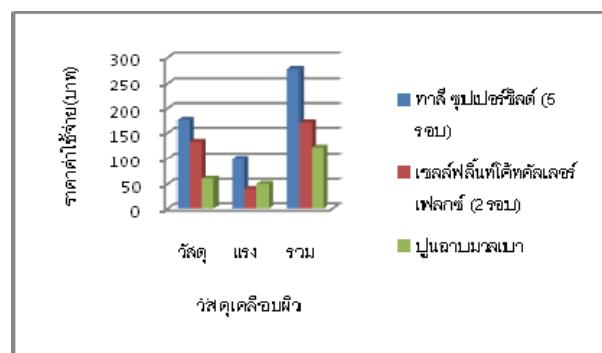
### 5.3 การเปรียบเทียบต้นทุนค่าใช้จ่าย

การเปรียบเทียบต้นทุนการเคลือบผิวสีสกุนวลเบา โดยการทาสีชุบเปอร์ชิลด์ 5 รอบ เซลล์ฟลินท์ โค้ทคัลเลอร์ เฟลกซ์ 2 รอบ และปูนฉาบมวลเบา พร้อมนำมาเปรียบเทียบต้นทุนค่าใช้จ่ายของวัสดุแต่ละชนิด

ตารางที่ 4 ต้นทุนการเคลื่อนผิววัสดุมวลเบาแต่ละชนิด

วัสดุเคลื่อนผิว	ราคาค่าใช้จ่าย(บาท)		
	วัสดุ	แรง	รวม
ทาสีชูปเปอร์ชิลด์ (5 รอบ)	178	100	278
เซลล์ฟลินท์โค้ทคัลเลอร์เฟลกซ์ (2 รอบ)	133	40	173
ปูนพยายามมวลเบา	60	50	122

จากตารางที่ 4 จะเห็นได้ว่าต้นทุนการเคลื่อนผิววัสดุมวลเบาด้วยการทาสีชูปเปอร์ชิลด์ 5 รอบ เซลล์ฟลินท์โค้ทคัลเลอร์เฟลกซ์ 2 รอบ และปูนพยายามมวลเบาเท่ากับ 278, 173 และ 110 บาท แสดงให้เห็นว่า ต้นทุนการเคลื่อนผิววัสดุมวลเบานั้นจะขึ้นอยู่กับต้นทุนวัสดุ และแรงงานที่นำมาใช้งาน



ภาพที่ 3 : เปรียบเทียบความลึกรอยจะเมื่อแร่สารละลายโซเดียมคลอไรด์

#### 5.4 การเปรียบเทียบข้อดี – ข้อเสีย

การเปรียบเทียบข้อดี – ข้อเสีย การเคลื่อนผิววัสดุมวลเบาโดยการทาสีชูปเปอร์ชิลด์ 5 รอบ ทาเซลล์ฟลินท์โค้ทคัลเลอร์เฟลกซ์ 2 รอบ และปูนพยายามมวลเบา พร้อมนำมาเปรียบเทียบข้อดี – ข้อเสียของวัสดุแต่ละชนิดดังนี้

ตารางที่ 5 เปรียบเทียบข้อดี - ข้อเสียการเคลื่อนผิววัสดุมวลเบาแต่ละชนิด

วัสดุเคลื่อนผิว	เปรียบเทียบ	
	ข้อดี	ข้อเสีย
ทาสีชูปเปอร์ชิลด์ (5 รอบ)	- ขึ้นตอนการดำเนินงานไม่ยุ่งยาก - น้ำหนักของโครงสร้างอาคารลดลง	- ทนทานการขัดสีได้ต่ำ
เซลล์ฟลินท์โค้ทคัลเลอร์เฟลกซ์ (2 รอบ)	- ขึ้นตอนการดำเนินงานไม่ยุ่งยาก - น้ำหนักของโครงสร้างอาคารลดลง	- ต้นทุนค่าวัสดุและค่าแรงสูงขึ้น
ปูนพยายามมวลเบา	- ทนทานการขัดสีได้สูง - ต้นทุนค่าวัสดุและค่าแรงต่ำลง	- ขั้นตอนการดำเนินงานยุ่งยาก - น้ำหนักของโครงสร้างอาคารเพิ่มขึ้น

จากตารางที่ 5 จะเห็นได้ว่าการทาสีชูปเปอร์ชิลด์ 5 รอบ และทาเซลล์ฟลินท์โค้ทคัลเลอร์เฟลกซ์ 2 รอบ มีข้อดีคือ ขั้นตอนการดำเนินงานไม่ยุ่งยาก และน้ำหนักโครงสร้างอาคารลดลง ข้อเสียคือ ทนทานการขัดสีได้ต่ำ และต้นทุนค่าวัสดุและค่าแรงสูงขึ้น สำหรับปูนพยายามมวลเบา มีข้อดีคือ ทนทานการขัดสีได้สูง และต้นทุนค่าวัสดุและค่าแรงต่ำลง ข้อเสียคือ ขั้นตอนการดำเนินงานยุ่งยาก และน้ำหนักโครงสร้างอาคารเพิ่มขึ้น

## 6. สรุปผล

กำลังรับแรงอัดของวัสดุมวลเบา สามารถรับแรงบีบด้านในสภาวะปกติและทำการเผาไฟที่อุณหภูมิ 500 และ 1,000 องศาเซลเซียส มีกำลังรับแรงอัดลดลงเท่ากับ 19 และ 31 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อเทียบกับวัสดุมวลเบาในสภาพปกติ แสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิเพิ่มขึ้น ส่งผลทำให้การรับกำลังของวัสดุมวลเบาต่ำลง ความต้านทานการขัดสีผิวของวัสดุที่นำมาเคลื่อนผิววัสดุมวลเบาหลังทำการแร่สารละลายโซเดียมคลอไรด์ที่เพิ่มขึ้น 0, 5, 10 และ 15 เปอร์เซ็นต์ ที่สภาพปกติความลึกของรอยจะเมื่อ 1.90, 2.35, 2.48 และ 2.85 มิลลิเมตร ตามลำดับ เซลล์ฟลินท์โค้ทคัลเลอร์เฟลกซ์ 2 รอบ ความลึกของรอยจะเมื่อ 1.47, 2.01, 2.15 และ 2.48 มิลลิเมตร ตามลำดับ ปูนพยายามมวลเบา ความลึกของรอยจะเมื่อ 1.25,



1.95 , 2.05 และ 2.35 มิลลิเมตร ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่า การเคลื่อนผิววัสดุมวลเบาจะช่วยป้องกันการกัดกร่อน และการถูกทำลายได้ดียิ่งขึ้น

ต้นทุนการเคลื่อนผิววัสดุมวลเบาด้วยการทำสีชุปเปอร์ชิลเดอร์ 5 รอบ และทาเคลล์ฟลีนท์โคทกัลเลอร์เฟลกซ์ 2 รอบ และปูนชามมวลเบาเท่ากับ 278 , 173 และ 110 บาท ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่า ต้นทุนการเคลื่อนผิววัสดุมวลเบานั้นจะขึ้นอยู่กับราคาวัสดุ และค่าแรงงานที่นำมาใช้ปฏิบัติงาน

ปูนชามมวลเบา มีข้อดี คือความต้านทานการขัดสีผิวได้มากสุด และมีต้นทุนต่ำ ข้อเสีย ขึ้นตอนการดำเนินงานยุ่งยาก และนำหนัก โครงสร้างเพิ่มขึ้น การทำสีชุปเปอร์ชิลเดอร์ 5 รอบ และทาเคลล์ฟลีนท์โคทกัลเลอร์เฟลกซ์ 2 รอบ มีข้อดีคือ ขึ้นตอนการดำเนินงานไม่ยุ่งยาก และนำหนักโครงสร้างอาคารลดลง ข้อเสียคือ ทนทานการขัดสีได้ต่ำ ต้นทุนค่าวัสดุและค่าแรงสูงขึ้น

## 7. เอกสารอ้างอิง

- [1] กระทรวงอุตสาหกรรม, 2528. วิธีทดสอบวัสดุทุกชนิด. “มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม นกอ. 558” เล่ม 5 : หน้า 1-8.
- [2] กระทรวงอุตสาหกรรม, 2528. ความต้านทานแรงบีบเมื่อเย็น.
- [3] กระทรวงอุตสาหกรรม, 2528. โภชนาลักษณะเครื่อง. “มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม นกอ. 558” เล่ม 7 : หน้า 1-5.
- [4] พงศ์พัน วรสุนทรอสส, 2521. “วัสดุก่อสร้าง”. กรุงเทพมหานคร : บริษัทชีเอ็คชูเคชั่น.
- [5] พิจพ สุนทรสมัย, 2543. “วัสดุวิศวกรรมการก่อสร้าง”. กรุงเทพมหานคร : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี(ไทย-ญี่ปุ่น).
- [6] A.M. Neville and J.J. Brooks, 1987. “Concrete Technology”. Longman Scientific and Technical.
- [7] Mehta Madam, 1997. “The Principle of Building Construction”. N.P. Prentice Hall.
- [8] American Society for Testing and Materials.(2008). “Standard Test Method for Load Testing Refractory Shapes at High Temperatures”. ASTM C 16-03 Annual Book of ASTM Standards. Vol.15.01,32-34.
- [9] American Society for Testing and Materials.(2008). “Standard Test Method for Cold Crushing Strength and Modulus of Rupture of Refractories”. ASTM C 133-97 Annual Book of ASTM Standards. Vol.15.01, 266-268.
- [10] American Society for Testing and Materials.(2008). “Standard Test Method for Abrasion Resistance of Concrete or Mortar Surfaces by the ROTATING-cutter Method”. ASTM C 944-99 Annual Book of ASTM Standards. Vol.04.02,642-644.

## การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการจัดการน้ำเสียจากครัวเรือน

## กรณีศึกษา ชุมชนบ้านปากคลองมะขามເฒ່າ อำเภอวัดสิงห์ จังหวัดชัยนาท

**The Study of Factors affecting the management of household waste water  
: a Case Study of Baan Pak Khlong Makham Thao Community,  
Wat Sing District, Chainat Province.**

รามศ นีสำลี

นักศึกษาปริญญาโท ภาควิชาครุศาสตร์โยธา  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

Ontour\_67@hotmail.com

## บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการจัดการน้ำเสียของแต่ละครัวเรือนและศึกษาพฤติกรรมการจัดการน้ำเสียจากครัวเรือนของชุมชนบ้านปากคลองมะขามເฒ່າ อำเภอวัดสิงห์ จังหวัดชัยนาท ผลการวิจัยพบว่าพฤติกรรมการใช้น้ำของประชาชนส่วนใหญ่มีการจัดการน้ำเสียที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมต่างๆ ในครัวเรือน โดยการระบายน้ำลงผิวดิน และแหล่งน้ำธรรมชาติโดยตรงเป็นส่วนใหญ่ ปัจจัยหลักเป็นเพราะบางส่วนมีบ้านเรือนอยู่ติดกันแหล่งน้ำธรรมชาติมากกว่าท่อระบายน้ำสาธารณะ และยังไม่มีการจัดสร้างท่อระบายน้ำสาธารณะให้เพียงพอต่อชุมชน อีกทั้งประชาชนส่วนใหญ่ยังไม่ตระหนักรถึงความสำคัญของการจัดการน้ำเสียที่ดี ซึ่งผลจากการวิจัยในครั้งนี้จะเป็นข้อมูลพื้นฐานสำคัญที่จะนำไปใช้เป็นแนวทางในการวางแผนร่วมกับภาครัฐและภาคเอกชน เพื่อปรับปรุงแก้ไขปัญหาด้านการจัดการน้ำเสียจากครัวเรือนให้เหมาะสม และมีประสิทธิภาพ อันจะนำมาซึ่งคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้นของประชาชนในชุมชนบ้านปากคลองมะขามເฒ່າในอนาคตต่อไป

**คำสำคัญ:** ปัจจัยที่มีผลต่อการจัดการน้ำเสีย, ครัวเรือน**Abstract**

*This research aims to study the factors that influence the management of household waste water and waste water management study of the household of Baan Pak Khlong Makham Thao Community, Wat Sing District, Chainat Province. The results show that the behavior of the water and waste water management, mainly arising from the activities. Hold down the drain surface. And water is the most direct. Because some of the houses adjacent to bodies of water and public sewer. And some have not held a public sewer to meet the community, et.. And most people do not realize the importance of good water management. The results of this research it is important to apply the guidelines to be developed in conjunction with public and private sectors. To improve the management of household waste properly. And effective. This will lead to a better quality of life of people in the Baan Pak Khlong Makham Thao Community in the future.*

**Keyword:** Factors that affect water management , Household



## 1. บทนำ

## 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ชุมชนบ้านปากคลองมะขามເຜົ່າ ຕຳບລະມະຫາມເຜົ່າ ອຳເກອວ  
ວັດສຶກທີ່ ຈັງຫວັດຂໍ້ານາທ ຕັ້ງອູ້ໃນບໍລິເວນກາເກີນອືດຕອນລ່າງ  
ມີອານຸເບີຕົດຕື່ອກັບ ຈັງຫວັດອຸທິຍານີ ແລະອຳເກອມີອັນ ຈັງຫວັດ  
ຂໍ້ານາທ ເປັນຫຼຸມທີ່ອູ້ຮົມຝຶ່ງແມ່ນໜ້າທ່າເຈີນ ແລະແມ່ນໜ້າເຈົ້າພະຍາ  
ສກາພນ້ານເຮືອນສ່ວນໃຫຍ່ປຸງປຸງສ້າງອູ້ຕົດກັບແມ່ນໜ້າທັ້ງ  
ສອງສາຍ [1] ມີຈຳນວນປະຊາກທັ້ງໝົດ ៥៥ໜ ດົກ ແກ່ເປັນຫຍາ  
៥៥ໜ ດົກ ແລັງ ៥៥ໜ ດົກ ຮັວມທັ້ງໝົດ ៥៥ໜ ກວ່າເຮືອນ  
ເປັນຫຼຸມທີ່ມີບ້ານເຮືອນອາສີຍອູ້ຍ່າງຫາແນ່ນ ມີແນວໂນັ້ນໃນ  
ການຂາຍຕ້ວອຍຢ່າງຮວດເຮົວ ເນື່ອຈາກມີເສັ້ນທາງການເດີນທາງສາຍ  
ຫລັກຂອງປະຊາກໃນພື້ນທີ່ ແລະ ໄກສີເຄີຍ ອີກທີ່ຍັງມີວັດປາກ  
ຄະລອນມະຫາມເຜົ່າ ຜົ່ງເປັນແລ່ງທ່ອງທີ່ຍົວທີ່ສຳຄັງຂອງຈັງຫວັດ  
ຂໍ້ານາທອູ້ໃນພື້ນທີ່ຫຼຸມ ຈຶ່ງມີນັກທ່ອງທີ່ຍົວທັ້ງ ໃນແລະ  
ຕ່າງຈັງຫວັດເດີນທາງມາທ່ອງທີ່ຍົວເປັນຈຳນວນມາກ ສ່າງພດໃຫ້  
ຈຳນວນຮ້ານຄ້າແລະຮ້ານອາຫານຕ່າງໆ ມີຈຳນວນເພີ່ມເຂົ້ນຕາມນາ  
ເພື່ອຮອງຮັບນັກທ່ອງທີ່ຍົວດັກລ່າງ

วิถีชีวิตของคนในชุมชนบ้านปากคลองมะขามเฝ่า มีความผูกพันกับสายน้ำมายาวนาน โดยแม่น้ำเป็นที่แหล่งอาหาร แหล่งประกอบอาชีพ และเป็นแหล่งน้ำสำหรับการอุปโภคบริโภคในครัวเรือน [2] ซึ่งคนเราใช้น้ำในการอุปโภคบริโภคเฉลี่ยแล้วประมาณคนละ 120 – 200 ลิตร ต่อคน ต่อวัน โดยน้ำที่ถูกนำมาใช้ในการอุปโภคและบริโภคเหล่านั้น เมื่อใช้แล้วก็จะถูกปล่อยทิ้งออกสู่แหล่งน้ำธรรมชาติอีกครึ่ง ประมาณ 80 – 150 ลิตร ต่อคน ต่อวัน ทำให้แหล่งน้ำธรรมชาติต้องรองรับน้ำเสียจากแหล่งต่างๆ เพิ่มมากขึ้น ซึ่งระบบหมุนเวียนดังกล่าวก่อให้เกิดปัญหาตามมา โดยน้ำเสียที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมต่างๆ ในชุมชนฯ เหล่านี้ ส่วนใหญ่ยังไม่ได้รับการบำบัดก่อนระบายน้ำลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติทำให้คุณภาพน้ำในแหล่งน้ำเสื่อมโกร穆ลง อาจจะเนื่องมาจากการไม่รู้ และการไม่ตระหนักรถึงความสำคัญของปัญหาที่จะเกิดขึ้นตามมาหรืออาจเป็นเพราะปัจจัยอื่นๆ

จากสภาวะสิ่งแวดล้อมในปัจจุบันดังที่กล่าวมา ก่อให้เกิดปัญหาเกี่ยวกับการจัดการน้ำเสียของครัวเรือนในชุมชนบ้านปากคลองมะขามเตี้ย ดังนั้น อาจศึกษาไปจัยที่มีผลต่อการ

จากการนำเสียจากครัวเรือนในชุมชนฯ จึงมีความสำคัญต่อชุมชนและพื้นที่ใกล้เคียงเป็นอย่างมาก โดยผลกระทบจากการวิจัยในครั้งนี้จะช่วยให้เราทราบถึงปัจจัยที่มีผลต่อการจัดการนำเสียทราบถึง พฤติกรรมการใช้น้ำ ของแต่ละครัวเรือนในชุมชน และทราบถึงปัญหาอุปสรรคของครัวเรือนที่ไม่มีการบำบัดน้ำเสียก่อนปล่อยลงสู่แหล่งน้ำ ซึ่งจะเป็นข้อมูลพื้นฐานสำคัญที่จะนำไปใช้เป็นแนวทางในการวางแผนเพื่อปรับปรุงแก้ไขปัญหาด้านการจัดการนำเสียจากครัวเรือนให้มีประสิทธิภาพและเหมาะสมกับชุมชนในอนาคตต่อไป

## 1.2 นิยามคำศัพท์ที่ใช้ในการวิจัย

ปัจจัยที่มีผลต่อการจัดการน้ำเสีย หมายถึง ตั้งต่างๆ ที่มีผลต่อการระบายน้ำเสียที่เกิดจากกิจกรรมต่างๆ ในครัวเรือน ได้แก่ สภาพทั่วไปของชุมชน พฤติกรรมและความรู้ความเข้าใจของประชาชนในชุมชน

ครัวเรือน หมายถึง การอยู่อาศัยและการทำกิจกรรมร่วมกันของบุคคลภายในครอบครัวที่อยู่ในพื้นที่ชุมชนบ้านปากคลองมะขามเฒ่า จำนวนพื้นที่หมู่ 135 ครัวเรือน

## 2. ຖរមវីតែំកែឱវខែង

## 2.1 แนวคิดที่เกี่ยวกับปัญหามลพิษทางน้ำหรือน้ำเสียและ การนำขับด้วย

[3] ศักดิ์สิทธิ์ ตรีเดช (2539) ได้อธิบายความหมายของคำว่า เสียไว้ว่า หมายถึง นำทิ้งที่เกิดจากการใช้น้ำในกิจกรรมต่างๆ ซึ่งทำให้น้ำนั้นสกปรกมากขึ้น ได้แก่ นำที่ใช้ภายในอาคาร บ้านเรือน เพื่อการชำระล้างร่างกาย การประกอบอาหาร ฯลฯ การใช้น้ำในอุตสาหกรรม รวมไปถึงนำเสียจากการทำการเกษตร และอื่นๆ นำเสียจะมีส่วนประกอบทั้งที่เป็นสารอินทรีย์ และสารอนินทรีย์ ซึ่งอยู่กับลักษณะของการใช้น้ำ นั้นๆ

สำหรับในการวิจัยครั้งนี้ เป็นการศึกษาเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อการจัดการน้ำเสียของครัวเรือน ผู้วิจัยจึงขอกล่าวถึงคุณสมบัติและลักษณะของน้ำเสียจากชุมชน (domestic wastewater characteristic) โดยจะเน้นที่น้ำเสียในระดับครัวเรือน ดังนี้

### 2.1.1 น้ำเสียจากครัวเรือน

น้ำเสียจากครัวเรือน มีคุณลักษณะและปริมาณที่แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับขนาดของครัวเรือน และลักษณะของกิจกรรมการใช้น้ำของแต่ละครัวเรือน น้ำเสียจากครัวเรือนนั้นจะมีสิ่งสกปรก ประปนอยู่เป็นจำนวนมาก ซึ่งจะประกอบไปด้วยสิ่งสกปรกที่อยู่ในรูปของสารอินทรีย์ และสารอนินทรีย์ ทั้งที่เป็นของแข็งและสารละลาย

### 2.1.2 การระบายน้ำเสียจากครัวเรือนหรือที่พักอาศัย

[4] สุดใจ จำปา (2531) ได้อธิบายไว้ว่า น้ำเสียจากครัวเรือน หรือที่พักอาศัยนี้ สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ น้ำฝน และน้ำจากการซักล้าง ซึ่งน้ำทั้งสองชนิดนี้ยังมีปริมาณและคุณสมบัติที่แตกต่างกันด้วย และการระบายน้ำเสียจากครัวเรือนจะใช้วิธีใดนั้น ขึ้นต้องพิจารณาถึงหลักการรวบรวม และระบายน้ำเสียของชุมชนที่มีอยู่ในขณะนั้น ว่าชุมชนใช้หลักการรวบรวมและระบายน้ำเสียแบบใด

หลักการระบายน้ำเสียจากครัวเรือนหรือที่พักอาศัย แยกได้เป็น 2 แบบ คือ

1. การระบายน้ำฝน หลักการระบายน้ำฝนนั้นควรให้เป็นไปอย่างรวดเร็ว และไม่ให้พากครวค หิน ดินทรายต่างๆ ตกตะกอนอยู่ในท่อระบายน้ำ ขนาดของท่อที่ใช้ระบายน้ำฝน ทึ้ง โดยทั่วไปควรใช้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 15 เซนติเมตร ในความยาวของเส้นท่อ 10 เมตร เพื่อป้องกันการตกตะกอน และช่วยไม่ให้น้ำไหลแรงจนเกินไป เพื่อป้องกันเส้นท่อเกิดความเสียหายได้ ในกรณีของน้ำฝนนี้ ถ้าไม่มีท่อระบายนของชุมชนมารองรับ ก็สามารถที่จะปล่อยทิ้งลงสู่แหล่งน้ำ ได้เป็นอย่างมาก ถ้าปล่อยน้ำทิ้งลงสู่แหล่งน้ำโดยไม่มีการนำบัดก่อน

2. การระบายน้ำซักล้าง น้ำจากการซักล้างในครัวเรือนนั้น มีทั้งสารอินทรีย์ และสารอนินทรีย์ เป็นองค์ประกอบในปริมาณที่สูง ซึ่งสามารถทำให้เกิดมลภาวะต่อแหล่งน้ำ ได้เป็นอย่างมาก ถ้าปล่อยน้ำทิ้งลงสู่แหล่งน้ำโดยไม่มีการนำบัดก่อน

### 3. วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเพื่อการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการจัดการน้ำเสียจากครัวเรือน ในชุมชนบ้านภาคกลางของประเทศไทยมีวิธีดำเนินการวิจัยดังนี้

### 3.1 ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา

ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษารั้งนี้คือข้อมูลที่เก็บรวบรวมจากประชากรในชุมชนบ้านภาคกลางของประเทศไทย เป็นชุมชนที่มีสภาพพื้นที่อยู่ติดริมฝั่งแม่น้ำท่าจีน และแม่น้ำเจ้าพระยา

### 3.2 ประชากรและกิจกรรมตัวอย่าง

ประชากรในชุมชนบ้านภาคกลางของประเทศไทย เป็น 135 ครัวเรือน และเนื่องจากบ้านเรือนส่วนใหญ่ปูลูกสร้างอยู่ในบริเวณใกล้กัน จึงสามารถเก็บข้อมูลได้จากทุกครัวเรือน โดยผู้ให้ข้อมูลอาจเป็นหัวหน้าครัวเรือนหรือสมาชิกในครัวเรือน

### 3.3 เครื่องมือที่ใช้เก็บรวบรวมข้อมูลและการเก็บรวบรวม

#### ข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมครั้งนี้ เป็นแบบสอบถามแบบปลายปีด โดยการศึกษาจากเอกสาร บทความ งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง นำมาสร้างเป็นแบบสอบถามให้ครอบคลุมกับวัตถุประสงค์ โดยแบบสอบถามประกอบด้วย 5 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ส่วนที่ 2 พฤติกรรมการใช้น้ำของประชาชนในครัวเรือน

ส่วนที่ 3 สภาพทางกายภาพในการจัดการน้ำเสียจากครัวเรือน

ส่วนที่ 4 ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดการน้ำเสียและสุขอนามัย

ส่วนที่ 5 การรับรู้ข่าวสารเกี่ยวกับการจัดการน้ำเสียจากครัวเรือน

### 3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลการสำรวจในครั้งนี้ได้เลือกใช้สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Analysis) ได้แก่ อัตราส่วนร้อยละ (Percentage) ค่าความถี่ (Frequency) ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Arithmetic Mean) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) เพื่อวัดค่าเฉลี่ยและการกระจายของข้อมูล และนำเสนอในรูปตารางพร้อมกับการพรรณนาประกอบ เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการจัดการน้ำเสียจากครัวเรือน ในชุมชนบ้านภาคกลางของประเทศไทย



### 3.5 การประเมินผล

สำหรับพฤติกรรมการใช้คำว่า “น้ำ” ของประชาชนในครัวเรือน และสภาพทางกายภาพในการจัดการน้ำเสียจากครัวเรือน นำผลที่ได้จากแบบสอบถามมาคิดเป็นร้อยละของพฤติกรรมการใช้น้ำ และร้อยละของสภาพทางกายภาพในการจัดการน้ำเสียจากครัวเรือน

สำหรับข้อมูลด้านความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดการน้ำเสีย ได้ให้เกณฑ์ให้คะแนนคือ มีการแปรผลพิจารณาตามเกณฑ์เป็น 3 ระดับ ดังนี้

คะแนนต่ำกว่าร้อยละ 50 มีความรู้ระดับต่ำ

คะแนนตั้งแต่ 51-70 มีความรู้ระดับปานกลาง

คะแนนตั้งแต่ 71-100 มีความรู้ระดับดี

สำหรับข้อมูลด้านการรับรู้ข่าวสารเกี่ยวกับการจัดการน้ำเสียในครัวเรือน แบ่งเกณฑ์ในการวัดระดับคะแนนออกเป็น 3 ระดับ

คะแนนระหว่าง 1.00 – 2.33 ได้รับข้อมูลข่าวสารน้อย

คะแนนระหว่าง 2.34 – 3.66 ได้รับข้อมูลข่าวสารปานกลาง

คะแนนระหว่าง 3.67 – 5.00 ได้รับข้อมูลข่าวสารมาก

## 4. ผลการวิจัย

จากจำนวนครัวเรือนในชุมชนทั้งหมด 135 ครัวเรือน ทำการแยกแบบสอบถามตามทั้งหมด 135 ชุด และสามารถเก็บรวบรวมแบบสอบถามได้จำนวน 126 ชุด คิดเป็นร้อยละ 93.33 ซึ่งได้สรุปเป็นผลของงานวิจัย ประกอบด้วย 5 ส่วนคือ

### 4.1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ผลการตอบแบบสอบถาม ผู้ตอบแบบสอบถาม จำนวน 126 คน พบว่าส่วนใหญ่เป็นเพศชายจำนวน 72 คน คิดเป็นร้อยละ 57.14 และเพศหญิงจำนวน 54 คน คิดเป็นร้อยละ 42.86

อายุ ส่วนใหญ่อยู่ในช่วงอายุ 51 ปีขึ้นไป จำนวน 51 คน คิดเป็นร้อยละ 40.48 รองลงมาอยู่ในช่วงอายุ 41 – 50 ปี จำนวน 34 คน คิดเป็นร้อยละ 26.98 และน้อยสุดช่วงอายุ 20 – 30 ปี จำนวน 15 คน คิดเป็นร้อยละ 11.19

วุฒิการศึกษา ส่วนใหญ่จงการศึกษาระดับประถมศึกษาจำนวน 52 คน คิดเป็นร้อยละ 41.27 รองลงมาจงการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 24 คน คิดเป็นร้อยละ 19.05 และไม่มีผู้จบการศึกษาระดับสูงกว่าปริญญาตรี

สถานภาพในครัวเรือน ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เป็นสมาชิกในครัวเรือนจำนวน 78 คน คิดเป็นร้อยละ 61.90 และเป็นหัวหน้าครัวเรือนจำนวน 48 คน คิดเป็นร้อยละ 38.10

ลักษณะของที่อยู่อาศัย เป็นที่พักอาศัยขนาดเล็ก คือมีสมาชิกในครัวเรือน 3 – 4 คน

อาชีพหลัก ส่วนใหญ่ประกอบอาชีพค้าขาย/ธุรกิจส่วนตัว จำนวน 43 คน คิดเป็นร้อยละ 34.13 รองลงมาอาชีพเกษตรกร/ผู้ใช้แรงงาน จำนวน 28 คน คิดเป็นร้อยละ 22.22 และน้อยที่สุด คืออาชีพนักงานหน่วยงานเอกชน จำนวน 7 คน คิดเป็นร้อยละ 5.56

รายได้ของครัวเรือนต่อเดือน ส่วนใหญ่มีรายได้ 5,000 – 10,000 บาท จำนวน 45 คน คิดเป็นร้อยละ 35.71 รองลงมา มีรายได้ต่ำกว่า 5,000 บาท จำนวน 39 คน คิดเป็นร้อยละ 30.95 และรายได้น้อยที่สุดคือผู้มีรายได้ 20,000 บาทขึ้นไป จำนวน 14 คน คิดเป็นร้อยละ 11.11

### 4.2 พฤติกรรมการใช้น้ำของประชาชนในครัวเรือน

การจัดการน้ำเสียที่เกิดจากห้องน้ำ ส่วนใหญ่ระบายน้ำสู่ผิดนิโภัยตรงจำนวน 55 คน คิดเป็นร้อยละ 43.65 รองลงมา ระบายน้ำสู่แหล่งน้ำโภัยตรงจำนวน 43 คน คิดเป็นร้อยละ 34.13 และระบายน้ำบ่อพักหรือบ่อบำบัดจำนวน 28 คน คิดเป็นร้อยละ 22.22

การจัดการน้ำเสียที่เกิดจากกิจกรรมในห้องครัว ส่วนใหญ่ระบายน้ำสู่แหล่งน้ำโภัยตรงจำนวน 56 คน คิดเป็นร้อยละ 44.44 รองลงมาระบายน้ำสู่ผิดนิโภัยตรงจำนวน 45 คน คิดเป็นร้อยละ 35.71 และระบายน้ำบ่อพักหรือบ่อบำบัดจำนวน 25 คน คิดเป็นร้อยละ 19.84

การจัดการน้ำเสียที่เกิดจากการซักล้างในครัวเรือน ส่วนใหญ่ระบายน้ำสู่แหล่งน้ำโภัยตรงจำนวน 69 คน คิดเป็นร้อยละ 54.76 รองลงมาระบายน้ำสู่ผิดนิโภัยตรงจำนวน 54 คน คิดเป็นร้อยละ 45.24

การจัดการน้ำเสียที่เกิดกิจกรรมการประกอบอาชีพ ส่วนใหญ่ระบายน้ำสู่ผิดนิโภัยตรงจำนวน 74 คน คิดเป็นร้อยละ 58.73 รองลงมาระบายน้ำสู่แหล่งน้ำโภัยตรงจำนวน 35 คน คิดเป็นร้อยละ 27.78 และระบายน้ำบ่อพักหรือบ่อบำบัดจำนวน 17 คน คิดเป็นร้อยละ 13.49

#### 4.3 สภาพทางกายภาพในการจัดการน้ำเสียจากครัวเรือน

ตารางที่ 1 ร้อยละของกลุ่มตัวอย่างจากสภาพทางกายภาพในการจัดการน้ำเสียจากครัวเรือน

สภาพทางกายภาพในการจัดการน้ำเสียจากครัวเรือน	ใช่		ไม่ใช่		รวม
	คน	ร้อยละ	คน	ร้อยละ	
1. ในบริเวณบ้านของท่านมีท่อระบายน้ำสาธารณะ	54	42.86	72	57.14	100
2. ในบ้านของท่านมีการติดตั้งระบบบำบัดน้ำเสีย	24	19.05	102	80.95	100
3. บ้านของท่านอยู่ไกลจากแนวท่อระบายน้ำสาธารณะ	74	58.73	52	41.27	100
4. บ้านของท่านอยู่ใกล้แหล่งน้ำธรรมชาติกาก่อนแนวท่อระบายน้ำสาธารณะ	72	54.14	54	42.86	100
5. ในบ้านของท่านมีงบประมาณสำหรับการติดตั้งระบบบำบัดน้ำเสีย	48	38.10	78	61.69	100

#### 4.4 ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดการน้ำเสีย และสุขอนามัย

ตารางที่ 2 ร้อยละของกลุ่มตัวอย่างเกี่ยวกับความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดการน้ำเสีย และสุขอนามัย

ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดการน้ำเสียจากครัวเรือน	ใช่		ไม่ใช่		รวม	ระดับความรู้ความเข้าใจ		
	คน	ร้อยละ	คน	ร้อยละ		ดี	ปานกลาง	น้อย
1. น้ำเสียจากบ้านเรือน ไม่เหมือนน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม เราสามารถเททิ้งลงสู่แหล่งน้ำได้เลย	23	18.25	103	81.75	100	✓		
2. การทิ้งน้ำเสียโดยไม่มีการจัดการอย่างถูกต้อง ส่งผลต่อสุขลักษณะของประชาชนในชุมชน	120	95.24	6	4.76	100	✓		
3. การลดปริมาณการปล่อยน้ำเสียลงสู่แหล่งน้ำ และผิวน้ำไม่มีส่วนช่วยในการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม	12	9.52	114	90.48	100	✓		
4. การลดหรือหลีกเลี่ยงการใช้สารเคมี ปุ๋ย สารกำจัดศัตรูพืชในกิจกรรมทางเกษตร หรือสารเคมีที่ใช้ในบ้านเรือนเป็นการรักษาสุขลักษณะของประชาชนทางหนึ่ง	124	98.41	2	1.59	100	✓		
5. การทิ้งเศษอาหารลงท่อระบายน้ำ เมื่อท่านล้างจานเป็นการทำให้เกิดน้ำเสียมากขึ้น	115	91.27	11	8.73	100	✓		
6. ท่านคิดว่าการจัดการน้ำเสียก่อนระบายน้ำลงสู่แหล่งน้ำไม่ใช่หน้าที่ของพวกราชบุคุณ แต่เป็นหน้าที่ของหน่วยงานราชการเท่านั้น	48	38.10	78	61.90	100	✓		
7. ท่านคิดว่าการนำน้ำที่ใช้แล้วจากกิจกรรมต่างๆ กลับมาใช้ใหม่เป็นการช่วยลดปริมาณน้ำเสียที่ต้องระบายน้ำลงสู่แหล่งน้ำ	98	77.78	28	22.22	100		✓	
8. ท่านคิดว่าการจัดการน้ำเสียของครัวเรือน เป็นเรื่องที่ยุ่งยาก และต้องเปลี่ยนแปลงงบประมาณจำนวนมาก	22	17.46	104	82.54	100		✓	
9. ท่านคิดว่าระบายน้ำเสียที่เกิดจากกิจกรรมต่างๆ ของครัวเรือนลงสู่แหล่งน้ำ เป็นเพียงเรื่องเล็กน้อยที่ไม่น่าจะทำให้แหล่งน้ำถึงกับเน่าเสียได้	45	35.71	81	64.29	100	✓		
10. ธรรมชาติมีวิธีการทำให้น้ำในแหล่งน้ำกลับสู่สภาพเดิมได้ เพราะฉะนั้นไม่จำเป็นต้องนำน้ำเสียก่อนปล่อยทิ้ง	54	42.86	72	57.14	100		✓	



#### 4.5 การได้รับข่าวสารเกี่ยวกับการจัดการน้ำเสียจากครัวเรือน

ตารางที่ 3 ร้อยละของกลุ่มตัวอย่างจำแนกตามความถี่ในการได้รับข่าวสารเกี่ยวกับการจัดการน้ำเสียจากครัวเรือน

แหล่งข่าวสารที่ได้รับเกี่ยวกับการจัดการน้ำเสียจากครัวเรือน	ความคืบในการได้รับรู้ข้อมูลข่าวสาร										ระดับการรับรู้ข้อมูลข่าวสาร			
	บ่ออยที่สุด		บ่อข		ปานกลาง		น้อย		ไม่เคย		รวม	มาก	ปานกลาง	น้อย
	คน	ร้อยละ	คน	ร้อยละ	คน	ร้อยละ	คน	ร้อยละ	คน	ร้อยละ				
1. วิทยุ	5	3.97	8	6.35	24	19.05	89	70.63	0	0.00	100		✓	
2. โทรทัศน์	68	53.97	26	20.63	24	19.05	8	6.35	0	0.00	100	✓		
3. หนังสือพิมพ์/นิตยสาร/วารสาร	37	29.37	45	35.71	26	20.63	18	14.29	0	0.00	100	✓		
4. อินเตอร์เน็ต เช่น เว็บไซต์เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม	14	11.11	13	10.32	7	5.56	32	25.40	60	47.62	100			✓
5. บุคคล เช่น ครอบครัว ญาติ เพื่อนและเพื่อนบ้าน	59	46.83	5	3.97	26	20.63	36	28.57	0	0.00	100	✓		
6. หน่วยงานราชการ เช่น อบต. , เทศบาล	30	23.81	28	2.22	33	26.19	35	27.78	0	0.00	100		✓	

## 5. สรุปผลการวิจัย

5.1 ผลจากการวิเคราะห์พบว่าผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ในช่วงอายุ 51 ปีขึ้นไป มีการศึกษาระดับปัจจุบันเป็นเด็ก สถานภาพส่วนใหญ่เป็นสามีชีกในครัวเรือน ลักษณะของที่อยู่อาศัยเป็นที่พักอาศัยขนาดเล็ก ซึ่งมีสามีชีกในครัวเรือน 3 – 4 คน อาชีพหลักของคนในชุมชนบ้านปากคลองมะขามເpermalink คืออาชีพก้าว่าย/ธุรกิจส่วนตัว และมีรายได้ต่อครัวเรือน 5,000 - 10,000 บาท ต่อเดือน

5.2 ประชาชนในชุมชนส่วนใหญ่มีพฤติกรรมการในจัดการน้ำเสียที่เกิดจากกิจกรรมต่างๆ ในครัวเรือนด้วยการระบายน้ำลงสู่ผิวดินและแหล่งน้ำธรรมชาติโดยตรง มีเพียงส่วนน้อยที่จะขัดการน้ำเสียด้วยการระบายน้ำลงบ่อพักหรือบ่อน้ำด้วย

5.3 จำกัดพื้นที่ทางกายภาพในชุมชน บ้านเรือนส่วนใหญ่  
ปลูกสร้างอยู่ใกล้แหล่งน้ำธรรมชาติ ไม่มีท่อระบายน้ำ

สาธารณรัฐของรับ อีกทั้งยังไม่มีการติดตั้งระบบบำบัดน้ำเสียในครัวเรือน ซึ่งเกิดจากประชาชนส่วนใหญ่ไม่มีงบประมาณสำหรับติดตั้งระบบบำบัดน้ำเสียดังกล่าว

## 5.4 ผู้ให้ข้อมูลมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดการน้ำเสียและส่วนนามัยในระดับดี

5.5 ส่วนใหญ่ได้รับข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับจัดการน้ำเสียในครัวเรือน จากทาง โทรหัศน์ หนังสือพิมพ์ และบุคคลใกล้ชิด ส่วนข้อมูลจากหน่วยงานราชการ และวิทยุอยู่ในระดับปานกลาง ขณะที่มีการรับรู้ข้อมูลฯ ผ่านทางอินเตอร์เน็ตน้อยที่สุด

## 6. อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

การวิเคราะห์ผลจากการเก็บข้อมูลพบว่า ส่วนใหญ่ประชาชนในชุมชนบ้านปากคลองมะขามเฝ่าอยู่ในช่วงวัยสูงอายุ มีการประกอบอาชีพค้าขายและประกอบธุรกิจส่วนตัว และมีความรู้เกี่ยวกับการจัดการน้ำเสียในระดับดี แต่ยังมีพฤติกรรมการจัดการน้ำเสียที่ไม่ถูกต้อง เนื่องจากยังมี

พฤษติกรรมการระบายน้ำเสียจากกิจกรรมต่างๆ ในชีวิตประจำวัน ลงสู่ผู้ดินและแหล่งน้ำธรรมชาติโดยตรงเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งเป็นสิ่งที่ไม่ถูกต้อง ประชาชนในชุมชนยังไม่ตระหนักรถึงผลเสียที่จะเกิดขึ้นกับแหล่งน้ำทางธรรมชาติ เพราะเห็นว่าสิ่งที่กระทำอยู่เป็นเพียงสิ่งเล็กน้อย ไม่อาจส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศน์โดยรวมในทันทีทันใด ปัจจัยหลักที่ทำให้ประชาชนระบายน้ำเสียลงสู่แหล่งน้ำโดยตรงเป็นเพราะบ้านเรือนของประชาชนส่วนใหญ่อยู่ใกล้กับแหล่งน้ำธรรมชาติมากกว่าระบบห่อระบายน้ำสาธารณะของทางราชการ ซึ่งยังมีไม่เพียงพอและทั่วถึง ทำให้ประชาชนไม่ได้รับความสะดวกในการระบายน้ำเสียจากครัวเรือนสู่ห่อระบายน้ำสาธารณะ และยังมีปัจจัยอื่นที่เป็นส่วนประกอบ คือ เรื่องของงบประมาณ สำหรับการติดตั้งระบบบำบัดน้ำเสีย แม้ว่าค่าใช้จ่ายในการติดตั้งจะไม่ได้สูงมาก แต่เมื่อเทียบกับรายได้ของครัวเรือนแล้ว ประชาชนก็ยังไม่พร้อมที่จะลงทุนในส่วนนี้ ส่วนในด้านการรับรู้ข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับการจัดการน้ำเสีย ประชาชนส่วนมากได้รับข้อมูลข่าวสารจากทางโทรทัศน์, หนังสือพิมพ์/นิตยสาร/วารสาร ซึ่งอาจเป็นการสื่อสารทางเดียว ไม่อาจทราบถึงความคิดเห็น ความต้องการ และไม่สามารถแก้ไขในข้อจำกัดของประชาชนด้านงบประมาณได้ จึงไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการจัดการน้ำเสียจากครัวเรือนของคนในชุมชนมากนัก

ผลจากการวิจัยนี้สามารถนำไปเป็นข้อมูลและแนวทางในวางแผนการดำเนินงาน การจัดสรรงประمامของทางภาครัฐ และเอกชน เพื่อนำไปสู่การปรับปรุงแก้ไขปัญหาด้านการจัดการน้ำเสียจากครัวเรือนให้มีประสิทธิภาพ เช่น องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นที่อยู่ในพื้นที่อาจนำปัญหาน้ำในส่วนนี้เข้าไปอยู่ในแผนพัฒนาขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น เพื่อสามารถจัดสรรงประمامในการก่อสร้างขยายแนวท่อระบายน้ำเพิ่มเติมให้ทั่วถึงทั่งชุมชน หรือจัดสรรงประمامสำหรับการติดตั้งบ่อบำบัดน้ำเสียให้กับครัวเรือนเพื่อแก้ปัญหาระบายน้ำที่ไม่สามารถระบายน้ำได้ทั่วถึง ในการดำเนินการนี้ องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นและภาคเอกชน อาจนำผลการวิจัยไปเป็นข้อมูลจัดทำโครงการ/กิจกรรมเพื่อร่วมรังส์สร้างจิตสำนึกในการรักษาสิ่งแวดล้อม สร้างความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้องในเรื่องของการมีส่วนร่วมของประชาชน

อันจะเป็นการแก้ไขปัญหาที่ยั่งยืน และส่งผลดีกับคุณภาพชีวิตของประชาชนในชุมชนบ้านปากคลองมะขามเฒ่า ต่อไป

## 7. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะอาจารย์ภาควิชาครุศาสตร์ โยธา คณะครุศาสตร์ อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าฯ พระนครเหนือ และหน่วยงานต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง ที่ร่วมอย่างใกล้ชิด แนะนำและให้กำลังใจในงานด้านต่างๆ ตลอดระยะเวลาการดำเนินการ

## 8. เอกสารอ้างอิง

- [1] การตรวจสอบบ้านจากทะเบียนบ้าน, สำนักบริหารการทะเบียน กรมการปกครอง 2555
  - [2] ผลการ ตั้งกิจกรรมนิชช์ (2549). “การจัดการน้ำเสียจากบ้านพักอาศัย” มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
  - [3] ศักดิ์สิทธิ์ ตรีเศษ (2539). “การกำจัดน้ำเสีย” เอกสารการสอนอนามัย ตั้งแฉล้ม สาขาวิทยาศาสตร์สุขภาพ. กรุงเทพมหานคร
  - [4] สุคิจ จำปา (2531). “การกำจัดของเสีย” เอกสารการสอนชุดวิชา อนามัยชุมชน Community Health. กรุงเทพมหานคร
  - มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมธิราช



## การหาพื้นที่เหมาะสมในการฝังกลบของเสียอันตรายในพื้นที่ภาคใต้ของประเทศไทย

### ด้วยเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ

### Secure landfill site selection for hazardous waste disposal in southern Thailand using Geoinformatics

นายวีระพล แก้วอินทร์ นายพันธ์ ทองชุมนุน<sup>2</sup> และนายวีระภาส คุณรัตนสิริ<sup>3</sup>

ภาควิชาเทคโนโลยีและการจัดการสิ่งแวดล้อม

คณะเทคโนโลยีและการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

weerapon\_inn@hotmail.com<sup>1</sup>, tpun@phuket.psu.ac.th, <sup>2</sup>fforwpk@ku.ac.th<sup>3</sup>

### บทคัดย่อ

ปัจจุบันการขยายตัวไม่จำกัดเป็นทั่วภาคอุตสาหกรรมและประชากรมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ส่งผลให้ปริมาณของเสียอันตรายและไม่อันตรายเพิ่มทวีคุณขึ้น ไปด้วย การจัดเก็บที่ไม่ถูกวิธีของของเสียอันตรายและไม่อันตรายเหล่านี้ อาจทำให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อมในด้านต่างๆ เช่น ผลกระทบทางอากาศ ผลกระทบทางน้ำ ปัญหาด้านการสาธารณสุข เป็นต้น รวมถึงบริเวณพื้นที่ของการจัดเก็บไม่ถูกต้อง จะส่งผลกระทบอย่างมากต่อไปในอนาคต ได้ในภูมิภาคต่างๆของประเทศไทยมีการจัดเก็บของเสียอันตรายด้วยการฝังกลบในหลุมฝังกลบนิรภัย (SECURE LANDFILL) เช่น ภาคกลางและภาคตะวันตกจะจัดเก็บในบริเวณจังหวัดเพชรบุรี ภาคตะวันออก จะจัดเก็บบริเวณจังหวัดระยอง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จัดเก็บบริเวณจังหวัดสระบุรี และภาคเหนือจะจัดเก็บที่จังหวัดลำพูน เป็นต้น แต่ภาคใต้ของประเทศไทยนั้นยังไม่มีสถานที่จัดเก็บ ส่งผลให้การขนถ่าย การขนส่ง มีความเสี่ยงสูงในการนำของเสียอันตรายเหล่านี้ไปยังหลุมฝังกลบที่มีในเขตพื้นที่บริการใกล้เคียง เช่น หลุมฝังกลบของเสียอันตรายในความรับผิดชอบของบริษัท เจนโก้ จำกัด บริเวณจังหวัดเพชรบุรี การมีพื้นที่เหมาะสมในการสร้างหลุมฝังกลบของเสียอันตรายในเขตพื้นที่ภาคใต้จึงมีความสำคัญยิ่งเพื่อประหยัดเวลา ต้นทุน ของการขนส่ง รวมถึงความปลอดภัยต่อประชาชน ชุมชนและสิ่งแวดล้อม ผู้วิจัยจึงได้มีการพัฒนานำเอาระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์หรือ GIS มาใช้ประกอบในการค้นหาพื้นที่ที่เหมาะสมในการก่อสร้าง เพื่อได้มาซึ่งพื้นที่ที่เหมาะสมที่สุด เพื่อเป็นพื้นที่ประกอบการตัดสินใจในการสร้างหลุมฝังกลบของเสียอันตราย และได้มาซึ่งพื้นที่ที่เกิดประโยชน์สูงสุดต่อมนุษย์ สิ่งแวดล้อม เพื่อการดำรงชีวิตที่คุณภาพดี ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้นำเกณฑ์การคัดเลือกพื้นที่เหมาะสมในการสร้างหลุมฝังกลบของเสียอันตรายของกรมควบคุมมลพิษ เป็นหลักร่วมกับเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องสรุปได้เป็นเกณฑ์การคัดเลือกพื้นที่เหมาะสมในการสร้างหลุมฝังกลบของเสียอันตรายในเขตพื้นที่ภาคใต้ของประเทศไทย ผลการวิจัยพบว่า ภาคใต้ของประเทศไทยมีพื้นที่เหมาะสมในการสร้างหลุมฝังกลบของเสียอันตราย 9,225.05 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 13.05 ของพื้นที่ทั้งหมด (70,717.03 ตารางกิโลเมตร) ส่วนใหญ่กระจายตัวอยู่บริเวณตอนบนและตอนกลางของภูมิภาค เช่น จังหวัดชุมพร สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช สงขลา และนราธิวาส

**คำสำคัญ:** หลุมฝังกลบอย่างปลอดภัย ของเสียอันตราย ภาคใต้ประเทศไทย ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ

## Abstract

In current the industrial and population section trend to continue grow up. Effected to double increase of hazardous waste and non Hazardous waste, placing Method System not in order of those hazardous waste and non Hazardous waste, this to effective to health and environment in other way For example air and water pollution, public health problem and affect for long term in the future. Thailand managed for hazardous waste and non hazardous waste by using secure landfill. In Central and western managed by secure landfill at Phetchaburi Province Eastern managed by secure landfill at Rayong Province Northeastern managed by secure landfill at Saraburi Province and northern managed by secure landfill at Lampung Province. In southern of Thailand don't have for secure landfill that reason necessitated the study to finding site selection for. The study used Geographic information system database consisting of physical data including community location, transportation route, land use, and hydrogeology of the study area .Parameters involved in the study were determined based on their importance and relevance to the study objective .The suitability of the secure landfill area was evaluated according to the following criteria and factor from Pollution Control Department The analysis indicated that finding 13.05 % of side suitability for hazardous waste disposal in southern of Thailand 9,225.05 Sq.km.(all of area 70,717.03 Sq.km). Around of Chumphon Province Suratthani Province Nakhonsithammarat Province Songkla Province and Narathiwat Province

**Keyword:** SECURE LANDFILL, HAZARDOUS WASTE, SOUTHERN THAILAND, GIS, GEOINFORMATICS

### 1. บทนำ

ประเทศไทยมีการขยายตัวของภาคอุตสาหกรรม และจำนวนประชากรเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ส่งผลทำให้เกิดขยะของเสียอันตรายเพิ่มปริมาณมากขึ้น ไปด้วย ในปี พ.ศ. 2545 กรมโรงงานอุตสาหกรรมรายงานว่า มีปริมาณของเสียชนิดไม่ อันตราย (Non-Hazardous Waste: Non-HZW) และของเสีย อันตราย (Hazardous Waste: HZW) ที่เกิดขึ้นจาก ภาคอุตสาหกรรมเท่ากับ 5.4 ล้านตัน และ 0.85 ล้านตัน ตามลำดับ ในขณะที่ข้อมูลปี พ.ศ. 2552 มีปริมาณของเสียชนิด ไม่ อันตรายและชนิดอันตรายเกิดขึ้น 23.1 ล้านตัน และ 2.2 ล้านตันตามลำดับ อัตราที่เพิ่มสูงขึ้นของปริมาณของเสียทั้ง ชนิดไม่ อันตรายและชนิดอันตรายมีผลกระทบต่อทั้งทางตรงและ ทางอ้อมต่อสภาพแวดล้อม ชุมชน และการดำรงชีวิตของมนุษย์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งของเสียอันตรายหากไม่ได้รับการจัดการ อย่างถูกต้องตามหลักการจัดการและกระบวนการกำจัดแล้วยัง จะส่งผลกระทบเป็นวงกว้างต่อไปในอนาคต ข้อมูลจากรายงาน ของโครงการจัดทำแผนแม่บทการจัดการภาคอุตสาหกรรมและ ศึกษาความเป็นไปได้ในการจัดตั้งสถานีร่วบรวมและขนถ่าย

ภาคอุตสาหกรรมรายงานฉบับสมบูรณ์ พฤศจิกายน 2551 จัดทำ โดยกรมโรงงานอุตสาหกรรม พบร่วมกับที่ภาครัฐของประเทศไทย มีของเสียอันตรายเกิดขึ้น 5.5 % ของปริมาณของเสีย ทั้งหมดที่เกิดขึ้นในประเทศไทย และมีแนวโน้มจะเพิ่มขึ้นใน อนาคต แต่ภาครัฐได้ยังไม่มีหลุมฝังกลบนิรภัยเพื่อใช้ในการกำจัด ของเสียอันตราย ปัจจุบันใช้การขนย้ายของเสียเหล่านี้ไปสู่ หลุมฝังกลบทางภาคตะวันตกของประเทศไทย ซึ่งระยะทาง และการขนส่งมีผลโดยตรงต่อความเสี่ยงต่ออุบัติเหตุและการ กระจายของสารพิษจากของเสียอันตรายไปสู่มนุษย์และ สิ่งแวดล้อมได้ งานวิจัยครั้งนี้จึงทำการศึกษาค้นหาพื้นที่ที่ เหมาะสมในการสร้างหลุมฝังกลบของเสียอันตรายในพื้นที่ ภาคใต้ของประเทศไทยเพื่อตอบโจทย์ทางด้านสิ่งแวดล้อม ชุมชน และสังคมทางด้านภูมิศาสตร์ โดยอาศัยข้อมูลเชิง พื้นที่ (Spatial Data) และเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ (Geoinformatics Technology) มาประยุกต์ใช้อย่างเหมาะสม วัตถุประสงค์

ประยุกต์ใช้เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศในการวิเคราะห์พื้นที่ที่เหมาะสมในการสร้างหลุมฝังกลบของเสียอันตรายใน พื้นที่ภาคใต้ของประเทศไทย



## ขอบเขตของการวิจัย

- ของเสียอันตรายหมายถึงของเสียอันตรายตามพระราชบัญญัติวัตถุอันตราย พ.ศ. 2535
- ศึกษาและใช้หลักเกณฑ์ในการคัดเลือกที่ตั้งสถานที่ฝังกลบของเสีย กำหนดโดยกรมควบคุมมลพิษ (ประกาศในราชกิจจานุเบนกษา เล่มที่ 126 ตอนพิเศษ 610 ณ วันที่ 24 เมษายน 2552) ประกอบกับ การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการฝังกลบของเสียอันตราย ซึ่งประกอบด้วยหลักเกณฑ์ดังนี้
  - อยู่ห่างจากแนวเขตถนนบิน ไม่น้อยกว่า 5,000 เมตร
  - อยู่ห่าง ไม่น้อยกว่า 1,000 เมตร จาก แนวเขตที่ดินของ โบราณสถาน พื้นที่ลุ่มน้ำชั้นที่ 1 ชั้นที่ 2 เขตอนุรักษ์ แหล่ง ธรรมชาติอันควรอนุรักษ์ เขตชุมชน
  - อยู่ห่างจากบ่อ่น้ำคด ไม่น้อยกว่า 700 เมตร
  - อยู่ห่างจากแหล่งน้ำพิวัติน แหล่งน้ำสาธารณะ ไม่น้อยกว่า 700 เมตร
  - ห่างจากถนนสายหลัก ไม่น้อยกว่า 300 เมตร
  - สภาพการใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นที่กร้างว่างเปล่า
  - สมรรถนะของดิน ไม่เหมาะสมแก่การเพาะปลูกหรือ ความอุดมสมบูรณ์ต่ำ
  - ลักษณะของดินเป็นดินเหนียวยากต่อการรั่วซึม
  - ระดับน้ำใต้ดิน (กุศล) อยู่ลึกกว่า 2 เมตร
- วิเคราะห์ความเหมาะสมของพื้นที่ฝังกลบของเสีย อันตราย โดยการน้อมน้ำ การข้อมูลเชิงพื้นที่ ด้วยระบบ สารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS)
- การวิจัยครั้งนี้ คำว่าพื้นที่เหมาะสม สำหรับการฝังกลบ ของเสียอันตรายหมายถึงพื้นที่ที่ได้รับการคัดเลือกตามปัจจัย ทางด้านสิ่งแวดล้อมเชิงกายภาพเท่านั้น
- ขอบเขตพื้นที่ภาคใต้ของประเทศไทยประกอบด้วย 14 จังหวัดดังนี้ ชุมพร ระนอง สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช ภูเก็ต พังงา ตรัง กระบี่ สตูล พัทลุง สงขลา ยะลา ปัตตานี นราธิวาส

## 2. วิธีวิจัย

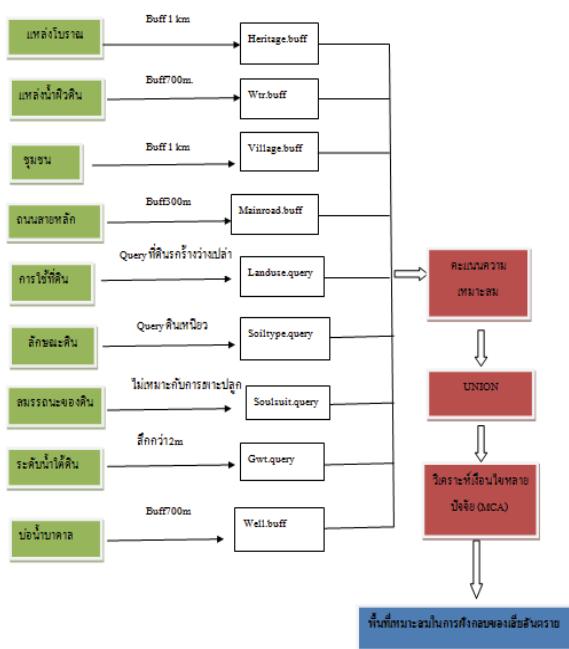
- วิเคราะห์ปัญหาและกำหนดวัตถุประสงค์ ศึกษาหัวข้อ การทำวิจัย โดยวิเคราะห์ที่มาและความสำคัญของปัญหา กำหนดวัตถุประสงค์ของการทำวิจัย
- ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องและหลักเกณฑ์ในการคัดเลือก พื้นที่ตั้งสถานที่ฝังกลบของเสีย (กรมควบคุมมลพิษ, 2552)
- รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยจากหน่วยงานที่ เกี่ยวข้องดังนี้ ข้อมูลเชิงพื้นที่ได้แก่แผนที่โดยใช้แผนที่ภูมิ ประเทศ (Topographic Map) ชุด L7018 มาตราส่วน 1:50,000 จัดทำโดยกรมแผนที่ทหาร ร่วมกับแผนที่เฉพาะดังนี้
  - แผนที่แสดงแหล่งน้ำคดิน มาตราส่วน 1:50,000 จัดทำ โดยกรมทรัพยากรธรรมชาติ
  - แผนที่แสดงที่ตั้งหมู่บ้านและชุมชน มาตราส่วน 1:50,000 จัดทำโดย ศูนย์ภูมิภาคเทคโนโลยีอวацияและภูมิสารสนเทศ ภาคใต้
  - แผนที่แสดงการใช้ที่ดินมาตราส่วน 1:50,000 จัดทำโดย กรมพัฒนาที่ดิน
  - แผนที่แสดงเส้นทางคมนาคม มาตราส่วน 1:50,000 จัดทำ โดยศูนย์ภูมิภาคเทคโนโลยีอวацияและภูมิสารสนเทศภาคใต้
  - แผนที่แสดงสถานที่สำคัญ เช่น วัด โรงเรียน มาตราส่วน 1:50,000 จัดทำโดยศูนย์ภูมิภาคเทคโนโลยีอวацияและภูมิ สารสนเทศภาคใต้
  - แผนที่แสดงตัวแหน่งที่ตั้ง โบราณสถาน มาตราส่วน 1:50,000 จัดทำโดยศูนย์ภูมิภาคเทคโนโลยีอวацияและภูมิสารสนเทศภาคใต้
  - แผนที่แสดงเส้นชันความสูง มาตราส่วน 1:50,000 จัดทำ โดยศูนย์ภูมิภาคเทคโนโลยีอวацияและภูมิสารสนเทศภาคใต้
  - แผนที่แสดงลักษณะดิน มาตราส่วน 1:50,000 จัดทำโดย ศูนย์ภูมิภาคเทคโนโลยีอวацияและภูมิสารสนเทศภาคใต้
  - แผนที่แสดงสมรรถนะของดิน มาตราส่วน 1:50,000 จัดทำโดยศูนย์ภูมิภาคเทคโนโลยีอวацияและภูมิสารสนเทศภาคใต้
  - แผนที่แสดงระดับน้ำใต้ดิน มาตราส่วน 1:50,000 จัดทำ โดยศูนย์ภูมิภาคเทคโนโลยีอวацияและภูมิสารสนเทศภาคใต้

11. แผนที่แสดงบ่อ่น้ำบาดาล มาตราส่วน 1:50,000 จัดทำโดยศูนย์ภูมิภาคเทคโนโลยีอาชีวศึกษาและภูมิสารสนเทศภาคใต้ (ข้อมูลที่นำมาใช้ทั้งหมด เป็น WGS 84 Datum , 14 จังหวัดภาคใต้ ปี พ.ศ. 2552)

ข้อมูลเชิงบรรยาย ได้แก่

- ข้อมูลชนิดและปริมาณของเสียอันตราย
- จำนวนประชากร
- อัตราการเกิดของเสียอันตราย
- ข้อมูลวิธีการและประสิทธิภาพจัดการของเสียอันตราย (กรมโรงงานอุตสาหกรรมและสำนักบริการจัดการภาคอุตสาหกรรม)

### ขั้นตอนการวิจัย



ภาพที่ 1 : ภาพแสดงขั้นตอนการวิจัย

ขั้นตอนการวิจัยแบ่งเป็นขั้นตอนดังนี้

#### 1. การทำแนวกันชน (Buffer Zone) ได้แก่

- ข้อมูลโบราณสถาน
- ข้อมูลแหล่งน้ำผิวดิน
- ข้อมูลเขตชุมชน
- ข้อมูลถนนสายหลัก

- ข้อมูลระยะห่างจากบ่อ่น้ำบาดาล

#### 2. การซ้อนทับข้อมูล (Overlay Technique) ได้แก่

- ข้อมูลโบราณสถาน
- ข้อมูลแหล่งน้ำผิวดิน
- ข้อมูลเขตชุมชน
- ข้อมูลถนนสายหลัก
- ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน
- ข้อมูลลักษณะดิน
- ข้อมูลสมรรถนะของดิน
- ข้อมูลระดับน้ำใต้ดิน (ในฤดูฝน)
- ข้อมูลระยะห่างจากบ่อ่น้ำบาดาล

#### 3. การเลือกข้อมูล (Query)

##### 3. การเลือกข้อมูล (Query)

- ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน
- ข้อมูลลักษณะดิน
- ข้อมูลสมรรถนะของดิน
- ข้อมูลระดับน้ำใต้ดิน (ในฤดูฝน)

### 3. ผลการศึกษา

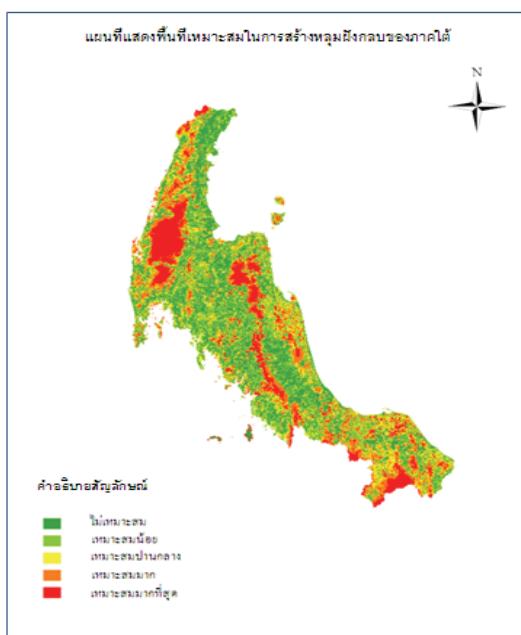
จากหลักเกณฑ์ของการทำพื้นที่ผังกลบของเสียอันตราย และการประมาณผลโดยใช้โปรแกรมโปรแกรมทางระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (ArcGIS 9.3) สามารถหาขนาดของพื้นที่ ความเหมาะสมเป็นรายจังหวัด ได้ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 : ตารางแสดงขนาดของพื้นที่เหมาะสม

จังหวัด	พื้นที่ที่หันหนด (ตารางกิโลเมตร)	พื้นที่เหมาะสม (ตารางกิโลเมตร)	%ค่าพื้นที่หันหนด (ตารางกิโลเมตร)
ชุมพร	6,010.85	434.13	7.22
ระนอง	3,298.05	426.88	12.94
กรุงศรีฯ	4,708.51	68.41	1.45
สุราษฎร์ธานี	12,891.47	3,164.00	24.54
นครศรีธรรมราช	9,942.50	1,482.71	14.91
พัทฯ	4,170.90	296.16	7.10
ภูเก็ต	543.03	33.70	6.21
ตรัง	4,917.52	626.93	12.75
พัทลุง	3,424.47	225.64	6.59
สตูล	7,393.89	509.03	6.88
ปัตตานี	1,940.36	306.67	15.80
สตูล	2,478.98	285.72	11.53
ยะลา	4,521.08	819.23	18.12
นราธิวาส	6,010.85	545.83	12.20
ยะลา	3,298.05	9,225.05	13.05

จากตารางจะพบว่าจังหวัดที่มีพื้นที่เหมาะสมที่สุด ได้แก่ จังหวัดสุราษฎร์ธานี และนครศรีธรรมราช

เมื่อแทนความหมายสมของพื้นที่ด้วยสีสามารถแบ่งออกเป็น 5 กลุ่มดังนี้ กลุ่มที่ 1 แทนด้วยสีเขียว หมายถึง พื้นที่ที่ไม่เหมาะสม กลุ่มที่ 2 แทนด้วยสีเขียวอ่อน หมายถึง พื้นที่ที่มีความเหมาะสมน้อย กลุ่มที่ 3 แทนด้วยสีเหลือง หมายถึงพื้นที่ที่มีความเหมาะสมปานกลาง กลุ่มที่ 4 แทนด้วยสีเข้ม หมายถึง พื้นที่ที่มีความเหมาะสมมาก กลุ่มที่ 5 แทนด้วยสีแดง หมายถึง พื้นที่ที่มีความเหมาะสมมากที่สุด ดังแสดงในภาพที่ 2



## ภาพที่ 2: ภาพแสดงเหมาะสมในการสร้างหลุมฝังกลบของเสีย อันตรายในภาคใต้ของประเทศไทย

ภาคใต้ของประเทศไทยมีพื้นที่เหมาะสมในการฝังกลบของเสียอันตราย 9,225.05 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 13.05 ของพื้นที่ทั้งหมด (70,717.03 ตารางกิโลเมตร) ส่วนใหญ่กระจายตัวอยู่บริเวณตอนบนและตอนกลางของภูมิภาค สรุปข้อมูลพื้นที่เหมาะสมแต่ละจังหวัดดังนี้

1. จังหวัดชุมพร พื้นที่เหมาะสมจะอยู่บริเวณทางด้านทิศตะวันตกของจังหวัดร้อยตรีติดกับจังหวัดระนอง เช่น อำเภอพะโถึ๊ะ อำเภอท่าแซะ

2. จังหวัดระนอง พื้นที่เหมาะสมจะกระจายตัวทั่วบริเวณทิศเหนือและทิศใต้ของพื้นที่จังหวัด พื้นที่เหมาะสมส่วนใหญ่อยู่บริเวณอุบลราชธานีและอุบลราชธานี

3.จังหวัดกระนี่ พื้นที่เหมาะสมกรุงเทพฯตัวอยู่บริเวณส่วนกลางของจังหวัด และทางทิศใต้ จังหวัดกระนี่มีพื้นที่เหมาะสมน้อยมาก เพียง 68.41 ตารางกิโลเมตร

5. จังหวัดพังงา พื้นที่เหมาะสมอยู่บริเวณทางด้านทิศตะวันออกของจังหวัด ได้แก่ อำเภอเมืองพังงา และบางส่วนของอำเภอกระเบร

6. จังหวัดสุราษฎร์ธานีจะอยู่บริเวณทางด้านทิศตะวันตกของจังหวัด บริเวณอำเภอวิภาวดี อำเภอคีรีรัตน์นิคม อำเภอบ้านนา ตากูน อำเภอพนม และบางส่วนในอำเภอสาร

## 7. จังหวัดภูเก็ต พื้นที่เหมาะสมจะอยู่บริเวณอ่าวภูดงสา

8. จังหวัดตรัง พื้นที่เหมาะสมอยู่บริเวณทางด้านทิศตะวันออกของจังหวัดบริเวณ อำเภอห้วยยอด อำเภอนาโยง อำเภอป่าตานาข้าว และอำเภอปะเหลียน เขตรอยต่อจังหวัดพัทลุง

9. จังหวัดพัทลุง พื้นที่เหมาะสมอยู่บริเวณทิศตะวันตกเฉียงใต้ของจังหวัด บริเวณ อำเภอป่าพะยอม อำเภอป่าบ้านอน อำเภอตะโภ ตระโภ หมู่

10. จังหวัดสตูล พื้นที่เหมาะสมอยู่บริเวณทิศตะวันออกของจังหวัด บริเวณอำเภอเมืองสตูล

11. จังหวัดสงขลา พื้นที่เหมาะสมกระจายทั่วไปตามอำเภอ  
ต่างๆ เช่น บริเวณอำเภอกระแสสินธ์ อำเภอสทิงพระ อำเภอสิง<sup>ห์</sup>  
หนคร อำเภอรัตนมี อำเภอนาทวี และอำเภอสะเดา

12. จังหวัดปัตตานี พื้นที่หมายสอนอยู่บริเวณอำเภอโคกโพธิ์ และกระจายทั่วไปบริเวณส่วนกลางของจังหวัด ได้แก่ อำเภอมาขัย อำเภอทุ่งยาง

13. จังหวัดยะลา พื้นที่เหมาะสมอยู่ริเวณทิศใต้ของจังหวัด เป็นส่วนใหญ่ ได้แก่ อำเภอเบตง และบางส่วนของอำเภอ班ัง

14. จังหวัดนราธิวาส พื้นที่เหมาะสมอยู่บริเวณทิศตะวันตกเฉียงใต้ของจังหวัด บริเวณอำเภอจะแนะ อำเภอศรีสาคร และบางส่วนของอำเภอสุคิริน อำเภอสุไหงปาดี

#### 4. วิจารณ์และสรุปผลการศึกษา

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยมุ่งพิจารณาเฉพาะปัจจัยทางด้านภายในที่เกี่ยวกับการกำหนดพื้นที่ที่เหมาะสมในการฝังกลบของเสียอันตรายเท่านั้น ซึ่งในการศึกษาขึ้นต่อไปควรนำเอาปัจจัยทางด้านอื่นเพื่อประกอบการพิจารณา เช่น ปัจจัยด้านสังคม ได้แก่ การมีส่วนร่วมของชุมชน ข้อกำหนดของท้องถิ่น การฝังความคิดเห็นของประชาชนที่อยู่ในพื้นที่ใกล้เคียงพื้นที่เหมาะสม ปัจจัยด้านเศรษฐกิจ ได้แก่ ราคาที่ดิน รวมถึงการวิเคราะห์ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของโครงการด้วย

ในการสร้างหลุมฝังกลบของเสียอันตรายประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตอนการคัดเลือกพื้นที่ ขั้นตอนการออกแบบหลุมฝังกลบ และขั้นตอนการดำเนินการ ซึ่งแต่ละขั้นตอนจะเป็นไปตามข้อกำหนดของหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เช่น กรมควบคุมมลพิษ กรมโรงงานอุตสาหกรรม เป็นต้น พื้นที่ที่ได้จาก การวิจัยครั้งนี้สามารถใช้เป็นพื้นที่เพิ่มหมายในการตัดสินใจในขั้นตอนแรกและสำรวจรายละเอียดขั้นต่อไปสำหรับพื้นที่ที่เหมาะสมในการฝังกลบของเสียอันตราย นอกจากนี้ รายละเอียดของข้อมูล GIS ที่ได้มาจากการสำรวจเป็นข้อมูลทุติยภูมิ (secondary data) ซึ่งหน่วยงานราชการได้จัดทำขึ้นเพื่อวัตถุประสงค์เฉพาะอย่างตามความเหมาะสมของการนำข้อมูลไปใช้งานของส่วนราชการเองดังนั้น ความละเอียดของข้อมูลจึงไม่เท่ากันซึ่งมีผลต่อคุณภาพของฐานข้อมูล

การปรับปรุงข้อมูล ในการนำข้อมูลที่จัดทำไว้ไปใช้ประโยชน์อย่างมีประสิทธิภาพ จำเป็นต้องปรับปรุงข้อมูลให้ทันสมัยตลอดเวลา โดยการแก้ไขเพิ่มเติมข้อมูลเขื่อมโยงกับข้อมูลอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น จำนวนประชากร การใช้ประโยชน์ที่ดิน แหล่งกำเนิดของเสียอันตรายที่เปลี่ยนแปลงไปในช่วงเวลาต่างๆ ซึ่งใช้เป็นแนวทางในการคาดคะเนปริมาณของเสียอันตรายอันจะนำไปสู่การวางแผน และใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์สร้างแบบจำลองเพื่อคาดการณ์ในอนาคตได้

#### 5. เอกสารอ้างอิง

กมลพร เกิดพูด. (2542). การเลือกพื้นที่ศักยภาพเพื่อเป็นแหล่งกำจัดขยะฝอยในจังหวัดปทุมธานี. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทวิทยาศาสตร์

มหาบัณฑิต, สาขาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม, บัณฑิตวิทยาลัย, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

กรรมควบคุมมลพิษ. (2539). การศึกษาความเป็นไปได้ของการจัดตั้งศูนย์กำจัดมูลฝอยสำหรับชุมชนทະเลฟังค์วันออก. รายงานหลัก กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ครุสภากาดพร้าว.

กรรมควบคุมมลพิษ. (2543). การจัดการขยะมูลฝอยชุมชนอย่างครบวงจร (พิมพ์ครั้งที่ 2 แก้ไขปรับปรุง). กองจัดการสารอันตรายและกากของเสีย กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม. กรุงเทพฯ: เรโโปรด เฮลต์

กรรมควบคุมมลพิษ. (2544). การกำจัดขยะมูลฝอยแบบฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล. กองจัดการสารอันตรายและกากของเสีย กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ครุสภากาดพร้าว.

เกริกพงษ์ ชาญประทีป และชัชวาล บุญรักษา. (2532). การหาบริเวณที่เหมาะสมสำหรับการกลบฝังกากอุตสาหกรรม. ใน รายงานการสัมมนาเรื่องการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศ

คณะวิศวกรรมศาสตร์. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

Lamphun Basin: Delineation and presentation of the geological barrier. Symposium on Mineral, Energy, and Water Resources of Thailand: Chulalongkorn University, Bangkok, Thailand. (p. 386 – 396).



การศึกษาอัตราส่วนของทรายบกสำหรับผลิตบล็อกประسان  
กรณีศึกษาแหล่งทรายบก ตำบลหางน้ำสาก อำเภอโนนรому จังหวัดชัยนาท  
**The Ratio of Pit Sand for Interlocking block Product**

นายอัคเนตร ยศสมบัติ

นักศึกษาปริญญาโท ภาควิชาครุศาสตร์ อยุธยา  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

Pile\_1207 @hotmail.com

### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้วัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสามารถในการรับกำลังอัดของบล็อกประسانที่ผลิตจากทรายบก ที่มีต้นทุนต่ำ และมีจำนวนมาก เพื่อลดปัญหาการหาวัตถุอุดิบของโรงงานก่อสร้างบล็อกประسانในการผลิตบล็อกประسان ขอบเขตของงานวิจัย จะใช้ทรายบกหลังวัดหัวถนน ตำบลหางน้ำสาก อำเภอโนนรому จังหวัดชัยนาทเป็นวัตถุอุดิบ ผสมวัตถุอุดิบที่อัตราส่วนปูนซีเมนต์ ต่อทรายบก เท่ากับ 1:6 โดยน้ำหนัก กดสอบกำลังรับแรงอัดที่ระยะเวลา 28 วัน เพื่อศึกษาพฤติกรรมการรับกำลังอัดพบว่าบล็อกประسانที่ผลิตได้จากมวลรวมที่มีอัตราส่วนผสมของทรายบกต่อคิณลูกรัง 25:75, 50:50, 75:25 และ 100:0 ตามลำดับ มีความสามารถในการรับกำลังอัดได้ 89.40, 99.60, 102.10 และ 109.7 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร สูงกว่ามาตรฐานกำหนดในการรับกำลังอัดของบล็อกประسانต้องไม่ต่ำกว่า 70 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร จากการวิจัยสรุปได้ว่าทรายบกที่ใช้ทดแทนคิณลูกรัง ต้องแต่ร้อยละ 25 ขึ้นไป สามารถนำมาใช้ผลิตบล็อกประسانได้เป็นอย่างดี ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม “คุณคุณภาพของบล็อกหินหิน” นอ.ก. 57-2530

**คำสำคัญ:** อัตราส่วนผสมของทรายบก บล็อกประسان

### Abstract

The objective of this research is to study about compressive strength of interlocking block made from pit sand. The low cost and there is a lot This research use pit sand from Wat Hua tanon Hang nam sakhon District Manorom Chainat Province to made interlocking Block at soil/cement ratio by weight of 1:6 and test compressive strength at 28 days after production. study the behavior of the compressive strength. The results showed that the interlocking block of aggregates that are a mixture of pit sand, rouge to the 25:75, 50:50, 75:25 and 100:0, respectively, have the ability to get the strength. 89.40, 99.60, 102.10 and 109.70 ksc. The results showed that interlocking block from pit sand has compressive strength over minimum standard of 70 ksc. This research showed that pit sand can be used to produce interlocking block. The research concluded that the pit sand, soil substitutes from 25 percent to be used made interlocking block. As standard. "The weight of interlocking block," TISI 57-2530.

Keyword: The Ratio of Pit Sand, Interlocking block.

## 1. บทนำ

บล็อกประสาณเป็นวัสดุก่อสร้างชนิดหนึ่งที่ได้รับความนิยมเป็นอย่างมากในปัจจุบัน โดยเน้นการใช้วัสดุดินในพื้นที่ เช่น ดิน ลูกรัง หินฝุ่น ทราย หรือวัสดุเหลือทิ้งต่างๆ ที่มีความเหมาะสมสมกับปูนซีเมนต์ และนำไปสัดส่วนที่เหมาะสม นำมาอัดขึ้นรูปด้วยเครื่องอัดแห้ง (Cinva Ram) บันได้วยความชื้น ไม่น้อยกว่า 7 วัน ให้บล็อกแข็งตัว จะได้บล็อกประสาณที่มีความแข็งแรง สามารถนำมาใช้ในการก่อสร้างอาคารในระบบผังรั้วน้ำหนักหรือก่อสร้างเป็นอาคารลังเก็บน้ำได้

ทราบบกที่จะนำมาใช้ทดสอบคินสูกรังที่เป็นวัสดุในการผลิตบล็อกประสานที่มีราคาต้นทุนสูงและมีปริมาณน้อยลง แต่ทราบบกซึ่งมีปริมาณจำนวนมากในพื้นที่และมีต้นทุนต่ำกว่า โดยมีพื้นที่ที่เป็นทราบบกประมาณ ไม่น้อยกว่า 60 ไร่ หรือ 960,000 ลูกน้ำศักเมตร ขุดลึก 10-12 เมตร ทราบบกเกิดจากการที่เกิดจากตะกอนทับถมกันของลำน้ำเก่า ดังนั้นจึงมีความเหมาะสมที่จะนำทราบบกมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตบล็อกประสานได้

## 2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

## 2.1 การเลือกใช้วัตถุดินในการผลิต

วัตถุคุณที่เหมาะสมในการผลิตบล็อกประสาน ต้องเป็นวัสดุที่มีความแข็งของเม็ดดินและมีค่าพลาสติกซิชต์ต่ำๆ เพราะดินที่มีค่าพลาสติกซิชต์สูงจะมีการเลี้ยงรูปร่างมากเมื่อมีความชื้นที่แตกต่างกัน โดยจำแนกตามมาตรฐานของ AASHTO โดยวัตถุคุณที่เหมาะสมในการผลิตจะจัดอยู่ในชั้นคุณภาพดังต่อไปนี้ A-1 จนถึง A-5 ส่วนวัตถุคุณภาพชั้นคุณภาพ A-6 และ A-7 ไม่มีความเหมาะสม เพราะมีความเป็นคุณหนึ่งมากเกินไป [1]

## 2.2 ทรัพยากรากในประเทศไทย

รายงานกีดี รายงานที่เกิดจากการตอกตะกอนทับลงกันของลำนำ้เก่า ซึ่งเปลี่ยนเป็นดินโดยมีชาพืชชากสัตว์ทับลงเป็นหน้าดินซึ่งอาจอยู่ลึกประมาณ 2 - 10 เมตร ลักษณะของวิทยาการกลางเป็นที่ร่วมดินตะกอนที่กว้างที่สุดเกิดจากการเลื่อนทຽดตัวของหินเปลือกโลกตอนปลายยุค คริเตเชียสถึงต้นยุคเทอร์เชียร์ และมีตะกอนจากการทับลงของชาราน้ำพัดพาจากทางภาคเหนือมาสะสมกันในแอ่งแ盆ดินในยุคarrowนารีประกอบด้วยแอ่งแ盆ดิน 2 แอ่งเรียกที่ร่วมลุ่มภาคกลาง

2.2.1. แอ่งพิษณุโลก มีตะกอนทับถมหนา 3,500 เมตร เรียกที่รากลุ่มภาคกลางตอนบนหรือ ที่รากลุ่มพิษณุโลกประกอบด้วยที่รากลุ่มแม่น้ำปิง แม่น้ำยมและแม่น้ำน่าน

2.2.2. แอ่งเจ้าพระยา มีตะกอนทับลุมหนา 7,000 เมตร เรียก  
ที่รับคุ่มภาคกลางตอนบน หรือที่รับคุ่มเจ้าพระยา ระหว่าง  
แอ่งมีสันนูนวางกัน เป็นภูเขาโคลดเตี้ยๆวางตัวต่อตันกันเฉียง  
เหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้ จาก อำเภอลาดยาว จังหวัด  
นครสวรรค์ ถึง อำเภอโภคสำคัญ จังหวัดพิษณุโลกเป็นทินปูนกลุ่ม  
สารบุรียุคเพอร์เมียน หินอัคพีประเทวแอนดีไซต์ ไรโอลิตต์  
และหินแกรนิตต์

ทางตะวันตกตอนบนของภาคเป็นทิวเขาหินตะกอน ประเกทหินปูนยุคเพอร์เมียน (หมู่หินราชบุรี) มีหินแปรหินชานวน หินฟิล์โลิต และหินควอตไซต์ ยุคคราร์บอนิฟอรัส (หมู่หินตะนาวศรี) มีหินอัคนีแทรกช่อนและหินอัคนีพูโผล่เป็นหย่อมๆ ตะวันตกตอนกลางแบบจังหวัดกำแพงเพชร-อุทัยธานี มีหินแกรนิตเป็นฐานมีหินแปรและหินไนส์ หินซีส์ หินควอร์ตไซต์ยุคเพอร์เมียน

### 2.3 บล็อกประสาน [2]

2.3.1 บล็อกประสานเป็นวัสดุก่อสร้างชนิดหนึ่งที่ได้รับความนิยมเป็นอย่างมากในปัจจุบัน โดยเน้นการใช้วัตถุดินในพื้นที่ เช่น ดิน ลูกรัง หินฝุ่น ทราย หรือวัสดุเหลือทิ้งต่างๆ ที่มีความเหมาะสมผสมผสานกับปูนซีเมนต์ และน้ำในสัดส่วนที่เหมาะสม นำมาอัดขึ้นรูปด้วยเครื่องอัดแท็ง (Cinva Ram) บ่มด้วยความชื้นไม่น้อยกว่า 7 วัน ให้บล็อกแข็งตัว ขนาด  $25 \times 12.5 \times 10$  เซนติเมตร น้ำหนักประมาณ 4,900 – 5,200 กิโลกรัม จะได้บล็อกประสานที่มีความแข็งแรง สามารถนำมายังการก่อสร้างอาคารในระบบผนังรับน้ำหนักหรือก่อสร้างเป็นอาคารถาวรเก็บน้ำได้

2.3.2 ชินวา-ราม (Cinva Ram) แบบเครื่องอัด  
ขี้นรูปแบบมือโยกผลิตในประเทศไทย โยกอัดด้วยแรงคน  
เครื่องผลิตที่เรียกตามชื่อผู้กันคิดชาวโคลัมเบีย ชินวา-ราม  
( Cinva Ram ) เมื่อกว่า 50 ปีมาแล้ว วิวัฒนาการที่สำคัญ ก็คือ การออกแบบและพัฒนาให้มี รูร่องและเดือยบนตัวบล็อกที่สามารถถอดออกได้ ประสานกันทึ้งแนวนอนและแนวตั้ง ได้โดยไม่ต้องใช้ปืนก่อ แต่ใช้วิธีขุดน้ำปูนทรายลงในรูบบล็อกแทนได้

### 2.3.3 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม “คุณกรีติกลือกร้านน้ำหนังก์” 模項 57-2530 [3]

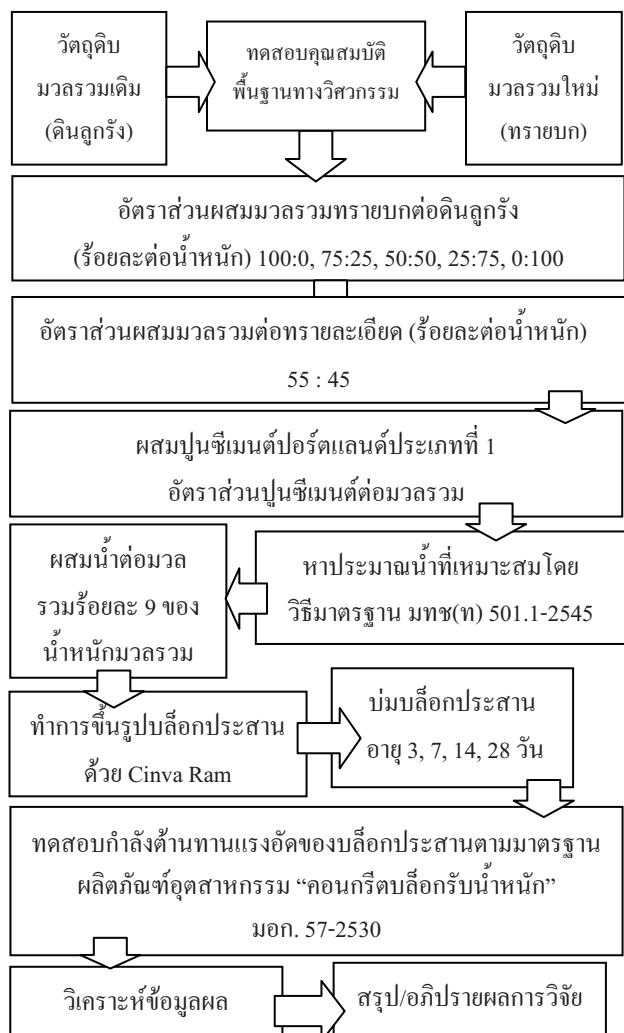
ตารางที่ 1 มาตรฐานคุณวิศวกรรมลือกรับน้ำหนัก มงคล.57-2530

ความต้านทานของตัวถ่วง เมกะพาสคัล		การทดสอบสำหรับน้ำหนัก เหล็ก ภารกิจก่อสร้าง เลือก 5 กิโล (กิโลรัตน์ต่อถูกาศก์มูนต์)									
ทดสอบจากพื้นที่รวม		ทดสอบจากพื้นที่เดิน									
ชุด	คุณภาพ	ทดสอบ	คุณวิศว์								
ทดสอบ	ทดสอบ	ทดสอบ	ทดสอบ	ทดสอบ	ทดสอบ	ทดสอบ	ทดสอบ	ทดสอบ	ทดสอบ	ทดสอบ	ทดสอบ
ชุด	ทดสอบ	ทดสอบ	ทดสอบ	ทดสอบ	ทดสอบ	ทดสอบ	ทดสอบ	ทดสอบ	ทดสอบ	ทดสอบ	ทดสอบ
ก	ก	7	5.5	14	11	240	224	208	192	176	160
ข	ข	7	5.5	-	-	288	272	256	240	224	208
ค	ค	5	4	-	-	-	-	-	-	-	-



ภาพที่ 1 : แสดงลักษณะทรัพย์สินใน ตำบลห้างน้ำสาคร อำเภอโนนร่ม จังหวัดชัยนาท

### 3.2 ขั้นตอนการวิจัย

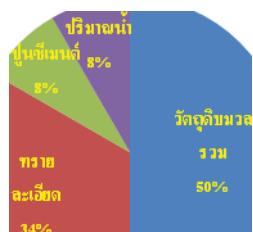


ภาพที่ 2 : แสดงขั้นตอนการวิจัย

### 3. ระเบียบวิธีวิจัย

#### 3.1 วัสดุที่ใช้

ในการวิจัยนี้ใช้ทรัพย์สินจากบ่อทรัพย์หลังวัดหัวถนน ตำบลห้างน้ำสาคร อำเภอโนนร่ม จังหวัดชัยนาท ดังแสดงในภาพที่ 1 ทรัพย์สินที่ได้จากแหล่งมีลักษณะเป็นทรัพย์ปันดินมีลักษณะเหลือง เนื้อหยาบ ไม่มีความหนาแน่นิ่ว และมีปริมาณมากอยู่ในพื้นที่ บ้านหัวถนน ตำบลห้างน้ำสาคร อำเภอโนนร่ม จังหวัดชัยนาท



ภาพที่ 3 : อัตราส่วนผสมของบล็อกประสาน

#### 4. ผลการวิจัย

##### 4.1 คุณสมบัติพื้นฐานทางวิศวกรรมของทรายนก และ ดินลูกรัง

จากการทดสอบคุณสมบัติพื้นฐานทางวิศวกรรมของทรายนกพบว่ามีค่าความถ่วงจำเพาะเม็ดดิน (Specific gravity) และค่าดัชนีพลาสติกชีต์(Plasticity Index)ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ค่าความถ่วงจำเพาะและค่าดัชนีพลาสติกชีต์

	ทรายนก	ดินลูกรัง
ความถ่วงจำเพาะเม็ดดิน(Specific gravity)	2.61	2.67
ค่าดัชนีพลาสติกชีต์ (Plasticity Index)	non-Plastic	14.81

เมื่อนำมาทดสอบขนาดคละของมวลรวม (Grain Size Distribution) ด้วยวิธีการร่อนผ่านตะแกรงมาตรฐานพบว่ามีค่าการกระจายตัว ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ค่าการกระจายตัวของทรายนกและดินลูกรัง

ขนาด ตะแกรง	เบอร์เรื่องต์การ ทิ้งตะแกรง		เบอร์เรื่องต์การ ทิ้งตะแกรง		เบอร์เรื่องต์การ ร่อนผ่านตะแกรง	
	ทรายนก	ดินลูกรัง	ทรายนก	ดินลูกรัง	ทรายนก	ดินลูกรัง
เบอร์ 4	1.91	3.00	1.91	3.00	98.09	97.00
เบอร์ 10	36.59	14.73	38.49	17.73	61.51	82.27
เบอร์ 40	41.75	12.25	80.24	29.97	19.76	70.03
เบอร์ 200	11.06	22.46	91.30	52.43	8.70	47.57

เมื่อนำค่าความถ่วงจำเพาะเม็ดดิน ค่าดัชนีพลาสติกชีต์ และขนาดคละของมวลรวม มาวิเคราะห์ผลพบว่าทรายนกจัดเป็น

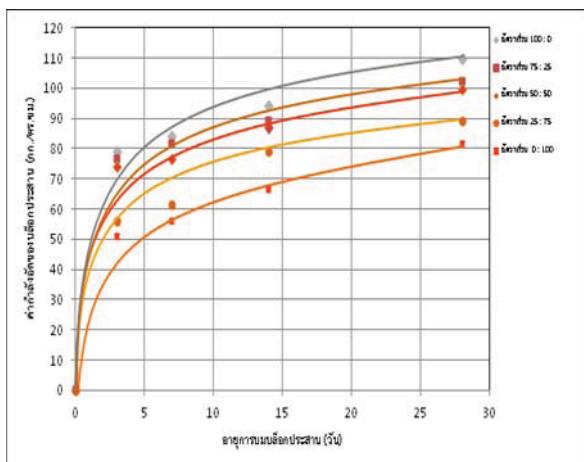
ตารางที่ 4 ผลการทดสอบหาค่า Optimum Moisture Content และ

ค่า Max Dry Density ของมวลรวมผสมปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ประเภทที่ 1 ที่อัตราส่วนปูนซีเมนต์ต่อมวลรวม 1:6 นเปรียบเทียบกับค่า Dry Density ที่ได้จากการผลิตบล็อกประสานจาก Cinva Ram

อัตราส่วนของมวลรวม (ทรายนกต่อดินลูกรัง)	Compaction test		Cinva Ram	ค่า Dry Density (gm/cc) ที่ได้รับซึ่งค่าความหนาของตอกประทุมที่บล็อกที่ผลิตจากมวลรวมที่มีสูตร
	OMC (%)	MAX Dry Density (gm/cc)		
100:0	1:6	9.50	2.06	9.00 1.470 71.36
75:25	1:6	8.75	2.05	9.00 1.443 70.39
50:50	1:6	9.00	2.06	9.00 1.436 69.71
25:75	1:6	10.00	2.01	9.00 1.392 69.25
0:100	1:6	10.00	1.98	9.00 1.399 70.66

##### 4.2 ความสามารถในการรับกำลังอัดที่อายุการบ่มต่างๆ

จากการวิจัยพบว่ากำลังของบล็อกประสานจะมีพฤติกรรมที่ไม่แตกต่างจากบล็อกประสานที่ผลิตจากวัสดุเดิม คือค่าความสามารถในการรับกำลังอัดจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆตามระยะเวลาที่ใช้ในการบ่มก้อนบล็อกประสานจนถึงช่วงเวลาหนึ่งหลังจากนั้นค่าการรับกำลังจะเพิ่มขึ้นน้อยลงมาก ดังแสดงในภาพที่ 4 บล็อกประสานทรายนกจะมีกำลังเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วงสองสัปดาห์แรกหลังจากนั้นกำลังอัดจะค่อยๆเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องในช่วงสัปดาห์ที่สามและหลังจากนั้น กำลังอัดจะค่อยๆเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆอย่างต่อเนื่องแต่ยังไม่หยุด คงที่ที่เดิมในช่วงสัปดาห์ที่สี่ ซึ่งจากการวิจัยพบว่ากำลังอัดของบล็อกประสานจะมีค่าเพิ่มขึ้นเรื่อยๆตามระยะเวลาที่ผ่านไปเมื่อจะถูกทดสอบ 28 วัน ไปแล้วก็ตาม แต่กำลังส่วนที่เพิ่มขึ้นหลัง 28 วัน จะมีค่าไม่น่ากันนักเมื่อเทียบกับระยะเวลาที่ผ่านไป และเมื่อเทียบกับกำลังในช่วง 28 วันแรก ดังนั้นในการศึกษานี้จึงเลือกใช้การทดสอบความสามารถในการรับกำลังที่ 28 วัน เป็นตัวแทนของความสามารถในการรับกำลังของบล็อกประสานของทรายนก ภาพบล็อกประสานที่ผลิตจากทรายนก



ภาพที่ 4 : กำลังอัดบล็อกประสานที่อัตราส่วนผสมและอายุการบ่ม ต่างๆ



ภาพที่ 5 : ภาพแสดงบล็อกประสานที่ผลิตจากทรายบก ที่อัตราส่วน ทรายบก 100% : ลูกรัง 0 %



ทรายบก 75% : ลูกรัง 25 %



ทรายบก 50% : ลูกรัง 50 %



ทรายบก 25% : ลูกรัง 75 %



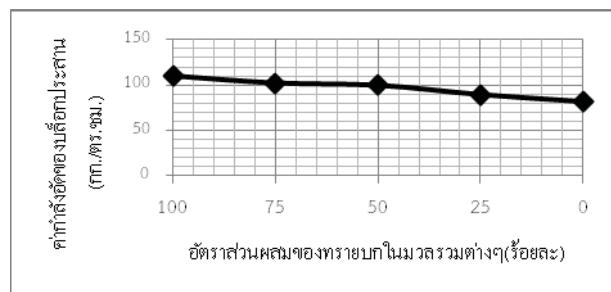
ทรายบก 0% : ลูกรัง 100 %

ภาพที่ 6 : บล็อกประสานที่ผลิตจากทรายบกและดินลูกรังใน อัตราส่วนต่างๆ

#### 4.3 ความสามารถในการรับกำลังอัดของอัตราส่วน

##### ผสมของมวลรวมต่างๆ

จากการวิจัยพบว่าการต้านทานแรงอัดของบล็อกประสานที่ใช้อัตราส่วนปูนซีเมนต์ต่อมวลรวมที่ 1:6 โดยนำหินน้ำกของมวลรวมชนิดต่างๆจะมีค่าเพิ่มมากขึ้นตามปริมาณทรายบกที่เพิ่มมากขึ้นโดยที่อัตราส่วนผสมมวลรวม (ทรายบกต่ออินลูกรัง) 100:0, 75:25, 50:50, 25:75 และ 0:100 มีค่าแรงต้านทาน กำลังอัดที่ 28 วันเท่ากับ 109.7, 102.1, 99.6, 89.4 และ 81.7 กิโลกรัมต่อตารางเมตรเซนติเมตร ตามลำดับ ดังแสดงในภาพที่ 7



ภาพที่ 7 : กำลังอัดบล็อกประสานที่อัตราส่วนผสมต่างๆที่อายุ 28 วัน

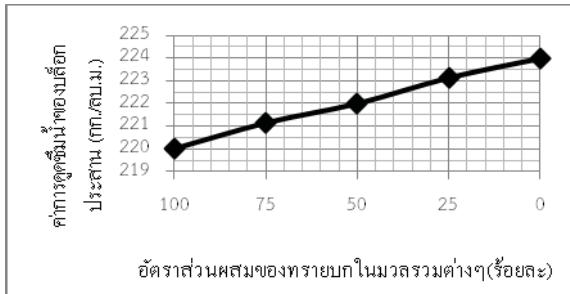
มาตรฐานการรับกำลังของบล็อกประสานอ้างอิงจากมาตรฐานคอนกรีตบล็อกรับน้ำหนัก มอก.57-2530 โดยกำหนดมาตรฐานการรับกำลังอัดต่ำสุดเท่ากับ 70 กิโลกรัมต่อตารางเมตร ซึ่งจากการวิจัยพบว่าทรายบกสามารถนำมารวบกับลูกรังให้มีค่าการรับกำลังอัดสูงกว่ามาตรฐานได้ที่ อัตราส่วนปูนซีเมนต์ต่อมวลรวม 1:6 ซึ่งในการผลิตอาจมีความผิดพลาดเกิดขึ้นและอาจทำให้การรับกำลังต่ำกว่ามาตรฐานได้ ดังนี้ในการผลิตจริงจะต้องมีการเพิ่อกำลังไว้เพื่อค่าเบี่ยงเบนจากผลกระทบต่างๆ จึงควรเลือกกำลังที่ใช้ในการผลิตรับกำลังที่จะใช้ในการผลิตจริงให้มีค่าสูงกว่ามาตรฐานเล็กน้อยคราวๆที่ 90 กิโลกรัมต่อตารางเมตรเซนติเมตร เพื่อเลือกใช้อัตราส่วนของมวลรวมที่เหมาะสมในการผลิตบล็อกประสาน [4]

#### 4.4 การคุณลักษณะและความหนาแน่นแห้งที่อัตรา

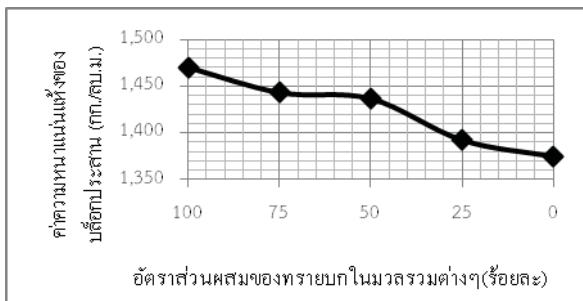
##### ส่วนผสมต่างๆ

ค่าการคุณลักษณะและความหนาแน่นของบล็อกประสานที่ค่าอัตราส่วนผสมของมวลรวมต่างๆ มีค่าไม่แตกต่างกันมากนัก โดยจากการวิจัยพบว่าอัตราส่วนผสมของมวลรวม (ทรายบกต่ออินลูกรัง) 100:0, 75:25, 50:50, 25:75 และ 0:100 มีการคุณลักษณะและค่าความหนาแน่นแห้งเท่ากับ 220, 221, 222, 223 และ 224 กิโลกรัมต่อสูตรบากซ์เมตร และมีค่าความหนาแน่นแห้งเท่ากับ 1470, 1443,

1436, 1392 และ 1374 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ ดังแสดงในภาพที่ 8 และภาพที่ 9



ภาพที่ 8 : ค่าการคูณน้ำหนักของลือกประสานที่อัตราส่วนผู้สม ต่างๆ



ภาพที่ 9 : ค่าความหนาแน่นแห้งของบลือกประสานที่อัตราส่วนผู้สมต่างๆ

เมื่อเปรียบเทียบค่าการคูณน้ำหนักและความหนาแน่นแห้ง ตามมาตรฐานกองกรีบลือกรับน้ำหนัก มอก. 57-2530 กับ ค่าที่ได้จากการวิจัยพบว่าบลือกประสานที่ผลิตจากทรายบุกมี ค่าการคูณน้ำหนัก เมื่อเทียบกับความหนาแน่นแห้งสูงกว่า มาตรฐาน คือในช่วงความหนาแน่นแห้ง 0 ถึง 1,680 จะยอมให้มีค่าคูณน้ำหนักไม่เกิน 288 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร แต่ บลือกประสานที่ผลิตจากทรายบทแทนร้อยละ 25 ขึ้นไป มี ค่าคูณน้ำหนักสูงสุดคือ 223 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ซึ่งไม่ เกินข้อกำหนด และถือได้ว่ามีค่าการคูณน้ำหนักต่ำกว่า ข้อกำหนดมาก

## 5. สรุปผลการวิจัย

บลือกประสานจะมีความสามารถในการรับกำลังเพิ่มมาก ขึ้นตามระยะเวลาที่บ่ม และค่าการรับกำลังจะไม่ค่อยเพิ่มขึ้น หลังจากผ่านการบ่มแล้ว 28 วัน

กำลังอัดของบลือกประสานที่ 28 วันที่อัตราส่วนผู้สมของ มวลรวม (ทรายบุกต่อเดินลูกรัง) 100:0, 75:25, 50:50, 25:75 และ 0:100 ที่ผสมปูนซีเมนต์ 1:6 มีกำลังอัดเท่ากับ 109.7, 102.1, 99.6, 89.4 และ 81.7 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร โดยมี ค่าคูณน้ำหนักเท่ากับ 220, 221, 222, 223 และ 224 กิโลกรัมต่อ

ลูกบาศก์เมตร และ มีค่าความหนาแน่นแห้งเท่ากับ 1470, 1443, 1436, 1392 และ 1374 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ โดยที่ค่าความหนาแน่นแห้งของบลือกประสานที่ ผลิตโดยเครื่องมือ Cinva Ram ให้ค่าความหนาแน่นแห้ง ประมาณร้อยละ 70 ของค่าความหนาแน่นแห้งสูงสุด ซึ่งทำให้ เกิดช่องว่างในบลือกประสานอยู่มากจึงเกิดการคูณลึ้นน้ำ แต่ บลือกประสานทุกอัตราส่วนผู้สมของมวลรวมมีค่าการ ต้านทานแรงอัดสูงกว่ามาตรฐานของกองกรีบลือกรับ น้ำหนัก

ทราบกาวด้วยตนเองสามารถนำมาใช้ผลิตบลือกประสานได้ เป็นอย่างดี มีคุณภาพสูงกว่ามาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กองกรีบลือกรับน้ำหนัก มอก.57-2530 กำหนด เนื่องจาก โรงงานกล้าแกร่งรับน้ำหนัก ทำให้ราคาต้นทุนในการผลิตต่ำกว่าวัสดุคุณลักษณะที่ต้องนำมา จากแหล่งอื่นเพื่อนำมาผลิตบลือกประสานทำให้ต้นทุนสูงขึ้น และมีข้อดีคือบลือกประสานที่มีสีสันแตกต่างจากบลือก ประสานทั่วไป ดังนั้น การนำทรายบุกมาใช้ผลิตบลือก ประสานจึงเป็นทางเลือกใหม่ในการใช้วัสดุผลิตบลือก ประสาน

## 6. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ทางผู้วิจัยขอขอบคุณ โรงงานผลิตบลือกประสาน กล้าแกร่งบลือกประสานที่ให้ใช้เครื่องมืออุปกรณ์ในการผลิต บลือกประสานและแผนกวิชาช่าง โยธา วิทยาลัยเทคนิค นครสวรรค์ ที่อำนวยความสะดวกในการทดสอบวัสดุและ ทดสอบการรับกำลังอัดของบลือกประสาน

## 7. บรรณานุกรม

- [1] คร.สันชัย อินพิชัย เอกสารการสอนการจำแนกคิน มหาวิทยาลัย เทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
- [2] วุฒินัย กอกคำแหง, 2551. การผลิตบลือกประสานให้ได้คุณภาพ, การ อบรมเทคโนโลยีบลือกประสาน, สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และ เทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
- [3] มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กองกรีบลือกรับน้ำหนัก มอก.57-2530, หน้า 9
- [4] วุฒินัย กอกคำแหง, 2553. การผลิตบลือกประสานจากหัวดินขาว. เทคโนโลยีสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

# วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการล่าสกัด







การพัฒนาระบบและกลไกการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาคุณภาพบัณฑิต  
ระดับอุดมศึกษา : การทบทวนวรรณกรรม  
Systems and mechanisms to improve the quality of graduate education  
Higher education: A literature review

เบญจรงค์ ราชวงศ์<sup>1</sup> ประดิษฐ์ เหมือนคิด<sup>2</sup>

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล  
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

<sup>1</sup>ben\_ji24@hotmail.com, <sup>2</sup>pdm@kmutnb.ac.th

## บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษารูปแบบการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญและเพื่อศึกษากระบวนการสอนของผู้สอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญเพื่อให้บัณฑิตมีคุณภาพตรงกับความต้องการของผู้ใช้บัณฑิตเป็นเรื่องที่งานวิจัยยังไม่ได้ศึกษาเป็นการทบทวนวรรณกรรม วิธีดำเนินการวิจัยผู้วิจัยได้ศึกษารูปแบบการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย จำนวน 8 รูปแบบ โดยนำแต่ละรูปแบบมาวิเคราะห์หาจุดเด่นจุดด้อย เมื่อได้จุดเด่นจุดด้อยจากการวิเคราะห์เบื้องต้น นำแต่ละรูปแบบมาจัดกลุ่มตามจุดเด่นโดยวิธีการ Content Analysis สรุปแต่ละกลุ่มตามจุดเด่นเพื่อรวบรวมกระบวนการสอนทั้งหมด แล้วนำมาวิเคราะห์จุดเด่น จุดด้อยของแต่ละกลุ่มอีกรอบ ด้วยวิธีการสังเคราะห์เพื่อให้เกิดเป็นรูปแบบใหม่ตามที่ผู้วิจัยสนใจ ผลจากการใช้วิธีการ Content Analysis แล้วนำมาสังเคราะห์จัดกลุ่มรูปแบบการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญโดยใช้ชื่อว่า PTM MODEL ประกอบด้วย 10 ขั้นตอน ดังนี้ [1] การออกแบบกิจกรรมให้เหมาะสมกับผู้เรียน [2] การซึ่งจงวัดคุณภาพการเรียน [3] การสร้างแรงจูงใจ [4] การใช้กระบวนการการกลุ่ม [5] การประยุกต์ใช้ความรู้ [6] การจัดบรรยายภาค/สภาพแวดล้อม [7] การวัดและประเมินผลตามสภาพจริง [8] การป้อนกลับและปรับปรุงแก้ไข [9] การวัดผลผลลัพธ์จากการเรียน [10] การประเมินความพึงพอใจผู้ใช้บัณฑิต

**คำสำคัญ:** ระบบและกลไก การจัดการเรียนการสอน การสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

## Abstract

*This research aims to study the teaching and learning style that focused on learner and study, the process of lecturer as they have to focus on learner to provide a high quality graduates. A method of this research, the researcher focused on the teaching management style as a learner who is the important person. In eight models were used to analysis for seeking a strangeness and weakness. When we got a strangeness and weakness from primary analysis, and then separate them in each group by focus on content analysis method. Summarize in each groups to gather all process and*

analyze strangeness and weakness points of each group again. For achieve a new synthesis of the research interesting. The results of the Content Analysis is to synthesized as a model curriculum that focuses on students as the name of PTM MODEL consists of 10 steps as follows: [1] designed to suit the learner [2] to clarify the objectives of the study [3] to build motivation. [4] Of the group [5] the application of knowledge [6], the atmosphere / environment [7] to measure and evaluate the condition [8] for feedback and improvement [9] to measure the achievement results [10] to assess the students' satisfaction.

**Keyword:** Systems and processes Learning and Teaching the research focuses on the students as an important person.

## 1.บทนำ

จากการศึกษาปัจจุบันการจัดการเรียนการสอนในระดับอุดมศึกษา พบว่า มีปัจจุบันสำคัญหลายประการ [1] รุ่งแก้วแแดง (2543) ได้กล่าวถึงภาวะวิกฤติของการศึกษาไทยว่า การจัดการศึกษาในปัจจุบันยังไม่สอดคล้องกับความต้องการของบุคคล สังคมและประเทศ [2] พระธรรมปีฉกุ กล่าวถึง วิกฤติของการศึกษาไว้ว่า ความผิดพลาดที่สำคัญประการหนึ่งของการจัดการศึกษาที่แล้วมาคือ ละเลยที่จะพิจารณาความต้องการที่แท้ต่างของผู้เรียน และการเชื่อมโยงสิ่งที่เรียนรู้กับการนำมาใช้ในชีวิตจริง [3] ศ.ดร.กิตติชัย วัฒนาภิกร (2550) กล่าวว่า การจัดการศึกษาระดับอุดมศึกษาในประเทศไทย ผลิตบัณฑิตและสร้างผลงานวิชาการ ไม่สอดคล้องกับความต้องการของตลาด [4] ไพบูลย์ สินลารัตน์ (2548) กระบวนการเรียนรู้ ในระดับอุดมศึกษาไทยไม่ได้สร้างปัญญาให้เกิดกับผู้เรียน ได้อย่างแท้จริงเนื่องจากการเรียนการสอนยังมีลักษณะป้อนโดยการบรรยาย [5] สถาบันพัฒนาการจัดการนานาชาติ (International Institution for Management Development) โครงการสำหรับการประเมินนักเรียนนานาชาติ จัดอันดับความสามารถของนักเรียนไทย พบว่า ประเทศไทยอยู่ในอันดับที่ 33-36 จาก 40 ประเทศ [6] สถาบันสำหรับการพัฒนาการจัดการ (Institute for Management Development) หรือ IMD ผลการสำรวจปี 2549 การศึกษาในมหาวิทยาลัย ที่มุ่งประเมิน ว่าการศึกษาในมหาวิทยาลัยสอดคล้องกับความต้องการแข่งขัน ในด้านเศรษฐกิจเพียงใด ผลปรากฏว่า ไทยมีคะแนน 5.28 จากคะแนนเต็ม 10 อยู่ในอันดับที่ 11 จาก 13 ประเทศในเอเชีย [7] ศ.ดร.นวลจิตต์ เชาว์กีรติพงศ์ กล่าวว่า การจัดการเรียนการสอนในปัจจุบัน ผู้สอนยังแสดงบทบาทและทำหน้าที่ของ

ตนเอง ไม่เหมาะสม การสอนยึดเนื้อหาวิชาเป็นตัวตั้ง ขาดการคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล ไม่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ นำสิ่งที่ได้เรียนรู้มาใช้ในชีวิตจริง [8] ไพบูลย์ สินลารัตน์ กล่าวถึงวิกฤติของผู้เรียนว่า ทำให้ผู้เรียนต้องจด ห่อง จำตามที่อาจารย์บอกเป็นหลัก การพัฒนาปัญญาจึงไม่เกิดขึ้น บัณฑิต จึงมีลักษณะรู้มาก มากกว่า รู้คิด

ผู้จัดยังมีความสนใจศึกษารูปแบบและกระบวนการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เพื่อนำผลการศึกษาวิจัย ที่ได้มาใช้เป็นส่วนหนึ่งในการพัฒนารูปแบบที่สามารถปฏิบัติ ได้จริง มีความเหมาะสมกับผู้เรียนและตรงกับความต้องการของผู้ใช้บัณฑิตต่อไป

### 1.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.1.1 เพื่อศึกษารูปแบบการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

1.1.2 เพื่อศึกษากระบวนการสอนของผู้สอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

### 2.วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ศึกษารูปแบบงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ จำนวน 8 รูปแบบ ซึ่งใช้เป็นพื้นฐานสำหรับการทำวิจัยนี้ โดยจะนำเสนอในรูปของตาราง ผู้วิจัยได้วิจารณ์ดูเด่น จุดด้อยของรูปแบบกระบวนการสอน ใช้การอ้างอิงจากเอกสารงานวิจัยต่าง ๆ ประกอบด้วย



ตารางที่ 1 แสดงรูปแบบ CIPPA MODEL

รูปแบบ	กระบวนการสอน
CIPPA MODEL	<p>1. การ จัด กิจกรรม เอื้อ อำนวย ให้ เกิด การสร้าง ความรู้ (Construct)</p> <p>2. การ จัด กิจกรรม ที่ เอื้อ อำนวย ให้ เกิด การ มี ปฏิสัมพันธ์ (Interaction)</p> <p>3. การ จัด กิจกรรม ที่ เอื้อ อำนวย ให้ ผู้เรียน ได้ เคลื่อน ไหว ร่าง กาย (Physical Participation)</p> <p>4. การ จัด กิจกรรม ที่ เอื้อ อำนวย ให้ ผู้เรียน ได้ ใช้ กระบวนการ (Process learning)</p> <p>5. การ จัด กิจกรรม ที่ เอื้อ อำนวย ให้ เกิด การ ประยุกต์ ใช้ ความรู้ (Application)</p> <p>6. การ วัด และ ประเมิน ผล ตาม สภาพ จริง</p>

จุดเด่น

1. สามารถ ใช้ ได้ กับ การ จัด การเรียน การสอน ทุกวิชา และ ทุก  
ระดับ ชั้น

2. มี การ วัด และ ประเมิน ผล ตาม สภาพ จริง สามารถ ใช้ วิธี การ  
วัด และ ประเมิน ผล ที่ หลากหลาย ได้ หลากหลาย วิธี ได้ แก่ การ สังเกต  
การ มี ส่วน ร่วม ใน กิจกรรม ของ นักเรียน การ บันทึก การ  
สัมภาษณ์ การ ทดสอบ และ การ ใช้ แฟ้ม สะสม งาน ทำ ให้ ง่าย ต่อ  
การ นำ ไป ใช้ และ ผู้เรียน ก็ สามารถ ทราบ ผล การ ประเมิน ได้ ทันที  
เมื่อ ปฏิบัติ กิจกรรม ตาม ที่ ผู้สอน มอบ หมาย

จุด ด้อย

1. การ ออกแบบ กิจกรรม การเรียน การสอน ใน แต่ ละ ราย วิชา  
มี เนื้อหา ที่ ต่าง กัน จะ ทำ ให้ ครุ ต้อง ออกแบบ กิจกรรม ที่ มี ลักษณะ

เอื้อ อำนวย ต่อ การ จัด การเรียน การสอน ที่ ต่าง กัน จึง คล้อง กับ  
รูปแบบ การ จัด การเรียน การสอน ของ สุวัฒน์ นิยม คำ ที่ กล่าว ว่า  
การ ใช้ กระบวนการ การเรียน การสอน ต้อง มี การ ประเมิน ความรู้  
พื้นฐาน ของ ผู้เรียน ก่อน

ตารางที่ 2 แสดง รูปแบบ การสอน โดย ใช้ แผน พัง พา ปัญญา  
เพื่อ เพิ่ม พูน ความ สามารถ ในการ คิด สร้าง สรรค์

รูปแบบ	กระบวนการสอน
รูปแบบ การสอน โดย ใช้ แผน พัง พา ปัญญา เพื่อ เพิ่ม พูน ความ สามารถ ในการ คิด สร้าง สรรค์	<p>1. หลัก การ</p> <p>2. จุด มุ่ง หมาย</p> <p>3. เนื้อหา</p> <p>4. กระบวนการ การเรียน การ สอน</p> <p>5. การ วัด และ ประเมิน ผล</p>

จุดเด่น

1. เป็น รูปแบบ ที่ ให้ ผู้เรียน ระดม สมอง นี เป้าหมาย มี ความ คิด  
ที่ อิสระ และ หลากหลาย เพื่อ นำมา สร้าง แผน พัง พา ปัญญา  
จุด ด้อย

1. การ ใช้ วิธี การ ระดม สมอง เป็น วิธี การ ซึ่ง ได้ มา จำกัด การ ใช้  
ความ คิด ที่ หลากหลาย จาก สามา คิก ใน กลุ่ม แต่ การ ที่ ผู้เรียน มี  
ความ แตกต่าง กัน ทาง ด้าน ความ คิด อาจ ส่ง ผล ให้ เกิด การ ถก เถียง  
กัน และ บาง ครั้ง ผู้เรียน ที่ มี ลักษณะ ของ ความ เป็น ผู้ นำ ภายใน  
กลุ่ม ก็ เป็น ผู้ แสดง ความ คิด แต่ เพียง ผู้ เดียว ซึ่ง จึง คล้อง กับ  
รูปแบบ ของ CIPPA MODEL ที่ กล่าว ว่า ผู้เรียน อาจ ไม่ ต้อง การ  
แสดง ความ คิด ให้ 他人 ทราบ แต่ ผู้ นำ แสดง ความ คิด ให้ ไป แล้ว

ตารางที่ 3 แสดง รูปแบบ การ จัด การเรียน การสอน ที่ เน้น ผู้เรียน เป็น  
สำคัญ ตาม แนว คิด ผู้ ทรง คุณ วุฒิ กับ ข้อมูล เชิง ประจักษ์

รูปแบบ	กระบวนการสอน
รูปแบบ การ จัด การเรียน การสอน ที่ เน้น ผู้เรียน เป็น สำคัญ ตาม แนว คิด ผู้ ทรง คุณ วุฒิ กับ ข้อมูล เชิง ประจักษ์	<p>1. ปัจจัย เบื้อง ต้น</p> <p>2. ลักษณะ การเรียน การสอน</p> <p>3. กระบวนการ</p> <p>4. ผล ผลิต</p> <p>5. บรรยาย ภาษา / สภาพ แวดล้อม</p>

#### จุดเด่น

1. เป็นรูปแบบที่ให้ความสำคัญกับการจัดทำด้วยความสำคัญก่อนหลังของกระบวนการสอนและให้แนวคิดว่าหากผู้สอนสามารถสอนได้อย่างมีขั้นตอนแล้วจะทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจและประยุกต์ใช้ได้จริงโดยจะต้องเริ่มจาก 1. ศึกษาปัจจัยเบื้องต้น 2. จัดทำสื่อการเรียนการสอน 3. กระบวนการ 4. ผลผลิต 5. บรรยายกาศ/สภาพแวดล้อม

#### จุดด้อย

1. เป็นการหาความสำคัญก่อนหลังของกระบวนการสอนทำให้ผู้สอนอาจให้ความสำคัญกับองค์ประกอบบางด้านเท่านั้น

ตารางที่ 4 แสดงรูปแบบการสอนแบบ MIAP

รูปแบบ	กระบวนการสอน
รูปแบบการสอนแบบ MIAP	<ol style="list-style-type: none"> <li>ขั้นสนใจเรียน</li> <li>ขั้นศึกษาข้อมูล</li> <li>ขั้นพยายามฝึกหัด</li> <li>ขั้นสำเร็จผล</li> </ol>

#### จุดเด่น

1. เป็นกระบวนการเรียนรู้ร่วมกันโดยจัดให้ผู้เรียนที่มีความสามารถต่างกันมาเรียนร่วมกันและทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มเล็ก ๆ โดยที่แต่ละกลุ่มจะมีหัวหน้าที่เรียนเก่ง เรียนปานกลาง และเรียนอ่อนชี้งจะทำให้นักศึกษาได้พัฒนาตนเองโดยการทำงานเป็นทีม และเป็นการฝึกฝนทักษะทั้งทางด้านกระบวนการเรียนรู้ ารมณ์และสังคม

#### จุดด้อย

1. ผู้สอนที่จะนำรูปแบบไปใช้ ควรที่จะทำการศึกษาก่อนให้มีความรู้ชัดเจน และการทำการสอนควรดำเนินการให้ครบถ้วน ขั้นตอนตั้งแต่ ขั้นสนใจเรียน (Motivation) ขั้นให้เนื้อหา (Information) ขั้นพยายาม (Application) ขั้นสำเร็จผล (Progress) และปรับการดำเนินการการสอนให้มีความเหมาะสมกับผู้เรียน เนื้อหา โดยนำสื่อที่หลากหลายมาใช้เสริม ความมีการปรับพื้นฐานก่อน ลดความซับซ้อนของงาน กล่าวว่าจะต้องมีการสร้างความสนใจและทบทวนความรู้เดิมของผู้เรียน

ตารางที่ 5 แสดงรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม

รูปแบบ	กระบวนการสอน
รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม	<ol style="list-style-type: none"> <li>สร้างแรงจูงใจให้เกิดความตระหนักในตน</li> <li>จัดประสบการณ์ใหม่</li> <li>สร้างโครงสร้างความรู้ในตน</li> <li>การทดลองปฏิบัติ</li> <li>ขั้นการประยุกต์ใช้</li> </ol>

#### จุดเด่น

1. ผู้เรียนต้องการเนื้อหาความรู้จากครู และขอบเรียน หนังสือ มีความรับผิดชอบในการค้นคว้าความรู้นอกห้องเรียน เพื่อให้ได้งานที่ดีที่สุด และให้ความร่วมมือกับกลุ่มเมื่อได้รับมอบหมาย

#### จุดด้อย

1. จะทำให้ผู้เรียนขาดการคิดวิเคราะห์เนื่องจากจะเป็นผู้รับแต่เพียงอย่างเดียว ลดความคิดเห็นกับรูปแบบของเรียนการสอนของ CIPPA MODEL กล่าวว่าการจัดกิจกรรมจะต้องเน้นอ่อนนวยให้เกิดการประยุกต์ใช้ความรู้ (Application)

ตารางที่ 6 แสดงรูปแบบการจัดการเรียนการสอน

#### สุวัฒน์นิยมค้า

รูปแบบ	กระบวนการสอน
รูปแบบการจัดการเรียนการสอน สุวัฒน์นิยมค้า	<ol style="list-style-type: none"> <li>ระบุวัตถุประสงค์ของการสอน</li> <li>ประเมินความรู้พื้นฐานของผู้เรียน</li> <li>จัดประสบการณ์ในการเรียนรู้</li> <li>ประเมินผลเรียนสอน</li> <li>การป้อนกลับและปรับปรุงแก้ไข</li> </ol>



จุดเด่น

1. ช่วยให้ผู้เรียนได้รับความรู้ความเข้าใจ เกิดทักษะและเจตคติในการเรียน โดยมีการป้อนกลับข้อมูลเพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไข

จุดด้อย

1. ความมีการแบ่งกลุ่มการจัดการเรียนการสอน และมีการใช้ห้องเรียนในกิจกรรมต่าง ๆ อย่างเหมาะสมสอดคล้องกับรูปแบบการสอน โดยใช้แผนผังทางปัญญาเพื่อเพิ่มพูนความสามารถในการคิดสร้างสรรค์

ตารางที่ 7 แสดงรูปแบบการจัดการเรียนการสอนของชা�ณย์ชัย

รูปแบบ	กระบวนการสอน
ชा�ณย์ อาจินสมานาร	1.สอนให้กระจàng 2.มีความกระตือรือร้น 3.เน้นเรื่องงาน 4.กลยุทธ์ในการสอน 5.ปฏิสัมพันธ์กับนักศึกษา 6.ใช้คำนวณที่น่าสนใจ

จุดเด่น

1. เป็นรูปแบบที่ทำให้ผู้เรียนมีแรงจูงใจในการเรียน โดยนำกลยุทธ์ในการสอนมาใช้และมีการสร้างปฏิสัมพันธ์กับนักศึกษาทำให้นักศึกษาเกิดความคุ้นเคยกับผู้สอน

จุดด้อย

1. เป็นรูปแบบที่ให้ความสำคัญกับผู้สอน ได้แก่ มีความกระตือรือร้นหมายถึงผู้สอนจะต้องมีความกระตือรือร้นในการสอนซึ่งประเด็นนี้เป็นเรื่องที่ไม่สามารถคาดให้ผลลัพธ์ที่สอน เพราะภาระงานสอนเยอะทำให้ผู้สอนขาดการเตรียมการสอน สอดคล้องกับรูปแบบของ MIAP ผู้สอนจะต้องเป็นผู้กระตุ้นให้ผู้เรียนสนใจ

ตารางที่ 8 แสดงรูปแบบการสอนของกายะ

รูปแบบ	กระบวนการสอน
กายะ โมเดล	1.สร้างความสนใจ 2.แจ้ง จุด ประสงค์ ของ บทเรียน

3. ทบทวนความรู้เดิม
4. นำเสนอบทเรียนที่น่าสนใจ
5. ชี้และให้แนวทางในการเรียนรู้
6. ให้นักศึกษาลงมือปฏิบัติจริง
7. ติดตามผลการปฏิบัติ
8. ประเมินผลการปฏิบัติ
9. ส่งเสริมความแม่นยำและการถ่ายโยงการเรียนรู้

จุดเด่น

รูปแบบการสอนของกายะ เป็นการมองสัมฤทธิ์ผลของผู้เรียนเกิดขึ้นได้ ขึ้นอยู่กับวิธีการสอนของครูที่มีจุดประสงค์ เป็นหลักจะทำให้มีความยืดหยุ่นสูง ผู้เรียนมีความรับผิดชอบ มีความกระตือรือร้นในการเรียนมากกว่าปกติ มีความตั้งใจไฟหัวความรู้ใหม่ ๆ โดยผู้สอนเป็นเพียงผู้แนะนำที่ปรึกษา และแนะนำแหล่งความรู้ใหม่ ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเรียน

จุดด้อย

ขาดการพิจารณาถึงการจัดบรรยาย/สภาพแวดล้อมในการจัดการเรียนการสอนซึ่งผู้วิจัยมองว่ามีความสำคัญอย่างมากต่อการสอน เนื่องจากสภาพแวดล้อมเป็นปัจจัยหนึ่งที่จะส่งผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน เช่นเดียวกัน

3. วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 ผู้วิจัยได้ศึกษารูปแบบการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ จำนวน 8 รูปแบบ โดยนำแต่ละรูปแบบมาวิเคราะห์หาจุดเด่นจุดด้อย

3.2 เมื่อได้จุดเด่นจุดด้อยจากการวิเคราะห์เบื้องต้น นำแต่ละรูปแบบมาจัดกลุ่มตามจุดเด่น โดยวิธีการ Content Analysis

3.3 สรุปแต่ละกลุ่มตามจุดเด่นเพื่อรวมรวมกระบวนการสอนทั้งหมด และนำมายิเคราะห์จุดเด่น จุดด้อยของแต่ละกลุ่ม อีกครั้ง ด้วยวิธีการสังเคราะห์เพื่อให้เกิดเป็นรูปแบบใหม่ตามที่ผู้วิจัยสนใจ

#### 4. ผลการดำเนินงาน

ผลจากการใช้ชีวิธีการ Content Analysis แล้วนำมาสังเคราะห์จนเกิดรูปแบบการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญโดยใช้ชื่อว่า PTM MODEL ประกอบด้วย 10 ขั้นตอน ดังนี้ [1] การออกแบบกิจกรรมให้เหมาะสมกับผู้เรียน [2] การชี้แจงวัตถุประสงค์การเรียน [3] การสร้างแรงจูงใจ [4] การใช้กระบวนการกรอกลุ่ม [5] การประยุกต์ใช้ความรู้ [6] การจัดบรรยากาศ/สภาพแวดล้อม [7] การวัดและประเมินผลตามสภาพจริง [8] การป้อนกลับและปรับปรุงแก้ไข [9] การวัดผลผลลัพธ์จากการเรียน [10] การประเมินความพึงพอใจผู้ใช้บัณฑิต

#### 5. บทสรุป

จากการที่ผู้วิจัยได้ไปศึกษาทบทวนการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ทำให้ผู้วิจัยทราบเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนในปัจจุบันผลิตบัณฑิตไม่ตรงกับความต้องการของผู้ใช้บัณฑิต จึงทำการศึกษารูปแบบการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ จำนวน 8 รูปแบบ เพื่อนำมาแก้ปัญหาการจัดการเรียนการสอน โดยนำแต่ละรูปแบบ มาวิเคราะห์หาจุดเด่นจุดด้อย โดยใช้ชีวิธีการ Content Analysis นำรูปแบบที่วิเคราะห์แล้วมาจัดกลุ่มตามจุดเด่นของแต่ละรูปแบบสามารถจัดกลุ่มได้ 3 กลุ่ม ได้แก่ เน้นปฏิบัติ เน้นวิธีการสอน และเน้นการสร้างแรงจูงใจ ซึ่งจะต้องนำกระบวนการสอนของแต่ละรูปแบบมาร่วมกันตามจุดเด่นที่ได้วิเคราะห์แล้วนำจุดเด่น จุดด้อยที่ต้องแก้ไข มาสังเคราะห์เกิดเป็นโนเมเดลใหม่ ใช้ชื่อว่า PTM MODEL ประกอบด้วย 10 ขั้นตอน ได้แก่ [1] การออกแบบกิจกรรมให้เหมาะสมกับผู้เรียน [2] การชี้แจงวัตถุประสงค์การเรียน [3] การสร้างแรงจูงใจ [4] การใช้กระบวนการกรอกลุ่ม [5] การประยุกต์ใช้ความรู้ [6] การจัดบรรยากาศ/สภาพแวดล้อม [7] การวัดและประเมินผลตามสภาพจริง [8] การป้อนกลับและปรับปรุงแก้ไข [9] การวัดผลผลลัพธ์จากการเรียน [10] การประเมินความพึงพอใจผู้ใช้บัณฑิตโดยจะต้องนำรูปแบบที่สังเคราะห์ขึ้นไปประเมินคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญอีกครั้ง

สำหรับข้อเสนอแนะ ผู้วิจัย พบว่า ในรูปแบบการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ความมีการพัฒนาให้ผู้สอนสามารถนำมาสอนได้อย่างเป็นระบบสามารถตรวจสอบการทำงานได้ และง่ายต่อการปฏิบัติ ทั้งนี้บัณฑิตที่ไปทำงานจะต้องมีความรู้ ความสามารถตรงกับความต้องการของผู้ใช้บัณฑิตซึ่งเป็นประเด็นสำคัญต่อการจัดการเรียนการสอน จึงเป็นเรื่องที่ควรทำการศึกษาวิจัยและใช้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญต่อไป

#### 6. เอกสารอ้างอิง

- [1] พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 (แก้ไขเพิ่มเติม ฉบับที่ 2 พ.ศ.2545). กรุงเทพฯ:2545.
- [2] ไพบูลย์ สินЛАรัตน์, สมสุข ธีรพิจิตร และวันนีร์ เชาว์คำรงค์. รายงานการวิจัย ครอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาของประเทศไทย. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพ: 2548.
- [3] กิตติชัย วัฒนานิกร, สมศักดิ์ ภูวิภาดาวรรณ, ชุมเกียรติ ลีสุวรรณ และจุลคลา ขาวสะอาด. รายงานการวิจัย เรื่อง การศึกษาวิจัยการจัดการศึกษาที่ดีที่สุดและนอกรถสถานที่ดีของสถาบันอุดมศึกษา. เชียงใหม่ : หน่วยพิมพ์เอกสารคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่,2549.
- [4] กลุ่มเสนาการประกันคุณภาพการศึกษา ที่ประชุมอธิการบดีแห่งประเทศไทย และสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา. การอุดมศึกษากับการประกันคุณภาพในสหราชอาณาจักรและสหพันธ์ สาธารณรัฐเยอรมนี. ห้างหุ้นส่วนจำกัด ภาพพิมพ์.กรุงเทพฯ :2548.
- [5] สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา . คู่มือการประกันคุณภาพ การศึกษาภายในสถานศึกษา ระดับอุดมศึกษา. กรุงเทพฯ : ห้างหุ้นส่วนจำกัดภาพพิมพ์,2550.
- [6] ธนาธิป พร垦ุล แแก็ฟ : รูปแบบการจัดการเรียนการสอนที่ผู้เรียน เป็นศูนย์กลาง. กรุงเทพมหานคร. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย, 2544.
- [7] ทิศนา แรมณณ “การจัดการเรียนการสอนโดยยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ โนเมเดลชิปป้า” ใน เอกสารประกอบการอบรมเชิงปฏิบัติการ นครศรีธรรมราช สำนักงานการประถมศึกษา จังหวัดราชบุรี, 2543.
- [8] ประภาลักษ์ แพร่วนิชย์ “รูปแบบการสอนโดยใช้แผนผังทางปัญญา เพื่อเพิ่มพูนความสามารถในการคิดสร้างสรรค์” ใน วิทยานิพนธ์ ปริญญาครุศาสตร์คุณวุฒิบัณฑิต.จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2543.



## การพัฒนาระบบสหบรรณานุกรมสมมูลน้ำหนึ่งสำหรับประเทศไทย

### Thailand Virtual Union Catalog Development

ชีระพล คุ่มเกี้ยม<sup>1</sup> และ นริศร แสงกะนอง<sup>2</sup>

<sup>1</sup>สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ

<sup>2</sup>ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

E-mail: <sup>1</sup> pol@kmutnb.ac.th, <sup>2</sup> nss@kmutnb.ac.th

### บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนองานพัฒนาระบบสหบรรณานุกรมสมมูลน้ำหนึ่ง ที่ออกแบบให้สามารถใช้งานระบบสหบรรณานุกรมแบบภาษาไทยที่ไม่สามารถใช้งานร่วมกันได้ในประเทศไทย โดยการประยุกต์ใช้ไฟล์ Z39.50 และสร้างระบบย่อย 3 ระบบขึ้นมาใหม่ในการแก้ปัญหา ซึ่งระบบย่อยประกอบด้วยระบบย่อยที่ 1 ใช้เครื่องมือชื่อ Metaproxy รับการเชื่อมต่อจาก Z39.50 Client เพื่อส่งคำค้นต่อไปยัง Z39.50 Server หลายแหล่งพร้อมกัน และนำคำตอบที่ได้ส่งกลับไปยัง Z39.50 Client ระบบย่อยที่ 2 พัฒนาไว้ 2 แบบให้เลือกใช้ แบบแรกเรียกว่า Z39.50 Frontend สำหรับหน่วยงานที่มีระบบห้องสมุดอัตโนมัติแล้วแต่ระบบที่มีไม่รองรับการใช้งาน Z39.50 Server แบบที่ 2 สำหรับหน่วยงานที่ยังไม่มีระบบห้องสมุดอัตโนมัติ เป็นการนำระบบห้องสมุดอัตโนมัติ OpenBiblio มาพัฒนาเพิ่มเติม ให้รองรับการใช้งานทั้ง Z39.50 Client และ Z39.50 Server ระบบย่อยที่ 3 เป็นระบบสำหรับให้บริการสืบค้นไปยัง Z39.50 Server ของหน่วยงานต่างๆ พร้อมกัน สมมูลน้ำหนึ่งที่เดียวกัน

ผลการทดสอบด้านการเชื่อมต่อและการทำงานของไฟล์ Z39.50 กับระบบย่อย แต่ละระบบ และระหว่างระบบย่อยต่อกัน สามารถทำงานได้อย่างถูกต้อง ในส่วนการทดสอบการทำงานของระบบย่อยต่างๆ ในการรองรับการใช้งานภาษาไทยทั้งการสืบค้นและแสดงผล ระบบสามารถค้นและแสดงผลภาษาไทยได้ตรงตามที่กำหนด

**คำสำคัญ:** สหบรรณานุกรมสมมูลน้ำหนึ่ง ไฟล์ Z39.50 ภาษาไทย การสืบค้นแบบหลายแหล่ง

## Abstract

This article presents a develop a virtual union catalog for solving the incompatible system of the physical union catalog in Thailand. We apply Z39.50 protocol and develop three new subsystems for solving this problem. The first subsystem is a Metaproxy that is connected to the Z39.50 server for searching content in multiple sources simultaneously and sends the searched results back to the Z39.50 client. The second subsystem has two functions. The first function is Z39.50 Frontend that is for the automated library system that does not support Z39.50 server. The second function is used for the library that does not have automated library system. For this function, OpenBiblio, automated library system, is used for developing and supporting with Z39.50 client and server. The last subsystem is a service that used for distributing the searching content on the other Z39.50 servers in the same time and look like the same site.

Testing results for the connectivity and functionality of the Z39.50 protocol, with a subsystem and between subsystems, in this system can work properly. In Thai language supporting system for searching and displaying, the performance of various subsystems can be shown the exact results in Thai as prescribed.

