



การประชุมวิชาการครุค่าลตร์อุตสาหกรรมระดับชาติ ครั้งที่ 7  
The 7<sup>th</sup> National Conference on Technical Education

# Engineering & Technical Education



วันที่ 6 พฤษภาคม 2557  
คณฑ์ครุค่าลตร์อุตสาหกรรม  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ



พระบรมราชานุสาวริย์พระบากสมเด็จพระจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ



ตราสัญลักษณ์งานเฉลิมพระเกียรติพระบรมราชสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว  
เนื่องในโอกาสพระราชพิธีมหามงคลเฉลิมพระชนมพรรษา ๗ รอบ  
๕ ธันวาคม ๒๕๕๔

## ความหมายของตราสัญลักษณ์

อักษรพระปรมາกิไชย ก.ป.ร. สีเหลืองทอง อันเป็นสีประจำวันพระบรมราชสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว ขลิบรอบตัวอักษรด้วยสีทอง บนพื้นวงกลมสีน้ำเงิน ล้อมรอบด้วยกรอบโถงเรียบสีเหลืองทอง หมายความว่า พระบรมราชสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวทรงเป็นศูนย์รวมดวงใจของคนไทยทั้งชาติ

ด้านบนอักษรพระปรมາกิไชยเป็นเลข ๕ หมายถึงพระมหาภักษริย์พระองค์ที่ ๕ แห่งพระบรมราชจักรริวงศ์ เลข ๕ นั้น อยู่ภายใต้พระมหาพิชัยมงกุฎ อันเป็นเครื่องประดับพระบรมราชอิสริยศของพระมหาภักษริย์ และเป็นเครื่องหมายแห่งความเป็นสมเด็จพระบรมราชชนิราช

ด้านล่างด้านขวาของอักษรพระปรมາกิไชยมีลายพูมข้าวบินที่สีทอง ซึ่งมีสัปตปัญลเศวตฉัตร ประดิษฐานอยู่เบื้องบน ด้านลอกสุดเป็นกรอบโถงมีลวดลายสีทองบนพื้นสีเขียว หมายถึงสีอันเป็นเดชแห่งวันพระบรมราชสมเด็จพระบรมราชชนิราช อีกทั้งยังหมายถึงความมั่งคั่งอุดมสมบูรณ์และความสงบบรมเย็น

ด้านล่างอักษรพระปรมາกิไชยเป็นรูปกระต่ายสีขาว กระดายนั้นทรงเครื่องอยู่ในลักษณะกำลังก้าวข้าง อันหมายถึง ปีมหามงคลเฉลิมพระชนมพรรษา ๗ รอบ ทรงกับปีเคาะ ซึ่งมีกระดายเป็นเครื่องหมายแห่งปีนักษัตร โถงรูปกระต่ายอยู่บนพื้นสีน้ำเงินมีลายกระหนกสีทอง อันหมายถึงความเจริญรุ่งเรืองของประเทศไทย ไทยภายใต้พระบรมโพธิสมการ เป็นองค์ตราสัญลักษณ์เป็นแพรແบสีชมพุลิบทอง เนื่องอักษรสีทอง หมายความว่า พระราชพิธีมหามงคลเฉลิมพระชนมพรรษา ๗ รอบ ๕ ธันวาคม ๒๕๕๔



## สารจากอธิการบดี

### มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ยุทธศาสตร์สำคัญในการพัฒนาประเทศประการหนึ่ง คือ การมุ่งพัฒนาฐานความรู้ของบุคลากรของประเทศ งานวิจัยและพัฒนาด้านวิชาการจึงเป็นภาระหน้าที่ที่สถาบันอุดมศึกษาจะต้องพึงตระหนักและให้ความสำคัญ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ จึงได้กำหนดยุทธศาสตร์ในแผนการพัฒนามหาวิทยาลัยมุ่งสู่การเป็นมหาวิทยาลัยวิจัยและพัฒนา โดยการเพิ่มขีดความสามารถและสร้างเครือข่ายและศักยภาพของนักวิจัยสู่ความเป็นเลิศทางวิชาการ

การจัดประชุมวิชาการครุศาสตร์อุตสาหกรรมระดับชาติ ครั้งที่ 7 และการจัดประชุมวิชาการครุศาสตร์อุตสาหกรรมระดับนานาชาติ ครั้งที่ 2 ของคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมที่จัดขึ้นในครั้งนี้ จึงสอดคล้องกับแผนพัฒนามหาวิทยาลัยฯ ทั้งนี้ ยังได้รับความร่วมมือจากสถานศึกษาอาชีวศึกษามหาวิทยาลัยและสถาบันการศึกษาทางด้านครุศาสตร์อุตสาหกรรมอีก 9 แห่ง ให้ความร่วมมือเป็นพันธมิตรเครือข่าย เพื่อสร้างศักยภาพของนักวิจัย โดยได้รับการสนับสนุนและความร่วมมือจากสถานประกอบการ ศิษย์เก่าและนักศึกษาปัจจุบัน การสร้างพลังความร่วมมือเช่นนี้ จะช่วยส่งเสริมให้การพัฒนาวิชาการด้านครุศาสตร์อุตสาหกรรมได้ขยายสู่วงการวิชาชีพและวิชาการในระดับสากลเพื่อเตรียมความพร้อมในการเข้าสู่ประชาคมอาเซียนในปี พ.ศ. 2558

ในนามของผู้บริหารมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ขอร่วมแสดงความยินดี และขอให้การจัดประชุมวิชาการในครั้งนี้ประสบความสำเร็จตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ ขอแสดงความชื่นชม และขอขอบคุณคณาจารย์ บุคลากรและศิษย์เก่าของคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ในฐานะเจ้าภาพการจัดประชุมวิชาการครุศาสตร์อุตสาหกรรมระดับชาติ ครั้งที่ 7 และการจัดประชุมวิชาการครุศาสตร์อุตสาหกรรมระดับนานาชาติ ครั้งที่ 2 ที่ได้พยายามดำเนินการจัดการประชุมครั้งนี้ ได้เป็นอย่างดี ขอขอบคุณผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่านที่ได้ร่วมกันพัฒนาองค์ความรู้อันทรงคุณค่าที่ได้ดำเนินการไปได้อย่างต่อเนื่อง ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาการศึกษาและวิจัยด้านวิศวกรรมศาสตร์ และครุศาสตร์อุตสาหกรรมของประเทศไทยให้เจริญก้าวหน้าต่อไป

(ศาสตราจารย์ ดร.ธีรวุฒิ บุณยสกุล)

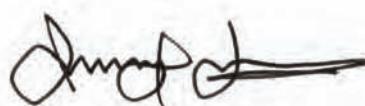
อธิการบดี



## สารจากคณะกรรมการดีคณบดีคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

การประชุมวิชาการครุศาสตร์อุตสาหกรรมระดับชาติ ของคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ได้จัดขึ้นครั้งแรกเมื่อปี พ.ศ. 2551 สำหรับ การจัดประชุมวิชาการครุศาสตร์อุตสาหกรรมระดับชาติ ครั้งที่ 7 และประชุมวิชาการครุศาสตร์ อุตสาหกรรมระดับนานาชาติ ครั้งที่ 2 ระหว่างวันที่ 6 พฤษภาคม 2557 ณ หอประชุมเบญจรงค์ อาคารนวัฒนธรรมชั้น มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ในหัวข้อเรื่อง “Engineering and Technical Education” ครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อเป็นเวทีให้นักวิจัย นักวิชาการ นิสิต นักศึกษา และผู้ประกอบการ ตลอดจนผู้ที่สนใจทั้งในประเทศ และต่างประเทศ ได้มีโอกาสพบปะเพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและประสบการณ์ด้านวิชาการ อันนำมาซึ่งการพัฒนา องค์ความรู้ใหม่ ๆ ให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงด้านเศรษฐกิจ สังคม การเมือง สิ่งแวดล้อม และ เทคโนโลยีของแต่ละประเทศในปัจจุบัน อีกทั้งยังเป็นการสร้างเครือข่ายความร่วมมือด้านการวิจัยใน ระดับนานาชาติให้มีความเข้มแข็งเพิ่มมากขึ้น

ในนามของคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ขอขอบคุณคณะกรรมการดำเนินงานการจัดการ ประชุมวิชาการทุก ๆ ท่าน คณาจารย์ เจ้าหน้าที่ และนักศึกษาของคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ที่ได้ ให้ความร่วมมือและสนับสนุนการจัดประชุมวิชาการครุศาสตร์อุตสาหกรรมระดับชาติ ครั้งที่ 7 และ การจัดประชุมวิชาการครุศาสตร์อุตสาหกรรมระดับนานาชาติ ครั้งที่ 2 บรรลุวัตถุประสงค์และ ประสบความสำเร็จได้ด้วยดี โดยเฉพาะมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, Technical University of Dresden และสมาคมครุศาสตร์อุตสาหกรรมไทย ตลอดจนผู้เข้าร่วม ประชุมวิชาการทั้งชาวไทยและต่างประเทศทุกท่าน ท้ายนี้ต้องขอบคุณวิทยากร ผู้ทรงคุณวุฒิ แขก ผู้มีเกียรติ ผู้บริหารและบุคลากรของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือทุก ๆ ท่าน ที่ได้ร่วมมือเป็นส่วนหนึ่งของการจัดงาน หากมีข้อกพร่องประการ ได้คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ขอน้อมรับและขออภัยมา ณ โอกาสนี้



(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พนาฤทธิ์ เศรษฐกุล)  
คณบดีคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม



## คำนำ

คณะกรรมการครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ เป็นสถาบันอุดมศึกษาแห่งหนึ่งที่ได้จัดการประชุมวิชาการครุศาสตร์อุตสาหกรรม ในระดับชาติอย่างต่อเนื่องมาทุก ๆ ปี ครั้งนี้จัดเป็นครั้งที่ 7 ซึ่งทุกครั้งที่จัดการประชุม คณะกรรมการได้ดำเนินการปรับปรุงพัฒนา โดยมีนโยบายในการส่งเสริม อำนวยความสะดวก เอื้อให้แก่ผู้วิจัย ทั้งการปรับแผนช่วงเวลา ของการจัดประชุม การจัดส่งผลงานทางออนไลน์ การกำหนดแบบฟอร์มในการส่งเอกสาร ผลงานวิจัย การแจ้งผล การสื่อสารกับผู้วิจัย การส่งผลงานวิจัยให้ถึงผู้ประเมิน การคัดกรองผู้ประเมินที่เชี่ยวชาญเฉพาะสาขาอย่างแท้จริง โดยผ่านการคัดกรองจากกองบรรณาธิการซึ่งเป็นผู้ทรงคุณวุฒิจากภายนอกและภายในคณะฯ โดยในครั้งนี้ มีบทความวิจัยที่ส่งผ่านเข้าระบบทั้งสิ้น 72 ผลงานวิจัย ผ่านการประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิเฉพาะสาขาทั้งสิ้น 49 ผลงานวิจัย ลงตีพิมพ์เพื่อนำเสนอผลงานวิจัยทั้งสิ้น 49 ผลงานวิจัย ซึ่งคณะกรรมการจัดงานการประชุม ขอถือโอกาสนี้ ขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่าน ที่ได้ประเมินผลงานด้านวิชาการ เพื่อให้ผลงานมีคุณภาพอย่างเพียงพอต่อการเผยแพร่ การนำเสนอต่อสังคมโดยรวม ขอบพระคุณผู้วิจัยทุกท่านที่ได้ส่งผลงานวิจัย เข้าร่วมงานในครั้งนี้ การประชุมวิชาการครุศาสตร์อุตสาหกรรม ครั้งที่ 7 ภายใต้หัวข้อเรื่อง “Engineering and Technical Education” จัดขึ้น ระหว่างวันที่ 6 พฤษภาคม 2557 ณ หอประชุมเบญจรงค์ อาคารนวัตราชินี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ หวังเป็นเวที หนึ่งที่นักวิชาการจะได้เผยแพร่ผลงานวิจัยและแลกเปลี่ยนประสบการณ์รวมกัน นอกจากนี้การจัดประชุมยังประกอบด้วยการบรรยายพิเศษทางวิชาการ การอภิปรายเสวนา โดยท่านผู้ทรงคุณวุฒิ โดยได้รับความร่วมมือจากหน่วยงานต่าง ๆ เช่นทุกครั้งที่ผ่านมา

ท้ายนี้ในนามของคณะกรรมการดำเนินการจัดประชุมวิชาการฯ ขออีดแนวทางการร่วมสร้างสรรค์พัฒนาสังคมไทยเพื่อความยั่งยืน ขอกราบขอบคุณท่านประธานเปิดงานและบรรยายพิเศษ ขอบพระคุณคณะกรรมการและผู้เกี่ยวข้องที่ได้ให้ความร่วมมือในการจัดงานประชุม วิชาการครั้งนี้ อย่างไรก็ตามหากมีข้อบกพร่องประการใด คณะกรรมการดำเนินการจัดประชุม วิชาการฯ ขออ้อมรับและขออภัยมา ณ โอกาสนี้

ประธานคณะกรรมการดำเนินการจัดงาน  
การประชุมวิชาการครุศาสตร์อุตสาหกรรมระดับชาติ ครั้งที่ 7





## สารบัญ

รหัสบทความ	ชื่อบทความและผู้แต่ง	หน้า
NCTeched07TEE01	วิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า สาขาวิชาการเรียนรู้ส่องแฉบความถี่ใช้เทคนิคอินเตอร์ดิจิตอลบนพื้นฐานของ สายอากาศได้โดย นัชพล คงจอกอก, พงศธร ชุมทอง	3
NCTeched07TEE02	การจำลองแบบระบบขั้นเบ็ดลื่นมองเดอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส โดยใช้โปรแกรม MATLAB/Simulink อดิศักดิ์ สุวรรณมา, วิวิพงษ์ เติคิวิยะประภา, พนาฤทธิ์ เศรษฐกุล	9
NCTeched07TEE03	วงจรจำลองค่าอุปกรณ์แบบโลหะที่สามารถควบคุมด้วยกระแส โดยใช้ DV-CCTA โครงสร้างแบบ BiCMOS อดิศร 瓜瓦สินานัน, กัวงศ์ พยัคฆกุล, ประชารัฐ ลักษณา, ไพบูลย์ พิพัฒน์ธิติกุร, มนตรี ศิริประชญาณันท์	15
NCTeched07TEE04	อินเวอร์เตอร์สามเฟส สำหรับແຜງເໜດລົດແສງອາທິບ່ານ บุรินทร์ ยอดวงศ์, วัฒนา แก้วมณี, สุวัจน์ ลิกบุตร, อนร บุญเสิง, พงษ์ศรี มุ่งพร, เมธีพจน์ พัฒนศักดิ์, พนาฤทธิ์ เศรษฐกุล, ปฏิพักษ์ ทวนทอง	23
NCTeched07TEE05	วงจรควบคุมอัตราการไฟฟ้ากระแสสลับชุดสานิชເໜດລົດເຊື້ອເພີ້ງ วัฒนา แก้วมณี, บุรินทร์ ยอดวงศ์, กิตติพัฒน์ เจริญกุล, วราภรณ์ อุคตยา	29
NCTeched07TEE06	การออกแบบระบบไฟฟ้าที่มีโหลดเป็นมอเตอร์ไฟฟ้า ตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้า สำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2556 โดยใช้ชี้ຢູ່ໄອຂອງແນກແລບ สมนารถ ขำเกลี้ยง, ไพบูลย์ คงเรือง	34
NCTeched07TME01	วิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมเครื่องกล การออกแบบและประสิทชิพเดตามนิ่งก้อนเชือเหิด นัญชา ไก่ครึ้ โภคทร, ประสารสุข สร้อยทอง, สารัชป ภู่ระหงษ	43
NCTeched07TME02	การออกแบบและสร้างเครื่องอบบันบับประดับแวนโดยพลังงานแสงอาทิตย์แบบแผ่นเรียว ประเทือง ผื่นแก้ว, กีรติ วุฒิจารี	49
NCTeched07TME03	ความสูญเสียจากการเคลื่อนไหวในการทำงานของเกย์ตระกร้าวสวนยาง: กรณีศึกษาใน พื้นที่อำเภอเมือง จังหวัดสตูล วีรชัย มัชฌารักษ์	55

NCTeched07TME04	การสร้างชุดประลองที่ใช้ในการเรียนแบบโครงการเป็นฐาน เรื่องการควบคุมอุณหภูมิ ด้วยตัวควบคุมแบบพีไอดี ผ่านโปรแกรม MATLAB	62
NCTeched07TME05	การจัดตั้งระบบการนำร่องรักษาชิ้นป้องกันเพื่อป้องปกรุ่งประสิทธิภาพของเครื่องเป่าขาด และแกลลอนพลาสติก	68
NCTeched07TME06	การประยุกต์ใช้โปรแกรม FluidSIM สำหรับการเรียนการสอนวิชานิเวศิกส์และ ไฮดรอลิกส์ ตามรูปแบบการเรียนรู้แบบซีดี ชนะวิทย์ ทองวิชัยร, สมมารถ ขำกลี้ยง	76
NCTeched07TME07	การคำนวณและการเขียนแผนภูมิแรงเหตุและโมเมนต์ดัดในงานด้วย วิธีช่างต่อเนื่อง สำหรับการเรียนการสอน วิชา 3100-0107 ความแข็งแรงของวัสดุ	82
NCTeched07TME08	มนตรี มนตรีพิล แบบจำลองความเกินของสลักเกลียวและแป้นเกลียวขึ้นไฟฟ้าส่องสว่าง โดยวิธีไฟฟ้านต์อลิเมนต์	88
NCTeched07TME09	ศรุวุฒิ ยะนิล การศึกษาการเกิดรอยตั้งของกระบวนการดึงขึ้นรูปลักษณะถักท่องกรุงประกอบ	94

### ครุศาสตร์อุตสาหกรรม สาขาวิชาไฟฟ้า

NCTeched07TTE01	การจัดการเรียนการสอนรายวิชาการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า สาขาวิชาชีวกรรมแมคคา ทรอนิกส์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี โดยการประยุกต์ใช้แนวคิดการสอนน้อยแต่เรียนรู้มาก	103
NCTeched07TTE02	ศักดิ์ชัย ตันติวัฒน์ การพัฒนาชุดสื่อการเรียนการสอนสำหรับการออกแบบระบบแก้เพาเวอร์เฟคเตอร์ ไฟคาด กงเรือง, สามารถ ทำเกลี้ยง	109
NCTeched07TTE03	การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนวิชาโครงงานพิเศษ กรณีศึกษา : นักศึกษาครุศาสตร์ไฟฟ้า หลักสูตรต่อเนื่อง นำโชค วัฒนาณัช, พงศธร ชนกlong, สรุจ พันธุ์จันทร์	115
NCTeched07TTE04	กรอบแนวคิดรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสมมตานด้วยระบบการเรียนแบบปรับเปลี่ยนร่วมกับเครื่องข่ายสังคมออนไลน์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดคำนวณและทักษะการเขียนโปรแกรมสำหรับนักศึกษาสาขาวิชาชีวกรรมไฟฟ้า	121
NCTeched07TTE05	กิตติ เสือแพร, มีชัย โลหะการ, ปพิตา วรรณพิรุณ การพัฒนาแอพพลิเคชั่นเพื่อการเรียนรู้บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ในการเรียนวิชาการประมวลผลภาพดิจิทอล สำหรับหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต กิตติ เสือแพร, มีชัย โลหะการ	127



NCTeched07TTE06	การศึกษาสภาพแวดล้อมการพัฒนาการเรียนการสอน วิชา การวิเคราะห์ห่วงจร อิเล็กทรอนิกส์ความถี่สูงระดับประภานียบัตรวิชาชีพชั้นสูง กรณีศึกษาภาคกลางตอนบน 1 กัญญาวิทย์ กลิ่นนำรุ่ง, รัฐพล จันวงศ์, สมศักดิ์ อรรถกิมภูล	133
NCTeched07TTE07	การพัฒนาชุดการสอนปฏิบัติการเรื่อง คลื่นขีบนสายส่งความถี่สูง พินิจ เมืองภิรมย์, กนกวรรณ เว่องศิริ, สมศักดิ์ อรรถกิมภูล	139
NCTeched07TTE08	การวิเคราะห์และออกแบบวงจร ใบอัสทรานซิสเตอร์โดยใช้จีบุ๊กของแมปแลป สำหรับ การเรียนการสอนวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ ศิวคล นวนนกคล, สมมารถ บำรุงรักษ์	144
NCTeched07TTE09	การพัฒนาการเรียนการสอนทางด้านวิศวกรรมสายอาชีวศึกษาโดยใช้รูปแบบการเรียนรู้ MISDOP นิพนธ์ ทางทอง, สุรพันธ์ ตันศรีวงศ์, สมศักดิ์ อรรถกิมภูล	150
NCTeched07TTE10	การพัฒนาโปรแกรมจำลองสามมิติเพื่อประเมินสมรรถนะการใช้มัลติมีเตอร์สำหรับ การเรียนการสอนสาขาวิชาไฟฟ้า อุดมศักดิ์ แก้วมรกต, กันตภณ มหาหมัค, พูลศักดิ์ โกษิยากรย์	156
NCTeched07TTE11	การเบริบบ์เพิ่มผลลัพธ์ที่ทางการเรียนระหว่างวิธีจัดการเรียนแบบกลุ่มร่วมมือกับวิธี จัดการเรียนแบบปกติในรายวิชาเครื่องวัสดุไฟฟ้า หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พ.ศ. 2546 วิทยาลัยเทคนิคศรีสะเกษ สุริยันต์ พรหมกุช, จุุมพล อุดมชัยบรรจิด, นริศร แสงกะนอง, วัฒนา แก้วมูลี	162
<b>วิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา</b>		
NCTeched07TTC01	การศึกษาการนำวัสดุเหลือทิ้งจากการก่อสร้างมาทดแทนมวลรวมหยาบ ในการพัฒนากองกierge บันทึก ทองคำ	169
NCTeched07TTC02	การพัฒนาและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดีย มาตรฐานเหล็กที่ใช้ในงานก่อสร้าง สยาม แกมนุนทด	175
<b>วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ</b>		
NCTeched07SIT01	การศึกษารูปแบบการจัดเส้นทางเพื่อทำการวางแผนการการเดินทางของพนักงานขาย พัชรลักษณ์ รักษารัตน์รัฐสุข	185
NCTeched07SIT02	ระบบแจ้งเตือนผู้นำกรุกผ่านเครื่องแม่บ้านโดยใช้เซนเซอร์ตรวจจับแบบไร้สาย กาญจนา เจริญราษฎร์, กิเศศ ภัทรวารัช, เจตน์ พวงศิลป์	193
NCTeched07SIT03	การพัฒนาระบบฐานข้อมูลในหน้าบุคคลโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียม วุฒิชัย ป่วงมูล, ช الرحمنศักดิ์ กันธพนิต	201

NCTeched07SIT04	การศึกษาความต้องการของบุคลากรในการใช้ระบบ School Information System Advance(SISA) ของวิทยาลัยเทคโนโลยีวิบูลย์บริหารธุรกิจ รามอินทรา เมืองจวราณ นุลศรี, ชัยวิชิต เสียรชนา	208
<b>บริหารอาชีวศึกษาและวิจัยพัฒนาหลักสูตร</b>		
NCTeched07TEM01	การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาสาขาวิชาการจัดการทั่วไปที่เรียนรู้ด้วยการนำเสนองานในวิชาสัมมนาปညหาการจัดการ นงลักษณ์ เพิ่มชาติ, เสรี เพิ่มชาติ	217
NCTeched07TEM02	การจัดทำมาตรฐานอาชีพเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร สาขาเครื่องข่ายและความปลอดภัย ชาติ สีເກາ	223
NCTeched07TEM03	การศึกษาความพร้อมในการจัดการศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาการโรงแรม วิทยาลัยพมพิชยการเชียงใหม่ ศิริพร หล้าอินดา, ชัยวิชิต เสียรชนา	230
NCTeched07TEM04	การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมสมรรถนะวิชาชีพครู ด้านการวัดและประเมินผลการศึกษา หาญศึก เลิศกรุท	236
NCTeched07TEM05	รูปแบบการเป็นองค์กรแห่งการเรียนรู้ของคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ทวีศักดิ์ รูปสิงห์	242
NCTeched07TEM06	การพัฒนามาตรฐานอาชีพสาขาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร และศิริจิตตอกอนเทนท์ สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ชาร์ดแวร์ ชัยลรุณ ยืนศรี	248
NCTeched07TEM07	การจัดทำมาตรฐานอาชีพสาขาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร และศิริจิตตอกอนเทนท์สาขาวิชาซอฟต์แวร์และแอปพลิเคชัน ศิริชัย จันทร์นิม	254
NCTeched07TEM08	การศึกษาสภาพปัญหาและอุปสรรคต่อการจัดการเรียนการสอนฐานสมรรถนะ สำหรับการเรียนการสอนด้านเทคนิคศึกษา : กรณีศึกษาวิทยาลัยเทคโนโลยีเพชรบูรณ์ กันตภณ มะหาดมัค, อุดมศักดิ์ แก้วนรกต, รนณ ทองศรี, พุฒศักดิ์ โกษีย์ภารณ์	260
NCTeched07TEM09	ส่วนประสมทางการตลาดที่มีผลต่อความจงรักภักดีของลูกค้าในร้านขายยาแผนปัจจุบัน ในเขตกรุงเทพมหานคร นิติ รอดประดิษฐ์, ยงยุทธ ทองลง	266
NCTeched07TEM10	การสร้างความໄด้เปรีบในเชิงการแบ่งปันของธุรกิจที่พัฒนาระบบบริการ ออนไลน์ สุขศรีลักษณ์, พรวิยา ลิ่มอิ่ม	272



คอมพิวเตอร์ศึกษา

NCTeched07CED01	การยอมรับนวัตกรรมของบุคลากรในองค์การ : กรณีศึกษาการนำสื่อ M-learning มาใช้ใน การเรียนการสอนของอาจารย์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตครัง พสนา เอกอุดมพงษ์	281
NCTeched07CED02	การพัฒนาเกณการสอนแบบมัลติมีเดียบนอุปกรณ์ระบบหน้าจอสัมผัส รายวิชาคณิตศาสตร์ ระดับชั้นปีก่อนศึกษาปีที่ 1 สุชาดา ทองมาก, จิรพันธุ์ ศรีสมพันธุ์	287
NCTeched07CED03	การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้แบบ KWSLPA สำหรับการสอนด้านการฝึกประสบการณ์วิชาชีพ นุชนาฏ ชุ่มชื่น, อุรพันธ์ ตันศรีวงศ์, สมศักดิ์ อรรถกิมภากุล	293
NCTeched07CED04	การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอน วิชาโปรแกรมเมเบิลจิคตอน โทรลเลอร์ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2546 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา	299
NCTeched07CED05	การพัฒนาซอฟต์แวร์เว็บคอนเฟอร์เรนซ์สำหรับการเรียนทางไกล ณัฐวุฒิ สร้อยคอกอกสน, นนิตา สร้อยคอกอกสน	305
NCTeched07CED06	ผลการจัดการเรียนรู้แบบเรียนคอมพิวเตอร์บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง การใช้โปรแกรม SketchUP8 อมรรัตน์ ชัยเสนหาญ	312
NCTeched07CED07	การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ด้วยรูปแบบการเรียน การสอนคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง การเขียน Mind Mapping สำหรับนักเรียนชั้นปีก่อนศึกษาปีที่ 6 อมรรัตน์ ชัยเสนหาญ, จรัญ แสนราช	318
NCTeched07CED08	การพัฒนาบทเรียนอีเลิร์นนิ่งแบบปฏิสัมพันธ์ร่วมกับโปรแกรมตรวจสอบ การเขียน TWP วิชาการประมวลผลภาพดิจิตอล ชุชาติ สีเกา	324
	คัชณี	331
	คณะกรรมการจัดการประชุม	333



# วิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า







สายอากาศอาร์เรย์สองแฉบความถี่  
ใช้เทคนิคอินเตอร์ดิจิตอลบนพื้นฐานของสายอากาศไดโอล  
**A Dual-Band Array Antenna Using Interdigital Technique  
Based on Dipole Antenna**

นัตพล คงจอก และ พงษ์ชัย ชุมทอง

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

1518 ถนนประชาธิรัช 1 แขวงวงศ์สว่าง เขตบางซื่อ กรุงเทพฯ 10800

Emails: [nu\\_miw\\_24@hotmail.com](mailto:nu_miw_24@hotmail.com), [pongsathornnc@kmutnb.ac.th](mailto:pongsathornnc@kmutnb.ac.th)

### บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอสายอากาศอาร์เรย์สองแฉบความถี่ โดยการใช้เทคนิคอินเตอร์ดิจิตอลประยุกต์ร่วมกับสายอากาศไดโอล ซึ่งผลการตอบสนองของสายอากาศอาร์เรย์ที่ใช้เทคนิคอินเตอร์ดิจิตอลบนพื้นฐานของสายอากาศไดโอลพบว่า สายอากาศอาร์เรย์สามารถตอบสนองย่านการทำงานแฉบความถี่  $DCS 1800$  ที่ช่วงความถี่  $1.71-1.88 GHz$  และ  $IEEE 802.11a WLAN$  ที่ช่วงความถี่  $5.15-5.35 GHz$  ในขณะที่ผลการแผ่กระจายคลื่นของสายอากาศอาร์เรย์มีลักษณะการแผ่กระจายคลื่นแบบชี้ทิศทางทุกช่วงความถี่ตลอดย่านการทำงาน อัตราขยายของสายอากาศที่ความถี่  $1.764 GHz$  และ  $5.306 GHz$  มีค่าประมาณ  $16.84$  และ  $12.6 dB$  ค่าการสูญเสียขอนกลับ ( $|S_{11}|$ ) มีค่าประมาณ  $-19.27$  และ  $-35.71$  ตามลำดับ

**คำสำคัญ:** สายอากาศอาร์เรย์ เทคนิคอินเตอร์ดิจิตอล

### Abstract

*This paper presents array antenna for an operation of dual-frequency bands. The attributes of interdigital technique concept are combined with dipole antennas. The results of array antenna using interdigital technique based on dipole antenna, which can operate in the DCS1800 (1.71-1.88 GHz) and IEEE 802.11a WLAN (5.15-5.35 GHz). The radiation patterns of antenna are unidirectional at all operating frequency bands. The gain of antenna is approximately 16.84 and 12.6 dB, return loss ( $|S_{11}|$ ) are approximately -19.27 and -35.71 respectively.*

**Keyword:** Array antenna, Interdigital technique.

## 1. บทนำ

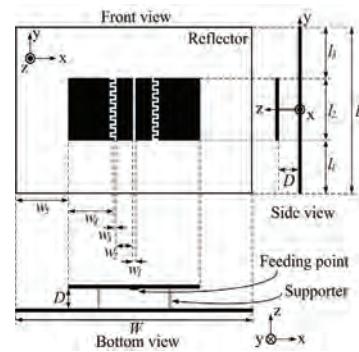
การติดต่อสื่อสารในปัจจุบันได้พัฒนาและมีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วมาก ซึ่งนำไปสู่การสื่อสารแบบไร้สายมากขึ้น เพื่อที่จะทำให้ผู้ใช้งานเกิดความสะดวกสบายและสามารถใช้งานได้ทุกที่ทุกเวลา อย่างไรก็ตามการสื่อสารแบบไร้สายนั้นจำเป็นต้องใช้สายอากาศเป็นสื่อในการติดต่อสื่อสารทั้งสิ้น เนื่องจากเทคโนโลยีสื่อสารได้พัฒนาไปอย่างก้าวไก ทำให้พบว่าอุปกรณ์ในระบบสื่อสารต่างๆ มีขนาดเล็กลงและสามารถรองรับการทำงานได้หลายชั้นความถี่มากขึ้น ดังนั้นจะเห็นว่า เพื่อเป็นการพัฒนาให้สอดคล้องกับอุปกรณ์ต่างๆ ในระบบสื่อสาร จึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาสายอากาศให้มีขนาดเล็กลงและสามารถใช้งานได้สองแบบความถี่ เป็นสามเหลี่ยมทำให้เกิดการนำเทคนิคยินเตอร์ดิจิตอล [1], [2] มาประยุกต์ใช้ในการออกแบบร่วมกับสายอากาศอาร์เรย์บนพื้นฐานของสายอากาศได้โลล เพื่อให้มีขนาดเล็กและใช้งานได้สองแบบความถี่ [3] อีกทั้งชั้นสามารถนำไปใช้ในงานด้านการสื่อสารระบบต่างๆ อย่างมากมาย เช่น โทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบ DCS (Digital Communication System ช่วงความถี่ 1710-1880 MHz) ไปประยุกต์ใช้งานร่วมกับระบบเครือข่ายไร้สาย WLAN (Wireless Local Area Network ช่วงความถี่ 5.15-5.35 GHz) ได้อีกด้วย จากคุณสมบัติของเทคนิคยินเตอร์ดิจิตอลซึ่งหมายความว่า สำหรับการใช้งานในช่วงความถี่หลายๆ ความถี่ อีกทั้งสามารถลดขนาดของสายอากาศ โดยการเพิ่มความยาวทางไฟฟ้าได้ในขณะที่ความยาวหรือขนาดของสายอากาศยังคงเท่าเดิม และยังควบคุมทิศทางการแพร่กระจายคลื่นให้มีลักษณะเหมือนเดิมได้อีกด้วย

## 2. การออกแบบสายอากาศ

### 2.1 การออกแบบสายอากาศได้โลลที่ใช้เทคนิคยินเตอร์ดิจิตอล

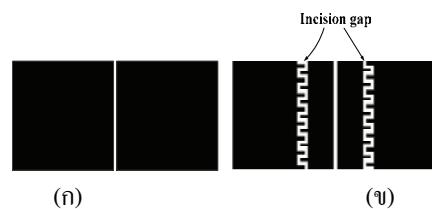
ในการออกแบบสายอากาศได้โลลเบื้องต้น ดังภาพที่ 1 แสดงให้เห็นถึงการกำหนดค่าที่เหมาะสมของส่วนประกอบของสายอากาศที่ความถี่เริ่มต้น ( $f_0$ ) มีค่า 1764 MHz ( $\lambda_0 = 17$  เซนติเมตร) ในการออกแบบโครงสร้างของสายอากาศ และการใช้เทคนิคยินเตอร์ดิจิตอลกับสายอากาศได้โลล

สามารถลดขนาดของสายอากาศและใช้งานในช่วงความถี่หลายๆ ความถี่ได้ ด้วยการปรับปรุงโครงสร้างของสายอากาศทำให้ได้โดยการปรับช่องว่าง (Incision Gap) ของสายอากาศได้โลล ดังภาพที่ 2

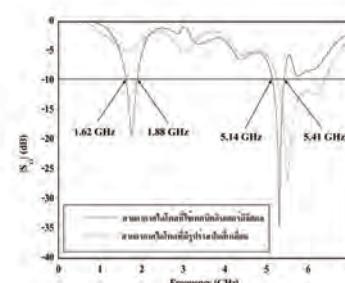


ภาพที่ 1 การกำหนดค่าที่เหมาะสมของส่วนประกอบสายอากาศ

ภาพที่ 3 แสดงผลการจำลอง  $|S_{11}|$  ของสายอากาศได้โลลที่มีรูปร่างเป็นสี่เหลี่ยมจะมีแอนด์ความถี่กว้าง (Bandwidth) 5259-6391 MHz และสายอากาศได้โลลที่มีรูปร่างเป็นสี่เหลี่ยมโครงสร้างภายในใช้เทคนิคยินเตอร์ดิจิตอลจะมีแอนด์ความถี่กว้าง 1626-1888 MHz และ 5147-5419 MHz

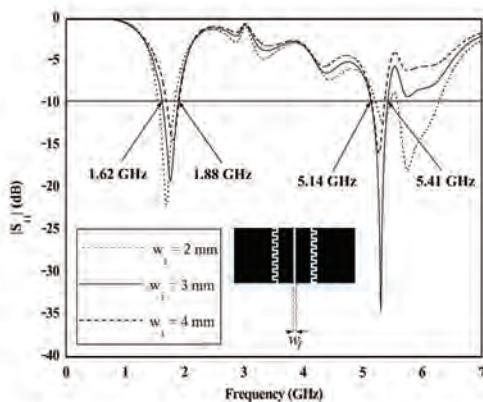


ภาพที่ 2 โครงสร้างของสายอากาศเบื้องต้น (g) สายอากาศได้โลลที่มีรูปร่างเป็นสี่เหลี่ยม (h) สายอากาศได้โลลที่มีรูปร่างเป็นสี่เหลี่ยมโครงสร้างภายในใช้เทคนิคยินเตอร์ดิจิตอล

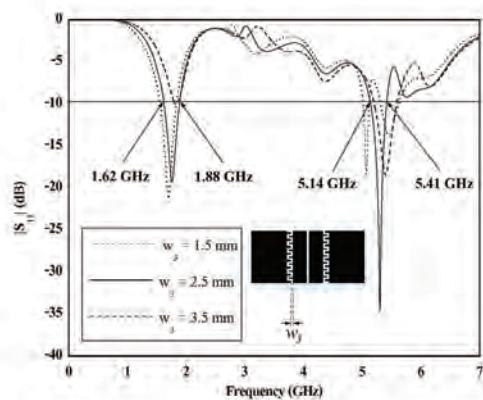


ภาพที่ 3 ผลการจำลอง  $|S_{11}|$  ของสายอากาศได้โลลที่มีรูปร่างเป็นสี่เหลี่ยม และสายอากาศได้โลลที่มีรูปร่างเป็นสี่เหลี่ยมโครงสร้างภายในใช้เทคนิคยินเตอร์ดิจิตอล

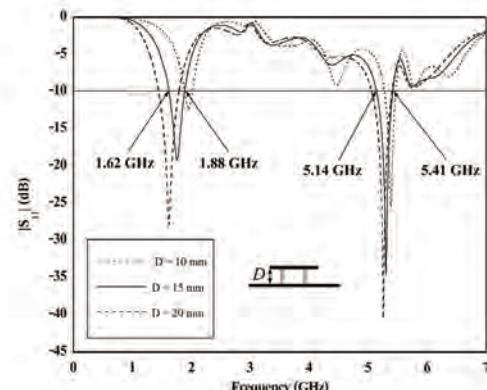
ในการออกแบบองค์ประกอบสายอากาศทองแดงหนา 1.5 มิลลิเมตร ของสายอากาศที่มีรูปร่างเป็นสี่เหลี่ยม โครงสร้างภายในใช้เทคนิคอินเตอร์ดิจิตอลขึ้นด้วยวัสดุโพลีออกซิเมทิลีน (Polyoxymethylene) และติดตั้งอยู่ด้านบนของแผ่นสะท้อน (Reflector) ชนิดทองแดงสี่เหลี่ยมหนา 1.5 มิลลิเมตร เพื่อที่จะสร้างแบบรูปของการแผ่กระจายคลื่น (Radiation Patten) แบบชีทิกทาง [4] ขนาดที่เหมาะสมที่สุดของแผ่นสะท้อนคือ  $232 \times 153.5$  มิลลิเมตร การนำเทคนิคอินเตอร์ดิจิตอลมาใช้กับสายอากาศเพื่อให้สายอากาศมีขนาดเล็กและใช้งานได้สองแบบ ความถี่ดังภาพที่ 5 การสร้างสายอากาศถูกขับเคลื่อนพลังงานผ่านการเชื่อมต่อสายโคแอกซิเชิล (Coaxial Cable) 50 โอห์ม



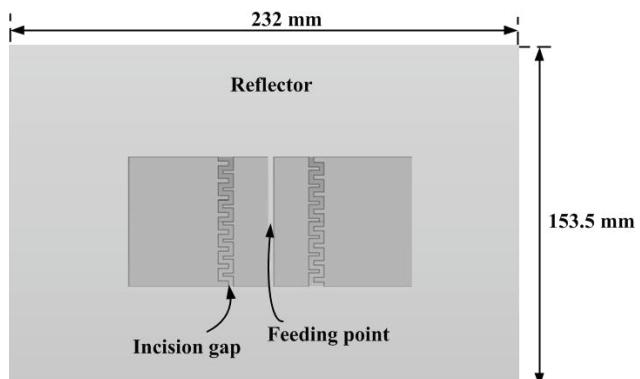
ภาพที่ 4 ผลการเปรียบเทียบของการจำลอง  $|S_{11}|$  การเปลี่ยนค่าช่องว่าง ( $w_1$ )