**Keyword:** Union Catalog, Federated Search, Protocol Z39.50

## 1. บทนำ

ห้องสมุดในประเทศไทยมีความประสงค์ที่จะดำเนินการจัดทำระบบฐานข้อมูลเพื่อวัตถุประสงค์ในการช่วยลดเวลาของบรรณาธิการวิเคราะห์หมวดหมู่ การทำงานข้ามช้อน หนังสือเล่มเดียวกันต้องวิเคราะห์ใหม่ทุกห้องสมุด ใช้ข้อมูลบรรณาธิการร่วมกัน อำนวยความสะดวกให้ผู้ใช้ไม่ต้องเข้าไปหน้าเวปไซต์ของแต่ห้องสมุดและป้อนคำค้นใหม่ทุกครั้ง และใช้ทรัพยากร่วมกันหนังสือของห้องสมุดหนึ่งอนุญาตให้สมาชิกของห้องสมุดซึ่งไม่มีหนังสือที่สมาชิกต้องการสามารถขอรับระหว่างห้องสมุดได้ช่วยลดค่าใช้จ่ายในการจัดซื้อหนังสือเล่มเดียวกันทุกห้องสมุดเพื่อมาให้สมาชิกของตัวเอง

การนำข้อมูลบรรณาธิการร่วมกันแต่ห้องสมุดมาร่วมกันให้บริการสืบค้น ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเป็นแนวทางที่โครงการความร่วมมือเพื่อพัฒนาห้องสมุดสถาบันอุดมศึกษา นำมาใช้ในการดำเนินการระบบฐานข้อมูล โดยดำเนินการตั้งแต่ 2546 แต่เนื่องจากมาตรฐานการลงทะเบียนการที่แตกต่างกันของแต่ละห้องสมุด และระบบห้องสมุดอัตโนมัติที่แต่ละห้องสมุดใช้ต่างกัน เมื่อนำข้อมูลของแต่ห้องสมุดมาร่วมกันทำให้เกิดปัญหาการเข้ากันได้ของมาตรฐานของข้อมูลและที่เป็นปัญหาเฉพาะสำหรับประเทศไทยคือการที่รหัสภาษาไทยที่แต่

ละห้องสมุดใช้ไม่เหมือน เช่น TIS-620, UTF-8, ISO8859-11, Windows-874 เป็นต้น

ผู้พัฒนาอนามัยแนวทางในการแก้ปัญหาโดยพัฒนาเป็นระบบฐานข้อมูลสมมูล โดยใช้ โพรโทคอล Z39.50 เข้ามาเป็นตัวกลางในการสื่อสารสมมูลว่าได้มีการนำข้อมูลบรรณาธิการร่วมกัน เพิ่มตัวแก้ปัญหารหัสภาษาไทย รองรับความต้องการของบรรณาธิการและผู้ใช้ห้องสมุดในการสืบค้นข้อมูลบรรณาธิการ

## 2. กลยุทธ์และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

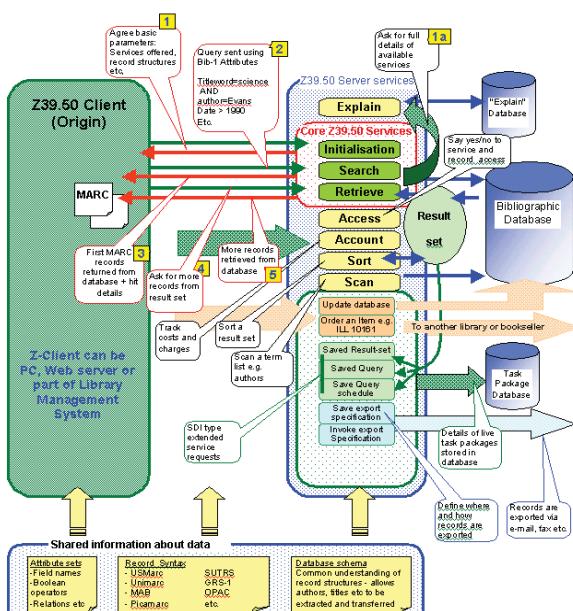
### 2.1 โพรโทคอล Z39.50

เจ มอร์(J. Moore) เอส คเวตโควิก (S. Cvetkovic) เค ชูง (K. Hung) และ เอ็ม ครานอร์ (M. Kraner) [1] กล่าวไว้ว่า Z39.50 เป็นมาตรฐานซึ่งกำหนดคุณภาพแบบ วิธีการสื่อสารระหว่างคอมพิวเตอร์ เพื่อให้สามารถสืบค้นไปยังระบบอื่น โดยไม่ต้องรู้โครงสร้างภายในของระบบที่ต้องการติดต่อด้วย ระบบการทำงานของ Z39.50 ประกอบด้วย Session 11 ขั้นตอนดังนี้

1. Initialization เริ่มต้นการติดต่อ
2. Search ส่งข้อมูลคำสั่งและคำค้นที่ต้องการ รอรับข้อมูลคำตอบซึ่งเป็นผลการสืบค้นรวมทั้งข้อมูลเกี่ยวกับจำนวนและ

## รูปแบบ

3. Retrieval ข้อมูลผลการสืบค้นในรูปแบบและจำนวนที่เครื่องคอมพิวเตอร์ต้องการ
4. Result-Set-Delete ลบผลการสืบค้นที่ไม่ต้องการใช้
5. Access Control เป็น Session สำหรับการควบคุมการใช้งานทำหน้าที่ส่งคำสั่งเพื่อ datum หารหัสผ่านเข้าสู่ระบบ
6. Accounting/Resource Control ควบคุมบัญชีผู้ใช้
7. Sort เรียงผลการสืบค้นตามข้อกำหนดที่ส่งมาจากการสืบค้น
8. Browse ค้นหาข้อมูลจากรายการคำค้นบน Z-Server
9. Extended services เข้าสู่การใช้งาน ส่วนขยาย
10. Explain เข้าสู่การขอข้อมูลเกี่ยวกับระบบและฐานข้อมูล
11. Termination ปิดการใช้งาน



ภาพที่ 1 : ผังการทำงานในการใช้งานโปรโตคอล Z39.50  
(ที่มา : [http://www.biblio-tech.com/html/z39\\_50\\_detail\\_diagram.html](http://www.biblio-tech.com/html/z39_50_detail_diagram.html))

จากผังการทำงานในการใช้ Z39.50 ในภาพที่ 1 สามารถอธิบายการทำงานได้ดังนี้

1. ขั้นตอนเริ่มต้นการติดต่อ Z39.50 Client ส่งคำขอติดต่อไปยัง Z39.50 Server Z39.50 Server รีบกิจกรรมเซอร์วิสต์ Initialization และส่งผลการขอติดต่อกลับมายัง Z39.50 Client
2. Z39.50 Client ส่งคำค้นตามรูปแบบที่กำหนดโดย Bib-1 Attribute ไปยัง Z39.50 Server Z39.50 Server รีบกิจกรรมเซอร์วิสต์ Search

3. Z39.50 Server ส่งผลลัพธ์คืนเป็นจำนวนที่พับและระบุเป็นชุดแรกกลับไปยัง Z39.50 Client โดยใช้เซอร์วิสต์ Retrieve
4. Z39.50 Client ส่งคำร้องขอเพื่อขอรับข้อมูลผลการสืบค้น Z39.50 Server รีบกิจกรรมเซอร์วิสต์ Retrieve

โปรโตคอล Z39.50 เป็นโปรโตคอลในระดับ Presentation Layer ของ OSI 7 Layer ข้อมูลที่ส่งหากันระหว่าง Z39.50 Server และ Client นำเสนอผ่านพีดียู (PDU: Protocol Data Unit) ในการใช้งาน Z39.50 ขึ้นพื้นฐานนั้นประกอบด้วยการ 3 กระบวนเชื่อม (Transaction) คือ Initialize, Search และ Present

## 2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เอ อาร์ ดี บราราดา (ARD Prasad) [2] ได้พัฒนาระบบสำหรับช่วยงานในการหานบรรณานุกรมของหนังสือเพื่อลดเวลาการทำงานของบรรณารักษ์ และการใช้บรรณานุกรมร่วมกันโดยระบบที่พัฒนาขึ้นใช้ภาษาเพิร์ล (Perl) ในการพัฒนาทำงานแบบแบชท์ (Batch) โดยใช้หมายเลขบาร์โค้ดประจำหนังสือ (ISBN : International Standard Book Number) เป็นคีย์ในการสืบค้น ไปยัง Z39.50 ของหน่วยงานต่างๆ ได้ข้อมูลบรรณานุกรมซึ่งในรูปแบบตามมาตรฐาน ISO2709 เพื่อการถ่ายโอนเข้าสู่ระบบห้องสมุดอัตโนมัติซึ่งรองรับมาตรฐาน MARC21

ยอง ลิน (Yong Lin) เจียน ชู (Jian Xu) อี เพ็ง ลิน (Ee-Peng Lim) วี คง อัง (Wee-Keong Ng) [3] เสนอระบบที่สามารถค้นหาข้อมูลจาก Z39.50 Server ซึ่งมีอยู่จำนวนมาก ทำให้ได้ข้อมูล รายการบรรณานุกรม สถานะตัวเล่ม เพื่อนำไปสู่การให้บริการยืมคืนระหว่างกัน และได้ใช้ชื่อว่า ซี-บลอกเกอร์ (Z-Broker)

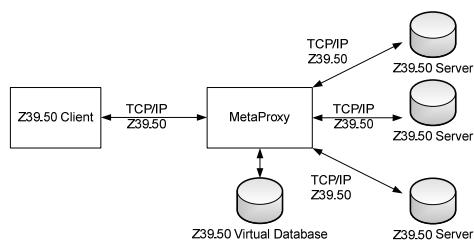
ผู้พัฒนาปรับใช้หลักการของเอ อาร์ ดี บราราดา สำหรับระบบที่พัฒนาเพื่อช่วยการทำงานของบรรณารักษ์ในระบบย่อที่ 2 แบบที่ 3 และปรับระบบการทำงานของ ยอง ลิน (Yong Lin) เจียน ชู (Jian Xu) อี เพ็ง ลิน (Ee-Peng Lim) วี คง อัง (Wee-Keong Ng) เพิ่มส่วนของการกรองรายการที่มีชื่อเรื่องซ้ำกันให้แสดงรายการเดียว และเพิ่มทางเลือกให้จำกัดผลการสืบค้นจากผลการสืบค้นก่อนหน้า ในระบบย่อที่ 3

### 3. หลักการและการออกแบบระบบ

#### 3.1 การออกแบบระบบ

ผู้พัฒนาได้ออกแบบระบบโดยแบ่งระบบออกเป็นระบบย่อยต่าง ๆ เพื่อตอบสนองแนวทางในการแก้ปัญหาแต่ละปัญหาประกอบด้วย

3.1.1 ระบบย่อยที่ 1 เป็นการนำเครื่องมือที่ชื่อว่า Metaproxy ของ Indexdata ติดตั้ง และกำหนดลักษณะการทำงานของเครื่องมือให้ตรงความต้องการ เช่นการกำหนดการทำงานแบบ Multiple และ Virtual Database เพื่อรับรองรับการสืบค้นหลายฐานข้อมูลผ่านฐานข้อมูลเดียว ด้วย การกำหนดการแปลงรูปแบบข้อมูลของมาตรฐานการลงรายการที่ต่างกันของแต่ละห้องสมุดให้อยู่ในรูปแบบที่เป็นมาตรฐานกลาง ผังการทำงานดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 : ผังการทำงานของระบบย่อยที่ 1 Metaproxy

การกำหนดการทำงานของระบบย่อยที่ 1 กำหนดผ่านไฟล์ข้อมูลภาษา XML ดังภาพที่ 3

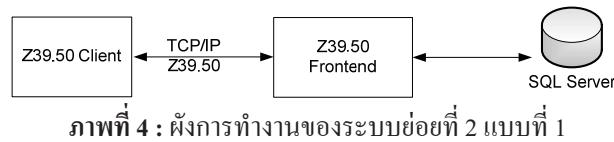
```

<filter type="frontend_net">
    <threads>10</threads>
    <port>202.28.17.49:210</port>
</filter>
<filter type="virt_db">
    <virtual>
        <database>tvuc</database>
        <target>202.28.199.129:1111/default</target>
        <target>202.28.17.2:210/innopac</target>
        <target>161.246.37.11:210/innopac</target>
    </virtual>
</filter>
<filter type="z3950_client">
    <timeout>60</timeout>
</filter>
  
```

ภาพที่ 3 : ตัวอย่างค่ากำหนดการทำงานระบบย่อยที่ 1

จากภาพที่ 3 กำหนดให้ระบบย่อยที่ 1 รับการติดต่อกับ Z39.50 Client ที่ IP 202.28.17.49 Port 210 โดยสร้างเกรดจำนวน 10 เเกรด กำหนดฐานข้อมูลแบบเดียวชื่อ tvuc กำหนดให้การสืบค้นที่ส่งมาที่ระบบย่อยที่ 1 จะถูกส่งต่อไปยัง Z39.50 Server ที่กำหนดในรายการของ <Target> กำหนด Timeout ให้การเชื่อมต่อไปยัง Z39.50 Server 60 วินาที

3.1.2 ระบบย่อยที่ 2 สำหรับห้องสมุดที่ไม่มี Z39.50 Server มี 2 แบบให้เลือกใช้คือ Z39.50 Frontend เป็นตัวกลางในการเชื่อมต่อ Z39.50 Client กับตัวจัดการฐานข้อมูล (DBMS) ของห้องสมุด ทำให้ระบบห้องสมุดอัตโนมัติที่ห้องสมุดใช้รองรับการให้บริการสืบค้นผ่าน พอร์ตอกออล Z39.50 ดังภาพที่ 4



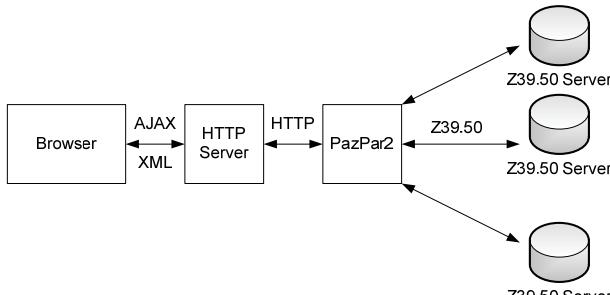
ภาพที่ 4 : ผังการทำงานของระบบย่อยที่ 2 แบบที่ 1

การกำหนดการทำงานของระบบย่อยที่ 2 แบบที่ 1 ประกอบด้วย 1. กำหนดด้วยการเชื่อมต่อกับตัวจัดการฐานข้อมูล (DBMS) 2. กำหนดค่าความสมัมพันธ์ระหว่าง Bib-1 Attribute กับตารางและเขตข้อมูลในตาราง 3. กำหนดค่ารูปแบบผลการสืบค้น

Z39.50 Database Server เป็นตัวจัดการฐานข้อมูลที่สามารถให้บริการติดต่อสื่อสารกับ Client ผ่านพอร์ตอกออล Z39.50 รองรับการใช้งานครบตามมาตรฐาน การกำหนดการทำงานประกอบด้วยส่วนของการกำหนดรูปแบบมาตรฐานการลงรายการ เช่น MARC21, UNIMARC เป็นต้น กำหนดเงื่อนไขการตัดคำเพื่อทำคำค้น การเรียงลำดับ การกำหนดรหัสภาษาไทย สร้างข้อมูล พัฒนาใช้งานคู่กับระบบห้องสมุดอัตโนมัติแบบเปิดเผยแพร่ OpenBiblio สำหรับห้องสมุดที่ไม่มีระบบห้องสมุดอัตโนมัติที่รองรับ Z39.50 Client และ Server

3.1.3 ระบบย่อยที่ 3 ใช้เครื่องมือ Pazpar2 เป็น Middleware ทำงานเป็นตัวกลางสื่อสารระหว่าง Z39.50 Server กับ Application ที่พัฒนาผ่าน Web Services ทำงานคู่กับ XML

และเทคโนโลยี AJAX กำหนดการทำงานของ Pazpar2 ให้ทำงานดังภาพที่ 5



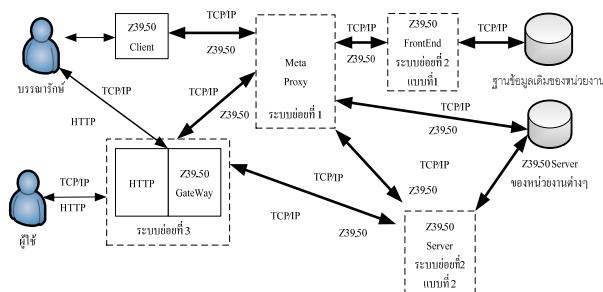
### ภาพที่ 5: ผังการทำงานของระบบเบย์คุยที่ 3

ภาพที่ 5 กำหนดการทำงานของระบบย่อที่ 3 เสนอเมื่อ Gateway เชื่อมต่อความต้องการของผู้ใช้ผ่าน HTTP ไปยัง Z39.50 Server นำผลจาก Z39.50 Server กลับมาแสดงให้ผู้ใช้ผ่าน บรราวเซอร์ การปรับปรุงค่าระบบเพื่อรองรับภาษาไทย จะต้องกำหนดค่า รหัสภาษาไทยสำหรับคำสั่ง และข้อมูล โดยการกำหนดค่า pz:queryencoding, pz:negotiation\_charset, pz:nativesyntax ให้ตรงรหัสภาษาไทยของ Z39.50 Server กำหนดเงื่อนไขการตัดคำ ประโยชน์ และการเรียงลำดับของภาษาไทยสำหรับการทำงานของไลบรารีเพิ่มเติมเพื่อการทำงานที่ถูกต้อง โดยกำหนด locale="th\_TH", tokenize rule ของ การตัดคำเป็น “w” (คำ)

### 3.2 การทำงานของระบบในภาพรวม

จากภาพที่ 6 บรรณาธิการ Z39.50 Client ติดต่อไปยังระบบย่อยที่ 1 ต้องการสืบค้นหลาย ๆ ห้องสมุดโดยการติดต่อส่งคำสั่งเพียงครั้งเดียว เมื่อได้ผลการสืบค้น จาก Z39.50 Server แล้ว ระบบย่อยที่ 1 จะส่งผลกลับไปยัง Z39.50 Client บรรณาธิการ Z39.50 Client เลือกรายการบรรณาธิการที่ต้องการบันทึกลงฐานข้อมูลบรรณาธิการของตัวเอง ห้องสมุดที่ไม่มี Z39.50 Client เลือกใช้ระบบย่อยที่ 3 สืบค้นผ่านโทรศัพท์ Z39.50 ทำงานลักษณะเป็น Gateway ใช้งานผ่านบราวเซอร์ สืบค้นต่อไปยัง Z39.50 Server หลายแหล่ง หรือจะกำหนดให้ผ่านระบบย่อยที่ 1 นำผลที่ได้ซึ่งระบบย่อยที่ 3 แสดงบนหน้าเวป สำเนาข้อมูลลงฐานข้อมูลของคน用งต่อไป สำหรับห้องสมุดที่ยังไม่มีระบบห้องสมุดอัตโนมัติหรือมีแต่ไม่รองรับการใช้งาน Z39.50 Server นั้น ได้พัฒนาระบบย่อยที่ 2 ไว้เป็นทางเลือก

ผู้ใช้ซึ่งมีความต้องการในการสืบค้นหนังสือที่ต้องการ เข้าสืบค้นจากระบบย่อยที่ 3 ป้อนคำค้นเพียงครั้งเดียวระบบย่อยที่ 3 ทำการส่งคำค้นต่อไปยังห้องสมุดต่างๆ และนำผลการสืบค้นมาแสดงให้ผู้ใช้ทราบว่าหนังสือที่ต้องอยู่ที่ห้องสมุดไหน เป็นเอกสารประเภทไหน หน้าปกเป็นอย่างไร นำไปสู่การหาตัวเล่ม หรือเอกสารดิจิตัลต่อไป



#### ภาพที่ 6 : ผังการทำงานของระบบสหบูรณากรุณกรรมเสื่อม่อน

#### 4. ผลการทดสอบระบบ

ในการทดสอบระบบใช้การทดสอบแบบ Black Box Testing แบ่งการทดสอบออกเป็น 2 ส่วนคือการทดสอบการรองรับการใช้งานภาษาไทย และการทดสอบการติดต่อสื่อสารระหว่างระบบย่อยกับ Z39.50 Server ของระบบห้องสมุดอัตโนมัติที่มีใช้ในประเทศไทย

#### 4.1 การทดสอบความเรื่องรั้งการใช้งานภาษาไทย

เนื่องจากห้องสมุดต่างๆใช้นี้ไม่  
เหมือนกัน เมื่อนำแสดงผลรวมกันจะทำให้อ่านได้เฉพาะที่ตรง  
กับรหัสของระบบแสดงผลเท่านั้น จากการที่เลือกใช้ไลบรารี  
ของ ICU ทำให้สามารถตัดคำและแสดงผลภาษาไทยได้อย่าง  
ถูกต้อง โดยกำหนดให้ระบบใช้รหัสภาษาไทย เป็น UTF-8  
ข้อมูลจากทุกแหล่งจะถูกแปลงเป็น UTF-8

ຄົນຄອນກົດຄົນແພັນແນດັກ		SEARCH
Sort by <b>relevance</b> and show <b>20</b> per page.		
<< Prev   1 2 3 4 5 6 7 8   Next >>		Displaying: 1 to 20 of 158 (found: 294)
<hr/>		
1. ຄົນຄອນເຮັດແພັນແນດັກ ໂຄງ ສັນ ເຈົ້າໝາ ແລະ ວິໄລ ຂອງ ວິໄລ		
2. ຄົນຄອນເຮັດແພັນແນດັກ ທາງໆຢູ່ນິ້ມພາບໂຈ່ງນັກ ນັບນີ້ເກົ່ານີ້ເນັດກ່ຽວກົດກົດດັກ; ເຮັດແພັນແນດັກ ສັນມອງ ສາມແສ		
3. ຄົນຄອນເຮັດແພັນແນດັກ ໂຄງ ສັນ ເຈົ້າໝາ ແລະ ວິໄລ ຂອງ ວິໄລ		
4. ຄົນຄອນເຮັດແພັນແນດັກ ທາງໆຢູ່ນິ້ມພາບ (ເກົ່ານີ້ເນັດໄດ້ 4 2514) ພິວເຕີກ ໄກຂະໜາດ		
5. ກາຮກລັບພາບໂດຍຮັດຈຳຄົນຄອນກົດຄົນແພັນແນດັກ ໂຄງ ລາຍກູ້ນໍ້າ ຈະ ຂົນຈາກ		
6. ເພື່ອນິກາດຮັດຈຳລາງວາດຄົນຄອນກົດຄົນແພັນແນດັກ ດັນນີ້ເປັນປຸ່ງ ພົກກອ ສຸນການນີ້		
7. ຄົນຄອນເຮັດແພັນແນດັກ ສັນ ເຈົ້າໝາ, ວິໄລ ຂອງ ວິໄລ		
8. ຄົນຄອນເຮັດແພັນແນດັກ ວິໄລ ສັນ ເຈົ້າໝາ		

## ภาพที่ 7: ผลการสืบค้นคำควบกล้ำ แล้วแสดงผลภาษาไทย

จากภาพที่ 7 ซึ่งเป็นผลการทดสอบค่าระบบของระบบย่อยที่ 3 ในการใช้ไลบรารีของ ICU ตัดคำภาษาไทย ในการสืบค้นคำควบกล้ำ ทดสอบเทียบกับ คอ-นก หรือ นก-รีต หรือ เส-ริม-เหล็ก กับคำว่า คอนกรีตเสริมเหล็ก ระบบสามารถแยกคำและแสดงผลเป็นภาษาไทยได้ถูกต้อง

#### 4.2 การทดสอบการติดต่อสื่อสาร

ในการทดสอบการสื่อสารผ่านโปรโตคอล Z39.50 ระบบย่อยต่าง ๆ นั้นระบบสามารถสื่อสารกันได้ ตรงตามที่กำหนดไว้ และการสื่อสารกับ Z39.50 Server ของระบบห้องสมุดอัตโนมัติของห้องสมุดต่าง ๆ ที่สามารถทำงานสื่อสารได้ตามที่กำหนดไว้

```
yaz-client 202.28.17.49
Connecting...OK.
Sent initrequest.
Connection accepted by v3 target.
ID : 81
```

ภาพที่ 8 : ผลการเชื่อมต่อ กับระบบย่อยที่ 1

ภาพที่ 8 เป็นผลการทดสอบโดยใช้ yaz-client ซึ่งเป็น Z39.50 แบบ command line ทำการเชื่อมต่อ กับ ระบบย่อยที่ 1 ที่มีการกำหนดค่าตามภาพที่ 3 จากนั้น เลือกรูปแบบฐานข้อมูล โดยใช้คำสั่ง base tvuc และค้นด้วยคำสั่ง find ตามรูปแบบ ของ Bib-1 ตามภาพที่ 9 ค้นคำว่า java จาก ชื่อเรื่อง ได้คำตอบ 2819 รายการ ใช้เวลาในการค้น 12.31 วินาที

```
Z> base tvuc
Z> find @attr 1=4 java
Sent searchRequest.
Received SearchResponse.
Search was a success.
Number of hits: 2819, setno 1
records returned: 0
Elapsed: 12.310157
```

ภาพที่ 9 : ผลการติดต่อสื่อสาร กับระบบย่อยที่ 1

สำหรับการทดสอบระบบย่อยที่ 3 ซึ่งเป็น Middleware รับการเชื่อมต่อ กับ Application ที่พัฒนาขึ้นผ่าน Web Services ใช้การทดสอบโดยการเรียกผ่าน HTTP GET โดย

เริ่มจากการเชื่อมต่อ ด้วยคำสั่ง search.pz2?command=init จะได้ค่าเป็นหมายเลข Session นำหมายเลข Session ที่ได้ประกอบกับการติดต่อ กับ Middleware ด้วยทุกครั้งจะกว่าจะยกเลิกการใช้ เช่น

search.pz2?session=657726980&command=search&query=journal article เป็นการใช้คำสั่งเพื่อขอสืบค้นคำว่า journal article เป็นต้น ในการพัฒนาระบบย่อยที่ 3 ผู้พัฒนาเลือกใช้เทคนิคการพัฒนาแบบ AJAX เพื่อให้ผู้ใช้งานสะดวกมีหน้าจอเดียว ดังภาพที่ 7

#### 5. สรุปและข้อเสนอแนะ

จากปัญหาในการดำเนินการสหบรรณกุรุณผู้พัฒนาได้พัฒนาระบบโดยนำโปรโตคอล Z39.50 มาเป็นตัวกลางในการสื่อสารระหว่างระบบย่อยที่พัฒนาเพื่อแก้ปัญหาแต่ละส่วนทดสอบการทำงานของระบบการเชื่อมต่อและการทำงานของโปรโตคอล Z39.50 สามารถติดต่อสื่อสารกับ Z39.50 Server ของหน่วยงานที่มี Z39.50 ใช้งาน ได้อย่างมีประสิทธิภาพตรงตามที่กำหนดไว้ สามารถสืบค้นและแสดงผลภาษาไทยได้อย่างถูกต้อง

ข้อเสนอแนะควรเพิ่มแหล่งข้อมูลในกลุ่มอาชีวศึกษาเพื่อทดสอบของรับประคามอาชีวศึกษา และเพิ่มความสามารถของระบบให้สามารถขอรับห้องสมุดได้ซึ่งผู้ใช้จะได้รับตัวเล่มที่ต้องการอันเป็นความต้องการสูงสุด

#### 6. เอกสารอ้างอิง

- [1] J. Moore, S. Cvetkovic, K. Hung, and M. Kraner, "The Z39.50 information retrieval standard," *Computing & Control Engineering Journal*, vol. 11, no. 3, pp. 143–151, Jun. 2000.
- [2] A. R. . Prasad, "A Z39.50 Client for Retrieving MARC21 Records in Batch Mode," 2002. [Online]. Available: <http://drtc.isibang.ac.in:8080/jspui/handle/1849/133>. [Accessed: 28-Jan-2012].
- [3] Y. Lin, J. Xu, E.-P. Lim, and W.-K. Ng, "ZBroker: a query routing broker for Z39.50 databases," in *Proceedings of the eighth international conference on Information and knowledge management*, Kansas City, Missouri, United States, 1999, pp. 202–209.



## จอยพลัสเมนู: ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้สำหรับสมาร์ทเดバイซ์ที่ใช้รีโมทคอนโทรล Joy Plus Menu: User Interface for Smart Devices that use Remote Control

วุฒิพงษ์ ชินศรี

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ  
มหาวิทยาลัยรังสิต  
c.wutthipong@gmail.com

### บทคัดย่อ

เนื้อจากในปัจจุบันอุปกรณ์สมาร์ทเดバイซ์ได้รับความนิยมมากขึ้นในการนำมาใช้ประโยชน์ด้านความบันเทิง แต่อย่างไรก็ตาม การใช้งานอุปกรณ์เหล่านี้กับสื่อบันเทิงรูปแบบต่างๆ ที่จัดเก็บในรูปแบบของไฟล์นั้น ผู้ใช้งานส่วนยังคงรู้สึกถึงความไม่สะดวกในการใช้งาน และรู้สึกว่าการใช้งานรีโมทคอนโทรลซึ่งเป็นอุปกรณ์นำเข้าข้อมูลของสมาร์ทเดバイซ์ส่วนใหญ่นั้นใช้งานได้ยาก ซึ่งเหตุผลน่าจะเกิดจากรีโมทคอนโทรลและส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ซึ่งออกแบบได้ไม่สัมพันธ์กันเท่าที่ควร บทความนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอแนวคิดในการออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้สำหรับสมาร์ทเดバイซ์ที่ใช้รีโมทคอนโทรลเป็นอุปกรณ์นำเข้าข้อมูล ที่ชื่อว่า “จอยพลัสเมนู” โดยแนวทางในการออกแบบจะผสมผสานระหว่างแนวคิดการใช้รีโมทคอนโทรลร่วมกับแนวคิดการใช้เมาส์และจอยสัมผัส ในการเลือกรายการ ซึ่งจะช่วยให้การเลือกรายการทำได้ง่าย สะดวก และช่วยลดจำนวนการกดปุ่ม นอกจากนี้จอยพลัสเมนูยังเป็นส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ที่ช่วยให้ผู้ใช้สามารถใช้รีโมทคอนโทรลที่มีอยู่ได้โดยไม่ต้องทำปุ่มเพิ่มเติม

คำสำคัญ: สมาร์ทเดバイซ์ รีโมทคอนโทรล โทรทัศน์ เมนู

### Abstract

Currently, the smart device has been more popular to be used for entertainment. However, the use of these devices with various media that stored in the file format, some users also do not feel comfortable in use and feel that the use of remote control as input devices for mostly smart devices is difficult. The reason seems to be coming from the remote control and user interface designs are not relevant as they should. This article aims to provide guidelines for designing the user interfaces for smart device that use remote control as an input device, called "Joy Plus Menu". This approach is designed by blend the ideas of using a remote control and using a mouse and touch screen for selection an item. This will allow easier and more convenient to select an item from the list. In addition, the "Joy Plus Menu" is the user interface that user can use existing remote control without having to make additional buttons.

**Keyword:** Smart device, Remote control, Television, Menu

## 1. บทนำ

ปัจจุบันสื่อบันเทิงรูปแบบต่างๆ นิยมจัดเก็บในรูปแบบของไฟล์ ซึ่งจะจัดเก็บอยู่ในอุปกรณ์จัดเก็บข้อมูลประเภทต่างๆ เช่น ฮาร์ดดิสก์ ยูเอสบี ไดร์ฟ การ์ดหน่วยความจำ เป็นต้น ซึ่งโดยปกติแล้วอุปกรณ์จัดเก็บข้อมูลเหล่านี้จะถูกนำมาใช้งานกับคอมพิวเตอร์ชนิดต่างๆ ไม่ว่าจะเป็น คอมพิวเตอร์วางแผนตัก แท็บเล็ต รวมไปถึงสมาร์ทโฟน เนื่องจากอุปกรณ์ในกลุ่มคอมพิวเตอร์นั้น มีความสามารถในการใช้งานสื่อบันเทิงที่จัดเก็บอยู่ในรูปแบบของไฟล์ได้เป็นอย่างดี และยังรองรับรูปแบบของไฟล์ได้หลากหลายชนิด นอกจากเหตุผลดังกล่าวแล้ว อุปกรณ์ในกลุ่มคอมพิวเตอร์ยังมีการออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ที่เหมาะสมกับอุปกรณ์นำเข้าข้อมูล ซึ่งทำให้ผู้ใช้สามารถใช้งานอุปกรณ์นำเข้าข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกเหนือจากอุปกรณ์ในกลุ่มของคอมพิวเตอร์แล้ว อุปกรณ์ต่างๆ เช่น ฮาร์ดดิสเพลย์เยอร์ (Hard disk Player) เครื่องเล่นดีวีดี (DVD Player) เซตท็อปบ็อกซ์ (Set top box) และสมาร์ททีวีชานิดอื่นๆ ซึ่งโดยส่วนใหญ่แล้วอุปกรณ์เหล่านี้จะนำมาเชื่อมต่อกับโทรทัศน์เพื่อส่งสัญญาณภาพและเสียงไปแสดงผลผ่านโทรทัศน์ ซึ่งทำให้บริษัทที่ผลิตโทรทัศน์เองก็ได้ทำการพัฒนาโทรทัศน์ให้สามารถใช้งานสื่อบันเทิงที่จัดเก็บอยู่ในรูปแบบของไฟล์ได้โดยไม่จำเป็นต้องเชื่อมต่อกับสมาร์ททีวีชานิดอื่นๆ จึงทำให้โทรทัศน์บางรุ่นในปัจจุบันนั้นสามารถเป็นสมาร์ททีวีชานิดหนึ่ง เช่นกัน

แต่อย่างไรก็ตามการใช้งานสมาร์ททีวีชานิดกับสื่อบันเทิงรูปแบบต่างๆ ที่จัดเก็บในรูปแบบของไฟล์นั้น ผู้ใช้งานส่วนยังมีความรู้สึกไม่สะดวกในการใช้งาน เนื่องจากอุปกรณ์นำเข้าข้อมูลซึ่งก็คือรีโมทคอนโทรลและส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ที่มีอยู่ในปัจจุบันยังออกแบบได้ไม่สัมพันธ์กัน เท่าที่ควร ทำให้ต้องใช้เวลานานในการเลือกรายการที่ต้องการ และต้องกดปุ่มจำนวนหลายๆ ครั้ง [1], [2] โดยความไม่สะดวกที่เกิดขึ้นนี้อาจเป็นเพราะรีโมทคอนโทรลไม่ได้ถูกออกแบบให้สำหรับใช้กับสื่อบันเทิงรูปแบบต่างๆ ที่จัดเก็บในรูปแบบของไฟล์ตั้งแต่ต้น จึงส่งผลให้การออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ทำได้ยากตามไปด้วย อีกทั้งการออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้สำหรับอุปกรณ์นำเข้าข้อมูล เช่น เม้าส์และ

คีย์บอร์ด รวมไปถึงจอยสัมผัส เป็นที่คุ้นเคยกับผู้ใช้มากกว่าการออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้สำหรับรีโมทคอนโทรล จึงอาจทำให้ผู้ใช้เกิดความรู้สึกไม่คุ้นเคยและทำให้รู้สึกว่าการใช้งานที่ไม่คุ้นเคยนั้นกลยุ่มเป็นการใช้งานที่ไม่สะดวกหรือการใช้งานที่ยากได้

ดังนั้นการออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ให้เหมาะสมกับสมาร์ททีวีที่ใช้รีโมทคอนโทรลเป็นอุปกรณ์นำเข้าข้อมูล จึงเป็นสิ่งสำคัญ ซึ่งจะช่วยให้สามารถใช้งานสมาร์ททีวีได้สะดวกและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

## 2. วัตถุประสงค์

เพื่อนำเสนอแนวคิดในการออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้สำหรับสมาร์ททีวีที่ใช้รีโมทคอนโทรลเป็นอุปกรณ์นำเข้าข้อมูล

## 3. วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

คำว่าสมาร์ททีวีนั้น ในช่วงเริ่มต้นนั้นจะหมายถึงแท็บเล็ตและสมาร์ทโฟนเป็นหลัก แต่ในปัจจุบันจะมีความหมายกว้างขึ้น คือจะรวมถึงอุปกรณ์ชนิดต่างๆ ที่สามารถใช้งานสื่อบันเทิงรูปแบบต่างๆ เช่น ภาพ เสียง วิดีโอ ที่จัดเก็บอยู่ในรูปแบบของไฟล์ได้ โดยอุปกรณ์นี้จะมีอุปกรณ์จัดเก็บข้อมูลภายในตัวหรือสามารถเชื่อมต่อกับอุปกรณ์จัดเก็บข้อมูลอื่นเพื่อใช้งานก็ได้ ทำให้อุปกรณ์ เช่น ฮาร์ดดิสเพลย์เยอร์ เครื่องเล่นดีวีดี เซตท็อปบ็อกซ์ หรือแม้กระทั่งโทรทัศน์ ก็จัดว่าเป็นสมาร์ททีวีได้เช่นกัน

สำหรับอุปกรณ์นำเข้าข้อมูลที่ใช้กับสมาร์ททีวีที่ไม่ใช่กลุ่มของคอมพิวเตอร์นั้น ส่วนใหญ่แล้วจะเป็นรีโมทคอนโทรล ซึ่งรีโมทคอนโทรลสำหรับอุปกรณ์เหล่านี้จะไม่แตกต่างกับรีโมทคอนโทรลของโทรทัศน์ปกติกันนัก ซึ่งส่วนใหญ่แล้วรีโมทคอนโทรลสำหรับอุปกรณ์สมาร์ททีวีนั้นจะมีส่วนควบคุมแบบ D-pad (Directional pad) สำหรับใช้ในการควบคุมทิศทาง ไปยังสิ่งที่ต้องการ ซึ่งในอดีตนั้นส่วนควบคุมลักษณะนี้จะใช้กับเครื่องเล่นเกม จากนั้นจึงเริ่มนำมาประยุกต์ใช้กับรีโมทคอนโทรลและโทรศัพท์เคลื่อนที่ในเวลาต่อมา สำหรับการใช้งานส่วนควบคุมแบบ D-pad กับอุปกรณ์นำเข้าข้อมูลที่ใช้กับสมาร์ททีวีนั้นเป็นแนวทางที่ผู้เชี่ยวชาญเห็น

ว่ามีความเหมาะสมกับปัจจุบัน เนื่องจากในงาน Google I/O 2011 ที่มีการบรรยายเกี่ยวกับ Google TV โดยการใช้งาน Google TV นั้นจะต้องใช้งานผ่านเซตทีวีบล็อกซ์ที่มีรีโมทคอนโทรลเป็นอุปกรณ์นำเข้าข้อมูล ซึ่งผู้บรรยายได้กล่าวถึงการพัฒนาแอปพลิเคชันและการออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้สำหรับ Google TV นั้น ควรที่จะรองรับการควบคุมด้วย D-pad อีกทั้งยังควรคำนึงถึงการออกแบบเมนูของส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ที่เหมาะสมกับ D-pad ด้วย เช่น การจัดวางเมนูหลักควรจะอยู่ด้านซ้ายมือมากกว่าที่จะอยู่ด้านบน เพราะจะช่วยให้สามารถลดจำนวนการกดปุ่มบนรีโมทคอนโทรลได้ [3], [4]



ภาพที่ 1 : ตัวอย่างอุปกรณ์ที่ใช้ส่วนควบคุมแบบ D-pad

เนื่องจากส่วนควบคุมแบบ D-pad นั้น เป็นที่นิยมสำหรับใช้กับเครื่องเล่นเกมมาตั้งแต่ต่อติดทำให้การออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ในรูปแบบของเมนูสำหรับใช้เลือกรายการที่ต้องการสำหรับสมาร์ทดีไวซ์นั้น มีรูปแบบใกล้เคียงกับเมนูในเกนต่างๆ ที่มักจะออกแบบให้เป็นแนวตั้งโดยใช้ปุ่มบนและล่างในการเลื่อนตำแหน่งเพื่อเลือกรายการที่ต้องการ และหากต้องการปรับแต่งหรือเปลี่ยนแปลงข้อมูลในรายการนั้นจะใช้ปุ่มซ้ายและขวาในการปรับค่า



ภาพที่ 2 : ตัวอย่างส่วนควบคุมแบบ Xross Media Bar

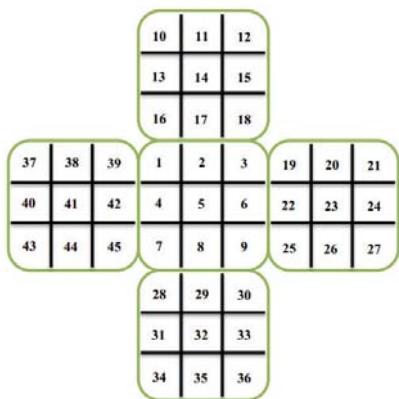
สำหรับการออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ในรูปแบบของเมนูสำหรับใช้เลือกรายการที่น่าสนใจแบบหนึ่งคือแบบ Xross Media Bar [5] หรือใช้คำอื่นว่า XMB ซึ่งได้นำไปใช้กับเครื่องเล่นเกม PlayStation 3 โดยการออกแบบเมนูในลักษณะนี้สามารถใช้งานร่วมกับส่วนควบคุมแบบ D-pad ได้เป็นอย่างดี สำหรับลักษณะของเมนู XMB นั้นจะเป็นແລ厝ແນວอนและແນວตั้งตัดกัน โดยเน้นจะแสดงรายการที่เป็นชนิดกลุ่มให้เลือก ส่วนแนวตั้งจะแสดงรายการต่างๆ ในกลุ่มของการในแนวอนที่เลือก การออกแบบส่วนต่อประสานในรูปแบบที่กล่าวมาในข้างต้นเพื่อใช้กับส่วนควบคุมแบบ D-pad จะช่วยให้ง่ายต่อการใช้งานและสามารถจัดแบ่งหมวดหมู่ของรายการต่างๆ ได้เป็นอย่างดี แต่ก็อาจเกิดความไม่สะดวกกับผู้ใช้ได้หากสิ่งที่ผู้ใช้ต้องการนั้นอยู่ในรายการท้ายๆ เพราะต้องกดปุ่มทิศทางจำนวนหลายครั้งกว่าที่จะเลือกรายการที่ต้องการ ได้อีกทั้งการออกแบบในลักษณะนี้จะมีข้อจำกัดในส่วนของจำนวนเมนูและการภายในเมนู ควรมีจำนวนไม่นักจนเกินไป เพราะจะทำให้ผู้ใช้จำไม่ได้ ซึ่งหากอ้างอิงตามทฤษฎีของ George A. Miller [6] แล้วรายการในเมนูนั้นควรจะมีประมาณ 7 เมนู ซึ่งอาจมีมากกว่าหรือน้อยกว่าไม่เกิน 2 เมนู ดังนั้นการออกแบบส่วนต่อประสานเพื่อใช้งานกับส่วนควบคุมแบบ D-pad จึงไม่ใช่เรื่องง่าย หากเทียบกับการออกแบบส่วนต่อประสานเพื่อใช้งานกับอุปกรณ์นำเข้าข้อมูล เช่น เม้าส์และจอยสัมผัส เนื่องจากอุปกรณ์เหล่านี้ช่วยให้ผู้ใช้สามารถเลือกรายการที่ต้องการจากบริเวณใดของหน้าจอแสดงผลก็ได้อีกทั้งไม่จำเป็นที่จะต้องเลื่อนไปทีละรายการจนกว่าจะถึงรายการที่ต้องการจะเลือก ทำให้การใช้งานอุปกรณ์เหล่านี้มีความสะดวกในการใช้งานและสามารถใช้งานได้รวดเร็ว รวมไปถึงการออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้สามารถทำได้ง่ายกว่าการใช้อุปกรณ์นำเข้ามือที่มีส่วนควบคุมแบบ D-pad

แต่ด้วยเหตุผลที่ D-pad นั้นกล้ายังเป็นส่วนหนึ่งของรีโมทคอนโทรลในยุคปัจจุบัน อีกทั้งทางคุณกิลกีสันบันสนุนให้การพัฒนาแอปพลิเคชันและการออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้สำหรับ Google TV ซึ่งจัดเป็นสมาร์ทดีไวซ์นั้น ควรที่จะรองรับการควบคุมด้วย D-pad ทำให้ผู้ใช้เปลี่ยนตัวสินใจที่จะใช้ D-pad ร่วมกับปุ่มตัวเลข 0-9 และปุ่มปรับซึ่งรายการบนรีโมท

ตอนโทรศัพท์เป็นอุปกรณ์นำเข้าข้อมูลสำหรับส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ในรูปแบบของเมนู ซึ่งจะช่วยให้ผู้ใช้เกิดความสะดวกในการใช้งานรวมถึงสามารถเลือกรายการที่ต้องการได้อย่างรวดเร็วอีกด้วย

#### 4. การออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้สำหรับสมาร์ทไดไวซ์ที่ใช้ริมโทคอนโทรศัพท์เป็นอุปกรณ์นำเข้าข้อมูล

ในการออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ในรูปแบบของเมนูสำหรับใช้งานกับส่วนควบคุมแบบ D-pad ร่วมกับปุ่มตัวเลข 0-9 และปุ่มปรับช่องรายการ บนริมโทคอนโทรศัพท์นั้น ผู้เขียนได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับ การออกแบบส่วนต่อประสาน (User Interface Design) และการปฏิสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์และคอมพิวเตอร์ (Human-Computer Interaction) ในประเด็นเกี่ยวกับ Usability [7] และ Universal Usability [8] เพื่อใช้เป็นพื้นฐานในการออกแบบ จอยพลัสมенู ซึ่งเป็นชื่อเรียกของส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ในรูปแบบของเมนูที่ผู้เขียนได้ออกแบบให้มีประสิทธิภาพในการใช้งานได้เป็นอย่างดี



ภาพที่ 3 : รูปแบบของพลัสด

ลักษณะของจอยพลัสมенูที่ผู้เขียนได้ออกแบบไว้นั้น จะใช้ลักษณะของเครื่องหมายบวกเป็นพื้นฐานในการออกแบบ โดยถ้ามองเครื่องหมายบวกเป็นรูปสี่เหลี่ยมประกอบกันแล้ว จะมีทั้งหมด 5 ส่วนคือ กลาง บน ขวา ล่าง และซ้าย ซึ่งผู้เขียนขอเรียกส่วนต่างๆ นี้โดยรวมว่า พลัสด จากลักษณะดังกล่าวนั้น ผู้เขียนได้ออกแบบให้แต่ละส่วนของพลัสด ให้ใช้สำหรับบรรจุรายการต่างๆ ได้ทั้งหมด 9 รายการ ซึ่งหากมองในรูปแบบของตาราง จะมีทั้งหมด 3 สดมก 3 แล้ว โดยรายการที่ 1-3 จะอยู่ในแถวที่ 1 ซึ่งนับจากบนลงล่างและรายการที่ 1-3 จะเรียงจากซ้าย

ไปขวา ทำให้มีรวมทุกตำแหน่งของพลัสดจะใช้เก็บรายการได้ทั้งหมด 45 รายการ ซึ่งหากจะเรียงลำดับรายการในพลัสนั้น จะใช้วิธีการเรียงลำดับโดยเริ่มจากกลาง บน ขวา ล่าง และซ้าย

ก่อนที่จะอธิบายวิธีการใช้งานจอยพลัสมนูนั้น ผู้เขียนขออธิบายถึงเมนูของสมาร์ทไดไวซ์ก่อน กล่าวคือ ก่อนที่จะเข้าสู่เมนูสำหรับเลือกรายการที่ต้องการนั้น สมาร์ทไดไวซ์จะมีเมนูหลักจำนวนหนึ่งให้ผู้ใช้ทำการเลือกตามความต้องการใช้งาน เช่น เมนูสำหรับเล่นไฟล์ภาพ เมนูสำหรับเล่นไฟล์เสียง เมนูสำหรับเล่นไฟล์วิดีโอ เป็นต้น ซึ่งไม่ว่าจะเป็นเมนูใดก็ตามหากทำการเลือกแล้วมีการแสดงรายการต่างๆ ให้ผู้ใช้ทำการเลือกอีกครั้งหนึ่ง ก็สามารถนำจอยพลัสมนูไปเป็นส่วนต่อประสานกับผู้ใช้สำหรับรับข้อมูลจากอุปกรณ์นำเข้าข้อมูลแบบริมโทคอนโทรศัพท์ที่มีส่วนควบคุม D-pad ปุ่มตัวเลข 0-9 และปุ่มปรับช่องรายการ ได้ทั้งสิ้น สำหรับการใช้งานจอยพลัสมนูนั้น ผู้เขียนขออธิบายการใช้งานจอยพลัสมนูเพื่อเป็นเมนูสำหรับใช้ในการเลือกรายการที่ต้องการก่อนแล้วจึงค่อยนำเสนอการใช้งานจอยพลัสมนูเพื่อใช้เป็นเมนูหลักก่อนที่จะเข้าสู่เมนูสำหรับเลือกรายการที่ต้องการ ผู้เขียนขออธิบายต่อไปยังเพื่ออธิบายการใช้งาน เช่น หากมีการเลือกเมนูสำหรับเล่นไฟล์เสียง จอยพลัสมนูจะถูกเรียกใช้งานอัตโนมัติ เพื่อช่วยให้ผู้ผลิตไม่ต้องสร้างปุ่มสำหรับเรียกใช้งานจอยพลัสมนูเพิ่มเติม เมื่อจอยพลัสมนูถูกเรียกขึ้มมาแล้ว รายชื่อไฟล์เสียง จะถูกจัดเรียงตามรูปแบบที่อุปกรณ์นั้นๆ กำหนด เช่น ตามตัวอักษร เป็นต้น โดยจอยพลัสมนูในแต่ละหน้าจอจะสามารถแสดงรายการได้ทั้งหมด 45 รายการ ดังที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น ซึ่งจะเริ่มเรียงรายการที่ 1-9 ในส่วนกลางของพลัสด รายการที่ 10-18 ในส่วนบนของพลัสด รายการที่ 19-27 ในส่วนขวาของพลัสด รายการที่ 28-36 ในส่วนล่างของพลัสด และรายการที่ 37-45 ในส่วนซ้ายของพลัสด สำหรับรายการที่ 46 ขึ้นไปนั้น จะต้องทำการเปลี่ยนจอยพลัสมนูไปยังหน้าถัดไป โดยให้ใช้ปุ่มปรับช่องรายการทางบวก ของริมโทคอนโทรศัพท์ในการเปลี่ยนไปยังหน้าถัดไป ซึ่งการเรียงรายการในแต่ละหน้าจอจอยพลัสมนูนั้นจะมีลักษณะเดียวกันหน้าแรก

จอยพลัสมนูนี้เมื่อถูกเรียกใช้งานจะมีการกำหนดสถานะให้กับแต่ละตำแหน่งของพลัสด โดยมีจอยพลัสมนูถูก



เรียนใช้งาน เนพาะตำแหน่งกลางของพลัสดเท่านั้นที่จะมีสถานะพร้อมใช้งาน สำหรับในตำแหน่งอื่นๆ ของพลัสดจะอยู่ในสถานะรอรับการเลือกจากส่วนควบคุม D-pad โดยการใช้ส่วนควบคุม D-pad สำหรับเลือกใช้งานพลัสดต่อไปส่วนนั้นมีรูปแบบการใช้งานดังนี้

ตารางที่ 1 การใช้งานส่วนควบคุม D-pad สำหรับเลือกใช้งานพลัสด

ตำแหน่งของพลัสดที่อยู่ในสถานะพร้อมใช้งาน ก่อนกดปุ่มนส่วนควบคุม D-pad	ปุ่มที่กดบนส่วนควบคุม D-pad	ตำแหน่งของพลัสดที่อยู่ในสถานะพร้อมใช้งานหลังกดปุ่มนส่วนควบคุม D-pad
กลาง	บน	บน
กลาง	ขวา	ขวา
กลาง	ล่าง	ล่าง
กลาง	ซ้าย	ซ้าย
บน	บน	บน
บน	ขวา	ขวา
บน	ล่าง	กลาง
บน	ซ้าย	ซ้าย
ขวา	บน	บน
ขวา	ขวา	ขวา
ขวา	ล่าง	ล่าง
ขวา	ซ้าย	กลาง
ล่าง	บน	กลาง
ล่าง	ขวา	ขวา
ล่าง	ล่าง	ล่าง
ล่าง	ซ้าย	ซ้าย
ซ้าย	บน	บน
ซ้าย	ขวา	กลาง
ซ้าย	ล่าง	ล่าง
ซ้าย	ซ้าย	ซ้าย

จากตารางที่ 1 การใช้ส่วนควบคุม D-pad สำหรับเลือกใช้งานพลัสดต่อไปส่วนนั้น สามารถสรุปให้เข้าใจได้ง่ายๆ คือ หากตำแหน่งของพลัสดที่อยู่ในสถานะพร้อมใช้งานคือตำแหน่งกลาง เมื่อกดปุ่มนส่วนควบคุม D-pad ในทิศทางใด ตำแหน่งของพลัสดที่อยู่ในสถานะพร้อมใช้งานก็จะเปลี่ยนไปในทิศทางนั้น แต่หากตำแหน่งของพลัสดที่อยู่ในสถานะพร้อมใช้งานเป็นตำแหน่งอื่นที่ไม่ใช่ตำแหน่งกลาง เมื่อกดปุ่มนส่วนควบคุม D-pad ในทิศทางที่ไม่ใช่ทิศทางตรงกันข้ามกับตำแหน่ง

ของพลัสดที่อยู่ในสถานะพร้อมใช้งาน ตำแหน่งของพลัสดที่อยู่ในสถานะพร้อมใช้งานก็จะเปลี่ยนไปในทิศทางนั้น แต่หากกดปุ่มนส่วนควบคุม D-pad ในทิศทางตรงกันข้าม ตำแหน่งของพลัสดที่อยู่ในสถานะพร้อมใช้งานก็จะเปลี่ยนมาอยู่ที่ตำแหน่งของพลัสดที่อยู่ในสถานะพร้อมใช้งานแล้ว

เมื่ออยู่ในตำแหน่งของพลัสดที่มีสถานะพร้อมใช้งานแล้ว จะสามารถเลือกรายการต่างๆ จากการกดปุ่มตัวเลข 1-9 ตามรายการที่แสดงในรูปแบบที่กล่าวไว้ข้างต้น เพื่อทำการเลือกรายการนั้น สำหรับการเลือกรายการที่ 46 ขึ้นไปนั้น จะต้องทำการเปลี่ยนจอยพลัสดเมนูไปยังหน้าตัดไป โดยให้ใช้ปุ่มปรับซองรายการทางบวกของรีโมทคอนโทรลในการเปลี่ยนไปยังหน้าตัดไป และใช้ปุ่มปรับซองรายการทางลบของรีโมทคอนโทรลในการเปลี่ยนกลับไปยังหน้าเดิม และหากต้องการออกจากจอยพลัสดเมนูเพื่อกลับสู่เมนูหลักให้ใช้ปุ่มเลข 0

สำหรับในส่วนของการแสดงผลบนอุปกรณ์แสดงผลเช่น โทรศัพท์มือถือ จะแสดงผลตำแหน่งของพลัสดที่มีสถานะพร้อมใช้งานให้มีขนาดใหญ่ในด้านซ้ายของจอภาพ ส่วนพื้นที่ด้านขวาจะแสดงรายชื่อของไฟล์รายการที่ 1-9 ของพลัสดที่มีสถานะพร้อมใช้งาน นอกจากนี้พื้นที่ด้านล่างของจอภาพจะมีไว้สำหรับแสดงวิธีการใช้งานพร้อมทั้งรูปของจอยพลัสดเมนูขนาดเล็กที่จะแสดงให้เห็นว่าตอนนี้ตำแหน่งใดของพลัสดที่มีสถานะพร้อมใช้งานซึ่งกำลังแสดงผลอยู่ ดังภาพที่ 4

สำหรับการใช้จอยพลัสดเมนูเป็นเมนูหลักของอุปกรณ์นั้น เมนูหลักจะมีได้ทั้งหมด 45 เมนู ซึ่งการใช้จอยพลัสดเมนูเป็นเมนูหลักนี้อาจทำให้คุณพื้นที่ว่างเหลือเป็นจำนวนมากหากทำการออกแบบเมนูหลักเป็นกลุ่มๆ ที่จะมีเมนูย่อยภายใน เช่น หากออกแบบให้เมนูหลักคือ กลุ่มของเมนูสำหรับใช้ในการเล่นไฟล์มัลติมีเดีย ซึ่งเมื่อทำการเลือกเมนูนี้แล้ว จะมีเมนูย่อยเป็นประเภทของไฟล์มัลติมีเดียที่ต้องการเล่นอีกชั้นหนึ่ง เช่น ไฟล์ภาพ ไฟล์เสียง และไฟล์วิดีโอ เป็นต้น ซึ่งทำให้จอยพลัสดเมนูที่ใช้กับเมนูย่อยจะมีเพียง 3 รายการ ให้เลือกเท่านั้น ผู้ใช้ยังจึงไม่แนะนำให้ใช้จอยพลัสดกับเมนูหลักที่จะมีเมนูย่อยอยู่ภายใน โดยให้นำเมนูย่อยเหล่านั้นมาเป็นเมนูหลักได้เลย และหากต้องการจัดกลุ่มก็สามารถทำได้โดยใช้ตำแหน่ง กลง บน ขวา ล่าง ซ้าย เป็นหมวดหมู่ และนำเมนูย่อยที่สามารถจัดให้อยู่ใน

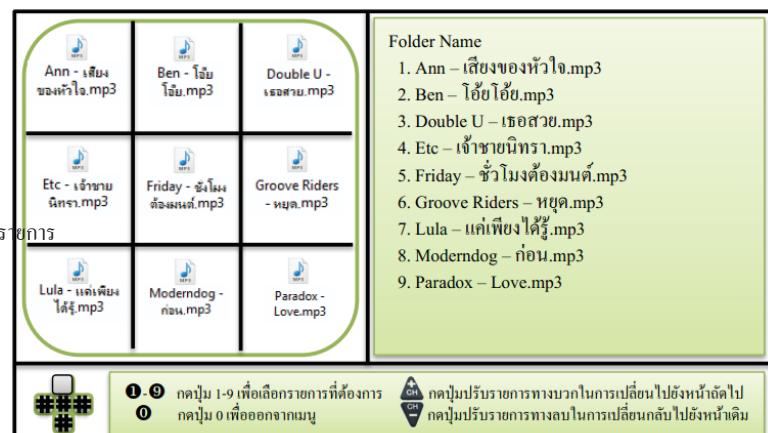
กลุ่มเดียวกันได้ ไปไว้ในตำแหน่งเหล่านั้น ซึ่งวิธีนี้ก็จะมีข้อจำกัดอยู่บ้างคือ ในแต่ละหน้าจอจะมีได้เพียง 5 กลุ่มเท่านั้น

## 5. บทสรุปและข้อเสนอแนะ

จอยพลัสมenuที่ได้นำเสนออนึ่น ผู้เขียนออกแบบจากการทดสอบระหว่างแนวคิดการใช้รีโมทคอนโทรลร่วมกับแนวคิดการใช้เมาส์และจอยสัมผัส ในการเลือกรายการ ซึ่งจะช่วยให้การเลือกรายการทำได้ง่ายและสะดวกขึ้น และช่วยลดข้อจำกัดในการใช้งานต่างๆ ที่เกิดจากความแตกต่างของผู้ใช้ นอกเหนือนี้จอยพลัสมenuยังเป็นส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ที่ช่วยให้สามารถใช้อุปกรณ์นำเสนอข้อมูลแบบบริโภคโดยไม่ต้องทำปุ่มเพิ่มเติมบนรีโมทคอนโทรล ซึ่งช่วยให้ผู้ผลิตอุปกรณ์เหล่านี้ เพียงแค่ทำ การพัฒนาส่วนต่อประสานกับผู้ใช้แล้วแจ้งให้ผู้ใช้อัพเดทเฟิร์มแวร์ของอุปกรณ์เหล่านั้น ก็จะช่วยให้สามารถใช้งานจอยพลัสมenuกับรีโมทคอนโทรลอันเดิมได้

จอยพลัสมenuที่ผู้เขียนนำเสนอันถูกออกแบบเพื่อใช้เป็นเมนูสำหรับเลือกรายการมากกว่าที่จะใช้เป็นเมนูหลัก ดังนั้น หากเมนูหลักในรูปแบบเดิมสามารถใช้งานได้แล้ว การใช้จอยพลัสมenuเป็นเมนูหลักก็จะไม่มีความจำเป็นเท่าที่ควร เพราะอาจทำให้ผู้ใช้สับสนได้ว่าตอนนี้จอยพลัสมenuที่ปราณีอยู่เป็นจอยพลัสมenuสำหรับเมนูหลักหรือเป็นจอยพลัสมenuสำหรับเลือกรายการ

ผู้เขียนมีความเห็นว่าแนวโน้มในอนาคตข้อมูลข่าวสารและสื่อบันเทิงรูปแบบต่างๆ บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต จะได้รับความนิยมจากผู้ใช้มากขึ้นเรื่อยๆ โดยอุปกรณ์ที่จะใช้ในการเข้าถึงข้อมูลข่าวสารและสื่อบันเทิงเหล่านี้จะเป็นโทรทัศน์



ภาพที่ 4 : รูปแบบของจอยพลัสมenuเมื่อแสดงผลบนอุปกรณ์แสดงผล www.ncteched.org 5-6 กรกฎาคม 2555



## การจัดรูปแบบและส่งต่อข้อมูลทางการแพทย์โดยใช้มาตรฐาน HL7 Version 3.0

ผ่านเว็บเซอร์วิส

### Medical Data Formation and Transmission under HL7 Version 3.0 Standard Via the Web Service

สมเกียรติ ชุลอดุง<sup>1</sup>, นริศร แสง堪นอง<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ภาควิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ

<sup>2</sup> ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ บางซื่อ กรุงเทพฯ 10800

<sup>1</sup>hemato\_2004@yahoo.com, <sup>2</sup>nss@kmutnb.ac.th

#### บทคัดย่อ

งานวิจัยฉบับนี้ จัดทำขึ้น โดยมีวัตถุประสงค์สร้างระบบการจัดรูปแบบและส่งต่อข้อมูลทางการแพทย์โดยใช้มาตรฐาน HL7 Version 3.0 ผ่านเว็บเซอร์วิส เนื่องจากปัญหาการใช้งานระบบที่ต่างกันทั้งฐานข้อมูลและซอฟต์แวร์แอพพลิเคชัน ข้อมูลที่ใช้แลกเปลี่ยนไม่เป็นมาตรฐานเดียวกัน โดยการศึกษาข้อมูลระบบสารสนเทศโรงพยาบาลทั่วไป ศึกษาโครงสร้าง SQL มาตรฐาน HL7 Version 2.x และ HL7 Version 3.0 และ XML โดยระบบจะทำการจัดรูปแบบเป็นมาตรฐาน HL7 Version 3.0 ซึ่งมีความเป็นสากล มีลักษณะเป็นโครงสร้างยืดหยุ่นต่อข้อมูล การเก็บข้อมูลที่มีลักษณะเป็นกึ่งโครงสร้าง ไม่ได้เจาะจงกับระบบจัดการฐานข้อมูล ให้ระบบหนึ่ง โดยการเขียนโปรแกรมในการแปลงข้อมูลให้อยู่ในมาตรฐาน HL7 Version 3.0 ซึ่งเป็นรูปแบบ XML ทำให้สามารถแลกเปลี่ยนข้อมูลกันได้ระหว่างซอฟต์แวร์แอพพลิเคชันที่ต่างกันและระหว่างหน่วยงานทางการแพทย์ ข้อมูลที่ส่งทั้งหมดคงอยู่ในรูปแบบมาตรฐาน HL7 Version 3.0 ที่ได้รับการยอมรับ โดยผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบ โดยผู้เชี่ยวชาญมีในระดับดีมาก

**คำสำคัญ:** เอกซ์เชิฟ แอล เว็บเซอร์วิส HL7

#### Abstract

*This special problem issue aims to construct a system for medical data formation and transmission under HL7 Version 3.0 standard via the Web service. The system is developed for solving the problem of mismatch in data format and software application between systems such as HL7 in different version or some system not utilize HL7 standard.*

*The develop system is based on HL7 version 3.0 which is international standard providing flexibility in data exchanging. The data collection is semi-structure type not to be tighten under specific system. It is therefore suitable for working as medical for data conversion of data in a different manner to a standard acceptable to communicate with external systems by writing code to convert data in XML format and information. From this coding. We can exchange*

*data between software applications and medical departments via web service. The system performance was evaluated by 5 experts. The average result is the best system performance.*

**Keyword:** XML, Web Service, HL7

## 1. บทนำ

ระบบสารสนเทศโรงพยาบาล (Hospital Information System) ลูกพัฒนาขึ้นเพื่อรวบรวมและจัดเก็บข้อมูลจากแหล่งข้อมูลต่างๆ ซึ่งหน่วยงานทางการแพทย์ต่างก็มีระบบไว้ที่ของตัวเอง การแลกเปลี่ยนข้อมูลคนไข้มีรูปแบบที่แตกต่างกัน หรือมาตรฐานในการเก็บหรือจัดส่งข้อมูลที่ต่างกัน หากต้องการให้ข้อมูลที่แตกต่างกันสามารถรับส่ง ต้องใช้มาตรฐานเดียวกันในการส่งข้อมูล

Health Level 7 [3] เป็นโปรโตคอลในเลเยอร์ที่ 7 แอพพลิเคชั่นแลเยอร์ในแบบจำลอง OSI Model โครงสร้างการสื่อสารข้อมูลเพื่อใช้เป็นมาตรฐานที่สามารถสื่อสารกันได้ เป็นชั้นที่อยู่บนสุดของขบวนการรับส่งข้อมูล ทำหน้าที่ติดต่อกับผู้ใช้ โดยจะรับคำสั่งต่างๆ จากผู้ใช้ส่งให้คอมพิวเตอร์แปลความหมาย และทำงานตามคำสั่งที่ได้รับในระดับโปรแกรมประยุกต์ โปรโตคอลในชั้นนี้ HTTP, FTP, HL7 เป็นต้น และ HL7 Version 3.0 เป็นมาตรฐานก่อนในการส่งข้อมูลทางการแพทย์ ซึ่งมีลักษณะเป็นโครงสร้างยึดหยุ่นต่อข้อมูล การเก็บข้อมูลที่มีลักษณะเป็นกึ่งโครงสร้าง ไม่ได้เจาะจงกับระบบจัดการฐานข้อมูลในระบบหนึ่ง โดยการเขียนโปรแกรมในการแปลงข้อมูลให้อยู่ในมาตรฐาน HL7 Version 3.0 ซึ่งเป็นรูปแบบ XML ทำให้สามารถแลกเปลี่ยนข้อมูลกันได้ระหว่างซอฟต์แวร์แอพพลิเคชั่นและระหว่างหน่วยงานทางการแพทย์

จากปัญหาในเรื่องการส่งข้อมูลทางการแพทย์ดังกล่าวนั้น ผู้วิจัยมีแนวคิดในการพัฒนาการจัดรูปแบบข้อมูลและส่งต่อข้อมูลทางการแพทย์โดยใช้มาตรฐาน HL7 Version 3.0 ผ่านเว็บเซอร์วิส เพื่อแก้ปัญหาในการส่งข้อมูลทางการแพทย์ที่ส่งไม่เป็นมาตรฐานเดียวกัน ทั้ง Version 2.x และไม่ใช่ HL7

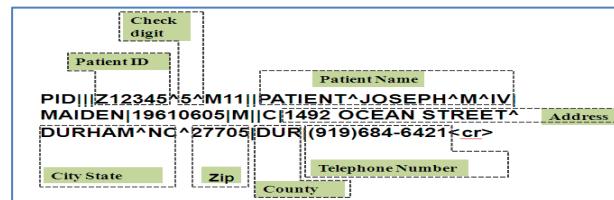
## 2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาหลักการทางแพทย์และเทคโนโลยีต่างๆ ที่เกี่ยวข้องซึ่งแบ่งออกเป็นหัวข้อต่างๆ ดังนี้

### 2.1 ระบบสารสนเทศโรงพยาบาลทั่วไป

### 2.2 มาตรฐานข้อมูล HL7 Version 2.x

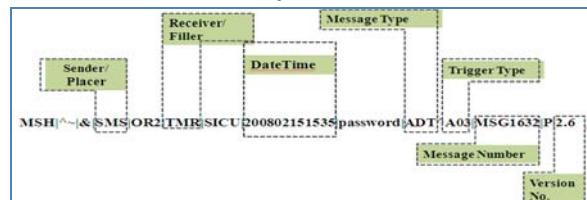
ระบบงานข้อมูลผู้ป่วยในโรงพยาบาลทั่วไปที่จะทำการส่งต่อข้อมูลแลกเปลี่ยนข้อมูลด้วยมาตรฐาน HL7 ประกอบไปด้วยระบบสารสนเทศโปรแกรมย่อยต่างๆ งานเวชระเบียน งานตรวจทางห้องปฏิบัติการ [1]



2.2.1 มาตรฐานโปรโตคอล HL7 Version 2.x [2] คือส่วนของข้อมูลที่จะสามารถบุนคคลของข้อมูลภายในแต่ละส่วนซึ่งอาจจะเป็นส่วนที่เป็นข้อมูลแบบรายการเดียว หรือแบบชนิดหลายรายการที่เป็นข้อมูลชนิดเดียวกันดังภาพที่ 1 ซึ่งจะมีลักษณะเอกสารแท็ก

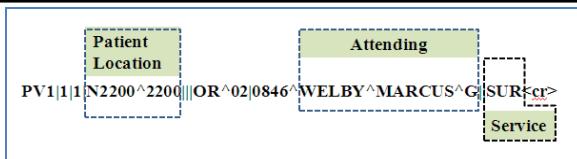
ภาพที่ 1: ข้อมูลส่วน MSH

PID เป็นเซกเมนต์ที่เก็บข้อมูลส่วนบุคคลของผู้ป่วยไม่ว่าจะเป็นชื่อหมายเลขอรรมจัตว์ที่อยู่ วันเกิด เพศ เป็นต้น ดังภาพที่ 2



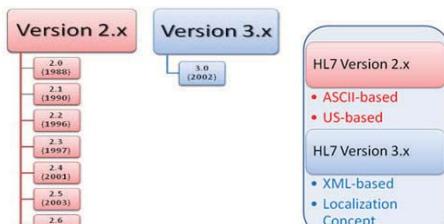
ภาพที่ 2: ข้อมูลส่วน PID

PV1 เก็บข้อมูลเกี่ยวกับการเข้ารักษาของผู้ป่วยไม่ว่าจะเป็นโรงพยาบาล ตึก ห้องพักแพทย์เจ้าของไข้ เป็นต้น ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3: ข้อมูลส่วน PV1

2.2.2 มาตรฐานข้อมูล HL7 Version 3.0 [5][6] เป็นการเปลี่ยนรูปแบบข้อมูลมาเป็น XML ซึ่ง HL7 Version 3 เป็นโปรโตคอลมาตรฐานสารสนเทศทางการแพทย์ที่ได้รับการยอมรับในระดับนานาชาติ โดยมีคุณสมบัติเด่นคือ การเขียนโปรแกรมเชิงวัตถุ (Object Oriented Programming) และ Unified Modeling Language (UML) ที่เข้ากันได้กับมาตรฐานอื่นๆ รวมไปถึง ISO และ Open Connection Systems Interconnection (OSI) ใช้มาตรฐาน XML, Security, Modeling and Methodology, Arden Syntax, CCOW และ Vocabulary ซึ่งในมุมมองของการพัฒนาโปรแกรม จะสามารถทำได้รวดเร็ว และมีประสิทธิภาพมากขึ้น [1] ดังรูปด้านล่างนี้เป็นการแสดงให้เห็นมาตรฐานข้อมูล HL7 ที่มีการเปลี่ยนแปลง



ภาพที่ 4: เปรียบเทียบ HL7 V2.x กับ HL7 V3.0

2.3 มาตรฐาน SOAP Protocol (Simple Object Access Protocol) เป็นสิ่งที่มีความสำคัญสำหรับเว็บเซอร์วิส เป็นโปรโตคอลที่ใช้ที่จะส่งข้อความ (Message) ระหว่างเว็บเซอร์วิส โดย SOAP เป็นท่านสปอร์ตโปรโตคอล (Transport Protocol) ที่มี XML เป็นพื้นฐานและใช้ HTTP เป็นโปรโตคอลร่วมในการส่งผ่านเครือข่าย SOAP จะระบุวิธีในการเข้ารหัสส่วนหัว (Header Encoding) ของทั้ง HTTP และไฟล์ XML ไว้อย่างชัดเจนทั้งในส่วนของการติดต่อไปยังคอมพิวเตอร์อีกเครื่องหนึ่งและส่งผ่านข้อมูลไปให้รวมถึงระบุวิธีที่โปรแกรมซึ่งถูกเรียกนั้นจะส่งค่าคืนกลับมา [3]

#### 2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

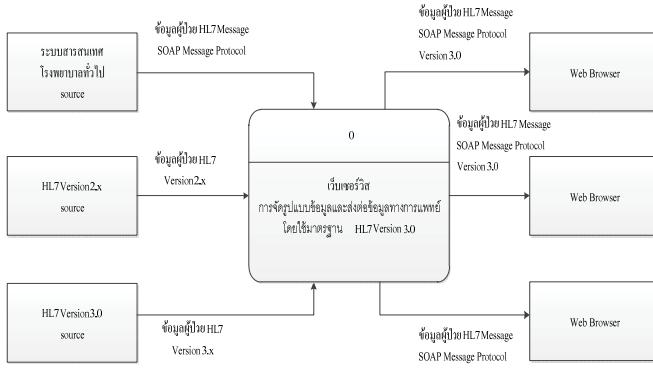
นลินี สร้างระบบการส่งข้อมูลทางการแพทย์ผ่านเว็บเซอร์วิส โดยใช้ HL7 V.3 [1] ซึ่ง HL7 ในการจัดรูปแบบการส่งข้อมูล เพื่อให้โรงพยาบาลที่รับผู้ป่วยไปรักษาต่อ สามารถค้นหาข้อมูลได้ทันที โดยข้อมูลที่มีการส่งไปแสดงใช้โปรโตคอล HL7 และมีการสร้างเป็น SOAP Message เพื่อใช้ในการสื่อสารผ่านเว็บเซอร์วิส ข้อมูลที่ส่งทั้งหมดอยู่ในรูปแบบมาตรฐาน HL7 V.3

ชาตรี พัฒนาระบบการเชื่อมต่อข้อมูลผู้ป่วยในระบบโรงพยาบาลด้วย HL7 Server ใช้โปรโตคอล HL7 Version 2.3 [2] ซึ่งใช้การเชื่อมโยงข้อมูลทางการแพทย์ โดยการออกแบบโปรโตคอลจากขั้นตอนการทำงานจากผู้ปฏิบัติงานในแต่ละระบบและพัฒนาเป็นแอปพลิเคชันซึ่งทำหน้าที่เป็นระบบกลางสำหรับการเชื่อมต่อไปยังทุกระบบสารสนเทศในโรงพยาบาล

สรุปจากการวิจัยดังกล่าวระบบงานแต่ละระบบจะใช้มาตรฐาน HL7 เนื่องจากท่านนี้ไม่สามารถครอบคลุม HL7 ทุกมาตรฐาน ผู้วิจัยมีแนวคิดทำระบบที่เป็น Universal ที่สามารถรองรับทุกมาตรฐานของ HL7 จึงได้สร้างระบบจัดรูปแบบและส่งต่อข้อมูลทางการแพทย์ที่สามารถรองรับทุกมาตรฐานและระบบที่ยังไม่มีมาตรฐาน HL7

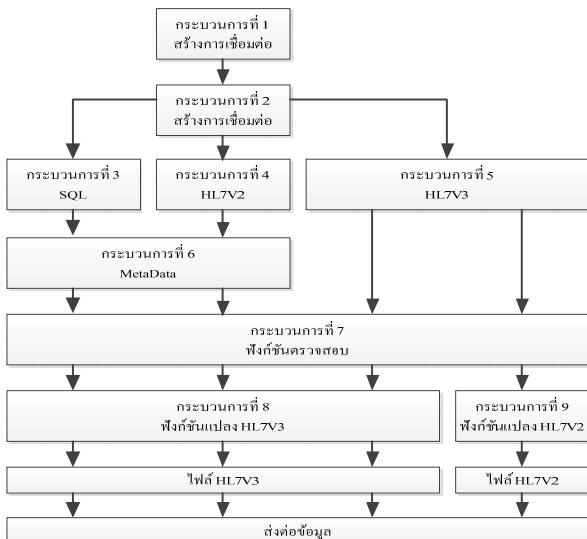
#### 3. วิธีการดำเนินงาน

3.1 ศึกษาโครงสร้างและวิเคราะห์ระบบการส่งต่อข้อมูลในปัจจุบัน ระหว่างโรงพยาบาลทั่วไป ในปัจจุบันใช้กระดาษ การเขียนต่อฐานข้อมูลโดยตรง ใช้มาตรฐาน HL7 Version 2.x และการใช้มาตรฐาน HL7 Version 3.0 การศึกษาโครงสร้างและระบบงานเป็นการศึกษาเกี่ยวกับขั้นตอนการดำเนินงานของระบบงานข้อมูลผู้ป่วย ซึ่งมีระบบงานที่เกี่ยวข้อง 3 ระบบ คือระบบสารสนเทศโรงพยาบาลทั่วไป ระบบสารสนเทศทางห้องปฏิบัติการ ระบบเวชระเบียน ผู้วิจัยได้ออกแบบ Context Diagram เป็นแผนภาพแสดงทิศทางการไหลของข้อมูลระดับบนสุดซึ่งแสดงให้เห็นภาพรวมของข้อมูลเข้าและผลลัพธ์ของระบบจัดรูปแบบและส่งต่อข้อมูลผ่านเว็บเซอร์วิส ซึ่งแสดงดังภาพที่ 5



## ภาพที่ 5: Context Diagram ของระบบจัดรูปแบบและส่งต่อข้อมูลผู้ป่วย

3.2 สร้างระบบจัดรูปแบบและส่งต่อข้อมูลทางการแพทย์ โดยทำการสร้างในรูปแบบของเว็บแอปพลิเคชัน โดยภาษาที่ใช้พัฒนาคือ PHP ในการสร้างแอปพลิเคชัน ภาพที่ 6 แสดงกระบวนการจัดรูปแบบและส่งต่อข้อมูลทางการแพทย์ตั้งแต่กระบวนการเรื่องต่อฐานข้อมูล ดึงข้อมูลจากคำสั่ง SQL และรับ HL7 Version 2.x และ Version 3.0 เข้าระบบผ่านกระบวนการ Metadata ของ HL7 ผ่านฟังก์ชันตรวจสอบ สุดท้ายกระบวนการแปลงไฟล์ที่ต้องการ ตามกระบวนการทำงานดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6: กระบวนการจัดรูปแบบและส่งต่อข้อมูลทางการแพทย์โดยใช้มาตรฐาน HL7 Version 3.0

3.2.1 เกี่ยวกับโปรแกรมฟังก์ชันเพื่อต่อ กับฐานข้อมูลโดย  
กระบวนการที่ 1, 2 และกระบวนการที่ 3 เป็นกระบวนการดึง<sup>1</sup>  
ข้อมูลจากฐานข้อมูลโดยการเชื่อมต่อ ไม่เขียน กับฐานข้อมูล มา  
แปลงข้อมูลเป็น HL7 Version 3.0 ดังโภค โปรแกรมนี้ ทางส่วน  
ในภาพที่ 7

```
function connect() {
    $host = 'xxx.xxx.xxx.xxx:1433';
    $user = 'Username'; $pass = 'Password'; $DB = 'DATA';
    $connect = mssql_connect($host,$user,$pass) or die("MSSQL Connection failed!");
    mssql_select_db($DB) or die("USE '$DB' failed!");
    return $connect;
}

$SQLquery = <<<EOQ
SELECT PT.hn as HN, PT.titleName as TitleName ,
       PT.firstName as Name , PT.lastName LastName ,
       PT.birthDay as BirthDay , (year(getdate()) + 543) -
       CONVERT(Numeric, SUBSTRING(PT.birthDay,1,4))) as Age , PC.classDesc as ClassDesc ,
FROM PATIENTS PT
    LEFT JOIN PATClass PC ON PC.classCode = PT.class
    LEFT JOIN PTITLE P ON P.titleCode = PT.titleCode
WHERE ((PT.unmueshn <> 'Y') OR (PT.unmueshn is NULL)) =
((PT.dead_flag <> 'Y') OR (PT.dead_flag is NULL))
AND PT.hn = '$cWhere'
EOQ;
$records = queryPatient($SQLquery);
```

ภาพที่ 7: ตัวอย่างชอร์สโกิดติดต่อฐานข้อมูลและคิวเริ่ข้อมูล

3.2.2 เกี่ยนโปรแกรมเพื่อแปลงมาตรฐาน HL7 Version 2.x ให้เป็นมาตรฐาน HL7 Version 3.0 กระบวนการที่ 4, 6, 7 และ 8 พัฒนาเป็นกระบวนการแปลงให้เป็นมาตรฐาน HL7 Version 3.0 ดังโภค์โปรแกรมบังส่วนในภาพที่ 8

3.2.3 เก็บโปรแกรมเพื่อจัดการ HL7 Version 3.0 และส่งข้อมูล ตามกระบวนการที่ 5, 7 และกระบวนการที่ 9 ดังนี้ โค้ดโปรแกรมนั้นๆ ที่ส่วนในภาพที่ 9

```
function ConvertToNewVersion($input_dir,$output_dir,$fname){
  $able = $input_dir."/". $fname,FILE_IGNORE_NEW_LINES | FILE_SKIP_EMPTY_LINES );
  $adoc = $able."|>". "MSH", "PID", "PVI", "ORC", "TBR", "OBX", "NTE", "MSA" );
  $meta = Array();
  foreach( $adoc as $adoc ) {
    $filename = "metaConfig/$adoc" ;
    $meta[$adoc] = file($filename,"r");
  }
  foreach( $able as $rawRecord ) {
    $rawField = explode('!', $rawRecord) ;
    $code = $rawField[0] ;
    $metaData = $meta[$code] ;
    $stableResult[] = parserHL7Field($metaData,$rawField);
  }
  $fp = fopen($output_dir."/".substr($fname,0,-4)).";
}

function parserHL7Field($metaData , $aField ) {
  $i = 0 ;
  $count = count( $metaData ) ;
  $result = Array() ;
  for( $i = 0 ; $i < $count ; $i++ ) {
    $name = $metaData[ $i ] ;
    if( !isset($aField[$i]) ) { $result[] = $name ; }
  }
  return $result ;
}

function xmlRecords($fp,$records) {
  $hl7 = 0 ;
  $data1 = '<HL7>Data>' ;
  $data2 = '<HL7>Data2>' ;
  $printf($fp,"<HL7>Data1>". $hl7 .>data1) ;
  foreach( $records as $record ) {
    $xmlRecord($fp,$record) ;
    $printf($fp,"<HL7>Data2>". $hl7 .>data2) ;
  }
}

function xmlRecord($fp,$record) {
  $recordData = '<record_data>' ;
  $recordData = '</record_data>' ;
  $printf($fp,"<". $recordData .">". $record . "<". $recordData .">") ;
  foreach( $record as $key => $value ) {
    $value = trim($value) ;
    $name = trim($record->{$key}) ;
    $printf($fp,"<". $name .">". $value ."<". $name .">") ;
  }
}
```

## ภาพที่ 8: ตัวอย่างชอร์สโค้ดแปลงมาตรฐาน HL7 Version 2.x เป็นมาตรฐาน HL7 Version 3.0

```

-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
class clsXml2Soap {
  function loadXml( ScInputFile , ScOutputFile ) {
    ScXml = $this->loadXml( ScInputFile );
    $records = $this->getRecords( ScInputFile );
    $fp = fopen ( ScOutputFile , "w" );
    if ( $fp ) {
      $header='<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>';
      fprintf($fp,"%s", $header);
      $records->writeRecords($fp);
      fclose($fp);
    }
  }
  function getRecords( ScXml ) {
    $results = Array();
    foreach ( $xml as $record ) {
      $result = Array();
      foreach ( $record as $fieldName => $FieldValue ) {
        $result[$fieldName] = $FieldValue;
      }
      $results[] = $result;
    }
    return $results;
  }
  function loadXml( ScFileName ) {
    if ( file_exists( ScFileName ) ) {
      $xml = simplexml_load_file( ScFileName );
    } else {
      exit('Failed to open file.');
    }
  }
  function xmlRecords( $fp, $records ) {
    $HL7_data1 = '<soap:Body>';
    $HL7_data2 = '</soap:Body>';
    fprintf($fp,"%s", $HL7_data1);
    foreach( $records as $record ) {
      $xmlRecord($fp, $record);
    }
    fprintf($fp,"%s", $HL7_data2);
  }
  function xmlRecord( $fp, $record ) {
    $record_data = '<soap:Record>';
    $record_data2 = '</soap:Record>';
    fprintf($fp,"<%s>",$record_data);
    foreach( $record as $name => $value ) {
      $value = trim($value);
      $name = trim($name);
      fprintf($fp,"<%s>%s<%s>",$name, $value, $name);
    }
    fprintf($fp,"<%s>",$record_data2);
  }
  function ConvertOldVersion($input_dir, $output_dir) {
    if (file_exists( $input_dir . '/' . $filename )) {
      $xml = simplexml_load_file( $input_dir . '/' . $filename );
      foreach ( $xml as $fields => $values ) {
        $record = array();
        $key = '';
        foreach ( $values as $field => $value ) {
          $record[ $field ] = $value;
          if ( $field == 'Field-Separator' || $field == 'Separator' ) {
            $key = $value . " ";
          }
        }
        $records[ $key ] = $record;
      }
    } else {
      exit('Failed to open test.xml.');
    }
    $names[] = 'MSA';
    $names[] = 'MSH';
  }
}
  
```

ภาพที่ 9: ตัวอย่างชอร์ตโค้ดแปลงมาตรฐาน HL7 V3.0

เป็นมาตรฐาน HL7 V2

### 3.3 การตั้งค่า PHP5 เรียกใช้เว็บเซอร์วิสแบบ SOAP

การเรียกใช้เว็บเซอร์วิสด้วยภาษา PHP ซึ่งมีความสามารถในการสนับสนุนการเรียกใช้เว็บเซอร์วิสในตัว สนับสนุน XML และ SOAP อย่างเต็มประสิทธิภาพ มีการปรับปรุงความสามารถของ XML เพิ่มเติมโดยจะมีไลบรารี libxml2 ซึ่งเป็นไลบรารีมาตรฐานที่ PHP ใช้ติดต่อกับ XML ยังปรับปรุงเพิ่มเติมในส่วนของ [4] DOM(Document Object Model), XSLT (Extensible Stylesheet Language Transformations) และ SimpleXML

## 4. ผลการดำเนินงาน

4.1 ผลการพัฒนาระบบผลการสร้างเว็บเซอร์วิส (Web Service) หลังจากที่ได้ทำการวิเคราะห์และออกแบบ เสร็จเรียบร้อยแล้ว ได้ผลการสร้างระบบจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

4.1.1 ส่วนการจัดการผู้ดูแลระบบและผู้ใช้งานในระบบเว็บร่วมสมัย ส่วนของการเพิ่มแก้ไขสิทธิ์ผู้ใช้งานระบบ

4.1.2 ส่วนการสร้างเว็บเซอร์วิส เมนูในการเข้าใช้งานประกอบไปด้วย ส่วนของการแปลงข้อมูลจากการคิววี SQL เป็นมาตรฐาน HL7 Version 3.0 การแปลงมาตรฐาน HL7

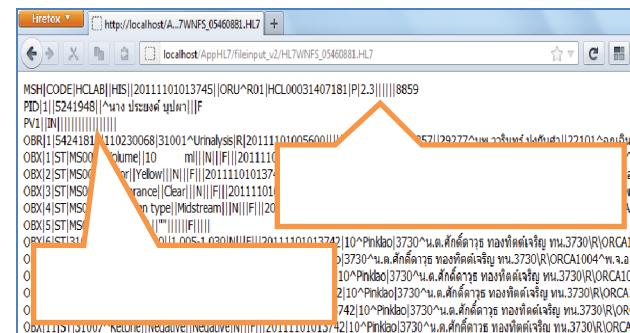
Version 2.x เป็นมาตรฐาน HL7 Version 3.0 และการรับข้อมูลมาตรฐาน HL7 Version 3.0 มาแล้วดำเนินการส่งต่อข้อมูล ในกรณีที่ต้องการแปลงมาตรฐาน HL7 Version 3.0 กลับสู่มาตรฐาน HL7 Version 2.x ได้

ภาพที่ 8 เมนูการแปลงข้อมูลจากการมาตรฐาน HL7 Version 2.x เป็นมาตรฐาน HL7 Version 3.0 มีเมนูไฟล์ที่เข้าสู่ระบบ แปลงไฟล์และหน้าไฟล์ที่ได้จากการแปลงไฟล์แล้ว



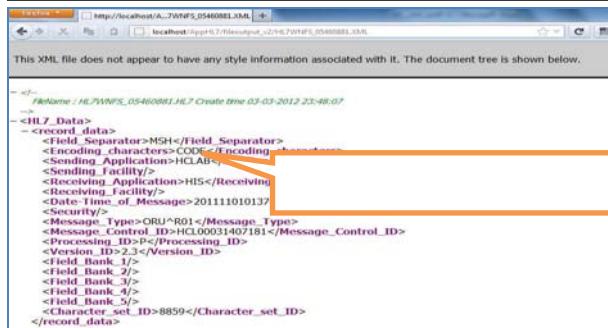
ภาพที่ 10: เมนูแปลงข้อมูลจากการมาตรฐาน HL7 Version 2.x เป็นมาตรฐาน HL7 Version 3.0

ภาพที่ 11 ข้อมูลจากการมาตรฐาน HL7 Version 2.x เข้าสู่ระบบ แปลงไฟล์และภาพที่ 12 หน้าไฟล์ที่ได้จากการแปลงไฟล์แล้ว



ภาพที่ 11: เป็นตัวอย่างข้อมูลจากการมาตรฐาน HL7 V2.x

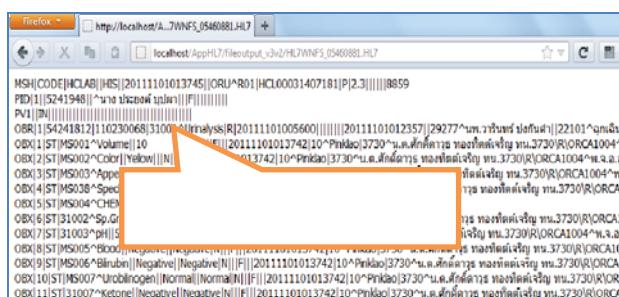
ภาพที่ 12 เป็นตัวอย่างผลลัพธ์ข้อมูลที่ได้จากการมาตรฐาน HL7 Version 2.x เป็นมาตรฐาน HL7 Version 3.0 จากเครื่องอ่านแล้วในภาพที่ 11



ภาพที่ 12: ตัวอย่างข้อมูลมาตรฐาน HL7 Version 3.0 ที่ได้จาก  
การแปลงมาตรฐาน HL7 Version 2.x

## 4.2 ผลการทดสอบโดยผู้พัฒนาระบบและผลการประเมินประสิทธิภาพระบบโดยผู้เชี่ยวชาญ

4.2.1 ผลการทดสอบโดยผู้พัฒนาระบบ การทดสอบระบบผู้สร้างระบบได้ทำการทดสอบโดยแบ่งการทดสอบเป็น 3 วิธี วิธีแรกเป็นการทดสอบโดยการดึงข้อมูลจากฐานข้อมูล โดยการป้อนชื่อผู้ใช้งานสกุลลงในช่องสืบค้นข้อมูลเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ต้องการจากนั้นระบบจะทำการสร้างไฟล์ HL7 Version 3.0 ออกมานิ วิธีที่สองเป็นการทดสอบโดยนำไฟล์ HL7 Version 2.x ส่งเข้าระบบเพื่อทำการแปลงจะได้ไฟล์กลับออกมานิ ซึ่งเป็น HL7 Version 3.0 และในไฟล์ที่ได้ออกมานี้มีหมายเหตุว่าได้สร้างจากไฟล์ชื่อเดิมวันที่เวลาที่สร้างไฟล์ ออกมานิ วิธีที่สามจะนำไฟล์ที่ได้จากวิธีการที่สองมาทำการแปลงกลับเป็นเพื่อจะได้ไฟล์ HL7 Version 2.x ส่งเข้าระบบเพื่อทำการแปลงจะได้ไฟล์กลับออกมานิ ซึ่งเป็น HL7 Version 2.x และนำไฟล์ที่ได้ออกมาเปรียบเทียบกับไฟล์เดิมเพื่อความถูกต้อง โดยมีการเพิ่มข้อมูลนำส่วนเพื่อความถูกต้องเปรียบเทียบดังภาพที่ 10 กันภาพที่ 13



ภาพที่ 13: ตัวอย่างข้อมูลที่มีการเพิ่มข้อมูลที่ได้จากแปลง  
มาตรฐาน HL7 Version 3.0 กลับไป Version 2

4.2.2 ผลการประเมินประสิทธิภาพระบบโดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ที่มีความรู้ด้านมาตรฐาน HL7 เป็นอย่างดี โดยการประเมินประสิทธิภาพการทำงานของระบบจะแบ่งเป็น 3 ด้าน คือด้านการติดต่อระหว่างระบบกับผู้ใช้งาน (Usability Test) ด้านหน้าที่และระบบการทำงานตามความต้องการ (Functional Test) และด้านประสิทธิภาพของระบบ และผลการทำงานของระบบ (Performance) ได้ผลการประเมินประสิทธิภาพจากผู้เชี่ยวชาญอยู่ในระดับดีมากดังตารางที่ 1

### ตารางที่ 1: สรุปผลการประเมินประสิทธิภาพ

รายการประเมิน	ผลการประเมิน	
	$\bar{X}$	ระดับประสิทธิภาพ
1. ผลการประเมินด้าน Usability	4.46	ดีมาก
2. ผลการประเมินด้าน Function	4.45	ดีมาก
3. ผลการประเมินด้าน Performance	4.65	ดีมาก
สรุปผลการประเมิน	4.52	ดีมาก

## 5. ស្របពេទ្យ

งานวิจัยนี้จัดทำขึ้นเพื่อการสร้างระบบการจัดรูปแบบและส่งต่อข้อมูลทางการแพทย์โดยใช้มาตรฐาน HL7 Version 3.0 ผ่านเว็บเซอร์วิส ข้อมูลที่อยู่ในรูปแบบฐานข้อมูลสามารถแปลงให้อยู่ในรูปแบบมาตรฐาน HL7 Version 3.0 ข้อมูลที่อยู่เป็นมาตรฐาน HL7 Version 3.x สามารถแปลงให้เป็นมาตรฐาน HL Version 3.0 ได้และข้อมูลที่เป็นมาตรฐาน HL Version 3.0 อยู่แล้วก็ดำเนินการส่งต่อข้อมูล และแปลงมาตรฐาน HL7 Version 3.0 ให้เป็นมาตรฐาน HL7 Version 2 อย่างถูกต้องตามต้องการ การเขียนโปรแกรมในการแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบ XML เพิ่มข้อมูลที่เหมาะสมโดยมาตรฐาน HL7 Version 3.0 และคงข้อมูลในรูปแบบ XML ผลจากการประเมินประสิทธิภาพระบบของผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ได้ผลการประเมินประสิทธิภาพผู้เชี่ยวชาญอยู่ในระดับดีมาก อนาคตโปรแกรมควรเพิ่มการตรวจสอบไฟล์ก่อนทำการแปลง ข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญการพัฒนาเป็น Framework ที่มีโครงสร้างของ HL7 ทุกเวอร์ชั่นของการทำงานเพื่อสามารถปรับรับกับ Server ต่างๆ



ได้ สามารถกำหนด External Configuration และกำหนดการ

Metadata ของ HL7 ใช้ภาษาอังกฤษได้ ได้ Framework และนำมานำมา

Passing ข้อมูลโดยไม่ต้องเขียนโค้ดทั้งหมด

### เอกสารอ้างอิง

- [1] นางสาวนลินี ศรีนุญเรือง. การสร้างระบบการส่งข้อมูลทางการแพทย์ผ่านเว็บเซอร์วิสโดยใช้ HL7 กรณีศึกษาโรงพยาบาลพญาไท 2. ปัญหาพิเศษวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ ภาควิชาเทคโนโลยีสารสนเทศคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2553
- [2] นายชาตรี เติมณี. ระบบการเขียนต่อข้อมูลผู้ป่วยในระบบโรงพยาบาลด้วย HL7 Serverกรณีศึกษาโรงพยาบาลศิริราช.ปัญหาพิเศษวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ ภาควิชาเทคโนโลยีสารสนเทศคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2550
- [3] นางสาวดวงแก้ว สุวรรณดี. การพัฒนาระบบแลกเปลี่ยนข้อมูล ประจำกันสังคมกับโรงพยาบาลมาตรฐาน HL7 โดยใช้เว็บเซอร์วิส. การค้นคว้าอิสระหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ ภาควิชาคอมพิวเตอร์ บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยศิลปากร, 2550
- [4] Chung-Jen Ho, PhD. On Translating HL7 V2 to V3. Chinc, 2006
- [5] Ed Helton ,Peggy Leizear ,Gunther Schadow and RCRIM Work Group. HL7 Version 3 Implementation Guide: Structured Product Labeling Release 4, April, 2009
- [6] HL7 standard version v3.x Available from : URL : [www.hl7.org](http://www.hl7.org)

## โพด็อกส์สำหรับการตรวจประเมินภาพเท้า Foot Image Examination with Podoscope

ทวีเดช ศิริชนาพิพัฒน์\*, สุภาวดี อุสาห์ก้า\*\*

\*, \*\* ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน กรุงเทพฯ 10900

\*ติดต่อ: โทรศัพท์: (662) 940-5822, โทรสาร: (662) 940-5823,

\*taweedei.s@ku.ac.th, \*\*pe\_1275@yahoo.com

### บทคัดย่อ

บทความนี้กล่าวถึงการนำโพด็อกส์ (Podoscope) ที่ใช้เทคนิคการประมวลผลภาพมาตรวจเท้า และหาผลลัพธ์เชิงตัวเลขเพื่อแสดงภาวะปกติของรูปเท้า การตรวจสอบเบื้องต้นสามารถนำมาช่วยในการประเมินผลภาพเท้าได้เพื่อลดปัญหาจากการสังเกตด้วยตาเปล่าที่อาจทำให้เกิดความไม่ชัดเจน และไม่จำเป็นต้องอาศัยผู้เชี่ยวชาญหรือผู้ที่มีประสบการณ์ผลที่ได้แสดงถึงความเป็นไปได้ของเทคนิคการประมวลผลภาพและนำไปประยุกต์ด้วยโปรแกรมอื่น ๆ ตามต้องการ เพื่อออกแบบระบบการทำงานของโพด็อกส์ในรายละเอียดอื่น เช่น การเชื่อมต่อกับผู้ใช้งานและการจัดเก็บข้อมูล

**คำสำคัญ:** เท้าปกติ เท้าแบน เท้าโก่ง โพด็อกส์ การประมวลผลภาพ

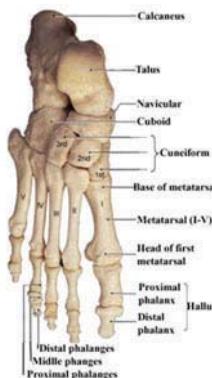
### Abstract

*This article discusses the Podoscope using image processing techniques for the assessment of the normal foot formation and numerical results estimation. The preliminary investigation of the performance is satisfied. The numerical results estimation does not need skilled or experienced person. The demonstration show the feasibility of the technique of image processing. A further applications can be designed for other purposed such as user interface and database management.*

Keyword: Normal , Flat foot , High arch foot , Podoscope , Image processing

## 1. บทนำ

เท้าเป็นอวัยวะที่สำคัญสำหรับการยืน เดิน และวิ่ง มีหน้าที่หลักเกี่ยวกับการรับน้ำหนักของร่างกาย และมีโครงสร้างที่ซับซ้อนประกอบด้วยกระดูกเล็กจำนวน 26 ชิ้น คือ กระดูกข้อเท้า (Tarsal bone) 7 ชิ้น, กระดูกฝ่าเท้า (Metatarsal) 5 ชิ้น และกระดูกนิ้วเท้า (Phalanges) 14 ชิ้น อีกทั้งกลุ่มข้อต่อที่แบ่งเท้าเป็นบริเวณ Forefoot, Midfoot และ Hindfoot [1] ทั้งสามบริเวณรวมเป็นฝ่าเท้า



ภาพที่ 1 : โครงสร้างกระดูกเท้า

ฝ่าเท้าเป็นส่วนที่มีความสัมพันธ์กับอวัยวะทุกส่วนของร่างกาย เป็นจุดรวมของปลายประสาท และเส้นเลือดจากส่วนต่าง ๆ ซึ่งจะสื่อสารโดยผ่านประสาทหรือต่อมน้ำเหลือง สิ่งที่กระทำต่อเท้ายังคงกระทำอยู่อีกที่ เช่น การกระแทกกระดูกที่ฝ่าเท้าและข้อเท้าส่งผลต่อเอ็นไขว้หน้า (Anterior cruciate ligament) ทำให้เกิดความเสียหายของอาการบาดเจ็บที่เข่าอย่างรุนแรง [3] การดูแลสุขภาพเท้าจึงมีความสำคัญมากขึ้นในปัจจุบัน และการตรวจประเมินเท้าเพื่อค้นหาปัจจัยเสี่ยงต่อการเกิดผลกระแทกต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นกับเท้า เช่น การเกิดแผลที่เท้า การวัดขนาดเท้า การวัดแรงดันตอบน้ำเท้าเพื่อตรวจสอบความผิดปกติของรูปเท้าในการลงน้ำหนักเพื่อนำไปสร้างกายอุปกรณ์ที่เหมาะสมกับเท้า อย่างเช่นรองเท้า เป็นต้น

การตรวจประเมินเท้า (Foot examination) เป็นวิธีที่เกี่ยวข้องกับการดูแลเท้า เพื่อแก้ไขภาวะไม่ปกติของเท้าในรูปแบบต่าง ๆ ได้แก่ เท้าปกติ (Normal foot), เท้าแบน (Flat foot) และเท้าโก่ง (High arch foot) ซึ่งอธิบายลักษณะทั้ง 3 แบบได้ดังนี้



ภาพที่ 2 : (ก) ลักษณะเท้าปกติ และ (ข) ลักษณะเท้าแบน

ภาพที่ 2 (ก) ลักษณะฝ่าเท้าแบบปกติ (สังเกตจากพื้นที่ที่สัมผัสนักพื้น) จะเห็นเป็นส่วนโถงเว้าด้านในของเท้าลดลงทำให้ฝ่าเท้ายุบตัวสัมผัสนักพื้นรานเท้าปกติ และภาพที่ 2 (ข) ลักษณะฝ่าเท้าแบนเป็นความผิดปกติของเท้าแบบหนึ่งส่วนโถงจะน้อยลงกว่าปกติจนบนราวนเป็นเส้นตรงหรือโถงนูนยื่นออกมานอก [4]



ภาพที่ 3 : ลักษณะเท้าโก่ง

บริเวณฝ่าเท้าเท้าสูงมากเกินไป และส่วนโถงด้านในเท้าเว้าไปเล็กน้อยลักษณะตรงข้ามกับเท้าแบน [5]

จึงเป็นที่มาของการทำวิจัยเกี่ยวกับลักษณะภาวะปกติของเท้าเชิงตัวเลขด้วยโพโวโคลสโคปที่ใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ

## 2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การตรวจประเมินเท้าแบบดั้งเดิมทำได้โดยการสังเกตด้วยตาเปล่าจากภาพพิมพ์ร้อยเท้าซึ่งเป็นวิธีที่ง่ายรวดเร็ว ค่าใช้จ่ายน้อย แต่ค่อนข้างยุ่งยากในการจัดหาอุปกรณ์ และผลลัพธ์ไม่ค่อยชัดเจนมากนักเนื่องจากภาพพิมพ์ร้อยเท้าอาจได้มาจากการนำหนึ่งกีฬาหรือผู้ใช้เครื่องมือที่ไม่ใช่เท้าของคนทั่วไป จึงต้องใช้เวลาและแรงงานอย่างมาก ดังนั้นการพัฒนาเครื่องมือที่สามารถตรวจประเมินต้องอาศัยผู้เชี่ยวชาญในการสรุปผล และจากข้อด้อยดังกล่าวจึงเกิดการค้นคว้าโพโวโคลสโคปมาเป็นเครื่องมือเพื่อตรวจประเมินภาวะ

ปกติของเท้า โดยปกติโพโตก็จะประกอบด้วยโครงสร้างหลัก หลอดไฟติดตั้งด้านข้างเพื่อส่งส่วนร่าง และกระดูกติดตั้งด้านบน เพื่อให้เห็นน้ำหนักที่ตกลงบนฝ่าเท้า ณ บริเวณที่เกิดมากที่สุด และน้อยที่สุดอย่างชัดเจน [6]

### 2.1 โพโตก็จะแบ่งเป็น 3 แบบได้แก่

-แบบกระจำ泥องด้วยตาเปล่า เป็นการสังเกตลักษณะเท้า

ด้วยตาเปล่าที่เห็นได้จริง หรือจากภาพถ่ายที่ยืนนิ่ง ซึ่ง ชัดเจนกว่าภาพพิมพ์ร้อยเท้า แต่ยังคงอาศัยผู้เชี่ยวชาญเนื่องจาก ผู้ที่เข้ารับการตรวจไม่สามารถประเมินเท้าได้ด้วยตนเอง



ภาพที่ 4 : (ขวา) ภาพเท้าจากโพโตก็จะ และ (ซ้าย) รอยพิมพ์เท้าจาก Orthoprint

จากภาพที่ 4 เปรียบเทียบวิธีตรวจประเมินเท้าทั้ง 2 ข้าง ระหว่างภาพถ่ายดิจิตอลจากโพโตก็จะ และภาพพิมพ์ร้อยเท้า จาก Orthoprint โดยการแบ่งระดับเท้าแบบเป็น 4 ระดับ ได้แก่ เท้าปกติ เท้าแบบระดับ 1 ระดับ 2 และระดับ 3 ดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 : การแบ่งระดับเท้าแบบ

พบว่าการแบ่งระดับเท้าแบบจากการดูภาพถ่ายดิจิตอลและภาพพิมพ์ร้อยเท้ามีความสอดคล้องกันในระดับปานกลาง แต่รอยพิมพ์เท้ามีความคลาดเคลื่อนจากการเป็นจริงเล็กน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับโพโตก็จะ ซึ่งส่งผลต่อการตัดสินใจระบุลักษณะรูปร่างเท้า และอาจทำให้เกิดความก้าวหน้าในการประเมินเกิดขึ้นจากการดูภาพเท้า [7]

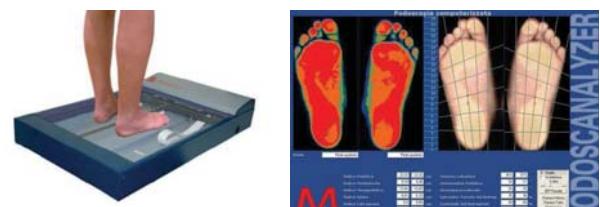
- แบบเชื่นเชือกหรือเลือกกรอนิกส์ ตัวอย่างเช่น การวัดแรงดันที่สัมพันธ์กันระหว่างพื้นรองเท้า และฝ่าเท้าเพื่อหาค่าปกติ (Normal values) ในผู้ที่มีสุขภาพเท้าดีให้สอดคล้องในเชิง

การรักษาด้วย Piezoelectric sensors จากระบบ BioFoot เนื่องจากค่าจากการวัดมีความน่าเชื่อถือ (Reliability), การทำซ้ำ (Repeatability) และความเที่ยงตรงได้ดี (Clinical) แต่ราคาแพง และอาจต้องซื้อคู่ไปร่วมกันต่างประเทศ [8]



ภาพที่ 6 : การวัดจากระบบ BioFoot

- แบบประมวลผลภาพ โดยการนำเทคนิคประมวลผลภาพมาใช้ร่วมกับโพโตก็จะพบในต่างประเทศ และซอฟแวร์มีราคาแพง และในประเทศไทยยังไม่พบเห็นมากนัก



ภาพที่ 7 : โพโตก็จะแบบประมวลผลภาพ

### 2.2 เทคนิคการประมวลผลภาพที่นำมาใช้มีดังต่อไปนี้

K-means clustering algorithm เพื่อลดความซับซ้อน และขนาดของภาพให้ง่ายต่อการประเมิน แยกอาณาเขตของภาพเท้าออกจากพื้นหลังก่อนที่จะนำไปวิเคราะห์วิธีการอื่นต่อไปได้ [9] สามารถเรียงลำดับได้ดังต่อไปนี้

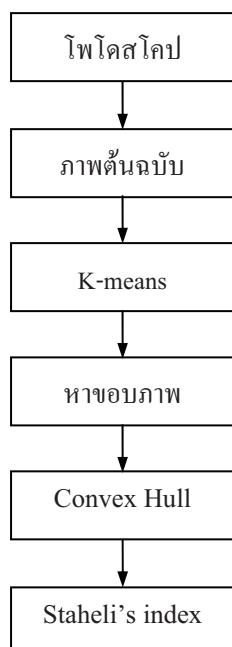


ภาพที่ 8 : (ซ้าย) ภาพเท้าด้านลับ และ (ขวา) ภาพเท้าหลังจาก K-means

การหาขอบภาพ (Edge detection) เพื่อหาเส้นรอบวัตถุที่อยู่ในภาพอย่างชัดเจนเพื่อนำไปหาระยะทางจากจุดไปจุด โดยใช้วิธีการของ Canny เนื่องจากวิธีนี้จุดที่เป็นขอบคือจุดที่มี

ค่าสูงสุดและเป็นทิศทางเดียวกับ Gradient ด้วย และวิธีดังกล่าว  
นี้ทำให้ได้ขอบที่บางเพียง 1 พิกเซล [10]

Convex Hull คือชุดของจุดขนาดเล็กที่มีรูปร่างเป็นรูปหลายเหลี่ยม ชุดของจุดเด็ก ๆ จะนูนออกตามขอบเขตของภาพ [11] และถ้าเชื่อมต่อจุดทั้งหมดจะเห็นเส้นโถงสัมผัสด้านรอยเป็นเส้น Contour ของส่วนโถงบนฝ่าเท้า ซึ่งเป็นหนึ่งในขอบของรูปหลายเหลี่ยมที่มีระดับที่ยาวที่สุดล้อมรอบอยู่ต่ำลงคลองของรอยใช้สำหรับการตรวจหาเส้นโถงสัมผัสดวงรอยเท้า [12] และเข้าสู่การประเมินเท้าด้วยภาพต่อไปดังภาพที่ 9



ภาพที่ 9 : Flow Chart การประมาณผลภาพ

การประเมินเท้าด้วย ภาพใช้วิธี Staheli's index ซึ่งเป็นอัตราส่วนระหว่างความยาวริเวณกลางเท้าที่น้อยที่สุด (เส้น b) และความยาวริเวณส้นเท้าที่กว้างที่สุด (เส้น c) ตามภาพที่ 10 พิจารณาค่าอยู่ในช่วง 0.3-0.7 ถือเป็นเท้าคันบกติ, หากกว่า 0.7 ถือเป็นเท้าแบน และน้อยกว่า 0.3 ถือเป็นเท้าโถง [13]



ภาพที่ 10 : ระดับสำหรับคำนวณ Staheli's index

### 3. ขั้นตอนวิธีการดำเนินงาน และทดสอบ

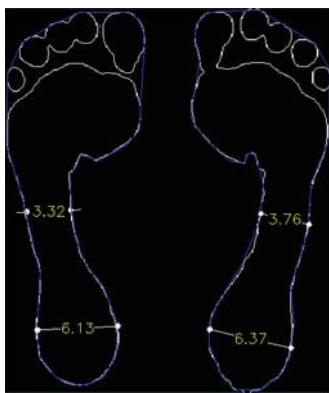
ในงานวิจัยนี้ โพดสโโภเป็นแบบที่สร้างขึ้นได้ทำการทดลองกับกระจีส และกระเจียวร่วมกันแสงไฟขาว และแสงไฟเขียว โดยกำหนดเงื่อนไขในการเก็บภาพ 4 แบบคือ กระจีสไฟขาว กระจีสไฟเขียว กระเจียวไฟขาว กระเจียวไฟเขียว

ผลการทดสอบปรากฏว่าภาพที่มีคุณภาพดีมาจากการใช้ทั้งไฟขาว และไฟเขียว แต่กระจีสทั้งไฟขาว และไฟเขียวให้คุณสมบัติของภาพไม่ดีจึงไม่นำมาประมาณผลภาพต่อ และหาค่าใช้ชิงตัวเลขของมาได้ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 เงื่อนไขการเก็บภาพต้นฉบับ

กระจีส ไฟขาว	กระจีส ไฟเขียว	กระเจียว ไฟขาว	กระเจียว ไฟเขียว
ผ่าน	ผ่าน	ไม่ผ่าน	ไม่ผ่าน

### 3.1 การหาค่าด้วยวิธี Staheli's index



ภาพที่ 11 : การหาค่าด้วยวิธี Staheli's index

### 3.2 ค่าประเมินที่ได้จาก Staheli's index แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ค่าประเมินจาก Staheli's index

กระจากไส้ไฟขา		กระจากไส้ไฟเขียว	
ซ้าย	ขวา	ซ้าย	ขวา
0.51	0.53	0.54	0.59

จากตารางที่ 2 ตัวอย่างเท้าที่ทดสอบถือเป็นเท้าปกติเนื่องจากค่าที่ได้มีค่าอยู่ระหว่าง 0.3-0.7 ตามวิธีของ Staheli's index

### 4. สรุปและวิจารณ์ผลการทดสอบ

จากผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่าโพโดสโคปที่ใช้เทคนิคการประมวลผลภาพนำมายาระยะ และคำนวณผลลัพธ์เพื่อประเมินรูปเท้าเชิงตัวเลข ได้ในรูปแบบของอัตราส่วนยกตัวอย่างเช่นวิธี Staheli's index และสามารถแก้ไขข้อด้อยของโพโดสโคปที่ได้กล่าวถึง 3 แบบ (หัวข้อ 2.1) นั้นคือสามารถชี้บ่งข้อมูลเชิงตัวเลขได้จากภาพ ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับคุณภาพของภาพที่ได้โดยแสงและกระจากที่เลือกใช้ต้องเหมาะสมแก่โพโดสโคปด้วย

อีกทั้งใช้ต้นทุนต่ำเนื่องจากสามารถจัดหาอุปกรณ์เพื่อนำมาประกอบในประเภท เหมาะแก่การนำมาประยุกต์ใช้ได้ในห้องอันที่การตรวจประเมินเบื้องต้นอาจจะยังไม่มีผู้เชี่ยวชาญหรือต้องเดินทางเพื่อไปตรวจตามสถานที่ที่มีเครื่องมือตรวจในระยะไกล

### 5. เอกสารอ้างอิง

- [1] Robert Bruce Salter, "Textbook of disorders and injuries of the musculoskeletal system," 2009.
- [2] พนิคานุ โยฤทธิ์, "ผลของการนวดกดจุดฝ่าเท้าต่ออาการชาและแรงกดที่เท้าของผู้ป่วยนานาหาระดับชั้นที่ 2," วิทยานิพนธ์พยาบาลศาสตร์ มหาบัณฑิต (การพยาบาลเวชปฏิบัติชุมชน) มหาวิทยาลัยมหิดล, no. 167, pp. 01-167, 2553.
- [3] Lambson RB, Barnhill BS and Higgins RW, "Football cleat design and its effect on anterior cruciate ligament injuries: A three-year prospective study," Am J Sports Med, vol 24(2), no.4, pp. 155-159, 1996.
- [4] กสุ่นจันออร์โนปิคก์สถาบันสุขภาพเด็กแห่งชาติมหาราชินี, "เท้าแบน (Flatfoot)," <http://www.childrenhospital.go.th>, 2555.
- [5] Androform, "Foot Morphology," <http://www.androform.com/catalogo/risorse/andropoint/andropoint.asp?richiesta=2>, 2012.
- [6] Posture Devices, "Scales and Measures," no. 7, pp. 36-42.
- [7] ปรัชญพร ประมาณ. ปรัชญ์ วิวัฒน์วงศ์วนา และ จักรกฤษ กล้ามณฑล, "การศึกษาปรับปรุงเทียบวิธีตรวจลักษณะอุ้งเท้าระหว่างภาพถ่ายจาก podoscope และภาพพิมพ์รอยเท้าในผู้ที่มีเท้าแบน," เวชศาสตร์ฟื้นฟื้นฟาร์, vol. 1, no. 4, pp. 10-11, 2553.
- [8] Alfonso Martínez-Nova, José Carlos Cuevas-García, Javier Pascual-Huerta and Raquel Sánchez-Rodríguez, "BioFoot® in-shoe system: Normal values and assessment of the reliability and repeatability," The Foot, vol. 17, no 6, pp. 190-196, 2007.
- [9] C.W. Chen, J. Luo and K.J. Parker, "Image segmentation via adaptive K-mean clustering and knowledge based morphological operations with biomedical applications," IEEE Transactions on Image Processing, vol. 7 (12), no. 10, pp. 1673-1683, 1998.
- [10] Kenneth R. Castleman, "Digital Image Processing," vol. 2, no 1, pp. 456-466, 1996.
- [11] Chi-Hsuan Lin, Jia-Jin Chen, Chi-Hsun Wu, Hsiao-Yu Lee and Yuh-Hwan Liu, "Image analysis system for acquiring three-dimensional contour of foot arch during balanced standing," Computer Methods and Programs in Biomedicine, vol. 75 (2), no. 10, pp. 147-157, 2004.
- [12] Chi-Hsun Wu, "Image Analysis System for Acquiring Three-Dimensional Footprint Contour." Thesis of National Cheng Kung University, Taiwan, R.O.C., no. 48, pp. 01-48, 2002.
- [13] LT Staheli's, DE Chew and M Corbett, The Journal of Bone and Joint Surgery, vol. 69 (3), no. 2, pp. 426-428, 1987.



## การพัฒนาระบบรับสมัครนักเรียนเข้าศึกษาต่อ กรณีศึกษาโรงเรียนศรีyanuson สรน. A Development of The Student Admission System for Siyanuson School

สุริyan นุกูลกิจ<sup>1</sup> มนต์ชัย เทียนทอง<sup>2</sup> สุนิศา ชัยชนชื่น<sup>3</sup>

### ภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

suriyan@siya.ac.th<sup>1</sup>, monchai@kmutnb.ac.th<sup>2</sup>, std@kmutnb.ac.th<sup>3</sup>

### บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาระบบรับสมัครนักเรียนเข้าศึกษาต่อ กรณีศึกษาโรงเรียนศรีyanuson สรน. 2) หา ประสิทธิภาพของระบบที่พัฒนาขึ้น และ 3) หาความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อระบบที่พัฒนาขึ้น เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ ระบบ รับสมัครนักเรียนเข้าศึกษาต่อ กรณีศึกษาโรงเรียนศรีyanuson สรน. การประเมินประสิทธิภาพของระบบใช้แบบสอบถามแบบมาตราส่วน ประเมินค่าชนิด 5 ระดับ โดยผู้ใช้ช่วย釐จำนวน 5 คน และกลุ่มตัวอย่างผู้ใช้งานจำนวน 48 คน คือผู้บริหาร จำนวน 5 คน เจ้าหน้าที่ ดูแลระบบ จำนวน 3 คน เจ้าหน้าที่รับสมัคร จำนวน 10 คน และผู้ใช้สมัครจำนวน 30 คน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ระบบถูกพัฒนาขึ้นโดยใช้โปรแกรมภาษาพิธีเช่น Java, MySQL และระบบจัดการฐานข้อมูล MySQL ภาษาสกิลแลก ระบบนี้ประกอบไปด้วย 4 โฉนด คือ โฉนดจัดการสำหรับผู้บริหาร โฉนดจัดการระบบสำหรับเจ้าหน้าที่ ดูแลระบบ โฉนดรับสมัครสำหรับเจ้าหน้าที่รับสมัคร และ โฉนดการสมัครเข้าเรียน ทดสอบระบบจากผู้ใช้ช่วย釐และผู้ใช้งาน ได้แก่ ความต้องการของผู้ใช้งาน ความถูกต้อง ความสะดวกในการใช้งาน ความปลอดภัยในการใช้งานระบบ

ผลการประเมินสรุปได้ว่า ระบบรับสมัครนักเรียนเข้าศึกษาต่อ กรณีศึกษาโรงเรียนศรีyanuson สรน. ที่พัฒนาขึ้นนี้มีประสิทธิภาพดี ผล การประเมินความพึงพอใจในการใช้งานระบบมีความพึงพอใจอยู่ในระดับดี และสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้อย่างมี ประสิทธิภาพ

**คำสำคัญ:** ระบบรับสมัครนักเรียน

### Abstract

The objective of this research ware to 1) develop Student Admission System for Siyanuson School 2) validate the efficiency of the Development a Student Admission System and 3) find out the satisfaction's evaluation process questionnaire by five-Rating scale. The system was tested and evaluated by using 48 questionnaires composed of five directors, and three system administrator, ten staff officers, and thirty users. The mean and standard deviation are brought and analyzed from the data gained. The tool used in developing process were where PHP, HTML and Java Script as programming languages, MySQL for database management system. The system comprised 4 modules :

*Information system module for director/administrator ; Administrator module for management system ; admission module for staff ;student module for student admission. The system was evaluated and tested by user and professional for : Functional requirement test, Function test , Usability test and Security test.*

*The results from both groups show that the developed system has a good efficiency, satisfaction good for applying to practical use.*

**Keyword:** The student admission system.

## 1. บทนำ

โรงเรียนครุยานุสรณ์เป็นโรงเรียนมัธยมศึกษาภูมิปัญญาประจำจังหวัดจันทบุรี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 17 เป็นโรงเรียนมัธยมขนาดใหญ่พิเศษที่ได้รับความนิยมในการเข้าศึกษาต่อ งานระบบรับสมัครนักงานเป็นระบบหนึ่งของโรงเรียนที่มีความสำคัญ ซึ่งระบบงานเดิมประสบปัญหาในการรับสมัครนักเรียน

1) โรงเรียนต้องพิมพ์ใบสมัครและบัตรประจำตัวผู้สอบไว้จำนวนมากเพื่อให้เพียงพอต่อการรับสมัคร และใช้ได้รึ่งเดียวซึ่งทำให้สิ้นเปลืองค่าใช้จ่าย

2) นักเรียนต้องเดินทางเพื่อมารับใบสมัครก่อนแล้วจึงมาสมัครตามวันเวลาที่กำหนดตามวันที่กำหนดในใบสมัคร

3) การแยกประเภทนักเรียนในเขตบริการและนักเรียน

4) ผู้สมัครไม่สามารถเลือกเวลาในการสมัครสอบได้เอง  
5) มีข้อผิดพลาดของลำดับเลขที่ผู้สมัคร การบันทึกข้อมูลผู้สมัครซ้ำซ้อน

6) ผู้บริหารไม่สามารถเรียกดูรายงานและรายงานผลการรับสมัครไปยังส่วนกลางได้ทันที

7) ผู้สมัครต้องเสียเวลาในการเดินทางเพื่อคุ้มครองการรับสมัคร การยื่นเอกสารการสมัคร ตรวจสอบวันและเวลาการเข้าสอบ และประกาศผลสอบ

จากประเด็นปัญหาและความสำคัญดังกล่าว ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะนำเทคโนโลยี ด้านคอมพิวเตอร์และการสื่อสารผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตมาใช้เพื่อสนับสนุนการจัดการ และแก้ปัญหา ที่เกิดขึ้น โดยใช้ระบบฐานข้อมูลและเว็บแอปพลิเคชัน และเครือข่ายอินเทอร์เน็ตมาสนับสนุน และ

จัดการรับสมัครนักเรียนให้เกิดประสิทธิภาพ โดยนักเรียนที่สนใจสามารถเข้าใช้งานได้ทุกคนพร้อมกันจากสถานที่ต่างๆ ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เป็นการช่วยในการอำนวยความสะดวก สะดวกแก่นักเรียนและผู้ปกครอง และโรงเรียนสามารถนำไปใช้ในการรับสมัคร การประกาศผลสอบ และเพื่อสามารถรายงานผลแก่ผู้บริหาร ได้อย่างถูกต้อง

## 2. วัตถุประสงค์การวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการหาประสิทธิภาพของระบบ โดยมีวัตถุประสงค์ดังนี้

2.1 เพื่อพัฒนาระบบรับสมัครนักเรียนเข้าศึกษาต่อ กรณีศึกษาโรงเรียนครุยานุสรณ์

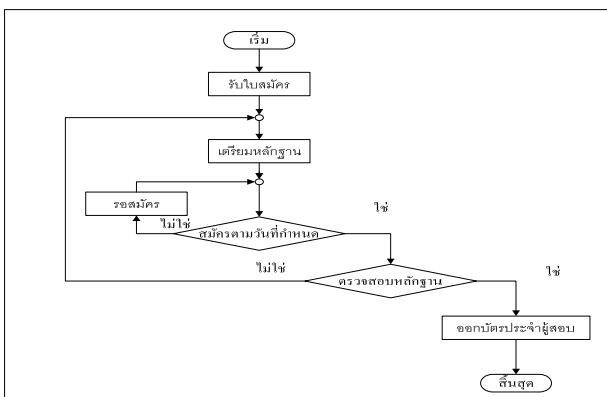
2.2 เพื่อหาประสิทธิภาพของระบบรับสมัครนักเรียนเข้าศึกษาต่อ กรณีศึกษาโรงเรียนครุยานุสรณ์

2.3 เพื่อหาความพึงพอใจของผู้ใช้ระบบรับสมัครนักเรียนเข้าศึกษาต่อ กรณีศึกษาโรงเรียนครุยานุสรณ์

### 3. วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

#### 3.1 ขั้นตอนการรับสมัครนักเรียนของโรงเรียนศรีyanุสรณ์ ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 และมัธยมศึกษาปีที่ 4

ขั้นตอนการรับสมัครแบบระบบเดิม ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ขั้นตอนการรับสมัคร

#### 3.2 กระบวนการพัฒนาระบบสารสนเทศ

ระบบสารสนเทศในการพัฒนาระบบการรับสมัคร ดำเนินการตามรูปแบบของกระบวนการ SDLC (System Development Life Cycle: SDLC)[1] ประกอบไปด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

3.2.1 การวางแผนโครงการ เป็นกระบวนการพื้นฐาน ในการศึกษาขอบเขตของปัญหาที่ผู้ใช้งานประสบอยู่ และ นำไปวางแผนประกอบโครงการเพื่อหาความเป็นไปได้และ ความคุ้มค่าที่จะนำระบบไปใช้งาน

3.2.2 การวิเคราะห์ เป็นการวิเคราะห์ระบบงาน ปัจจุบัน รวบรวมความต้องการเพื่อกำหนดรายละเอียดของผู้ใช้

3.2.3 การออกแบบ เป็นการออกแบบทาง สถาปัตยกรรมระบบ ที่ข้องเกี่ยวกับอุปกรณ์ สารคดware ซอฟต์แวร์ และเครื่องข่าย การออกแบบหน้าจอภาพเพื่อ ปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้

3.2.4 การนำไปใช้ การสร้างระบบ ทดสอบระบบ และ ติดตั้งระบบ

3.2.5 การบำรุงรักษา เป็นการตรวจสอบและดูแล โปรแกรมภายหลังการติดตั้ง

#### 3.3 งานวิจัยทางด้านระบบสารสนเทศ

ผู้วิจัยได้ศึกษาที่นักวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาระบบสารสนเทศ และได้นำแนวคิดในด้านต่างๆ ที่ได้จากงานวิจัยของ เอกภพ [2] ได้พัฒนาระบบการรับสมัครงานผ่านทางอินเทอร์เน็ต โดยใช้ภาษา ASP มาใช้ในการเขียนโปรแกรม และใช้ Microsoft SQL Server 2000 เป็นระบบจัดการฐานข้อมูล ทำให้ระบบรับสมัครงานทางอินเทอร์เน็ตนี้เป็นระบบที่อำนวยความสะดวกในการจัดการและค้นหาข้อมูล แก่ผู้มาใช้บริการ โดยมุ่งเน้นบริการที่ไม่เสียค่าใช้จ่ายทำให้ ประหยัดค่าใช้จ่ายและเวลา ได้เป็นอย่างมาก สุภพ [3] ได้ พัฒนาระบบการรับสมัครนักศึกษาระบบเครือข่าย อินเทอร์เน็ต ซึ่งผู้สมัคร สามารถสมัคร ตรวจสอบรายละเอียด การสมัคร และตรวจสอบสถิติการสมัครผ่านทางเครือข่าย อินเทอร์เน็ต ได้ ระบบยังออกแบบให้ผู้สมัครสามารถ ตรวจสอบเงื่อนไขการสมัครเบื้องต้น ตรวจสอบการส่งเอกสาร หลักฐานการสมัครและเงินค่าสมัคร โดยระบบสามารถจัดเก็บ ข้อมูลพื้นฐาน จัดห้องสอบ พิมพ์บัตรประจำตัวผู้สอบ ได้เร็วขึ้น กวิช [4] ได้พัฒนาระบบสารสนเทศการรับสมัครหลักสูตร อบรมทางวิชาการ คณฑ์เทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบัน เทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง โปรแกรมที่ ใช้ในการพัฒนา PHP และ MySQL ผู้ใช้งานระบบส่วนใหญ่มี ความเห็นว่ามีความเหมาะสมในด้านความสะดวกรวดเร็วเป็น ลำดับแรก รองลงมาคือด้านความสมบูรณ์ของข้อมูล ด้าน ความถูกต้องของข้อมูล และด้านความสอดคล้องกับความ ต้องการของผู้ใช้งาน จิราภัทร [5] ได้พัฒนาระบบสารสนเทศ เพื่อการรับสมัครนักศึกษา โควตา ผ่านระบบเครือข่าย อินเทอร์เน็ต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เขต พื้นที่เชียงราย ประกอบไปด้วยการทำงานหลัก 8 ระบบ ได้แก่ ระบบจัดการข้อมูลพื้นฐาน การควบคุมการรับสมัคร การ จัดการข้อมูลการสมัคร การจัดการประกาศลิฟท์สอบและผล สอบ และการจัดการส่วนสรุปผลและรายงานทางสถิติ โดยใช้ โปรแกรมภาษาพีเอชพี ภาษาจาวาสคริปท์ และเทคโนโลยี เอเจกซ์ ระบบสามารถตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งาน ได้เป็นอย่างดี





### 5.1.5 การนำร่องรักษา

หลังจากที่ได้ดึงระบบการใช้งานแล้ว อาจต้องมีการแก้ไข และปรับปรุงกรณีที่เกิดข้อผิดพลาดเมื่อค้นพบ และเปลี่ยนโฉมคลื่น การทำงานเพิ่มเติมตามความต้องการของผู้ใช้ระบบ พร้อมสร้างระบบให้สามารถรองรับเทคโนโลยีใหม่ ๆ ในอนาคตได้

### 5.2 การสร้างเครื่องมือและหาคุณภาพเครื่องมือ

ออกแบบระบบการรับสมัครโดยใช้กระบวนการ SDLC และสร้างแบบสอบถาม 2 ชุดเพื่อวัดประสิทธิภาพของระบบรับสมัคร 2 ด้าน คือ

#### 5.2.1 ด้านประสิทธิภาพของระบบ โดยผู้เชี่ยวชาญ

#### 5.2.2 ด้านความพึงพอใจประเมิน โดยผู้ใช้งานระบบ

### 5.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

เก็บรวบรวมความคิดเห็นด้านประสิทธิภาพของผู้ใช้งานระบบ จากผู้เชี่ยวชาญจากแบบประเมินคุณภาพ ส่วนด้านความพึงพอใจ เก็บข้อมูลจากเจ้าหน้าที่ผู้ใช้งานและผู้สมัคร ที่ระบบรับสมัคร และนำข้อมูลที่เก็บรวมได้มาวิเคราะห์ โดยวิธีทางสถิติ ได้แก่ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน[6]

## 6. ผลการดำเนินงาน

### 6.1 ผลการพัฒนาระบบรับสมัคร

ผลการพัฒนาระบบรับสมัครนักเรียนเข้าศึกษาต่อโรงเรียนศรีบ้านสุวรรณมีความสามารถในการจำแนกผู้สมัครระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ออกเป็นนักเรียนในเขตบริการและนอกเขตพื้นที่บริการ สามารถในการจำแนกนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เดิม โดยนักเรียนจะต้องมีเกรดเฉลี่ยสะสม 2.50 ขึ้นไป และมาสนัคตามวันที่รับสมัครสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เดิม ระบบสามารถในการจัดห้องสอบโดยอัตโนมัติ และผู้สมัครเรียนสามารถพิมพ์ข้อมูลส่วนตัวในหน้าจอการรับสมัคร ดังภาพที่ 3

The screenshot shows the 'Online Admission System' registration page. It includes fields for personal information (Name, ID, Date of Birth, Gender, Address, Phone), academic information (Grade, Major, Previous School), and a section for 'Information for parents' (Name, ID, Date of Birth, Gender, Address, Phone). Below these are tables for 'Information for parents' and 'Information for students'.

ภาพที่ 3 หน้าจอการรับสมัครของผู้สมัคร

ผู้สมัครสามารถดูผลการสอบได้ ดังภาพที่ 4

The screenshot shows the 'Online Admission System' result page for student ID 0032. It displays the following information:

- Section: ผลการสอบ
- Section ID: 0032 ชื่อนางสาวอรอนงค์ พูลพิชัย
- Section Name: คณิตศาสตร์
- Section Score: 90 คะแนน 80%
- Section Grade: คุณภาพ O-Net 33 0.825
- Overall Score: 45.825 หมายเหตุ: สอบ不及格

ภาพที่ 4 หน้าจอแสดงผลการสอบของนักเรียน

ผู้บริหารสามารถดูนุ่นติดผลการสอบเข้าศึกษาต่อผ่านระบบรับสมัคร ได้ ดังภาพที่ 5

The screenshot shows the 'Online Admission System' result page for student ID 0032. It displays the following information:

- Section: ผลการติดผลการสอบ
- Section ID: 0032 ชื่อนางสาวอรอนงค์ พูลพิชัย
- Section Name: คณิตศาสตร์
- Section Score: 90 คะแนน 80%
- Section Grade: คุณภาพ O-Net 33 0.825
- Overall Score: 45.825 หมายเหตุ: สอบ不及格

ภาพที่ 5 หน้าจอการอนุนติดผลของผู้บริหาร

เจ้าหน้าที่รับสมัครสามารถทำการรับสมัครได้ ดังภาพที่ 6

#### ภาพที่ 6 หน้าจอการรับสมัครนักเรียนของเจ้าหน้าที่ผู้สมัคร

## ๖.๒ ผลการทบทวน

ผลการหาประสิทธิภาพของระบบ ได้จากการประเมินจากแบบสอบถามที่ใช้การวัดค่ามาตรฐานดับเบิลเชิงคุณภาพ 5 ระดับ มาใช้เพื่อหาค่าประสิทธิภาพของระบบ ดังแสดงในตารางที่ 1

#### ตารางที่ 1 ผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบ

รายการประเมิน	ระดับประสิทธิภาพ		
	X	SD	ระดับ
1. ด้านความสามารถทำงานตรงตาม ความต้องการของผู้ใช้งาน	4.56	0.50	ดีมาก
2. ด้านหน้าที่ของโปรแกรม	4.54	0.50	ดีมาก
3. ด้านการใช้งานของโปรแกรม	4.48	0.50	ดี
4. ด้านความปลอดภัย	4.32	0.56	ดี
ผลการประเมินโดยรวม	4.50	0.51	ดี

ผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบโดยผู้ใช้ช่วยเหลือทั้ง 5 คน พบว่า ด้านความสามารถทำงานตรงตามความต้องการของผู้ใช้งาน และด้านหน้าที่ของโปรแกรม อยู่ในระดับดีมาก ด้านการใช้งานของโปรแกรม และด้านความปลอดภัยของระบบ อยู่ในระดับดี ผลการประเมินโดยรวมอยู่ในระดับดี

### 6.3 ผลการหาความพึงพอใจของผู้ใช้

ผลการหาความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อประสิทธิภาพของระบบ ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อ  
ประสิทธิภาพของระบบ

รายการประเมิน	ระดับประสิทธิภาพ		
	X	SD	ระดับ
1. ด้านความสามารถทำงานตรงตามความต้องการของผู้ใช้งาน	4.46	0.53	ดี
2. ด้านหน้าที่ของโปรแกรม	4.49	0.53	ดี
3. ด้านการใช้งานของโปรแกรม	4.39	0.59	ดี
4. ด้านความปลอดภัย	4.47	0.56	ดี
ผลการประเมินโดยรวม	4.46	0.54	ดี

ผลการประเมินความพึงพอใจการใช้ระบบรับสมัคร พนวจฯ ด้านความสามารถทำงานตรงตามความต้องการของผู้ใช้งาน ด้านหน้าที่ของโปรแกรม ด้านการใช้งานของโปรแกรม และ ด้านความปลอดภัยในระดับดี

## 7. สรุปผล

จากการประเมินพบว่าระบบมีประสิทธิภาพอยู่ในระดับดีและความพึงพอใจของผู้ใช้งานอยู่ในระดับดี เนื่องจากระบบรับสมัครนักเรียนเข้าศึกษาต่อสามารถทำการรับสมัคร พิมพ์เอกสารที่มีความถูกต้องในการทำงาน มีการจัดเก็บข้อมูลตรงกับการทำงานที่ออกแบบไว้มีการกำหนดลักษณะการเข้าถึงในแต่ละประเภทผู้ใช้ การออกแบบหน้าจอ มีความง่ายต่อการอ่าน ส่วนโตตตอบข้อมูลผู้ใช้มีความเหมาะสม มีการออกแบบการป้องกันการป้อนข้อมูลผิดพลาด โดยจะมีการตรวจสอบโดยอัตโนมัติ ข้อมูลที่ใช้มีความสัมพันธ์กับหน้าจอ

สรุปได้ว่าระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถนำไปใช้ได้จริง ระบบรับสมัครสามารถอ่านวิเคราะห์ความสอดคล้องในการรับสมัคร และระบบสามารถตอบสนองความต้องการของเจ้าหน้าที่ด้านต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง

### 8. ข้อเสนอแนะ

การพัฒนาระบบรับสมัครนักเรียน ที่รองรับการทำงานของกลุ่ม โรงเรียนมัธยมศึกษา อันจะทำให้ผู้บริหารและบุคคลทั่วไปได้ทราบข้อมูลการสมัครในภาพรวมของเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา



## 9. เอกสารอ้างอิง

- [1] โอลลัส เลี่ยมลีริวิวงศ์. การออกแบบและวิเคราะห์ระบบ (System Analysis and Design). กรุงเทพฯ : ชีเอ็คยูเคชั่น, 2548.
- [2] เอกพ. คงสง. การพัฒนาระบบรับสมัครงานผ่านทางอินเทอร์เน็ต. โครงงานวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยลักษณ์, 2549.
- [3] ศุภាប. หาญลิทิชัย. การพัฒนาระบบการรับสมัครนักศึกษานวนระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตร์ มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2549.
- [4] ภูวิช ชัยกรเริงเดช. การพัฒนาระบบสารสนเทศการรับสมัคร หลักสูตรอบรมทางวิชาการ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์(คอมพิวเตอร์) สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2550.
- [5] จิราภัทร คำแปง. การพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการรับสมัคร นักศึกษา โควตา ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เขตพื้นที่เชียงราย. วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการจัดการ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2553.
- [6] ชูศรี วงศ์ตันตะ. เทคนิคการใช้สอดส่องในการวิจัย. กรุงเทพมหานคร : ศูนย์หนังสือจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2553.



# บริหารอาชีวศึกษาและวิจัยพัฒนาหลักสูตร







## ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเลือกศึกษาต่อในระดับปริญญาตรีของนักศึกษา ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) วิทยาลัยเทคนิคครัวเร瞺

### Factors influencing the choice of study in bachelor's degree level of a diploma level student, Nakornsawan technical college.

นางเพ็ญแข ชาวด์หม (Mrs. Penkae Chawham)

นักศึกษาปริญญาโท ภาควิชาครุศาสตร์โยธา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

#### บทคัดย่อ

การศึกษาในระดับปริญญาตรีของนักศึกษา เป็นรากฐานที่สำคัญของการพัฒนาคนให้มีความรู้ความสามารถสอดคล้องกับความต้องการของสังคม ทั้งในด้านปริมาณและคุณภาพ นั่นคือต้องมีความรู้ทั้งทางด้านวิชาการ ด้านเทคโนโลยี และคุณลักษณะของคนดี ในการก่อให้เกิดสมรรถนะสำหรับการทำงานที่มีคุณภาพสูงสุด การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยส่วนบุคคล ปัจจัยที่มีอิทธิพลด้านอื่นๆ และเปรียบเทียบหาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเลือกศึกษาต่อระดับปริญญาตรีของนักศึกษา ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ของวิทยาลัยเทคนิคครัวเร瞺 โดยเป็นการศึกษาวิจัยเชิงสำรวจ มีประชากรกลุ่มตัวอย่างจำนวน 576 คน และเก็บข้อมูลโดยใช้แบบสอบถาม ทำการตรวจสอบความถูกต้อง ความครบถ้วน และความสมบูรณ์ นำมามีเคราะห์และประมวลผลค่าสถิติโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์และสถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐาน ได้แก่ Pearson Chi-square และ Pearson's Correlation Coefficients

ผลการศึกษาพบว่าประชากรกลุ่มตัวอย่างจำนวน 576 คน พบว่าเป็นเพศชาย จำนวน 560 คน คิดเป็นร้อยละ 97.2 ส่วนมาก มีอายุ 18-20 ปี จำนวน 509 คน คิดเป็นร้อยละ 88.36 เกรดเฉลี่ยเมื่อจบการศึกษาอยู่ในช่วง 3.01-3.50 มากที่สุด จำนวน 233 คน คิดเป็นร้อยละ 40.5 ยังพบอีกว่า นักศึกษามีพี่หรือน้องที่ศึกษาต่อระดับปริญญาตรี จำนวน 123 คน คิดเป็นร้อยละ 21.4 ด้านอนาคตเมื่อจบการศึกษาระดับ ปวส. แล้ว นักศึกษาต้องการทำงานที่มากที่สุด จำนวน 233 คน คิดเป็นร้อยละ 40.5 โดยคาดหวังที่จะรับราชการมากที่สุด จำนวน 329 คน คิดเป็นร้อยละ 57.2 ส่วนนักศึกษาที่เมื่อจบการศึกษาระดับ ปวส. แล้ว ต้องการศึกษาต่อระดับปริญญาตรี จำนวน 215 คน คิดเป็นร้อยละ 37.3 โดยต้องการศึกษาต่อในสาขาวิชาชีพช่างมากที่สุด จำนวน 299 คน คิดเป็นร้อยละ 51.9 ผู้ที่มีส่วนสำคัญที่จะทำให้นักศึกษาเรียนต่อระดับปริญญาตรีมากที่สุด ได้แก่ ครอบครัว จำนวน 356 คน คิดเป็นร้อยละ 61.8 นอกจากนี้ยังพบอีกว่า รายได้ต่อเดือนของบิดามารดา ส่วนใหญ่อยู่ในช่วง 10,000-20,000 บาท มากที่สุด จำนวน 262 คน คิดเป็นร้อยละ 45.5 ข้อมูลปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความต้องการศึกษาต่อระดับปริญญาตรีที่แบ่งเป็น 8 ด้านพบว่า ด้านความสนใจส่วนตัว ลักษณะนิสัย ด้านลักษณะของงานที่ต้องการประกอบอาชีพ ด้านความก้าวหน้า ด้านเกียรติยศชื่อเสียง ด้านเศรษฐกิจ และด้านค่านิยม มีระดับของความคิดเห็นในระดับมากที่สุด ส่วนปัจจัยด้านการเงิน การสนับสนุนทุนในการศึกษา และด้านบุคคลที่เกี่ยวข้อง พบว่า มีระดับของความคิดเห็นในระดับมาก

จากผลการศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการศึกษาต่อในระดับปริญญาตรีของนักศึกษา พบว่า ปัจจัยส่วนบุคคล ได้แก่' เพศ อาชญากรรมที่คาดหวัง การมีพื้นที่ที่อยู่ในบ้าน ปัจจัยทางสังคมที่มีอิทธิพลต่อการศึกษาต่อในระดับปริญญาตรี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 ส่วนปัจจัย 8 ด้าน พบว่า ปัจจัยด้านความสนใจส่วนตัว ด้านเกียรติยศซึ่งสืบทอดกันมา ด้านการเงิน ด้านเศรษฐกิจ ด้านบุคคลที่เกี่ยวข้อง และค่านิยม มีอิทธิพลต่อการศึกษาต่อระดับปริญญาตรีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 ซึ่งสามารถอธิบายได้ว่า การที่นักศึกษาจะศึกษาต่อระดับปริญญาตรี หลักสำคัญคือต้องมีความสนใจส่วนตัว รักการเรียน มีความมุ่งมั่น โดยมีองค์ประกอบทางสังคมที่สนับสนุนคือ ทุนที่ใช้ในการศึกษา บุคคลที่สนับสนุน และเมื่อจบการศึกษาระดับปริญญาตรีแล้วจะได้งานทำที่ดี มั่นคง มีความก้าวหน้า และเป็นที่ยอมรับของสังคม ส่วนข้อเสนอแนะควรมีการศึกษาแยกปัจจัยด้านเศรษฐกิจ สังคม และอื่นๆ ที่เพิ่มมากขึ้น รวมทั้งมีการศึกษาเบรียบเทียบระหว่างสาขาวิชาที่ศึกษาและปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงแนวความคิดเมื่อมีระดับการศึกษาที่สูงขึ้น

**คำสำคัญ:** ปัจจัยที่มีอิทธิพล นักศึกษา วิทยาลัยเทคนิคสรวารค

## Abstract

*A study of undergraduate students. The cornerstone of the development of people to be able to meet the needs of society. Both in terms of quantity and quality. There is a need to know academically. Technology. And features of people in the cause of performance for the highest quality. This study aims to examine the personal factors. Factors influencing the other. And the relationship between factors influencing the choice of undergraduate students studying Diploma (s) of the technical college game. This study is a survey research. With a population of 576 samples were collected using a questionnaire. Checking the accuracy, completeness and integrity. Analyzed and processed using SPSS software and statistical hypothesis testing and Pearson Chi-square and Pearson's Correlation Coefficients.*

*The results showed that the population sample of 576 people found that men were 560 people, representing 97.2 percent of the 509 people aged 18-20 years accounted for 88.36 percent of the average grade at the end of the 3.01-in. 3.50 Most of the 233 people, representing 40.5 percent of students have also discovered that a brother or sister at the undergraduate study of 123 people, representing 21.4 per cent at the end of the Bachelor's degree, students need to find a job. The maximum number of 233 people, representing 40.5 percent expected to get most of the 329 people, representing 57.2 percent of students graduating with a Bachelor's then on to undergraduate study of 215 people. accounted for 37.3 percent of the students in the professional technicians, most of 299 people found the percentage of 51.9 that are important to students about undergraduate most families of 356 people found the percentage of 61.8 also. also found that Monthly income of the parents. Most of the time. 10,000 to 20,000 baht, the highest number of 262 people, representing 45.5 percent of the factors that influence the demand for undergraduate students, divided into eight areas that the interests of the character of the occupation. The progress. Prestige and reputation, and economic values. Levels are highest. Financial factors. The funding for the study. And the people involved have a high level of feedback.*

*The study of factors influencing the education of undergraduate students found that personal factors, including gender, age, education and career expectations. The brothers graduated. And occupation of parents. Influence of the degree of statistical significance at the 0.05 factor 8 and found that the personal interest. Prestige and reputation of the individuals involved in financial and economic values that influence the degree of statistical significance at 0.05, which could explain. The students will study at undergraduate level. The key is to have my personal attention to students'*



commitment. There is an element of social support. Capital used in the study. Party support. When I graduated college and I will get the job done at a steady progress. And be accepted by society. The suggestion should be studied from economic, social and other factors that increase Including some comparisons between the subjects studied and the factors that affect the concept of a higher education level.

**Keyword:** Factors influencing, Student , Nakornsawan technical college

## 1. บทนำ

การพัฒนาประเทศให้มีความเจริญรุ่งเรือง จำเป็นต้องอาศัย ความสามารถของประชาชนในประเทศนั้นเป็นสำคัญ ดังนั้น รัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทย พุทธศักราช 2550 จึงได้ กำหนดแนวโน้มนโยบายพื้นฐานแห่งรัฐในการพัฒนาคนหรือ ทรัพยากรมนุษย์ กำหนดให้รัฐต้องจัดให้มีการศึกษาที่ สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจและสังคม ผู้เน้น การพัฒนาคนให้มีความรู้ความสามารถสอดคล้องกับความ ต้องการของสังคม ทั้งในด้านปริมาณและด้านคุณภาพ (สรุป สาระสำคัญแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 11 พ.ศ. 2555-2559 : เอกสารวิชาการศูนย์บริหารกฎหมาย สาธารณสุข : กฎหมายพื้นฐานที่ต้องมีทั้งความรู้ทาง วิชาการ เทคโนโลยี มีทักษะ มีเจตคติที่เหมาะสม และมี สมรรถนะสำหรับการทำงานในหน่วยงานหรือสถาน ประกอบการยุคใหม่ การศึกษาจึงเป็นหัวใจของการพัฒนา ประเทศและเป็นปัจจัยสำคัญในการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์

วิทยาลัยเทคนิคครัวเรือ เดิมชื่อโรงเรียนช่างไม้ นครสวรรค์ เปิดทำการสอนตั้งแต่ปี พ.ศ. 2481 จนถึงปัจจุบันปี 2554 มีนักศึกษาที่จบหลักสูตรทั้งสิ้นมากกว่า 2 แสนคน และ จากข้อมูลในช่วงปี 2550-2554 พบว่ามีนักศึกษาจบหลักสูตร ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง จำนวน 487, 527, 438, 541 และ 521 คน ตามลำดับ (งานทะเบียนและวัสดุ รายงานข้อมูล นักศึกษาวิทยาลัยเทคนิคนครสวรรค์ : มกราคม 2555) นักศึกษา

ที่จบการศึกษาแล้ว จะแบ่งเป็นสองกลุ่มหลักสำคัญคือ กลุ่มที่ 1 จะศึกษาต่อเพื่อให้จบปริญญาตรี ส่วนกลุ่มที่ 2 จะเข้าสู่ ตลาดแรงงาน พร้อมกันนี้ถ้ามีโอกาสก็จะศึกษาต่อภายนอกหรือ ศึกษาต่อพร้อมกับการทำงาน จำนวนนักศึกษาทั้ง 2 กลุ่มนี้ไม่มี ข้อมูลที่ชัดเจน รวมทั้งไม่ทราบเงื่อนไขหรือปัจจัยในการ

ตัดสินใจ จึงเป็นที่มาของงานวิจัยปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการ เลือกศึกษาต่อในระดับปริญญาตรีของนักศึกษาระดับ ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ของวิทยาลัยเทคนิค นครสวรรค์

## 2. วัตถุประสงค์

การศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเลือกศึกษาต่อใน ระดับปริญญาตรีของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นสูง (ปวส.) ของวิทยาลัยเทคนิคนครสวรรค์ มีวัตถุประสงค์ ในการศึกษาดังนี้

2.1 เพื่อศึกษาปัจจัยส่วนบุคคล และปัจจัยด้าน อื่นๆ ที่มีผลต่อการศึกษาระดับปริญญาตรีของนักศึกษาระดับ ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ของวิทยาลัยเทคนิค นครสวรรค์

2.2 เพื่อเปรียบเทียบและหาความสัมพันธ์ ระหว่างปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการศึกษาระดับปริญญาตรีของ นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ของ วิทยาลัยเทคนิคนครสวรรค์

## 3. สมมุติฐานการวิจัย

3.1 ปัจจัยส่วนบุคคล และปัจจัยด้านอื่นๆ มีผล ต่อการเลือกศึกษาต่อในระดับปริญญาตรีของนักศึกษาระดับ ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ของวิทยาลัยเทคนิค นครสวรรค์ ที่ระดับนัยสำคัญ .05

3.2 ปัจจัยส่วนบุคคลและปัจจัยด้านอื่นๆ มี อิทธิพลและสัมพันธ์กับการศึกษาต่อในระดับปริญญาตรีของ นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ของ วิทยาลัยเทคนิคนครสวรรค์ ที่ระดับนัยสำคัญ .05

#### 4. รูปแบบการศึกษา

การศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการศึกษาระดับปริญญาตรีของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงของวิทยาลัยเทคนิคควรสำรวจที่เป็นการวิจัยเชิงสำรวจ (Survey Research) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการศึกษาระดับปริญญาตรีของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง

#### 5. ขอบเขตการศึกษา

5.1 ขอบเขตด้านประชากร ได้แก่ นักศึกษาที่กำลังศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 2 ของวิทยาลัยเทคนิคควรสำรวจ แผนกเทคนิคยานยนต์, แผนกเทคนิคการผลิต, แผนกเทคนิคโลหะ, แผนกไฟฟ้ากำลัง แผนกอิเล็กทรอนิกส์, แผนกแมคคาทรอนิกส์, แผนกเทคนิคแผนกช่าง ก่อสร้าง, แผนกช่างสำรวจ, แผนกช่างโยธา, แผนกช่างเทคนิคสาปัตยกรรม และแผนกเทคนิคอุตสาหกรรม จำนวน 596 คน โดยเก็บข้อมูลในช่วงเดือน พฤษภาคม 2555

5.2 ขอบเขตด้านเนื้อหา โดยศึกษาข้อมูลปัจจัยส่วนบุคคล และปัจจัยอื่นที่มีอิทธิพลต่อความต้องการศึกษาต่อระดับปริญญาตรี โดยแบ่งเป็น 8 ด้าน ประกอบด้วย ด้านความสนใจ ส่วนตัว ด้านลักษณะงาน ด้านความก้าวหน้า ด้านเกียรติยศ ชื่อเสียง ด้านการเงิน ด้านเศรษฐกิจ ด้านบุคคลที่เกี่ยวข้อง และ ด้านค่านิยม

#### 6. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรเป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 2 ของวิทยาลัยเทคนิคควรสำรวจ โดยมีจำนวน 596 คน และกำหนดกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้ประชากรทั้งหมด

#### 7. นิยามศัพท์เฉพาะ

ปัจจัยที่มีอิทธิพล หมายถึง ตัวแปร ที่มีผลต่อความต้องการศึกษาต่อระดับปริญญาตรี

ความต้องการศึกษาต่อระดับปริญญาตรี หมายถึง ความต้องการของนักศึกษา ที่มีต่อการศึกษาต่อระดับปริญญาตรีซึ่งวัดด้วยแบบสอบถาม

นักศึกษา หมายถึง นักศึกษาที่กำลังศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง(ปวส.) ชั้นปีที่ 2 ทุกแผนกวิชาของวิทยาลัยเทคนิคควรสำรวจ

ความสนใจส่วนตัว หมายถึง ความเอาใจใส่ต่อสิ่งที่ได้ปฏิบัติอย่างแท้จริง

ลักษณะงาน หมายถึง ลักษณะของงานที่ต้องการเข้าเป็นอาชีพเมื่อจบการศึกษา

ความก้าวหน้า หมายถึง สิ่งที่แสดงให้เห็นว่าเมื่อทำไปแล้ว จะทำให้มีความเปลี่ยนแปลงจริงของงานไปในทิศทางที่ดีขึ้น เช่น ความเป็นอยู่ที่ดีขึ้น

เกียรติยศชื่อเสียง หมายถึง การได้รับการกล่าวขานถึง ได้รับการยกย่องนับถือทำให้เป็นที่รู้จัก

การเงิน หมายถึง เงินที่บิดามารดา หรือผู้อุปการะให้เพื่อการศึกษาเงินทุนและเงินรายได้อื่นๆ

เศรษฐกิจ หมายถึง โครงสร้างการผลิตแรงงานภาคอุตสาหกรรมและเทคโนโลยีใหม่

บุคคลที่เกี่ยวข้อง หมายถึง พ่อ แม่ ญาติ ครู นักแนะแนวฯ เพื่อนสนิทและบุคคลอื่นๆ ที่มีอิทธิพลต่อการศึกษาต่อของนักศึกษา

11. ค่านิยม หมายถึง สิ่งต่างๆ ที่เชื่อว่าเป็นสิ่งที่เหมาะสมและบุคคลต้องการมีไว้เป็นสมบัติของตน

#### 8. เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

8.1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เป็นแบบสอบถามเพื่อทราบปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความต้องการศึกษาต่อระดับปริญญาตรีของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 2 โดยแบ่งแบบสอบถามออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 แบบสอบถามข้อมูลปัจจัยส่วนบุคคล

ตอนที่ 2 เป็นแบบสอบถามที่เกี่ยวกับปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการศึกษาในระดับปริญญาตรีของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงนี้ โดยแบ่งเป็น 8 ด้าน โดยแบ่งเป็น 8 ด้าน ได้แก่ ด้านความสนใจส่วนตัว ด้านลักษณะงาน ด้านความก้าวหน้า ด้านเกียรติยศชื่อเสียง ด้านการเงิน ด้านเศรษฐกิจ ด้านบุคคลที่เกี่ยวข้อง และด้านค่านิยม ลักษณะแบบสอบถามเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า ( Rating Scale ) 5 ระดับ ( อ้างในศิริพร



ลีส์สวัสดิ์ถาวรกุล, 2546) ตามแบบ Liker's ใช้มาตรวัดจะมีช่องให้นักศึกษาเลือกตอบ 5 ระดับ ดังนี้

5 หมายความว่า ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการศึกษาต่อระดับปริญญาตรีมากที่สุด

4 หมายความว่า ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการศึกษาต่อระดับปริญญาตรีมาก

3 หมายความว่า ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการศึกษาต่อระดับปริญญาตรีปานกลาง

2 หมายความว่า ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการศึกษาต่อระดับปริญญาตรีน้อย

1 หมายความว่า ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการศึกษาต่อระดับปริญญาตรีน้อยที่สุด

**8.2 ให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความเที่ยงตรง เชิงเนื้อหา โดยมีรายนามดังนี้**

8.2.1 ดร.ประสุตร พวงสมบัติ

8.2.2 นายธีระ เก่งเบศกรณ์

8.2.3 นายสมโภค อัจฉริย์

8.3 หาค่าความเชื่อมั่นของเครื่องมือ โดยนำไปทดลองใช้กับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 2 แผนกวิชาช่างโยธา วิทยาลัยเทคนิคสรวรรค์ ในภาคการเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2554 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน โดยได้ค่าความเชื่อมั่น  $\alpha = 0.83$

## 9. วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

**9.1 รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง ประสานการดำเนินงานร่วมกับวิทยาลัยเทคนิคสรวรรค์ เพื่อกำหนดกลุ่มประชากร**

**9.2 จัดเตรียมแบบสอบถาม และดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลตามกลุ่มประชากรที่กำหนด โดยให้นักศึกษาเป็นผู้ตอบแบบสอบถาม**

**9.3 รวบรวมแบบสอบถาม ตรวจสอบความถูกต้อง ความครบถ้วน และความสมบูรณ์ ของแบบสอบถามเพื่อเตรียมข้อมูลในการวิเคราะห์ รวมทั้งข้อมูลอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง ได้แบบสอบถามคืนที่ถูกต้องสมบูรณ์ จำนวน 576 ฉบับ จากจำนวนที่แจกทั้งหมด 596 ฉบับ คิดเป็นร้อยละ 96.64**

## 10. การวิเคราะห์ข้อมูล

หลังจากทำการเก็บข้อมูลจากแบบสอบถาม และข้อมูลด้านอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง ทำการประมวลผลข้อมูลโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ วิเคราะห์ค่าสถิติตามลำดับดังนี้

**10.1 สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistics)** ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ที่ใช้ในการพรรณนาข้อมูลปัจจัยส่วนบุคคล และข้อมูลด้านอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง

**10.2 สถิติเชิงอนุमาน (Inferential Statistics)** ใช้ค่า Pearson Chi-square และ Pearson's Correlation Coefficients เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยส่วนบุคคล และปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการศึกษาระดับตรีของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงของวิทยาลัยเทคนิคสรวรรค์

## 11. ระยะเวลาการศึกษา

ในช่วงภาคการเรียนที่ 1 เดือน พฤษภาคม ปีการศึกษา 2555

## 12. กรอบแนวคิดในการศึกษา

**12.1 กำหนดตัวแปรอิสระ 2 ตัวแปร มีรายละเอียดดังนี้**

12.1.1 ปัจจัยส่วนบุคคล ประกอบด้วย เพศ อายุ สาขาวิชาที่จะศึกษา ผลการศึกษา จำนวนพี่น้องในครอบครัว คุณวุฒิของบิดามารดา อาชีพหลัก สถานภาพของบิดามารดา รายได้เฉลี่ย ความคาดหวังเมื่อจบการศึกษา ฯลฯ

12.1.2 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการศึกษาต่อ 8 ด้าน ได้แก่ ความสนใจส่วนตัว ลักษณะงาน ความก้าวหน้า เกียรติยศชื่อเสียง การเงิน เศรษฐกิจ บุคคลที่เกี่ยวข้อง และค่านิยม

**12.2 กำหนดตัวแปรตาม ได้แก่ การศึกษาต่อระดับปริญญาตรีของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง วิทยาลัยเทคนิคสรวรรค์**

## 13. ผลการศึกษา

**13.1 ประชากรกลุ่มตัวอย่างของ การศึกษาครั้งนี้ จำนวน 576 คน พบว่าเป็นเพศชายมากกว่าเพศหญิง โดยเพศชาย**

จำนวน 560 คน คิดเป็นร้อยละ 97.2 และเพศหญิง จำนวน 16 คน คิดเป็นร้อยละ 2.8 ส่วนมากมีอายุ 18-20 ปี จำนวน 509 คน คิดเป็นร้อยละ 88.36 รองลงมาอายุ 21-23 ปี จำนวน คิดเป็นร้อยละ 10.59 อายุต่ำสุด 18 ปี อายุสูงสุด 28 ปี และอายุเฉลี่ย 19.73 ปี เกรดเฉลี่ยเมื่อจบการศึกษาอยู่ในช่วง 3.01-3.50 มากที่สุด จำนวน 233 คน คิดเป็นร้อยละ 40.5 รองลงมาได้แก่ 3.51-4.00 จำนวน 134 คน คิดเป็นร้อยละ 23.2 เกรดต่ำสุด 2.00 เกรดสูงสุด 3.88 และเกรดเฉลี่ย เท่ากับ 3.12 ด้านสถานภาพ ครอบครัวพบว่า นักศึกษามีจำนวนพื้นที่อยู่ในครอบครัวเมื่อรวมตัวนักศึกษาด้วย จำนวน 2 คน มากที่สุด จำนวน 353 คน คิดเป็นร้อยละ 61.3 รองลงมาได้แก่ จำนวน 1 และ 3 คน จำนวน 11 และ 10 คน คิดเป็นร้อยละ 17.0 และ 16.8 ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบอีกว่า นักศึกษามีพี่หรือน้องที่ศึกษาต่อระดับปริญญาตรี จำนวน 123 คน คิดเป็นร้อยละ 21.4 และ ไม่มีพี่หรือน้องที่ศึกษาต่อระดับปริญญาตรี จำนวน 453 คน คิดเป็นร้อยละ 78.6 ด้านอนาคตเมื่อจบการศึกษาระดับ ปวส.2 แล้ว นักศึกษา ต้องการทำงานจำนวนมากที่สุด จำนวน 233 คน คิดเป็นร้อยละ 40.5 โดยคาดหวังที่จะรับราชการมากที่สุด จำนวน 329 คน คิดเป็นร้อยละ 57.2 รองลงมาได้แก่ ทำงานส่วนตัว จำนวน 120 คน คิดเป็นร้อยละ 20.8 ส่วนนักศึกษาที่เมื่อจบการศึกษาระดับ ปวส.2 แล้ว ต้องการศึกษาต่อระดับปริญญาตรี จำนวน 215 คน คิดเป็นร้อยละ 37.3 โดยต้องการศึกษาต่อในสาขาวิชาชีพช่างมากที่สุด จำนวน 299 คน คิดเป็นร้อยละ 51.9

13.2 ข้อมูลด้านครอบครัวของนักศึกษาพบว่า บิดา奔 การศึกษาระดับประถมศึกษามากที่สุด จำนวน 299 คน คิดเป็นร้อยละ 51.9 รองลงมาได้แก่ จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษา ตอนต้น จำนวน 121 คน คิดเป็นร้อยละ 21.0 ส่วนใหญ่ ประกอบอาชีพอิสระส่วนตัวมากที่สุด จำนวน 336 คน คิดเป็นร้อยละ 58.3 รองลงมาได้แก่ อาชีพรับจ้างหรือเอกชน จำนวน 107 คน คิดเป็นร้อยละ 18.6 ในส่วนของครอบครัวที่เชื่อเดียวตนนั่นคือ จบการศึกษาระดับประถมศึกษามากที่สุด จำนวน 342 คน คิดเป็นร้อยละ 59.4 รองลงมาได้แก่ จบการศึกษาระดับ มัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 122 คน คิดเป็นร้อยละ 21.2 และ ประกอบอาชีพอิสระส่วนตัวมากที่สุด จำนวน 366 คน คิดเป็นร้อยละ 63.5 รองลงมาได้แก่ อาชีพรับจ้างหรือเอกชน จำนวน

104 คน คิดเป็นร้อยละ 18.1 และยังพบอีกว่า ส่วนใหญ่บิดา มารดาอยู่ด้วยกันมากที่สุด จำนวน 420 คน คิดเป็นร้อยละ 72.9 โดยอยู่และแยกกันอยู่มีจำนวน 69 และ 49 คน คิดเป็นร้อยละ 12.0 และ 8.5 ตามลำดับ ดังนั้นผู้ที่มีส่วนสำคัญที่จะทำให้ นักศึกษาเรียนต่อระดับปริญญาตรีมากที่สุด ได้แก่ ครอบครัว (บิดา นารดา) จำนวน 356 คน คิดเป็นร้อยละ 61.8 รองลงมา ได้แก่ ตนเอง จำนวน 121 คน คิดเป็นร้อยละ 21.0 นอกจากนี้ยัง พบอีกว่า รายได้ต่อเดือนของบิดามารดา ส่วนใหญ่อยู่ในช่วง 10,000-20,000 บาท มากที่สุด จำนวน 262 คน คิดเป็นร้อยละ 45.5 รองลงมาได้แก่ ต่ำกว่า 10,000 บาท จำนวน 238 คน คิดเป็นร้อยละ 41.3 รายได้ต่อเดือนต่ำสุด 1,300 บาท รายได้ต่อเดือนสูงสุด 100,000 บาท และรายได้ต่อเดือนเฉลี่ย เท่ากับ 19,451.88 บาท

13.3 ข้อมูลปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความต้องการศึกษา ต่อระดับปริญญาตรีที่แบ่งเป็น 8 ด้านพบว่า ด้านความสนใจ ส่วนตัว ลักษณะนิสัย มีระดับของความคิดเห็นในระดับมาก ที่สุด จำนวน 286 คน คิดเป็นร้อยละ 49.7 โดยมีค่าคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 16.3 คะแนน ค่าคะแนนต่ำสุด เท่ากับ 4.0 คะแนน และ ค่าคะแนนสูงสุด เท่ากับ 20.0 คะแนน ด้านลักษณะของงานที่ต้องการประกอบอาชีพ พบร่วม ว่า มีระดับของความคิดเห็นในระดับมากที่สุด จำนวน 345 คน คิดเป็นร้อยละ 59.9 โดยมีค่าคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 46.0 คะแนน ค่าคะแนนต่ำสุด เท่ากับ 27.0 คะแนน และค่าคะแนนสูงสุด เท่ากับ 55.0 คะแนน ด้าน ความก้าวหน้า ที่เมื่อศึกษาต่อจะมีหน้าที่การทำงานที่ดี มั่นคง พบร่วม ว่า มีระดับของความคิดเห็นในระดับมากที่สุด จำนวน 330 คน คิดเป็นร้อยละ 57.3 โดยมีค่าคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 21.1 คะแนน ค่าคะแนนต่ำสุด เท่ากับ 11.0 คะแนน และค่าคะแนน สูงสุด เท่ากับ 25.0 คะแนน ด้านเกียรติยศเชื่อถือเสียง โดยมีอาชีพ ที่ได้รับการยกย่องเป็นที่ยอมรับ พบร่วม ว่า มีระดับของความคิดเห็นในระดับมากที่สุด จำนวน 285 คน คิดเป็นร้อยละ 49.5 โดยมีค่าคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 20.51 คะแนน ค่าคะแนนต่ำสุด เท่ากับ 10.0 คะแนน และค่าคะแนนสูงสุด เท่ากับ 25.0 คะแนน ด้านการเงิน การสนับสนุนทุนในการศึกษา พบร่วม ว่า มีระดับของความคิดเห็นในระดับมาก จำนวน 234 คน คิดเป็นร้อยละ 40.6 โดยมีค่าคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 18.06 คะแนน ค่า



คะแนนต่ำสุด เท่ากับ 5.0 คะแนน และค่าคะแนนสูงสุด เท่ากับ 25.0 คะแนน ด้านเศรษฐกิจ เมื่อจบจะ ได้ทำงานที่มีเงินเดือน สูงๆ คุณค่าที่เรียน พบว่า มีระดับของความคิดเห็นในระดับมาก ที่สุด จำนวน 258 คน คิดเป็นร้อยละ 44.8 โดยมีค่าคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 16.0 คะแนน ค่าคะแนนต่ำสุด เท่ากับ 4.0 คะแนน และ ค่าคะแนนสูงสุด เท่ากับ 20.0 คะแนน ด้านบุคคลที่เกี่ยวข้อง ซึ่ง ได้แก่ บิดามารดา ครู และเพื่อน พบว่า มีระดับของความ คิดเห็นในระดับมาก จำนวน 250 คน คิดเป็นร้อยละ 43.4 โดย มีค่าคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 32.8 คะแนน ค่าคะแนนต่ำสุด เท่ากับ 13.0 คะแนน และค่าคะแนนสูงสุด เท่ากับ 45.0 คะแนน และ ปัจจัยสุดท้ายด้านค่านิยม ที่คิดว่าสังคมต้องการคนจบปริญญา ตรีและเป็นที่ยอมรับของสังคม พบว่า มีระดับของความคิดเห็น ในระดับมากที่สุด จำนวน 277 คน คิดเป็นร้อยละ 48.1 โดยมี ค่าคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 16.16 คะแนน ค่าคะแนนต่ำสุด เท่ากับ 4.0 คะแนน และค่าคะแนนสูงสุด เท่ากับ 20.0 คะแนน

**13.4 จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหา ความสัมพันธ์ของปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการศึกษาต่อระดับ ปริญญาตรีของนักศึกษา** พบว่า ปัจจัยส่วนบุคคล ได้แก่ เพศ อายุ ผลการศึกษา อาชีพที่คาดหวัง การมีพี่น้องที่จบปริญญาตรี และอาชีพของบิดามารดา มีอิทธิพลต่อการศึกษาต่อระดับ ปริญญาตรีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 ส่วนปัจจัย 8 ด้าน ได้แก่ ด้านความสนใจส่วนตัว ด้านลักษณะของงานที่ต้องการ ประกอบอาชีพ ด้านความก้าวหน้า ด้านเกียรติยศชื่อเสียง ด้าน เศรษฐกิจ และด้านค่านิยม มีระดับของความคิดเห็นในระดับ มากที่สุด ส่วนด้านการเงิน และด้านบุคคลที่เกี่ยวข้อง มีระดับ ของความคิดเห็นในระดับมาก และพบว่า ปัจจัยด้านความ สนใจส่วนตัว ด้านเกียรติยศชื่อเสียง ด้านการเงิน ด้านเศรษฐกิจ ด้านบุคคลที่เกี่ยวข้อง และค่านิยม มีอิทธิพลต่อการศึกษาต่อ ระดับปริญญาตรีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

#### 14. อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

จากผลการศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการศึกษาต่อใน ระดับปริญญาตรีของนักศึกษา พบว่า ปัจจัยส่วนบุคคล ได้แก่ เพศ อายุ ผลการศึกษา อาชีพที่คาดหวัง การมีพี่น้องที่จบ ปริญญาตรี และอาชีพของบิดามารดา มีอิทธิพลต่อการศึกษาต่อ

ระดับปริญญาตรีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 ซึ่งเป็นไปตาม สมมติฐานข้อ 3.1 นั้นแสดงว่า เพศ ส่วนใหญ่เพศชายศึกษาต่อ มากกว่าเพศหญิง อายุของนักศึกษาส่วนใหญ่อาชีวศึกษา เมื่อ รายได้ของบิดามารดาสามารถอสังหาริมทรัพย์ได้ รวมทั้งมีผล การเรียนที่ดี รวมถึงการมีพี่น้องที่จบปริญญาตรีและต้องการมี อาชีพที่ดีมั่นคงก็เป็นปัจจัยสำคัญที่สุด หรือเป็นปัจจัยที่มี อิทธิพลมากที่สุด ต่อการศึกษาต่อระดับปริญญาตรีของ นักศึกษา ส่วนปัจจัย 8 ด้าน พบว่า ปัจจัยด้านความสนใจ ส่วนตัว ด้านเกียรติยศชื่อเสียง ด้านการเงิน ด้านเศรษฐกิจ ด้าน บุคคลที่เกี่ยวข้อง และค่านิยม มีอิทธิพลต่อการศึกษาต่อระดับ ปริญญาตรีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 ซึ่งเป็นไปตาม สมมติฐานข้อ 3.2 ซึ่งสามารถอธิบายได้ว่า การที่นักศึกษาจะ ศึกษาต่อระดับปริญญาตรี หลักสำคัญคือต้องมีความสนใจ ส่วนตัว รักการเรียน มีความมุ่งมั่น โดยมีองค์ประกอบทาง สังคมที่สนับสนุนคือ เมื่อจบการศึกษาระดับปริญญาตรีแล้ว จะ ได้งานทำที่ดี มั่นคง มีความก้าวหน้า และเป็นที่ยอมรับของ สังคม ส่วนข้อเสนอแนะควรมีการศึกษาแยกปัจจัยด้าน เศรษฐกิจ สังคม และอื่นๆ ที่เพิ่มมากขึ้น รวมทั้งมีการศึกษา เปรียบเทียบระหว่างสาขาวิชาที่ศึกษา รวมทั้งการเปลี่ยนแปลง แนวความคิดเมื่อมีระดับการศึกษาที่สูงขึ้น

#### 15. บรรณานุกรม

กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข. สรุปสาระสำคัญแผนพัฒนาเศรษฐกิจ และสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 11 พ.ศ. 2555-2559 : เอกสารวิชาการ ศูนย์บริหารภูมายาเสื่อมสุข, 2555

กองวิจัยตลาดแรงงาน, สำนักงาน. แนวโน้มความต้องการแรงงานในช่วง ปี 2553 – 2557 กรุงเทพมหานคร : กรมการจัดหางาน, สำนักงาน สถิติแห่งชาติ และสำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและ สังคมแห่งชาติ, 2552.

มัลลิกา ศรีพีญ. การศึกษารูปแบบเพื่อการศึกษาต่อระดับปริญญาตรี ของช่างอุตสาหกรรมที่สำเร็จการศึกษาระดับประกาศนียบัตร วิชาชีพชั้นสูง ที่ปฏิบัติงานในโรงงานอุตสาหกรรมในเขต กรุงเทพมหานครและปริมณฑล. กรุงเทพมหานคร: สถาบัน เทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2539.

รัตนกรรณ์ ศรีรัตนบลล์และคณะ. ความต้องการศึกษาต่อระดับ บัณฑิตศึกษาของบุคลากรในจังหวัดอุตรดิตถ์ แพร่ น่าน, สำนักวิจัย, 2540.

วิทยาลัยเทคนิค Narathiwat งานทะเบียนและวัดผล. รายงานข้อมูล

นักศึกษาวิทยาลัยเทคนิค Narathiwat, มกราคม 2555  
ศิริพร ลีสวัสดิ์ถาวรกุล . ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความต้องการศึกษาระดับ

ปริญญาตรีของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวส.)

สาขาวิชาช่างก่อสร้างในสถาบันการอาชีวศึกษากุรุเทพมหานคร  
และการกลาง 1 : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ,  
2546.

สุกสะท้าน ไชยสมบัติ . ความต้องการในการศึกษาต่อสายอาชีวศึกษาตาม

ความคิดเห็นของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา ในแขวงสะหวันนะเขต  
ประเทศไทย ณ วันที่ 5 พฤษภาคม 2551 โดยประธานลาม, มหาวิทยาลัยราช  
ภัฏสกลนคร, 2551.



# รูปแบบการบริหารและการดำเนินงานศูนย์พัฒนาวิชาชีพช่าง冶电线แบบเครื่องกล

## The Model of Administration and Operations Management for Mechanical Draftsman Professional Development Center

# ໄກຣລາສ ດອນຊີ່ຢູ່<sup>1</sup> ແລະ ສູຮາຍກູ່ຮ ພຣມຈັນທະວູ<sup>2</sup>

<sup>1</sup> หลักสูตรปรัชญาคุณภูมิบัณฑิต สาขาวิชาวิจัยและพัฒนาการสอนเทคนิคศึกษา มหา.

<sup>2</sup> ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มจพ.

E-mail: <sup>1</sup>[Red-machine26@hotmail.com](mailto:Red-machine26@hotmail.com), <sup>2</sup>[spr@kmutnb.ac.th](mailto:spr@kmutnb.ac.th)

## บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างรูปแบบการบริหารและการดำเนินงานศูนย์พัฒนาวิชาชีพช่างเพื่อยieldเครื่องกล ให้แต่ละสาขาที่มีความเชี่ยวชาญเฉพาะทางด้านวิชาชีพ ได้มีแหล่งสำหรับบริการด้านวิชาชีพแก่สถานประกอบการในเขตพื้นที่และใกล้เคียงให้มีส่วนร่วมด้านวิชาชีพ

การดำเนินการวิจัยเริ่มจากการสร้างรูปแบบการบริหารและการดำเนินงานศูนย์พัฒนาวิชาชีพช่างเสียงแบบเครื่องกล ซึ่งมีองค์ประกอบในด้านการบริหาร ได้แก่ โครงสร้างศูนย์พัฒนาวิชาชีพช่างเสียงแบบเครื่องกล ประกอบด้วย ปลธาน วิสัยทัศน์ พัฒกิจ และวัตถุประสงค์ในการจัดตั้งศูนย์ โครงสร้างการบริหารศูนย์พัฒนาวิชาชีพช่างเสียงแบบเครื่องกล ประกอบด้วย ฝ่ายงาน ต่างๆ ได้แก่ คณะกรรมการอำนวยการศูนย์ คณะกรรมการดำเนินงานศูนย์ หัวหน้าศูนย์ เจ้าหน้าที่ธุรการ เจ้าหน้าที่ประสานงาน พัฒนาวิชาชีพและทดสอบมาตรฐานวิชาชีพ และนักวิจัยและพัฒนาสื่อการเรียนการสอนและฝึกอบรม ส่วนในด้านการดำเนินงาน จะเป็นการกำหนดเป้าหมายการพัฒนา กลยุทธ์ และตัวชี้วัดในการดำเนินงาน เพื่อให้บรรลุเป้าหมายในแต่ละพัฒกิจให้เหมาะสม และเป็นรูปธรรม หลังจากสร้างรูปแบบแล้ว ผู้วิจัยได้นำกลุ่มตัวอย่างแบบพร้อมกับแบบสอบถามที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น นำสอดคล้องกับผู้ที่มีความช่องชี้เป็นผู้บริหารและผู้เชี่ยวชาญทางด้านการบริหารงานศูนย์ สำนัก หรือสถาบัน จำนวน 15 คน เพื่อประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการบริหารและการดำเนินงานศูนย์พัฒนาวิชาชีพช่างเสียงแบบเครื่องกล จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาทำการวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยร้อยละและค่าเบี่ยงบานมาตรฐาน

ผลการวิจัยพบว่าผู้เกี่ยวข้องเห็นด้วยกับรูปแบบการบริหารและการดำเนินงานศูนย์พัฒนาวิชาชีพช่างเขียนแบบเครื่องกล ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 4.16) สามารถสรุปได้ว่า รูปแบบการบริหารและการดำเนินงานศูนย์พัฒนาวิชาชีพช่างเขียนแบบเครื่องกลที่สร้างขึ้นนี้ มีความเหมาะสมที่จะใช้แนวทางในการบริหารดำเนินงานศูนย์พัฒนาวิชาชีพช่างเขียนแบบเครื่องกล ให้มีประสิทธิภาพและประสิทธิผลต่อไป

**คำสำคัญ:** การบริหาร, การดำเนินงาน, ศูนย์พัฒนาวิชาชีพ

## Abstract

The purpose of this research was to construct the model of administration and operations management for mechanical draftsman professional development center. The center aimed to train experts in different professional areas for local workplaces and nearby industries. The model of administration comprised two organisational structures. Firstly, the center's concept included its ambition, vision, and goals. Secondly, the center's administration consisted of board of committee, steering committee, head of the center, administrative staff, professional development and examination coordinators, as well as research and development personnel in teaching and training materials. The operations management process involved setting goals, strategies, and key performance indicators. To achieve the goals and missions, the researcher had developed the handbook and questionnaire which were then evaluated by the 15 administrators and experts, in terms of the appropriateness of the model. The data were finally analyzed using means and standard deviation. The research findings revealed that the developed model was approved by the majority of the administrators and experts. It was rated at the high level (Mean 4.16). To conclude, this model would be appropriate for administrating and operating the center of mechanical draftsman professional development.

**Keywords:** administration, operations management, professional development center

### 1. บทนำ

#### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันความเปลี่ยนแปลงของโลกเป็นไปอย่างรวดเร็ว มีการแข่งขันกันอย่างมาก และในอนาคตมีแนวโน้มที่จะทิ่มความรุนแรงมากยิ่งขึ้น มีการรวมกลุ่มเพื่อเปิดเสรีทางการค้า และแรงงาน มีการขยายฐานการผลิตหลายด้านไปลงทุนในตลาดต่างประเทศที่มีค่าจ้างถูกกว่า ทำให้สถานการณ์ความต้องการกำลังคนมีการเปลี่ยนแปลงไปอย่างมาก สำหรับประเทศไทยที่ต้องการยกระดับคุณภาพสินค้าและบริการให้สูงขึ้น โดยการนำเทคโนโลยีและนวัตกรรมใหม่ๆ มาใช้งานยิ่งขึ้น ดังนั้นเพื่อให้ตอบรับกับความเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น ก็ต้องมีการพัฒนาความรู้ความสามารถของกำลังคนให้สูงขึ้นด้วย เพื่อให้สมรรถนะในการทำงานมีมาตรฐานและเป็นที่ยอมรับของทุกฝ่าย สามารถแข่งขันกับประเทศอื่นๆ ได้ [1]

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา เป็นสถาบันอุดมศึกษาทางด้านวิชาชีพและเทคโนโลยี มีวัตถุประสงค์เพื่อให้การศึกษา ส่งเสริมวิชาการและวิชาชีพชั้นสูงที่เน้นการปฏิบัติมีบทบาทในการผลิตกำลังคนที่มีทักษะวิชาชีพ [2] เพื่อป้อนเข้าสู่ตลาดแรงงานอย่างต่อเนื่องยานานหลายปี ในหลากหลายวิชาชีพ มีอัตลักษณ์และพันธกิจทางด้านบริการทางวิชาการให้เกิดสังคมที่เน้นในด้านการให้บริการทางวิชาชีพให้มีสมรรถนะแก่สถานประกอบการในเขตพื้นที่และใกล้เคียง ในมหาวิทยาลัย

เทคโนโลยีราชมงคลล้านนา จึงมีอยู่หลากหลายสาขาวิชา ซึ่งแต่ละสาขาวิชามีความเชี่ยวชาญที่แตกต่างกัน การบริการทางวิชาชีพนั้นก็จะแตกต่างกันไป โดยบางสาขาวิชามีการบริการในการฝึกอบรม หรือทดสอบ บ้างเป็นครั้งคราว บางสาขาวิชามีไม่มีงานบริการทางวิชาชีพเลย ดังนั้นเพื่อให้การบริการทางวิชาชีพที่สามารถตอบสนองต่ออัตลักษณ์และพันธกิจของมหาวิทยาลัยอย่างต่อเนื่อง มีความยั่งยืน ในแต่ละสาขาวิชาก็ควรที่จะมีแหล่งสำหรับบริการทางวิชาการในสาขางานของตนเอง ควรมีการบริหารงานที่มีประสิทธิภาพและมีการดำเนินงานที่เป็นระบบและสามารถพัฒนาสมรรถนะทางวิชาชีพให้แก่บุคลากรในสถานประกอบการได้ตามเป้าหมายที่มหาวิทยาลัยได้วางไว้ด้วย โดยการใช้ระบบศูนย์พัฒนาวิชาชีพ เพื่อมาบริหารจัดการ ก็จะทำให้การดำเนินงานเป็นไปอย่างเป็นระบบ ถูกต้องตามระเบียบหลักเกณฑ์ และมีประสิทธิภาพ

ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่ว่า ควรจัดให้มีศูนย์พัฒนาวิชาชีพอยู่ในแต่ละสาขาวิชา ตามความเชี่ยวชาญของสาขาวิชานั้นๆ โดยใช้ทรัพยากร อุปกรณ์ และบุคลากรที่มีอยู่ในบริหารและการดำเนินงาน โดยไม่ต้องขัดข้องหรือขัดกันใหม่ โดยเน้นการพัฒนาวิชาชีพอย่างมีสมรรถนะ ก็จะเป็นแนวทางหนึ่งที่ทำให้สาขาวิชาชีพมีบทบาทในการบริการวิชาการมากยิ่งขึ้น อีกทั้งยังเป็นการสนับสนุนให้ใช้ทรัพยากรของมหาวิทยาลัยให้เกิดประโยชน์อย่างคุ้มค่ามากที่สุด รวมถึงการจัดให้มีศูนย์พัฒนาวิชาชีพก็จะ



เป็นการเผยแพร่ซึ่งเรื่องของมหาวิทยาลัยให้เป็นที่รู้จักมากยิ่งขึ้น อีกทางหนึ่งด้วย และหากต้องการนำระบบศูนย์มาใช้ในการบริหารจัดการ ก็จะต้องศึกษาองค์ประกอบต่างๆ ของศูนย์ที่มีความเหมาะสมกับสาขาวิชาที่มีโครงสร้างขนาดเล็ก กะทัดรัด ให้ดำเนินการได้อย่างคล่องตัว เป็นระบบและมีประสิทธิภาพ

ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาและสร้างรูปแบบการบริหารและดำเนินงานที่เหมาะสมกับศูนย์พัฒนาวิชาชีพ โดยในการวิจัยครั้งนี้ได้ใช้วิชาชีพช่างเขียนแบบเครื่องกลเป็นวิชาชีพต้นแบบ สำหรับการบริหารและดำเนินงานศูนย์พัฒนาวิชาชีพ

## 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อสร้างรูปแบบการบริหารและการดำเนินงานศูนย์พัฒนาวิชาชีพช่างเขียนแบบเครื่องกล

## 1.3 สมมติฐานการวิจัย

ผู้เชี่ยวชาญเห็นด้วยต่อรูปแบบการบริหารและการดำเนินงานศูนย์พัฒนาวิชาชีพช่างเขียนแบบเครื่องกลอยู่ในระดับมาก (3.50) ขึ้นไป

## 1.4 ขอบเขตของการวิจัย

1.4.1 ศูนย์พัฒนาวิชาชีพช่างเขียนแบบเครื่องกล เป็นศูนย์ที่ดำเนินงานอยู่ภายใต้สาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา

1.4.2 การบริหารศูนย์พัฒนาวิชาชีพช่างเขียนแบบเครื่องกล ประกอบด้วย โครงสร้างศูนย์พัฒนาวิชาชีพช่างเขียนแบบเครื่องกล ปัณฑิณ วิสัยทัศน์ พันธกิจ และวัตถุประสงค์ในการจัดตั้งศูนย์ โครงสร้างการบริหารศูนย์พัฒนาวิชาชีพช่าง เขียนแบบเครื่องกล ประกอบด้วย ฝ่ายงานต่างๆ ได้แก่ คณะกรรมการอำนวยการ ศูนย์ คณะกรรมการดำเนินงาน หัวหน้าศูนย์ เจ้าหน้าที่ธุรการ เจ้าหน้าที่ประสานงานพัฒนา วิชาชีพและทดสอบมาตรฐานวิชาชีพ และนักวิจัยและพัฒนา สื่อการเรียนการสอนและฝึกอบรม

1.4.3 การดำเนินงานศูนย์พัฒนาวิชาชีพช่างเขียนแบบเครื่องกล โดยการกำหนดเป้าหมายการพัฒนา กลยุทธ์ และ ตัวชี้วัดในการดำเนินงาน ให้มีความสอดคล้องกับพันธกิจแต่ละพันธกิจของศูนย์

1.4.3 กลุ่มตัวอย่างครั้งนี้ เป็นผู้เชี่ยวชาญซึ่งเป็นผู้บริหารและผู้เชี่ยวชาญทางด้านการบริหารงานศูนย์ สำนัก หรือสถาบัน โดยการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) จำนวน 15 คน

## 1.5 นิยามศัพท์

1.5.1 ศูนย์พัฒนาวิชาชีพ หมายถึง ศูนย์ที่มีหน้าที่ในการพัฒนากระดับวิชาชีพช่างเขียนแบบเครื่องกล ซึ่งตั้งอยู่ในสาขาวิชาต่างๆ ของมหาวิทยาลัย โดยใช้สถานที่ ทรัพยากร และบุคลากรภายในสาขานั้นๆ ในการดำเนินงาน

1.5.2 โครงสร้างการบริหารศูนย์ หมายถึง โครงสร้างการบริหารจัดการศูนย์พัฒนาวิชาชีพช่างเขียนแบบเครื่องกล โดยแบ่งออกเป็นฝ่ายงานต่างๆ ที่ดำเนินงานให้สอดคล้องกับพันธกิจของศูนย์

1.5.3 การดำเนินงานศูนย์ หมายถึง การดำเนินงานของศูนย์พัฒนาวิชาชีพช่างเขียนแบบเครื่องกลเพื่อให้บรรลุตามเป้าหมายพันธกิจหลักของศูนย์ ได้แก่ การสร้างช่างเขียนแบบเครื่องกล การพัฒนากระดับช่างเขียนแบบเครื่องกล การร่วมมือทดสอบสมรรถนะ และการวิจัยและพัฒนาสื่อการเรียนการสอน

## 1.6 ประโยชน์ของการวิจัย

1.6.1 รูปแบบการบริหารและการดำเนินงานศูนย์พัฒนาวิชาชีพช่างเขียนแบบเครื่องกล ทำให้มีระบบ กลไก ใน การบริหารงาน ทำให้แต่ละฝ่ายรู้บทบาทหน้าที่ มีการปฏิบัติงาน ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยไม่ติดขัด

1.6.2 สาขาวิชาต่างๆ ที่ต้องการจัดตั้งศูนย์พัฒนาวิชาชีพ ในสาขาวิชาชีพที่ตนเองเชี่ยวชาญ สามารถนำรูปแบบการบริหารและการดำเนินงานศูนย์พัฒนาวิชาชีพช่างเขียนแบบเครื่องกล ไปประยุกต์ใช้ในการพัฒนาวิชาชีพอื่นๆ ต่อไปได้

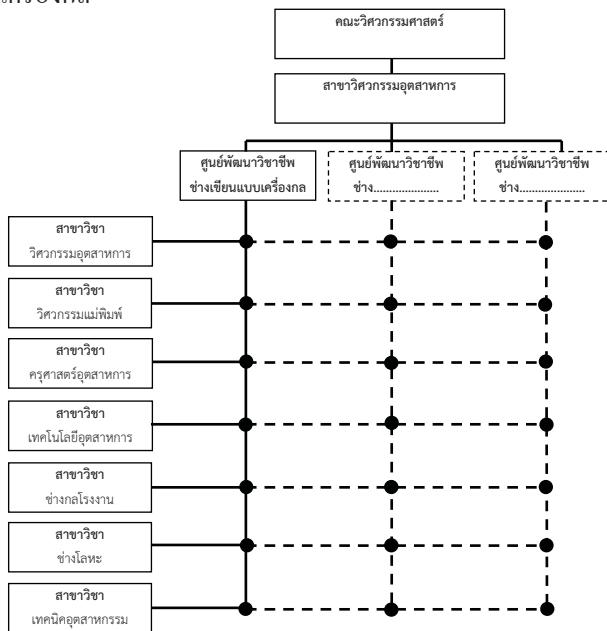
## 2. วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง รูปแบบการบริหารและการดำเนินงานศูนย์พัฒนาวิชาชีพช่างเขียนแบบเครื่องกล แบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอน โดยกิจกรรมแต่ละขั้นตอนมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

## 2.1 สร้างรูปแบบการบริหารและการดำเนินงานศูนย์พัฒนา วิชาชีพช่างชีวินแบบเครื่องกล

การสร้างรูปแบบการบริหารและการดำเนินงานศูนย์พัฒนา  
วิชาชีพช่างปิolineแบบเครื่องกล เริ่มจากการศึกษาข้อมูลและ  
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการและการดำเนินงาน  
อาชีวะชั่น ศูนย์พัฒนาวิชาชีพครูและบุคลากรทางการศึกษา [3]  
สำนักส่งเสริมและฝึกอบรม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ [4]  
ศูนย์พัฒนาเทคโนโลยีเพื่ออุดสาಹกรรม [5] รูปแบบการ  
ดำเนินงานศูนย์วิจัยและพัฒนาเทคนิคศึกษา ระดับอาชีวศึกษา  
จังหวัด [6] หลังจากนั้นทำการสังเคราะห์เพื่อสร้างรูปแบบการ  
บริหารจัดการและการดำเนินงานที่เหมาะสมกับศูนย์พัฒนา  
วิชาชีพช่างปิolineแบบเครื่องกล ได้รูปแบบการบริหาร ซึ่ง  
ประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังต่อไปนี้

### 2.1.1 โครงสร้างศูนย์พัฒนาวิชาชีพช่างเบียนแบบเครื่องกล



## ภาคที่ 1 โครงสร้างศูนย์พัฒนาวิชาชีพช่างเยี่ยนแบบเครื่องกล

จากภาพที่ 1 โครงการสร้างของศูนย์พัฒนาวิชาชีพช่างเยี่ยน  
แบบเครื่องกลจะอยู่ภายใต้สาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะ  
วิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ซึ่ง  
จะเป็นศูนย์ที่มีขนาดเล็ก กะทัดรัด เพื่อให้มีการบริหารจัดการ  
ได้ค่อนข้างดี โครงการใช้ทรัพยากร บุคลากร ที่มีอยู่แล้วใน  
สาขาวิชาในการดำเนินงาน และมีการร่วมกันใช้ทรัพยากร  
ระหว่างสาขาวิชา ก็จะเป็นการบริหารทรัพยากรที่คุ้มค่าที่สุด

## 2.1.2 การกำหนดปัจจัย วิสัยทัศน์ พันธกิจ และวัตถุประสงค์ในการจัดตั้งสุนีย์

ปัณฑัน ศุนย์พัฒนาวิชาชีพช่างเขียนแบบเครื่องกล ผู้มั่นที่จะพัฒนาช่างเขียนแบบเครื่องกลที่มีความเป็นเลิศและมีสมรรถนะในงานเขียนแบบ ที่สามารถประดับและพัฒนาอุตสาหกรรมของประเทศไทยมีมาตรฐานสากล

วิสัยทัศน์ เป็นศูนย์ฝึกอบรมทางด้านช่างเย็นแబน  
เครื่องกลที่มีคุณภาพ มีมาตรฐาน มีการบริหารจัดการที่ทันสมัย  
และนำไปสู่การปฏิบัติได้

## พั้นธกิจ

1. ฝึกอบรมสร้างช่างเขียนแบบเครื่องกลที่มีสมรรถนะ  
วิชาชีพ
  2. พัฒนาระดับความรู้และทักษะทางด้านเขียนแบบ  
เครื่องกลให้กับผู้ประกอบการในพื้นที่
  3. สร้างเครือข่ายในการทดสอบสมรรถนะฝีมือแรงงาน  
ช่างเขียนแบบเครื่องกล
  4. วิจัยเพื่อพัฒนาสื่อการเรียนการสอนและการฝึกอบรม  
วิชาชีพช่างเขียนแบบเครื่องกล

## วัตถุประสงค์ในการจัดตั้งศูนย์พัฒนาวิชาชีพช่างเชี่ยวนแบน เครื่องกล

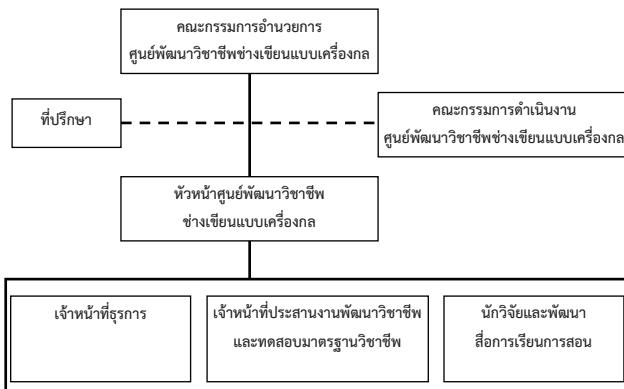
- เพื่อเป็นศูนย์กลางการพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพให้กับผู้ประกอบอาชีพช่างเขียนแบบเครื่องกลในเขตพื้นที่ของมหาวิทยาลัย
  - เพื่อเป็นแหล่งพัฒนาทักษะวิชาชีพให้กับนักศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ให้มีความเชี่ยวชาญทางด้านเขียนแบบเครื่องกล เตรียมความพร้อมให้เข้าสู่ตลาดแรงงานในวิชาชีพช่างเขียนแบบเครื่องกลที่สามารถประกอบอาชีพได้อย่างมีสมรรถนะ

3. เพื่อประสานความร่วมมือกับหน่วยงานต่างๆ ในการจัด  
ฝึกอบรม เพื่อพัฒนาวิชาชีพ ทดสอบสมรรถนะวิชาชีพ และทำ  
การวิจัยเกี่ยวกับวิชาชีพช่างจีนแบบครึ่งทดลอง

4. เพื่อเป็นแหล่งสนับสนุนการวิจัยและพัฒนาวัตกรรมการเรียนการสอนวิชาชีพให้กับอาจารย์ทางด้านເξີນແບບເຄື່ອງກວດ



### 2.1.3 โครงสร้างการบริหารศูนย์พัฒนาวิชาชีพช่าง เขียนแบบเครื่องกล



### ภาพที่ 2 โครงสร้างการบริหารศูนย์พัฒนาวิชาชีพช่างเขียนแบบ เครื่องกล

โครงสร้างการบริหารศูนย์พัฒนาวิชาชีพช่างเขียนแบบ  
เครื่องกล ประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังต่อไปนี้

คณะกรรมการอำนวยการศูนย์พัฒนาวิชาชีพช่างเขียนแบบ  
เครื่องกล ประกอบด้วยผู้บริหารระดับสูงและอาจารย์ใน  
มหาวิทยาลัย ที่ได้รับการแต่งตั้ง ทำหน้าที่กำหนดนโยบายและ  
แผนงานในการดำเนินงานของศูนย์พัฒนาวิชาชีพช่างเขียนแบบ  
เครื่องกล รวมถึงสนับสนุนปัจจัยดำเนินการต่างๆ ตามที่  
ผู้อำนวยการศูนย์นัดเสนอ

คณะกรรมการดำเนินงานศูนย์พัฒนาวิชาชีพช่างเขียนแบบ  
เครื่องกล ประกอบด้วยหัวหน้าสาขาวิชาต่างๆ ในแต่ละสาขา  
หรือผู้ที่ได้รับการแต่งตั้ง ทำหน้าที่ควบคุม ดูแล การดำเนินงาน  
ของศูนย์ฯ รวมถึงให้คำปรึกษาแก่หัวหน้าศูนย์ฯ ให้บริหาร  
จัดการศูนย์ฯ ให้ดำเนินงานได้อย่างต่อเนื่อง

หัวหน้าศูนย์พัฒนาวิชาชีพช่างเขียนแบบเครื่องกล เป็นผู้  
ดำเนินการต่อหัวหน้าสาขาวิชาหรือผู้ที่ได้รับแต่งตั้งให้ดูแลศูนย์  
พัฒนาวิชาชีพช่างเขียนแบบเครื่องกล มีหน้าที่ในการกำหนด  
นโยบายและวางแผนงาน สนับสนุนกิจกรรมต่างๆ ในการ  
ดำเนินงาน ประเมินผลการดำเนินงานศูนย์ฯ พร้อมทั้งจัดทำ  
รายงานสรุปผลการดำเนินงานประจำปีต่อคณะกรรมการ  
อำนวยการ

เจ้าหน้าที่ธุรการ เป็นอาจารย์หรือเจ้าหน้าที่ในสาขาวิชาที่  
ได้รับแต่งตั้งจากผู้อำนวยการศูนย์ฯ มีหน้าที่บริการสื่อสิ่งพิมพ์  
สำหรับดำเนินงาน ประชาสัมพันธ์ข่าวสารกิจกรรมต่างๆ ของ

ศูนย์ฯ ติดต่อประสานงาน อ่านวิเคราะห์ความต้องการฝึกอบรม  
รวมถึงจัดทำและบันทึกฐานข้อมูลต่างๆ

เจ้าหน้าที่ประสานงานพัฒนาวิชาชีพและทดสอบมาตรฐาน  
วิชาชีพ เป็นอาจารย์ผู้รับผิดชอบในการสอนวิชาที่เกี่ยวข้องกับ  
วิชาชีพที่จะพัฒนา มีหน้าที่ในการประสานงาน จัดทำหลักสูตร  
ฐานสมรรถนะที่สอดคล้องกับการทำงานจริงในสถาน  
ประกอบการ ร่วมจัดทำเครื่องมือวัดสมรรถนะ รวมถึง  
ประสานงานร่วมมือกับหน่วยงานต่างๆ ในการทดสอบ  
มาตรฐานวิชาชีพฝีมือแรงงาน

นักวิจัยและพัฒนาสื่อการเรียนการสอน เป็นอาจารย์ที่  
ได้รับแต่งตั้งให้ดูแลค้นคว้าวิจัยและพัฒนาสื่อการเรียนการ  
สอนและฝึกอบรม ให้มีความทันสมัย ทันต่อการเปลี่ยนแปลง  
ของเทคโนโลยี บริการสื่อ อุปกรณ์ในการฝึกอบรม รวมถึงร่วม  
วิจัยและพัฒนาวิชาชีพ ติดตามผลการพัฒนาวิชาชีพ

### 2.1.4 การดำเนินงานตามพันธกิจของศูนย์พัฒนา วิชาชีพช่างเขียนแบบเครื่องกล

ผู้วิจัยได้นำพันธกิจของศูนย์ฯ เป็นหลักในการดำเนินงาน  
ศูนย์ฯ เพื่อให้บรรลุซึ่งเป้าหมายในแต่ละพันธกิจ แล้วนำมา  
กำหนดเป้าหมายการพัฒนา กลยุทธ์ และตัวชี้วัดในการ  
ดำเนินงานของศูนย์ฯ เพื่อใช้ในการประเมินผลการดำเนินงาน  
ของศูนย์ฯ ได้อย่างเป็นรูปธรรม

#### 2.2 สร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญต่อรูปแบบการบริหารและการดำเนินงานศูนย์พัฒนาวิชาชีพช่างเขียนแบบเครื่องกล เป็นแบบ  
มาตรฐาน (Rating scale) 5 ระดับ แบ่งออกเป็น

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ตอนที่ 2 แบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับรูปแบบการ  
บริหารและการดำเนินงานศูนย์พัฒนาวิชาชีพช่างเขียนแบบ  
เครื่องกล ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ส่วนใหญ่ๆ คือ โครงสร้างศูนย์ฯ  
พัฒนาวิชาชีพช่างเขียนแบบเครื่องกล โครงสร้างการบริหาร  
ศูนย์พัฒนาวิชาชีพช่างเขียนแบบเครื่องกล และการดำเนินงาน  
ตามพันธกิจของศูนย์พัฒนาวิชาชีพช่างเขียนแบบเครื่องกล

### 2.3 เก็บรวบรวมข้อมูล

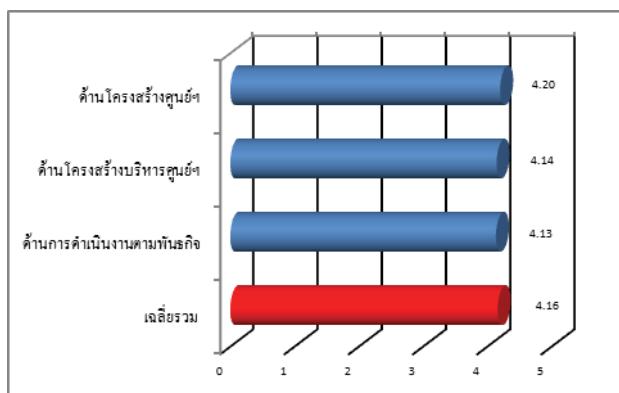
ผู้วิจัยได้ทำการติดต่อและทำหนังสือแต่งตั้ง แล้วนำแบบสอบถามพร้อมคู่มือรูปแบบบริหารและการดำเนินงาน ศูนย์พัฒนาวิชาชีพช่างเขียนแบบเครื่องกล เข้าพบผู้เกี่ยวข้อง เพื่อนำเสนอรูปแบบการบริหารและการดำเนินงานศูนย์พัฒนา วิชาชีพช่างเขียนแบบเครื่องกล และให้ข้อมูลข้อสงสัยแล้ว จึงให้กลุ่มตัวอย่างตอบแบบสอบถามและให้ข้อเสนอแนะ

### 2.4 วิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผล

การวิเคราะห์ความคิดเห็นของผู้เกี่ยวข้อง โดยการหาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของผลที่ได้จากแบบสอบถาม แล้วนำผลไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์การแปลผลหากคะแนนเฉลี่ย ความคิดเห็นของผู้ประเมินมีค่าตั้งแต่ 3.50 ขึ้นไป ถือว่ารูปแบบ การบริหารและการดำเนินงานศูนย์พัฒนาวิชาชีพช่างเขียนแบบ เครื่องกล มีความเหมาะสมอย่างมากสามารถนำไปใช้สำหรับ การบริหารจัดการศูนย์ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

### 3. สรุปผลและข้อเสนอแนะ

จากการสอบถามความคิดเห็นของผู้เกี่ยวข้องต่อรูปแบบ การบริหารและการดำเนินงานศูนย์พัฒนาวิชาชีพช่างเขียนแบบ เครื่องกล พบว่าผู้เกี่ยวข้องมีความคิดเห็นต่อรูปแบบการ ดำเนินงานศูนย์พัฒนาวิชาชีพช่างเขียนแบบเครื่องกล อยู่ใน ระดับมากในทุกด้าน และในภาพรวมอยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 4.16) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 0.41 ดังแสดง ในภาพที่ 3



ภาพที่ 3 แผนภูมิแสดงค่าความคิดเห็นของผู้เกี่ยวข้องต่อรูปแบบฯ

จากภาพที่ 3 สามารถสรุปได้ว่า รูปแบบการบริหารและการ ดำเนินงานศูนย์พัฒนาวิชาชีพช่างเขียนแบบเครื่องกล ที่สร้าง

ขึ้น มีความเหมาะสม ที่จะนำไปใช้เป็นแนวทางในการบริหาร และดำเนินการให้มีประสิทธิภาพ เพื่อใช้สำหรับบริหารจัดการ ศูนย์พัฒนาวิชาชีพช่างเขียนแบบเครื่องกล ให้มีดำเนินงานได้ อย่างเป็นระบบต่อไป

### 4. กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยครั้งนี้ได้รับการสนับสนุนการดำเนินการอย่างดีเยี่ยม จากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ที่ให้การ สนับสนุนงานวิจัยในครั้งนี้ และได้รับทุนสำหรับดำเนินการ วิจัยส่วนหนึ่งจากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระ จอมเกล้าพระนครเหนือ ผู้วิจัยขอขอบคุณผู้บริหารและ ผู้เชี่ยวชาญทุกท่าน ที่ให้ความร่วมมืออย่างดีในการให้ข้อมูล ตอบแบบสอบถามความคิดเห็น ทำให้งานวิจัยในครั้งนี้สำเร็จ ผลได้ด้วยดี

### 5. เอกสารอ้างอิง

- สำนักงานเลขานุการสภาการศึกษา. ยุทธศาสตร์การผลิตและพัฒนา กำลังคนของประเทศไทยในช่วงการปฏิรูปการศึกษาในทศวรรษที่สอง พ.ศ. 2552-2561. พฤกษากราฟฟิค : กรุงเทพฯ, 2554.
- มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา. แผนพัฒนามหาวิทยาลัย เทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ระยะเวลาร 5 ปี (พ.ศ. 2552-2556). ม.ป.ท. : [ม.ป.พ.], 2551.
- มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ศูนย์พัฒนาวิชาชีพครูและบุคลากรทางการ ศึกษา. [ออนไลน์] [ม.ป.ป.] [สืบค้นวันที่ 29 มีนาคม 2554]. จาก <http://ednet.kku.ac.th/~cdt/index.html>
- มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. สำนักส่งเสริมและฝึกอบรม. [ออนไลน์] [ม.ป.ป.] [สืบค้นวันที่ 7 กันยายน 2554]. จาก <http://www.eto.ku.ac.th>
- มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. ศูนย์พัฒนา เทคโนโลยีเพื่ออุดสาหกรรม. [ออนไลน์] [ม.ป.ป.] [สืบค้นวันที่ 3 ตุลาคม พ.ศ. 2554]. จาก <http://web.itdikmutnb.com>
- ไฟโรมัน สลิรยากร และสุร้ายฤทธิ์ พรเมจันทร์. รูปแบบการ ดำเนินงานศูนย์วิจัยและพัฒนาเทคนิคศึกษา ระดับอาชีวศึกษา จังหวัด. รายงานการวิจัยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้า พระนครเหนือ, 2551.



การประเมินความเป็นไปได้ของรูปแบบการจัดการการฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู  
ของนักศึกษาครุศาสตร์อุตสาหกรรม

**Feasibility Assessment of Management Model on Teaching Profession  
Practicum for Technical Education Students**

ประเที่ยบ พรนสินอง<sup>1</sup> วรพจน์ ศรีวงศ์คล<sup>2</sup>

<sup>1</sup> หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาบริษัทและพัฒนาการสอนเทคนิคศึกษา มจพ.

<sup>2</sup> ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มจพ.

<sup>1</sup> promsinong@hotmail.com, <sup>2</sup> worapoj95@hotmail.com

### บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนารูปแบบการจัดการการฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูของนักศึกษาครุศาสตร์อุตสาหกรรม และเพื่อศึกษาความเป็นไปได้ของรูปแบบการจัดการการฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูของนักศึกษาครุศาสตร์อุตสาหกรรม

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย รูปแบบการจัดการการฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูของนักศึกษาครุศาสตร์อุตสาหกรรม และแบบประเมินความเป็นไปได้ของกรอบแนวคิดและรูปแบบ วิธีการประเมินผู้วิจัยนำเสนองรอบแนวคิดและรูปแบบให้กับกลุ่มผู้บริหารสถานศึกษาทั้งสถานศึกษาที่ขัดสั่งและรับนักศึกษาฝึกสอนจำนวน 19 คน กลุ่มอาจารย์นิเทศก์จำนวน 5 คน และกลุ่มอาจารย์พี่เลี้ยงจำนวน 10 คน รวมจำนวนทั้งสิ้น 34 คน โดยผู้วิจัยนำเสนองรอบแนวคิดและเก็บข้อมูลในแต่ละสถานศึกษาที่เป็นกลุ่มเป้าหมายด้วยตนเอง และให้บุคลคนทั้งสามกลุ่มทำการประเมินตามแบบประเมินที่ผู้วิจัยจัดทำขึ้น

ผลจากการวิจัยพบว่าผู้บริหารสถานศึกษาทั้งสถานศึกษาที่ขัดสั่งและรับนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู เห็นชอบกับกรอบแนวคิดและรูปแบบการจัดการการฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูของนักศึกษาครุศาสตร์อุตสาหกรรม เฉลี่ยร้อยละ 100 และร้อยละ 93.34 ซึ่งผลการประเมินกิจกรรมตามรูปแบบของอาจารย์นิเทศและอาจารย์พี่เลี้ยง พบว่าทั้งสองกลุ่มเห็นด้วยกับรูปแบบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 100 และร้อยละ 94 ตามลำดับ ดังนั้นจึงสรุปได้ว่ากรอบแนวคิดและรูปแบบการจัดการการฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูของนักศึกษาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมีความเป็นไปได้ในการดำเนินการฝึกประสบการณ์ของนักศึกษาฝึกสอนให้มีประสิทธิภาพ และเพื่อให้ผู้วิจัยสามารถดำเนินการวิจัยเรื่อง “การพัฒนารูปแบบการจัดการการฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูของนักศึกษาครุศาสตร์อุตสาหกรรม” ได้ต่อไป

**คำสำคัญ:** อาจารย์พี่เลี้ยง อาจารย์นิเทศก์ การฝึกสอน การนิเทศการสอน

## Abstract

The purposes of this study were to develop a management model on teaching profession practicum for technical education students and to examine the feasibility of the developed model. The instruments used in this study were a management model on teaching profession practicum for technical education students and a form for assessing the feasibility of the conceptual framework and the constructed model. The researcher proposed his conceptual framework and the model to 19 administrators of the institutes sending and taking the student teachers, 5 teaching supervisors and 10 mentors, making a total of 34 people. The researcher collected the data in each target institute by himself. Those three groups of informants were asked to assess the model and its feasibility in the given form provided by the researcher.

It was found that the administrator group was satisfied with the conceptual framework and the proposed model average 100 % and 93.34 %. As for the supervisors and the mentors, both groups were also satisfied with the activities proposed in the developed model average 100 % and 94 % respectively. It could, therefore, be concluded that the proposed conceptual framework and the developed management model on teaching profession practicum for technical education students were feasible, which meant that the dissertation entitled "A Development of Management Model on Teaching Profession Practicum for Technical Education Students" could be carried on.

**Keywords:** mentors, teaching supervisors, teaching profession practicum, teaching supervision

## 1. บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัจจุบัน

กระบวนการผลิตครุช่างอุตสาหกรรมเริ่มจากนักศึกษาที่เข้าสู่การศึกษาในหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมจะเรียนรู้ในหมวดวิชาเฉพาะด้าน ได้แก่ กลุ่มวิชาชีพช่างและกลุ่มวิชาชีพครุ เมื่อสำเร็จการศึกษาจะเป็นบัณฑิตครุช่างอุตสาหกรรมที่ทำหน้าที่สอนนักศึกษาช่างที่อยู่ในสถาบันการศึกษาหรือเป็นวิทยากรฝึกอบรมในสถานประกอบการซึ่งนักศึกษาที่เข้ารับการศึกษาในหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมในชั้นปีสุดท้ายต้องปฏิบัติการสอนจริงเป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า 1 ปี ตามประกาศคณะกรรมการครุสภาก เรื่อง การรับรองปริญญาและประกาศนียบัตรทางการศึกษาเพื่อประกอบวิชาชีพ โดยนักศึกษาจะต้องจัดทำแผนการสอนรายวิชาซึ่งประกอบด้วย

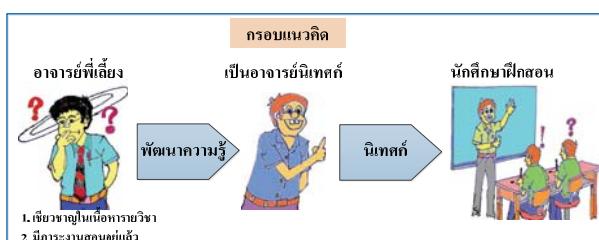
ใบเนื้อหา สื่อ แบบฝึกหัด และข้อสอบ แล้วนำแผนการสอนไปดำเนินการ ซึ่งก่อนการสอน ขยะสอน และหลังการสอน จะมีอาจารย์นิเทศก์อยู่ที่คำแนะนำ เพื่อให้นักศึกษาเกิดการพัฒนาทักษะการสอน

การจัดการการฝึกประสบการณ์วิชาชีพครุของนักศึกษาครุศาสตร์อุตสาหกรรมของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนาที่ผ่านมา ก่อนออกฝึกสอนนักศึกษาต้องทำแผนการสอนให้อาจารย์นิเทศก์ตรวจสอบและให้คำแนะนำ แต่อาจารย์นิเทศก์มีจำนวนจำกัด ประกอบกับวิชาที่นักศึกษาได้รับมานมีจำนวนหลากหลายเกินความเชี่ยวชาญในการให้คำแนะนำ ทำให้แผนการสอนไม่สมบูรณ์ เนื่องจากสอนสถานศึกษาที่นักศึกษาฝึกสอนไปปฏิบัติการสอนแต่ละแห่งมีระเบียบทางไกลทำให้การนิเทศทำได้ไม่ทั่วถึง ที่ผ่านมาการนิเทศจะสอน



ทำได้เพียง 1-2 ครั้งต่อนักศึกษาหนึ่งคน และในช่วงที่ไม่มีอาจารย์นิเทศก์ไปให้คำแนะนำ นักศึกษาที่ไม่ได้รับคำแนะนำนัก ก็จะไม่เกิดการพัฒนาทักษะการสอน ดังนั้นการนิเทศจึงฝากไว้ กับอาจารย์พี่เลี้ยง ซึ่งในการที่ฝากไว้กับอาจารย์พี่เลี้ยง อาจารย์พี่เลี้ยงบางท่านไม่สามารถรับภาระด้านครุศาสตร์อุตสาหกรรม จึงไม่สามารถให้การแนะนำได้อย่างถูกต้อง และนอกจากนั้น อาจารย์พี่เลี้ยงบางท่านเห็นว่ามีนักศึกษาฝึกสอนมาช่วยสอน แล้วจึงปล่อยให้นักศึกษาฝึกสอนทำหน้าที่แทน

จากการจัดการการฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูของนักศึกษา ครุศาสตร์อุตสาหกรรมแบบเดิม ที่มีผลให้นักศึกษาฝึกสอน ได้รับการนิเทศการสอนและการฝึกประสบการณ์ที่ไม่สมบูรณ์ ทั้งก่อนสอน ขณะสอน และหลังการสอน ผู้วิจัยจึงสนใจทำการ พัฒนารูปแบบการจัดการ การฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูของ นักศึกษาครุศาสตร์อุตสาหกรรม เพื่อให้นักศึกษาฝึกสอน สามารถนำประสบการณ์ที่ได้รับไปประยุกต์ใช้ประกอบอาชีพ ครูในฐานะบุคลากรในสถาบันการศึกษา หรือเป็นวิทยากร ฝึกอบรมในสถานประกอบการ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยมี ครอบแนวนิเทศ แบบดังแสดงในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ครอบแนวนิเทศ ในด้านการวิจัย

จากภาพที่ 1 อาจารย์พี่เลี้ยงมีความเชี่ยวชาญในเนื้อหาและมี ภาระงานสอนอยู่แล้ว หากได้รับความรู้ในการนิเทศและทำ หน้าที่เป็นอาจารย์นิเทศก์จะช่วยให้นักศึกษาฝึกสอนมีการฝึก ประสบการณ์การสอนที่สมบูรณ์

## 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อพัฒนา รูปแบบการจัดการการฝึก ประสบการณ์วิชาชีพครูของนักศึกษาครุศาสตร์อุตสาหกรรม

1.2.2 เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ของรูปแบบการ จัดการการฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูของนักศึกษาครุศาสตร์ อุตสาหกรรม

## 1.3 สมมุติฐานการวิจัย

1.3.1 ผู้บริหารสถานศึกษาทั้งสถานศึกษาที่จัดส่งและ รับนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู เห็นชอบกับรูปแบบ แนวคิดและรูปแบบการจัดการการฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู ของนักศึกษาครุศาสตร์อุตสาหกรรม

1.3.2 อาจารย์นิเทศก์และอาจารย์พี่เลี้ยงเห็นด้วยกับ รูปแบบการจัดการการฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูของนักศึกษา ครุศาสตร์อุตสาหกรรม

## 1.4 ขอบเขตของการวิจัย

1.4.1 การจัดการการฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูของ นักศึกษาครุศาสตร์อุตสาหกรรม จะจัดการเกี่ยวกับการทำความ ตกลงในความร่วมมือ การฝึกอบรมเพื่อพัฒนาผู้นิเทศ การ นิเทศการสอน การติดตามผล และการประชุมสัมมนาปัญหา การนิเทศ

1.4.2 การศึกษาความเป็นไปได้ของรูปแบบการ จัดการการฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูของนักศึกษาครุศาสตร์ อุตสาหกรรม เก็บรวบรวมข้อมูลจากผู้บริหารสถานศึกษาทั้ง สถานศึกษาที่จัดส่งและรับนักศึกษาฝึกสอน อาจารย์นิเทศ และจากอาจารย์พี่เลี้ยง

1.4.3 การดำเนินการเก็บข้อมูล ดำเนินการในช่วง เดือนมีนาคม พ.ศ. 2555

## 1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ

1.5.1 การพัฒนา หมายถึง การปรับปรุงของเก่าที่มีอยู่ แล้ว ให้ดีขึ้น มีความสมบูรณ์ และมีคุณภาพมากยิ่งขึ้น

1.5.2 รูปแบบ หมายถึง กระบวนการหรือวิธีการ ดำเนินงานอย่างเป็นระบบ แบบแผน ตามที่ผู้จัดฯ ได้ออกแบบ ไว้ซึ่งรวมถึงการปรับปรุงให้สิ่งที่มีอยู่แล้วดีขึ้น มีคุณภาพมี ประสิทธิภาพสูงขึ้น

1.5.3 การนิเทศการสอน หมายถึง การให้ความ ช่วยเหลือ แนะนำ หรือปรับปรุงวิธีการการสอน ของนักศึกษา ปฏิบัติการฝึกสอน ให้มีการพัฒนาในแนวทางที่ดีขึ้น

1.5.4 อาจารย์นิเทศก์ หมายถึง อาจารย์ประจำการ ณ ที่ส่งนักศึกษาออกฝึกสอนและได้รับแต่งตั้งให้ทำหน้าที่ให้ คำปรึกษาและข้อเสนอแนะต่างๆ แก่นักศึกษาฝึกสอน

1.5.5 อาจารย์พี่เลี้ยง หมายถึง อาจารย์ประจำวิชา ที่ สังกัด สำนักงานคณะกรรมการอุดมศึกษา (สอศ.) ที่ผู้บริหาร สถานศึกษามอบหมายให้ทำหน้าที่ให้คำแนะนำ ดูแล ช่วยเหลือ แก้ไขปัญหา ของนักศึกษาฝึกสอน

1.5.6 ผู้บริหาร หมายถึง ผู้ที่มีอำนาจในการตัดสินใจ ในการจัดส่งและรับนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู

## 1.6 ประโยชน์ของผลการวิจัย

1.6.1 สถานศึกษาที่มีระบบการจัดเรียนการสอนที่ นักศึกษาต้องออกปฏิบัติการฝึกสอนภายนอกสถานศึกษาที่ยัง ไม่มีระบบการจัดการการฝึกสอน สามารถนำรูปแบบไปใช้ใน การจัดการฝึกได้อย่างมีคุณภาพ

1.6.2 สถานศึกษาที่มีระบบการผลิตครุรุ ระบบ การศึกษาที่แตกต่างจากครุศาสตร์อุตสาหกรรม สามารถนำ รูปแบบไปประยุกต์ใช้เพื่อพัฒนาระบบการผลิตครุ ให้มี คุณภาพต่อไป

## 2. วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัย เรื่อง “การประเมินความเป็นไปได้ของรูปแบบการ จัดการการฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูของนักศึกษาครุศาสตร์ อุตสาหกรรม” มีลำดับขั้นตอนการดำเนินการดังต่อไปนี้

### 2.1 กำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นผู้บริหาร อาจารย์นิเทศ และอาจารย์พี่เลี้ยงของสถาบันการศึกษาที่มีการจัดส่งและรับ นักศึกษาฝึกสอนช่างอุตสาหกรรม

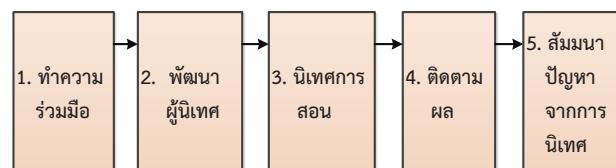
กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ ผู้บริหารสถานศึกษา อาจารย์นิเทศ และอาจารย์พี่เลี้ยง ในเขตพื้นที่ภาคเหนือ ภาค กลางและภาคใต้ จำนวน 34 คน

### 2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ 1) รูปแบบการจัดการ การฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูของนักศึกษาครุศาสตร์ อุตสาหกรรม 2) แบบประเมินความเป็นไปได้ของรูปแบบ

2.2.1 รูปแบบการจัดการการฝึกประสบการณ์วิชาชีพ ครูของนักศึกษาครุศาสตร์อุตสาหกรรม

รูปแบบรูปแบบการจัดการการฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู ของนักศึกษาครุศาสตร์อุตสาหกรรมประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังแสดงในภาพที่ 2



ภาพที่ 2 รูปแบบการจัดการการฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูของ นักศึกษาครุศาสตร์อุตสาหกรรม

ขั้นตอนที่ 1 ทำความร่วมมือ ใน การดำเนินงานทั้งสอง สถาบันต้องทำความตกลงในความร่วมมือ (MOU) เพื่อความ สะดวกในการติดต่อประสานงาน และดำเนินการแต่งตั้ง คณะกรรมการดำเนินงานทั้งสองฝ่ายเพื่อกำหนดบทบาทหน้าที่ ในความรับผิดชอบในการดำเนินงาน

ขั้นตอนที่ 2 พัฒนาผู้นิเทศ ใน การพัฒนาผู้นิเทศจะทำการ พัฒนาทั้งอาจารย์นิเทศก์และอาจารย์พี่เลี้ยงให้มีศักยภาพในการ เป็นอาจารย์นิเทศก์และการจัดทำแผนการสอน ให้มีหลักการ การนิเทศในทิศทางเดียวกัน

ขั้นตอนที่ 3 นิเทศการสอน ในขั้นตอนนี้ อาจารย์พี่เลี้ยงเป็น ผู้ให้คำแนะนำ ก่อนสอน ในขณะสอนจะจดบันทึกข้อนิเทศ และช่วยสอนช่อง เมื่อหาที่นักศึกษาฝึกสอน ให้เนื้อหา ผิดหรือยังไม่ส่วนบุรุษ ตลอดจนให้ข้อแนะนำเมื่อเสร็จสิ้นการ เรียนการสอนและประเมินผลการสอนในแต่ละครั้ง

ขั้นตอนที่ 4 ติดตามผล ในขั้นตอนนี้เป็นหน้าที่ของอาจารย์ นิเทศก์ในการติดตามผลสัมฤทธิ์ของนักศึกษาฝึกสอน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่สอนโดยนักศึกษา ฝึกสอน ตลอดจนร่วมกับอาจารย์พี่เลี้ยงแก้ไขปัญหาต่างๆ ที่ เกิดขึ้น

ขั้นตอนที่ 5 summanta panyaha ja ka nitek ในขั้นตอนนี้เป็น การประชุมผู้เกี่ยวข้อง เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลที่เป็นแนวทางใน การดำเนินงานและการพัฒนาอย่างต่อเนื่องในการจัดส่ง นักศึกษาฝึกสอนในครั้งต่อไป

2.2.2 แบบประเมินความเป็นไปได้ของรูปแบบ

วิธีการสร้างผู้วิจัยร่างแบบประเมินความเป็นไปได้และให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้อง ความเหมาะสมและทำการปรับปรุงแก้ไขแบบประเมินฉบับสมบูรณ์

#### 2.2.3 ลักษณะแบบประเมินความเป็นไปได้ รูปแบบแบ่งออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ประเด็นพิจารณาความเป็นไปได้ในแต่ละกิจกรรมการดำเนินงานของรูปแบบ

ตอนที่ 2 ข้อเสนอแนะทั่วไป

#### 2.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยนำเสนอกรอบแนวคิดและรูปแบบแก่กลุ่มผู้บริหารสถานศึกษาทั้งสถานศึกษาที่จัดส่งและรับนักศึกษาฝึกสอน กลุ่มอาจารย์นิเทศก์ และกลุ่มอาจารย์พี่เลี้ยงในแต่ละสถานศึกษาที่เป็นกลุ่มเป้าหมายด้วยตนเอง และให้บุคคลทั้งสามกลุ่มทำการประเมินความเป็นไปได้ของรูปแบบการฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูของนักศึกษาช่างอุตสาหกรรม 3 แห่งในภาพที่ 3



ภาพที่ 3 ผู้บริหาร อาจารย์นิเทศก์ และอาจารย์พี่เลี้ยง ทำการประเมินความเป็นไปได้ของรูปแบบฯ

#### 2.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลผู้วิจัยรวบรวมข้อมูลจากแบบประเมินฯ โดยใช้สถิติร้อยละและการวิเคราะห์ข้อเสนอแนะจากแบบสอบถามปลายเปิด ผู้วิจัยใช้วิธีการวิเคราะห์เนื้อหา (Content analysis) และสรุปเป็นค่าความถี่

### 3. ผลการดำเนินการวิจัย

#### 3.1 ผลการประเมินความเป็นไปได้ของรูปแบบฯโดย

ผู้บริหารสถานศึกษาทั้งสถานศึกษาที่จัดส่งและรับนักศึกษาฝึกสอน

ผู้วิจัยนำเสนอในรูปตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 1 ผลการประเมินความเป็นไปได้ของรูปแบบฯ โดยผู้บริหารที่จัดส่งนักศึกษาฝึกสอน

ข้อที่	ประเด็นพิจารณา	ผลการพิจารณา		
		เห็นชอบ	ไม่เห็นชอบ	รือยลักษณะ
1	การทำความตกลงร่วมมือ(MOU)	7	0	100
2	การแต่งตั้งคณะกรรมการดำเนินงาน	7	0	100
3	การเบิกค่าใช้จ่ายการดำเนินงาน	7	0	100
4	ให้มหาวิทยาลัยฯ เป็นศูนย์ดำเนินงาน	7	0	100
เฉลี่ยรวม		100		

ตารางที่ 2 ผลการประเมินความเป็นไปได้ของรูปแบบฯ โดยผู้บริหารที่รับนักศึกษาฝึกสอน

ข้อที่	ประเด็นพิจารณา	ผลการพิจารณา		
		เห็นชอบ	ไม่เห็นชอบ	รือยลักษณะ
1	การทำความตกลงร่วมมือ(MOU)	12	0	100
2	การแต่งตั้งคณะกรรมการดำเนินงาน	12	0	100
3	การอนุญาตให้อาจารย์พี่เลี้ยงเข้าอบรม	12	0	100
4	การเบิกค่าใช้จ่ายเข้าอบรมและสัมมนา	11	1	91.7
5	จัดให้การนิเทศเป็นภาระการสอน	9	3	75
เฉลี่ยรวม		93.34		

ผลการประเมินความเป็นไปได้ของรูปแบบฯ โดยผู้บริหารสถานศึกษาทั้งสถานศึกษาที่จัดส่งและรับนักศึกษาฝึกสอน พบว่าผู้บริหาร เห็นชอบกับกรอบแนวคิดและรูปแบบฯ เนื่องร้อยละ 100 และร้อยละ 93.34 โดยมีประเด็นพิจารณาข้อที่ 4 การเบิกค่าใช้จ่ายเข้าอบรมและสัมมนาผู้บริหารเห็นด้วยร้อยละ 91.7 และข้อที่ 5 จัดให้การนิเทศเป็นภาระการสอนแก่

อาจารย์พี่เลี้ยง ผู้บริหารเห็นด้วยร้อยละ 75 เนื่องจากผู้บริหารไม่เห็นใจว่าจะมีระเบียบการเพิ่มภาระชั่วโมงสอนจากการนิเทศ

### 3.2 ผลการประเมินความเป็นไปได้ของรูปแบบฯ โดย

อาจารย์นิเทศก์และอาจารย์พี่เลี้ยง

ผู้วิจัยนำเสนอในรูปตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 4 ผลการประเมินความเป็นไปได้ของรูปแบบฯ โดยอาจารย์นิเทศก์

ลำดับ	ประเด็นพิจารณา	ผลการพิจารณา		
		ดีมาก	ดีพอ	ดีอยู่ดี
1	การเข้ารับการฝึกอบรม	5	0	100
2	จัดให้การนิเทศเป็นภาระการสอน	5	0	100
3	อาจารย์พี่เลี้ยงทำหน้าที่เป็นผู้ประเมินผลการฝึกษาหลัก	5	0	100
4	ทำหน้าที่ประสานงานและร่วมกันแก้ปัญหากับอาจารย์พี่เลี้ยง	5	0	100
5	ร่วมกับอาจารย์พี่เลี้ยงเพื่อออกเกรด	5	0	100
6	สัมมนาปัญหาเพื่อการพัฒนาระบบ	5	0	100
เฉลี่ยรวม		100		

ตารางที่ 5 ผลการประเมินความเป็นไปได้ของรูปแบบฯ โดยอาจารย์พี่เลี้ยง

ลำดับ	ประเด็นพิจารณา	ผลการพิจารณา		
		ดีมาก	ดีพอ	ดีอยู่ดี
1	การเข้ารับการฝึกอบรม	10	0	100
2	การเป็นอาจารย์นิเทศก์ให้คำแนะนำแก่นักศึกษาฝึกสอน	9	1	90
3	ผู้บริหารจัดให้การนิเทศเป็นภาระการสอน	9	1	90
4	อาจารย์พี่เลี้ยงทำหน้าที่เป็นผู้ประเมินผลการฝึกษาหลัก	9	1	90
5	สัมมนาปัญหาเพื่อการพัฒนาระบบ	10	0	100
เฉลี่ยรวม		94		

ผลการประเมินความเป็นไปได้ของรูปแบบฯ พบว่าอาจารย์นิเทศและอาจารย์พี่เลี้ยงส่วนใหญ่เห็นด้วยกับรูปแบบการจัดการการฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูของนักศึกษาฝึกสอนช่างอุตสาหกรรมเฉลี่ยร้อยละ 100 และร้อยละ 94 ตามลำดับ

### 4. สรุปผลและข้อเสนอแนะ

งานวิจัย เรื่อง “การประเมินความเป็นไปได้ของรูปแบบการจัดการการฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูของนักศึกษาครุศาสตร์อุตสาหกรรม” มีวัตถุประสงค์ของการวิจัยเพื่อพัฒนารูปแบบการจัดการการฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูของนักศึกษาครุศาสตร์อุตสาหกรรม และเพื่อศึกษาความเป็นไปได้ของรูปแบบผลการวิจัยพบว่าผู้บริหารสถานศึกษาทั้งสถานศึกษาที่จัดส่งและรับนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูเห็นชอบกับกรอบแนวคิดและรูปแบบการจัดการการฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูของนักศึกษาครุศาสตร์อุตสาหกรรม และผลการประเมินกิจกรรมตามรูปแบบของอาจารย์นิเทศและอาจารย์พี่เลี้ยงพบว่าทั้งสองกลุ่มเห็นด้วยกับรูปแบบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่ากรอบแนวคิดและรูปแบบการจัดการการฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูของนักศึกษาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมีความเป็นไปได้ในการดำเนินการฝึกประสบการณ์ของนักศึกษาฝึกสอนให้มีประสิทธิภาพ และเพื่อให้ผู้วิจัยสามารถดำเนินการวิจัยเรื่อง “การพัฒนารูปแบบการจัดการการฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูของนักศึกษาครุศาสตร์อุตสาหกรรม” ได้ต่อไป

### 5. เอกสารอ้างอิง

- [1] รานินทร์ ศิลป์เจรู. “การวิจัยและวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วย SPSS”. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ:วี อินเตอร์พринท์ จำกัด, 2548.
- [2] สำนักงานเลขานุการครุศาสตร์. “คู่มือการดำเนินงานรับรองปริญญาและประกาศนียบัตรทางการศึกษาเพื่อประกอบวิชาชีพ” พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ครุสภากาแฟพรีว, 2550
- [3] สำนักงานคณะกรรมการกฤษฎีกา. “หลักเกณฑ์การรับรองมาตรฐานประสบการณ์วิชาชีพครูตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพครู” กรุงเทพฯ, 2550
- [4] หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต.มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา, 2553



## รูปแบบของระบบการประกันคุณภาพภายในสถานศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

### A Model of College's Internal Quality Assurance System Under the Office of the Vocational Education Commission

พ่องพรผล จรัสสินคารัตน์\*<sup>1</sup> สบสันต์ อุตกฤษฎ์\*<sup>2</sup>  
ลิริรักษ์ รัชชานติ\*<sup>3</sup> ชัยวิชิต เชียรชนะ\*<sup>2</sup>

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

*phongjar@hotmail.com*

#### บทคัดย่อ

การวิจัยเรื่องนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนารูปแบบของระบบการประกันคุณภาพภายในสถานศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ตามกฎหมายว่าด้วยระบบ หลักเกณฑ์ และวิธีการประกันคุณภาพการศึกษา พ.ศ. 2553 โดยมีวิธีการวิจัยประกอบด้วย 2 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนที่ 1 ร่างรูปแบบของระบบการประกันคุณภาพภายในสถานศึกษา โดยการศึกษาเอกสาร และข้อมูลจากการสัมภาษณ์ ขั้นตอนที่ 2 ประเมินประสิทธิภาพรูปแบบ โดยใช้วิธีการสนทนากลุ่มผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 12 คน ประเมินเกี่ยวกับความถูกต้อง ความเหมาะสม ความเป็นไปได้ และความเป็นประโยชน์ ผลการสนทนากลุ่มพบว่า รูปแบบของระบบการประกันคุณภาพภายในสถานศึกษา มีประสิทธิภาพ มีความถูกต้อง ความเหมาะสม ความเป็นไปได้ ความเป็นประโยชน์อยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยในการพร้อม 4.917 โดยมีคณะกรรมการการประกันคุณภาพภายในสถานศึกษา ทำหน้าที่ พัฒนาระบบการประกันคุณภาพภายในสถานศึกษา กำกับ ติดตามการดำเนินงาน การประกันคุณภาพภายในสถานศึกษา และอนุมัติมาตรฐานการประกันคุณภาพภายในสถานศึกษา ประกอบด้วยคณะกรรมการย่อย 3 คณะ ๆ ได้แก่ 1) คณะกรรมการพัฒนาคุณภาพการศึกษา ทำหน้าที่พัฒนาระบบการประกันคุณภาพภายในสถานศึกษา โดยจัดทำมาตรฐาน/ตัวบ่งชี้การประกันคุณภาพภายในสถานศึกษา และจัดทำคู่มือการประกันคุณภาพภายในสถานศึกษา 2) คณะกรรมการติดตามตรวจสอบคุณภาพการศึกษา ทำหน้าที่พัฒนาระบบการติดตาม ตรวจสอบคุณภาพการศึกษาของสถานศึกษา โดยจัดทำคู่มือการนิเทศ ติดตาม ตรวจสอบการดำเนินงาน ให้คำแนะนำ ปรึกษา รายงานการนิเทศ และ 3) คณะกรรมการประเมินคุณภาพภายใน ทำหน้าที่พัฒนาระบบการประเมินคุณภาพภายในสถานศึกษา โดยจัดทำคู่มือการประเมินคุณภาพภายในสถานศึกษา จัดทำการประเมิน และรายงานผลการประเมิน มีระยะเวลาในการดำเนินการ 4 ปี

**คำสำคัญ:** รูปแบบการประกันคุณภาพ ระบบการประกันคุณภาพ การประกันคุณภาพภายใน

## Abstract

*The main purpose of this study was to develop a model of college's internal quality assurance system in Office of the Vocational Education Commission according to the Ministerial Regulations of Education on Systems, Principles and Methods of Educational Quality Assurance B.E. 2553. The research was carried out in 2 stages. In Stage 1, a model of college's internal quality assurance system in Office of the Vocational Education Commission was drafted by using information from document reviews and interviews. In Stage 2, the efficiency of the model was tested through a focus group of 12 experts in order to evaluate the correctness, appropriateness, possibility, and advantages. It was found that the model of college's internal quality assurance system in Office of the Vocational Education Commission was efficient with the correctness, appropriateness, possibility, and advantages at the highest level. The mean in general was 4.917. The major functions of committee for college's internal quality assurance were to develop a college's internal quality assurance system, to monitor the operations of college's internal quality assurance, and to approve the standards of college's internal quality assurance. The committee comprised 3 sub-committees. The education quality development sub-committee was to develop the college's internal quality assurance system by establishing standards/indicators for the college's internal quality assurance and producing handbooks for the college's internal quality assurance. The education quality monitoring and inspection sub-committee was to develop the college's education quality monitoring and inspection system by producing handbooks for supervision, monitoring and inspection of operations, and providing suggestions, consultations and supervising reports. The internal quality audit sub-committee was to develop the college's internal quality audit by producing handbooks for the college's internal quality audit, conducting audits and reporting the audits. The term of each sub-committee was 4 years*

**Keywords:** Quality Assurance, Quality Assurance System, Internal Quality Audit/Assurance

### 1. บทนำ

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 ปรับปรุง 2545 หมวด 6 มาตรฐานและการประกันคุณภาพการศึกษามาตรา 48 กำหนดให้หน่วยงานต้นสังกัดและสถานศึกษาจัดให้มีระบบการประกันคุณภาพภายในสถานศึกษาและให้อธิบายการประกันคุณภาพภายในเป็นส่วนหนึ่งของการบริหารการศึกษาที่ต้องดำเนินการอย่างต่อเนื่อง โดยมีการจัดทำรายงานประจำปีเสนอต่อหน่วยงานต้นสังกัด หน่วยงานที่เกี่ยวข้องและเปิดเผยต่อสาธารณะเพื่อนำไปสู่คุณภาพและมาตรฐานการศึกษา ต่อมากจะตรวจศึกษาธิการ ได้มีกฎกระทรวงว่าด้วยระบบ หลักเกณฑ์และวิธีการประกันคุณภาพการศึกษา พ.ศ. 2553 กำหนดไว้ว่าระบบการประกันคุณภาพภายในเพื่อการพัฒนาคุณภาพการศึกษาและพัฒนามาตรฐานการศึกษาทุกระดับต้องประกอบไปด้วย การประเมินคุณภาพภายใน การติดตามตรวจสอบคุณภาพการศึกษา และการพัฒนาคุณภาพการศึกษา

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษาได้มีการพัฒนาระบบการประกันคุณภาพภายในโดยส่งเสริมให้สถานศึกษาในสังกัดดำเนินการประกันคุณภาพภายในผสานอยู่ในกระบวนการบริหารจัดการและกระบวนการทำงานปกติกับ

งานในหน้าที่ที่รับผิดชอบโดยใช้วงจรคุณภาพของเดนมิง (P-D-C-A) แต่จากการศึกษาของอมรวิชช์ [1] ที่ได้เสนอในรายงานการติดตามผลการประเมินและรับรองมาตรฐานการอุดมศึกษาระดับต่ำกว่าปริญญาตรี พบว่าสถานศึกษาสังกัดกรมอาชีวศึกษายังคงพึ่งพาระบบการติดตาม ตรวจสอบจากต้นสังกัดค่อนข้างมาก มีการเริ่มงานประกันคุณภาพโดยสถานศึกษาน้อย และสูนีย์ [2] ได้ศึกษาเกี่ยวกับสภาพการดำเนินการประกันผลภายในและความต้องการรับการสนับสนุนการดำเนินการประกันผลภายในสถานศึกษา ประเภทอาชีวศึกษา เทศการศึกษา 6 พบว่า สถานศึกษามีการดำเนินการด้านการแก้ไขปรับปรุงซ้ำที่สุด นอกจากนี้ ผ่องพรผล [3] ได้สรุปไว้ว่าการติดตามและตรวจสอบคุณภาพการศึกษาและประเมินคุณภาพในของสถานศึกษาส่วนใหญ่ไม่สมบูรณ์ และสูนีย์ [4] กล่าวว่าปัญหาการประกันคุณภาพภายในที่สำคัญคือ ขาดการนำมาตรฐานการอาชีวศึกษาไปร่วมจัดทำแผนพัฒนาคุณภาพสถานศึกษา ขาดการกำหนดภารกิจการประกันคุณภาพให้บุคลากรปฏิบัติ ขาดการติดตาม ตรวจสอบคุณภาพ ซึ่งสูญไปได้ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษามีปัญหาเกี่ยวกับกลไกการประกันคุณภาพภายใน กล่าวคือขาดระบบการประเมินคุณภาพภายในที่ชัดเจน ไม่มี



การวางแผนสร้างระบบการบริหารงานประกันคุณภาพภายในที่ดีด้เจน ไม่มีการกำหนดมาตรฐานการประกันคุณภาพภายในสถานศึกษา และที่สำคัญ คือบุคลากรขาดความรู้ความเข้าใจดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจที่จะพัฒนารูปแบบระบบการประกันคุณภาพภายในสถานศึกษาของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ตามกฎกระทรวงที่ระบุไว้ ตามที่คณะกรรมการการอาชีวศึกษาได้กำหนดไว้ ตามที่ระบุไว้ในพระราชบัญญัติการประกันคุณภาพการศึกษา พ.ศ. 2553

## 2. วัตถุประสงค์

เพื่อพัฒนารูปแบบของระบบการประกันคุณภาพภายในสถานศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ตามกฎกระทรวงว่าด้วยระบบ หลักเกณฑ์ และวิธีการประกันคุณภาพการศึกษา พ.ศ. 2553 ซึ่งประกอบด้วยการพัฒนาคุณภาพการศึกษา การติดตาม ตรวจสอบคุณภาพการศึกษา และการประเมินคุณภาพภายใน

## 3. วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

สมหวัง [5] กล่าวว่า วิธีการประกันคุณภาพภายในที่ดีจะต้องเป็นระบบที่มีทั้งปัจจัยนำเข้า กระบวนการและผลลัพธ์ที่คาดหวัง มีทั้งระบบพัฒนาคุณภาพ ระบบติดตามคุณภาพ และระบบประเมินตนเอง เป็นระบบที่สถานแห่งแต่ละแห่งพัฒนาขึ้น โดยดึงชุมชนเข้ามามีส่วนร่วมด้วยการส่งเสริมสนับสนุนจากต้นสังกัด มิใช่ควบคุมสั่งการจากต้นสังกัด และที่สำคัญคือจะต้องผสมผสานกับงานปกติ กล่าวคือบูรณาการเชื่อมโยงกับปฏิรูปการเรียนรู้ การสอน การพัฒนาบุคลากร และการบริหารฐานโรงเรียน สุวิมล [6] ได้ทำการวิจัยและพัฒนาระบบการประเมินภายในของสถานศึกษา พนวจระบบการประเมินภายในประกอบด้วย 5 ระบบ ได้แก่ การวางแผนการปฏิบัติ ระบบข้อมูลและการประมวลผล ระบบการตรวจสอบการประเมิน ระบบการรายงานผลการประเมิน และระบบการใช้ผลการประเมิน ซึ่งมีกิจกรรมดำเนินงาน ตลอดล็อกกับขั้นตอนการทำงานตามวงจร P-D-C-A วิชัยร [7] ได้พัฒนาระบบประกันคุณภาพภายในของโรงเรียนอาชีวศึกษาเอกชน พนวจ ประกอบด้วย 3 ระบบคือ ระบบการบริหารคุณภาพ ระบบการจัดการคุณภาพ และระบบปฏิบัติการคุณภาพ โดยระบบบริหารและระบบจัดการ เป็นระบบสนับสนุนระบบปฏิบัติการ ชนิดชั้นเรียน [8] ได้พัฒนารูปแบบการประกันคุณภาพภายในสถานศึกษาระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน: การประเมินแบบเสริมพลัง พนวจ ประกอบด้วย 3

มิติหลัก ได้แก่ เกณฑ์การประเมิน วิธีการประกันคุณภาพภายใน และการประเมิน ซึ่ง 3 มิตินี้ส่วนประกอบที่สัมพันธ์กันโดยวิธีการคือ การฝึกอบรม การให้คำปรึกษา และการอำนวยความสะดวก ซึ่งจะเห็นได้ว่าระบบการประกันคุณภาพภายในของโรงเรียนอาชีวศึกษาเอกชนมีลักษณะเฉพาะและแตกต่างจากมาตรฐาน ดังนั้นรูปแบบของระบบการประกันคุณภาพภายในสถานศึกษาของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษาควรมีลักษณะเฉพาะและแตกต่างจากโรงเรียนอาชีวศึกษาเอกชนและสถานศึกษาระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน โดยรูปแบบของระบบการประกันคุณภาพภายในสถานศึกษา ลักษณะสำคัญคือจะต้องมีทั้งกระบวนการและระบบการประกันคุณภาพภายในที่สัมพันธ์และเชื่อมโยงกับโรงเรียนและหน้าที่ในการปฏิบัติงานในสถานศึกษา

## 4. วิธีการดำเนินการวิจัย

วิธีการดำเนินการวิจัยแบ่งออกเป็นขั้นตอน ดังนี้

4.1 ร่างรูปแบบของระบบการประกันคุณภาพภายในสถานศึกษา ลักษณะสำคัญคือจะต้องมีทั้งกระบวนการและระบบการประกันคุณภาพภายในที่สัมพันธ์และเชื่อมโยงกับโรงเรียนและหน้าที่ในการปฏิบัติงานในสถานศึกษา 5 แห่ง ได้แก่ วิทยาลัยเทคนิคบุรีรัมย์ วิทยาลัยอาชีวศึกษากลุ่มนบุรี วิทยาลัยสารพัดช่างบุรีรัมย์ วิทยาลัยการอาชีพไชยา และวิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีศูนย์ศิลปาชีพบางไทร พนวจ

4.1.1 สถานศึกษาใช้มาตรฐานการประกันคุณภาพภายในตามมาตรฐานการอาชีวศึกษาที่สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษากำหนด

4.1.2 สถานศึกษามีโรงเรียนการบริหารสถานศึกษา โดยมีหัวหน้างานประกันคุณภาพและมาตรฐานการศึกษาทำหน้าที่ดูแลและระบบการประกันคุณภาพภายในสถานศึกษา ภายใต้กำกับของรองผู้อำนวยการฝ่ายแผนงานและความร่วมมือ นักศึกษาที่เข้ามาศึกษาในสถานศึกษาได้จัดทำคำสั่งให้ครุฑ์ที่มีความรู้ความสามารถดี รับผิดชอบในการดูแลมาตรฐาน/ตัวบ่งชี้

## การประกันคุณภาพภายใน กระบวนการทำงานและเก็บรวบรวมข้อมูล

4.1.3 มีการติดตาม ตรวจสอบการดำเนินงานเฉพาะในส่วนที่เป็นการดำเนินงานโดยโครงการแต่ไม่พูดคิดตามตรวจสอบการทำงานที่เป็นงานปกติและไม่พบว่ามีการนิเทศภายในสถานศึกษาที่ชัดเจน

4.1.4 การประเมินคุณภาพภายในพบว่ามีการพิจารณาดัดเลือกครูและแต่งตั้งเป็นคณะประเมินคุณภาพภายในสถานศึกษาเป็นทีมโดยประเมินตามแผนกวิชา ตามเกณฑ์ที่กำหนดโดยสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

จากนั้นนำข้อมูลดังกล่าวไปจัดทำร่างรูปแบบด้วยตนเอง

4.2 ประเมินประสิทธิภาพรูปแบบ โดยใช้วิธีการสนทนากลุ่มผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 12 คน ประเมินเกี่ยวกับความถูกต้อง ความเหมาะสม ความเป็นไปได้ และความมีประโยชน์ โดยกำหนดให้

4.2.1 ประสิทธิภาพของรูปแบบประกันคุณภาพภายในสถานศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา หมายถึง รูปแบบที่มีความถูกต้อง ความเหมาะสม ความเป็นไปได้ และความเป็นประโยชน์

4.2.2 ความถูกต้อง หมายถึง ความถูกต้องตามกฎหมายศึกษาธิการว่าด้วยระบบหลักเกณฑ์และวิธีการประกันคุณภาพการศึกษา พ.ศ. 2553

4.2.3 ความเหมาะสม หมายถึง มีความชัดเจนเพียงพอต่อการนำไปดำเนินการในสถานศึกษา และส่งเสริมกระบวนการทำงานของบุคลากรให้เป็นระบบ

4.2.4 ความเป็นไปได้ หมายถึง สามารถนำไปปฏิบัติงานในสถานศึกษาได้ ยอมรับได้ และคุ้มค่า

4.2.5 ความเป็นประโยชน์ หมายถึง มีประโยชน์ต่อการพัฒนาสถานศึกษา ผู้บริหาร ครุบุคลากรในสถานศึกษา และนักศึกษา

## 5. ผลการดำเนินงาน

รูปแบบของระบบการประกันคุณภาพภายในสถานศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ตามกฎหมายศึกษาธิการว่าด้วยระบบหลักเกณฑ์การประกันคุณภาพภายในสถานศึกษาที่พัฒนาขึ้น มีรายละเอียดดังนี้

5.1 คณะกรรมการประกันคุณภาพภายในสถานศึกษา ประกอบด้วยประธานกรรมการซึ่งเป็นผู้ทรงคุณวุฒิจากภายนอก กรรมการที่เป็นผู้ทรงคุณวุฒิภายใน 2 คน

ผู้อำนวยการสถานศึกษาเป็นกรรมการและเลขานุการรองผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการเป็นกรรมการและผู้ช่วยเลขานุการรองผู้อำนวยการฝ่ายกิจการพัฒนาศักยภาพเรียนนักศึกษาเป็นกรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ รองผู้อำนวยการฝ่ายแผนงานและความร่วมมือเป็นกรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ รองผู้อำนวยการฝ่ายบริหารทรัพยากรเป็นกรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ ทำหน้าที่พัฒนาระบบการประกันคุณภาพภายในสถานศึกษา กำกับ ติดตามการดำเนินงานการประกันคุณภาพภายในสถานศึกษา และอนุมัติตามมาตรฐานการประกันคุณภาพภายในสถานศึกษา ระยะเวลาในการดำเนินการ 4 ปี และผลการประเมินคณะกรรมการประกันคุณภาพภายในสถานศึกษา มีประสิทธิภาพ โดยมีความถูกต้อง ความเหมาะสม ความเป็นไปได้ ความเป็นประโยชน์อยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยในภาพรวม 4.899

นอกจากนี้พบว่าคณะกรรมการประกันคุณภาพภายในสถานศึกษา กรรมกิจกรรมการอนุกรรมการ 3 คณะ ได้แก่

5.1.1 คณะกรรมการพัฒนาคุณภาพการศึกษา ประกอบด้วย ผู้อำนวยการสถานศึกษาเป็นประธานกรรมการ รองผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการเป็นรองประธานกรรมการ รองผู้อำนวยการฝ่ายพัฒนาศักยภาพเรียนนักศึกษาเป็นรองประธานกรรมการ ตัวแทนจากสถานประกอบการไม่น้อยกว่า 2 คน เป็นกรรมการ หัวหน้าแผนกวิชาในสถานศึกษาทุกแผนกเป็นกรรมการ หัวหน้างานประกันคุณภาพและมาตรฐานการศึกษา เป็นกรรมการและเลขานุการหัวหน้างานวางแผนและงบประมาณ เป็นกรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ มีหน้าที่พัฒนาระบบการพัฒนาคุณภาพการศึกษาของสถานศึกษา โดยดำเนินการจัดทำมาตรฐาน/ตัวบ่งชี้การประกันคุณภาพภายในสถานศึกษา และจัดทำคู่มือการประกันคุณภาพภายในสถานศึกษา ระยะเวลาในการดำเนินการ 4 ปี และผลการประเมินคณะกรรมการพัฒนาคุณภาพการศึกษา มีประสิทธิภาพ โดย มีความถูกต้อง ความเหมาะสม ความเป็นไปได้ ความมีประโยชน์อยู่ในระดับมากที่สุดมีค่าเฉลี่ยในภาพรวม 4.895

5.1.2 คณะกรรมการติดตามตรวจสอบคุณภาพการศึกษา ประกอบด้วยผู้อำนวยการสถานศึกษาเป็นประธานกรรมการ รองผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการเป็นรองประธานกรรมการ รองผู้อำนวยการฝ่ายพัฒนาศักยภาพเรียนนักศึกษาเป็นรองประธานกรรมการ รองผู้อำนวยการฝ่ายแผนงานและความร่วมมือ เป็นรองประธานกรรมการ รองผู้อำนวยการฝ่าย



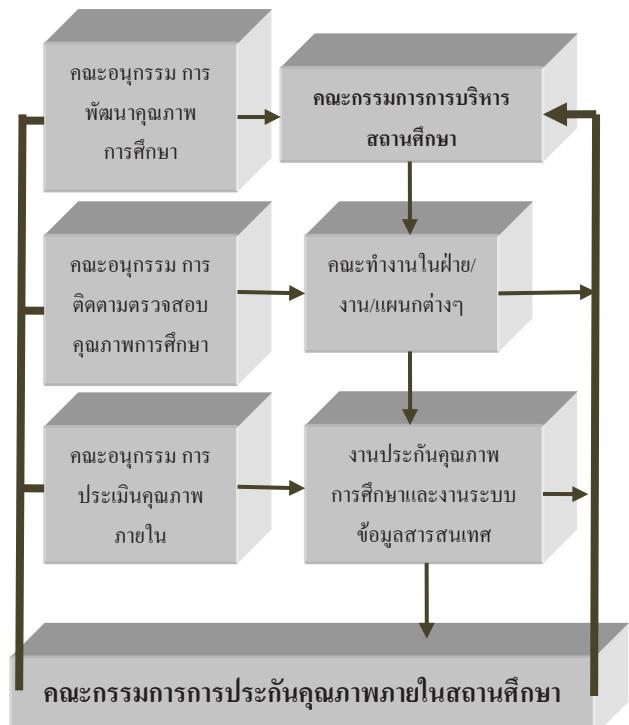
บริหารทรัพยากรเป็นรองประธานกรรมการ หัวหน้าแผนกวิชา ในสถานศึกษาทุกแผนกเป็นกรรมการ หัวหน้างานวิจัย พัฒนานวัตกรรมและสิ่งประดิษฐ์ เป็นกรรมการและเลขานุการ หัวหน้างานประกันคุณภาพและมาตรฐานการศึกษา เป็นกรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ มีหน้าที่พัฒนาระบบการติดตาม ตรวจสอบคุณภาพการศึกษาของสถานศึกษา โดยจัดทำคู่มือการนิเทศ ติดตาม ตรวจสอบการดำเนินงาน ให้คำแนะนำ ปรึกษา รายงานการนิเทศ ระยะเวลาในการดำเนินงาน 4 ปี และผลการประเมินคุณภาพ ตามการติดตาม ตรวจสอบ คุณภาพการศึกษา มีประสิทธิภาพ โดยมีความถูกต้อง ความเหมาะสม ความเป็นไปได้ ความมีประโยชน์ อยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยในภาพรวม 4.972

5.1.3 คณะกรรมการประเมินคุณภาพภายใน ประกอบด้วยผู้อำนวยการสถานศึกษาเป็นประธานกรรมการ รองผู้อำนวยการฝ่ายพัฒนา กิจกรรมนักเรียนนักศึกษาเป็นรองประธานกรรมการ รองผู้อำนวยการฝ่ายแผนงานและความร่วมมือเป็นรองประธานกรรมการ รองผู้อำนวยการฝ่ายบริหาร ทรัพยากรเป็นรองประธานกรรมการ ตัวแทนจากสถานประกอบการหรือบุคคลภายนอกที่มีความเชี่ยวชาญเฉพาะสาขาวิชาไม่น้อยกว่า 2 คนเป็นกรรมการ หัวหน้างานประกันคุณภาพและมาตรฐานการศึกษาเป็นกรรมการและเลขานุการ หัวหน้างานวัดและประเมินผล เป็นกรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ มีหน้าที่ พัฒนาระบบการประเมินคุณภาพภายในสถานศึกษา โดยจัดทำคู่มือการประเมินคุณภาพภายใน สถานศึกษา จัดทำการประเมิน และรายงานผลการประเมินระยะเวลาในการดำเนินงาน 4 ปี และผลการประเมิน คณะกรรมการประเมินคุณภาพภายใน มีประสิทธิภาพ โดยมีความถูกต้อง ความเหมาะสม ความเป็นไปได้ ความมีประโยชน์ อยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยในภาพรวม 4.902

คณะกรรมการและคณะกรรมการบริหารสถานศึกษา และคณะกรรมการของสถานศึกษา ดังแผนภาพข้างล่าง



ภาพที่ 1 รูปแบบของระบบการประกันคุณภาพภายใน สถานศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา



ภาพที่ 2 ความสัมพันธ์ของรูปแบบของระบบการประกันคุณภาพภายในสถานศึกษา กับการดำเนินงานของสถานศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

## 6. บทสรุป

6.1 จากการวิจัยพบว่ารูปแบบของระบบการประกันคุณภาพภายในสถานศึกษา สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา มีประสิทธิภาพ มีความถูกต้อง ความเหมาะสม ความเป็นไปได้ และความมีประสิทธิภาพสูงในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยในภาพรวม 4.917 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.14 โดยมีคณะกรรมการประกันคุณภาพภายในสถานศึกษา ประกอบด้วยคณะกรรมการพัฒนาคุณภาพการศึกษา คณะกรรมการติดตาม ตรวจสอบคุณภาพการศึกษา และคณะกรรมการประเมินคุณภาพภายใน

6.2. ใน การวิจัยครั้งนี้ เป็นการพัฒนารูปแบบโดยการหาประสิทธิภาพ ใช้การสนทนากลุ่มผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 12 ท่าน รูปแบบนี้ยังไม่ได้นำไปทดลองใช้ในสถานศึกษา ดังนั้น จึงควรทดลองนำไปใช้ในสถานศึกษาต่อไป

6.3 อย่างไรก็ตามยังมีสถานศึกษาอีกจำนวนมากที่ผลิต และพัฒนาบุคลากรในระดับอาชีวศึกษาที่มีโครงสร้างที่แตกต่างออกไป ซึ่งสถานศึกษาเหล่านี้อาจจะปรับรูปแบบให้เหมาะสมกับบริบทของสถานศึกษาของตนเองได้ เช่น จำนวนคณะกรรมการ ระยะเวลาในการดำเนินการ ตำแหน่ง เป็นต้น

## 7. เอกสารอ้างอิง

- [1] อมรริชช์ นาครทรรพ, “คุณภาพและการประกันคุณภาพในวิถีทัศน์ การปฏิรูปการศึกษาไทย”, กรุงเทพมหานคร, สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ สำนักนายกรัฐมนตรี, 2543.
- [2] สุนิช บุญทิม, “การศึกษาสภาพการดำเนินงานการประเมินผลภายใน และความต้องการรับการสนับสนุนการดำเนินการ ประเมินผลภายในของสถานศึกษาประเภทอาชีวศึกษา เขต การศึกษา ”. รายงานการวิจัยสำนักพัฒนาการศึกษาสถานะและวัฒนธรรม, กระทรวงศึกษาธิการ, 2544.
- [3] ผ่องพรพรรณ จารัสินธารัตน์, “สรุปข้อเสนอแนะของ สมศ. เกี่ยวกับ การประกันคุณภาพภายในของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา”, เอกสารประกอบคำบรรยาย สำนักมาตรฐานการ อาชีวศึกษาและวิชาชีพ, สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา, 2552.
- [4] สุบิน แพทัยรัตน์, “คู่มือการดำเนินการประกันคุณภาพภายใน ตาม ระเบียบสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษาฯ ด้วยการบริหาร สถานศึกษา พ.ศ. 2552 กรุงเทพมหานคร สำนักวิทยาลัยเทคนิคและวิทยาลัยการ อาชีพ”, ศูนย์ส่งเสริมและพัฒนาอาชีวศึกษาภาคเหนือ, สำนักงาน คณะกรรมการการอาชีวศึกษา, 2552.
- [5] สมหวัง พิชัยนุวัตร, “การประกันคุณภาพการศึกษา”, จุลสาร สำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา, ฉบับที่ 12, น.1, 2545.
- [6] สุวิมล วงศานนิช, “การวิเคราะห์และพัฒนาระบบประเมินผลภายใน ของสถานศึกษา”, กรุงเทพมหานคร, บริษัทพิมพ์ดี, 2543.
- [7] วิเชียร พันธ์เครื่องนุ่ร, “การพัฒนาระบบการประกันคุณภาพภายใน โรงเรียนอาชีวศึกษาเอกชน”, วารสารศึกษาศาสตร์, ปีที่ 16 ฉบับที่ 2, น.89-101, 2547.
- [8] ชนน์ชรรษ วรอินทร์, “การพัฒนารูปแบบการประกันคุณภาพภายใน สถานศึกษา ระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน: การประเมินแบบ เสตมพลัง”, ปริญญานิพนธ์การศึกษาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาการ ทดสอบและวัดผลการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย ศรีนครินทร์วิโรฒ ประสานมิตร, 2549.