ภาพที่ 5 ผลการเปรียบเทียบของการจำลอง  $|S_{11}|$  การเปลี่ยนค่าความกว้างของช่อง ( $w_3$ ) ที่ใช้เทคนิคอินเตอร์ดิจิตอล



ภาพที่ 6 ผลการเปรียบเทียบของการจำลอง  $|S_{11}|$  สำหรับการเปลี่ยนค่า ( $D$ ) ในระยะที่ตั้งกันระหว่างสายอากาศกับแผ่นสะท้อน



ภาพที่ 7 องค์ประกอบโครงสร้างของสายอากาศໄค์โพล

ความกว้างของช่องว่าง  $w_1$  และ  $w_3$  ของสายอากาศมีผลต่อความถี่เรโซแนนซ์ดังภาพที่ 4 และภาพที่ 5 แสดงผลการจำลอง  $|S_{11}|$  ของความถี่เรโซแนนซ์เมื่อเปลี่ยนค่า  $w_1$  และ  $w_3$  ที่แตกต่างกัน จากผลที่ได้แสดงให้เห็นว่าค่าของช่องว่าง  $w_1$  ที่ 3 มิลลิเมตร และค่าของช่อง ( $Incision gaps$ )  $w_3$  ที่ 2.5 มิลลิเมตร ได้ความถี่เรโซแนนซ์ และ Bandwidth ดีที่สุด

จากภาพที่ 6 แสดงให้เห็นถึงผลการจำลอง  $|S_{11}|$  ของระยะห่าง  $D$  ระหว่างสายอากาศกับแผ่นสะท้อน ระยะห่างเริ่มต้นจากขอบแผ่นสะท้อนถึงขอบสายอากาศ  $\lambda/4$  ( $= 43$  มิลลิเมตร) ดังนั้นจะได้ความถี่เรโซแนนซ์ที่เหมาะสมคือ 1626–1888 MHz และ 5147–5419 MHz ลูกกำหนดโดยค่าพารามิเตอร์  $D$  ที่แตกต่างกัน ค่า  $D$  ที่เหมาะสมที่สุดคือ 15 มิลลิเมตร เป็นผลมาจากการใช้เทคนิคอินเตอร์ดิจิตอล ซึ่งทำให้เกิดความถี่เรโซแนนซ์ที่เหมาะสมที่สุดและทำให้ขนาดของสายอากาศเล็กลงดังภาพที่ 7 ค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมขององค์ประกอบสายอากาศถูกกำหนดโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป CST

Microwave Studio Suit 2012 และแสดงเป็นรายการ ดังตารางที่ 1

## 2.2 สายอากาศอาร์เรย์

องค์ประกอบของสายอากาศอาร์เรย์บานน้อย 4 องค์ประกอบที่จำเป็นสำหรับสถานีฐานเพื่อให้มีอัตราขยายสูงและแบบรูปการแผ่กระจายคลื่นเป็นไปในทิศทางที่ต้องการ เช่น การกำหนดค่าขององค์ประกอบสายอากาศ 4 องค์ประกอบในรูปแบบอาร์เรย์ และเจาะจงແຄบความถี่ นอกจากนี้ระยะห่างของแต่ละองค์ประกอบบังจะช่วยลดแบบรูปการแผ่กระจายคลื่นซึ่งหมายถึงพูหรือโอบที่ไม่ต้องการ บทความนิ่นนำเสนอสายอากาศอาร์เรย์ 4 องค์ประกอบ ซึ่งเป็นจำนวนต่ำสุดขององค์ประกอบสำหรับสายอากาศสถานีฐาน [5] สายอากาศ 4 องค์ประกอบจะถูกเชื่อมต่อ Splitter 4 ทาง ด้วยระยะห่างขององค์ประกอบที่เหมาะสม 67.5 มิลลิเมตร ดังภาพที่ 8 และพารามิเตอร์ที่เหมาะสมของสายอากาศอาร์เรย์ แสดงในตารางที่ 2

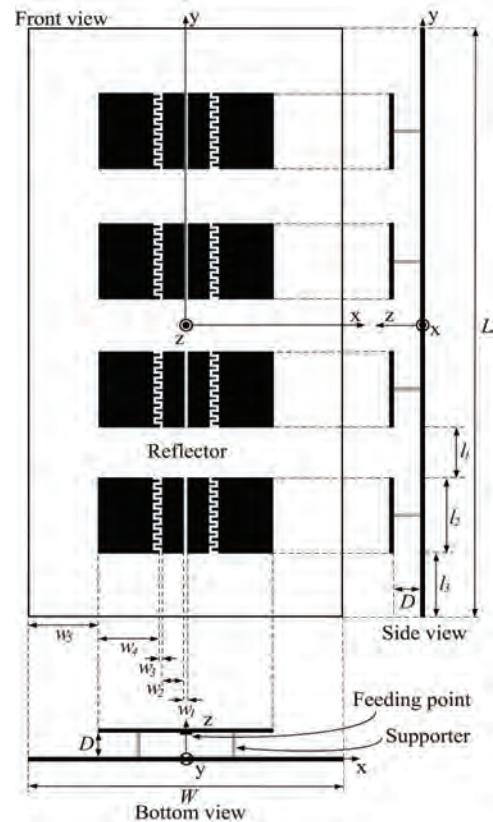
ตารางที่ 1 พารามิเตอร์ที่เหมาะสมของโครงสร้างของสายอากาศไดโอด

โอล

พารามิเตอร์	รายละเอียด	ขนาด (mm)
$L$	ความยาวของแผ่นสะท้อน	153.5
$W$	ความกว้างของแผ่นสะท้อน	232
$D$	ระยะห่างสายอากาศกับแผ่นสะท้อน	15
$w_1$	ความกว้างของช่องว่าง	3
$w_2$	ความกว้างของส่วนที่เล็กกว่าของสายอากาศ	18
$w_3$	ความกว้างของช่องว่าง (Incision gaps)	2.5
$w_4$	ความกว้างของส่วนที่ใหญ่กว่าของสายอากาศ	51
$w_5$	ระยะห่างทางแนวอนจากขอบแผ่นสะท้อนลิงของสายอากาศด้านข้าง	43
$l_1$	ระยะห่างระหว่างองค์ประกอบ	67.5
$l_2$	ความยาวของสายอากาศ 1 องค์ประกอบ	67.5
$l_3$	ระยะห่างทางแนวตั้งจากขอบแผ่นสะท้อนด้านล่าง	43
	ด้านล่างลิงของสายอากาศด้านล่าง	

ตารางที่ 2 พารามิเตอร์ที่เหมาะสมของโครงสร้างสายอากาศอาร์เรย์

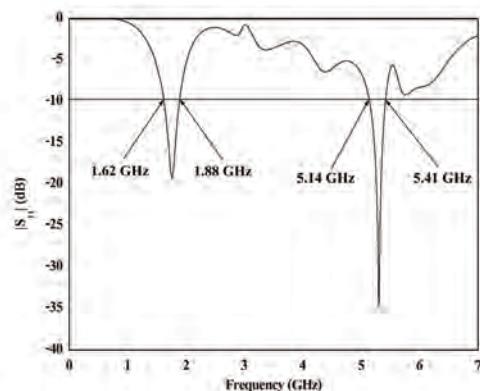
พารามิเตอร์	รายละเอียด	ขนาด (mm)
$L$	ความยาวของแผ่นสะท้อน	558.5
$W$	ความกว้างของแผ่นสะท้อน	232
$D$	ระยะห่างสายอากาศกับแผ่นสะท้อน	15
$w_1$	ระยะห่างของสายอากาศกับแผ่นสะท้อน	3
$w_2$	ความกว้างของช่องว่าง	18
	ความกว้างของส่วนที่เล็กกว่าของสายอากาศ	
$w_3$	ความกว้างของช่องว่าง (Incision gaps)	2.5
$w_4$	ความกว้างของส่วนที่ใหญ่กว่าของสายอากาศ	51
$w_5$	ระยะห่างทางแนวอนจากขอบแผ่นสะท้อนลิงของสายอากาศด้านข้าง	43
$l_1$	ระยะห่างระหว่างองค์ประกอบ	67.5
$l_2$	ความยาวของสายอากาศ 1 องค์ประกอบ	67.5
$l_3$	ระยะห่างทางแนวตั้งจากขอบแผ่นสะท้อนด้านล่าง	43
	ด้านล่างลิงของสายอากาศด้านล่าง	



ภาพที่ 8 การกำหนดค่าที่เหมาะสมของสายอากาศอาร์เรย์

### 3. ผลการจำลองการทำงาน

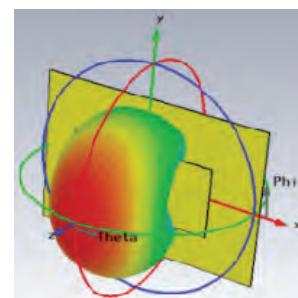
ผลการวัดที่ได้จากการจำลององค์ประกอบของสายอากาศ ได้ผล ดังภาพที่ 9 แสดงให้เห็นว่า  $|S_{11}|$  ที่  $< -10$  dB อยู่ในช่วงความถี่ 1626–1888 MHz และ 5147–5419 MHz แบบรูปการແຜ่กระจายคลื่นระนาบของสนามไฟฟ้า(E-plane)  $\Theta = 0$  และ ระนาบของสนามแม่เหล็ก (H-plane)  $\Theta = 90$  ที่ความถี่ 1764 MHz มีทิศทางของโอลบหลัก 0 องศา ส่วนที่ความถี่ 5306 MHz ระนาบของสนามไฟฟ้า(E-plane)  $\Theta = 0$  มีทิศทางของโอลบหลัก 23 องศา และ ระนาบของสนามแม่เหล็ก (H-plane)  $\Theta = 90$  มีทิศทางของโอลบหลัก 38 องศา เป็นผลมาจากการใช้เทคนิคอินเตอร์ดิจิตอล ที่ทำให้ขนาดของสายอากาศเล็กลงและใช้งานได้สูงและลดความถี่ อัตราขยายของความถี่เป็น 10.71 และ 8.37 dBi ดังภาพที่ 10 และภาพที่ 11 และคุณสมบัติของแบบรูปการແຜ่กระจายคลื่นแสดงรายละเอียดต่างๆ ดังตารางที่ 3 ผลการจำลองแบบรูปการແຜ่กระจายคลื่นของสายอากาศอาร์เรย์ที่ 1764 MHz และ 5306 MHz คล้ายกันองค์ประกอบของสายอากาศแบบไดโอลในช่วงตื้น ดังภาพที่ 12 และภาพที่ 13



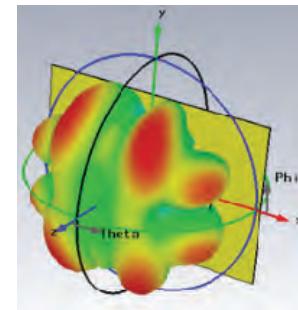
ภาพที่ 9 ผลการจำลอง  $|S_{11}|$  ของสายอากาศ

ตารางที่ 3 คุณสมบัติการແຜ่กระจายคลื่นขององค์ประกอบสายอากาศ ( $\Theta=0$ )

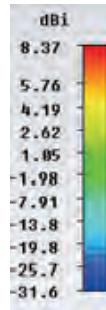
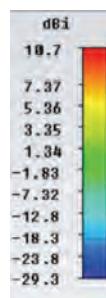
คุณสมบัติ	1764 MHz	5306 MHz
ขนาดของโอลบหลัก (dBi)	10.7	3.1
ความกว้างเชิงมุม 3 dB (deg)	42.1	22.9
ทิศทางของโอลบหลัก (deg)	0.0	23
ระดับของโอลบหลัง (dB)	-10.1	-23.29
ระดับของโอลบข้าง (dB)	-20.8	-13.3
อัตราขยาย (dBi)	10.71	8.37



(ก) 1764 MHz

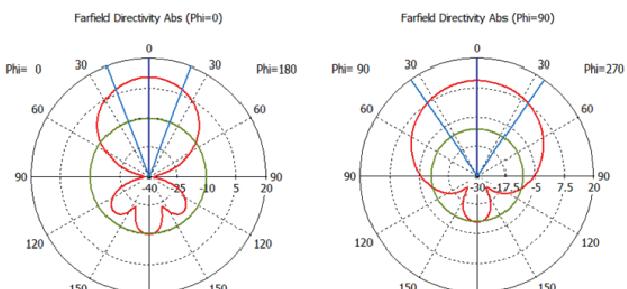


(ล) 1764 MHz

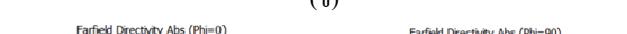


(น) 5306 MHz

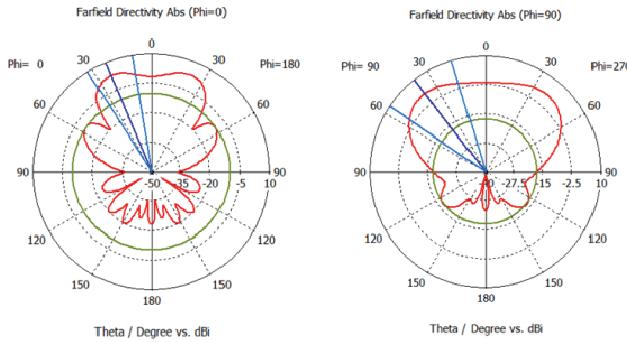
ภาพที่ 10 การจำลองแบบรูปการແຜ่กระจายคลื่นแบบสามมิติขององค์ประกอบสายอากาศที่ (ก) 1764 MHz และ (น) 5306 MHz



(อ) 1764 MHz

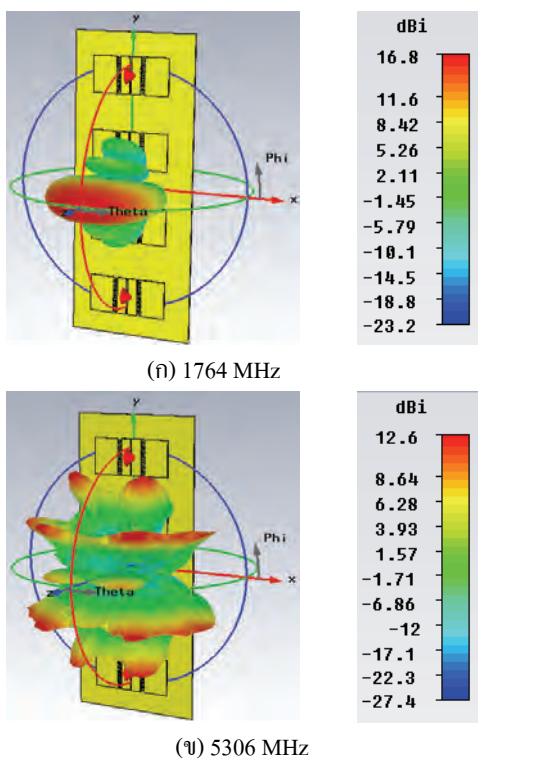


(ป)

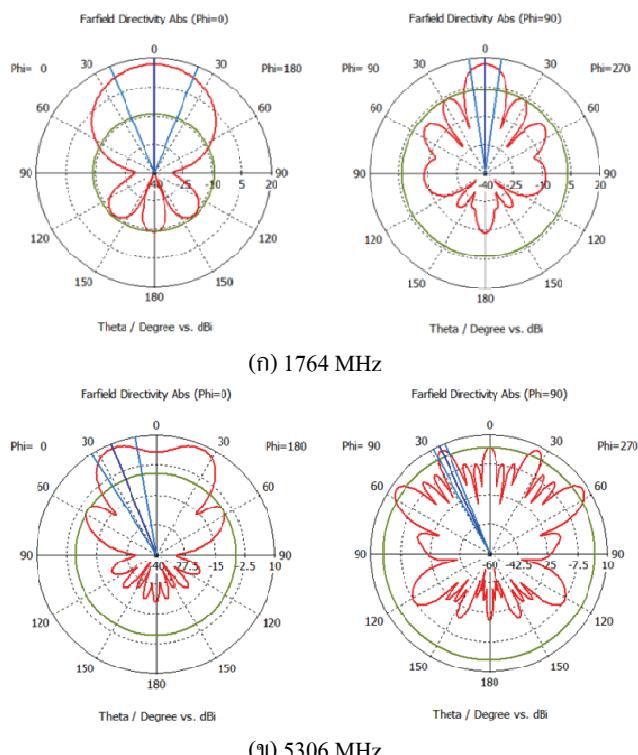


(ค) 5306 MHz

ภาพที่ 11 การจำลองแบบรูปการແຜ่กระจายคลื่นขององค์ประกอบสายอากาศที่ (ก) 1764 MHz และ (ค) 5306 MHz



ภาพที่ 12 การจำลองแบบรูปการแผ่กระจายคลื่นแบบสามมิติของสาขอาค่าเรย์ที่ (ก) 1764 MHz และ(ข) 5306 MHz



ภาพที่ 13 การจำลองแบบรูปการแผ่กระจายคลื่นของสาขอาค่าเรย์ที่ (ก) 1764 MHz และ(ข) 5306 MHz

ตารางที่ 4 คุณสมบัติการแผ่กระจายคลื่นของสาขอาค่าเรย์ ( $\theta=0$ )

คุณสมบัติ	1764 MHz	5306 MHz
ขนาดของโคลนหลัก (dBi)	16.8	8.3
ความกว้างเชิงมุม 3 dB (deg)	43.5	22.3
ทิศทางของโคลนหลัก (deg)	0.0	22
ระดับของโคลนหลัง (dB)	-8.87	-20.25
ระดับของโคลนข้าง (dB)	-25.7	-14.2
อัตราขยาย (dBi)	16.84	12.6

#### 4. สรุป

บทความนี้เกี่ยวข้องกับการออกแบบแบบสามมิติของสาขอาค่าเรย์ที่ 1764 MHz และ 5306 MHz ซึ่งครอบคลุมโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบ DCS ช่วงความถี่ 1710-1880 MHz ร่วมกับระบบเครือข่ายไร้สาย WLAN ช่วงความถี่ 5.15-5.35 GHz นอกจากนี้อัตราขยายของความถี่เป็น 16.84 และ 12.6 dBi ตามลำดับ ซึ่งสูงมากเมื่อเทียบกับสาขอาค่าที่ใช้เทคนิคอื่น และทำให้สาขอาคามีขนาดที่เล็กลง

#### 5. อ้างอิง

- [1] Ru-Yean Yang, Min-Hung Weng, Cheng-Yuan Hung, Han-Jan Chen, and Mau-Phon Houn, "Novel Compact Microstrip Interdigital Bandstop Filters," *IEEE Trans. on Ultrasonics, Ferroelectrics and Frequency Control.*, vol.51, no.8, pp.1022-1025, 2004.
- [2] S. Meesomklint, P. Chomtong, P. Akkaraekthalin, and V. Vivek, "A Compact Multi-band BPF using Tri-section with interdigital Capacitor Hairpin Resonator for GSM, WiMAX, and WLAN Systems," *EECON35*, pp.667-670, Dec 2012.
- [3] P. Chomtong, P. Akkaraekthalin, and V. Vivek, "A Mono pole Antenna with Built-in Interdigital Capacitor and Interdigital Capacitive Feed for Wideband Response," *ECTI-CON 2013*, May 2013.
- [4] Sarawuth Chaimool., วิศวกรรมสาขอาค : ปฐมนิเทศ วิศวกรรมสาขอาค. V2. 2553.
- [5] Z. N. Chen and K.-M. Luk, *Antennas for base station in wireless communications*, USA: McGraw-Hill, 2009.



## การจำลองแบบระบบขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสลับ 3 เฟส

### โดยใช้โปรแกรม MATLAB/Simulink

### The Simulation of 3 Phase AC Motor Drives System Using MATLAB/Simulink

อุดิศักดิ์ สุวรรณนา ฐิติพงษ์ เลิศวิริยะประภา พนาฤทธิ์ เศรษฐกุล

ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ พระนครเหนือ

#### บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอ การทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสลับ 3 เฟส แบบกรงกระแส ที่ควบคุมด้วยชุดขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสลับ 3 เฟส หรืออินเวอร์เตอร์ (Inverter) โดยใช้เทคโนโลยีการควบคุมแบบแรงดันไฟฟ้าต่อความถี่ (Voltage – Frequency Control:  $U/f; V/f$ ) ในย่านการทำงานทั้งแรงบิดคงที่และแรงบิดลดลง โดยในแบบจำลองสามารถวัดและแสดงผลกระแสไฟฟ้า แรงบิด ความเร็วรอบ ของมอเตอร์ไฟฟ้า ในช่วงไดนามิกส์ ในสภาวะคงตัว ขณะไม่มีโหลด และมีโหลด ด้วย โปรแกรม MATLAB/Simulink.

คำสำคัญ: ระบบขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสลับ 3 เฟส  $U/f; V/f$  Control โปรแกรม MATLAB/Simulink

#### Abstract

*This paper presents a control technique of a 3-phase induction motor squirrel cage rotor type with variable speed drive. The control method is base on constant V/f inverter both constant and reduced torque ranges. The proposed simulation model in MATLAB/Simulink can monitors and measures current, torque and motor speed in dynamic and steady state with or without load.*

Keywords: Variable Speed Drive; V/f – Control MATLAB/Simulink Program

#### 1. บทนำ

ชุดขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสลับ 3 เฟส ที่ปรับความเร็วรอบได้ (Variable Speed Drives; VSD) หรือที่เรียกกันว่า อินเวอร์เตอร์ (Inverter) นั้น ได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้ในระบบควบคุมเครื่องจักร ในภาคอุตสาหกรรม โดยนำชุดขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสลับ 3 เฟส มาเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานและการประยุกต์พัฒนาของเครื่องจักร ดังนั้นการใช้งานชุดขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสลับ 3 เฟส ผู้ใช้งาน

ต้องมีความรู้ทางด้านทฤษฎี ระบบไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์ อิเล็กทรอนิกส์กำลัง ระบบควบคุม รวมไปถึงโนเดล คอมพิวเตอร์ชั้นสูง และในภาคปฏิบัติ ต้องมีทักษะในการใช้เครื่องมือวัดทางไฟฟ้า เช่น มลติมิเตอร์ อสซิโลสโคป ดังนั้น เพื่อลดเวลาและลดภาระในการเรียน การสอน ในภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ และยังสามารถตรวจสอบผู้เรียน ก่อนไปปฏิบัติงานในห้องทดลองและการทำงานจริง โดยเฉพาะอย่างยิ่งต้องมีการป้องกันความเสี่ยหายของชุด

ขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส และผู้ปฏิบัติงาน  
เนื่องจากปัจจุบันคอมพิวเตอร์มีราคาถูกคลงและมีประสิทธิภาพ  
การทำงานสูงขึ้น รวมไปถึงมีโปรแกรมสำหรับป้องกันวิศวกรรม  
ใช้งานอย่างแพร่หลาย จึงได้นำแบบจำลองเข้ามาใช้เป็นสื่อการ  
เรียนการสอน[1] เพื่อจำลองการทำงานของชุดขับเคลื่อน  
มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส

## 2. ຖរយុត្តិភីដែនទុនខែងទុកបុប្ផោនកែលីអំនុមោតេរីរិបាប់រាជរាជសាលាលំ 3 ពេស

2.1 หลักการการทำงานชุดขั้นเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้า  
กระแสสลับ 3 เฟส คือแปลงไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส จาก  
แหล่งจ่ายไฟฟ้าที่มีแรงดันไฟฟ้าและความถี่คงที่ ให้เป็น<sup>ไฟฟ้ากระแสตรง โดยวงจรเรียงกระแส (Rectifier) หรือวงจร</sup>  
คอนเวอร์เตอร์ (Converter) จากนั้นไฟฟ้ากระแสตรงถูก<sup>เชื่อมโยงด้วยวงจรดีซีลิง (DC link) ไปยังชุดอินเวอร์เตอร์ ทำการแปลงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส ที่สามารถปรับขนาด</sup>  
แรงดันไฟฟ้าและความถี่ได้โดยวงจรอินเวอร์เตอร์ ส่วนของ<sup>วงจรควบคุม ทำหน้าที่รับข้อมูลจากผู้ใช้งาน เช่น ตั้งค่า</sup>  
ความเร็วของ แรงบิด และกระแสไฟฟ้า ส่งเข้าไปประมวลผล<sup>เพื่อควบคุม แรงบิด ความเร็วของ ให้เหมาะสมกับการทำงาน</sup>  
ของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส

จากภาพที่ 2. ชุดขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส โดยมีพังก์ชันและพารามิเตอร์ต่างๆ ดังนี้ ภาควงจรกำลัง ประกอบด้วย ระบบไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส วงจรเรียงกระแส 3 เฟส แบบเติมคลื่น ตัวต้านทานลดกระแสสูงเกินขนาดสตาร์ท ตัวต้านทานจำกัดแรงดันไฟฟ้าสูงเกิน ในขณะที่มอเตอร์ไฟฟ้าทำงานในโหมด Regenerative braking และวงจรอินเวอร์เตอร์ ในส่วนของวงจรควบคุมประกอบด้วย วงจรควบคุมการทำงาน ตัวต้านทานลดกระแสสูงเกินขนาดสตาร์ท วงจรควบคุมการทำงานตัวต้านทานจำกัดแรงดันไฟฟ้าสูงเกิน ในขณะที่มอเตอร์ไฟฟ้าทำงานในโหมด Regenerative braking วงจรควบคุมการทำงาน ทำงานวงจรอินเวอร์เตอร์ (PWM) และมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส [2]

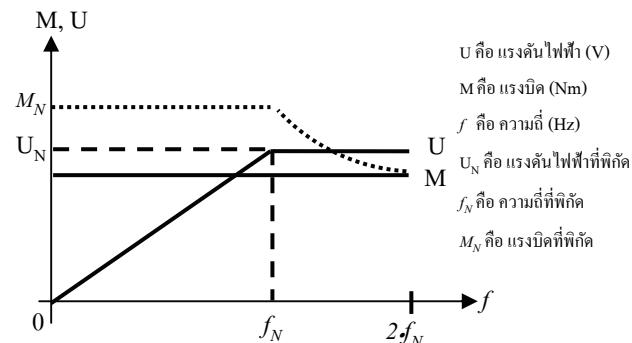
บทความนี้นำเสนอวิธีการขั้นตอนชุดขั้นเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้า โดยใช้เทคโนโลยีการควบคุมแบบ อัตราส่วนของ

แรงดันไฟฟ้าต่อความถี่ (Voltage –Frequency Control:  $U/f; V/f$ ) ด้วยโปรแกรม MATLAB/Simulink

### 3. เทคโนโลยีการควบคุมแบบ

อัตราส่วนของแรงดันไฟฟ้าต่อความถี่ (Voltage Frequency Control:  $U/f; V/f$ ) [3] ดังสมการที่ 1.

$$\phi = \frac{u}{f} = \text{constant} \dots \dots \dots (1)$$



ภาพที่ 1. กราฟแสดงคุณลักษณะสมบัติ การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าด้วยวิธี อัตราส่วนของแรงดันไฟฟ้าต่อความถี่

### จากสมการความเร็วสนา�แม่เหล็กหมุน

ໄຊຍະທີ່

$n_1$  กือ ความเร็วรอบสนามแม่เหล็กหมุน (rpm)

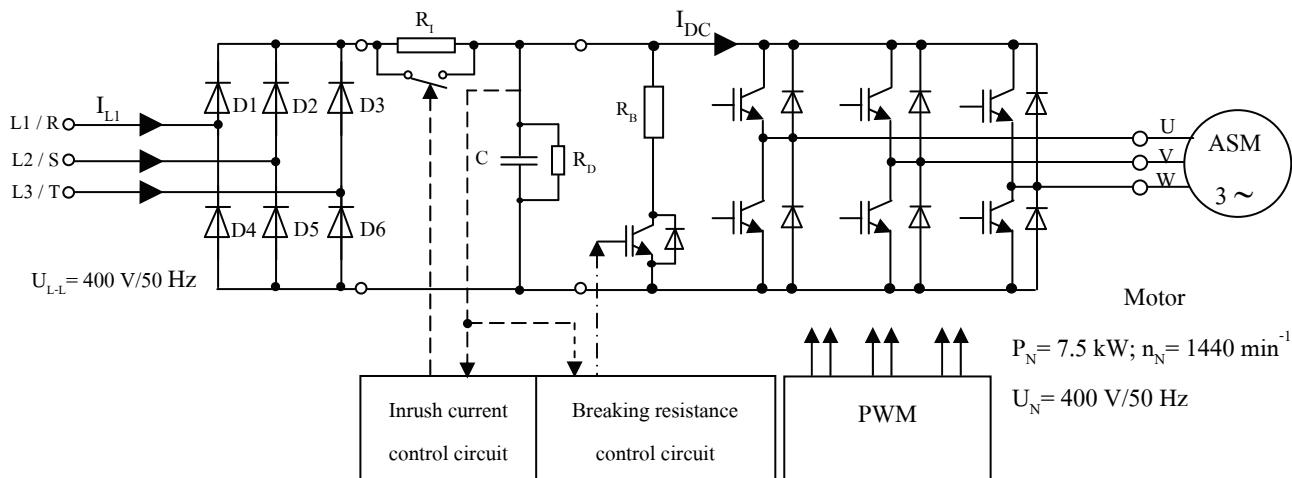
ƒ คือ ความถี่ที่แหล่งจ่าย (Hz)

$P$  គឺជាកំណែនត្រូវមេឡើង (Pole)

ภาพที่ 1 กราฟแสดงคุณลักษณะสมบัติ การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าด้วยวิธีการปรับแรงดันไฟฟ้าต่อความถี่ ในช่วงตั้งแต่ความถี่ 0 Hz ไปจนถึงความถี่ที่พิกัดของมอเตอร์ไฟฟ้าเพื่อทำให้แรงบิดคงที่ ส่วนในช่วงตั้งแต่ความถี่ที่พิกัดไปจนถึงความถี่ 2 เท่าที่พิกัดของมอเตอร์ไฟฟ้า ส่วนผลทำให้แรงบิดลดลง

การปรับความเร็วของมอเตอร์ไฟฟ้า ใช้หลักการเปลี่ยนแปลงความถี่ ตามสมการที่ 2. ในงานวิจัยนี้ใช้วิธีการปรับแรงดันไฟฟ้าต่อความถี่หรือที่เรียกว่าชุดขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ (Variable Speed Drives/Inverter) ตามสมการที่ 1 ทำการปรับความถี่ตั้งแต่ 30 Hz; 40 Hz; 50 Hz; 60 Hz; 70 Hz; 80 Hz; 90 Hz; 100 Hz; ตามลำดับเพื่อศึกษาการ

ทำงานของชุดขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ ดังแสดงใน  
ภาพที่ 1.



ภาพที่ 2. การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า ด้วยชุดขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้า

#### 4. โมเดลทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Model of

##### Induction Motor) ของมอเตอร์ไฟฟ้า

โมเดลทางคณิตศาสตร์ของมอเตอร์ไฟฟ้า [4] แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้ คือ

##### 4.1 ด้านไฟฟ้า

$$u_{ds} = R_s i_{ds} + \frac{d\lambda_{ds}}{dt} - \omega_e \lambda_{qs} \quad (1)$$

$$u_{qs} = R_s i_{qs} + \frac{d\lambda_{qs}}{dt} + \omega_e \lambda_{ds} \quad (2)$$

$$u_{dr} = 0 = R_r i_{dr} + \frac{d\lambda_{dr}}{dt} - (\omega_e - \omega_r) \lambda_{qr} \quad (3)$$

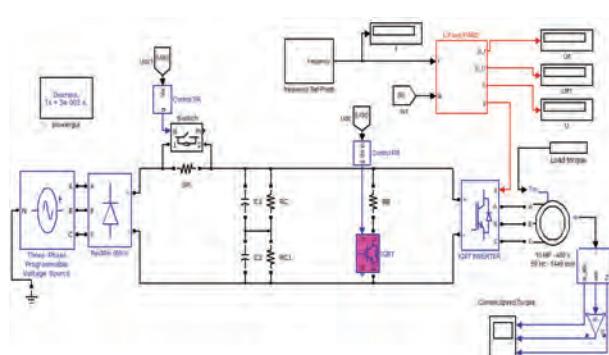
$$u_{qr} = 0 = R_r i_{qr} + \frac{d\lambda_{qr}}{dt} + (\omega_e - \omega_r) \lambda_{dr} \quad (4)$$

##### 4.2 ด้านทางกล

$$T_e = \frac{3}{2} \frac{P}{2} L_m [i_{qs} i_{dr} - i_{ds} i_{qr}] \quad (5)$$

$$\frac{d\omega_r}{dt} = \frac{P}{2H} (T_e - T_L) \quad (6)$$

ภาพที่ 3. แสดงชุดขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส โดยมีฟังก์ชันและพารามิเตอร์ต่างๆ ดังนี้ ภาควงจรกำลัง ประกอบด้วย ระบบไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส วงจรเรียงกระแส 3 เฟส แบบเต็มคลื่น ตัวต้านทานลดกระแสสูงเกินขณะ starters ตัวต้านทานจำกัดแรงดันไฟฟ้าสูงเกิน และวงจรอินเวอร์เตอร์ ในส่วนของวงจรควบคุมประกอบด้วย วงจรควบคุมการทำงาน ตัวต้านทานลดกระแสสูงเกินขณะ starters วงจรควบคุมการทำงาน ตัวต้านทานจำกัดแรงดันไฟฟ้าสูงเกิน วงจรควบคุมการทำงาน วงจรอินเวอร์เตอร์ (PWM) และนำ้มำสมการจากโมเดลทางคณิตศาสตร์ของมอเตอร์ไฟฟ้า ทำการจำลอง ด้วยโปรแกรม MATLAB/Simulink.



ภาพที่ 3. การจำลองชุดขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟสด้วยโปรแกรม MATLAB/Simulink



ในช่วงไกดามิกส์และช่วงสภาวะคงตัว ของ กระแสไฟฟ้า แรงบิด ความเร็วอบ ในขณะไม่มีโหลดที่เวลา 0 -1 วินาที และ มีโหลดที่เวลา 1 วินาที ส่งผลให้ความเร็วอบลดลง แรงบิด และกระแสไฟฟ้าเพิ่มขึ้น ดังแสดงในภาพที่ 4 -7 ซึ่งสอดคล้อง กับกราฟคุณลักษณะสมบัติ การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าด้วยวิธี อัตราส่วนของแรงดันไฟฟ้าต่อความถี่ ในย่านแรงบิดของ มอเตอร์ไฟฟ้าคงที่ ดังแสดงในภาพที่ 1.

#### ตารางที่ 1. ข้อมูลทางเทคนิคของมอเตอร์ไฟฟ้า

กำลังอาห์ฟุทที่พิกัด ( $P_N$ )	7.5 kW (10 HP)
แรงดันไฟฟ้าที่พิกัด ( $U_N$ )	400 V
ความถี่ที่พิกัด ( $f_N$ )	50 Hz
กระแสไฟฟ้าที่พิกัด ( $I_N$ )	12.63 A
แรงบิดที่พิกัด ( $M_N$ )	49 Nm

การสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้าด้วยชุดระบบขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้า ที่ความถี่ 80 Hz ผลการจำลอง แสดงการจำลอง ในช่วงไกดามิกส์และช่วงสภาวะคงตัว ของกระแสไฟฟ้า แรงบิด ความเร็วอบ ในขณะไม่มีโหลดที่เวลา 0 -1.2 วินาที และ มีโหลดที่เวลา 1.2 วินาที และในวินาทีที่ 2.5 ส่งผลให้ กระแสไฟฟ้าเพิ่มขึ้น แรงบิดลดต่ำลงกว่าแรงบิดที่พิกัด ใน วินาทีที่ 3 ความเร็วอบลดลงเป็นศูนย์ ดังแสดงในภาพที่ 8 ที่ ความถี่ 90 Hz ผลการจำลองแสดงกระแสไฟฟ้า แรงบิด ความเร็วอบ ในขณะไม่มีโหลดที่เวลา 0 -1.2 วินาที และ มีโหลดที่เวลา 1.2 วินาที และในวินาทีที่ 1.4 ส่งผลให้ กระแสไฟฟ้าเพิ่มขึ้น แรงบิดลดต่ำลงกว่าแรงบิดที่พิกัด ความเร็วอบลดลงเป็นศูนย์ ในวินาทีที่ 1.7 ดังแสดงในภาพที่ 9 และที่ความถี่ 100 Hz ผลการจำลอง แสดงการจำลอง ในช่วงไกดามิกส์และช่วงสภาวะคงตัว ของกระแสไฟฟ้า แรงบิด ความเร็วอบ ในขณะไม่มีโหลดที่เวลา 0 -1.2 วินาที และ มีโหลดที่เวลา 1.2 วินาที และในวินาทีที่ 1.3 ส่งผลให้ กระแสไฟฟ้าเพิ่มขึ้น แรงบิดลดต่ำลงกว่าแรงบิดที่พิกัด ความเร็วอบลดลงเป็นศูนย์ ในวินาทีที่ 1.6 ดังแสดงในภาพที่ 10 ซึ่งสอดคล้องกับกราฟคุณลักษณะสมบัติ การควบคุม มอเตอร์ไฟฟ้าด้วยวิธี อัตราส่วนของแรงดันไฟฟ้าต่อความถี่ ใน ย่านแรงบิดของมอเตอร์ไฟฟ้าลดลง ดังแสดงในภาพที่ 1.