\*<sup>1</sup> นักศึกษาปริญญ่าเอก สาขาวิชาบริหารอาชีวะและเทคนิคศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

\*<sup>2</sup> อาจารย์ประจำภาควิชานริหารอาชีวะและเทคนิคศึกษา คณะครุศาสตร์ อุดสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

\*<sup>3</sup> ที่ปรึกษา สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ



การศึกษาการยอมรับผู้สำเร็จการศึกษาหลักสูตรเที่ยบโอนประสบการณ์ สาขาวิชาช่างยนต์  
ในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ  
**A Study of Acceptability of Graduates in the Recognition of Prior in Auto-Mechanics, Diploma level in the North Eastern Region**

พูลสวัสดิ์ เหลาเตว<sup>1</sup> บรรจบ อรชร<sup>2</sup> และอนุศิษฐ์ อันนานะตระกูล<sup>3</sup>

<sup>1</sup> สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

<sup>2,3</sup> ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาระดับการยอมรับผู้สำเร็จการศึกษาหลักสูตรเที่ยบโอนความรู้และประสบการณ์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาช่างยนต์ ของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และเปรียบเทียบระดับการยอมรับผู้สำเร็จการศึกษา การเก็บรวบรวมข้อมูลสถานประกอบการ 32 แห่ง ประชากรเป็นผู้สำเร็จการศึกษา หลักสูตรเที่ยบโอนความรู้และประสบการณ์ จำนวน 132 คน โดยใช้แบบสอบถาม ซึ่งมีค่าความเชื่อมั่นจากการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลfa ( $\alpha$ -Coefficient) ของ Cronbach มีค่าเท่ากับ 0.908 สถิติที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน การวิเคราะห์ เมริบันเทียนความแตกต่างของระดับการยอมรับผู้สำเร็จการศึกษาหลักสูตรเที่ยบโอนความรู้และประสบการณ์ โดยใช้การวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วย  $t$ -test และ ใช้  $F$ -test เพื่อวิเคราะห์ความแตกต่างของระดับการยอมรับเป็นรายกลุ่ม เมริบันเทียนความแตกต่างเป็นรายคู่ โดยใช้วิธีของ Scheffe (จากการศึกษา 1) พบว่าเจ้าของสถานประกอบการ ผู้บริหาร หัวหน้างาน มีระดับการยอมรับผู้สำเร็จการศึกษา หลักสูตรเที่ยบโอนความรู้และประสบการณ์ ด้านความรู้ทางวิชาการมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก ( $\mu = 3.80, \sigma = 0.06$ ) การยอมรับ ด้านทักษะในการปฏิบัติงาน มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก ( $\mu = 3.55, \sigma = 0.08$ ) การยอมรับด้านเขตคติในการปฏิบัติงาน มีค่าเฉลี่ยอยู่ ในระดับมาก ( $\mu = 4.07, \sigma = 0.77$ ) และการยอมรับด้านมนุษยสัมพันธ์ มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก ( $\mu = 4.04, \sigma = 0.75$ ) 2) ผลการ เปรียบเทียบความแตกต่าง ของระดับการยอมรับผู้สำเร็จการศึกษาหลักสูตรเที่ยบโอนความรู้และประสบการณ์ สาขาวิชาช่างยนต์ ของสถานประกอบการ พบว่า จากการทดสอบค่าที่ ( $T$ -test) ประเภทหน่วยงานระหว่างหน่วยงานภาครัฐและหน่วยงานภาคเอกชน ประเภทของงานระหว่างงานการบริการและงานผลิต มีระดับการยอมรับแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และจากการทดสอบค่าอฟ ( $F$ -test) ขนาดของหน่วยงาน และระดับของเทคโนโลยีที่ใช้กับงาน มีระดับการยอมรับแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

**คำสำคัญ:** ผู้สำเร็จการศึกษา, ความรู้วิชาการ, ทักษะ, เจตคติ, มนุษยสัมพันธ์

## Abstract

The purpose of research is to study level of acceptance in the graduates of the Recognition of Prior Learning for high vocation education program in technical automotive division in the college of vocational Education Commission at the Northeastern and comparative the graduates of the RPL in the factors of industrial kind, industrial size, kind of the work and level of technology used on the job. The researchers complies 32 factories and 132 populations for collecting data. The research tool is questionnaires have 0.908 for reliability values. The statistics using for analyzing general data are percentage, mean, and standard deviation. The analysis compares with the difference of acceptance graduate course level compares with to RPL, by use difference analysis of the average with, t-test, and F-test for analysis the difference of acceptance level of each group, the comparison of difference with matching data uses the Scheffe analysis. The research results show that ; 1) academic recognition affairs was at the high level ( $\mu=3.80, \sigma=0.06$ ) acceptance of skills in practice at high level ( $\mu=3.55, \sigma=0.08$ ), acceptance of attitudes was at the high level ( $\mu=4.07, \sigma=0.77$ ), and acceptance of the human relations affairs was at the high level ( $\mu=4.04, \sigma=0.75$ ) 2).The comparison of difference with matching data uses the Scheffe, results show that a kind of work ,between the work serves and the work produce type of organization between official and enterprise Sectors are the significance of difference level at 0.05 used T-test, and , industrial kind , the size of an institute , and the level of the Technology that applies to the work are the significance of difference level at 0.05 used F-test

**Keyword:** Graduates, knowledge, Skills, Attitudes, Human

## 1. บทนำ

จากพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ ( พ.ศ. 2542 ) ที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 มาตรา 15 [1] กำหนดให้การจัดการศึกษามีสามรูปแบบ คือ การศึกษาในระบบการศึกษานอกระบบ และการศึกษาตามอัธยาศัย และให้ผู้เรียนสามารถนำผลการเรียนที่สะสมไว้มาเทียบโอนในระหว่างรูปแบบเดียวกัน หรือต่างรูปแบบได้ ไม่ว่าจะเป็นผลการเรียนจากสถานศึกษาเดียวกันหรือไม่ก็ตาม รวมทั้งจากการเรียนรู้นอกระบบและตามอัธยาศัย จากการฝึกอาชีพ ประสบการณ์ชีวิต หรือจากประสบการณ์การทำงาน การเทียบโอนความรู้และประสบการณ์เข้าสู่หน่วยกิตจะช่วยให้ผู้ประกอบอาชีพสามารถพัฒนาสมรรถนะตนจนได้ดุณ ปวช. หรือ ปวส. ที่มีมาตรฐานแต่ละสาขาวิชาอย่างชัดเจนในระยะเวลาที่น้อยกว่านักเรียน นักศึกษาปกติที่ศึกษาในระบบเพียงอย่างเดียว การเทียบโอนประสบการณ์อาชีพ เป็นการประเมินรายบุคคลตามเกณฑ์มาตรฐานของเจ้าของอาชีพที่เป็นผู้กำหนด โดยพิจารณาทางด้านทักษะ ประสบการณ์และความรู้ว่าทำอะไรได้บ้าง โดยการประเมินเป็นหน่วยสมรรถนะว่าสามารถปฏิบัติงานหรือทำงานได้ตามมาตรฐานของอาชีพ โดยเจ้าของอาชีพเป็นผู้กำหนดมาตรฐานอาชีพและคุณวุฒิวิชาชีพ ว่ามีสมรรถนะและคุณวุฒิวิชาชีพอยู่ในระดับใดของมาตรฐานอาชีพ สำหรับการเทียบโอนประสบการณ์อาชีพเป็น

การส่งเสริมในการพัฒนาแรงงานไทย ให้มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องและสามารถสร้างความก้าวหน้าในการทำงานในอาชีพที่ทำ [2] การจัดการเรียนการสอนหลักสูตรเทียบโอนประสบการณ์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ได้นำหลักสูตรไปใช้นั้นได้ดำเนินการไปในรูปของหลักสูตรแล้ว และมีนักศึกษาที่จบหลักสูตรนี้ไปจำนวนหนึ่งแต่ยังไม่ปรากฏหลักฐานว่าได้ว่ามีการสอนตามการยอมรับของสถานประกอบการที่มีต่อผู้สำเร็จการศึกษาหลักสูตรเทียบโอนประสบการณ์ที่ได้ทำงานอยู่ในสถานประกอบการ และเป็นตัวบ่งชี้ว่าหลักสูตรควรปรับปรุงแก้ไขอย่างไร ดังนั้นข้อมูลที่ได้จะมีคุณค่าต่อการเสนอแนะและปรับปรุงหลักสูตรเทียบโอนประสบการณ์ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง จึงจำเป็นต้องทำการสำรวจการระดับการยอมรับผู้ที่สำเร็จการศึกษา ของสถานประกอบการเพื่อปรับปรุงการจัดการเรียนการสอนในหลักสูตรและตรงต่อความต้องการของสถานประกอบการนักศึกษาที่จบการศึกษาไปแล้วมีความสามารถในการประกอบอาชีพหรือไม่

## 2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- เพื่อศึกษาระดับการยอมรับผู้สำเร็จการศึกษาหลักสูตรเทียบโอนประสบการณ์ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) สาขาวิชาช่างยนต์ ในด้านความรู้ทางวิชาการ ด้าน



## ทักษะในการปฏิบัติงาน ด้านเขตคติในการปฏิบัติงาน และด้านมนุษยสัมพันธ์ในการปฏิบัติงาน

2. เพื่อเปรียบเทียบระดับการยอมรับผู้สำเร็จการศึกษา หลักสูตรเทียบโอนประสบการณ์ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นสูง (ปวส.) สาขาวิชาช่างยนต์โดยแบ่งประเภทของหน่วยงาน แบ่งตามขนาดของหน่วยงาน แบ่งตามประเภทของงาน และแบ่งตามระดับของเทคโนโลยีที่ใช้กับงาน

### 3. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

วีระภัทร [3] ได้ทำการวิจัย เรื่อง การศึกษาความต้องการ ด้านสมรรถนะ การปฏิบัติงานของช่างยนต์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ของศูนย์บริการช่องรยนต์ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑลการวิจัยพบว่า ผู้บริหาร สถานประกอบการ และช่างยนต์ที่ปฏิบัติงานช่องรยนต์ ความคิดเห็นที่เกี่ยวข้องกับสมรรถนะที่ใช้ในการปฏิบัติงาน มีความสอดคล้องกันของความคิดเห็นระหว่าง ผู้บริหาร สถานประกอบการ และช่างยนต์ที่ปฏิบัติงานช่องรยนต์ ในทุก ๆ ด้าน สำหรับคุณลักษณะที่พึงประสงค์ พนักงานมีความต้องการอยู่ ในระดับมากในทุกด้านที่ทำการประเมิน โดยผู้บริหารมีความต้องการให้ผู้ปฏิบัติงานเป็นคนที่มีความรับผิดชอบต่อหน้าที่ ปฏิบัติตามกฎระเบียบของหน่วยงาน รักษาความปลอดภัย ในการทำงาน สามารถทำงานเป็นทีมเข้ากันเพื่อร่วมงานได้ดี และสามารถวิเคราะห์งานได้อย่างมีระบบ

รัชรินทร์ [4] ได้ทำการวิจัย เรื่อง คุณลักษณะที่พึงประสงค์ ของผู้สำเร็จการศึกษาระดับ ปวส. ประเภทวิชาอุดสาหกรรม ตามความคิดเห็นของสถานประกอบการ ในจังหวัด พระนครศรีอยุธยา ผลการวิจัยพบว่า ความต้องการของตัวแทน สถานประกอบการเรียงตามลำดับดังนี้ ด้านความรู้และทักษะ วิชาชีพ สถานประกอบการขนาดเล็กมีความต้องการสูงสุด รองลงมา คือขนาดใหญ่และขนาดกลาง ด้านมนุษยสัมพันธ์ และด้านคุณธรรม จริยธรรม สถานประกอบการขนาดใหญ่ มีความต้องการสูงสุด รองลงมา คือ ขนาดกลาง และขนาดเล็ก

ภัทระ [5] ได้ทำการวิจัย เรื่อง สมรรถภาพทางวิชาชีพ ของ วิศวกรช่องบารุง โรงงานตามความต้องการของผู้บริหารสถานประกอบการ วิจัยพบว่า สมรรถภาพทางวิชาชีพของวิศวกร ช่องบารุง โรงงาน ตามความต้องการของผู้บริหารสถานประกอบการ ด้านความรู้ในภาพรวม 14 รายการ โดยเฉลี่ยอยู่ ในระดับมาก ความต้องการด้านทักษะในภาพรวม 22 รายการ โดยเฉลี่ย อยู่ในระดับปานกลาง ส่วนลักษณะที่พึงประสงค์

อื่น ๆ รวม 8 รายการ อยู่ในระดับมากทุกรายการ ซึ่งรายการที่มีความต้องการลำดับแรก ได้แก่ ความยั่น อดทน นอกรากนี้ ยังพบว่าความต้องการสมรรถภาพทางวิชาชีพทั้ง 3 ด้านนี้ ด้านลักษณะที่พึงประสงค์อื่น ๆ เป็นลำดับแรก และด้านความรู้ เป็นลำดับรอง ส่วนด้านทักษะนั้น เป็นลำดับต่อมา

### 4. วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้คือ ผู้ที่สำเร็จการศึกษาหลักสูตรเทียบโอนความรู้และประสบการณ์และทำงานอยู่ในสถานประกอบการในปัจจุบันจำนวน 32 แห่ง ประชากรจำนวน 132 คน ซึ่งนักศึกษาที่สำเร็จการศึกษาแล้ว และไปทำงานในสถานประกอบการเป็นผู้ที่สำเร็จการศึกษาตั้งแต่ปี 2548-2552

4.1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยแบ่งออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 เป็นแบบสอบถามเกี่ยวกับข้อมูลส่วนตัวของผู้ตอบแบบสอบถาม ได้แก่ ประเภทของหน่วยงาน ขนาดของหน่วยงานแบ่งตามพนักงาน ประเภทของงาน และระดับของเทคโนโลยีที่ใช้กับงาน โดยมีข้อคำถามเป็นแบบเลือกตอบตามข้อความที่กำหนดให้

ตอนที่ 2 เป็นแบบประเมินการยอมรับผู้สำเร็จการศึกษา หลักสูตรเทียบโอนประสบการณ์ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นสูง (ปวส.) สาขาวิชาช่างยนต์ ในสถานประกอบการหรือหน่วยงานที่รับผู้สำเร็จการศึกษาหลักสูตรเทียบโอนความรู้ ซึ่งมีลักษณะเป็นข้อประเมินให้เลือกตอบแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) โดยให้ผู้ประเมินประเมินตามข้อเท็จจริงในการยอมรับระดับมากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด

4.2 ผู้วิจัยนำแบบสอบถามดังกล่าวเนี้ยไปทดลองใช้ (Try Out) เพื่อปรับปรุงแก้ไขให้เหมาะสมกับผู้ใช้ ผู้วิจัยได้สำรวจความคิดเห็นของผู้ใช้ 30 ราย ผลการสำรวจได้รับมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) โดยใช้วิธีหาค่าเฉลี่ย (Mean :  $\mu$ ) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation :  $\sigma$ ) วิเคราะห์ระดับการยอมรับเป็นรายด้าน ได้ค่าเท่ากับ 0.908

## 5. การเก็บรวบรวมข้อมูล

สถานประกอบการที่อยู่ห่างไกล ผู้วิจัยดำเนินการจัดส่งแบบประเมินทางไปรษณีย์โดยมีการกำหนดเวลาในการรับข้อมูลคืนจากสถานประกอบการ ซึ่งประกอบไปด้วย หนังสือขออนุญาตเก็บข้อมูลจากภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล พร้อมของปีกและติดปีก จ่าหน้าช่องกลั้นนายังผู้วิจัย ส่วนสถานประกอบการที่อยู่ใกล้ผู้วิจัยจะเป็นผู้ไปเก็บข้อมูลด้วยตนเอง

## 6. การวิเคราะห์ข้อมูล

ใช้เครื่องคอมพิวเตอร์วิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปสำหรับการวิจัย วิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

วิเคราะห์ข้อมูลที่เกี่ยวกับสถานภาพทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม ซึ่งเป็นแบบสอบถามแบบตรวจสอบรายการ (Check-list) โดยใช้วิธีการหาค่าความถี่ (Frequency) และสรุปอุปนิสัยค่าร้อยละ (Percentage)

### ตารางที่ 1 จำนวนและร้อยละของกลุ่มประชากร

สถานภาพและข้อมูลทั่วไปของผู้ประเมิน	จำนวน (N=132)	ร้อยละ
<b>ประเภทหน่วยงาน</b>		
- หน่วยงานภาครัฐ/รัฐวิสาหกิจ	50	37.9
- เอกชน	82	62.1
<b>รวม</b>	<b>132</b>	<b>100</b>
<b>ขนาดของหน่วยงาน</b>		
- ขนาดเล็ก	28	21.20
- ขนาดกลาง	92	69.70
- ขนาดใหญ่	12	9.10
<b>รวม</b>	<b>132</b>	<b>100</b>
<b>ประเภทของงาน</b>		
- ประเภทงานบริการ	108	81.8
- ประเภทงานการผลิต	24	18.2
<b>รวม</b>	<b>132</b>	<b>100</b>
<b>ระดับของเทคโนโลยีที่ใช้กับงาน</b>		
- เทคโนโลยีระดับสูงใช้กับงานค้า	33	25
- เทคโนโลยีใช้กับงานระดับปานกลาง	87	65.9
- เทคโนโลยีระดับปานกลางใช้กับงานระดับสูง	12	9.1
<b>รวม</b>	<b>132</b>	<b>100</b>

6.1 วิเคราะห์ข้อมูลแบบสอบถามซึ่งเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) โดยใช้วิธีหาค่าเฉลี่ย ( $\mu$ ) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ( $\sigma$ ) วิเคราะห์ระดับการยอมรับเป็นรายด้าน

### ตารางที่ 2 วิเคราะห์ระดับการยอมรับเป็นรายด้าน

ข้อ	การยอมรับเป็นรายด้าน	$\mu$	$\sigma$	ระดับการยอมรับ	
				มาก	น้อย
1 การยอมรับด้านความรู้ทางวิชาการ	3.80	0.06		มาก	
2 การยอมรับด้านทักษะในการปฏิบัติงาน	3.55	0.08		มาก	
3 การยอมรับด้านเจตคติ	4.07	0.75		มาก	
4 การยอมรับด้านมนุษยสัมพันธ์	4.04	0.77		มาก	

6.2 เปรียบเทียบระดับการยอมรับผู้สำเร็จการศึกษาหลักสูตรเทียบโอนประสบการณ์ โดยแบ่งตามประเภทหน่วยงาน ระหว่างหน่วยงานภาครัฐและหน่วยงานภาคเอกชน โดยการทดสอบค่าที(T-test)

### ตารางที่ 3 เปรียบเทียบระดับการยอมรับแบ่งตามประเภทของหน่วยงาน ทดสอบค่าที(T-test)

ตัวแปร	หน่วยงาน		หน่วยงาน		t	P		
	ภาครัฐ/เอกชน		รัฐวิสาหกิจ					
	$\mu$	$\sigma$	$\mu$	$\sigma$				
ความรู้ทางวิชาการ	3.54	0.646	3.79	0.603	-2.273	0.025*		
ทักษะในการปฏิบัติงาน	3.12	0.799	3.70	0.715	-4.287	0.000*		
เจตคติในการปฏิบัติงาน	3.98	0.553	4.18	0.524	-2.113	0.036*		
มนุษยสัมพันธ์	3.90	0.614	4.10	0.461	-2.101	0.038*		
การปฏิบัติงาน	3.63	0.65	3.94	0.57				

\*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

### ตารางที่ 4 เปรียบเทียบระดับการยอมรับแบ่งตามประเภทของงานระหว่างงานบริการกับงานผลิต โดยการทดสอบค่าที

ตัวแปร	งานบริการ		งานผลิต		t	P
	$\mu$	$\sigma$	$\mu$	$\sigma$		
ด้านความรู้ทางวิชาการ	3.75	.643	3.46	.509	2.080	.040*
ด้านทักษะในการปฏิบัติงาน	3.54	.766	3.21	.884	1.847	.067
ปฏิบัติงาน						
ด้านเจตคติ	4.15	.489	3.92	.717	1.911	.058
ด้านมนุษยสัมพันธ์	4.12	.468	3.58	.584	4.852	.000*
เฉลี่ยรวม	3.89	0.54	3.54	0.66		

\*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05



6.1 เปรียบเทียบระดับการยอมรับผู้สำเร็จการศึกษา  
หลักสูตรเที่ยวนโอนประสบการณ์ โดยแบ่งตามขนาดของ  
หน่วยงานและแบ่งตามระดับของเทคโนโลยีที่ใช้กับงาน  
ทดสอบค่าที่ค่าเอฟ (F-test)

**ตารางที่ 5** เปรียบเทียบระดับการยอมรับแบ่งตามประเภท  
ขนาดของหน่วยงาน ทดสอบค่าที่ค่าเอฟ (F-test)

ด้าน	แหล่งความ แปรปรวน	df	SS	MS	F	p
ด้านความรู้ทาง วิชาการ	ระหว่างกลุ่ม	2	2.152	1.076	2.791	.065
	ภายในกลุ่ม	129	49.727	.385		
	รวม	131	<b>51.879</b>			
ด้านทักษะในการ ปฏิบัติงาน	ระหว่างกลุ่ม	2	5.441	2.720	4.529	.013*
	ภายในกลุ่ม	129	77.491	.601		
	รวม	131	<b>82.932</b>			
ด้านเจตคติ	ระหว่างกลุ่ม	2	.580	.290	.987	.376
	ภายในกลุ่ม	129	37.935	.294		
	รวม	131	<b>38.515</b>			
ด้านมนุษยสัมพันธ์	ระหว่างกลุ่ม	2	1.101	.551	1.982	.142
	ภายในกลุ่ม	129	35.831	.278		
	รวม	131	<b>36.932</b>			

\*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

**ตารางที่ 6** เปรียบเทียบระดับการยอมรับแบ่งตามระดับ  
ของเทคโนโลยีที่ใช้กับงาน ทดสอบค่าที่ค่าเอฟ (F-test)

ด้าน	แหล่งความ แปรปรวน	df	SS	MS	F	p
ด้านความรู้ ทางวิชาการ	ระหว่างกลุ่ม	2	6.887	3.444	9.873	.000
	ภายในกลุ่ม	129	44.992	.349		*
	รวม	131	<b>51.879</b>			
ด้านทักษะ ในการ ปฏิบัติงาน	ระหว่างกลุ่ม	2	13.479	6.740	12.518	.000
	ภายในกลุ่ม	129	69.452	.538		*
	รวม	131	<b>82.932</b>			
ด้านเจตคติ	ระหว่างกลุ่ม	2	.474	.237	.804	.450
	ภายในกลุ่ม	129	38.041	.295		
	รวม	131	<b>38.515</b>			
ด้านมนุษย สัมพันธ์	ระหว่างกลุ่ม	2	1.213	.606	2.190	.116
	ภายในกลุ่ม	129	35.719	.277		
	รวม	131	<b>36.932</b>			

\*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

**7. สรุปผลการวิจัย**

**7.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไป**

จากการที่ 1 พบร่วมกับแบบสอบถาม ปฏิบัติงานใน  
หน่วยงานภาครัฐ/รัฐวิสาหกิจจำนวน 50 แห่ง คิดเป็นร้อยละ  
37.9 และหน่วยงานภาคเอกชน จำนวน 82 แห่ง คิดเป็นร้อยละ  
62.1 สถานประกอบการขนาดเล็ก จำนวน 28 แห่ง คิดเป็นร้อย  
ละ 21.2 สถานประกอบการขนาดกลาง จำนวน 92 แห่ง คิด  
เป็นร้อยละ 69.7 และสถานประกอบการขนาดใหญ่ จำนวน 12  
แห่ง คิดเป็นร้อยละ 9.1 เมื่อแบ่งตามประเภทงานพบว่า เป็น  
สถานประกอบการด้านงานบริการจำนวน 108 คน คิดเป็นร้อย  
ละ 81.8 รองลงมาเป็นประเภทงานการผลิตจำนวน 24 คน คิด  
เป็นร้อยละ 18.2 แบ่งตามระดับของเทคโนโลยีที่ใช้กับงาน  
พบว่า มีสถานประกอบการใช้เทคโนโลยีระดับต่ำ จำนวน 33  
แห่ง คิดเป็นร้อยละ 25 สถานประกอบการใช้เทคโนโลยี  
ระดับกลางจำนวน 87 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 65.9 และสถาน  
ประกอบการใช้เทคโนโลยีระดับสูงจำนวน 12 แห่ง คิดเป็น  
ร้อยละ 9.1

**7.2 ผลการวิเคราะห์ระดับการยอมรับเป็นรายด้าน**

จากการที่ 2 พบร่วมด้านความรู้ทางวิชาการเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก ( $\mu = 3.80, \sigma = 0.06$ ) ด้านทักษะในการปฏิบัติงานเฉลี่ยอยู่ใน  
ระดับมาก ( $\mu = 3.55, \sigma = 0.08$ ) ด้านเจตคติเฉลี่ยอยู่ในระดับ  
มาก ( $\mu = 4.07, \sigma = 0.75$ ) ด้านมนุษยสัมพันธ์เฉลี่ยอยู่ในระดับ  
มาก ( $\mu = 4.04, \sigma = 0.77$ )

**7.3 ผลการวิเคราะห์ระดับการยอมรับเป็นรายด้านทั้ง 4 ด้าน**

จากการที่ 3 เมื่อแบ่งตามประเภทของหน่วยงาน  
หน่วยงานภาครัฐและหน่วยงานภาคเอกชน พบว่า ทุกด้าน มี  
ระดับการยอมรับที่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่  
ระดับ 0.05 โดยประเภทของหน่วยงานภาคเอกชน มีค่าระดับ  
มากกว่าภาครัฐทุกด้าน ระดับการยอมรับทุกด้านเฉลี่ยอยู่ใน  
ระดับมาก หน่วยงานภาครัฐ/รัฐวิสาหกิจ ( $\mu = 3.63, \sigma = 0.65$ )  
และหน่วยงานเอกชน ( $\mu = 3.94, \sigma = 0.57$ )

#### 7.4 ผลการวิเคราะห์ระดับการยอมรับเป็นรายด้านทั้ง 4 ด้าน

จากตารางที่ 4 เมื่อแบ่งจำแนกตามประเภทของงานบริการ และงานผลิต พนบฯ การยอมรับความรู้ทางวิชาการ และด้านมนุษยสัมพันธ์ มีระดับการยอมรับที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 โดยสถานประกอบการประภากงาน บริการมีค่าระดับการยอมรับมากกว่างานการผลิต ส่วนด้านทักษะในการปฏิบัติงานและด้านเจตคติระดับการยอมรับไม่แตกต่างกัน ระดับการยอมรับทุกด้านเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก งานบริการ ( $\mu=3.89, \sigma=0.54$ ) งานผลิต ( $\mu=3.54, \sigma=0.66$ )

#### 7.5 ผลการวิเคราะห์ระดับการยอมรับเป็นรายด้านทั้ง 4 ด้าน

จากตารางที่ 5 เมื่อแบ่งตามขนาดของสถานประกอบการ สถานประกอบการขนาดเล็ก สถานประกอบการขนาดกลาง และสถานประกอบการขนาดใหญ่ พนบฯ ด้านทักษะในการปฏิบัติงานมีระดับการยอมรับที่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 ส่วนด้านที่เหลือมีระดับการยอมรับไม่แตกต่างกัน

#### 7.6 ผลการการวิเคราะห์ระดับการยอมรับเป็นรายด้านทั้ง 4 ด้าน

จากตารางที่ 6 เมื่อแบ่งตามระดับของเทคโนโลยีที่ใช้งานในสถานประกอบการ คือ ระดับต่ำ ระดับกลาง และสูง พนบฯ ระดับการยอมรับทุกด้าน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 ทุกด้านเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก ทั้งในหน่วยงานที่ใช้เทคโนโลยีระดับต่ำ ( $\mu=4.09, \sigma=0.46$ ) เทคโนโลยีระดับปานกลาง ( $\mu=3.75, \sigma=0.63$ ) เทคโนโลยีระดับสูง ( $\mu=3.62, \sigma=0.61$ )

### 8. ข้อเสนอแนะที่ได้จากการวิจัย

จากการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะคือ การจัดการเรียนการสอน ของสถานศึกษา ในสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ควรจัดหลักสูตร ให้ตรงต่อความต้องการของสถานประกอบการ และควรเน้น ด้านความรู้ทางวิชาการและด้านทักษะในการปฏิบัติงานให้มาก เมื่อสำเร็จการศึกษาแล้วสามารถนำความรู้วิชาการและทักษะในการปฏิบัติงานไปใช้กับงานได้จริง

#### 9. เอกสารอ้างอิง

- [1] พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545,
- [2] เอกสารประกอบการประชุมเชิงปฏิบัติการพัฒนาแนวปฏิบัติการประมีนเทียนโอนความรู้และประสบการณ์ กรมอาชีวศึกษา, 2545.
- [3] วีระภัทร ปิ่นพะแพท. การศึกษาความต้องการด้านสมรรถนะในการปฏิบัติงานของช่างยนต์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ของศูนย์นวัตกรรมชั้นนำด้านเทคโนโลยีและนวัตกรรม วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเครื่องกล ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2543
- [4] รัชรินทร์ สงค์ประเสริฐ. คุณลักษณะที่พึงประสงค์ของผู้สำเร็จการศึกษา ระดับ ปวส. สายช่างอุตสาหกรรม ตามความคิดเห็นของสถานประกอบการในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา. วิทยานิพนธ์ ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาบริหารการศึกษา ภาควิชาการศึกษาบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2541.
- [5] ภัทระ พนัสนิมิต. สมรรถภาพทางวิชาชีพ ของวิศวกรชั่มบำรุง โรงงานตามความต้องการของผู้บริหารสถานประกอบการ. วิทยานิพนธ์ปริญญา ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 2534.



## ผลเปรียบเทียบความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ของนักศึกษา ในคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

**A Comparison of The Spatial Relationships of Aptitudes the Student in  
The Faculty of Technical Education King Mongkut's University of Technology  
North Bangkok.**

ภาณุพงษ์ โพธิ์ศรี นานิตย์ สิทธิชัย

บัณฑิตมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

*panupongbee@hotmail.com*

### บทคัดย่อ

รายงานการวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ของนักศึกษา ภาควิชาครุศาสตร์ เครื่องกล ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า และภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา ในคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2554 โดยกลุ่มตัวอย่างได้จากการสุ่มอย่างง่ายด้วยวิธีการจับฉลาก เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือแบบทดสอบมาใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ ที่มีความเชื่อมั่น 0.78 จำนวนทั้งหมด 40 ข้อ ผลการวิจัยพบว่า นักศึกษาทุกภาควิชา มีความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ ต่ำมาก เมื่อเทียบกับค่าเฉลี่ยของคะแนน

### Abstracts

*The objective of this research is to compare of the ability in a relative. Department of Mechanical Engineering. Department of Electrical Engineering and Department of Computer Education. in The Faculty of Technical Education. Semester 2, 2554. Sample from a random draw. Tools used in this study was a test apply to keep compile data and analyze ability in a relative 0.78 with the confidence of all 40 questions. Comparison of the research to experience students all Departments are ability in a relative minimum. When compare mean of point.*

**Keyword:** A Compare of Aptitudes the student the Spatial relationships

## 1. บทนำ

ปัจจุบันเป็นที่ยอมรับว่า ความสนใจของมนุษย์ ไม่ได้มีเพียง ด้านเดียว อาจมีหลายๆ ด้านคือ ด้านภาษา ด้านตระกะ และ คณิตศาสตร์ ด้านมิติสัมพันธ์ ด้านดนตรี ด้านร่างกาย และการ เกลื่อนไหว ด้านมนุษยสัมพันธ์ และด้านการเข้าใจตนเอง โดยที่ คนคนหนึ่งมีอัจฉริภาพในด้านต่างๆ ได้มากกว่าหนึ่ง

ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์มีความสำคัญมากในการ ดำรงชีวิตอย่างมาก (อัญชลี รัตนชื่น. 2550: 7) เนื่องด้วยสิ่งที่ ป่วงหรือวัตถุใดๆ มิได้มีความถาวรตลอดไป มีการเคลื่อนไหว เปเลี่ยนแปลงตลอดเวลา และเรียนรู้การเปลี่ยนแปลงของสิ่ง ต่างๆ เป็นความสามารถด้านมิติสัมพันธ์อย่างหนึ่ง และผู้ที่มี ทักษะมิติสัมพันธ์ดีจะมีความสามารถในการมองเห็น ความสัมพันธ์ของสิ่งต่างๆ อย่างเชื่อมโยง เรียนรู้เร็ว รู้จักคิด วางแผนและมีจินตนาการกว้าง ไกล สามารถจัดกลุ่มรูปแบบ ต่างๆ ในสมองได้ดี (อุดม เพชรสังหาร. 2550: 24) ซึ่ง ความสามารถด้านนี้เป็นความสามารถที่จะช่วยให้มนุษย์เกิด จินตนาการและนึกเห็นภาพของส่วนประกอบต่างๆ เมื่อแยก ออกจากกัน ได้ และสามารถที่จะมองเห็นเดาโครงสร้าง โครงสร้างเมื่อเอาส่วนต่างๆ มาประกอบหรือรวมเข้าด้วยกัน คนเราใช้ความสามารถด้านนี้ในการเรียนวิชาเรขาคณิต วัด เสียง และการฟีมือต่างๆ (วิเชียร เกตุสิงห์. 2518: 66-72) ดังนั้น ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ซึ่งจะเป็นที่จะต้องได้รับการ พัฒนา

จากความสำคัญดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึงสนใจทำการศึกษา วิจัย เรื่อง "ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์" เพื่อให้ทราบถึง ความสามารถของนักศึกษาคณิตศาสตร์อุตสาหกรรม และ สามารถนำกิจกรรมไปจัดเพื่อพัฒนาความ สามารถด้านมิติ สัมพันธ์ให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นต่อไป

## 2. วัตถุประสงค์

2.1 ทดสอบความสนใจด้านมิติสัมพันธ์ของนักศึกษาใน คณิตศาสตร์อุตสาหกรรม ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า และภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา

2.2 เปรียบเทียบคะแนนความสนใจระหว่าง สาขาวิชาในแต่ ละภาควิชา

## 3. วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักศึกษาคณิตศาสตร์อุตสาหกรรม ชั้นปีที่ 4 ปีการศึกษา 2/2554 (ชาย – หญิง) จำนวน 223 คน ได้แก่ ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล ภาควิชาคอมพิวเตอร์ ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า

กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักศึกษาชายใน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้า พระนครเหนือ คณิตศาสตร์อุตสาหกรรม ระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 4 ปีการศึกษา 2/2554 มีจำนวน จำกัดการคำนวณ ได้กลุ่มตัวอย่างจำนวน ทั้งสิ้น 143 คน โดยใช้สูตรการคำนวณหาขนาดตัวอย่างของ Yamane (Taro Yamane, 1967:886-887)

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ คือ แบบทดสอบความ สนใจด้านมิติสัมพันธ์ภาพซึ่งประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ภาควิชา สาขาวิชา และคำนวณความสนใจด้านมิติสัมพันธ์ภาพจำนวน 40 ข้อ

วิเคราะห์ทางสถิติจะต้องตรวจสอบความถูกต้องสมบูรณ์ ของแบบทดสอบทุกฉบับที่ได้จากการทดสอบในระยะเวลาที่ กำหนด และนำข้อมูลที่ได้จากการทดสอบ มาสร้างตารางและ บันทึกข้อมูล เพื่อจะทำการวิเคราะห์ เปรียบเทียบระหว่างผล ของคะแนน แต่ละสาขาวิชา และระหว่างภาควิชาต่อไป

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าความเบี่ยงเบน มาตรฐาน F – test

## 4. ผลการวิจัย

ตารางที่ 4.1 คะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานจาก แบบทดสอบความสนใจด้านมิติสัมพันธ์ของนักศึกษา ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า และภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา

ภาควิชา	n	X	$\bar{X}$	$\bar{X}(\%)$	S
ภาควิชา ครุศาสตร์เครื่องกล	35	532	15.2	2.85	6.09
- สาขาวิชาค่าวัสดุแมคคาโรนิกส์ TT	8	165	20.62	12.49	5.6
- สาขาวิชาค่าวัสดุเครื่องกล TM	8	129	16.12	12.49	3.1
- สาขาวิชาค่าวัสดุการผลิต TP	19	238	15.33	6.44	6.92
ภาควิชา ครุศาสตร์ไฟฟ้า		1405	15.96	1.13	7.04
- สาขาวิชาค่าวัสดุไฟฟ้า TE	48	769	16.02	2.08	7.62
- สาขาวิชาค่าวัสดุไฟฟ้า TTE	40	636	15.9	2.5	6.93
ภาควิชา คอมพิวเตอร์ศึกษา	20	307	15.35	5	3.96



อธิบายจากตารางที่ 4.1 คะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานจากแบบทดสอบความถนัดด้านมิติสัมพันธ์ พบว่าภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษามีคะแนนความถนัดด้านมิติสัมพันธ์คิดเป็นร้อยละ สูงที่สุด รองลงมา คือภาควิชาครุศาสตร์ครึ่งงกล ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า ตามลำดับ ตารางที่ 4.2 การเปรียบเทียบคะแนนความถนัดทางด้านมิติสัมพันธ์

## ภาคระหว่างสาขาวิชาในภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล

	TP	TT	TM
TP	-	1.43 *	4.64 *
TT		-	3.24 *
TM			-

## ตารางที่ 4.3 การเปรียบเทียบคะแนนความถี่นักทางทั่วไปมิติสัมพันธ์ ภาระหัวร่างภาควิชา

	ໄຟຟ້າ	ເຄື່ອງຄລ	ຄອມ
ໄຟຟ້າ	-	1.33 *	3.18 *
ເຄື່ອງຄລ		-	2.36 *
ຄອມ			-

## 5. ອກົນປະໄຍພດ

## การเปรียบเทียบระหว่างสาขาวิชาในภาควิชาครุศาสตร์ เครื่องกล สรุปได้ดังนี้

สาขาวิชาศึกษาการผลิตกับสาขาวิชาศึกษาแม่ค้า  
ทรงนิกส์ ไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

## สาขาวิชาชีวกรรมการผลิตกับสาขาวิชาชีวกรรม เครื่องกล แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สาขาวิชาศิวกรรมแม่ค้าทรัพนิลส์กับสาขาวิชาศิวกรรมเครื่องกล แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

การเปรียบเทียบระหว่างภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล ภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา สรุปได้ดังนี้

ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้ากับภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล ไม่  
แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ภาควิชาครุศาสตร์ ไฟฟ้า กับ ภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา<sup>๑</sup>  
แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ภาควิชาครุเครื่องของกลับภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา  
แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

## 6. สรุปผลและข้อเสนอแนะ

ความสามารถในการมองเห็นความสัมพันธ์ของมิติต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นพื้นที่ ที่ว่าง สถานที่และเวลา มิติสัมพันธ์ กล่าวก็คือ ความสามารถในการรับรู้ตัวแหน่งของสิ่งต่างๆ เมื่อเทียบกับ ตัวแหน่งหรือจุดอ้างอิงจุดใดจุดหนึ่ง เช่นการอ้างอิงจากตัวเอง หน้า หลัง บน ล่าง ซ้าย ขวา เป็นต้น

จากการเปรียบเทียบผลคะแนนของความถนัด  
ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ภาพของนักศึกษาภาควิชาครุ  
ศาสตร์ไฟฟ้า ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล ภาควิชา<sup>2</sup>  
คอมพิวเตอร์ศึกษา ระดับชั้นปีที่ 4 ในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยี  
พระจอมเกล้าพระนครเหนือ พบว่าความถนัด ความสามารถ  
ทางด้านมิติสัมพันธ์ภาพเป็นสิ่งจำเป็นที่จะต้องมีการพัฒนา  
สิ่งเสริมหลังจากการได้รับรวมข้อมูลและทำการวิเคราะห์  
เนื่องจากผลการวิเคราะห์มีคะแนนเฉลี่ยไม่ถึงครึ่งหนึ่งของ  
คะแนนเต็มและเปรียบเทียบระหว่างสาขาวิชามีความสอดคล้อง<sup>3</sup>  
ไปในทิศทางเดียวกัน รวมถึงการเปรียบเทียบระหว่างภาควิชา<sup>4</sup>  
ด้วย

การวิจัยในครั้งนี้สามารถแสดงให้เห็นความจำเป็นที่ต้องพัฒนาความคิด ความสามารถทางด้านมิติสัมพันธ์ภาพ เพื่อใช้ในการศึกษา และพัฒนาความสามารถด้านอื่นๆต่อไป

## 7. กิตติกรรมประกาศ

การทํารายงานการวิจัยเล่มนี้ สำเร็จลุล่วง ได้ด้วยดี เนื่องด้วย  
ได้รับคำแนะนำและความช่วยเหลือเป็นอย่างดีจาก ผศ.ดร.  
มานิกย์ สิทธิชัย อาจารย์ที่ปรึกษาการวิจัย ที่กรุณายิ่งปักษา  
และให้การสนับสนุนการทํารายงานการวิจัยในครั้งนี้  
ขอขอบพระคุณ คณะครุ อาจารย์ ภาควิชาครุศาสตร์ ไฟฟ้าทุกท่าน  
ที่ทําประสิทธิ์ประสาทวิชา และ ได้ให้ความช่วยเหลือในด้าน  
ต่างๆ มาโดยตลอดที่ศึกษาอยู่ ขอขอบคุณ เจ้าหน้าที่คณะครุ  
ศาสตร์อุตสาหกรรม ที่ให้ความกรุณาด้านสถานที่และอุปกรณ์  
ในการพัฒนาโครงงานชิ้นนี้ ได้อย่างเต็มที่

## 8. เอกสารอ้างอิง

- [1] ชูศรี, 2553 การหาค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน , F- test
  - [2] อัญชลี รัตนชั่น. 2550, อุดม เพชรสังหาร. 2550,
  - [3] ล้วน สายยศ. มิติสัมพันธ์สถาปัตย์. วารสารวิชาการ ศึกษาศาสตร์. 1(2): 22-24.
  - [4] ปริyanุช จุลพรหม. (2547). การพัฒนาความสามารถด้านการคิด. ปริญญาโท กศ.ม. กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทร์

## การศึกษาสภาพปัญหาของวิทยาลัยเทคนิคสกลนคร ประจำปีการศึกษา 2554

### Research title: A study of Problems on Sakon Nakhon Technical College in the 2554 Academic Year

วนิช สมชาติ

สาขาวิชาการพัฒนาธุรกิจอุตสาหกรรมและทรัพยากรมนุษย์

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

*Wanichsom@hotmail.com*

#### บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสภาพปัญหาของวิทยาลัยเทคนิคสกลนคร ในฝ่ายบริหารทรัพยากร ฝ่ายแผนงานและ ความร่วมมือ ฝ่ายพัฒนากิจการนักเรียนนักศึกษา และฝ่ายวิชาการ ประจำปีการศึกษา 2554 ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ ครุวิทยาลัยเทคนิคสกลนคร จำนวน 158 คน กลุ่มตัวอย่าง 110 คน ทำการสุ่มตัวอย่างอย่างง่าย (*Simple random sampling*) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ แบบสอบถามแบบประเมินค่า 5 ระดับ คือ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย น้อยที่สุด

ผลการวิจัยพบว่า ความคิดเห็นของครุวิทยาลัยเทคนิคสกลนครต่อสภาพปัญหาของงานในแต่ละฝ่ายคือ ฝ่ายบริหารทรัพยากร ฝ่ายแผนงานและความร่วมมือ ฝ่ายพัฒนากิจการนักเรียนนักศึกษา และฝ่ายวิชาการ โดยรวมของแต่ละฝ่าย อยู่ในระดับปานกลาง โดยฝ่ายบริหารทรัพยากรมีปัญหาด้านการพัฒนาอาคารสถานที่ ฝ่ายแผนงานและความร่วมมือมีปัญหาด้านการดำเนินกิจกรรมต่างๆ ของสถานศึกษาและสถานประกอบการ ฝ่ายพัฒนากิจการนักเรียนนักศึกษามีปัญหาด้านการพัฒนาความสุขของภูมิทัศน์ โดยรอบของวิทยาลัย ฝ่ายวิชาการมีปัญหาด้านการจัดทำเครื่องขั้งที่ทันสมัย ข้อเสนอแนะในการศึกษาสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอนของวิทยาลัยเทคนิคสกลนคร ควรมีการนำเทคโนโลยีมาใช้ในการสอนและจัดห้องเรียนให้เพียงพอเหมาะสม

คำสำคัญ : สภาพปัญหา วิทยาลัยเทคนิคสกลนคร

#### Abstract

This research aimed to study about problems on the division of Resource Management, Planning and Cooperation, Student Affairs and Academic Affairs in Sakon Nakhon Technical College in the 2554 academic year. Population was 158 teachers of Sakon Nakhon Technical College. Sampling groups were 110 teachers. Simple random sampling was the method to select samples. Tools were questionnaires in type of 5 scale opinion ranking from the highest, high, moderate, less and the least.

The results showed that teachers' opinions on problems in the division of Resource Management, Planning and Cooperation, Student Affairs and Academic Affairs in Sakon Nakhon Technical were at moderate level. Resource Management has problem on development building and land. Planning and Cooperation has problem between activity of college and the work place. Student Affairs has poor management on landscape of college. Academic Affairs has



problem state-of-art equipment acquisition. Recommendations on this study were found that technology should be used in teaching and adequate rooms should be provided.

**Keywords :** A study of Problems, Sakon Nakhon Technical College

## 1. บทนำ

จากพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ (ฉบับที่ 3) พ.ศ.2553 การจัดการศึกษาต้องเป็นไปเพื่อพัฒนาคนไทย ให้เป็นนุชน์ที่สมบูรณ์ทั้งร่างกาย จิตใจ ศติปัญญา ความรู้และคุณธรรม มีจริยธรรมและวัฒนธรรมในการดำรงชีวิต สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่น ได้อย่างมีความสุข (สำนักนายกรัฐมนตรี, 2553) และจากแนวทางการปฏิรูปการอาชีวศึกษา นโยบายข้อ 3 ปฏิรูปกระบวนการเรียนการสอนอาชีวศึกษา โดยการเรียนการสอนด้านอาชีวศึกษาจะต้องปฏิบัติจริง จากสถานการณ์จริง สิ่งแวดล้อมจริง จากบุคคลที่มีความรู้จริงและสังคมจริง เน้นกระบวนการคิด และการปฏิบัติจริง นำไปใช้ประโยชน์ได้

วิทยาลัยเทคนิคสกลนคร ซึ่งเป็นสถานศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ มีหน้าที่รับผิดชอบปฏิบัติงานด้านการศึกษาวิชาชีพให้เป็นไปตามนโยบายของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษาโดยวิทยาลัยเทคนิค กระทรวงศึกษาธิการ แนวทางการปฏิรูปอาชีวศึกษาและพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 (วิทยาลัยเทคนิคสกลนคร, 2553) ซึ่งเปิดสอนตามหลักสูตรดังต่อไปนี้

### 1. ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.)

#### 1.1 ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม

#### 1.2 ประเภทวิชาพาณิชยกรรม

### 2. ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.)

#### 2.1 ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม

#### 2.2 ประเภทวิชาบริหารธุรกิจ

วิทยาลัยเทคนิคสกลนครแบ่งการทำงานออกเป็น 4 ฝ่าย ดังนี้

#### 1. ฝ่ายบริหารทรัพยากร

#### 2. ฝ่ายแผนงานและความร่วมมือ

#### 3. ฝ่ายพัฒนากิจการนักเรียนนักศึกษา

#### 4. ฝ่ายวิชาการ

ดังนั้น วิทยาลัยเทคนิคสกลนคร ซึ่งเป็นสถานศึกษาที่เปิดสอนด้านวิชาชีพ จึงตอบสนองความต้องการของสถาน-

ประกอบการ โดยผลิตแรงงานที่มีคุณภาพตามความต้องการของสถานประกอบการอย่างเต็มที่ โดยพยายามหาแนวทางต่างๆ เพื่อให้เกิดผลสัมฤทธิ์ตามวัตถุประสงค์ของการจัดการอาชีวศึกษา นักเรียนนักศึกษาที่จบแล้วสามารถออกไปประกอบอาชีพเป็นที่ยอมรับจึงได้จัดทำการศึกษาสภาพปัจจุบันของวิทยาลัยเทคนิคสกลนคร ประจำปีการศึกษา 2554 ให้ทราบถึงสภาพปัจจุบันของวิทยาลัยเทคนิคสกลนครว่ามีความพร้อมมากน้อยเพียงใดและจะได้พัฒนาการเรียนการสอนให้เป็นไปตามแนวทางการปฏิรูปอาชีวศึกษา ที่จะส่งผลให้การผลิตนักศึกษาที่ได้คุณภาพออกสู่ตลาดแรงงานต่อไป

## 2. วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาสภาพปัจจุบันของวิทยาลัยเทคนิคสกลนคร

## 3. การดำเนินการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ ครุวิทยาลัยเทคนิคสกลนคร สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ได้แก่ บุคลากรที่ดำรงตำแหน่งครู และครูผู้ช่วยสอน รวมจำนวนทั้งสิ้น 158 คน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ ครุวิทยาลัยเทคนิคสกลนคร สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ได้แก่ บุคคลที่ดำรงตำแหน่งครู และครูผู้ช่วยสอน จำนวน 110 คน ซึ่งถือว่าเป็นขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่ไม่ต่างกันมากเท่าไร จากรูปแบบ R.V.Krejcie และ R.W. Morgan จำนวนนี้ ทำการสุ่มตัวอย่างอย่างง่าย (Simple random sampling) ด้วยการจับสลากรายชื่อ (เทพศักดิ์, 2551) ครูที่ปฏิบัติงานสอนในวิทยาลัยเทคนิคสกลนครให้ได้จำนวน 110 รายชื่อ

### เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบสอบถาม ที่ผู้วิจัย สร้างขึ้นแบบประเมินค่า (Rating Scale) 5 ระดับ คือ มีปัญหา มากที่สุด มีปัญหามาก ค่อนข้างมีปัญหา มีปัญหาน้อย ไม่มี ปัญหา

### การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

1. ตรวจเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง นำมาสร้างกรอบ แนวคิดในการศึกษาและกำหนดคณิตามศัพท์ปฏิบัติการ

2. สร้างแบบสอบถามที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล โดย แบ่งแบบสอบถามออกเป็น 3 ตอน ดังนี้

**ตอนที่ 1** ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม ประกอบ ด้วยข้อคำถามจำนวน 5 ข้อ ลักษณะเป็นข้อคำถามปลายเปิด และปลายปิด ได้แก่ เพศ ประสบการณ์การทำงาน สถานะ ระดับการศึกษา แผนกวิชาที่สังกัด

**ตอนที่ 2** การศึกษาสภาพปัญหา ลักษณะ ข้อคำถามเป็น แบบประเมินค่า 5 ระดับ ได้แก่ มีปัญหามากที่สุด มีปัญหามาก ค่อนข้างมีปัญหา มีปัญหาน้อย ไม่มีปัญหา โดยข้อคำถามแบ่ง ออกเป็นฝ่าย ได้แก่ ฝ่ายบริหารทรัพยากร จำนวน 40 ข้อ ฝ่ายแผนงานและความร่วมมือ จำนวน 26 ข้อ ฝ่ายพัฒนา กิจการนักเรียนนักศึกษา 26 ข้อ ฝ่ายวิชาการ จำนวน 41 ข้อ

**ตอนที่ 3** ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมของปัญหา เป็นแบบสอบถาม – ตามปลายเปิด

การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษานำ ร่างแบบสอบถามเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญด้านการวิจัย เพื่อ พิจารณาตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมสมของเนื้อหา (Content validity) หลังจากนี้ นำแบบสอบถามที่ได้มีการปรับปรุง แก้ไขเรียบร้อยแล้ว นำไปทดสอบ (Try out) กับครูใน วิทยาลัยเทคนิคสกอลคร ที่ไม่ได้เป็นตัวอย่างในการวิจัย จำนวน 40 คน จากนั้นนำมาหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบสอบถามโดยใช้สูตรรัสมีสติทิช อัลฟ่า ของ Cronbach โดยค่าความเชื่อมั่น มีค่าอัลฟ่าเท่ากับ 0.98

### การวิเคราะห์ข้อมูล

#### ในการทำวิจัยแบ่งการวิเคราะห์ได้ดังนี้

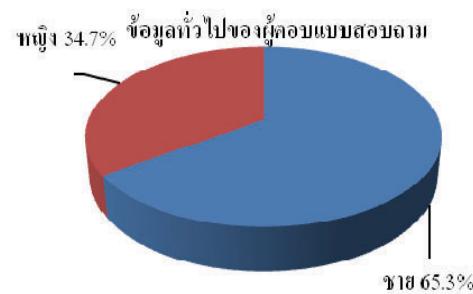
1. วิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของตัวอย่าง ด้วยสถิติพรรณนา ได้แก่ ความถี่ ร้อยละ

2. วิเคราะห์ทัศนคติของการทำวิจัยศึกษาสภาพปัญหาของ

วิทยาลัยเทคนิคสกอลคร ด้วยสถิติพรรณนา ได้แก่ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

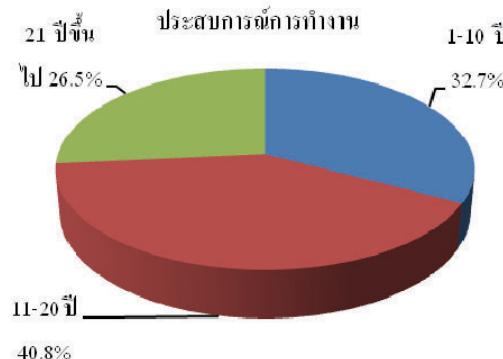
### 4. การอภิปรายผล

จากผลการวิจัยสามารถอภิปรายผลได้ดังนี้



**แผนภูมิที่ 1** แสดงจำนวน และร้อยละของคณาจารย์วิทยาลัยเทคนิค สกอลคร จำแนกตามเพศ

จากแผนภูมิที่ 1 แสดงว่า คณาจารย์วิทยาลัยเทคนิคสกอลครส่วน ใหญ่เป็นเพศชาย ร้อยละ 65.3 และเพศหญิง ร้อยละ 34.7



**แผนภูมิที่ 2** แสดงจำนวน และร้อยละของคณาจารย์วิทยาลัยเทคนิค สกอลคร จำแนกตามประสบการณ์การทำงาน

จากแผนภูมิที่ 2 แสดงว่า คณาจารย์วิทยาลัยเทคนิคสกอลครส่วน ใหญ่ มีประสบการณ์การทำงานระหว่าง 11-20 ปี ร้อยละ 40.8 รองลงมาประสบการณ์การทำงาน 1-10 ปี ร้อยละ 32.7 ประสบการณ์การทำงาน 21 ปีขึ้นไป 26.5

โดยในครั้งนี้มีผู้เข้าร่วมเป็นคณาจารย์วิทยาลัยเทคนิคสกอลคร ส่วนใหญ่เป็นเพศชาย จำนวน 65 คน มีประสบการณ์ การ ทำงาน 11-20 ปี รองลงมา 1-10 ปี ส่วนใหญ่เป็นครูประจำการ จำนวน 65 คน ส่วนใหญ่มีการศึกษาระดับปริญญาตรี จำนวน



51 คน รองลงมาระดับปริญญาโท จำนวน 45 คน ส่วนใหญ่เป็น ครุแผนกวิชาอิเล็กทรอนิกส์และแผนกวิชาสามัญสัมพันธ์ จำนวน 16 คน รองลงมาเป็นแผนกวิชาไฟฟ้ากำลัง จำนวน 15 คน

จากการศึกษาพบว่า ความคิดเห็นของครุวิทยาลัยเทคนิค สถาบันครต่อสภาพปัจจุบันของวิทยาลัยเทคนิคสถาบันครในแต่ละ ฝ่าย ดังนี้ ฝ่ายบริหารทรัพยากร โดยรวมอยู่ในระดับค่าเฉลี่ย ปานกลางมากสุดคือ การพัฒนาอาคารสถานที่ของสถานศึกษา และค่าเฉลี่ยระดับน้อยต่ำสุดคือ การให้บริการเกี่ยวกับการรับ ส่งไปรษณีย์ ฝ่ายแผนงานและความร่วมมือ โดยรวมอยู่ใน ระดับค่าเฉลี่ยปานกลางมากสุดคือ การดำเนินกิจกรรมต่างๆ ของสถานศึกษากับสถานประกอบการ และค่าเฉลี่ยระดับน้อย ต่ำสุดคือ การจัดทำแผนปฏิบัติการประจำปี ฝ่ายพัฒนาธุรกิจการ นักเรียนนักศึกษา โดยรวมอยู่ในระดับค่าเฉลี่ยปานกลางมาก สุดคือ ความส่วนงานของภูมิทัศน์โดยรอบของวิทยาลัย และ ค่าเฉลี่ยระดับน้อยต่ำสุดคือ การจัดหาเครื่องมือและเวชภัณฑ์ เพื่อปฐมพยาบาล ฝ่ายวิชาการ โดยรวมอยู่ในระดับค่าเฉลี่ย ปานกลางมากสุดคือ การจัดเครื่องมือ เครื่องจักรที่มีความ ทันสมัยใช้ในการเรียน และค่าเฉลี่ยระดับน้อยต่ำสุดคือ การ วัดผลและประเมินผลตามวัตถุประสงค์รายวิชา

## 5. สรุปผลการวิจัย

การศึกษาสภาพปัจจุบันของวิทยาลัยเทคนิคสถาบันคร เพื่อนำไปสู่การปฏิบัติ พัฒนาสื่อการเรียนการสอน และพัฒนาแนว ทางการจัดการศึกษา เพื่อให้บุคลากรในสถานศึกษามีความรู้ ความเข้าใจ และเพื่อนำผลการวิจัยไปพัฒนาปรับปรุงการเรียน การสอนต่อไป ข้อมูลเกี่ยวกับการศึกษาสภาพปัจจุบันของ วิทยาลัยเทคนิคสถาบันคร โดยรวมอยู่ในระดับค่าเฉลี่ยปาน กลาง ซึ่งสอดคล้องกับ (เกรียงศักดิ์, 2554) ในการจัดการศึกษา ควรให้ความสำคัญกับระดับความพร้อมการเรียนรู้ของ นักศึกษาเพื่อให้การจัดการศึกษามีคุณภาพการเรียนการสอน ส่งเสริมการพัฒนาสติปัญญาและการเรียนรู้ให้กับนักศึกษาได้ อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด ไม่ว่าจะเป็นห้องสมุด ห้อง คอมพิวเตอร์ การจัดบริเวณที่มีบรรยากาศที่เอื้อต่อการเรียนรู้ ส่งเสริมให้นักศึกษาได้กันพับศักยภาพและรู้จักตนเองได้เรียน

ในสิ่งที่เป็นความลับและความสนใจอันจะทำให้นักศึกษามี ความสุขในการเรียนและสามารถเรียนรู้ได้ดี รวมถึงสนับสนุน นักศึกษาที่มีข้อจำกัดทางด้านการเงิน เช่นการให้ทุน การ ปรับปรุงหลักสูตรให้มีความสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงใน ด้านต่างๆ

## 6. ข้อเสนอแนะและความคิดเห็น

ในการศึกษาสภาพปัจจุบันของวิทยาลัยเทคนิคสถาบันคร ปัจจุบันภาระงานของครุเมื่อกี้ วิทยาลัยฯ ควรกระจายภาระ งานต่างๆ ไปให้ครุทุกคนในปริมาณที่ใกล้เคียงกันตามความ เหมาะสม เช่น จำนวนชั่วโมง การทำงานในตำแหน่งหน้าที่ พิเศษต่างๆ การปฏิบัติงานตามคำสั่ง การปรับปรุงภูมิทัศน์ใน สถานศึกษาและในห้องเรียน ควรมีสื่อการเรียนการสอนที่ ทันสมัยและใช้งานได้ และครุผู้สอนควรมีห้องประชุมของ ตนเอง ผู้บริหารควรติดตามงานที่มีขอบหมายเพื่ออำนวยการ แก่ปัญหาที่งานนั้นสมบูรณ์ ผู้บริหารควรหาทางสร้าง แรงจูงใจให้เกิด 3 อย่าง คือ ร่วมคิด ร่วมทำ และรับ ผลประโยชน์และมีการกวดขันเรื่องการปฏิบัติหน้าที่ของ บุคลากรทุกระดับอย่างเท่าเทียมกัน ไม่เลือกปฏิบัติข้าราชการ ประจำถูกจ้างชั่วคราวมีการประชาสัมพันธ์ข้อมูลข่าวสารให้ บุคลากรได้รับทราบโดยทั่วถึงและเผยแพร่ในสื่อสารสนเทศ อย่างทั่วถึง ควรปรับสภาพแวดล้อม อาคารเรียน ป้ายนิเทศ ป้ายชื่อแผนกต่างๆ ให้เป็นแนวทางเดียวกัน เพื่อความเป็น ระเบียบเรียบร้อยและสวยงาม ถังขยะควรมีปริมาณเพิ่มขึ้น และจัดวางให้เป็นระเบียบเรียบร้อย ควรมีการพัฒนาโรงอาหาร คุณภาพอาหาร ความสะอาด

## 7. บรรณานุกรม

- [1] เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์. 2554. การตอบสนองชั้นเรียนที่มีระดับ การเรียนรู้ของนักศึกษาที่แตกต่างกันแบบอาร์วาร์ด. กรุงเทพมหานคร : สำรัชสัปดาห์วิจารณ์ ปีที่ 59 ฉบับที่ 9 วันที่ 18-24 พฤศจิกายน 2554.
- [2] กฤยมันต์ วัฒนาณรงค์. 2536. เทคโนโลยีเทคนิคศึกษา. กรุงเทพมหานคร : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- [3] จันทรานี สงวนนาม. 2545. ทฤษฎีและแนวปฏิบัติในการบริหาร สถานศึกษา. กรุงเทพมหานคร : บริษัทบุ๊กพอยท์ จำกัด.

- [4] เทพศักดิ์ บุญยรัตพันธุ์. 2551. การเรียนรู้การทําวิจัยด้วยตนเอง.  
กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมราช.
- [5] ชีรุณิ บุญยิสกุล. 2536. การบริหารอาชีวะและเทคนิคศึกษาเพื่อพัฒนาคุณภาพอุตสาหกรรม. กรุงเทพมหานคร: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- [6] ปรียาพร วงศ์อนุตร โกรจน์. 2542. การจัดและการบริหารอาชีวศึกษา.  
กรุงเทพมหานคร: ศูนย์ส่งเสริมกรุงเทพมหานคร.
- [7] วิทยาลัยเทคนิคสกลนคร. 2553. รายงานประเมินตนเอง. สกลนคร : วิทยาลัยเทคนิคสกลนคร.
- [8] สุรพันธ์ ตันศรีวงศ์. 2538. วิธีการสอน 1. กรุงเทพมหานคร : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- [9] สำนักนายกรัฐมนตรี. 2553. พรบราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ  
(ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2553. [www.lawamendment.go.th](http://www.lawamendment.go.th). 5 กันยายน  
2554.
- [10] George Afeti. 2007. **Technical and Vocational Education and Training for Industrialization.** WWW. Aurforunn. Org.
- [11] Michael Gessler. 2011. **Learning in Hybrid Learning Environments in Vocational and Professional Education.** WWW. Eera.de.



การเปรียบเทียบผลลัมภุที่ทางการเรียนวิชาทางจรอเล็กทรอนิกส์ 2 ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 2

สาขาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ หลักสูตรปกติกับหลักสูตรภาษาอังกฤษ

วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

**A comparison of learning achievement on Electronic Circuit 2 between Normal Curriculum and English Program**

**Curriculum for the second year students of vocational certificate Department of Electrical Engineering Technology,**

**King Mongkut's University of Technology North Bangkok**

วิทยากรที่ บ่อชน นานิตย์ สิทธิชัย

ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

witthayakornb@kmutnb.ac.th

## บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงเปรียบเทียบ เพื่อเป็นข้อมูลในการจัดการสอนให้นักเรียนหลักสูตรปกติกับหลักสูตร โปรแกรมภาษาอังกฤษ โดยมีวัตถุประสงค์ของการวิจัยคือ 1) เพื่อเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากแบบทดสอบวัดผลลัมภุที่ทางการเรียนวิชาทางจรอเล็กทรอนิกส์ 2 ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 2 สาขาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ที่เรียนด้วยหลักสูตรปกติกับหลักสูตร โปรแกรมภาษาอังกฤษ 2) เพื่อวิเคราะห์ความเที่ยงตรงตามสภาพของแบบทดสอบวัดผลลัมภุที่ทางการเรียนวิชาทางจรอเล็กทรอนิกส์ 2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ แบบทดสอบวัดผลลัมภุที่ทางการเรียน โดยนำໄไปเก็บข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 145 คนที่ได้จากการสุ่มอย่างง่าย โดยวิธีจับฉลาก จากนั้นนำคะแนนที่ได้มาทำการวิเคราะห์และสรุปผล ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยหลักสูตรปกติมีคะแนนเฉลี่วิชาทางจรอเล็กทรอนิกส์ 2 สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยหลักสูตร โปรแกรมภาษาอังกฤษ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และผลการวิเคราะห์ความเที่ยงตรงตามสภาพของแบบทดสอบวัดผลลัมภุที่ทางการเรียนวิชาอิเล็กทรอนิกส์ 2 พบว่ามีค่าความเที่ยงตรงตามสภาพ 0.32 ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05

**คำสำคัญ:** ผลลัมภุที่ทางการเรียน หลักสูตรปกติ หลักสูตร โปรแกรมภาษาอังกฤษ แบบทดสอบ ความเที่ยงตรงตามสภาพ

## Abstract

*This research was a comparative study and aimed to analyze how to manage teaching for students in Normal curriculum and English program curriculum. The purpose of the research was 1) to compare the mean score of the achievement test for Electronic Circuits 2 subject between Normal curriculum and English program curriculum for the Second Year Students of Vocational Certificate Department of Electrical Engineering Technology 2) to analyze the concurrent validity of the test for Electronic Circuits 2. The instrument used in this research was the learning achievement test. The samples were 145 students and random by drawing lots. And then the score was analyzed and conclusion. The research result revealed that the mean score of students in Normal curriculum was significantly higher than the students in English program curriculum at the level of .05. For the analysis the concurrent validity found that the test had the concurrent validity of 0.32 by statistic significance at the level of .05.*

**Keyword:** Learning Achievement Normal Curriculum English Curriculum Program Test Concurrent Validity

## 1. บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัจจุบัน

โรงเรียนเตรียมวิศวกรรมศาสตร์ ไทย-เยอรมัน สังกัด วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี พระจอมเกล้าพระนครเหนือ จัดการเรียนการสอนในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ใน 3 สาขาวิชา คือ เครื่องกล ไฟฟ้า และ โยธา โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อผลิตนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพให้มีความรู้พื้นฐานทางด้านช่าง วิศวกรรม วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อประกอบอาชีพ ทางด้านช่าง หรือศึกษาต่อระดับอุดมศึกษาทางด้าน วิศวกรรมศาสตร์ ครุศาสตร์ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยในสาขาวิชาไฟฟ้านี้ ได้มีการจัดการเรียนการสอน ออกแบบส่องหลักสูตร คือ หลักสูตรปกติกับหลักสูตร โปรแกรมภาษาอังกฤษ [2]

การคัดเลือกนักเรียนเข้าศึกษาต่อในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาไฟฟ้า-อิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรมมีการกำหนดครับนักเรียนเข้าศึกษาต่อด้วยวิธีทาง โควต้า และวิธีสอบตรง โดยนำมาใช้คัดเลือกนักเรียนเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรปกติ กับ หลักสูตร โปรแกรมภาษาอังกฤษ แต่เนื่องจากมีนักเรียนผ่านการคัดเลือก เป็นจำนวนมากและนักเรียนมีระดับความรู้พื้นฐานทาง วิศวกรรมแตกต่างกัน จึงไม่แน่ใจว่าควรจะจัดการสอนให้เหมือน หรือ แตกต่างกัน ระหว่างหลักสูตรปกติ กับ หลักสูตร โปรแกรมภาษาอังกฤษ ผู้จัดจึงทำการวิจัยเพื่อเป็นข้อมูลในการพัฒนาการเรียนการสอนในหลักสูตรปกติกับหลักสูตร โปรแกรมภาษาอังกฤษ วิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ 2 ให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น

### 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อเปรียบเทียบคะแนนจากแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา วิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ 2 ของนักเรียนที่เรียนด้วยหลักสูตรปกติกับหลักสูตร โปรแกรมภาษาอังกฤษ

1.2.2 เพื่อวิเคราะห์ค่าความเที่ยงตรงตามสภาพ ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ 2

### 1.3 สมมติฐานการวิจัย

คะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ 2 ของนักเรียนที่เรียนด้วยหลักสูตรปกติกับหลักสูตร โปรแกรมภาษาอังกฤษแตกต่างกัน

## 2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### 2.1 วิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ 2 รหัสวิชา 353153

ผู้จัดได้นำหน่วยการเรียนวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ 2 ของนักเรียนหลักสูตรปกติกับหลักสูตร โปรแกรมภาษาอังกฤษ มาใช้ในการวิเคราะห์และเปรียบเทียบเนื้อหาสาระในการเรียน ดังต่อไปนี้

#### 2.1.1 หน่วยการเรียนของหลักสูตรปกติ

### ตารางที่ 1 หน่วยการเรียนของหลักสูตรปกติ

หน่วย ที่	หัวข้อ (เนื้อหาสาระการเรียน)	การ บ้าน
1	การแนะนำเนื้อหาเรียนของวิชา	
2	ไฟฟ้า	
3	เกไฟฟ้า	1
4	มอเตอร์	2
5	คีพลีชั่นน์มอเตอร์	
6	เอนชานต์เมนต์มอเตอร์	3
7	วงจรขยายในอุตสาหกรรม	4
8	วงจรขยายแบบ บีเจที	
9	การวิเคราะห์สัญญาณขนาดเล็กจากบีเจที	5
<u>สอบกลางภาค</u>		
10	การแนะนำเนื้อหาเรียนของอุปกรณ์	6
11	วงจรอุปกรณ์	7
12	การประยุกต์ใช้งานทางอุปกรณ์	8
<u>การแข่งขันกีฬามหาวิทยาลัยประจำปี</u>		
13	เอลซีอาร์, เอสซีเอส, ไคเดอก, ไตรแอก	
14	ยูเจที, พียูที	
15	วัสดุกึ่งตัวนำที่ทำงานด้วยแสง	
16	ทบทวนเนื้อหาเรียนทั้งหมด	
<u>สอบปลายภาค</u>		



จากการที่ 1 นักเรียนหลักสูตรปกติมีหน่วยการเรียนจำนวน 16 หน่วย มีเนื้อหาสาระการเรียนจำนวน 16 หัวข้อ และมีรายงานสำหรับการบ้านจำนวน 8 งาน

## 2.1.2 หน่วยการเรียนของหลักสูตรภาษาอังกฤษ

ตารางที่ 2 หน่วยการเรียนของหลักสูตรโปรแกรมภาษาอังกฤษ

Chap ter	Topic (Learning content)	Home work
1	Introduction	
2	Ideal Amplifiers	1
3	JFET	
4	J-FET biasing circuits	2
5	MOSFET	
6	D-MOSFET biasing circuits	3
7	E- MOSFET biasing circuits	4
8	Overall review	
	<u>Midterm Exam</u>	
9	BJT Amplifier	
10	BJT small signal Analysis	5
11	Introduction to Op-Amps	6
12	Op-Amps Circuits	7
13	Op-Amps Applications	8
14	Overall review	
	<u>Final Exam</u>	

จากตารางที่ 2 นักเรียนหลักสูตรภาษาอังกฤษมีหน่วยการเรียนจำนวน 14 หน่วย มีเนื้อหาสาระการเรียนจำนวน 14 หัวข้อ และมีรายงานสำหรับการบ้านจำนวน 8 งาน

## 2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ปรัชญา [ 1 ] ได้ทำการวิจัยเรื่อง การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ของนักเรียนระดับปวส. 1 สาขาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคสมุทรสงคราม วิทยาลัยเทคนิคสมุทรสาคร โรงเรียน

อิเล็กทรอนิกส์คอมพิวเตอร์ และ โรงเรียนสื่อสาร ชั้นงบ ม.6 และปวช. การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ สร้างและพัฒนา เครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบทดสอบวิชา อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ และเพื่อศึกษาปริมาณเทียนผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนวิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ของประชากรนักศึกษา ระดับ ปวส. 1 สาขาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิค สมุทรสงคราม วิทยาลัยเทคนิคสมุทรสาคร โรงเรียน อิเล็กทรอนิกส์คอมพิวเตอร์และ โรงเรียนสื่อสาร ชั้นงบ ม. 6 และ ปวช. การวิจัยครั้งนี้ใช้ ระเบียบวิธีวิจัยเชิงปริมาณเทียน (Comparative Research) เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวม ข้อมูล ใช้แบบทดสอบวิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์จำนวน 36 ข้อ ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มตัวอย่างมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทาง สถิติที่ระดับ .05

### 3. วิธีการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงประยุกต์เที่ยง ผู้วิจัยได้ดำเนินตามขั้นตอนดังนี้

### 3.1 ประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง

3.1.1 ประชากร ได้แก่ นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาไฟฟ้า-อิเล็กทรอนิกส์ โรงเรียนเตรียมวิศวกรรมศาสตร์ ไทย-เยอรมัน สังกัดวิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือที่ลงทะเบียนเรียนวิชา วงจรอิเล็กทรอนิกส์ 2 รหัสวิชา 353153 ในภาคการศึกษาที่ 2/2554 จำนวน 182 คน

3.1.2 กลุ่มตัวอย่างได้จากการสุ่มด้วยวิธีการจับฉลาก มีจำนวน 145 คน ด้วยการคำนวณตามสูตร Yamane' ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 % [ 3 ] แบ่งเป็นนักเรียนหลักสูตรปกติจำนวน 109 คน หลักสูตรໂປຣແກຣນພາຍາອັກຄຸມจำนวน 36 คน

### 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ได้นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฉบับภาษาไทยที่มีค่าความเชื่อมั่น 0.70 ของปรัชญา [ 1 ] มาใช้ในการวิจัย โดยทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างของนักเรียนหลักสูตร

ปกติและหลักสูตรภาษาอังกฤษ แบบทดสอบประกอบด้วย 3 ตอน ตอนที่ 1 เป็นแบบสอบถามสถานภาพของนักเรียน จำนวน 10 ข้อ ตอนที่ 2 เป็นแบบทดสอบปรนัย ชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 60 ข้อ ตอนที่ 3 เป็นข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะแบบปลายเปิดจำนวน 1 ข้อ

### 3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

3.3.1 ทำหนังสือถึงผู้อำนวยการ หัวหน้าภาควิชา อาจารย์ประจำวิชาเพื่อขอความอนุเคราะห์ในการเก็บข้อมูล

3.3.2 แบ่งนักเรียนกลุ่มตัวอย่างจาก 145 คน ออกเป็น 5 ห้อง ให้นักเรียนนั่งตามโต๊ะที่ระบุเลขที่ไว้

3.3.3 ให้อาจารย์ผู้ควบคุมการสอบในแต่ละห้องเขียนรายละเอียดของแบบทดสอบ

3.3.4 ให้นักเรียนทำแบบทดสอบพร้อมกันภายในเวลา 1 ชั่วโมง

3.3.5 นำแบบทดสอบไปตรวจแล้ววิเคราะห์คะแนนที่ได้

### 3.4 สถิติที่ใช้การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลใช้สถิติ คะแนนเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ การทดสอบสถิติค่าที่

## 4. ผลของการวิจัย

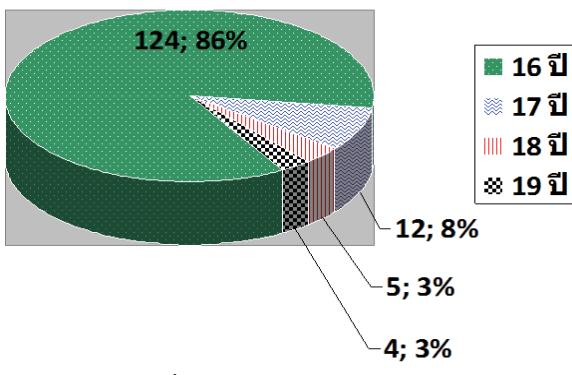
### ผลการวิจัยแสดงตามลำดับดังนี้

#### 4.1 ลักษณะกลุ่มตัวอย่าง

##### 4.1.1 เพศ

กลุ่มตัวอย่างแบ่งเป็นเพศชาย 96 คน (66.2%) เพศหญิง 49 คน (33.79%) รวมทั้งหมด 145 คน

##### 4.1.2 อายุ



ภาพที่ 1 อายุของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

จากภาพที่ 1 กลุ่มตัวอย่างมีอายุตั้งแต่ 16 – 19 ปี จำนวน 145 คน อายุโดยเฉลี่ยเท่ากับ 16.23 ปี

#### 4.2 ผลเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

#### ตารางที่ 3 ผลเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

กลุ่มตัวอย่าง	<i>n</i>	$\bar{X}$ (%)	<i>S.D.</i>	<i>t</i>
หลักสูตรปกติ	109	27.97(46.6)	4.58	
หลักสูตรภาษาอังกฤษ	36	18.47(30.8)	4.54	10.81**

\*\*  $\alpha = .001$

จากตารางที่ 3 คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวงศ์อิเล็กทรอนิกส์ 2 ของนักเรียนหลักสูตรปกติ ( $\bar{X} = 27.97$ ,  $S.D. = 4.58$ ) สูงกว่านักเรียนหลักสูตร โปรแกรมภาษาอังกฤษ ( $\bar{X} = 18.47$ ,  $S.D. = 4.54$ ) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนหลักสูตรปกติคิดเป็นร้อยละ 46.6 สูงกว่านักเรียนหลักสูตร โปรแกรมภาษาอังกฤษซึ่งคิดเป็นร้อยละ 30.8

#### 4.3 ผลวิเคราะห์ความเที่ยงตรงตามสภាព

#### ตารางที่ 4 ผลวิเคราะห์ความเที่ยงตรงตามสภាព

ผลรวม	$\sum X$	$\sum Y$	$\sum X^2$	$\sum Y^2$	$\sum XY$	$r_N$	$r_{EP}$	$r$
คะแนน	3,730	411	101,252	1,217	10,722.7	0.45**	0.08	0.32**

\*\*  $\alpha = .01$

จากตารางที่ 4 ความเที่ยงตรงตามสภាពของแบบทดสอบมีค่า 0.32 จำแนกเป็นหลักสูตรปกติมีค่า 0.45 ส่วนหลักสูตรภาษาอังกฤษมีค่า 0.08

## 5. สรุป และ อภิปรายผลการวิจัย

### 5.1 สรุป

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงเปรียบเทียบมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวงศ์อิเล็กทรอนิกส์ 2 และวิเคราะห์ค่าความเที่ยงตรงตามสภាពของแบบทดสอบ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยหลักสูตรปกติมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวงศ์อิเล็กทรอนิกส์ 2 สูงกว่านักเรียนที่เรียน



ด้วยหลักสูตรภาษาอังกฤษอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานของการวิจัย และผลการวิเคราะห์ค่าความเที่ยงตรงตามสภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาของจริย์เล็กทอนิกส์ 2 ปรากฏว่ามีความเที่ยงตรงตามสภาพ ( $r$ ) เท่ากับ 0.32 จำแนกเป็นนักเรียนหลักสูตรปกติมีค่า 0.45 และนักเรียนหลักสูตร โปรแกรมภาษาอังกฤษมีค่า 0.08

### 5.2 อภิปรายผลการวิจัย

นักเรียนที่เรียนด้วยหลักสูตรปกติมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ( $\bar{X} = 28$ ,  $S.D. = 4.57$ ) สูงกว่า นักเรียนที่เรียนด้วยหลักสูตร โปรแกรมภาษาอังกฤษ ( $\bar{X} = 18.5$ ,  $S.D. = 4.53$ ) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่ง สอดคล้องกับงานวิจัยของ ปรัชญา [ 1 ] อาจเป็นเพราะสาเหตุที่ 1) มีจำนวนนักเรียนที่สมัครสอบคัดเลือกเข้าศึกษาต่อสำหรับ หลักสูตรปกติเป็นอันดับ 1 มากกว่าหลักสูตร โปรแกรมภาษาอังกฤษสาเหตุที่ 2) นักเรียนหลักสูตรปกติมีหน่วยเรียน และเนื้อหาสาระการเรียนมากกว่านักเรียนหลักสูตร ภาษาอังกฤษตามตารางที่ 1 และตารางที่ 2

และจากผลวิเคราะห์ค่าความเที่ยงตรงตามสภาพของ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาอิเล็กทรอนิกส์ 2 พบว่าความเที่ยงตรงตามสภาพของแบบทดสอบจากหลักสูตร ภาษาอังกฤษมีค่าต่ำกว่าหลักสูตรปกติมาก ทั้งนี้อาจเป็นเพราะ ความแตกต่างของการประเมินผลการเรียนทั้งแบบอิงเกณฑ์ และ อิงกลุ่มในวิชาอื่นของนักเรียนหลักสูตร โปรแกรมภาษาอังกฤษซึ่งมีผลต่อคะแนนเฉลี่ยสะสม ซึ่งทำให้ค่าความเที่ยงตรงตามสภาพของนักเรียนหลักสูตร โปรแกรมภาษาอังกฤษมีค่าต่ำกว่าหลักสูตรปกติ

### 6. ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

การจัดการสอนของหลักสูตรปกติ กับ หลักสูตร โปรแกรมภาษาอังกฤษ ควรใช้วิธีการจัดการสอนที่แตกต่าง กัน

### 7. กิตติกรรมประกาศ

ขอกราบขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์อุรศักดิ์ เทียม ประสิทธิ์ อาจารย์วิรัต อัศวนุวัตร และอาจารย์วิวิชช์ พรม คง ที่กรุณาเสียสละเวลาและให้ความคิดเห็น แนะนำข้อมูล ต่างๆ เพื่อนำไปใช้ประโยชน์กับงานวิจัย และขอขอบคุณ คณาจารย์ในภาควิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมไฟฟ้า คณาจารย์ใน ภาควิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ เจ้าหน้าที่ โรงเรียนเตรียมวิศวกรรมศาสตร์ ไทย-เยอรมัน ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า งานทะเบียนและสถิตินักศึกษา สำนัก คอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ ที่ได้ให้ข้อมูล ประกอบการวิจัย ตลอดจนคำแนะนำ ให้กำลังใจและ ช่วยเหลือผู้วิจัยมาโดยตลอด เพื่อให้งานวิจัยนี้ประสบ ความสำเร็จลุล่วงด้วยดี

### 8. เอกสารอ้างอิง

- [1] ปรัชญา สาคปากน้ำ. การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดผึก อบรมวิชาการติดตั้งและซ่อมบำรุงระบบเครื่องข่าย คอมพิวเตอร์ หลักสูตรช่างระบบคอมพิวเตอร์และเครื่องข่าย กองวิชาการ กรมอิเล็กทรอนิกส์ทหารเรือ. วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาไฟฟ้า ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2545.
- [2] โรงเรียนเตรียมวิศวกรรมศาสตร์ ไทย-เยอรมัน. (2551). วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. สืบค้นเมื่อ 25 มีนาคม 2555 จาก <http://www.news2.kmutnb.ac.th/news2008/news20081125-01.asp?NewsID>
- [3] วิเชียร เกตุสิงห์. การวิจัยเชิงปฏิบัติ. พิมพ์ครั้งที่ 2. นนทบุรี : [ม.ป.ท. : ม.ป.พ.], 2537.

การยอมรับผู้สำเร็จการศึกษาหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงสาขาวิชาเครื่องกล  
สังกัดวิทยาลัยเทคนิค เขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

**The Acceptability of Graduates in Mechanical  
Diploma level in the Technical Colleges of The North Eastern Region**

ดร.ลักษณ์ พวงใบดี, บรรจุบ บรรจุ, อรชร, พิเชษฐ์ พินิจ  
ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล  
ครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี  
E-mail :shorn\_lak@hotmail.com

**บทคัดย่อ**

การศึกษาวิจัยครั้งนี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาระดับการยอมรับผู้สำเร็จการศึกษา หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงสาขาวิชาเครื่องกล สังกัดวิทยาลัยเทคนิค เขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ประเทศไทยที่ใช้ในการศึกษาวิจัย ได้แก่ สถานประกอบการ 19 จังหวัด จำนวน 114 แห่ง ตามรายชื่อสถานประกอบการที่ทำความร่วมมือกับสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษาที่มีนักศึกษาทำงานอยู่ 202 คน เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นแบบสอบถามมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.99 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ยค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน การทดสอบค่าที (*t-test*) และการทดสอบค่าเอฟ (*F-test*) ผลการศึกษาวิจัย พบว่า สถานภาพของผู้ตอบแบบสอบถาม ตำแหน่งผู้จัดการ โรงงานและหัวหน้างาน ส่วนมากเป็นเพศชายร้อยละ 80.7 เพศหญิงร้อยละ 19.3 มีอายุต่ำกว่า 30 ปี ร้อยละ 19.3 อายุมากกว่า 30 ปี ร้อยละ 79.8 มีวุฒิการศึกษาสูงสุดอยู่ในระดับ ปวช. ถึงระดับปริญญาตรี ร้อยละ 93 ระดับปริญญาโท ถึงระดับปริญญาเอก คิดเป็นร้อยละ 7 โดยมีประสบการณ์การทำงานน้อยกว่า 10 ปี ร้อยละ 26.3 มีประสบการณ์การทำงานมากกว่า 10 ปี ร้อยละ 73.7 ตำแหน่งงานผู้จัดการ โรงงานคิดเป็นร้อยละ 45.6 หัวหน้างานคิดเป็นร้อยละ 54.4 หน่วยงานที่ผู้สำเร็จการศึกษาปฏิบัติงานอยู่เป็นประเภทอุตสาหกรรมการผลิต ร้อยละ 27.2 อุตสาหกรรมการบริการ ร้อยละ 72.8 ซึ่งทำงานอยู่ในสถานประกอบการขนาดใหญ่คิดเป็นร้อยละ 9.6 สถานประกอบการขนาดกลางคิดเป็นร้อยละ 60.5 สถานประกอบการขนาดเล็กร้อยละ 29.8 ส่วนระดับการยอมรับผู้สำเร็จการศึกษาโดยภาพรวมด้าน ความรู้ ทักษะ และเจตคติมีระดับการยอมรับเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก ( $\bar{X} = 3.77$ ,  $S.D. = 0.11$ ), ( $\bar{X} = 3.75$ ,  $S.D. = 0.10$ ), ( $\bar{X} = 4.13$ ,  $S.D. = 0.05$ ) ด้านลำดับ และเมื่อเปรียบเทียบประเภทของอุตสาหกรรมด้วยการทดสอบค่าที (*t-test*) โดยรวมและรายด้าน พบว่าไม่แตกต่างกัน และเปรียบเทียบขนาดอุตสาหกรรม ด้วยการทดสอบค่าเอฟ (*F-test*) โดยรวม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 และรายด้านพบว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 ในด้านที่ 1 ส่วนด้านที่ 2 และ 3 พบว่าไม่แตกต่างกัน

คำสำคัญ : การยอมรับผู้สำเร็จการศึกษา/หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาเครื่องกล



### *Abstract*

The purpose of this research was to study the level of acceptability of graduates from Diploma in Vocational Education, majoring in mechanical power from Technical Colleges of The Nort Eastern Region. The sampling groups consists of 202 people in 114 factories in the name list of the factories and the Enterprise that make a Memorandum of Understanding (MOU) with the Department of Vocational Education. The instrument used to collect data was a reliability equals at 0.99. The percentage, standard deviation, The t-test and the f-test to analysis the data. The research result found that, most of the factory manegers and foremen are men 80.7 percentages, The women are 19.3 percentages, The factory manegers or foremen who are under 30 years old are 19.3 percentages, and older than 30 year old are 79.8 percentages, Highest Degree in Education and a Bachelor's Degree are 93 percentages, Master Degree and Doctoral are 7 percentages. The factoly managers or foremen who have work experience less than 10 years 26.3 percentages, more than 10 years 73.7 percentages. the factory manegers are 45.6 percentage, foremen are 54.4 percentages, The percentages. of working in industrial production are 27.2 and service industrial are 72.8 Which is worked in large enterprises are 9.6, medium enterprises are 60.5 and small enterprises are 29.8 percentages. The acceptation of graduated students including knowledge, skill, and attitude are in a high level. ( $\bar{X} = 3.77$ , S.D. ), ( $\bar{X} = 3.75$ , S.D. = 0.10), ( $\bar{X} = 4.23$ , S.D. = 0.05). Compare with types of industries used t-test analysis showed it is not different and compare with size of industries used f-test analysis showed the different is significant at the 0.05 level and were significant different at 0.05 in first part of the 2 and 3 were not significant different.

Keyword : Level of Acceptability / Diploma in Vocational Education/ Majoring in Mechanical.

## 1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัลหา

การศึกษาทางด้านอาชีวศึกษาในปัจจุบันนับว่ามีความสำคัญต่อความเจริญก้าวหน้าของประเทศไทยเป็นอย่างมาก การที่จะพัฒนาประเทศไทยให้ก้าวหน้าและทันต่อการเปลี่ยนแปลงที่เจริญรุ่งหน้าอย่างรวดเร็วนั้นจะต้องอาศัยกำลังคนที่มีความรู้ ความสามารถในหลาย ๆ ด้านมาช่วยกันพัฒนาประเทศไทย กำลังคนทางด้านอาชีวศึกษาหรือผู้สำเร็จการศึกษาทางด้านอาชีวศึกษาก็เป็นกลุ่มหนึ่งที่จะต้องมีส่วนร่วมในการช่วยกันพัฒนาประเทศไทย

จำเนียร จังคระกุล [1] ได้กล่าวถึง ลักษณะการปฏิบัติงาน ที่มีความสำคัญต่อภาคอุตสาหกรรมของพนักงาน ประกอบด้วย ปัญญาติ 10 ประการ คือ 1. มีความเขียนหนั่นเพียรคิด 2. มีผลงาน ที่มีคุณภาพดี 3. มีความรับผิดชอบ 4. มีความรู้ 5. มีความ สามารถ 6. มีความคิดริเริ่ม 7. มีคุณภาพนิ่ง 8. มีมนุษย์สัมพันธ์ 9. มีความร่วมมือ 10. มีเจตคติที่ดี

วาระครั้งที่ บรรยาย 2 และคุณ [2] ได้ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับรูปแบบ การศึกษาของอาชีวศึกษา พบว่าผู้เข้าร่วมเรียนเข้าร่วมเน้นให้ความสำคัญในเรื่อง คุณลักษณะและคุณสมบัติส่วนตัวของแรงงาน ใน ด้านความรู้ในการทำงาน ความมีมนุษย์สัมพันธ์ ความ

ซึ่งสังคมไทยมีความต้องการที่จะให้เด็กได้รับการศึกษาที่ดีและมีคุณภาพ ดังนั้น จึงต้องมีการพัฒนาคุณภาพของผู้สอนให้สอดคล้องกับมาตรฐานการศึกษาที่ต้องการ ดังนี้

บัญญัติ กุศลสถาพร [4] ได้ศึกษาวิจัยพบว่า ผู้ประกอบการให้ความสำคัญต่อคุณลักษณะในด้านความรับผิดชอบเป็นอันดับแรก ความซื่อสัตย์ ความอดทน ความขยันหมั่นเพียร การตรงต่อเวลา สุขภาพแข็งแรง คล่องแคล่วว่องไว มีระเบียบวินัย มีความรักผูกพันกับองค์กร มีน้ำใจ โอบอ้อมอารี ช่วยเหลือ เกื้อกูล มีมนุษย์สัมพันธ์ ตามลำดับ

จากคำกล่าวและผลของการวิจัยข้างต้นทั้งหมดนี้เป็นสิ่งที่กำลังคนบุคคลกร หรือผู้สำเร็จการศึกษาจากสถาบันการศึกษาทางด้านอาชีวศึกษา จะต้องมีคุณลักษณะและคุณสมบัติดังกล่าวตามที่ภาคอุตสาหกรรมให้การยอมรับ เพื่อที่จะทำให้ภาคอุตสาหกรรมยอมรับในด้านของกำลังคนบุคคลกรหรือผู้สำเร็จการศึกษานั้น จากความสำคัญตรงประเด็นนี้ สถาบันการศึกษาทางด้านอาชีวศึกษาโดยเฉพาะ พ.ศ.

วิทยาลัยเทคนิค สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา จะต้องเตรียมจัดการเรียนการสอน รวมทั้ง ปลูกฝัง คุณลักษณะ และคุณสมบัติตามที่ภาคอุตสาหกรรมให้ความสำคัญ เพราะถ้า วิทยาลัยเทคนิคสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ผลิตผู้สำเร็จการศึกษาอุปกรณ์ตามความต้องการ ทักษะ และเจตคติ ของผู้สำเร็จการศึกษาไม่ตรงกับความต้องการ ทักษะ และเจตคติ ที่ภาคอุตสาหกรรมให้ความสำคัญย่อมจะส่งผลให้ ภาคอุตสาหกรรมเกิดการปฏิเสธในตัวผู้สำเร็จการศึกษาหรือ เกิดการไม่ยอมรับในตัวของผู้สำเร็จการศึกษา ซึ่งจะทำให้เกิด ความสูญเสียทางการศึกษาตามมา [5]

จากสภาพปัจจุบันต่างๆ ดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึงสนใจ ศึกษาการยอมรับผู้สำเร็จการศึกษา หลักสูตรประกาศนียบัตร วิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาเครื่องกล วิทยาลัยเทคนิค สังกัด สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ว่าสถานประกอบการ ต้องการอย่างไรสภาพที่เป็นอยู่ปัจจุบันอย่างไร เพื่อนำผลการวิจัย ไปเป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับให้ผู้ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียน การสอนของสถานศึกษาสังกัดกรมอาชีวศึกษาพิจารณาใช้เป็น แนวทางในการจัดการเรียนการสอนเพื่อให้ผู้สำเร็จการศึกษา ได้รับการยอมรับจากภาคอุตสาหกรรม

## 2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

2.1 เพื่อศึกษาระดับการยอมรับผู้สำเร็จการศึกษาหลักสูตร ประกาศนียบัตร วิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาเครื่องกล สังกัด วิทยาลัยเทคนิค เขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

2.2 เพื่อเปรียบเทียบระดับการยอมรับผู้สำเร็จการศึกษา หลักสูตรประกาศนียบัตร วิชาชีพชั้นสูงสาขาวิชาเครื่องกล สังกัด วิทยาลัยเทคนิค เขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือโดยเปรียบ ตามประเภทของอุตสาหกรรม ขนาดของอุตสาหกรรม

## 3. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

3.1 สถานศึกษามารดาผลการวิจัย เป็นแนวทางในการ พลิกนักศึกษาให้เป็นที่ยอมรับของภาคอุตสาหกรรม

3.2 ภาคอุตสาหกรรมสามารถนำข้อมูลการเปรียบเทียบจาก ประเภทและขนาดของอุตสาหกรรมมาวางแผนการรับคนเข้า ทำงาน

## 4. วิธีดำเนินการวิจัย

### 4.1 ประชากรที่ใช้ในการศึกษาวิจัย

ได้แก่ สถานประกอบการ ใน 19 จังหวัด จำนวน 114 แห่ง ตามรายชื่อสถานประกอบการที่ทำความร่วมมือกับสังกัด สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ที่มีนักศึกษาทำงานอยู่ 202 คน

### 4.2 ลักษณะของแบบสอบถามที่ใช้ในการวิจัย

แบบสอบถามที่ใช้ในการวิจัยแบ่งออกเป็น 4 ตอน คือ ตอนที่ 1 เกี่ยวกับองค์ประกอบด้านความรู้และทักษะ 137 ข้อ

ตอนที่ 2 เกี่ยวกับองค์ประกอบด้านความรู้และทักษะ 137 ข้อ

ตอนที่ 3 เกี่ยวกับองค์ประกอบด้านเจตคติ มี 20 ข้อ

ตอนที่ 4 วัดระดับขั้นการยอมรับ มี 20 ข้อ

แบบสอบถามถูกตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน มีค่า ความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.99

### 4.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดส่งแบบสอบถามทางไปรษณีย์ และบางส่วนผู้วิจัยนำแบบสอบถามไปเก็บข้อมูลในสถาน ประกอบการด้วยตนเอง

### 4.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

4.4.1 แบบสอบถามในตอนที่ 1 วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ ค่าความถี่และค่าร้อยละ

4.4.2 แบบสอบถามในตอนที่ 2 - 3 และ 4 วิเคราะห์ ข้อมูลโดยใช้ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) แปลผลโดยใช้เกณฑ์ [6] ดังนี้

4.50 – 5.0 หมายถึง การยอมรับระดับมากที่สุด

3.50 – 4.49 หมายถึง การยอมรับระดับมาก

2.50 – 3.49 หมายถึง การยอมรับระดับปานกลาง

1.50 – 2.49 หมายถึง การยอมรับระดับน้อย

1.00 – 1.49 หมายถึง การยอมรับระดับน้อยที่สุด



5. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการวิเคราะห์ด้านสถานภาพผู้จัดการ โรงแรม

ตารางที่ 1 จำแนกตามเพศ

เพศ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
ชาย	162	80.2
หญิง	40	19.8
รวม	202	100

ตารางที่ 2 จำแนกตามอายุ

อายุ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
ไม่เกิน 30 ปี	35	17.3
เกิน 30 ปี	167	82.7
รวม	202	100

ตารางที่ 3 จำแนกตามวุฒิการศึกษา

วุฒิการศึกษาสูงสุด	จำนวน (คน)	ร้อยละ
ปวช.	19	9.4
ปวส.	72	35.6
ปริญญาตรี	97	48.0
ปริญญาโท	6	3.0
ปริญญาเอก	8	4.0
รวม	202	100

ตารางที่ 4 จำแนกตามประสบการณ์การทำงาน

ประสบการณ์การทำงาน	จำนวน (คน)	ร้อยละ
ทำงานน้อยกว่า 10 ปี	55	27.2
ทำงาน 10 ปี ขึ้นไป	147	72.8
รวม	202	100

ตารางที่ 5 จำแนกตามตำแหน่งงาน

ตำแหน่งงาน	จำนวน (คน)	ร้อยละ
ผู้จัดการ โรงแรม	93	46.0
หัวหน้างาน	109	54.0
รวม	202	100

ตารางที่ 6 จำแนกตามประเภทสถานประกอบการ

ประเภทของสถานประกอบการ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
ประเภทอุตสาหกรรมผลิต	50	24.8
ประเภทอุตสาหกรรมการบริการ	152	75.2
รวม	202	100

ตารางที่ 7 จำแนกตามขนาดสถานประกอบการ

ขนาดของสถานประกอบการ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
สถานประกอบการขนาดใหญ่	19	9.4
สถานประกอบการขนาดกลาง	131	64.9
สถานประกอบการขนาดเล็ก	52	25.7
รวม	202	100

ตารางที่ 8 ผลการวิเคราะห์ด้านความรู้ทักษะวิชาชีพพื้นฐาน

ความรู้วิชาชีพพื้นฐาน และวิชาชีพเฉพาะ	$\bar{X}$	S.D.	ระดับการยอมรับ
ความรู้พื้นฐานและวิชาชีพเฉพาะ	3.77	0.12	มาก
ทักษะพื้นฐานและวิชาชีพเฉพาะ	3.75	0.06	มาก

ตารางที่ 9 ผลการวิเคราะห์ด้านเจตคติต่อการทำงานของ

ผู้สำเร็จการศึกษา

ด้านเจตคติต่อการทำงานของผู้สำเร็จการศึกษา	$\bar{X}$	S.D.	ระดับการยอมรับ
ด้านเจตคติต่อการทำงานของผู้สำเร็จการศึกษา	4.13	0.05	มาก

ตารางที่ 10 ผลการวิเคราะห์ระดับขั้นการยอมรับ

ระดับขั้นการยอมรับผู้สำเร็จการศึกษา	$\bar{X}$	S.D.	ระดับการยอมรับ
ระดับขั้นรับรู้	3.70	0.10	มาก
ระดับขั้นการรุ่งใจ	3.86	0.07	มาก
ระดับขั้นการตัดสินใจ	3.84	0.10	มาก

ระดับขั้นการยอมรับผู้สำเร็จ ศึกษา	$\bar{X}$	S.D.	ระดับการ ยอมรับ
ระดับขั้นนำไปใช้	3.98	0.03	มาก
ระดับขั้นยืนยัน	3.97	0.08	มาก
ค่าเฉลี่ยโดยภาพรวม	<b>3.84</b>	<b>0.11</b>	มาก

ตารางที่ 11 ผลการเปรียบเทียบผู้สำเร็จการ โรงงานหรือหัวหน้างาน  
จำแนกตามประเภทของอุตสาหกรรม

องค์ประกอบ	ประเภท อุตสาหกรรม การผลิต		ประเภท อุตสาหกรรม การบริการ		t	sig
	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.		
.1 ด้านความรู้ และทักษะ	3.74	0.44	3.76	0.80	0.25	0.79
2. ด้านเจตคติ	4.08	0.60	4.21	0.71	1.26	0.20
.3 ด้านระดับ ขั้นการยอมรับ	3.94	0.31	3.89	0.60	0.78	0.43
ค่าเฉลี่ยรวม	<b>3.81</b>	<b>0.29</b>	<b>3.83</b>	<b>0.66</b>	<b>0.27</b>	<b>0.78</b>

\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตารางที่ 11 แสดงว่าโดยรวมและรายด้าน พ布ว่าไม่แตกต่างกัน

ตารางที่ 12 ผลการเปรียบเทียบผู้สำเร็จการ โรงงานหรือหัวหน้างาน  
จำแนกตามขนาดอุตสาหกรรม

องค์ประกอบ	แหล่งความ แปรปรวน	ss	df	Ms	F	Sig
.1 ด้านความรู้ และทักษะทาง วิชาชีพ	ระหว่างกลุ่ม ภายในกลุ่ม รวม	3.84 103.27 107.11	2 199 201	1.92 0.51	3.70	*0.02
.2 ด้านเจตคติ ต่อการทำงาน	ระหว่างกลุ่ม ภายในกลุ่ม รวม	0.45 95.12 95.58	2 199 201	0.23 0.47	0.48	0.61
.3 ระดับขั้นการ ยอมรับ	ระหว่างกลุ่ม ภายในกลุ่ม รวม	0.09 59.92 60.02	2 199 201	0.04 0.30	0.16	0.85
โดยรวมทุก ด้าน	ระหว่างกลุ่ม ภายในกลุ่ม รวม	2.48 67.64 70.13	2 199 201	1.24 0.34	3.66	*0.02

\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตารางที่ 12 แสดงว่าโดยรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 และรายด้านพ布ว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 ในด้านที่ 1 ส่วนด้านที่ 2 และ 3 พ布ว่าไม่แตกต่างกัน

## 6. สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษา พบว่า ผู้จัดการ โรงงานหรือหัวหน้างาน ส่วนมากเป็นเพศชาย ร้อยละ 80.2 (ดังตารางที่ 1) อายุเกิน 30 ปี ร้อยละ 82.7 (ดังตารางที่ 2) วุฒิการศึกษาสูงสุดปริญญาตรี ร้อยละ 48 (ดังตารางที่ 3) มีประสบการณ์ทำงาน 10 ปีขึ้นไป ร้อยละ 72.8 (ดังตารางที่ 4) เป็นหัวหน้างานร้อยละ 54 (ดังตารางที่ 5) เป็นประเภทอุตสาหกรรมบริการร้อยละ 152 (ดังตารางที่ 6) และทำงานในสถานประกอบการขนาดกลางมาก สุดร้อยละ 64.9 (ดังตารางที่ 7) ความรู้พื้นฐานทางวิชาชีพ เอกพะเนลี่อยู่ในระดับมาก ( $\bar{X} = 3.77$ , S.D.=0.12) ทักษะพื้นฐานวิชาชีพเอกพะเนลี่อยู่ในระดับมาก ( $\bar{X} = 3.75$ , S.D.=0.06) (ดังตารางที่ 8) ด้านเจตคติต่อการทำงานของผู้สำเร็จการศึกษาเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก ( $\bar{X} = 4.13$ , S.D.= 0.05) (ดังตารางที่ 9) ระดับขั้นการยอมรับโดยภาพรวมเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก ( $\bar{X} = 3.84$ , S.D.=0.11) (ดังตารางที่ 10) และเมื่อเปรียบเทียบตามประเภทอุตสาหกรรมการผลิตและการบริการ พบว่าไม่แตกต่างกัน (ดังตารางที่ 11) และเมื่อเปรียบเทียบตามขนาดอุตสาหกรรมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 (ดังตารางที่ 12)

## 7. อภิปรายผล

จากการวิจัยพบว่าโดยภาพรวมแล้วสถานประกอบการภาคอุตสาหกรรมให้การยอมรับด้านความรู้และทักษะวิชาชีพ เอกพะเนลี่อยู่ในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ย ( $\bar{X} = 3.77$ , S.D.=0.06) และยังมีรายการที่เป็นรายข้อที่อยู่ในระดับปานกลาง คือ ความรู้ในการประยุกต์ใช้หลักการทางกลศาสตร์วิศวกรรม ( $\bar{X} = 3.46$ , S.D.=0.77) ความรู้ความเข้าใจคุณสมบัติด้านความแข็งแรง ของวัสดุ ( $\bar{X} = 3.47$ , S.D.=0.83) ความรู้ด้านการใช้ภาษาอังกฤษในการปฏิบัติงาน ( $\bar{X} = 3.39$ , S.D.=0.74) ความรู้ระบบจุดระเบิดแบบอิเล็กทรอนิกส์ ( $\bar{X} = 3.47$ , S.D.=0.92) ทักษะในการประยุกต์ใช้หลักการทางกลศาสตร์วิศวกรรม ( $\bar{X} = 3.35$ , S.D.=0.90)



ทักษะในการประยุกต์ใช้หลักการด้านความแข็งแรงของวัสดุ ( $\bar{X} = 3.39$ , S.D.=0.92) หากได้รับการพัฒนาในส่วนนี้ก็จะสูงขึ้นไปอีก ตลอดจนการพัฒนาในด้านอื่น ๆ จะส่งผลให้มีการยอมรับสิ่งนี้สูงสุด สอดคล้องกับงานวิจัยของ วรากร เวชประสิทธิ์ [7]

ผลการวิจัยด้านความรู้และทักษะวิชาชีพของผู้สำเร็จการศึกษาที่สถานประกอบการให้การยอมรับ ด้านความรู้ วิชาชีพ พื้นฐานและวิชาชีพเฉพาะ จะต้องเน้นพัฒนาในเรื่องการใช้ภาษาไทยและการใช้ภาษาอังกฤษ เพราะเป็นสิ่งสำคัญที่ต้องใช้ในการติดต่อสื่อสาร เพื่อความเข้าใจในการปฏิบัติงาน

จากการเปรียบเทียบตามประเภทอุตสาหกรรม พบว่า ประเภทอุตสาหกรรมการผลิตและการบริการมีระดับการยอมรับโดยรวมและรายด้านไม่แตกต่างกัน ทั้งนี้ เพราะต่างก็ต้องการคุณสมบัติของผู้สำเร็จการศึกษาที่คล้ายกัน สอดคล้องกับงานวิจัยของ วรากรณ์ บวรศิริ และคณะ [2] ได้ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับรูปแบบ การศึกษาของอาชีวศึกษา พบว่าผู้เข้าร่วมหรือนายจ้างเน้นให้ความสำคัญในเรื่อง คุณลักษณะและคุณสมบัติ ส่วนด้านของแรงงานใน ด้านความรู้ในการทำงาน ความมีมนุษย์สัมพันธ์ ความซื่อสัตย์และความอดทนขยันหมั่นเพียรในการทำงานตามลำดับ

จากการเปรียบเทียบตามขนาดของอุตสาหกรรม พบว่า องค์ประกอบด้านความรู้และทักษะวิชาชีพ แต่ละขนาดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 ทั้งนี้ เพราะสถานประกอบการขนาดใหญ่มีการแบ่งขั้นกันสูง ต้องการคนที่มีความรู้ทักษะมากกว่าขนาดเล็ก แต่องค์ประกอบด้านเจตคติ ต่อการทำงาน และระดับขั้นการยอมรับ แต่ละขนาดอุตสาหกรรมไม่แตกต่างกัน ทั้งนี้ เพราะไม่ว่า อุตสาหกรรมขนาดเล็ก กลาง และใหญ่ ต่างก็ต้องการพนักงานที่ มีความรับผิดชอบ และความสามารถ ที่คล้าย ๆ กัน สอดคล้องกับงานวิจัยของ จันทร์ เมฆาชร [8] พบว่าผู้ประกอบการในขนาดกลางและขนาดใหญ่ มีความต้องการแรงงานคุณลักษณะที่คล้าย ๆ กัน เช่น ความซื่อสัตย์ ความมีวินัย การเชื่อฟังผู้บังคับบัญชา ความคล่องแคล่ว ความเข้มมั่นในตัวเองสูง

ข้อเสนอแนะสำหรับผู้ที่จะนำผลการวิจัยไปใช้ในการที่จะนำข้อมูลจากการวิจัยใช้พัฒนาผู้เรียน เพื่อให้เกิดการยอมรับจากภาคอุตสาหกรรม ควรพิจารณาจากค่าเฉลี่ยของ การยอมรับแต่ละองค์ประกอบหรือแต่ละรายการ ค่าเฉลี่ยได้ตามควรที่จะให้ความสำคัญเป็นอันดับแรกในการพัฒนา

## 8. เอกสารอ้างอิง

- [1] จำเนียร จังศรี ภู่, ลักษณะของลูกจ้างที่นายจ้างต้องการ, 2530, เดือนสิงหาคม, หน้า .59-58
- [2] วรากรณ์ บวรศิริ และคณะ, 2532, การอาชีวศึกษาและตลาดแรงงาน, สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, หน้า 56 – 59.
- [3] กรมอาชีวศึกษา, 2539, สารส่งเสริมการดำเนินการความร่วมมือระหว่างภาครัฐและเอกชนในการ จัดการอาชีวศึกษา, หน้า 36 – 37.
- [4] บัญญัคิ ภุศลสถาพรความต้องการคุณลักษณะของแรงงานที่, 2532, ภาคอุตสาหกรรมในเขตพื้นที่ชายฝั่งภาคตะวันออก, หน้า 31.
- [5] Rogers, Everett Mand Shoemaker, Floyd F, 1971, **Communication of Innovation: Across Cultural Approach**, The Fress,pp,163,185 - 191.
- [6] ระเวรรรัตน์ ชินะตระกูล 2538, วิจัยการศึกษา, พิมพ์ครั้งที่ 2, น.ท.บ., หน้า .60-28
- [7] วรากร เวชประสิทธิ์, 2545, องค์ประกอบที่มีความสัมพันธ์กับการยอมรับผู้สำเร็จการศึกษาหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาช่างเทคนิคการผลิต สาขาวิชาอาชีวศึกษา หน้า.90
- [8] จันทร์ เมฆาชร, 2533, ศึกษาความต้องการแรงงานของผู้ประกอบการ ด้านธุรกิจอุตสาหกรรมในเขตพื้นที่ชายฝั่งตะวันออก, หน้า 46.

## การเปรียบเทียบระดับสุขภาพจิตของนักศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

และมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร วิทยาเขตพระนครเหนือ

### Student' Mental Health Comparative Survey Research at King Mongkut's University of Technology North Bangkok and Rajamangala University of Technology Pra Nakorn [North Bangkok]

นางสาวศุภรี รอดสิน

กองกิจการนักศึกษา สำนักงานอธิการบดี  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

*surodsin@hotmail.com*

#### บทคัดย่อ

รายงานการวิจัยเปรียบเทียบระดับสุขภาพจิตนักศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ และมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร วิทยาเขตพระนครเหนือ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาระดับสุขภาพจิตนักศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือและมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร วิทยาเขตพระนครเหนือ โดยจำแนกตามเพศ ผลการเรียน รายได้เฉลี่ยของครอบครัว และสภาพครอบครัว มีกี่คู่ ตัวอย่างเป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพและระดับปริญญาตรี จำนวน 1,258 คน เครื่องมือที่ใช้รวมข้อมูลเป็นแบบสอบถาม ซึ่งแบ่งเป็น 4 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่ 1 แบบสอบถามข้อมูลส่วนบุคคล ส่วนที่ 2 ดัชนีชี้วัดสุขภาพจิตคนไทยบันสมบูรณ์ (THMI-55) ส่วนที่ 3 แบบสอบถามข้อมูลด้านสุขภาพจิต ส่วนที่ 4 แบบสอบถามความคิดเห็นว่าต้องการให้มหาวิทยาลัยดำเนินงานด้านสุขภาพจิตในลักษณะใด จากนั้นทำการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยการใช้โปรแกรม SPSS For Windows สถิติที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ สถิติเชิงบรรยาย : ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติทดสอบสมมติฐาน : สถิติทดสอบที่ การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว ผลการวิจัย พบว่า

นักศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ และมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร วิทยาเขตพระนครเหนือ มีระดับสุขภาพจิตโดยรวมอยู่ในระดับต่ำกว่าค่าทั่วไป

นักศึกษาชายและนักศึกษาหญิง มีระดับสุขภาพจิตไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

นักศึกษาที่มีผลการเรียนเฉลี่ยแตกต่างกัน มีระดับสุขภาพจิตไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

นักศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ที่มีรายได้เฉลี่ยของครอบครัวแตกต่างกัน มีระดับสุขภาพจิตแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยนักศึกษาที่มีรายได้เฉลี่ยของครอบครัวสูง มีระดับคะแนนสุขภาพจิตสูงกว่า นักศึกษาที่มีรายได้เฉลี่ยของครอบครัวต่ำ และวิเคราะห์รายคู่ต่อ พบร่วมนักศึกษาที่มีรายได้เฉลี่ยของครอบครัวมากกว่า 50,000 บาท/



เดือน มีระดับสุขภาพจิตสูงกว่านักศึกษาที่มีรายได้เฉลี่ยของครอบครัวน้อยกว่า 10,000 บาท/เดือน , 10,001-20,000 บาท/เดือน , 20,001-30,000 บาท/เดือน , 30,001-40,000 บาท/เดือน และ 40,001-50,000 บาท/เดือน

นักศึกษาที่มีสภาพครอบครัวแตกต่างกัน มีระดับสุขภาพจิตไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 0.05

6. นักศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร วิทยาเขตพระนครเหนือ มีระดับคะแนนสุขภาพจิตดีกว่านักศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

**คำสำคัญ:** ระดับสุขภาพจิต เพศ ผลการเรียน รายได้เฉลี่ยของครอบครัว และสภาพครอบครัว

## Abstract

*The purpose of this comparative research, “The Condition of Students Mental Health survey at King Mongkut’s University of Technology North Bangkok and Rajamangala University of Technology Phra Nakorn (North Bangkok)” was to study the mental health level and the composition of symptom groups that are dimensions and compare the difference between gender, result of academic study mean, family income, family status with mental health level. The sample included 1,258 students in the level of Vocational certificate and bachelor degree at King Mongkut’s University of Technology North Bangkok and Rajamangala University of Technology Pra Nakorn (North Bangkok). The information of research was collected by using questionnaires that divided in four sections 1) personal information 2) Thai Mental Health Inventory 3) Mental Health Questionnaires 4) the students enquires form to show their opinion how they would like to see university manages in what characteristic. After that the data were analyzed by using Statistics Package for the Social Science (SPSS) Program for descriptive statistics : frequency, percentage, mean, standard deviation, and for testing hypothesis: t-test and One-way Analysis of Variance.*

*The research results were as follows :*

*The King Mongkut’s University of Technology north Bangkok and Rajamangala University of Technology Pra Nakorn [North Bangkok] students have poor mental Health level.*

*No statistically significant difference was found in mental health level of male and female students.*

*No statistically significant difference was found in mental health level of students with different academic means.*

*The mental health level of students from high family income [more than 50,000 baht/month] were significantly higher than students from low family income.[less than 10,000 baht/month ,10,001-20,000 baht/month, 20,001-30,000 baht/month ,30,001-40,000 baht/month ,40,001-50,000 baht/month]*

*No statistically significant difference was found in mental health level of family status.*

*The mental health mean score of Rajamangala University of Technology Pra Nakorn [North Bangkok] students were significantly higher than king mongkut’s university of Technology north Bangkok students.*

**Keyword:** mental health level, gender, result of academic study mean, family income, family status

## 1. บทนำ

### 1.1 ความสำคัญและความเป็นมาของปัญหา

ปัญหาสุขภาพจิตเป็นปัญหาสำคัญที่มีผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชนทั่วโลก เมื่อพิจารณาผลกระทบของสุขภาพจิตที่มีต่อสภาพชีวิตที่เป็นสุขของประชาชนในวัยเด็กและวัยรุ่นพบว่า ร้อยละ 20 ได้รับผลกระทบจากการเจ็บป่วยทางจิต ซึ่งมีผลกระทบโดยตรงต่อการเรียนรู้และพัฒนาการทางสังคม [1] สุขภาพจิตเป็นสิ่งสำคัญที่จะส่งผลต่อการศึกษาทั้งโดยตรงและโดยอ้อม หากสุขภาพจิตดีก็จะสามารถศึกษาสาขาวิชาต่างๆ ได้อย่างดี หากสุขภาพจิตเสียหรือเสื่อมโstrom ก็จะทำให้การศึกษานั้น พลอยได้รับผลกระทบไปด้วย[1]

ดังนั้นสุขภาพจิตนั้นเป็นองค์ประกอบสำคัญของการพัฒนานักศึกษาให้มีความพร้อมในด้านต่างๆ แต่เนื่องจากวัยของนักศึกษาอยู่ในช่วงวัยรุ่น ซึ่งจัดเป็นวัยวิกฤต เป็นวัยที่มีภาวะอารมณ์แปรปรวนสูง จุติภาวะทางอารมณ์ซึ่งไม่สมบูรณ์ มีความสับสนในการวางแผนทางของตนเองในสังคม ขาดทักษะและประสบการณ์ในการเผชิญปัญหา ประกอบกับการศึกษาในระดับอุดมศึกษามีความแตกต่างจากระดับมัธยมศึกษาในหลายด้าน ไม่ว่าจะเป็นรูปแบบเนื้อหาทางวิชาการ ด้านการเรียนการสอนของอาจารย์ ด้านสังคมการใช้ชีวิตความเป็นอยู่ ความมืออาชีวะ การคุณเพื่อน ฯลฯ ทำให้นักศึกษาต้องปรับความคิดปรับตัวให้สอดคล้องกับการใช้ชีวิตในระดับอุดมศึกษา หากปรับตัวได้อย่างเหมาะสมสมถูกต้อง เมื่อมีความเครียดหรืออุปสรรคเกิดขึ้นก็จะสามารถดำเนินชีวิต และปฏิบัติหน้าที่ของตนเองได้เต็มศักยภาพ แต่หากปรับตัวไปในทางที่ไม่เหมาะสม อาจทำให้นักศึกษามีปัญหาด้านสุขภาพจิต เช่น ความวิตกกังวลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของร่างกาย ปัญหาการปรับตัว ปัญหาความประพฤติ ปัญหานาฬิกา ปัญหาม่าตัว ตาย ซึ่งถ้าปัญหาเหล่านี้ไม่ได้รับการป้องกันแก้ไขอย่างเหมาะสม อาจทำให้เกิดปัญหาสุขภาพจิตที่รุนแรงในอนาคตได้ ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงมุ่งทำการศึกษาระดับสุขภาพจิตของนักศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ และมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร วิทยาเขตพระนครเหนือ เนื่องจากมหาวิทยาลัยทั้ง 2 แห่ง ตั้งอยู่ในบริเวณพื้นที่ใกล้เคียงกัน มีบริบททางด้านสภาพแวดล้อมที่มีลักษณะ

เดียวกัน อีกทั้งยังเป็นสถาบันการศึกษาที่จัดการเรียนการสอนทางด้านอาชีวะและเทคนิคศึกษาในหลักสูตรเฉพาะทางที่มีความคล้ายคลึงกัน เพื่อให้ได้ข้อมูลทางด้านสุขภาพจิต และการปรับตัวของนักศึกษาที่เป็นประโยชน์ และใช้ข้อมูลดังกล่าวเป็นฐานข้อมูลสำหรับการวางแผน ส่งเสริม ป้องกัน รวมทั้งการดำเนินการแก้ไขปัญหาสุขภาพจิตต่อไป

## 2. วัตถุประสงค์การวิจัย

2.1 ศึกษาระดับสุขภาพจิตของนักศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ และมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร วิทยาเขตพระนครเหนือ

2.2 เพื่อเปรียบเทียบระดับสุขภาพจิตนักศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ตามตัวแปรข้อมูลส่วนบุคคล ได้แก่ เพศ ผลการเรียน รายได้เฉลี่ยของครอบครัว และสภาพครอบครัว

2.3 เพื่อศึกษาเปรียบเทียบระดับสุขภาพจิตนักศึกษาระหว่างมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ และมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร วิทยาเขตพระนครเหนือ

## 3. สมมติฐานการวิจัย

3.1 นักศึกษาชายและนักศึกษาหญิงมีสุขภาพจิตแตกต่างกัน

3.2 นักศึกษาที่มีผลการเรียน (คะแนนเฉลี่ยสะสม) แตกต่างกันมีระดับสุขภาพจิตแตกต่างกัน

3.3 นักศึกษาที่มีรายได้เฉลี่ยของครอบครัวแตกต่างกัน มีระดับสุขภาพจิตแตกต่างกัน

3.4 นักศึกษาที่มีสภาพครอบครัวแตกต่างกัน มีระดับสุขภาพจิตแตกต่างกัน

3.5 นักศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ และนักศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร วิทยาเขตพระนครเหนือ มีระดับสุขภาพจิตแตกต่างกัน

## 4. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### 4.1 ความหมายของสุขภาพจิต

ผน แสงสิงแก้ว [2] กล่าวว่าสุขภาพจิตคือ สภาพชีวิตที่เป็นสุขและเป็นผู้ที่มีอารมณ์มั่นคง สามารถปรับตัวให้เข้ากับสังคม



ที่เปลี่ยนแปลงมาหากไได้มีสมรรถภาพในการทำงานและอยู่ร่วมกับผู้อื่นด้วยความพอดี

North Eastern Health Board [3] ให้ความหมายสุขภาพจิตว่า เป็นความสมดุลทุกด้านของชีวิตระหว่างสังคม ร่างกาย จิตใจ และอารมณ์ ซึ่งมีผลต่อการจัดการกับสิ่งแวดล้อม และขัดปัญหาในการดำรงชีวิต ตลอดจนเป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้ภาวะสุขภาพโดยรวมมีความสมบูรณ์

#### 4.2 ลักษณะของผู้มีสุขภาพจิตดี

วีระ ไชยศรีสุข [4] กล่าวถึงลักษณะผู้มีสุขภาพจิตดีไว้ว่าเป็นผู้ที่มีความสามารถและความเต็มใจที่จะรับผิดชอบอย่างเหมาะสมกับระดับอายุ เมื่อเผชิญปัญหาที่ต้องแก้ไขก็ไม่หาทางหลบเลี่ยง จะรู้สึกสนุกต่อการขัดอุปสรรคที่ขัดขวางความสุข หรือพัฒนาการ เป็นผู้ประ深交ความสำเร็จด้วยความสามารถที่แท้จริง เรียนรู้จากความล้มเหลวของตนเอง และสามารถอุดกั้นต่อความผิดหวัง รวมทั้งภาวะคับข้องใจทางอารมณ์ได้ดี

สำหรับลักษณะของผู้มีสุขภาพจิตบกพร่อง ฉวีวรรณ สัตย์ธรรม [5] กล่าวว่าผู้มีสุขภาพจิตเสีย คือผู้ที่มีความขัดแย้งทางจิตใจ มีความคับข้องใจ ตึงเครียด วิตกกังวล น้อยใจ เสียใจ เศร้าห่วง หดหู่ หงุดหงิด คุณเนี้ยว หุนหันพลันแล่น มีความโกรธคุกรุนแรงในใจ พฤติกรรมที่แสดงออกจึงไม่เหมาะสม ถ้าหากคนใกล้ชิด ไม่ยอมรับจะทำให้เกิดปัญหาขึ้น

#### 4.3 เกณฑ์ในการตัดสินระดับสุขภาพจิต

บัวทอง สว่างโสภากุล [6] กำหนดเกณฑ์ในการตัดสินระดับสุขภาพจิต ออกเป็น 3 เกณฑ์ ได้แก่

4.3.1 เกณฑ์ทางสังคม บุคคลจะมีระดับสุขภาพจิตอยู่ในระดับดีขึ้นอยู่กับลักษณะต่างๆทางสังคมของเขาวง โดยพิจารณาจากการเข้ากับผู้อื่น ได้หรือไม่ เป็นที่ชอบพอกับผู้อื่น เพียงใด ได้ทำตัวให้เข้ากับกฎเกณฑ์ กฎหมาย หรืออุดมคติของสังคมเพียงใด

4.3.2 เกณฑ์ทางส่วนตัว พิจารณาจากทัศนคติส่วนตัวที่มีต่อตัวเองและสิ่งแวดล้อม ความสุขในใจ ความรับผิดชอบ ความสามารถที่ต่อความบีบคั้นทางจิตใจ ความผสมผسان กลมกลืนของบุคลิกภาพ การมองและเข้าใจตนเองอย่างถูกต้อง การยอมรับตนเอง

4.3.3 เกณฑ์ทางการปฏิบัติภาระหน้าที่ พิจารณาจากความสามารถของบุคคลในการจัดการและเข้าชั้นความกดดันของสิ่งแวดล้อม ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ความสามารถในการสร้างสรรค์ ความสามารถในการนำตนเองให้บรรลุเป้าหมายสุดยอดในชีวิต (Self Actualization)

หากบุคคลใดมีความสามารถดังกล่าวอยู่ในระดับสูง บุคคลนั้นจะได้ชื่อว่าเป็นคนมีระดับสุขภาพจิตสูง หากบุคคลใดขาดความสามารถดังกล่าว ก็เรียกได้ว่ามีระดับสุขภาพจิตต่ำ

#### 4.4 แนวคิดในการส่งเสริมและป้องกันปัญหาสุขภาพจิต

เบญจวรรณ บุณยะประพันธ์ [7] อธิบายว่าการส่งเสริมสุขภาพจิตหมายถึง การบำรุงรักษาสภาพจิตใจของตนเองให้เข้มแข็งสมบูรณ์อยู่เสมอ การใช้ชีวิตในสังคมนุญย์เราจะต้องประสบทั้งความสุขและความทุกข์ จึงจำเป็นต้องมีการส่งเสริมสุขภาพจิตตนเอง ด้วยการฝึกควบคุมอารมณ์ สะสม ไม่เครียด ไม่หนีอุปสรรค รู้จักฝึกจิตใจให้มีความมั่นคงและยุติธรรม สร้างคุณค่าให้ตนเอง โดยการทำตนให้เป็นประโยชน์ และหากความสงบสุขและโอกาสพักผ่อนหย่อนใจให้กับตนเอง

4.5 แบบทดสอบดัชนีชี้วัดสุขภาพจิตคนไทย version 2007 ฉบับสมบูรณ์ของกรมสุขภาพจิต เป็นแบบประเมินที่เป็นมาตรฐานส่วนประมาณค่า แบ่งออกเป็น 4 ระดับ โดยให้คะแนนเป็นรายข้อแบบ Likert's scale ตั้งแต่ 1-4 คะแนน ใช้วิธีการสัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่างและให้ตอบคำถาม โดยให้สำหรับตนเอง และประเมินเหตุการณ์ อาการ ความคิดเห็น ความรู้สึกของตนเองว่าเป็นอย่างไรในช่วง 1 เดือนที่ผ่านมา

4.5.1 ข้อคำถามที่เป็นเชิงบวก มีจำนวน 42 ข้อ

4.5.2 ข้อคำถามที่เป็นเชิงลบ มีจำนวน 13 ข้อ

4.5.3 การแปลความหมายดัชนีชี้วัดสุขภาพจิตคนไทย มีจำนวนทั้งหมด 55 ข้อ และคะแนนเต็ม 220 คะแนน

1) คิดคะแนนรายข้อตามวิธีการให้คะแนนในแต่ละข้อ

2) นำคะแนนแต่ละข้อมาบวกกันเพื่อหาคะแนนรวม

3) พิจารณาว่ากลุ่มตัวอย่างมีสุขภาพจิตอยู่ในระดับใดโดยเปรียบเทียบจากเกณฑ์ ดังนี้

179-220 คะแนน หมายถึง สุขภาพจิตดีกว่าคนทั่วไป

158-178 คะแนน หมายถึง สุขภาพจิตเท่ากับคนทั่วไป

157 คะแนนหรือน้อยกว่า หมายถึง สุขภาพจิตต่ำกว่าคนทั่วไป

4.5.4 การพัฒนาคุณภาพของดัชนีชี้วัดสุขภาพจิตคนไทย ได้ผ่านการศึกษาความตรงตาม โครงสร้าง โดยใช้การวิเคราะห์ปัจจัยและพิจารณาลดข้อคำถามโดยพิจารณาจากค่า factor loading และ Cronbach's alpha coefficient รวมทั้งได้ผ่านการศึกษาความเชื่อมั่นของเครื่องมือ ประเททความสอดคล้องภายในโดยใช้สัมประสิทธิ์เฉลี่ยวของกรอบนาก

## 5. วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยตามขั้นตอน โดยมีรายละเอียดต่างๆ ดังนี้

5.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพและระดับปริญญาตรีของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ และมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร วิทยาเขตพระนครเหนือ โดยมีกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดที่ใช้ในการศึกษา 1,258 คน (เนื่องจากกลุ่มตัวอย่างของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนครนี้ มีจำนวน 116 คน ซึ่งมีจำนวนน้อยเกินไป ผู้วิจัยต้องการควบคุมให้ขนาดกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 มีความใกล้เคียงกัน จึงได้เพิ่มขนาดกลุ่มตัวอย่างของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร วิทยาเขตพระนครเหนือ เป็นจำนวน 500 คน รวมเป็นจำนวนกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 1,258 คน)

### ตารางที่ 1 จำนวนประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

มหาวิทยาลัย/คณะ	ประชากร	กลุ่มตัวอย่าง
มจพ.		
- วิศวกรรมศาสตร์	4,855	182
- ครุศาสตร์อุดสาหกรรม	1,304	49
- วิทยาลัยเทคโนโลยีฯ	7,103	266
- ปวช.	1,640	61
- ปริญญาตรี	5,463	205
- วิทยาศาสตร์ประยุกต์	4,057	152
- สถาปัตยกรรมฯ	839	32
- เทคโนโลยีฯ	1,798	67
- อุดสาหกรรมเกษตร	279	10
มทร.		
- วิศวกรรมศาสตร์	2,708	101 (250)
- วิทยาศาสตร์ฯ	397	15 (250)
รวม	23,340	874

5.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เป็นแบบสอบถามแบ่งออกเป็น 4 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 : แบบสอบถามข้อมูลส่วนบุคคล

ส่วนที่ 2 : แบบทดสอบดัชนีชี้วัดสุขภาพจิตคนไทย version 2007 ฉบับสมบูรณ์ของกรมสุขภาพจิต กระทรวงสาธารณสุข ซึ่งพัฒนาโดยนัยแพทท์อภิชัย มงคลและคณะ

ส่วนที่ 3 : แบบสอบถามข้อมูลด้านสุขภาพจิต

ส่วนที่ 4 : แบบสอบถามความคิดเห็นจากนักศึกษาต้องการให้มหาวิทยาลัยดำเนินงานด้านสุขภาพจิตในลักษณะใด

5.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บข้อมูลจากนักศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือทั้งที่กรุงเทพฯ และปริมณฑล และทำหนังสือขอความอนุเคราะห์ในการตอบแบบสอบถามไปยังมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร วิทยาเขตพระนครเหนือ

5.4 การวิเคราะห์ข้อมูล ได้ดำเนินการด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยใช้โปรแกรม SPSS for Windows เพื่อหาค่าสถิติในการวิเคราะห์และทดสอบสมมติฐาน ดังนี้

5.4.1 ใช้การแจกแจงความถี่ (Frequency) และค่าร้อยละ (Percentage) ในการวิเคราะห์ข้อมูลปัจจัยส่วนบุคคล

5.4.2 ในการทดสอบสมมติฐาน ใช้การทดสอบโดยค่าสถิติ t-test independent และ One Way Anova

## 6. ผลการวิจัย

ผู้วิจัยได้นำข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามทั้งหมด 1,078 ชุด หรือคิดเป็นร้อยละ 86 ของจำนวนแบบสอบถามที่แจกไปทั้งหมด มหาวิเคราะห์และแปลงผล โดยอนามัยผลการวิจัยออกเป็น 2 ส่วน คือ

### 6.1 ผลการศึกษาระดับสุขภาพจิตของนักศึกษา

6.1.1 ระดับสุขภาพจิตเฉลี่ยเปรียบเทียบระหว่าง 2 มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 2 ระดับคะแนนสุขภาพจิตเฉลี่ยเปรียบเทียบระหว่าง มหาวิทยาลัย

มหาวิทยาลัย	คะแนนเฉลี่ย	คะแนนสูงสุด	คะแนนต่ำสุด	SD
นศ.มจพ.	144.4	182	104	15.78
นศ.มทร.	148.3	220	102	19.81

6.1.2 ระดับสุขภาพจิตจำแนกตามคณะ/วิทยาลัย



ตารางที่ 3 ระดับสุขภาพจิต โดยจำแนกตามคณะ/วิทยาลัย

คณะ/วิทยาลัย	ระดับสุขภาพจิตเมื่อเทียบกับคนทั่วไป (คิดเป็นร้อยละ)		
	ต่ำกว่า (Poor)	เท่ากับ (Fair)	ดีกว่า (Good)
มจพ.			
วิศวกรรมศาสตร์	84.67	15.33	-
วิทยาศาสตร์ฯ	98.36	0.82	0.82
ครุศาสตร์ฯ	80.49	19.51	-
วิทยาลัยฯ	76.64	22.90	0.46
สถาปัตยกรรมฯ	86.21	13.79	-

ตารางที่ 3 ระดับสุขภาพจิตโดยจำแนกตามคณะ/วิทยาลัย(ต่อ)

คณะ/วิทยาลัย	ระดับสุขภาพจิตเมื่อเทียบกับคนทั่วไป (คิดเป็นร้อยละ)		
	ต่ำกว่า (Poor)	เท่ากับ (Fair)	ดีกว่า (Good)
มจพ.			
เทคโนโลยีฯ	82.35	14.71	2.94
อุตสาหกรรมฯ	90	10	-
มทร.			
วิศวกรรมศาสตร์	71.75	21.97	6.28
วิทยาศาสตร์ฯ	79.41	15.68	4.91

6.1.3 บุคคลที่นักศึกษาอยากรุดคุยด้วยเมื่อมีเรื่องคับข้องใจพบว่านักศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ พระนครเหนือเลือกบุคคลที่นึกถึงหรืออยากรุดคุยด้วย เมื่อมีเรื่องคับข้องใจ โดยเรียงอันดับ 1-3 ได้แก่ บิความารดา/ผู้ปักครอง ภูมิพิพิพัช เพื่อนสนิท และนักศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร วิทยาเขตพระนครเหนือ เรียงอันดับ 1-3 ได้แก่ บิความารดา/ผู้ปักครอง แฟfn/คนรัก เพื่อนสนิท

6.1.4 วิธีการที่นักศึกษาใช้ในการลดความเครียด พบว่า  
นักศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนครเห็นอ  
และมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร วิทยาเขตพระ  
นครเห็นอต่างเลือกวิธีการลดความเครียด โดยเรียงลำดับจาก  
อันดับที่ 1-3 ได้แก่ ดูหนังฟังเพลง/เล่นคอนตรี ท่องเที่ยวเดินทาง  
ออกกำลังกาย/เล่นกีฬา

6.1.5 ระบบบริการด้านสุขภาพจิตที่เข้าถึงและเป็นประโยชน์ต่อนักศึกษา พบว่านักศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ให้ความพึงพอใจสูงสุด ด้านสุขภาพจิตที่เข้าถึงและเป็นประโยชน์ต่อนักศึกษา โดยเรียงจากอันดับที่ 1-

3 ได้แก่ ข้อมูลด้านสุขภาพจิตและบริการให้การปฐกษาทางเว็บไซต์ บอร์ดความรู้ด้านสุขภาพจิต สายด่วนสุขภาพจิต และนักศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร วิทยาเขตพระนครหนึ่งอี เรียงจากอันดับ 1-3 ได้แก่ ข้อมูลด้านสุขภาพจิตและบริการให้การปฐกษา บอร์ดความรู้ด้านสุขภาพจิต บริการให้การปฐกษาเชิงจิตวิทยา

6.1.6 ข้อเสนอแนะของนักศึกษาที่ต้องการให้  
มหาวิทยาลัยดำเนินงานด้านสุขภาพจิตในลักษณะต่างๆ ดังนี้  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ (1) จัด  
กิจกรรมนิ่งอยู่ๆ ร้อยละ 57.7 (2) จิตแพทย์มาให้คำแนะนำ ร้อย  
ละ 17.8 (3) ปรับปรุงสภาพแวดล้อมให้ร่มรื่น ร้อยละ 14.2  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร วิทยาเขตพระนคร  
เหนือ (1) มีการจัดกิจกรรม ร้อยละ 44.5 (2) ปรับปรุงภูมิทัศน์  
มหาวิทยาลัย ร้อยละ 19.7 (3) อาจารย์สั่งงานให้น้อยลง ร้อยละ

## 6.2 ผลการทดสอบสมมติฐาน<sup>19</sup>

#### ตารางที่ 4 ผลการทดสอบสมมติฐาน

สมมติฐาน	P – value		ผลการทดสอบ
	นจพ.	นทร.	
1. ปัจจัยส่วนบุคคล			
1.1 เพศ	0.706	0.582	ปฎิเสธ
1.2 ผลการเรียน	0.125	0.150	ปฎิเสธ
1.3 รายได้เฉลี่ยครอบครัว	0.000*	0.662	ยอมรับ (นจพ.)
1.4 สภาพครอบครัว	0.756	0.378	ปฎิเสธ
2. นศ. นจพ. มีสุขภาพจิตต่างจาก นศ. นทร.	0.001*		ยอมรับ

6.2.1 นักศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร เก้า  
พระนครเหนือและมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร  
วิทยาเขตพระนครเหนือ ที่มีเพศ ผลการเรียน และสภาพ  
ครอบครัวแตกต่างกัน มีระดับสุขภาพจิตไม่แตกต่างกันอย่างมี  
นัยสำคัญทางสถิติทั้งคู่ 0.05

6.2.2 นักศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ พระนครเหนือที่มีรายได้เฉลี่ยของครอบครัวแตกต่างกัน มีระดับสุขภาพจิตแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และวิเคราะห์รายคู่ต่อคู่วิธี Dunnet T3 พบว่า นักศึกษาที่มีรายได้เฉลี่ยของครอบครัวมากกว่า 50,000 บาท/เดือน มีระดับ

สุขภาพจิตสูงกว่านักศึกษาที่มีรายได้เฉลี่ยของครอบครัวในระดับอื่นๆ (น้อยกว่า 10,000 บาท/เดือน , 10,001-20,000 บาท/เดือน , 20,001- 30,000 บาท/เดือน , 30,001-40,000 บาท/เดือน และ 40,001-50,000 บาท/เดือน)

6.2.3 นักศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล胶ล้า  
พระนครเหนือและมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล胶ล้า  
วิทยาเขตพระนครเหนือ มีระดับสุขภาพจิตแตกต่างกันอย่างมี  
นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 โดยนักศึกษามหาวิทยาลัย  
เทคโนโลยีราชมงคล胶ล้าวิทยาเขตพระนครเหนือ มีระดับ  
สุขภาพจิตสูงกว่านักศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล  
胶ล้าพระนครเหนือ

## 7. อภิปรายผล

7.1 สมมติฐานการวิจัยที่ 1.1 ปฏิเสธสมมติฐาน เนื่องจาก  
พบว่าักศึกษาชัยและหญิงมีคะแนนสุขภาพจิตในระดับที่ไม่  
แตกต่างกัน ทั้งนี้เนื่องจาก ทั้งวัยรุ่นชายและหญิงต่างก็อยู่  
ในช่วงที่มีความยุ่งยากสับสนจากการเปลี่ยนแปลงของ  
ร่างกาย [8] โดยวัยรุ่นหญิงมีพัฒนาการเร็วกว่าชาย ทำให้วัยรุ่น  
หญิงมีอารมณ์แปรปรวนง่าย สับสน อ่อนไหว วิตกกังวล ส่วน  
วัยรุ่นชายจะมีความก้าวหน้าและพัฒนารูปด้านภูมิคุกคามกว่า  
ดังนั้นจะเห็นได้ว่าทั้งวัยรุ่นหญิงและชายต่างก็มีปัญหา  
สุขภาพจิตและการปรับตัวที่ต้องเผชิญหนึ่นกัน จึงมี  
สุขภาพจิตในระดับที่ไม่แตกต่างกัน

7.2 สมมติฐานการวิจัยที่ 1.2 ปฏิเสธสมมติฐาน เนื่องจาก  
พบว่า นักศึกษาที่มีผลการเรียนแตกต่างกัน มีคะแนน  
สุขภาพจิตในระดับที่ไม่แตกต่างกัน ทั้งนี้เป็นเพราะนักศึกษา  
ทั้ง 2 สถาบัน มีผลการเรียนเฉลี่ยในระดับปานกลางและ  
ค่อนข้างดี (ร้อยละ 70.9) ซึ่งผลการเรียนที่ดีดังกล่าวย่อมเป็นผล  
มาจากการตั้งใจศึกษาเล่าเรียน มีการทบทวนเตรียมตัวให้  
พร้อมก่อนสอบ ประกอบกับการมีเนื้อหาสาระที่ต้องเรียนรู้  
จำนวนมาก แต่มีเวลาว่างน้อย มีเวลาพักผ่อนไม่พอ เหล่านี้ล้วน  
ทำให้นักศึกษาเกิดความเครียด หรือมีสุขภาพจิตต่ำกว่าคน  
ทั่วไป และมีสุขภาพจิตไก้ล็อกเกิ่งกันได้

7.3 สมมติฐานการวิจัยที่ 1.3 ยอมรับสมมติฐาน พบว่า นักศึกษาที่มีรายได้เฉลี่ยครอบครัวแตกต่างกัน มีคะแนน สภาพจิตในระดับที่แตกต่างกัน โดยนักศึกษาที่มีรายได้เฉลี่ย

ครอบครัวสูงมีระดับความแน่นสุขภาพจิตสูงกว่าบ้านศึกษาที่มีรายได้เฉลี่ยครอบครัวต่ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ลดคลื่นล้องกันแนวคิดของประดิษฐ์ อุปมัย[9] ที่ว่าครอบครัวที่มีฐานะทางเศรษฐกิจและสังคมต่ำ บิดามารดาต้องให้เวลาภักดิการทำงานมากจนไม่มีเวลาอยู่บรมเพียงดูแลเด็ก ทำให้ต่างคนต่างอยู่มีความห่างเหินกันและเด็กขาดโอกาสแสวงหาความบันเทิงเพื่อความสนุกสนานส่วนตัว จึงเป็นเหตุให้สามาชิกมีปัญหาการปรับตัวทางอารมณ์และสุขภาพจิตได้

7.4 สมมติฐานการวิจัยที่ 1.4 ปฏิเสธสมมติฐาน พบว่า  
นักศึกษาที่มีสภาพครอบครัวแตกต่างกันมีคะแนนสุภาพจิต  
ในระดับที่ไม่แตกต่างกัน เนื่องจากเด็กที่เติบโตจากครอบครัวที่  
ขาดความสมบูรณ์ มักขาดความรักความอบอุ่น มีปมด้อย เมื่อ  
โตขึ้นอาจมีปัญหาการปรับตัวได้ ส่วนครอบครัวที่บิดามารดา  
อยู่ด้วยกัน แม้มีฐานะร่ำรวย แต่บิดามารดาไม่มีธุรกิจทางสังคม  
จนไม่มีเวลาอยู่บ้านดูแลบุตร ได้เท่าที่ควร โดยเฉพาะในปัจจุบัน  
วัยรุ่นมักใช้ชีวิตอยู่ในโลกอินเทอร์เน็ต เล่นเกมออนไลน์ที่มักมี  
การใช้ความรุนแรงก้าวร้าวต่อสู้ล้างเผาอยู่กัน เมื่อขาดผู้ใหญ่ให้  
คำแนะนำ ทำให้เด็กเกิดการเรียนรู้ที่จะซึมซับความรุนแรงและ  
อาจกล่าวเป็นบุคลิกภาพพิศดารไปได้[10]

7.5 สมมติฐานการวิจัยที่ 2 ยอมรับสมมติฐาน พนว  
นักศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ  
และมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร วิทยาเขตพระ  
นครเหนือ มีคะแนนสุขภาพจิตในระดับที่แตกต่างกัน โดย  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร วิทยาเขตพระนคร  
เหนือ มีคะแนนสุขภาพจิตสูงกว่ามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระ  
จอมเกล้าพระนครเหนือ ทั้งนี้เนื่องจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล  
พระนคร วิทยาเขตพระนครเหนือ มีการกำหนด  
นโยบายดังนี้

- (1) การมุ่งเน้นรับนักศึกษาที่มีผลการเรียนระดับปานกลางเข้ามาศึกษา เน้นการสอนแบบปฏิบัติได้จริงมากกว่าท่องจำทฤษฎี ไม่เน้นการเรียนแบบแข่งขันกันทำกรดสูงๆ ทำให้นักศึกษาไม่เกิดความเครียดในการเรียน

(2) มีระบบการช่วยเหลือต่างๆ แบบไม่เป็นทางการ เช่น ชั่วโมงโภรมุน เป็นการจัดอาจารย์ที่ปรึกษาให้คุณแล่นักศึกษาที่มีปัญหา เป็นกรณีพิเศษ และด้วยสัดส่วนอาจารย์ : นักศึกษาที่ทั่วถึง



(อาจารย์ 1 คน : นักศึกษา 15 คน) ทำให้อาจารย์และนักศึกษามีความใกล้ชิดกัน สามารถช่วยเหลือหรือให้คำแนะนำบุรุษกษาได้อย่างเป็นกันเอง

### 8. ข้อเสนอแนะ

8.1 ควรดำเนินการจัดการให้บริการสุขภาพจิตผ่านทางเว็บไซต์ของกองกิจการนักศึกษาซึ่งจากผลการวิจัยพบว่าเป็นช่องทางที่เข้าถึงได้ง่ายและเป็นประโยชน์ต่อนักศึกษามากเป็นอันดับ 1 โดยภายในเว็บไซต์ควรประกอบด้วย บทความค้านสุขภาพจิตที่เป็นประโยชน์ ช่วยให้ผู้อ่านเกิดความผ่อนคลาย และมีทางเลือกในการปฏิบัติตาม จัดกระทุก/คลัมน์ตาม-ตอบปัญหาทางจิต ใจ โดยผู้มีความรู้เป็นผู้ตอบคำถาม รวมทั้งให้บริการแบบประเมินด้านสุขภาพจิต พร้อมการแปลผลพร้อมคำแนะนำ เพื่อให้นักศึกษามีโอกาสสำรวจ รู้จัก และเข้าใจความต้องการของตนเองอย่างล่องแท้

8.2 จากผลการวิจัยพบว่า นักศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือและมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร วิทยาเขตพระนครเหนือ มีระดับสุขภาพจิตต่ำกว่าคนทั่วไป ดังนั้นทั้งสองมหาวิทยาลัยควรดำเนินนโยบายที่ช่วยสนับสนุนส่งเสริมให้มีการจัดกิจกรรมที่เป็นไปเพื่อพัฒนาสุขภาพจิตนักศึกษาในด้านต่างๆ อย่างเป็นรูปธรรม เช่น จัดกิจกรรมสัปดาห์สุขภาพจิต จัดโปรแกรมการพัฒนาความคลายทางอารมณ์หรือฝึกสมาธิ จัดแข่งขันกีฬาระหว่างคณะภายในมหาวิทยาลัย ปรับปรุงภูมิทัศน์ภายในมหาวิทยาลัยและสถานที่พักผ่อนหย่อนใจ ให้มีความร่มรื่น ขยายพื้นที่ให้จัดแสดงผลงานศิริกรรม ประกวดเล่นดนตรีต่างๆ เพื่อเป็นการผ่อนคลายความเครียดและพัฒนาสุขภาพจิตนักศึกษาให้ดีขึ้น

8.3 ควรมีการศึกษาสุขภาพจิตจากประชากรในสถาบันอุดมศึกษาที่ตั้งอยู่ในต่างจังหวัด เพื่อให้ได้ข้อมูลทางสุขภาพจิตในมิติที่หลากหลายมากขึ้น และควรพิจารณาถึงตัวแปรอื่นๆ ได้แก่ ความเครียด ความนัดดาทางอารมณ์ ลักษณะบุคลิกภาพ หรือสิ่งแวดล้อมต่างๆ ที่มีความสำคัญต่อสุขภาพจิต

### 9. เอกสารอ้างอิง

[1] อุดม ตะหนอง. การศึกษาวิเคราะห์การพัฒนาสุขภาพจิตในพุทธศาสนา เครื่องวิทยานิพนธ์ศิลปศาสตร์มหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, 2545

- [2] ฟัน แสงสิงแก้ว. เรื่องของสุขภาพจิต. กรุงเทพฯ, โรงพิมพ์ชวนพิมพ์, 2522
- [3] North Eastern Health Board. Mental Health definition. Available from : <http://www.hehb.ie/youthhealthne/mental%20Health%20definition.html> [2003 Dec22].
- [4] วีระ ไชยศรีสุข. สุขภาพจิต พิมพ์ครั้งที่ 2 กรุงเทพฯ แสงศิลป์ การพิมพ์, 2539
- [5] คลีเวอร์รัน สตัมชาร์รัม. เพื่อสุขภาพจิต วิทยาลัยพยาบาลศรีรัฐ โรงพยาบาลศรีรัฐ กรมการแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข นนทบุรี : โรงพิมพ์มิตรสยาม, 2533.
- [6] บัวทอง สว่างโภภาคุล. สุขภาพจิต. ภาควิชาจิตวิทยา คณะสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2524
- [7] เบญจวรรณ บุณยะประพันธ์. เอกสารประกอบการสอน วิชาการพัฒนาบุคลิกภาพ. ภาควิชามนุษยศาสตร์ คณะศิลปศาสตร์ประยุกต์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2554
- [8] ศรีเรือน แก้วกังวัน. ทฤษฎีจิตวิทยาบุคลิกภาพ รู้เรารู้เข้า กรุงเทพฯ : หมอดาวบ้าน, 2539
- [9] ประดิ้นนท์ อุปรมัย. ครอบครัวและชุมชนนักเรียนวัยรุ่น ในเอกสารการสอนชุดวิชาพฤติกรรมวัยรุ่น หน้า 245-280. นนทบุรี: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยสูงทัยธรรมชาติราช, 2532
- [10] หนังสือพิมพ์ข่าวสด. เตือนใช้คอมฯเลี้ยงลูกปัลกังฟัง พฤติกรรมก้าวร้าว. ฉบับวันที่ 25 มีนาคม 2552

## การศึกษาความพึงพอใจของนักเรียน นักศึกษา ต่อการรับบริการของวิทยาลัยเทคนิคสวนครรค์

### A study of students' satisfaction on services of Nakhonsawan Technical College

ถึงท่า ตินชาติ

ภาควิชาครุศาสตร์ไทยฯ

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

#### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียน นักศึกษาต่อการรับบริการของวิทยาลัยเทคนิคสวนครรค์ ในด้าน วิชาการ ด้านกิจการนักเรียน นักศึกษา และด้านบริหารทรัพยากร รวมทั้งเปิดโอกาสให้นักเรียน นักศึกษาได้แสดงความคิดเห็น เพิ่มเติม โดยใช้แบบสอบถามเก็บรวบรวมจากนักเรียน หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 3(ปวช.3) และนักศึกษา หลักสูตร ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงชั้นปีที่ 2(ปวส.2) ของทุกสาขาวิชา โดยใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 194 คนในระดับชั้นปวช.3 และกลุ่ม ตัวอย่างจำนวน 225 คน ในระดับชั้นปวส.2 ผลการวิจัยพบ ด้านวิชาการมีความพึงพอใจมาก (ค่าเฉลี่ย 4.06) ด้านกิจการนักเรียน นักศึกษามีความพึงพอใจมาก (ค่าเฉลี่ย 4.03) และด้านบริหารทรัพยากรอยู่ในระดับความพึงพอใจมาก (ค่าเฉลี่ย 3.73) สรุปได้ว่า ผลของการวิจัยนี้สามารถนำเสนอให้กับวิทยาลัยได้พิจารณาเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการพัฒนาการให้บริการในด้านต่างๆของวิทยาลัย ต่อไป

**คำสำคัญ:** ความพึงพอใจ การบริการ นักเรียน นักศึกษา แบบสอบถาม

#### Abstract

The purpose of this research was to study the students' satisfaction on services of Nakhonsawan Technical College in academic work, student affair service and resource management. The sampling groups of the research were 194 the 3<sup>rd</sup> year vocational certificated level students and 225 the 2<sup>nd</sup> year high vocational certificated level students. The instrument used for collecting data was the rating-scale questionnaire. The data was analysis by using mean and standard deviation. The results of this research were as follow: 1) the level of the students' satisfaction on services of Nakhonsawan Technical College was generally high and mean of academic work is 4.06, mean of student affair service is 4.03 and mean of resource management is 3.73 In conclusion, the result of this research can apply to the develop of Nakhonsawan Technical College.