ตารางที่ 2 แสดงผล ความเร็วอบมอเตอร์ไฟฟ้าที่ควบคุม ด้วยชุดระบบขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้าด้วยโปรแกรม MATLAB/Simulink ที่ความถี่ 30 Hz -70 Hz โดยใช้เงื่อนไข แรงบิดคงที่ และโหลดที่พิกัด

ตารางที่ 2. ผลการจำลองการทำงานของชุดระบบขับเคลื่อน มอเตอร์ไฟฟ้าด้วยโปรแกรม MATLAB/Simulink [3]

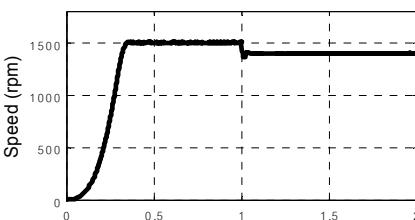
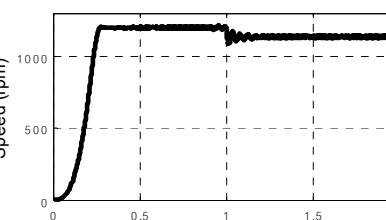
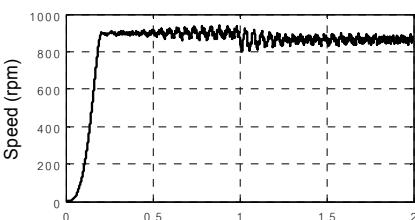
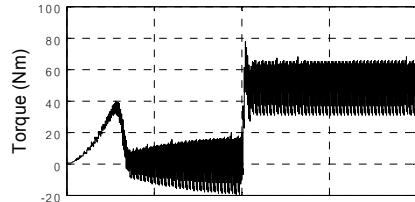
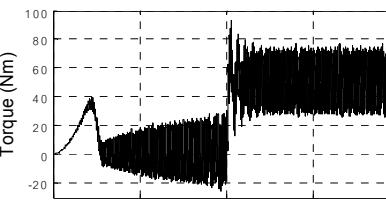
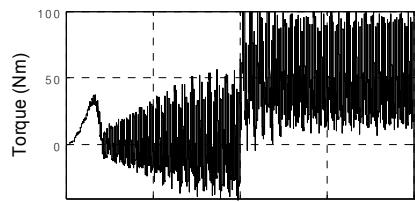
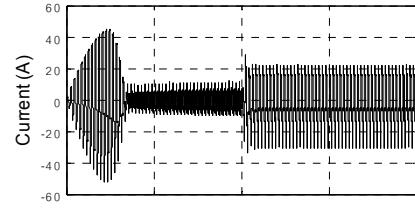
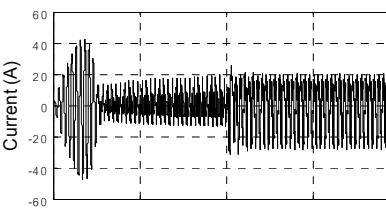
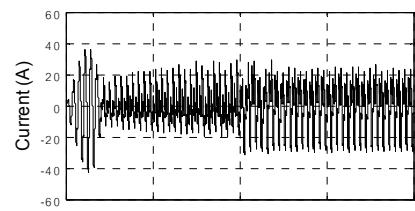
$f_{\text{set-point}}$	$n_1$	$n_{N,\text{Simulation}}$
30 Hz	900 rpm	840 rpm
40 Hz	1200 rpm	1140 rpm
<b>50 Hz</b>	<b>1500 rpm</b>	<b>1400 rpm</b>
60 Hz	1800 rpm	1640 rpm
70 Hz	2100 rpm	1840 rpm

#### 6. ผลการนำไปใช้กับนักศึกษา

การจำลองแบบระบบขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส โดยใช้โปรแกรม MATLAB/Simulink นำไปทดลองใช้ กับนักศึกษา ชั้นปีที่ 4 สาขาวิชาเทคโนโลยีวิศวกรรม อิเล็กทรอนิกส์ กำลัง ภาควิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมไฟฟ้า วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระ จอมเกล้าพระนครเหนือ จำนวนนักศึกษา 82 คน พบว่า ค่าก่อนสอน ได้คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 18.68 คะแนน หรือคิดเป็น ร้อยละ 22.78 หลังการสอน ได้คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 42.65 หรือ คิดเป็นร้อยละ 52.02

#### 7. สรุป

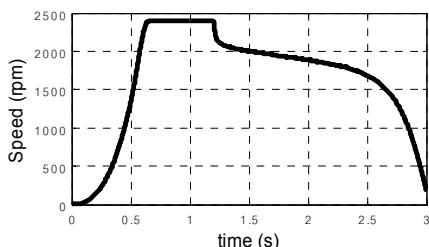
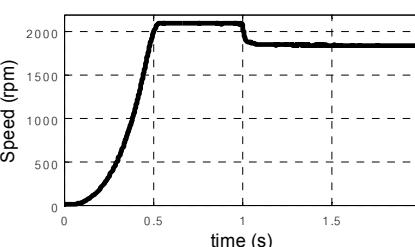
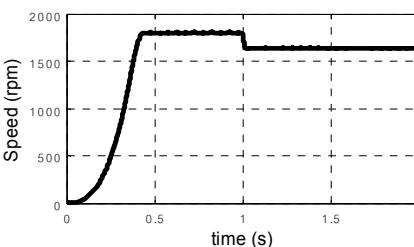
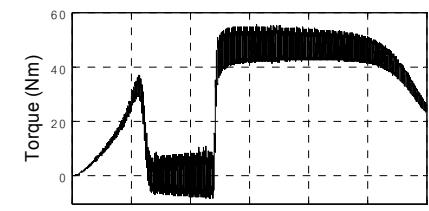
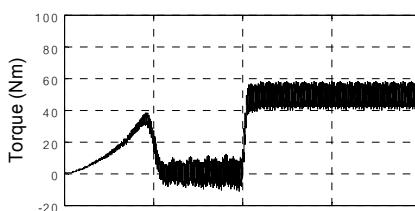
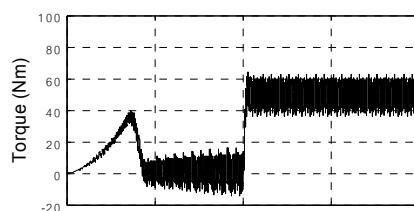
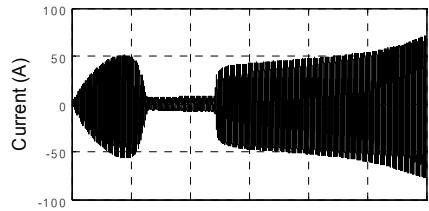
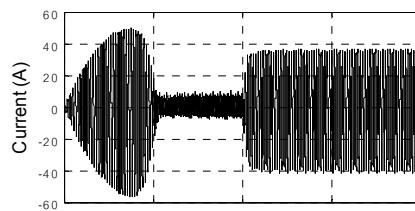
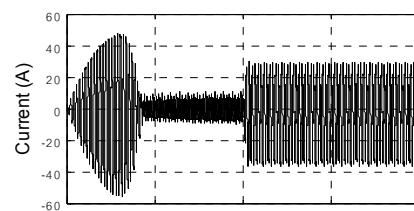
จากการจำลองการทำงานของ ระบบขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้า โดยใช้เทคโนโลยีการควบคุมแบบ อัตราส่วนของ แรงดันไฟฟ้าต่อความถี่ ด้วยโปรแกรม MATLAB/Simulink นั้นสามารถนำไปใช้เป็นสื่อการเรียน การสอน เพื่อทำความเข้าใจในการทำงานของระบบขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้า โดย วิเคราะห์จาก กระแสไฟฟ้า แรงบิด ความเร็วอบ ของมอเตอร์ไฟฟ้า มีความสอดคล้องกับผลลัพธ์ที่ได้จากการทดลองจริง



ภาพที่ 4.  $f_{\text{set-point}} = 30 \text{ Hz}$

ภาพที่ 5.  $f_{\text{set-point}} = 40 \text{ Hz}$

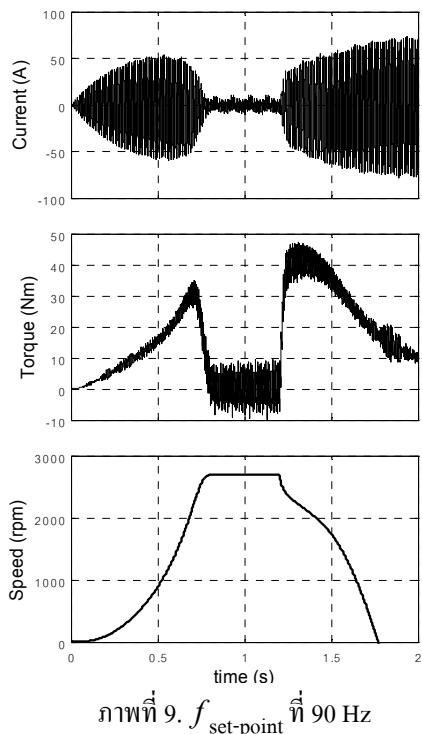
ภาพที่ 6.  $f_{\text{set-point}} = 50 \text{ Hz}$



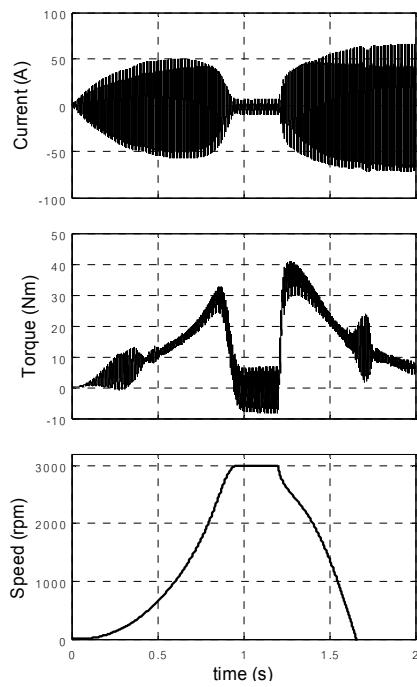
ภาพที่ 6.  $f_{\text{set-point}} = 60 \text{ Hz}$

ภาพที่ 7.  $f_{\text{set-point}} = 70 \text{ Hz}$

ภาพที่ 8.  $f_{\text{set-point}} = 80 \text{ Hz}$



ภาพที่ 9.  $f_{\text{set-point}}$  ที่ 90 Hz



ภาพที่ 10.  $f_{\text{set-point}}$  ที่ 100 Hz

## 8. เอกสารอ้างอิง

- [1] Amar Bentounsi, Hind Djeghloud, Hocine Benalla, Tahar Birem, and Hamza Amiar “Computer-Aided Teaching Using MATLAB/Simulink for Enhancing an IM Course With Laboratory Tests,” IEEE TRANSACTIONS ON EDUCATION, VOL. 54, NO. 3, AUGUST 2011.
- [2] DRIVE ACADEMY SEW EURODRIVE
- [3] Peter F. Brosch “Moderne Strom-richterantriebe
- [4] Aleck W. Leedy “Simulink / MATLAB Dynamic Induction Motor Model for Use as A Teaching and Research Tool,” International Journal of Soft Computing and Engineering (IJSCE) ISSN: 2231-2307, Volume-3, Issue-4, September, 2013



วงจรจำลองค่าอุปกรณ์แบบลอยที่สามารถควบคุมด้วยกระแส  
โดยใช้ DV-CCTA โครงสร้างแบบ BiCMOS  
**A Current-controlled Floating Simulator using BiCMOS DV-CCTA**

อดีศร Kavanaugh<sup>1</sup>, กังวาล พยัคฆกุล<sup>2</sup>, ประชารัฐ สัตถ์พาผล<sup>2</sup>, ไพริษ พิพัฒน์ธิติกร<sup>2</sup> และมนตรี ศิริปรัชญาณันท์<sup>2</sup>

<sup>1</sup>วิทยาลัยเทคโนโลยีและสาขาวิชาการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา  
98 หมู่ 8 ต.ป่าปีอง อ.ดอยสะเก็ต จ.เชียงใหม่ จ.เชียงใหม่ 50220

<sup>2</sup>ห้องวิจัยการออกแบบวงจรรวม ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ 1518 ถ.ประชาราษฎร์ 1 เขตบางซื่อ กรุงเทพมหานคร 10800  
adisorn\_401@hotmail.com, kangwal.p@gmail.com, pracharat2012@hotmail.com, paisit.pi@hotmail.com,  
mts@kmutnb.ac.th

### บทคัดย่อ

บทความนิ่นนำเสนอวงจรจำลองค่าอุปกรณ์แบบลอย โดยใช้วงจรผลต่างแรงดันขยายความนำถ่ายโอนสายพานกระแส (*Differential Voltage Current Conveyor Transconductance Amplifier : DV-CCTA*) ที่มีโครงสร้างแบบ *BiCMOS* ต่อร่วมกับ อุปกรณ์พาสซีฟที่ต่อลงกราวน์ดอิค 2 ตัว วงจรที่สังเคราะห์ขึ้นสามารถแสดงผลการทำงานได้ทั้ง 3 แบบ คือ ตัวด้านท่าน ตัว เนี่ยยวน์ และตัวเก็บประจุแบบลอยที่ขึ้นอยู่กับการเลือกอุปกรณ์พาสซีฟในวงจรและสามารถทำหน้าที่ได้ทั้งสามแบบ โดยที่ไม่ต้องเปลี่ยนแปลง โครงสร้างของวงจร อิคทั้งค่าของอุปกรณ์ที่ได้จากการจำลองสามารถควบคุมได้ด้วยวิธีทางอิเล็กทรอนิกส์ ผลการทดสอบการทำงานด้วย *PSpice* พบว่า วงจรจำลองค่าความต้านทานแบบลอยมีอัตราดีดงกำลังไฟฟ้า  $7.02\text{mW}$  วงจรจำลองค่าความเนี่ยยวน์แบบลอยมีอัตราดีดงกำลังไฟฟ้า  $2.29\text{mW}$  และวงจรส่วนเก็บประจุแบบลอยมีอัตราดีดงกำลังไฟฟ้า  $1.17\text{mW}$  เมื่อทำการทดสอบการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิที่  $27, 50$  และ  $100$  องศาเซลเซียส พบว่าวงจรทั้ง 3 แบบมีค่าอิมพีเดนซ์ของวงจรเปลี่ยนแปลงไปเพียง  $0.31\%/\text{C}$ ,  $0.224\%/\text{C}$  และ  $0.218\%/\text{C}$  ตามลำดับ

**คำสำคัญ:** วงจรจำลองค่าอุปกรณ์ วงจรผลต่างแรงดันขยายความนำถ่ายโอนสายพานกระแส

### Abstract

*This paper presents a floating simulator using only single based on BiCMOS Differential Voltage Current Conveyor Transconductance Amplifier (DV-CCTA) and only 2 grounded passive elements. The synthesized circuit can offer the floating resistance, floating inductance and floating capacitance conversion depending on the passive component selection. Moreover, they can offer all functions and without modifying circuit configuration requirement. The simulated component values can be controlled with electronic method. The circuit performance investigations obtained via PSpice for the floating simulator based on BiCMOS DV-CCTA, it is found that its power consumption for resistance simulation is  $7.02\text{mW}$ ,  $2.29\text{mW}$  for inductance simulation and  $1.17\text{mW}$  for capacitance simulation. In addition, the temperature deviations of the simulated values from temperature variations of  $27, 50$  and  $100^\circ\text{C}$  are  $0.31\%/\text{C}$ ,  $0.224\%/\text{C}$  and  $0.218\%/\text{C}$  for resistance, inductance simulator and capacitance simulator, respectively.*

**Keyword:** floating simulator, DV-CCTA



## 1. บทนำ

ในปัจจุบันนี้ การสังเคราะห์วงจรเพื่อเลือกแบบหรือจำลอง อุปกรณ์พาสซีฟได้กลายเป็นเรื่องที่ได้รับความนิยมเป็นอย่างมาก เนื่องจากสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในวงจรไฟฟ้าและ อิเล็กทรอนิกส์ได้หลากหลาย เช่น การออกแบบวงจรกำเนิด สัญญาณ วงจรกรองความถี่ ตลอดจนการกำจัดค่าอุปกรณ์แฟงที่ ไม่ต้องการที่อยู่ในอุปกรณ์หรือวงจร [1-2] งานพัฒนาหนึ่งที่ ได้รับความนิยมคือ การออกแบบวงจรรวม (Integrated circuit) ที่สามารถเลียนแบบเป็นตัวหนึ่งยาน้ำได้ ทั้งนี้เพื่อนำไปทดสอบ ตัวหนึ่งยาน้ำจริงที่มีข้อจำกัดคือ ขนาดและน้ำหนักที่มากและ ประสิทธิภาพที่ดี อีกทั้งไม่สามารถทำการผลิตให้อยู่ในรูปของ วงจรรวมเพื่อให้ในผลิตภัณฑ์อิเล็กทรอนิกส์ขนาดเล็กได้ โดยง่าย รวมทั้งไม่สามารถปรับค่าความหนาแน่นยาน้ำได้ และเมื่อ ไม่นานมานี้ กลุ่มผู้นำเสนอหั้งจรเลียนแบบค่าความหนาแน่นยาน้ำ และความถี่ไฟฟ้าแบบโลย ที่อยู่ในรูปแบบของวงจรรวม [2-15] ซึ่งมีการใช้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์สมัยใหม่เป็นอุปกรณ์หลักที่ นำมาสร้างอย่างหลากหลาย เช่น ใช้งานส่งผ่านความนำ (Operational Transconductance Amplifier, OTA) วงจร สายพาณระแส (Current conveyor) วงจรอุปกรณ์ป้อนกลับ กระแส เป็นต้น อย่างไรก็ตาม จากการศึกษาพบว่า วงจรที่ได้ นำเสนอมาในนี้ ยังมีข้อจำกัดต่างๆ ดังต่อไปนี้

- ต้องการความสมพงษ์ของอุปกรณ์พาสซีฟที่ใช้ [6-8], [12]
- ไม่สามารถควบคุมค่าได้ด้วยวิธีการอิเล็กทรอนิกส์ [6-13], [15] ซึ่งกำลังได้รับความนิยมสำหรับระบบวงจร อิเล็กทรอนิกส์สมัยใหม่ เนื่องจากสามารถประยุกต์เข้ากับ การควบคุมแบบอัตโนมัติหรือใช้ในโครค่อนโตรลเลอร์ ได้โดยง่าย [1]
- ใช้ตัวเก็บประจุแบบโลย ซึ่งไม่เหมาะสมกับการสร้างเป็น วงจรรวม [6-13]
- ใช้ตัวเก็บประจุต้องยังข้าต่อที่ไม่เหมาะสม ซึ่งทำให้เกิด ความถี่ไฟฟ้า ขั้นตอนสนองความถี่ได้ต่ำ [10], [13-15]
- ให้ฟังก์ชันได้เฉพาะ ตัวต้านทานแบบลบที่ผันแปรตาม ความถี่ (Frequency dependent negative resistance,

FDNR) ตัวหนึ่งยาน้ำแบบโลยและลงกราวน์ค์ เท่านั้น [10-15]

- ค่าอิมพีเดนซ์ที่ให้มำจะขึ้นอยู่กับค่าอุณหภูมิ ส่งผลให้ วงจรหรือระบบมีความไม่เสถียรต่อการเปลี่ยนแปลง สภาพแวดล้อม [2-3], [5-15]

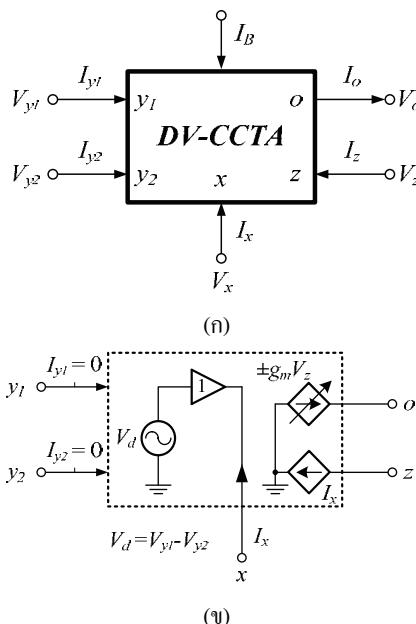
เมื่อเร็วๆนี้ได้มีผู้นำเสนองานจำลองค่าอุปกรณ์แบบโลยที่ สามารถควบคุมได้ด้วยวิธีทางอิเล็กทรอนิกส์โดยใช้ DV-CCTA เพียงตัวเดียวและอุปกรณ์แอกทีฟที่ต่อลงกราวน์ค์อีก 2 ตัว [16] ซึ่งวงจรสามารถทำหน้าที่ได้ทั้งตัวต้านทาน ตัว หนึ่งยาน้ำและตัวเก็บประจุแบบโลยที่ขึ้นอยู่กับการเลือก อุปกรณ์พาสซีฟในวงจรและยังสามารถทำหน้าที่ได้ทั้งสาม แบบโดยไม่ต้องเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของวงจร อีกทั้งไม่ ต้องการความสมพงษ์กันของอุปกรณ์อิเก็ดวาย แต่อย่างไรก็ดี โครงสร้างวงจรจำลองค่าอุปกรณ์ดังกล่าวใน ถูกออกแบบโดย ใช้เทคโนโลยี BJT ซึ่งจะส่งผลทำให้มีปัญหาในเรื่องของ แรงดันและกระแสออกปะเช็ก เนื่องจากการใช้ BJT ใน การสร้าง วงจรจะท่อนกระแสจะมีความผิดพลาดสูงกว่าวงจรท่อน กระแสที่สร้างมาจาก CMOS [17] โดยผลกระทบของออกปะเช็ก ที่เกิดขึ้นจะทำให้ความแม่นยำของวงจรลดลง โดยเฉพาะอย่าง ยิ่งในวงจรระบบการวัดและเครื่องมือวัด

ดังนั้น ในงานวิจัยนี้ จึงต้องการออกแบบและสังเคราะห์ วงจรจำลองค่าอุปกรณ์แบบโลยโดยใช้ DV-CCTA ที่มี โครงสร้างแบบ BiCMOS เพื่อลดปัญหาความผิดพลาดของ แรงดันและกระแสออกปะเช็กที่อาจต้องพูด วงจรสามารถทำหน้าที่ เป็นตัวต้านทานแบบโลย ตัวหนึ่งยาน้ำแบบโลยและตัวเก็บประจุ แบบโลยด้วยการเลือกอุปกรณ์พาสซีฟในวงจร อีกทั้งยัง สามารถทำหน้าที่ทั้งสามแบบได้โดยที่ไม่ต้องเปลี่ยนแปลง โครงสร้างและไม่ต้องการความสมพงษ์กันของอุปกรณ์ วงจรที่ นำเสนอประกอบด้วย DV-CCTA ที่มีโครงสร้างแบบ BiCMOS จำนวน 1 ตัวและมีอุปกรณ์แอกทีฟที่ต่อลงกราวน์ค์ เพียง 2 ตัวท่านั้น ทำให้วงจรที่นำเสนอ มีความเหมาะสมใน การพัฒนาให้อยู่ในรูปแบบวงจรรวม ตัวอย่างการประยุกต์ใช้ งานวงจรจำลองค่าอุปกรณ์ในวงจรกรองความถี่และถึงความ สอดคล้องกับทฤษฎีที่ได้มีการวิเคราะห์ไว้เป็นอย่างดี

## 2. ทฤษฎีและหลักการ

### 2.1 หลักการทำงานของ DV-CCTA

ในงานวิจัยนี้ เป็นการสังเคราะห์วงจรจำลองค่าอุปกรณ์โดยใช้ DV-CCTA ที่มีโครงสร้างแบบ BiCMOS ซึ่งออกแบบมาเพื่อวงจร DV-CCTA อย่างคร่าวๆ ซึ่ง DV-CCTA [18] มีลักษณะเดียวกันกับวงจรสมมูลแสดงดังภาพที่ 1



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

ลักษณะสมบัติของ DV-CCTA โดยทั่วไป สามารถแสดงด้วยสมการเมตริกซ์ได้ดังสมการที่ (1)

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

เมื่อ  $g_m$  คือ ค่าความนำด้วยโอนของ DV-CCTA ซึ่งสามารถหาได้จากสมการที่ (2)

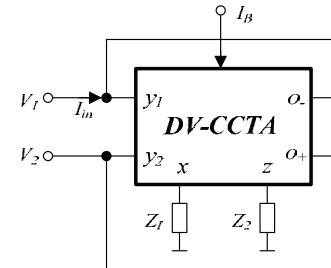
$$g_m = \frac{I_B}{2V_T} \quad (2)$$

โดยที่  $I_B$  และ  $V_T$  คือ กระแสไบโอสและค่าศักดิ์ความร้อนที่อุณหภูมิห้อง มีค่าประมาณ  $26mV$  ตามลำดับ

### 2.2 วงจรที่นำเสนอด้วย DV-CCTA

ในงานวิจัยนี้ เป็นการสังเคราะห์วงจรจำลองค่าอุปกรณ์แบบโลจิคโดยใช้ DV-CCTA ที่มีโครงสร้างแบบ BiCMOS โดยสามารถทำการควบคุมค่าของอุปกรณ์ได้ด้วยกระแสและ

กำหนดค่าของอุปกรณ์ได้ด้วยการเลือกอุปกรณ์พารามิเตอร์  $Z_1$  และ  $Z_2$  ในวงจร ดังแสดงในภาพที่ 2



ภาพที่ 2 : วงจรจำลองค่าอุปกรณ์แบบโลจิคโดยใช้ DV-CCTA ที่มีโครงสร้างแบบ BiCMOS

จากภาพที่ 2 เมื่อทำการพิจารณาลักษณะสมบัติของ DV-CCTA จะได้ค่าอินพุตอิมพีเดนซ์ของวงจรดังสมการที่ (3)

$$Z_{in} = \frac{V_1 - V_2}{I_{in}} = \frac{Z_1}{g_m Z_2} \quad (3)$$

เมื่อแทนค่า  $g_m$  จากสมการที่ (2) ลงในสมการที่ (3) จะได้ค่าอินพุตอิมพีเดนซ์ของวงจร

$$Z_{in} = \frac{2V_T}{I_B} \frac{Z_1}{Z_2} \quad (4)$$

จากสมการที่ (4) พบว่าค่าอินพุตอิมพีเดนซ์ของวงจรสามารถควบคุมได้ด้วยกระแส  $I_B$

เมื่อกำหนดให้  $2V_T / I_B = K$  จะได้

$$Z_{in} = K \frac{Z_1}{Z_2} \quad (5)$$

จากสมการที่ (5) พบว่า วงจรสามารถทำหน้าที่เป็นตัวต้านทานแบบโลจิค ตัวหนี่ยวนำแบบโลจิคและตัวเก็บประจุแบบโลจิคโดยการเลือกอุปกรณ์พารามิเตอร์ในวงจร ที่  $Z_1$  และ  $Z_2$  ซึ่งสามารถอธิบายได้ดังนี้

1) วงจรจำลองตัวต้านทานแบบโลจิค

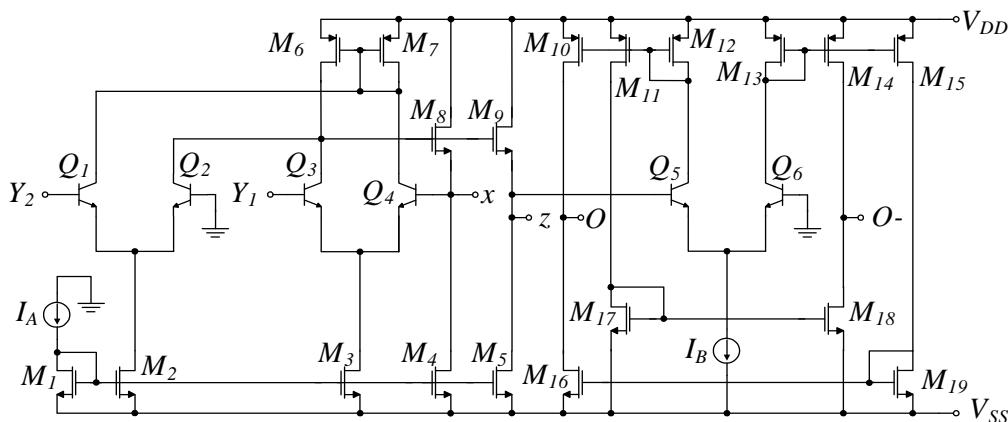
ถ้ากำหนดให้  $Z_1 = R_1$  และ  $Z_2 = R_2$  จะพบว่าวงจรทำหน้าที่เป็นตัวต้านทานแบบโลจิค ดังนี้

$$Z_{in} = K \frac{R_1}{R_2} = R_{eq} \quad (6)$$

โดยที่ค่าความต้านทานเสมือนเท่ากับ  $R_{eq} = KR_1 / R_2$

2) วงจรจำลองตัวหนี่ยวนำแบบโลจิค

ถ้ากำหนดให้  $Z_1 = R_3$  และ  $Z_2 = 1 / sC_1$  จะพบว่าวงจรทำหน้าที่เป็นตัวหนี่ยวนำแบบโลจิค ดังนี้



ภาพที่ 3 : โครงสร้างภายในของ DV-CCTA แบบ BiCMOS

$$Z_{in} = K \frac{R_3}{\left( \frac{1}{sC_1} \right)} = KsC_1R_3 = sL_{eq} \quad (7)$$

โดยที่ค่าความหนาแน่นนำเมื่อเท่ากับ  $L_{eq} = KC_1R_3$

3) วงจรจำลองตัวเก็บประจุแบบลอย

ถ้ากำหนดให้  $Z_1 = 1/sC_2$  และ  $Z_2 = R_4$  จะพบว่าวงจรทำหน้าที่เป็นตัวเก็บประจุแบบลอย ดังนี้

$$Z_{in} = K \frac{1}{sC_2} \frac{1}{R_4} = K \frac{1}{sC_2 R_4} = \frac{1}{sC_{eq}} \quad (8)$$

โดยที่ค่าความจุเมื่อเท่ากับ  $C_{eq} = C_2 R_4 / K$

จากสมการที่ (6) ถึง (8) พบว่าสามารถควบคุมค่าตัวด้านท่าน ตัวหนึ่งยานำและตัวเก็บประจุ ได้ด้วยวิธีทางอิเล็กทรอนิกส์ ด้วยการปรับปรุงค่า  $I_B$  นั่นเอง

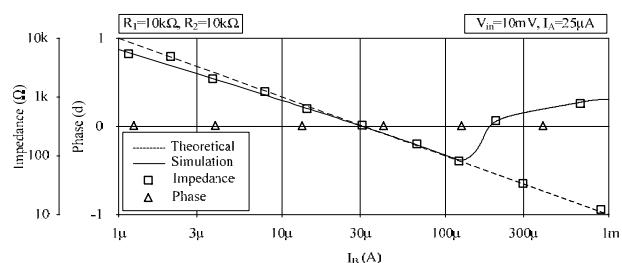
### 3. ผลการจำลองการทำงาน

เพื่อเป็นการยืนยันและทดสอบสมรรถนะของวงจรที่นำเสนอ จึงได้จำลองการทำงานของวงจรจำลองค่าอุปกรณ์ จากระบบ DV-CCTA ที่มีโครงสร้างแบบ BiCMOS และแสดงดังภาพที่ 3 เมื่อกำหนดให้ทรานซิสเตอร์ PNP และ NPN ที่ใช้ในการจำลองการทำงานของวงจรได้ใช้พารามิเตอร์ของไบโพลาร์ ทรานซิสเตอร์เบอร์ PR200N เบอร์ NR200N ตามลำดับ ซึ่งเป็นทรานซิสเตอร์อาร์เรย์ ALA400 ของบริษัท AT&T [19] และ mosทรานซิสเตอร์ชนิด PMOS และชนิด NMOS ที่ใช้ในการจำลองการทำงานของวงจร โดยได้ใช้พารามิเตอร์ของ  $0.5\mu\text{m}$

MIETEC [20] ซึ่งอัตราส่วน W/L ของทรานซิสเตอร์แสดงได้ดังตารางที่ 1 โดยกำหนดให้วงจรทำงานที่แรงดัน  $\pm 1.5\text{V}$  กำหนดค่ากระแสไบแอสของ DV-CCTA แบบ BiCMOS ที่นำมาทำเป็นวงจรจำลองค่าอุปกรณ์ทั้ง 3 วงจร ไว้ที่  $I_B=100\mu\text{A}$  สามารถแสดงผลการทำงานได้ดังนี้

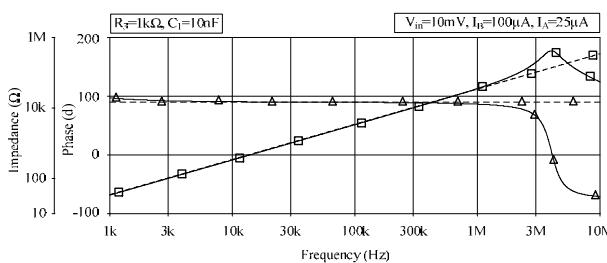
ตารางที่ 1 ค่าอัตราส่วนขนาดของทรานซิสเตอร์ของวงจร DV-CCTA แบบ BiCMOS

Transistors	W/L ( $\mu\text{m}$ )
$M_1\text{-}M_5$	150/1
$M_6\text{-}M_7$	8/0.5
$M_8\text{-}M_{19}$	10/1



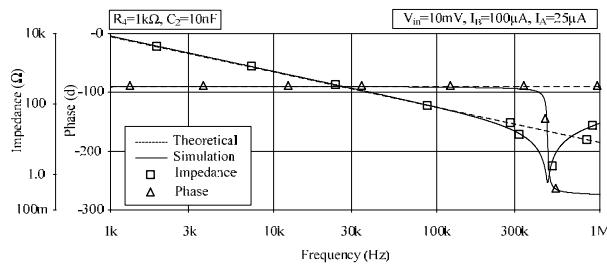
ภาพที่ 4 : ค่าอิมพีเดนซ์ของวงจรเมื่อทำหน้าที่เป็นตัวด้านท่านแบบลอย

ภาพที่ 4 แสดงค่าอิมพีเดนซ์ของวงจรที่ได้จากการจำลอง การทำงานเบริญที่บันทึกในทางทฤษฎีที่ได้ไว้เคราะห์ไว้ เมื่อ วงจรทำหน้าที่เป็นตัวด้านท่านแบบลอย โดยกำหนดให้  $R_1=10\text{k}\Omega$  และ  $R_2=10\text{k}\Omega$



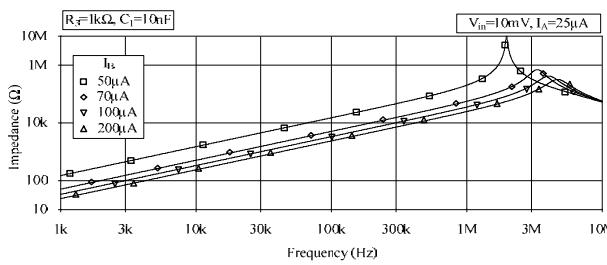
ภาพที่ 5 : ค่าอิมพีเดนซ์ของวงจรเมื่อทำหน้าที่เป็นตัวเหนี่ยวนำแบบคลอย

ภาพที่ 5 แสดงค่าอิมพีเดนซ์ของวงจรที่ได้จากการจำลองการทำงานเบริญเทียบกับในทางทฤษฎีที่ได้ไว้เคราะห์ไว้ เมื่อวงจรทำหน้าที่เป็นตัวเหนี่ยวนำแบบคลอย โดยกำหนดให้  $R_3=1k\Omega$  และ  $C_1=10nF$



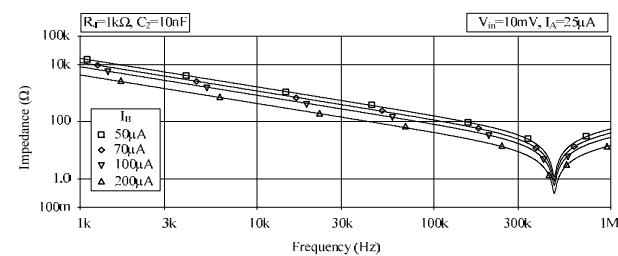
ภาพที่ 6 : ค่าอิมพีเดนซ์ของวงจรเมื่อทำหน้าที่เป็นตัวเก็บประจุแบบคลอย

ภาพที่ 6 แสดงค่าอิมพีเดนซ์ของวงจรที่ได้จากการจำลองการทำงานเบริญเทียบกับในทางทฤษฎีที่ได้ไว้เคราะห์ไว้ เมื่อวงจรทำหน้าที่เป็นตัวเก็บประจุแบบคลอย โดยกำหนดให้  $R_4=1k\Omega$  และ  $C_2=10nF$



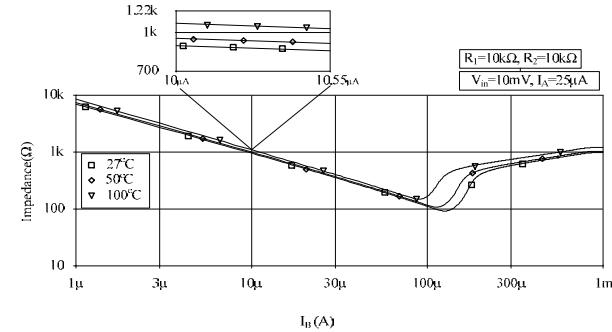
ภาพที่ 7 : ค่าอิมพีเดนซ์ของวงจรเมื่อทำหน้าที่เป็นตัวเหนี่ยวนำแบบคลอย เมื่อเปลี่ยนค่ากระแส  $I_B$

ภาพที่ 7 แสดงค่าอิมพีเดนซ์ของวงจรจำลองตัวเหนี่ยวนำแบบคลอย เมื่อเปลี่ยนแปลงค่ากระแสไบแอด  $I_B$  สิ่งที่ได้แก่  $50\mu A$ ,  $70\mu A$ ,  $100\mu A$  และ  $200\mu A$  พบว่าสามารถปรับค่าอุปกรณ์ได้ด้วยกระแสไบแอด  $I_B$



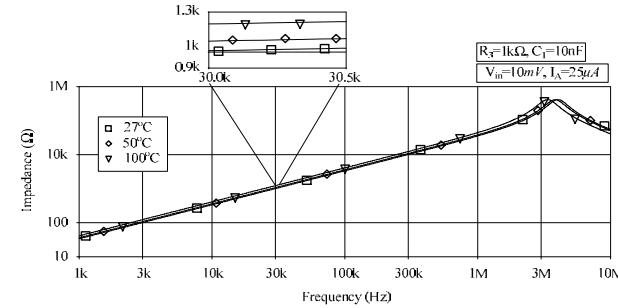
ภาพที่ 8 : ค่าอิมพีเดนซ์ของวงจรเมื่อทำหน้าที่เป็นตัวเก็บประจุแบบคลอย เมื่อเปลี่ยนค่ากระแส  $I_B$

ภาพที่ 8 แสดงค่าอิมพีเดนซ์ของวงจรจำลองตัวเก็บประจุแบบคลอย เมื่อเปลี่ยนแปลงค่ากระแสไบแอด  $I_B$  สิ่งที่ได้แก่  $50\mu A$ ,  $70\mu A$ ,  $100\mu A$  และ  $200\mu A$  จากภาพจะเห็นว่าสามารถปรับค่าอุปกรณ์ได้ด้วยกระแสไบแอดนั่นเอง



ภาพที่ 9 : ค่าอิมพีเดนซ์ของวงจรเมื่อทำหน้าที่เป็นตัวต้านทานแบบคลอย เมื่อเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ

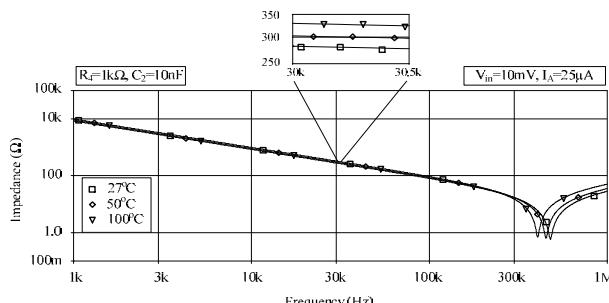
ภาพที่ 9 แสดงค่าอิมพีเดนซ์ของวงจรจำลองตัวต้านทานแบบคลอย เมื่อทำการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในการทดสอบการทำงานไปสามค่า คือ  $27$ ,  $50$  และ  $100$  องศาเซลเซียส พบว่าค่าอิมพีเดนซ์ของวงจร มีการเปลี่ยนแปลงไปเพียง  $0.31\%/\text{°C}$



ภาพที่ 10 : ค่าอิมพีเดนซ์ของวงจรเมื่อทำหน้าที่เป็นตัวเหนี่ยวนำแบบคลอย เมื่อเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ

ภาพที่ 10 แสดงผลการทำงานของวงจรจำลองตัวเหนี่ยวนำแบบคลอย เมื่อทำการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิการทำงานไปสามค่า คือ  $27$ ,  $50$  และ  $100$  องศาเซลเซียส พบว่าค่าอิมพีเดนซ์ของ

วงจร มีผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิไปเพียง  $0.224\%/\text{^\circ C}$

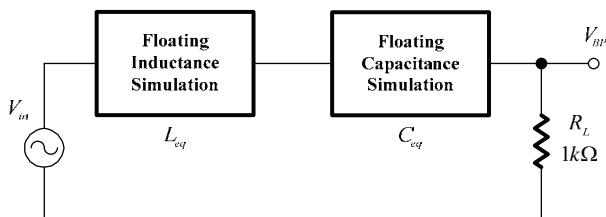


ภาพที่ 11 : ค่าอิมพีเดนซ์ของวงจรเมื่อทำหน้าที่เป็นตัวเก็บประจุแบบคลอย เมื่อเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ

ภาพที่ 11 แสดงผลการทำงานของวงจรจำลองตัวเก็บประจุแบบคลอย เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิการทำงานไปสามค่า คือ 27, 50 และ 100 องศาเซลเซียส พบว่าค่าอิมพีเดนซ์ของวงจร มีผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิไปเพียง  $0.218\%/\text{^\circ C}$

#### 4. ตัวอย่างการประยุกต์ใช้งาน

การประยุกต์ใช้งานวงจรจำลองค่าอุปกรณ์ในวงจรกรองແบนความถี่ผ่าน แสดงได้ดังภาพที่ 12



ภาพที่ 12 : การประยุกต์ใช้งานในวงจรกรองແบนความถี่

จากวงจรในภาพที่ 12 จะได้ฟังก์ชันถ่ายโอนมาตรฐานอันดับสอง ดังสมการที่ (9)

$$T_{BP}(s) = \frac{\left(\frac{R_L}{L_{eq}}\right)}{s^2 + \left(\frac{R_L}{L_{eq}}\right)s + \left(\frac{1}{L_{eq}C_{eq}}\right)} \quad (9)$$