**Keywords:** Satisfaction, Service, Students, Questionnaire



## 1. บทนำ

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษามีหน้าที่โดยตรงในการจัดการศึกษาวิชาชีพ เพื่อพัฒนากำลังคนระดับที่มีฝีมือระดับฝีมือและระดับผู้ชำนาญการเฉพาะสาขาวิชาชีพ ให้สอดคล้องกับตลาดแรงงาน สภาพเศรษฐกิจ สังคม วัฒนธรรม เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม สามารถ เป็นผู้ปฏิบัติงาน หัวหน้างานหรือเป็นผู้ประกอบการ และการประกอบอาชีพอิสระ ได้โดยเน้นการแก้ปัญหา สร้างองค์ความรู้ในอาชีพ มีบุคลิกภาพ คุณธรรมและเจตคติที่ดี

วิทยาลัยเทคนิคครัวร์ร์ค์ เป็นสถานศึกษาที่มุ่งผลิตและพัฒนากำลังคนด้านอาชีวศึกษาทุกระดับที่มีคุณภาพตามมาตรฐานสากลพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณธรรม จริยธรรม มีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ตามความต้องการของสังคมปัจจุบัน สถานศึกษาเปิดทำการสอน ๒ ระดับ กีอ ๑. ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ๒. ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ประเภทวิชาที่เปิดทำการสอน ประกอบด้วย ช่างอุดสาหกรรม รวม ๑๑ สาขาวิชา และแบ่งการบริหารงานเป็น ๔ ฝ่าย คือ ฝ่ายงานวิชาการ ฝ่ายงานแผนงานและความร่วมมือ ฝ่ายงานบริหารทรัพยากร ฝ่ายพัฒนา กิจการนักเรียน นักศึกษา ทุกฝ่ายงานเป็นงานที่สำคัญอย่างยิ่ง ของการจัดการเรียนการสอน ซึ่งจะมีการติดต่อประสานงาน ระหว่างหน่วยงานภายในและภายนอกวิทยาลัยฯ ให้บริการแก่นักเรียน นักศึกษาที่มาติดต่อ หรือการปรึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้อง กับงานฝ่ายต่างๆ

ดังนั้น การให้บริการจึงเป็นสิ่งที่ผู้รับผิดชอบต้อง ทราบกันเป็นอย่างยิ่งว่า ผู้รับบริการเกิดความพึงพอใจมาก น้อย เพียงใด ในการให้บริการด้านต่างๆของวิทยาลัยฯ ผู้วิจัยได้ ทราบกันถึงความสำคัญของการให้บริการที่ดีแก่นักเรียน นักศึกษา แต่ไม่ทราบว่า นิสิตที่มารับบริการเกิดความพึงพอใจมากน้อยเพียงใดหรืออยู่ในระดับใด จึงนำมาสู่ความสนใจใน การศึกษาวิจัยความพึงพอใจของนักเรียน นักศึกษาต่อการรับ บริการจากวิทยาลัยเทคนิคครัวร์ร์ค์ เพื่อนำผลที่ได้ไป ปรับปรุงและพัฒนางานทุกฝ่าย ให้มีการบริการที่ดีและมี ประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

## 1.1 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

เพื่อศึกษาระดับความพึงพอใจของนักเรียน นักศึกษา ต่อ การรับบริการจากวิทยาลัยเทคนิคครัวร์ร์ค์

## 2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกชอบ ดีใจ สนับสนุน ถูกใจ อิ่มเอมใจต่อสิ่งหรือผลที่เกิดจากการกระทำการของตนเอง ผู้อื่น หรือกลุ่มนบุคคลอื่น

รูม (Vroom, 1964, p. 328) กล่าวว่า ทัศนคติและความพึง พอยใจสิ่งหนึ่งสามารถใช้แทนกันได้ เพราะทั้งสองคำนี้ หมายถึง ผลที่ได้จากการที่บุคคลเข้าไปมีส่วนร่วมในสิ่งนั้น ทัศนคติด้านบวกจะแสดงให้เห็นสภาพความพึงพอใจในสิ่งนั้น และทัศนคติด้านลบจะแสดงให้เห็นสภาพความไม่พึงพอใจ [1]

ณัฐชา เอื้อมอุ่น (2544, บทคัดย่อ) ได้ศึกษาความพึงพอใจ ต่อการใช้บริการห้องสมุดประชาชนของนักศึกษาอก โรงเรียน สายสามัญ วิธีเรียนทางไกลศูนย์บริการการศึกษากอง โรงเรียนจำเภตพิบูลย์รักษ์ จังหวัดอุดรธานี ผลของการวิจัย นักศึกษาโดยรวมและจำแนกตามเพศ อายุและระดับชั้นเรียน มีความพึงพอใจต่อการใช้บริการห้องสมุดประชาชน โดยรวม และรายด้าน ๕ ด้าน อยู่ในระดับมาก ยกเว้นนักศึกษาที่มีอายุ ๒๖-๕๐ ปี มีความพึงพอใจในด้านการจัดศูนย์ข้อมูลชุมชนอยู่ใน ระดับปานกลางนักศึกษาอายุ ๕๑ ปีขึ้นไปมีความพึงพอใจด้าน บริการหนังสือและสื่อโสตทัศนศึกษาและด้านการจัดศูนย์ ข้อมูลชุมชนอยู่ในระดับปานกลางและนักศึกษาระดับ ประถมศึกษามีความพึงพอใจโดยรวมและรายด้านทั้ง ๕ ด้าน อยู่ในระดับปานกลางนักศึกษาที่มีเพศต่างกัน มีระดับความพึง พอยใจต่อการใช้บริการห้องสมุดประชาชนโดยรวมและเป็นราย ด้านทั้ง ๕ ด้าน ไม่แตกต่างกันนักศึกษาที่มีอายุต่างกันมีระดับ ความพึงพอใจต่อการใช้บริการห้องสมุดประชาชนโดยรวม เป็นราย ด้าน ๓ ด้าน ไม่ต่างกัน แต่นักศึกษาที่มีอายุต่ำกว่า ๑๘ ปี กับ นักศึกษาอายุ ๑๘-๒๕ ปีมีความพึงพอใจต่อการใช้บริการ ห้องสมุดโดยรวมและเป็นรายด้าน ๒ ด้าน กีอ ด้านบริการ หนังสือสื่อโสตทัศนศึกษาและด้านการบริการของเจ้าหน้าที่

มากกว่านักศึกษาที่มีอายุ 51 ปี ขึ้นไป อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05 นักศึกษาที่มีระดับชั้นเรียนต่างกัน มีระดับความพึงพอใจต่อการใช้บริการห้องสมุดประชาชนโดยรวมและเป็นราย ด้านทั้ง 5 ด้าน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 โดย นักศึกษาระดับประถมศึกษามีความพึงพอใจมากกว่านักศึกษา ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นและมัธยมศึกษาตอนปลาย [2]

กุลธน ธนาพงษ์ชร (2528, หน้า 303-304) ได้ชี้ให้เห็นถึง หลักการให้บริการที่สำคัญ มี 5 ประการคือ

1. หลักความสอดคล้องกับความต้องการของบุคคลเป็น ส่วนใหญ่ กล่าวคือ ประโยชน์และบริการที่องค์การจัดให้ในนั้น จะต้องตอบสนองความต้องการของบุคลากร ส่วนใหญ่หรือ ทั้งหมดมิใช่เป็นการจัดให้แก่บุคคลกลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง โดยเฉพาะ มีนิยมและ นอกจากจะไม่เกิดประโยชน์สูงสุดในการ เอื้ออำนวยประโยชน์และบริการแล้วยังไม่ คุ้มค่ากับการ ดำเนินงานนั้น ๆ ด้วย

2. หลักความสม่ำเสมอ กล่าวคือ การให้บริการนั้น ๆ ต้อง ดำเนินการอย่างต่อเนื่อง และสม่ำเสมอ มิใช่ทำ ๆ หยุด ๆ ตาม ความพอใจของผู้บริหารหรือผู้ปฏิบัติ

3. หลักความเสมอภาค บริการที่จัดขึ้นนั้นจะต้องให้แก่ผู้มา ใช้บริการทุกคนอย่าง เสมอหน้าและเท่าเที่ยวกัน ไม่มีการให้ ลิขิพิเศษแก่บุคคลหรือกลุ่มบุคคล ใดกลุ่มบุคคล หนึ่งใน ลักษณะต่างจากกลุ่มคนอื่น ๆ อย่างเห็นได้ชัด

4. หลักความประหยัด ค่าใช้จ่ายที่ต้องใช้ในการบริการ จะต้องไม่นำกจนเกินกว่าผล ที่จะได้รับ

5. หลักความสะดวก บริการที่จัดให้แก่ผู้รับบริการจะต้อง เป็นไปในลักษณะปฏิบัติ ได้ง่ายสะดวก ง่าย ลื่นไหล ทรัพยากร ไม่นำกนัก ทั้งยังไม่เป็นการสร้างภาระยุ่งยากให้แก่ผู้ให้บริการหรือผู้ใช้บริการมากจนเกินไป [3]

### 3. วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเพื่อศึกษาความพึงพอใจของ นักเรียน นักศึกษาต่อการรับบริการของวิทยาลัยเทคนิค นครสวรรค์ โดยมีวิธีดำเนินการวิจัยดังนี้

#### 3.1 ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา

ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้คือข้อมูลที่เก็บรวบรวมจาก กลุ่มตัวอย่างของนักเรียน นักศึกษาที่ได้รับบริการด้านวิชาการ ด้านกิจการนักเรียน-นักศึกษา และด้านอาคารสถานที่ ซึ่งกำลัง ศึกษาในวิทยาลัยเทคนิคสวรรค์ ทั้งในระดับ ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 3 (ปวช.3) และระดับ ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงชั้นปีที่ 2 (ปวส.2)

#### 3.2 ประชากรเป้าหมาย

นักเรียน-นักศึกษาซึ่งกำลังศึกษาในวิทยาลัยเทคนิค นครสวรรค์ ทั้งระดับ ปวช.3 และปวส.2 จำนวน 887 คน แบ่งเป็นระดับ ปวช.3 จำนวน 375 คน และปวส.2 จำนวน 512 คน (งานทะเบียน, 2554) จากสาขาวิชา จำนวน 11 สาขาวิชา

#### 3.3 ขนาดของกลุ่มตัวอย่างนักเรียน-นักศึกษา

เนื่องจากประชากรที่ศึกษามีจำนวนมาก ดังนั้นผู้วิจัยจึงใช้วิธีของ Taro Yamane เพื่อหา จำนวนขนาดกลุ่มตัวอย่างจาก นักเรียน-นักศึกษาทั้งหมด โดยได้กำหนดความคลาดเคลื่อน ของการสุ่ม ตัวอย่างที่ยอมให้เกิดระหว่างค่าจริงและ ค่าประมาณร้อยละ 0.05 อย่างไรก็ตาม เพื่อให้ผลการศึกษาที่ ได้รับจากกลุ่มตัวอย่างที่สุ่มมาสามารถใช้อธิบายกลุ่ม ประชากรเป้าหมายได้อย่างถูกต้อง และเพื่อเป็นการเพิ่มความ เที่ยงตรงของข้อสรุปที่จะได้รับจาก ตัวอย่าง จึงจำเป็นที่จะต้อง มีการสุ่มตัวอย่างนักเรียน-นักศึกษาอย่างเป็นสัดส่วน เพื่อจะได้ เป็นการกระจาย กลุ่มตัวอย่างให้ครอบคลุมทั่วทั้ง 11 สาขาวิชา จำนวน 419 คน

#### 3.4 วิธีการสุ่มตัวอย่าง

การสุ่มตัวอย่างในการวิจัยนี้ใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบแบ่ง ชั้น (Stratified Sampling) เพื่อให้ได้จำนวนกลุ่มตัวอย่างจากแต่ ละสาขาวิชาตามสัดส่วนของนักเรียน นักศึกษา จำนวนนี้ใช้การ สุ่มตัวอย่างแบบง่าย (Simple Random Sampling) ในการสุ่ม เลือกกลุ่มตัวอย่างจากประชากรแต่ละกลุ่มให้ครบตามจำนวนที่ กำหนด

#### 3.5 เครื่องมือที่ใช้เก็บรวบรวมข้อมูลและการเก็บรวบรวม

เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมครั้งนี้ เป็นแบบสอบถามแบบ ปลายปิดและปลายเปิด โดยการศึกษาจากเอกสาร บทความ



งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง นำมาสร้างเป็นแบบสอบถามให้ครอบคลุม กับวัตถุประสงค์ โดยแบบสอบถามประกอบด้วย 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ตอนที่ 2 ความพึงพอใจของนักเรียน นักศึกษาต่อการ รับบริการของวิทยาลัยเทคนิคสวัสดิ์ที่มีต่อการให้บริการ ด้านวิชาการ ด้านกิจการนักเรียน-นักศึกษา และด้านอาคาร สถานที่

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะของนักเรียน-นักศึกษา ผู้รับบริการที่มีต่อปัญหา อุปสรรค ในการรับบริการของ วิทยาลัยเทคนิคสวัสดิ์

### 3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลการสำรวจในครั้งนี้ใช้เครื่อง คอมพิวเตอร์ประมวลผลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) for windows ซึ่งได้ เลือกใช้สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Analysis) ได้แก่ อัตราส่วนร้อยละ (Percentage) ค่าความถี่ (Frequency) ค่าเฉลี่ย เลขคณิต (Arithmetic Mean) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) เพื่อวัดค่าเฉลี่ยและการกระจายของข้อมูล และนำเสนอในรูปตารางพร้อมกับการพรรณนาประกอบ เพื่อ ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียน นักศึกษาต่อการรับบริการ จากวิทยาลัยเทคนิคสวัสดิ์

#### การประเมินผล

สำหรับข้อมูลระดับความพึงพอใจ ได้ทำการหาค่าเฉลี่ย คะแนนความพึงพอใจเป็นรายกลุ่ม โดยกำหนดเกณฑ์ความ กิตติเห็นพิจารณาค่าเฉลี่ยแต่ละระดับแบบอิงเกณฑ์ (Criterion Reference) 5 ระดับ การกำหนดเกณฑ์จะต้องให้ทุกระดับมีช่วง คะแนนเท่ากัน เป็นคะแนนสูงสุดคือ 5 คะแนนต่ำสุดคือ 1 ช่วง ห่าง (พิสัย) ของคะแนนทั้งหมด =  $5 - 1 = 4$  มี 5 ระดับ ดังนี้ แต่ละระดับจะมีช่วงห่าง =  $4 / 5 = 0.8$  (วิเชียร เกตุสิงห์, 2538) ดังนี้ [4]

ระดับค่าเฉลี่ย 4.21 – 5.00 ความพึงพอใจในระดับ มากที่สุด

ระดับค่าเฉลี่ย 3.41 – 4.20 ความพึงพอใจในระดับ มาก

ระดับค่าเฉลี่ย 2.61 – 3.40 ความพึงพอใจในระดับ ปานกลาง

ระดับค่าเฉลี่ย 1.81 – 2.60 ความพึงพอใจในระดับ น้อย

ระดับค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.80 ความพึงพอใจในระดับ ควรปรับปรุง

สำหรับข้อมูลที่ได้จากคำถามปลายเปิดได้ทำการรวบรวม ข้อมูลทั้งหมด และดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยการจัดจำแนก ประเภทข้อความที่มีลักษณะเหมือนกันหรือคล้ายคลึงกันให้อยู่ ในประเภทเดียวกัน จากนั้นวิเคราะห์เนื้อหาของข้อมูลและ นำเสนอในรูปของความเรียง

#### 4. ผลการวิจัย

ผลของงานวิจัยที่นำเสนอในบทความนี้ มีนักเรียน นักศึกษาตอบแบบสอบถามจำนวน 419 คน ประกอบด้วย 3 ส่วนคือ

##### 4.1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ผลการสำรวจกลุ่มตัวอย่างนักเรียนนักศึกษา จำนวน 419 คน ที่ตอบแบบสอบถามพบว่าส่วนใหญ่ร้อยละ 93.3 เป็น เพศชาย ในขณะที่เพศหญิง มีอัตราอยู่ที่ 6.7

ผลการสำรวจกลุ่มตัวอย่างนักเรียน นักศึกษา จำนวน 419 คน ที่ตอบแบบสอบถามพบว่าส่วนใหญ่ร้อยละ 38.2 มีอายุ 20 ปี รองลงมา มีอายุ 18 ปี กิตติเป็นร้อยละ 29.8 และต่ำสุดอายุ 23 ปี กิตติเป็นร้อยละ 0.2

ผลการสำรวจกลุ่มตัวอย่างนักเรียน นักศึกษา จำนวน 419 คน ที่ตอบแบบสอบถามพบว่าส่วนใหญ่ร้อยละ 53.7 กำลังศึกษาใน ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 2 (ปวส.2) รองลง กำลังศึกษาในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 3 (ปวช.3) กิตติเป็นร้อยละ 46.3

ผลการสำรวจกลุ่มตัวอย่างนักเรียน นักศึกษา จำนวน 419 คน ที่ตอบแบบสอบถามพบว่าส่วนใหญ่ร้อยละ 19.8 อยู่ใน สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ รองลงมาอยู่ในสาขาวิชาเทคนิคยาน ยนต์ กิตติเป็นร้อยละ 16.9 และสาขาวิชาสำรวจ กิตติเป็นร้อยละ 1.4

#### 4.2 การประเมินระดับความพึงพอใจของนักเรียน

##### นักศึกษา

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของระดับความพึงพอใจของนักเรียน นักศึกษาต่อการรับบริการของวิทยาลัยเทคนิคนครสวรรค์โดยภาพรวมด้านวิชาการ

รายการ	ค่าเฉลี่ย	S.D.
<b>ด้านวิชาการ</b>		
1. ความเหมาะสมของรายวิชาตามหลักสูตร	4.21	0.70
2. การติดตามผลการเรียนความรวดเร็วของการให้ข้อมูลและทันต่อเวลา	4.08	0.73
3. การขอคำร้องเกี่ยวกับงานวิชาการ	4.02	0.80
4. ความสะดวกในการเข้าถึงข้อมูล	4.07	0.76
5. ความสะดวกในการที่น้ำหนักห้องสื้อและสิ่งพิมพ์ในห้องสมุด	4.11	0.81
6. ความหลากหลายของหนังสือและเอกสารในห้องสมุด	4.10	0.80
7. ความเพียงพอของจำนวนคอมพิวเตอร์	4.01	0.93
8. ความรวดเร็วของระบบอินเทอร์เน็ต	3.90	0.98
<b>รวมเฉลี่ย</b>	<b>4.06</b>	<b>0.57</b>

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของระดับความพึงพอใจของนักเรียน นักศึกษาต่อการรับบริการของวิทยาลัยเทคนิคนครสวรรค์โดยภาพรวมด้านกิจการนักเรียน นักศึกษา

รายการ	ค่าเฉลี่ย	S.D.
<b>ด้านกิจการนักเรียน นักศึกษา</b>		
1. กิจกรรมที่ส่งเสริมด้านวิชาการ	4.08	0.78
2. กิจกรรมที่ส่งเสริมด้านคุณธรรมจริยธรรม ค่านิยมที่ดีงามในวิชาชีพ	3.99	0.85
3. กิจกรรมที่ส่งเสริมด้านบุคลิกภาพและมนุษย์สัมพันธ์	4.06	0.80
4. กิจกรรมที่ส่งเสริมด้านการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม วัฒนธรรม ประเพณี	4.02	0.86

5. กิจกรรมที่ส่งเสริมด้านทำนุบำรุงศิลปวัฒนธรรม	4.04	0.87
<b>รวมเฉลี่ย</b>	<b>4.03</b>	<b>0.64</b>

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของระดับความพึงพอใจของนักเรียน นักศึกษาต่อการรับบริการของวิทยาลัยเทคนิคนครสวรรค์โดยภาพรวมด้านบริหารทรัพยากร

รายการ	ค่าเฉลี่ย	S.D.
<b>ด้านบริหารทรัพยากร</b>		
1. ลงทะเบียนเรียน(การลงทะเบียน การเปลี่ยนรายวิชา การเพิ่มถอนรายวิชา-)	4.15	0.93
2. ห้องเรียนมีความสะอาด	3.86	0.89
3. ห้องเรียนมีจำนวนโต๊ะเก้าอี้เพียงพอ กับจำนวนนักเรียน-นักศึกษา	3.94	0.92
4. ห้องเรียนมีสื่ออุปกรณ์ที่สะดวกต่อการเรียนการสอน	3.96	0.85
5. ห้องปฏิบัติการมีเครื่องมืออุปกรณ์เพียงพอ กับจำนวนนักเรียน-นักศึกษา	3.93	0.92
6. เครื่องมือและอุปกรณ์มีประสิทธิภาพพร้อมใช้ในการปฏิบัติงาน	3.92	0.94
7. ห้องปฏิบัติการมีแสงสว่างเพียงพอ และระบายอากาศที่ดี	3.94	0.91
8. ห้องน้ำมีความสะอาด	3.26	1.35
9. ห้องน้ำเพียงพอ กับจำนวนนักเรียน-นักศึกษา	3.36	1.39
10. โรงอาหารมีความสะอาดเรียบร้อย	3.49	1.25
11. โรงอาหารมีโต๊ะเก้าอี้เพียงพอ กับจำนวนนักเรียน-นักศึกษา	3.58	1.23
12. สนามกีฬาเพียงพอ กับจำนวนนักเรียน-นักศึกษา	3.35	1.39
13. โรงจอดรถเพียงพอ กับจำนวนนักศึกษา	3.85	1.09
<b>รวมเฉลี่ย</b>	<b>3.73</b>	<b>0.74</b>



#### 4.3 ข้อเสนอแนะของนักเรียน-นักศึกษาผู้รับบริการ

4.3.1 ควรเพิ่มจำนวนเครื่องคอมพิวเตอร์ให้เพียงพอ กับการใช้งานของนักเรียน นักศึกษา

4.3.2 ควรปรับปรุงในเรื่องสัญญาณอินเทอร์เน็ตให้มี ความรวดเร็วมากขึ้น

4.3.3 ปรับปรุงระบบสัญญาณ Wi-Fi ให้ครอบคลุม ทั้งวิทยาลัย

4.3.4 ควรมีการจัดกิจกรรมกีฬาสีให้เป็นประจำทุกปี การศึกษา

4.3.5 เพิ่มกิจกรรมการออกค่ายอาสาที่เป็นของ วิทยาลัย

4.3.6 ให้นักศึกษามีส่วนร่วมปรับปรุงเครื่องแบบ นักเรียน นักศึกษา

4.3.7 เพิ่มจำนวนห้องน้ำและบุคลากรที่มีหน้าที่ทำ ความสะอาดอาคารเรียน และห้องน้ำให้เพียงพอ กับจำนวน นักเรียน นักศึกษา

4.3.8 ปรับปรุงโถงอาหารให้มีความสะอาดและควร ติดตั้งพัดลม และระบบระบายอากาศให้เหมาะสม

4.3.9 ปรับปรุงระบบรักษาความปลอดภัยของที่จอด รถ

### 5. สรุปผลการวิจัย

#### 5.1 สรุปผลงานวิจัย

ผลการสำรวจกลุ่มตัวอย่างนักเรียน นักศึกษา จำนวน 419 คน ที่ตอบแบบสอบถามพบว่า ส่วนใหญ่ร้อยละ 93.3 เป็น เพศชาย อายุส่วนใหญ่ร้อยละ 38.2 มีอายุ 20 ปี ระดับการศึกษา ส่วนใหญ่ร้อยละ 53.7 ศึกษาในระดับชั้น ปวส.2 และส่วนใหญ่ ร้อยละ 19.8 เป็นนักเรียน นักศึกษา สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์

การวิเคราะห์ผลพบว่า กลุ่มตัวอย่างนักเรียน นักศึกษามี ความพึงพอใจต่อการรับบริการของวิทยาลัยเทคนิคสรวารรค์ โดยภาพรวม อยู่ในระดับ “มาก” เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า กลุ่มตัวอย่างนักเรียน นักศึกษามีความพึงพอใจต่อการ ให้บริการด้านวิชาการอยู่ในระดับ “มาก” ส่วนด้านกิจการ นักเรียน นักศึกษาอยู่ในระดับ “มาก” และด้านบริหาร ทรัพยากรอยู่ในระดับ “มาก” แต่ในหัวข้อห้องน้ำเพียงพอ กับ

จำนวนนักเรียน นักศึกษา ได้ค่าเฉลี่ย 3.36 อยู่ในระดับ “ปาน กาก” ซึ่งห้องน้ำชายมีจำนวน 15 ที่ ที่ถ่ายปีส่วน 32 ที่และ ห้องน้ำหญิง 12 ที่(นักศึกษาชาย 3,281 คน นักศึกษาหญิง 137 คน)โดยกฎ กระทรวง ฉบับที่ 63 (พ.ศ. 2551) ตามความใน พระราชบัญญัติความคุ้มครอง พ.ศ. 2522 [5] “ได้กำหนดให้ อาคารสถานศึกษามีห้องส้วม 1 ที่ และที่ถ่ายปีส่วน 1 ที่ ต่อ นักเรียน นักศึกษาชาย 50 คน สำหรับจำนวนนักเรียน นักศึกษา ชายไม่เกิน 500 คน ส่วนที่เกิน 500 คน ให้เพิ่มอย่างละ 1 ที่ ต่อ จำนวนหน่วย 100 คน ส่วนนักเรียนนักศึกษาหญิง ให้มีห้อง ส้วม 2 ที่ ต่อนักเรียน นักศึกษาหญิง 50 คน สำหรับจำนวน นักเรียนนักศึกษาหญิงไม่เกิน 500 คน ส่วนที่เกิน 500 คน ให้ เพิ่มห้องส้วม 2 ที่ ต่อ 100 คน และให้มีอ่างล้างมือด้วย 1 ที่ ไม่ บังคับจำนวน ดังนั้นจำนวนห้องน้ำและที่ปัสสาวะชายจึงไม่ เพียงพอ กับจำนวนนักเรียน นักศึกษา

#### 5.2 ข้อเสนอแนะ

จากการสำรวจความพึงพอใจของนักเรียน นักศึกษาที่มี ต่อการรับบริการของวิทยาลัยเทคนิคสรวารรค์ โดยภาพรวม พบว่า มีข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

ด้านวิชาการ ควรเพิ่มจำนวนเครื่องคอมพิวเตอร์ให้ เพียงพอ กับการใช้งานของนักเรียน นักศึกษา ปรับปรุงในเรื่อง สัญญาณอินเทอร์เน็ต ให้มีความรวดเร็วมากขึ้น และปรับปรุง ระบบสัญญาณ Wi-Fi ให้ครอบคลุมทั้งวิทยาลัย เพื่อที่นักเรียน นักศึกษา สามารถค้นคว้าหาข้อมูล ได้สะดวกและรวดเร็ว

ด้านกิจการนักเรียน นักศึกษา ควรมีการจัดกิจกรรมกีฬา สีให้เป็นประจำทุกปี การศึกษา และการเพิ่มกิจกรรมการออก ค่ายอาสาที่เป็นของวิทยาลัย เพื่อเป็นกิจกรรมเสริมสร้าง ความสัมพันธ์ ฝึกทักษะฝีมือ และบำเพ็ญประโยชน์ต่อสังคม

ด้านบริหารทรัพยากร ควรให้นักศึกษามีส่วนร่วมใน การปรับปรุงเครื่องแบบนักเรียน นักศึกษา เพิ่มจำนวนห้องน้ำ และบุคลากรที่มีหน้าที่ทำความสะอาดเรียน และห้องน้ำ ให้เพียงพอ กับจำนวนนักเรียน นักศึกษา ปรับปรุงโถงอาหาร ให้มีความสะอาดและควรติดตั้งพัดลม และระบบระบายอากาศ ให้ เหมาะสม และปรับปรุงระบบรักษาความปลอดภัยของที่จอด รถ

## 6. เอกสารอ้างอิง

- [1] Vroom, V. H. Work and motivation. New York: John Wiley & Sons, pp.328, 1964.
- [2] ณัฐชา เอื้อมอุ่น, 2544. ความพึงพอใจต่อการใช้บริการห้องสมุดประชาชนของนักศึกษานอกโรงเรียน สายสามัญ วิชีรียนทางไกล ศูนย์บริการศึกษานอกโรงเรียนอาเภอพิมูลรักษ์ จังหวัดอุตรธานี
- [3] คุลธน ธนาพงศ์ธร. (2528). การบริหารงานบุคคล. เอกสารการสอนชุดวิชาการบริหารงานบุคคล หน่วยที่ 6-16 สาขาวิชาการจัดการ. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมราช.
- [4] วิเชียร เกตุสิงห์. 2538. ค่าเฉลี่ยกับการแปลความหมาย : เรื่องง่าย ๆ ที่บางครั้งก็พลางได้. ข่าวสารการวิจัยการศึกษา. 1(4) กุมภาพันธ์ – มีนาคม 2538 : 13.
- [5] พระราชบัญญัติควบคุมอาคาร 2522. เล่ม ๑๒๕ ตอนที่ ๖๕ ก



การศึกษาพื้นฐานด้านคณิตศาสตร์และไฟฟ้าของผู้สอบเข้าศึกษาต่อ หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ปีการศึกษา 2554

**Study of Mathematical and Electrical Background Knowledge of Examination  
Candidates Pursuing The Program of Technical Education in Electrical  
Engineering, King Mongkut's University of Technology  
North Bangkok, Academic Year 2011**

สิทธิพงศ์ อินทรา瑜พงษ์<sup>1</sup>, พูลศักดิ์ ไกมียากรณ์<sup>2</sup>  
ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

<sup>1</sup>[sit.npu@gmail.com](mailto:sit.npu@gmail.com), <sup>2</sup>[drpoolsak@hotmail.com](mailto:drpoolsak@hotmail.com)

### บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอผลการศึกษาพื้นฐานด้านคณิตศาสตร์และไฟฟ้าของผู้สอบเข้าศึกษาต่อ หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรม บัณฑิต สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ปีการศึกษา 2554 โดยทำการทดสอบผู้ที่เข้าศึกษาต่อระดับปริญญาตรี 4 ปี และ 2 ปี จำนวน 272 คน การวิเคราะห์แปรผลทำโดยการพิจารณาข้อสอบแบบข้อเขียนประกอบด้วย 2 ส่วนคือ พื้นฐานด้านคณิตศาสตร์ และพื้นฐานด้านไฟฟ้า ผลการวิเคราะห์แสดงให้เห็นว่า คะแนนพื้นฐานด้านคณิตศาสตร์ของผู้ต้องบุกเบิกเฉลี่ย ร้อยละ 56.98 และความรู้พื้นฐานด้านไฟฟ้า ผู้ต้องบุกเบิกเฉลี่ย ร้อยละ 67.77 ซึ่งผู้สอบเข้าศึกษาที่ระดับปริญญาตรี วิชาชีพ และประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงมีผลคะแนนด้านพื้นฐานคณิตศาสตร์ไม่แตกต่าง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วน ด้านความรู้พื้นฐานด้านไฟฟ้าแตกต่าง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ผู้สอบเข้าที่เป็นนักศึกษาที่สำเร็จการศึกษาจากสถานศึกษา ของรัฐบาล และเอกชน ความรู้พื้นฐานด้านคณิตศาสตร์และไฟฟ้าของนักศึกษาไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ผู้สอบเข้าที่เป็นนักศึกษาที่สำเร็จการศึกษาจากสถานศึกษา จากวิทยาลัยเทคนิค วิทยาลัยการอาชีพ โรงเรียนช่างกล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ และอื่น ๆ ความรู้พื้นฐานด้านคณิตศาสตร์ และไฟฟ้าของนักศึกษา ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ ในด้านพื้นฐานทางคณิตศาสตร์และไฟฟ้า ผู้เข้าสอบที่มีระดับชั้นต่างกันจะมีผลคะแนนที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

**คำสำคัญ:** พื้นฐานด้านคณิตศาสตร์และไฟฟ้า, ครุศาสตร์อุตสาหกรรม, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

## Abstract

This article presents study of mathematical and electrical background knowledge of examination candidates pursuing the program of technical education in electrical engineering, King Mongkut's University of Technology North Bangkok, academic year 2011. The evaluation were done by performing tests from 272 candidates for both 4-year and 2-year bachelor programs. The analysis result interpretation was completed by investigating the examination which was decomposed into two parts, mathematical and electrical parts. The results showed that respondents gave the correct answer in average of 56.98 percent in electrical basic and 67.77 percent for mathematical background. The mathematical examination showed no significantly different ( $F>.05$ ) between the Certificate and Diploma levels. For electrical basics, there was significantly different ( $F<.05$ ). For mathematical and electrical perspective of students graduated from different type of schools; Technical colleges, Community Colleges, School of machine Engineering, Rajamangala University of Technology, King Mongkut's University of Technology North Bangkok, and others, there was no significantly difference ( $F>.05$ ). For both mathematics and electric, there was no significantly difference ( $F>.05$ ) between students who graduated from government and private schools. For average scores between different levels for both basics, there was significantly difference ( $F<.05$ ).

**Keyword:** Mathematical and Electrical Basics, Technical Education, King Mongkut's University of Technology North Bangkok

### 1. บทนำ

ทิศทางการพัฒนาบัณฑิตไทยตามแผนพัฒนาอุดมศึกษา ระยะ เวลา 15 ปี จะต้องพิจารณา คุณภาพบัณฑิตในเรื่องของ การเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีย่างรวดเร็ว การทำงานจะต้องอาศัย การพัฒนาให้มีความรู้ที่เหมาะสมกับสภาพการณ์ในขณะที่ เทคโนโลยีเปลี่ยนไปอย่างรวดเร็ว สถาบันการอุดมศึกษา จะต้องเตรียมการที่จะต้องรองรับ เทคโนโลยีหลายอย่างที่มีอยู่ ไม่เห็นอาจมีผลกระทบต่อการเรียนการสอนอยู่ในปัจจุบัน ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนจะต้องพยายามให้บัณฑิต สามารถที่จะเรียนรู้วิธีการเรียนที่จะศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง [1] ซึ่งอุตสาหกรรมต้องการกำลังคนที่มีคุณลักษณะใน 3 ด้าน คือ 1 ) ความรู้และทักษะที่จำเป็น 2 ) ความรู้และทักษะวิชาชีพ และ 3) คุณธรรม จริยธรรม จรรยาบรรณในการทำงาน

สถานการณ์ด้านการผลิตและพัฒนากำลังคน พบว่า กำลังคนที่ผลิตออกมามากแล้ว ขาดคุณลักษณะ ทั้งด้านความรู้และ ทักษะที่จำเป็นหลายด้าน เช่นทักษะด้านการสื่อสาร ทั้ง ภาษาไทยและภาษาต่างประเทศ การใช้คอมพิวเตอร์ และ ความรู้ด้าน IT ความรู้ในการประยุกต์ใช้ตัวเลข การคำนวณ

ขั้นพื้นฐาน รวมทั้งคุณลักษณะอื่นที่สำคัญ เช่น การคิด วิเคราะห์อย่างเป็นระบบ การแก้ปัญหาในงาน [2]

การผลิตบัณฑิตเพื่อสังคมไทยในเวทีโลก เรื่องการเรียน ในทางวิชาทางด้านวิทยาศาสตร์ คอมพิวเตอร์ และทางด้าน วิศวกรรม ต้องการให้เน้นในเรื่องต้องฝึกให้ผู้เรียนคิด ซึ่งต้อง มีโจทย์ต่าง ๆ ที่ต้องใช้ความคิด พัฒนา สร้างความพร้อมให้กับ การเรียน และในส่วนของอาจารย์ผู้สอนอย่างให้พิจารณาว่า สิ่งที่เรียน ความรู้ที่ให้แก่นักเรียนนั้น นักเรียนนำไปใช้ ประโยชน์ในการทำงานและชีวิตอย่างไร สิ่งสำคัญต้องเน้นให้ ผู้เรียนฝึกคิด ฝึกทำ สิ่งที่ต้องเน้น คือต้องฝึกให้นักศึกษาได้มี โอกาสคิดให้มาก โดยจะต้องมีการตั้งคำถามที่นักเรียนต้องใช้ ความคิด[3]

จากการทดสอบของสถาบันการทดสอบทางการศึกษา ระดับชาติ (องค์การมหาชน) ค่าสถิติพื้นฐานผลการทดสอบ ทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน ช่วงชั้นที่ 4 (มัธยมศึกษาปีที่ 6) ปีการศึกษา 2553 พบว่า ผลการทดสอบ ของนักเรียน ใน วิชาหลัก ได้แก่ ภาษาไทย สังคมศึกษา ภาษาอังกฤษ คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ นักเรียนยังคงทำคะแนนได้ไม่ถึง



ร้อยละ 50 โดยเฉพาะวิชาคณิตศาสตร์ คะแนนเฉลี่ย 14.99 คะแนน เมื่อเปรียบเทียบกับการสอบโอลิมปิกคณิตศาสตร์ ปีการศึกษา 2552 ที่นักเรียนไทยทำคะแนนเฉลี่ย วิชาคณิตศาสตร์ ทำได้ 28.56 คะแนน แสดงให้เห็นอย่างชัดเจนว่า นักเรียนไทยมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ต่ำลง จากผลการทดสอบดังกล่าว เมื่อนำมา รวมกับผลการวิจัยด้านการศึกษาอื่นๆ ที่ออกมาก่อนหน้า สะท้อนปัญหาใหญ่ที่ระบบการศึกษาไทยกำลังเผชิญหน้าอยู่ สองประการคือ คุณภาพและประสิทธิภาพ โดยเฉลี่ย ของการเรียนการสอนในระบบนั้นลดต่ำลง [4]

จากนักศึกษาที่ผ่านการสอบคัดเลือกเข้ามาศึกษาต่อ ใน หลักสูตรครุศาสตร์ไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ พระนครศรีอยุธยา เมื่อเรียนในวิชาชีพเฉพาะสาขา นักศึกษาหลายคนมีผลการเรียนต่ำในรายวิชา หรือไม่ผ่าน เกณฑ์จำนวนมาก บางครั้งต้องถอนรายวิชาเรียน จากปัญหา ดังกล่าว จึงได้เสนอการทดสอบในการสอบเข้าศึกษาต่อเพื่อวัด พื้นฐานความรู้เบื้องต้น ที่มีความสำคัญ และจำเป็นที่ใช้ในการ เรียน ข้อสอบนี้ใช้ค่าตัวที่เป็นพื้นฐานเบื้องต้นและง่าย ซึ่ง คาดหวังว่าผู้สอบจะมีความรู้ในเรื่องพื้นฐานเป็นอย่างดี และ สามารถตอบได้อย่างน้อย 80 เปอร์เซ็นต์ และทำการวิเคราะห์ ประยุกต์ใช้ในการเปรียบเทียบ ระดับการศึกษา สถานศึกษา และ ผลกระทบต่อพื้นฐานที่มีผลต่อการเรียนการสอนเข้า กับ คะแนนสอบด้านพื้นฐาน คณิตศาสตร์และไฟฟ้า

## 2. การดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล

ในงานวิจัยนี้การดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลทำโดยการ นำผลการสอบเข้าศึกษาต่อ ภาควิชาไฟฟ้า คณิตศาสตร์ อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ พระนครศรีอยุธยา ระดับปริญญาตรี 4 ปี และ 2 ปี ปีการศึกษา 2554 นวัตกรรม ซึ่ง ผู้ที่สอบเข้าศึกษาต่อ แบ่งตามการสำเร็จ การศึกษา ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ระดับ ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สมัครในหลักสูตรครุศาสตร์ไฟฟ้า(อิเล็กทรอนิกส์) 4 ปี หลักสูตรครุศาสตร์ไฟฟ้า(ไฟฟ้ากำลัง) 4 ปี หลักสูตรครุศาสตร์ไฟฟ้า(อิเล็กทรอนิกส์) 2 ปี หลักสูตรครุศาสตร์ไฟฟ้า(ไฟฟ้ากำลัง) 2 ปี แบ่งตามสังกัด สถานศึกษารัฐบาล และ เอกชน ผู้สำเร็จการศึกษาจาก วิทยาลัยเทคนิค วิทยาลัยการอาชีพ โรงเรียนช่างต่างๆ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลและ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี

พระจอมเกล้าฯ พระนครศรีอยุธยา ซึ่งผู้สอบเข้าศึกษาต่อ และแบ่ง ตามผลการเรียนเฉลี่ยภาคเรียนสุดท้าย

ข้อสอบเข้าศึกษาต่อเป็นข้อสอบพื้นฐานที่มีความสำคัญที่ ใช้เป็นพื้นฐานในการเรียนรู้สำหรับผู้เรียนหลักสูตรครุศาสตร์ อุตสาหกรรมและวิศวกรรม ต่างๆ เป็นข้อสอบเข้าที่แตกต่าง จากข้อสอบเข้าปีการศึกษาก่อนๆ มีค่าตามในเนื้อหาที่จะต้อง ใช้ความรู้ความเข้าใจ ขึ้นสูง ซึ่งข้อสอบในปีการศึกษานี้ คาดหวังว่าผู้เข้าสอบต้องรู้เรื่องเป็นอย่างดี และสามารถทำได้ อย่างน้อย 80 เปอร์เซ็นต์โดยแบ่งข้อสอบออกเป็น 2 ส่วน คือ พื้นฐานคณิตศาสตร์ 11 เรื่อง จำนวน 13 ข้อ และพื้นฐานไฟฟ้า 11 เรื่อง จำนวน 12 ข้อ รวม 25 ข้อ

ข้อสอบพื้นฐานคณิตศาสตร์ เป็นความรู้ในมัธยมศึกษา ตอนต้น ที่ใช้ในการเรียนในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ และ ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ซึ่งพื้นฐานความรู้เหล่านี้จะ ส่งผลต่อพื้นฐานที่จะเรียนในระดับปริญญาตรีต่อไป ตัวอย่าง ข้อสอบ เช่น การแปลงหน่วยเซนติเมตรเป็นฟุต การบวกค่า ของ  $\cos (90)$  การแก้สมการ  $4x+10-2x-2 = 0$  การหาค่าของ  $(0.1)^4$  เป็นต้น

ส่วนข้อสอบพื้นฐานไฟฟ้า เป็นความรู้พื้นฐานในการเรียน ในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ซึ่งจะเป็นพื้นฐานการเรียน ทางด้านวิชาชีพเฉพาะด้านวิศวกรรม ในระดับปริญญาตรีต่อไป ตัวอย่าง ข้อสอบ เช่น การแปลงค่า  $3+j4$  ให้อยู่ในรูปโอลิวิโอร์ ฟอร์ม การบวกค่าความถี่ของระบบไฟฟ้าในประเทศไทย การ บวกหน่วยของกำลังไฟฟ้า เป็นต้น

## 3. การวิเคราะห์และสถิติที่ใช้

นำผลการสอบมวemetrix ความถี่และ ร้อยละ และ วิเคราะห์เปรียบเทียบ ระดับการศึกษา สังกัด สถานศึกษา และผลคะแนนเฉลี่ย กับ ผลสอบพื้นฐานคณิตศาสตร์และไฟฟ้า วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ สถิติ ความถี่ ร้อยละ และ One-way ANOVA

## 4. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อมูลการสอบเข้าศึกษาต่อคณิตศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ พระนครศรีอยุธยา หลักสูตร ครุศาสตร์ไฟฟ้าอุตสาหกรรม ระดับปริญญาตรี 4 ปี และ 2 ปี แบ่งเป็น 3 ส่วน คือ ข้อมูลทั่วไป การวิเคราะห์ผลการสอบเข้า ศึกษาต่อ พื้นฐานคณิตศาสตร์และไฟฟ้า และการวิเคราะห์ ประยุกต์ใช้ในการเปรียบเทียบ ระหว่าง ระดับการศึกษา สถานศึกษา และผล

คะแนนเฉลี่ย กับ คะแนนการสอบเข้าด้านพื้นฐานคณิตศาสตร์ และไฟฟ้า

#### 4.1 ข้อมูลทั่วไป

ผลการสอบเข้าศึกษาต่อ ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ระดับปริญญาตรี 4 ปี และ 2 ปี ปีการศึกษา แบ่งตามการสำเร็จการศึกษา ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ 188 คน ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง 84 แบ่งตามสังกัด สถานศึกษา รัฐบาล 257 คน เอกชน 35 คน ผู้สำเร็จการศึกษาจากวิทยาลัยเทคนิค 179 คน วิทยาลัยการอาชีพ 31 คน โรงเรียนช่างต่าง ๆ 48 คน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลและมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ จำนวน 14 คน และแบ่งตามผลการเรียนเฉลี่ยภาคเรียนสุดท้าย ช่วง 2.75 - 3.00 จำนวน 52 คน ช่วง 3.01-3.25 จำนวน 57 คน ช่วง 3.251-3.50 จำนวน 72 คน ช่วง 3.51- 3.75 จำนวน 64 คน และ ช่วง 3.751- 4.00 จำนวน 27 คน รวมทั้งหมด 272 คน

#### 4.2 การวิเคราะห์ผลการสอบเข้าศึกษาต่อ ด้านพื้นฐานทางคณิตศาสตร์และทางไฟฟ้า

##### ตารางที่ 1 ผลคะแนนการสอบเข้า ศึกษาต่อด้านพื้นฐานทางคณิตศาสตร์

เรื่อง	พื้นฐานทางไฟฟ้าเนื้อหาเกี่ยวกับ	ตอบถูก	
		คน	ร้อยละ
1	ความถี่ของระบบไฟฟ้า ในประเทศไทย	222	81.6
2	การหาความด้านท่านรวมที่ต่ออนุกรมกัน	176	64.7
3	กฎของโอล์ม	225	82.7
4	หน่วยทางไฟฟ้า	227	83.5
5	การแปลงหน่วยทางไฟฟ้า	150	55.1
6	การอ่านค่าแบบสีตัวด้านท่าน	164	60.3
7	การเปลี่ยนรูป polar เป็น rectangular	78	28.7
8	ศัพท์อ่องทางไฟฟ้า (AC, DC)	75	27.6
9	การจำแนกอุปกรณ์ป้องกัน	237	87.1
10	ระบบไฟฟ้าภายในบ้าน	211	77.6
11	จำนวนขาใช้งานของอุปกรณ์ ติดต่อห้องนิ่งกับด้าน	220	80.9
	เฉลี่ยร้อยละ		67.77

จากตารางที่ 1 จะเห็นว่าผลคะแนนการสอบเข้า ศึกษาต่อ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาระบบไฟฟ้าระดับปริญญาตรี 4 ปี และ 2 ปี ปีการศึกษา 2554 ด้านพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ ผู้ตอบถูกเฉลี่ย ร้อยละ 56.98 เมื่อพิจารณารายข้อ พบว่า การทำข้อสอบ ในข้อการบวก ลบ ลบเศษส่วน ผู้เข้าสอบตอบถูก จำนวน 124 คน กิตเป็นร้อยละ 45.6 การหาความยาวด้านต่าง ๆ ของสามเหลี่ยมนูนจาก ผู้เข้าสอบตอบถูก จำนวน 76 คน กิตเป็นร้อยละ 27.9 สูตรตรีgon การแทนค่าสูตรตรีgon ผู้ตอบถูกจำนวน 95 คน กิตเป็นร้อยละ 34.9 การแยกตัวประกอบ ผู้ตอบถูก จำนวน 121 คน กิต เป็นร้อยละ 44.5 การหารเลขเศษส่วน ผู้ตอบถูก จำนวน 112 คน กิตเป็นร้อยละ 41.2 จะเห็นว่าข้อสอบเข้าเป็นข้อสอบที่ไม่ยาก ซึ่งเป็นพื้นฐานในการเรียนรู้ มีผู้เข้าสอบตอบคำตอบข้อ ดังกล่าวถูกไม่ถึงร้อยละ 50

##### ตารางที่ 2 ผลคะแนนการสอบเข้า ศึกษาต่อด้านความรู้พื้นฐานไฟฟ้า

เรื่อง	คณิตศาสตร์เนื้อหาเกี่ยวกับ	ตอบถูก	
		คน	ร้อยละ
1	เลขยกกำลังและทศนิยม	142	52.2
2	การหาค่ามุมภายในของสามเหลี่ยม	195	71.7
3	การบวกลบ เศษส่วน	124	45.6
4	การหาค่าความยาวด้านต่าง ๆ ของสามเหลี่ยมนูนจาก	76	27.9
5	สูตรตรีgon การแทนค่าสูตรตรีgon	95	34.9
6	การหาค่าตอบของสมการหนึ่งตัวแปร	167	61.4
7	การแยกตัวประกอบ	121	44.5
8	การเบรี่ยงเที่ยบระยะฟุตกับเซนติเมตร	231	84.9
9	การหาค่าร้อยละ	239	87.9
10	การหารเลข เศษส่วน	112	41.2
11	การเทียบสัมประสิทธิ์	206	75.7
ร้อยละ		56.98	

จากตารางที่ 2 จะเห็นว่า คะแนนการสอบเข้า ศึกษาต่อ คณะ ครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต



สาขาวิชการรรมไฟฟ้า ระดับปริญญาตรี 4 ปี และ 2 ปี ปี การศึกษา 2554 ด้านความรู้พื้นฐานทางไฟฟ้า ผู้ตอบถูกเฉลี่ย ร้อยละ 67.77 เมื่อพิจารณารายข้อ พบว่า การทำข้อสอบ ข้อ การเปลี่ยนรูป polar เป็น rectangular ผู้ตอบถูกจำนวน 78 คน คิดเป็นร้อยละ 28.7 ความหมายของตัวย่อ AC, DC ที่หมายถึง ไฟฟ้ากระแสสลับ ผู้ตอบถูกจำนวน 75 คน คิดเป็นร้อยละ 27.6

#### 4.3 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบ ระหว่าง ระดับการศึกษา สถานศึกษา และผลคะแนนเฉลี่ย กับ คะแนนการสอบเข้าด้านคณิตศาสตร์และไฟฟ้า

#### ตารางที่ 3 การเปรียบเทียบ ระดับการศึกษา สถานศึกษา และ ผลคะแนนเฉลี่ยของผู้สอบเข้า กับ คะแนนสอบด้าน พื้นฐานคณิตศาสตร์และไฟฟ้า

	พื้นฐานด้าน	F	Sig.
ระดับการศึกษา (ปวช. ปวส.)	คณิตศาสตร์	.452	.502
	ไฟฟ้า	5.476	.020
สังกัด(รัฐบาล เอกชน)	คณิตศาสตร์	.839	.361
	ไฟฟ้า	1.232	.268
สถานศึกษา( วท. ,วท., รร.ช่างกล., นพร และ นจพ.)	คณิตศาสตร์	1.119	.342
	ไฟฟ้า	.328	.805
ผลคะแนนเฉลี่ย	คณิตศาสตร์	6.395	.000
	ไฟฟ้า	6.620	.000

จากการที่ 3 ผู้สอบเข้า ศึกษาต่อคณิตศาสตร์ อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ หลักสูตรคณิตศาสตร์ อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชการรรมไฟฟ้า ที่ผู้สอบเข้า ศึกษา ระดับประกาศนียบัตร วิชาชีพ และประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงมีผลคะแนนด้าน พื้นฐานคณิตศาสตร์ไม่แตกต่าง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ด้านความรู้พื้นฐานไฟฟ้า ที่หมายถึง ไฟฟ้ากระแสสลับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ผู้สอบเข้าที่เป็นนักศึกษาที่ ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ผู้สอบเข้าที่เป็นนักศึกษาที่ สำเร็จการศึกษา จากสถานศึกษา ของรัฐบาล และ เอกชน ด้านพื้นฐานคณิตศาสตร์ และไฟฟ้าของนักศึกษา ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ผู้สอบเข้าที่เป็นนักศึกษาที่

สำเร็จการศึกษาจากสถานศึกษา จากวิทยาลัยเทคนิค วิทยาลัย การอาชีพ โรงเรียนช่างกล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ และอื่น ๆ ด้านพื้นฐานคณิตศาสตร์ และไฟฟ้าของนักศึกษา ไม่แตกต่าง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ ผู้เข้าสอบที่มีผลคะแนนเฉลี่ยที่ระดับต่างกัน ทั้งด้านพื้นฐานคณิตศาสตร์และไฟฟ้า แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

#### 5. สรุปและอภิปรายผล

ผลการสอบเข้าศึกษาต่อ ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า หลักสูตรคณิตศาสตร์ อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชการรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ระดับ ปริญญาตรี 4 ปี และ 2 ปี พบว่า ด้านพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ ผู้ตอบถูกเฉลี่ย ร้อยละ 56.98 ด้านความรู้พื้นฐานทางไฟฟ้า ผู้ตอบถูกเฉลี่ย ร้อยละ 67.77 ผู้สอบเข้า ศึกษาต่อคณิตศาสตร์ อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ หลักสูตรคณิตศาสตร์ อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชการรรมไฟฟ้า ที่ผู้สอบเข้า ศึกษา ระดับประกาศนียบัตร วิชาชีพ และประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงมีผลคะแนน ด้าน ความรู้พื้นฐานทางไฟฟ้าแตกต่าง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ ผู้เข้าสอบที่มีผลคะแนนเฉลี่ยที่ระดับต่างกัน ทั้งด้านพื้นฐานคณิตศาสตร์และไฟฟ้า แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จะเห็นว่า ข้อสอบเข้าเป็น ข้อสอบที่ไม่ยาก ซึ่งเป็นพื้นฐานในการเรียนรู้ มีผู้เข้าสอบตอบ คำตอบข้อดังกล่าวถูก ไม่ถึงร้อยละ 50 ของผู้เข้าสอบ โดย พื้นฐานคณิตศาสตร์ ในเรื่องการบวกลบเศษส่วน การหาความ ยาวด้านต่าง ๆ ของสามเหลี่ยมนูนฉาก ตรีโกณมตรี ตรีโกณ การแยกตัว การหารเลขเศษส่วน ส่วนพื้นฐานไฟฟ้า เรื่อง การเปลี่ยนรูป polar เป็น rectangular ความหมาย ของตัวย่อ AC, DC ที่หมายถึง ไฟฟ้ากระแสสลับ

ซึ่งการเรียนการ ในสาขาวิชาทางด้านวิศวกรรมไฟฟ้า จำเป็นต้องมี พื้นฐานทั้งด้านคณิตศาสตร์และทางด้านไฟฟ้าที่ ใช้ในการ แก้ปัญหาโจทย์ จะเห็นได้ว่าการแก้ปัญหาโจทย์ ซึ่ง มีหลายขั้นตอน มีลำดับขั้น เช่นการแปลงภาพวงจรให้เป็น

สมการซึ่งมีหลายระดับ การจัดสมการให้เรียงตามลำดับ เมื่อให้สมการที่ถูกต้องแล้วจึงแก้สมการหาค่าตัวแปร และนำผลที่ได้ขยายนปดอนคำนวณ อีน ๆ [5] [6]

## 6. ข้อเสนอแนะ

6.1 ในการกำหนด คุณสมบัติของผู้สมัครสอบคัดเลือก นักศึกษาโควตา cascade เนื่องจากหลายวิชา ควรเลือกจากผู้ที่มีคะแนนเฉลี่ยในวิชาคณิตศาสตร์ และทางวิชาทางไฟฟ้าในระดับสูง หรือ 3.25 ขึ้นไป

6.2 ในกรณีที่ ผู้เรียนมีความรู้พื้นฐานคณิตศาสตร์และไฟฟ้าน้อย เพื่อทำให้ผู้เรียน ได้เรียนรู้และเข้าใจ และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง ควรสร้างสื่อการเรียนการสอนในรายวิชาทางไฟฟ้าที่โต้ตอบ (Interactive) ซึ่งสื่อการเรียนการสอนอาจใช้การประยุกต์ใช้ตัวเลข แสดงวิธีการคำนวณพื้นฐาน ในแต่ละขั้นตอน ที่สามารถโต้ตอบขณะทำแบบฝึกหัด

## 7. บรรณานุกรม

1. จิรภี ตันติรัตนวงศ์, 2551. "การบรรยายพิเศษ เรื่องทิศทางการพัฒนาบัณฑิตไทยตามแผนพัฒนาอุดมศึกษา ระยะยาตรา 15 ปี". การประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 7 เรื่องพัฒนาศาสตร์แห่งบูรณาการผ่านเครือข่ายบัณฑิตอุดมคติไทย:สู่การตอกหลักทางปัญญา, ณ. ห้องคอนเวนชั่น โรงแรมแอมบาสซาเดอร์ กรุงเทพฯ
2. สำนักงานเลขานุการสภากาชาดไทยและกระทรวงศึกษาธิการ, 2554, ยุทธศาสตร์การผลิตและพัฒนากำลังคนของประเทศไทย ในการปั้นบุคลากรสู่ความเป็นเลิศ 2552-2561, Pages.
3. นฤมลเกียรติ โขควัฒนา, 2551. "การผลิตบัณฑิตเพื่อสังคมไทยในเวทีโลก". การประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 7 เรื่องพัฒนาศาสตร์แห่งบูรณาการผ่านเครือข่ายบัณฑิตอุดมคติไทย:สู่การตอกหลักทางปัญญา, 6-7 พฤษภาคม 2551, หน้า., 89-101.
4. สถาบันการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติ(องค์การมหาชน), 2554, ค่าสถิติพื้นฐานผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติ ขั้นพื้นฐาน(O-NET) ชั้วชั้นที่ 4 (มัธยมศึกษาปีที่ 6) ปีการศึกษา 2553, [online], Available: <http://www.niets.or.th/> [7 ฉันวาคม 2554].
5. สิทธิพงษ์ อินกราชุทธ, ขวัญชัย ยานิล, ภานุพงษ์ เพื่อเพ็ชร, และ พุลศักดิ์ โกเมียรัณ, 2554. "การพัฒนาโปรแกรมแบบฝึกหัด การวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า เรื่องแรงดันโหนด และกระแสเมฆ". การ

ประชุมวิชาการครุศาสตร์อุตสาหกรรมระดับชาติ ครั้งที่ 4 The 4<sup>th</sup> National Conference on Technical Education, 7-8 กรกฎาคม 2554, มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, หน้า., 215-220.

6. ชูชาติ ลีเทา, สุรพันธ์ ตันศรีวงศ์, และพุลศักดิ์ โกเมียรัณ, 2554. "โปรแกรมคอมพิวเตอร์ระบบครูผู้ช่วยสอนมีเนื้อร่องแบบอัจฉริยะสำหรับพัฒนาการเรียนการสอนการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า". การประชุมวิชาการครุศาสตร์อุตสาหกรรมระดับชาติ ครั้งที่ 4 The 4<sup>th</sup> National Conference on Technical Education, 7-8 กรกฎาคม 2554, มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, หน้า., 250-255.



## การจัดการศึกษาเพื่อพัฒนานักเทคโนโลยีดูแลอาคาร Educational management in order to develop building technologists

สุทธิชัย ไตรเมศวร์<sup>1</sup> และ สุรামฤต พรนันทร์<sup>2</sup>

<sup>1</sup> หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาวิจัยและพัฒนาการสอนเทคโนโลยีศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีดูแลอาคาร

<sup>2</sup> ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีดูแลอาคาร

E-mail: <sup>1</sup>Trimate007@gmail.com, <sup>2</sup>Spr@kmutnb.ac.th

### บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสังเคราะห์รูปแบบการจัดการศึกษาเพื่อพัฒนานักเทคโนโลยีดูแลอาคาร ให้สอดคล้องกับ 12 รายการหลัก สำหรับรายงานผลการจัดการศึกษาเพื่อพัฒนานักเทคโนโลยีดูแลอาคาร และเพื่อศึกษาความคิดเห็นของผู้เกี่ยวข้องต่อการจัดการศึกษาเพื่อพัฒนานักเทคโนโลยีดูแลอาคาร ที่สังเคราะห์ขึ้น แบบสอบถามเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับในประเด็นหลักจำนวน 12 รายการและเก็บรวบรวมข้อมูลความคิดเห็นจากผู้ที่เกี่ยวข้องต่อรูปแบบการจัดการศึกษา เพื่อพัฒนานักเทคโนโลยีดูแลอาคาร โดยเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling) จากสถานศึกษา 1 แห่ง สถานประกอบการ 11 แห่ง ประกอบด้วย ผู้อำนวยการสถานศึกษา รองผู้อำนวยการสถานศึกษา หัวหน้างานพัฒนาหลักสูตรการเรียนการสอน หัวหน้าแผนกวิชา ครุเชี่ยวชาญ และผู้จัดการหัวหน้าฝ่ายช่างในสถานประกอบการ จำนวน 22 คน โดยผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตัวเองแล้วนำแบบสอบถามมาตรวจสอบความสมบูรณ์และวิเคราะห์ข้อมูล โดยการหาค่าเฉลี่ยและสตดิค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน

จากผลการวิจัย ต่อรูปแบบการจัดการศึกษาเพื่อพัฒนานักเทคโนโลยีดูแลอาคาร และขั้นตอนดำเนินการตามรูปแบบการจัดการศึกษาเพื่อพัฒนานักเทคโนโลยีดูแลอาคาร สรุปได้ดังนี้ ผู้เกี่ยวข้องจากสถานศึกษามีความคิดเห็นเฉลี่ยอยู่ในระดับเห็นด้วยอย่างยิ่ง ( $\bar{X} = 4.69, SD = 0.53$ ) ผู้เกี่ยวข้องจากสถานประกอบการมีความคิดเห็นเฉลี่ยอยู่ในระดับเห็นด้วยอย่างยิ่ง ( $\bar{X} = 4.65, SD = 0.50$ ) และโดยภาพรวมผู้เกี่ยวข้อง มีความคิดเห็นเฉลี่ย เห็นด้วยอย่างยิ่ง ( $\bar{X} = 4.67, SD = 0.52$ ) จึงสรุปได้ว่า การพัฒนารูปแบบการจัดการศึกษาเพื่อพัฒนานักเทคโนโลยีดูแลอาคาร ที่ผู้วิจัยสังเคราะห์ขึ้นนั้น ผู้เกี่ยวข้องมีความเห็นว่ามีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก สามารถนำไปใช้เป็นรูปแบบการจัดการศึกษาเพื่อพัฒนานักเทคโนโลยีดูแลอาคาร ต่อไปได้

คำสำคัญ: การจัดการศึกษา นักเทคโนโลยีดูแลอาคาร

## Abstract

The objectives of this research are to synthesize educational management in order to develop building technologists model according to 12 main programs in this research according to my concept and to learn the opinions of educational management in order to develop building technologists accessories. Questionnaires are 5 level rating scale including 12 main courses. Data is collected from 22 accessories by using purposive sampling from 1 academy and 11 establishments included director of studies, deputy director of studies, supervisors of developing education project, supervisors of educational department, professors and Supervisors of technician department of establishments. Researcher collected data and examined questionnaires. Then the data is analyzed to finding average and standard deviation.

The result illustrated that accessories agree with educational management in order to develop building technologists model and the procedures. Median of academy accessories is ( $\bar{x} = 4.69$ ,  $SD = 0.53$ ) establishment accessories ( $\bar{x} = 4.65$ ,  $SD = 0.50$ ) the average is ( $\bar{x} = 4.67$ ,  $SD = 0.52$ ) Concluded that accessories agreed with development of educational management in order to develop building technologists model that researcher synthesized. This model can use for develop educational management in order to develop building technologists.

**Keyword** Educational management, Building technologists

## 1. ឧទាំង

จากการที่ประเทศไทยมีความเจริญเติบโต ทางเศรษฐกิจ  
รวดเร็วในช่วงที่ผ่านมา ส่งผลให้โครงการก่อสร้างอาคารขนาด  
ใหญ่เกิดขึ้นจำนวนมาก และแนวโน้มราคาก่อสร้างสูงขึ้นเรื่อยๆ ความ  
จำเป็นด้านที่พักอาศัยเปลี่ยนเป็นอาคารชุดพักอาศัยหรือ  
คอนโดมิเนียม ซึ่งปัจจุบันอาคารขนาดใหญ่ เช่น  
ห้างสรรพสินค้า สถานบันเทิง โรงพยาบาล ศูนย์ประชุม และ  
โรงแรมที่พัก จำเป็นต้องการผู้ดูแลอาคาร จากการศึกษาใน  
การจัดการงานอาคาร จะมีฝ่ายช่างหรือฝ่ายวิศวกรรม  
(Engineering Division) ประกอบด้วย หัวหน้าฝ่ายช่างหรือ  
ผู้อำนวยการฝ่ายวิศวกรรม(Chief Engineer or Engineering  
Director) ผู้ช่วยหัวหน้าฝ่ายช่าง (Assistant Chief Engineer)  
หัวหน้าช่าง (Supervisor) และช่างทั่วไปในงานต่างๆ (General  
Technicians) ตามลำดับ [1] โดยมีหน้าที่รับผิดชอบต่องาน  
ระบบการปฏิบัติการทั้งหมดของอาคาร ให้ดำเนินไปอย่างมี  
ประสิทธิภาพ ถูกอนามัยและปลอดภัย ครอบคลุมการสร้าง  
ปรับปรุง ซ่อมบำรุงรักษา (Repair and Maintenance) ด้วยทีมที่

ปัจจุบันปัญหาความต้องการผู้ดูแลอาคารที่เพิ่มสูงขึ้นเป็นอย่างมาก จึงเป็นต้องมีผู้ดูแลอาคาร โดยมีหน้าที่จะกำกับดูแลงานระบบในอาคาร ให้มีประสิทธิภาพ และมีความรู้ในระดับเทคโนโลยี รวมไปถึงการเตรียมความพร้อมเข้าสู่ประชาคมอาเซียน โดยเฉพาะอย่างยิ่งการพัฒนาศักยภาพในการแข่งขัน และสามารถเข้าสู่การเปิดเสรีทางด้านเศรษฐกิจและสังคมในอนาคต สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา จึงได้กำหนดนโยบายในการยกระดับทักษะฝีมือและเตรียมความพร้อมแก่กลุ่มเป้าหมายให้มีสมรรถนะที่ได้มาตรฐานสากล อดคลังกับการปรับโครงสร้างเศรษฐกิจอุตสาหกรรมและการผลิต



สินค้าและบริการที่มีการแบ่งขั้นทั้งด้านคุณภาพ ปริมาณและระยะเวลาในการผลิต โดยพัฒนาระบบการจัดการอาชีวศึกษา ตามแรงขับจากผู้ใช้ (Demand Driven) ภายใต้ความร่วมมือกันระหว่างสถานศึกษาอาชีวศึกษาหรือสถาบันกับสถานประกอบการ ซึ่งเป็นหน่วยที่ใช้ผลผลิตของอาชีวศึกษา เพื่อผลิตกำลังคนตามความต้องการของตลาดแรงงาน ให้มีความรู้ในด้านทฤษฎี ด้านทักษะในการปฏิบัติงาน และมีสมรรถนะนำไปประกอบอาชีพในลักษณะผู้ปฏิบัติหรือประกอบอาชีพโดยอิสระได้ [2]

โดยประเด็นดังกล่าว จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะการจัดการศึกษาเพื่อพัฒนานักเทคโนโลยีคุณและอาชีวศึกษา ลดคลื่นลูกน้ำ ความต้องการของสถานประกอบการด้านการจัดการอาชีวศึกษา ภายใต้ความร่วมมือกันระหว่างสถานศึกษาอาชีวศึกษาหรือสถาบันกับสถานประกอบการ

ผู้วิจัยสนใจที่จะสร้างรูปแบบการจัดการศึกษาเพื่อพัฒนานักเทคโนโลยีคุณและอาชีวศึกษา รองรับวิชาชีพเทคโนโลยีบัณฑิต ในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

## 2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

2.1 เพื่อสร้างรูปแบบ การจัดการศึกษาเพื่อพัฒนานักเทคโนโลยีคุณและอาชีวศึกษา

2.2 เพื่อศึกษาความคิดเห็นของผู้เกี่ยวข้องต่อรูปแบบการจัดการศึกษาเพื่อพัฒนานักเทคโนโลยีคุณและอาชีวศึกษา

## 3. เอกสารที่เกี่ยวข้อง

### 3.1 มาตรฐานอาชีพ (Competency standards/Occupational Standards : OS)

หมายถึงสมรรถนะงานหลัก และงานย่อยของแต่ละอาชีพ ประกอบด้วยเกณฑ์การปฏิบัติงาน ขอบเขตของงาน ความรู้ที่ต้องใช้ และผลงานที่เป็นรูปธรรม ซึ่งมาตรฐานอาชีพ เป็นมาตรฐานที่กำหนดโดยเจ้าของอาชีพ หรือองค์กรทางวิชาชีพ โดยกำหนดสมรรถนะในงานหลัก หรือความสามารถในการปฏิบัติงาน (Competency Based) ของอาชีพนั้นๆ ในหลักการ หรือเทคนิคที่นิยมใช้ในการวิเคราะห์ได้แก่ Functional Analysis เป็นกรอบแนวทางในการพัฒนาหลักสูตร การจัดการ

เรียนการสอน และการฝึกอบรมนักเรียนในอาชีพนั้นๆ ซึ่งสามารถกำหนดสมรรถนะต่างๆ ออกได้หลายระดับ ตามที่คณะกรรมการกำหนด เช่น กำหนดเป็น 5 หรือ 7 ระดับ โดยระดับ 1 เป็นงานประจำค่อนข้างง่าย และพัฒนาขึ้นเป็นลำดับจนถึงระดับ 5 หรือ 7 ซึ่งเป็นระดับที่ซับซ้อนของงานในอาชีพมากที่สุด

### 3.2 ความหมายของความร่วมมือ

ความร่วมมือ หมายถึง บุคคลในหน่วยงานหรือองค์กร ซึ่งทำงานช่วยเหลือซึ่งกัน ด้วยความเต็มใจเพื่อบรรลุวัตถุประสงค์ อย่างเดียวกัน [3]

### 3.3 ความหมายของนักเทคโนโลยีคุณและอาชีวศึกษา

นักเทคโนโลยีคุณและอาชีวศึกษา หมายถึง บุคคลในหน่วยงานหรือองค์กร ซึ่งทำหน้าที่จะกำกับดูแลงานระบบในอาชีวศึกษา ให้มีประสิทธิภาพ และมีความรู้ในระดับเทคโนโลยี

### 3.4 การพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพเรื่องการพัฒนามาตรฐานสมรรถนะเพื่อนำไปสู่การพัฒนามodel

หลักสูตรวิชาชีพหรือหลักสูตรอาชีวศึกษาปัจจุบัน มีการจัดการเรียนรู้ใน 2 ลักษณะ คือ (1) การจัดการเรียนรู้โดยใช้หลักสูตรแบบฐานเนื้อหา (Content-based Curriculum) เป็นหลักสูตรที่ง่ายในการออกแบบ สะดวกในการจัดการเรียนการสอน ใช้เวลาในการเรียนแน่นอน แต่ผลป้อนกลับล่าช้า จึงทำให้การปรับปรุงเนื้อหากระทำได้ล่าช้า การสอนเน้นการใช้คำว่า หรือเอกสารประกอบการสอนโดยทำการสอนสัปดาห์ละครั้ง ตลอดภาคเรียน นักเรียนถูกจำกัดเรื่องประสบการณ์จริง การกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ใช้วิธีการแยกเนื้อหาออกเป็นหน่วยการเรียนรู้ การประเมินผลเป็นแบบอิงกลุ่ม และการรายงานผลการเรียนเป็นระบบเกรด (2) เป็นการจัดการเรียนรู้โดยใช้หลักสูตรแบบฐานสมรรถนะ (Competency-based Curriculum) ซึ่งมีความยุ่งยากในการพัฒนาหลักสูตร การใช้เวลาในการเรียนการสอนไม่แน่นอน และครุยว่างต้องสละเวลา กับนักเรียนเป็นรายบุคคล แต่ได้ผลป้อนกลับทันทีทันใดทำให้การปรับปรุงเนื้อหาและวิธีสอนกระทำได้ทันที การจัดการเรียนการสอนเป็นไปในลักษณะแบบเรียนมือดูแล การเรียนรู้เกิดจากประสบการณ์งานจริง การกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้

เป็นแบบฐานสมรรถนะ การประเมินผลแบบอิงเกณฑ์ การวัดผลสมบูรณ์ที่ทำโดยเทียบกับเกณฑ์มาตรฐาน และการรายงานผลการเรียนใช้การแสดงสมรรถนะในแต่ละหน่วยการเรียนรู้[4]

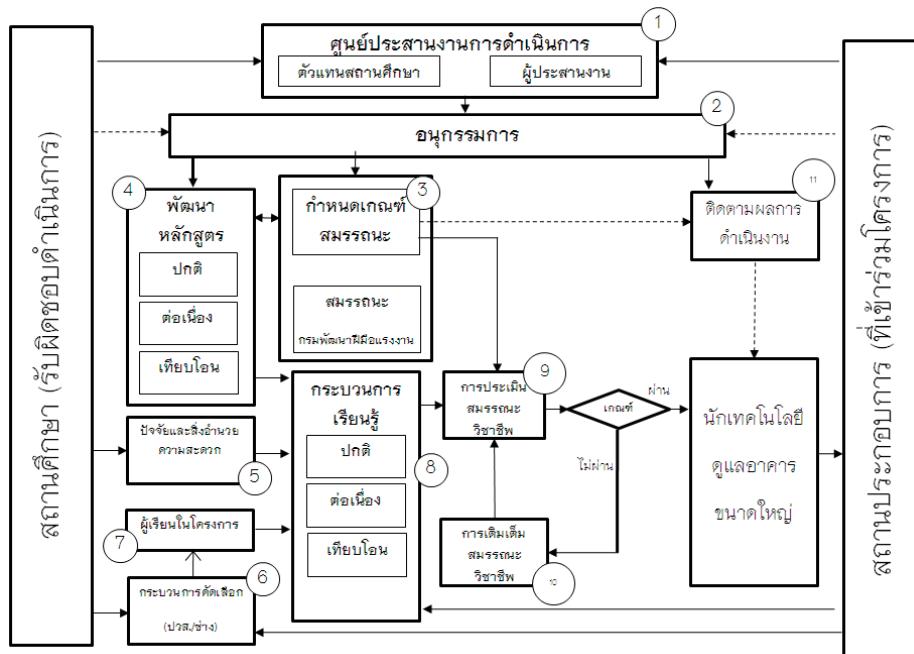
#### 4. วิธีการดำเนินการวิจัย

การดำเนินการวิจัยเรื่อง รูปแบบการจัดการศึกษาเพื่อพัฒนานักเทคโนโลยีดูแลอาคาร มีขั้นตอนการดำเนินการดังต่อไปนี้

##### 4.1 สร้างเคราะห์รายการและกำหนดรูปแบบการจัดการศึกษา

4.1.1 ศึกษาการสร้าง รูปแบบการจัดการศึกษาเพื่อพัฒนานักเทคโนโลยีดูแลอาคาร จากเอกสาร วิทยานิพนธ์และงานวิจัยต่างๆ เกี่ยวกับการจัดการศึกษาและพัฒนาหลักสูตรวิเคราะห์และแลกเปลี่ยนความเห็นกับผู้เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอนด้านอาชีวศึกษาหลักสูตรแบบฐานสมรรถนะ

4.1.2 สร้างรูปแบบการจัดการศึกษาเพื่อพัฒนานักเทคโนโลยีดูแลอาคาร จากการศึกษาเอกสาร วิทยานิพนธ์ และงานวิจัยต่างๆ ที่ได้ศึกษาค้นคว้าโดยผ่านผู้เชี่ยวชาญ ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1: รูปแบบการจัดการศึกษาเพื่อพัฒนานักเทคโนโลยีดูแลอาคาร

##### ประกอบด้วยองค์ประกอบ 11 ขั้นตอน ดังนี้

- จัดตั้งศูนย์ประสานงานการดำเนินการ ประกอบด้วย ตัวแทนจากสถานศึกษาและผู้ประสานงานจากสถานประกอบการ
- แต่งตั้งอนุกรรมการในการดำเนินการตามกิจกรรม
- จัดทำสมรรถนะนักเทคโนโลยีดูแลอาคาร ที่สอดคล้องกับการทำงานในสถานประกอบการ และกรมพัฒนาฝีมือแรงงาน
- จัดทำหลักสูตรฐานสมรรถนะ สาขatech โอลีกิจการ จัดการอาคาร ตามกรอบคุณวุฒิวิชาชีพ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

5) จัดทำปัจจัยและสิ่งอำนวยความสะดวก

6) กระบวนการคัดเลือกผู้เข้าเรียนในโครงการ

7) กระบวนการพัฒนาเข้าผู้เรียนในโครงการ โดยปรับพื้นฐานด้านความรู้ ก่อนเข้าสู่กระบวนการเรียนรู้ตามหลักสูตร

8) กระบวนการจัดการเรียนรู้ ตามหลักสูตร เทคโนโลยี การจัดการอาคาร ซึ่งสถานศึกษาจะดำเนินการสอนด้านทฤษฎีโดยครุอาจารย์ที่มีความรู้ความชำนาญและผู้เชี่ยวชาญจากองค์กรภายนอก สถานประกอบการจัดการศึกษาด้านทักษะปฏิบัติงานจริงในสถานประกอบการ โดยมีผู้เชี่ยวชาญหรือช่างที่มีประสบการณ์ในการทำงานเป็นผู้สอน



9 ) กระบวนการวัดผลด้านสมรรถนะวิชาชีพ และเมื่อเรียนครบตามโครงการสร้างหลักสูตร จะเข้าสู่กระบวนการวัดผลสมบูรณ์ เป็นนักเทคโนโลยีดูแลอาคาร และกลับทำงานในสถานประกอบการที่เข้าร่วมโครงการ หรือหน่วยงานอื่นๆ เช่น อาคารชุดพักอาศัย ฯ

10 ) ในกรณีไม่ผ่านการวัดผลในรายวิชา ผู้เรียนจะเข้าสู่การเติมเต็มสมรรถนะวิชาชีพ และกลับเข้าสู่กระบวนการวัดผลอีกครั้ง และออกไปสู่สถานประกอบการ เป็นนักเทคโนโลยีดูแลอาคาร ที่มีประสิทธิภาพ

11 ) ขั้นตอนสุดท้าย เป็นการติดผลการดำเนินการจัดการศึกษาเพื่อพัฒนานักเทคโนโลยีดูแลอาคาร โดยนำเสนอผู้ที่เกี่ยวข้องทั้งสถานศึกษาและสถานประกอบการ เพื่อนำกลับไปสู่การปรับปรุงแก้ไข พัฒนา และเผยแพร่ต่อไป

**4.2 สร้างแบบสอบถามเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ เพื่อรวบรวมความคิดเห็นและข้อเสนอแนะจากผู้เกี่ยวข้องต่อรูปแบบการจัดการศึกษาเพื่อพัฒนานักเทคโนโลยีดูแลอาคาร**

**4.3 นำแบบสอบถามความคิดเห็นพร้อมคู่มือ ฉบับร่างให้ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอนตรวจสอบความเหมาะสมและปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ**

**4.4 จัดพิมพ์แบบสอบถามความคิดเห็นและคู่มือ ฉบับสมบูรณ์เพื่อใช้เก็บรวบรวมข้อมูลกับผู้เกี่ยวข้องต่อไป**

**4.5 เก็บรวบรวมข้อมูล โดยนำคู่มือดำเนินการ รูปแบบการจัดการศึกษาเพื่อพัฒนานักเทคโนโลยีดูแลอาคาร พร้อมกับแบบสอบถามความคิดเห็น นำเสนอต่อผู้เกี่ยวข้องทั้งสถานประกอบการและสถานศึกษา จำนวนทั้งหมด 22 คน รายละเอียดดังนี้**

ตารางที่ 1: รายละเอียดของกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่าง	จำนวนผู้เชี่ยวชาญ (คน)
สถานศึกษา	11
สถานประกอบการ	11
รวม	22

ประกอบด้วยผู้บริหารสถานศึกษา 2 คน หัวหน้าแผนกวิชา 3 คน หัวหน้างาน 3 คน และครุเชี่ยวชาญ 3 คน จากวิทยาลัยเทคนิคภูเก็ต สถานประกอบการประเภทอาคารขนาดใหญ่ ประกอบด้วย ผู้บริหาร 5 คน หัวหน้าช่าง 3 คน และช่าง 3 คน จากโรงเรียน เดิมเบลลี่ย์มาริอ็อต ภูเก็ต, โรงเรียนมาริอ็อต วิทยาชั้นคลังภูเก็ต, โรงเรียนอุดมเดชย์อินน์รีสอร์ท ไม้ขาวภูเก็ต, การเดนวิลล่าภูเก็ต, โรงเรียนเดอะวิจิตรรีสอร์ท, โรงเรียนเมธารีสอร์ท, หอพักนักศึกษามหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตภูเก็ต, โครงการเดอะเบลค่อน โอดภูเก็ต และบริษัทอินโนเวชั่นเทคโนโลยีจำกัด (ดำเนินการให้คำปรึกษาและจัดการคูดแลอาคารสูง) รวมทั้งสิ้น 22 คน

**4.6 นำแบบสอบถามความคิดเห็น 22 ชุด ที่เก็บรวบรวมข้อมูลได้จากผู้ที่เกี่ยวข้องมาตรวจสอบความสมบูรณ์และวิเคราะห์ข้อมูลโดยการหาค่าเฉลี่ย และสถิติค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน**

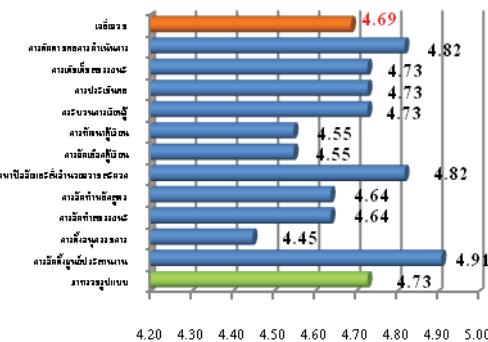
**4.7 สรุปผลการศึกษา โดยพิจารณาค่าเฉลี่ย (Mean) ความเห็นของผู้เกี่ยวข้องต่อรูปแบบการจัดการศึกษาเพื่อพัฒนานักเทคโนโลยีดูแลอาคาร ดังนี้**

ค่าเฉลี่ย 4.50 – 5.00 หมายถึง	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
ค่าเฉลี่ย 3.50 – 4.49 หมายถึง	เห็นด้วย
ค่าเฉลี่ย 2.50 – 3.49 หมายถึง	ไม่แน่ใจ
ค่าเฉลี่ย 1.50 – 2.49 หมายถึง	ไม่เห็นด้วย
ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.49 หมายถึง	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

## 5. ผลการดำเนินการวิจัย

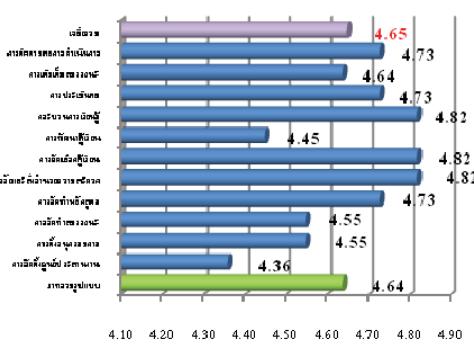
จากการวิเคราะห์ข้อมูลความคิดเห็นของผู้เกี่ยวข้องที่มีต่อรูปแบบการจัดการศึกษาเพื่อพัฒนานักเทคโนโลยีดูแลอาคาร สรุปได้ดังนี้

5.1 ผู้เกี่ยวข้องในส่วนของสถานศึกษา ที่มีต่อ รูปแบบการจัดการศึกษาเพื่อพัฒนานักเทคโนโลยีดูแลอาคาร เห็นด้วยว่ามีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย 4.69) ในส่วน ขั้นตอนการแต่งตั้งองค์กรกรรมการ มีความเหมาะสมในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย 4.45) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05



ภาพที่ 2 : ค่าเฉลี่ยความคิดเห็นของผู้เกี่ยวข้องในส่วนของ สถานศึกษาที่มีต่อรูปแบบการจัดการศึกษาเพื่อพัฒนานัก เทคโนโลยีดูแลอาคาร

5.2 ผู้เกี่ยวข้องในส่วนของสถานประกอบการ ที่มีต่อ รูปแบบการจัดการศึกษาเพื่อพัฒนานักเทคโนโลยีดูแลอาคาร เห็นด้วยว่ามีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย 4.65) ในส่วน ขั้นตอนการพัฒนาผู้เรียน และการตั้งศูนย์ประสานงาน มีความเหมาะสมในระดับมาก ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05



ภาพที่ 3 : ค่าเฉลี่ยความคิดเห็นของผู้เกี่ยวข้องในส่วนของสถาน ประกอบการที่มีต่อรูปแบบการจัดการศึกษาเพื่อพัฒนา นักเทคโนโลยีดูแลอาคาร

5.3 ผู้เกี่ยวข้องที่มีต่อ รูปแบบการจัดการศึกษาเพื่อพัฒนา นักเทคโนโลยีดูแลอาคาร ทั้งสองส่วน ในภาพรวมและ องค์ประกอบทั้ง 11 ขั้นตอน แสดงรายละเอียดดังภาพที่ 2 ดังนี้



ภาพที่ 4 : ค่าเฉลี่ยความคิดเห็นของผู้เกี่ยวข้องทั้งสถานศึกษาและ สถานประกอบการที่มีต่อรูปแบบการจัดการศึกษาเพื่อ พัฒนานักเทคโนโลยีดูแลอาคาร

จากภาพที่ 4 แสดงให้เห็นว่า รูปแบบการจัดการศึกษาเพื่อ พัฒนานักเทคโนโลยีดูแลอาคาร ในส่วนของสถานศึกษา เห็น ด้วยว่ามีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย 4.69) ผู้เกี่ยวข้องในส่วนของสถานประกอบการเห็นด้วยว่ามีความ เหมาะสมในระดับมากที่สุด (ค่าเฉลี่ย 4.65) และมีค่าเฉลี่ยรวม (ค่าเฉลี่ย 4.67) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

## 6. สรุปผลการวิจัย

ผลการวิจัย พบว่า ผู้เกี่ยวข้องกับรูปแบบการจัดการศึกษา เพื่อพัฒนานักเทคโนโลยีดูแลอาคารเห็นด้วยอย่างยิ่ง ต่อ องค์ประกอบทั้ง 11 ขั้นตอนของรูปแบบการจัดการศึกษาเพื่อ พัฒนานักเทคโนโลยีดูแลอาคาร ไว้ในระดับมากที่สุดด้วย ค่าเฉลี่ยรวม 4.67 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า รูปแบบการจัดการศึกษาเพื่อพัฒนานัก เทคโนโลยีดูแลอาคารมีความเหมาะสมทั้งรูปแบบและ วิธีดำเนินการ สามารถนำไปใช้เป็นรูปแบบการจัดการศึกษา เพื่อพัฒนานักเทคโนโลยีดูแลอาคาร ต่อไปได้

## 7. เอกสารอ้างอิง

- [1] บริษัทดังใจ “แผนภูมิองค์กรและรายละเอียดการปฏิบัติงานโรงเรียน”: พิมพ์ครั้งที่ 1 นนทบุรี: ออกสารพรัตน์ แมสโปรดักส์ จำกัด 2550
- [2] สำนักงานเลขานุการสถานศึกษา “แนวปฏิบัติเกี่ยวกับหลักสูตรการอาชีวศึกษา”: หน่วยบัญชาติ 2554
- [3] ฤทธิศักดิ์ โพชนาคุล. “ภาวะผู้นำและนวัตกรรมทางการศึกษา” (สืบสานจาก <http://www.pochanukul.com/?p=104> เมื่อวันที่ 28 มีนาคม 2555)
- [4] จะเด็ด เมืองและนนท. พรหมเพชร “การพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพเรื่องการพัฒนา มาตรฐานสมรรถนะเพื่อนำไปสู่การพัฒนาอยู่ดี” สำนักงานคณะกรรมการการ อาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ 2548



## การศึกษารูปแบบการพัฒนาหลักสูตรรายวิชาชีพ สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา โดยใช้เทคนิควิเคราะห์ผลกระบวนการฯ<sup>\*</sup>

### A Study of Model of Vocational Curriculum Development Under Vocational Education Commission Using Cross-Impact Analysis.

สุธี เสริมสุข<sup>1</sup>, ชัยวิชิต เขียวชนะ<sup>2</sup> และ ไฟโรจน์ สดิรยากร<sup>3</sup>

ภาควิชาบริหารเทคโนโลยี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ เขตบางซื่อ กรุงเทพมหานคร 10800

Sutee2000@hotmail.com

#### บทคัดย่อ

การพัฒนาหลักสูตรรายวิชาชีพเป็นการพัฒนาเพื่อให้การจัดการเรียนการสอนทันกับเทคโนโลยีสมัยใหม่ รวมทั้งตรงกับความต้องการของสถานประกอบการ เทคนิคการวิเคราะห์ผลกระบวนการฯ ที่สามารถวิเคราะห์ท่าทางทุกอย่างที่เกิดขึ้นเกี่ยวกับการพัฒนาหลักสูตรรายวิชาชีพรวมทั้งสามารถหาแนวทางในการพัฒนาหลักสูตรรายวิชาชีพให้ทันกับเทคโนโลยีและตรงตามความต้องการของสถานประกอบการ ได้

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหารูปแบบการพัฒนาหลักสูตรรายวิชาชีพ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ผู้เชี่ยวชาญด้านการวิจัยและการพัฒนาหลักสูตร โดยการเลือกแบบเจาะจง รวมจำนวน 8 คน ใช้วิธีการเก็บข้อมูลเชิงคุณภาพ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เป็นแบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง จำนวน 3 ชุด รวม 25 ข้อ เก็บรวบรวมข้อมูลจากการสัมภาษณ์ และวิเคราะห์ข้อมูลเชิงเนื้อหา

ผลการวิจัยพบว่ารูปแบบการพัฒนาหลักสูตรรายวิชาชีพ สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา โดยใช้เทคนิควิเคราะห์ผลกระบวนการฯ มีองค์ประกอบสำคัญ 3 ส่วน ได้แก่ 1) ปัจจัยนำเข้า ซึ่งประกอบด้วย คำอธิบายรายวิชา จุดประสงค์รายวิชา มาตรฐานรายวิชา และ สมรรถนะสาขาวิชา 2) กระบวนการแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนที่ 1 การประเมินความต้องการจำเป็น สมนูรรณ์ ส่วนที่ 2 ขั้นการออกแบบหลักสูตรรายวิชา และ 3) ผลผลิต ได้แก่หลักสูตรรายวิชาที่ปรับปรุงส่วนต่างๆตามแนวทางการพัฒนา

**คำสำคัญ:** รูปแบบการพัฒนาหลักสูตรรายวิชา การวิเคราะห์ผลกระบวนการฯ

\* เป็นส่วนหนึ่งของวิทยานิพนธ์

<sup>1</sup>นักศึกษาปริญญาเอก ภาควิชาบริหารเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

<sup>2</sup>อาจารย์ประจำภาควิชาบริหารเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

<sup>3</sup>ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประจำภาควิชาบริหารเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

## Abstract

*The Vocational Curriculum Development is the improvement for the instruction which is related with modern technology and the needs of establishment. The cross-impact analysis technique is the way to analyze the causes of problems in the vocational curriculum development. And this technique can be find the proper ways in developing this curriculum.*

*The objective of this research is search the appropriate model in developing the vocational curriculum by qualitative methodology. The researcher chose 8 experts in research and curriculum development by specific random sampling and interviewed them with constructed documents and analyzed the data by cross-impact analysis to find the suitable factors for the model.*

*The result showed that there are three factors in the model of vocational curriculum development under the vocational education committee department by the cross-impact analysis technique. They consisted*

1. INPUT, it compose of course description, course objective, standard of course and course competency.
2. PROCESS, it is divided in two part: complete needs assessment and course designing.
3. OUTPUT, it is the curriculum which has got the improvement by the way of development.

**Keyword:** The model of curriculum development , Cross impact analysis

### 1. บทนำ

#### 1.1 ความสำคัญและความเป็นมาของปัญหา

แนวโน้มสถานการณ์เกี่ยวกับการอาชีวศึกษา และความต้องการของอุตสาหกรรมในปัจจุบัน พบว่า คุณสมบัติของผู้สำเร็จการศึกษาส่วนใหญ่ยังไม่สอดคล้องกับความต้องการของภาคอุตสาหกรรม และการมีส่วนร่วมของสถานประกอบการในการจัดการการอาชีวศึกษายังมีข้อจำกัด รวมถึงครุส่วนใหญ่ที่สอนวิชาชีพในสถานศึกษาอาชีวศึกษา อุตสาหกรรม ขาดประสบการณ์จริงในการทำงานในภาคอุตสาหกรรม [1] กระบวนการที่สำคัญในการแก้ปัญหา และพัฒนาให้ผู้สำเร็จการศึกษามีคุณภาพเหมาะสมกับวิชาชีพ สำหรับการจัดการศึกษาด้านช่างอุตสาหกรรม จำเป็นต้องเปิดโอกาสให้สถานประกอบการเข้ามามีส่วนร่วมในการพัฒนาหลักสูตร และจัดการเรียนการสอน ของสถานศึกษาให้สอดคล้องกับทิศทางการพัฒนาอุตสาหกรรม

หลักสูตรรายวิชา ส่งผลต่อคุณภาพของผู้เรียนโดยตรง [2]

ในการพัฒนาหลักสูตรรายวิชาชีพ นอกจากคำอธิบายรายวิชาที่เป็นข้อมูลเบื้องต้นที่จะนำมาใช้พิจารณาในการพัฒนาหลักสูตรรายวิชาชีพแล้ว จำเป็นต้องมี ข้อมูลพื้นฐานจึงเป็นสิ่งจำเป็นที่จะต้องศึกษาวิเคราะห์ และใช้ประกอบในการสร้างหรือจัดทำหลักสูตรในทุกองค์ประกอบ [2] ขั้นตอนแรกของ การพัฒนาหลักสูตรในหลายแนวคิดจำเป็นต้องมีการประเมินความต้องการจำเป็น เพื่อสำรวจความต้องการของสังคม และผู้ที่เกี่ยวข้อง [4] [5] [6] เพื่อกำหนดจุดมุ่งหมายในการพัฒนาหลักสูตร หรือปัญหาเร่งด่วนอะไรที่ควรได้รับการพิจารณาเพื่อวางแผนหาแนวทางแก้ปัญหาให้ตรงจุด ซึ่งครุผู้สอนจะใช้ข้อมูลเหล่านี้มากำหนดเป็นจุดมุ่งหมายเพื่อเป็นแนวทางสำหรับการพัฒนาหลักสูตรในขั้นตอนต่อไป [7]

การวิเคราะห์ผลกรอบไขว้ (Cross-Impact Analysis) เป็นเทคนิคิวิธีหนึ่งที่สามารถวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นกับการพัฒนาหลักสูตรรายวิชาชีพรวมทั้งสามารถหาแนวทางในการพัฒนาหลักสูตรรายวิชาชีพให้ทันกับเทคโนโลยีและตรงตามความต้องการของสถานประกอบการ



ได้ เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ และทักษะทันกับเทคโนโลยี และ ตรงตามความต้องการของสถานประกอบการ

จากความเป็นมาและความสำคัญของปัญหาผู้วิจัยมีความสนใจที่จะศึกษารูปแบบในการพัฒนาหลักสูตรรายวิชาชีพ ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์ผลกระทบไป (Cross Impact Analysis) จากผู้เชี่ยวชาญ เพื่อใช้ในการพัฒnarูปแบบ การพัฒนาหลักสูตรรายวิชาชีพต่อไป

## 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษารูปแบบการพัฒนาหลักสูตรรายวิชาชีพ ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์ผลกระทบไป

## 1.3 ประโยชน์ของการวิจัย

สถานศึกษาสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษาได้ รูปแบบการพัฒนาหลักสูตรรายวิชา

## 2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิเคราะห์ผลกระทบไป เป็นวิธีการที่ใช้ในการวิเคราะห์ผลกระทบที่มาจากการตัดสินใจเลือกทางเลือกแบบใด แบบหนึ่ง วิธีการนี้จดอยู่ในกลุ่มของเทคนิคเชิงอนาคต ข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์จะเป็นตัวช่วยในการตัดสินใจเลือกทางเลือกที่เหมาะสมที่สุด แนวคิดการวิเคราะห์ผลกระทบไป ได้รับการพัฒนาเป็นครั้งแรกจาก Theodore J. Gordon และ Olaf Helmer ในปี ก.ศ. 1966

## 3. วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ใช้วิธีการเก็บข้อมูลเชิงคุณภาพ ซึ่งได้ ดำเนินการ ดังนี้

### 3.1 กลุ่มผู้ให้ข้อมูล

ผู้เชี่ยวชาญด้านการวิจัย และด้านการพัฒนาหลักสูตรอาชีวศึกษา ด้านละ 4 คน รวมทั้งสิ้น 8 คน ได้จากการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) เพื่อทำการสัมภาษณ์ ผู้เชี่ยวชาญด้านคุณภาพ และรูปแบบ

### 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การพัฒnarูปแบบหลักสูตรรายวิชาชีพ สังกัด คณะกรรมการการอาชีวศึกษา โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์

ผลกระทบไป ใช้แบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง (Structured Interview) ในการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ

### 3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

3.3.1 ศึกษาแนวคิดทฤษฎี ศึกษาแนวคิดทฤษฎี โดยศึกษาจากหัวข้อต่างๆ ดังนี้ 1) การพัฒนาหลักสูตรรายวิชา 2) การประเมินความต้องการจำเป็น 3) เทคนิคการวิเคราะห์ผลกระทบไป

3.3.2 สังเคราะห์แนวคิดทฤษฎีและร่างรูปแบบ สังเคราะห์แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง และร่างรูปแบบการพัฒนาหลักสูตรรายวิชาชีพ สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์ผลกระทบไป

3.3.3 การสัมภาษณ์นำร่างรูปแบบการพัฒนาหลักสูตรรายวิชาชีพที่พัฒนาขึ้นและแบบสัมภาษณ์ ไป สัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญด้านการวิจัยและการพัฒนาหลักสูตร รวมจำนวน 8 คน เก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง เพื่อศึกษารูปแบบการพัฒนาหลักสูตรรายวิชาชีพ โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์ผลกระทบไป

## 4. ผลการวิจัย

### 4.1 ผลการศึกษาข้อมูล

จากการศึกษาข้อมูลพบว่าองค์ประกอบของ รูปแบบการพัฒนาหลักสูตรรายวิชาชีพ สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์ผลกระทบไป ประกอบด้วย ปัจจัยนำเข้าประกอบด้วย 6 องค์ประกอบ กระบวนการประกอบด้วย 6 องค์ประกอบ และผลผลิต ได้แก่ หลักสูตรรายวิชา (ปรับปรุง) คือการพัฒนาหลักสูตรจากรายวิชาสู่การสอน

### 4.2 ผลการประเมินผู้เชี่ยวชาญ

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญด้านการวิจัยและการพัฒนาหลักสูตรพบว่า รูปแบบการพัฒนาหลักสูตรรายวิชาชีพ สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์ผลกระทบไป ประกอบด้วย 3 ส่วนด้วยกันคือ

#### 4.2.1 ปัจจัยนำเข้า

เป็นองค์ประกอบของข้อมูลรายวิชาที่จะนำมายกระหึ่งงาน และงานย่อยเพื่อนำข้อมูลไปใช้ในการประเมินความต้องการ จำเป็นเพื่อศึกษาความต้องการของสถานประกอบการเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนเพื่อให้สอดคล้องกับการปฏิบัติงานจริงในสถานประกอบการ ซึ่งจากการสัมภาษณ์ได้ข้อคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญดังนี้

“การพัฒนาหลักสูตรรายวิชานี้ส่วนหนึ่งของอินพุต ควรเพิ่มในส่วนของ มาตรฐานรายวิชาและสมรรถนะรายวิชาเข้าไปเพื่อให้ได้ตรงความต้องการของหลักสูตร” (EC:3 พ.ค.2555)

“การพัฒนารูปแบบนี้ควรมีการสอบถามจากผู้ที่เกี่ยวข้อง เช่น ครุ สถานประกอบการ และค้าหุ้นรึเรียนเอง เพื่อให้เกิดความยืดหยุ่น” (EC:2 พ.ค.2555)

“ควรนำเอา TQF (กรอบคุณวุฒิวิชาชีพของอาชีวศึกษา) เข้ามาใช้ในขั้นตอนของอินพุต เพื่อให้เกิดการร่วมสมัย” (EC:20 เม.ย.2555)

“ควรมีการวิเคราะห์ปัญหาสภาพข้อมูลพื้นฐานของสังคม เปเปลี่ยนแปลงทางด้านเทคโนโลยี และทักษะในการทำงาน ที่จำเป็น” (EC:20 เม.ย.2555)

“ควรมีการวิเคราะห์ปีหมาย และวัตถุประสงค์ที่ต้องไปเพื่อให้มีการวิเคราะห์ขั้นต่อไป สำรวจความต้องการจำเป็นจากสังคม... และเข้ามาสู่การวิเคราะห์งานกับวิเคราะห์การกิจกิจ อิโค เป็นไปตามที่กำหนดไว้” (EC:2 พ.ค.2555)

จากการวิเคราะห์เชิงเนื้อหาจากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ พบว่า การประเมินความต้องการจำเป็นของสถานประกอบการ เพื่อให้ได้ข้อมูลตรงตามความต้องการของสถานประกอบการ ควรประกอบด้วย 1) คำอธิบายรายวิชา 2) จุดประสงค์รายวิชา 3) มาตรฐานรายวิชา 4) สมรรถนะสาขาวิชา และนำเอาข้อมูลทั้ง 4 องค์ประกอบนั้นมาวิเคราะห์เป็นงาน และงานย่อยเพื่อเป็นข้อมูลไปใช้ในขั้นตอนการประเมินความต้องการจำเป็น

#### 4.2.2 กระบวนการ

กระบวนการประเมินหาความต้องการจำเป็น และการวิเคราะห์ผลกระบวนการ ไขว้ เพื่อนำไปใช้ในการพัฒนาหลักสูตรรายวิชา โดยจากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ ได้ข้อคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญดังนี้

“ควรมีการเปิดพื้นที่ให้กับวิทยาลัยในการจัดทำหลักสูตรรายวิชา เพื่อให้ตรงกับความต้องการของสังคมซึ่งโดยวิธีการทำ Needs หรือ Cross-Impact-Analysis นี้จะสามารถทำได้” (EC:2 เม.ย.2555)

“รูปแบบที่ใช้ Cross impact เพื่อวิเคราะห์สาเหตุใช้หรือไม่ กระบวนการต่อมา ใช้ก้างปลาตรงนี้มาทำ ก็จะได้ผลผลิตและแนวทางออกแบบมา คุณทำหน่วยการเรียนรู้ด้วยนะ ที่นี่การวิเคราะห์งาน กำหนดจุดประสงค์ เนื้อหา สื่อการเรียนการสอน เก้าเรื่องการออกแบบรายวิชาเชิงรุก ซึ่งตรงนี้จะได้เป็นจุดประสงค์ของรายวิชา” (EC:2 เม.ย.2555)

“การนำเอาเทคนิค Needs มาใช้ในการทำหลักสูตรจริงแล้ว เป็นตัวสะท้อนในการนำไปใช้ว่าลูกค้าต้องการแบบไหน ไม่ใช่ เขายังต้องการแบบนี้แต่สอนไปอีกแบบหนึ่ง ซึ่งหลักสูตรนี้เป็นการนำไปใช้กับอาชีวศึกษา กิจวัตรงุดเลย ซึ่งหากที่ดูแล้วคิดว่านำเอาหลักวิชามาใช้ย่างสมบูรณ์” (ER:19 เม.ย.2555)

“วิธีการจัดการเรียนการสอนที่ดูแล้วควรจะทำอย่างไร โดยนำเอา Cross-Impact มาช่วยก้ามทำเป็นรายละเอียดย่อย และควรมีการจัดลำดับเล็กใหญ่ ซึ่งสามารถช่วยได้ยอดเยี่ยม” (ER:19 เม.ย.2555)

จากการวิเคราะห์เชิงเนื้อหาจากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ พบว่า กระบวนการ แบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนที่ 1 การประเมินความต้องการจำเป็นสมบูรณ์ ซึ่งมีลำดับขั้นของประเมิน 2 ขั้นตอนคือ ขั้นการศึกษาความต้องการจำเป็น ได้แก่ 1) การระบุความต้องการจำเป็น 2) การจัดลำดับความต้องการจำเป็น และขั้นการวิเคราะห์ผลกระบวนการ ไขว้ ได้แก่ 1) การวิเคราะห์สาเหตุ 2) การกำหนดทางเลือก ส่วนที่ 2 ขั้นการออกแบบหลักสูตรรายวิชา ตามแนวทางจากขั้นที่ 1 ได้แก่ 1) การวิเคราะห์งาน 2) การกำหนดหน่วยการเรียนรู้ 3) การกำหนดจุดประสงค์เชิงพุทธิกรรม 4) ออกแบบเนื้อหา 5) ออกแบบกิจกรรมการเรียนการสอน 6) ออกแบบสื่อการเรียนการสอน 7) ออกแบบการวัดและประเมินผล

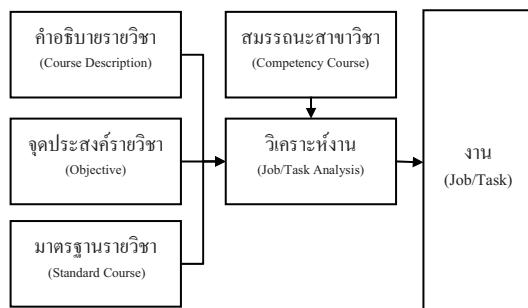
#### 4.2.3 ผลผลิต

ได้แก่หลักสูตรรายวิชาชีพที่ปรับปรุงส่วนต่างๆแล้ว ได้แก่ การวิเคราะห์งาน การกำหนดหน่วยการเรียนรู้ การกำหนดจุดประสงค์เชิงพุทธิกรรม เนื้อหา กิจกรรมการเรียนการสอน

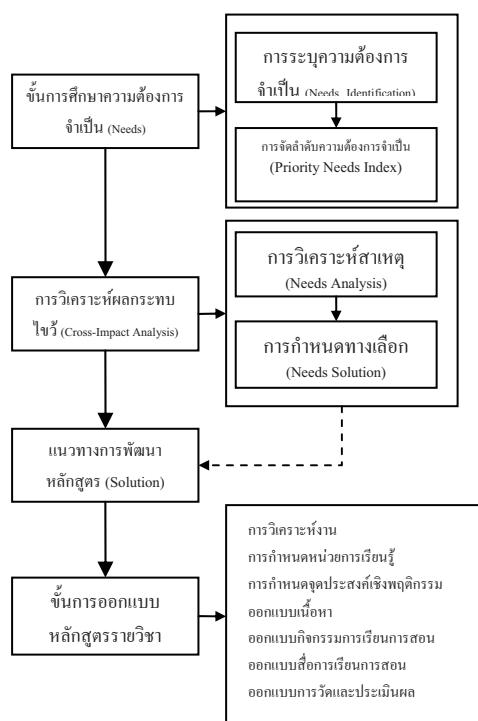
สื่อการเรียนการสอน วัดและประเมินผล ตามแนวทางการพัฒนาหลักสูตรรายวิชา จากการศึกษาความต้องการจำเป็น และการใช้เทคนิควิเคราะห์ผลกระบวนการ ไขว้ ในการวิเคราะห์

#### 4.3 ผลการศึกษาฐานรูปแบบ

จากการวิเคราะห์เนื้อหาจากการสัมภาษณ์ ผู้วิจัยนำมาปรับนั้นรูปแบบของปัจจัยนำเข้าได้ดังภาพที่ 1 รูปแบบของกระบวนการได้ดังภาพที่ 2



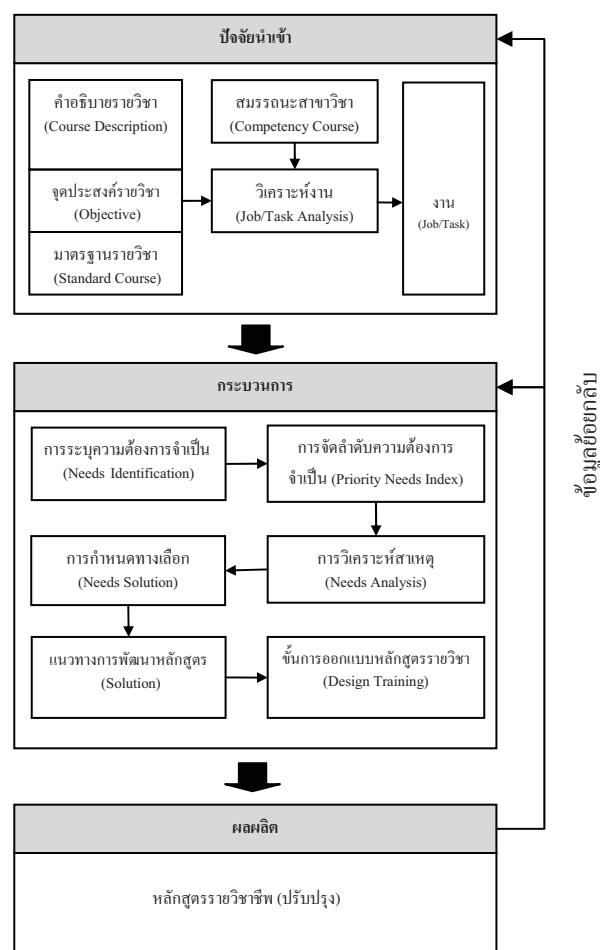
ภาพที่ 1 ปัจจัยนำเข้า ข้อมูลที่นำมายังในการประเมินความต้องการจำเป็น



ภาพที่ 2 กระบวนการการประเมินความต้องการจำเป็น  
สมบูรณ์ และขั้นการออกแบบหลักสูตรรายวิชา

ผลผลิตได้แก่หลักสูตรรายวิชาพิรับปรุงส่วนต่างๆแล้ว ได้แก่ การวิเคราะห์หัวข้อ การกำหนดหน่วยการเรียนรู้ การกำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม เนื้อหา กิจกรรมการเรียนการสอน สื่อการเรียนการสอน วัดและประเมินผล ตามแนวทางการพัฒนาหลักสูตรรายวิชา จากการศึกษาความต้องการจำเป็น และการใช้เทคนิควิเคราะห์ผลกระบวนการ ไขว้ ในการวิเคราะห์

จากข้อมูลที่ 3 ส่วนสามารถนำมาเขียนเป็นรูปแบบการพัฒนาหลักสูตรรายวิชาพิรับปรุงสัมภาระ สำหรับการประเมินความต้องการจำเป็น ได้แก่ จุดประสงค์รายวิชา โดยใช้เทคนิควิเคราะห์ผลกระบวนการ ไขว้ ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 รูปแบบการพัฒนาหลักสูตรรายวิชาพิรับปรุงสัมภาระ สำหรับการประเมินความต้องการจำเป็น ได้แก่ จุดประสงค์รายวิชา โดยใช้เทคนิควิเคราะห์ผลกระบวนการ ไขว้

## 5. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

จากการวิจัยแสดงให้เห็นว่า รูปแบบการพัฒนาหลักสูตรที่ได้จากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญนี้ เป็นรูปแบบที่สามารถนำมาใช้ในการพัฒนาหลักสูตรรายวิชาเชิงได้ และมีลักษณะสำคัญ 2 ประการ ประการแรก ตรงตามความต้องการของสถานประกอบการ เนื่องจากขั้นตอนแรกของรูปแบบมีการวิเคราะห์ความต้องการจำเป็น (Needs Assessment) อดคลึงกับ Taba, Nolker and Schocfeldt, Oliva [4] [5] [6] ที่ระบุว่า ในขั้นตอนแรกของการพัฒนาหลักสูตรจำเป็นต้องสำรวจความต้องการของสังคม และผู้ที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้ได้ข้อมูลว่าควรจะกำหนดจุดมุ่งหมายในการพัฒนาหลักสูตรอย่างไร หรือปัจจุบันมีปัญหาเร่งด่วนอะไรที่ควรได้รับการพิจารณาเพื่อวางแผนทางแนวทางแก้ปัญหาให้ตรงจุด

ลักษณะสำคัญอีกประการหนึ่ง ซึ่งผู้เขียนฯ ได้ให้ความเห็นว่าเกี่ยวกับรูปแบบการพัฒนาหลักสูตรรายวิชาชีพนี้ ลักษณะการออกแบบแบบหลักสูตรรายวิชาชีพแบบเชิงรุก ซึ่งหมายถึงการให้การจัดการกับปัญหาในการพัฒนาหลักสูตรรายวิชาสู่การสอน เพื่อให้เกิดประโยชน์กับการพัฒนาหลักสูตรรายวิชาที่ทำ เนื่องจากได้นำเทคนิคผลกระทบไปว้า (Cross Impact) มาประยุกต์ใช้ ทำให้การพัฒนาหลักสูตรรายวิชาชีพนี้ มีกระบวนการในการวิเคราะห์ปัญหา และสามารถปัญหา ซึ่งทำให้ครุ่นองเห็นวิกฤติหรือโอกาส สำหรับการเตรียมการเรียน การสอน ได้ล่วงหน้า ทำให้เกิดประโยชน์ต่อการจัดการเรียน การสอน ลดความลังบกับงานวิจัยของจุฬาทิพย์ สร้างสุวรรณ[7] ในการประยุกต์ใช้เทคนิคการวิเคราะห์ผลกระทบไปว้าเพื่อ กำหนดแนวทางการพัฒนาผลลัพธ์ทางการเรียนของ นักเรียนชั้นประถมศึกษา ซึ่งพัฒนาแนวทางในการพัฒนานักเรียน ที่เหมาะสมจากการใช้เทคนิควิธีการนี้

## 6. ข้อเสนอแนะ

6.1 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งนี้ ควรนำเอาเทคนิควิธีการวิจัยแบบอื่นๆ มาประยุกต์ใช้ในการพัฒนาฐานแบบ และมีการศึกษาหารูปแบบการพัฒนาหลักสูตรในรายวิชาสามัญ

6.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไปควรนำเอารูปแบบ  
การศึกษาไปทดลองใช้เพื่อหาประสิทธิภาพของรูปแบบ  
ไป

## 7. เอกสารอ้างอิง

- [1] สำนักงานเลขานุการสภากาชาดไทย “.การศึกษาแนวทางการผลิตกำลังคนด้านอาชีวศึกษาและเทคโนโลยีตามความต้องการของประเทศไทย : กรณีศึกษาประเทศไทย : กรุงเทพฯ .” กลุ่มนโยบายและแผนการศึกษาเพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศไทย . สำนักงานนโยบายและแผนการศึกษา, 2552.
  - [2] ชวิติ ชูกำแพง “.การพัฒนาหลักสูตร ”มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2546.
  - [3] สรายาภรณ์ พรมจันทร์ “.ยุทธวิธีการเรียนการสอนวิชาเทคนิค .” ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมสถาบัน : เทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2550.
  - [4] Nolker H and Schoenfeld E. “Vocational Training Teaching Curriculum Planning ”. Expert Velag,Grafenau, Wurtt. 1981.
  - [5] Oliva.P.E. “Developing the Curriculum ”.United State : Darriu dudas Publication Services Inc. 1992.
  - [6] Taba Hilda. “Curriculum Development : Theory and Practice”. New York: Harcourt Brace and World. 1962.
  - [7] จุฑาทิพย์ สรวิวงศุวรรณ “.การใช้เทคนิคการวิเคราะห์ผลกระบวนการฯ เพื่อกำหนดแนวทางการพัฒนาผลลัพธ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษา คงสมโภษ” กรณีศึกษาโรงเรียนบ้านดอยข่อย : รายวิชาระบุรุษ วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์รัมมหาบัณฑิต คณะครุศาสตร์ .” จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, (2541).



## การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนการสอนวิชาชีพรายวิชาฐานสมรรถนะ Development of The Teaching and Learning Model For Vocational Competency-Based Course

สุรินทร์ บุญสนอง<sup>1</sup> และ สุร้ายฤทธิ์ พรมัจันทร์<sup>2</sup>

<sup>1</sup> หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาจิตวิทยาและพัฒนาการสอนเทคนิคศึกษา มจพ.

<sup>2</sup>ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มจพ.

E-mail: <sup>1</sup>Surin15@hotmail.com, <sup>2</sup>Spr@kmutnb.ac.th

### บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนการสอนวิชาชีพรายวิชาฐานสมรรถนะและศึกษาความคิดเห็นของผู้เกี่ยวข้องต่อขั้นตอนการดำเนินการตามรูปแบบการจัดการเรียนการสอนวิชาชีพรายวิชาฐานสมรรถนะโดยผลที่ได้จากการวิจัยจะนำมาใช้ในการส่งเสริมการจัดการเรียนรู้ การพัฒนาการเรียนการสอนและสนับสนุนผู้เรียนให้เกิดการเรียนรู้ด้านวิชาชีพที่เน้นสมรรถนะในสถานศึกษา

การดำเนินการวิจัยเริ่มต้นจากศึกษาวิเคราะห์การจัดการเรียนรู้ด้านอาชีวศึกษาในปัจจุบัน จากนั้นจึงสังเคราะห์รูปแบบการจัดการเรียนการสอนวิชาชีพรายวิชาฐานสมรรถนะโดยรูปแบบที่ได้ให้สถานศึกษาดำเนินการและสั่งการ ดังต่อไปนี้ (1) แต่งตั้งคณะกรรมการพัฒนาหลักสูตรการเรียนการสอน (2) ประชาสัมพันธ์ให้ครุผู้สอนเข้าร่วมโครงการ (3) พัฒนาศักยภาพครุผู้สอน (4) เชิญชวนผู้แทนสถานประกอบการเข้าร่วมโครงการ (5) วิเคราะห์หลักสูตรวิชาชีพรายวิชาเดิมของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา (6) พัฒนาเป็นหลักสูตรวิชาชีพรายวิชาฐานสมรรถนะ (7) เตรียมวัสดุการสอนตามหลักสูตรรายวิชาที่พัฒนาขึ้น (8) สร้างเครื่องมือวัดและประเมินผลการเรียน (9) ผู้เชี่ยวชาญการสอนต่อผู้เรียน (10) ปฏิบัติการเรียนการสอนและ (11) วัดผลและประเมินผลการเรียนการสอน โดยเครื่องมือในการวิจัยเป็นแบบสอบถามคิดเห็นของผู้เกี่ยวข้องต่อรูปแบบการพัฒนาการจัดการเรียนการสอนวิชาชีพรายวิชาฐานสมรรถนะ เป็นแบบประมาณค่า 5 ระดับและเก็บรวบรวมข้อมูลความคิดเห็นจากผู้ที่เกี่ยวข้อง โดยเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling) จากสถานศึกษา 5 แห่ง สถานประกอบการ 2 แห่ง ประกอบด้วยบุคลากรในตำแหน่งต่างๆ ดังนี้ ผู้อำนวยการสถานศึกษา รองผู้อำนวยการสถานศึกษา หัวหน้างานพัฒนาหลักสูตรการเรียนการสอน หัวหน้าแผนกวิชา ผู้จัดการศูนย์บริการและครุภัณฑ์ในสถานประกอบการ จำนวน 21 ท่าน โดยผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง แล้วนำแบบสอบถามมาตรวจสอบความสมบูรณ์และวิเคราะห์ข้อมูล โดยการหาค่าเฉลี่ยและสถิติค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัยพบว่า ผู้เกี่ยวข้อง เห็นด้วยอย่างชัดเจน ต่อรูปแบบการพัฒนาการจัดการเรียนการสอนวิชาชีพรายวิชาฐานสมรรถนะ และขั้นตอนดำเนินการตามรูปแบบการพัฒนาการจัดการเรียนการสอนวิชาชีพรายวิชาฐานสมรรถนะ ( $\bar{X} = 4.83$ ,  $S.D. = 0.38$ ) จึงสรุปได้ว่า รูปแบบการจัดการเรียนการสอนวิชาชีพรายวิชาฐานสมรรถนะ สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนได้

**คำสำคัญ :** รูปแบบการจัดการเรียนการสอนวิชาชีพ, การสอนวิชาชีพรายวิชาฐานสมรรถนะ

## Abstract

The purposes of this research were to develop the teaching and learning model for vocational competency-based course and to investigate the relevant ideas to the procedure of such model operations. The result from the research would be used to encourage learning management, development of teaching and learning, and supporting learners to get the vocational knowledge that emphasized on competencies in educational institutions.

Conducting the research; it is started from analyzing the present vocational education then synthesizing the teaching and learning model for vocational competency-based course that are operated and ordered by the institutions as follows: (1) appointing curriculum development committees (2) publicizing the project to the participated lecturers (3) developing the lecturers (4) inviting the enterprise representatives to participate the project (5) analyzing the former vocational courses of the Office of Vocational Education Commission (6) developing the curriculum of vocational competency-based course (7) preparing the teaching materials for developed curriculum (8) constructing the tools to measure and evaluate the teaching and learning (9) informing the teaching methods to the students (10) teaching and learning (11) measuring and evaluating the teaching and learning. A five-rating scale questionnaires are built to stakeholders from all who have dealings with the development of the teaching and learning model for vocational competency-based course. The informants are purposive sampling from five educational institutes and two enterprises of which composed of personnel of different positions: the institute directors, the deputy directors, the head of the curriculum development sections, and the head of the departments, totally 21 persons. All questionnaires were collected and verified by the researcher. The arithmetic mean and standard deviation were employed.

Regarding to the research, the concerned informants strongly agreed with the model for vocational competency-based course and the procedures according to the model. ( $\bar{X} = 4.83$ ,  $S.D.=0.38$ ) This investigated that the teaching and learning model for vocational competency-based course could be used as the teaching and learning guidelines.

**Keyword** : vocational teaching model, vocational competency-based course

### 1. บทนำ

สภาวะการณ์เปลี่ยนแปลงของโลกปัจจุบัน เป็นปัจจัยสำคัญ ให้นานาประเทศใช้กลยุทธ์ต่างๆ ในการแสวงหาความร่วมมือ รองรับการแข่งขันทางด้านคุณภาพสินค้าและบริการ เพื่อสร้าง ความอยู่รอดและผลประโยชน์ของประเทศโดยylect พาอย่างยิ่ง การก้าวสู่ประชาคมอาเซียนในปี พ.ศ. 2558 ที่มีการเปิดเสรีด้าน การค้าและบริการเป็นเหตุผลสำคัญ ประการหนึ่งที่ประเทศไทยต้องเร่งพัฒนากำลังคนให้มีคุณภาพมีศักยภาพเพียง มาตรฐานสากล หากแต่การผลิตและพัฒนากำลังคนของประเทศไทยที่ผ่านมาส่วนใหญ่ยังเป็นไปตามข้อความสามารถ ในการผลิตของสถานศึกษา เป็นเหตุให้สถานประกอบการที่รับผู้สำเร็จการศึกษาใหม่เข้าทำงานจะต้องดำเนินการฝึกอบรม

เพื่อพัฒนาให้ผู้ปฏิบัติงานใหม่มีสมรรถนะสอดคล้องกับความต้องการของสถานประกอบการและความเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยี [1]

อย่างไรก็ได้กระบวนการศึกษาและการเรียนรู้ที่เป็นหน่วยงานหลักในการพัฒนาเยาวชนและแรงงานของชาติจะหนักถึงความสำคัญของการจัดการศึกษาและการพัฒนาคุณภาพของ การจัดการเรียนรู้ด้านอาชีวศึกษาได้ปรับปรุงกระบวนการมาตรฐานหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ [2] ครอบมาตรฐานหลักสูตร ปริญญาตรีสาขาวิชาเทคโนโลยีหรือสาขาวิชาชีวะ [4] และครอบ มาตรฐานหลักสูตรวิชาชีพระยะสั้น [5] ให้เหมาะสมมากขึ้น เพื่อประโยชน์ในการรักยามาตรฐานวิชาการและมาตรฐาน



สมรรถนะตามสาขาวิชาชีพในระดับช่างฝีมือ ระดับช่างเทคนิค และระดับนักเทคโนโลยี สมดคล้องกับความต้องการของภาคอุตสาหกรรมและภาคบริการ ซึ่งต้องการคนที่มีสมรรถนะวิชาชีพใน 3 ด้าน คือ (1) ด้านความรู้และทักษะจำเป็นทั่วไป (2) ด้านความรู้และทักษะวิชาชีพ (3) ด้านคุณธรรม จริยธรรม และจรรยาบรรณในการทำงาน

การพัฒนากำลังคนให้มีสมรรถนะวิชาชีพสมดคล้องกับความต้องการของภาคอุตสาหกรรมและภาคบริการอย่างแท้จริง ครุภูสื่อสอนในสถานศึกษานั้น ได้ว่าเป็นกลไกสำคัญอย่างยิ่งในการจัดการเรียนการสอนที่จะพัฒนาให้ผู้สำเร็จการศึกษาเป็นผู้มีสมรรถนะวิชาชีพอย่างครบถ้วน ไม่ว่าจะเป็นในด้าน (1) ความรู้ และทักษะจำเป็น (2) ความรู้และทักษะวิชาชีพ และ (3) คุณธรรม จริยธรรมและจรรยาบรรณ สนองตอบความต้องการของสถานประกอบการและรองรับการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีในวันนี้ ซึ่งจะต้องอาศัยขั้นตอนและวิธีการที่มีประสิทธิภาพไปดำเนินการ โดยประเด็นนี้ ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนการสอนวิชาชีพรายวิชาฐานสมรรถนะขึ้นเพื่อเป็นทางเลือกในการส่งเสริมการจัดการเรียนการสอนในสถานศึกษาที่เน้นสมรรถนะวิชาชีพ

## 2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 2.1 เพื่อพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนการสอนวิชาชีพรายวิชาฐานสมรรถนะ
- 2.2 เพื่อศึกษาความคิดเห็นของผู้เกี่ยวข้องต่อรูปแบบการจัดการเรียนการสอนวิชาชีพรายวิชาฐานสมรรถนะ

## 3. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

หลักสูตรวิชาชีพหรือหลักสูตรอาชีวศึกษาปัจจุบัน มีการจัดการเรียนรู้ใน 2 ลักษณะ คือ (1) การจัดการเรียนรู้โดยใช้หลักสูตรแบบฐานเนื้อหา (Content-based Curriculum) เป็นการจัดการเรียนการสอนที่เน้นการให้ความรู้และทักษะพื้นฐาน ไม่เน้นการฝึกภาคปฏิบัติ การเรียนรู้ของผู้เรียนวัดผลจากการจำและความเข้าใจซึ่งเป็นการง่ายในการออกแบบหลักสูตร สะดวกในการจัดการเรียนการสอน ใช้เวลาในการเรียน แน่นอน แต่ผลป้อนกลับล่าช้าจึงทำให้การปรับปรุงเนื้อหา

กระทำได้ล่าช้า การสอนเน้นการใช้ตัวหารือเอกสารประกอบการสอนโดยทำการสอนสัปดาห์ละครั้งตลอดภาคเรียน นักเรียนถูกจำกัดเรื่องประสบการณ์จริง การกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ใช้วิธีการแยกเนื้อหาออกเป็นหน่วยการเรียนรู้ การประเมินผลเป็นแบบอิงคุณและการรายงานผลการเรียนเป็นระบบเกรด (2) การจัดการเรียนรู้โดยใช้หลักสูตรแบบฐานสมรรถนะ (Competency-based Curriculum) เป็นการจัดการเรียนการสอนที่เน้นการปฏิบัติงานเป็นฐาน ผู้เรียนมีการเรียนรู้ความรู้จำเป็นและเข้าใจการปฏิบัติงานจริง ซึ่งในการพัฒนาหลักสูตรมีความยุ่งยาก การใช้เวลาในการเรียนการสอนไม่แน่นอนและครุอย่างต้องสละเวลา กับนักเรียนเป็นรายบุคคล แต่ได้ผลป้อนกลับทันทีทันใดทำให้การปรับปรุงเนื้อหาและวิธีสอนกระทำได้ทันที การจัดการเรียนการสอนเป็นไปในลักษณะแบบเรียนมือดู การเรียนรู้เกิดจากประสบการณ์งานจริง การกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้เป็นแบบฐานสมรรถนะ การประเมินผลแบบอิงเกณฑ์ การวัดผลสัมฤทธิ์ทำโดยเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานและการรายงานผลการเรียนใช้การแสดงสมรรถนะในแต่ละหน่วยการเรียนรู้

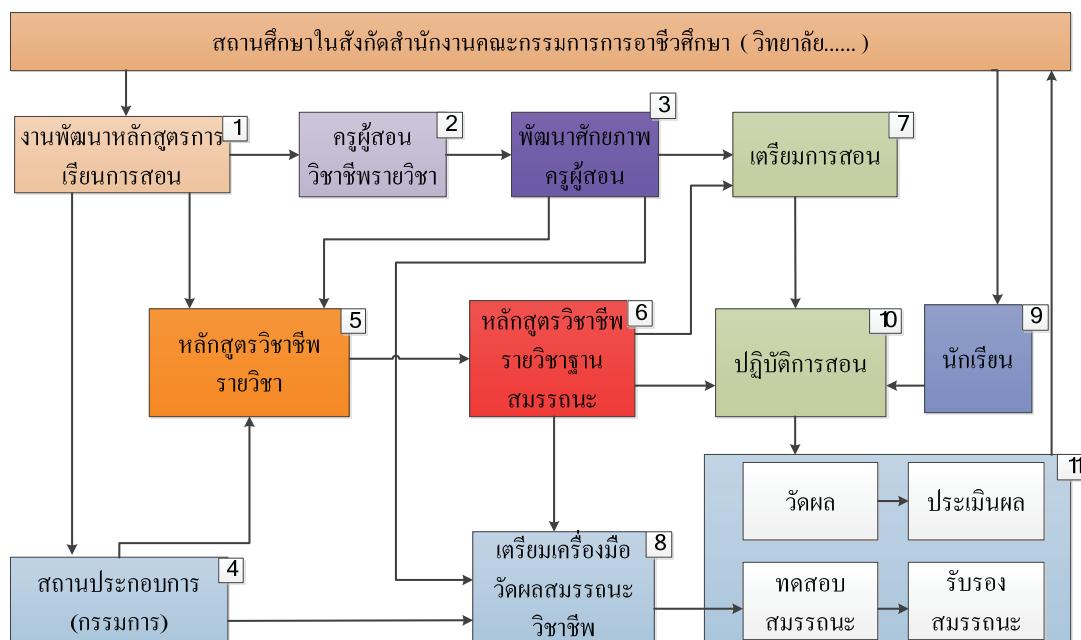
หลักสูตรด้านอาชีวศึกษาในปัจจุบันมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องเพื่อก้าวสู่หลักสูตรฐานสมรรถนะ แต่การจัดการเรียนการสอนส่วนใหญ่ยังคงดำเนินการตามรูปแบบและวิธีการเดิม ที่เคยเป็นมาซึ่ง ไม่เป็นการจัดการเรียนการสอนแบบฐานสมรรถนะอย่างเต็มรูปแบบ [6]

## 4. วิธีการดำเนินการวิจัย

การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนการสอนวิชาชีพรายวิชาฐานสมรรถนะ มีขั้นตอนในการดำเนินการดังนี้

- 4.1 ศึกษา วิเคราะห์ และแลกเปลี่ยนความเห็นกับผู้เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอนด้านอาชีวศึกษาทั้งหลักสูตรแบบใช้ฐานเนื้อหาและหลักสูตรแบบฐานสมรรถนะ
- 4.2 สร้างรูปแบบการพัฒนาการจัดการเรียนการสอนวิชาชีพรายวิชาฐานสมรรถนะซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนและวิธีดำเนินการที่มีความสัมพันธ์กันของผู้เกี่ยวข้องโดยสถานศึกษาต้องดำเนินการและสั่งการ ดังต่อไปนี้

- 1) แต่งตั้งคณะกรรมการพัฒนาหลักสูตรการเรียนการสอน รับผิดชอบการดำเนินการตามรูปแบบ
- 2) ประชาสัมพันธ์ให้ครุผู้สอนวิชาชีพระวิชาได้รับทราบและจัดให้ผู้สนใจเข้าร่วมโครงการพัฒนา
- 3) พัฒนาศักยภาพศักยภาพครุผู้สอนวิชาชีพให้สามารถดำเนินการกิจกรรมต่างๆ ได้ดังนี้ (1) การวิเคราะห์งาน
- (2) การกำหนดชื่อและระดับสมรรถนะของงาน (3) การสังเคราะห์รายงานและระดับสมรรถนะ (4) การวัดและประเมินผลสมรรถนะ
- (4) เชิญชวนผู้เชี่ยวชาญจากสถานประกอบการด้านวิชาชีพที่เกี่ยวข้องเข้าร่วมเป็นกรรมการในโครงการพัฒนา รูปแบบการจัดการเรียนการสอนวิชาชีพระวิชาฐานสมรรถนะ



ภาพที่ 1 รูปแบบการพัฒนาการจัดการเรียนการสอนวิชาชีพระวิชาฐานสมรรถนะ

5) ครุผู้สอนและกรรมการจากสถานประกอบการศึกษาหลักสูตรวิชาชีพระวิชาของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษาและร่วมกันดำเนินการดังนี้ คือ (1) วิเคราะห์งาน (2) กำหนดชื่อและระดับสมรรถนะของงาน (3) สังเคราะห์รายงานและระดับสมรรถนะ (4) กำหนดแนวทางการวัดและประเมินผลสมรรถนะรายวิชา

6) ครุผู้สอนและกรรมการจากสถานประกอบการร่วมกันกำหนด มาตรฐานรายวิชา จุดประสงค์รายวิชาและ คำอธิบายรายวิชาที่ตรงตามความต้องการในงานอาชีพ เพื่อพัฒนาสู่การเป็นหลักสูตรวิชาชีพระวิชาฐานสมรรถนะ

7) ครุผู้สอนออกแบบแบบวัดคุณภาพสอน เนื้อหาวิชา และออกแบบบทเรียน ให้มีความเหมาะสมตามรูปแบบการจัดการเรียนการสอนวิชาชีพระวิชาฐานสมรรถนะ

8) ครุผู้สอนและกรรมการจากสถานประกอบการพัฒนาเครื่องมือวัดและประเมินผลการจัดการเรียนการสอน วิชาชีพระวิชาฐานสมรรถนะ

9) ครุผู้สอนชี้แจงทำความเข้าใจการจัดการเรียนการสอนแก่ผู้เรียนที่ลงทะเบียนเรียนในหลักสูตรรายวิชาชีพ รายวิชา

10) ปฏิบัติการสอนนักเรียนตามรูปแบบและวิธีการ การจัดการเรียนการสอนวิชาชีพระวิชาฐานสมรรถนะที่ได้พัฒนาขึ้น

11) วัดผลและประเมินผลการเรียนของนักเรียนตาม ระเบียบการ วัดและประเมินผลการศึกษาและทดสอบ สมรรถนะวิชาชีพระวิชาและรายงานผลการทดสอบ สมรรถนะวิชาชีพต่อสถานศึกษา



4.3 สร้างแบบสอบถามเป็นแบบประมาณค่า 5 ระดับ เพื่อรวบรวมความคิดเห็นและข้อเสนอแนะของผู้ที่เกี่ยวข้องต่อการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนการสอนวิชาชีพระยวิชาฐาน สมรรถนะโดยแบ่งเป็น 7 ด้านได้แก่ (1) รูปแบบการพัฒนาการจัดการเรียนการสอน (2) คณะกรรมการพัฒนาหลักสูตรการเรียนการสอน (3) ขั้นตอนการดำเนินการประชาสัมพันธ์ (4) การดำเนินการพัฒนาศักยภาพครุ (5) การดำเนินการพัฒนาหลักสูตรวิชาชีพระยวิชา (6) การดำเนินการพัฒนาวัสดุการสอน และ(7) การดำเนินการพัฒนาเครื่องมือวัด/ประเมินผล

4.4 นำแบบสอบถามความคิดเห็นฉบับร่างให้ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอนตรวจสอบความเหมาะสมและปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ

4.5 จัดพิมพ์แบบสอบถามความคิดเห็นฉบับสมบูรณ์เพื่อใช้เก็บรวบรวมข้อมูลกับผู้เกี่ยวข้องต่อไป

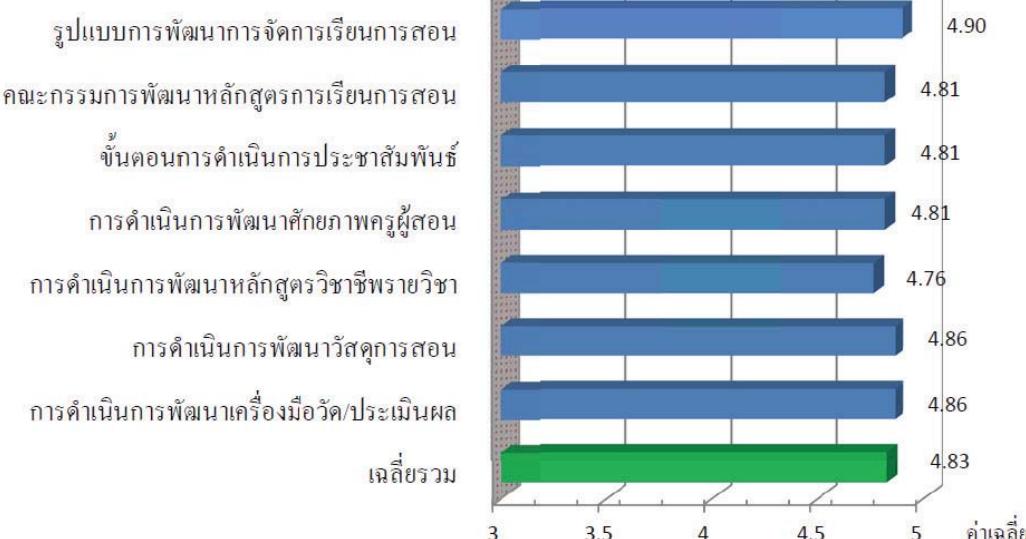
4.6 เก็บรวบรวมข้อมูล โดยนำค่ามือดำเนินการการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนการสอนวิชาชีพระยวิชาฐาน สมรรถนะ พร้อมกับแบบสอบถามความคิดเห็น เสนอรายละเอียดต่างๆ ต่อผู้เกี่ยวข้องทั้งหมด 21 ท่าน ประกอบด้วย ผู้อำนวยการสถานศึกษา 4 ท่าน รองผู้อำนวยการสถานศึกษา 8 ท่าน หัวหน้างานพัฒนาหลักสูตรการเรียนการสอน 4 ท่าน หัวหน้าแผนกวิชา 2 ท่าน ผู้จัดการศูนย์บริการ 1 ท่าน และครุฝึกใน

สถานประกอบการ 2 ท่าน จากสถานศึกษา 5 แห่ง ได้แก่ วิทยาลัยเทคนิคกรุงธนราช วิทยาลัยศิลปหัตถกรรมนครศรีธรรมราช วิทยาลัยเทคโนโลยีและอุตสาหกรรมการต่อเรือนครศรีธรรมราช วิทยาลัยการอาชีพนราธิราษฎร์ วิทยาลัยการอาชีพพรหมคีรี และสถานประกอบการ 2 แห่ง ได้แก่ บริษัทโตโยต้า นครศรีธรรมราช จำกัด และบริษัทอิฐฉุบ นครมอเตอร์เซลล์(1991)จำกัด ซึ่งผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตัวเองในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2555

4.7 นำแบบสอบถาม จำนวน 21 ชุด ที่เก็บรวบรวมข้อมูลได้จากผู้ที่เกี่ยวข้องมาตรวจสอบความสมบูรณ์และวิเคราะห์ข้อมูลโดยการหาค่าเฉลี่ย (Mean) และสตดิค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป

4.8 สรุปผลการศึกษา โดยพิจารณาค่าเฉลี่ย (Mean) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ความเห็นของผู้เกี่ยวข้องต่อรูปแบบการพัฒนาการจัดการเรียนการสอนวิชาชีพระยวิชาฐาน สมรรถนะ ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.50 – 5.00 หมายถึง เห็นด้วยอย่างยิ่ง  
ค่าเฉลี่ย 3.50 – 4.49 หมายถึง เห็นด้วย  
ค่าเฉลี่ย 2.50 – 3.49 หมายถึง ไม่แน่ใจ  
ค่าเฉลี่ย 1.50 – 2.49 หมายถึง ไม่เห็นด้วย  
ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.49 หมายถึง ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง



ภาพที่ 2 ค่าเฉลี่ยความคิดเห็นของผู้เกี่ยวข้องที่มีต่อการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนการสอนวิชาชีพระยวิชาฐาน สมรรถนะ

## 5. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

จากการวิเคราะห์ความคิดเห็นของผู้ที่เกี่ยวข้องต่อการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนการสอนวิชาชีพระยวิชาฐานสมรรถนะทั้งในภาพรวมและขั้นตอนการดำเนินการตามรูปแบบ (ดังภาพที่ 2) พบว่าผู้ที่เกี่ยวข้องเห็นด้วยอย่างยิ่ง ( $\bar{X} = 4.90$ , S.D.=0.29) ต่อการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนการสอนวิชาชีพระยวิชาฐานสมรรถนะโดยเห็นด้วยอย่างยิ่งกับการดำเนินการพัฒนาวัสดุการเรียนการสอนวิชาชีพระยวิชาฐานสมรรถนะ ( $\bar{X} = 4.86$ , S.D.=0.35) และการดำเนินการพัฒนาเครื่องมือวัดผล/ประเมินผลการเรียนการสอนวิชาชีพระยวิชาฐานสมรรถนะ ( $\bar{X} = 4.86$ , S.D.=0.35) รองลงมาในการตั้งคณะกรรมการพัฒนาหลักสูตรการเรียนการสอน ( $\bar{X} = 4.81$ , S.D.=0.39) การดำเนินการประชาสัมพันธ์ครุผู้สอนเข้าร่วมโครงการ ( $\bar{X} = 4.81$ , S.D.=0.39) และการพัฒนาศักยภาพครุผู้สอนวิชาชีพระยวิชาฐานสมรรถนะ ( $\bar{X} = 4.81$ , S.D.=0.39) ในขั้นตอนการดำเนินการพัฒนาหลักสูตรวิชาชีพระยวิชาเป็นหลักสูตรวิชาชีพระยวิชาฐานสมรรถนะ ( $\bar{X} = 4.76$ , S.D.=0.43) เห็นด้วยอย่างยิ่งเป็นลำดับสุดท้ายดังนั้น โดยภาพรวมการดำเนินการในขั้นตอนต่างๆ ผู้ที่เกี่ยวข้องเห็นด้วยอย่างยิ่ง ( $\bar{X} = 4.83$ , S.D.=0.38)

## 6. สรุปผลการวิจัย

การวิจัยพบว่าผู้ที่เกี่ยวข้องเห็นด้วยอย่างยิ่งต่อทั้งกับการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนการสอนวิชาชีพระยวิชาฐานสมรรถนะที่พัฒนาขึ้นและขั้นตอนการดำเนินการพัฒนา รูปแบบการจัดการเรียนการสอนวิชาชีพระยวิชาฐานสมรรถนะทั้ง 6 ขั้นตอน คือ (1) การตั้งคณะกรรมการพัฒนาหลักสูตรการเรียนการสอน (2) การดำเนินการประชาสัมพันธ์ครุผู้สอนเข้าร่วมโครงการ (3) การพัฒนาศักยภาพครุผู้สอนวิชาชีพระยวิชาฐานสมรรถนะ (4) การดำเนินการพัฒนาหลักสูตรวิชาชีพระยวิชาฐานสมรรถนะ (5) การดำเนินการพัฒนาวัสดุการเรียนการสอนวิชาชีพระยวิชาฐานสมรรถนะ (6) การดำเนินการพัฒนาเครื่องมือวัดผล/ประเมินผลการเรียนการสอนวิชาชีพระยวิชาฐานสมรรถนะ ด้วยค่าเฉลี่ย 4.81, 4.81, 4.81, 4.76, 4.86 และ 4.86 ตามลำดับ

จึงสรุปได้ว่า การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนการสอนวิชาชีพระยวิชาฐานสมรรถนะที่พัฒนาขึ้นมีความเหมาะสมทั้งรูปแบบและวิธีดำเนินการ สามารถที่จะนำไปทดลองใช้ในการจัดการเรียนการสอนวิชาชีพระยวิชาฐานสมรรถนะต่อไปได้

## 7. เอกสารอ้างอิง

- [1] สำนักงานเลขานุการสถาบันศึกษาฯ.ยุทธศาสตร์การผลิต และพัฒนาสำสังคณของประเทศไทยในช่วงการปฏิรูป การศึกษาในทศวรรษที่สอง พ.ศ. 2552-2561 : กรุงเทพฯ : สกศ. 2554
- [2] กรอบมาตรฐานหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ.  
(ประกาศ.)กรุงเทพมหานคร : กระทรวงศึกษาธิการ 2551
- [3] กรอบมาตรฐานหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง.  
(ประกาศ.)กรุงเทพมหานคร : กระทรวงศึกษาธิการ 2551
- [4] กรอบมาตรฐานหลักสูตรปริญญาตรีสายเทคโนโลยีหรือสาขาวิชา.  
(ประกาศ.)กรุงเทพมหานคร : กระทรวงศึกษาธิการ 2552
- [5] กรอบมาตรฐานหลักสูตรวิชาชีพระยะสั้น.  
(ประกาศ.) กรุงเทพมหานคร : กระทรวงศึกษาธิการ 2551
- [6] จะเด็ด แปลโสภะและมนตรี พระมหาเพ็ชร.การพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพเรื่องการพัฒนามาตรฐานสมรรถนะเพื่อนำไปสู่การพัฒนามodel : สำนักงานคณะกรรมการอาชีวศึกษา : กระทรวงศึกษาธิการ 2548.