โดยความถี่鄱ล ( $\omega_p$ ) และค่าความถี่แฟคเตอร์ ( $Q_p$ ) สามารถแสดงได้จากสมการที่ (10) และ (11)

$$\omega_p = \frac{1}{\sqrt{L_{eq}C_{eq}}} \quad (10)$$

$$Q_p = \frac{1}{R_L} \sqrt{\frac{L_{eq}}{C_{eq}}} \quad (11)$$

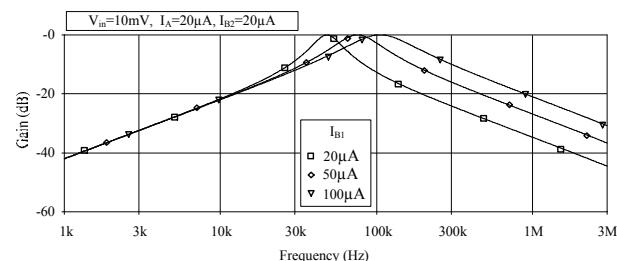
เมื่อแทนค่า  $L_{eq} = KC_1R_3$  และ  $C_{eq} = C_2R_4 / K$  จากสมการที่ (7) และ (8) ลงในสมการที่ (10) และ (11) ตามลำดับจะได้

$$\omega_p = \frac{\sqrt{I_{B1}}}{\sqrt{I_{B2}C_1C_2R_3R_4}} \quad (12)$$

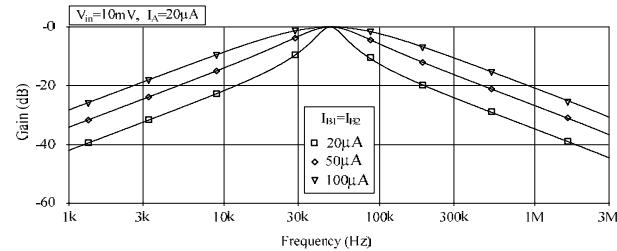
$$Q_p = \frac{2V_T}{R_L} \sqrt{\frac{C_1R_3}{I_{B1}I_{B2}C_2R_4}} \quad (13)$$

เมื่อ กำหนดให้  $I_{B1}$  คือ กระแสไฟออกของวงจรจำลองค่าความหนี่yan แบบคลอย และ  $I_{B2}$  คือ กระแสไฟออกของวงจรจำลองค่าตัวเก็บประจุแบบคลอย

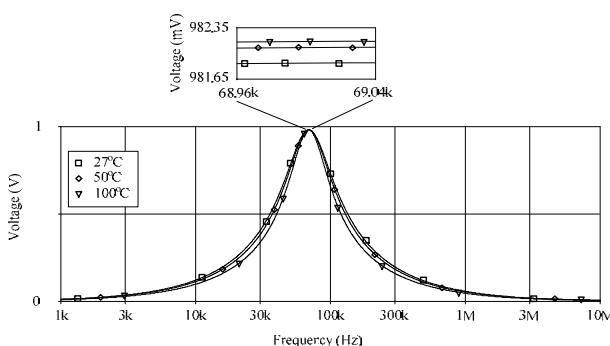
จากสมการที่ (12) และ (13) พบว่าสามารถปรับค่าความถี่鄱ลได้ด้วยการปรับค่ากระแสไฟออกเดอร์ของวงจร ได้ด้วยการปรับค่ากระแสไฟออกเดอร์  $I_{B1}$  และ/หรือ  $I_{B2}$  โดยไม่ส่งผลกระทบต่อความถี่鄱ล



ภาพที่ 13 : ผลตอบสนองทางความถี่ของวงจรประยุกต์ใช้งานในภาพที่ 12 เมื่อเปลี่ยนค่า  $I_{B1}$



ภาพที่ 14 : ผลตอบสนองทางความถี่ของวงจรประยุกต์ใช้งาน เมื่อเปลี่ยนค่า  $I_{B1}$  และ  $I_{B2}$



ภาพที่ 15 : ผลตอบสนองทางความถี่ของวงจรประยุกต์ใช้งานที่อุณหภูมิ 27, 50 และ 100 องศาเซลเซียส

ภาพที่ 13 แสดงผลตอบสนองทางความถี่ของวงจรในภาพที่ 12 เมื่อทำการเปลี่ยนแปลงค่ากระแสไบแอส  $I_{B1}$  ของวงจร จำลองด้วยหน่วยแบบลอยไปสามค่า ได้แก่  $10\mu\text{A}$ ,  $20\mu\text{A}$  และ  $30\mu\text{A}$  ภาพที่ 14 แสดงผลตอบสนองทางความถี่ของ  $V_{BP}$  เมื่อเปลี่ยนแปลงกระแสไบแอส  $I_{B1}$  และ/หรือ  $I_{B2}$  ภาพที่ 15 แสดงผลตอบสนองทางความถี่ของวงจรเมื่อเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิการทำงานของวงจรไปสามค่า ได้แก่ 27, 50 และ 100 องศาเซลเซียส พบว่า มีการเปลี่ยนแปลงไปเพียง  $0.001\%/\text{^\circ C}$  เท่านั้น

## 5. สรุป

บทความนี้ได้นำเสนอ การสังเคราะห์และออกแบบวงจร จำลองค่าอุปกรณ์แบบลอยโดยใช้อุปกรณ์ DV-CCTA ที่มีโครงสร้างแบบ BiCMOS เพื่อลดปัญหาความผิดพลาดของแรงดันและกระแสอปเปอร์เซทที่อาจพุ่ง วงจรที่ได้รับการพัฒนาขึ้นนี้ สามารถควบคุมการทำงานของวงจร ได้ด้วยวิธีทางอิเล็กทรอนิกส์ อีกทั้งวงจรยังสามารถทำหน้าที่จำลองค่าอุปกรณ์ทั้งสามแบบ ได้โดยการกำหนดค่าอุปกรณ์พารามิเตอร์ในวงจร โดยที่ไม่ต้องเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของวงจร ทำให้ วงจรที่ได้รับการสังเคราะห์ขึ้นนี้ มีความสะดวกและง่ายทั้งในการนำไปต่อใช้งานและประยุกต์ใช้กับระบบควบคุมแบบอัตโนมัติ หรือควบคุมผ่านไมโครคอนโทรลเลอร์ ได้ อีกทั้ง วงจรยังมีความยุ่งยากซับซ้อนน้อยกว่า หรือเมื่อนำไปพัฒนา เป็นวงจรรวมก็จะมีขนาดพื้นที่ชิปที่เล็กกว่า จึงมีความเหมาะสมกับการนำไปพัฒนาให้อยู่ในรูปแบบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่เป็นวงจรรวมหรือที่เรียกว่าไอซี เพื่อนำไปใช้

ในงานที่ใช้เบตเตอร์เป็นแหล่งจ่ายกำลัง เช่น ระบบสื่อสาร ที่มี สาย ระบบเครื่องมือวัด เป็นต้น

## 6. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากคณะกรรมการอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ประจำปี 2556

## 7. เอกสารอ้างอิง

- [1] G. Ferri, and N.C. Guerrini, “Low-Voltage Low-Power CMOS Current Conveyors,” Kluwer Academic Publishers, London, 2003.
- [2] E. Yuce, S. Minaei, and O. Cicekoglu, “Resistorless floating immittance function simulators employing current controlled conveyors and a grounded capacitor,” Electrical Engineering, vol.88, pp. 519–525, 2006.
- [3] E. Yuce, O. Cicekoglu, and S. Minaei, “Novel floating inductance and FDNR simulators employing CCII+s,” Journal of Circuits, Systems and Computers, vol. 15, no. 1, pp. 75–81, 2006.
- [4] E. Yuce, O. Cicekoglu, and S. Minaei, “CCII-based grounded to floating immittance converter and a floating inductance simulator,” Analog Integrated Circuits and Signal Processing, vol. 46, no. 3, pp. 287–291, 2006.
- [5] S. Minaei, E. Yuce, and O. Cicekoglu, “A versatile active circuit for realizing floating inductance, capacitance, FDNR and admittance converter,” Analog Integrated Circuits and Signal Processing, vol. 47, no. 2, pp. 199–202, 2006.
- [6] E. Yuce, “On the implementation of the floating simulators employing a single active device,” International Journal of Electronics and Communications (AEU), vol. 61, pp. 453-458, 2007.
- [7] E. Yuce, “Floating inductance, FDNR and capacitance simulation circuit employing only grounded passive

- elements.” International Journal of Electronics, vol. 93, no. 10, pp. 679-688, 2006.
- [8] K. Pal, “New inductance and capacitor floatation schemes using current conveyors,” Electronics Letters, vol. 17, pp. 807–808, 1981.
- [9] M.T. Abuelma’atti, and N.A. Tasadduq, “Electronically tunable capacitance multiplier and frequency-dependent negative resistance simulator using the current-controlled current conveyor,” Microelectronics Journal, vol. 30, pp. 869–873, 1999.
- [10] R. Senani, “Floating ideal FDNR using only two current conveyors,” Electronics Letters, vol. 20, no. 5, pp. 205–206, 1984.
- [11] M. Higashimura and Y. Fukui, “New lossless tunable floating FDNR simulation using two current conveyors and an INIC,” Electronics Letters, vol. 23, no. 10, pp. 629–630, 1987.
- [12] M. Higashimura and Y. Fukui, “Novel lossless tunable floating FDNR simulation using two current conveyors and a buffer,” Electronics Letters, vol. 22, no. 18, pp. 938–939, 1986.
- [13] S. Nandi, P.B. Jana, and R. Nandi, “Floating ideal FDNR using current conveyors,” Electronics Letters, vol. 19, no. 7, pp. 251–252, 1983.
- [14] S. Nandi, P.B. Jana, and R. Nandi, “Novel floating ideal tunable FDNR simulation using current conveyors,” IEEE Transactions on Circuits and Systems, vol. CAS-31, no. 4, pp. 402–403, 1984.
- [15] H. Sedef and C. Acar, “A new floating FDNR circuit using differential voltage current conveyors,” International Journal of Electronics and Communications (AEU), vol. 54, no. 5, pp. 297–301, 2000.
- [16] อดิเรก จันตะกุณ, อัมพวรรณ ยินดีมาก, สุทธิพงษ์ ฟูงเดช, และ ฐิติพร จันทร์ค่า, “วงจรจำลองอุปกรณ์แบบคลอนของย่าง ง่ายควบคุมได้ด้วยวิธีทางอิเล็กทรอนิกส์โดยใช้ DV-CCTA เพียงตัวเดียวและการประยุกต์ใช้งาน,” ประชุมวิชาการเครือข่ายวิชากรรมไฟฟ้า (EENET 2013) Thailand, pp. 173–176, 2556.
- [17] P. R. Gray, P. J. Hurst, S. H. Lewis, and R. G. Meyer, “Analysis and Design of Analog Integrated Circuit,” New York: John Wiley & Sons, 2001.
- [18] A. Jantakun, N. Pisuttipong and M. Siripruchyanun, “A synthesis of temperature insensitive/electronically controllable floating simulators based on DVCCAs,” Proc. 6th Int’l Conf. Electrical Eng., Electronics, Computers, Telecom. Inf. Tech. (ECTICON’09), pp.560-563, Thailand, 2009.
- [19] D. R. Frey, “Log-domain filtering: an approach to current-mode filtering,” IEE Proceedings of Circuit Devices Systems, vol.40, pp. 406-416, 1993.
- [20] S. Yamacli, S. Ozcan and H. Kuntman “New active-only grounded inductance simulator employing current-mode approach suitable for wide band operation,” International Journal of Electronics, vol. 98, no. 8, pp. 981-984, 2011.



## อินเวอร์เตอร์สามเฟส สำหรับแผงเซลล์แสงอาทิตย์ 3-phase Inverter for Solar Panel

บุรินทร์ ยอดวงศ์<sup>1</sup> วัฒนา แก้ววนณี<sup>1,2</sup> สุวัฒน์ สิกนุตร<sup>1</sup> อณร บุญเสิง<sup>1</sup> พงษ์ศิริ นุ่งพร<sup>1</sup>  
เมธีพจน์ พัฒนศักดิ์<sup>1,2</sup> พนาฤทธิ์ เศรษฐกุล<sup>1,2</sup> ปฏิพักษ์ หวานทอง<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> ศูนย์วิจัยพลังงานทดแทน สถาบันวัตถุกรรมเทคโนโลยีไทย-ฝรั่งเศส มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ พระนครเหนือ

<sup>2</sup> ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ พระนครเหนือ

1518 ถนนประชาธิรัช 1 แขวงวงศ์สว่าง เขตบางซื่อ กรุงเทพฯ 10800

E-mail: buriny, wattanak, suwatsi, amornb, pongsirim, phtt@kmutnb.ac.th

### บทคัดย่อ

บทความนิ่นนำเสนอการควบคุมอินเวอร์เตอร์สามเฟสสำหรับแผงเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด  $1.2\text{ kW}$  ซึ่งมีแรงดันขาเข้าสามารถเปลี่ยนแปลงอยู่ในช่วง  $100$  ถึง  $200\text{ V}$  โดยมีอัตราการเปลี่ยนแปลงของขาทำให้ค่าแรงดันเอาต์พุตของอินเวอร์เตอร์สามเฟสมีค่าไม่คงที่ ดังนั้นผู้วิจัยจึงสร้างวงจรและทำการควบคุมแรงดันขาออกให้มีค่าใช้งานคงที่เท่ากับ  $80\text{ V}$  ซึ่งจะถูกแปลงให้มีค่าสูงขึ้นโดยที่มีอัตราการเปลี่ยนแปลงไฟฟ้าต่อไป ซึ่งในงานวิจัยนี้ทำการควบคุมทำโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์รุ่น  $ARM$  เป็นตัวประมวลผล ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าระบบควบคุมสามารถควบคุมอินเวอร์เตอร์ให้มีแรงดันขาออกให้มีระดับคงที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

**คำสำคัญ:** เซลล์แสงอาทิตย์, อินเวอร์เตอร์, ควบคุม

### Abstract

*This paper proposes a 3-phase inverter for  $1.2\text{ kW}$  solar cell panels, where the input voltage can be varied from  $100\text{ V}$  to  $200\text{ V}$ . In general, the varied of the input voltage may affect the output, thus, we regulate the rms output voltage to be constant at  $80\text{ V}$ , and then, step-up to the  $380\text{ V}$  by a transformer. The implemented inverter used  $ARM$  microprocessor as a controller. The experimental result showed a constant and stable output voltage of the inverter, although, the input voltage varied from  $100\text{ V}$  to  $200\text{ V}$ .*

**Keyword:** Solar cell, Inverter, Control.

## 1. บทนำ

ไฟฟ้าเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการดำเนินชีวิตและการพัฒนาในงานอุตสาหกรรมต่างๆ และความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้ามีแนวโน้มจะเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ แหล่งวัตถุคืนหลักในการผลิตพลังงานไฟฟ้าในปัจจุบันจะมาจากการทับถมดึกดำบรรพ์ (Fossil) เช่น ถ่านหิน น้ำมัน และ ก๊าซธรรมชาติเป็นหลัก แต่แหล่งวัตถุคืนที่กล่าวมานี้มีปริมาณจำกัดและสร้างขึ้นมาทดแทนใหม่ได้ยาก จึงทำให้ราคาของวัตถุคืนมีราคาสูงมากขึ้นเรื่อยๆ รวมถึงอาจจะหมดไปในอนาคตอันใกล้นี้ นอกจากนี้ การเผาไหม้ของพลังงานจากชาติคึกคักบรรพ์ยังก่อให้เกิดมลพิษต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อมอีกด้วย [1]

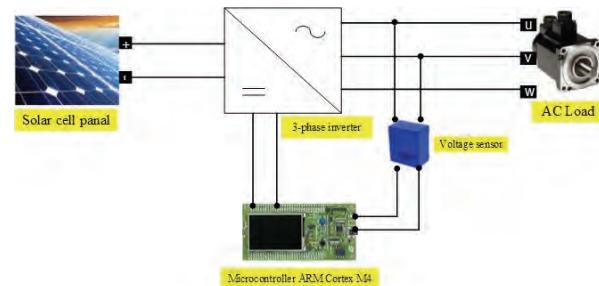
เพื่อแก้ปัญหาที่กล่าวมานี้กิจกรรมนี้จึงได้คิดค้นการนำแหล่งพลังงานที่ใช้แล้วไม่มีวันหมดหรือใช้แล้วสามารถกลับมาเติมเต็มได้ใหม่คือพลังงานหมุนเวียน (Renewable) ซึ่งเรียกกลุ่มพลังงานชนิดนี้ว่าพลังงานทดแทน (Renewable Energy) เช่น พลังงานแสงอาทิตย์ (Solar Energy) พลังงานลม (Wind Energy) พลังงานจากชีวมวล (Biomass Energy) มาทดแทนพลังงานจากชาติคึกคักบรรพ์ [2], [3], [4]

พลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานที่เกิดจากสิ่งประดิษฐ์ทางอิเล็กทรอนิกส์เรียกว่าเซลล์แสงอาทิตย์ ที่สร้างจากสารกึ่งตัวนำ ปัจจุบันนิยมใช้กันมากและหาซื้อได้ง่าย เมื่อได้รับแสงจากดวงอาทิตย์หรือแสงจากหลอดไฟ เซลล์แสงอาทิตย์จะเปลี่ยนพลังงานแสงเป็นพลังงานไฟฟ้ากระแสสลับ ซึ่งยังไม่สามารถนำไปใช้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าตามบ้านหรือโรงงานทั่วๆ ไปได้โดยตรง แต่จำเป็นต้องแปลงระดับแรงดันและชนิดของไฟฟ้าให้เป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับที่มีขนาดเหมาะสมเสียก่อนจึงจะสามารถใช้งานกับเครื่องใช้ไฟฟ้าทั่วไปได้ โดยการแปลงจะใช้วงจรแปลงผันไฟฟ้ากระแสสลับเป็นไฟฟ้ากระแสสลับ (DC-to-AC Inverter) และในกรณีในโรงงานอุตสาหกรรมที่มีการเข้าร่วมโครงการ Solar Roof Top อาจมีความต้องการนำพลังงานไฟฟ้าไปต่อ กับ โหลดชนิดสามเฟสหรือใช้ต่อกับระบบส่งจ่ายชนิดสามเฟส ทำให้มีความจำเป็นที่ต้องทำการแปลงไฟฟ้าที่ได้ให้เป็นไฟฟ้ากระแสสลับโดยใช้อินเวอร์เตอร์ชนิดสามเฟส [5], [6], [7]

อย่างไรก็ดีอินเวอร์เตอร์สำหรับใช้ต่อกับเซลล์แสงอาทิตย์จะมีคุณสมบัติอย่างหนึ่งที่แตกต่างจากอินเวอร์เตอร์ทั่วไปซึ่งก็คือความสามารถในการรักษาแรงดันขาออกให้คงที่แม้แรงดันขาเข้าจะมีการเปลี่ยนแปลงในช่วงที่ค่อนข้างกว้าง งานวิจัยนี้จึงนำเสนอการสร้างอินเวอร์เตอร์ราคาประหยัด สำหรับแปลงไฟฟ้ากระแสสลับเป็นไฟฟ้ากระแสสลับชนิดสามเฟสและการควบคุมสำหรับใช้เป็นต้นแบบในการพัฒนาต่อไป

## 2. ระบบของ อินเวอร์เตอร์สามเฟส สำหรับแปลงเซลล์แสงอาทิตย์

### 2.1 โครงสร้างของระบบ อินเวอร์เตอร์สามเฟส สำหรับแปลงเซลล์แสงอาทิตย์

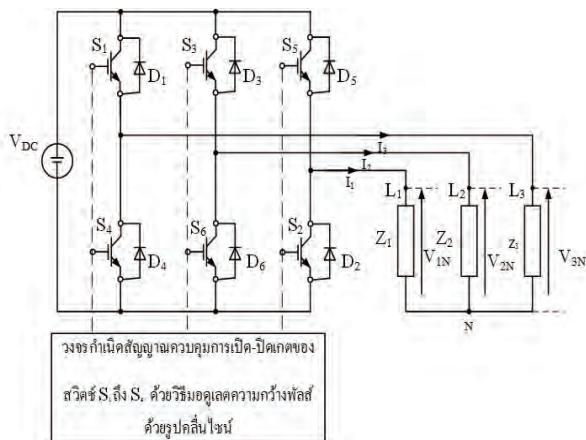


ภาพที่ 1 นำเสนอระบบ อินเวอร์เตอร์สามเฟส สำหรับแปลงเซลล์แสงอาทิตย์ โดยมีวงจรรักษาแรงดัน เอาต์พุตของอินเวอร์เตอร์ สามเฟส ให้มีค่าคงที่ โดยทั่วไปกำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้จากแปลงเซลล์แสงอาทิตย์ ในแต่ละช่วงวันจะมีค่าไม่เท่ากัน การเปลี่ยนแปลงของแรงดันจะขึ้นอยู่กับโหลดที่ต่อกับแปลงเซลล์แสงอาทิตย์ และปริมาณแสงแดดที่ได้รับ กรณีที่ต้องการป้อนกระแสไฟฟ้ากลับเข้าระบบส่งจ่ายของการไฟฟ้า หรือทำการเก็บไว้ในแหล่งพลังงาน เช่นแบตเตอรี่ สามารถทำโดยการจักรอบให้จ่ายกำลังที่ค่าสูงสุดเสมอ แต่ในกรณีที่นำไฟฟ้าไปต่อใช้กับโหลดทั่วไป การควบคุมจะมุ่งเน้นที่การรักษาแรงดันแรงคันเอาต์พุตให้คงที่

ในการสร้างแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับสามเฟสให้มีแรงดันเอาต์พุตคงที่ได้นั้นจำเป็นจะต้องจัดวงจรให้เป็นระบบป้อนกลับซึ่งมีการตรวจสอบและส่วนควบคุมดังภาพที่ 1 ซึ่งรายละเอียดแต่ละส่วนจะถูกกล่าวถึงในลำดับถัดไป

## 2.2 วงจรอินเวอร์เตอร์สามเฟส และวงจรขับนำเกต

ส่วนประกอบที่สำคัญของอินเวอร์เตอร์สามเฟส คือส่วนสวิตช์อิเล็กทรอนิกส์กำลัง ส่วนเข็นเชอร์และระบบควบคุม ส่วนวงจรสวิตช์อิเล็กทรอนิกส์กำลังจะประกอบด้วยสวิตช์ 6 ตัว คือ สวิตช์  $S_1$  และ  $S_4$  ต่ออยู่กับเอาต์พุตเฟสที่ 1 ( $L_1$ ) สวิตช์  $S_3$  และ  $S_6$  ต่ออยู่กับเอาต์พุตของเฟสที่ 2 ( $L_2$ ) และสวิตช์  $S_2$  และ  $S_5$  ต่อ กับเอาต์พุตเฟสที่ 3 ( $L_3$ ) ดังภาพที่ 2



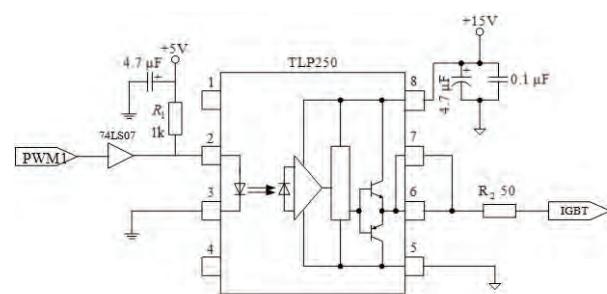
ภาพที่ 2 วงจรอินเวอร์เตอร์ สามเฟส แบบมอดูลเดตความกว้าง พัลส์ด้วยคลื่นไอน์

สวิตช์อิเล็กทรอนิกส์กำลังที่นิยมนำมาใช้ในงานประปาที่นี้ คือไอจีบีที โดยข้อดีของไอจีบีทีคือ มีขั้นตอนควบคุมแบบมอสเฟต และมีขาจ่ายกำลังแบบทรานซิสเตอร์ทำให้มีความสะดวกในการสร้างวงจรขับนำและสามารถจ่ายกำลังได้สูงกว่ามอสเฟต

การควบคุม ไอจีบีที ให้คำแนะนำหรือหยุดคำแนะนำ สามารถทำได้โดยควบคุมแรงดันที่ต่อกันร่วมของเกตและขาอิมิตเตอร์ซึ่งการเปลี่ยนสถานะในแต่ละครั้งจะมีการใช้กระแสจำนวนหนึ่งในการประจุหรือคายประจุตัวเก็บประจุแฟรงค์ที่อยู่ภายในไอจีบีที รวมถึงการเปลี่ยนแปลงแรงดันที่ขาอิมิตเตอร์ ของไอจีบีที  $S_1$   $S_3$  และ  $S_5$  ตามจังหวะการสวิตช์ทำให้ไม่สามารถต่อเอาต์พุตของไมโครคอนโทรลเลอร์เข้ากับขาเกตโดยตรงได้ และมีความจำเป็นต้องมีวงจรขับนำเกตที่เหมาะสม ระหว่างเอาต์พุตของไมโครคอนโทรลเลอร์และขาเกตของไอจีบีที

วงจรขับนำเกตในงานนี้ใช้ไอจีขับนำเกตเบอร์ TLP250 ซึ่งเป็นไอจีขับนำเกตของบริษัทトイซิบาร์ที่ได้ถูกออกแบบมา

สำหรับขับนำเกตของไอจีบีทีและมอสเฟตกำลัง ลักษณะโดยรวมเป็นวงจรสำเร็จรูปอยู่ในชิปเดียว ไอจี TLP250 นอกจากทำหน้าที่ขับเกตแล้วยังช่วยในเรื่องของการแยกจากกันทางไฟฟ้าระหว่างฟิล์มอินพุตและเอาต์พุตด้วยอปติคัปเปอร์ ซึ่งอยู่ภายในตัวไอจีทำให้ช่วยลดปัญหาเรื่องสัญญาณรบกวน และระดับแรงดันที่แตกต่างกัน อีกทั้ง TLP250 ยังสามารถทำงานในย่านความถี่สูงได้

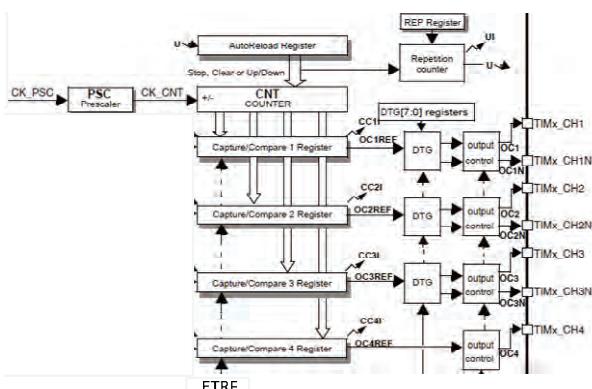


ภาพที่ 3 วงจรขับนำเกต ด้วยไอจี TLP250

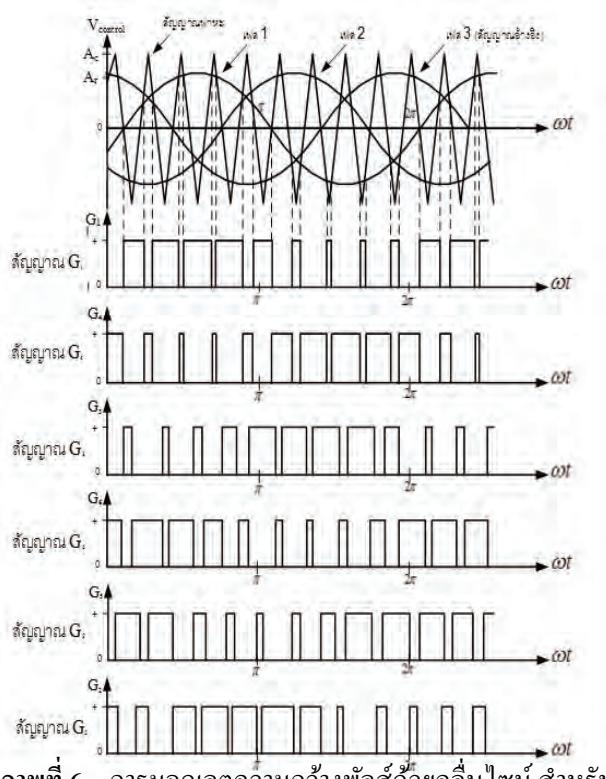
ในส่วนของการควบคุมการทำงานจะทำโดยผ่านไมโครคอนโทรลเลอร์ STM32F429 ซึ่งอยู่บนบอร์ดสำเร็จรูปดังแสดงในภาพที่ 4 ซึ่งเป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ที่เลือกใช้เนื่องจากมีประสิทธิภาพสูงกินพลังงานต่ำโดยภายในจะมีภาคแปลงสัญญาณ ana/digital เป็นดิจิทัล (ADC) และ ไทร์เมอร์สำหรับสร้างสัญญาณ PWM ไว้ให้ใช้งานโดยสะดวก โดยจะกรรมของไทร์เมอร์เฉพาะส่วนที่ใช้ในงานนี้แสดงไว้ในภาพที่ 5



ภาพที่ 4 บอร์ด STM32F4Discovery



ภาพที่ 5 Timer1 ใน STM32F429


 ภาพที่ 6 การ生成ดูดเดตความกว้างพัลส์ด้วยคลื่นไอน์ สำหรับ  
อินเวอร์เตอร์สามเฟส

ในการสร้างสัญญาณควบคุมสวิตช์จะทำโดยการดูดเดตความกว้างพัลส์ด้วยคลื่นไอน์ (SPWM) โดยการดูดเดตสามเฟส ต้องใช้คลื่นไอน์ 3 สัญญาณที่แต่ละสัญญาณมีเฟสต่างกัน  $\frac{2\pi}{3}$  เรดิยัน เป็นสัญญาณอ้างอิง และสัญญาณพาหะซึ่งเป็นคลื่นสามเหลี่ยม การเบริบยนเทียบของคลื่นไอน์ของเฟส 1 กับสัญญาณพาหะจะทำให้เกิดสัญญาณควบคุมเกต ไอิจีบีที่ตัวที่ 1 และ 4 ( $G_1, G_4$ ) ของวงจรอินเวอร์เตอร์ในทำงานเดียวกันกับคลื่นไอน์ของสัญญาณอ้างอิงเฟส 2 เมื่อเบริบยนเทียบกับสัญญาณ

พาหะจะทำให้เกิดสัญญาณควบคุมเกต ไอิจีบีที่ตัวที่ 3 และ 6 ( $G_3, G_6$ ) และคลื่นไอน์ของสัญญาณอ้างอิงเฟส 3 เมื่อเบริบยนเทียบกับสัญญาณพาหะจะทำให้เกิดสัญญาณควบคุมเกต ไอิจีบีที่ตัวที่ 5 และ 2 ( $G_5, G_2$ ) ของวงจรในภาพที่ 2 ตามลำดับดังแสดงในภาพที่ 6

### 2.3 การควบคุมแรงดันอาต์พุต

การเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของอินเวอร์เตอร์สามเฟส เพื่อรักษาแรงดันแรงดันเอาต์พุตให้คงที่ลงในไมโครคอนโทรลเลอร์และใช้การควบคุมแบบสัดส่วนร่วมกับการควบคุมแบบบูรณาการ (PI Controller) ซึ่งสมการควบคุมเบี่ยนได้โดย

$$M_n = K_p (e_n - e_{n-1}) + T_s K_i (e_n - e_{n-1}) + M_{n-1} \quad (1)$$

เมื่อกำหนดให้

$M$  คือสัญญาณคำสั่ง

$e_n$  คือค่าผิดพลาดของเอาต์พุตจากค่าอ้างอิง

$K_p$  คืออัตราขยายแบบสัดส่วน

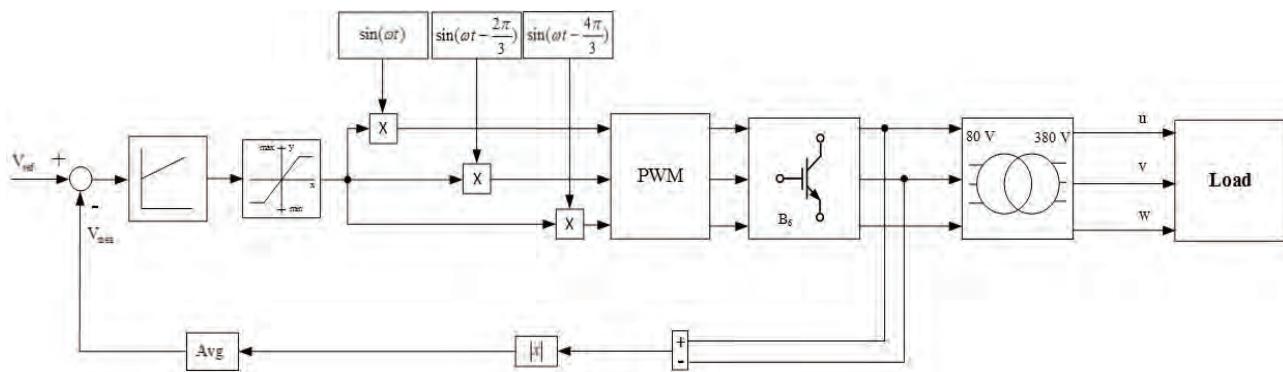
$K_i$  คืออัตราขยายแบบบูรณาการ

$T_s$  คือความเวลา sampling period

### 2.3 การควบคุมระบบอินเวอร์เตอร์สามเฟส สำหรับแรงดันอาติทิดดี้

จากภาพที่ 7 แสดงระบบควบคุมอินเวอร์เตอร์สามเฟส สำหรับแรงดันอาติทิดดี้ โดยควบคุมแรงดันอาต์พุตของอินเวอร์เตอร์คงที่ 80 V

หลักการทำงาน จากภาพที่ 7 วัดแรงดัน  $V_{uv}$  ผ่านวงจรเรียงกระแสและวงจรลดทอนเพื่อลดระดับแรงดันโดยให้คลื่นไอน์ที่ต้องการก่อนเข้าหม้อแปลงซึ่งมีค่าเท่ากับ 80 V ถูกลดทอนให้มีค่าเท่ากับ 1 V เพื่อเป็นสัญญาณป้อนกลับไปเข้าภาค ADC ของไมโครคอนโทรลเลอร์และเบริบยนเทียบกับสัญญาณแรงดันอ้างอิงซึ่งกำหนดไว้ภายในซอฟต์แวร์ เมื่อได้ค่าความผิดพลาดส่างไปยังตัวควบคุมแบบสัดส่วนร่วมกับการควบคุมแบบบูรณาการ เพื่อปรับค่าความผิดพลาด แล้วนำสัญญาณควบคุมไปคุณกับสัญญาณรูปไอนุชอยด์อ้างอิงสาม



ภาพที่ 7 ระบบควบคุมอินเวอร์เตอร์สามเฟส

เฟส ที่มีมุนต่างกัน  $\frac{2\pi}{3}$  เรเดียน จะได้สัญญาณควบคุมการมอตอร์ชั้นแบบ Sinusoidal Pulse width modulation (SPWM) เมื่อได้สัญญาณ SPWM จำนวน 3 ชุดที่มี dead-time 2  $\mu$ s เพื่อไปขับสวิตซ์ที่ขาเกตของ IGBT ให้ได้แรงดันเอาต์พุตของ อินเวอร์เตอร์มีค่าคงที่ 80 V

### 3. ผลการทดลอง

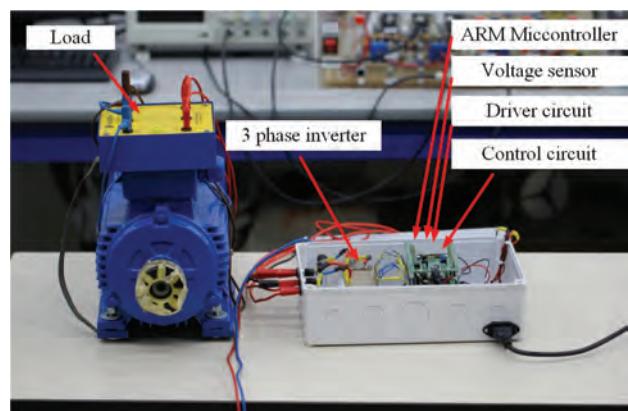
แผงเซลล์แสงอาทิตย์ ที่มีใช้ในศูนย์วิจัยพลังงานทดแทน มีขนาด 1.2 kW 150 V ดังภาพที่ 8 และอินเวอร์เตอร์สามเฟส สำหรับแผงเซลล์แสงอาทิตย์ สร้างขึ้นแสดงในภาพที่ 9 การทดลองอินเวอร์เตอร์ สามเฟสโดยการใช้แหล่งจ่ายไฟฟ้า กระแสตรงขั้ลของเป็นแผงเซลล์แสงอาทิตย์ แล้วปรับ  $V_{DC}$  ให้มีค่าเท่ากับ 100 V ทำให้แรงดันเอาต์พุตของอินเวอร์เตอร์ ( $V_{uv}$ ) มีค่าเท่ากับ 80 V ดังภาพที่ 10

เพื่อเป็นการทดสอบการรักษาระดับแรงดันจึงทำการทดลองเปลี่ยน  $V_{DC}$  จาก 150V เป็น 200 V จะเห็นว่า  $V_{uv}$  มีค่าคงที่เท่ากับ 80 V ดังภาพที่ 11

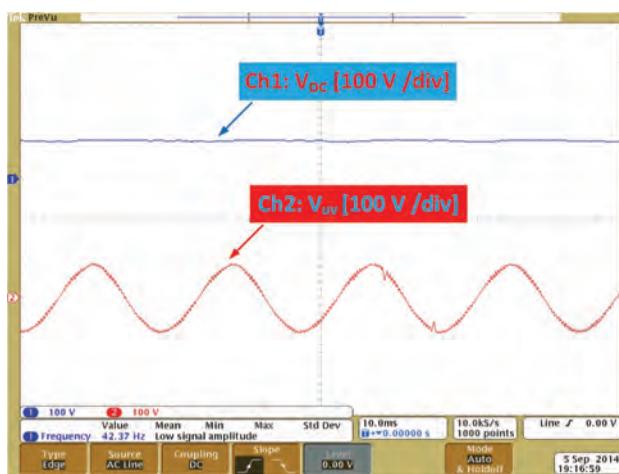
จากนั้นทำการทดสอบเปลี่ยน  $V_{DC}$  จาก 200 V เป็น 100V จะเห็นว่า  $V_{uv}$  ที่ยังมีค่าคงที่เท่ากับ 80 V ดังภาพที่ 12



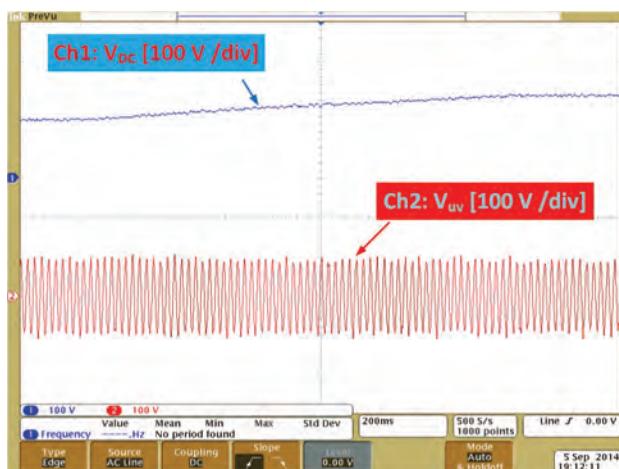
ภาพที่ 8 แผงเซลล์แสงอาทิตย์ ขนาด 1.2 kW 150 V



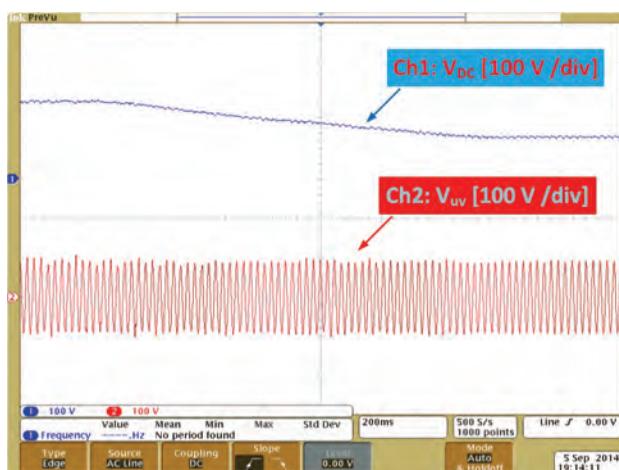
ภาพที่ 9 ระบบอินเวอร์เตอร์สามเฟส



ภาพที่ 10 แรงดันอินเอาต์พุต  $V_{uv}$  80 V ที่แรงดัน  $V_{DC}$  คงที่ 100 V



ภาพที่ 11 รูปคลื่นแรงดันขาออกเมื่อแรงดันขาเข้าเพิ่มขึ้น



ภาพที่ 12 รูปคลื่นแรงดันขาออกเมื่อแรงดันขาเข้าลดลง

#### 4. สรุป

การควบคุมอินเวอร์เตอร์ สามเฟสสำหรับแพนเซลล์แสงอาทิตย์ โดยการควบคุมเอาต์พุตของอินเวอร์เตอร์ ให้มีค่าแรงดันเอาต์พุตคงที่ 80 V โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ STM32F429 เป็นตัวควบคุมการทำงานของอินเวอร์เตอร์ สามเฟส จากการทดลองพบว่าระบบควบคุมสามารถควบคุมแรงดันเอาต์พุตของอินเวอร์เตอร์ให้คงที่ แม้จะมีการเปลี่ยนแปลงแรงดันอินพุตได้อย่างมีประสิทธิภาพ

#### 5. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนจากสถาบันวัตถุธรรมไทย-ฝรั่งเศส มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

#### 6. เอกสารอ้างอิง

- [1] P. Thounthong, B. Davat, and S. Raël, "Drive friendly," *IEEE Power Energy Mag.*, vol. 6, no. 1, pp. 69–76, Jan./Feb. 2008.
- [2] A. F. Burke, "Batteries and ultracapacitors for electric, hybrid, and fuel cell vehicles," *Proc. IEEE*, vol. 95, no. 4, pp. 806–820, April 2007.
- [3] P. Thounthong, V. Chunkag, P. Sethakul, B. Davat, and M. Hinaje, "Comparative Study of Fuel-Cell Vehicle Hybridization with Battery or Supercapacitor Storage Device," *IEEE Trans. Veh. Technol.*, vol. 58, no. 8, pp. 3892–3904, Oct. 2009.
- [4] J. Bauman and M. Kazerani, "A comparative study of fuel-cell–battery, fuel-cell–ultracapacitor, and fuel-cell–battery–ultracapacitor," *IEEE Trans. Veh. Technol.*, vol. 57, no. 2, pp. 760–769, March 2008.
- [5] Zitao Wang, and Liuchen Chang, "A DC Voltage Monitoring and Control Method for Three-Phase Grid-Connected Wind Turbine Inverters," *IEEE Trans. Power Electron.*, vol. 23, no. 3, pp. 1118–1125, May. 2008.
- [6] A. Houari, H. Renuadineau, J-P. Martin, S. Pierfederici, and F. Meibody-Tabar, "Flatness-Based Control of Three-Phase Inverter With Output LC Filter," *IEEE Trans. Ind. Electron.*, vol. 59, no. 7, pp. 2890–2897, Jul. 2012.
- [7] Behrooz Mirafzal, Mahdi Saghaleini, and Ali Kashefi Kaviani, "An SVPWM-Based Switching Pattern for Stand-Alone and Grid-Connected Three-Phase Single-Stage Boost Inverters," *IEEE Trans. Power Electron.*, vol. 26, no. 4, pp. 1102–1111, Apr. 2011.



# ວາງລໍຄວນຄຸນອັຕຣາກເກີໂລຣາຄາປະຫຍດສໍາຫັບຜູດສາເຊີຕເໜລໍ້ເໜື້ອເພີ້ງ

## Low-Cost Flow Control Valve for Fuel Cell Demonstration Set

วัฒนา แก้ววัฒน์<sup>1,2</sup> บุรินทร์ ยอดวงศ์<sup>1</sup> กิตติพัฒน์ เจริญกุล<sup>2</sup> และ วรรภูษิ อุดถาน<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ศูนย์วิจัยพลังงานทดแทน สถาบันวัตถุกรรมศาสตร์ โอลิมปัส ประเทศไทย-ร่วมกับมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

<sup>2</sup> ภาควิชาครุศาสตร์ ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ พระนครเหนือ

1518 ถนนประชาราษฎร์ 1 แขวงวงศ์สว่าง เขตบางซื่อ กรุงเทพฯ 10800

*E-mail:* wattanak, buriny@kmutnb.ac.th

## บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการสร้างต้นแบบว่าล้วนควบคุมอัตราการ ไฟลของอากาศที่ไฟลผ่านเชลล์เชือเพลิงในราคประหดัค โดยการออกแบบจะใช้ชุดโซลินอยด์วาวล์ตัวในการควบคุมอัตราการ ไฟลโดยวาวล์แต่ละตัวจะต่ออนุกรมกับวาวล์ปรับลดอัตราการ ไฟลแบบปรับด้วยมือและทำการควบคุมโดยใช้ในโกรคอน โගรลเลอร์ ผลการทดลองชี้ให้เห็นว่าวาวล์ที่สร้างขึ้นสามารถใช้งานได้ดีโดยการทำงานจะสามารถควบคุมอัตราการ ไฟล ได้ 16 ระดับและมีค่าพิเศษ ไม่เกินร้อยละ 10 ของค่าเต็มสเกล ซึ่งเพียงพอในการใช้รวมกับเชลล์เชือเพลิง

**คำสำคัญ:** เชลล์เชือเพลิง วอล์ว์ควบคุมอัตราการไหล

## Abstract

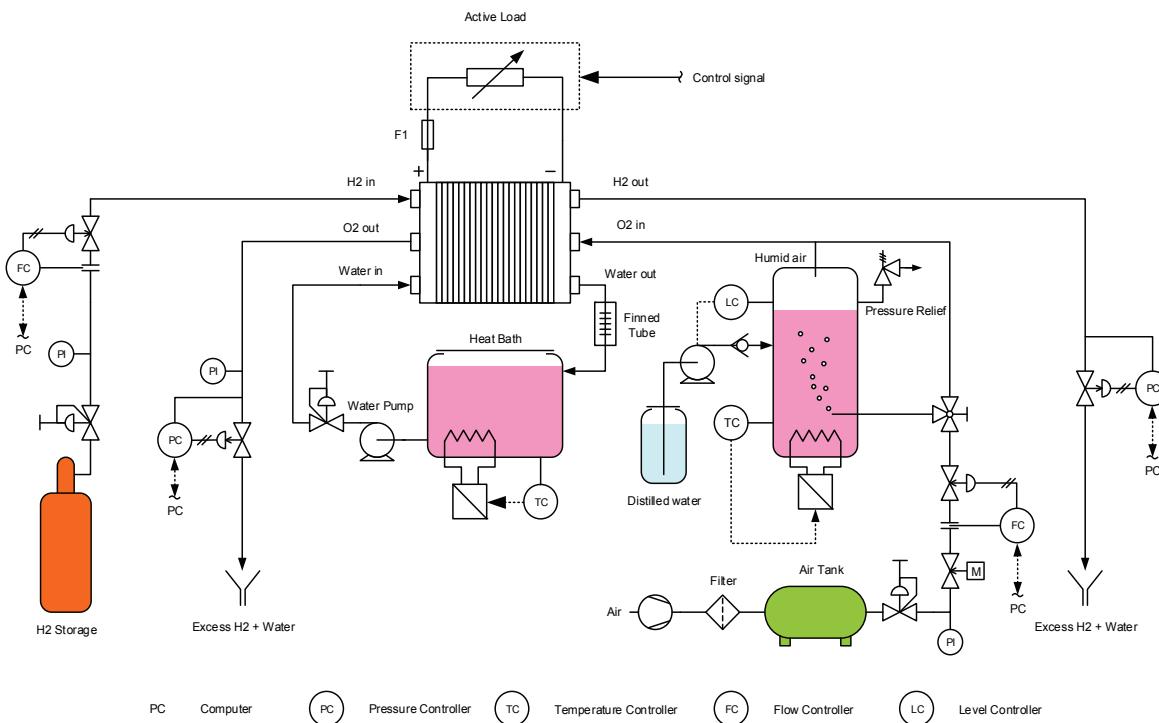
This paper presents a prototype of low-cost flow control valve for fuel cell. The valve uses 4 solenoid valves connected with the manual adjusted flow control valves and controlled with microcontroller. A proper adjusted of the manual control valves and a combination of the on-off scheme results in a 16 different level of air flow. The experimental result has shown that the valve can function properly with the error less than 10 percent of the full scale value which is more than enough for the conventional fuel cell demonstration set.

**Keyword:** Fuel Cell, Flow Control Valve

## 1. ໝາຍ້ນ

เป็นที่ทราบกันดีว่ามนุษย์มีแนวโน้มจะเข้าสู่ยุคขาดแคลนในอนาคตอันใกล้ [1-2] ข้อเท็จจริงดังกล่าวส่งผลให้มนุษย์ต้องมองหาพลังงานอื่นที่ยั่งยืน และเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมเช่นพลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานลม หรือพลังงานจากเชื้อเพลิง

มวลชีวภาพ มากแทนที่แหล่งพลังงานเดิมที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน อย่างไรก็ต้องข้อจำกัดด้านเทคโนโลยีทำให้เราซึ่งไม่สามารถนำอุปกรณ์รับพลังงานแสงอาทิตย์หรือพลังงานลมมาติดตั้งบนยานพาหนะและใช้งานอย่างมีประสิทธิภาพได้จากการศึกษาของนักวิทยาศาสตร์พบว่าเทคโนโลยีที่เป็นความหวังในการ



ภาพที่ 1 : แผนผังชุดสาขิตเซลล์เชื้อเพลิง [6]

เข้มข้นของแรงดันของเซลล์เชื้อเพลิงที่เกิดขึ้นจะต้องมีการใช้ชานพาหนะเพื่อการเดินทางและขนส่งของมนุษย์กีอิโคโนโลจีเซลล์เชื้อเพลิงนั้นเอง [3-5]

ด้วยความสำคัญของเซลล์เชื้อเพลิงที่ก่อตัวมาทำให้เริ่มมีการเรียนการสอนเกี่ยวกับเซลล์เชื้อเพลิงในชั้นเรียน และเริ่มมีการทำชุดสาขิตเกี่ยวกับการทำงานของเซลล์เชื้อเพลิงมาจำนวนน้อย ให้กับสถานศึกษาชั้นนำต่างๆ อย่างไรก็ได้การเข้าถึงชุดสาขิตเซลล์เชื้อเพลิงยังไม่แพร่หลายเนื่องจากชุดสาขิตจะมีราคาสูงมาก เพราะชุดสาขิตเซลล์เชื้อเพลิงจำเป็นต้องมีอุปกรณ์ประกอบรับข้างหลังชิ้นเดียวแสดงในภาพที่ 1 แนวทางหนึ่งในการลดต้นทุนชุดสาขิตเซลล์เชื้อเพลิงคือการลดต้นทุนจากอุปกรณ์รับข้างของเซลล์เชื้อเพลิง อย่างไรก็ตามนั่นที่มีราคาสูงและสามารถพัฒนาให้มีราคาต่ำลงได้คือวัสดุควบคุมอัตตราการไฟล์

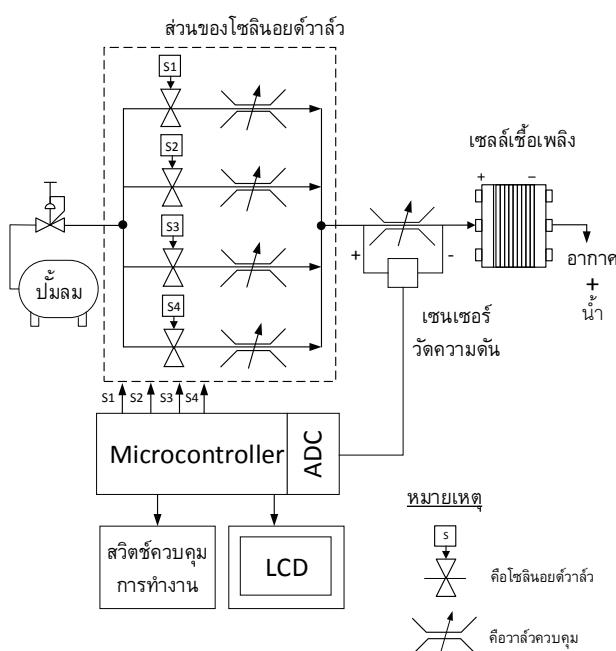
วัสดุควบคุมอัตตราการไฟล์ทำหน้าที่ควบคุมอัตตราการไฟล์ของแก๊สหรืออากาศที่ไฟล์เข้าเซลล์เชื้อเพลิงให้อยู่ในระดับที่เหมาะสม โดยทั่วไปจะเป็นวัสดุแบบเชิงเส้นซึ่งมีเช่นเชอร์และกระบวนการคุณป้องกันอุบัติภัยในทำให้ปรับอัตตราการไฟล์ได้ 0-100% ซึ่งการควบคุมโดยละเอียดเช่นนี้เป็นสิ่งที่ไม่จำเป็น

งานวิจัยขั้นนี้จึงนำเสนอการประยุกต์ใช้โซลินอยด์ควบคุมซึ่งมีการทำงานในลักษณะเปิด-ปิดจำนวน 4 ตัวมาต่อร่วมกับตัวปรับลดอัตราการไฟล์แบบคงที่และจัดเป็นชุดควบคุมเพื่อควบคุมการไฟล์ของอากาศที่ไฟล์ผ่านเซลล์เชื้อเพลิงโดยการควบคุมจะสามารถปรับได้ 16 ระดับ ซึ่งจำนวนระดับดังกล่าวเพียงพอต่อการใช้งานในชุดสาขิตเซลล์เชื้อเพลิง

## 2. การออกแบบและสร้างระบบควบคุมอัตตราการไฟล์

### 2.1 แนวคิดในการสร้างระบบควบคุมอัตตราการไฟล์

แนวคิดของระบบควบคุมอัตตราการไฟล์แสดงในภาพที่ 2 ซึ่งจะใช้ชุดโซลินอยด์ว่าล์วตัวที่ 1 ในการควบคุมอัตตราการไฟล์โดยว่าล์วแต่ละตัวจะต่ออนุกรมกับว่าล์วควบคุมอัตตราการไฟล์แบบปรับด้วยมือ โดยเมื่อป้อนอากาศความดัน 2 บาร์ที่ต้นทาง จะทำการปรับตั้งให้ว่าล์วตัวที่ 1 มีอัตราการไฟล์เท่ากับ 1/16 ของค่าเต็มสเกล (ซึ่งค่าเต็มสเกลสำหรับงานวิจัยนี้ใช้ค่า 5 ลิตรต่อนาที) ว่าล์วตัวที่ 2 มีอัตราการไฟล์เท่ากับ 1/8 ของค่าเต็มสเกล ว่าล์วตัวที่ 3 มีอัตราการไฟล์เท่ากับ 1/4 ของค่าเต็มสเกลและว่าล์วตัวที่ 4 มีอัตราการไฟล์เท่ากับ 1/2 ของค่าเต็มสเกล เมื่อนำว่าล์วทุกตัวมาใช้ร่วมกันจะสามารถจัดตาราง

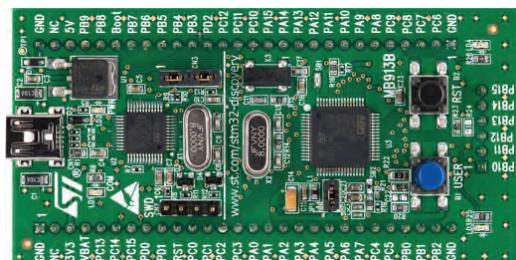


ภาพที่ 2 : แนวคิดของระบบวัดความคุณอัตราการไหหล

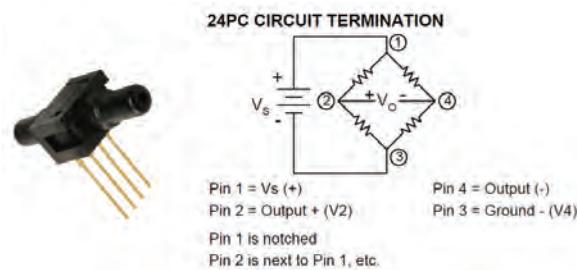
ตารางที่ 1 รูปแบบการเปิดและปิดโซลินอยด์ว่าล้า

Level	S4	S3	S2	S1
0	OFF	OFF	OFF	OFF
1	OFF	OFF	OFF	ON
2	OFF	OFF	ON	OFF
3	OFF	OFF	ON	ON
4	OFF	ON	OFF	OFF
5	OFF	ON	OFF	ON
6	OFF	ON	ON	OFF
7	OFF	ON	ON	ON
8	ON	OFF	OFF	OFF
9	ON	OFF	OFF	ON
10	ON	OFF	ON	OFF
11	ON	OFF	ON	ON
12	ON	ON	OFF	OFF
13	ON	ON	OFF	ON
14	ON	ON	ON	OFF
15	ON	ON	ON	ON

การเปิด-ปิดโซลินอยด์ว่าล้าให้ผสุรวมของอัตราการไหหลมีค่าเรียงลำดับเป็น 16 ขั้น ได้ตามตารางที่ 1 การควบคุมจะทำในลักษณะลูปปิด โดยมีการวัด ประมาณผลและสั่งเปิด-ปิดว่าล้า โดยไม่icrocon โทรลเดอร์ตระกูล ARM โดยในงานวิจัยนี้ใช้เบอร์ STM32F100RB ดังแสดงในภาพที่ 3



ภาพที่ 3 : บอร์ดไม่icrocon โทรลเดอร์เบอร์ STM32F100RB



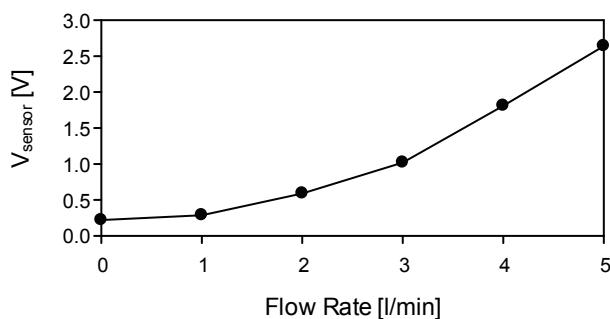
ภาพที่ 4 : เชนเซอร์วัดความดันแบบดิไฟฟอร์เรนเซียลรุ่น 24PCE

## 2.2 ตัวตรวจจับอัตราการไหหล

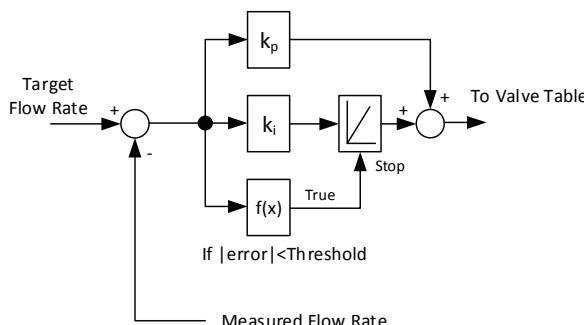
เนื่องจากระบบควบคุมที่ใช้เป็นแบบลูปปิดระบบจึงต้องมี เชนเซอร์เป็นส่วนประกอบ เชนเซอร์วัดอัตราการไหหลเป็น อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่มีราคาสูง เชนเซอร์ราคาถูกใน ท้องตลาดที่ใช้การนับรอบการหมุนของใบพัดจะไม่สามารถ ใช้ได้ในงานนี้ เนื่องจากความไม่สม่ำเสมอของใบพัด ไม่สามารถ ใช้ได้ในงานนี้ นี่เป็นสาเหตุที่เราเลือกใช้เซนเซอร์ความดันแบบดิไฟฟอร์เรนเซียลที่มีความแม่นยำและมีราคาถูกกว่า เชนเซอร์แบบแม่เหล็ก

การแก้ปัญหาทำโดยการให้อาภัยไหหลผ่านท่อทางขนาด เต็กและวัดความแตกต่างของความดันในแต่ละท่อของท่อทาง โดยเชนเซอร์ที่ใช้วัดความดันจะเป็นของ Honeywell ตระกูล 24PCE ซึ่งภายใต้ชื่อว่า 24PCE ที่มีวิธีการบริการที่ตัวด้านหน้าสามารถนำไปต่อ ใช้กับวงจรอินสตრูเม้นท์แอมป์เพื่อแปลงความดันเป็น แรงดันไฟฟ้าได้ทันที รูปร่างและโครงสร้างของเชนเซอร์วัด ความดันแบบดิไฟฟอร์เรนเซียลที่เลือกใช้แสดงในภาพที่ 4

อย่างไรก็ตามหลักพิสิกส์แล้วความดันกับอัตราการไหหล จะมีความสัมพันธ์ไม่เป็นเชิงเส้นต่อกัน [6] ความสัมพันธ์ ระหว่างแรงดันที่ได้จากเชนเซอร์ที่ล้วงขึ้นและอัตราการไหหล จริงแสดงในภาพที่ 5 ซึ่งการแก้ปัญหาสามารถทำใน ซอฟต์แวร์ได้โดยใช้เทคนิคการทำ Function Mapping ร่วมกับการทำ Interpolation เพื่อแปลงค่าที่วัดได้ให้เป็นค่า อัตราการไหหลที่ถูกต้อง



ภาพที่ 5 : เปรียบเทียบแรงดันที่ได้จากเซนเซอร์และอัตราการไหลจริง



ภาพที่ 6 : ตัวควบคุมแบบพิไอที่มีการตัดเปล่งสำหรับการควบคุมวาล์ว

### 2.3 การควบคุม

ในการควบคุมจะคล้ายกับการควบคุมแบบลูปปิด โดยทั่วไปซึ่งใช้ควบคุมแบบพิไอ แต่ด้วยข้อจำกัดที่เกิดจากการใช้ชุดวาล์วซึ่งมีการทำงานแบบปิด-ปิดมาเป็นตัว Actuator ทำให้ค่าอัตราการไหลที่ทำได้มีลักษณะกระโดดเป็นชั้นๆ และไม่เท่ากันค่าเป้าหมายที่สั่งมาจากผู้ใช้ การใช้ตัวควบคุมแบบพิไอแบบปกติจะส่งผลให้เกิดการเปิดและปิดของวาล์วตัวที่ 1 ช้าๆ อย่างไม่รู้จักจะส่งผลต่ออายุการใช้งานของวาล์ว การแก้ไขทำโดยการกำหนดเงื่อนไขให้ตัวอินทิเกรทหยุดทำงานเมื่อค่าพิเศษระหว่างค่าเป้าหมายและค่าที่วัดได้จากเซนเซอร์ต่างกันน้อยกว่า  $\pm 1/16$  ของค่าเต็มสเกล ไดอะแกรมของการควบคุมแสดงในภาพที่ 6

### 3. ผลการดำเนินงาน

ผลการสร้างวาล์วควบคุมอัตราการไหลทำให้ได้วาล์วซึ่งมีลักษณะภายนอกดังภาพที่ 7 ใน การทดสอบการทำงานจะทำโดยการต่อท่ออากาศซึ่งมีความดัน 2.5 บาร์เข้าที่ท่อเข้าของวาล์วที่สร้างขึ้นส่วนทางด้านขาก่อนนำไปต่อ กับตัววัดอัตราการไหลยี่ห้อ Burkert ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการ Calibrate สำหรับวัดอัตราการไหลของอากาศโดยเฉลี่ยพำนัชจะให้ออท์พุต



ภาพที่ 7 : ลักษณะภายนอกด้านหน้าของวาล์วที่สร้างขึ้น

เป็นแรงดันไฟฟ้าโดยแรงดัน 1 โวลต์จะเท่ากับอัตราการไหล 2.5 ลิตรต่อนาที จากนั้นอากาศที่ถูกควบคุมจะถูกป้อนเข้าสู่เซลล์เชื้อเพลิงต่อไป

การทดสอบที่ 1 3 และ 5 ลิตรต่อนาทีแสดงในภาพที่ 8 9 และ 10 ตามลำดับ โดยในภาพสัญญาณรูปสี่เหลี่ยมค้างบนแสดงจังหวะที่สั่งให้วาล์วเริ่มทำงานและสัญญาณค้างล่างคืออัตราการไหลที่วัดโดยเซนเซอร์ของ Burkert



ภาพที่ 8 : การตอบสนองต่อค่าสั่ง 1 ลิตรต่อนาที



ภาพที่ 9 : การตอบสนองต่อค่าสั่ง 3 ลิตรต่อนาที



#### ภาพที่ 10 : การตอบสนองต่อคำสั่ง 5 ลิตรต่อน้ำที่

ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าระบบมวลวัวที่สร้างขึ้นสามารถควบคุมการไหลได้อย่างมีประสิทธิภาพโดยสามารถเข้าสู่สภาวะคงตัวได้ภายใน 1 วินาที ในด้านความแม่นยำพบว่า มวลวัวจะมีความผิดพลาดประมาณ ไม่เกิน 10% ของค่าเต็มสเกล ซึ่งเกิดจากการบบความคุณที่ต้องบังกันการออสซิเลทของโอลิโนอยด์มวลวัว ค่าผิดพลาดนี้เป็นสิ่งที่คาดการณ์ไว้ล่วงหน้าแล้ว และไม่มีผลกระทบใดกันการทำงานของเซลล์

#### 4. ស្រុប

งานวิจัยนี้เป็นการสร้างต้นแบบว่าลักษณะความคุ้มอัตราการไฟล์ของอาคติที่ไฟล์ผ่านเซลล์เชื่อเพลิงในราคายังคงอยู่ โดยทำ การเปลี่ยนแปลงเช่นนี้มีราคาแพงและมีความละเอียดเกิน ความจำเป็นโดยเปลี่ยนมาใช้ชุดโซลินอยด์วาวล์ตัวในการ ควบคุมอัตราการไฟล์โดยข่าวล่าวแต่ละตัวจะต่ออนุกรมกับวาวล์ ปรับลดอัตราการไฟล์แบบปรับด้วยมือและทำการควบคุมโดย ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์

ผลการทดลองซึ่งให้เห็นว่าผลลัพธ์ที่สร้างขึ้นสามารถใช้งานได้ดีโดยขาดความต้องการที่จะมีดันทุนประมาณ 7,000 บาท ซึ่งจะถือว่าต่ำมากเมื่อเทียบกับวัสดุควบคุมอัตราการไหลแบบเชิงเส้นซึ่งมีราคาในท้องตลาดประมาณ 60,000 บาท

## 5. កិច្ចការណ៍របាយការ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนจากคณะกรรมการวิชาการ  
อุดสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนคร  
เหนือ

## 6. ເອກສາຣອ້າງອີງ

- [1] R. Heinberg, *The Party's Over: Oil, War and the Fate of Industrial Societies*. Gabriola Island: New Society, 2005.
  - [2] B. Sørensen, *Renewable Energy: Its physics, engineering, use, environmental impacts, economy and planning aspects*, 3rd Ed. New York: Elsevier, 2004.
  - [3] J. Larminie and A. Dicks, *Fuel Cell Systems Explained*, 2nd ed. NJ: John Wiley & Sons, 2003.
  - [4] T. Matsuura, *Polymer Membranes for Fuel Cells*. New York: Springer Science + Business, 2009.
  - [5] G. Fontes, et al., "A Large-Signal and Dynamic Circuit Model of a H<sub>2</sub>/O<sub>2</sub> PEM Fuel Cell: Description, Parameter Identification, and Exploitation," *Industrial Electronics, IEEE Transactions on*, vol. 57, pp. 1874-1881, 2010.
  - [6] W. Kaewmanee, et al., "Single-Cell PEMFC Test Bench Development at Thai-French Innovation Institute," *The 3<sup>rd</sup> National Conference on Technical Education*, pp.99-104. 25-26 Aug 2010.
  - [7] H. Bruus, *Theoretical Microfluidics*. New York: Oxford University Press, 2008.



## การออกแบบระบบไฟฟ้าที่มีโหลดเป็นมอเตอร์ไฟฟ้า ตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้า

สำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2556 โดยใช้จิยูไอของแมทแลป

**Design of Electrical System on Motor Load for Thai Electrical Code 2013  
by using MATLAB GUIs**

สมารถ คำเกลียง และ ไพบูล คงเรือง

โปรแกรมวิชาอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม  
มหาวิทยาลัยราชภัฏสังขละ อำเภอเมือง จังหวัดสังขละ 90000

*khamkleang@gmail.com, paisan-714@yahoo.com*

### บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาโปรแกรมช่วยออกแบบระบบไฟฟ้าที่มีโหลดเป็นมอเตอร์ไฟฟ้าตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้า สำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2556 ที่ยกว่า PDES-M รูปแบบของโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นทำงานด้วยโปรแกรมแมทแลปในฟังก์ชันจิยูไอ (GUI) โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นสามารถ 1) คำนวณพิกัดกระแสของสายไฟฟ้าสำหรับวงจรนมอเตอร์ที่มีเครื่องเดียว วงจรนมอเตอร์หลายเครื่อง วงจรนมอเตอร์รวมกับโหลดอื่น วงจรนมอเตอร์ที่มีค่าค่าป่าชีเตอร์ต่ออยู่ด้วย 2) คำนวณขนาดเครื่องป้องกันกระแสสั่นของวงจรย่อยที่มีนมอเตอร์เครื่องเดียว วงจรย่อยที่มีนมอเตอร์หลายเครื่องหรือมีโหลดอื่นรวมอยู่ด้วย 3) คำนวณขนาดเครื่องป้องกันกระแสสั่นของวงจรของสายป้อน 4) คำนวณขนาดปรับตั้งเครื่องป้องกันโหลดเกิน 5) กำหนดเครื่องควบคุมนมอเตอร์ และ 6) กำหนดเครื่องปลดวงจร ผลการวิจัยพบว่า ผลการคำนวณของโปรแกรมมีความถูกต้องตรงตามผลการคำนวณทางทฤษฎี และผลการประเมินของผู้ใช้งานจำนวน 13 คน มีค่าความเห็นชอบอยู่ในระดับมาก

**คำสำคัญ:** ระบบไฟฟ้า มอเตอร์ไฟฟ้า จิยูไอ แมทแลป

### Abstract

*This objective of this research was to development of program aide design of electrical system (PDES-M) on motor load for Thai Electrical Code 2013 by using MATLAB GUIs. The developed program can ;1) calculate the current size of the motor circuit cables with a single device, multiple motor circuits with other loads, motor circuit with the capacitor connected to it, 2) calculate the size of a small short circuit protection with a single motor, sub-circuits with multiple motors or other loads included, 3) calculate the size of the input string short circuit protection, 4) calculate the size adjustment over load protection 5) define a control motor and 6) define a disconnecting means. The research found that the results of the calculations are accurate according to the results of theoretical calculations. The evaluation of the use of 13 is appropriate at a high level.*

**Keyword:** Electrical system, Electric motor, GUI, MATLAB



## 1. บทนำ

การออกแบบระบบไฟฟ้า [1] ของสถานประกอบการต่างๆ นั้นวิศวกรไฟฟ้าจะต้องออกแบบระบบการจ่ายกำลังไฟฟ้า (Electrical Distribution System) เพื่อให้สามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าให้แก่บริบัณฑ์ต่างๆ อย่างเพียงพอและเชื่อถือได้ ขนาดของระบบการจ่ายกำลังไฟฟ้านั้นหาได้จากการรายการ โหลด (Load Schedule) รายการสายป้อน (Feeder Schedule) และรายการวัสดุ อุปกรณ์ในการติดตั้ง สำหรับงานออกแบบระบบไฟฟ้าเป็นงานที่วิศวกรไฟฟ้าหรือผู้ออกแบบจะต้องศึกษาและร่วมกันกับบุคลากรอย่างถูกต้อง เช่น สถาปนิก วิศวกรโครงสร้าง วิศวกรระบบเครื่องกล วิศวกรระบบสุขาภิบาลและ เจ้าของอาคาร นอกจากนี้ผู้ออกแบบระบบไฟฟ้าจะต้องศึกษาและทำความเข้าใจถึงรายละเอียดของมาตรฐานต่างๆ ซึ่งเป็นข้อกำหนดในการออกแบบซึ่งเป็นสิ่งที่สำคัญเป็นอย่างยิ่งใน การออกแบบระบบไฟฟ้า

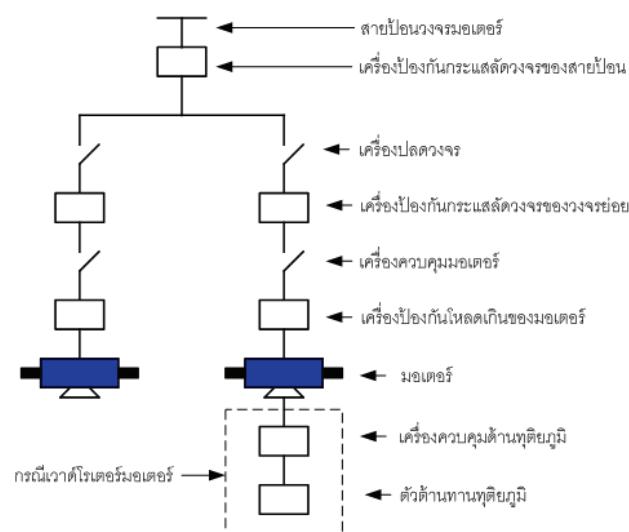
วงจรไฟฟ้าประกอบด้วยวงจรย่อย สายป้อน เมนสวิตช์ และสายเมน การออกแบบระบบไฟฟ้าคือ การคำนวณโหลด เพื่อกำหนดขนาดของวงจรไฟฟ้า เครื่องป้องกันกระแสเกิน และสายไฟฟ้ารวมทั้งข้อกำหนดการติดตั้งที่เกี่ยวข้อง โหลดที่สำคัญที่ใช้กันมากในงานอุตสาหกรรม และสถานประกอบการ ต่างๆ ได้แก่ มอเตอร์ไฟฟ้า ซึ่งโหลดที่เป็นมอเตอร์ไฟฟ้า [2] การกำหนดขนาดสายไฟฟ้าและพิกัดเครื่องป้องกันกระแสเกิน มีข้อแตกต่าง ไปจากโหลดแสงสว่างและเครื่องใช้ไฟฟ้าอื่นๆ เนื่องจากในวงจรมอเตอร์ไฟฟ้าปกติจะมีเครื่องป้องกันโหลดเกิน (Over Load Protection) ติดตั้งอยู่ในวงจรมอเตอร์แต่ละตัว แล้ว การออกแบบวงจรไฟฟ้าที่มีโหลดเป็นมอเตอร์ ผู้ออกแบบ จำเป็นต้องใช้ชนิดของมอเตอร์ ชนิดของสายไฟฟ้า และชนิดของ ท่อ หลังจากนั้นนำมาคำนวณขนาดสายไฟฟ้าของมอเตอร์ ในวงจรที่มีมอเตอร์เครื่องเดียว หลายเครื่อง และมีการต่อ กับโหลดอื่นๆ ขนาดของเครื่องป้องกันกระแสลัดวงจร ขนาด ปรับตั้งเครื่องป้องกันโหลดเกิน เครื่องควบคุมมอเตอร์ และ เครื่องปิดวงจร การคำนวณหาค่าพารามิเตอร์ต่างๆ จำเป็นต้อง ใช้ระยะเวลาเป็นอย่างมาก การแก้ปัญหาวิธีการหนึ่งในปัจจุบัน คือการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์เข้ามาคำนวณ [3-5] โดยใช้

โปรแกรมประยุกต์ต่างๆ เช่น ไมโครซอฟต์อีกเซล (Microsoft Excel) แมทแลป (Matlab), Visual C# หรือโปรแกรมที่ ออกแบบมาเฉพาะทาง โดยที่โปรแกรมเหล่านี้ผู้ออกแบบต้อง เสียค่าใช้จ่ายสำหรับซื้อลิขสิทธิ์

จากความเป็นมาและความสำคัญของปัญหาดังกล่าว งานวิจัยนี้จึงได้นำเสนอการออกแบบระบบไฟฟ้าที่มีโหลดเป็น มอเตอร์ไฟฟ้าตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้า สำหรับ ประเทศไทย พ.ศ. 2556 โดยใช้ Matlab GUI ในการพัฒนา โดย มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาโปรแกรมช่วยออกแบบระบบไฟฟ้าที่ มีโหลดเป็นมอเตอร์ไฟฟ้าตามมาตรฐานการติดตั้งไฟฟ้า สำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2556

## 2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

### 2.1 วงจรทั่วไปของมอเตอร์



ภาพที่ 1 : วงจรทั่วไปของมอเตอร์

การออกแบบวงจรมอเตอร์ [1] จะมีส่วนประกอบหลักแสดง ดังภาพที่ 1 ประกอบด้วย สายป้อนวงจรมอเตอร์ เครื่องป้องกันกระแสลัดวงจรของสายป้อน วงจรย่อขยับมอเตอร์ เครื่องปิดวงจร เครื่องป้องกันกระแสลัดวงจรของวงจรย่อย เครื่อง ควบคุมมอเตอร์ เครื่องป้องกันโหลดเกินของมอเตอร์ มอเตอร์ ในกรณีเป็นเวลาด้วยต่อรัมมอเตอร์ จะมีเครื่องควบคุมด้าน ทุติยภูมิ และตัวด้านทานทุติยภูมิ

## 2.2 การคำนวณขนาดกระแสงของสายไฟฟ้า

วงจรของเตอร์จ้าวประกอบด้วยวงจรที่มีมอเตอร์เครื่องเดียว หลายเครื่อง และวงจรที่มีมอเตอร์รวมอยู่กับโหลดอื่นที่ไม่ใช่ มอเตอร์ การคำนวณค่าพารามิเตอร์ต่างๆ สามารถคำนวณได้ ดังนี้ [6]

2.2.1 วงจรที่มีมอเตอร์เครื่องเดียว กรณีมอเตอร์ที่ต้องไป สามารถคำนวณหาค่าขนาดกระแสงของสายไฟฟ้าได้ดังนี้

$$I_C \geq 1.25 \times I_M \quad (1)$$

โดยที่  $I_C$  คือขนาดกระแสงของสายไฟฟ้า เป็นแอมป์ และ  $I_M$  คือกระแสโหลดเติมที่ของมอเตอร์ เป็นแอมป์

ถ้าเป็นมอเตอร์ชนิดเร้าด้วยกระแสไฟฟ้า สามารถหาค่าขนาด กระแสงของสายไฟฟ้าด้านปฐมภูมิได้จากสมการที่ (1) และ ขนาดกระแสงของสายไฟฟ้าที่ต้องไประหว่างตัวมอเตอร์ด้าน ทุติยภูมิกับเครื่องควบคุมมอเตอร์ได้ดังนี้

$$I_{C,SEC} \geq 1.25 \times I_{M,SEM} \quad (2)$$

ในกรณีที่มอเตอร์มีตัวต้านทานแยกออกต่างหากจากเครื่อง ควบคุม สามารถหาขนาดกระแสงของสายไฟฟ้าที่ต้องไประหว่าง เครื่องควบคุมและตัวต้านทานได้ดังนี้

$$I_{C,SEC} \geq K_1 \times I_{M,SEM} \quad (3)$$

โดยที่  $I_{C,SEC}$  คือขนาดกระแสงของสายไฟฟ้าด้านทุติยภูมิของ มอเตอร์ เป็นแอมป์  $K_1$  คือค่าคงที่ของตัวต้านทานแต่ละ ประเภท และ  $I_{M,SEM}$  คือพิกัดกระแสเดียวทุติยภูมิของมอเตอร์ เป็นแอมป์

2.2.2 วงจรที่มีมอเตอร์หลายเครื่อง สามารถ คำนวณหาค่าขนาดกระแสงของสายไฟฟ้าได้ดังนี้

$$I_C \geq 1.25 \times I_{M,MAX} + I_{M1...MN} \quad (4)$$

โดยที่  $I_{M,MAX}$  คือกระแสโหลดเติมที่ของมอเตอร์เครื่องใหญ่ ที่สุด เป็นแอมป์ และ  $I_{M1...MN}$  คือกระแสโหลดเติมที่ของ มอเตอร์อื่นที่เหลือทั้งหมด เป็นแอมป์