# บริหารธุรกิจอุตสาหกรรม







## จริยธรรมในองค์กรที่มีผลต่อความผูกพันต่อองค์กรของพนักงาน และผลการดำเนินงานของ

พนักงานแผนก PCBA Assembly บริษัท เอ็นเอ็มบี มินิແບໄທ จำกัด

**Organizational ethics affecting an organization on relationship and the over-all operation A case study on PCBA Assembly officers of NMB-MINEBEA THAI Limited**

กริช เกตุแก้ว นานิตย์ สิทธิชัย

ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

kritkatekheaw@gmail.com

### บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีความน่าสนใจ เพื่อศึกษาจริยธรรมในองค์กรที่มีผลต่อความผูกพันต่อองค์กรของพนักงานแผนก PCBA Assembly บริษัทเอ็นเอ็มบี-มินิແບໄທจำกัดและผลการดำเนินงานของพนักงานแผนก PCBA Assembly บริษัทเอ็นเอ็มบี-มินิແບໄທจำกัด จำนวน 171 คน เกรียงมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ พนักงานแผนก PCBA Assembly บริษัทเอ็นเอ็มบี-มินิແບໄທจำกัด จำนวน 171 คน เกรียงมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ แบบสอบถาม สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน การวิเคราะห์ค่าที่ การวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนทางเดียว และค่าสัมประสิทธิ์หัวสมพันธ์เพียร์สัน ซึ่งการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติทั้งหมดนี้ใช้โปรแกรม SPSS for Windows Version 16 ช่วยคำนวณค่าสถิติที่ใช้เคราะห์ข้อมูล กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง อายุ 31-40 ปี สถานภาพสมรส/อยู่ด้วยกัน ระดับการศึกษาต่ำกว่าปริญญาตรี รายได้ต่อเดือน 10,001 – 25,000 บาท ระยะเวลาในการปฏิบัติงาน 6-10 ปี ตำแหน่งพนักงานระดับปฏิบัติการ ภาพรวมบรรยายกาศด้านจริยธรรมมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับดีมาก ( $\bar{X} = 4.66$ ) ความผูกพันต่อองค์กรมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับดีมาก ( $\bar{X} = 4.51$ ) และผลการดำเนินงานมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับดีมาก ( $\bar{X} = 4.67$ )

คำสำคัญ: จริยธรรม องค์กร ความผูกพัน ผลการดำเนินงาน

### Abstract

*The research aims at studying organizational ethics an organization on relationship and the over-all operation based on a case study on PCBA Assembly officers of NMB-MINEBEA THAI LTD. The sample group consisted of 171 PCBA Assembly officers of NMB-MINEBEA THAI LTD. The research tools consisted of questionnaires and other statistical analysis of data including the percentage, means, standard deviation, T-test analysis, analysis of one way ANOVA and Pearson's correlation coefficient. All of these statistical data employed the SPSS for Windows Version 16 for data analysis.*

The sample group consisted of women in the age ranging from 31-40 years. Their marital status is either being married or living together. They have the educational level lower than a Bachelor's Degree with the salary ranging from 10,001 – 25,000 Baht and 6-10 year experience as operational officers. over-all, the average ethical environment is very good ( $\bar{X} = 4.51$ ) . relationship to the organization, the average is very good ( $\bar{X} = 4.51$ ) . And over-all operation, the average is very good ( $\bar{X} = 4.67$ ) .

**Keyword:** Ethics, Organization, relationship, over-all operation

## 1. บทนำ

ในปัจจุบันเป็นยุคแห่งโลกาภิวัตน์ที่มีการแข่งขันกันสูงในเชิงธุรกิจทั้งในภาครัฐและภาคเอกชน ทำให้องค์กรต่างๆ ต้องมีการปรับตัวอยู่ตลอดเวลา หลายหน่วยงานทั้งภาครัฐและภาคเอกชน ได้มีการนำเทคโนโลยีต่างๆ มาใช้ไม่ว่าจะเป็นระบบคอมพิวเตอร์ เครื่องจักร เครื่องมือเครื่องใช้ต่างๆเพื่อให้เกิดความสะดวกรวดเร็วในการทำงานและเพิ่มประสิทธิภาพในองค์กร แต่การให้ความสำคัญด้านเทคโนโลยีเพียงด้านเดียว ย่อมไม่สามารถบรรลุผลสำเร็จที่น่าไปสู่วัตถุประสงค์ขององค์กรได้ องค์กรต่างๆ จึงต้องหันมาให้ความสำคัญกับทรัพยากรมนุษย์ซึ่งเป็นกลไกที่สำคัญที่น้ำหนักองค์กรไปสู่ความสำเร็จการท่องค์กรจะประสบความสำเร็จหรือล้มเหลวนั้น ล้วนเกิดจากบุคลากรในองค์กรเป็นส่วนใหญ่ เพราะหากบุคลากรมีความเต็มใจ ทุ่มเทแรงกายแรงใจในการทำงานอย่างเต็มที่แล้ว ก็จะทำให้องค์กรบรรลุผลสำเร็จได้อย่างรวดเร็ว แต่หากองค์กรไม่อุทิศแรงกายแรงใจในการทำงานแล้ว ย่อมเกิดปัญหาในการทำงานตามมาและเป็นอุปสรรคในการที่จะบรรลุผลสำเร็จตามเป้าหมายขององค์กร ดังนั้นสิ่งสำคัญที่จะทำให้บุคลากรทุ่มเทแรงกายแรงใจในการทำงานก็คือ การสร้างให้บุคลากรเกิดความผูกพันขึ้นในองค์กร

บริษัทเอ็นเอ็มบี-มินิແບ ไทยจำกัด เป็นหนึ่งในกลุ่มบริษัท มินิແບ ประกอบด้วยโรงงาน 32แห่ง 39สำนักงานขาย กระจายอยู่ใน 17ประเทศและมีพนักงานกว่า 53,827 คนทั่วโลก (ณ วันที่ 31 มีนาคม 2554) ปัจจุบันบริษัทเอ็นเอ็มบี-มินิແບ ไทย จำกัดเป็นผู้ผลิตอุปกรณ์ใช้สำหรับเครื่องใช้ไฟฟ้าในครัวเรือน เครื่องเล่นดีวีดี-บูร์เรย์ กล้องถ่ายรูป เครื่องปรับอากาศ อุปกรณ์สื่อสารและโทรศัพท์มือถือต่างๆ รวมทั้งชิ้นส่วนในอุตสาหกรรม

อาชีวศึกษาและงานยานต์ เช่น คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล ซึ่งอุปกรณ์เครื่องใช้เหล่านี้ ได้กล่าวเป็นส่วนสำคัญของการใช้ชีวิตที่ทันสมัยและสะดวกสบาย เมื่อวันที่ 1 กรกฎาคม 2552 Mr.Yoshihisa Kainuma ประธานกรรมการบริษัท มินิແບ จำกัด ได้กล่าวไว้ประโยชน์นี้ว่า “จากนี้จะลดเวลาไป มินิແບ ในฐานะที่เป็นผลเมืองส่วนหนึ่งของสังคมจะต้องดำเนินกิจกรรมต่างๆด้วยความเหมาะสม กล่าวไวยาวาจารยานบรรลุของบริษัท คือสิ่งสำคัญที่จะทำให้ผู้บริหารและพนักงานทุกท่านเข้าใจจริยธรรมในเรื่องต่างๆ ได้อย่างถูกต้อง” [6] จากคำกล่าวข้างต้นทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาเกี่ยวกับปัจจัยด้านจริยธรรมที่มีผลต่อความผูกพันต่อองค์กรของพนักงานและส่งผลต่อผลการดำเนินงานของบริษัท บริษัทเอ็นเอ็มบี-มินิແບ ไทยจำกัด ซึ่งจะนำผลที่ได้จากการศึกษานี้มาเป็นแนวทางในการสร้างจริยธรรมในองค์กรเพื่อให้พนักงานเกิดความผูกพันต่อองค์กรและสามารถทำงานให้งานบรรลุผลสำเร็จตามวัตถุประสงค์ขององค์กรต่อไป

## 2. วัตถุประสงค์การวิจัย

การวิจัยเรื่องจริยธรรมในองค์กรที่มีผลต่อความผูกพันต่อองค์กรของพนักงาน และผลการดำเนินงานของพนักงานแผนก PCBA Assembly บริษัทเอ็นเอ็มบี มินิແບ ไทยจำกัด มีวัตถุประสงค์ดังนี้

2.1 เพื่อศึกษาข้อมูลส่วนบุคคลที่มีผลต่อความผูกพันต่อองค์กรของพนักงานแผนก PCBA Assembly ของ บริษัทเอ็นเอ็มบี-มินิແບ ไทยจำกัด

2.2 เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างบรรยายค่าด้านจริยธรรมในองค์กรกับความผูกพันต่อองค์กรของพนักงานแผนก PCBA Assembly ของบริษัทเอ็นเอ็มบี-มินิແບ ไทยจำกัด



2.3 เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความผูกพันต่อองค์กร กับผลการดำเนินงานของพนักงานแผนก PCBA Assembly ของบริษัทอีนเอ็มบี-มินิแบปไทยจำกัด

### 3. สมมติฐานการวิจัย

สมมติฐานที่ 1 พนักงานแผนก PCBA Assembly ของ บริษัทอีนเอ็มบี-มินิแบปไทยจำกัด ที่มีลักษณะส่วนบุคคล ได้แก่ เพศ อายุ สถานภาพสมรส ระดับการศึกษา รายได้ ระยะเวลาในการปฏิบัติงาน และตำแหน่งงานที่แตกต่างกันมีความผูกพันต่อองค์กรแตกต่างกัน

สมมติฐานที่ 2 บรรยาศาสด้านจริยธรรมมีความสัมพันธ์กับ ความผูกพันต่อองค์กรของพนักงานแผนก PCBA Assembly ของ บริษัทอีนเอ็มบี-มินิแบปไทยจำกัด

สมมติฐานที่ 3 ความผูกพันต่อองค์กรกับผลการดำเนินงาน ของพนักงานแผนก PCBA Assembly ของ บริษัทอีนเอ็มบี-มินิแบปไทยจำกัด

### 4. เอกสารที่เกี่ยวข้อง

ความผูกพันต่อองค์กร หมายถึง เป็นทัศนคติหรือความรู้สึก ของบุคลากรต่อองค์กรในลักษณะที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ และค่านิยมขององค์กรเป็นความเด็นใจที่บุคคลจะทุ่มเทกำลังกาย และความจริงกับตัวสังคมที่เข้าเป็นสมาชิกอยู่ [3]จริยธรรมองค์กรนั้นมีอยู่ในตัวองค์กรเอง ในตัวงานหรือจาก แนวทางในการปฏิบัติงานประจำวัน ซึ่งพนักงานทุกคน สามารถเรียนรู้ได้ทั้งในทางตรงและทางอ้อม [2]ความมี ประสิทธิผลขององค์กรว่าไม่ควรจำกัดการวัดโดยสนใจแต่ เกณฑ์ตัวผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจ หรือการวัดแต่เพียง ผลผลิตที่ทำออกมานี้เท่านั้น ในทางที่ถูกแล้ว การวัดจะต้องมี การวัดให้เห็นถึงขนาดความสำเร็จว่ามีมากน้อยเพียงใด ผลสำเร็จขนาดไหน โดยทำการวัดให้ลึกลงไปทั้งสองทาง [1]คือ การวัดผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจที่ทำได้ และผลผลิตที่ ทำออกมานี้ได้ความสามารถทำได้ตามเป้าหมายองค์กรที่ตั้งไว้ดี เพียงใด การวัดว่าองค์กรสามารถช่วยกระดับคุณภาพชีวิตการ ทำงานของคนงานให้ดีขึ้น ได้ขนาดไหน และได้ช่วยตอบสนอง ตรงตามความต้องการของพนักงานเพียงใด

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องได้ใช้แนวคิดของบุคคลที่ได้ก่อตัวไว้ ข้างต้น เพราะทุกท่านที่กล่าวมานางานวิจัยเป็นบุคคลที่ได้ทำการวิจัยเกี่ยวข้องกับเรื่องของจริยธรรมภายในองค์กรที่ทำให้ พนักงานเกิดความผูกพันต่อองค์กรและนำไปสู่ผลการ ดำเนินงานที่ดีขององค์กร

### 5. วิธีการดำเนินงานวิจัย

#### 5.1 การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ แผนก PCBA Assembly ของบริษัทอีนเอ็มบี-มินิแบปไทยจำกัดทั้งเพศชายและเพศ หญิง มีจำนวนทั้งสิ้น 271 คน ที่ปฏิบัติงานตามแผนกต่างๆ (ฝ่ายบุคคลบริษัทมินิแบปไทยจำกัด เดือน มี.ค. 2555)

การหาจำนวนตัวอย่างสำหรับวิจัยครั้งนี้คือ แผนก PCBA Assembly ของบริษัทอีนเอ็มบี-มินิแบปไทยจำกัด จำนวน 162 คน เป็นการเลือกกลุ่มตัวอย่าง โดยอาศัยสูตรของ Taro Yamane' โดยสำรองกลุ่มตัวอย่างเพื่อกันความผิดพลาดไว้ 5 เปอร์เซ็นต์ จะได้จำนวนเท่ากัน 9 คน รวมเป็นกลุ่มตัวอย่าง ทั้งสิ้น 171 คน

#### ตารางที่ 1 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

สายงาน	จำนวนกลุ่มประชากร(คน)	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง(คน)
Assambly	30	19
ตะกั่ว	150	95
Aliment - LED	20	13
Quality Control(Q.C)	3	2
Internal Quality Audit (I.Q.A)	1	1
Packing Final	50	32
Staff,Leader,Senior	17	11
รวม	271	171

เมื่อได้จำนวนกลุ่มตัวอย่าง โดยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบชั้นภูมิ (Proportional stratified random sampling) แล้ว จึงใช้ วิธีการเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง โดยการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย (Simple Random Sampling) โดยการจับลูกาก ในแต่ละชั้นให้ได้จำนวนตัวอย่าง 171 คน

## 5.2 การสร้างเครื่องมือในการวิจัย

แหล่งที่มาของข้อมูลประกอบด้วย 2 ส่วน คือข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary Data) เป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลจากเอกสารอ้างอิงต่างๆและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อมาสร้างแบบสอบถาม

ข้อมูลปฐมภูมิ (Primary Data) เป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลจากแผนก PCBA Assembly ของบริษัทเอ็นเอ็มบี-มินิแบงไทร จำกัดที่ได้จากการตอบแบบสอบถาม

## 5.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นแบบสอบถาม(Questionnaire) เกี่ยวกับบรรยาการค้านจริยธรรมในองค์กร ความผูกพันต่องค์กร และผลการดำเนินงานขององค์กร ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น 4 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 แบบสอบถามเกี่ยวกับข้อมูลส่วนบุคคลของพนักงานในระดับปฏิบัติการและระดับบริหาร

ตอนที่ 2 แบบสอบถามเกี่ยวกับบรรยาการค้านจริยธรรมในองค์กร

ตอนที่ 3 แบบสอบถามเกี่ยวกับความผูกพันต่องค์กรของพนักงานบริษัทเอ็นเอ็มบี-มินิแบงไทร จำกัด

ตอนที่ 4 แบบสอบถามเกี่ยวกับผลการดำเนินงานขององค์กร

## 5.4 เก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อนำมาวิเคราะห์ ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บข้อมูลตามขั้นตอน ดังนี้

แหล่งข้อมูลปฐมภูมิ (Primary Data) ได้จากการใช้แบบสอบถามเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 171 ชุด ซึ่งจะเก็บรวบรวมข้อมูลจากการตอบแบบสอบถามของพนักงานแผนก PCBA Assembly ของบริษัทเอ็นเอ็มบี-มินิแบงไทร จำกัด

แหล่งข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary Data) ได้จากการศึกษาค้นคว้าข้อมูลที่มีผู้รวบรวมเอาไว้ ทั้งหน่วยงานของรัฐ และเอกชน ดังนี้

ข้อมูลทางอินเทอร์เน็ต

หนังสือพิมพ์ วารสาร สิ่งพิมพ์ต่างๆ

หนังสือทางวิชาการ บทความ สารนิพนธ์ วิทยานิพนธ์ และรายงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

## 5.5 การวิเคราะห์ข้อมูลการวิเคราะห์ข้อมูล

5.5.1 เมื่อรวบรวมแบบสอบถามตามความต้องการแล้ว ผู้วิจัยจะต้องตรวจสอบความถูกต้องและความสมบูรณ์ของแบบสอบถาม

5.5.2 ทำการลงทะเบียนนำข้อมูลมาบันทึกลงในคอมพิวเตอร์ เพื่อประมวลผลด้วยโปรแกรม SPSS (Statistic Package for Social Science) for Windows Version 16

5.5.3 วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติ สามารถจำแนกได้ 2 ลักษณะ คือ การวิเคราะห์ด้วยสถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Analysis) และการวิเคราะห์ด้วยสถิติเชิงอนุมาน (Inferential Analysis)

การวิเคราะห์ด้วยสถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Analysis) เพื่อให้ทราบถึงบรรยาการค้านจริยธรรมในองค์กร ความผูกพันต่องค์กร และผลการดำเนินงานของแผนก PCBA Assembly ของบริษัทเอ็นเอ็มบี-มินิแบงไทร จำกัด โดยสามารถวิเคราะห์แบบสอบถาม

แบบสอบถามตอนที่ 1 เกี่ยวกับข้อมูลส่วนบุคคลของพนักงานแผนก PCBA Assembly ของบริษัทเอ็นเอ็มบี-มินิแบงไทร จำกัด ได้แก่ เพศ อายุ สถานภาพสมรส ระดับการศึกษา รายได้ ระยะเวลาในการปฏิบัติงาน ตำแหน่งงาน โดยนำเสนอด้วยรูปแบบความถี่ และร้อยละ

แบบสอบถามตอนที่ 2 เกี่ยวกับปัจจัยด้านบรรยาการค้านจริยธรรมในองค์กรของแผนก PCBA Assembly ของบริษัทเอ็นเอ็มบี-มินิแบงไทร จำกัด เช่น ด้านแนวคิดที่มุ่งเน้นองค์กร ด้านแนวคิดที่มุ่งเน้นพนักงาน และด้านแนวคิดที่มุ่งเน้นหลักของความยุติธรรม โดยนำเสนอด้วยรูปแบบค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

แบบสอบถามตอนที่ 3 เกี่ยวกับความผูกพันต่องค์กรของพนักงานแผนก PCBA Assembly ของบริษัทเอ็นเอ็มบี-มินิแบงไทร จำกัด เช่น ด้านความเชื่อมั่นต่อเป้าหมายและค่านิยมขององค์กร, ด้านการปกป้องชื่อเสียงภาพลักษณ์ขององค์กร, ด้านความภูมิใจในการเป็นส่วนหนึ่งขององค์กร, ด้านความเต็มใจที่จะทุ่มเทความพยายามเพื่อประโยชน์ขององค์กร, ด้านความต้องการคงไว้ซึ่งสมាជกภาพขององค์กร โดยนำเสนอด้วยรูปแบบค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน



แบบสอบถามตอนที่ 4 เกี่ยวกับผลการดำเนินงานขององค์กร โดยนำเสนอในรูปแบบค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

การวิเคราะห์ด้วยสถิติเชิงอนุมาน (Inferential Analysis) โดยใช้สมมติฐาน เพื่อแสดงถึงความสัมพันธ์ของตัวแปรต้น และตัวแปรตาม ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

สมมติฐานข้อที่ 1 เพศที่แตกต่างกัน ส่งผลต่อความผูกพันต่อองค์กรของพนักงานแผนก PCBA Assembly ของบริษัท เอ็นเอ็มบี-มินิແไทยจำกัดที่แตกต่างกัน ค่าสถิติที่ใช้ทดสอบคือ t-test

สมมติฐานข้อที่ 2 บรรยายกาศด้านจริยธรรมในองค์กร มีความสัมพันธ์กับความผูกพันต่อองค์กรของพนักงานแผนก PCBA Assembly ของบริษัท เอ็นเอ็มบี-มินิແไทยจำกัด ค่าสถิติที่ใช้ทดสอบคือ Pearson correlation

สมมติฐานข้อที่ 3 ความผูกพันต่อองค์กรของพนักงานแผนก PCBA Assembly ของบริษัท เอ็นเอ็มบี-มินิແไทยจำกัด มีความสัมพันธ์ กับผลการดำเนินงานของแผนก PCBA Assembly ของบริษัท เอ็นเอ็มบี-มินิແไทยจำกัดค่าสถิติที่ใช้ทดสอบคือ Pearson correlation

### 5.6 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

5.6.1 การวิเคราะห์เชิงพรรณนา (Descriptive Analysis) โดยใช้สถิติพื้นฐาน ได้แก่

- ค่าร้อยละ
- ค่าคะแนนเฉลี่ย
- การหาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

5.6.2 การวิเคราะห์หาความเชื่อมั่นได้ของเครื่องมือ (Reliability of the test) โดยวิธีหาค่า cronbach's alpha

5.6.3 การวิเคราะห์ด้วยสถิติเชิงอนุมาน (Inferential Analysis) ในการทดสอบ สมมติฐานโดยใช้ค่า t-test ใช้ทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่ม 2 กลุ่ม และ ANOVA (One-Way Analysis of Variance) ใช้ทดสอบความแตกต่างระหว่างคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มประชากรที่มากกว่า 2 กลุ่ม

ถ้าพบความแปรปรวนเท่ากันทุกกลุ่มจะทดสอบความแตกต่างด้วย F-test

ถ้าพบความแปรปรวนไม่เท่ากัน จะทำการทดสอบความแตกต่างด้วย Brown-Forsythe

และถ้าผลการทดสอบมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติแล้ว ต้องทำการทดสอบ เป็นรายคู่ต่อไป เพื่อคุ้ว่าคู่ใดบ้างที่แตกต่างกัน โดยใช้วิธี Fisher's Least Significant Difference (LSD) หรือ Dunnett's T3

### 6. ผลการวิจัย

6.1 พนักงานแผนก PCBA Assembly บริษัท เอ็นเอ็มบี-มินิແไทยจำกัด มีความคิดเห็นเกี่ยวกับบรรยายกาศด้านจริยธรรมโดยค่าเฉลี่ยรวม ด้านแนวคิดที่มุ่งองค์กร ( $\bar{x} = 4.66$ ) ด้านแนวคิดที่มุ่งเน้นพนักงาน ( $\bar{x} = 4.72$ ) และด้านเน้นหลักความยุติธรรม ( $\bar{x} = 4.60$ ) อยู่ในระดับดีที่สุดทุกด้าน

6.2 พนักงานแผนก PCBA Assembly บริษัท เอ็นเอ็มบี-มินิແไทยจำกัด มีความคิดเห็นเกี่ยวกับความผูกพันต่อองค์กรโดยรวมมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับดีมาก ( $\bar{x} = 4.51$ )

เมื่อวิเคราะห์เป็นรายด้านพบว่า พนักงานแผนก PCBA Assembly บริษัท เอ็นเอ็มบี-มินิແไทยจำกัด มีความคิดเห็นเกี่ยวกับความผูกพันต่อองค์กร โดยค่าเฉลี่ยด้านความเชื่อมั่นต่อ เป้าหมายและค่านิยมขององค์กร ( $\bar{x} = 4.57$ ) และด้านการปกป้องชื่อเสียงภาพลักษณ์ขององค์กร ( $\bar{x} = 4.54$ ) อยู่ในระดับดีมาก

ส่วนค่าเฉลี่ย ด้านความภูมิใจในการเป็นส่วนหนึ่งขององค์กร ( $\bar{x} = 4.44$ ) , ด้านความเต็มใจทุ่มเทเพื่อประโยชน์ขององค์กร และด้านความต้องการคงไว้ซึ่งสมាជิกภาพขององค์กร ( $\bar{x} = 4.49$ ) อยู่ในระดับดี

6.3 พนักงานมีความคิดเห็น โดยมีค่าเฉลี่ยเกี่ยวกับผลการดำเนินงานโดยรวมขององค์กร ( $\bar{x} = 4.67$ ) อยู่ในระดับดี

6.4 พนักงานแผนก PCBA Assembly บริษัท เอ็นเอ็มบี-มินิແไทยจำกัด ที่มีเพศที่แตกต่างกันมีความผูกพันต่อองค์กรด้านเชื่อมั่นเป้าหมายและค่านิยมขององค์กร , ด้านการปกป้องชื่อเสียงภาพลักษณ์ขององค์กร ด้านความภูมิใจในการเป็นส่วนหนึ่งขององค์กร , ด้านความเต็มใจที่จะทุ่มเทเพื่อประโยชน์ขององค์กรและด้านความต้องการคงไว้ซึ่งสมាជิกภาพขององค์กร ไม่แตกต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05

6.5 พนักงานแพนก PCBA Assembly บริษัทเอ็นเอ็มบี-มินี แบงไทรเจ้ากัด ที่มีอาชีวที่แตกต่างกันมีความผูกพันต่อองค์กรด้าน เชื่อมั่นปีหมายและค่านิยมขององค์กร และด้านความต้องการ คงไว้ซึ่งสามารถขององค์กรแตกต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญ ทางสติ๊ติ .05

6.6 พนักงานแพนก PCBA Assembly บริษัทเอ็นเอ็มบี-มินี แบงไทรเจ้ากัด ที่มีสถานภาพสมรสที่แตกต่างกันมีความผูกพัน ต่อองค์กรด้านความเชื่อมั่นปีหมายและค่านิยมขององค์กร และด้านความภูมิใจในการเป็นส่วนหนึ่งขององค์กร แตกต่าง กัน ที่ระดับนัยสำคัญทางสติ๊ติ .05

6.7 พนักงานแพนก PCBA Assembly บริษัทเอ็นเอ็มบี-มินี แบงไทรเจ้ากัด ที่มีระดับการศึกษาที่แตกต่างกันมีความผูกพันต่อ องค์กร ไม่พนความ แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญทางสติ๊ติ .05

6.8 พนักงานแพนก PCBA Assembly บริษัทเอ็นเอ็มบี-มินี แบงไทรเจ้ากัด ที่มีรายได้แตกต่างกันมีความผูกพันต่อองค์กร ด้านเชื่อมั่นปีหมายและค่านิยมขององค์กร ,ด้านการปักป้อง ชื่อเสียงภาพลักษณ์ขององค์กร ด้านความภูมิใจในการเป็นส่วน หนึ่งขององค์กร และด้านความต้องการคงไว้ซึ่งสามารถของ ขององค์กรแตกต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญทางสติ๊ติ .05

6.9 พนักงานแพนก PCBA Assembly บริษัทเอ็นเอ็มบี-มินี แบงไทรเจ้ากัด ที่มีระยะเวลาในการปฏิบัติงานแตกต่างกันมี ความผูกพันต่อองค์กร ด้านความต้องการคงไว้ซึ่งสามารถของ ขององค์กรแตกต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญทางสติ๊ติ .05

6.10 พนักงานแพนก PCBA Assembly บริษัทเอ็นเอ็มบี-มินี แบงไทรเจ้ากัด ที่มีตำแหน่งงานแตกต่างกันมีความผูกพันต่อ องค์กร ด้านภาระภูมิใจในการเป็นส่วนหนึ่งขององค์กร และด้าน ความต้องการคงไว้ซึ่งสามารถขององค์กร แตกต่างกัน ที่ ระดับนัยสำคัญทางสติ๊ติ .05

6.11 บรรยายการด้านจริยธรรมโดยรวม ผู้เน้นพนักงาน และผู้หลักความยุติธรรม มีความสัมพันธ์กับความผูกพันต่อ องค์กรโดยรวมในทิศทางเดียวกัน ในระดับต่ำและต่ำมาก ที่ ระดับนัยสำคัญทางสติ๊ติ .01

6.12 บรรยายการด้านจริยธรรมที่มุ่งเน้นพนักงานและมุ่ง หลักความยุติธรรมมีความสัมพันธ์กับความผูกพันต่อองค์กร โดยรวมในทิศทางเดียวกัน ในระดับปานกลาง ที่ระดับ นัยสำคัญทางสติ๊ติ .01

6.13 ความผูกพันต่อองค์กรโดยรวมมีความสัมพันธ์กับผล การดำเนินงานขององค์กรในทิศทางเดียวกัน ในระดับต่ำ ที่ ระดับนัยสำคัญทางสติ๊ติ .01

## 7. อภิปรายผล

ผู้วิจัยอภิปรายผลแบ่งออกเป็น 3 สมมติฐาน ได้ดังนี้

7.1 จากการศึกษาวิจัยพบว่า ลักษณะส่วนบุคคลของ พนักงานแพนก PCBA Assembly บริษัทเอ็นเอ็มบี-มินี แบงไทรเจ้ากัด อันประกอบด้วย

7.1.1 เพศ ไม่มีผลต่อความผูกพันต่อองค์กรโดยรวม ของพนักงานอันเนื่องจากแพนก PCBA Assembly บริษัทเอ็นเอ็มบี-มินี แบงไทรเจ้ากัด ให้ความสำคัญกับพนักงานทุกคน ทั้งเพศชายและเพศหญิงเท่าเทียมกัน ลักษณะดังกล่าวไม่ แตกต่างกันมากหรือไม่ได้ส่งผลต่อความผูกพันต่อองค์กรของ พนักงานมากนัก ทำให้ความผูกพันต่อองค์กร ไม่แตกต่างกัน ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

7.1.2 อายุ ไม่มีผลต่อความผูกพันต่อองค์กรโดยรวม ของพนักงานอันเนื่องจาก บริษัทเอ็นเอ็มบี-มินี แบงไทรเจ้ากัด ให้ สวัสดิการที่ดีในการทำงานที่เท่าเทียมกันในทุกช่วงอายุ ลักษณะดังกล่าวไม่แตกต่างกันมากหรือไม่ได้ส่งผลต่อความ ผูกพันต่อองค์กรของพนักงานมากนัก ทำให้ความผูกพันต่อ องค์กร ไม่แตกต่างกัน ซึ่งสอดคล้องสมมติฐานที่ตั้งไว้

7.1.3 สถานภาพ ไม่มีผลต่อความผูกพันต่อองค์กร โดยรวมของพนักงานอันเนื่องจากบริษัทเอ็นเอ็มบี-มินี แบงไทรเจ้ากัด ให้ความสำคัญกับพนักงานทุกสถานภาพ ทำให้ความ ผูกพันต่อองค์กร ไม่แตกต่างกัน ซึ่งสอดคล้องสมมติฐานที่ตั้งไว้

7.1.4 ระดับการศึกษา ไม่มีผลต่อความผูกพันต่อองค์กร โดยรวมของพนักงานอันเนื่องจากบริษัทเอ็นเอ็มบี-มินี แบงไทรเจ้ากัด ให้ตำแหน่งงานที่เหมาะสมกับตำแหน่งงาน ทั้งนี้ขึ้นอยู่ กับบุคคลและความสามารถของบุคคล โดยบริษัทไม่ปิดกันความรู้ และความสามารถของบุคคล ทำให้ความผูกพันต่อองค์กร ไม่ แตกต่างกัน ซึ่งสอดคล้องสมมติฐานที่ตั้งไว้

7.1.5 รายได้ ไม่มีผลต่อความผูกพันต่อองค์กรโดยรวม ของพนักงานอันเนื่องจาก องค์กรให้เงินเดือนตามสมรรถนะ



และวุฒิ ของแต่ละบุคคล ทำให้ความผูกพันต่อองค์กร ไม่แตกต่างกัน ซึ่งสอดคล้องสมมติฐานที่ตั้งไว้

7.1.6 ระยะเวลาในการปฏิบัติงาน ไม่มีผลต่อความผูกพันต่อองค์กรโดยรวม ของพนักงานอันเนื่องมาจากการจัดกิจกรรมภายในให้กับพนักงาน และจัดกิจกรรมภายใน ทำให้เกิดทัศนคติที่ดีต่อองค์กรและความสัมพันธ์อันดีกับเพื่อนร่วมงาน ทำให้พนักงานอยากร่วมงานกับองค์กรต่อ ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

7.1.7 ตำแหน่งงาน พนักงานที่มีตำแหน่งงานที่แตกต่างกัน มีผลต่อความผูกพันต่อองค์กร โดยรวมของพนักงานที่ไม่ต่างกันเนื่องจาก การให้ตำแหน่งพนักงาน องค์กรจะมีการประเมินสมรรถนะของแต่ละบุคคลเพื่อให้ทำงานได้ตามความสามารถ ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

7.2 จากการศึกษาวิจัยพบว่า บรรยายค่าด้านจริยธรรมมีความสัมพันธ์กับความผูกพันต่อองค์กรของพนักงานในทิศทางเดียวกันในระดับต่ำ ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีของ Steers and Porter (1983) กล่าวว่า ปัจจัยที่มีผลต่อความผูกพันต่อองค์กร สามารถจัดเป็นกลุ่มได้ 4 กลุ่มใหญ่ๆ ดังนี้ [8]

7.2.1 ลักษณะส่วนบุคคล พบว่า เพศ อายุ ระยะเวลาในการปฏิบัติงาน ระดับการศึกษา สถานภาพ อาชญาณ มีความสัมพันธ์ทางบวกต่อความผูกพันต่อองค์กร และการศึกษามีความสัมพันธ์ทางลบต่อความผูกพันต่อองค์กร

7.2.2 ลักษณะงานหรือบทบาทที่เกี่ยวข้องในงานมีอิทธิพลต่อความผูกพันต่อองค์กร มีการศึกษาพบว่า งานที่เพิ่มคุณค่าจะเพิ่มความผูกพัน บทบาทที่ชัดเจน และความสอดคล้องของบทบาทมีความสัมพันธ์ทางบวกต่อความผูกพันต่อองค์กร เช่น งานที่มีความท้าทายความก้าวหน้าในการทำงาน ความสัมพันธ์กับเพื่อนร่วมงาน เป็นต้น การตัดสินใจ และการมีกรรมสิทธิ์ในการควบคุมตนเองของพนักงานในองค์การมีความสัมพันธ์ทางบวกกับความผูกพันต่อองค์กร

7.2.3 การออกแบบองค์กร โครงสร้างที่หลากหลายมีอิทธิพลต่อความผูกพันต่อองค์กรพบว่า ระดับของความเป็นทางการความมั่นใจในหน้าที่ การกระจายอำนาจ การมีส่วนร่วมในการตัดสินใจ และการมีกรรมสิทธิ์ในการควบคุมตนเองของพนักงานในองค์กรมีความสัมพันธ์ทางบวกกับความผูกพันต่อองค์กร

7.2.4 ลักษณะและคุณภาพของประสบการณ์ในงานที่เกิดขึ้นในช่วงระยะเวลาที่ปฏิบัติงานในองค์กร เช่น พนักงานมีทัศนคติเชิงบวกต่อองค์การ พนักงานรู้สึกว่าองค์การไว้วางใจที่จะดูแลความสนใจของพนักงาน ความรู้สึกว่าตนมีความสำคัญต่อองค์กรและการที่ความคาดหวังของพนักงานพอดีกับงานปัจจัยเหล่านี้ล้วนแต่มีความสัมพันธ์ทางบวกกับความผูกพันต่อองค์การ

ซึ่งในปัจจัยด้านลักษณะและคุณภาพของประสบการณ์ในงานที่เกิดขึ้นในช่วงระยะเวลาที่ปฏิบัติงานในองค์การ จะเป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องกับจริยธรรมในองค์กรว่าองค์กรให้ความสำคัญดูแลเอาใจใส่พนักงานมากน้อยเพียงใด และสอดคล้องกับ คำกล่าวของ Hewitt Associates (2005) กล่าวถึงปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความผูกพันของพนักงาน สามารถแยก เป็น 7 ประการ ดังนี้ [5]

1. ภาวะผู้นำ (Leadership)
2. วัฒนธรรมหรือจุดมุ่งหมายขององค์การ (Culture / Purpose)
3. ลักษณะงาน (Work activity)
4. ค่าตอบแทนโดยรวม (Total compensation)
5. คุณภาพชีวิต (Quality of life)
6. โอกาสที่ได้รับ (Opportunity)
7. ความสัมพันธ์ (Relationship)

ซึ่งจะเห็นได้ว่าปัจจัยด้านค่าตอบแทน คุณภาพชีวิต โอกาสที่ได้รับ เป็นเรื่องของจริยธรรมในองค์กรที่ให้ความสำคัญและความยุติธรรมกับพนักงานเป็นสำคัญ

7.3 จากการศึกษาวิจัยพบว่า ความผูกพันต่อองค์กรโดยรวม มีความสัมพันธ์กับผลการดำเนินงานขององค์กรในทิศทางเดียวกันในระดับต่ำ ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีของ Steers (1977) ที่ได้เสนอตัวแปรที่ส่งผลกระทบต่อประสิทธิผลขององค์กรคือ ลักษณะของบุคคลในองค์กร นั่นก็คือ ความผูกพันต่อองค์กร นั่นเอง และสอดคล้องกับทฤษฎีของ ภารี วีร์บุตร. (2529 : 97) ที่กล่าวว่า ความผูกพันจะนำไปสู่ผลที่สัมพันธ์กับความมีประสิทธิผลขององค์กร ดังนี้ [7]

7.3.1 พนักงานที่มีความรู้สึกผูกพันอย่างแท้จริงต่อ  
เป้าหมายและค่านิยมขององค์กร มีแนวโน้มที่จะมีส่วนร่วมใน  
กิจกรรมขององค์กรอยู่ในระดับสูง

7.3.2 พนักงานที่มีความรู้สึกผูกพันต่อองค์กรอย่างสูง  
มักมีความประณานาอย่างแรงที่จะคงอยู่กับองค์กรต่อไป เพื่อ  
ทำงานขององค์กรให้บรรลุเป้าหมายซึ่งตนเองเลื่อมใสครั้งท่า

7.3.3 เหตุที่บุคคลมีความผูกพันต่อองค์กรและเลื่อมใส<sup>1</sup>  
ครั้งท่าในเป้าหมายขององค์กร บุคคลซึ่งมีความผูกพันดังกล่าว  
มักมีความผูกพันอย่างมากต่องาน เพราะเห็นว่างานคือหนทางที่  
ตนจะสามารถทำประযุชน์ให้กับองค์กรให้บรรลุเป้าหมายได้  
สำเร็จ

7.3.4 บุคคลซึ่งมีความรู้สึกผูกพันสูงจะเต็มใจที่จะใช้  
ความพยายามมากพอสมควรในการทำงานให้กับองค์กร ทำ  
ให้ผลการปฏิบัติงานอยู่ในระดับดีกว่าคนอื่น

## 8. ข้อเสนอแนะ

8.1 ควรมีการศึกษาถึงปัจจัยอื่นๆ ที่ส่งผลต่อความผูกพันต่อ  
องค์กรของพนักงาน เช่น ลักษณะขององค์กร ลักษณะของการ  
ปฏิบัติงาน เป็นต้น เนื่องจากมีปัจจัยหลายตัวที่ส่งผลต่อความ  
ผูกพันต่อองค์กรของพนักงาน

8.2 ควรมีการศึกษาวิจัยเชิงเปรียบเทียบความผูกพันต่อ  
องค์กรของพนักงานกับหน่วยงานอื่นทั้งของรัฐและเอกชน เพื่อ  
นำผลที่ได้มาพัฒนา ปรับปรุงแนวทางการบริหารภายในองค์กร  
ในด้านต่างๆ ที่ทำให้พนักงานเกิดความผูกพันต่อองค์กรให้ดีขึ้น

## 7. เอกสารอ้างอิง

- [1] ธงชัย สันติวงศ์. (2535). พฤติกรรมองค์การ. กรุงเทพฯ : บริษัท  
โรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช จำกัด.
- [2] ชนิยภูษัย นาคะสุวรรณ. จริยธรรมองค์กร. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์มูลนิธิเม่นต์ไทย, 2543.
- [3] นงเยาว์ แก้วมรกต. ผลของการรับรู้บรรยายค่าองค์กรที่มีต่อความ  
ผูกพันต่อองค์กรของพนักงานบุคคลในเขตกรุงเทพมหานครและ  
ปริมณฑล. วิทยานิพนธ์ ศศ.ม. (จิตวิทยาอุตสาหกรรมและ  
องค์กร). กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. (2542). อัสด  
คำนา.
- [4] พรพรณ ศรีรัชวงศ์. (2541). ความผูกพันต่อองค์กรของบรรษัท  
ห้องสมุดมหาวิทยาลัยของรัฐ ในเขต กรุงเทพมหานครและ

ปริมณฑล. วิทยานิพนธ์ ร.ม. (รัฐศาสตร์). กรุงเทพฯ : บัณฑิต  
วิทยาลัย มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. อัสดคำนา.

- [5] Hewitt Associate. 2005. Employee Engagement (Online). Retrieved January 17, 2006 from <http://www.hewitt.com>.
- [6] <http://www.minebea.co.th/minebea/TH/about.jsp>
- [7] Steer, R.M. (1977, March). Antecedents and Outcomes of Organizational Commitment. *Administrative Science Quarterly*. 22 : 46-49,77.
- [8] Steers, R.M. and L.W. Porter. 1983. *Motivation and Work Behavior*. 3rd ed. New York : McGraw – Hill.



## การศึกษาสภาพการจัดการขยะอิเล็กทรอนิกส์ในสถานศึกษา Study of e-Waste Management for Education e-Waste

ประทีป เลิศชัยประเสริฐ<sup>1</sup> และ ณมน จีรังสุวรรณ<sup>2</sup>

สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา  
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ  
prateap@yahoo.com<sup>1</sup> namon9@hotmail.com<sup>2</sup>

### บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสภาพการจัดการขยะอิเล็กทรอนิกส์ในสถานศึกษา โดยมีขั้นตอนการวิจัย 3 ขั้นตอน ดังนี้ 1) ศึกษาประเภทของขยะอิเล็กทรอนิกส์ที่มีในสถานศึกษา 2) ศึกษาสภาพการดำเนินงานตามกรอบนโยบายเทคโนโลยีสารสนเทศ และการสื่อสาร ระยะ พ.ศ. 2554 - 2563 ของประเทศไทย (ICT 2020 หรือ Smart Thailand 2020) ในยุทธศาสตร์ที่ 7.2 ของ สถานศึกษา และ 3) ศึกษาวิธีการจัดการขยะอิเล็กทรอนิกส์ในสถานศึกษา โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ คือ ผู้บริหาร และเจ้าหน้าที่ปฏิบัติการที่ปฏิบัติหน้าที่อยู่ในหน่วยงานที่เกี่ยวข้องรับผิดชอบการจัดการขยะอิเล็กทรอนิกส์ของสถานศึกษา ระดับอุดมศึกษา จำนวน 8 ท่าน จาก 4 มหาวิทยาลัย วิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีการวิเคราะห์เนื้อหา และค่าร้อยละ

ผลการวิจัยพบว่า 1) ขยะอิเล็กทรอนิกส์ที่มีในสถานศึกษาจำนวนเป็น 8 ประเภท ดังนี้ ลำดับแรก ขยะอิเล็กทรอนิกส์จาก อุปกรณ์ IT เครื่องใช้ไฟฟ้าและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์สำหรับผู้บริโภค อุปกรณ์ไฟฟ้าและเครื่องใช้ไฟฟ้าและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ จำนวน 100.00 ของจำนวนสถานศึกษาทั้งหมด รองลงมา คือ ขยะอิเล็กทรอนิกส์จาก เครื่องใช้ไฟฟ้าและ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ในครัวเรือนขนาดใหญ่ และ ระบบอุปกรณ์เครื่องมือการแพทย์ จำนวน 75.00 ของจำนวนสถานศึกษาทั้งหมด และ ลำดับสุดท้าย ขยะอิเล็กทรอนิกส์จาก เครื่องใช้ไฟฟ้าและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ใน ครัวเรือนขนาดเล็ก และเครื่องมือวัดหรือควบคุมต่างๆ จำนวน 50.00 ของจำนวนสถานศึกษาทั้งหมด ตามลำดับ 2) สภาพการดำเนินงานตามกรอบนโยบาย ICT 2020 พบว่า สถานศึกษาทุกแห่ง ไม่ทราบถึงกระบวนการ ดำเนินงานตามหลักการของกรอบนโยบายเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ระยะ พ.ศ. 2554 - 2563 ของประเทศไทย (ICT 2020 หรือ Smart Thailand 2020) ในยุทธศาสตร์ที่ 7.2 อย่างชัดเจนว่ามีหลักการอย่างไรบ้างเพื่อใช้ในการดำเนินงาน และ 3) การ จัดการขยะอิเล็กทรอนิกส์ในสถานศึกษา พบร่วมกัน 4 สถาบัน คือ การลดการใช้ทรัพยากรและพลังงาน (Reduce) การใช้ซ้ำ (Reuse/Repeat) การนำกลับมาใช้ใหม่ (Recycle) และ การซ่อม บำรุง (Repair)

**คำสำคัญ:** ขยะอิเล็กทรอนิกส์ ประเภทของขยะอิเล็กทรอนิกส์ การจัดการขยะอิเล็กทรอนิกส์ หลักการ 4 าร์เรส

## Abstract

The study aimed to comprehend the e-Waste management for education e-Waste. The research procedure had three main steps: 1) to identify types of e-waste in academic institutions, 2) to investigate the progress of Thailand's Information and Communication Technology Policy for 2011 – 2020 (ICT 2020 or Smart Thailand 2020) under the strategy section 7.2 for academic institutions, and 3) to study of how the e-Waste is managed and handled in academic institutions. Samples were categorized into two groups: managers and operators who are currently working in the organizations that directly responsible for managing e-Waste in institutions of higher education. Data was analyzed using Content Analysis and Percentage Analysis techniques.

The results of the study reveal that 1) e-Waste in institutions of higher education is categorized into 8 types. First, e-Waste came from IT and telecommunications equipment, consumer equipment, lighting equipment and electrical and electronic tools which were found in 100% of the academic institutes surveyed. Secondly, large household appliances and medical devices were sources of e-waste found in 75% of the academic institutes studied followed by small household appliances and monitoring and control instruments which were found in 50 % of institutes surveyed; 2) the progress of ICT 2020 was to clearly indicate that not all higher education institutions were aware of the deployment of Thailand's Information and Communication Technology Policy for 2011 – 2020 (ICT 2020 or Smart Thailand 2020) under the strategic section of 7.2 including its purposes and implementation; and 3) the e-waste management was done under the principle of ICT EcoDesign following the 4Rs principle which means Reduce, Reuse/Repeat, Recycle and Repair.

**Keyword:** e-Waste, e-Waste Management, e-Waste Types, 4Rs

### 1. บทนำ

การเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจและการขยายตัวของเมือง และอุตสาหกรรม รวมถึงการแบ่งขั้นอย่างรุนแรงในตลาด ส่งผลให้มีการพัฒนาเทคโนโลยีอย่างต่อเนื่องและรวดเร็ว ทำให้ผู้บริโภคเกิดความต้องการเครื่องใหม่มอยู่ตลอดเวลา ยังผลให้ ผลิตภัณฑ์เครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์หลายประเภทมี แนวโน้มของอายุการใช้งานที่สั้นลง รวมทั้งของที่เสื่อมตาม สภาพจนกลายเป็นขยะในโลกยุคไฮเทคที่เรียกว่า ขยะ อิเล็กทรอนิกส์ หรือ e-Waste

องค์กรระหว่างประเทศ UNEP (United Nations Environment Programme) ตามมาตรฐานของ WEEE Regulation 2006 และจากคู่มือการจัดการซากผลิตภัณฑ์ เครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ของกรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม [1], [2] ได้ให้คำ จำกัดความของ ขยะอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Waste: e-Waste) คือ ซากเครื่องใช้ไฟฟ้าและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ หรือ

ที่เรียกว่า WEEE (Waste from Electrical and Electronic Equipments) หมายถึง ซากเครื่องใช้หรืออุปกรณ์ ซึ่งใช้ กระแสไฟฟ้าหรือสนา�แม่เหล็กในการทำงานที่ไม่ได้ตาม มาตรฐาน (off-spec) หรือหมดอายุการใช้งาน หรือล้าสมัย ซึ่ง แบ่งเป็น 10 ประเภท ได้แก่

1) เครื่องใช้ไฟฟ้าและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ในครัวเรือน ขนาดใหญ่ เช่น ตู้เย็น เครื่องทำความสะอาด เช่น เครื่องซักผ้า เครื่องล้างจาน เป็นต้น

2) เครื่องใช้ไฟฟ้าและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ในครัวเรือน ขนาดเล็ก เช่น เครื่องดูดฝุ่น เตาอิริค เครื่องปั่นนมปั่น มีดโกน ไฟฟ้า เป็นต้น

3) อุปกรณ์ IT เช่น คอมพิวเตอร์ เมนเพรน โน๊ตบุ๊ค เครื่องสแกนภาพ เครื่องโทรศัพท์ โทรศัพท์มือถือ เป็นต้น

4) เครื่องใช้ไฟฟ้าและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์สำหรับ ผู้บริโภค เช่น วิทยุ โทรศัพท์มือถือ และเครื่องบันทึกวิดีโอ เครื่องดนตรีที่ใช้ไฟฟ้า เป็นต้น



การประชุมวิชาการครุศาสตร์อุตสาหกรรมระดับชาติ ครั้งที่ 5  
The 5<sup>th</sup> National Conference on Technical Education



- 5) อุปกรณ์ให้แสงสว่าง เช่น หลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ หลอดโซเดียม เป็นต้น
- 6) ระบบอุปกรณ์เครื่องมือการแพทย์
- 7) เครื่องมือวัดหรือควบคุมต่างๆ เช่น เครื่องจับคุณ เครื่องควบคุมอุณหภูมิ เป็นต้น
- 8) ของเล่น เช่น เกมส์บอยส์ ของเล่นที่ใช้ไฟฟ้า หรือ อิเล็กทรอนิกส์ เป็นต้น
- 9) เครื่องมือไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ เช่น สว่าน เลื่อยไฟฟ้า หรืออิเล็กทรอนิกส์ เป็นต้น
- 10) เครื่องจำหน่ายสินค้าอัตโนมัติ เช่น เครื่องจำหน่ายเครื่องดื่มอัตโนมัติ เป็นต้น

Caprice Lawless [3] จากสถาบันการศึกษา ISTE (International Society for Technology in Education) ประเทศไทย ได้ทำการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับเรื่องความรับผิดชอบต่อการจัดการของอิเล็กทรอนิกส์ในสถานศึกษา และได้สรุปผลเป็นแนวทางในการจัดการของอิเล็กทรอนิกส์ในสถานศึกษาไว้ 5 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1: ศึกษาถึงกฎหมาย กฎหมายที่และข้อบังคับต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการจัดการของอิเล็กทรอนิกส์ภายในส่วนท้องถิ่นของประเทศไทยที่ตั้งสถานศึกษานั้นๆ

ขั้นตอนที่ 2: ศึกษาและตรวจสอบถึงวิธีการรีไซเคิลอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ของผู้ประกอบการหรือบริษัทที่สถานศึกษาได้จัดทำน้ำยอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ให้ไปว่ามีการนำไปรีไซเคิลถูกต้องตามหลักการหรือไม่ย่างไร

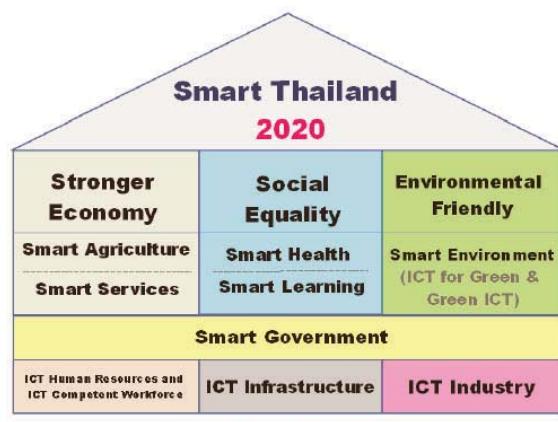
ขั้นตอนที่ 3: ศึกษาและเรียนรู้ถึงวิธีการที่ถูกต้องในการแยกขี้นส่วนอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ และการคัดแยกขยะอิเล็กทรอนิกส์ทางการศึกษา

ขั้นตอนที่ 4: กำหนดวิธีปฏิบัติในการแยกขี้นส่วนอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ และวิธีการคัดแยกขยะอิเล็กทรอนิกส์ของสถานศึกษาตามหลักการที่ถูกต้อง เพื่อพร้อมที่จะนำไปรีไซเคิลในขั้นตอนต่อไป

ขั้นตอนที่ 5: กำหนดนโยบายแผนการจัดการของอิเล็กทรอนิกส์ในสถานศึกษาตามวิธีการและหลักการที่ถูกต้อง

กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร [4] มีการกำหนดกรอบนโยบายเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร

ระยะ พ.ศ. 2554-2563 ของประเทศไทย หรือเรียกโดยย่อว่า กรอบนโยบาย ICT2020 ขึ้นอย่างชัดเจน เพื่อเป็นแนวทางในการสนับสนุนและผลักดันพัฒนาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษาในประเทศไทยให้มีประสิทธิภาพโดยมีการกำหนดรายละเอียดไว้ในแผนยุทธศาสตร์ที่ 7 เรื่อง การพัฒนาและประยุกต์ ICT เพื่อสนับสนุนการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ซึ่งมีการกำหนดกลยุทธ์และมาตรการที่ 7.2 ว่าด้วยการส่งเสริมการสร้างความตระหนักเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมในทุกขั้นตอนตลอดช่วง 生命周期 (Life Cycle Assessment: LCA) ของผลิตภัณฑ์ ICT ดังภาพที่ 1 และมีรายละเอียดดังนี้



#### ICT 2020 Framework

##### ภาพที่ 1 กรอบนโยบาย ICT 2020 - Smart Thailand [4]

- จัดทำระเบียบการออกแบบเชิงนิเวศเศรษฐกิจสินค้า ICT (ICT EcoDesign Requirement) ที่พิจารณาตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ เพื่อพัฒนาการออกแบบผลิตภัณฑ์ ICT ให้มีผลต่อการเพิ่มศักยภาพในการผลิต ลดต้นทุนและลดการใช้ทรัพยากรในแต่ละขั้นตอนการผลิต โดยเน้นการใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพสูงที่สุด ป้องกันการสูญเสียทรัพยากรโดยไม่จำเป็น และลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมไปพร้อมๆกัน โดยที่คุณภาพของผลิตภัณฑ์ไม่ด้อยไปกว่าเดิมรวมทั้งสร้างความตระหนักรถึงผู้ผลิตและผู้บริโภคตามหลักการพื้นฐานของการทำ ICT EcoDesign คือ หลักการ 4Rs ในทุกช่วงของวัฏจักรผลิตภัณฑ์ ICT ได้แก่ การลดการใช้ทรัพยากรและพลังงาน (Reduce) การใช้ซ้ำ (Reuse/Repeat) การนำกลับมาใช้ใหม่ (Recycle) และการซ่อมบำรุง (Repair) ในทุกอุปกรณ์ ICT เพื่อ

ส่งเสริมให้ทุกภาคส่วนทั้งผู้ผลิตและผู้บริโภค มีส่วนร่วมในการช่วยลดการใช้ทรัพยากรธรรมชาติ และลดมลพิษอันเนื่องมาจากการผลิตและการใช้ผลิตภัณฑ์ ICT ได้อย่างยั่งยืน

- สร้างความรู้ ความเข้าใจ และความตระหนักรถึงผลกระทบของ ICT ต่อสิ่งแวดล้อม เพื่อป้องกันการใช้งาน ICT อย่างพอเพียงและเหมาะสม โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกลุ่มเด็กและเยาวชน

- ส่งเสริมการดำเนินงานและต่อยอดแผนยุทธศาสตร์การจัดการซากผลิตภัณฑ์เครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ (e-Waste) เชิงบูรณาการของกรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม โดยจัดให้มีระบบการคัดแยกและเก็บรวบรวมซาก e-Waste อย่างบูรณาการ สามารถหมุนเวียนนำกลับมาใช้ใหม่หรือรีไซเคิลได้ และสามารถจัดการซาก e-Waste เชิงบูรณาการอย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผลทั่วประเทศได้ ทั้งนี้ ให้ดำเนินการสร้างความรู้ ความเข้าใจแก่สาธารณะ ถึงแนวปฏิบัติในการจัดการ e-Waste ดังกล่าวด้วย เพื่อส่งเสริมความร่วมมือจากทุกภาคส่วน และสร้างการมีส่วนร่วม

จากข้อมูลผลการวิจัยต่างๆ กับปัญหาที่พบในการจัดการขยะอิเล็กทรอนิกส์ในประเทศไทยดังกล่าวข้างต้น และประกอบกับการกำหนดกรอบนโยบาย ICT 2020 ในยุทธศาสตร์ที่ 7.2 ของกระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ที่สนับสนุนเพื่อให้มีการจัดการขยะอิเล็กทรอนิกส์ในหลักการ และเป็นไปในแนวทางที่ถูกต้อง จึงเป็นที่มาของงานวิจัยฉบับนี้

## 2. วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

### 2.1 วัตถุประสงค์หลัก

2.1.1 เพื่อศึกษาสภาพการจัดการขยะอิเล็กทรอนิกส์ในสถานศึกษา

### 2.2 วัตถุประสงค์ย่อย

2.2.1 เพื่อศึกษาประเภทของขยะอิเล็กทรอนิกส์ที่มีในสถานศึกษา

2.2.2 เพื่อศึกษาสภาพการดำเนินงานกรอบนโยบายเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ระยะ พ.ศ. 2554 - 2563 ของประเทศไทย ในยุทธศาสตร์ที่ 7.2

2.2.3 เพื่อศึกษาวิธีการจัดการขยะอิเล็กทรอนิกส์ในสถานศึกษา

## 3. กรอบแนวคิดในการวิจัย

กรอบแนวคิดในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วยหลักการและแนวคิดที่สำคัญ คือ การจัดการขยะอิเล็กทรอนิกส์ (e-Waste Management) ตามกรอบนโยบาย ICT 2020 ในยุทธศาสตร์ที่ 7.2 คือ ส่งเสริมการสร้างความตระหนักรถึงภัยกับสิ่งแวดล้อมในทุกขั้นตอนตลอดวงจรชีวิต (Life Cycle Assessment: LCA) ของผลิตภัณฑ์ ICT ตามหลักการพื้นฐานของการทำ ICT EcoDesign คือ หลักการ 4Rs ได้แก่ การลดการใช้ทรัพยากรและพลังงาน (Reduce) การใช้ซ้ำ (Reuse/Repeat) การนำกลับมาใช้ใหม่ (Recycle) และการซ่อมบำรุง (Repair) ในทุกอุปกรณ์ ICT ที่มีการใช้งานอยู่ในสถานศึกษา ดังภาพที่ 2



## ภาพที่ 2 กรอบแนวคิดในการวิจัยเรื่องการศึกษาสภาพการจัดการขยะอิเล็กทรอนิกส์ในสถานศึกษา

### 4. วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยแบ่งการดำเนินการออกเป็น 3 ระยะ ตามวัตถุประสงค์การวิจัย ดังนี้



#### 4.1 ระยะที่ 1 การศึกษาประเภทของขยะอิเล็กทรอนิกส์ที่มีในสถานศึกษา

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร คือ เจ้าหน้าที่ปฏิบัติการ ที่เกี่ยวข้องรับผิดชอบในการจัดการขยะอิเล็กทรอนิกส์ ในสถาบันอุดมศึกษา

กลุ่มตัวอย่าง คือ เจ้าหน้าที่ปฏิบัติการ ที่เกี่ยวข้องรับผิดชอบในการจัดการขยะอิเล็กทรอนิกส์ ในสถาบันอุดมศึกษา โดยใช้การสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling) จากสถาบันอุดมศึกษาของประเทศไทยที่อยู่ภายใต้การกำกับดูแลของสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา หรือ สถาบัน กระทรวงศึกษาธิการ จำนวน 4 คน จากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทร์กุญจน์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชภัฏสุโขทัย มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี และมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ ซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจงจากสถาบันอุดมศึกษาในสังกัดที่แบ่งเป็นสถาบันอุดมศึกษาของรัฐ สถาบันอุดมศึกษาในกำกับของรัฐบาล สถาบันอุดมศึกษาเอกชน และมหาวิทยาลัยชุมชน

การดำเนินการวิจัย

4.1.1 อธิบายความหมายและประเภทของขยะอิเล็กทรอนิกส์ (e-Waste) และการจัดการขยะอิเล็กทรอนิกส์ (e-Waste Management) ตามกรอบนโยบาย ICT 2020 ในยุทธศาสตร์ที่ 7.2 ตามหลักการพื้นฐานของการทำ ICT EcoDesign คือ หลักการ 4Rs ให้แก่ผู้ให้สัมภាយณ์

4.1.2 สัมภាយณ์เชิงลึกเจ้าหน้าที่ปฏิบัติการ ที่เกี่ยวข้องรับผิดชอบในการจัดการขยะอิเล็กทรอนิกส์ ในสถาบันอุดมศึกษา โดยใช้แบบสัมภាយณ์เชิงลึกเกี่ยวกับประเภทของขยะอิเล็กทรอนิกส์ 10 ประเภท

4.1.3 วิเคราะห์ข้อมูลการจัดการขยะอิเล็กทรอนิกส์ในสถาบันอุดมศึกษาโดยวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) และหาค่าร้อยละของขยะอิเล็กทรอนิกส์

#### 4.2 ระยะที่ 2 การศึกษาสภาพการดำเนินงานตามกรอบนโยบายเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ระยะ พ.ศ. 2554 - 2563 ของประเทศไทย (ICT 2020 หรือ Smart Thailand 2020) ในยุทธศาสตร์ที่ 7.2 ของสถานศึกษา

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร คือ ผู้บริหารหน่วยงาน ที่เกี่ยวข้องรับผิดชอบในการจัดการขยะอิเล็กทรอนิกส์ ในสถาบันอุดมศึกษา

กลุ่มตัวอย่าง คือ ผู้บริหารหน่วยงาน ที่เกี่ยวข้องรับผิดชอบในการจัดการขยะอิเล็กทรอนิกส์ ในสถาบันอุดมศึกษา โดยใช้การสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง จากสถาบันอุดมศึกษาของประเทศไทยที่อยู่ภายใต้การกำกับดูแลของสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา หรือ สถาบัน กระทรวงศึกษาธิการ จำนวน 4 คน จากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทร์กุญจน์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี และมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ ซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจงจากสถาบันอุดมศึกษาในสังกัดที่แบ่งเป็นสถาบันอุดมศึกษาของรัฐ สถาบันอุดมศึกษาเอกชน และมหาวิทยาลัยชุมชน

การดำเนินการวิจัย

4.2.1 อธิบายความหมายและประเภทของขยะอิเล็กทรอนิกส์ และการจัดการขยะอิเล็กทรอนิกส์ ตามกรอบนโยบาย ICT 2020 ในยุทธศาสตร์ที่ 7.2 ตามหลักการพื้นฐานของการทำ ICT EcoDesign คือ หลักการ 4Rs ให้แก่ผู้ให้สัมภាយณ์

4.2.2 สัมภាយณ์เชิงลึกผู้บริหารหน่วยงานในสถานศึกษา โดยใช้แบบสัมภាយณ์เชิงลึกเกี่ยวกับการจัดการขยะอิเล็กทรอนิกส์ ตามกรอบนโยบาย ICT 2020 ในยุทธศาสตร์ที่ 7.2

4.2.3 วิเคราะห์ข้อมูลการจัดการขยะอิเล็กทรอนิกส์ ตามกรอบนโยบาย ICT 2020 ในยุทธศาสตร์ที่ 7.2 โดยการวิเคราะห์เนื้อหา

#### 4.3 ระยะที่ 3 การศึกษาวิธีการจัดการขยะอิเล็กทรอนิกส์ในสถานศึกษา

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร คือ ผู้บริหารหน่วยงาน ที่เกี่ยวข้องรับผิดชอบในการจัดการขยะอิเล็กทรอนิกส์ ในสถาบันอุดมศึกษา

กลุ่มตัวอย่าง คือ ผู้บริหารหน่วยงาน ที่เกี่ยวข้องรับผิดชอบในการจัดการขยะอิเล็กทรอนิกส์ ในสถาบันอุดมศึกษา โดยใช้การสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง จากสถาบันอุดมศึกษาของประเทศไทย

ไทยที่อยู่ภายใต้การกำกับดูแลของสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา หรือ สกอ. กระทรวงศึกษาธิการ จำนวน 4 คน จากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ศูนย์นนทบุรี และวิทยาลัยรุ่งเทพสุวรรณภูมิ ซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างแบบจำลองจากสถาบันอุดมศึกษาในสังกัดที่แบ่งเป็น สถาบันอุดมศึกษาของรัฐ สถาบันอุดมศึกษาในกำกับของรัฐบาล สถาบันอุดมศึกษาเอกชน และวิทยาลัยชุมชน การดำเนินการวิจัย

4.3.1 สัมภาษณ์เชิงลึกผู้บริหารหน่วยงานในสถานศึกษา โดยใช้แบบสัมภาษณ์เชิงลึกเกี่ยวกับการจัดการขยะอิเล็กทรอนิกส์ตามหลักการพื้นฐานของการทำ ICT EcoDesign คือ หลักการ 4Rs

4.3.2 วิเคราะห์ข้อมูลการจัดการขยะอิเล็กทรอนิกส์ในสถาบันอุดมศึกษาโดยการวิเคราะห์เนื้อหา

## 5. สรุปผลการวิจัย

### 5.1 ประเภทของขยะอิเล็กทรอนิกส์ในสถานศึกษา

ตารางที่ 1 ร้อยละของขยะอิเล็กทรอนิกส์ในสถานศึกษา

ประเภทของขยะอิเล็กทรอนิกส์ที่มีในสถานศึกษา	ร้อยละ
1) เครื่องใช้ไฟฟ้าและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ในครัวเรือนขนาดใหญ่	75.00
2) เครื่องใช้ไฟฟ้าและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ในครัวเรือนขนาดเล็ก	50.00
3) อุปกรณ์ IT	100.00
4) เครื่องใช้ไฟฟ้าและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์สำหรับผู้บริโภค	100.00
5) อุปกรณ์ไฟฟ้าแรงสูง	100.00
6) ระบบอุปกรณ์เครื่องมือการแพทย์	75.00
7) เครื่องมือวัดหรือควบคุมต่างๆ	50.00
8) ของเล่น	0.00
9) เครื่องมือไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์	100.00
10) เครื่องสำอางค์และสินค้าอิเล็กทรอนิกส์	0.00

จากตารางที่ 1 พบว่า ขยะอิเล็กทรอนิกส์ที่มีในสถานศึกษา จำนวนเป็น 8 ประเภท ดังนี้ ลำดับแรก ขยะอิเล็กทรอนิกส์จากอุปกรณ์ IT เครื่องใช้ไฟฟ้าและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์สำหรับผู้บริโภค อุปกรณ์ไฟฟ้าแรงสูง และ เครื่องมือไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ จะมีอยู่ในทุกๆ สถานศึกษา คิดเป็นร้อยละ 100.00 ของจำนวนสถานศึกษาทั้งหมด รองลงมา คือ ขยะอิเล็กทรอนิกส์จาก เครื่องใช้ไฟฟ้าและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ในครัวเรือนขนาดใหญ่ และ ระบบอุปกรณ์เครื่องมือการแพทย์ จะมีอยู่ในสถานศึกษางานแห่ง คิดเป็นร้อยละ 75.00 ของจำนวนสถานศึกษาทั้งหมด และ ลำดับสุดท้าย ขยะอิเล็กทรอนิกส์จาก เครื่องใช้ไฟฟ้าและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ในครัวเรือนขนาดเล็ก และเครื่องมือวัดหรือควบคุมต่างๆ จะมีอยู่ในสถานศึกษางานแห่ง คิดเป็นร้อยละ 50.00 ของจำนวนสถานศึกษาทั้งหมด ตามลำดับ

### 5.2 สภาพการดำเนินงานตามกรอบนโยบายเทคโนโลยี

สารสนเทศและการสื่อสาร ระยะ พ.ศ. 2554 - 2563

ของประเทศไทย (ICT 2020 หรือ Smart Thailand 2020) ในยุทธศาสตร์ที่ 7.2 ของสถานศึกษา

ผลการวิจัยพบว่า สถานศึกษาทุกแห่ง ไม่ทราบถึงกระบวนการดำเนินงานตามหลักการของกรอบนโยบายเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ระยะ พ.ศ. 2554 - 2563 ของประเทศไทย (ICT 2020 หรือ Smart Thailand 2020) ในยุทธศาสตร์ที่ 7.2 อย่างชัดเจนว่ามีหลักการอย่างไรบ้างเพื่อใช้ในการดำเนินงาน

### 5.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับวิธีการจัดการขยะอิเล็กทรอนิกส์ในสถานศึกษา

ผลการวิจัยพบว่า วิธีการจัดการขยะอิเล็กทรอนิกส์ในสถานศึกษาจะปฏิบัติตามระเบียบการจัดการของกองพัสดุที่มีการกำหนดหลักการ และเกณฑ์ในการจัดการขึ้น ใช้ควบคุมกันเองภายในสถาบันการศึกษานั้นๆ โดยมีวิธีการจัดการขยะอิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ ดังนี้

5.3.1 การจำหน่ายออกหรือการขายทอดตลาด โดยวิธีการประมวลราคาของครุภัณฑ์อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ไม่ใช้แล้วและที่ชำรุดเสียหายแล้ว โดยทำการขายให้กับผู้รับซื้อ



หรือผู้รับซื้อของเก่าที่มีใบอนุญาตประกอบการอุตสาหกรรมในการจัดการเศษวัสดุเหลือใช้เพื่อการรีไซเคิลที่ถูกต้องตามกฎหมาย (Recycle)

5.3.2 การ โอนหรือบริจาคอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่มีประสิทธิภาพลดลงแต่ยังใช้งานได้ให้กับหน่วยงานอื่นเนื่องจากประสิทธิภาพของอุปกรณ์ไม่เหมาะสมหรือไม่เพียงพอต่อการใช้งานภายในสถานศึกษานั้นๆแล้ว แต่ยังมีประสิทธิภาพเพียงพอในการใช้งานของหน่วยงานอื่น เช่น โรงเรียน บุคลนิชิต่างๆ ที่ได้รับโอนหรือได้รับบริจาคเพื่อนำไปใช้งานต่อได้ (Reuse/Repeat)

5.3.3 การซ่อมแซมอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่เสื่อมสภาพหรือชำรุดเสียหายเพียงบางส่วนเพื่อนำกลับมาใช้ใหม่หรือการเอาไปปริ้นต์ไซเคิลด้วยการแยกชิ้นส่วนอะไหล่ต่างๆ ออกมานอกเป็นส่วนประกอบสำหรับใช้ในการซ่อมแซม แล้วนำไปประกอบเป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เพื่อนำไปใช้ใหม่ หากอุปกรณ์ดังกล่าวยังมีประสิทธิภาพเพียงพอแก่การใช้งานอยู่ หรือเพื่อนำไปทำการโอนหรือบริจาคให้กับหน่วยงานอื่นตามวิธีที่ 2 ต่อไป (Repair)

5.3.4 การทิ้งเป็นขยะมูลฝอย ให้แก่หน่วยงานท้องถิ่นที่มีหน้าที่เกี่ยวข้องรับผิดชอบ เช่น สำนักงานสาธารณสุขของเทศบาล หรือของกรุงเทพมหานครฯ (กทม.) ในกรณีที่ไม่สามารถซ่อมแซมได้ตามวิธีที่ 1-3 โดยเฉพาะอุปกรณ์ที่ไม่สามารถซ่อมแซมได้ด้วยวิธีที่ 1-3 โดยเฉพาะอุปกรณ์ที่ได้รับความเสียหายอย่างรุนแรง หรือถูกดัดแปลง แยกต่างหาก แล้วค่อยส่งต่อให้หน่วยงานที่รับผิดชอบดังกล่าว ข้างต้นนำไปจัดการทำลายต่อไป

5.3.5 การรณรงค์ส่งเสริมให้มีการประยุกต์ใช้ทรัพยากรต่างๆ ได้แก่ พลังงานไฟฟ้า น้ำประปา และสาธารณูปโภคต่างๆ ภายในสถานศึกษา โดยการกำหนดกฎระเบียบการใช้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่างๆด้วยการติดประกาศวิธีการใช้งานอย่างไรให้คุ้มค่าและประหยัดพลังงาน การจัดกิจกรรมส่งเสริมต่างๆ เป็นต้น (Reduce)

## 6. อภิปรายผลการวิจัย

จากการวิเคราะห์สภาพการจัดการของอิเล็กทรอนิกส์ในสถานศึกษา พบว่าสถานศึกษามีการจัดการของอิเล็กทรอนิกส์โดยไม่มีการแบ่งตามประเภทของจะอิเล็กทรอนิกส์ที่ถูกต้อง มีการจัดเก็บรวบรวมอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ประเภทต่างๆไว้รวมกัน หากแต่จะมีการแยกเก็บไว้เฉพาะเพียงแต่ของอิเล็กทรอนิกส์ประเภทอุปกรณ์ที่แสดงว่า ได้แก่ หลอดไฟนีออนฟลูออเรสเซนต์เท่านั้น เพราะจะทราบดีถึงผลกระทบของสารพิษที่มีอยู่ในหลอดไฟนีออนฟลูออเรสเซนต์นี้

ส่วนแนวทางนโยบายในการจัดการของอิเล็กทรอนิกส์ในสถานศึกษาได้มีการจัดการตามแนวทางของตอนที่พัฒนาขึ้นมาตามแต่ความเหมาะสมของสภาพการใช้งาน โดยวัดอายุการใช้งานตามประสิทธิภาพที่เหลืออยู่และความเหมาะสมตามการใช้งานของสถานศึกษานั้นๆ โดยไม่ทราบถึงกระบวนการดำเนินงานตามหลักการของกรอบนโยบาย ICT 2020 ในยุทธศาสตร์ที่ 7.2 อย่างชัดเจนว่ามีรายละเอียดในหลักการดำเนินการจัดการอย่างไร แต่ผลของการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับวิธีการจัดการของอิเล็กทรอนิกส์ในสถานศึกษา พบว่า ในสถานศึกษาที่ผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลมาได้มีวิธีการจัดการของอิเล็กทรอนิกส์ที่สอดคล้องกับแนวทางของกรอบนโยบาย ICT 2020 ในยุทธศาสตร์ที่ 7.2 อยู่แล้ว กล่าวคือ แม้ว่าในสถานศึกษาจะไม่ทราบรายละเอียดของกรอบนโยบาย ICT 2020 อย่างชัดเจน แต่ในทางปฏิบัติได้มีการจัดการของอิเล็กทรอนิกส์ตามหลักการ ICT EcoDesign ตามแบบ 4Rs

## 7. ข้อเสนอแนะ

### 7.1 ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้

กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร และหน่วยงานราชการที่เกี่ยวข้องกับการจัดการของอิเล็กทรอนิกส์ ควรมีการส่งเสริมเชิงนโยบายชัดเจนถึงแนวทางนโยบาย และหลักการที่ถูกต้องให้กับสถานศึกษาต่างๆ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการจัดการของอิเล็กทรอนิกส์ในสถานศึกษาให้เป็นไปในทิศทางเดียวกันทั้งหมด และสร้างความรู้ ความเข้าใจที่ถูกต้องให้เกิดขึ้นแก่สถานศึกษาในการจัดการของอิเล็กทรอนิกส์อย่างยั่งยืน

## 7.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยในครั้งต่อไป

7.2.1 ควรศึกษาแนวทางและพัฒนารูปแบบการจัดการ

ขยะอิเล็กทรอนิกส์ในสถานศึกษา

7.2.2 ควรมีการวิจัยเพื่อพัฒนาระบบเทคโนโลยี  
สารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการจัดการขยะอิเล็กทรอนิกส์ที่  
เหมาะสมโดยใช้เป็นเครื่องมือเพื่อการนำไปใช้ในสถานศึกษา<sup>1</sup>  
ได้อย่างถูกต้องและสอดคล้องตามแนวทางของกรอบนโยบาย

ICT 2020

## 8. กิตติกรรมประกาศ

ขอบคุณผู้บริหารและเจ้าหน้าที่ปฏิบัติการที่เกี่ยวข้อง  
รับผิดชอบในการจัดการขยะอิเล็กทรอนิกส์ ของมหาวิทยาลัย  
เทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ มหาวิทยาลัยราชภัฏ  
จันทร์กานต์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ศูนย์  
นนทบุรี และวิทยาลัยกรุงเทพสุวรรณภูมิ สำหรับการให้  
สัมภาษณ์เชิงลึกเพื่อนำข้อมูลมาใช้ในการวิจัยในครั้งนี้

## 9. เอกสารอ้างอิง

- [1] United Nations Environment Programme. (2007). E-waste Volume II: E-waste Management Manual. Retrieved October 8, 2011, from [http://www.unep.or.jp/ietc/Publications/spc/EWasteManual\\_Vol2.pdf](http://www.unep.or.jp/ietc/Publications/spc/EWasteManual_Vol2.pdf)
- [2] พรรัตน์ เพชรภักดี และกฤชญา จันทร์กานต์. (2551). เทคโนโลยี  
การวิเคราะห์ขยะอิเล็กทรอนิกส์. สถาบันสิ่งแวดล้อมอุตสาหกรรม  
สถาบันอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย. คัมมี่ 3 ตุลาคม 2554, จาก  
<http://eco-town.dpim.go.th/webdatas/articles/ArticleFile1351.pdf>
- [3] Lawless Caprice. (2008). 5 STEPS TO RESPONSIBLE E-WASTE MANAGEMENT AT YOUR SCHOOL. Learning & Leading with Technology. ISTE (International Society for Technology in Education), 36(3), 18-22.
- [4] กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร. (2554). กรอบ  
นโยบายเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ระยะ พ.ศ. 2554-  
2563 ของประเทศไทย. คัมมี่ 7 สิงหาคม 2554, จาก  
[http://www.mict.go.th/download/ict2020\\_book\\_.pdf](http://www.mict.go.th/download/ict2020_book_.pdf)



## การศึกษาสภาพปัจจุบันความคาดหวังในการพัฒนาบุคลากรทางการศึกษา

### ขององค์กรบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรี

### A Study on Current Situation and Expectations toward Human Resource Development Practices to the Educational Staffs of Nonthaburi Provincial Administration Organization.

ปิติวงศ์ พลสมบุญ

pitiwong.p@gmail.com

### บทคัดย่อ

งานวิจัยครั้งนี้จุดมุ่งหมายเพื่อศึกษารูปแบบแนวทางการรับรู้และความคาดหวังของบุคลากรทางด้านการศึกษาจากการสนับสนุนขององค์กรบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรี ตามกรอบแนวคิดของนักวิชาการด้าน การพัฒนาทรัพยากรัฐมนุษย์รวม 5 ด้าน คือ การฝึกอบรม การศึกษาอย่างเป็นทางการ ประสบการณ์การทำงาน ความสัมพันธ์ในงาน และการประเมินกิจกรรม ด้วยการวิจัยเป็นบุคลากรทางด้านการศึกษาในสถานศึกษา ที่อยู่ในเขตพื้นที่การศึกษานนทบุรีเขต 1 จำนวน 62 โรงเรียน ตัวอย่างทั้งสิ้นจำนวน 320 คน รวมทั้งข้อมูลโดยใช้แบบสอบถาม สลับทิปปี้ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ค่าจำนวน ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ค่า T-TEST ค่า F-TEST ค่า LSD ผลการวิจัยพบว่า การพัฒนาบุคลากรทางการศึกษาขององค์กรบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรีในภาพปัจจุบันและความคาดหวังอยู่ในระดับปานกลาง เพิ่มขึ้นในเชิงบวกตามรูปแบบและแนวคิดของทฤษฎี การพัฒนาทรัพยากรัฐมนุษย์ ปัจจัยที่เห็นว่าควรปรับปรุงมากที่สุดในการพัฒนาบุคลากรทางการศึกษา คือ การฝึกอบรม การประเมิน การศึกษา การสอนงาน การสัมปลีຍหน้าที่ กิจกรรมการพัฒนาทรัพยากรัฐมนุษย์ที่ควรจัดขึ้นนอกเหนือจากที่มีในปัจจุบัน คือ 1) ระบบการวิเคราะห์ความสามารถของแต่ละบุคคล 2) การเรียนการสอนผ่านสื่อ 3) ศูนย์การประเมิน 4) การขยายงานเพื่อเพิ่มความท้าทาย 5) การทดสอบทางจิตวิทยา เพื่อช่วยในการแยกแยะความสนใจแต่ละบุคคล 6) การให้บุคลากรไปทำงานในองค์กรอื่นและรับเงินเดือนจากองค์กรใหม่นั้นในระยะเวลาที่กำหนดโดยทางองค์กรเก็บดำเนินไว้ให้ 7) การให้พนักงานไปทำงานในองค์กรอื่นในระยะเวลาที่กำหนดแต่ยังรับเงินเดือนจากองค์กรเดิม

### Abstract

*This research aims to study the patterns of perception and expectation of the education staff toward the support of Nonthaburi provincial administration. According to conceptual framework of the scholars, Human resources development, including five aspects, which are; training, formal education, job experiences, interpersonal relationship, and assessment. The sample group is the personnel working under field of education in Nonthaburi district 1, 62 schools, all in total of 320 samples. The data were collected by questionnaire method. Statistics used in the data analysis were percentage, mean, standard deviation, correlation coefficient, T-test, F-test, and LSD. At present the results of the research showed the development of education staffs of Nonthaburi provincial administration expectations is moderate, increasing positively according to the patterns and the theory's concept of Human Resource Development. Factors that should be improve the most are training, assessment, education, job training, work rotation.*

*Human development activities that not exist at the present and should be implementing are: 1) Personal competency analysis system, 2) Web-based training, 3) Assessment center, 4) Job Enlargement and challenges, 5) MBTI, 6) Externship, 7) Temporary assignment*

Keyword: Perceptions and Expectations toward the support from Nonthaburi Provincial Administrations, Training, Formal Education, Job Experience, Interpersonal Relationship, and Assessment.

## 1. บทนำ

พรบ.การกระจายอำนาจสู่ท้องถิ่นปี 2547 และรัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักร ไทย ปี 2550 ได้น้อมถูกต้องมาตราที่ 80 ว่ารัฐต้องดำเนินการตามแนวโน้มด้านสังคมการสาธารณสุข การศึกษาและวัฒนธรรมดังต่อไปนี้ ส่งเสริมและสนับสนุนการกระจายอำนาจเพื่อให้องค์กรปกครอง ส่วนท้องถิ่น ชุมชน องค์กรทางศาสนา และเอกชนจัดและมีส่วนร่วมในการจัดการศึกษาเพื่อพัฒนาคุณภาพการศึกษาให้เท่าเทียมและสอดคล้องกับแนวโน้มนโยบายพื้นฐานแห่งรัฐ

เมื่องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นได้รับมอบหมายงานจากรัฐให้ทำหน้าที่ในการดูแลพัฒนาคุณภาพชีวิต แก่ไขปัญหาทุกข์สุขของประชาชนในพื้นที่แทนรัฐ แล้วองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นจึงต้องรับผิดชอบการจัดบริการการศึกษาแก่ประชาชนในพื้นที่ โดยมีการจัดตั้งโครงการต่างๆ เพื่อส่งเสริมและสนับสนุนด้านการศึกษา เช่น

1. โครงการจ้างบุคลากรสอนเสริม 1,300 อัตรา เพื่อจัดสรรให้โรงเรียนภาครัฐในจังหวัดนนทบุรี จำนวน 159 โรงเรียนที่ขาดแคลนครุ และบุคลากรทางการศึกษา

2. โครงการจ้างชุพาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และมหาวิทยาลัยรามคำแหง จัดหาครุสอนวิชาภาษาอังกฤษรวม 270 คน เพื่อส่งไปสอนในโรงเรียนการศึกษาขั้นพื้นฐานภาครัฐในจังหวัดนนทบุรี ตามจำนวนห้องและขนาดโรงเรียน

3. จัดหาคอมพิวเตอร์พร้อมโต๊ะเก้าอี้และอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง ให้แก่โรงเรียนการศึกษาขั้นพื้นฐานภาครัฐทั้ง 159 โรงเรียน เพื่อให้เพียงพอต่อความต้องการของนักเรียนในจังหวัดนนทบุรี

4. จัดหาครุรื่องคุณตรีไทย คุณตรีสาภกให้ทุกโรงเรียน นำไปใช้จัดการเรียนการสอนและกิจกรรมต่างๆ

5. โครงการพัฒนาระบบท้องสมุดอิเล็กทรอนิกส์โดยจัดให้แก่โรงเรียนข่าย โอกาสและ โรงเรียนมัธยมศึกษา 57 โรงเรียน

6. โครงการก่อสร้างอาคารเรียน ให้แก่โรงเรียนการศึกษาขั้นพื้นฐานในจังหวัดชั่ง ชารุด ทรุดโกรนและขาดแคลน เป็นต้น ทั้งนี้องค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรียังได้ส่งเสริมสนับสนุนการศึกษานอกระบบ การอาชีพและการศึกษาพิเศษ อิสลามศึกษา และโสดศึกษาผู้วิจัยจึงสนับสนุนให้จังหวัดศึกษาถึง พัฒนาการของบุคลากร Noe (2005) ได้ให้แนวคิดไว้ว่าควรทำใน 5 ด้าน ได้แก่ (1) การฝึกอบรม (2) การศึกษาอย่างเป็นทางการ (3) ประสบการณ์การทำงาน (4) สัมพันธ์ภาพในงาน ได้แก่ระบบพี่เลี้ยงและการสอนงานและ (5) การประเมิน

อย่างไรก็ตาม เพื่อให้การพัฒนาทรัพยากรบุคคลเกิดประโยชน์สูงสุดจำเป็นต้อง ดำเนินถึงความพร้อมของผู้รับการพัฒนา ทั้งทางด้านสภาพแวดล้อมโดยทั่วไปความรู้พื้นฐานในสภาพปัจจุบันและความคาดหวัง ก่อนวางแผนแนวทางการพัฒนาบุคคลากรผู้วิจัยจึงสนับสนุนให้จังหวัดศึกษาพัฒนาการของบุคลากรในสถานศึกษา และพัฒนาการของนักเรียนในโรงเรียน เพื่อนำไปวางแผนการดำเนินงานพัฒนาบุคคลากรต่อไป

## 2. วัตถุประสงค์ของการศึกษา

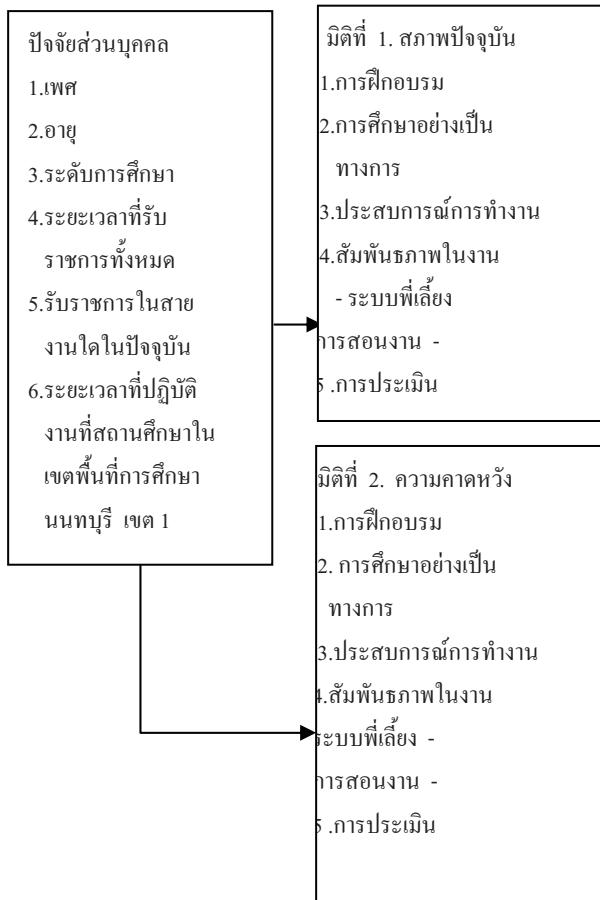
เพื่อศึกษาสภาพปัจจุบันและความคาดหวังต่อการพัฒนาบุคคลากรทางการศึกษาในสถานศึกษาโดยมีสมมติฐานการวิจัยดังนี้

2.1 ปัจจัยส่วนบุคคลที่แตกต่างกันมีความสัมพันธ์ต่อการรับรู้เรื่องการพัฒนาบุคคลากรทางการศึกษาในสภาพปัจจุบันที่แตกต่างกัน

2.2 ปัจจัยส่วนบุคคลที่แตกต่างกันมีความสัมพันธ์ต่อการรับรู้เรื่องการพัฒนาบุคคลากรทางการศึกษาในความคาดหวังที่แตกต่างกัน



3. การพัฒนาบุคลากรทางการศึกษาในสภาพปัจจุบันมีความสัมพันธ์กับการพัฒนาบุคลากรทางการศึกษาในความคาดหวังในเชิงบวก



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

### 3. วิธีดำเนินการวิจัย (Research Method)

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยแบบสำรวจ (Survey Research) โดยผู้วิจัยได้ออกแบบการวิจัยดังนี้

#### 3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยคือ บุคลากรที่ปฏิบัติงานฝ่ายบริหาร ฝ่ายครุสอนและฝ่ายนิเทศในสถานศึกษาที่อยู่ที่ในเขตพื้นที่การศึกษานนทบุรีเขต 1 ประกอบด้วย 62 โรงเรียนจากจำนวนประชากรจำนวน 2,578 คน ได้แก่ กลุ่มตัวอย่างจำนวน 347 คน (Taro Yamene 1973)

#### 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.2.1 แหล่งข้อมูลปฐมภูมิ (Primary data) ได้แก่ การใช้แบบสอบถาม (Questionnaire) เป็นเครื่องมือในการเก็บ

รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับการรับรู้และความคาดหวังต่อการพัฒนาบุคลากรทางด้านการศึกษาขององค์กรบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรี โดยแยกแบบสอบถามจำนวนทั้งสิ้น 347 ชุด ให้บุคลากรที่ปฏิบัติงานฝ่ายบริหาร ฝ่ายครุสอน ฝ่ายศึกษานิเทศก์ในสถานศึกษาที่อยู่ในเขตพื้นที่การศึกษานนทบุรีเขต 1 ประกอบด้วย 62 โรงเรียนได้รับคืนมาจำนวน 320 ชุด คิดเป็นร้อยละ 92.22 ซึ่งแบบสอบถามจะแบ่งออกเป็น 4 ส่วนดังนี้

ส่วนที่ 1 เป็นคำถามทั่วไปเกี่ยวกับผู้ตอบแบบสอบถาม จำนวนมีจำนวน 6 ข้อ ประกอบด้วย เพศ อายุ ระดับการศึกษา ระยะเวลาที่รับราชการทั้งหมด รับราชการในสายงานใดในปัจจุบัน ระยะเวลาที่ปฏิบัติงานที่สถานศึกษาในเขตพื้นที่การศึกษานนทบุรีเขต 1 โดยให้ผู้ตอบแบบสอบถามเลือกคำตอบตามที่กำหนดไว้

ส่วนที่ 2 เป็นคำถามเกี่ยวกับระดับการพัฒนาบุคลากรทางด้านการศึกษาขององค์กรบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรี จำนวนมีจำนวน 32 ข้อ ประกอบด้วย

1. การฝึกอบรม (Training)
2. การพัฒนาโดยการศึกษาอย่างเป็นทางการ (Formal Education)
3. การพัฒนาจากประสบการณ์การทำงาน (Job Experiences)
4. การพัฒนาจากสัมพันธภาพในงาน (Interpersonal Relationship) (ประกอบด้วยระบบพี่เลี้ยงและการสอนงาน)
5. พัฒนาการประเมิน (Assessment)

ส่วนที่ 3 เป็นคำถามเกี่ยวกับความคิดเห็นที่มีต่อการพัฒนาบุคลากรทางด้านการศึกษาขององค์กรบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรี จำนวนมีจำนวน 32 ข้อ ประกอบด้วย

1. การฝึกอบรม (Training)
2. การพัฒนาโดยการศึกษาอย่างเป็นทางการ (Formal Education)
3. การพัฒนาจากประสบการณ์การทำงาน (Job Experiences)
4. การพัฒนาจากสัมพันธภาพในงาน (Interpersonal Relationship) (ประกอบด้วยระบบพี่เลี้ยงและการสอนงาน)

## 5. พัฒนาการประเมิน )Assessment(

การวัดระดับความคิดเห็นที่มีต่อการพัฒนาบุคลากรทางด้านการศึกษาขององค์กรบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรีทั้งในสภาพปัจจุบันและในความคาดหวัง วัดด้วยแบบสอบถามปลายปิด (Close Ended Questions) รวม 32 ข้อ โดยให้ผู้ตอบแบบสอบถามเลือกคำตอบตามลำดับความคิดเห็น โดยแต่ละประเด็นความคิดเห็นใช้แบบ Rating Scale ด้วยเทคนิคการจัดแบบ Likert Scale

ส่วนที่ 4 ความคิดเห็นหรือข้อเสนอแนะต่างๆอันเป็นประโยชน์ต่อการปรับปรุงการพัฒนาบุคลากรทางด้านการศึกษาขององค์กรบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรีให้สิ่งที่นั่นซึ่งมีลักษณะคำ답แบบปลายปิด (Open ended Questions)

3.2.2 แหล่งข้อมูลปฐมภูมิ (Secondary data) ได้แก่ เอกสารทั่วไปเกี่ยวกับองค์กรบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรี เช่น แผนยุทธศาสตร์ของการบริหารส่วนจังหวัด 2551 – 2554

## 4. การทดสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ความตรงต่อเนื้อหา (Content Validity) ผู้วิจัยสร้างแบบสอบถามจากการศึกษาแนวคิด ทฤษฎีและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยทบทวนคำ답ทุกข้อเพื่อให้แน่ใจว่าสาระทั้งระดับความคิดเห็นตามที่ตั้งไว้ในแบบสอบถามได้ถูกต้องตามที่ตั้งไว้

เกี่ยวข้อง โดยทบทวนคำ답ทุกข้อเพื่อให้แน่ใจว่าสาระทั้งระดับความคิดเห็นตามประเด็นที่สนใจศึกษา และได้ทำการตรวจสอบแก้ไขปรับปรุงให้เกิดความสมบูรณ์และถูกต้องตามหลักวิชาการและหลักปฏิบัติ

ความเที่ยง (Reliability) ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบแบบสอบถามก่อนนำไปใช้จริง (Pre – test) เพื่อหาค่าความเชื่อมั่นตามวิธี cronback (Cronbach - Coefficient) โดยนำไปทดสอบกับบุคลากรขององค์กรบริหารส่วนจังหวัด ซึ่งเป็นกลุ่มเป้าหมายจำนวน 30 คน หลังจากคำนวณค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยงตามวิธีดังกล่าว โดยใช้โปรแกรมคำวิเคราะห์รูปสำหรับการวิจัยทางสังคมศาสตร์ พぶว่า

แบบสอบถามส่วนที่ 2 (32) ข้อ มีค่า แอลfa = 0.9204

แบบสอบถามส่วนที่ 3 (32) ข้อ มีค่า แอลfa = 0.9220

ผลรวม 64 ข้อ มีค่า แอลfa = 0.9305

ทุกส่วนมีค่าแอลfa อยู่ในระดับมาตรฐานยอมรับได้ กล่าวไห้ว่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามที่ใช้เป็นเครื่องมือในการศึกษาวิจัยครั้งนี้อยู่ในระดับที่ยอมรับได้ในระดับสูง

การเก็บข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิจัย ผู้วิจัยทำการศึกษาโดยใช้รูปแบบวิจัยเชิงปริมาณ (Quantitative Research) ในรูปแบบของแบบสอบถาม โดยเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มประชากรเพื่อสอบถามเกี่ยวกับการรับรู้ของบุคลากรที่ได้รับการพัฒนาในสภาพปัจจุบัน และในความคาดหวังที่มีต่อการพัฒนาบุคลากรทางด้านการศึกษาขององค์กรบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรี และนำข้อมูลที่ได้มาประมวลผลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อการวิจัยทางสังคมศาสตร์ และนำผลการประมวลผลมาวิเคราะห์เพื่อนำเสนอผลการศึกษาในการศึกษาครั้งนี้

### การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาค่าสถิติ ดังนี้

1. ค่าจำนวน ค่าเฉลี่ย ค่าร้อยละ ใช้ในการวิเคราะห์ตัวแปรปัจจัยส่วนบุคคล

2. ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ใช้ในการวิเคราะห์ระดับความคิดเห็นเกี่ยวกับกิจกรรมการพัฒนาบุคลากรทางด้านการศึกษา

3. ค่า t-TEST ใช้วิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างระดับความคิดเห็นเกี่ยวกับกิจกรรมการพัฒนาบุคลากรทางด้านการศึกษา

4. ค่า f-TEST ใช้วิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างระดับความคิดเห็นเกี่ยวกับกิจกรรมการพัฒนาบุคลากรทางด้านการศึกษา

5. ค่า LSD ใช้วิเคราะห์ผลต่างระดับความคิดเห็นเกี่ยวกับกิจกรรมการพัฒนาบุคลากรในความคาดหวังของกิจกรรมการพัฒนาบุคลากรทางด้านการศึกษา

6. ค่าความสัมพันธ์ ใช้วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างระดับความคิดเห็นเกี่ยวกับกิจกรรมการพัฒนาบุคลากรทางด้านการศึกษาขององค์กรบริหารส่วนจังหวัด ในมิติที่ สภาพปัจจุบัน กับระดับความคิดเห็นเกี่ยวกับกิจกรรมการพัฒนาบุคลากรทางด้านการศึกษาขององค์กรบริหารส่วนจังหวัด ในมิติความคาดหวัง



## 5. ผลการวิจัย

จากสัมมติฐานของการศึกษาและการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อทดสอบสัมมติฐาน พบว่า

สมมติฐานที่ 1 ปัจจัยส่วนบุคคลที่แตกต่างกันมีความสัมพันธ์ต่อการรับรู้เรื่องการพัฒนาบุคลากรทางการศึกษาในสภาพปัจจุบันที่แตกต่างกัน จากการศึกษาพบว่า ปฏิเสธ สมมติฐาน ทุกตัวแปรในปัจจัยส่วนบุคคล ได้แก่ เพศ, อายุ, ระดับการศึกษา, ระยะเวลาที่รับราชการทั้งหมด, ปัจจุบันท่านรับราชการในสายงานใด, ระยะเวลาที่ปฏิบัติงานที่สถานศึกษาในเขตพื้นที่การศึกษานนทบุรี เขต 1 ไม่มีความแตกต่างต่อการรับรู้เรื่องการพัฒนาบุคลากรทางการศึกษาในสภาพปัจจุบัน

สมมติฐานที่ 2 ปัจจัยส่วนบุคคลที่แตกต่างกันมีความสัมพันธ์ต่อการรับรู้เรื่องการพัฒนาบุคลากรทางการศึกษาในความคาดหวังที่แตกต่างกัน จากการศึกษาพบว่า ปฏิเสธ สมมติฐาน ตัวแปรในปัจจัยส่วนบุคคล ได้แก่ เพศ, อายุ, ระดับการศึกษา, ระยะเวลาที่รับราชการทั้งหมด, ปัจจุบันท่านรับราชการในสายงานใด ไม่มีความแตกต่างต่อการรับรู้เรื่องการพัฒนาบุคลากรทางการศึกษาในความคาดหวัง ยอมรับ สมมติฐาน ตัวแปร ระยะเวลาที่ปฏิบัติงานที่สถานศึกษาในเขตพื้นที่การศึกษานนทบุรี เขต 1 มีความแตกต่างต่อการรับรู้เรื่องการพัฒนาบุคลากรทางการศึกษาในความคาดหวัง

สมมติฐานที่ 3 การพัฒนาบุคลากรทางการศึกษาในสภาพปัจจุบันมีความสัมพันธ์กับการพัฒนาบุคคลกรทางการศึกษาในความคาดหวังในเชิงบวก จากการศึกษาพบว่า ยอมรับ สมมติฐาน ระดับความคิดเห็นเกี่ยวกับกิจกรรมการพัฒนาบุคลากรทางด้านการศึกษาขององค์กรบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรี ใน มิติสภาพปัจจุบัน ส่วนมากขึ้น ก็จะทำให้มีความสัมพันธ์ต่อการมีกิจกรรมการพัฒนาบุคลากรทางด้านการศึกษาขององค์กรบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรี ใน มิติความคาดหวัง เพิ่มขึ้น ในเชิงบวก ในระดับเกณฑ์ปานกลาง เท่าเดียวกัน ( $r=0.4148$ )

จากการศึกษาระบบนี้ของผู้วิจัย เป็นการจุดเสียงประทัดดอกเล็กๆ ดูกันหนึ่งให้กับผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการพัฒนาบุคลากรทางการศึกษาขององค์กรบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรีคร่าวๆ ได้

ศึกษาสภาพด้านการพัฒนาบุคลากรทางการศึกษา และให้การสนับสนุนการพัฒนาบุคลากรทางการศึกษาอย่างแท้จริง เพื่อเป็นการสร้างกรอบแนวคิด และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้อย่างครบถ้วนเป็นองค์รวม โดยกำหนดนโยบายการพัฒนาบุคลากรทางการศึกษาที่เป็นรูปธรรม และควรนำปัจจัยต่างๆ ทุกปัจจัยที่พนจาก การศึกษาระบบนี้ไปปรับใช้ในการพัฒนาบุคลากรทางการศึกษาขององค์กรบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรี ให้มีคุณภาพ ประสิทธิภาพ และนำไปเปรียบเทียบกับองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นอื่น

## 6. สรุป (Conclusions)

จากการศึกษาข้างบนว่า การพัฒนาบุคลากรทางการศึกษาของ อบจ. นนทบุรี ในสภาพปัจจุบัน และความคาดหวังอยู่ในระดับปานกลาง ทั้งสองมิติ แต่ในมิติของความคาดหวัง มีระดับสูงกว่าในทุกรูปแบบของการพัฒนา (โดยพิจารณาจากค่า  $r$  มีค่า 0.4148)

ในมิติปัจจุบัน สำหรับปัจจัยส่วนบุคคลพบว่า เพศ, อายุ, ระดับการศึกษา, ระยะเวลาที่รับราชการทั้งหมด,

ปัจจุบันท่านรับราชการในสายงานใด, ระยะเวลาที่ปฏิบัติงานที่สถานศึกษาในเขตพื้นที่การศึกษานนทบุรี เขต 1 ไม่มีความแตกต่างต่อการรับรู้เรื่องการพัฒนาบุคลากรทางการศึกษาในสภาพปัจจุบัน (โดยมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ  $> 0.05$ )

ในมิติความคาดหวัง ปัจจัยส่วนบุคคล พบว่า เพศ, อายุ, ระดับการศึกษา, ระยะเวลาที่รับราชการทั้งหมด, ปัจจุบันท่านรับราชการในสายงานใด ไม่มีความแตกต่างต่อการรับรู้เรื่องการพัฒนาบุคลากรทางการศึกษาในความคาดหวัง

(โดยมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ  $> 0.05$ ) แต่มีอยู่ 1 ตัวแปร คือ ระยะเวลาที่ปฏิบัติงานที่สถานศึกษาในเขตพื้นที่การศึกษานนทบุรี เขต 1 มีความแตกต่างต่อการรับรู้เรื่องการพัฒนาบุคลากรทางการศึกษาในความคาดหวัง

(โดยมีค่า  $sig = 0.045$  มีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.045) ส่วนผลต่างของระดับความคิดเห็นเกี่ยวกับกิจกรรมการพัฒนา กิจกรรมการพัฒนาบุคลากร ในความคาดหวัง ของกิจกรรมการพัฒนาบุคลากร ด้านการศึกษาขององค์กรบริหารส่วน

จังหวัดนนทบุรี ที่มีระยะเวลาที่ปฎิบัติงานต่างกัน ที่ได้จากการทดสอบด้วยวิธีของ LSD ปรากฏว่ากลุ่มระยะเวลาที่ปฎิบัติงาน 6 – 10 ปี มีระดับความคิดเห็นเกี่ยวกับกิจกรรมการพัฒนาบุคลากร ในความคาดหวัง ของกิจกรรมการพัฒนาบุคลากร ด้านการศึกษาขององค์การบริหารส่วนจังหวัดนนทบุรี มากกว่า กลุ่มระยะเวลา 11 – 15 ปี และกลุ่มระยะเวลา 20 ปี ขึ้น สร้างกลุ่มระยะเวลาที่ปฎิบัติงานอื่นๆ ไม่แตกต่างกัน

## 7. เอกสารอ้างอิง

จิรภาน สินธุนาวา .2539ปัจจัยที่มีผลต่อการพัฒนาทรัพยากรบุคคลของ

วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต คณะสังคมศาสตร์ . กรมคุณประพฤติ . มหาวิทยาลัย ธรรมศาสตร์

พิชญา รัตนสุวรรณ.2547 . การพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ในระดับปัจเจก

บุคคลของรัฐวิสาหกิจไทย : ศึกษา การฝึกอบรมก้าวสู่การเปลี่ยนผ่าน . ภาค นิพนธ์มหาบัณฑิต ภาควิชารัฐประศาสนศาสตร์ คณะรัฐศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย .

วรศักดิ์ สุหิรัญญาวนิช.2550 . การรับรู้และความคาดหวังของบุคลากร สำนักงานศาลรัฐธรรมนูญที่มีต่อการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์. ภาค นิพนธ์มหาบัณฑิต ภาควิชารัฐประศาสนศาสตร์ คณะรัฐศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย .

ศิริพรรณ ศิริพงศ์ดีกานนท์2549 .. การพัฒนาทรัพยา กรมนุษย์ของศาล ยุติธรรม : ศึกษาการฝึกอบรมเชิงรากฐานการตัดสินใจ ภาค นิพนธ์มหาบัณฑิต ภาควิชารัฐประศาสนศาสตร์ คณะรัฐศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย .

Brian L. Delahaye. 2000. Human resource development: Principle and Practice. Brisbane Wiley

Jerry W. Gilley. Steven A. Eggland and Ann Maycunich Gilley. 2002.

Principles of human resource development. 2nd edition.

Cambridge. Mass: Perseus. Part three: Practices of HRD.

Leonard Nadler. 1970. Developing human resource. Houston, Texas: Gulf Publishing..

Raymond A. Noe. Employee, Training and Development, 3rd edition, McGraw – Hill.

Richard A. Swanson& Edward F.Holton. 2001. Foundations of Human Resource Development. San Francisco: Berrette – Koehler Publishers. Inc.

# គណបូការណ៍គីឡូ







## การพัฒนาเว็บช่วยสอนเพื่อฝึกทักษะ เรื่องการวิเคราะห์รายการค้า

### วิชาบัญชีเบื้องต้น 1 โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E

### The Development of Online Exercises on Transaction Analysis In Accounting1 with a 5E Teaching Technique

จาเรวะรรณ ลากนุล<sup>1</sup>, มนต์ชัย เทียนทอง<sup>2</sup>, สุธิดา ชัยชนชื่น<sup>3</sup>

#### ภาควิชา คอมพิวเตอร์ศึกษา

คณะเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

*jaruwanpig@hotmail.com<sup>1</sup>, monchai@kmutnb.ac.th<sup>2</sup>, std@hotmail.com<sup>3</sup>*

#### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อพัฒนาเว็บช่วยสอนเพื่อฝึกทักษะเรื่องการวิเคราะห์รายการค้า วิชาบัญชีเบื้องต้น 1 2) เพื่อหาประสิทธิภาพของเว็บช่วยสอนที่พัฒนาขึ้น 3) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนก่อนและหลังการเรียนด้วย เว็บช่วยสอนที่พัฒนาขึ้น และ 4) หาความพึงพอใจของผู้เรียนที่เรียนด้วยเว็บช่วยสอนร่วมกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจและสาขาวิชาการ โรงแรม วิทยาลัยสารพัดช่างจันทบุรี จำนวน 19 คน ได้มาด้วยวิธีคัดเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) และใช้แบบแผนการ ทดลองแบบกลุ่มเดียวสอนก่อนสอนหลัง ผลการวิจัยพบว่า 1) พัฒนาเว็บช่วยสอนเพื่อฝึกทักษะเรื่อง การวิเคราะห์รายการค้า วิชา บัญชีเบื้องต้น 1 2) เว็บช่วยสอนเพื่อฝึกทักษะที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ  $1.89$  สูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้คือ  $1.50$  ตามสูตรของ เมกุยเกนส์ 3) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่  $.01$  และ 4) ผู้เรียนมีความ พึงพอใจต่อการเรียนด้วยเว็บช่วยสอนเพื่อฝึกทักษะร่วมกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E ในระดับมาก

**คำสำคัญ:** เว็บช่วยสอนเพื่อฝึกทักษะ กิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E

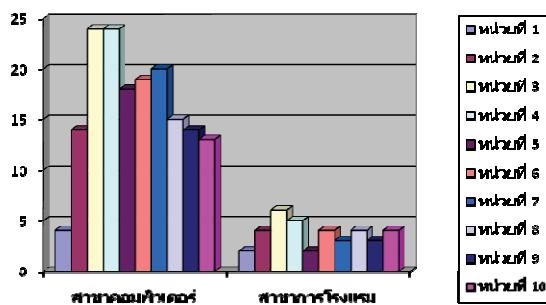
#### Abstract

*This research were carried out with the aim to 1) develop online exercises on Transaction Analysis in Accounting 1 2) to find out the efficiency validation 3) to find out the achievement comparative of this online exercises, and 4) to find out satisfaction of student towards online exercises with a 5E Teaching Technique. The example of this research were 19 students who studied in Computer Business1 and Hotel1 in Vocational Certificate Level 1 Chanthaburi Polytechnic College by Purposive Sampling and One Group Pretest-Posttest Design. The results of this research showed that the efficiency of the developed online exercises was 1.89 by using meguigan's formula. After using the critical online exercises, student's critical exercises achievement were statistically higher than those of the Pretest at the .01 level of significance. The learner's satisfaction found that the quality of online exercises were at high level.*

Keyword: 5E Teaching Technique, Online exercises.

## 1. บทนำ

ตามหลักสูตรประกาศนียบตั้งวิชาชีพ พ.ศ. 2535 (ปรับปรุง 2546) วิชาบัญชีเบื้องต้น 1 รหัสวิชา 2201-1002 เป็นวิชาชีพ พื้นฐานของนักเรียนในสาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจและสาขาวิชาการโรงแรม ของวิทยาลัยสารพัดช่างจันทบุรี จากการเก็บข้อมูลของผู้เรียน โดยการสังเกตพฤติกรรมและบันทึกหลังการสอนที่ผ่านมา พบว่า การทำแบบฝึกหัดในชั้นเรียน ใช้เอกสารเป็นจำนวนมาก ทำให้ผู้เรียนไม่เกิดความสนใจในการทำแบบฝึกหัด และเสียเวลาในการจัดทำเอกสารสำหรับครูผู้สอน ผู้สอนใช้ระยะเวลาในการตรวจแบบฝึกหัด ส่งผลทำให้สอนได้ไม่ตรงกับแผนการเรียน รู้ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนในรายวิชาบัญชีเบื้องต้น 1 ไม่ผ่านเกณฑ์ คือ ต่ำกว่า ร้อยละ 50 ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 แสดงจำนวนผู้เรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 50

จากภาพที่ 1 พบว่า ผู้เรียนไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 50 คือ หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 มากที่สุด ซึ่งวิชาบัญชีเบื้องต้น 1 หากผู้เรียนไม่เข้าใจเนื้อหาในหน่วยการเรียนรู้ที่ 3 จะส่งผลให้ผู้เรียนไม่สามารถใช้การวิเคราะห์และนำผลไปจากการวิเคราะห์ไปใช้ในหน่วยการเรียนรู้ถัด ๆ ไป ผู้วิจัยจึงเลือกหน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การวิเคราะห์รายการค้า มาทำการวิจัยเพื่อการแก้ปัญหาดังกล่าว จากการศึกษาเพื่อแก้ปัญหาผู้วิจัยนำเอาหลักการฝึกทักษะ (Training Skill) ตามทฤษฎี Drill & Practice ร่วมกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E พงษ์พันธ์ พงศ์โสภาค [1] ได้กล่าวถึงการฝึกทักษะว่า การที่จะ

ให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และเกิดทักษะในเรื่องใดนั้นจะต้องให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง โดยให้ผู้เรียนได้กระทำซ้ำ ๆ เพื่อเป็นการฝึกทักษะ รวมทั้งให้แรงเสริมความคุ้นเคยด้วย และพิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ [2] กล่าวว่า วิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E เป็นวิธีการที่ให้นักเรียนรู้จักกันคุ้ว่าหากความรู้ด้วยตนเอง ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และมีครูเป็นเพียงผู้อำนวยความสะดวกเพื่อสอดคล้องกับการเรียนการสอนในปัจจุบัน ที่เน้นทั้งความรู้และกระบวนการหากความรู้ด้วยตนเอง และเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ผู้วิจัยจึงจัดทำเว็บช่วยสอนเพื่อฝึกทักษะ เพื่อต้องการให้ผู้เรียนรู้จากการเรียนรู้และสามารถลงมือปฏิบัติได้ด้วยตนเอง ครูเป็นเพียงผู้ช่วยให้เน้น ให้ผู้เรียนมีความสนุกในการเรียน มีแรงจูงใจในการเรียนโดยผู้เรียนสามารถติดตามแบบแผนของแบบฝึกทักษะโดยผ่านเว็บช่วยสอน และผู้วิจัยนำกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E มาใช้ร่วมกับการจัดทำแบบฝึกทักษะจำนวน 8 แบบฝึกทักษะ เพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว

## 2. วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

2.1 เพื่อพัฒนาเว็บช่วยสอนเพื่อฝึกทักษะ เรื่อง การวิเคราะห์รายการค้า วิชาบัญชีเบื้องต้น 1 โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E

2.2 เพื่อหาประสิทธิภาพของเว็บช่วยสอนเพื่อฝึกทักษะ เรื่อง การวิเคราะห์รายการค้า วิชาบัญชีเบื้องต้น 1 โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E

2.3 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนก่อนและหลังเรียนจากการเรียนด้วยเว็บช่วยสอนเพื่อฝึกทักษะที่พัฒนาขึ้นโดยใช้ t-test

2.4 เพื่อหาความพึงพอใจของผู้เรียนหลังจากใช้เว็บช่วยสอนเพื่อฝึกทักษะที่พัฒนาขึ้น

## 3. วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

### 3.1 วิชาบัญชีเบื้องต้น 1

วิชาบัญชีเบื้องต้น 1 คือ วิชาชีพพื้นฐาน ของนักศึกษาใน



ระดับประกาศนียบตริวิชาชีพ ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ ธุรกิจ และสาขาวิชาการ โรงเรน อยู่ในหมวดวิชาชีพนี้ฐานะเวลาในการเรียน 1 ภาคเรียน ซึ่งผู้วิจัยได้เลือกหน่วยการเรียนนี้ที่ 3 เรื่อง การวิเคราะห์รายการค้ามาทำการศึกษา โดยผลการเรียนของผู้เรียนทุกคนผ่านเกณฑ์มาตรฐาน คือ ร้อยละ 65

### 3.2 เว็บช่วยสอนเพื่อฝึกทักษะ

เว็บช่วยสอนเพื่อฝึกทักษะ คือ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายเพื่อให้ผู้เรียนฝึกทักษะ เรื่อง การวิเคราะห์รายการค้า วิชาบัญชีเบื้องต้น 1 โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E ตามขั้นตอนของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี [3]

### 3.3 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี [3] ได้นำเสนอขั้นตอนในการเรียนการสอนแบบ 5 ขั้นตอน คือ 3.3.1 การนำเข้าสู่บทเรียน (Engagement) เป็นขั้นที่ให้ผู้สอนกระตุ้นเพื่อสร้างความสนใจแก่นักเรียน

3.3.2 การสำรวจ (Exploration) เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้แนวคิดที่มีอยู่แล้วมาขัดความสัมพันธ์กับหัวข้อที่กำลังจะเรียนให้เข้าเป็นหมวดหมู่

3.3.3 การอธิบาย (Explanation) ผู้สอนจัดให้ผู้เรียนมีกิจกรรมหรือกระบวนการเรียนรู้ นำความรู้ที่รวบรวมมาแล้วในขั้นที่ 2 มาใช้เป็นพื้นฐานในการศึกษา

3.3.4 การลงข้อสรุป (Elaboration) เน้นให้นักเรียนนำความรู้จากขั้นที่ผ่านมาแล้ว ขั้นที่ 2 และขั้นที่ 3 มาใช้อภิปรายภายในกลุ่มต้นเอง เพื่อลงข้อสรุปที่แสดงถึงความเข้าใจ

3.3.5 การประเมินผล (Evaluation) เป็นขั้นสุดท้าย ครุ เปิดโอกาสให้นักเรียนประเมินตนเองถึงแนวความคิดที่ได้สรุปในขั้นที่ 4

## 4. ขอขอบคุณ

### 4.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนระดับประกาศนียบตริวิชาชีพที่เรียนในรายวิชาบัญชีเบื้องต้น 1 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2554 ชั้นปีที่ 1 วิทยาลัยสารพัดช่าง จันทบุรี สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจและสาขาวิชาการ โรงเรน

จำนวน 19 คน โดยใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

### 4.2 รูปแบบการทดลอง

แบบแผนการทดลองแบบกลุ่มเดียวสอนก่อน-สอนหลัง (One-Group Pretest Posttest Design)

### 4.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาวิจัย แบ่งออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

4.3.1 เว็บช่วยสอนเพื่อฝึกทักษะ

4.3.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

4.3.3 แบบสอบถามวัดความพึงพอใจของผู้เรียน

### 4.4 ระยะเวลาในการดำเนินการวิจัย

ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลองดำเนินการในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2554 ระยะเวลาทดลอง จำนวน 2 สัปดาห์

## 5. วิธีการดำเนินการวิจัย

โดยยึดหลัก ADDIE MODEL [4] ดังนี้

### 5.1 ขั้นการวิเคราะห์ (Analysis)

ศึกษาหลักสูตรและคำอธิบายรายวิชาบัญชีเบื้องต้น 1 รวบรวมหัวข้อเรื่อง โดยการวิเคราะห์งาน (Task Analysis) ประเมินความสำคัญของหัวข้อเรื่อง (Topic Evaluation sheet) โดยคำนึงถึงคำอธิบายรายวิชาเป็นหลัก วิเคราะห์เนื้อหาสำคัญของหัวเรื่อง ซึ่งในเรื่อง การวิเคราะห์รายการค้า วิชาบัญชีเบื้องต้น 1 มี 4 หัวข้อเรื่อง และจัดลำดับความสำคัญของหัวเรื่องตามวัตถุประสงค์เชิงพุทธิกรรม 5 ข้อ (ดังนี้ 1) อธิบายความหมายของรายการค้าได้ 2) อธิบายหลักการวิเคราะห์รายการค้าได้ 3) อธิบายหลักการวิเคราะห์รายการค้าตามหลักบัญชีคู่ได้ 4) วิเคราะห์รายการค้าโดยแยกบัญชีด้านเดบิตและด้านเครดิตได้ และ 5) เรียกชื่อบัญชีได้

### 5.2 ขั้นการออกแบบ (Design) รายละเอียดดังนี้

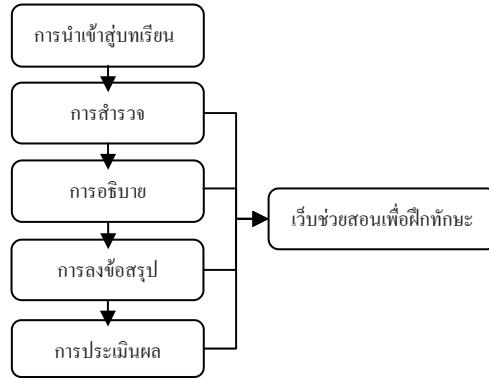
5.2.1 ออกแบบโครงสร้างของเว็บช่วยสอน

5.2.2 ออกแบบเค้าโครงเรื่องและบทดำเนินเรื่องในเว็บช่วยสอนเพื่อฝึกทักษะ จำนวน 8 แบบฝึกทักษะให้ตรงกับวัตถุประสงค์เชิงพุทธิกรรม ดังตารางที่ 1

### ตารางที่ 1 แบบฝึกหัดตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

แบบฝึกหัด	วัตถุประสงค์ เชิงพฤติกรรม
1. ความหมายของรายการค้า	1
2. การพิจารณารายการค้า	1
3. การวิเคราะห์รายการค้า	2
4. การวิเคราะห์รายการค้าตามหลักการเพิ่มผล	2
5. การวิเคราะห์รายการค้าตามหลักนัญช์คู่	3
6. การวิเคราะห์รายการค้าโดยแยกนัญช์ด้าน เดบิตและด้านเครดิต	4
7. การวิเคราะห์รายการค้าด้านเดบิตและเครดิต	4
8. การเรียงชื่อนัญช์	5

5.2.3 ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E โดยจัดทำ การเขียนแผนการเรียนรู้ ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E ในแผนการเรียนรู้

จากภาพที่ 2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E ขั้นที่ 2-5 ผู้เรียนปฏิบัติกิจกรรมตามขั้นตอนในเว็บช่วยสอนเพื่อฝึกหัด และนำคะแนนจากแบบทดสอบก่อนเรียนจากขั้นการสำรวจ และแบบทดสอบหลังเรียนจากขั้นประเมินผลซึ่งอยู่ในเว็บช่วยสอนเพื่อฝึกหัด

### 5.3 ขั้นการพัฒนา (Development)

ขั้นตอนที่ 1 ดำเนินการสร้างเว็บช่วยสอนเพื่อฝึกหัดตาม ผังการดำเนินเรื่องที่ได้ออกแบบไว้ โดยการสร้างตัวบทเรียน สร้างด้วยภาษา PHP โปรแกรม Photoshop, Macromedia Flash, Adobe Captivate 3

ขั้นตอนที่ 2 การนำเสนอได้ติดตั้งไว้บนระบบบริการ จัดการเรียนรู้ (LMS) บนเว็บไซต์ [www.krujaruwan.com](http://www.krujaruwan.com)

### ขั้นตอนที่ 3 ปรับปรุงแก้ไข

#### 5.4 ขั้น การนำไปใช้ (Implement)

5.4.1 การทดลองใช้ในขั้นแอลfa (Alpha Stage) โดย นำไปใช้ด้วยตนเองว่าทำงานได้ตรงตามขอบเขตที่ต้องการหรือไม่

5.4.2 การทดลองใช้ในขั้นเบต้า (Beta Stage) นำไป ทดลองใช้กับกลุ่มอื่นที่ยังไม่เคยผ่านการศึกษา 3 ขั้นตอน ดังนี้

(1) การทดลองใช้รายบุคคล แบ่งเป็นกลุ่มเก่ง 1 คน กลุ่มปานกลาง 1 คน และกลุ่มอ่อน 1 คน นำข้อมูลไปปรับปรุง แก้ไขก่อนนำไปใช้ในขั้นตอนที่ (2) ต่อไป

(2) การทดลองใช้กลุ่มย่อย (Small Group Pilot) คัดเลือกเด็กที่สุ่มแบบง่าย จำนวน 10 คน นำไปปรับปรุงแก้ไข

(3) การตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญ 3 ด้าน ๆ ละ 3 คน รวม 9 คน ได้แก่ ด้านเนื้อหา ด้านเทคนิคและด้านการจัด กิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E ซึ่งผลการประเมินภาพรวมอยู่ใน ระดับดี ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.19

5.5 ขั้นการประเมินผล (Evaluation) คือ การนำไปทดสอบ กับนักเรียนกลุ่มทดลองจริง คือ นักศึกษาระดับประกาศนียบัตร วิชาชีพ ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจและสาขาวิชาการ โรงแรม จำนวน 19 คน

### 6. ผลการดำเนินงาน

จากการดำเนินการวิจัย ได้ผลดังนี้

6.1 ผลการพัฒนาเว็บช่วยสอนเพื่อฝึกหัด เว็บช่วยสอน เพื่อฝึกหัดจำนวน 8 แบบฝึกหัด ดังภาพที่ 3 และการเก็บ คะแนนเพื่อวัดผลการเรียนรู้ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 3 แบบฝึกหัดที่ 1 เรื่อง ความหมายของรายการค้า



ที่เรียน	รหัสผู้เรียน	ชื่อ-นามสกุล	Pre1	ผลการประเมิน							หมายเหตุ	
				1	2	3	4	5	6	7	Post1	
1	5422010001	นางสาวนฤมล ไกรวงศ์	5	10	12							
2	5422010004	นางสาวญาณี ลักษณ์	6	8	13	21						
3	5422010005	นางสาวอรุณี ล้านนา	6	15	14	22	16	30	13	25	12	9
4	5422010006	นางสาวอรุณี ล้านนา	3	16	15	25	15	33	14	24	11	8
5	5422010007	นางสาวทิพย์ ล้านนา	4	18	15	27	19	33	13	25	12	11
6	5422010008	นางสาวนฤมล ไกรวงศ์	5	12	10	21						
7	5422010010	นางสาวพัชรินทร์ ไกรวงศ์	6	15	12	24	18	32	14	24	12	11
8	5422010012	นางสาวนฤมล ไกรวงศ์	5	18	14	26	18	30	11	23	10	6
9	5422010015	นางสาวอรุณี ล้านนา	6	19	14	28	17	33	14	22	11	18
10	5422010016	นางสาวนฤมล ไกรวงศ์	5	10	13	21						
11	5422010020	นางสาวอรุณี ล้านนา	6	19	14	28	19	33	15	23	12	11
12	5422010023	นางสาวนฤมล ไกรวงศ์	7	19	15	29	20	33	15	24	12	13
13	5422010022	นางสาวนฤมล ไกรวงศ์	4	20	14	29	20	33	14	25	12	11

หมายเหตุ: Pre1 คือ ผลการประเมินก่อนเรียน และ Post คือ ผลการประเมินหลังเรียน

#### ตารางที่ 4 คะแนนวัดผลการเรียนรู้หลังเรียนของผู้เรียน

6.2 ผลการหาประสิทธิภาพของเว็บช่วยสอนเพื่อฝึกทักษะ เมื่อนำผลคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนของผู้เรียนมาวิเคราะห์หาค่าประสิทธิภาพตามสูตรของเมกุยเกนส์ พบว่ามีค่าเท่ากับ 1.89 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ที่ 1.50 ดังแสดงในตารางที่ 2

#### ตารางที่ 2 การหาประสิทธิภาพของเว็บช่วยสอนเพื่อฝึกทักษะ

คะแนน	N	คะแนน เต็ม	$\bar{X}$	S.D.	ประสิทธิภาพ (เมกุยเกนส์)
ก่อนเรียน	19	15	5.58	1.07	1.89
หลังเรียน	19	15	10.58	1.43	

#### 6.3 ผลการทดสอบสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน

การวิเคราะห์การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E โดยนำคะแนนจากการทดสอบหลังเรียนเปรียบเทียบกับคะแนนทดสอบก่อนเรียน มาวิเคราะห์โดยการทดสอบค่าที่ (t-test) ได้ผลดังตารางที่ 3

#### ตารางที่ 3 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน

คะแนน	N	คะแนน เต็ม	$\bar{X}$	S.D.	t
ก่อนเรียน	19	15	5.58	1.07	4.79*
หลังเรียน	19	15	10.58	1.43	

\*นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01,  $df=18$

จากการคำนวณค่า t มีค่าเท่ากับ 4.79 และเมื่อเปิดตารางแจกแจง T-Distribution One-tail ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .01 โดยค่า  $df = 19-1$  คือ 18 ตารางค่า t มีค่าเท่ากับ 2.552 พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E สูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

#### 6.4 ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของผู้เรียน

จากการวิเคราะห์ผลการตอบแบบสอบถาม โดยใช้ค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ดังตารางที่ 4

#### ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของผู้เรียน

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	แปลผล
1. ข้าพเจ้ามีความสุขกับการเรียนเรื่อง การวิเคราะห์รายการค้า	4.63	0.60	มาก ที่สุด
2. ข้าพเจ้าอยากรู้เรื่อง เรื่อง การวิเคราะห์รายการค้า วิชาบัญชีเบื้องต้น 1	4.16	0.37	มาก
3. ข้าพเจ้าถ้าได้แสดงออกในด้านต่าง ๆ เมื่อได้เรียนวิชานี้	4.68	0.48	มาก ที่สุด
4. ข้าพเจ้าสามารถเรียนรู้และเข้าใจ เนื้อหาได้ด้วยตนเองจากการศึกษาใน เว็บช่วยสอนเพื่อฝึกทักษะ	4.37	0.50	มาก
5. ข้าพเจ้าเห็นว่าการเรียนโดยใช้เว็บ ช่วยสอนเพื่อฝึกทักษะทำให้เกิดความ น่าสนใจมากขึ้น	4.16	0.60	มาก
6. ข้าพเจ้าได้แสดงความสามารถในการ ทำกิจกรรมกลุ่ม เมื่อได้เรียน เรื่อง การ วิเคราะห์รายการค้า	4.21	0.42	มาก
7. ข้าพเจ้าเห็นว่าการแบ่งเวลาในการ เรียนด้วยเว็บช่วยสอนเพื่อฝึกทักษะมี ความเหมาะสม	4.26	0.56	มาก
8. ข้าพเจ้าเห็นว่าการเรียนโดยใช้เว็บ ช่วยสอนเพื่อฝึกทักษะจะทำให้เข้าใจ เนื้อหาที่เรียนได้มากขึ้น	4.21	0.54	มาก
9. ข้าพเจ้าเห็นว่าการเรียนโดยใช้เว็บ ช่วยสอนเพื่อฝึกทักษะทำให้เข้าใจ เนื้อหาที่เรียนได้มากขึ้น	4.11	0.32	มาก
10. การเรียน เรื่อง การวิเคราะห์รายการ ค้า ข้าพเจ้ามีโอกาสแลกเปลี่ยนความ คิดเห็นกับเพื่อนในชั้นเรียน	4.21	0.42	มาก
11. ข้าพเจ้าเห็นว่าการเรียนโดยใช้เว็บ ช่วยสอนเพื่อฝึกทักษะมีความเข้าใจใน เนื้อหาได้รวดเร็วขึ้น	4.21	0.54	มาก
12. สรุปข้าพเจ้ามีความพึงพอใจในการ เรียน โดยใช้เว็บช่วยสอนเพื่อฝึกทักษะ เรื่อง การวิเคราะห์รายการค้า วิชาบัญชี เบื้องต้น 1	4.26	0.45	มาก
ผลรวมการประเมินความพึงพอใจ	4.29	0.48	มาก

จากตารางที่ 4 พบว่า เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ ข้อที่ 1 และ 3 อยู่ในเกณฑ์ที่ผู้เรียนมีระดับความพึงพอใจอยู่ในเกณฑ์มากที่สุด และมีค่าเฉลี่ย  $\bar{X}$  ) โดยรวมเท่ากับ 4.29 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 0.48 อยู่ในระดับความพึงพอใจมาก

## 7. สรุปผล

ผลจากการวิจัย พบว่า การนำเว็บช่วยสอนเพื่อฝึกทักษะโดยจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E มาปรับใช้ในกิจกรรมการเรียนการสอน ซึ่งผู้เรียนสามารถค้นคว้าหาข้อมูลได้ด้วยตนเอง ผู้เรียนสามารถโต้ตอบกับเพื่อนร่วมชั้นเรียนรวมทั้งครุผู้สอนได้ทันที ผู้เรียนทราบคะแนนของการทำแบบฝึกทักษะของตนเองและเพื่อนร่วมชั้นเรียน ทำให้เกิดความน่าสนใจในการเรียนในชั้นเรียนมากขึ้น และผู้สอนสามารถตรวจสอบผลคะแนนของผู้เรียนได้ทันที ส่งผลให้เว็บช่วยสอนเพื่อฝึกทักษะมีประสิทธิภาพเท่ากับ 1.89 ตามเกณฑ์มาตรฐานแบบเมกุยแกนส์ ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ ศศิลักษณ์ [5] ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาบทเรียนแบบฝึกทบทวนอินเทอร์เน็ต เรื่อง การใช้งาน Windows XP เบื้องต้น วิชาคอมพิวเตอร์เพื่องานอาชีพ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐานของ เมกุยแกนส์ เท่ากับ 2.207

ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนด้วยเว็บช่วยสอนเพื่อฝึกทักษะของกลุ่มตัวอย่างที่ใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของอารีย์ [6] ได้ทำการวิจัยเรื่อง การเปรียบเทียบผลการเรียนรู้กับสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง โจทย์ปัญหาระคน โดยใช้วิจัยการเรียนรู้ 5E กับการเรียนรู้ปกติ จากผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาระคนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มที่ใช้วิจัยการเรียนรู้ 5E สูงกว่ากลุ่มการเรียนรู้ปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ความพึงพอใจในการเรียนของผู้เรียนที่เรียนด้วยเว็บช่วยสอนเพื่อฝึกทักษะ โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E อยู่ในระดับมาก ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของนงนิภา [7] ได้ทำ

งานวิจัยเรื่อง การเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ของนักศึกษาที่เรียนผ่าน E-learning กับผลการเรียนรู้ของนักศึกษาที่เรียนตามปกติ ในวิชาการควบคุณและการตรวจสอบภายใน จากผลการวิจัยพบว่า นักเรียนให้ความคิดเห็นต่อรูปแบบการเรียนการสอนแบบ E-learning : Moodle อยู่ในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.12

## 8. ข้อเสนอแนะ

ควรพัฒนาเว็บช่วยสอนที่มีการวิเคราะห์ความสามารถของผู้เรียนแต่ละคน จัดเนื้อหาให้แก่ผู้เรียนได้ตรงตามความสามารถของแต่ละบุคคลเพื่อสนับสนุนการเรียนรู้ความแตกต่างระหว่างบุคคล และเปรียบเทียบผลที่ได้กับการนำเสนอเนื้อหาแบบเชิงเส้น

## 9. เอกสารอ้างอิง

- [1] พงษ์พันธ์ พงษ์ไสวภา. จิตวิทยาการศึกษา. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช, 2542.
- [2] พิมพ์พันธ์ เศษคุปต์. วิธีวิทยาการสอนวิทยาศาสตร์ทั่วไป. กรุงเทพฯ : สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.), 2544.
- [3] สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. คู่มือวัดผล ประเมินผลวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : เอส.พี.อีน. การพิมพ์, 2549.
- [4] มนต์ชัย เทียนทอง. การออกแบบและพัฒนาครรสแวร์สำหรับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : ศูนย์ผลิต ตำราเรียน สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2545.
- [5] ศศิลักษณ์ ไชยตัน. การพัฒนาบทเรียนแบบฝึกทบทวนอินเทอร์เน็ต เรื่องการใช้งาน Window XP เบื้องต้น วิชาคอมพิวเตอร์เพื่องานอาชีพ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ วิทยาลัยเทคนิค สมุทรปราการ. ปัจุบันพิเศษ คณิตครุศาสตร์อุดสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2551.
- [6] อารีย์ ปานณ. การเปรียบเทียบผลการเรียนรู้กับสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง โจทย์ปัญหาระคน โดยใช้วิจัยการเรียนรู้ 5E กับการเรียนรู้ปกติ. วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์ มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี, 2550.
- [7] นงนิภา คลุยานนท์. การเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ของนักศึกษาที่เรียนผ่าน E-learning กับผลการเรียนรู้ของนักศึกษาที่เรียนตามปกติในวิชาการควบคุณและการตรวจสอบภายใน. วิทยานิพนธ์ คณิตการบัญชีมหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์, 2552.