2.2.3 วงจรที่มีมอเตอร์รวมกับโหลดอื่น สามารถ คำนวณหาค่าขนาดกระแสงของสายไฟฟ้าได้ดังนี้

$$I_C \geq I_{CM} + I_L \quad (5)$$

โดยที่  $I_{CM}$  คือขนาดกระแสงของสายสำหรับวงจรมอเตอร์ เป็น แอมป์ และ  $I_L$  คือขนาดกระแสงของสายของโหลดอื่นที่ คำนวณได้ เป็นแอมป์

## 2.3 การคำนวณขนาดเครื่องป้องกันกระแสลัดวงจร

2.3.1 เครื่องป้องกันกระแสลัดวงจรของวงจรขับขี่ที่มี มอเตอร์เครื่องเดียว [6] สามารถคำนวณดังนี้

$$I_{CB} = \frac{K_2 \times I_M}{100} \quad (6)$$

โดยที่  $I_{CB}$  คือพิกัดหรือขนาดปรับตั้งของเครื่องป้องกันกระแส ลัดวงจรของมอเตอร์ เป็นแอมป์  $I_M$  คือพิกัดกระแสไฟฟ้า เติมที่ของมอเตอร์ เป็นแอมป์ และ  $K_2$  คือ พิกัดหรือขนาด ปรับตั้งสูงสุดของเครื่องป้องกันกระแสลัดวงจรของมอเตอร์

2.3.2 เครื่องป้องกันกระแสลัดวงจรของสายป้อน สามารถคำนวณดังนี้

$$I_{CB1} = I_{CB1,MAX} + I_{M1...MN} \quad (7)$$

โดยที่  $I_{CB1,MAX}$  คือพิกัดเครื่องป้องกันกระแสลัดวงจรตัวใหญ่ ที่สุด เป็นแอมป์ และ  $I_{M1...MN}$  คือกระแสไฟฟ้า เติมที่ของ มอเตอร์ที่เหลือทั้งหมดในวงจร เป็นแอมป์

กรณีที่มีโหลดอื่นรวมอยู่ด้วย สามารถคำนวณขนาดปรับตั้ง ของเครื่องป้องกันกระแสลัดวงจรของสายป้อนได้ดังนี้

$$I_{CB2} = I_{CB2,M} + I_{CB,L} \quad (8)$$

โดยที่  $I_{CB2,M}$  คือพิกัดเครื่องป้องกันกระแสลัดวงจรตัวใหญ่ ที่สุด เป็นแอมป์ และ  $I_{CB,L}$  คือขนาดปรับตั้งเครื่องป้องกัน กระแสเกินของไฟฟ้า เติมที่ เป็นแอมป์

## 2.4 พิกัดกระแสของเครื่องปลดวงจร

เครื่องปลดวงจรของมอเตอร์ระบบแรงดึงตัว ต้องมีพิกัดกระแสไม่น้อยกว่า 115 % ของพิกัดกระแสไฟฟ้า เติมที่ของมอเตอร์ [6] เป็นดังนี้

$$I_{DS} \geq 1.15 \times I_M \quad (9)$$

โดยที่  $I_{DS}$  คือพิกัดกระแสของเครื่องปลดวงจร เป็นแอมป์ และ  $I_M$  คือพิกัดกระแสไฟฟ้า เติมที่ของมอเตอร์ เป็นแอมป์

## 3. การพัฒนาฟังก์ชันจีบุ๊ก (GUI)

วงจรอาร์มพัฒนาฟังก์ชันจีบุ๊ก (GUI) ของแมตแลบ (MATLAB) ประกอบด้วย 7 ขั้นตอนคือ

### 3.1 การวิเคราะห์ปัญหา

ในงานวิจัยนี้จะเป็นการพัฒนาโปรแกรมเพื่อนำไป แก้ปัญหาความยุ่งยากในการออกแบบระบบไฟฟ้าที่มีโหลด



เป็นมอเตอร์ โดยที่ผู้ใช้งานโปรแกรมสามารถเลือกจำลอง โดยที่การป้อนอินพุตจะเป็นการป้อนจากเบื้องต้นที่เป็นตัวเลข ผ่านเข้าไปประมวลผลตามสมการทางคณิตศาสตร์ที่ได้จากการวิเคราะห์ในแต่ละวงจร ซึ่งผลลัพธ์จะแสดงในรูปของตัวเลข

### 3.2 การออกแบบโปรแกรม

การออกแบบโปรแกรมจะใช้ผู้ใช้งานอธิบายลำดับขั้นตอนการทำงาน โดยเริ่มด้วยการทำงานด้วยการเข้าสู่หน้าต่างโปรแกรมหลัก (Main menu) หลักจากนั้นทำการกำหนดคุณสมบัติของมอเตอร์ กำหนดความจุของมอเตอร์ กำหนดคุณสมบัติของมอเตอร์ เลือกชนิดของสายไฟฟ้า และวิธีการเดินสาย

### 3.3 เขียนโปรแกรม

ในขั้นตอนนี้ เป็นการเขียนโปรแกรม โดยทำการสร้างส่วนติดต่อกับผู้ใช้งาน (Graphic User Interface) หรือ GUI ในส่วนของการรับค่าทางอินพุตและการแสดงผลทางเอาต์พุต ในส่วนของการประมวลผลจะเขียนอัลกอริทึมโดยใช้เอ็มไฟล์ (M-Scrip) ของโปรแกรม MATLAB<sup>®</sup> 2012a จากสมการทางคณิตศาสตร์

### 3.4 การทดสอบและแก้ไขโปรแกรม

การทดสอบและแก้ไขโปรแกรมจะเป็นการตรวจสอบความถูกต้องของผลการคำนวณเบริร์ยนเทียบกับทฤษฎี แล้วตรวจสอบคุณลักษณะ ทำการปรับปรุงแก้ไขโปรแกรม

### 3.5 การจัดทำเอกสารและคู่มือการใช้งาน

การจัดทำเอกสารและคู่มือการใช้งานจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ คู่มือสำหรับผู้ใช้โปรแกรม (User's Manual) และคู่มือสำหรับผู้เขียนโปรแกรม (Programmer's Manual) จัดทำไฟล์เป็นนามสกุล .pdf และทำการเขียนต่อไว้ที่ปุ่ม การใช้งาน ของโปรแกรม

### 3.6 การใช้งานจริง

นำโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นไปทดลองใช้ตามสภาพแวดล้อมจริงกับนักศึกษาจำนวน 3 คน โดยผู้วิจัยทำการแนะนำการใช้ และให้นักศึกษาใช้โปรแกรมในการออกแบบระบบไฟฟ้าที่มีโหลดเป็นมอเตอร์ พบร่วมกับนักศึกษาทั้ง 3 คนสามารถใช้โปรแกรมได้เป็นอย่างดี

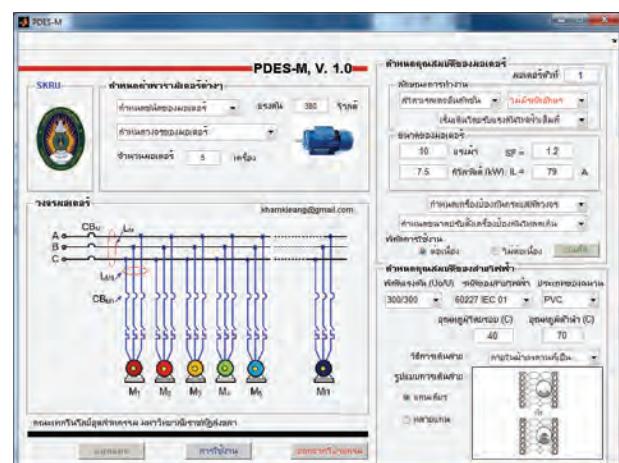
### 3.7 การปรับปรุงและพัฒนาโปรแกรม

ในขั้นนี้ผู้วิจัยได้ทำการปรับปรุงและพัฒนาโปรแกรม ตามค่าแนะนำของนักศึกษาที่ใช้งานจริง โดยการเพิ่มรายละเอียดของตัวแปรและสมการทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการคำนวณ ไว้ในตัวโปรแกรมของแต่ละวงจร

## 4. ผลการวิจัย

### 4.1 ผลการพัฒนาโปรแกรม PDES-M Version 1.0

โปรแกรม PDES-M ที่พัฒนาขึ้น แสดงดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 โปรแกรม PDES-M Version 1.0 สำหรับออกแบบระบบไฟฟ้าที่มีโหลดเป็นมอเตอร์

### 4.2 ผลการคำนวณของโปรแกรม PDES-M Version 1.0

ในบทความวิจัยนี้จะยกตัวอย่างผลการออกแบบวงจรที่มีมอเตอร์จำนวน 3 เครื่อง โดยมอเตอร์ทั้งหมดเป็นสไคว์รอลเคลื่อนตัวชั้นนำ มอเตอร์เริ่มเดิน โดยผ่านรีแอคเตอร์ 380 โวลต์ 3 เฟส ใช้เซอร์กิตเบรกเกอร์เวลาผักผัน มีรายละเอียดดังนี้

- มอเตอร์ตัวที่ 1 มีขนาด 10 แรงม้า กระแส 17 แอม培ร กระแสล็อกโรเตอร์ 50 แอม培ร
  - มอเตอร์ตัวที่ 2 มีขนาด 50 แรงม้า กระแส 79 แอม培ร รหัสอักษร A
  - มอเตอร์ตัวที่ 3 มีขนาด 40 แรงม้า กระแส 63 แอม培ร รหัสอักษร A
- โดยที่ค่าเบริร์ยนต์ความผิดพลาด [3] จะถูกคำนวณจากสมการดังนี้



$$error(\%) = \frac{|value_{theory} - value_{PDES-M}|}{value_{theory}} \times 100 \quad (10)$$

4.2.1 การออกแบบคำนวณหาค่าขนาดกระแสของสายไฟฟ้าสำหรับมอเตอร์แต่ละตัว ( $I_{C,M1...M3}$ ) และขนาดกระแสของสายป้อน ( $I_C$ ) โดยใช้โปรแกรม PDES-M เปรียบเทียบกับการคำนวณทางทฤษฎี ผลแสดงดังตารางที่ 1

**ตารางที่ 1** ผลการออกแบบโดยใช้โปรแกรม PDES-M Version 1.0  
เปรียบเทียบกับการคำนวณทางทฤษฎีในการคำนวณหาค่าขนาดกระแสของสายไฟฟ้า และขนาดกระแสของสายป้อน

	PDES-M	Theory	Error (%)
$I_{C,M1}$	21.25 A	21.25 A	0
$I_{C,M2}$	98.75 A	98.75 A	0
$I_{C,M3}$	78.75 A	78.75 A	0
$I_C$	178.75 A	178.75 A	0

จากตารางที่ 1 พบว่าผลการคำนวณหาค่าขนาดกระแสของสายไฟฟ้าสำหรับมอเตอร์แต่ละตัว ( $I_{C,M1...M3}$ ) และขนาดกระแสของสายป้อน ( $I_C$ ) โดยใช้โปรแกรม PDES-M มีค่าตรงกับการคำนวณทางทฤษฎี

4.2.2 การออกแบบคำนวณหาค่าขนาดเครื่องปั่นกับกระแสลัดวงจรของวงจรย่อย ( $I_{CBI,M1...M3}$ ) และขนาดเครื่องปั่นกับกระแสลัดวงจรของสายป้อน ( $I_{CBI}$ ) โดยใช้โปรแกรม PDES-M เปรียบเทียบกับการคำนวณทางทฤษฎี แสดงดังตารางที่ 2 ผลการคำนวณพบว่าค่าขนาดเครื่องปั่นกับกระแสลัดวงจรของวงจรย่อย ( $I_{CBI,M1...M3}$ ) และขนาดเครื่องปั่นกับกระแสลัดวงจรของสายป้อน ( $I_{CBI}$ ) มีค่าตรงกัน โดยที่มอเตอร์ตัวที่ 1 เลือกใช้เซอร์กิตเบรคเกอร์ขนาด 40 แอมป์ มอเตอร์ตัวที่ 2 เลือกใช้เซอร์กิตเบรคเกอร์ขนาด 125 แอมป์ และมอเตอร์ตัวที่ 3 เลือกใช้เซอร์กิตเบรคเกอร์ขนาด 100 แอมป์ เซอร์กิตเบรคเกอร์ของสายป้อนต้องเลือกขนาด 225 แอมป์ โดยขนาดกระแสของสายป้อนมีค่า 178.75 แอมป์

4.2.3 การออกแบบคำนวณหาค่าพิกัดกระแสของเครื่องปลดวงจรของมอเตอร์แต่ละตัว ( $I_{DS,M1...M3}$ ) โดยใช้โปรแกรม PDES-M เปรียบเทียบกับการคำนวณทางทฤษฎี แสดงดังตารางที่ 3

**ตารางที่ 2** ผลการออกแบบโดยใช้โปรแกรม PDES-M Version 1.0

เปรียบเทียบกับการคำนวณทางทฤษฎีในการคำนวณหาค่าขนาดเครื่องปั่นกับกระแสของวงจรย่อย

	PDES-M	Theory	Error (%)
$I_{CB1,M1}$	34 A	34 A	0
$I_{CB1,M2}$	118.5 A	118.5 A	0
$I_{CB1,M3}$	94.5 A	94.5 A	0
$I_{CB1}$	205 A	205 A	0
$I_C$	178.75 A	178.75 A	0

**ตารางที่ 3** การออกแบบคำนวณหาค่าพิกัดกระแสของเครื่องปลดวงจรของมอเตอร์แต่ละตัว ( $I_{DS,M1...M3}$ )

	PDES-M	Theory	Error (%)
$I_{DS,M1}$	19.55 A	19.55 A	0
$I_{DS,M2}$	90.85 A	90.85 A	0
$I_{DS,M3}$	72.45 A	72.45 A	0

จากตารางที่ 3 พบว่าผลการคำนวณหาค่าพิกัดกระแสของเครื่องปลดวงจรของมอเตอร์แต่ละตัว ( $I_{DS,M1...M3}$ ) โดยใช้โปรแกรม PDES-M มีค่าตรงกับการคำนวณทางทฤษฎี

#### 4.3 ผลการประเมินจากผู้ใช้งาน

การทดสอบการใช้งานของโปรแกรม PDES-M Version 1.0 จากผู้ใช้งานจริงจำนวน 13 ท่าน ประกอบด้วยอาจารย์ผู้สอนวิชาการออกแบบระบบไฟฟ้าจำนวน 2 ท่าน นักศึกษาที่เรียนผ่านรายวิชาการออกแบบระบบไฟฟ้าจำนวน 8 ท่าน และวิศวกรจำนวน 3 ท่าน ผลการประเมินจากแบบสอบถาม แสดงดังตารางที่ 4

**ตารางที่ 4** ผลการประเมินโปรแกรม PDES-M Version 1.0 จากผู้ใช้งาน

ค้านที่	ความคิดเห็น	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความเห็น
1.	ค้านโครงสร้าง	4.47	0.50	มาก
2.	ค้านการใช้งาน	4.46	0.52	มาก
3.	ค้านผลการคำนวณ	4.51	0.49	มากที่สุด
เฉลี่ยรวมทุกค้าน		4.48		มาก



ผลการประเมิน พบว่าผู้ใช้ข่าวณ มีความคิดเห็นดังนี้ 1) ด้านโครงสร้างมีระดับความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.47 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.5 2) ด้านการใช้งานมีระดับความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.46 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.52 และ 3) ด้านการเรียนการสอนมีระดับความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.51 โดยมีค่าเฉลี่ยรวมทั้งหมดเท่ากับ 0.49 มีระดับความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก

## 5. สรุปผลการวิจัย

5.1 โปรแกรม PDES-M Version 1.0 ที่พัฒนาขึ้นโดยใช้ GUI ของ MATLAB 2012a สามารถออกแบบระบบไฟฟ้าที่มีโหลดเป็นมอเตอร์ได้ถูกต้องเมื่อเปรียบเทียบกับทฤษฎี เพราะการพัฒนาโปรแกรมดังกล่าวมีขั้นตอนการพัฒนาอย่างเป็นระบบตามหลักการออกแบบและพัฒนาของโปรแกรมคอมพิวเตอร์

5.2 ผลการประเมินการใช้งานของผู้ใช้ข่าวณ 13 ท่าน พบว่าโปรแกรม PDES-M Version 1.0 มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก

สรุปได้ว่าการออกแบบระบบไฟฟ้าที่มีโหลดเป็นมอเตอร์โดยใช้ GUI MATLAB 2012a เป็นฐานในการพัฒนาทั้งในส่วนของการติดต่อกับผู้ใช้งาน (Graphic User Interface : GUI) และในส่วนของไฟล์ที่ใช้ในการประมวลผล สามารถนำไปช่วยในการออกแบบได้ถูกต้อง และยังช่วยลดเวลาในการออกแบบ และลดค่าใช้จ่ายในการซื้อลิขสิทธิ์ ทั้งยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับการสอนวิชาการออกแบบระบบไฟฟ้า เรื่องการออกแบบของมอเตอร์ได้เป็นอย่างดี

## 6. เอกสารอ้างอิง

- [1] ลือชัย ทองนิด. การออกแบบและติดตั้งระบบไฟฟ้าตามมาตรฐานของการไฟฟ้า. สำนักพิมพ์ ส.ส.ท., ปรับปรุงครั้งที่ 3, 2556.
- [2] ศุภี บรรจงจิตร. หลักการและเทคนิคการออกแบบระบบไฟฟ้า. สำนักพิมพ์:ชีเอ็คยูคชั่น, กรุงเทพฯ, 2556.
- [3] ศิริชัย วัฒนาโภก. โปรแกรมออกแบบเครื่องกำเนิดไฟฟ้า กระแสตรง. วารสารวิชาการมหาสารคาม มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, ปีที่ 9 ฉบับที่ 1 เดือนมกราคม – มิถุนายน 2557, หน้า 36-47.
- [4] Gary W. Chang, Sbou-Yung Chu, and Hung-Lu Wang., “Matlab-Based Graphical User Interface Development for Teaching Power System Harmonic Studies ,” 2004 international Conference on Power System Technology - POWERCON 2004 Singapore, 21-24 November, pp. 1303 - 1308, 2004.
- [5] Nourdine Aliane., A Matlab/Simulink-Based Interactive Module for Servo Systems Learning. IEEE TRANSACTIONS ON EDUCATION, VOL. 53, NO. 2, MAY 2010, pp.265-271, 2010.
- [6] ธนบูรณ์ ศศิกานุเดช. การออกแบบระบบไฟฟ้า. สำนักพิมพ์:ชีเอ็คยูคชั่น, กรุงเทพฯ, 2530.

## ประวัติผู้วิจัย



ดร.สมมารด ขำเกลี้ยง จบการศึกษาระดับปริญญาเอก สาขาไฟฟ้าศึกษา จากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ปี พ.ศ. 2552 สนใจงานวิจัยทางด้านการวิเคราะห์วงจรลิ้นระนาบ ไมโครเฟฟโดยใช้หลักการของลิ้น และการพัฒนา MATLAB GUI ปัจจุบันเป็นอาจารย์ประจำภาควิชาคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสังขละ จังหวัดสังขละ อาจารย์ไฟฟ้า คงเรือง จบการศึกษาระดับปริญญาโท สาขาไฟฟ้า จากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ สนใจงานวิจัยทางด้านการออกแบบระบบไฟฟ้า และการพัฒนาการเรียนการสอนทางด้านไฟฟ้า ปัจจุบันเป็นอาจารย์ประจำภาควิชาคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสังขละ จังหวัดสังขละ



# วิศวกรรมค่าลตร์ สาขาวิศวกรรมเครื่องกล







## การออกแบบและประสิทธิภาพเตาบีบห้องเชื้อเพลิง Cube Mushroom Steaming Oven Design and Performance

บัญชา ไตรศรี โภคร, ประสารสุข สร้อยทอง, ธราธิป ภูร่องย

สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยนครพนม

ถ.นิตโย ต.หนองญาติ อ.เมือง จังหวัดนครพนม 48000

E-mail: [tharathip\\_ph@npu.ac.th](mailto:tharathip_ph@npu.ac.th)

### บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้วัดถูกประสงค์เพื่อออกแบบเตาบีบห้องเชื้อเพลิงที่มีประสิทธิภาพในการลดการใช้เชื้อเพลิง และลดการสูญเสียพลังงานความร้อนของเตาประสิทธิภาพสูง จากการออกแบบโครงสร้างสามารถแบ่งส่วนประกอบทั้งหมดออกได้เป็น 3 ส่วน คือ เตาประสิทธิภาพสูง, ถังบรรจุห้องเชื้อเพลิง และอุปกรณ์ตรวจจับและแจ้งเตือนอุณหภูมิ โดยได้แบ่งวิธีการทดสอบและเบริญเพียง สองเป็น 2 วิธี คือ การทดสอบนึ่งห้องเชื้อเพลิง และการคำนวณหาค่าอัตราการไหลดของความร้อนของเตานี้ห้องเชื้อเพลิง ผลการทดสอบนึ่งห้องเชื้อเพลิง เตาบีบห้องเชื้อเพลิงประสิทธิภาพสูงใช้ปริมาณน้ำในการนึ่งปริมาณ 10 ลิตร ถังสามารถบรรจุห้องเชื้อเพลิงได้ ครั้งละ 80 ห้อง ใช้ระยะเวลาในการนึ่งผ่าห้องเชื้อรวมทั้งสิ้น 240 นาที และอุปกรณ์ตรวจจับอุณหภูมิสามารถแจ้งเตือนได้ทุก 1 วินาที เมื่ออุณหภูมิต่ำกว่า 90 องศาเซลเซียส และเมื่ออุณหภูมิสูงเกิน 105 องศาเซลเซียส ซึ่งเตานี้ห้องเชื้อเพลิง ประสิทธิภาพสูงสามารถลดการใช้ฟืนเป็นเชื้อเพลิง ได้เท่ากับ 31.82 เปอร์เซ็นต์ของเตานี้ห้องเชื้อเพลิงต้นแบบ เมื่อเบริญเพียง ระยะเวลาอัตราส่วนของจำนวนห้องเชื้อเพลิงที่เท่ากัน และจากการคำนวณหาค่าอัตราการไหลดของความร้อนของเตานี้ห้องเชื้อเพลิง ทำให้สรุปได้ว่า เตาบีบห้องเชื้อเพลิงประสิทธิภาพสูงสามารถลดการสูญเสียความร้อนได้มากกว่าเตานี้ห้องเชื้อเพลิงต้นแบบเท่ากับ 17.234 วัตต์ ต่อการนึ่งห้องเชื้อเพลิงในแต่ละครั้ง

คำสำคัญ: ห้องเชื้อเพลิง

### Abstract

This research aims at designing a high-efficiency steam oven in order to reduce the use of fuel and heat loss. The structure of the oven consists of three main parts: 1) high-efficiency furnace, 2) tank for packing cubes mushroom and 3) temperature detecting and warning devices. Oven performance test was done by steaming cube mushrooms, and calculating the heat transfer within the oven. The results showed that the designed oven used 10 liters of water for steaming 80 mushroom chunks. The time required for steaming mushrooms was 240 minutes. Temperature detecting and warning device worked effectively, warning when the temperatures above 105 °C, and below 90 °C. In terms of energy used, the designed oven can significantly reduce the use of firewood by 31.32 percent, compared to conventional ovens. With the same amount of mushroom, the designed oven can greatly reduce heat loss by 17.23 watts.

**Keyword:** Infected Mushroom Loaf



## 1. บทนำ

ปัจจุบันอาชีพเพาะเห็ดเป็นอาชีพที่เกย์ตරր ได้รับความนิยมอย่างมาก เนื่องจากสามารถทำได้ตลอดทั้งปี อุตสาหกรรมเห็ดจึงเป็นอุตสาหกรรมที่มีการขยายตัวทั่วโลกมีผลผลิตเห็ดมากกว่า 2 ล้านตันต่อปี (Kues and Liu, 2000) ซึ่งประเทศไทยสามารถผลิตเห็ดชนิดต่างๆ ได้รวม 100,000 ตัน กิดเป็นมูลค่า 4,193.1 ล้านบาท (สามารถ, 2541) วิธีการเพาะเห็ดโดยส่วนมากจะนิยมเพาะเห็ดในถุงพลาสติก เนื่องจากมีเห็ดหลายชนิดที่เพาะในถุงพลาสติก เช่น เห็ดขอน เห็ดบด เห็ดหูหนูเห็ดนางรม นางฟ้า เป็นอื่น เป็นต้น ในขั้นตอนการเพาะเห็ดในถุงพลาสติก เมื่อผ่านขั้นตอนเชื้อเพลิงและอาหารของเห็ดให้เข้ากันดีแล้ว ตามสัดส่วนที่กำหนดจึงบรรจุลงในถุงพลาสติกและการปิดปากถุงเพื่อป้องกันไอน้ำเข้าก้อนเชื้อเห็ดในขั้นตอนการนึ่ง การนึ่งเพื่อฆ่าเชื้อเห็ด/ราที่มีอยู่ตามธรรมชาติด้วยหม้อน้ำ ไอน้ำ ก้อนที่จะนำไปเพาะเลี้ยงให้มีการขยายของเส้นใย筋กล้ายเป็นผลผลิตของดอกเห็ด

การเพาะเห็ดในถุงพลาสติกจำเป็นต้องมีกระบวนการนึ่ง ก้อนเชื้อเห็ดเพื่อฆ่าเชื้อโรคก่อนที่จะนำเข้าหีดไปบรรจุใส่ถุง เพื่อเพาะเลี้ยงต่อไป เตานั่งก้อนเชื้อเห็ดแบบเดิมที่มีอยู่จะสีน้ำเงินเป็นปูนและรั่วหายใจ แต่ก้อนเชื้อเห็ดที่นึ่งแล้วจะสีน้ำเงิน การรายงานของกรมพัฒนาพลังงานทดแทน (2551) ชี้ว่ามีจำนวน 220 ก้อน ใช้เวลารวม 5.5 ชั่วโมง ประมาณ เชื้อเพลิงไม้พื้นบุบลีปัตส 92 กิโลกรัม (ไมตรี พิทากุณ, 2010) การนึ่งก้อนเชื้อเห็ดด้วยเตาแบบถุงทุ่งด้วยความร้อน 90-100 °C ใช้เวลาไม่ต่ำกว่า 3 ชั่วโมง นับจากอุณหภูมิได้ 90 °C และความร้อนที่ให้ต้องสม่ำเสมอ ปัจจุบันการใช้เตานั่งก้อนเชื้อเห็ดแบบเดิมเป็นเตาที่มีการออกแบบให้สามารถบรรจุเชื้อเพลิงได้หลากหลาย ในการต้มน้ำประมาณมาก ทำให้การต้มน้ำให้เดือดในแต่ละครั้งใช้เวลานานถึง 1/2-1 ชั่วโมง พร้อมทั้งส่วนของเตาเผาเชื้อเพลิงเป็นแบบก่ออิฐถือปูดซ้ายขวาสูงประมาณ 70 เซนติเมตร ส่วนด้านหน้าและด้านหลังมีช่องขนาดใหญ่สำหรับป้อนเชื้อเพลิงและตักเศษเชื้อ ทำให้การเผาใหม่เชื้อเพลิงมีการสูญเสียพลังงานความร้อนออกทางด้านหน้าและด้านหลังของเตาเผา ซึ่งเป็นการสูญเสียพลังงานเชื้อเพลิงในการผลิตพลังงานความร้อนเพื่อใช้ในการต้มน้ำให้เดือดมากยิ่งขึ้น

คณะผู้วิจัยจึงมีแนวคิดสร้าง “เตานั่งก้อนเชื้อเห็ดประสีทิพยภาพสูง” ขึ้น โดยมีแนวคิดคือ สร้างเตาประสีทิพยภาพสูงโดยใช้ไฟฟ้าเป็นเชื้อเพลิงในการเผาใหม่ขึ้น และบังคับน้ำให้ไหลจากที่สูงลงมาสู่ที่ต่ำอย่างต่อเนื่องในปริมาณน้อย ซึ่งน้ำจะไหลผ่านห้องเผาที่ถูกติดตั้งไว้ส่วนบนของเตาประสีทิพยภาพสูง ซึ่งความร้อนที่ได้จากการเผาใหม่จะทำให้ห้องเผาห้องล่างที่อุณหภูมิของน้ำภายในห้องเผาเพิ่มสูงขึ้น จนเดือด แรงดันไอน้ำที่เกิดจากการเดือดของน้ำก็จะไหลเข้าสู่ถังน้ำเพื่อเป็นการนึ่งฆ่าเชื้อ ก้อนเชื้อเห็ด ซึ่งจากขั้นตอนการต้มน้ำให้เดือดจนกระทั่งถึงกระบวนการการฆ่าเชื้อ ก้อนเชื้อเห็ดจะใช้เวลาในการนึ่งก้อนเชื้อเห็ดเพียง 3-4 ชั่วโมง ทำให้ช่วยลดระยะเวลาและปริมาณเชื้อเพลิงในการนึ่งฆ่าเชื้อ ก้อนเชื้อเห็ดได้ในปริมาณมาก และเพื่อเป็นการควบคุมอุณหภูมิความร้อนและแรงดันภายในถังน้ำก้อนเชื้อเห็ด จึงมีการติดตั้งอุปกรณ์แข็งตื้อค้ำยสัญญาณเดิมเมื่ออุณหภูมิความร้อนภายในถังน้ำก้อนเชื้อเห็ดต่ำหรือสูงเกินค่าที่กำหนดไว้ พร้อมทั้งมีวัลล์รับน้ำ แรงดันแบบอัตโนมัติเพื่อป้องกันการระเบิดของถังน้ำก้อนเชื้อเห็ด

## 2. การดำเนินการออกแบบ

### 2.1 ออกแบบโครงสร้างเตานั่งก้อนเชื้อเห็ดประสีทิพยภาพสูง

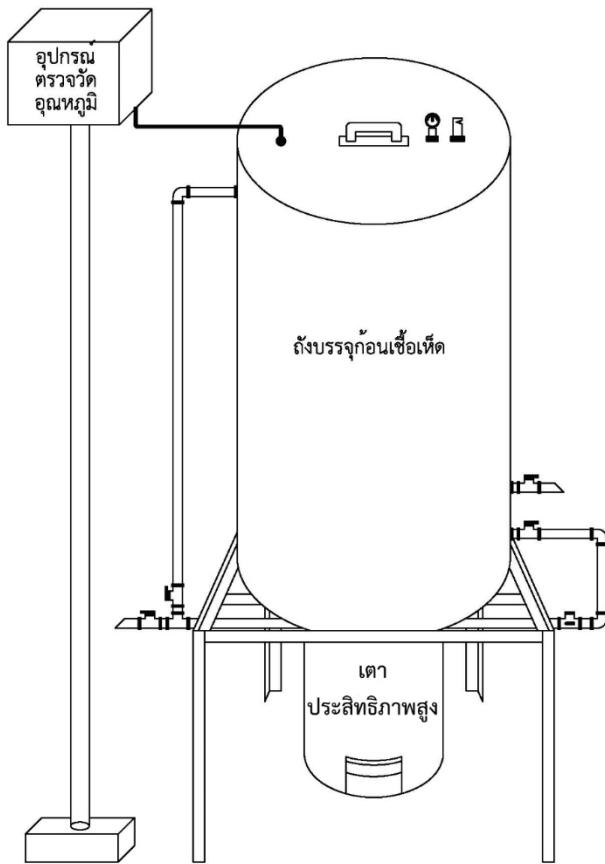
โครงสร้างของเตานั่งก้อนเชื้อเห็ดประสีทิพยภาพสูงที่ออกแบบและขั้นตอนที่ 1

### 2.2 วิธีสร้างเตานั่งก้อนเชื้อเห็ดประสีทิพยภาพสูง

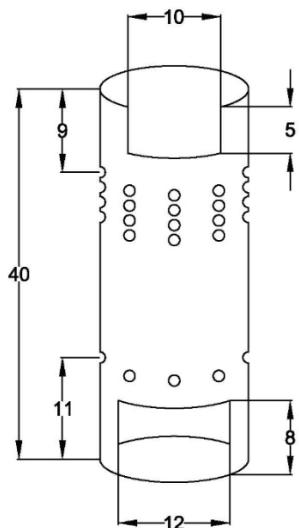
2.2.1 นำห้องเหล็กขนาด 6 นิ้ว มาตัดให้ได้ความยาว 40 เซนติเมตร และเจาะรูรอบๆ ห้องเหล็กขนาด 10 มิลลิเมตร ดังภาพที่ 2

2.2.2 นำห้องเหล็กหรือแผ่นอะลูมิเนียมม้วนขนาด 8 นิ้ว มาตัดให้ได้ความยาว 35 เซนติเมตร และเจาะช่องด้านล่างดังภาพที่ 3

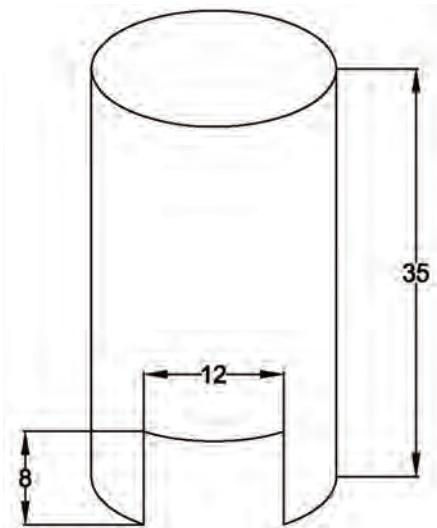
2.2.3 นำลังสีขนาด 10 นิ้ว มาเจาะรูช่องด้านล่างของถังสี และเจาะรูบนฝาลังสี นำเข็นส่วนข้างต้นมาประกอบเข้าด้วยกัน ก็จะได้เตาประสีทิพยภาพสูง ดังภาพที่ 4



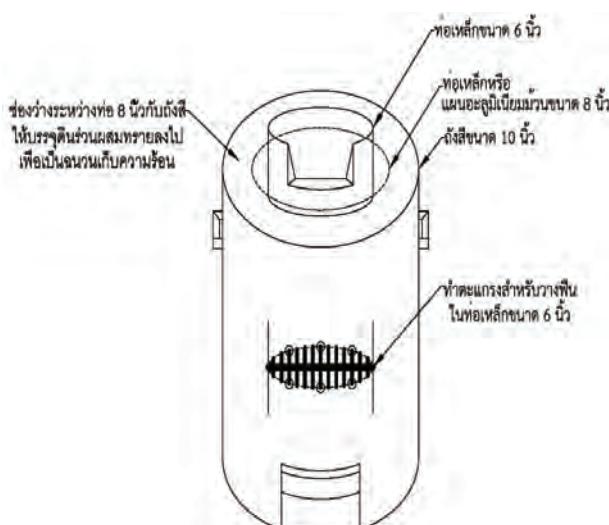
ภาพที่ 1 การออกแบบโครงสร้างเตาเผาเชื้อเห็ด ประสิทธิภาพสูง



ภาพที่ 2 โครงสร้างของท่อเหล็กขนาด 6 นิ้ว



ภาพที่ 3 ท่อเหล็กหรือแผ่นอะลูมิเนียมม้วนขนาด 8 นิ้ว



ภาพที่ 4 โครงสร้างของเตาประสิทธิภาพสูงเมื่อนำส่วนต่างๆ

### 2.3 วิธีการสร้างถังบรรจุก้อนเชื้อเห็ด

นำถังขนาด 200 ลิตรมาขึ้นไว้บนฐาน และทำการประกอบส่วนประกอบต่างๆ เข้ากับถังขนาด 200 ลิตร ดังภาพที่ 5

### 2.4 ทดสอบเตาเผาเชื้อเห็ดประสิทธิภาพสูง

2.4.1 การทดสอบนั่งก้อนเชื้อเห็ด ทำการทดสอบนั่งก้อนเชื้อเห็ดด้วยเตาเผาเชื้อเห็ดประสิทธิภาพสูง และจัดเก็บข้อมูล และทำการเปรียบเทียบและสรุปผลการทดสอบ

เตานี่งก้อนเชือเห็คตันแบบกับเตานี่งก้อนเชือเห็คประสิทชิภาพ  
สูง

### 3. ผลการดำเนินงาน

### 3.1 ผลการทดสอบเดานิ่งก่อนเข้าห้องประชุมพิพากษา

3.1.1 การทดสอบนิ่งก้อนเชื้อเห็ด จากการเก็บข้อมูลของเตานิ่งก้อนเชื้อเห็ดต้นแบบและเตานิ่งก้อนเชื้อเห็ดประสิทธิภาพสูง ทำให้ได้ผลการทดสอบนิ่งก้อนเชื้อเห็ด ดังตารางที่ 1

### ตารางที่ 1 ตารางข้อมูลผลการทดสอบเดานิ่งก่อนเชือเห็ด

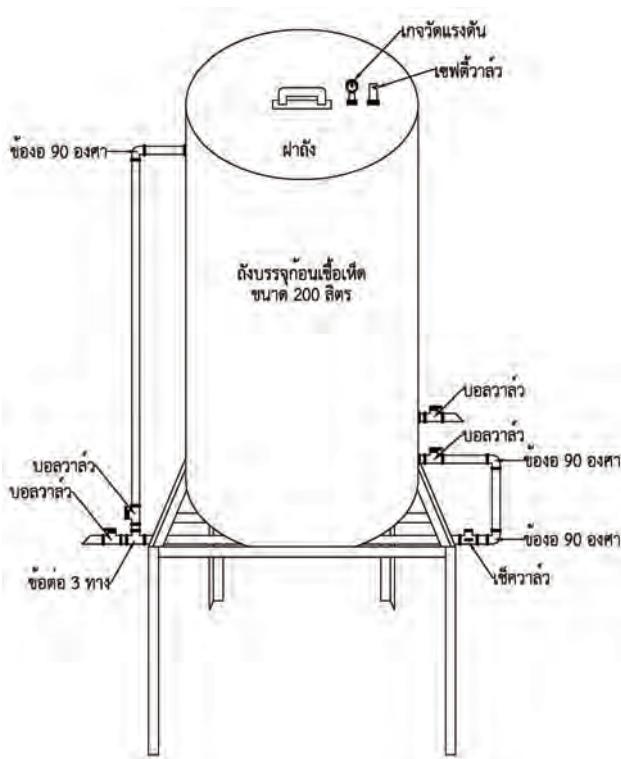
ข้อมูลที่จัดเก็บ	เดาเชิงก้อนเชือกเด็ก	
	เดาเชิงๆเดินแบบ	เดาเชิงๆ ประสิทธิภาพสูง
1. ปริมาณน้ำที่ใช้น้ำ (ลิตร/ครั้ง)	200	10
2. จำนวนก้อนเด็กที่น้ำ (ก้อน/ครั้ง)	800	80
3. ระยะเวลาที่ $0-100^{\circ}\text{C}$ (นาที)	90	60
4. ระยะเวลาที่ $\geq 100^{\circ}\text{C}$ (นาที)	240	180
5. ปริมาณพิษที่ใช้เป็นเชือกเด็ก (กิโลกรัม/ครั้ง)	440	30

จากตารางที่ 1 สามารถสรุปผลการทดสอบนั่งก้อนเชือเห็ด  
ของเด็กนั่งก้อนเชือเห็ด ได้ดังนี้

ผลการทดสอบนึ่งก้อนเชื้อเห็ดกับเตาในรูปแบบใช้ปริมาณน้ำในการนึ่งปริมาณ 200 ลิตร บรรจุก้อนเชื้อเห็ดได้จำนวน 800 ก้อน ใช้ระยะเวลา 90 นาทีในการต้มน้ำให้ได้อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส และใช้ระยะเวลาในรูปแบบนึ่งข้าวเชื้อ ก้อนเชื้อเห็ดต่ออิกรีบเป็นระยะเวลา 240 นาที รวมปริมาณฟันที่ใช้เป็นเชื้อเพลิงทั้งสิ้น 440 กิโลกรัม

ผลการทดสอบนั่งก้อนเชือเห็ดกับเดานั่งฯ ประสิทธิภาพสูง  
ใช้ปริมาณน้ำในการนึ่งปริมาณ 10 ลิตร บรรจุก้อนเชือเห็ดได้  
จำนวน 80 ก้อน ใช้ระยะเวลา 60 นาทีในการต้มน้ำให้ได้  
อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส และใช้ระยะเวลาอีก 60 นาที รวมปริมาณฟันที่ใช้เป็น  
เชือเห็ดต่ออิกรีบเป็นระยะเวลา 180 นาที รวมปริมาณฟันที่ใช้เป็น  
เชือเพลิงทั้งสิ้น 30 กิโลกรัม

เนื่องจากเดานี่งฯ ประสิทธิภาพสูง มีขนาดของเดานี่งที่แตกต่างจากเดานี่งฯ ด้านแบบ เพื่อให้เห็นผลการทดสอบนี่งก้อน เชือเห็คที่ชัดเจนขึ้น ทางผู้จัดทำวิจัยจึงได้ทำการเปรียบเทียบเดานี่งฯ ประสิทธิภาพสูงกับเดานี่งฯ ด้านแบบ โดยการเปรียบเทียบ



ภาพที่ 5 โครงสร้างฐานเมื่อทำการยึดถังขนาด 200 ลิตร

2.4.2 การหาค่าอัตราการ ไฟลของความร้อนของเตา  
นั่งก้อนเชื้อเห็ดคตันแบบ และเตาที่นั่งก้อนเชื้อเห็ดประสิทธิภาพ  
สูง มีส่วนการดังนี้

$$H = \frac{kA(T_2 - T_1)}{l} \quad (1)$$

เมื่อ  $H = \text{ค่าอัตราการ} \text{ ใหม่ของความร้อน (W)}$

$K$  คือ ค่าสภาพการนำความร้อนของสาร (W/m)

$A \equiv$  พื้นที่หน้าตัดของฉนวนความร้อน ( $m^2$ )

$$T_c = \text{อุณหภูมิเตา} \text{ ก}^{\circ}\text{C} \text{ ที่} \text{ มน} \text{ นวน} \quad (C^0)$$

$T =$  อุณหภูมิเตาหลังหัวอนุวัน ( $^{\circ}C$ )

$L \equiv$  ความหนาของฉนวน (m)



ประสิทธิผลของเตานี่งฯ โดยการใช้อัตราส่วนปริมาณฟืนที่ใช้เป็นเชื้อเพลิงต่อจำนวนก้อนเชื้อหัดที่เท่ากัน

ตารางที่ 2 ตารางเปรียบเทียบอัตราส่วนปริมาณฟืนที่ใช้เป็นเชื้อเพลิงต่อจำนวนก้อนเชื้อหัด

เตานี่งก้อนเชื้อหัด	อัตราส่วน (กิโลกรัม : ก้อน)
1. เตา nieg ตันแบบ	400 : 800
2. เตา nieg ประสิทธิภาพสูง	30 : 80

ตารางที่ 3 ตารางแสดงผลการทดสอบนี่งก้อนเชื้อหัด โดยเปรียบเทียบระยะเวลา กับ อุณหภูมิ

เวลา (นาที)	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	
	เตานี่งตันแบบ	เตานี่งประสิทธิภาพสูง
0	28	28
15	35	35
30	45	50
45	60	65
60	75	85
75	85	100
90	100	105
105	105	110
120	105	115
135	105	116
150	105	116
165	105	116
180	105	116
195	105	-
210	105	-
225	105	-
240	105	-
255	105	-
270	105	-
285	105	-
300	105	-
315	105	-
330	105	-

จากตารางที่ 2 เมื่อเปรียบเทียบอัตราส่วนปริมาณฟืนที่ใช้เป็นเชื้อเพลิงต่อจำนวนก้อนเชื้อหัดที่เท่ากัน โดยเมื่อจัดให้อุ่นในรูปของเศษส่วน สามารถเขียนได้ว่า

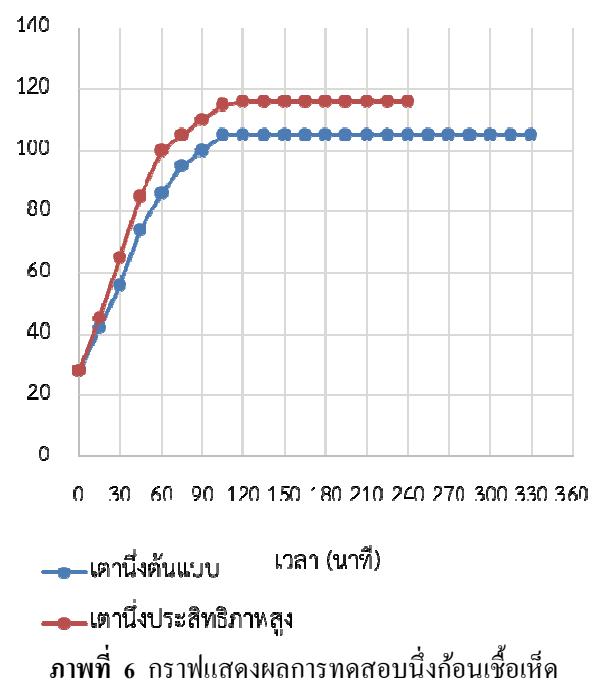
$$\frac{440}{800} \text{ และ } \frac{30}{80}$$

จากเศษส่วนข้างต้น เตา nieg ตันแบบสามารถบรรจุก้อนเชื้อหัดได้มากกว่าเตานี่งฯ ประสิทธิภาพสูงคิดเป็น 10 เท่า ดังนั้น เมื่อจัดให้อุ่นในรูปของเศษส่วนที่เท่ากัน โดยการนำเอา 10 มา

คูณ 30 หารด้วย 80 ทั้งเศษและส่วน สามารถเขียนให้อุ่นในรูปเศษส่วนที่เท่ากันได้ว่า

$$\frac{440}{800} \text{ และ } \frac{300}{800}$$

จากรูปเศษส่วนที่เท่ากันข้างต้น จะเห็นได้ว่า เตา nieg ตันแบบใช้ปริมาณฟืน 440 กิโลกรัมต่อจำนวนก้อนเชื้อหัด 800 ก้อน และเตานี่งฯ ประสิทธิภาพสูงใช้ปริมาณฟืน 300 กิโลกรัมต่อจำนวนก้อนเชื้อหัด 800 ก้อน



### 3.2 การหาค่าอัตราการไหลดของความร้อนของเตานี่งก้อนเชื้อหัด

3.2.1 การหาค่าอัตราการไหลดของความร้อนของเตานี่งก้อนเชื้อหัดตันแบบ ดังนี้

$$H = \frac{kA (T_2 - T_1)}{L}$$

$$H = \frac{0.8 \text{ W/m.K} \times (0.52 \text{ m} \times 1.4 \text{ m}) \times (106^\circ\text{C} - 79^\circ\text{C})}{0.15 \text{ m}}$$

$$H = 104.832 \text{ W}$$



เนื่องจากเตาในนั่งก้อนเชื้อเห็ดต้นแบบ มีพนัง 2 ด้าน ทำให้

$$H = 104.832 \text{ W} \times 2 = 209.664 \text{ W}$$

3.2.2 การหาค่าอัตราการไหลดของความร้อนของเตาในนั่งก้อนเชื้อเห็ดประสีทชิพสูง

$$H = \frac{KA(T_2 - T_1)}{L}$$

$$H = \frac{K(2\pi r^2 h)(T_2 - T_1)}{L}$$

$$H = \frac{0.52 \text{ W/mK} \times (2\pi \times 0.127^2 \text{ m} \times 0.35 \text{ m}) \times (302^\circ\text{C} - 37^\circ\text{C})}{0.0254 \text{ m}}$$

$$H = 192.43 \text{ W}$$

การหาค่าอัตราการไหลดของความร้อนของเตาในนั่งก้อนเชื้อเห็ดต้นแบบและเตาในนั่งก้อนเชื้อเห็ดประสีทชิพสูงในสมการ เตาในนั่งก้อนเชื้อเห็ดประสีทชิพสูงมีค่าอัตราการไหลดของความร้อนน้อยกว่าเตาในนั่งก้อนเชื้อเห็ดต้นแบบ ซึ่งทำให้เตาในนั่งก้อนเชื้อเห็ดประสีทชิพสูงสามารถลดการสูญเสียความร้อนได้มากกว่าเตาในนั่งก้อนเชื้อเห็ดต้นแบบเท่ากับ  $209.664 - 192.43 = 17.234 \text{ W}$  ต่อการนั่งก้อนเชื้อเห็ดในแต่ละครั้ง

#### 4. สรุปและอภิปรายผล

การสร้างเตาในนั่งก้อนเชื้อเห็ดที่มีประสีทชิพสูงในการลดการใช้เชื้อเพลิง และลดการสูญเสียพลังงานความร้อนของเตาประสีทชิพสูง

ผลการทดสอบนั่งก้อนเชื้อเห็ด เตาในนั่งก้อนเชื้อเห็ดประสีทชิพสูงใช้ปริมาณน้ำในการนั่งปริมาณ 10 ลิตร ถังสามารถบรรจุก้อนเชื้อเห็ดได้ร้อยละ 80 ก้อน ใช้ระยะเวลาในการนั่งประมาณ 240 นาที และอุปกรณ์ตรวจจับอุณหภูมิสามารถแจ้งเตือนด้วยสัญญาณเสียงเมื่อมีอุณหภูมิต่ำกว่า 90 องศาเซลเซียส และเมื่ออุณหภูมิสูงเกิน 105 องศาเซลเซียส ซึ่งเตาในนั่งก้อนเชื้อเห็ดประสีทชิพสูงสามารถลดการใช้ฟืนเป็นเชื้อเพลิงได้เท่ากับ 31.82 % ของเตาในนั่งก้อนเชื้อเห็ดต้นแบบ เมื่อเปรียบเทียบระหว่างอัตราส่วนของจำนวนก้อนเชื้อเห็ดที่เท่ากัน และจากการคำนวณหาค่าอัตราการไหลดของความร้อนของเตาในนั่งก้อนเชื้อเห็ด ทำให้สรุปได้ว่า เตาใน

ก้อนเชื้อเห็ดประสีทชิพสูงมีค่าอัตราการไหลดของความร้อนน้อยกว่าเตาในนั่งก้อนเชื้อเห็ดต้นแบบ ซึ่งทำให้เตาในนั่งก้อนเชื้อเห็ดประสีทชิพสูงสามารถลดการสูญเสียความร้อนได้มากกว่าเตาในนั่งก้อนเชื้อเห็ดต้นแบบเท่ากับ 17.234 W ต่อการนั่งก้อนเชื้อเห็ดในแต่ละครั้ง

#### 5. ข้อเสนอแนะ

เนื่องจากตัวเตาประสีทชิพสูงมีน้ำหนักมาก ลำบากต่อการเคลื่อนย้ายเข้า-ออก ดังนั้นจึงได้สร้างฐานของเตาประสีทชิพสูงที่มีล้อเลื่อนขึ้น เพื่อให้สะดวกในการเคลื่อนย้าย

เนื่องจากในขั้นตอนการนั่งก้อนเชื้อเห็ดที่อุณหภูมิสูงสุด 116 องศาเซลเซียส ทำให้ถุงก้อนเชื้อเห็ดเกิดการบิดเบี้ยว เสียรูปทรง จึงต้องทำการตั้งค่าอุปกรณ์แจ้งเตือนใหม่โดยให้แจ้งเตือนที่อุณหภูมิสูงสุด 105 องศาเซลเซียสแทนค่าอุณหภูมิคิม

เตาประสีทชิพสูงมีน้ำหนักมาก และยังคงมีการสูญเสียพลังงานความร้อนที่ค่อนข้างมาก เนื่องจากใช้ดินเป็นจำนวนมาก ความร้อน ดังนั้นหากจะพัฒนาเตาประสีทชิพสูงให้มีน้ำหนักเบาและลดการสูญเสียพลังงานความร้อนได้มากขึ้นนั้น จะต้องทำการหาสารอื่นมาเป็นจำนวนมากความร้อนแทนดิน ซึ่งต้องมีน้ำหนักเบาและมีค่าสกัดความร้อนของสาร

#### 6. บรรณานุกรม

- [1] ชัชวาล ไอยชพันธ์, โศภा แคนสี, สุพรรณ ยังยืน และอดีทกิต ปัตติยะ. (2554). การพัฒนาเตาในนั่งก้อนเชื้อเห็ดประยัคพลังงาน. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 42 (3 พิเศษ) : 458-461.
- [2] พรประสีทชิพสูง, จิรศักดิ์ เพียรเจริญ และสุเทพ ชูกลั่น. (2554). การพัฒนาเครื่องผลิตไอน้ำความดันต่ำสำหรับ อุตสาหกรรมครัวเรือน. วิศวกรรมสาร มน. ปีที่ 38 ฉบับที่ 2 (111-116) เมษายน – มิถุนายน 2554.
- [3] ศภา แคนสี และคณะ. (2555). การถ่ายทอดเตาในนั่งก้อนเชื้อเห็ดประยัคพลังงาน. โครงการคลินิกเทคโนโลยี กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.



## การออกแบบและสร้างเครื่องอบสับปะรดแ渭นโดยพลังงานแสงอาทิตย์แบบแผ่นเรียบ Design and Construction of Sliced Pineapples Dryer by Flat Plate Solar Collector

ประเทือง ผึ้นแก้ว กีรติ วุฒิจารี

สาขาวิชาเทคโนโลยีเครื่องกล สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล  
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ลำปาง

### บทคัดย่อ

การออกแบบและสร้างเครื่องอบสับปะรดแ渭นโดยพลังงานแสงอาทิตย์แบบแผ่นเรียบ มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบสร้างและทำประดิษฐ์ภาพเครื่องอบสับปะรดแ渭นโดยพลังงานแสงอาทิตย์แบบแผ่นเรียบ สับปะรดที่ใช้ในการทดลองเป็นพันธุ์ปีตานิเวศ ที่ผ่านการปรุงแต่งรสชาติ ลักษณะสับปะรดเป็นวงกลมคล้ายแ渭น มีเส้นผ่าศูนย์กลางโดยเฉลี่ย 10 cm. ความหนา 1 cm. มีน้ำหนักโดยเฉลี่ยต่อชิ้น 40 g. มีความชื้นเริ่มต้น 82.276 % มาตรฐานเปรียก อบแห้งครึ่งละ 10 kg ทำการอบแห้งจนเหลือความชื้นสุดท้ายประมาณ 29.1% มาตรฐานเปรียก โดยแผงรับแสงอาทิตย์มีขนาด  $2 m^2$  ตั้งเรียงทำมุนกันแนวระดับ 17 องศา ใช้พัดลมดูดอากาศมีอัตราการไหล 24.5  $m^3/hr$  อุณหภูมิและเบอร์เซ็นต์ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยในตู้อบ 56.18 °C และ 51.4 % ตามลำดับ มีอัตราการอบแห้ง 0.288  $kg_{water}/hr$  ประสิทธิภาพรวมของเครื่องอบสับปะรดแ渭นโดยพลังงานแสงอาทิตย์แบบแผ่นเรียบโดยเฉลี่ย 20.68 %

**คำสำคัญ:** สับปะรดแ渭น การอบแห้ง พลังงานแสงอาทิตย์

### Abstract

*This research concerns a proposal to design a more efficient sliced pineapple dryer utilizing a flat plate solar collector in the drying process. The pineapple used in this experiment is a species of "Pattavia pineapple" which has a natural pineapple flavor. They are sliced into circular shapes, like the frames of eyeglasses, with an approximate diameter of 10cm and a thickness of about 1cm. Each slice weighs approximately 40g with a standard moistness of 82.276%. They are dehydrated in 10 kg batches. The dehydration process continues until the last scale of moistness is at 29.1% standard. The solar cell has an area of  $2 m^2$  make an angle of 17 part of circle, using a ventilator at 24.5  $m^3/hr$  mass flow rate which produces a temperature and humidity average of 56.18 °C and 51.4%, respectively. The dehydration rate is at 0.288  $kg_{water}/hr$ . The overall efficiency of the sliced pineapples dryer by flat plate solar collector averages at 20.68%*

**Keyword:** Sliced Pineapples, Drying, Solar Collector

## 1. บทนำ

สับปะรด เป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย สร้างรายได้ให้กับเกษตรกรไทยเป็นอย่างมากในแต่ละปี สามารถเพาะปลูกได้ดีในบริเวณที่มีสภาพภูมิอากาศแบบความชื้นสัมพัทธ์สูง พันธุ์ที่ปลูกมากในประเทศไทย ได้แก่ พันธุ์ปีตตาเวีย ในจังหวัดดำเนินกรุงเทพมหานคร ผู้ปลูกสับปะรดจากดำเนินกรุงเทพมหานคร บ้านแดง บ้านคง และดำเนินคุมพัฒนาร่วมพื้นที่เพาะปลูกสับปะรดประมาณ 20,000-30,000 ไร่ ผลผลิตที่ออกสู่ตลาดในแต่ละปีที่ออกพร้อมกันมากถึง 100,000 ตัน ทำให้ไม่สามารถขายผลผลิตสับปะรดได้หมด ทำให้ผลผลิตสับปะรดล้นตลาด สร้างความเดือดร้อนแก่เกษตรกร[1] ทางคณะผู้จัดทำจึงได้ศึกษาข้อมูลและหาแนวทางการแก้ไขปัญหาดังกล่าว โดยนำสับปะรดมาแปรรูปเพื่อเพิ่มมูลค่าทางการเกษตร ในรูปของสับปะรดแห้งปูรุ้งแต่รสดชาติ ในกระบวนการการทำสับปะรดแห้งแห่งอื่น ต้องอบแห้งการใช้พลังงานความร้อนการอบแห้งสามารถทำได้หลายแบบ เช่น การตากแดด โดยตรงซึ่งเป็นวิธีที่ง่ายไม่ซับซ้อนแต่ในทางปฏิบัติมักจะเกิดปัญหาด้านผู้คนละของแมลงและเชื้อรา นอกจากนั้นยังมีปัญหามีอุณหภูมิที่ต้องตัดหักก่อนนำไปอบ ทำให้ต้องมีเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์เข้ามาช่วยลดปัญหาต่างๆ ที่กล่าวมา เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ใช้หลักการเปลี่ยนรังสีแสงอาทิตย์ให้เป็นพลังงานความร้อน แล้วนำความร้อนของอากาศไปอบสับปะรดแห้ง จึงทำให้ประหยัดพลังงานมากกว่าการอบแห้งแบบอื่นๆ

## 2. วัตถุประสงค์

- เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องอบสับปะรดแห้งโดยพลังงานแสงอาทิตย์แบบแผ่นเรียบ
- เพื่อหาประสิทธิภาพของเครื่องอบสับปะรดแห้งโดยพลังงานแสงอาทิตย์แบบแผ่นเรียบ

## 3. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

### 3.1 เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์

เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ อาศัยหลักการทำงานของเครื่องอบแห้งแบบตู้ โดยการใช้แสงแดดเป็นพลังงานความร้อนให้กับเครื่องอบ เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์โดยทั่วไปประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วน คือ ส่วนที่ใช้อุปกรณ์ซึ่งได้ตัวอย่างที่ต้องการอบแห้ง และส่วนที่เป็นตัวรับรังสีแสงอาทิตย์เพื่อทำให้อากาศร้อน ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์ให้เป็นความร้อน เพื่อนำมาใช้อุ่นอากาศก่อนที่จะให้หลักการอบแห้ง นอกจากนี้ยังอาจมีส่วนประกอบอื่นๆ เช่น แหล่งความร้อนเสริม และพัดลม เป็นต้น โดยแบ่งประเภทเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ได้ดังนี้

3.1.1 เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบบังคับ (Force convection solar dryer) เครื่องอบแห้งแบบนี้จะใช้พัดลมเป็นตัวขับอากาศให้ไหลภายในเครื่องอบแห้งเนื่องจากเป็นการสร้างความดันให้ท่ากับความต้องด้านความดันรวมระหว่างที่ทางเข้าและทางออก

3.2.2 เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบธรรมชาติ (Free convection solar Dryer) เครื่องอบแห้งชนิดนี้อาศัยหลักการการขยายตัวของอากาศร้อนภายในเครื่องอบแห้ง และอากาศภายในออก ซึ่งมีความหนาแน่นแตกต่างกัน ทำให้เกิดการหมุนเวียนเพื่อช่วยถ่ายเทอากาศเข้า การออกแบบเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ แบ่งเป็น 3 ประเภท

1) แบบรับพลังงานแสงอาทิตย์โดยตรง (Direct mode solar dryer) เครื่องอบแห้งประเภทนี้จะใช้วัสดุใสทำเป็นหลังคารังสีดวงอาทิตย์จะหล่อผ่านไปยังวัสดุโดยตรง การระเหยน้ำออกจากตัววัสดุเกิดขึ้นเพราะความร้อน เช่น เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบกล่อง

2) แบบรับพลังงานแสงอาทิตย์ทางอ้อม (Indirect mode solar dryer) เครื่องอบแห้งประเภทนี้ประกอบด้วย ตัวทำความร้อนด้วยรังสีดวงอาทิตย์ (Solar air heater) พัดลม (Fan) หรือ โบลว์เวอร์ (Blower) และห้องอบแห้ง (Drying chamber) รังสีดวงอาทิตย์จะเปลี่ยนไปเป็นพลังงานความร้อนโดยตัวทำความร้อนก่อนแล้วจึงส่งไปยังวัสดุ โดยมี



อากาศเป็นตัวกลาง เช่น เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบปั้งเก็บ

3) แบบรับพลังงานแสงอาทิตย์แบบผสม (Mixed mode solar dryer) เครื่องอบแห้งประเภทนี้เกิดจากการพัฒนาอาส่องแบบแรกมาร่วมกัน วัสดุจะได้รับความร้อนสองส่วน คือ ได้รับความร้อนจากการถูกแสงแดดโดยตรง และได้จากอากาศร้อนที่มาจากการตัวทำอากาศร้อน เช่น เครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบอุ่นคง

### 3.2 การคำนวณความชื้นผลิตภัณฑ์ [3]

การหาปริมาณความชื้นในรูปของเปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีวิธีคำนวณอู่ 2 แบบคือแบบมาตรฐานเปียก(Wet-basis) และแบบมาตรฐานแห้ง(Dry-basis) โดยที่มาตรฐานเปียก เจียนในรูปสมการได้ดังนี้

$$M_w = \frac{(W - d)}{W} \times 100 \quad (3.1)$$

และแบบมาตรฐานแห้งเจียนในรูปสมการได้ดังนี้

$$M_d = \frac{(W - d)}{d} \times 100 \quad (3.2)$$

โดย  $M_w$  คือ ความชื้นมาตรฐานเปียก,%

$M_d$  คือ ความชื้นมาตรฐานแห้ง,%

$W$  คือ มวลของวัสดุ,kg

$d$  คือ มวลของวัสดุแห้ง,kg

### 3.3 การคำนวณมวลหลังการอบแห้ง

เมื่อสามารถคำนวณหาความชื้นสัมบูรณ์ได้แล้ว ต้องการลดปริมาณความชื้นออกจากวัสดุจนเหลือค่าที่ต้องการทำได้โดย การนำจำนวนน้ำออกจากวัสดุนั้นปริมาณหนึ่ง ซึ่งสามารถคำนวณได้ดังนี้

$$W_f = \frac{W_i(100 - M_i)}{(100 - M_f)} \quad (3.3)$$

โดย  $W_f$  คือ มวลของวัสดุหลังอบแห้ง,kg

$W_i$  คือ มวลของวัสดุก่อนการอบแห้ง,kg

$M_i$  คือ ปริมาณความชื้นวัสดุก่อนอบแห้ง,%Wet-basis

$M_f$  คือ ปริมาณความชื้นวัสดุหลังอบแห้ง,%Wet-basis

### 3.4 การคำนวณมวลน้ำที่ต้องระเหย

ปริมาณน้ำที่ต้องระเหย คือ ปริมาณน้ำที่ต้องการเอาออกจากวัสดุ เพื่อให้ความชื้นของวัสดุลดลง ซึ่งสามารถคำนวณได้ดังนี้

$$m_w = W_i - W_f \quad (3.4)$$

โดยที่  $m_w$  คือ มวลของน้ำที่ต้องระเหย,kg

$W_f$  คือ มวลของวัสดุหลังอบแห้ง,kg

$W_i$  คือ มวลของวัสดุก่อนการอบแห้ง,kg

### 3.5 การหาประสิทธิภาพของตัวรับแสงอาทิตย์ [4]

ประสิทธิภาพตัวรับรังสีแสงอาทิตย์สามารถคำนวณได้จากสมการได้ดังนี้

$$\eta_c = \frac{\dot{m}_a c_p (T_{oc} - T_{ic})}{G_i A_c} \times 100 \quad (3.5)$$

โดยที่  $\eta_c$  คือ ประสิทธิภาพตัวรับรังสีดวงอาทิตย์,%

$\dot{m}_a$  คือ อัตราการไหลเชิงมวลของอากาศ,kg/s

$G_i$  คือ รังสีดวงอาทิตย์รวมผลกระทบบนระนาบรับรังสี,W/m<sup>2</sup>

$A_c$  คือ พื้นที่ตัวรับรังสีดวงอาทิตย์,m<sup>2</sup>

$c_p$  คือ ค่าความจุความร้อนจำเพาะของอากาศที่ความดันคงที่,J/kg.°C

$T_{ic}$  คือ อุณหภูมิอากาศไหลเข้าตัวรับรังสีดวงอาทิตย์,°C

$T_{oc}$  คือ อุณหภูมิอากาศไหลออกตัวรับรังสีดวงอาทิตย์,°C

### 3.6 การหาประสิทธิภาพของเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์

ประสิทธิภาพเชิงความร้อนของระบบอบแห้งสามารถคำนวณหาได้จากสมการได้ดังนี้

$$\eta_{sys} = \frac{\dot{m}_w h_{fg}}{G_i A} \times 100 \quad (3.6)$$

โดย  $\eta_{sys}$  คือ ประสิทธิภาพเชิงความร้อนของระบบอบแห้ง,%

$\dot{m}_w$  คือ อัตราการระเหยน้ำ,kg/s

$h_{fg}$  คือ ความร้อนแฝงกลายเป็นไออก, kJ/kg

$G_t$  คือ รังสีความอาทิตย์รวมต่อกลางบันพื้นราบ,W/m<sup>2</sup>

$A$  คือ พื้นที่ตัวรับรังสีความอาทิตย์ของเครื่องอบแห้ง,m<sup>2</sup>

#### 4. วิธีการวิจัย

4.1 การหาเปอร์เซ็นต์ความชื้นของผลิตภัณฑ์ สับปะรดที่ใช้ทดลองเป็นพื้นที่ปีติดาบีช นำผลสลดมาปอกเปลือกหันเป็นแฉ่ง แล้วนำเนื้อสับปะรดที่ได้มารังน้ำหนัก จำนวน 9 ตัวอย่าง แต่ละชิ้นมีน้ำหนักเฉลี่ยชิ้นละ 5.0690 g จากนั้นนำไปอบแห้งเพื่อหาความแห้งของเนื้อสับปะรด โดยเครื่องอบไฟฟ้ารุ่ห์ MEMMERT รุ่น UM 500 ใช้อุณหภูมิที่ 110°C อบเป็นเวลา 72 hr. เมื่อถึงเวลาที่กำหนดสับปะรดมีน้ำหนักเฉลี่ย 0.8984 g เมื่อคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ความชื้นมาตรฐานเปียกของสับปะรดเท่ากับ 82.276 % อบแห้งจนมีความชื้นมาตรฐานเปียกเท่ากับ 29.104 % เท่ากับค่าความชื้นมาตรฐานเปียกของสับปะรดแห้งที่มีค่าในท้องตลาด

4.2 การออกแบบตู้อบแห้ง โดยพัฒนาและออกแบบอาทิตย์แบบแผ่นเรียน ขนาดโดยเฉลี่ยของชิ้นสับปะรดที่ใช้ในการอบมีน้ำหนักโดยเฉลี่ยชิ้นละ 40 g ในการอบแห้งสับปะรดมีน้ำหนักรวม 10 kg โดยสับปะรดมีจำนวน 250 ชิ้น ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 10 cm จึงแบ่งชิ้นวางสับปะรดเป็น 5 ชิ้น โดยแต่ละชิ้นจะมีน้ำหนักของสับปะรดชิ้นละ 2 kg แผงรับแสงอาทิตย์มีขนาด 2 m<sup>2</sup> ปิดด้วยกระจกแผ่นเรียนหนา 5 mm. ด้านในทาสีดำด้าน ติดตั้งหันไปทางทิศใต้อิ่งทำมุกกับแนวระดับ 17 องศา ด้านหน้ามีพัดลมดูดอากาศมีอัตราการไหล 24.5 m<sup>3</sup>/hr ตู้อบแห้งโดยพัฒนาและออกแบบอาทิตย์แบบแผ่นเรียนที่สร้างขึ้นดังรูปที่ 1



ภาพที่ 1 เครื่องอบสับปะรดแห้ง โดยพัฒนาและออกแบบอาทิตย์แบบแผ่นเรียน

#### 4.3 การทดลองหาประสิทธิภาพรวมของเครื่องอบสับปะรดแห้ง โดยพัฒนาและออกแบบอาทิตย์แบบแผ่นเรียน

1) นำสับปะรดมาปอกเปลือกออก ให้ได้ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางโดยเฉลี่ย 10 cm จากนั้นหั่นเป็นชิ้นๆ หนาโดยเฉลี่ย 1 cm จำนวน 10 kg ชิ้นในน้ำปูนใส่ประมาณ 5 นาที เพื่อทำให้สับปะรดมีความแข็งด้าวทำการปูรุ่งแต่งรสชาติ แล้วนำสับปะรดไปคัมในน้ำดีดีด เติมเกลือป่น 3-4 ช้อนโต๊ะ และเติมน้ำตาลป่น 3-4 kg เป็นเวลา 30 นาที

2) นำสับปะรดที่ได้จากการคัมมาพอกไว้ให้สะเด็ดน้ำ และเย็นตัวลง แล้วจึงนำสับปะรดมาชั่งน้ำหนักเพื่อจัดเรียงในตะแกรงวางสับปะรดจำนวน 5 ชิ้น ชิ้นมีน้ำหนักสับปะรดชิ้นละ 2 kg

3) นำแผงรับแสงอาทิตย์ มาประกอบเข้ากับตู้อบสับปะรดบริเวณที่โล่งกว้าง ไม่มีร่มเงา โดยแผงทำมุกอิ่ง 17 องศาจากแนวระดับและปรับแผงรับรังสีแสงอาทิตย์ไปทางทิศใต้



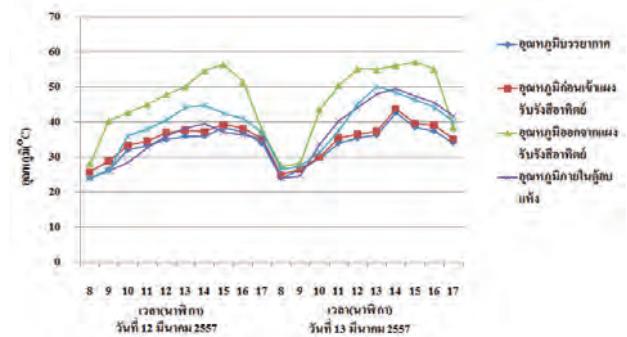
ภาพที่ 2 ดำเนินการตรวจวัดในการทดลอง

4) เปิดสวิตช์ให้พัดลมทำงานป้อนอากาศเข้าແงรับ  
แสงอาทิตย์แบบแผ่นเรียบ ที่อัตราการ ไฟลของอากาศ 24.5  
 $m^3/hr$

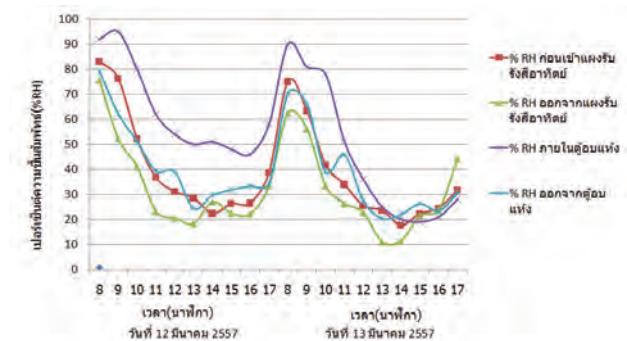
5) วัดอุณหภูมิและเปอร์เซ็นต์ความชื้นสัมพัทธ์  
ทางเข้าແงรับแสงอาทิตย์ที่จุดที่ 1 วัดความเข้มของรังสี  
แสงอาทิตย์ที่จุดที่ 2 วัดอุณหภูมิเปอร์เซ็นต์ความชื้นสัมพัทธ์  
ทางออกແงรับแสงอาทิตย์ที่จุดที่ 3 วัดอุณหภูมิเปอร์เซ็นต์  
ความชื้นสัมพัทธ์ในตู้อบที่จุดที่ 4 วัดอุณหภูมิเปอร์เซ็นต์  
ความชื้นสัมพัทธ์ทางออกตู้อบที่จุดที่ 5 วัดน้ำหนักของ  
สับปะรดที่อบแห้ง เพื่อหารูปแบบของน้ำที่ระเหยที่จุดที่ 6  
เทียบกับเวลาที่ผ่านไปดังรูปที่ 2

## 5. ผลการทดลอง

5.1 การทดลองหาประสิทธิภาพของเครื่องอบแห้ง  
สับปะรดแห้งโดยพลังงานแสงอาทิตย์ ใช้เวลาอบแห้งจำนวน 2  
วัน รวม 20 hr. เฉพาะช่วงเวลากลางวัน จากการทดลองทั้ง 5  
ครั้ง โดยมวนน้ำที่ระเหยโดยเฉลี่ย 7.4 kg ประสิทธิภาพรวมของ  
เครื่องอบสับปะรดแห้งโดยเฉลี่ย 20.68 % ความเข้มรังสีอาทิตย์  
โดยเฉลี่ย  $385.25 W/m^2$  อุณหภูมิและเปอร์เซ็นต์ความชื้น  
สัมพัทธ์เฉลี่ยในตู้อบแห้งโดยเฉลี่ย  $56.18^{\circ}C$  และ 51.4 %  
ตามลำดับ

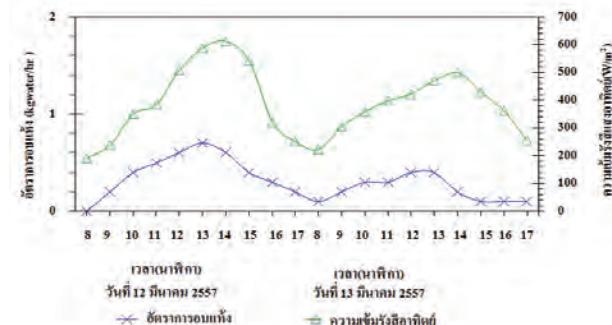


ภาพที่ 3 グラฟแสดงอุณหภูมิเดลล์จุดของเครื่องอบแห้ง  
สับปะรดแห้งโดยพลังงานแสงอาทิตย์



ภาพที่ 4 グラฟแสดงเปอร์เซ็นต์ความชื้นสัมพัทธ์เดลล์จุดของ  
เครื่องอบแห้งสับปะรดแห้งโดยพลังงานแสงอาทิตย์

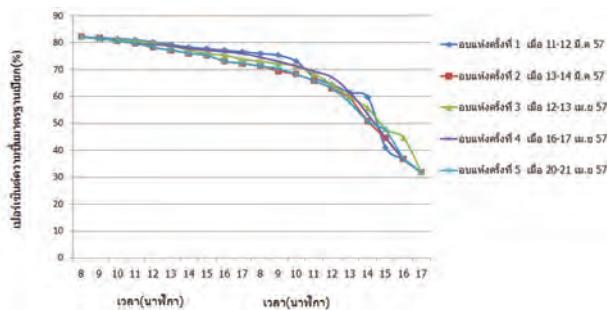
5.2 ผลของการตรวจวัดอุณหภูมิและเปอร์เซ็นต์ความชื้น  
สัมพัทธ์ของการทดลองเครื่องอบแห้งสับปะรดแห้งโดยพลังงาน  
แสงอาทิตย์ จากภาพที่ 3 และ ภาพที่ 4 เป็นการทดลองวันที่ 12  
และ 13 มีนาคม 2557 แห้งรับแสงอาทิตย์ ทำหน้าที่เพิ่มอุณหภูมิ  
ให้แก่อากาศสูงขึ้น เมื่อเข้าไปในตู้อบแห้งอุณหภูมิลดลงแต่  
เปอร์เซ็นต์ความชื้นสัมพัทธ์สูงขึ้น เป็นการดึงมวลน้ำออกจากการ  
ผลิตภัณฑ์แล้วออกสู่บรรยากาศ



ภาพที่ 5 グラฟแสดงความชื้นสัมพันธ์อัตราการอบแห้งกับ  
ความเข้มรังสีอาทิตย์



5.3 อัตราการอบแห้งและความเข้มรังสีอาทิตย์ ผลการทดลองจะแบร์พันตามันกันดังรูปภาพที่ 4 โดยความเข้มรังสีอาทิตย์สูงสุดที่  $742 \text{ W/m}^2$  เวลา 14.00 นาฬิกาของวันที่ 18 มีนาคม 2557 โดยมีอัตราการอบแห้ง  $0.288 \text{ kg}_{\text{water}}/\text{hr}$  ของการอบแห้งที่ 2 วันหรือ 20 hr และผลการทดลองทั้ง 5 ในการอบแห้งมีค่าเบอร์เซ็นต์ความชื้นมาตรฐานเปียกของสับปะรดของแต่ละวันคล้ายเคียงกันดังรูปภาพที่ 6



ภาพที่ 6 กราฟแสดงเบอร์เซ็นต์ความชื้นมาตรฐานเปียกใน การอบแห้งทั้ง 5 ครั้ง

## 6. สรุปผลการทดลอง

สับปะรดที่ใช้ทดลองเป็นพันธุ์ปีตตาเวีย ผ่านการปรุงแต่ง รสชาติ เป็นวงกลมคล้ายแวน มีเส้นผ่านศูนย์กลางโดยเฉลี่ย  $10 \text{ cm}$ . ความหนา  $1 \text{ cm}$ . มีความชื้นเริ่มต้น  $82.276 \%$  มาตรฐาน เปียก อบแห้งครั้งละ  $10 \text{ kg}$  อบแห้งจนมีความชื้นมาตรฐาน เปียกเท่ากับ  $29.104 \%$  ประสิทธิภาพรวมของเครื่องอบแห้ง สับปะรดแวนโดยพลัังงานแสงอาทิตย์ โดยเฉลี่ย  $20.68 \%$  ใช้เวลาอบแห้งจำนวน 2 วัน รวมเวลา  $20 \text{ hr}$ . มวลน้ำที่ระเหยโดยเฉลี่ย  $7.4 \text{ kg}$  ความเข้มรังสีอาทิตย์โดยเฉลี่ย  $385.25 \text{ W/m}^2$  อุณหภูมิและเบอร์เซ็นต์ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยในตู้อบแห้งโดยเฉลี่ย  $56.18^\circ\text{C}$  และ  $51.4 \%$  ตามลำดับ มีอัตราการอบแห้ง  $0.288 \text{ kg}_{\text{water}}/\text{hr}$  ของเวลาในการอบแห้ง

## 7. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ลำปาง ที่ให้สนับสนุนการวิจัยในครั้งนี้

## 8. เอกสารอ้างอิง

- [1] องค์กรบริหารส่วนตำบลบ้านเส็จจังหวัดลำปาง, จ.ลำปาง สำนักงาน 30 เมษายน 2555.
- [2] จากรุ๊วัตเน่ เจริญจิต, “เทคโนโลยีการอบแห้งด้วยรังสีอาทิตย์และแนวทางการพัฒนา”, คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ สงขลา, 2555.
- [3] สมชาติ โสกพรรณฤทธิ์, “การอบแห้งเมล็ดพืชและอาหารบางประเภท”, กรุงเทพฯ โครงการส่งเสริมการสร้างตำรา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 2540.
- [4] Duffie, J.A. and W.A. Beckman, “Solar engineering of thermal processes”, John Wiley and Sons. New York, 1980



ความสูญเสียจากการเคลื่อนไหวในการทำงานของเกษตรกรชาวสวนยาง  
: กรณีศึกษาในพื้นที่อำเภอ曼ัง จังหวัดสตูล

**The Waste from movement in Work Trend of Rubber Plantation Farmers  
: A Case Study in Manung District, Stun Province Area**

วีรชัย มัชฌารักษ์

คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา อ.เมือง จ.สงขลา 90000

E-mail: we\_rak@hotmail.com

**บทคัดย่อ**

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสูญเสียในการทำงานของเกษตรกรชาวสวนยาง ซึ่งเป็นกรณีศึกษาในพื้นที่หมู่ที่ 2 ตำบลนิกมพัฒนา อำเภอ曼ัง จังหวัดสตูล จากการศึกษาเบื้องต้นพบว่าเกษตรกรรมมีการเปลี่ยนจากการจำหน่ายยาง แผ่นมาจำหน่ายเป็นน้ำยางสดแทนมากขึ้นเรื่อยๆ โดยจากการศึกษาการทำงานพบความสูญเสียในการทำงานของเกษตรกรที่เป็นการเคลื่อนไหวที่ไม่จำเป็นสั่งผลให้มีปัญหาต่อสุขภาพกายตามมา ใช้ผังพานร โถสรุปคือ ปวดหลัง 36% ปวดเอว 28% ปวดกล้ามเนื้อ 16% ปวดข้อ กระดูก 12% ปวดหัว วิงเวียนศีรษะ 6% และอื่นๆ อีก 2% ซึ่งจากการศึกษาการทำงานสรุปเป็น 8 ขั้นตอน โดยสอบถามความคิดเห็นกลุ่มตัวอย่างพบว่ามีการเคลื่อนไหวที่ไม่จำเป็นที่สั่งผลต่อปัญหาทางการยาศาสตร์มากที่สุด ในขั้นตอนที่ 5 คือการน้ำยาในเม้านานวดให้เป็นแผ่นบางๆ มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก (4.78) รองลงมาเป็นขั้นตอนที่ 2 คือการเก็บน้ำยาจากต้นยาง มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก (4.52) จากนั้นผู้วิจัยได้ใช้แผนภูมิกระบวนการผลิตเพื่อช่วยวิเคราะห์การทำงานในขั้นตอนที่ 5 พบว่าการน้ำยาจำนวน 25 แผ่น ใช้เวลา 22.39 นาที หรือเฉลี่ย 1 แผ่น ใช้เวลา 54.36 วินาที โดยมีการเคลื่อนไหวอย่างรวดเร็วและต่อเนื่องที่อาจสั่งผลให้มีปัญหาต่อร่างกาย โดยขั้นตอนดังกล่าวจะได้นำไปประเมินภาวะทางการยาศาสตร์ของเกษตรกรชาวสวนยางต่อไป

**คำสำคัญ:** ความสูญเสีย การเคลื่อนไหวที่ไม่จำเป็น เกษตรกรชาวสวนยางพารา

**Abstract**

*The objective of this research is to study the waste in work trend of Rubber Plantation Farmers. From a case study agriculturist of rubber plantation farmers in Moo 2 Nikompattana sub-district Manung District, Stun Province Area. From the basic study was found change of sale rubber sheet is to fresh field natural rubber latex. By work study found that the movement of waste in work trend for agriculturist effect on Health at Work to Body ache. The pareto diagram sum up show, back pain 36%, waist pain 28 %, muscle pain 16% bone pain 12% and other 6% were major health problem. From the study in 8 steps at works by questionnaire for example result the most Ergonomics problem of movement in step 5 they are massaging the solid rubber in order to make the rubber sheets in the high level about 4.78, and step 2 they are keeping fresh field natural rubber latex from the garden in the high level about 4.52. After that*



Researcher use Flow Process Chart analyze work trend in step 5 was found to make the rubber sheets from 22.39 minute per 25 piece, or 54.36 second per piece by the fast movement and continue in to effect on Health at Work to Body ache. Aforementioned next to Assessment the Ergonomics Condition of Rubber Plantation Farmers.