การศึกษารอบแนวคิดรูปแบบการเรียนรู้ด้วยบทเรียนช่วยสอนคอมพิวเตอร์หน้าจอสัมผัส  
ระบบปฏิบัติการแอนดรอย รายวิชาคอมพิวเตอร์เบื้องต้น ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5  
ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคชันนิสชิ่ม

**The study framework of learning lesson to computer-assisted instruction tablet device through android operating system in basic computer subjects of constructivism theory**

กองทอง บุหริ่ง<sup>1</sup> ดวงกมล โพธินาค<sup>2</sup>

สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ ภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา  
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ  
kogee@hotmail.co.th<sup>1</sup>, dbm@kmutnb.ac.th<sup>2</sup>

### บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อศึกษาเอกลักษณ์ แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบการเรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนหน้าจอสัมผัสระบบปฏิบัติการแอนดรอย และการเรียนรู้แบบสอนคอนสตรัคชันนิสชิ่ม 2) เพื่อนำเสนอกรอบแนวคิดรูปแบบการเรียนรู้โดยการใช้สื่อหน้าจอสัมผัสระบบปฏิบัติการแอนดรอย 3) เพื่อประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการเรียนรู้ด้วยบทเรียนช่วยสอนคอมพิวเตอร์เบื้องต้นตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคชันนิสชิ่ม กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ คือ ผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด 9 ท่าน แบ่งออกเป็นด้านเทคนิค 3 ท่าน ด้านการศึกษา 3 ท่าน และด้านผู้ใช้งานระบบปฏิบัติการแอนดรอย 3 ท่าน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ รูปแบบการเรียนรู้โดยการสร้างจากโปรแกรมอีคลิป และแบบประเมินความเหมาะสม โดยการนำไปเก็บข้อมูลและรวบรวมข้อมูลด้วยสถิติพื้นฐาน ค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน พนวณผลการประเมินความเหมาะสมของรูปแบบที่ผู้เชี่ยวชาญได้พัฒนาขึ้น อยู่ในระดับดี

**คำสำคัญ:** แท็บเล็ต แอนดรอย

### Abstract

The purposes of research were 1) to study the theories related to learning styles with a touch screen computer assisted instruction system android and learning with constructivist theory 2) to provide a framework for learning by the use of the touchscreen operating system android 3) to assess the appropriateness of the study of learning lesson to computer-assisted instruction lesson tablet device through android operating system in basic computer subjects of constructivist theory. The purposive sample were 9 experts in technical research, technical 3 users, education 3 users, android user 3 users. Equipment used in this research is a form of learning by building from

*Eclipse and evaluation in its data collection and compilation of basic data were averaged and the standard deviation of the results of the evaluation of the model developed in this study.*

**Keyword:** tablet android

## 1. บทนำ

ในปัจจุบัน ได้มีการพัฒนานำแอคอมพิวเตอร์มาช่วยเสริมทักษะในการเรียนรู้ให้กับผู้เรียน เพื่อเพิ่มความน่าสนใจของบทเรียนคอมพิวเตอร์ทางด้านของภาพ เสียง ภาพเคลื่อนไหว ได้มีการพัฒนาให้สามารถถ้าความรู้ การเรียนผ่านระบบโทรศัพท์มือถือ [2] การถ้าข้อมูลผ่านระบบอินเทอร์เน็ตบนอุปกรณ์แบบหน้าจอสัมผัส ผ่านเครื่องคอมพิวเตอร์ แนวโน้มของการนำอาอุปกรณ์แบบหน้าจอสัมผัส มาประยุกต์ใช้ในระบบการเรียนการสอนมีแนวโน้มเพิ่มมากยิ่งขึ้นจากการนำเสนอโดยนายนันสนุนอุปกรณ์ “แท็บเล็ตเพื่อการศึกษา” ในชุดของรัฐบาลปัจจุบัน ให้แก่ผู้เรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 [1] และในระบบการเรียนการสอนของต่างประเทศที่ได้มีการวางแผนการในอนาคตจะให้มีการเปลี่ยนอาอุปกรณ์การศึกษาของโรงเรียนในชั้นประถมศึกษาจากการถ่ายมาเป็นตำราเรียนแบบดิจิทัล [7] โดยการนำมาใช้ควบคู่กับระบบการเรียนการสอนแบบดั้งเดิม จุดเด่นของการใช้อุปกรณ์แบบหน้าจอสัมผัส คือ มีน้ำหนักเบา และมีหน้าจอสัมผัส มีหน่วยความจำที่สามารถบันทึกข้อมูลหนังสือ ได้เป็นจำนวนมาก ซึ่งจะช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความกระตือรือร้นที่จะใช้อุปกรณ์ควบคู่ไปกับการเรียนแบบดิจิทัล ผู้เรียนสามารถพกพาอุปกรณ์ที่ได้บรรจุบทเรียนในแต่ละวิชา ไปทบทวนบทเรียนได้ทุกที่ ทุกเวลา การใช้อุปกรณ์แบบหน้าจอสัมผัส นี้มีความได้เปรียบในเรื่องของความทันสมัย ง่ายต่อการพกพา และความสะดวกในการใช้งาน นอกเหนือนี้ยังสามารถใช้อุปกรณ์แบบหน้าจอสัมผัส เป็นแหล่งค้นหาความรู้ อ่านหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เนื่องจากประโยชน์ของอุปกรณ์แบบหน้าจอสัมผัส ทำให้ประเทศเกาหลีใต้ได้มีแผนการปรับระบบการศึกษาแบบเดิมมาเป็นระบบการเรียนรู้แบบดิจิทัล โดยกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้มีการประกาศเดริย์มนประมาณ 2.2 ล้านล้านวอน เพื่อใช้เป็นปีหมายในการเปลี่ยนอุปกรณ์การศึกษาของโรงเรียนในระดับชั้นประถมศึกษา จากการใช้กระดาษเป็นตำราเรียนแบบดิจิทัล

จิทัล บนอุปกรณ์แบบหน้าจอสัมผัส เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนรู้ให้มากขึ้น ในปี 2558 โดยหนังสือตำราดิจิทัลผ่านแท็บเล็ต นั้นจะมีรูปแบบอิบุ๊ก (E-Book) ที่ประกอบไปด้วย สื่อมัลติมีเดีย วิดีโอ ภาพเคลื่อนไหว เสียง ผ่านระบบคอมพิวเตอร์ ที่ใช้ในการเรียนการสอนในรูปแบบระบบ Cloud Computing สำหรับโรงเรียน ได้มีเชื่อมต่อข้อมูลเพื่อให้เข้าถึงทุกๆ โรงเรียน เพื่อเข้าถึงระบบฐานข้อมูลตำราดิจิทัลทั้งหมดและสามารถดาวน์โหลดเนื้อหาวิชาต่างๆ ลงในคอมพิวเตอร์แท็บเล็ต โดยทางกระทรวงได้มีแผนที่จะให้แท็บเล็ต ฟรีแก่นักเรียนที่มีรายได้น้อย รวมถึงเนื้อหาตำราเรียนที่ต้องการมาใช้ในการสอน หลักสูตรในอนาคตคาดว่า แท็บเล็ต จะเป็นที่นิยมมาใช้ในการเรียนการสอนมากขึ้น นอกเหนือนี้ในแผนการสอนออนไลน์ จะอนุญาตให้นักเรียนที่ขาดเรียนได้เรียนเนื้อหาเป็นรายชั่วโมง ผ่านทางระบบออนไลน์บนอินเทอร์เน็ต เที่ยงเท่ากับการเข้าเรียนในชั้นเรียน ซึ่งการเรียนผ่านออนไลน์นี้ ไม่ใช้กับนักเรียนที่แม่ป่วยไม่สามารถเดินทางมาเรียนได้ ก็ได้ศึกษาเรียนรู้อย่างต่อเนื่องตามทันนักเรียนที่เรียนอยู่ในชั้นเรียนได้

การใช้มัลติมีเดียทางการเรียนการสอนก็เพื่อเพิ่มทางเลือกในการเรียน และตอบสนองรูปแบบของการเรียนของนักเรียนที่แตกต่างกัน ทำให้การสอนมีประสิทธิภาพมากกว่าการใช้วัสดุการสอนธรรมชาติ การเตรียมนำเสนอด้วยย่างเป็นขั้นเป็นตอน และใช้สื่อประเภทภาพประกอบการบรรยาย และใช้ข้อความนำเสนอในส่วนรายละเอียดพร้อมภาพเคลื่อนไหว หรือ Animation ก็จะทำให้การสอนมีประสิทธิภาพสูงขึ้น คุณค่าของมัลติมีเดียที่ใช้ในการเรียนการสอนนั้น จะช่วยส่งเสริมการเรียนด้วยตนเอง เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ได้ดีขึ้น เป็นสื่อที่สามารถพัฒนาการตัดสินใจและการแก้ไขปัญหาของนักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ และใช้เวลาในการเรียนน้อย [8] สอดคล้องกับ Stickle [14] กล่าวว่า การใช้ tablet PC เข้ามาช่วยในระบบการเรียนการสอนของอาจารย์นั้น โดยทั่วไปผู้เรียนจะ



มีรูปแบบของการเรียนรู้ของแต่ละคนแตกต่างกัน การมีเครื่องมือใหม่นั้น หมายถึง ผู้เรียนจะมีช่องทางการเรียนรู้ได้มากกว่าการเรียนบนกระดานดำ ในขั้นแรก การประเมินผลการใช้ tablet PC เป็นเครื่องมือในการสอนเป็นร่องที่สำคัญในการตัดสินใจ ผู้เรียนจะได้รับการนำเสนอวัสดุประสังค์ของบทเรียน มากขึ้นใน tablet PC ของผู้เรียนต่างกันแต่ละคอร์ส และให้เวลาในการศึกษา 3 ภาคการศึกษา ได้ทำการสำรวจผลในปลายภาคการศึกษา จากการประเมินผลผู้ใช้ 56% ของผู้เรียนที่ใช้ tablet PC ช่วยเพิ่มประสบการณ์การเรียนรู้

การเรียนการสอนวิชาคอมพิวเตอร์ในปัจจุบัน ได้มีความมุ่งหวังให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ได้จริงในชีวิตประจำวัน ดังนั้นการนำเสนอบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน นาข่าวรู้ในการพัฒนาการเรียนการสอน โดยจัดทำสื่อการสอนจะช่วยในการเสริมแรงให้กับผู้เรียน ให้มีความน่าสนใจยิ่งขึ้น สถาคล้องกับ มิตร[10] กล่าวว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถทำให้ผู้เรียนเรียนรู้ได้บรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ได้ และสื่อการสอนแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์

## 2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

2.1 เพื่อศึกษาเอกสาร แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบการเรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนหน้าจอสัมผัสระบบปฏิบัติการแอนดรอย และการเรียนรู้แบบสอนสตักรักชั้นนิสชั่น

2.2 เพื่อนำเสนอกรอบแนวคิดรูปแบบการเรียนรู้โดยการใช้สื่อหน้าจอสัมผัสระบบปฏิบัติการแอนดรอย

2.3 เพื่อประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการเรียนรู้ด้วยบทเรียนช่วยสอนคอมพิวเตอร์หน้าจอสัมผัสระบบปฏิบัติการแอนดรอย รายวิชาคอมพิวเตอร์เบื้องต้นตามแนวคิดทฤษฎีสอนสตักรักชั้นนิสชั่น

## 3. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.1 ทฤษฎีสอนสตักรักชั้นนิสชั่น(Constructionism) หรือทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง เป็นทฤษฎีการเรียนรู้ที่

เน้นผู้เรียนเป็นผู้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองทฤษฎีสอนสตักรักชั้นนิสชั่น มีสาระสำคัญว่า ความรู้ไม่ใช่มาจากการสอนของครูหรือผู้สอนเพียงอย่างเดียว แต่ความรู้จะเกิดขึ้นและถูกสร้างขึ้นโดยผู้เรียนเอง การเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้ดีก็ต่อเมื่อผู้เรียนได้ลงมือกระทำด้วยตนเอง

3.2 ไฟล์ apk คือ ตัวแพคเกจที่รวบรวมไฟล์ในการติดตั้งโปรแกรมต่างๆบน Android

3.3 โซเชียลเน็ตเวิร์ค คือ การเชื่อมโยงข้อมูลบนระบบสังคมออนไลน์ผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

3.4 มหาวิทยาลัยศรีนครินทร์วิทยาเขตศรีราชา ได้ศึกษาทำการวิจัยเรื่องนักเรียนใช้แท็บเล็ตในการเรียน ได้สรุปผลนักเรียนใช้แท็บเล็ตในการเรียน ที่มีทั้งข้อดีและข้อเสียจากการใช้แท็บเล็ตเพื่อการศึกษามีผลเบื้องต้นว่า การใช้แท็บเล็ตทำให้นักเรียนมีความสนใจค้นคว้ามากขึ้นอย่างชัดเจน ขณะที่ก็มีผลกระทบต่อสายตาของนักเรียนอย่างชัดเจนชั่นกัน เช่น มีอาการคื่นตา ปวดตา น้ำตาไหล นักเรียนมีเวลาอนพักผ่อนลดลง แต่ไม่มีผลต่อสมรรถภาพของนักเรียน

## 4. อุปกรณ์และวิธีการวิจัย

### 4.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย คือ ผู้ใช้ชีวิตรายวัน คือ ค้านการศึกษา และผู้ใช้งานระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ จำนวน 9 ท่าน สัมผัส ระดับปริญญาโทขึ้นไป จำนวน 9 ท่าน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ ผู้ใช้ชีวิตรายวัน คือ ค้านการศึกษา และค้านผู้ใช้งานระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ระดับปริญญาโทขึ้นไป จำนวน 9 ท่าน

### 4.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยมีดังต่อไปนี้

4.2.1 อุปกรณ์หน้าจอสัมผัสระบบปฏิบัติการแอนดรอย คือ อุปกรณ์คอมพิวเตอร์แบบพกพาที่มีหน้าจอสัมผัส มีหน้าจอขนาด 5.0 นิ้ว ความละเอียด 1,024 X 768 พิกเซล หน่วยบันทึกภายใน 16 กิกะไบต์ และสามารถต่อเขื่อมอินเทอร์เน็ตไว้สาย

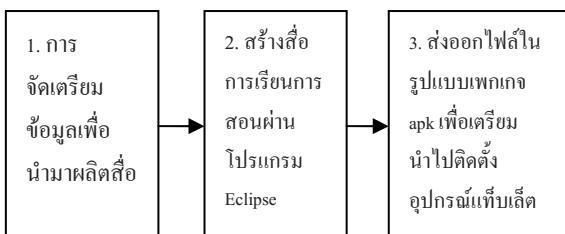


ภาพที่ 1 อุปกรณ์แท็บเล็ต

4.2.2 สื่อการเรียนรู้ในรูปแบบของ apk คือ สื่อการรู้ที่สร้างขึ้นจากโปรแกรม Eclipse และทำการส่งออกไฟล์ในรูปแบบของ apk เพื่อนำไป install ลงอุปกรณ์ Tablet

4.3.3 โซเชียลเน็ตเวิร์ค คือ การเชื่อมโยงข้อมูลระหว่างเครื่องแท็บเล็ตและระบบสังคมออนไลน์โซเชียลเน็ตเวิร์ค โดยการส่งผลการเรียนรู้ของผู้เรียนผ่านระบบโซเชียลเน็ตเวิร์คให้กับครุผู้สอนทราบ

4.4.4 การพัฒนาสื่อเพื่อใช้ประกอบการเรียนการสอน การพัฒนาสื่อเพื่อใช้ประกอบการเรียนการสอนสามารถจำแนกออกมาได้ดังภาพ



ภาพที่ 2 ขั้นตอนการพัฒนาสื่อ

## 5. วิธีดำเนินการวิจัย

สามารถอธิบายขั้นตอนการพัฒนาสื่อได้ดังนี้

5.1 ศึกษาบทความ เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยผู้วิจัยได้ทำการศึกษาทฤษฎีสอนสตรัคชั่นนิสซึ่ม

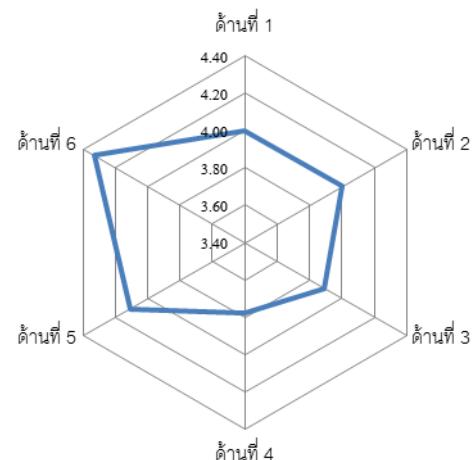
วิธีการสร้างสื่อบนโปรแกรม eclipse เพื่อนำมาพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ ศึกษางานวิจัย

5.2 ศึกษาการจัดเนื้อหาที่จะนำมาสร้างสื่อโดยการศึกษาเนื้อหาที่เรียนคอมพิวเตอร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ในรูปแบบของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ E-book โดยพัฒนาสื่อผ่าน

โปรแกรม Eclipse กำหนดให้ใช้ได้กับระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ตั้งแต่เวอร์ชัน 2.0 ขึ้นไป และทำการส่งออกไฟล์ทั้งหมดเป็นแพคเกจในรูปแบบของ apk เพื่อนำไปอินсталลงเครื่องแท็บเล็ต

5.3 กำหนดคุณผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย ผู้วิจัยได้กำหนดคุณผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้องจะต้องมีประสบการณ์เกี่ยวกับการใช้งานอุปกรณ์ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์และมีคุณภาพดีตั้งแต่ระดับปริญญาโทขึ้นไป

5.4 แบบประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการวิจัยที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น มีลักษณะเป็นแบบประเมินค่า 5 ระดับ แบ่งออกเป็น 3 ด้าน ได้แก่ 1. การประเมินด้านการประยุกต์ใช้งานเพื่อการเรียนการสอน 2. การประเมินด้านการนำเสนอเนื้อหาพัฒนาบทเรียน 3. การประเมินด้านการใช้สื่อการสอนบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ 6 หน้าจอสัมผัส (แท็บเล็ต) 4. การประเมินด้านการกิจกรรมการเรียนรู้และใบงาน 5. การประเมินด้านความเหมาะสมของสื่อการเรียนรู้ด้วย Social Network 6. การประเมินโดยภาพรวม

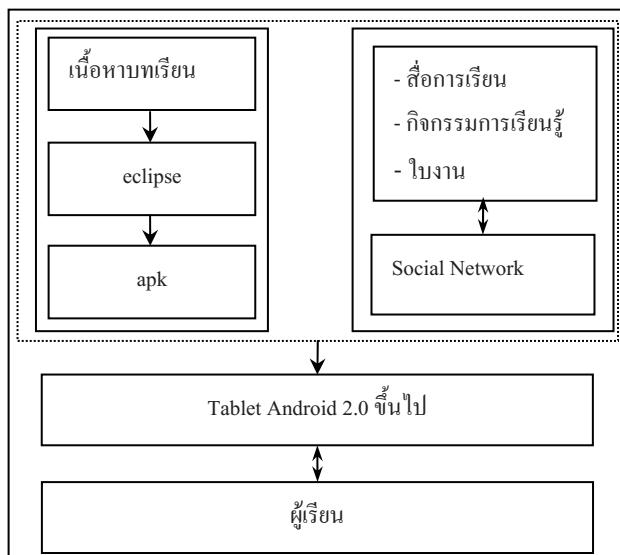


ภาพที่ 3 ผลการประเมินความเหมาะสม

5.5 นำเสนอกรอบแนวคิดการศึกษารูปแบบการเรียนรู้ด้วยบทเรียนช่วยสอนคอมพิวเตอร์หน้าจอสัมผัส ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ รายวิชาคอมพิวเตอร์เบื้องต้น ตามแนวคิดทฤษฎีสอนสตรัคชั่นนิสซึ่ม เพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้องได้ทำการประเมินผล โดยผู้วิจัยได้ส่งแบบประเมินให้

ผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด 9 คน เพื่อทำการประเมินรูปแบบการเรียนรู้ และรับข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้อง

5.6 ปรับปรุงแก้ไขและสรุปผล ผู้วิจัยได้ทำการปรับปรุงรูปแบบการเรียนรู้ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้อง



ภาพที่ 4 กรอบแนวคิด

## 6. การเก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้นำรูปแบบการพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ด้วยคอมพิวเตอร์หน้าจอสัมผัสระบบปฏิบัติการแอนดรอย รายวิชาคอมพิวเตอร์ ชั้นปредมหภาคภาษาปีที่ 5 ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคชันนิสต์และแบบประเมินความเหมาะสมสมของรูปแบบที่ได้พัฒนา เพื่อการใช้งานบนระบบปฏิบัติการแอนดรอย ให้ผู้เชี่ยวชาญทำการประเมินผลความเหมาะสม และเก็บรวบรวมผลการประเมินผล เพื่อนำไปวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผลการวิจัยในขั้นต่อไป

## 7. ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

### สรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

7.1 การศึกษารูปแบบการเรียนรู้ด้วยบทเรียนช่วยสอนคอมพิวเตอร์หน้าจอสัมผัสระบบปฏิบัติการแอนดรอย รายวิชาคอมพิวเตอร์เบื้องต้นชั้นปредมหภาคภาษาปีที่ 5 ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคชันนิสต์ มีองค์ประกอบที่สำคัญ คือ 1) おくปกรณ์

แท็บเล็ต 2) บทเรียนช่วยสอนบนอุปกรณ์แท็บเล็ต 3) ระบบโทรศัพท์มือถือ

7.2 ผลการประเมินความเหมาะสมสมของรูปแบบที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นแบ่งออกเป็น 5 ด้าน ได้แก่ 1. การประเมินด้านการประยุกต์ใช้งานเพื่อการเรียนการสอน 2. การประเมินด้านการนำเสนอเนื้อหาพัฒนาบทเรียน 3. การประเมินด้านการใช้สื่อการสอนบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยหน้าจอสัมผัส (แท็บเล็ต) 4. การประเมินด้านกิจกรรมการเรียนรู้และใบงาน 5. การประเมินด้านความเหมาะสมสนับสนุนการเรียนด้วย Social Network 6. การประเมินโดยภาพรวม อยู่ในระดับดี

## 8. เอกสารอ้างอิง

- [1] กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร. แท็บเล็ต. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : [http://www.mict.go.th/ewt\\_news.php?nid=5282&filename=index](http://www.mict.go.th/ewt_news.php?nid=5282&filename=index) (วันที่ค้นข้อมูล : 2 พฤษภาคม 2555).
- [2] ครุฑัย แจกแท็บเล็ตนักเรียน ป.1 นโยบายสู่การปฏิบัติ. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : [http://www.kruthai.info/view.php?article\\_id=29](http://www.kruthai.info/view.php?article_id=29) (วันที่ค้นข้อมูล 9 พฤษภาคม 2555)
- [3] แท็บเล็ตดีอทคอม แท็บเล็ตคืออะไร [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <http://www.tabletd.com/articles/289> (วันที่ค้นข้อมูล : 2 พฤษภาคม 2555).
- [4] ศุนย์ข่าวการศึกษาไทย. นศว.วิจัยเด็กใช้แท็บเล็ต ปวคต้า พักผ่อนน้อยลง แต่คืนค่าวิ่งเพิ่ม [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : [http://www.enn.co.th/2759-นศว\\_วิจัยเด็กใช้แท็บเล็ต\\_ปวคต้า\\_พักผ่อนน้อยลง\\_แต่คืนค่าวิ่งเพิ่ม.html](http://www.enn.co.th/2759-นศว_วิจัยเด็กใช้แท็บเล็ต_ปวคต้า_พักผ่อนน้อยลง_แต่คืนค่าวิ่งเพิ่ม.html) (วันที่ค้นข้อมูล 9 พฤษภาคม 2555).
- [5] ศุนย์ข้อมูลข่าวสารปฏิรูปประเทศไทย. เด็กไทยกับการศึกษาบนแท็บเล็ต. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <http://www.thaireform.in.th/news-education/item/6162-2011-07-25-05-01-03.html> (วันที่ค้นข้อมูล : 26 กรกฎาคม 2554).
- [6] หนังสือพิมพ์ไทยรัฐ. เก้าหลีเจก tablet เด็กปะรุ. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <http://www.thairath.co.th/column/tech/universe/185101> (วันที่ค้นข้อมูล : 26 กรกฎาคม 2554).
- [7] มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์. มัลติมีเดียเพื่อการเรียนการสอน. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <http://www.dpu.ac.th/techno/page.php?id=5218> (วันที่ค้นข้อมูล : 27 สิงหาคม 2554).
- [8] มหาวิทยาลัยรามคำแหง. m-Learning. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <http://www.m-earning.ru.ac.th/index.htm>. (วันที่ค้นข้อมูล : 26 กรกฎาคม 2554).

- [9] มิตร ศุภลจร. การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและ เทคโนโลยี สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ ปริญญาครุศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ศึกษาบัณฑิต วิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ,2552
- [10] ไอทีไกด์. Multi Touch Screen จากเอเซอร์. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้ จาก : <http://www.it-guides.com/index.php/technology-updated/868-acer-multi-touch-screen> (วันที่ค้นข้อมูล : 1 มีนาคม 2555).
- [11] IT24Hrs.นักเรียนเกาหลี เริ่มต้นใช้แท็บเล็ต เป็นตำราดิจิตอล. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : <http://www.it24hrs.com/2011/korean-student-tablet-textbook/> (วันที่ค้นข้อมูล : 27 สิงหาคม 2554).
- [12] Stickel, M. Impact of lecturing with the tablet PC on students of different learning styles Access The Full Text. [online]. <http://ieeexplore.ieee.org/>



การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนอินเทอร์เน็ต  
รายวิชาการพัฒนาเว็บไซต์ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป ช่วงชั้นที่ 4  
โดยใช้เทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนคุ้คิด

**A Development of Web based-Instruction  
On Webpage Development Packages Course  
in Level Standard 4 by using Think-Pair-Share Technique**

จิติกัสร์ ใจดินธนันทร์<sup>1</sup> มนต์ชัย เทียนทอง<sup>2</sup> สุนิชา ชัยชนชื่น<sup>3</sup>

ภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา  
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ  
womenblue\_pa@hotmail.com, monchai@kmutnb.ac.th2, std@kmutnb.ac.th3

### บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนอินเทอร์เน็ต รายวิชาการพัฒนาเว็บไซต์ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป ช่วงชั้นที่ 4 โดยใช้เทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนคุ้คิด 2) หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนอินเทอร์เน็ตที่พัฒนาขึ้น 3) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนของผู้เรียน ที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนอินเทอร์เน็ต ที่พัฒนาขึ้น โดยใช้การทดสอบค่าที่ (*t-test*) กลุ่มทดสอบในการวิจัย เป็นนักเรียนช่วงชั้นที่ 4 ภาคเรียนที่ 2/2554 ได้มาจากการคัดเลือกแบบเจาะจง จำนวน 46 คน จับคู่ ได้ 23 คู่ เครื่องมือประกอบด้วย บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนอินเทอร์เน็ต จำนวน 4 หน่วย แบบทดสอบก่อนเรียน แบบทดสอบท้ายบทเรียน และแบบทดสอบหลังเรียน ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ  $89.29/87.07$  ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์  $80/80$  ตามที่ตั้งสมมติฐานไว้ และผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนด้วยการทดสอบค่าที่ (*t-test*) พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ  $.05$  จึงสรุปได้ว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนอินเทอร์เน็ตที่พัฒนาขึ้นสามารถนำไปใช้กับกลุ่มเป้าหมายได้

**คำสำคัญ:** บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนอินเทอร์เน็ต เทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนคุ้คิด การพัฒนาเว็บไซต์ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป

### Abstract

The purpose of this study were to (1) develop the web based-instruction on Webpage Development Packages course in Level standard 4 by using Think-Pair-Share Technique; (2) efficiency validation of web based-instruction; and (3) compare the Learning outcome of student before and after using the developed by t-test. The simple of this research were 46 student who studied in Level standard 4 in the academic year 2/2011 at Siyanuson School. The samples were selected by purposive Sampling method. The sample were paired which 23 pairs. The tools used in the research were web based-instruction of four units of web based-instruction pretest, posttest, and achievement.

The results of this research showed that, firstly, the efficiency of the web based-Instruction was 89.29/87.07 which was higher than 80/80 an in the hypothesis. Secondly, the student's achievement analyzed by using t-test. It was found that posttest score was higher than the pretest score at the significance of .05. The expert's opinion on the developed web based-instruction. Can be used for the target group properly.

**Keyword:** web based-instruction, Webpage Development Packages course, Think-Pair-Share Technique

### 1. บทนำ

จากการที่ก่อสู่การเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี โรงเรียนคริยานุสรณ์ จังหวัดจันทบุรี มีการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาการพัฒนาเว็บไซต์ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป ช่วงชั้นที่ 4 ในภาคเรียนที่ 2 ของทุกปีการศึกษา รายวิชาดังกล่าวเน้นมีลักษณะเป็นทฤษฎีและมีการฝึกปฏิบัติในการจัดการเรียนการสอนซึ่งต้องทำการเรียนทฤษฎีพร้อมกับปฏิบัติตามจริงทำให้ยากที่ผู้เรียนจะมีความเข้าใจในเนื้อหาต่าง ๆ ทำให้พบว่าการเรียนการสอนในลักษณะนี้ประสบปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนอยู่ในระดับต่ำกว่ามาตรฐาน

ตารางที่ 1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ปีการศึกษา 2553

เนื้อหา	ผ่านเกณฑ์ (คน)	ไม่ผ่าน เกณฑ์ (คน)	คิดเป็นร้อย ละ
หน่วยที่ 1	63	122	24.71 *
หน่วยที่ 2	80	105	31.37 *
หน่วยที่ 3	91	94	35.69 *
หน่วยที่ 4	86	99	33.73 *
หน่วยที่ 5	147	38	57.65
หน่วยที่ 6	153	32	60.00

หน่วยที่ 7	168	17	65.88
หน่วยที่ 8	153	32	60.00
หน่วยที่ 9	178	7	69.80

จากการที่ 1 พบว่าประเด็นปัญหาดังกล่าวส่งผลให้การเรียนในหน่วยที่ 1 การติดตั้ง Web Server จำลองและติดตั้งโปรแกรม Joomla หน่วยที่ 2 ส่วนประกอบของโปรแกรม Joomla หน่วยที่ 3 จัดการคอนเทนต์บนเว็บไซต์ และหน่วยที่ 4 การสร้างเมนูเชื่อมโยงข้อมูล ผู้เรียนสอบผ่านเกณฑ์ซึ่งไม่ถึงร้อยละ 50 และห้องเรียนมีการจัดผู้เรียนที่เรียนเก่ง อ่อน คละกัน ทำให้การเรียนไม่บรรลุตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ จึงได้นำวิธีการแก้ปัญหา โดยใช้วิธีการสอนแบบเพื่อนคู่คิด Think-Pair-Share มาใช้ในการเรียนการสอน

มนต์ชัย [ 1 ] เทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนคู่คิด Think-Pair-Share เป็นเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยแบ่งผู้เรียนออก เป็นคู่ ๆ ดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ได้ในผู้เรียนทุกระดับทั้งขนาดเล็กและขนาดใหญ่จัดว่าเป็นเทคนิคการเรียนรู้ที่ได้รับการยอมรับมากอีกรูปแบบหนึ่ง เพราะทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น (Frank Lyman, 1981) ซึ่งลักษณะสำคัญของการเรียนรู้แบบร่วมมือ Think-Pair-Share



ประกอบด้วย 3 ขั้นตอนได้แก่ 1) Think หมายถึง การท้าทายให้ผู้เรียนได้คิดและไตรตรองจากคำถามแบบปลายเปิดหรือการได้สังเกตพฤติกรรมของผู้เรียน 2) Pair หมายถึง การจัดให้ผู้เรียนจับคู่กันเป็นคู่ ๆ เป็นการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกันในประเด็นปัญหาที่กำหนดไว้ เพื่อร่วมกันค้นหาข้อสรุปหรือตอบคำถามที่ต้องการ 3) Share หมายถึง การสลายจากการจับคู่กันเป็นคู่ ๆ แล้วสรุปผลการค้นหาคำตอบร่วมกันทั้งชั้นเพื่อแลกเปลี่ยนความรู้ สรุป และอภิปรายผลการค้นพบ

ผู้จัดจึงนำกระบวนการการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนคู่คิด ซึ่งเห็นว่าจะเป็นประโยชน์ต่อการจัดการเรียนการสอน เพราะในห้องเรียนมีการจัดผู้เรียนที่เรียน เก่ง อ่อน คล่องกัน จึงพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนอินเทอร์เน็ต รายวิชาการพัฒนาเว็บไซต์ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป เพื่อให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนบรรลุผลตามวัตถุประสงค์ที่ผู้สอนตั้งไว้ เน้นให้ผู้เรียนเป็นผู้นำด้านเองในการเรียน สามารถเลือกศึกษาเนื้อหาที่ไม่เข้าใจ ทบทวนเนื้อหาบทเรียนซ้ำได้ทุกที่ทุกเวลาตามที่ผู้เรียนต้องการสามารถประเมินผลจากการเรียนได้ด้วยตนเอง

## 2. วัตถุประสงค์การวิจัย

### 2.1 เพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบน

อินเทอร์เน็ต รายวิชาการพัฒนาเว็บไซต์ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป ช่วงชั้นที่ 4 โดยใช้เทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนคู่คิด

### 2.2 เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนอินเทอร์เน็ตที่พัฒนาขึ้น

2.3 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน ก่อนและหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนอินเทอร์เน็ตที่พัฒนาขึ้น โดยใช้เทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนคู่คิด

## 3. วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี ได้จัดทำหลักสูตร โดยยึดมาตรฐานการเรียนรู้ซึ่งเป็นแกนกลางไปจัดทำรายละเอียดดังนี้ 1) สาระการเรียนรู้พื้นฐานประกอบด้วยองค์ความรู้ทักษะหรือกระบวนการเรียนรู้คุณลักษณะหรือ

ค่านิยม คุณธรรม จริยธรรมของผู้เรียน และเป็นรายวิชาตามกลุ่มสาระการเรียนรู้ต่าง ๆ ที่จำเป็นสำหรับการพัฒนาคุณภาพผู้เรียน 2) สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม เป็นความรู้ที่สอดคล้องกับสภาพปัจจุบันในชุมชนและสังคมภูมิปัญญาท้องถิ่น คุณลักษณะอันพึงประสงค์ เพื่อให้ผู้เรียนเป็นสมาชิกที่ดีของครอบครัวชุมชน สังคม และประเทศต่อจนสาระการเรียนรู้ที่เข้มข้นตามความสามารถความตั้งใจของผู้เรียน โดยจัดทำเป็นรายวิชาเพิ่มเติมหรือรายวิชาใหม่ ๆ ได้อย่างหลากหลายเพื่อให้ผู้เรียนได้มีโอกาสเรียนตามความต้องการและความแต่ต่างระหว่างบุคคล

รายวิชา การพัฒนาเว็บไซต์ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปรหัสวิชา ง 43201 จำนวน 2 คาบ/สัปดาห์ 1 หน่วยกิต เป็นรายวิชาเพิ่มเติม ช่วงชั้นที่ 4 สำหรับรายวิชาเพื่อศึกษาและปฏิบัติเกี่ยวกับการใช้งานเพื่อการพัฒนาเว็บไซต์ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป การสร้างบทความ การสร้างกลุ่มเมนู การเชื่อมโยงติดตั้งเกมเพลต ปรับแต่งเกมเพลตให้สวยงาม การทำภาพเคลื่อนไหวบนเว็บไซต์

### 3.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนอินเทอร์เน็ต มนต์ชัย

[2] ให้ความหมายว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนอินเทอร์เน็ตเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่นำเสนอด้านเครื่องข่ายคอมพิวเตอร์อาศัยเว็บбраузอร์เป็นตัวจัดการ ผู้เรียนสามารถเชื่อมต่อเครื่องคอมพิวเตอร์ของตนออกจากที่บ้านพักหรือที่ทำงานผ่านคู่สัญญาโทรศัพท์ซึ่งโดยทั่วไปจะต้องมีอินเทอร์เน็ต ในการเข้าใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจากฐานข้อมูลส่วนกลางทำให้ผู้เรียนได้รับความสะดวกมีสภาพคล้ายกับการเรียนการสอนจริงในชั้นเรียน หากเกิดปัญหาทางการเรียนขึ้นก็สามารถส่งแบบฟีล์ดให้กับผู้ตรวจสอบได้ทันทีจากอุปกรณ์

3.2 กิตานันท์ [3] ให้ความหมายว่า การเรียนการสอนผ่านเว็บเป็นการใช้เว็บในการเรียนการสอน โดยอาจใช้เว็บเพื่อนำเสนอบทเรียนในลักษณะสื่อหดหายมิติของวิชาทั้งหมด ตามหลักสูตรหรือใช้เพียงการเสนอข้อมูลบางอย่างเพื่อประกอบการสอนก็ได้รวมทั้งใช้ประโยชน์จากคุณลักษณะต่างๆ ของการสื่อสารที่มีอยู่ในระบบอินเทอร์เน็ต เช่น การเขียนโต้ตอบกันทางไปรษณีย์เลือกทรัพนิคส์และการพูดคุยสด

ด้วยข้อความและเสียงนาใช้ประกอบด้วยเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบเพื่อนคู่คิด Think-Pair-Share ช่วยให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น มีพัฒนาการทางการเรียนเพิ่มมากขึ้น เพราะนักเรียนได้เรียนรู้ร่วมกันทำงานเป็นคู่ จับคู่กันคิด แล้วนำความคิดทั้งคู่มาอภิปราย จะทำให้นักเรียนเกิดความรู้ ความเข้าใจเกิดประสบการณ์หลากหลาย นับว่าเป็นการจัดกิจกรรมที่มีความเหมาะสมในการนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอน

#### 4. ขอบเขตการวิจัย

##### 4.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนศรีบ้านสุวรรณ อ.เมือง จ.จันทบุรี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2554 ที่เรียนใน รายวิชาการพัฒนาเว็บไซต์ด้วยโปรแกรมเรือธง ชั้นที่ 4 โดยใช้เทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนคู่คิด จำนวน 110 คน

กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียน ศรีบ้านสุวรรณ อ.เมือง จ.จันทบุรี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2554 ได้มาจากการคัดเลือกแบบเจาะจง จำนวน 46 คน จับกลุ่มได้ 23 คู่

##### 4.2 รูปแบบการทดลอง

แผนการทดลองเป็นแบบกลุ่มเดี่ยวสอนก่อน-สอนหลัง (One-Group Pretest-Posttest Design)

4.2.1 ก่อนศึกษาบทเรียนทั้งหมดผู้เรียนแต่ละคนต้องทำแบบทดสอบก่อนเรียน ซึ่งเป็นแบบทดสอบที่วัดความรู้พื้นฐานของผู้เรียน จำนวน 40 ข้อ ซึ่งครอบคลุมวัตถุประสงค์ทั้งหมดแล้วน้ำหนักแน่นที่ได้ไปเรียงลำดับจากคะแนนมากไปหาคะแนนน้อยเพื่อจำแนกกลุ่มที่เรียนเก่งและกลุ่มที่เรียนอ่อนได้จำนวน 23 คู่

4.2.2 ผู้เรียนแต่ละคนต้องทำแบบทดสอบก่อนเรียนของแต่ละหน่วย เพื่อวัดความรู้พื้นฐานก่อนเรียน ก่อนที่จะศึกษาเนื้อหาบทเรียนตั้งแต่หน่วยที่ 1 - 4

4.2.3 ผู้เรียนแต่ละคนเริ่มศึกษาเนื้อหาบทเรียนแต่ละหน่วยตามเวลาที่ครุสอนกำหนด จำนวน 1 ชั่วโมง

พร้อมช่วยกันสรุปเนื้อหาบทเรียน ทำกิจกรรม ทำชิ้นงานร่วมกัน จากนั้นผู้เรียนและครุผู้สอนร่วมกันแสดงความคิดเห็นสรุปผล อภิปรายผล เนื้อหาบทเรียนที่ได้ศึกษามา จากนั้นผู้เรียนแต่ละคนต้องทำแบบทดสอบท้ายบทเรียน เพื่อวัดความรู้หลังเรียนและนำคะแนนจากการทำแบบทดสอบท้ายบทเรียนไปเปรียบเทียบกับการทำแบบทดสอบก่อนเรียน

4.2.4 เมื่อผู้เรียนแต่ละคู่ร่วมกันศึกษาเนื้อหาบทเรียนครบทั้ง 4 หน่วยแล้ว ผู้เรียนแต่ละคนจะต้องทำแบบทดสอบหลังเรียน มีจำนวน 40 ข้อ เพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ซึ่งผลการทำแบบทดสอบท้ายบทเรียนทุกหน่วยกับผลการทำแบบทดสอบหลังเรียน ซึ่งครอบคลุมวัตถุประสงค์ทั้งหมด จำนวน 40 ข้อ นำไปเปรียบเทียบกับผลการสอนหลังเรียน (E1/E2) ส่วนผลการทำแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนจะนำไปใช้หาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนว่ามีความแตกต่างกันหรือไม่อย่างไร โดยใช้สถิติ t-test แบบจับคู่

##### 4.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย แบ่งออกเป็น 3 ส่วน

4.3.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนอินเทอร์เน็ต รายวิชาการพัฒนาเว็บไซต์ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป ชั้นที่ 4 โดยใช้เทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนคู่คิด ซึ่งนำเสนอด้วยภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว เสียงและการปฏิสัมพันธ์

4.3.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนประกอบด้วย แบบทดสอบก่อนเรียน แบบทดสอบท้ายบทเรียน และแบบทดสอบหลังเรียน ซึ่งแบบทดสอบหลังเรียน มีจำนวน 40 ข้อ สุ่มมาจากการถอดข้อสอบ จำนวนทั้งหมด 60 ข้อ รวมถึงยังเป็นแบบทดสอบชุดเดียวกันกับแบบทดสอบก่อนเรียนและแบบทดสอบท้ายบทเรียน

4.3.3 แบบสอบถามความคิดเห็นสำหรับผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและด้านเทคนิควิธีการ

##### 4.4 ระยะเวลาในการดำเนินการวิจัย

กำหนดทำการทดลองเฉพาะวันอังคาร ตั้งแต่วันที่ 13 ธันวาคม 2554 - 14 กุมภาพันธ์ 2555 โดยใช้เวลาตั้งแต่ 08.30 - 10.10 น.



## 5. วิธีการดำเนินการวิจัย

## 5.1 ศึกษาและรวบรวมข้อมูล

5.1.1 วิเคราะห์เนื้อหา วัตถุประสงค์ และสร้าง  
แบบทดสอบให้ครอบคลุมวัตถุประสงค์ จากวัตถุประสงค์ 22  
ข้อ จำนวน 66 ข้อ

5.1.2 นำแบบทดสอบจำนวน 66 ข้อ เสนอ  
ผู้เชี่ยวชาญเพื่อตรวจสอบและพิจารณาด้วยการหาค่า IOC มี  
แบบทดสอบที่ใช้ได้จำนวน 60 ข้อ

5.1.3 นำแบบทดสอบที่ผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 40 คน แล้วนำผลมาวิเคราะห์หาคุณภาพ หากวัสดุยกง่าย ค่าอำนาจจำแนกและความเชื่อมั่น

## 5.2 ศึกษาการสร้างบทเรียน

5.2.1 สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนอินเทอร์เน็ต โดยการออกแบบเนื้อหาบทเรียน ศึกษาวิเคราะห์จัดทำโครงสร้างเนื้อหา และกำหนดค่าตุณประสังค์เชิงพุติกรรม

5.2.2 สร้างบันทึกนักเรียนพิเศษหรือช่วยสอนบน  
อินเทอร์เน็ต จำนวน 4 หน่วย คือ หน่วยที่ 1 เรื่องการติดตั้ง  
Server จำลองและการติดตั้งโปรแกรม Joomla หน่วยที่ 2 เรื่อง  
ส่วนประกอบของโปรแกรม Joomla หน่วยที่ 3 เรื่องการจัดการ  
คุณภาพนักเรียน หน่วยที่ 4 เรื่องการสร้างเมนูเชื่อมโยง

### 5.3 ศึกษาการจัดการเรียนด้วยเทคนิค Think-Pair-

## Share

5.3.1 ศึกษาเทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนคู่คิด Think-Pair-Share การวิเคราะห์เนื้อหาบทเรียน การจัดการเรียนรู้ออนไลน์ การออกแบบและสร้างเครื่องมือวัดผล เพื่อสรุปแนวความคิด ประเด็นปัญหาของการวิจัย สมมติฐาน และวิธีดำเนินการวิจัย

5.3.2 สร้างกระบวนการเรียนการสอนร่วมกัน การใช้เทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนคู่คิด โดยที่ผู้เรียนต้อง Login เข้าสู่ระบบ ผู้เรียนแต่ละคนต้องทำแบบทดสอบก่อนเรียน จากนั้นผู้เรียนแต่ละคนเริ่มศึกษาเนื้อหาบทเรียนแต่หน่วย แล้วจับคู่ร่วมกันสรุปเนื้อหาบทเรียน ทำกิจกรรม ชี้งงาน จากนั้น

ผู้เรียนและครุ<sup>ผู้</sup>สอนร่วมกันแสดงความคิดเห็น สรุปผล  
อภิปรายผล เนื้อหาบทเรียนที่ได้ศึกษามา จากนั้นผู้เรียนแต่ละ  
คนทำแบบทดสอบท้ายบทเรียน และเมื่อศึกษานิءองานบทเรียน  
ครบทุกหน่วย ผู้เรียนแต่ละคนทำแบบทดสอบหลังเรียน

#### 5.4 ทดลองใช้บทเรียนและการเก็บข้อมูล

5.4.1 พัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ จำนวน 4 หน่วย เสริมแล้วจึงนำໄไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 46 คน จำนวน 23 คู่

5.4.2 ทำการทดสอบเอนพะวันอังคาร ตั้งแต่วันที่ 13 ธันวาคม 2554 - 14 กุมภาพันธ์ 2555 ตั้งแต่ 08.30-10.10 น.

## 5.5 การประเมินผลและการสูตรที่ใช้

### 5.5.1 การหาประสิทธิภาพของบทเรียนสูตร

5.5.2 การหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยการทดสอบค่าที (t-test) แบบจับคู่ (Matched-paired-t-test) ของการทำแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

## 6. ผลการดำเนินงาน

## 6.1 ผลการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์

บทเรียนคอมพิวเตอร์ที่ได้จากการพัฒนา  
ประกอบด้วยหน่วยการเรียนรู้ 4 หน่วย โดยมีลักษณะบทเรียนดัง  
นี้



### ภาพที่ 1 หน้าจอแสดงรายละเอียดหน้าเรียน

## ๖.๒ ผลการทางประสีฐวิภาคของน้ำเรียน

นำผลคะแนนเฉลี่ย E1/E2 มาคำนวณเป็นค่าร้อยละ แล้วนำมาปรับปรุงค่าพนวณว่า ประสิทธิภาพของบทเรียนที่

สร้างขึ้นมีค่าเท่ากับ 89.29/87.07 ซึ่งสูงกว่าสมมติฐานที่ตั้งไว้ 80/80 รายละเอียดดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์

คะแนนเฉลี่ย	คะแนนเต็ม	ค่าเฉลี่ย	ร้อยละ
E1	40	35.72	89.29
E2	40	34.83	87.07

### 6.3 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน

เปรียบเทียบระหว่างคะแนนแบบทดสอบก่อนเรียน - หลังเรียนด้วยค่า t (t-test) ผลปรากฏดังตาราง

ตารางที่ 3 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน

คะแนน	ผู้เรียน	คะแนน	t-test
ก่อนเรียน	46	15.24	34.17**
หลังเรียน	46	34.83	

\* นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 , df=23  
จากตารางที่ 3 พบว่าค่า t มีค่าเท่ากับ 34.17 ซึ่งมากกว่าค่า t ในตารางที่ 3 พบว่าค่า t มีค่าเท่ากับ 1.7139 แสดงว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่ผ่านการเรียนด้วยบทเรียนที่พัฒนาขึ้น โดยใช้เทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนคุ้คิด หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

## 7.สรุปผล

7.1 ประสิทธิภาพของบทเรียนที่พัฒนาขึ้นมีค่าเท่ากับ 89.29/87.07 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ 80/80 เป็นเพราะบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่สร้างขึ้นประกอบด้วยสื่อการเรียนการสอนแบบมัลติมีเดีย ร่วมกับกระบวนการการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนคุ้คิด รวมทั้งผู้เรียนสามารถตอบทวนบทเรียนได้บ่อยตามความต้องการและตามความสามารถ

7.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่เรียนด้วยบทเรียนที่พัฒนาขึ้นหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ที่เป็นชั้นนีอาจเป็นเพราะการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบเพื่อนคุ้คิดทำให้นักเรียนได้เรียนรู้ร่วมกันทำงานเป็นก្នុរៈร่วมกันคิดแล้วนำความคิดทั้งคู่มาอภิปรายจนทำให้

นักเรียนเกิดความรู้ความเข้าใจช่วยให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้น ซึ่งมีความสอดคล้องกับผลการวิจัยของไประเจน [ 4 ] เรื่องการพัฒนาหาประสิทธิภาพและหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนอินเทอร์เน็ต วิชาคณิตศาสตร์คอมพิวเตอร์หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพโดยใช้เทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนคุ้คิดบนระบบ Moodle พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนหลังเรียนด้วยบทเรียนโดยใช้เทคนิคการเรียนรู้แบบเพื่อนคุ้คิดสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

จึงสรุปได้ว่าบทเรียนที่พัฒนาขึ้นสามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนได้อย่างเหมาะสม

## 8. ข้อเสนอแนะ

ควรมีการออกแบบการวัดผลและประเมินผลให้มีความหลากหลาย ศึกษารูปแบบการเรียนรู้ร่วมมือแบบอื่น ๆ เพื่อให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างกันมากขึ้นจะทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยวิธีการที่หลากหลายมากขึ้น

## 9. เอกสารอ้างอิง

- [1] มนต์ชัย เทียนทอง. การเรียนรู้ร่วมกันแบบเพื่อนคุ้คิด Think-Pair-Share โดยประยุกต์ขึ้นใหม่เป็นแบบ Mentor Coached Think-Pair-Share. ภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา คณะครุศาสตร์ อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2551.
- [2] มนต์ชัย เทียนทอง. การออกแบบและพัฒนาคอร์สwareร์สำหรับบทเรียนคอมพิวเตอร์ ภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา คณะครุศาสตร์ อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2548.
- [3] กิตานันท์ ผลทอง. เทคโนโลยีการศึกษาและนวัตกรรม. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ชานพิมพ์, 2540.
- [4] ไประเจน เอื้อเพื่อ. การพัฒนาหาประสิทธิภาพและหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนอินเทอร์เน็ตวิชาคณิตศาสตร์คอมพิวเตอร์หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพโดยใช้เทคนิคการเรียนแบบเพื่อนคุ้คิดบนระบบ Moodle และการเรียนด้วยตนเอง. ภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย บัณฑิตมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2552.



การศึกษาความพึงพอใจการเรียนรู้แบบผสมผสานในรายวิชาคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ  
ผ่านระบบ “BU WebEx” และการใช้เว็บไซต์บทเรียนอีเลิร์นนิ่ง  
**Satisfaction Survey in Computer and Information Technology course,  
via “BU WebEx” system and E-Learning web site.**

นฤเทพ สุวรรณชาดา

ภาควิชาวิศวกรรมมัตติเมดี้และระบบอินเทอร์เน็ต คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยกรุงเทพ  
โทรศัพท์ : 0-2902-0299 ต่อ 2620 โทรสาร : 0-2516-8554 E-mail: naruetep.s@bu.ac.th

### บทคัดย่อ

บทความนี้ นำเสนอการศึกษาความพึงพอใจการเรียนรู้แบบผสมผสานในรายวิชาคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ ของนักศึกษามหาวิทยาลัยกรุงเทพ โดยการเรียนการสอนในรายวิชาดังกล่าวลูกปัดปรับเปลี่ยนจากการเรียนการสอนในรูปแบบปกติ คือ การเรียนการสอนในห้องเรียน แต่เนื่องด้วยมหาวิทยาลัยกรุงเทพประสบปัญหามหาอุทกภัยที่เกิดขึ้นในปีพ.ศ.2554 ทำให้ต้องมีการปรับเปลี่ยนรูปแบบการเรียนการสอนเพื่อรับกับนักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชาดังกล่าวกว่า 3,000 คน โดยได้นำ หลักการเรียนรู้แบบผสมผสานมาใช้ผ่านระบบ “BU WebEx” โดยอาจารย์จะสอนผ่านระบบ “BU WebEx” และนักศึกษาสามารถเรียนจากคอมพิวเตอร์ที่มหาวิทยาลัยจัดไว้ให้ หรือจากที่บ้าน อีกทั้งยังสามารถใช้งานผ่านอุปกรณ์สมัยใหม่ อาทิ ไอโฟน ไอแพด และ แอนดรอยด์ รวมถึงนักศึกษาต้องศึกษาด้วยตนเองผ่านเว็บไซต์บทเรียนอีเลิร์นนิ่ง ที่ได้จัดทำไว้ในหน้าเว็บไซต์ของรายวิชา ซึ่งนักศึกษาสามารถทำการศึกษาเรียนรู้ได้ด้วยตนเองในทุกที่ ทุกเวลา และในส่วนการปฏิบัตินักศึกษาสามารถเรียนรู้ผ่านการใช้เว็บไซต์บทเรียนอีเลิร์นนิ่ง รวมถึงเรียนรู้ในห้องเรียนปกติ โดยมีอาจารย์ผู้สอนเป็นผู้ควบคุมการเรียนการสอน ซึ่งจากผลการวิจัยพบว่าความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อการเรียนรู้แบบผสมผสานในรายวิชาคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ อยู่ในระดับมาก เพราะนักศึกษาสามารถศึกษาข้อมูลได้ด้วยตนเอง อีกทั้งยังเปรียบเสมือนได้เรียนในห้องเรียนปกติ โดยไม่มีข้อจำกัดในการเรียนรู้เนื่องด้วยนักศึกษาสามารถเข้าเรียนผ่านระบบ “BU WebEx” และการใช้เว็บไซต์บทเรียนอีเลิร์นนิ่ง ได้ตามที่คิดถึงต้องการ

**คำสำคัญ:** การเรียนรู้แบบผสมผสาน อีเลิร์นนิ่ง คอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ การศึกษาความพึงพอใจ

### Abstract

*This paper is mainly present the study of Blended learning satisfaction of student survey in Computer and Information Technology course, Bangkok University. “BU WebEx” was adapted from ordinary system into this since the great flood situation in Bangkok area in 2011 had caused study problems. The “BU WebEx” is the system which designed for helping teacher and student for distant learning by using internet together with ordinary class. The benefit of this system is, student can access, not only for the computer, but also iPad, iPhone and other android mobile whenever they wish. However, they must do self-study and e-Learning at course’s webpage together with ordinary*

learning. From the survey of student satisfaction for “BU WebEx” in Computer and Information Technology course indicated the good level because they can access course whenever they with unlimited time.

**Keyword:** Blended learning, E-learning, Computer and Information Technology, Satisfaction survey.

## 1. บทนำ

การเรียนการสอนในปัจจุบันเทคโนโลยีได้เข้ามามีส่วนร่วมมากขึ้นอย่างเห็นได้ชัด ไม่ว่าจะเป็นการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หรือการพัฒนาเทคโนโลยีการเรียนการสอนให้มีความน่าสนใจ แต่ในบางสถานการณ์และบางโอกาส การนำเทคโนโลยีเข้ามาใช้ในการสนับสนุนและช่วยแก้ไขปัญหาทางด้านการเรียนการสอน จะส่งผลต่อผู้เรียนและผู้สอนเป็นอย่างมาก อาทิ ในปีพุทธศักราช 2554 ประเทศไทยได้เกิดมหาอุทกภัยขึ้นอย่างหนักทำให้มหาวิทยาลัยกรุงเทพวิทยาเขตตั้งสิคติได้รับผลกระทบอย่างมาก ส่งผลให้ห้องเรียนชั้น 1 ได้รับความเสียหายทั้งหมด รวมถึงอาคารเรียนบางอาคาร ไม่สามารถเปิดทำการเรียนการสอนได้ตามปกติทำให้ทางมหาวิทยาลัยต้องหาวิธีการแก้ปัญหาที่มีประสิทธิภาพและทันท่วงที โดยเฉพาะการเรียนการสอนในรายวิชาคอมพิวเตอร์ และเทคโนโลยีสารสนเทศ ซึ่งมีนักศึกษาลงทะเบียนเรียน 3,000 กว่าคนต่อ 1 ภาคการศึกษา ซึ่งได้รับผลกระทบโดยตรง เพราะในรายวิชาดังกล่าวจำเป็นต้องเรียนในห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ ทางมหาวิทยาลัยจึงเลือกใช้ห้องเรียนในห้องปฏิบัติการเรียนรู้แบบผสมผสาน โดยใช้สื่อมัลติมีเดียและอินเทอร์เน็ต โดยเลือกใช้เทคโนโลยี “WebEx” ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการสื่อสารให้ดียิ่งขึ้น ซึ่งประกอบด้วยพังก์ชันการทำงานต่างๆ เช่น การประชุม การสัมมนาทางไกล ผ่านทางหน้าเว็บไซต์ โดยที่นักศึกษาไม่จำเป็นต้องเดินทาง อาจารย์สามารถที่จะนัดหมายการประชุมได้ล่วงหน้า เป็นการสื่อสารแบบตอบสองได้ทันที (Real-Time) ที่รองรับได้ทั้งแพลตฟอร์ม iOS และ Android รวมไปถึงการแลกเปลี่ยนข้อมูล นอกจากนี้อาจารย์ผู้สอนยังสามารถทำไฟล์นำเสนอ (Presentation) และทำงานร่วมกับโปรแกรม (Applications) ต่างๆ ได้อย่างมากมาย โดยที่กล่าวมาทั้งหมดสามารถทำงานผ่านหน้าเว็บไซต์ได้โดยตรง โดยที่ไม่ต้องดาวน์โหลดโปรแกรมหรือติดตั้งอุปกรณ์ใดๆ วิถีทั้งยังสามารถใช้งานผ่านอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

สมัยใหม่ เช่น ไอโฟน (iPhone), ไอแพด (iPad) และแอนดรอยด์ (Android) อีกทั้งยังสามารถดาวน์โหลดแอปพลิเคชันได้ฟรีผ่านทาง App Store และ Android market นอกจากเทคโนโลยี “WebEx” แล้วมหาวิทยาลัยยังได้ตระหนักรถึงการใช้เว็บไซต์นับที่เรียนอีเลิร์นนิ่ง ควบคู่ไปกับการเรียนการสอนออนไลน์ ซึ่งทำให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเองตามความต้องการ โดยไม่จำกัดเวลา และสถานที่ รวมถึงจำนวนครั้งในการเข้าเรียน ซึ่งถ้าผู้เรียนมีข้อสงสัยเกี่ยวกับการเรียนการสอนในหัวข้อ หรือประเด็นใด ก็สามารถเข้าพบและปรึกษาอาจารย์ผู้สอนผ่านทาง “WebEx” ได้ในช่วงโภนเรียน เพราะในระหว่างชั่งโภนเรียนที่ผู้เรียนศึกษาผ่านอีเลิร์นนิ่ง อาจารย์ผู้สอนจะเปิดห้องเรียนออนไลน์ หรือ “WebEx” ไว้รองรับศึกษาที่มีปัญหาและข้อสงสัยเพื่อตอบสนับกับอาจารย์ผู้สอนในรูปแบบตอบสนองทันที (Real-Time) นอกจากนี้ในหัวข้อที่เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติศึกษาซึ่งต้องเข้าเรียนในห้องเรียนเพื่อเรียนรู้และทดลองปฏิบัติเพื่อให้เกิดความเข้าใจมากยิ่งขึ้น รวมถึงผู้วิจัยได้เพิ่มช่องทางการติดต่อสื่อสารระหว่างผู้เรียนและผู้สอนซึ่งปัจจุบันได้รับความนิยมอย่างแพร่หลาย ผู้สอนสามารถติดต่อสื่อสารได้ทาง Email ของมหาวิทยาลัย ระบบจัดการเรียนการสอน Learning Management System (LMS) และการติดต่อกับนักศึกษาผ่าน Facebook ที่ <http://www.facebook.com/A.Naruetep>

### 1.1 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1.1.1 เพื่อศึกษาความพึงพอใจการเรียนรู้แบบผสมผสานในรายวิชาคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศผ่านระบบ “BU WebEx” และเว็บไซต์นับที่เรียนอีเลิร์นนิ่ง

### 1.2 สมมติฐานการวิจัย

1.2.1 ความพึงพอใจการเรียนรู้แบบผสมผสานในรายวิชาคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ ผ่านระบบ “BU WebEx” และเว็บไซต์นับที่เรียนอีเลิร์นนิ่ง อยู่ในระดับมาก



### 1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1.3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย เป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี คณะนิเทศศาสตร์ และคณะมนุษยศาสตร์ มหาวิทยาลัยกรุงเทพ ชั้นปีที่ 1 จำนวน 80 คน ซึ่งได้มาจากการเลือกแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive Sampling)

1.3.2 ระยะเวลาในการดำเนินการวิจัย ดำเนินการทดลองในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2554 โดยผู้วิจัยให้นักศึกษาเรียนรู้โดยใช้เวลาทั้งสิ้น 14 สัปดาห์ ละ 3 ชั่วโมง

## 2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

### 2.1 การเรียนการสอนแบบผสมผสาน

การเรียนการสอนรูปแบบปกติหมายถึง การเข้าชั้นเรียน นักศึกษาทุกคนนับกัน โดยมีอาจารย์ผู้สอนเป็นผู้บรรยาย หรืออาจเป็นแบบถ่ายทอดจากการสอน ซึ่งผู้เรียนสามารถรับชม หรือเรียนรู้ผ่านทางทีวี หรือวิดีโอดอกอนเพอร์เซ็นต์ และยังมีอีกหลากหลายรูปแบบ เช่น การเรียนรู้ผ่านโปรแกรมออนไลน์ที่ผู้เรียนสามารถเรียนรู้จากที่ไหนก็ได้ โดยมีอาจารย์เป็นผู้สอน ผ่านระบบออนไลน์ แต่ในการเรียนที่ผู้เรียนแต่ละคนมีความสนใจ และความต้องการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน จึงต้องจัดการเรียนแบบผสมผสานเพื่อส่งผ่านเนื้อหาที่เหมาะสม ในรูปแบบที่เหมาะสม ในยุคแรกของอีเลิร์นนิ่งหรือเว็บสแลร์นนิ่ง เน้นการเรียนการสอนผ่านระบบอินเทอร์เน็ต ซึ่งเหมือนการนำวิชาที่สอนในชั้นเรียนมาเรียนซ้ำ ซึ่งทำให้รู้สึกว่าเป็นตัวเลือกที่ไม่เพียงพอต่อการจัดการเรียนการสอน ดังนั้น อีเลิร์นนิ่ง จึงไม่ใช่เพียงแค่การจัดการเรียนการสอน แต่เป็นผสมผสานการเรียนการสอนหลากหลายวิธีเข้าด้วยกัน เพราะแต่ละวิธีมีจุดเด่นและจุดด้อย ซึ่งการเรียนแบบผสมผสาน (Blended learning) เป็นจุดเปลี่ยนของการเรียน [1]

#### 2.1.2 ความหมายของการเรียนแบบผสมผสาน

แมรี บาร์ท (Mary Bart 2009) กล่าวว่า การเรียนแบบผสมผสาน เป็นการรวมการเรียนในชั้นเรียนและการเรียนรู้ออนไลน์ไว้ในวิชาเดียวกัน ซึ่งรูปแบบการเรียนรู้แบบผสมผสานได้เดินໂ托อย่างมากในเวลาที่ผ่านมาไม่กี่ปี การเรียนแบบผสมผสานหรือบางครั้งก็เรียกว่าไฮบริดเลิร์นนิ่ง ทำให้ผู้เรียนในชั้นเรียนน่าดึงดูด ทั้งพอกับความยืดหยุ่น

ประโยชน์ของการเรียนแบบผสมผสานที่ได้ออกแบบอย่างดี คือ การพัฒนาการสอนและประสบการณ์การเรียนรู้ [2]

เจนเนตร ณัณนาค (2545 : 66) ให้ความหมายของการเรียนแบบผสมผสาน หมายถึงการผสานกันของวิธีสอนหลากหลาย ไม่ว่าเป็นการสอนที่มีผู้สอนยืนบรรยาย ให้การอบรม ใช้สื่อการสอน หรือการสอนแบบให้ทำเวิร์กช็อป ที่มีผู้รู้เคยตอบคำถาม ทั้งแบบเผชิญหน้าหรือใช้ระบบที่ปรึกษาออนไลน์ การอ่านจากตำรา รวมทั้งการใช้เว็บไซต์บทเรียนอีเลิร์นนิ่ง นอกจากนั้น ยังต้องมีเครื่องมือควบคุมจัดการเรียนการสอน หรือ Learning Management System (LMS) ไว้ใช้ในการติดตามผลการเรียน ว่าเป็นอย่างไรเรียนไปมากน้อยแค่ไหน ได้คะแนนเท่าไหร่ ก่อให้ความร่วมองค์ประกอบหลักใหญ่ในการใช้อีเลิร์นนิ่งที่ดีนั้น ต้องมีฐานข้อมูลเป็นพื้นเพื่อใช้ในการเก็บข้อมูลมีอีเลิร์นนิ่งเป็นตัวกลางและมี LMS เป็นส่วนหนึ่งของผู้เข้าระบบ [3]

สรุปความหมายของการเรียนรู้แบบผสมผสาน คือ การประยุกต์และรวมรวมวิธีการเรียนรู้ที่มีอยู่อย่างหลากหลายเข้าไว้ด้วยกันอย่างลงตัว ไม่ว่าจะเป็นการเรียนรู้ในรูปแบบออนไลน์ การเรียนรู้ด้วยเว็บอร์ด แชทรูม เว็บไซต์บทเรียน อีเลิร์นนิ่ง การประชุมผ่านระบบวิดีโอดอกอนเพอร์เซ็นต์ และอื่นๆ ซึ่งเปรียบได้กับชั้นเรียนเสมือนที่ผู้เรียนและผู้สอนสามารถได้ตอบโต้ในรูปแบบเวลาจริง (Real-Time) อีกทั้งการเรียนรู้ผ่านระบบเว็บไซต์บทเรียนอีเลิร์นนิ่ง ยังส่งผลให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเองโดยไม่จำกัดจำนวนครั้ง ซึ่งเป็นอีกส่วนหนึ่งที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพทางการเรียนรู้ของผู้เรียน โดยตรง และด้วยการประยุกต์ใช้สื่อต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นสื่อออนไลน์หรืออффไลน์ทำให้การเรียนรู้แบบผสมผสานมีความสมบูรณ์แบบและลงตัวเป็นอย่างดี

#### 2.1.2 ขั้นตอนการออกแบบการเรียนรู้แบบผสมผสาน

ขั้นตอนการออกแบบการเรียนรู้แบบผสมผสานของ Beijing Normal University (BNU) ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ดังนี้ 1.) ขั้นก่อนการวิเคราะห์ (Pre-Analysis) เป็นขั้นตอนการออกแบบการเรียนรู้แบบผสมผสาน ประกอบการพิจารณาข้อมูลทั่วๆ ไป 2.) ขั้นการออกแบบกิจกรรมและการออกแบบวัสดุการเรียนรู้ (Design of Activity and Resources) เป็นขั้นตอน

ที่นำผลลัพธ์ที่ได้จากขั้นตอนแรกมาออกแบบกิจกรรมและวัสดุการเรียนรู้ และ 3.) ขั้นการประเมินผลการเรียนการสอน (Instructional Assessment) เป็นขั้นตอนสุดท้ายในการออกแบบการเรียนรู้แบบสมมติฐาน [4]

### 3. ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

#### 3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยพัฒนาโดยศูนย์คอมพิวเตอร์และศูนย์นวัตกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยกรุงเทพ เพื่อรองรับการใช้งานในด้านการเรียนการสอนในรูปแบบสมมติฐาน รวมถึงระบบ “BU WebEx” ออกแบบและพัฒนาโดยบริษัท ซิสโก้ ประเทศไทย

3.1.1 แบบประเมินความพึงพอใจการเรียนรู้แบบสมมติฐานในรายวิชาคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศผ่านระบบ “BU WebEx” และเว็บไซต์นั้นที่เรียนอีเลิร์นนิ่ง

3.1.2 ระบบประเมินการเรียนการสอนออนไลน์ (Online Assessment System) พัฒนาโดยมหาวิทยาลัยกรุงเทพ โดยกำหนดให้นักศึกษาในรายวิชาดังกล่าวสามารถประเมินความพึงพอใจในการจัดการศึกษาได้ด้วยตนเองซึ่งผลการประเมินอาจารย์ผู้สอนจะทราบในรูปแบบผลรวม โดยจะไม่ทราบว่าบันทึกความคิดเห็นผู้ประเมิน

3.1.3 ระบบจัดการเรียนการสอน Learning Management System (LMS)

3.1.4 ระบบ “BU WebEx” เป็นระบบเว็บเซอร์วิส (Web Service) ที่มหาวิทยาลัยกรุงเทพนำมาใช้ในการเรียนการสอนผ่านอินเทอร์เน็ต โดยอาจารย์จะสอนผ่าน WebEx และนักศึกษาสามารถเรียนจากคอมพิวเตอร์ที่มหาวิทยาลัย จัดไว้ให้ หรือจากที่บ้าน อีกทั้งยังสามารถใช้งานผ่านอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อื่นๆ ได้

3.1.5 ระบบติดต่อระหว่างอาจารย์กับนักศึกษาผ่านทาง Facebook ที่ <http://www.facebook.com/A.Naruetep>

#### 3.2 การดำเนินการทดสอบและประเมินผล

3.2.1 ชี้แจงรายละเอียดการเรียนการสอนแบบสมมติฐานกับนักศึกษา คือ 1.) รูปแบบและวิธีในการเรียนรู้แบบสมมติฐานรวมถึงอธิบายให้นักศึกษาเข้าใจถึงความหมาย

ของการเรียนรู้แบบสมมติฐาน 2.) รายละเอียดแผนการสอนและรูปแบบการเรียนการสอนซึ่งแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่หนึ่งการเรียนในภาคทฤษฎี กำหนดให้นักศึกษาเข้าเว็บไซต์ประจำวิชาที่ <http://science.bu.ac.th/it201> ซึ่งเป็นเว็บไซต์นั้นที่เรียนอีเลิร์นนิ่งที่อาจารย์ผู้สอนและผู้ช่วยข้อมูลทางด้านเนื้อหาได้จัดเตรียมไว้ โดยเป็นลิงค์สำหรับศึกษาด้วยตนเอง ผ่านเว็บไซต์นั้นที่เรียนอีเลิร์นนิ่ง และสำหรับการดาวน์โหลดคลิปประกอบแต่ละบทเรียน รวมถึงส่วนที่สองคือ การเรียนในภาคปฏิบัติ กำหนดให้นักศึกษาเข้าเว็บไซต์ประจำวิชาที่ <http://science.bu.ac.th/it201> และมีช่องหมายเหตุสำหรับการดาวน์โหลดไฟล์แบบฝึกหัดของแต่ละสัปดาห์ การส่งแบบฝึกหัดต้องส่งผ่านระบบ BU LMS หรือที่ <http://lms.bu.ac.th>

3.2.2 ดำเนินการสอนตามแผนการสอนตามที่แจ้งกับนักศึกษาโดยกำหนดให้นักศึกษาเข้าเรียนผ่านโปรแกรม WebEx เพื่อสอบถามข้อสงสัยเกี่ยวกับรายวิชาได้ทุกสัปดาห์ โดยต้องเข้าใช้ระบบ “BU WebEx” อย่างน้อย 7 ครั้ง จาก 14 ครั้ง หากไม่ครบจะไม่ผ่านวิชานี้

3.2.3 ดำเนินการประเมินผลความพึงพอใจการเรียนรู้แบบสมมติฐานฯ ใช้การประเมินแบบออนไลน์โดยประเมินผ่านระบบประเมินการเรียนการสอนออนไลน์ (Online Assessment System) ที่พัฒนาโดยศูนย์คอมพิวเตอร์และศูนย์นวัตกรรมและเทคโนโลยีสารสนเทศมหาวิทยาลัยกรุงเทพ

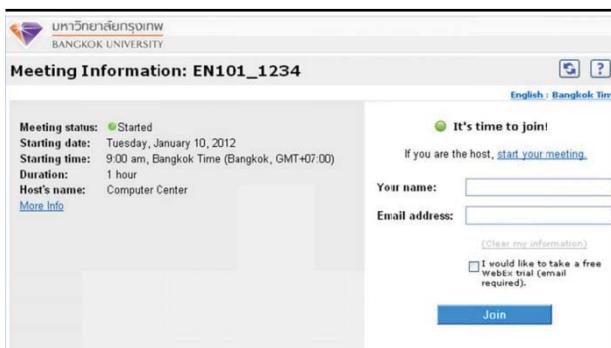
### 4. ผลการดำเนินการวิจัย

#### 4.1 ผลจากการใช้ระบบ “BU WebEx”

นักศึกษาจะได้รับ Email เชิญจากอาจารย์ให้เข้าเรียนในวันและเวลาที่กำหนด โดยมีลักษณะดังภาพที่ 1 และหลังจากที่นักศึกษาได้เข้าร่วมการเรียนรู้ผ่านระบบ “BU WebEx” จะแสดงหน้า Login เพื่อเข้าสู่ระบบโดยให้นักศึกษาระบุชื่อ-นามสกุล และ Email ตั้งภาพที่ 2 ตามลำดับ

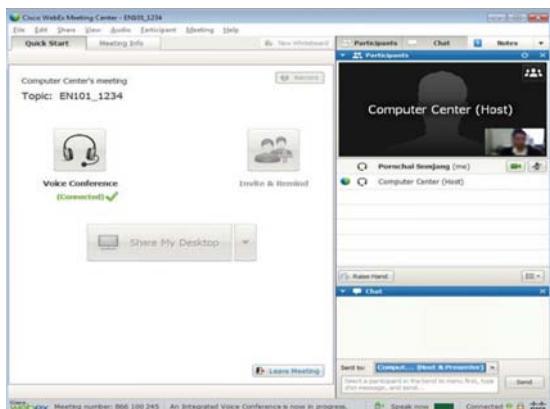
<p><b>Meeting reminder: IT201_1293</b> messenger@webex.com [messenger@webex.com] เมื่อ: 20 ตุลาคม 2012 10:26 ผู้: Naruetep Suwanlada</p> <p>You are scheduled to host this online meeting.</p> <p>Topic: IT201_1293 Date: 20/10/2012 10:26 Time: 11:15 AM, Bangkok Time (Bangkok, GMT+07:00) Meeting Number: 862 645 633 Meeting Password: 5252 Host Key: 416923</p> <p>To start the online meeting</p> <p>Go to <a href="http://buaugoku.webex.com/buaugokuuniversity/j.php?EDID=11293&amp;LID=10512&amp;MEETINGID=10512&amp;PVID=10512&amp;PT=M&amp;PWD=5252&amp;ID=309130">http://buaugoku.webex.com/buaugokuuniversity/j.php?EDID=11293&amp;LID=10512&amp;MEETINGID=10512&amp;PVID=10512&amp;PT=M&amp;PWD=5252&amp;ID=309130</a> 2. If you are not logged in, log in to your account.</p> <p>To check whether you have the appropriate players installed for UCF (Universal Communications Format) rich media files, go to <a href="https://buaugoku.university.webex.com/buaugoku-university/systemdiagnosis.php">https://buaugoku.university.webex.com/buaugoku-university/systemdiagnosis.php</a></p> <p><a href="http://new.webex.com">http://new.webex.com</a></p>
---

ภาพที่ 1 : Email กำหนดวันเวลาให้เข้าเรียนตามที่กำหนด



ภาพที่ 2 : หน้า Login เพื่อเข้าสู่ระบบ “BU WebEx”

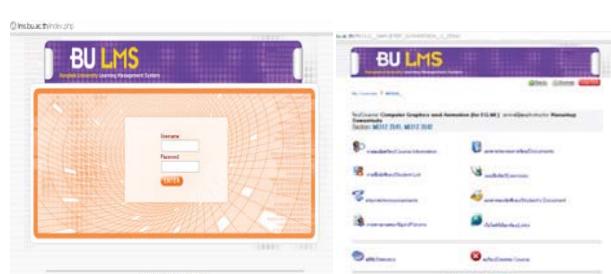
หลังจากที่นักศึกษาเข้าสู่ระบบ จะแสดงหน้าจอหลักสำหรับการเรียนการสอน โดยอุปกรณ์ที่จำเป็นต้องใช้คือ ชุดหูฟัง หรือลำโพง ไมโครโฟน กล้องเว็บแคม ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 : หน้าจอหลักสำหรับการเรียนการสอนผ่าน “BU

#### 4.2 ระบบจัดการเรียนการสอน Learning Management System (LMS)

4.2.1 ระบบจัดการเรียนการสอน (LMS) พัฒนาโดยมหาวิทยาลัยกรุงเทพ ซึ่งอาจารย์ผู้สอนสามารถสร้างได้ด้วยตนเอง โดยต้องทำการ Login เข้าสู่ระบบก่อน และในระบบจะประกอบไปด้วยส่วนต่างๆ ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 : หน้าจอระบบจัดการเรียนการสอน (LMS)

#### 4.3 เว็บไซต์บทเรียนอีเลิร์นนิ่ง

การเรียนในภาคทฤษฎีและในภาคปฏิบัติ กำหนดให้ นักศึกษาเข้าเว็บไซต์ประจำวิชาที่ <http://science.bu.ac.th/it201> ซึ่งอาจารย์ผู้สอนและผู้ช่วยอาจารย์ทางด้านเนื้อหาได้จัดเตรียมไว้



ภาพที่ 5 : หน้าเว็บไซต์ประจำวิชาที่



ภาพที่ 6 : บทเรียนอีเลิร์นนิ่งบนเว็บไซต์ประจำวิชา

#### 4.4 เว็บไซต์บทเรียนอีเลิร์นนิ่ง

นักศึกษาระบุสามารถทำการติดต่อสื่อสารกับอาจารย์ผู้สอนผ่าน Facebook เป็นระบบที่ได้รับความนิยมมากในปัจจุบัน ดังภาพที่ 7



ภาพที่ 7 : หน้าจอการติดต่อสื่อสารกับอาจารย์ผู้สอนผ่าน

#### 4.5 ระบบประเมินการเรียนการสอนออนไลน์

นักศึกษาทุกคนต้องเข้าประเมินการเรียนการสอนออนไลน์ ผ่านระบบที่มหาวิทยาลัยกำหนด ดังภาพที่ 8



ภาพที่ 8 : หน้าจอระบบประเมินการเรียนการสอนออนไลน์

#### 4.6 ผลการประเมินผ่านแบบประเมินความพึงพอใจ

## การเรียนรู้แบบผสมผสานฯ

หลังจากที่กลุ่มทดลองได้ใช้ชุดการเรียนรู้แบบผสมผสานฯ ที่พัฒนาขึ้น ผู้วิจัยได้สำรวจความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างจำนวน 80 คน โดยใช้แบบสอบถามเพื่อสำรวจซึ่งแบ่งเป็น 2 ด้านคือ ด้านเนื้อหาวิชาการและทรัพยากรการเรียนรู้ และด้านกิจกรรมการเรียน และการประเมินผล โดยมีผลการสำรวจข้อมูล ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลความพึงพอใจต่อการเรียนรู้แบบผสมผสานฯ

รายการ	ระดับความคิดเห็น		
	$\bar{X}$	S.D.	ความหมาย
<b>ด้านเนื้อหาวิชาและทรัพยากรการเรียนรู้</b>			
1. ความสอดคล้องของวัสดุประสังค์กับเนื้อหาวิชา	4.15	0.89	ระดับมาก
2. ลักษณะข้อใน การนำเสนอหน่วยการเรียน	4.10	0.95	ระดับมาก
3. ความหมาย สมของภาษาที่ใช้ สื่อความหมาย	4.24	0.82	ระดับมาก
4. ความหมาย สมของวัสดุประสังค์กับ <sup>แหล่งทรัพยากรการเรียนรู้</sup>	4.47	0.83	ระดับมาก
5. ความหมาย สมของปัจมณ แหล่งทรัพยากรการเรียนรู้	4.15	0.87	ระดับมาก
6. แหล่งทรัพยากรการเรียนรู้ ส่งเสริม ต่อกระบวนการเรียนรู้ด้านตนเอง	4.22	0.82	ระดับมาก
รวม	4.22	0.37	ระดับมาก
<b>ด้านกิจกรรมการเรียนและการประเมินผล</b>			
1. ความหมาย สมของเนื้อหาและกิจกรรมการเรียน	4.28	0.75	ระดับมาก
2. ความสอดคล้องระหว่างแบบฝึกปฏิบัติ กับวัสดุประสังค์	4.22	0.78	ระดับมาก
3. ความสอดคล้องระหว่างเนื้อหา กับ แบบฝึกปฏิบัติ	4.41	0.61	ระดับมาก
4. ความสะดวกในการเรียนรู้	4.49	0.75	ระดับมาก
5. ความหมาย สมของเวลาในแต่ละ หน่วยการเรียน	4.35	0.68	ระดับมาก
6. วิธีการรายงานผลคะแนนของแต่ละ หน่วยการเรียน	4.11	0.98	ระดับมาก
รวม	4.29	0.35	ระดับมาก
รวมทั้งหมด	4.26	0.22	ระดับมาก

จากผลการสำรวจความพึงพอใจโดยภาพรวมมีความพึงพอใจในรูปแบบการเรียนรู้ที่พัฒนาในระดับมาก ค่าเฉลี่ย 4.26 อีกทั้ง

มีความพึงพอใจมากที่สุดในเรื่อง ความสะอาดในการเรียนรู้ ค่าเฉลี่ย 4.49 และพึงพอใจมากที่สุดในเรื่อง ลำดับขั้นในการนำเสนอหน่วยการเรียน ค่าเฉลี่ย 4.10

## 5. บทสรุป

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเพื่อศึกษาความพึงพอใจการเรียนรู้แบบผู้สอนผ่านในรายวิชาคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ ผ่านระบบ “BU WebEx” และเว็บไซต์บทเรียนอีเลิร์นนิ่ง โดยได้ผลการวิจัยโดยรวมในเกณฑ์ระดับมาก ซึ่งตรงกับสมมติฐานแต่จากการสรุปปัญหาและผลการวิจัยทำให้ทราบว่า การเรียนรู้แบบผู้สอนโดยใช้ระบบ “BU WebEx” และเว็บไซต์บทเรียนอีเลิร์นนิ่ง นักศึกษาจำเป็นต้องศึกษาวิธีการใช้และในการเรียนแต่ละครั้งต้องถูกจำกัดด้วยจำนวนคน 40 คน ต่อการเรียนใน 1 ห้องจำลองบนระบบ “BU WebEx” ซึ่งถ้านักศึกษาที่เข้าเรียนมีจำนวนมากกว่า 40 คน ระบบจะไม่สามารถทำงานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ อีกทั้งยังพบว่าการโต้ตอบกับนักศึกษาผ่านการเรียนรู้ในระบบ มีปัญหาเกี่ยวกับความไม่เข้าใจของนักศึกษาในงานด้านเทคโนโลยี ทำให้นักศึกษาต้องใช้เวลาในการศึกษาการใช้งานระบบ ซึ่งถูกกำหนดให้เป็นการเรียนรู้ในรูปแบบใหม่ สุดท้ายสามารถสรุปได้ว่าการเรียนรู้ในรูปแบบผู้สอนผ่านระบบ “BU WebEx” และเว็บไซต์บทเรียนอีเลิร์นนิ่ง เป็นอีกหนึ่งตัวเลือกในการเรียนรู้ที่ผู้เรียนและผู้สอนไม่จำเป็นต้องอยู่ในสถานที่เดียวกันได้ และสามารถเพิ่มช่องทางในการติดต่อสื่อสารระหว่างอาจารย์ผู้สอนและผู้เรียนได้เป็นอย่างดี

## เอกสารอ้างอิง

- [1] อัตต์สภาราสุธิพงศ์. (2551). การศึกษาผลการเรียนด้วยบทเรียนแบบผสมผสาน เรื่อง กติกาและหลักการเล่นปีตองของนักศึกษาปริญญาตรี มหาวิทยาลัยศิลปากร. กรุงเทพมหานคร : สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา ภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษานักศึกษา มหาวิทยาลัยศิลปากร.
  - [2] Bart, Mary. Strategies for Teaching Blended Learning Courses. Maybe You(and Your Students) Can Have It All[Online]. Accessed 8 May 2008. Available from <http://www.facultyfocus.com/?p=4297>
  - [3] เจนเนตร มณีนาค“, จากอีเลิร์นนิ่งสู่การเรียนการสอนแบบผสมผสาน ”, e-economy 2, 41 (ธันวาคม 2545) : 65-68.
  - [4] ลั่นฤทธิ์ เสนกศ. (2553). การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้แบบผสมผสาน นิ่องจากและกิจกรรมการเรียนด้านการเรียนปีแรกคอมพิวเตอร์. กรุงเทพมหานคร: สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา ภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.



การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบปฏิสัมพันธ์ เรื่องการคำนวณหาค่าสถิติเบื้องต้น  
วิชาการประยุกต์คอมพิวเตอร์กับงานสถิติ สำหรับนักเรียนชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพปีที่ 2  
สาขาวิชาพัฒนาระบบ โดยใช้เทคนิคการเรียนแบบเพื่อนคุ้มคิด

**The Development of Interactive Computer-Assisted Instruction on  
Basic Calculation Statistic in Computer Application to Statistical Work Course  
for Vocational Certificate Level 2 by Using Think-Pair-Share Technique**

บุญญารัตน์ สุขศิลป์<sup>1</sup> มนต์ชัย เทียนทอง<sup>2</sup> สุธิดา ชัยชนชื่น<sup>3</sup>

ภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

*suksilp.b@hotmail.com<sup>1</sup>, monchai@kmutnb.ac.th<sup>2</sup>, std@kmutnb.ac.th<sup>3</sup>*

### บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบปฏิสัมพันธ์ เรื่องการคำนวณค่าสถิติเบื้องต้น วิชาการประยุกต์คอมพิวเตอร์กับงานสถิติ สำหรับนักเรียนชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาพัฒนาระบบ 2) ประเมินประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่พัฒนาขึ้น 3) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่พัฒนาขึ้น 4) หาความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนร่วมกับการจัดกิจกรรมการเรียนด้วยเทคนิคเพื่อนคุ้มคิด กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นปวช. 2 สาขาวิชาพัฒนาระบบ วิทยาลัยสารพัดช่างจันทบุรี จำนวน 20 คน คัดเลือกด้วยวิธีการแบบเฉพาะจะ (Purposive Sampling) และจับคู่ผู้เรียนเป็น 10 คู่ ใช้แบบแผนการทดลองแบบกลุ่มเดียวสอบก่อน-สอบหลัง (One-Group Pretest-Posttest Design)

ผลการวิจัยพบว่า 1) ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีค่าเท่ากับ  $1.81$  ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ตามสูตร เมตริกเกนส์ คือ  $1.5$  2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ  $.05$  และ 3) ความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนร่วมกับการจัดกิจกรรมการเรียนด้วยเทคนิคเพื่อนคุ้มคิดอยู่ในระดับมาก

**คำสำคัญ:** บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบปฏิสัมพันธ์ เทคนิคการเรียนแบบเพื่อนคุ้มคิด

### Abstract

*The purposes of this study were to 1) develop Interactive Computer-assisted Instruction on Basic Calculation Statistic in Computer Application to Statistical Work Course; 2) validate the efficiency of CAI; 3) compare the learning*

achievement of students before and after learning ; and find out satisfaction of students who studied with CAI on Basic Calculation Statistic in Computer Application to Statistical Work Course by Using Think-Pair-Share Technique. The example of this research were 20 students who studied in Vocational Certificate Level2 Chanthaburi Polytechnic College and matching student 10 pair. The results showed that, the efficiency of the CAI was 1.81 which was higher than 1.5 of Meguigan's formula as in the hypothesis. The student's achievement was found that the posttest score was higher than the pretest score at the significant level .05. The satisfaction of students who studied with CAI was also high.

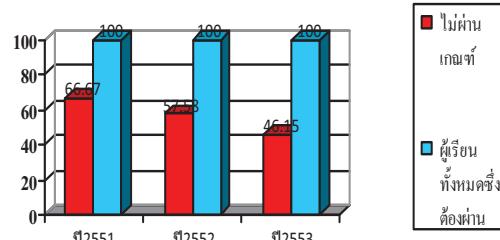
**Keyword:** Computer Assisted Instruction, Finding of Interactive CAI, Think-Paired-Share Learning Technique.

## 1. บทนำ

การจัดการเรียนการสอนวิชาการประยุกต์คอมพิวเตอร์กับงานสถิติ เป็นวิชาพื้นฐานในสาขาวิชาพัฒนาระบบ บรรยาย (Lecture) และแบบสาธิต (Demonstration) และด้วยวิธีทำการคำนวณควบคู่ไปกับการสอนแบบฝึกปฏิบัติ (Practicum) โดยครูจะให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติจริงเพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจวิธีการเลือกใช้สูตรการคำนวณที่สัมพันธ์กับเนื้อหา และฝึกคำนวณจนเกิดเป็นความชำนาญ ผู้สอนจึงต้องใช้วิธีการให้ผู้เรียนเข้าใจสนุกสนานกับการคำนวณ ไม่เกิดความเบื่อหน่ายขณะเรียน

จากการศึกษาข้อมูลเบื้องต้น ในการจัดการเรียนการสอนรายวิชาการประยุกต์คอมพิวเตอร์กับงานสถิติ ของวิทยาลัยสารพัดช่างจันทบุรี ในระหว่างปีการศึกษา 2551-2553 พบว่า ผู้เรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำกว่าเกณฑ์คิดเป็นร้อยละ 66.67, 57.58 และ 46.15 ตามลำดับ ซึ่งไม่เป็นไปตามมาตรฐานการประกันคุณภาพการศึกษาที่กำหนดให้ผู้เรียนต้องมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านเกณฑ์ทุกคน ดังภาพที่ 1

ร้อยละของผู้เรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่ผ่านเกณฑ์



ภาพที่ 1 ภาพแผนภูมิร้อยละจำนวนผู้เรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์

จากการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการสอน ได้แก่บันทึกการปฏิบัติกรรมในชั่วโมงเรียน บันทึกการส่งงานที่มีอนามัย

พบว่า ผู้เรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำไม่สามารถจดจำสูตรและวิธีการคำนวณได้ จึงไม่สามารถปฏิบัติงานที่มอบหมายได้ และเป็นผลให้ไม่สามารถทำความเข้าใจในหัวข้อเรื่องต่อไปได้ รวมทั้งสื่อการสอนที่สามารถให้ความช่วยเหลือผู้เรียนด้วยตนเองมีจำนวนน้อย ขาดความน่าสนใจ ทำให้ผู้เรียนที่เรียนช้า เรียนไม่ทันเพื่อน จึงไม่สนใจมีส่วนร่วมในการเรียน

เทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยแบ่งผู้เรียนออกเป็นกลุ่มๆ ดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ในลักษณะของกลุ่มๆ ซึ่งสามารถใช้ได้ทั้งกลุ่มผู้เรียนทุกระดับ จัดว่าเป็นเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือที่ได้รับการยอมรับมากอีกรูปแบบหนึ่งเนื่องจากทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น[1]

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน คือ บทเรียนและกิจกรรมการเรียนการสอนที่ถูกจัดทำไว้อย่างเป็นระบบ มีแบบแผนใช้คอมพิวเตอร์นำเสนอและจัดการเพื่อให้ผู้เรียนได้มีปฏิสัมพันธ์โดยตรงกับบทเรียนนั้นๆ ตามความสามารถของตนเอง โดยผู้เรียนไม่จำเป็นต้องมีทักษะด้านการใช้คอมพิวเตอร์มาก่อนก็สามารถเรียนรู้ได้ รวมทั้งสามารถที่จะประเมิน และตรวจสอบความเข้าใจของผู้เรียนได้ตลอดเวลา[2]

จากการศึกษาข้อมูลบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและการเรียนรู้ร่วมกัน ทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบปฏิสัมพันธ์โดยใช้เทคนิคการเรียนแบบเพื่อนคู่คิด เพื่อสร้างความสนใจในกิจกรรมการเรียน ทำให้ผู้เรียนรับรู้ได้รวดเร็วและนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ได้ทำให้ผู้เรียนมีสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นสอดคล้องกับตามเป้าหมายของการจัดการศึกษา



## 2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

2.1 เพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบปฏิสัมพันธ์ เรื่อง การคำนวณค่าสัดสีบีโองต์ตัน วิชาการประยุกต์คอมพิวเตอร์กับงานสอดสิทธิ สำหรับนักเรียนชั้นปวช. 2 สาขาวิชาพนิชยการ โดยใช้เทคนิคการเรียนแบบเพื่อนคู่คิด

2.2 เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้น

2.3 เพื่อเปรียบเทียบผลลัพธ์จากการเรียนของผู้เรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนร่วมกับเทคนิคการเรียนแบบเพื่อนคู่คิด ก่อนเรียนกับหลังเรียน

2.4 เพื่อหาความพึงพอใจของผู้เรียน ที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่พัฒนาขึ้น โดยใช้เทคนิคการเรียนแบบเพื่อนคู่คิด

## 3. วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

### 3.1 วิชาการประยุกต์คอมพิวเตอร์กับงานสอดสิทธิ

วิชาการประยุกต์คอมพิวเตอร์กับงานสอดสิทธิ (รหัสวิชา 2201 – 2413) เป็นวิชาชีพพื้นฐาน ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545 (ปรับปรุง พ.ศ.2546) สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ในระดับชั้น ปวช.2 สาขาวิชาพนิชยการ ประกอบด้วย 8 หน่วยการเรียน ซึ่งการคำนวณค่าสัดสีบีโองต์ตันมีเนื้อหารอบคุณหน่วยที่ 3 เรื่องการวัดแนวโน้มสู่ส่วนกลางและหน่วยที่ 4 เรื่องการวัดตำแหน่งข้อมูล

### 3.2 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบปฏิสัมพันธ์

การปฏิสัมพันธ์ของบทเรียนคอมพิวเตอร์แบ่งได้ 3 แบบ ได้แก่ 1) การปฏิสัมพันธ์ที่เกิดจากคอมพิวเตอร์ 2) จากผู้เรียนร่วม และ 3) จากทางเลือกเพื่อช่วยเหลือ การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนควรสร้างสรรค์การปฏิสัมพันธ์ที่หลากหลาย เพื่อลดความเบื่อหน่าย [3]

โปรแกรม Microsoft MultiPoint SDK เป็นโปรแกรมทางการศึกษาที่ไม่มีลิขสิทธิ์ และสามารถติดตั้งได้กับทุกเครื่องคอมพิวเตอร์ในโรงเรียน มีวัตถุประสงค์ช่วยให้นักเรียนแต่ละคนในห้องเรียนที่ได้รับการกำหนดให้ใช้มาส์มีปฏิสัมพันธ์กับบันหน้าจอ ครูจะเป็นผู้ที่อยู่ในส่วนควบคุมของโปรแกรม Microsoft MultiPoint SDK โดยใช้เพาเวอร์พอยต์สไลด์ที่

นักเรียนสามารถทำกิจกรรมร่วมกับนับสไลด์ที่ออกแบบโดยครู การเชื่อมต่ออุปกรณ์แบบทั่วไปจะใช้มาส์ทลาย ๆ ตัวต่อเข้ากับกล่องแยกสัญญาณ USB และนำปลายสายเสียบเข้าเครื่องคอมพิวเตอร์ได้โดยตรง Microsoft MultiPoint SDK สามารถอ่านไฟล์ประเภท PPT และ PPTX แต่จำเป็นต้องมี Mighty Mice PowerPoint add-in เพื่อช่วยให้นักเรียนมีการปฏิสัมพันธ์กับระบบในลักษณะการอินเทอร์แอคทิพบนหน้าจอได้อย่างดี

### 3.3 การจัดการเรียนการสอนแบบเพื่อนคู่คิด (Think-Pair-Share)

Think-Pair-Share หรือ “เพื่อนคู่คิด” เป็นเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือระหว่างผู้เรียน 2 คน มีวิธีการดังนี้[2]

3.1.1 ผู้สอนตั้งปะเดินปัญหา กับผู้เรียนทั้งชั้นเรียน

3.1.2 ผู้เรียนแต่ละคนค้นหาคำตอบอย่างอิสระ

3.1.3 ผู้เรียนจับกันเป็นคู่ ๆ และให้ร่วมกันคิดระหว่างกันและกัน เพื่อหาข้อสรุป

3.1.4 นำผลสรุปเสนอหน้าชั้นเรียน เพื่อหาข้อสรุปของประเด็นคำถามจากผู้เรียนทั้งชั้น

จากขั้นตอนดังกล่าว สนับสนุนให้มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นในคู่ของตนเพื่อแบ่งขันกับกลุ่มอื่น และช่วยให้ผู้เรียนกล้าแสดงออก เป็นการพัฒนาบุคลิกภาพพร้อมกับการคิดหาเหตุผล เป็นเทคนิคที่ใช้ได้ดี สะดวกกับทุกชั้นเรียน

## 4. ขอบเขตการวิจัย

### 4.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรคือนักเรียนระดับชั้น ปวช.2 สาขาวิชาพนิชยการ วิทยาลัยสารพัดช่างจันทนุ ที่ลงทะเบียนเรียนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2554 จำนวน 20 คน กลุ่มตัวอย่างคัดเลือกด้วยวิธีการแบบเจาะจง (Purposive Sampling) โดยจับคู่ผู้เรียนที่มีคะแนนจากการทดสอบก่อนเรียนสูงสุดกับผู้ที่คะแนนต่ำสุด ตามลำดับจนครบ 10 คู่

### 4.2 รูปแบบการทดลอง

ทำการวิจัยเชิงทดลองโดยใช้แบบแผนการทดลองแบบกลุ่มเดียวสอนก่อน-สอนหลัง (One-Group Pretest-Posttest Design) ดังภาพที่ 2

กลุ่ม	ทดสอบ ก่อนเรียน	เรียนด้วยบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอน	ทดสอบ หลังเรียน
E	O <sub>1</sub>	X	O <sub>2</sub>

ภาพที่ 2 แบบแผนการทดลองแบบกลุ่มด้วยสอนก่อน-สอนหลัง

#### 4.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย ประกอบด้วย 3 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบปฏิสัมพันธ์ เรื่องการคำนวณค่าสถิติเบื้องต้น

ส่วนที่ 2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ส่วนที่ 3 แบบประเมินความพึงพอใจของผู้เรียน ที่มีต่อ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่พัฒนาขึ้น

#### 4.4 ระยะเวลาในการดำเนินการวิจัย

ระยะเวลาในการดำเนินการวิจัย คือ ภาคเรียนที่ 2 ปี การศึกษา 2554 ระหว่างวันที่ 1-30 พฤษภาคม 2554

### 5. วิธีการดำเนินการวิจัย

#### 5.1 การศึกษาและรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาและรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ ดังนี้

5.1.1 ศึกษาหลักสูตรและลักษณะรายวิชาการ ประยุกต์คอมพิวเตอร์กับงานสถิติ โดยรวมเนื้อหาอย่างเป็น ระบบไม่ให้เกิดความซ้ำซ้อน

5.1.2 ศึกษาการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้ใช้ภาษาญี่ปุ่น และ แบบสอบถามความพึงพอใจของผู้เรียน

5.1.3 ศึกษาหลักการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วย สอนแบบปฏิสัมพันธ์ และโปรแกรมที่ใช้พัฒนาบทเรียน

5.1.4 ศึกษาฐานข้อมูลแบบประเมินค่าสถิติคู่คิด

#### 5.2 การออกแบบบทเรียน

5.2.1 ออกแบบโครงสร้างของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์และเนื้อหา

5.2.2 ออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบ ปฏิสัมพันธ์ ในส่วนแบบทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียนโดย ใช้โปรแกรม MS-Excel ช่วยคำนวณได้

5.2.3 ออกแบบสื่อวิดีโอซึ่งมีเนื้อหาเรื่องการคำนวณ ค่าสถิติเบื้องต้นซึ่งเป็นการทบทวนความรู้เดิม แล้วจึงนำความรู้ มาฝึกประยุกต์ใช้สูตรคำนวณตามหัวข้ออย่างและสามารถศึกษา วิธีการคำนวณที่อธิบายไว้ในแฟ้มชื่อง โยง ที่จัดเตรียมไว้ให้

5.2.4 ออกแบบสื่อ MS-MultiPoint ซึ่งมีกิจกรรมการ ตามตอบ เป็นการนำความรู้มาประยุกต์ใช้ในการคำนวณ

5.2.5 ออกแบบการจัดกิจกรรมการเรียนแบบเพื่อน คู่คิด ซึ่งประกอบด้วย ขั้นตอนการคิด (Think) กือครุตั้งค่าตาม ให้ผู้เรียนหาคำตอบ ขั้นตอนการจับคู่ (Pair) ครุจับคู่ให้กับ ผู้เรียนจากคะแนนการทดสอบก่อนเรียนโดยผู้เรียนที่คะแนน สูงสุดคู่กับผู้ที่คะแนนต่ำสุดตามลำดับเพื่อให้ผู้เรียนช่วยกันคิด และสรุปคำตอบในคู่ของตน ขั้นตอนการมีส่วนร่วม (Share) ร่วมกันสรุปคำตอบหน้าชั้นเรียน โดยแต่ละคู่ตอบคำถามใน MS-MultiPoint SDK

#### 5.3 การพัฒนาบทเรียน

ในการพัฒนาบทเรียนเป็นขั้นการผลิตซึ่งนำเนื้อหา ภาพกราฟิก ภาพเคลื่อนไหว เสียงบรรยาย เสียงดนตรี มาใช้ ประกอบการจัดทำบทเรียนดังนี้

5.3.1 การเขียนโปรแกรมโดยเนื้อหาตามโครงร่างบทเรียนด้วย โปรแกรม Swish 2, Swish max, MS MultiPoint SDK

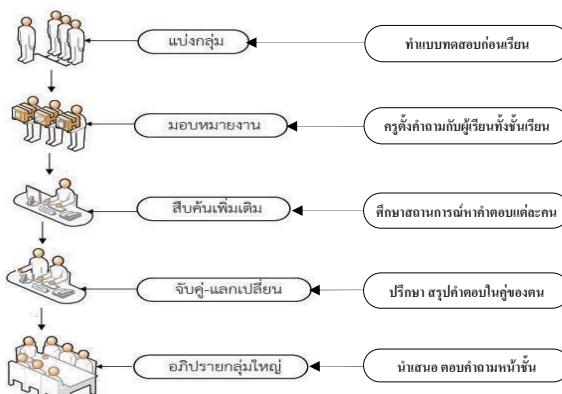
5.3.2 ประเมินคุณภาพบทเรียนที่พัฒนาขึ้นด้วยโดย ผู้ใช้ภาษาญี่ปุ่นเนื้อหาจำนวน 3 คนและค้านเทคนิควิธีการ จำนวน 3 คน โดยให้ผู้ใช้ภาษาญี่ปุ่นทดลองใช้เบื้องต้นและ ปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้ใช้ภาษาญี่ปุ่น

#### 5.4 การนำไปใช้และการประเมิน

เมื่อได้ทำการปรับปรุงบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตาม คำแนะนำในขั้นต้นแล้วจึงทดลองใช้ด้วยตนเอง ทดสอบใช้ รายบุคคล ทดลองกับกลุ่มย่อยจำนวน 10 คน จากผู้ที่เคยเรียน วิชาการประยุกต์คอมพิวเตอร์กับงานสถิติมาแล้ว เมื่อปรับปรุง แก้ไขแล้วนำไปให้ผู้ใช้ภาษาญี่ปุ่นตรวจประเมินโดยใช้แบบ ประเมินความเหมาะสมของบทเรียนค้านเนื้อหา 3 คน ผลการ ประเมินอยู่ในระดับดี ค่าเฉลี่ย 4.11 ค้านเทคนิควิธีการ 3 คน ผลการประเมินอยู่ในระดับดี ค่าเฉลี่ย 4.20 จากนั้นจึงเข้าสู่ขั้น การประเมิน ซึ่งผู้วิจัยนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปใช้ และเก็บข้อมูลตามขั้นตอนดังนี้

5.4.1 ผู้เรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน และจัดเก็บคะแนนนำมารับทีกิ้ว โดยขับคู่ผู้เรียนคะแนนสูงสุดกับคะแนนต่ำสุดตามลำดับ จนครบ 10 คู่

5.4.2 ให้ผู้เรียนแต่ละคนศึกษาเนื้อหา สถานการณ์ ตัวอย่างและข้อคำถามจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน แล้วจึงให้ผู้เรียนแต่ละคู่ช่วยกันคิดสรุปคำตอบในคู่ของตนเองนั้น ร่วมทำกิจกรรมฝึกคำนวณ และตอบคำถามร่วมกัน โดยแต่ละคู่พิมพ์คำตอบลงในช่องว่างของหน้าจอเพาเวอร์พอยต์สไลด์ ที่สร้างไว้ใน MS-MultiPoint SDK ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 ภาพขั้นตอนการเรียนรู้ร่วมมือแบบเทคนิคเพื่อนคู่คิด

5.4.3 เมื่อผู้เรียนศึกษาเรียบร้อย ให้ผู้เรียนจัดทำแบบทดสอบหลังเรียน แล้วบันทึกข้อมูลไว้

5.4.4 ผู้วิจัยนำคะแนนจากการทดสอบก่อนและหลังเรียนเปรียบเทียบ เพื่อวัดประสิทธิภาพของบทเรียนดังกล่าว

5.4.5 ผู้เรียนประเมินความพึงพอใจ ที่มีต่อบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพื่อนำข้อเสนอแนะของผู้เรียนไปพัฒนาการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องต่อไป

## 6. ผลการดำเนินงาน

จากการดำเนินการวิจัย การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบปฏิสัมพันธ์ เรื่องการคำนวณค่าสัมบูรณ์เบื้องต้น วิชาการประยุกต์คอมพิวเตอร์กับงานสถิติ ได้ผลดังนี้

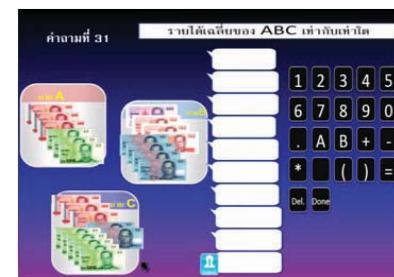
### 6.1 ผลการพัฒนาบทเรียน

บทเรียนที่สร้างขึ้น เป็นแบบศึกษาเนื้อหารอบคุณ 2 หน่วยการเรียนประกอบไปด้วยวัสดุประสิทธิ์ เรียงลำดับตามทั้งหมด 7 ข้อ มีเนื้อหาทั้งหมด 78 เฟรม และข้อสอบที่ผ่านการวิเคราะห์ จำนวน 28 ข้อ โดยได้นำข้อสอบไปใช้ใน

บทเรียน 20 ข้อ ในบทเรียนที่พัฒนาขึ้นนี้มีการปฏิสัมพันธ์ไปยังแฟ้มข้อมูลที่สร้างไว้เพื่อการฝึกทบทวนทำกิจกรรมของผู้เรียนร่วมกัน ดังภาพที่ 4 และภาพที่ 5



ภาพที่ 4 ภาพการใช้บทเรียนที่มีการปฏิสัมพันธ์ไป MS-MultiPoint



ภาพที่ 5 ภาพการใช้ MS-MultiPoint ในบทเรียน CAI

### 6.2 ผลการหาประสิทธิภาพของบทเรียน

จากการวิเคราะห์ประสิทธิภาพบทเรียนพบว่ามีค่าเท่ากับ 1.81 ตามมาตรฐานเมกุยเกนส์ สูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้คือ 1.50 ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

คะแนน	จำนวน คน	คะแนน เต็ม	$\bar{x}$	S.D.	ประสิทธิภาพ เมกุยเกนส์
ก่อนเรียน	20	20	7.35	1.95	
หลังเรียน	20	20	13.30	1.56	1.81

### 6.3 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน

#### ก่อนเรียนและหลังเรียน

เมื่อนำผลคะแนนจากการทำแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนจากการเรียนด้วยบทเรียนที่พัฒนาขึ้นวิเคราะห์ด้วยการทดสอบ t-test พ布ว่า  $t = 2.597$  ซึ่งสูงกว่าค่า  $t$  ในตาราง คือ 1.8125 จึงสรุปได้ว่า ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05 ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน

คะแนน	$\bar{X}$	S.D.	t	Sig.
ก่อนเรียน	7.35	1.95		
หลังเรียน	13.30	1.56	25.97*	.05

\*นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05, df=10 ค่า t ในตาราง = 1.8125

#### 6.4 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียน

จากการวิเคราะห์ผลการตอบแบบสอบถามความด้วยค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน พบว่า ผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นในภาพรวม อยู่ในระดับมาก ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจ

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
1. ด้านการออกแบบ	4.33	0.70	มาก
2. ด้านการจัดการบทเรียน	4.47	0.58	มาก
3. ด้านกิจกรรมต่าง ๆ	4.38	0.63	มาก
4. ค่าเฉลี่ยด้านกิจกรรมการเรียนรู้แบบเพื่อนคุณ	4.53	0.56	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยภาพรวม	4.45	0.61	มาก

## 7. สรุปผล

จากการวิจัยสรุปได้ว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่พัฒนาขึ้น สามารถตอบสนองการจัดการศึกษาที่ยึดหลักกว่าผู้เรียนทุกคนมีความสามารถในการเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้

ประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐานของเมกุยแกนส์ของบทเรียน เท่ากับ 1.81 สอดคล้องกับผลการวิจัยของ ศศิลักษณ์ [4] ที่ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาบทเรียนแบบฝึกบทวนบนอินเทอร์เน็ต เรื่องการใช้งาน Windows XP เป็นต้น วิชาคอมพิวเตอร์เพื่องานอาชีพ พบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐานของเมกุยแกนส์เท่ากับ 2.207

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ เนตรทราย [5] เรื่องพัฒนาและหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดียแบบบทวน วิชาคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา

ชั้นปีที่ 5 โดยใช้เทคนิคการจัดการเรียนรู้แบบเพื่อนคุณคิด พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนหลังเรียน สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05

ความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อบทเรียนที่พัฒนาขึ้นอยู่ในระดับมากสอดคล้องกับงานวิจัยของเล็กฤทธิ์ [6] เรื่องการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต วิชาการพัฒนาซอฟต์แวร์ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป โดยใช้การเรียนรู้ร่วมกันแบบเพื่อนคุณคิดเรียนรู้ร่วมกัน 2 วิธีพบว่าผู้เรียนมีความพึงพอใจในระดับมาก

## 8. ข้อเสนอแนะ

ควรพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบปฏิสัมพันธ์ ในรายวิชาอื่น ๆ และใช้การออกแบบข้อสอบแบบการสุ่มข้อสอบ

## 9. เอกสารอ้างอิง

- [1] Barkley, E. and others. Collaborative Learning Technique, John Wiley & Sons, USA, 2005.
- [2] มนต์ชัย เทียนทอง. การออกแบบและพัฒนาคอร์สwareสำหรับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน. กรุงเทพมหานคร : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2548.
- [3] มนต์ชัย เทียนทอง. การออกแบบและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : ภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา คณะครุศาสตร์ อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2554.
- [4] ศศิลักษณ์ ไชยตัน. การพัฒนาบทเรียนแบบฝึกบทวนบนอินเทอร์เน็ต เรื่อง การใช้งาน Windows XP เป็นต้น วิชาคอมพิวเตอร์เพื่องานอาชีพ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ วิทยาลัยเทคโนโลยีสมุทรปราการ. วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาบัณฑิตสาขาวิชาเทคโนโลยี โลจิสติกคอมพิวเตอร์บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2551.
- [5] เนตรทราย สมฉะชัยกรรณ์. การพัฒนาบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ระบบมัลติมีเดียแบบบทวน วิชาคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้เทคนิคการจัดการเรียนรู้แบบเพื่อนคุณคิด. วิทยานิพนธ์ ครุศาสตร์อุตสาหกรรม, 2553.
- [6] เล็กฤทธิ์ ขันทองชัย. การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต วิชาการพัฒนาซอฟต์แวร์ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป โดยใช้การเรียนรู้ร่วมกันแบบเพื่อนคุณคิดเรียนรู้ร่วมกัน 2 วิธี. วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรม, 2552.



การพัฒนารูปแบบบทเรียนและรูปแบบเว็บ (WebQuest) วิชาประวัติศาสตร์ท้องถิ่น  
ขั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ร่วมกับทฤษฎีสร้างสรรค์ความรู้ (Constructivism)  
ผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์

**The Development of WebQuest's Format on Local History for  
Mathayomsuksa 1 Students by Constructivism Approach through  
Social Network**

วชิรพร ทองวิจิตร<sup>1</sup> และ จิรพันธุ์ ศรีสมพันธุ์<sup>2</sup>

ภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ พระนครเหนือ

<sup>1</sup>wachiwawa@gmail.com, <sup>2</sup>jpp@kmutnb.ac.th

### บทคัดย่อ

วิชาประวัติศาสตร์ เป็นวิชาที่มีความสำคัญมาก เนื่องจากเป็นการเรียนรู้เกี่ยวกับเหตุการณ์ในอดีต เพื่อนำความผิดพลาดมาใช้แก้ไขเหตุการณ์ในปัจจุบันและอนาคต ได้ และนอกจากจะเรียนประวัติศาสตร์ของชาติแล้ว การเรียนประวัติศาสตร์ท้องถิ่น ก็เป็นสิ่งสำคัญเช่นกัน แต่จากการศึกษาปัญหาของวิธีการเรียนการสอนประวัติศาสตร์นั้น พบว่ามีการผุ่งเน้นในเรื่องการถ่ายทอดความรู้ ที่มีอยู่ มากกว่าการสร้างองค์ความรู้ใหม่ และยังละเอียดในการดึงศักยภาพในการวิเคราะห์วิจารณ์ของผู้เรียน งานวิจัยชิ้นนี้จึงได้พัฒนารูปแบบการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับปัญหาดังกล่าว ได้แก่ รูปแบบบทเรียนและรูปแบบเว็บ หรือ WebQuest โดยนำแนวคิดการเรียนแบบสร้างสรรค์ความรู้ หรือ Constructivism มาใช้ร่วมกับการจัดกิจกรรมผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์ ผลการวิจัยพบว่า หลังจากผู้เรียนได้เรียนรายวิชาประวัติศาสตร์ท้องถิ่นด้วยรูปแบบบทเรียนและรูปแบบเว็บ ร่วมกับทฤษฎีสร้างสรรค์ความรู้ ผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์ มีผลการเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .01 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียน มีผลการประเมินรวมอยู่ในระดับมากที่สุด และผลการประเมินรูปแบบบทเรียนและรูปแบบเว็บ ร่วมกับทฤษฎีสร้างสรรค์ความรู้ ผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์ มีระดับคุณภาพโดยรวมอยู่ในระดับดีมาก

**คำสำคัญ:** บทเรียนและรูปแบบเว็บ ทฤษฎีสร้างสรรค์ความรู้ เครือข่ายสังคมออนไลน์ ประวัติศาสตร์ท้องถิ่น

### Abstract

*History is one crucial course as the learning regarding the past could provide valuable lessons to the present and the future. Besides National History, Local History also deserves everyone's attention. However, according to many studies concerning problems and teaching methodologies for History, it is found that the concentration is on disseminating existed knowledge rather than contributing a new knowledge. Furthermore, it ignores the potential of learners' analytical skill. This study aimed to develop a way of learning for example, WebQuest which was invented based on constructivism approach through Social Network to address the mentioned problems. The results were*

statistically significant with the 0.1 level and showed higher scores of the students who studied Local History by WebQuest with constructivism approach through Social Network. The student satisfaction and lesson quality was at a high level.

**Keyword:** WebQuest, Constructivism, Social Network, Local History.

## 1. บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

จิตสำนึกรักชาติ สามารถปลูกฝังให้เกิดขึ้นกับคนในชาติได้ โดยผ่านการบอกเล่าเรื่องราวประวัติศาสตร์ของชาติ จากรุ่นสู่รุ่น หรือการเผยแพร่ผ่านสื่อต่างๆ และในภาคของการศึกษาได้มีการบรรจุรายวิชาประวัติศาสตร์ลงในหลักสูตร การเรียน เพื่อส่งเสริมให้เยาวชนของชาติรับรู้ เข้าใจ ประวัติศาสตร์ของชาติ และเกิดจิตสำนึกรักชาติ จึงนับได้ว่ารายวิชาประวัติศาสตร์เป็นวิชาที่มีความสำคัญต่อประเทศ และที่สำคัญต้องให้เรียนรู้ประวัติศาสตร์ท่องถิ่น ศึกษาเรื่องราวเกี่ยวกับแผ่นดินเกิดของตนเอง ให้เด็กมีสำนึกรักชาติ แผ่นดินเกิดของตนเองก่อนที่จะเรียนประวัติศาสตร์ของชาติ และประวัติศาสตร์นานาชาติต่อไป โดยในงานวิจัยชิ้นนี้ได้ทำการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับรายวิชาประวัติศาสตร์ท่องถิ่น ตามที่กระทรวงศึกษาธิการ [1] กำหนดให้สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาจัดทำกรอบหลักสูตรระดับท้องถิ่น เพื่อเชื่อมโยง หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานและความต้องการของท้องถิ่น นำไปสู่การพัฒนาหลักสูตรสถานศึกษาและการจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียน ซึ่งในงานวิจัยชิ้นนี้ได้ทำการทดลอง กับรายวิชาประวัติศาสตร์ท่องถิ่นของจังหวัดนครศรีธรรมราช

สำหรับปัญหาและอุปสรรคในการเรียนการสอนวิชาประวัติศาสตร์ไทย กรณี [2] ได้กล่าวไว้ว่า วิธีการเรียนการสอนประวัติศาสตร์นั้น มุ่งเน้นในเรื่องการถ่ายทอดความรู้ ที่มีอยู่ มากกว่าการสร้างองค์ความรู้ใหม่ และยังละเอียดในการดึงศักยภาพในการวิเคราะห์วิจารณ์ของผู้เรียน ดังนั้น จึงควรมีการปรับปรุงวิธีการจัดการเรียนการสอนรายวิชาประวัติศาสตร์ ที่ไม่เน้นเพียงแค่การท่องจำ แต่ควรเน้นให้ผู้เรียนรู้จักคิด วิเคราะห์ สร้างองค์ความรู้ใหม่ขึ้นได้ ซึ่งวิธีการจัดการเรียนรู้ ที่สอดคล้องกับปัญหาดังกล่าวนั้นคือ การเรียนการสอนโดยใช้ ทฤษฎีสร้างสรรค์ความรู้ หรือ Constructivism เป็นการเรียน

การสอนที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนมีความคิดสร้างสรรค์ และรู้จักคิด วิเคราะห์ และสนับสนุนให้มีการเรียนรู้ร่วมกันเป็นกลุ่ม ส่งผลให้ผู้เรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ใหม่ๆ จากการแลกเปลี่ยน ความคิดเห็นกันได้ [3] แต่เนื่องจากแนวคิดดังกล่าว ยังขาดกระบวนการจัดการเรียนการสอนที่เป็นรูปธรรมทำให้ยากต่อ การนำมาใช้ปัจจุบันจริง และไม่มีการสนับสนุนให้ผู้เรียนศึกษา หาความรู้เพิ่มเติมนอกเหนือจากในบทเรียน จึงได้นำแนวคิด บทเรียนและรูปแบบเว็บ หรือ WebQuest ซึ่งมีกระบวนการที่ช่วยสนับสนุนกระบวนการเรียนรู้ร่วมกัน ลดความลังเลกับแนวคิดการเรียนแบบสร้างสรรค์ความรู้ จะช่วยจัดกระบวนการเรียนรู้ให้เป็นลำดับขั้นตอนอย่างชัดเจน และมีการใช้ประโยชน์จากแหล่งข้อมูลที่หลากหลายเช่น World Wide Web มาใช้เป็นฐานในการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ โดยผู้เรียน แสดงให้เห็นถึงความรู้จากแหล่งข้อมูลที่จัดไว้อย่างเป็นระบบ [4] เพื่อประสิทธิภาพในการเรียนการสอน

Social Network เป็นสื่อออนไลน์ที่ได้รับความนิยมในปัจจุบัน มาใช้ร่วมกับ WebQuest เนื่องจาก WebQuest มีข้อจำกัดเรื่องของการสร้างสังคมการเรียนรู้ และการติดต่อสื่อสารกัน จากผลการวิจัยเรื่อง Work in Progress – Learning Enabled Social Network หรือ งานในกระบวนการเรียนรู้ด้วยสังคมออนไลน์ ของ Robert M. Weiner และคณะ [5] พพบว่า การเรียนรู้ด้วยสังคมออนไลน์นี้ จะช่วยเรื่องการติดต่อสื่อสารกันระหว่างผู้เรียน ในการทำกิจกรรมที่มีการแก้ปัญหาร่วมกัน ได้ดี แสดงให้เห็นว่าสังคมออนไลน์ เป็นสื่อที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการจัดการศึกษาได้

ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะทำการศึกษาวิจัย เรื่อง การพัฒนารูปแบบบทเรียนและรูปแบบ (WebQuest) วิชาประวัติศาสตร์ท่องถิ่น ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ร่วมกับทฤษฎี สร้างสรรค์ความรู้ (Constructivism) ผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์



## 1.2 วัตถุประสงค์งานวิจัย

1. เพื่อพัฒนารูปแบบบทเรียนและรูปแบบเว็บ (WebQuest) วิชาประวัติศาสตร์ท้องถิ่น ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ร่วมกับทฤษฎีสร้างสรรค์ความรู้ (Constructivism) ผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์

2. เพื่อประเมินผลรูปแบบบทเรียนและรูปแบบเว็บ (WebQuest) วิชาประวัติศาสตร์ท้องถิ่น ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ร่วมกับทฤษฎีสร้างสรรค์ความรู้ (Constructivism) ผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์

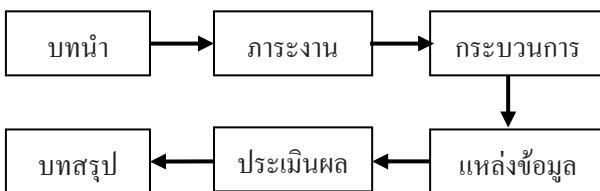
3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ก่อนและหลังเรียนของผู้เรียนที่เรียนด้วยรูปแบบบทเรียนและรูปแบบเว็บ (WebQuest) วิชาประวัติศาสตร์ท้องถิ่น ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ร่วมกับทฤษฎีสร้างสรรค์ความรู้ (Constructivism) ผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์

4. เพื่อหาความพึงพอใจของผู้เรียน ต่อการเรียนในรายวิชาประวัติศาสตร์ท้องถิ่น ด้วยรูปแบบบทเรียนและรูปแบบเว็บ (WebQuest) วิชาประวัติศาสตร์ท้องถิ่น ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ร่วมกับทฤษฎีสร้างสรรค์ความรู้ (Constructivism) ผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์

## 2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### 2.1 บทเรียนและรูปแบบเว็บ (WebQuest)

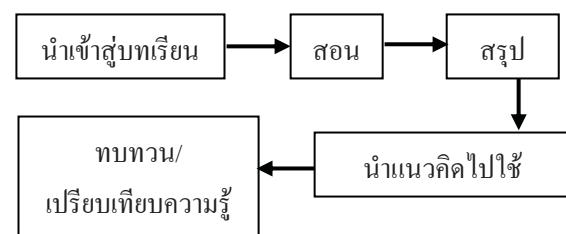
บทเรียนและรูปแบบเว็บ เป็นกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นการแสวงรู้ โดยมีฐานสารสนเทศที่ผู้เรียนจะมีปฏิสัมพันธ์ด้วยบนแหล่งต่างๆบนอินเทอร์เน็ต สนับสนุนผู้เรียนให้เรียนรู้ชั้นการคิดอย่างวิเคราะห์ สร้างเคราะห์ และการประเมิน สามารถเรียนรู้ในรูปแบบของความร่วมมือ ได้เป็นอย่างดี [4] WebQuest จะประกอบด้วยกระบวนการดังต่อไปนี้



ภาพที่ 1 : ภาพแสดงกระบวนการเรียนรู้ของบทเรียนและรูปแบบเว็บ

### 2.2 ทฤษฎีสร้างสรรค์ความรู้ (Constructivism)

การจัดการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์ความรู้ เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ผู้สอนจัดสถานการณ์ให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ใหม่ของตนเอง โดยให้ผู้เรียนได้ศึกษา คิด ค้นคว้า ทดลอง ระดมสมอง ศึกษาจากในความรู้ สื่อหรือแหล่งเรียนรู้ต่างๆ ซึ่งจะมีการเชื่อมโยงความรู้ใหม่ที่เกิดขึ้นกับความรู้เดิมที่ผู้เรียนมีอยู่ แล้ว โดยผู้สอนจะเป็นผู้ช่วยเหลือ มีการตรวจสอบความรู้ใหม่ ซึ่งสามารถกระทำได้ทั้งการตรวจสอบกันเอง ระหว่างกลุ่ม หรือผู้สอนช่วยเหลือในการตรวจสอบความรู้ใหม่ [3] ประกอบด้วยกระบวนการดังต่อไปนี้



ภาพที่ 2 : ภาพแสดงกระบวนการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีสร้างสรรค์ความรู้

### 2.3 เครือข่ายสังคมออนไลน์ (Social Network)

เครือข่ายสังคมออนไลน์ เป็นเว็บไซต์ที่ให้บริการพื้นฐานคือให้ผู้สนใจสร้างหน้าเว็บไซต์ส่วนตัว (profile) ลงในเว็บไซต์ แบ่งปันไฟล์แบบต่างๆ ได้แก่ ภาพ เสียง หรือ คลิปวีดีโอ มีการส่งข้อความส่วนตัว (Personal Message : PM) และการแสดงความคิดเห็น (comment) กันเป็นสังคม [6]

### 2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ชาคริต อนันต์วัฒนวงศ์ [7] ได้ทำการศึกษาเรื่องผลของการใช้บทเรียนออนไลน์แบบเว็บเค瓦ส์ท ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และปฏิสัมพันธ์ในการเรียน วิชาการค้ายาพาททางการศึกษา ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยบทเรียนออนไลน์แบบเว็บเค瓦ส์ทแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ .01 นอกจากนี้พบว่าผู้เรียนร้อยละ 73.16 มีเจตคติต่อรูปแบบบทเรียนออนไลน์แบบเว็บเค瓦ส์ทในระดับค่อนข้างดี

ธิติชัย รักน้ำรุ่ง [8] ได้ทำการศึกษาเรื่อง การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาภาษาอังกฤษ ของนักเรียนชั้นชั้น

ที่ 2 โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตแบบจำลองสถานการณ์ ตามทฤษฎีคณสตรัคติวิสต์ ร่วมกับการออกแบบระบบการสอนตามแนวของสถาบันพัฒนาการสอน (IDI) ผลการวิจัยพบว่า 1) บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตแบบจำลองสถานการณ์ตามทฤษฎีคณสตรัคติวิสต์ วิชาภาษาอังกฤษ มีคุณภาพอยู่ในระดับดี ซึ่งบทเรียนมีประสิทธิภาพ 92.19/93.89 เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐาน 90/90 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างนักเรียนที่เรียนผ่านบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตแบบจำลองสถานการณ์ที่สร้างขึ้นตามทฤษฎีคณสตรัคติวิสต์ร่วมกับการออกแบบระบบการสอนตามแนวของสถาบันพัฒนาการสอน (IDI) สูงกว่ากลุ่มที่เรียนตามแผนการจัดการเรียนรู้ของครูอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่วางไว้

Robert M. Weiner และคณะ [5] ได้ทำการศึกษาเรื่อง Work in Progress – Learning Enabled Social Network หรือ งานในกระบวนการของการเรียนรู้ด้วยสังคมออนไลน์ ทำการศึกษาเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์จากคุณลักษณะของสังคมออนไลน์ต่อการเรียนรู้ ในการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ และมีการศึกษาเรื่องแรงจูงใจของผู้เรียน การติดต่อสื่อสารที่ใช้ในการเรียน เพื่อที่จะสร้างการมีส่วนร่วมของผู้เรียนในการแก้ปัญหา และสามารถอธิบายได้ในแต่ละงาน โดยผู้สอนมีส่วนร่วมในการสื่อสารนี้ด้วย

ผลการทดลองพบว่า การเรียนรู้ด้วยสังคมออนไลน์นั้น จะช่วยในเรื่องการติดต่อสื่อสาร ที่จะเชื่อมต่อกับผู้เรียนในกิจกรรมที่มีการแก้ปัญหาร่วมกัน โดยโครงสร้างของเทคโนโลยีนี้ ได้สนับสนุนให้เกิดการเรียนรู้แบบบูรณาการ ซึ่งแต่ระดับประณีตศึกษา จนถึงระดับผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิศวกรรม ได้เป็นอย่างดี เครื่องมือชิ้นนี้จะช่วยเป็นศูนย์กลางในการออกแบบให้กับผู้เรียน และเป็นการเปลี่ยนแปลงศักยภาพในการเรียนการสอนอีกด้วย

### 3. วิธีการดำเนินการวิจัย

#### 3.1 สำรวจข้อมูลเบื้องต้น

ศึกษาปัญหา รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับความต้องการของใช้สื่อการเรียนการสอน รายวิชาประวัติศาสตร์ท่องถิ่น โดยการทำแบบสอบถามเรื่อง ปัญหาเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอน และความต้องการในการนำบทเรียนคอมพิวเตอร์มาใช้กับรายวิชาประวัติศาสตร์ท่องถิ่น ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จากโรงเรียนมัธยมในจังหวัดนครศรีธรรมราช จำนวน 10 โรงเรียน เก็บรวบรวมข้อมูลและศึกษาเรื่อง ไซต์ในลักษณะเครือข่ายสังคมออนไลน์ ที่เหมาะสมจะนำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอน ผลการสำรวจพบว่า วิธีการสอนที่ใช้มากที่สุดของรายวิชา ดังกล่าว คือ บรรยาย และถ่านตอบ คิดเป็นร้อยละ 19.44 เท่ากันทั้งสองรูปแบบ ส่วนที่ใช้มากที่สุด คือ เอกสารคำสอน คิดเป็นร้อยละ 24.32 ปัญหาที่พบมากที่สุดคือ นักเรียนมีพื้นฐานความรู้ที่แตกต่างกัน และขาดงบประมาณในการนำนักเรียนไปทัศนศึกษาข้างสถานที่จริง คิดเป็นร้อยละ 21.43 เท่ากันทั้งสองปัญหา และความต้องการในการนำบทเรียนคอมพิวเตอร์มาใช้กับรายวิชาดังกล่าว อยู่ในระดับมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 50

#### 3.2 ออกแบบรูปแบบการจัดการเรียนรู้ และกิจกรรม

##### การเรียนรู้

ออกแบบรูปแบบการจัดการเรียนรู้ และกิจกรรมการเรียนรู้ ที่จะนำมาใช้ในบทเรียน โดยศึกษาหลักการทฤษฎีสร้างสรรค์ความรู้ หรือ Constructivism ร่วมกับเครื่องมือที่ใช้ได้แก่ บทเรียนและวิธีสอน รวมถึงสังคมออนไลน์ จากนั้นนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ได้ไปให้ผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งเป็นอาจารย์สอนรายวิชาประวัติศาสตร์ท่องถิ่น จำนวน 5 ท่าน จากโรงเรียนมัธยมศึกษา 3 โรงเรียนในจังหวัดนครศรีธรรมราช เป็นผู้ประเมินความเหมาะสม โดยใช้แบบประเมินรูปแบบบทเรียนและวิธีสอน (WebQuest) วิชาประวัติศาสตร์ท่องถิ่น ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ร่วมกับทฤษฎีสร้างสรรค์ความรู้ (Constructivism) ผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์ เก็บรวบรวมข้อมูลในช่วงเดือนธันวาคม พ.ศ.2554 มีรูปแบบการจัดการเรียนรู้ดังภาพ

WebQuest	Constructivism	กิจกรรม	เครื่องมือ
	<p>กระบวนการเรียนรู้แบบ Constructivism</p>	<p>1) ขั้นแพชญ์ สถานการณ์ปัญหา - ตั้งคำถามจากบทนำ - นักเรียนตอบคำถามเป็นรายบุคคล ผ่านกระบวนการชี้อุปกรณ์</p> <p>2) ขั้นกิจกรรม โครงการ ระดับกลุ่มย่อย - นักเรียนร่วมกันอภิปราย ระดมความคิดเป็นกลุ่มย่อย</p> <p>3) เสนอแนวทาง แก้ปัญหาต่อทั้งชั้น - นำเสนอผลการอภิปรายกลุ่มย่อยต่อทั้งชั้น - อภิปรายร่วมกันทั้งชั้น - ครุให้คะแนน</p>	- Social Network
		<p>ขั้นสรุป</p>	- Social Network
		<p>ขั้นบททวน/เปรียบเทียบความรู้</p>	- ชั้นเรียน
WebQuest	Constructivism	กิจกรรม	เครื่องมือ
ขั้นบทนำ	ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน	<p>- ทำแบบทดสอบก่อนเรียน - แจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ - นำเสนอบทนำ</p>	- WebQuest
ขั้นภาระงาน	ขั้นสอน	<p>- มอบหมายกิจกรรม - อธิบายรายละเอียดกิจกรรม - แนะนำแหล่งข้อมูล</p>	- WebQuest
ขั้นกระบวนการ		<p>- ทำแบบทดสอบก่อนเรียน - นำเสนอบทนำ</p>	- WebQuest
ขั้นแหล่งข้อมูล		<p>- นำเสนอแหล่งข้อมูล</p>	- WebQuest
ขั้นประเมินผล		<p>- ประเมินผล</p>	- WebQuest
ขั้นสรุป		<p>- นักเรียนร่วมกันสรุปผลการทํากิจกรรมผ่านกระบวนการชี้อุปกรณ์</p>	- Social Network
ขั้นบททวน/เปรียบเทียบความรู้		<p>- ทำแบบทดสอบหลังเรียน</p>	- WebQuest
ขั้นประเมินผล		<p>- ครุประเมินเทียบคะแนนก่อนเรียน และหลังเรียน</p>	- WebQuest

### 3.3 ออกแบบเนื้อหา ข้อสอบ ในงาน ใบกิจกรรม และสื่อที่ใช้ในบทเรียน

1) เนื้อหาที่ใช้ในบทเรียน เป็นเนื้อหารายวิชาประวัติศาสตร์ ท้องถิ่น จ.นครศรีธรรมราช ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2554

2) ข้อสอบที่จะนำมาใช้ทดสอบ มีการนำไปหาค่ามาตรฐาน ข้อสอบ ได้แก่ ค่าความสอดคล้องระหว่าง ข้อสอบกับ จุดประสงค์ โดยมีผู้เชี่ยวชาญ เป็นอาจารย์ผู้สอนในรายวิชา ประวัติศาสตร์ ท้องถิ่น เป็นผู้ประเมินจำนวน 3 ท่าน มีค่าความสอดคล้องระหว่าง ข้อสอบกับ ตัวถุประสงค์ (IOC) อยู่ในช่วง 0.67-1.0 จากนั้นนำไปหาค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนก กับผู้เรียนที่ เคยเรียนวิชาที่ ไปแล้ว คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 31 คน มีค่าความยากง่ายอยู่ในช่วง 0.21-0.55 และค่าอำนาจจำแนกในช่วง 0.33-0.78

3) ในงาน และ ใบกิจกรรม โดยออกแบบตามหลักทฤษฎี สร้างสรรค์ความรู้ (Constructivism) และเครื่องมือที่จะนำมาใช้ ได้แก่ สังคมออนไลน์ และ บทเรียนแสวงหุ้นเว็บ (WebQuest)

4) สื่อที่ใช้ในบทเรียน ได้แก่ เอกสารประกอบการเรียน และสื่อสำหรับผู้สอน

### 3.4 พัฒนาบทเรียนแสวงหุ้นเว็บ

บทเรียนแสวงหุ้นเว็บพัฒนาขึ้น โดยใช้ระบบจัดการบทเรียนออนไลน์ (Learning Course Management System, LCMS) ได้แก่ Moodle ร่วมกับเว็บไซต์ลักษณะเครือข่าย สังคมออนไลน์ ได้แก่ Facebook.com

3.5 ตรวจสอบเครื่องมือกับผู้เชี่ยวชาญ และปรับปรุง แก้ไข นำบทเรียนที่พัฒนาขึ้นไปตรวจสอบโดยที่ปรึกษา เพื่อหา ข้อบกพร่องของบทเรียน และกระบวนการจัดการเรียนรู้ บนเว็บไซต์ และนำไปปรับปรุงแก้ไข

### 3.6 ทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง

นำบทเรียนที่พัฒนาขึ้น และผ่านการปรับปรุงแล้วจาก คำแนะนำของที่ปรึกษา นำไปทดสอบกับผู้เรียนกลุ่มตัวอย่าง ได้มาจาก การเลือกแบบเฉพาะจง ได้แก่ ผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 30 คน โรงเรียนชุมชนวัดหมน จังหวัด นครศรีธรรมราช เมื่อทำการทดสอบแล้ว จากนั้นจึงเก็บข้อมูล ท่านผู้เรียนที่มีต่อบทเรียน โดยมีแผนขัดการเรียนรู้ดังนี้

### แผนจัดการเรียนรู้ ตามรูปแบบที่พัฒนาขึ้น

#### กิจกรรมการเรียนวันที่ 1

- ทำแบบทดสอบก่อนเรียน
- แจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้
- นำเสนอหัวข้อ
- มอบหมายกิจกรรม
- อธิบายรายละเอียดกิจกรรม
- แนะนำแหล่งข้อมูล
- บอกเกณฑ์ประเมินผล
- ตอบคำถามจากบทนำเป็นรายบุคคล

#### กิจกรรมการเรียนวันที่ 2

- ทำกิจกรรมกลุ่ม
- อภิปรายร่วมกัน
- สรุปผลการทำกิจกรรม
- ทำแบบทดสอบหลังเรียน

### 3.7 สรุปผลการวิจัย

การวิเคราะห์ข้อมูล 3 ด้าน ได้แก่

- 1) ผลการประเมินรูปแบบบทเรียนแสวงหุ้นเว็บ (WebQuest) วิชาประวัติศาสตร์ ท้องถิ่น ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ร่วมกับทฤษฎีสร้างสรรค์ความรู้ (Constructivism) ผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์
- 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทำได้โดยเปรียบเทียบผลคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน โดยหาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

3) ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียน โดยการหาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากนั้นจึงเปรียบเทียบ ค่าที่ได้กับระดับความคิดเห็น

### 4. ผลการดำเนินงานวิจัย

#### 4.1 ผลการพัฒนาบทเรียนแสวงหุ้นเว็บ

บทเรียนแสวงหุ้นเว็บ วิชาประวัติศาสตร์ ท้องถิ่น ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ร่วมกับทฤษฎีสร้างสรรค์ความรู้ ผ่าน เครือข่ายสังคมออนไลน์ พัฒนาโดยใช้โปรแกรม Moodle 2.0.3 ร่วมกับการจัดการเรียนรู้ ผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์ ได้แก่ เว็บไซต์ Facebook ดังนี้



4.1.1 บทเรียนและวิชานี้ (WebQuest) พัฒนาโดยใช้โปรแกรม Moodle 2.0.3



ภาพที่ 4 : ภาพแสดงบทเรียนและวิชานี้

4.1.2 เครือข่ายสังคมออนไลน์ ที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ร่วมกับบทเรียนและวิชานี้ คือ เว็บไซต์ Facebook.com



ภาพที่ 5 : ภาพแสดงเครือข่ายสังคมออนไลน์ที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้

4.2 ผลการประเมินรูปแบบบทเรียนและวิชานี้  
(WebQuest) วิชาประวัติศาสตร์ท้องถิ่น ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ร่วมกับทฤษฎีสร้างสรรค์ความรู้ (Constructivism) ผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์ จำนวน 5 ท่าน

ตารางที่ 2 : ตารางแสดงผลการประเมินรูปแบบบทเรียนและวิชาประวัติศาสตร์ท้องถิ่น ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ร่วมกับทฤษฎีสร้างสรรค์ความรู้ ผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับ
<b>ชั้นนำเข้าสู่บทเรียน</b>			
1. จุดประสงค์การเรียนรู้มีความชัดเจน ครอบคลุมเนื้อหาสาระ	5	0	ดี มาก

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับ
2. จุดประสงค์การเรียนรู้พัฒนาขึ้นกับเรียน ด้านความรู้ทักษะกระบวนการและเจตคติ	4	0	ดี
3. จุดประสงค์การเรียนรู้เรียงลำดับ พฤติกรรมจากง่ายไปยาก	4	0.71	ดี
<b>ขั้นสอน</b>			
4. กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับหลัก ทฤษฎีสร้างสรรค์ความรู้	4.4	0.55	ดี
5. กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับ จุดประสงค์	4.8	0.45	มาก
6. กิจกรรมการเรียนรู้มีความสอดคล้อง เหมาะสมกับเนื้อหา	5	0	มาก
7. กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับ ระดับชั้นของนักเรียน	4.6	0.55	มาก
8. กิจกรรมการเรียนรู้มีความหลากหลาย	4.8	0.45	มาก
9. กิจกรรมการเรียนรู้ เป็นการใช้ ประโยชน์จากเครือข่ายสังคมออนไลน์	4.8	0.45	มาก
<b>ขั้นสรุป</b>			
10. กิจกรรมการเรียนรู้เป็นกิจกรรมที่ ส่งเสริมกระบวนการคิด และวิเคราะห์ ของนักเรียน	4.6	0.55	มาก
11. กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้ผู้เรียน มีส่วนร่วม	4.8	0.45	มาก
<b>ขั้นนำความรู้ไปใช้</b>			
12. กิจกรรมการเรียนรู้เน้นให้นักเรียน เรียนรู้จากการปฏิบัติจริง	4.2	0.45	ดี
<b>ขั้นประเมินเทียบความรู้</b>			
13. กิจกรรมการเรียนรู้เป็นประโยชน์ต่อ การเรียนการสอน	5	0	มาก
<b>ค่าเฉลี่ย</b>	<b>4.62</b>	<b>0.35</b>	<b>ดี มาก</b>

ผลการประเมินรูปแบบบทเรียนและวิชาประวัติศาสตร์ท้องถิ่น ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ร่วมกับทฤษฎีสร้างสรรค์ความรู้ ผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์ พบว่า มีระดับคุณภาพโดยรวมอยู่ในระดับดีมาก ( $\bar{X} = 4.62$ , S.D. = 0.35)

**4.3 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน ที่เรียนด้วยรูปแบบ  
บทเรียนแสวงรู้บนเว็บ วิชาประวัติศาสตร์ท้องถิ่นชั้น  
มัธยมศึกษาปีที่ 1 ร่วมกับทฤษฎีสร้างสรรค์ความรู้  
ผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์ จากผู้เรียนจำนวน  
30 คน**

**ตารางที่ 3 :** ตารางแสดงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน  
ต่อการเรียนรายวิชาประวัติศาสตร์ท้องถิ่น ด้วยรูปแบบ  
บทเรียนแสวงรู้บนเว็บวิชาประวัติศาสตร์ท้องถิ่น  
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ร่วมกับทฤษฎีสร้างสรรค์ความรู้  
ผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์

คะแนน	Total	$\bar{X}$	S.D.	D	S.D. $\bar{D}$	t	Sig.
ก่อน เรียน	20	12.30	3.61	2.53	3.53	3.93	0.000
หลัง เรียน	20	14.83	2.48				

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน ที่เรียนรายวิชา  
ประวัติศาสตร์ท้องถิ่น ด้วยรูปแบบบทเรียนแสวงรู้บนเว็บ  
ร่วมกับทฤษฎีสร้างสรรค์ความรู้ ผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์  
จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน ผลการทดสอบความแตกต่างของ  
คะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน ( $\bar{X} = 12.30$ , S.D. = 3.61) และ  
คะแนนเฉลี่ยหลังเรียน ( $\bar{X} = 14.83$ , S.D. = 2.48) พบว่า  
แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

**4.4 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียน ที่มีต่อการ  
เรียนรายวิชาประวัติศาสตร์ท้องถิ่น ด้วยรูปแบบ  
บทเรียนแสวงรู้บนเว็บ ร่วมกับทฤษฎีสร้างสรรค์ความรู้  
ผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์**

**ตารางที่ 4 :** ตารางแสดงผลการประเมินความพึงพอใจของ  
ผู้เรียน ที่มีต่อการเรียนรายวิชาประวัติศาสตร์ท้องถิ่น ด้วย  
รูปแบบบทเรียนแสวงรู้บนเว็บ ร่วมกับทฤษฎีสร้างสรรค์ความรู้  
ผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับ
<b>1. ด้านความสนใจของผู้เรียน</b>			
1.1 ผู้เรียนมีความชอบบทเรียนแสวงรู้บนเว็บ ร่วมกับการเรียนผ่านทางสังคมออนไลน์	4.60	0.67	มากที่สุด
1.2 ผู้เรียนมีความสนใจบทเรียนเพิ่มมากขึ้น	4.63	0.76	มากที่สุด
1.3 ผู้เรียนชอบให้มีการนำสื่อการเรียนทางคอมพิวเตอร์มาใช้ในการศึกษา	4.60	0.77	มากที่สุด
1.4 ผู้เรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาข้ามมิติ หรือเรียนด้วยบทเรียนแสวงรู้บนเว็บร่วมกับการเรียนผ่านสังคมออนไลน์	4.70	0.70	มากที่สุด
<b>รวม</b>	<b>4.63</b>	<b>0.73</b>	<b>มากที่สุด</b>
<b>2. ด้านการออกแบบจัดทำ</b>			
2.1 ความเหมาะสมของแบบอักษร (Font)	4.53	0.68	มากที่สุด
2.2 ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษรที่เลือกใช้	4.40	0.86	มาก
2.3 ความเหมาะสมของสีตัวอักษรกับพื้นที่จัดทำ	4.27	1.08	มาก
2.4 ความเหมาะสมในการจัดภาพ	4.57	0.73	มากที่สุด
2.5 ความชัดเจนและสะอาดตา	4.60	0.67	มากที่สุด
2.6 ความสนับสนุนออนไลน์แต่ละหน้าจอ	4.57	0.77	มากที่สุด
2.7 ความพยายามเนื้อหาแต่ละหน้า	4.37	0.81	มาก
<b>รวม</b>	<b>4.47</b>	<b>0.80</b>	<b>มาก</b>
<b>ค่าเฉลี่ยรวม</b>	<b>4.53</b>	<b>0.76</b>	<b>มากที่สุด</b>

ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียน ที่มีต่อการเรียน  
รายวิชาประวัติศาสตร์ท้องถิ่น ด้วยรูปแบบบทเรียนแสวงรู้  
บนเว็บ ร่วมกับทฤษฎีสร้างสรรค์ความรู้ ผ่านเครือข่ายสังคม  
ออนไลน์ พบว่า ด้านความสนใจของผู้เรียนมีระดับคุณภาพ  
อยู่ในระดับมากที่สุดทุกรายการประเมิน ( $\bar{X} = 4.63$ ,  
S.D. = 0.73)



## 5. สรุปผลการวิจัย

ผลการประเมินรูปแบบบทเรียนและส่วงรูบันเว็บ วิชาประวัติศาสตร์ท้องถิ่น ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ร่วมกับทฤษฎีสร้างสรรค์ความรู้ ผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์ พนับว่า มีระดับคุณภาพโดยรวมอยู่ในระดับดีมาก ( $\bar{x} = 4.62$ , S.D.= 0.35) โดยรายการประเมินที่ได้รับคุณภาพดีมากมีจำนวน 9 รายการ ได้แก่ ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้ กิจกรรมสอดคล้องกับจุดประสงค์เนื้อหา และระดับชั้น กิจกรรมการเรียนมีความหลากหลาย เป็นการใช้ประโยชน์จากเครือข่ายสังคมออนไลน์ ส่งเสริมให้มีการคิดวิเคราะห์ เน้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วม และเป็นประโยชน์ต่อการเรียนการสอน

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน ที่เรียนรายวิชาประวัติศาสตร์ท้องถิ่นด้วยรูปแบบบทเรียนและส่วงรูบันเว็บ ร่วมกับทฤษฎีสร้างสรรค์ความรู้ ผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์ จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน ผลการทดสอบปรากฏว่า คะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน ( $\bar{x} = 12.30$ , S.D.= 3.61) และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน ( $\bar{x} = 14.83$ , S.D.= 2.48) เมื่อทดสอบความแตกต่างทั้งสองกลุ่มพบว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01 นั่นคือหลังจากผู้เรียนเรียนรายวิชาประวัติศาสตร์ ท้องถิ่นด้วยบทเรียนและส่วงรูบันเว็บ ร่วมกับทฤษฎีสร้างสรรค์ความรู้ ผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์แล้ว มีผลการเรียนสูงกว่า ก่อนเรียน ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .01 แต่เมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียน พนับว่ามีความแตกต่างกันไม่นักนัก เนื่องจากวิชาประวัติศาสตร์ท้องถิ่น มีเนื้อหาที่เป็นเรื่องใกล้ตัวผู้เรียน ซึ่งผู้เรียนมีพื้นฐานความรู้ในเรื่องเหล่านี้ พอกสมควร ทำให้คะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนค่อนข้างสูง และไม่แตกต่างกับคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนมากนัก

ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียน ที่มีต่อการเรียนรายวิชาประวัติศาสตร์ท้องถิ่น ด้วยรูปแบบบทเรียนและส่วงรูบันเว็บ ร่วมกับทฤษฎีสร้างสรรค์ความรู้ ผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์ พนับว่า ด้านความสนใจของผู้เรียนมีระดับคุณภาพอยู่ในระดับมากที่สุดทุกรายการประเมิน ( $\bar{x} = 4.63$ , S.D.= 0.73) ได้แก่ ด้านความชอบบทเรียนที่พัฒนาขึ้น ความสนใจความชอบในการนำสื่อคอมพิวเตอร์มาใช้ และความเข้าใจที่มากขึ้นส่วนด้านการออกแบบจากภาพ มีระดับคุณภาพอยู่ใน

ระดับมาก ( $\bar{x} = 4.47$ , S.D.= 0.8) รายการประเมินที่ผู้เรียนประเมินให้อยู่ในระดับมากที่สุดได้แก่ ความเหมาะสมของแบบอักษร การจัดภาพ ความสะอาดตา และความสม่ำเสมอในแต่ละหน้าจ ส่วนผลการประเมินรวมด้านความพึงพอใจของผู้เรียน มีระดับคุณภาพอยู่ในระดับมากที่สุด ( $\bar{x} = 4.53$ , S.D.= 0.76)

## 6. อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัยพบว่า รูปแบบบทเรียนและส่วงรูบันเว็บ (WebQuest) วิชาประวัติศาสตร์ท้องถิ่น ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ร่วมกับทฤษฎีสร้างสรรค์ความรู้ (Constructivism) ผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์ มีระดับคุณภาพโดยรวมอยู่ในระดับดีมาก ( $\bar{x} = 4.62$ , S.D.= 0.35) และจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พนับว่าหลังจากผู้เรียนได้เรียนรายวิชาประวัติศาสตร์ ท้องถิ่นด้วยบทเรียนและส่วงรูบันเว็บ ร่วมกับทฤษฎีสร้างสรรค์ความรู้ ผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์ มีผลการเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .01 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยเกี่ยวกับผลของการใช้บทเรียนออนไลน์แบบเว็บเคสท์ (บทเรียนและส่วงรูบันเว็บ) ของชาคริต อนันตวัฒนวงศ์ [7] ที่ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยบทเรียนออนไลน์แบบเว็บเคสท์ แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ .01 และจากงานวิจัยเกี่ยวกับการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จากการใช้ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (ทฤษฎีสร้างสรรค์ความรู้) ของจิตติชัย รักบำรุง [8] ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน ที่เรียนผ่านบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตแบบจำลองสถานการณ์ ที่สร้างขึ้นตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ร่วมกับการออกแบบระบบการสอน ตามแนวของสถาบันพัฒนาการสอน สูงกว่ากลุ่มที่เรียนตามแผนการจัดการเรียนรู้ของครูอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

นอกจากนี้ จากการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียน มีผลการประเมินรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ( $\bar{x} = 4.53$ , S.D.= 0.76) และให้เห็นว่าสามารถนำรูปแบบบทเรียนและส่วงรูบันเว็บ (WebQuest) วิชาประวัติศาสตร์ ท้องถิ่น ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ร่วมกับทฤษฎีสร้างสรรค์ความรู้

(Constructivism) ผ่านเครื่องข่ายสังคมออนไลน์ดังกล่าวไปใช้ ขัดการเรียนการสอนได้จริง เนื่องจากสามารถเพิ่มผลลัพธ์ทางการเรียนได้ และเป็นสื่อการเรียนการสอนที่ได้รับความสนใจเป็นอย่างมากจากผู้เรียน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยเกี่ยวกับการนำสังคมออนไลน์มาใช้กับทางการศึกษาเรื่อง Work in Progress – Learning Enabled Social Network ของ Robert M. Weiner ซึ่งผลการวิจัยพบว่าการเรียนรู้ด้วยสังคมออนไลน์นั้นจะช่วยในเรื่องการติดต่อสื่อสารระหว่างกันของผู้เรียน เป็นสื่อที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการจัดการศึกษาได้

จากการวิจัยนี้ สามารถนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น ไปประยุกต์ใช้สำหรับการพัฒนาบทเรียนออนไลน์ในรายวิชาอื่นๆ หรืออาจจะเปลี่ยนแปลงเว็บไซต์สังคมออนไลน์ที่ใช้ทดลองเป็นเว็บไซต์อื่นๆ เพื่อผลการวิจัยที่หลากหลาย แต่การนำไปใช้นั้น จะต้องพิจารณาถึงทักษะพื้นฐานทางด้านเทคโนโลยีสารสนเทศของผู้เรียนด้วย เนื่องจากการใช้บทเรียนแสวงรู้บนเว็บนั้น ผู้เรียนจะต้องมีความรับผิดชอบสูง และต้องมีทักษะทางด้านเทคโนโลยีสารสนเทศที่สามารถใช้งานบทเรียนแสวงรู้บนเว็บ และเครือข่ายสังคมออนไลน์ได้เอง โดยไม่ต้องได้รับคำแนะนำจากผู้สอนมากนัก เพื่อประสิทธิภาพที่ดีในการทำกิจกรรมการเรียน

## 7. กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยครั้งนี้ ได้รับการสนับสนุนในการดำเนินอย่างดีเยี่ยม จาก โรงเรียนชุมชนวัดหมุน จังหวัดนครศรีธรรมราช รวมทั้ง ได้รับความร่วมมืออย่างดีในการให้ข้อมูลตอบแบบสอบถาม อาจารย์ผู้สอนกลุ่มสาระสังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม จากโรงเรียนในจังหวัดนครศรีธรรมราช จนทำให้ งานวิจัยครั้งนี้ได้ข้อมูลที่สมบูรณ์และครบถ้วน สามารถดำเนินการให้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

## 8. เอกสารอ้างอิง

- [1] กระทรวงศึกษาธิการ. แนวทางในการจัดทำกรอบหลักสูตรระดับท้องถิ่น ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ : สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ, 2552

- [2] กรณี กั้งวลา. การเรียนการสอนประวัติศาสตร์. สืบค้นเมื่อ 1 มิถุนายน 2554, จาก <http://www.kroobannok.com/blog/34047>
- [3] สุวิทย์ นุลคำ และอรทัย นุลคำ. 21 วิธีจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนากระบวนการคิด. กรุงเทพฯ : คุณมูลสมัย, 2545
- [4] วัฒน์ อดิศพ์. Web Quest : การเรียนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง บน World Wide Web. กรุงเทพฯ:ภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, มปป.
- [5] Weiner, Robert M., Hannafin, Robert D and Other. "Work in Progress – Learning Enabled Social Network" University of Connecticut, 2008
- [6] จุไรรัตน์ ทองคำชื่นวิจัณ์. เครือข่ายสังคมออนไลน์ : Online Social Network. สืบค้นเมื่อ 20 สิงหาคม 2554, จาก <http://ngnforum.ntc.or.th/>
- [7] ชาคริต อนันตวัฒนวงศ์ "ผลของการใช้บทเรียนออนไลน์แบบเว็บ เครื่องมือที่ต่อผลลัพธ์ทางการเรียน และปฏิสัมพันธ์ ในการเรียน วิชาการค้ายาพทางการศึกษา" วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์ อุดสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา ภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้า พระนครเหนือ, 2549
- [8] ฐิติชัย รักบำรุง. "การศึกษาผลลัพธ์ทางการเรียน วิชาภาษาอังกฤษของนักเรียนชั้วชั้นที่ 2 โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ มัลติมีเดียบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตแบบจำลองสถานการณ์ ตามทฤษฎีสอนสตัรค์วิสต์ ร่วมกับการออกแบบระบบการสอนตามแนวของสถาบันพัฒนาการสอน (IDI)" วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 2551



## การพัฒนาและทำประสิทชิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

## วิชา การเขียนโปรแกรมบนระบบปฏิบัติการเท็กซ์ต์ใหม่ สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ

## วิทยาลัยอาชีวศึกษาร้อยเอ็ด

**The Development of web Based Instruction on Programming  
on Text Mode Operating System Course for Business Computer Department  
Roi-et Vocational College**

นายศราวุฒิ อุทุมพร

ภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

*sarawut\_235@hotmail.com*

### บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อการพัฒนาและทดสอบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต วิชาการเขียนโปรแกรมบนระบบปฏิบัติการเท็กซ์ต์ใหม่ สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ วิทยาลัยอาชีวศึกษาร้อยเอ็ด กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักศึกษาระดับปวช. ชั้น ปีที่ 2 แผนกวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ ของวิทยาลัยอาชีวศึกษาร้อยเอ็ด ภาคเรียนที่ 2/2554 จำนวน 32 คน โดยใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน จากนั้นเก็บรวบรวมข้อมูลที่ได้จากผู้ใช้ชาวญี่ปุ่นและผู้เรียนชาวไทย โดยใช้สถิติการหาค่าเฉลี่ย (*Mean*) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (*S.D.*) ทดสอบประสิทธิภาพโดยใช้สูตรเมกุยแกนส์และวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้สถิติทดสอบที่ (*Dependent t-test*)

**คำสำคัญ:** บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โครงสร้างภาษาซี

### Abstract

*The purposes of this research were to develop and evaluate the efficiency of Web-based Instruction (WBI) on Programming on Text Mode Operating System Course for Business Computer Department Roi-et Vocational College ' achievement scores obtained from the pretest and posttest . The sample included thirty students who studied in vocational diploma students in the business computer department at Roi-et Vocational College. 2nd semester of academic year 2011 Samples of 32 They were selected by purposive sampling technique. Tools used in this research are as follows: WBI on Programming on Text Mode Operating System Course, tests (pretest/posttest) The data obtained from the experts and students were collected and analyzed by using the statistics as follows: The statistic formula used in this study are mean ( $\bar{X}$ ) and the standard deviation (S.D.), Meguigans' formula was used to evaluate the (WBI), Dependent t-test was used to compare students' achievement.*

**Keyword:** Basic Structure of the C Programming Language, WBI.

## 1. บทนำ

ปัจจุบันคอมพิวเตอร์ได้เข้ามามีบทบาทสำคัญในชีวิตประจำวันไม่ว่าจะเป็นด้านการติดต่อสื่อสาร ด้านการศึกษา ค้นคว้า และด้านความบันเทิง คอมพิวเตอร์สามารถอ่อนวยความสะดวกสบายให้กับผู้ใช้ในงานด้านต่าง ๆ ได้อย่างดีเยี่ยม โดยเฉพาะทางด้านการศึกษา ได้มีการนำเอาเทคโนโลยีที่ทันสมัยเข้ามาช่วยในการเรียนการสอนเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ซึ่งจะช่วยให้นักเรียน นักเรียนเกิดความสนใจและความกระตือรือร้นที่จะศึกษาหาความรู้ใหม่ ๆ ในการพัฒนานักเรียน นักเรียนถือเป็นเป้าหมายหลักของอาจารย์ทุกคน โดยเฉพาะอย่างยิ่งระบบการเรียนการสอนในปัจจุบัน มีวิธีการหลากหลายที่จะทำให้นักเรียนมีความรู้ ความสามารถในการพัฒนาด้านต่าง ๆ ทั้งทาง ด้านร่างกาย จิตใจ อารมณ์ สังคมและสติปัญญา โดยอาชีวศึกษาในโลกยุคใหม่ ที่ก้าวหน้าและทันสมัย เช่น ระบบ Internet หรือระบบเครือข่าย บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนอินเทอร์เน็ต (WBI) ชุดการสอน ชุดฝึกอบรม เป็นต้น ซึ่งหลักสูตรการศึกษาในปัจจุบันนี้ ต้องอาศัยเครื่องมือทางเทคโนโลยีที่ทันสมัยเข้ามาช่วยในการพัฒนาการศึกษา

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนอินเทอร์เน็ต (Web based Instruction) จัดว่าเป็นสื่อการสอนอิเล็กทรอนิกส์ประเภทหนึ่ง ที่นำเสนอองค์ความรู้อย่างเป็นระบบและเป็นขั้นตอนตามหลักการเรียนรู้ โดยใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์มานำเสนอและจัดการ ซึ่งปัจจุบันวงการศึกษาได้ให้ความสนใจและดื่นด้วยในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นอย่างมาก เพื่อนำมาใช้ในการเรียนการสอน เนื่องจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถตอบสนองการเรียนรู้ในลักษณะต่าง ๆ ตามความสามารถ โดยเน้นความแตกต่างของนักเรียนเป็นหลัก อัตราการใช้งานของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจึงมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้น

วิชาการเรียน โปรแกรมบนระบบปฏิบัติการเท็ช์โนมดรหัสวิชา 2201-2411 เป็นวิชาหนึ่งในหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ(ปวช.) สาขาวิชคอมพิวเตอร์ธุรกิจ วิทยาลัยอาชีวศึกษา ร้อยเอ็ด เป็นรายวิชาชีพเฉพาะ ที่นักเรียนทุกคนจะต้องเรียนตามหลักสูตรของกรมอาชีวศึกษา ความสำคัญของวิชานี้มุ่งเน้น

ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับการวิเคราะห์ขั้นตอน วิธีการแก้ปัญหา การออกแบบโครงสร้าง และรูปแบบของโปรแกรม ให้สนองตอบต่อการแก้ปัญหา โครงสร้างและหลักไวยากรณ์ ของภาษา การเลือกใช้คำสั่งให้เหมาะสมกับการแก้ไขปัญหา แบบลำดับ แบบเลือกและแบบวนซ้ำ การเขียนโปรแกรมให้ได้ผลลัพธ์แบบข้อความและกราฟิก การสร้างและการประมวลผล แฟ้มข้อมูลชนิดลำดับและชนิดสุ่ม ซึ่งลักษณะรายวิชานี้เป็นแบบทั้งทฤษฎีและปฏิบัติ ซึ่งจากประสบการณ์ด้านการจัดการเรียนการสอนของผู้วิจัยที่ทำการสอนวิชานี้และจากการสัมภาษณ์ของครูผู้สอนในรายวิชานี้ ด้วยกัน พบประเด็นปัญหา ดังนี้ พนักงานนักเรียนส่วนใหญ่จะทำคะแนนในรายวิชานี้ต่ำกว่าเกณฑ์มากและมีผลการเรียนในเรื่อง โครงสร้างภาษาซีเบื้องต้น ดังตารางที่ 1 ผลการทดสอบหลังเรียนในรายวิชาการเรียน โปรแกรมบนระบบปฏิบัติการเท็ช์โนมด ของนักเรียน สาขาวิชคอมพิวเตอร์ธุรกิจ วิทยาลัยอาชีวศึกษาร้อยเอ็ด ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552-2553 จำนวน 218 คน

ตารางที่ 1 ช่วงคะแนนนักเรียนปีการศึกษา 2552 -2553

ช่วงคะแนน (30)	นักเรียน 112 คน ปีการศึกษา 2552	นักเรียน 106 คน ปีการศึกษา 2553
ผ่าน (15 ขึ้นไป)	30	25
ไม่ผ่าน (น้อยกว่า 15)	82	81

จากตารางที่ 1 ข้อมูลคะแนนเต็ม 30 คะแนน พนักงานส่วนใหญ่จะทำคะแนนได้ไม่ผ่านเกณฑ์ เนื่องจากรายวิชาดังกล่าว มีเนื้อหามากและค่อนข้างยาก นักเรียนขาดทักษะในการคิดวิเคราะห์แก้ปัญหา สื่อการเรียนรู้ยังขาดความหลากหลาย จำนวนสื่อไม่เพียงพอกับจำนวนนักเรียน รวมทั้งความสามารถในการรับรู้ของผู้เรียนไม่เท่ากัน จึงทำให้นักเรียนไม่สามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในภาคปฏิบัติได้เนื่องจากขาดความเข้าใจอย่างถ่องแท้ในภาคทฤษฎีทำให้ผู้เรียนเกิดความท้อแท้เมื่อไม่เข้าใจ เป็นผลทำให้ค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำไปด้วย

จากเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะจัดพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต (WBI) เรื่อง โครงสร้างภาษาซีเบื้องต้น ในวิชา การเขียนโปรแกรมบนระบบปฏิบัติการเท็ช์โนมดเพื่อให้นักเรียนสามารถเข้าไปเรียนรู้และทบทวนได้ด้วยตนเองและเข้าใจเนื้อหาอย่างถ่องแท้



และมีประสิทธิภาพต่อไป ซึ่งข้าพเจ้าผู้วิจัยคาดหวังว่าจะทำให้ การเรียนการสอนเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ บรรลุตาม มาตรฐานรายวิชาที่กำหนดไว้

## 2. วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

การพัฒนาและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตวิชา การเขียนโปรแกรมบนระบบปฏิบัติการเท็กซ์โภมด ได้ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

### 2.1 หลักสูตรรายวิชาการเขียนโปรแกรมบนระบบปฏิบัติการ เท็กซ์โภมด

ศึกษาและปฏิบัติเกี่ยวกับการวิเคราะห์ขั้นตอน วิธีการแก้ปัญหา การออกแบบโครงสร้าง และรูปแบบของโปรแกรม ให้สอดคล้องต่อการแก้ปัญหา โครงสร้างและหลักไวยากรณ์ ของภาษา การเลือกใช้คำสั่ง ให้เหมาะสมกับการแก้ไขปัญหา แบบคำดับ แบบเลือกและแบบวนซ้ำ การเขียนโปรแกรมให้ได้ผลลัพธ์แบบข้อความและกราฟิก การสร้างและการประมวลผล แฟ้มข้อมูลชนิดคำดับและชนิดสุ่ม

### 2.2 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

การเรียนการสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เป็นการจัดการเรียนการสอนที่ได้รับการออกแบบอย่างมีระบบ โดยอาศัย คุณสมบัติและทรัพยากรของเวล็อด์ ไวด์ เว็บ มาเป็นสื่อกลางในการถ่ายทอด เพื่อส่งเสริมสนับสนุนการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพ โดยอาจจัดเป็นการเรียนการสอนทั้งกระบวนการ หรือนำมาใช้เป็นเพียงส่วนหนึ่งของกระบวนการทั้งหมด การเรียนการสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต จึงถือเป็นวิธีการใหม่ที่ช่วยส่งเสริมพัฒนาให้เกิดการเรียนรู้ และช่วยจัดปัญหาระบบ อุปสรรคของการเรียนการสอนทางด้านสถานที่และเวลา

### 2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

วิชุดา (2542 : 29-35) กล่าวถึงการเรียนการสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตว่า เป็นการนำเสนอโปรแกรมบทเรียนบนเว็บ โดยนำเสนอผ่านบริการ www ในเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ซึ่งผู้ออกแบบและสร้างโปรแกรมการสอนบนอินเทอร์เน็ต จะต้องคำนึงถึงความสามารถและบริการที่หลากหลายของ

อินเทอร์เน็ต และนำคุณสมบัติต่างๆ เหล่านี้มาใช้ เพื่อประโยชน์ในการเรียนการสอนให้มากที่สุด

ใจทิพย์ (2542 : 18-28) ได้ให้ความหมายการเรียนการสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ไว้ว่า เป็นการผนวกคุณสมบัติ ไฮเปอร์มีเดียเข้ากับคุณสมบัติของเครือข่ายเวล็อด์ ไวด์ เว็บ เพื่อสร้างสิ่งแวดล้อมแห่งการเรียนในมิติที่ไม่มีขอบเขตจำกัดด้วย ระยะทางและเวลาที่แตกต่างกันของนักเรียน (Learning without Boundary)

กิตติណันท์ (2543) ได้ให้ความหมายของการเรียนการสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไว้ว่า เป็นการใช้เว็บในการเรียนการสอน โดยอาจใช้เว็บเพื่อนำเสนอบบทเรียนในลักษณะสื่อulatory มิติของวิชาทั้งหมดตามหลักสูตร หรือใช้เพียงการเสนอข้อมูล บางอย่างเพื่อประกอบการสอนนี้ได้ รวมทั้งใช้ประโยชน์จากคุณลักษณะต่างๆ ของสารที่มีอยู่ในระบบอินเทอร์เน็ต เช่น การเขียนโต้ตอบกันทางไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์

ณอนพร (2544:87) ให้ความหมายว่า การสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต (Web-Based Instruction) เป็นการผสมผสานกันระหว่างเทคโนโลยีปัจจุบันกับกระบวนการออกแบบการเรียนการสอน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพทางการเรียนรู้และแก้ปัญหาในเรื่องข้อจำกัดทางด้านสถานที่และเวลา โดยการสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตจะประยุกต์ใช้คุณสมบัติและทรัพยากรของเวล็อด์ ไวด์ เว็บ ในการจัดสภาพแวดล้อมที่ส่งเสริมและสนับสนุนการเรียนการสอน ซึ่งการเรียนการสอนที่จัดขึ้นบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตนี้อาจเป็นบางส่วนหรือทั้งหมดของกระบวนการเรียนการสอนก็ได้

## 3. วิธีดำเนินการวิจัย

### 3.1 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยในครั้งนี้ เป็นการวิจัยเชิงทดลองเพื่อพัฒนาเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง โครงสร้างภาษาซีเบื้องต้น ในรายวิชา การเขียนโปรแกรมบนระบบปฏิบัติการเท็กซ์ โภมด สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ วิทยาลัยอาชีวศึกษาร้อยเอ็ด ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยตามลำดับขั้นตอนดังนี้

#### 3.1.1 การศึกษาข้อมูล

- 3.1.2 แบบแผนการทดลอง
- 3.1.3 กำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
- 3.1.4 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
- 3.1.5 การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวม

#### ข้อมูล

- 3.1.6 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

#### 3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.2.1 ประชากรในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 2 แผนกวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ วิทยาลัข้าวศึกษาร้อยเอ็ด ที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชา การเขียนโปรแกรมบนระบบปฏิบัติการเทียบชั้น โภมดประจำภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2554

3.2.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) จากนักเรียนระดับชั้นนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 2 แผนกวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ ห้อง 2/7 วิทยาลัข้าวศึกษาร้อยเอ็ด ที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชา การเขียนโปรแกรมบนระบบปฏิบัติการเทียบชั้น โภมดประจำภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2554 จำนวนทั้งสิ้น 32 คน

#### 3.2.3 ตัวแปร

3.2.3.1 ตัวแปรตัวแปร คือ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับรายวิชาการเขียนโปรแกรมบนระบบปฏิบัติการเทียบชั้น โภมด

#### 3.2.3.2 ตัวแปรตาม คือ

ก) ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับรายวิชาการเขียนโปรแกรมบนระบบปฏิบัติการเทียบชั้น โภมด  
ข) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบทเรียนรู้ที่อินเทอร์เน็ตสำหรับรายวิชาการเขียนโปรแกรมบนระบบปฏิบัติการเทียบชั้น โภมด

#### 3.3 การออกแบบบทเรียน

3.3.1 ศึกษาหลักการและขั้นตอนในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ได้แก่ องค์ประกอบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ลักษณะของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนรูปแบบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โครงสร้างของบทเรียน ข้อควรคำนึงถึงในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วย

สอน ประโยชน์ ข้อดี – ข้อเสีย ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สถาปัตยกรรมระบบซอฟต์แวร์สำหรับพัฒนาบทเรียน เกณฑ์พิจารณาการเลือกใช้บทเรียนหลักการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นต้น

3.3.2 ศึกษาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครื่อข่ายอินเทอร์เน็ต ได้แก่ การเรียนการสอนบนเครื่อข่ายอินเทอร์เน็ต รูปแบบการนำเสนอบทเรียนผ่านเว็บด้วยวิดีโอ โครงสร้างการนำเสนอผ่านเว็บ ส่วนประกอบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครื่อข่ายอินเทอร์เน็ต สถาปัตยกรรมของระบบอินเทอร์เน็ตเพื่อการศึกษา เป็นต้น

3.3.3 ศึกษาเครื่องมือสำหรับสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครื่อข่ายอินเทอร์เน็ต ได้แก่ โปรแกรม Macromedia Flash CS5, Adobe Photoshop CS5, Image Ready, Adobe Captivate 4, Camtasia 7, Adobe Audition เป็นต้น

3.3.4 ศึกษาหลักการสร้างระบบ e-Learning ด้วยระบบการจัดการการเรียนรู้ (Learning Management System) เช่น Moodle เป็นต้น

3.3.5 ศึกษาการสร้างแบบสอบถาม เพื่อวัดความคิดเห็นของผู้ใช้ข้อมูลจากเอกสาร คำรา งานวิจัย และตัวอย่างแบบสอบถามต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

3.3.6 การประเมินบทเรียนทางด้านเนื้อหาและทางด้านเทคนิคโดยผู้เชี่ยวชาญด้านละ 3 ท่าน พบว่าด้านเนื้อหามีค่าเฉลี่ยรวมอยู่ที่ 4.72 อยู่ในเกณฑ์ระดับดีมาก และด้านเทคนิค มีค่าเฉลี่ยรวมอยู่ที่ 4.75 อยู่ในเกณฑ์ระดับดีมาก

#### ตารางที่ 2 การประเมินของผู้เชี่ยวชาญ

หัวข้อ	$\bar{x}$	S.D	ระดับ
<b>ด้านเนื้อหา</b>			
1 เนื้อหาในเอกสารประกอบคำบรรยายครอบคลุม วัตถุประสงค์การเรียนรู้	4.85	0.520	ดีมาก
2 เนื้อหาในเอกสารประกอบคำบรรยายที่ถูกต้อง	4.70	0.421	ดีมาก
3 ลำดับของเนื้อหามีความหมายสนับสนุนขั้นตอนการเรียนรู้	4.60	0.600	ดีมาก



4 เนื้อหาหนึ่งมีความหมายสนับสนุนดับของผู้เรียน	4.80	0.334	ค่อนข้างมาก
5 เนื้อหาในแผ่นงานที่ครอบคลุมวัสดุประสงค์การเรียนรู้	4.59	0.736	ค่อนข้างมาก
6 คำถ้าและคำตอบที่ชัดเจน	4.70	0.620	ค่อนข้างมาก
7 ภาพในแผ่นงานที่ช่วยให้เข้าใจนักเรียนที่เพิ่มขึ้น	4.76	0.540	ค่อนข้างมาก
8 แผ่นการเรียนการสอนมีความหมายสนับสนุนดับของผู้เรียน	4.69	0.66	ค่อนข้างมาก
เฉลี่ย	4.72	0.503	ค่อนข้างมาก
<b>ด้านเทคนิค</b>			
1. รูปแบบหน้าจอมีความน่าสนใจ	4.55	0.527	ค่อนข้างมาก
2. รูปภาพประกอบมีความหมายสนับสนุนดับของผู้เรียน	4.87	0.441	ค่อนข้างมาก
3. ขนาดของตัวอักษรมีความหมายสนับสนุนดับของผู้เรียน	4.66	0.527	ค่อนข้างมาก
4. ขนาดของรูปภาพมีความหมายสนับสนุนดับของผู้เรียน	4.90	0.500	ค่อนข้างมาก
เฉลี่ย	4.75	0.499	ค่อนข้างมาก

#### 4. ผลการดำเนินงาน

4.1 ผลการหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเว็บเรื่อง โครงสร้างภาษาชีวีเบื้องต้น ผู้วิจัยได้นำบทเรียนดังกล่าวไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง 32 คน ภาคเรียนที่ 2/2554 จากผลการเรียนของกลุ่มตัวอย่างปรากฏดังตาราง

ตารางที่ 4 ตารางผลการหาประสิทธิภาพบทเรียน

คะแนน	จำนวน N	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	ประสิทธิภาพเมกุยแแกนส์
แบบทดสอบก่อนเรียน	32	45	18.84	1.56
แบบทดสอบหลังเรียน	32	45	29.31	

จากตารางพบว่าผลการทำแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 32 คน ซึ่งคะแนนเต็มเท่ากับ 45 คะแนน โดยการทำแบบทดสอบก่อนเรียนได้คะแนนเฉลี่ย

( $\bar{X}$ ) เท่ากับ 18.84 คะแนน และการทำแบบทดสอบหลังเรียนได้คะแนนเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) เท่ากับ 29.31 คะแนน เมื่อหาประสิทธิภาพบทเรียนโดยใช้สูตรเมกุยแแกนส์มีค่าเท่ากับ 1.56 ซึ่งได้ค่าที่สูงกว่าสมมติฐานที่ตั้งไว้คือ มีค่ามากกว่า 1.00 ถือว่าบทเรียนที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพได้ตามเกณฑ์มาตรฐานของเมกุยแแกนส์

4.2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนจากการเปรียบเทียบระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่พัฒนาขึ้น ซึ่งใช้การแจกแจง t ( t-Test,Dependent ) มาช่วยในการวิเคราะห์ โดยพิจารณาที่รั้งดับนัยสำคัญ .05

ตารางที่ 3 ตารางผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

คะแนน	จำนวน N	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	S.D.	t-test	t-ตาราง
แบบทดสอบก่อนเรียน	32	45	19.45	5.64	8.86	1.69
แบบทดสอบหลังเรียน	32	45	30.26	3.58		

จากตารางที่ 3 ผลการทดสอบด้วยแบบทดสอบก่อนเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่พัฒนาขึ้น จำนวน 32 คน มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 19.45 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 5.64 และผลการทดสอบหลังเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 30.26 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.58 เมื่อนำผลที่ได้มาหาค่าผลสัมฤทธิ์โดยใช้ค่าทางสถิติ (t-Dependent) ปรากฏว่าค่าที่ได้มีค่าเท่ากับ 8.86 มากกว่านัยสำคัญที่ .05 df เท่ากับ 31 t เท่ากับ 1.69 กล่าวคือบทเรียนที่พัฒนาขึ้นทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ที่ดีขึ้นตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ตามเกณฑ์มาตรฐานของเมกุยแแกนส์ (Meguigans) ที่มีค่าตั้งแต่ 1 ขึ้นไป

#### 5. สรุปผล

หลักจากได้ดำเนินการวิจัยเพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต วิชาการเขียนโปรแกรมบนระบบปฏิบัติการเท็ชโนมด เรื่อง โครงสร้างภาษาชีวีเบื้องต้น และจากสมมติฐานที่ตั้งไว้ในบทที่ 1

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยและเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อนำมาวิเคราะห์และสรุปผลได้ดังนี้

5.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเว็บที่พัฒนามีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐานของเมนกุยแกนส์ (Meguigans) คือมีค่าเท่ากับ 1.56

5.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสูงกว่าก่อนเรียนจริง โดยมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

## 6. ข้อเสนอแนะ

6.1 การสร้างบทเรียนช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ในรูปแบบของสื่อประสมควรจัดทำเนื้อหาออกเป็นส่วนย่อย ๆ เพื่อให้สามารถใช้งานบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้อย่างสมบูรณ์ ไม่ควรจัดทำเป็นเรื่องเดียวไฟล์เดียว เพราะการนำไปใช้งานบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตแต่ละสถานที่หรือแต่ละองค์กรมีการจัดการองค์ประกอบของการใช้งานทางอินเตอร์ไม่เท่ากัน ก็จะทำให้การเรียนบนเรียนบทเว็บไม่สมบูรณ์เท่าที่ควร

6.2 การนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตมาใช้ยังเป็นเรื่องใหม่กับผู้เรียน ดังนั้นผู้สอนควรคุ้นเคยกับเรื่องย่างก้าวสีชิด เพื่ออยู่ให้คำแนะนำช่วยเหลือและแก้ปัญหาระหว่างเรียน

6.3 จากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพที่ดี มีการนำเสนอเนื้อหา ด้วยภาพและเดียงพิ่งที่ง่าย ต่อการเข้าใจ ทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ที่ดี ซึ่งผลที่ได้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาอื่นๆต่อไปได้

## 7. บรรณานุกรม

[1] ชาตรี มูลชาติ. การสร้างบทเรียนบนเครือข่ายรายวิชาคอมพิวเตอร์เพื่อการเรียนการสอน.

วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา บัณฑิต วิทยาลัย

มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2546

[2] ถนนพร เลาหจารัสแสง. หลักการออกแบบและสร้างคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้วยโปรแกรม

Multimedia Tool Book. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.(2541).

[3] ณัฐวี ฤตฤทธิ์. การพัฒนาบทเรียนวิชาเขียนแบบเครื่องกลโดยใช้รูปแบบของเวิลด์เว็บบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตร์เทคโนโลยี บัณฑิต วิทยาลัยสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2543.

[4] นุยุช ศรีสะอาด. วิธีการทางสถิติสำหรับการวิจัย. กรุงเทพฯ: สุริวิชาสัน, 2541.

[5] ประภาศรี ศักดิ์ศรีชัยสกุล. การนำเสนอรูปแบบการเรียนการสอนผ่านเว็บวิชาภาษาไทยตามกระบวนการสอนของภาษา สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาไทยดี. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาบัณฑิต สาขาโทสตัศนศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2544.

[6] ปิยารัตน อินทานันท์. การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาการจัดการฐานข้อมูล

สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ช่วงชั้นที่ 4. วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุดสาหกรรม มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีเทคนิคศึกษา ภาควิชาครุศาสตร์ เทคโนโลยีบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2550

[7] มนต์ชัย เทียนทอง. การออกแบบและพัฒนาครอสแวร์สำหรับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน คุณภาพของครุศาสตร์ นักศึกษา มนต์ชัย เทียนทอง ภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ศึกษา ภาควิชาครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2545.

[8] นุกดารัตน์ รักสักยั่น. การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต วิชา ระบบฐานข้อมูล ระดับประกาศนียบัตร วิชาชีพชั้นสูง กรรมอาชีวศึกษา พุทธศักราช 2546. มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ ภาควิชาครุศาสตร์อุดสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2548



## กรอบแนวคิดรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้สื่อหลายมิติแบบปรับตัว

ร่วมกับเทคนิคผู้ให้คำปรึกษา ผ่านบทเรียนออนไลน์

### A Conceptual Learning Module Framework with Adaptive Hypermedia And Mentor Technique on E-Learning.

สิริพร เอี่ยมวิลัย<sup>1</sup> และ สุร้ายุร์ พรนันทร์<sup>2</sup>

<sup>1</sup> หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชยและพัฒนาการสอนเทคโนโลยีกษาฯ มจพ.

<sup>2</sup> ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มจพ.

E-mail: <sup>1</sup>Siiia\_mtct@hotmail.com, <sup>2</sup>Spr@kmutnb.ac.th

#### บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสังเคราะห์กรอบแนวคิดรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้สื่อหลายมิติแบบปรับตัวร่วมกับเทคนิคผู้ให้คำปรึกษาผ่านบทเรียนออนไลน์ โดยนำแนวคิดการเรียนรู้แบบออนไลน์ภายใต้ระบบบริหารจัดการการเรียนรู้โดยใช้สื่อหลายมิติแบบปรับตัว ร่วมกับการจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้รับความช่วยเหลือจากผู้ให้คำปรึกษา เพื่อช่วยเสริมศักยภาพในการเรียนรู้ ซึ่งผู้วิจัยคาดว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้นี้จะทำให้ผู้เรียนมีสมรรถนะที่สูงขึ้น

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้นำกรอบแนวคิดที่สังเคราะห์ขึ้นไปสอบถามผู้เชี่ยวชาญจำนวน 15 ท่าน เกี่ยวกับความเหมาะสมของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ดังกล่าว และได้ผลสรุปคือ รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่สังเคราะห์ขึ้นนี้มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ( $\bar{X} = 3.95$ ,  $S.D. = 0.64$ ) แสดงว่ากรอบแนวคิดที่สังเคราะห์ขึ้นนี้มีความเหมาะสมสูงมาก สำหรับการนำไปใช้งานได้

**คำสำคัญ:** สื่อหลายมิติแบบปรับตัว ผู้ให้คำปรึกษา บทเรียนออนไลน์

#### Abstract

The objectives of this research are to synthesize a Conceptual Learning Module Framework with Adaptive Hypermedia and Mentor Technique on E-Learning. Undertaking the E-learning concept from the Learning Management System and incorporating it with Adaptive Hypermedia in a cooperative learning environment, Students receive assistance from their mentors which in turn reinforces their competence. Finally this framework could enable students to acquire a higher competency learning experience.

The synthesis framework was evaluated, about its suitability by 15 experts and got the result at good level ( $\bar{X} = 3.95$ ,  $S.D. = 0.64$ ) that means the framework is suitable to use practically.

Keyword: Adaptive Hypermedia, Mentor, E-Learning

## 1. บทนำ

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 ได้กำหนดแนวทางการจัดการศึกษา ที่มุ่งเน้นการจัดการเรียนรู้ให้เกิดขึ้นได้ทุกโอกาส ทุกเวลา ทุกสถานที่ อ่าย่างทั่วถึงและเท่าเทียม โดยจัดเนื้อหาสาระและกิจกรรมการเรียนรู้ให้ตรงตามความถนัด ความสนใจ และความสามารถของผู้เรียน [1] แต่เนื่องจากผู้เรียนแต่ละคนมีความสามารถในการเรียนรู้ที่ไม่เหมือนกัน ตามเหตุปัจจัยของผู้เรียนแต่ละคน อันได้แก่ ประสบการณ์ ความสนใจ ความถนัด พื้นความรู้หรือภูมิ ระดับสติปัญญา แบบแผนการเรียนรู้ ฯลฯ ซึ่งถือเป็นปัจจัยพื้นฐานที่มีอิทธิพลต่อการเรียนรู้ ดังนั้นผู้สอนควรพิจารณาเลือกใช้เทคนิคกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสม สอดคล้องกับลักษณะทั่วไปของผู้เรียนแต่ละคน

แบบแผนการเรียนรู้ หรือจิตริต (Learning Styles) เป็นวิธีที่ผู้เรียนแต่ละคนมีความถนัดในการรับรู้ข้อมูลหรือมีการเรียนรู้ได้ดีที่สุด ด้วยการใช้ประสานสัมผัสรับรู้ นักจิตวิทยาแบ่งรูปแบบการเรียนรู้ออกเป็น 4 สไตล์ เรียกย่อ ๆ ว่า VARK ได้แก่ การดู (Visual) การฟัง (Aural) การอ่าน-การเขียน (Read/Write) และการสัมผัสหรือการเคลื่อนไหวร่างกาย (Kinesthetic) [2] การรู้จักผู้เรียนว่ามีความถนัดในการเรียนรู้แบบใด จะทำให้ผู้สอนสามารถจัดกิจกรรมหรือสภาพแวดล้อมในการเรียนได้อย่างเหมาะสม นอกจากนี้ยังมีผลการวิจัยสนับสนุนว่า ถ้าผู้สอนจัดสภาพแวดล้อมทางการเรียนที่สอดคล้องกับสภาพที่ผู้เรียนชอบแล้ว ผลลัพธ์ที่ทางการเรียนจะสูงกว่าก่ออุ่นที่ได้รับการเรียนที่ไม่สอดคล้องกับสภาพที่ผู้เรียนชอบ [3]

การสอนบนเว็บ (Web-based Instruction) เป็นการผสมผสานกันระหว่างเทคโนโลยีปัจจุบันกับกระบวนการออกแบบการเรียน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพทางการเรียนรู้และแก้ปัญหาในเรื่องข้อจำกัดทางด้านสถานที่และเวลา สนองความต้องการของผู้เรียนแต่ละคนที่แตกต่างกัน โดยเว็บที่ใช้นำเสนอบทเรียนจะมีลักษณะเป็นสื่อหلامนิติ (Hypermedia) ซึ่งในปัจจุบันสื่อหلامนิติได้มีการพัฒนาไปอย่างรวดเร็ว ทั้งนี้แนวทางในการพัฒนาสื่อหلامนิติส่วนใหญ่เป็นการผสมผสานสื่อหلامนิติและเชื่อมโยงไปสู่แหล่งข้อมูลอื่น ซึ่งไม่

สามารถตอบสนองความต้องการของผู้เรียนเป็นรายบุคคลได้ จนกระทั่งเกิดการคิดหาวิธีและพัฒนาไปสู่แนวทางใหม่ของสื่อหلامนิติที่เรียกว่า “สื่อหلامนิติแบบปรับตัว (Adaptive Hypermedia)” ที่มีความสัมพันธ์กันระหว่างสื่อหلامนิติกับรูปแบบการเรียนรู้ของผู้เรียน ซึ่งปกติสื่อหلامนิติจะนำเสนอข้อมูลสารสนเทศที่เป็นเนื้อหา ลิงค์ หรือสื่ออื่นๆ ที่ออกแบบสำหรับผู้เรียนทุกคน แต่ในความเป็นจริงแล้วผู้เรียนแต่ละคนมีความต้องการที่แตกต่างกันในการรับข้อมูลจากสื่อหلامนิติ ดังนั้นสื่อหلامนิติแบบปรับตัวจึงเป็นการผสมผสานระหว่างสื่อหلامนิติและระบบการสอนที่คล้ายในการตอบสนองผู้เรียนแต่ละคน [4] โดยระบบจะทำการวิเคราะห์ผู้เรียนจากข้อมูลที่มีอยู่ แล้วนำเสนอบทเรียนตามคุณลักษณะและความต้องการของผู้เรียน ช่วยให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาการเรียนรู้ตามศักยภาพของตนเอง เนื่องจากสื่อหلامนิติแบบปรับตัวมีความยืดหยุ่นในการทำงานเพื่อสามารถปรับเปลี่ยนไปตามลักษณะของผู้เรียนแต่ละคน

นอกจากนี้เมื่อผู้เรียนได้ทำการศึกษานี้อย่างตามจิตรและภูมิ ตามรูปแบบเฉพาะของแต่ละบุคคลแล้ว เมื่อเกิดปัญหาติดขัด ควรจะได้รับคำแนะนำจากผู้ให้คำปรึกษานาช่วยเสริม ทั้งระบบผู้ให้คำปรึกษาแบบทันทีทันใจ (Real Times) และผู้ให้คำปรึกษาที่เป็นผู้เชี่ยวชาญเฉพาะ ผ่านเครื่องมือที่มีอยู่ในอินเทอร์เน็ตและเว็บ เช่น กระดานข่าว ห้องสนทนา Face book เพื่อช่วยให้ผู้เรียนมีองค์ความรู้มากยิ่งขึ้น และหากผู้เรียนต้องการที่จะค้นคว้าข้อมูลเพิ่มเติมอื่น ๆ ก็สามารถค้นหาได้ในส่วนสนับสนุน เช่น FAQ Warehouse ซึ่งจะต้องอาศัยขั้นตอนและวิธีการที่มีประสิทธิภาพไปดำเนินการ โดยประเด็นดังกล่าว นี้ ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะสังเคราะห์กรอบแนวคิดรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้สื่อหلامนิติแบบปรับตัวร่วมกับเทคนิคผู้ให้คำปรึกษา ผ่านบทเรียนออนไลน์ เพื่อเป็นแนวทางในการส่งเสริมการจัดการเรียนรู้ให้เกิดขึ้นได้ทุกโอกาส ทุกเวลา ทุกสถานที่ สอดคล้องกับความสามารถและคุณลักษณะของผู้เรียนแต่ละคน

## 2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย



- 2.1 เพื่อสังเคราะห์กรอบแนวคิดรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้สื่อหلامยิดแบบปรับตัว ร่วมกับเทคนิคผู้ให้คำปรึกษา ผ่านบทเรียนออนไลน์
- 2.2 เพื่อศึกษาความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญต่อกรอบแนวคิดรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้สื่อหلامยิดแบบปรับตัวร่วมกับเทคนิคผู้ให้คำปรึกษา ผ่านบทเรียนออนไลน์

### 3. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

#### 3.1 การสอนบนเว็บ (Web-based Instruction)

ส่วนประกอบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ภายใต้กรอบของระบบการเรียนการสอนบนเว็บ WBI/WBT จะประกอบด้วย 4 ส่วน ดังนี้

3.1.1 สื่อสำหรับนำเสนอ ได้แก่ ข้อความ ภาพนิ่ง ภาพฟิก ภาพเคลื่อนไหว วิดีทัศน์ เสียง

3.1.2 การปฏิสัมพันธ์ หมายถึง การโต้ตอบที่เกิดขึ้นระหว่างผู้เรียนกับบทเรียน

3.1.3 การจัดการฐานข้อมูล หมายถึง การจัดการเกี่ยวกับบทเรียนเริ่มต้นแต่การลงทะเบียนจนถึงการประเมินผลการเรียน

3.1.4 ส่วนสนับสนุนการเรียนการสอน หมายถึง การบริการต่างๆ ที่มีอยู่ในเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เพื่อสนับสนุนการเรียนการสอน

#### 3.2 ทฤษฎีความแตกต่างระหว่างบุคคล

ทฤษฎีนี้ได้รับการพัฒนาจากแนวความคิดเรื่องสิ่งเร้า และการตอบสนอง (Stimulus-Response) หรือทฤษฎี เอส-อาร์ (S-R theory) และนำมาระยุกต์ใช้ อธิบายว่า บุคคลมีความแตกต่างหلامยิดประการ และความแตกต่างนี้ยังขึ้นอยู่กับสภาพทางสังคมและวัฒนธรรม ทำให้มีพฤติกรรมการสื่อสาร และการเลือกปฏิรับสารที่แตกต่างกัน [5] หลักการพื้นฐานเกี่ยวกับทฤษฎีที่สำคัญคือ

3.2.1 บุคคลมีความแตกต่างกันในด้านบุคลิกภาพและสภาพจิตวิทยา

3.2.2 ความแตกต่างกันดังกล่าวเนี้ยเป็นพระบุคคลมีการเรียนรู้

3.2.3 บุคคลที่อยู่ต่างสภาพแวดล้อมกันจะได้รับการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน

3.2.4 การเรียนรู้จากสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันทำให้บุคคลมีทัศนคติ ค่านิยม ความเชื่อถือ และบุคลิกภาพที่แตกต่างกัน

#### 3.3 แบบแผนการเรียนรู้ หรือจริต (Learning Styles)

เป็นวิธีที่ผู้เรียนแต่ละคนมีความนิยมในการรับรู้ข้อมูลหรือมีการเรียนรู้ได้ดีที่สุดด้วยการใช้ประสานผัสรับรู้ข้อมูลนักจิตวิทยาแบ่งผู้เรียนตามแบบแผนการเรียนรู้ ออกเป็น 4 แบบดังนี้

3.3.1 เรียนรู้จากการดูหรือมองอยู่เห็น (Visual Learning Styles) ผู้เรียนประเภทนี้จะเรียนรู้ได้ดีหากได้ดูภาพหรือเห็นการแสดง การสาธิต การใช้สื่อชนิดที่ต้องผ่านการดู เช่นวิดีทัศน์ แผ่นภาพ แผนผัง แผนภูมิ ภาพนิ่ง ภาพโปรด়ร์ใส่สไลด์ หนังสือเรียนที่มีภาพประกอบมาก ๆ ฯลฯ

3.3.2 เรียนรู้จากการฟังหรือได้ยิน (Auditory Learning Styles) ผู้เรียนประเภทนี้จะเรียนรู้ความหมาย และเข้าใจจากสิ่งที่ได้ยิน ได้ฟังมากกว่าข้อมูลที่เป็นตัวหนังสือหรือภาพต่าง ๆ เครื่องมือหรือสื่อที่ใช้ควรใช้ประเภททูบันทึกเสียง

3.3.3 เรียนรู้จากการอ่านหรือเขียน (Reading-Writing Learning Styles) ผู้เรียนประเภทนี้ชอบเรียนรู้จากการอ่าน ไม่ชอบให้ความบอกร่องสอน สามารถอ่านเอง เรียนรู้ด้วยตัวเองได้

3.3.4 เรียนรู้จากการสัมผัสหรือเคลื่อนไหวร่างกาย (Kinesthetic/Tactile Learning Styles) ผู้เรียนประเภทนี้จะเรียนรู้ได้ดีหากได้ปฏิบัติกรรมที่ทำอะไรด้วยตนเอง เช่น การสำรวจ การเคลื่อนไหว การใช้ประสบการณ์ตรง การทดลอง การเรียนแบบโครงงานหรือการแสดงออกต่าง ๆ

#### 3.4 สื่อหلامยิดแบบปรับตัว (Adaptive Hypermedia)

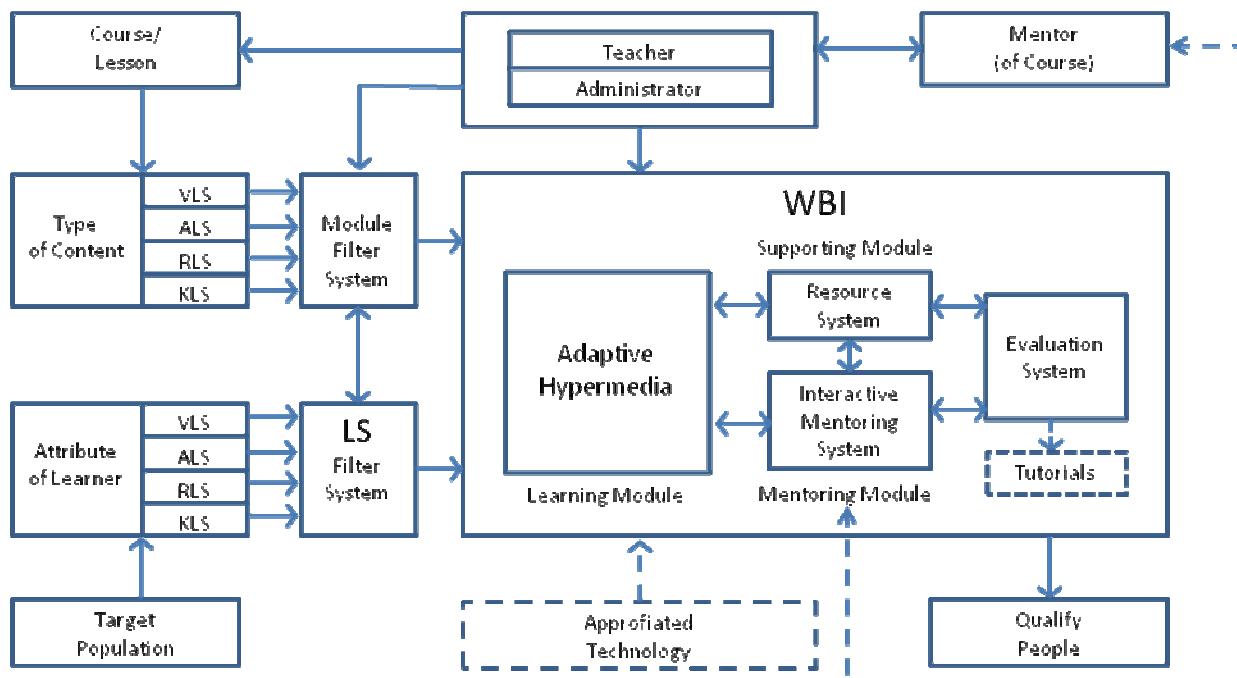
สื่อหلامยิดแบบปรับตัว หมายถึง สื่อที่ประกอบด้วยภาพนิ่ง เสียง ภาพเคลื่อนไหว ที่ผู้เรียนสามารถเข้าถึงได้อย่างหลากหลาย และสามารถปรับตามความสามารถของผู้เรียนได้โดยสื่อหلامยิดแบบปรับตัวเป็นการผสมผสานระหว่างสื่อหلامยิดและระบบการสอนที่ตลาดในการตอบสนองผู้เรียนแต่

ลักษณะโดยสื่อعلامมิติแบบปรับตัวเป็นการพยาบาลที่จะพัฒนารูปแบบให้สามารถปรับตัวและตอบสนองผู้เรียนเป็นรายบุคคล เช่น ระบบจะเลือกข้อมูลสารสนเทศเกี่ยวกับผู้เรียนแต่ละคนในแฟ้มข้อมูลที่มีอยู่ เช่น ความรู้ ประสบการณ์ รูปแบบการเรียนรู้ หรือข้อมูลอ้างอิงอื่น ๆ และสามารถปรับเปลี่ยนระบบให้ตอบสนองตรงตามความต้องการสำหรับผู้เรียนแต่ละคน ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนสามารถค้นหาข้อมูลสารสนเทศตรงตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการได้อย่างถูกต้องและแม่นยำ ทั้งนี้สื่อعلامมิติที่ได้รับการออกแบบอย่างถูกต้องและเป็นระบบ จะช่วยตอบสนองให้เกิดการเรียนรู้ได้ตามความสามารถและความต้องการของผู้เรียน เป็นการดึงดูดความสนใจของผู้เรียนและสนับสนุนการจัดการเรียนการสอนแบบรายบุคคลและส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามศักยภาพได้ [6]

### 3.5 ผู้ให้คำปรึกษา (Mentor)

กระบวนการพี่เลี้ยง (Mentoring) เป็นรูปแบบกิจกรรมอย่างหนึ่งที่นำมาใช้พัฒนาศักยภาพบุคคล ซึ่งพัฒนาทั้งผู้ได้รับ

การอุปถัมภ์ (Mentee) และผู้ที่เป็นพี่เลี้ยง (Mentor) ด้วยการเรียนรู้จากกันและกัน โดยใช้การติดต่อสื่อสารแบบสองทางหรือใช้ในความหมายเป็นกระบวนการสนับสนุน พัฒนาบุคคลด้วยการเรียนรู้ร่วมกันระหว่างบุคคล ด้วยการใช้วิธีการสื่อสารเพื่อแลกเปลี่ยนสาระความรู้ ความคิด ผ่านทางกิจกรรมที่มีการปฏิสัมพันธ์กัน หรือเป็นกระบวนการเพื่อจัดเตรียม และกำหนดบทบาทให้ผู้มีความสามารถเป็นที่ยอมรับ มีหน้าที่ให้คำปรึกษา คำแนะนำ แก่ผู้มีประสบการณ์อย่างกว่า เพื่อถ่ายทอดความรู้ ประสบการณ์ จากบุคคลหนึ่ง ไปสู่บุคคลหนึ่ง บุคคลที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบพี่เลี้ยงจะมี 2 กลุ่มหลัก คือ บุคคลที่มีบทบาทเป็นพี่เลี้ยง เรียกว่า Mentor และบุคคลที่มีบทบาทเป็นผู้เรียนหรือผู้รับการอุปถัมภ์ เรียกว่า Mentee โดยการเลือกใช้เครื่องมือออนไลน์เพื่อติดต่อสื่อสาร ที่มีให้เลือกใช้ทั้งแบบประสานเวลา (Synchronous) เช่น กระดานสนทนา (Chat) แบบไม่ประสานเวลา (Asynchronous) เช่น จดหมาย อีเมล (e-Mail) [7]



Note: VLS= Visual Learning Styles, ALS= Auditory Learning Styles, RLS= Reading/Writing Learning Styles, KLS= Kinesthetic / Tactile Learning Styles, LS=Learning Styles

ภาพที่ 1: กรอบแนวคิดรูปแบบการจัดการเรียนรู้ โดยใช้สื่อعلامมิติแบบปรับตัว ร่วมกับเทคนิคผู้ให้คำปรึกษา ผ่านบทเรียนออนไลน์



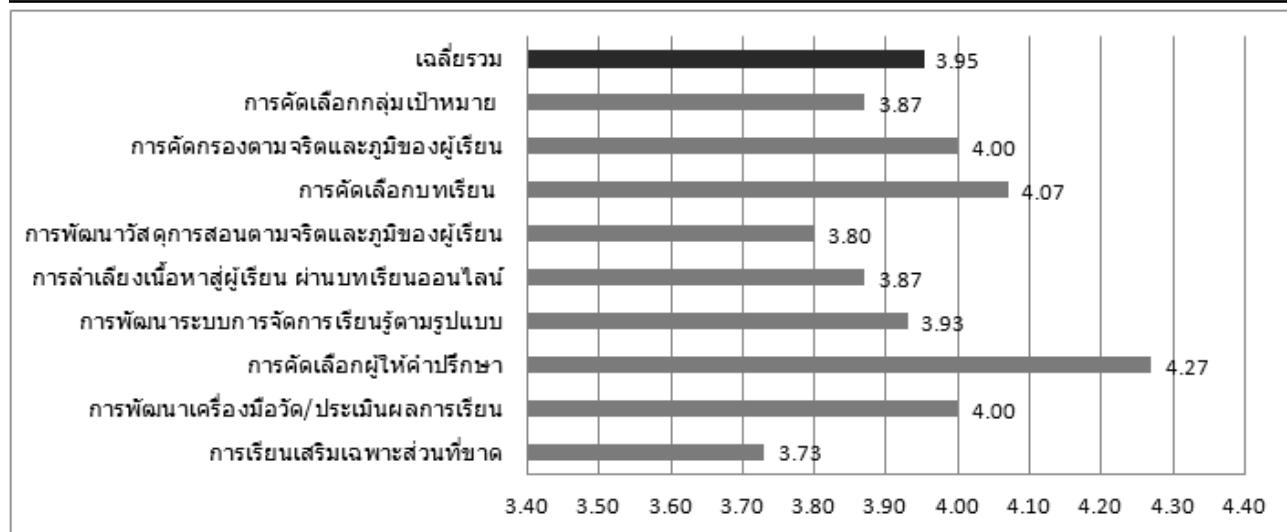
จากภาพที่ 1 แสดงขั้นตอนในการดำเนินการพัฒนารูปแบบ โดยก่อนที่ผู้เรียนจะเข้าสู่การศึกษาเนื้อหาจากบทเรียนออนไลน์ จะต้องเข้าสู่ระบบคัดกรองขั้นที่ 1 คือ การวัดจริตในการเรียน เพื่อแยกแยะลักษณะการเรียนรู้ จากนั้นจึงจะเข้าสู่ระบบคัดกรองขั้นที่ 2 คือ การวัดภูมิในการเรียนของผู้เรียนที่มีต่อ บทเรียนที่สร้างขึ้น โดยเมื่อผู้เรียนได้ทำการศึกษาเนื้อหาตามจริตและภูมิความรูปแบบเฉพาะของแต่ละบุคคลแล้ว เมื่อเกิดปัญหาติดขัด จะมีระบบผู้ให้คำปรึกษามาช่วยเสริม ทั้งระบบผู้ให้คำปรึกษาแบบทันทีทันใด และผู้ให้คำปรึกษาที่เป็นผู้เชี่ยวชาญเฉพาะ

#### 4. วิธีการดำเนินการวิจัย

กรอบแนวคิดรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้สื่อหลายมิติ แบบปรับตัว ร่วมกับเทคนิคผู้ให้คำปรึกษา ผ่านบทเรียนออนไลน์ มีขั้นตอนในการดำเนินการดังนี้

- 4.1 ศึกษา วิเคราะห์และแยกเปลี่ยนความคิดเห็นกับผู้เกี่ยวข้องในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ผ่านบทเรียนออนไลน์
- 4.2 สร้างเคราะห์กรอบแนวคิดรูปแบบ โดยรูปแบบที่สร้างเคราะห์ขึ้น มีกระบวนการดังต่อไปนี้
  - 4.2.1 การคัดเลือกกลุ่มเป้าหมาย
  - 4.2.2 การคัดกรองตามจริตและภูมิของผู้เรียน
  - 4.2.3 การคัดเลือกบทเรียน
  - 4.2.4 การพัฒนาวัสดุการสอนตามจริตและภูมิของผู้เรียน
  - 4.2.5 การลำเลียงเนื้อหาสู่ผู้เรียน ผ่านบทเรียนออนไลน์
  - 4.2.6 การพัฒนาระบบการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ
  - 4.2.7 การคัดเลือกผู้ให้คำปรึกษา
  - 4.2.8 การพัฒนาเครื่องมือวัด/ประเมินผลการเรียน

- 4.2.9 การเรียนเสริมเฉพาะส่วนที่ขาด
- 4.3 สร้างแบบสอบถามเป็นแบบมาตราประಮาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ เพื่อรวมรวมความคิดเห็นและข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับกรอบแนวคิด
- 4.4 นำแบบสอบถามฉบับร่างให้ผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์ด้านหลักสูตรและการสอนไม่น้อยกว่า 5 ปี จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความเหมาะสม และปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ
- 4.5 จัดพิมพ์แบบสอบถามความคิดเห็นฉบับสมบูรณ์เพื่อใช้เก็บรวบรวมข้อมูลกับผู้เชี่ยวชาญต่อไป
- 4.6 เก็บรวบรวมข้อมูล โดยนำค่ามีอิดำเนินการพร้อมแบบสอบถาม ให้ผู้ที่มีความเชี่ยวชาญทางด้านบทเรียนออนไลน์หรือที่เกี่ยวข้อง หรือมีประสบการณ์ทางด้านการสร้างบทเรียนออนไลน์มาไม่น้อยกว่า 5 ปี จำนวน 15 ท่าน ซึ่งผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเองในเดือนมีนาคม-พฤษภาคม พ.ศ. 2555
- 4.7 นำแบบสอบถามที่เก็บรวบรวมข้อมูลได้จากผู้เชี่ยวชาญ มาตรวจสอบความสมบูรณ์และวิเคราะห์ข้อมูล โดยการหาค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)
- 4.8 สรุปผลการศึกษา โดยพิจารณาค่าเฉลี่ย (Mean) ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญต่อรูปแบบ ดังนี้  
ค่าเฉลี่ย 4.50 – 5.00 หมายถึง เห็นด้วยอย่างยิ่ง
  - ค่าเฉลี่ย 3.50 – 4.49 หมายถึง เห็นด้วย
  - ค่าเฉลี่ย 2.50 – 3.49 หมายถึง ไม่แน่ใจ
  - ค่าเฉลี่ย 1.50 – 2.49 หมายถึง ไม่เห็นด้วย
  - ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.49 หมายถึง ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง



ภาพที่ 2: ค่าเฉลี่ยความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อกรอบแนวคิดรูปแบบการจัดการเรียนรู้

## 5. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

จากการวิเคราะห์ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญจำนวน 15 ท่าน ต่อกรอบแนวคิดรูปแบบการจัดการเรียนรู้ทั้งในภาพรวม และขั้นตอนในการดำเนินการตามรูปแบบ (ดังภาพที่ 2) พบว่า ผู้เชี่ยวชาญเห็นด้วยทุกขั้นตอนในการดำเนินการ โดยภาพรวม การดำเนินการในขั้นตอนต่าง ๆ อยู่ที่ค่าเฉลี่ย 3.95

## 6. สรุปผลการวิจัย

จากการวิจัยพบว่าผู้เชี่ยวชาญเห็นด้วยในระดับสูงต่อกรอบแนวคิดรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้สื่อหดလายมิติแบบปรับตัว ร่วมกับเทคนิคผู้ให้คำปรึกษา ผ่านบทเรียนออนไลน์ที่พัฒนาขึ้น ซึ่งในการดำเนินการทั้ง 9 ขั้นตอน คือ (1) การคัดเลือกกลุ่มเป้าหมาย (2) การคัดกรองตามจริตและภูมิของผู้เรียน (3) การคัดเลือกบทเรียน (4) การพัฒนาวัสดุการสอนตามจริตและภูมิของผู้เรียน (5) การล่าเลียงเนื้อหาสู่ผู้เรียน ผ่านบทเรียนออนไลน์ (6) การพัฒนาระบบการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ (7) การคัดเลือกผู้ให้คำปรึกษา (8) การพัฒนาเครื่องมือวัด/ประเมินผลการเรียน (9) การเรียนเสริมเฉพาะส่วนที่ขาด เห็นด้วยในระดับสูงด้วยค่าเฉลี่ย 3.87, 4.00, 4.07, 3.80, 3.87, 3.93, 4.27, 4.00 และ 3.73 ตามลำดับ

สรุปได้ว่ากรอบแนวคิดรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ที่วิเคราะห์สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้ได้

## 7. เอกสารอ้างอิง

- [1] กระทรวงศึกษาธิการ. พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 พร้อมกฏกระทรวงที่เกี่ยวข้องและพระราชบัญญัติการศึกษาภาคบังคับ พ.ศ. 2545. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์ (ร.ส.พ.), 2546
- [2] สมชาย สุริยะไกร. "แบบการเรียนของนักศึกษาเภสัชศาสตร์: ทฤษฎีและข้อค้นพบ." วารสารเภสัชศาสตร์อีสาน 2554; 7(1): 1-10
- [3] Suriyakrai S. A development of an adaptive web-based learning model for individual differences based on the mastery learning principle to enhance learning achievement and problem solving skills of pharmacy students. Dissertation, Educational Communications and Technology, Chulalongkorn University. (Thai), 2007.
- [4] วรรพ พุกามาลันนนท์. "สื่อหดလายมิติแบบปรับตัว (Adaptive Hypermedia)." วารสารวิชาการทางบริหารรักษาศาสตร์และสารนิเทศศาสตร์. ปีที่ 13 ฉบับที่ 1 (มกราคม – มิถุนายน 2550) : 17-24.
- [5] Defleur, M. (1989). Theories of mass communication (5<sup>th</sup> ed.). New York: Longman
- [6] ชนิดา แก้วเพชร. "การพัฒนาระบบจัดกิจกรรมในงานแบบปรับเปลี่ยน กรณีศึกษารายวิชาการพัฒนาและเขียนโปรแกรมบนเว็บ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ." บทความวิจัย การประชุมวิชาการครุศาสตร์อุตสาหกรรมระดับชาติ ครั้งที่ 4, 2554
- [7] รุ่งทิวา เสาร์สิงห์. "สื่อแนวคิดการพัฒนารูปแบบพี่เลี้ยง" อิเล็กทรอนิกส์. บทความวิจัย The National Conference on Computing and Information Technology, 2554



## การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเว็บแบบโครงงานเป็นฐาน วิชาระบบฐานข้อมูล

### The Development of Web-Based Instruction On Web Creation in Database System Using Project-Based Learning.

แอนนา ป่าสนช.<sup>1</sup>, มนต์ชัย เทียนทอง<sup>2</sup>, สุชิดา ชัยชนชื่น<sup>3</sup>

ภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา

คณะเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

*Love.anna@hotmail.com<sup>1</sup>, monchai@kmutnb.ac.th<sup>2</sup>, std@hotmail.com<sup>3</sup>*

#### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเว็บแบบโครงงานเป็นฐาน วิชาระบบฐานข้อมูล 2) หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเว็บที่พัฒนาขึ้น 3) หาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนก่อนและหลังเรียนค่าวิบัติเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเว็บที่พัฒนาขึ้น 4) หาคุณภาพของโครงงานที่ผู้เรียนจัดทำขึ้น หลังจากเรียนรู้ด้วยบทเรียนที่พัฒนาขึ้น กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ปีที่ 1 สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ ของวิทยาลัยการอาชีวพัฒนาเย็น ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2554 จำนวน 30 คน ได้มาด้วยการคัดเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) และใช้แผนการทดลองแบบกลุ่มเดียวสอบก่อน-สอบหลัง (One-Group Pretest-Posttest Design) ผลการวิจัยพบว่า 1) ประสิทธิภาพของบทเรียนที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ  $83.22/82.33$  ซึ่งมีค่าสูงกว่าเกณฑ์ที่ไว้คือ  $80/80$  2) ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนหลังเรียนค่าวิบัติเรียนที่ผู้จัดพัฒนาขึ้นสูงกว่าก่อนการเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ  $.05$  และ 3) คุณภาพโครงงานที่ผู้เรียนได้จัดทำขึ้น ผลการประเมินรูบerrickแบบแยกส่วน (Analytic Assessment) และรูบerrickแบบภาพรวม (Holistic Assessment) หลังจากเรียนรู้บทเรียนแบบโครงงานเป็นฐาน วิชาระบบฐานข้อมูล ที่ผู้เรียนพัฒนาขึ้นมีคุณภาพเท่ากับ  $3.54$  ซึ่งมีค่าสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้คือ  $3.5$

**คำสำคัญ:** บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และ การเรียนรู้แบบโครงงาน

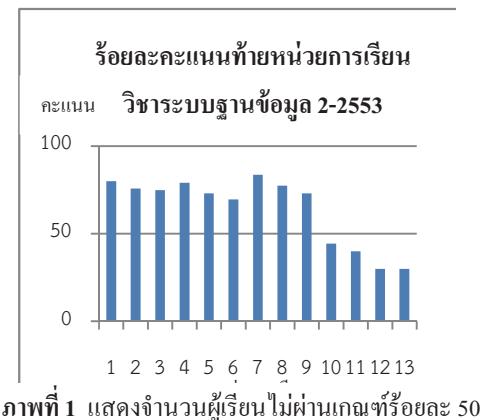
#### Abstract

The purposes of this research were to develop and validate the efficiency of the Web-Based Instruction on "Web Creation in Database System" by Project-Based Learning, learning achievement by pretest and posttest. A purposive sample used in this study was students from First years Higher Vocational Education ( $n=30$ ) in 2<sup>nd</sup> semester, academic in 2011. The results of the research was the efficiency of WBI for Database System Course by Project-Based Learning was  $83.22/82.33$ . This was higher than the criterion level  $80/80$  in the hypothesis. Moreover, the effectiveness of student on WBI was higher at significant  $.05$  level And Project Based Learning. Appropriate at a high level the Analytic Assessment, Holistic Assessment quality equal to  $3.54$ . This was higher than the criterion  $3.50$ .

**Keyword:** Web Based Instruction ,Project-Based Learning

## 1. บทนำ

ตามหลักสูตรของวิทยาลัยการอาชีพวังน้ำเย็น สาขาวิชา คอมพิวเตอร์ธุรกิจ การสอนรายวิชาระบบฐานข้อมูล (รหัสวิชา 3204-2005) ระดับ ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ปีที่ 1 เป็น วิชาที่ประกอบด้วยทฤษฎีและปฏิบัติ ในส่วนของเนื้อหาที่ต้อง ปฏิบัตินั้นมีความซับซ้อนและเข้าใจ จากการหาค่าเฉลี่ยคะแนน สอบของผู้เรียนในรายวิชาระบบฐานข้อมูลภาคเรียนที่ 2/2553 พบว่าผล มีคะแนนไม่ถึง 50 เปอร์เซ็นต์ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์ ปรากฏ ดังภาพที่ 1



จากภาพที่ 1-1 พบว่า ในหน่วยที่มีคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ได้แก่ หน่วยที่ 10 การสร้างตาราง หน่วยที่ 11 การสร้างแบบสอบถาม หน่วยที่ 12 การสร้างฟอร์ม และ หน่วยที่ 13 การสร้างรายงาน โดยทั้ง 4 หน่วย เป็นเนื้อหาที่มีทั้ง ทฤษฎีและปฏิบัติ ทำให้เนื้อหาเข้าใจยาก ซับซ้อน เป็นหน่วยที่ มีค่าน้ำหนักคะแนนมากในรายวิชาระบบฐานข้อมูล จากการ สำรวจแบบสอบถามจากผู้เรียนของผู้เรียนที่เรียนวิชานี้ผ่าน มาแล้วสรุปได้ว่า ผู้เรียนขาดความสนใจเนื้อหาและขาดทักษะ ในการสร้างฐานข้อมูล ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ

สุชาติ [1] กล่าวถึงความหมายของ การเรียนรู้โดยใช้ โครงการ ว่าหมายถึง การจัดการเรียนรู้อีกรูปแบบหนึ่งที่ เป็น การให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงในลักษณะของการศึกษา สำรวจค้นคว้า ทดลอง โดยมีครูเป็นผู้กระตุ้น แนะนำและให้ คำปรึกษาอย่างใกล้ชิด วรรณณ์[2] กล่าวว่า การเรียนแบบ โครงการ มีความหมายเช่นเดียวกับการเรียนรู้โดยใช้โครงการ

เป็นศูนย์กลางการเรียนรู้ (Project Centered Learning) ซึ่ง หมายถึง การกระทำกิจกรรมร่วมกัน ช่วยเหลือกันในการ แก้ปัญหาที่เกิดขึ้นภายในกลุ่ม ด้วยวิธีการปฏิบัติจริงเพื่อการ เรียนรู้วิธีการแก้ปัญหา อันนำไปสู่ความสามารถในการคิด วิเคราะห์และสามารถใช้ความรู้ในการแก้ปัญหาเหล่านั้น

จากที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยจึงได้ทำการพัฒนาบทเรียน คอมพิวเตอร์ผ่านเว็บ วิชาระบบฐานข้อมูลโดยนำเทคนิคการจัด เรียนรู้แบบโครงการ (Project Based Learning) มาใช้ในการ เรียนการสอนน่องจากทั้ง 4 หน่วยการเรียนนั้นเป็นเนื้อหาด้าน ปฏิบัติ ดังนี้เพื่อให้ผู้เรียนแต่ละคนสามารถสร้างความรู้ผ่าน กระบวนการคิด และลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง มุ่งสร้างให้ผู้เรียน เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง อย่างมีประสิทธิภาพและมีผลลัพธ์ที่ ดีขึ้นในการเรียน

## 2. วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

2.1 เพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเว็บแบบ โครงการ เป็นฐาน วิชาระบบฐานข้อมูล สำหรับนักศึกษาระดับ ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 1 ปีการศึกษาที่ 2554 วิทยาลัยการอาชีพวังน้ำเย็น

2.2 เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผ่านเว็บแบบโครงการ เป็นฐาน วิชาระบบฐานข้อมูล ที่ พัฒนาขึ้น

2.3 เพื่อหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนก่อนและหลัง เรียน ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเว็บแบบโครงการ เป็นฐาน วิชาระบบฐานข้อมูล ที่พัฒนาขึ้น

2.4 เพื่อหาคุณภาพของโครงการที่ผู้เรียนจัดทำขึ้น หลังจาก เรียนรู้ด้วยบทเรียนที่พัฒนาขึ้น

## 3. วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

### 3.1 วิชาระบบฐานข้อมูล

วิชาระบบฐานข้อมูล รหัสวิชา 3204-2005 คือวิชาชีพของ นักศึกษาในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชา คอมพิวเตอร์ธุรกิจ จำนวน 3 หน่วยกิต 4 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ มี จำนวน 4 หน่วยการเรียนรู้ วัตถุประสงค์การเรียนรู้ คือ



3.1.1 สร้างตารางข้อมูลได้

3.1.2 สร้างแบบสอบถามได้

3.1.3 สร้างแบบฟอร์มได้

3.1.4 สร้างรายงานได้

### 3.2 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเว็บ

มนต์ชัย[4] บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเว็บ คือ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายเพื่อให้ผู้เรียนเรียนรู้ และมีทักษะทั้งหมด 4 หน่วยการเรียนได้แก่

นันทนี[3] การสร้างตาราง, การสร้างแบบสอบถาม, การสร้างฟอร์ม และการสร้างรายงาน

### 3.3 การจัดการเรียนการสอนแบบโครงการเป็นฐาน

วราภรณ์[2] การจัดการเรียนการสอนแบบโครงการมีลำดับขั้นตอนดังนี้

3.3.1 ขั้นกำหนดความมุ่งหมายเป็นขั้นกำหนดความหมายและลักษณะโครงการ โดยตัวนักเรียนครูจะเป็นผู้แนะนำให้นักเรียนตั้งความมุ่งหมายของการเรียนว่าเราจะเรียนเพื่ออะไร

3.3.2 ขั้นวางแผนหรือวางแผนการเป็นขั้นที่มีคุณค่าต่อนักเรียนเป็นอย่างมากคือนักเรียนจะช่วยกันวางแผนว่าทำอย่างไรจะบรรลุถึงจุดมุ่งหมายจะใช้วิธีการใดในการทำกิจกรรมแล้วจึงทำกิจกรรมที่เหมาะสม

3.3.3 ขั้นดำเนินการเป็นขั้นลงมือกระทำการกิจกรรมหรือลงมือแก้ปัญหานักเรียนร่วมงานตามแผนโดยทำกิจกรรมตามที่ตกลงใจแล้วครุอย่างเสรีให้นักเรียนได้กระทำการตามความมุ่งหมายที่กำหนดไว้ให้นักเรียนคิดและตัดสินใจด้วยตนเองให้มากที่สุดและควรแนะนำให้นักเรียนรู้จักวัดผลการทำงานเป็นระยะๆเพื่อการทำการกิจกรรมจะได้คุ้มค่า ไปด้วยดี

3.3.3 ขั้นประเมินผลหรืออาจเรียกว่าขั้นสอบถามพิจารณาณักเรียนทำการประเมินผลว่ากิจกรรมหรือโครงการที่ทำนั้นบรรลุตามความมุ่งหมายที่ตั้งไว้หรือไม่มีข้อบกพร่องอย่างไรและควรแก้ไขให้ดีขึ้นอย่างไร

## 4. ขั้นบทการวิจัย

### 4.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร คือ นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ปีที่ 1 ของวิทยาลัยการอาชีพวังน้ำเย็น ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาระบบฐานข้อมูลในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2554

กลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชา คอมพิวเตอร์ธุรกิจ ชั้นปีที่ 1 วิทยาลัยการอาชีพวังน้ำเย็น ที่เรียนรายวิชาระบบฐานข้อมูล ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2554 จำนวน 30 คน โดยใช้วิธีการคัดเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

### 4.2 แบบแผนการทดลอง

แบบแผนการทดลองแบบกลุ่มเดียวสอนก่อน-สอนหลัง (One-Group Pretest Posttest Design)

### 4.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาวิจัย แบ่งออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

4.3.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเว็บ

4.3.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

4.3.3 แบบประเมินโครงการ

### 4.4 ระยะเวลาในการดำเนินการวิจัย

ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลองดำเนินการในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2554 ระยะเวลาทดลอง จำนวน 4 สัปดาห์

## 5. วิธีการดำเนินการวิจัย

### 5.1 การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

มนต์ชัย[4] โดยยึดหลัก ADDIE MODEL ดังนี้

#### 5.1.1 ขั้นการวิเคราะห์ (Analysis)

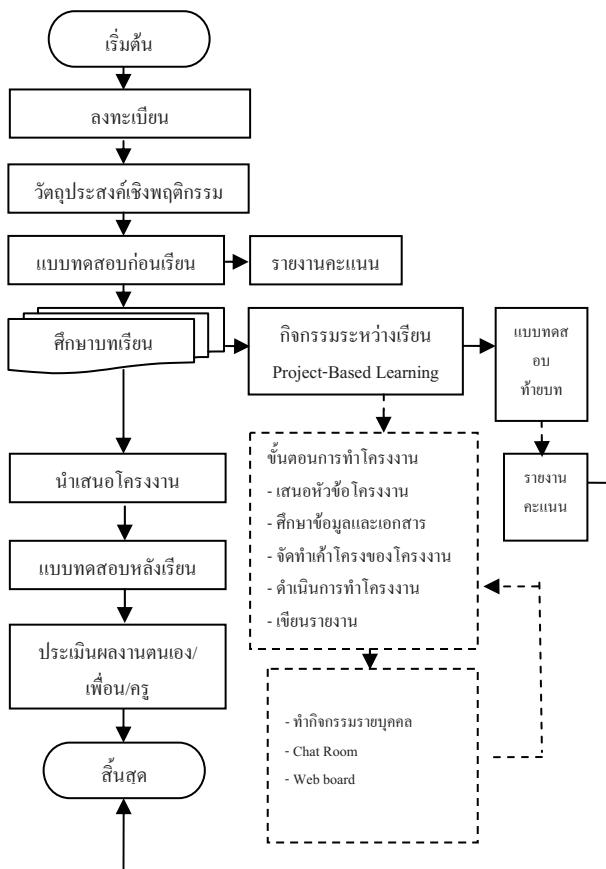
ศึกษาหลักสูตรและคำอธิบายรายวิชาระบบฐานข้อมูล รวบรวมหัวข้อเรื่อง โดยการวิเคราะห์งาน (Task Analysis) ประเมินความสำคัญของหัวข้อเรื่อง (Topic Evaluation sheet) โดยคำนึงถึงคำอธิบายรายวิชาเป็นหลัก วิเคราะห์เนื้อหาสำคัญของหัวเรื่อง ซึ่งในรายวิชาเป็นหลัก วิเคราะห์เนื้อหาสำคัญของหัวเรื่อง ซึ่งในวิชาระบบฐานข้อมูล มี 4 หัวข้อ เรื่องการสร้างตาราง, การสร้างแบบสอบถาม, การสร้างฟอร์ม และการสร้างรายงาน และจัดลำดับความสำคัญของหัวเรื่องตามวัตถุประสงค์เชิงพุทธิกรรม 17 ข้อ

#### 5.1.2 ขั้นการออกแบบ (Design) รายละเอียดดังนี้

5.1.2.1 ออกแบบโครงการสร้างของเว็บช่วยสอน

5.1.2.2 ออกแบบเค้าโครงเรื่องและบทดำเนินเรื่องในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จำนวน 4 เรื่อง ได้แก่ เรื่องการสร้างตาราง การสร้างแบบสอบถาม การสร้างฟอร์ม และการสร้างรายงาน

5.1.2.3 ออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผ่านเว็บแบบโครงงานเป็นฐาน ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน

### 5.1.3 ขั้นการพัฒนา (Development)

- ก) ขั้นตอนที่ 1 ดำเนินการสร้างเว็บช่วยสอนตามผังการดำเนินเรื่องที่ได้ออกแบบไว้ โดยการสร้างตัวบทเรียน สร้างด้วยภาษา PHP โปรแกรม Photoshop, Macromedia Flash, Adobe Captivate 3
- ข) ขั้นตอนที่ 2 การนำเสนอได้ติดตั้งไว้บนระบบบริการจัดการเรียนรู้ (LMS) บนเว็บไซต์ [www.cruanna.com/learning](http://www.cruanna.com/learning)
- ค) ขั้นตอนที่ 3 ปรับปรุงแก้ไข

### 5.1.4 การนำไปใช้ (Implement)

5.1.4.1 การทดลองใช้ในขั้นแอลfa (Alpha Stage) โดยไปใช้ด้วยตนเองว่าทำงานได้ตรงตามขอบเขตที่ต้องการหรือไม่

5.1.4.2 การทดลองใช้ในขั้นเบต้า (Beta Stage) นำไปทดลองใช้กับกลุ่มอื่นที่ยังไม่เคยผ่านการศึกษา 3 ขั้นตอน ดังนี้

- (1) การทดลองใช้รายบุคคล จำนวน 14 นำข้อมูลไปปรับปรุงแก้ไขก่อนนำไปใช้ในขั้นตอนที่ (2) ต่อไป
- (2) การทดลองใช้กลุ่มย่อย (Small Group Pilot) คัดเลือกวิธีสุ่มแบบง่าย จำนวน 14 คน นำไปปรับปรุงแก้ไข
- (3) การตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญ 3 ด้าน คือ ด้านเนื้อหา ด้านเทคนิคและจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงาน

ตารางที่ 1 ผลการประเมินผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคิวิธีการของบทเรียน

รายการ	ระดับความคิดเห็นโดยเฉลี่ย (X)	S.D.	ความหมาย
<b>1. ด้านเนื้อหา</b>			
1.1 เนื้อหาวิชา	4.87	0.35	ค่อนข้างมาก
1.2 การดำเนินเรื่อง	4.44	0.53	ดี
1.3 การใช้ภาษา	4.33	0.50	ดี
1.4 แบบทดสอบ	4.92	0.29	ค่อนข้างมาก
1.5 การจัดการบทเรียน (โครงงาน)	4.67	0.38	ค่อนข้างมาก
<b>ค่าเฉลี่ยรวม</b>	<b>4.69</b>	<b>0.47</b>	<b>ค่อนข้างมาก</b>
<b>2. ด้านเทคนิคิวิธีการ</b>			
2.1 ด้านการออกแบบ	4.20	0.41	ดี
2.2 ด้านการจัดการบทเรียน	4.67	0.48	ค่อนข้างมาก
2.3 ด้านการสนับสนุนการเรียนโดยใช้การเรียนรู้แบบโครงงาน	4.28	0.46	ดี
2.4 ด้านลิ้งค์ความน่าจะเป็น	4.17	0.39	ดี
<b>ค่าเฉลี่ยรวม</b>	<b>4.33</b>	<b>0.49</b>	<b>ค่อนข้างมาก</b>



5.1.5 การประเมินผล (Evaluation) คือ การนำเว็บที่ พัฒนาขึ้นไปทดสอบกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างจริง

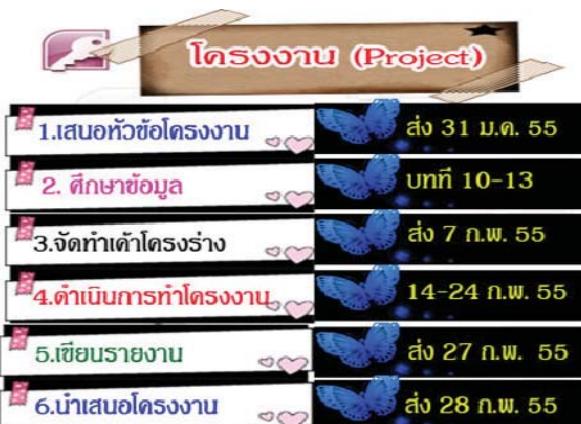
## 6. ผลการดำเนินงาน

จากการดำเนินการวิจัยได้ผลดังนี้

6.1 ผลการพัฒนาที่เรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเว็บ แบบโครงการเป็นฐาน วิชาระบบฐานข้อมูล ดังภาพที่ 3 และ กิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงการ ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 3 หน้าแรกบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเว็บ



ภาพที่ 4 ขั้นตอนการเรียนรู้แบบโครงการ

6.2 ผลการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเว็บแบบโครงการเป็นฐาน วิชาระบบฐานข้อมูล เมื่อ นำผลคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน ของผู้เรียนจำนวน 50 ข้อ มาวิเคราะห์หาค่าประสิทธิภาพ พบว่ามีค่าเท่ากับ 83.22/82.33 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ที่ 80/80 ดังแสดงในตารางที่ 2

## ตารางที่ 2 การหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

คะแนน เต็ม	คะแนน รวม	$\bar{X}$	S.D.	ประสิทธิภาพ
ก่อนเรียน	50	1,241	41.37	1.39
หลังเรียน	50	1,185	39.50	4.22

6.3 ผลการหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน

การวิเคราะห์การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐาน โดยนำคะแนนจากการทดสอบหลังเรียนเปรียบเทียบกับคะแนนทดสอบก่อนเรียน มาวิเคราะห์โดยการทดสอบค่าที (t-test) ได้ผลดังตารางที่ 2

## ตารางที่ 3 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน

คะแนน	N	คะแนน เต็ม	$\bar{X}$	S.D.	t
ก่อนเรียน	30	50	17.23	5.79	9.1*
หลังเรียน	30	50	39.5	4.22	

\*นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05, df=29

จากการคำนวณค่า t มีค่าเท่ากับ 9.1 และเมื่อเปิดตารางแจกแจง T-Distribution One-tail ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 โดยค่า df = 30-1 คือ 29 ตารางค่า t มีค่าเท่ากับ 1.6991 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐานสูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

6.4 ผลการวิเคราะห์หาคุณภาพของโครงการของผู้เรียน

จากการวิเคราะห์ผลคะแนนแบบรูบrik โดยใช้ค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลคะแนนเฉลี่ยด้านคุณภาพของโครงการแบบแยกส่วน (Analytic Assessment) ด้านนำเสนอของผู้เรียน

หัวข้อการประเมิน	คะแนนเฉลี่ย	ผลลัพธ์
การจัดระบบ	3.52	มาก
ความรู้ในเนื้อหา	3.36	ปานกลาง
กราฟิก	3.31	ปานกลาง
การใช้ภาษา	3.37	ปานกลาง
การสนับสนุน	3.73	มาก
การอุปกรณ์	3.83	มาก
รวม	3.55	มาก

จากตารางที่ 4 ด้านนำเสนอของผู้เรียน พบว่าการนำเสนอโครงการของผู้เรียนที่พัฒนาขึ้น โดยประเมินของผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน โดยใช้เกณฑ์การประเมินคะแนนแบบรูบิริก ผลค่าเฉลี่ยรวมการนำเสนอโครงการที่ผู้เรียนนำเสนอขึ้นรวมทุกด้าน พบว่าคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 3.55 อยู่ในระดับมาก

ตารางที่ 5 ผลคะแนนเฉลี่ยคุณภาพของโครงการแบบแยกส่วน

(Analytic Assessment) ด้านโครงการวิจัย

หัวข้อการประเมิน	คะแนนเฉลี่ย	แปลผล
ปัญหา/คำาถาม	3.76	มาก
การหา/การถือ และประเมิน ข้อมูล	3.69	มาก
การวิเคราะห์	3.39	ปานกลาง
การสังเคราะห์	3.38	ปานกลาง
การหาเอกสารประกอบ	3.98	มาก
ผลผลิต/วิธีการ	3.73	มาก
รวม	3.52	มาก

จากตารางที่ 5 ด้านโครงการวิจัย พบว่าโครงการวิจัยของผู้เรียนที่พัฒนาขึ้น ประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน โดยใช้เกณฑ์การประเมินคะแนนแบบรูบิริก ผลรวมคะแนนเฉลี่ยโครงการที่ผู้เรียนจัดทำขึ้นรวมทุกหัวข้อ พบว่าคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 3.52 ซึ่งอยู่ในระดับมาก

ตารางที่ 6 ผลคะแนนเฉลี่ยด้านคุณภาพของโครงการแบบภาพรวม

(Holistic Assessment)

รายการประเมิน	$\bar{X}$	แปลผล
การนำเสนอรายงาน	3.55	มาก
การประเมินโครงการวิจัย	3.52	มาก
คะแนนเฉลี่ย	3.54	มาก

จากตารางที่ 6 ด้านคุณภาพของโครงการภาพรวม พบว่า ด้านการนำเสนอรายงานมีคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 3.55 อยู่ในระดับมาก และ โครงการวิจัยของผู้เรียนมีคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 3.52 อยู่ในระดับมาก และ คะแนนเฉลี่ยรวม ได้ 3.54 ซึ่งอยู่ในระดับมาก

## 7. สรุปผล

จากประดีเด็นปัจจุบันที่ผู้วิจัยได้นำเสนอไปแล้วในบทนำนี้ นี่ 2 ประดีเด็นหลักได้แก่ ผู้เรียนขาดความสนใจในการเรียนรู้ เนื้อหาของบทเรียนและขาดทักษะในการสร้างฐานข้อมูล ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำนั้นดังนั้นจึงได้พัฒนาบทเรียนช่วยสอนผ่านเว็บ แบบโครงการเป็นฐาน วิชาระบบฐานข้อมูล ทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ดีขึ้นเนื่องจากผู้เรียนได้ ผ่านกระบวนการจัดทำโครงการ มีทักษะในเนื้อ การสร้างตาราง สร้างแบบสอบถาม สร้างฟอร์ม และสร้างรายงานส่งผล จากการวิจัยสรุปผลดังนี้

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเว็บมีประสิทธิภาพกับ 83.22/82.33 สูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ เสาวัลกยน์ [6] ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเว็บแบบปฏิสัมพันธ์ วิชาพื้นฐาน คอมพิวเตอร์และระบบปฏิบัติการที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ เท่ากับ 85.00/84.06

ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนด้วย บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเว็บของกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ การเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐาน สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ บีสุดา[7] ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ ช่วยสอน ระบบมัลติมีเดียปฏิสัมพันธ์บนอินเทอร์เน็ต วิชา ระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการ จากผลการวิจัยพบว่า มี ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทาง สถิติที่ระดับ .05

โครงการที่ผู้เรียนได้จัดทำขึ้น หลังจากเรียนรู้บทเรียนแบบ โครงการเป็นฐาน วิชาระบบฐานข้อมูล มีความเหมาะสมอยู่ใน ระดับมาก ทางด้านภาพรวม (Holistic Assessment) และ แบบแยกส่วน (Analytic Assessment) สอดคล้องกับงานวิจัยของ ภาสิณี[8] ได้ทำการวิจัยเรื่องการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเว็บ เรื่องการสร้างเว็บด้วยภาษา HTML ร่วมกับ การเรียนแบบโครงการ ผลการวิจัยพบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ ช่วยสอนผ่านเว็บร่วมกับการเรียนแบบโครงการที่ผู้วิจัยพัฒนา ขึ้น มีประสิทธิภาพ 82.14/81.79 สูงกว่าเกณฑ์ 80/80



## 8. ข้อเสนอแนะ

จากการวิจัยจะเห็นได้ว่าบทเรียนที่พัฒนาขึ้นที่นำเทคโนโลยีการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานในการสร้างระบบฐานข้อมูลนั้น มีข้อดีหลายประการ ดังนั้นผู้วิจัยจึงเห็นควรนำหลักการดังกล่าว ไปประยุกต์ใช้ในรายวิชาอื่นๆ ได้

## 9. เอกสารอ้างอิง

- [1] สุชาติ วงศ์สุวรรณ. การเรียนรู้สำหรับศตวรรษที่ 21: การเรียนรู้ที่ผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยตนเอง. กรุงเทพมหานคร: กรมวิชาการ, 2542.
- [2] วราภรณ์ กระกูลสุขดี. การนำเสนองานรูปแบบการเรียนการสอนด้วยการเรียนรู้แบบโครงงานเพื่อการเรียนรู้เป็นทีมของนักศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์คุณวีรบุณฑิตสาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา ภาควิชาโสตทัศนศึกษา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545.
- [3] นันทนิ แขวงโภสกา คู่มือ Access 2007 ฉบับสมบูรณ์ พิมพ์ครั้งที่ 1 บริษัท โปรดิชั่น จำกัด, 255.
- [4] สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. คู่มือวัดผลประเมินผลวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: เอส.พี.อีน. การพิมพ์, 2549
- [5] มนต์ชัย เทียนทอง. การออกแบบและพัฒนาคอร์สแวร์. สำหรับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: ศูนย์ผลิตตำราเรียน สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2545
- [6] เสาร์ลักษณ์ ใจแสง. การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเว็บแบบปฏิสัมพันธ์ วิชาพื้นฐานคอมพิวเตอร์และระบบปฏิบัติการ. ปัญหาพิเศษครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิตสาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2553.
- [7] บีสุดา ดาวเรือง. การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดียปฏิสัมพันธ์ บนอินเทอร์เน็ตวิชาระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการ. วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิตสาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ ภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัยสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2548.
- [8] ภาสิณี บุตรพลอย. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเว็บเรื่องการสร้างเว็บด้วยภาษา HTML ร่วมกับการเรียนแบบโครงงาน. ปัญหาพิเศษครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิตสาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2553.





## ดังนี้

ชื่อ	หน้า	ชื่อ	หน้า
Krissachai Sriboonma	189	นพพร พัชรประกิติ	3
Sacharuck Pornpeerakeat	95	นริศร แสง堪อง	253, 265
กริช เกตุแก้ว	385	นฤเทพ สุวรรณชาดา	427
กองทอง บุหร่า	415	นวัท ฤทธิ์	158
กัنجวัล พยัคฆ์กุล	57, 63	นิพนธ์ เที่ยรคิริพิพัฒน์	208
กันตภณ มะหาหมัด	101	นิพนธ์ ณณิโชติ	117
เกย์ม ตรีภาค	3	นุชนาฏ ชุ่มชื่น	163
ไกรลาศ ดอนชัย	295	บรรจบ อรชร	313, 332
จงรัก สามารถ	153	บัญชา สัจจาพันธ์	101
ชาญวราณ ลากมุណ	409	บุญญรัตน์ สุขศิลป์	433
จิตภัสร์ โชคินิธิชานนท์	421	บุญยฤทธิ์ คงประณีต	33
จริพันธ์ ศรีสมพันธ์	439	เบญจรงค์ ราชวงศ์	247
จีระพล คุ่มเกี้ยม	253	ปฐพันธ์ ทวนทอง	21
ชญาณิน เอี่ยบคนอง	202	ปราการศิริ ตันติอ่องการ	33
ชัยวิชิต เที่ยรชนา	307, 365	ประชารัฐ สัตถาผล	69
เชาวลิต ถาวรสิน	128	ประดิษฐ์ เมืองคิด	247
ฐิติพงษ์ เลิศวิริยะประภา	15	ประทีป เลิศชัยประเสริฐ	393
ณมน จิรังสุวรรณ	393	ประเที่ยบ พรเมสื่อง	301
ณิชมน พุนน้อย	21	ปิติวงศ์ ผลสมบุญ	401
ดวงกนล โพธินิภา	415	ปิติวัฒน์ จุลเกณฑ์กติ	39
ดำรงพล คำแหงวงศ์	107	เบรุนมนทร์ บุญทวี	197
ดิเรก ณีวรรณ	45, 169	ผ่องพรรณ จารุสินдарัตน์	307
แคน อุตрапงษ์	107	พนา จันทร์ศิริ	214
ทวีชัย ก้าวสินธุ์	214	พนาฤทธิ์ เศรษฐกุล	15
ทวีเดช ศิริชนาพิพัฒน์	272	พันธ์ ทองชุมนุม	233
ชนัลล์ นนทพุทธ	81	พิชณุ์ จรัสบำรุงโรจน์	220
ชนก เหนะรักษ์	27	พิเชษฐ์ พินิจ	332
ชาดา คำแดง	57, 63, 69	พิเชษฐ์ ศรียรรยงค์	51

ชื่อ	หน้า	ชื่อ	หน้า
พิทยา ตุกเตียน	117	ศุภรี รอดสิน	338
พินิจ เนื่องภิรมย์	45, 169	สบสันต์ อุตกฤษฐ์	307
พูนศักดิ์ เอื้อคุลเดช	33	สมเกียรติ จุลอดุง	265
พูลศักดิ์ โภภิญภรณ์	158, 353,371	สมบูรณ์ นิริวิสิฐพงศ์	87
พูลสวัสดิ์ เหลาเตว	313	สมศักดิ์ ชนพุทธิวิโรจน์	181
เพชร เจียรนัยศิล่างศ์	202	สมศักดิ์ อรรถกิมภูล	9, 75, 141, 153, 163, 169,
เพ็ญแباء เข้าวีเหม	287		175,181
ไฟฟาร์ย์ สุขผลานันท์	147	สันติ หุตะมาน	128
ไฟโรมน์ สติรยากร	365	สิงหา ตินชาติ	346
ภัคไว อะยะมิน	51	สิทธิพงศ์ อินทรายุทธ	353
ภาณุพงษ์ โพธิ์ศรี	319	สินชัย ชินวรรัตน์	202
นติชน ดวงแก้ว	208	สิริพร เอี่ยมวิลัย	455
มนต์ชัย เทียนทอง	147, 277,421,409, 433, 461	สิริรักษ์ รัชชุศานติ	307
มนตรี มนตรีพิลา	112	สุทธิชัย ไตรเมศวร์	359
มนตรี ศิริปัรัชญานันท์	57,63,69	สุชิดา ชัยชนชื่น	147, 277, 409,433, 461
นานัส ศุนันท์	45	สุชี เสริมสุข	365
นานิตย์ สิทธิชัย	327,385	สุภาวดี อุสาห์ค้า	272
รัชพล จินวงศ์	9,75,81, 87,141,175	สุรชัย เสาหงษ์	371
รามศ มีสำลี	226	สุรเชษฐ์ สว่างเนตร	123
วชิรพรรัณ ทองวิจิตร	439	สุรพันธ์ ตันศรีวงศ์	163
วชิรพักดี วานิชชา	39	สุรพักดี อินทร์จันทร์	69
วรพจน์ ศรีวงศ์คล	301	สุรழูร์ พรมจันทร์	295, 359, 377,455
วัชรินทร์ โพธิ์เงิน	123	สุรินทร์ บุญสอน	377
วานิช สมชาติ	322	สุริyan นุกูลกิจ	277
วิทยา พรเมสิน	208	เสรี หนูหลง	117
วิทยากรณ์ บ่อชน	327	อดิศักดิ์ สุวรรณมา	15
วีรชัย มัชฌารักษ์	101,117	อดิศักดิ์ เจริญพงษ์	133
วีระชัย แสงฉาย	117	อนุศิษฐ์ อันนานะตระกูล	313
วีระพล แก้วอินทร์	233	อลองกรณ์ พรมที	87
วีระภาส คุณรัตนลิริ	233	อัคเนตร ยศสมบัติ	239
วุฒิพงษ์ ชินศรี	259	อ่ำนาจ สังข์ทอง	128
ศรลักษณ์ พวงใบดี	332	เอกพันธุ์ พาเจริญ	9,141
ศรรากุล อุทุมพร	449	แอนนา ป้าสนธ์	461
ศักดิชัย ตันติวิวัฒน์	81		



คณะกรรมการจัดประชุมวิชาการครุศาสตร์อุตสาหกรรมระดับชาติ ครั้งที่ 5

(The 5<sup>th</sup> National Conference on Technical Education)

วันที่ 5-6 กรกฎาคม 2555

ณ หอประชุมเบญจรงค์ อาคารนวัฒนารักษ์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

**คณะกรรมการที่ปรึกษา**

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พนาฤทธิ์ เศรษฐกุล	ประธานกรรมการ
2. รองศาสตราจารย์ ดร. สันติ อินทพิชัย	กรรมการ
3. รองศาสตราจารย์ ดร. มนต์ชัย เทียนทอง	กรรมการ
4. อาจารย์ ดร. มงคล หวังสอดีวงศ์	กรรมการ

**คณะกรรมการดำเนินการ**

1. รองศาสตราจารย์ ดร. วิทยา วิภาวิวัฒน์	ประธานกรรมการ
2. อาจารย์จิระศักดิ์ วิเศษ	กรรมการ
3. อาจารย์ธัศ ทรัพยาคม	กรรมการ
4. อาจารย์วิทวัส ทิพย์สุวรรณ	กรรมการ
5. อาจารย์ ดร. สมคิด แซ่หลี	กรรมการ
6. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พูลศักดิ์ โภนีญาภรณ์	กรรมการ
7. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วชิรินทร์ โพธิ์เงิน	กรรมการ
8. อาจารย์สันติ หุตะนาน	กรรมการ
9. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ศิริศักดิ์ คงสันศักดิ์สกุล	กรรมการ
10. อาจารย์วัฒนา แก้วมณี	กรรมการ
11. อาจารย์ ดร. สุธิดา ชัยชนชื่น	กรรมการ
12. อาจารย์ ดร. ชัยวิชิต เซี่ยรชนะ	กรรมการ
13. อาจารย์รักนันทร์ แสนราช	กรรมการ
14. นางสาวมลลิกา ศรีเพ็ญ	กรรมการ
15. นางสุวรรณ จงประเสริฐพร	กรรมการและเลขานุการ
16. นางสาวเมลดา กลิ่นมาลี	กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ
17. นางปันนารี ปัญญาชีวิตา	กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ
18. นางสาวธิภก้าทาร แอบเพชร	กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ
19. นางสาววารีย์พร ยอดคำมี	กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ

**คณะกรรมการเลขานุการ**

1. อาจารย์ธัศ ทรัพยาคม	ประธานกรรมการ
2. นางสาวมลลิกา ศรีเพ็ญ	รองประธานกรรมการ
3. นางพรทิพย์ พุ่มศรี	กรรมการ

4. นางชวนชน	สิบพันทา	กรรมการ
5. นางสาวครุณี	ไชยรักษ์	กรรมการ
6. นางสาวชี้พรณ	กลินเมธี	กรรมการ
7. นางสุชีลา	กุศลจิตกรน์	กรรมการ
8. นางวรกร	ใจเนนสัน	กรรมการ
9. นางเสาวภา	วงศ์อกนิษฐ์	กรรมการ
10. นางสาวพัชรี	เอี่ยมสุข	กรรมการ
11. นางสาวส่งศรี	อยู่จริญ	กรรมการ
12. นางสมพิศ	เกย์มรายภูร์	กรรมการ
13. นางสาวปาริชาต	kazlun	กรรมการ
14. นางสาวขวัญใจ	ผุดพاد	กรรมการ
15. นายวิศวน	ศรีไชย	กรรมการ
16. นายคนัย	พรอมแคน	กรรมการ
17. นางรัชฎาพร	เริงประเสริฐวิทย์	กรรมการ
18. นางสาวตระหนักกิจต์	เทียนจ่าง	กรรมการ
19. นางสาวจิราภรณ์	วิจิตรพันธ์	กรรมการ
20. นางสาวศิริรักษ์	เขมารักษ์	กรรมการ
21. นางกฤติญา	ศิริมัย	กรรมการ
22. นางเอื้องพร	อมรพิรัณ	กรรมการ
23. นางชญาณินิษฐ์	หาญรินทร์	กรรมการ
24. นางสาววรทัย	ประจักษ์เพิ่มศักดิ์	กรรมการและเลขานุการ
25. นางสาวสกาวพร	ເຫຼຸ່ງໄພເຮັດ	กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ

## คณะกรรมการการเผยแพร่และจัดทำเอกสาร

1. อาจารย์ ดร.สมคิด	แซ่บ	ประธานกรรมการ
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พูลศักดิ์	โภคิยภารณ์	กรรมการ
3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วัชรินทร์	โพธิ์เงิน	กรรมการ
4. อาจารย์ ดร.สุธิดา	ขับชุมชน	กรรมการ
5. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศิริศักดิ์	คงสมศักดิ์สกุล	กรรมการ
6. อาจารย์วิวัฒนา	แก้วมณี	กรรมการ
7. อาจารย์สันติ	หุตะมาน	กรรมการ
8. อาจารย์ ดร.ชัยวิชิต	เชิร์ชนานะ	กรรมการ
9. นางสุวรรณा	จงประเสริฐพร	กรรมการ
10. นายประจักษ์ย์เวช	ดีวี	กรรมการ
11. นายเบนมวันต์	จันทร์รังษี	กรรมการ
12. นายวีระเชษย์	มะแซ	กรรมการ
13. นางสาวเบญจพร	ลอดเงิน	กรรมการ
14. นางสาวบัวพรรดา	คำแคลา	กรรมการ



15. นางสาวพัชรี	เอี่ยมสุข	กรรมการ
16. นางสาวศิริพร	ย่างสาวย	กรรมการ
17. นางสาวกรรณิกา	เมืองด้วง	กรรมการ
18. นางปัณณรี	ปัญญาชีวิตา	กรรมการ
19. นางสาวเมลดา	กลิ่นมาลี	กรรมการและเลขานุการ

**คณะกรรมการพิธีการ**

1. อาจารย์ ดร.กฤษษ์	ศรีบุญมา	กรรมการ
2. อาจารย์ ดร.สุชัญญา	ไปปะยันนันท์	กรรมการ

**คณะกรรมการผู้ดำเนินการนำเสนอทความประจำกู้ม (Chair Session)**

1. อาจารย์ ดร.สมคิด	แซ่หลี	ประธานกรรมการ
2. รองศาสตราจารย์ ดร.สมศักดิ์	อรรถกิจนาภูล	กรรมการ
3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธีรพิพัฒ์	เดิศวิษะประภา	กรรมการ
4. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วัชรินทร์	โพธิ์เงิน	กรรมการ
5. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อนันต์	สีบําราญ	กรรมการ
6. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จรัส	แสนราช	กรรมการ
7. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชัยพล	ธงชัยสุรัชต์ภูล	กรรมการ
8. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศักดา	กตเวทวารักษ์	กรรมการ
9. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อุไรวิชัย	อภิชาตบวรลีอ	กรรมการ
10. ผู้ช่วยศาสตราจารย์พิสุทธิ์	จันทร์ชัยชนะภูล	กรรมการ
11. ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุนีร์	วรรธน์โภกมล	กรรมการ
12. เรืองโภ ดร.ทวีศักดิ์	รูปสิงห์	กรรมการ
13. อาจารย์ ดร.มีชัย	โลหะการ	กรรมการ
14. อาจารย์ ดร.สุนิชา	ชัยมนชื่น	กรรมการ
15. อาจารย์ ดร.สารเดช	กรุฑอ่อน	กรรมการ
16. อาจารย์ ดร.จิรพันธุ์	ศรีสมพันธุ์	กรรมการ
17. อาจารย์ ดร.เอกกมล	บุญยะพลานันท์	กรรมการ
18. อาจารย์ ดร.ประสิทธิ์	ประมงอุดมรัตน์	กรรมการ
19. อาจารย์ ดร.ส้างรักษ์	พรพิรเกียรติ	กรรมการ
20. อาจารย์ ดร.ปิยะ	กรกชจิณนาการ	กรรมการ
21. อาจารย์วัฒนา	แก้วมณี	กรรมการ
22. นางสาวเมลดา	กลิ่นมาลี	กรรมการและเลขานุการ

อนุกรรมการฝ่ายนำเสนอบนทความ

- |                  |              |
|------------------|--------------|
| 1. นางสาวไอรดา   | จั่นเพชร     |
| 2. นายทวีศักดิ์  | พัฒนานิช     |
| 3. นายภาณุกร     | เอี่ยมวิจิตร |
| 4. นายเรวัตต์    | ແປິນເກົ່ວ    |
| 5. นายนัฐเบทก์   | ຈັນສິໄງ      |
| 6. นายกรกิติ     | ເຈືອຈັນທີ່   |
| 7. นายชนะ        | ອຸດົມປັງຄູນ  |
| 8. นายวัลลภ      | ລັກຍະອັມພວ   |
| 9. นายວຸฒิชัย    | ພຸທະສັງໝູ    |
| 10. นายพินิจนัย  | ສົກສົງໄທຍ    |
| 11. นายลัญจกร    | ຮັດນີ້ແກ້ວ   |
| 12. นางสาวณัฐนยา | ສິທິປະໄຕສົງ  |
| 13. นายปรีชา     | ນຸ້ມອອນ      |

คณะกรรมการจราจรและสถานที่จอดรถ

- |                   |              |                            |
|-------------------|--------------|----------------------------|
| 1. อาจารย์วิทวัส  | พิพิญ สุวรรณ | ประธานกรรมการ              |
| 2. นายเมชา        | สุภา ไชยกิจ  | กรรมการ                    |
| 3. นายศรชัย       | พาสิน        | กรรมการ                    |
| 4. นายหนูแดง      | ยืนนาน       | กรรมการ                    |
| 5. นายชูงพร       | นิมพาลี      | กรรมการ                    |
| 6. นายสุรพงษ์     | เสนาวงศ์     | กรรมการ                    |
| 7. นายณัฐพงษ์     | จันมี        | กรรมการ                    |
| 8. นายธนศักดิ์    | เพ็ชรสมบูรณ์ | กรรมการ                    |
| 9. นายสิทธิ์วัฒน์ | นาสุข        | กรรมการ                    |
| 10. นางสาวเมลดา   | กลิ่นมาลี    | กรรมการและเลขานุการ        |
| 11. นางสาววลัยพร  | ยอดคำมี      | กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ |

รายนามคณะกรรมการกองบรรณาธิการ

- |  |               |  |
|--|---------------|--|
| 1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พนาฤทธิ์<br>คณบดีครุศาสตร์อุตสาหกรรม  | เศรษฐกุล      | ที่ปรึกษากองบรรณาธิการ                     |
| 2. รองศาสตราจารย์ ดร.วิทยา<br>คณบดีครุศาสตร์อุตสาหกรรม         | วิภาวดีวัฒน์  | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ |
| 3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พูลศักดิ์<br>คณบดีครุศาสตร์อุตสาหกรรม | โภคิเมียกรรณ์ | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ |



4. นาวาเอก ศาสตราจารย์ ดร.มนต์ชัย วิทยาลัยพาณิชยนาวีนานาชาติ	กากอง	กองบรรณาธิการ
5. ศาสตราจารย์ ดร.สุขสันต์ คณะวิศวกรรมโยธา	หอพิมูลสุข	กองบรรณาธิการ
6. รองศาสตราจารย์ ดร.สาโรจน์ บัณฑิตวิทยาลัย	โอลิพิทักษ์ชีวิน	กองบรรณาธิการ
7. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศิริกุล คณะบริหารธุรกิจและเทคโนโลยีสารสนเทศ	กล่องคำนวณการ	กองบรรณาธิการ
8. รองศาสตราจารย์ ดร.พันนิช คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม	วุฒิพุกย์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ
9. รองศาสตราจารย์ ดร.มนตรี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม	ศิริปรัชญาันนท์	กองบรรณาธิการ
10. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไพโภจน์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม	สติริยากร	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ
11. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วชิรินทร์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม	โพธิ์เงิน	กองบรรณาธิการ
12. อาจารย์ ดร.สมคิด คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม	แท้ที่ลี	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ
13. อาจารย์รักนันท์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม	แสงราช	กองบรรณาธิการ
14. นางสาวชิภาภัทร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม	แอบเพชร	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ
15. นางสาววลัยพร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม	ยอดคำมี	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ

## รายนามผู้ทรงคุณวุฒิผู้ทรงคุณวุฒิผู้ทรงคุณวุฒิ (ภายใน) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ

1. อาจารย์ ดร.กฤษ	สินธนະกุล	คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กิตติภูมิ รอดสิน	วิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ	วิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ
3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จรัส	แสงราช	คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
4. อาจารย์ ดร.จิรพันธุ์ ศรีสมพันธ์	ยาลักษณ์	คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
5. อาจารย์ ดร.ชลทิพย์ ยานุช	ธงชัยสุรัชต์กุล	คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ
6. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชัยยพล	เชียรชนะ	คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
7. อาจารย์ ดร.ชัยวิชิต	ดวงจันทร์	คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
8. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ชำนาญ	เดิศรัตน์เดชาภุกุล	คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
9. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชุครี		คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

10. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธิติพงษ์	เดิศวิริยะประภา	คณะกรรมการครุศาสตร์อุตสาหกรรม
11. อาจารย์ ดร.ดวงกุมล	โพธินาค	คณะกรรมการครุศาสตร์อุตสาหกรรม
12. อาจารย์ ดร.ทวีศักดิ์	รูปสิงห์	คณะกรรมการครุศาสตร์อุตสาหกรรม
13. อาจารย์ ดร.พิพยา	จินต์โกวิท	คณะกรรมการเทคโนโลยีสารสนเทศ
14. รองศาสตราจารย์ ธนานินทร์	ศิลป์จารุ	คณะกรรมการครุศาสตร์อุตสาหกรรม
15. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บัณฑิต	สุขสวัสดิ์	คณะกรรมการครุศาสตร์อุตสาหกรรม
16. อาจารย์ ดร.ปิยะ	กรกชจินดนาการ	คณะกรรมการครุศาสตร์อุตสาหกรรม
17. อาจารย์ ดร.พรจิต	ประทุมสุวรรณ	คณะกรรมการครุศาสตร์อุตสาหกรรม
18. รองศาสตราจารย์ ดร.พานิช	วุฒิพุกย์	คณะกรรมการครุศาสตร์อุตสาหกรรม
19. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิเชญร์	ศรียรรยงค์	คณะกรรมการครุศาสตร์อุตสาหกรรม
20. รองศาสตราจารย์ ดร.พิสิฐ	เมธากัพต์	คณะกรรมการครุศาสตร์อุตสาหกรรม
21. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พุลศักดิ์	โภษียาภรณ์	คณะกรรมการครุศาสตร์อุตสาหกรรม
22. อาจารย์ ดร.มงคล	ห่วงสอดทิยอง	คณะกรรมการครุศาสตร์อุตสาหกรรม
23. รองศาสตราจารย์ ดร.มนตรี	ศิริปรัชญาณันท์	คณะกรรมการครุศาสตร์อุตสาหกรรม
24. อาจารย์ ดร.มีชัย	โลหะการ	คณะกรรมการครุศาสตร์อุตสาหกรรม
25. รองศาสตราจารย์ ดร.วรพจน์	ศรีวงศ์คล	คณะกรรมการครุศาสตร์อุตสาหกรรม
26. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วัชรินทร์	โพธิ์เงิน	คณะกรรมการครุศาสตร์อุตสาหกรรม
27. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ วิเศย	ศักดิ์ศรี	คณะกรรมการครุศาสตร์อุตสาหกรรม
28. รองศาสตราจารย์ ดร.สบสันต์	อุตุกฤษฎ์	คณะกรรมการครุศาสตร์อุตสาหกรรม
29. อาจารย์ ดร.สมคิด	แฟชัลี	คณะกรรมการครุศาสตร์อุตสาหกรรม
30. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สมชาย	สาระบัว	คณะกรรมการครุศาสตร์อุตสาหกรรม
31. รองศาสตราจารย์ ดร.สมศักดิ์	อรรถทิมาภูด	คณะกรรมการครุศาสตร์อุตสาหกรรม
32. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมิตร	ส่งพิริยะกิจ	วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
33. อาจารย์ ดร.สรเดช	ครุฑ์จื่อน	คณะกรรมการครุศาสตร์อุตสาหกรรม
34. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สักรินทร์	อยู่ผ่อง	คณะกรรมการศิลปศาสตร์ประยุกต์
35. รองศาสตราจารย์ ดร.สันชัย	อินทพิชัย	วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
36. รองศาสตราจารย์ ดร.สิทธิโชค	สุนทรโภกาศ	วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
37. อาจารย์ ดร.สุขิดา	ชัยชนชื่น	คณะกรรมการครุศาสตร์อุตสาหกรรม
38. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุนีย์	วรรณโภกมล	คณะกรรมการครุศาสตร์อุตสาหกรรม
39. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุพจน์	นิตย์สุวัฒน์	คณะกรรมการวิทยาศาสตร์ประยุกต์
40. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรพันธ์	ตันศรีวงศ์	คณะกรรมการครุศาสตร์อุตสาหกรรม
41. อาจารย์ ดร.สุรุวัฒิ	ยันติ	คณะกรรมการครุศาสตร์อุตสาหกรรม
42. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุร้ายภรร	พรเมจันทร์	คณะกรรมการครุศาสตร์อุตสาหกรรม
43. รองศาสตราจารย์ ดร.สุวัฒน์	กุลธนปรีดา	คณะกรรมการวิศวกรรมศาสตร์
44. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อนันต์	สืบสำราญ	คณะกรรมการครุศาสตร์อุตสาหกรรม



รายงานผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาบทความ (ภายนอก)

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กัมต์พงษ์ วรรัตน์ปัญญา	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธรัช	มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
3. อาจารย์ ดร.นพศักดิ์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ วิทยาเขตวังไถกังวล
4. รองศาสตราจารย์ ดร.บรรจุบ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าชานนาที
5. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรเกغم	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์
6. อาจารย์ ดร.พรสวัրค์	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
7. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภานุสกร	มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
8. รองศาสตราจารย์ ดร.นิตรชัย	มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ วิทยาเขตสังขละ
9. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรปภา	มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
10. นาวาเอก ดร.วิชาญ	โรงเรียนอิเล็กทรอนิกส์ท่าเรือ กองทัพเรือ
11. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สาก	มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์
12. อาจารย์ ดร.สาลีนันท์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ
13. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อนุชิต	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
14. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อนุศิษฐ์	มหาวิทยาลัยนเรศวร
15. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อัคครัตน์ พูลกระจั่ง	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
16. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อุดมศักดิ์ ยังยืน	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าชานนาที





## มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ





# วารสารวิชาการครุศาสตร์อุตสาหกรรม

## พระจอมเกล้าพะนนครเหนือ

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพะนนครเหนือ ได้จัดทำ วารสารวิชาการครุศาสตร์อุตสาหกรรมพระจอมเกล้าพะนนครเหนือ เพื่อเป็นสื่อในการเผยแพร่ ผลงานวิจัย ความรู้และวิทยาการ ทางด้านครุศาสตร์อุตสาหกรรม วิศวกรรมศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี เป็นต้น วารสารเปิดรับบทความวิจัยจากภายในและภายนอกมหาวิทยาลัยฯ รวมถึงภายนอกประเทศ แบบเต็มรูปแบบ (Full Paper) และรับบทความวิชาการ (Review Articles) โดยบทความที่เสนอมาอาจเขียนเป็นภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ วารสารจัดพิมพ์ปีละ 2 ฉบับ ออกเผยแพร่ในเดือนกุมภาพันธ์ และสิงหาคม ผู้สนใจสามารถติดต่อเพื่อสมัครสมาชิกหรือ ส่งบทความเพื่อตีพิมพ์ในวารสารได้โดยตรงที่

- บรรณาธิการวารสารวิชาการครุศาสตร์อุตสาหกรรมพระจอมเกล้าพะนนครเหนือ  
1518 ถนนพิบูลสงคราม เขตบางซื่อ  
กรุงเทพมหานคร 10800
- โทรศัพท์/โทรสาร 0-2913-2500-24 ต่อ 3221
- URL: <http://www.journal.fte.kmutnb.ac.th>
- E-mail: [journal.fte@kmutnb.ac.th](mailto:journal.fte@kmutnb.ac.th)



## ປະຈຸບາ ປະເທດ ວິລີຍກັກ ພັນກິຈ

ประชญา : ขั้นบาก ขั้นขาวทักษารถและเทคโนโลยี

**ปณิธาน** : บุญผลบันทึกให้เป็นผู้ที่มีความรู้ความลามารยาทางการค้าทางวิชาการ วิชาการล่าสุด วิศวกรรม และเทคโนโลยีเพื่อการล้อม การถ่ายทอด การบริหารจัดการ การใช้ การลรรษาและพัฒนาเทคโนโลยีด้วยยุคปัจจุบัน ปัจจุบัน ทำให้ธุรกิจ บัญชี คุณธรรม จริยธรรม และรักนิยมของต่อสังคม มนุษย์และชาติในการค้าทางวิชาการ วิชาการล่าสุด วิศวกรรมและเทคโนโลยียังดำเนินการได้รับให้ลังกวน

**วัลลย์ทัคบ์ :** เป็นองค์กรแห่งการเรียนรู้ ที่มีแบบปลิวคล่องแคล่ว ควบคู่รัฐบาลและ ลัทธิลัทธิที่ทำให้ดี ถ่ายทอดเทคโนโลยี บุญลุ่มชาติรุ่บรวมโลก

ພັນຄົກົງ : ພົມມືສົງເກມ ພົມມືສົງເກມ ພົມມືສົງເກມ ພົມມືສົງເກມ ພົມມືສົງເກມ ພົມມືສົງເກມ

วิจัย และเผยแพร่ผลงานวิจัยให้กับครุภัณฑ์วัสดุและวิศวกรรมคุณภาพ

ให้บริการทางวิชาการ ค้นคว้า ให้คำปรึกษา การทดลอง การสำรวจ รวมทั้งการฝึกอบรมและพัฒนา

กำແນ່ງມາຮັງ ອົບຮັກໜີເລະ ຈົດໂລງໄວ້ຊື່ຈົດປັວໜະນະຮັບອັນເປີບຈາກຕົກປະເພີນນີ້ແລະ ກົມີປັນນາໄກ

ອັດລັກໜົນ : ບັນກິດກໍ່ຄົດເປັນ ກຳເປັນ ດ່າຍກອດເປັນ

**ເອກລັກໜົນ** : ຕັ້ງແບບແກ່ທິການພລິຕຄຣູ່ຈ່າງ ລຮ້າງລ່ວມຄົງບັນຫຍາດ

## หลักสูตรและสาขาวิชาที่เปิดสอน

## ภาควิชาคณิตศาสตร์ครึ่งปีแรก

- หลักสูตรคุณค่าลักษณะอุตสาหกรรมบัณฑิต มหาวิทยาลัยគរនមเครื่องกล
  - หลักสูตรคุณค่าลักษณะอุตสาหกรรมบัณฑิต มหาวิทยาลัยគរនแม่ค่าກនໂນິກລ໌
  - หลักสูตรคุณค่าลักษณะอุตสาหกรรมบัณฑิต มหาวิทยาลัยគរនການພົມພຶກ
  - หลักสูตรคุณค่าลักษณะอุตสาหกรรมบานັນດີ มหาวิทยาลัยគរນການຄະດີ
  - หลักสูตรปรีเซນເຫຼັກຫຼັບບັນດີ มหาวิทยาลัยແຫ່ງການລອມທັກໂນິກຫຼັບຫາ

## ภาคี Heraeus ค่าลอนท์ไฟฟ้า



## ការគិតការគ្រប់គ្រងការងារ

- หลักสูตรครุค่าลัทธอรุคุลลักษณะบัณฑิต สาขาวิชาเวิร์คแวร์นบัญชา
  - หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเวิร์คแวร์นบัญชาและภารกิจษา (5 ปี)
  - หลักสูตรครุค่าลัทธอรุคุลลักษณะบัณฑิต สาขาวิชาโยธา
  - หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารงานบริเวิร์คแวร์นบัญชาและระบบ
  - หลักสูตรปรีเซ็นเตอร์บัณฑิต สาขาวิชาเวิร์คแวร์นบัญชาและภารกิจษา

## ภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา

- ກັດລຸທຽບຄຸກຄາລົກທ່ອງອຸທະກາທຣນບັນກິດ ລາວທີ່ໄດ້ເປັນເປົ້າໂລຍໍອອນພື້ນເທົ່ອ
  - ກັດລຸທຽບຄຸກຄາລົກທ່ອງອຸທະກາທຣນພາບນັບກິດ ລາວທີ່ໄດ້ເປັນເປົ້າໂລຍໍອອນພື້ນເທົ່ອ
  - ກັດລຸທຽບປີເປົ້າທີ່ໄດ້ເປັນເປົ້າໂລຍໍອອນພື້ນເທົ່ອ

## ภาควิชาการค่าล巾ร์เทคโนโลยี

- หลักสูตรดุรค่าลัตต์อุตสาหกรรมพยาบาลกิจ สาขาวิชาเทคโนโลยีเคมีคีกีษา
  - หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีเคมีคีกีษา
  - หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารเคมีและการสื่อสารการคีกีษา

## การวิเคราะห์การตอกย่อค่าใช้

- ກລັກຊູທຽບຄຸລາຄົວທົ່ວອຸລາກທຽບມາກັບປັນກິດ ລາງວິໄທເນີທິກາວອ້າງເຊະແທກໂຟກີ້ກເຫຼາ
  - ກລັກຄົວໄຕ້ເຮັດວຽກຫຼັກກິດ ລາງວິໄທເນີທິກາວອ້າງເຊະແທກໂຟກີ້ກເຫຼາ

## ກາດວິໄກບໍລິຫານຮົດຈີຈອຕໍລາຫດນຽມ

- អត្ថបទនៃវិធានន៍និងបានកើតឡើង តាមវិធានន៍និងគុណភាពរបស់វា