**Keyword:** Waste, Movement, Rubber Plantation Farmers.

## 1. บทนำ

ยางพาราจัดเป็นพืชเศรษฐกิจส่างออกที่สำคัญของไทยซึ่งเป็นผู้ผลิตยางอันดับ 1 ของโลกตั้งแต่ปี 2534 ซึ่งล่าสุดเมื่อวันที่ 6 กรกฎาคม 2553 คณะรัฐมนตรีได้อนุมัติปลูกยางใหม่อีกกว่า 8 แสนไร่ ภายในปี 2553-2555 โดยในปี 2555 พบว่าไทยมีพื้นที่ปลูกประมาณ 18 ล้านไร่ เป็นพื้นที่กรีดแล้วประมาณ 12 ล้านไร่ เพิ่มจากปี 2549 ซึ่งมีพื้นที่ปลูกประมาณ 14 ล้านไร่ [1] โดยเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จากปี 2548 ที่มีรวมประมาณ 13 ล้านไร่ โดยภาคใต้มีพื้นที่ปลูกยางมากที่สุด รองลงมาคือภาคตะวันออก และรวมภาคกลาง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคเหนือ รายงานยางได้ขยายตัวขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยรายได้จากการขายได้กระจายไปสู่เกษตรชาวสวนยางและผู้เกี่ยวข้องมากกว่า 1 ล้านครัวเรือน จากข้อมูลปี 2552 ที่ผ่านมา มีการส่งออกยางพาราในรูปวัตถุคิดเป็นมูลค่าประมาณ 146 ล้านบาท และส่งออกผลิตภัณฑ์ยาง 13% กลับสร้างมูลค่าสูงถึงประมาณ 153 ล้านบาท ([www.rubberthai.com](http://www.rubberthai.com) โดยสถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร) ซึ่งปัจจุบันอาชีพสวนยางพารายังคงเป็นอาชีพหลักของเกษตรกรส่วนใหญ่ในภาคใต้และได้ขยายพื้นที่เพิ่มมากขึ้นในทางภาคเหนือ และตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย

จากการศึกษาข้อมูลในการประกอบอาชีพยางพาราตั้งแต่ต้นน้ำของเกษตรชาวสวนยางพาราในประเทศไทยพบว่ายางที่ได้จากการกรีดของเกษตรกรนั้นจะถูกนำไปแปรรูปเป็นน้ำยางข้นหรือยางแผ่น ซึ่งในประเทศไทยนั้นนิยมทำยางแผ่น เพราะเกษตรกรชาวสวนยางส่วนใหญ่มีสวนขนาดเล็ก ผลผลิตไม่มากนัก จึงนิยมแปรรูปเป็นยางแผ่นแล้วเก็บไว้จนมากพอที่จะนำไปจำหน่ายต่อไป (เอกสาร พฤกษ์อัมพุ, 2547) [2] แต่ปัจจุบันกลับพบว่าเกษตรกรมีการแปรรูปเป็นยางแผ่นลดลง โดยเปลี่ยนมาจำหน่ายเป็นน้ำยางสดแทนเพิ่มขึ้นเป็นจำนวนมาก เนื่องจากเหตุผลส่วนหนึ่งคือการแปรรูปเป็นยางแผ่นที่ต้องใช้เวลา

ในขั้นตอนต่างๆ ซึ่งส่งผลต่อความเหนื่อยเมื่อยล้า ซึ่งการจำหน่ายเป็นน้ำยางสดทำให้มีความสะดวกสบายในการทำงานมากกว่า ทั้งๆ ที่เกษตรกรส่วนใหญ่รู้ดีว่าการขายเป็นยางแผ่นจะได้ราคาดีกว่าการขายเป็นน้ำยางสด จากการเก็บข้อมูลการทำงานของเกษตรกรในปัจจุบันยังคงประสบปัญหาระบุร่วงสภาวะสุขภาพอนามัย ซึ่งจากการศึกษาปัญหาการทำงานในเมืองต้นรวมถึงงานวิจัยของ รององค์ เอี่ยมทำ และคณะ (2547) [3] เรื่องสภาวะสุขภาพอนามัยของผู้ประกอบอาชีพสวนยางพารา ส่วนหนึ่งพบว่าชาวสวนต้องก้มหลังหรือก้มศีรษะช้าๆ ร้อยละ 88.1 คุกเข่าหรือนั่งงอๆ ช้าๆ ขณะทำงาน ร้อยละ 77 ปัญหาที่มีความเสี่ยงต่อสุขภาพอนามัยของกลุ่มตัวอย่างพบว่าส่วนใหญ่มีอาการปวดหลัง รองลงมาคือปวดกล้ามเนื้อ ข้อกระดูก ปวดเอว เหนื่อยง่ายกว่าปกติ เป็นต้น โดยสอดคล้องกับการศึกษาของ ยุพารัณ์ จันทรพิมล และคณะ (2550) [4] ได้ศึกษาภาวะสุขภาพและพฤติกรรมการป้องกันสุขภาพของผู้ประกอบอาชีพสวนยางพารา ในพื้นที่อำเภอพระแสง จังหวัดสุราษฎร์ธานี พบว่ากลุ่มตัวอย่างรับรู้ว่ามีอาการเจ็บป่วยในระบบโครงร่างกล้ามเนื้อสูงสุด คือปวดกล้ามเนื้อขา ร้อยละ 79.47 ปวดกล้ามเนื้อหลัง ร้อยละ 72.63 และการเจ็บป่วยอื่นๆ โดยกลุ่มตัวอย่างร้อยละ 67.11 ได้รับการบาดเจ็บจากการทำงาน และมีพฤติกรรมการป้องกันสุขภาพโดยรวมในระดับปานกลาง ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ วีรชัย มัชฌารักษ์ และคณะ (2554) [5] เรื่องการศึกษาทางการยศาสตร์เบื้องต้นเพื่อประเมินความเสี่ยงจากการทำงานของกลุ่มอาชีพนี้ในเขตพื้นที่ตำบลท่าช้าง อำเภอบางกล้ำ จังหวัดสงขลา ที่พบว่าการทำงานยังพบปัญหาทางการยศาสตร์ที่มีความเสี่ยงสูงที่ต้องการการปรับปรุงการทำงานต่อไปโดยยังคงการเคลื่อนไหวที่ไม่จำเป็นจากการทำงานในหลายรูปแบบ [6] ซึ่งลือว่าเป็นความสูญเสียในการทำงานที่ส่งผลตามมาในเรื่องมุ่งต่างๆ



ความสูญเสียในการทำงานของเกยตระราชวสวนยางจึงเป็นประเด็นที่น่าสนใจศึกษาเพื่อการปรับปรุงการทำงานต่อไป โดยการศึกษาการทำงานซึ่งมีบทบาทโดยตรงในการเพิ่มผลผลิตและลดต้นทุนการผลิต [7] แนวทางที่ใช้ในการบูรณาการศึกษาการทำงานคือการค้นหาและลดความสูญเสียจากความสูญเปล่าของการทำงานซึ่งส่งผลให้เกิดการเพิ่มผลผลิตและลดต้นทุน ความสูญเสีย 7 ประการ (7 Waste) ซึ่งประกอบด้วย 1) ความสูญเสียน่องจากการขนส่ง 2) สินค้าคงคลังเกินความจำเป็น 3) การเคลื่อนไหวที่ไม่จำเป็น 4) การรอคอย 5) กระบวนการที่ไม่จำเป็น 6) การผลิตเกินต้องการ และ 7) ของเสีย/แก๊สในงานเสีย ซึ่งความสูญเสียดังกล่าวเป็นศัตรุตัวสำคัญของการเพิ่มผลผลิตที่แฟรงอยู่ในกระบวนการผลิต โดยทำให้ต้นทุนการผลิตสูงกว่าที่ควรจะเป็น ทำให้เกิดการล่าช้าในการผลิต ผู้ปฏิบัติงานต้องเสียเวลาในการแก้ไขปัญหาแทนที่จะใช้ช่วงเวลาหนึ่งคิดทำอย่างอื่นให้ดียิ่งขึ้น โดยการเคลื่อนไหวที่ไม่จำเป็น เป็น 1 ในความสูญเสีย 7 ประการ ซึ่งเป็นความสูญเสียเกี่ยวกับการทำางานที่ไม่เหมาะสม เช่น ต้องเอื้อมขึ้นของท่ออยู่ใกล้กับตัวยกของหนักที่วางอยู่บนพื้น ฯลฯ ทำให้เกิดความเมื่อยล้าต่อร่างกายและทำให้เกิดความล่าช้าในการทำงานอีกด้วย ปัญหาจากการเคลื่อนไหวอันได้แก่ เกิดระยะเวลาในการเคลื่อนที่ทำให้สูญเสียเวลาในการผลิต เกิดความล้าและความเครียด การเกิดอุบัติเหตุ รวมถึงการเสียเวลาและแรงงานในการทำงานที่ไม่จำเป็น [8] ในการปรับปรุงอาจทำได้โดยการศึกษาการเคลื่อนไหว (Motion study) เพื่อปรับปรุงวิธีการทำงานให้เกิดการเคลื่อนไหวน้อยที่สุดและเหมาะสมที่สุดตามหลักการยศาสตร์ (Ergonomic) เพื่อที่จะทำได้

ทั้งนี้เพื่อเป็นการศึกษาแนวทางปรับปรุงการทำงานสำหรับการลดความสูญเสียในการทำงานของเกษตรกรชาวสวนยาง อีกทั้งเป็นไปตามยุทธศาสตร์การพัฒนาประเทศและยุทธศาสตร์การวิจัย รวมถึงตามปัจจัยของมหาวิทยาลัยราชภัฏสังขละ คือ “สถาบันอุดมศึกษา เพื่อพัฒนาท้องถิ่น” โดยสตูลเป็นจังหวัดหนึ่งในพื้นที่รับผิดชอบ ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาความสูญเสียในการทำงานของเกษตรกรชาวสวนยาง ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของโครงการวิจัยเรื่องศึกษาแนวทางการลดความสูญเสียในการทำงานของเกษตรกรชาวสวนยางพารา ด้วย

วิธีการประเมินผลทางการยศาสตร์ ซึ่งเป็นกรณีศึกษากลุ่มตัวอย่างในพื้นที่หมู่ที่ 2 ตำบลโนนกมพัฒนา อำเภอเมืองนั้น จังหวัดสกลนคร เพื่อเป็นแนวทางการปรับปรุงการทำงานให้กับเกษตรกรชาวสวนยางในพื้นที่ดังกล่าวและพื้นที่อื่นๆ ต่อไป

## 2. วัตถุประสงค์

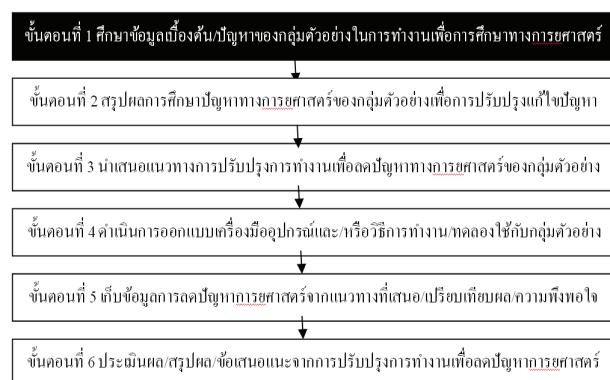
เพื่อศึกษาความสูงเสียในการทำงานที่เป็นการเคลื่อนไหวที่ไม่จำเป็นของเกย์ตระราชวานยาง ในพื้นที่หมู่ที่ 2 ตำบลนิคมพัฒนา อำเภอเมืองนั่ง จังหวัดสตูล

### 3. วิธีการศึกษา

ผู้จัดแบ่งเป็นวิธีการศึกษาเป็น 2 ส่วน ดังรายละเอียดคือ

### 3.1 ขั้นตอนการศึกษา

ขั้นตอนการศึกษารังนี้เป็นการศึกษาในเบื้องต้นซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของขั้นตอนการศึกษาทั้งหมดดังแสดงในภาพที่ 1



### ภาพที่ 1 แสดงขั้นตอนการศึกษาครั้งนี้ (ขั้นตอนที่ 1)

การดำเนินงานเริ่มจากการศึกษาข้อมูลเบื้องต้นของเกย์ตระกรในพื้นที่กรุงศึกษาซึ่งมีผู้ประกอบอาชีพสวนยางประมาณ 136 หลังคาเรือน โดยปัจจุบันเป็นกลุ่มที่ขยายตัวอย่างเกือบพังหมด ซึ่งมีทำเป็นยางแผ่นเพียง 6 หลังคาเรือน โดยในเบื้องต้นศึกษาโดยภาพรวมใช้วิธีการสัมภาษณ์ผู้ที่เข้ามาสำคัญ การสัมภาษณ์แบบเจาะลึก การสังเกตทั่วไป การสัมภาษณ์อย่างไม่เป็นทางการ การสำรวจลักษณะทางกายภาพและสิ่งแวดล้อมของชุมชน และการประชุมกลุ่ม หลังจากนั้นศึกษาความสูญเสียในการทำงานของเกย์ตระกรที่เป็นการเคลื่อนไหวที่ไม่จำเป็นที่ส่งผลให้มีปัญหาต่อร่างกาย โดยใช้พังพาร์โต (Pareto Diagram) จากนั้นใช้แผนภูมิกระบวนการผลิตศึกษาการทำงานของ

เกณฑ์กรุงในขั้นตอนที่เป็นปัจจุบันเกี่ยวกับการเคลื่อนไหวมากที่สุดตามความคิดเห็น โดยในการศึกษานี้เลือกการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย ซึ่งหมายความว่าสำหรับในการนับคุณลักษณะหน่วยตัวอย่างมีความคล้ายคลึงกันมาก (Homogeneous)

### 3.2 เครื่องมือที่ใช้ศึกษา

3.2.1 แบบสัมภาษณ์และแบบสอบถามข้อมูลต่างๆ เครื่องมือต่างๆ ในการศึกษาการทำงาน เช่น แผนภูมิกระบวนการผลิต เครื่องมือต่างๆ ของ 7 QC Tools

3.2.2 ข้อมูลต่างๆ เพื่อประกอบการวิเคราะห์ผลการ  
ทำงาน เช่น ภาพถ่ายละเอียด วีดีโอบันทึก นาฬิกา เป็นต้น  
รวมถึงการประชุมกลุ่ม เทคนิคการระดมสมอง และอื่นๆ



## ภาพที่ 2 ตัวอย่างการสัมภาษณ์และการประชุมกลุ่ม

#### 4. ผลการศึกษา

ผลการศึกษาแบ่งเป็น 2 ส่วน ซึ่งมีรายละเอียดต่อไปนี้

#### 4.1 ผลการศึกษาข้อมูลเบื้องต้น

จากการศึกษาข้อมูลเบื้องต้นที่ได้จากแหล่งข้อมูลต่างๆ รวมถึงการสัมภาษณ์ พนว่าหมู่ที่ 2 ตำบลนิคมพัฒนา อำเภอ มะนัง จังหวัดสตูล มีจำนวนครัวเรือนทั้งหมด 136 ครัวเรือน ประชากร 590 คน แยกเป็นชาย 312 คน หญิง 228 คน ลักษณะ ภูมิอาชญากรรมความคล้ายคลึงกันกับหลาขั้งหัวด้วยที่พื้นที่อันดามัน คือรับอิทธิพลของรสมุทั้งฝั่งตะวันตกและฝั่งตะวันออก มีสภาพดุจ คือ ดุจฝันและดุจแล้ง มีฝนตกชุกเกือบตลอดปี ลักษณะตามคำกล่าวว่า “ฝนแปดแಡดส์” (หมายถึง จำนวน 12 เดือน มีฝนตก 2 ใน 3 หรือ ฝนตก 8 เดือน) โดยสภาพดินมีความเหมาะสมกับการทำสวนยางพาราและสวนปาล์มน้ำมัน ชาวบ้านส่วนใหญ่จึงมีอาชีพการทำสวนยางเป็นหลัก โดยในหมู่ที่ 2 ไม่มีสถานีอนามัยหรือศูนย์บริการด้านการแพทย์ มีที่ทำการของอาสาสมัครสาธารณสุข (อสม.)

จำนวน 1 แห่ง มีสมาชิก 15 คน โรคเรื้อรังของประชาชนในพื้นที่ส่วนใหญ่ คือ โรคเบาหวาน อัมพฤต/อัมพาต และความดันโลหิตสูง นอกจากนั้นยังพบการเจ็บป่วยที่เกิดอาการปวดเมื่อยตามร่างกายที่เกิดจากการทำงานของผู้ให้ข้อมูลสำคัญ

จากการเก็บข้อมูลการทำงานของเกย์ตระราชวานยาง  
พบว่าเกย์ตระราชวานยางพารากลุ่มตัวอย่างที่เกย์เปรรูปเป็น  
ยางแผ่นได้มีจำนวนลดลงเรื่อยๆ โดยได้เปลี่ยนมาจำหน่ายเป็น  
น้ำยางสดแทน ซึ่งกลุ่มตัวอย่างมีความคิดเห็นสอดคล้องกันว่า  
เหตุผลส่วนหนึ่งคือการลดขั้นตอนต่างๆ ในการทำงานที่ส่งผล  
ต่อกำไรเน้นค่าเหนื่อยเมื่อยล้าหรือเพื่อความสะดวกสบายใน  
การทำงานทั้งๆ ที่เกย์ตระราชวูดว่าการจำหน่ายเป็นยางแผ่นจะได้  
กำไรคิดว่า โดยผู้วิจัยใช้วิธีการเก็บข้อมูลจากการสัมภาษณ์โดย  
ผู้วิจัยมีคำถามแบบป้ายปิดเกี่ยวกับปัญหาที่เกย์เกิดขึ้นจากการ  
ทำงานของเกย์ตระราชวานยางกลุ่มตัวอย่าง รวมถึงการใช้  
วิธีการประชุมกลุ่มย่อยซึ่งพบว่าเกย์ตระราชวานยางมีปัญหาที่ไม่แตกต่าง  
กัน โดยสรุปข้อมูลคือผู้พัฒนา ได้ดังแสดงข้อมูลในภาพที่ 3



ภาพที่ 3 ผังพารอ โถแสดงปัญหาที่พบจากกลุ่มตัวอย่าง

จากผู้พิพากษาที่พูดจากกลุ่มตัวอย่าง โดยสรุปคือ ป่วยหลัง 36% ป่วยเอว 28% ป่วยกล้ามเนื้อ 16% ปวดข้อ กระดูก 12% ปวดหัว วิงเวียนศีรษะ 6% และอื่นๆ อีก 2% เช่น ไม่สบายตัว ในส่วนคำถานแสดงความคิดเห็นในปัญหา ทางการแพทยศาสตร์ที่มีผลมาจาก การทำงาน ซึ่งมีสรุปขั้นตอนการทำงานจำนวน 8 ขั้นตอน โดยสอบถามความคิดเห็นเป็นแบบประมาณค่าหลังจากนั้นนำข้อมูลมาวิเคราะห์และสรุปในการประชุมกลุ่มเพื่อเขียนขันข้อมูลดังในตารางที่ 1

**ตารางที่ 1 สรุปผลจากความคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่าง**

ลำดับ	ขั้นตอน	ค่าเฉลี่ย	ค่า SD
1	การรีบข้างจากตื้นขางในสวน	4.35	1.02
2	การเก็บน้ำขางจากตื้นขาง	4.52	1.05
3	การกรองน้ำขางและการเตี๊ยมน้ำ	3.26	1.04
4	การตรวจสอบน้ำขางและน้ำกรด	4.48	1.02
5	การนำขางมาวนคิ้วเพื่อแผ่นบางๆ	4.78	1.06
6	การนำขางมาซักเพื่อจัดรีบ	3.38	1.07
7	การนำขางไปล้างเพื่อให้แห้ง	2.74	1.02
8	การนำขางไปเก็บในโรงเก็บขาง	2.62	1.05

หมายเหตุ : กราฟนี้ข่ายขางแผ่นมีเพียงขั้นตอนที่ 1 และ 2

จากตารางที่ 1 สรุปผลความคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่างพบว่า ขั้นตอนที่ 5 มีปัญหาที่มีผลต่อร่างกายมากที่สุด คือการนำขางในเบ้ามานวดให้เป็นแผ่นบางๆ มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก (4.78) รองลงมาคือขั้นตอนที่ 2 คือการเก็บน้ำขางจากตื้นขาง มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก (4.52) และขั้นตอนที่ 4 การตรวจสอบน้ำขาง น้ำ และน้ำกรด ลงในเบ้าเพื่อให้ขางแข็งตัว ตามลำดับ ซึ่งขั้นตอนที่ 4 และขั้นตอนที่ 5 จะมีความสัมพันธ์ต่อเนื่องกัน ในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาในขั้นตอนที่ 5

**4.2 ผลการศึกษาการทำงาน**

จากการศึกษาข้างบนว่าการนวดขางแผ่นของเกษตรกรรมมีหลากหลายรูปแบบดังแสดงในภาพที่ 4 – 6 ในการศึกษาการทำงานทีมผู้วิจัยได้ทำการศึกษาทุกรูปแบบ โดยในทีมนี้ขอนำเสนอรูปแบบที่กลุ่มตัวอย่างใช้อุปกรณ์ช่วยทุนแรงแทนการใช้เท้านวดขางแผ่นซึ่งเหมาะสมกับขางแผ่นที่ไม่แข็งตัวมากนัก โดยได้เข้ามาวินิบทบทมากขึ้น โดยใช้เวลา\_nวดต่อแผ่น\_ไม่ต่างกันมาก ซึ่งแสดงลักษณะตามภาพที่ 6 ตัวอย่างที่ 2



ภาพที่ 4 ลักษณะการนวดขางให้เป็นแผ่นบางๆ ตัวอย่างที่ 1-2



ภาพที่ 5 ลักษณะการนวดขางให้เป็นแผ่นบางๆ ตัวอย่างที่ 3-4



ภาพที่ 6 ลักษณะการนวดขางให้เป็นแผ่นบางๆ ตัวอย่างที่ 5-6

โดยผู้วิจัยได้จับเวลาในการนวดขางให้เป็นแผ่นบางๆ ของกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 25 ครั้ง(A.E. Shaw, 1971 อ้างใน วันชัย, 2551 หน้า 364) [9] ซึ่งวัดเวลาอยู่ในช่วงประมาณ 1นาที ดังแสดงข้อมูลในตารางที่ 2

**ตารางที่ 2 เวลาที่ใช้ในการนวดขางแผ่นที่ 1- 25**

กิจกรรม ขางแผ่นที่	ใช้เวลา (วินาที)	กิจกรรม ขางแผ่นที่	ใช้เวลา (วินาที)
เตรียมพร้อม	18	13	50
1	52	14	59
2	48	15	57
3	51	16	60
4	53	17	54
5	50	18	54
6	58	19	54
7	52	พักริ้งที่ 2	26
8	56	20	53
9	54	21	55
10	52	22	58
11	52	23	59
พักริ้งที่ 1	32	24	60
12	50	25	58
เฉลี่ย (ไม่นับรวมเวลาเตรียมพร้อมและพัก) 54.36 วินาที/แผ่น			



ในการศึกษาการเคลื่อนไหวครั้งนี้ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของ การศึกษาการทำงานของเกย์ตระรร คือการศึกษาการเคลื่อนไหว ต่างๆ ในขั้นตอนที่เกิดขึ้นระหว่างการทำงาน โดยมีจุดมุ่งหมาย เพื่อทำการปรับปรุงขั้นตอนการเคลื่อนไหวหรือลดขั้นตอนการ เคลื่อนไหวที่ไม่จำเป็นเพื่อเพิ่มเวลาในการทำงานและทำให้ ประสิทธิภาพการทำงานสูงขึ้น อีกทั้งยังช่วยลดอัตราการ เจ็บป่วยหรืออัตราการเกิดอุบัติเหตุจากการทำงานให้ลดลงด้วย [10] การศึกษาการเคลื่อนไหวโดยทั่วไป มี 2 ประเภท คือ การศึกษาจากการสังเกต เป็นการสังเกตวิธีการทำงานเพื่อ บันทึกการเคลื่อนที่หรือการเคลื่อนไหวต่างๆที่เกิดในระหว่าง การทำงานวิธีที่มักจะใช้กับการทำงานที่มีรอบการทำงานยาว

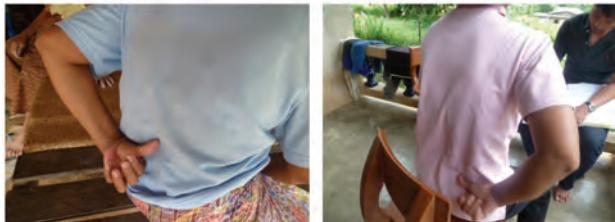
และการศึกษาการเคลื่อนไหวแบบละเอียดเป็นการศึกษาการ เคลื่อนไหวนิคเน็มิกจะใช้กับกระบวนการการทำงานที่มีรอบการ ทำงานสั้นลงนั้นจึงจำเป็นต้องใช้การถ่ายวิดีโอเพื่อศึกษา รายละเอียดของการเคลื่อนไหวระหว่างการทำงานและมีการนำ วิดีโอมามาตรฐานแบบช้าๆ เพื่อสังเกตการณ์เคลื่อนที่โดยละเอียด แล้วสร้างแผนภูมิเพื่อหาวิธีการปรับปรุงวิธีการทำงานให้มีการ เคลื่อนที่ที่ไม่จำเป็นน้อยที่สุด ในที่นี้ได้ทำการศึกษาการ เคลื่อนไหวแบบละเอียดโดยใช้กลุ่มตัวอย่างทดลองที่เป็นผู้ชาย อายุ 30 ปี ที่มีสุขภาพแข็งแรงและมีความชำนาญในการทำงาน ดังกล่าว โดยแสดงข้อมูลการศึกษา ดังภาพที่ 7 ซึ่งใช้เวลา 1,359 วินาที ต่อ 1 แผ่น โดยรวมเวลาการอคูบ

แผนภูมิกระบวนการผลิต (Flow Process Chart)						
แผนภูมิหมายเลข 01 แผ่นที่ 1 ใน 1		ลัญลักษณ์	ความหมาย	ปัจจุบัน	เส้นอ	ลดลง
กรรมวิธี : กระบวนการนวดยางแผ่นของเกย์ตระรร		○	การปฏิบัติการ	34		
สถานที่ : หมู่ที่ 2 ต.นิคมพัฒนา อ.มัณฑะ อ.สตูล ผู้บันทึก : นายพิรชช์ หนูนิล ผู้ตรวจสอบ : นายวีรชัย มัชฌารักษ์ วันที่ : วันจันทร์ ที่ 28 กรกฎาคม 2557 เวลา : 10.00 น.		□	การเคลื่อนย้าย	15		
วิธี : (/) วิธีปัจจุบัน ( ) วิธีที่เสนอ		□	การรอคอย	1,305		
ชนิด : (/) คน ( ) วัสดุ ( ) เครื่องจักร		□	การตรวจสอบ	5		
		▽	การเก็บรักษา	-		
			ระยะเวลา (พุต)	10		
			เวลา (วินาที)	1,359		
รายการ	จำนวน (ชิ้น)	ระยะ (พุต)	เวลา (วินาที)	ลัญลักษณ์		
				○	□	□
1. เดินไปหยิบเบ้ายางที่วางซ่อนไว้		6	7	□		
2. เทบยางออกจากเบ้าลงบนพื้นที่เตรียมไว้		4		○	□	
3. เอื้อมมือเอามือเปล่าไปวางด้านข้างลำตัว		2		○	□	
4. หันท่อนเหล็กไปมาลงบนแผ่นยางจนบาง		2		○	□	
5. กดท่อนเหล็กไปมาลงบนแผ่นยางจนบาง		14		○	□	
6. ตรวจสอบขนาดความหนาของแผ่นยาง		2		○	□	
7. วางท่อนเหล็กลงด้านข้างลำตัว		2		○	□	
8. พับแผ่นยางเพื่อการยกเคลื่อนย้าย		3		○	□	
9. นำแผ่นยางไปวางตรงที่จัดเก็บรอรีด	4	8		○	□	
10. ปิดด้วยแผ่นกระสอบเพื่อไม่ให้ยางติดกัน		7		○	□	
11. ตรวจสอบความเรียบร้อยของการวาง		3		○	□	
12. รอนำเข้าเครื่องรีดยางแผ่น (สำหรับแผ่นที่ 1)		1,305		○	□	

ภาพที่ 7 แผนภูมิกระบวนการผลิตแสดงกระบวนการนวดยางแผ่นของกลุ่มตัวอย่าง



โดยข้อมูลจากการสัมภาษณ์เชิงลึกของกลุ่มตัวอย่างพบว่า อาการปวดเมื่อยอาจจะไม่เก็บผลในทันทีทันใดแต่จะมีอาการปวดเมื่อยเรื้อรังเมื่อเวลาผ่านไประยะหนึ่ง ที่พบว่าเกยตระกรส่วนใหญ่พบว่ามีอาการปวดเมื่อยบริเวณด้านหลัง



ภาพที่ 8 อาการปวดเมื่อยจากการทำงานของกลุ่มตัวอย่าง

## 5. สรุปผลและข้อเสนอแนะ

### 5.1 สรุปผล

จากการศึกษาที่ทราบถึงสาเหตุส่วนหนึ่งที่เกยตระกรเปลี่ยนจากการทำงานน้ำหนักในรูปแบบบางแพ่นมาทำงานน้ำหนักเป็นน้ำหนักแทนมากขึ้นจนเหลือไม่กี่หลังคาเรือน โดยการศึกษาการทำงานพบความสูญเสียในการทำงานที่เป็นการเคลื่อนไหวที่ไม่จำเป็นส่างผลให้มีการปวดเมื่อยตามร่างกายซึ่งส่างผลต่อปัญหาทางการยาสตร์ โดยขั้นตอนการนำข้อมูลในเบื้ามานานวัดให้เป็นแผ่นบางๆ มีปัญหามากที่สุด ผู้วิจัยได้ใช้แผนภูมิกระบวนการผลิตเพื่อช่วยวิเคราะห์การทำงานพบว่าถึงแม้ใช้เวลาในการนวดต่อแต่ไม่นานนักแต่มีการเคลื่อนไหวอย่างรวดเร็วและต่อเนื่องที่อาจส่างผลให้มีปัญหาการปวดเมื่อยของร่างกายขั้นตอนดังกล่าวจึงน่าสนใจที่จะนำไปประเมินภาวะทางการยาสตร์ของเกยตระกรเพื่อหาแนวทางปรับปรุงงานต่อไป

### 5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 การเก็บข้อมูลที่ดีก็จะช่วยให้สามารถวิเคราะห์ผลได้อย่างถูกต้องทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความร่วมมือ และช่วงการเก็บข้อมูลที่อาจจะต้องแบ่งออกเป็นช่วงเวลาหรืออุคุกາลที่จะทำให้เห็นความผันแปรของข้อมูล นอกจากนั้นแล้วการใช้แผนภูมิมือชี้-มือขวา เข้ามาช่วยวิเคราะห์ก็จะได้ข้อมูลที่ละเอียดขึ้น

5.2.2 ควรมีการศึกษาสภาพการทำงานที่ละเอียดขึ้น เช่น ปัจจัยทางค้านจิตใจ รวมถึงการขยายผลการศึกษาออกไปถึงการทดสอบเพศชายหรือเพศหญิง อายุ หรือตัวแปรอื่นๆ เพื่อที่จะทำให้ผลการวิจัยครอบคลุมความละเอียดมากยิ่งขึ้น

5.2.3 เนื่องจากกลุ่มตัวอย่างในพื้นที่ได้มีการเปลี่ยนแปลงจากการทำงานน้ำหนักในรูปแบบบางแพ่นมาทำงานน้ำหนักเป็นน้ำหนักสอดคล้องร่วมกับการทำให้ได้ข้อมูลไม่มากพอจึงมีความจำเป็นต้องศึกษาระบวนการทำงานของพื้นที่อื่นๆ ประกอบ

## 6. กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาระบบดังนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการวิจัย เรื่อง “ศึกษาแนวทางการลดความสูญเสียในการทำงานของเกยตระกร ช้าร่วมกับการประเมินผลทางการยาสตร์” ตามสัญญารับทุนสนับสนุนการวิจัย เลขที่ 2/2557 จากบงประมาณ แผ่นดิน (วช.) ประจำปี 2557 โดยมหาวิทยาลัยราชภัฏสุโขทัย

## 7. บรรณานุกรม

- [1] องค์กรสานงาน. (2554). “ข้อมูลที่นำไปใช้พัฒนาบุคลากร”. ค้นเมื่อ 2 มีนาคม 2554 จาก [http://www.organellelife.com/article\\_view.php?id=19](http://www.organellelife.com/article_view.php?id=19)
- [2] เอกชัย พุกน้อย. (2547). คู่มืออย่างพรา. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์เทพพิทักษ์. หน้า 8-10.
- [3] อรอนงค์ เอี่ยมเข้า และคณะ. (2547). สภาพสุขภาพอนามัยของผู้ประกอบอาชีพทำสวนบุญพิริยะ. ข้อมูลวิจัย กลุ่มโครงการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม : สำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 11.
- [4] ยุพารัณ์ จันทร์พิมล และคณะ. (2550) ภาวะสุขภาพและพฤติกรรมการป้องกันสุขภาพของผู้ประกอบอาชีพอย่างพรา. วารสารวิชาการสาขาวรรณสุข, ปีที่ 16 ฉบับที่ 3 พฤษภาคม–มิถุนายน 2555.
- [5] วีรชัย มัชฌารักษ์ และคณะ. (2554). การศึกษาทางการยาสตร์เบื้องต้นเพื่อประเมินความเสี่ยงจากการทำงาน. การประชุมวิชาการระดับชาติมหาวิทยาลัยขอนแก่น 2554, 27-29 มกราคม 2554.
- [6] \_\_\_\_\_ และคณะ. (2555). การประเมินภาวะทางการยาสตร์ด้วยวิธี OWAS และ NIOSH, เอกสารการประชุมวิชาการครุศาสตร์อุตสาหกรรมระดับชาติ ครั้งที่ 5, 5-6 กรกฎาคม 2555.
- [7] วิจิตร ตันชาสุทธิ์ และคณะ. (2543). การศึกษาการทำงาน. (พิมพ์ครั้งที่ 7) กรุงเทพมหานคร. : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- [8] เรืองศักดิ์ แก้วธรรมชัย. (2554). การปรับปรุงการทำงาน. เอกสารประกอบการบรรยาย. มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- [9] วันชัย วิจิราพันธุ์. (2543). การเพิ่มผลผลิตในอุตสาหกรรม : เทคนิคและกรณีศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- [10] Barnes, R.M., (1980). Motion and Time Study Design and Measurement of Work, 7th Edition, John Wiley & Sons,

## การสร้างชุดประกอบที่ใช้ในการเรียนแบบโครงงานเป็นฐาน เรื่องการควบคุมอุณหภูมิด้วย ตัวควบคุมแบบพีไอดี ผ่านโปรแกรม MATLAB

### The Construction of Demonstration Set using Project-based Learning Approch in Topic of Temperature Control with PID Controller via MATLAB

สันติ หุตะมาน พรจิต ประทุมสุวรรณ และวชิรินทร์ โพธิ์เงิน

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

*santih@kmutnb.ac.th*

#### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและหาคุณภาพชุดประกอบการควบคุมอุณหภูมิร่วมกับการสอนโดยใช้โครงงานเป็นฐาน สำหรับวิชา การควบคุมระบบ I เรื่องการควบคุมอุณหภูมิด้วยตัวควบคุมแบบพีไอดีผ่านโปรแกรม MATLAB ประชากรที่ใช้ในการหาคุณภาพของชุดประกอบ แบ่งเป็นสองกลุ่มคือ กลุ่มผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน และกลุ่มผู้เรียนจำนวน 17 คนที่เป็นนักศึกษาสาขาวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์ ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ใช้วิธีสอนแบบโครงงานเป็นฐาน ชุดประกอบประกอบไปด้วยชิ้นเตอร์ที่ประกอบอยู่ในกล่องเหล็ก สแตนเลส ซึ่ง เป็นการจำลองของเตาอบ ด้านในมีชิ้นเตอร์ขนาด 1,500 วัตต์ 220 โวลต์ เป็นตัวแทนของแหล่งกำเนิดความร้อน การควบคุมอุณหภูมิใช้การควบคุมแรงดันไฟฟ้าจากโซลิดสเตตอิเลคทรอนิกส์ ใช้ Pt100 เป็นตัวเซ็นเซอร์อุณหภูมิจากชิ้นเตอร์ป้อนกลับไปยังตัวควบคุมเพื่อควบคุมอุณหภูมิให้ตอบสนองตามคำสั่ง ด้วยตัวควบคุมพีไอดี จากโปรแกรม MATLAB ที่ต่อร่วมกับไมโครคอนโทรลเลอร์รุ่น STM32-F4-Discovery การปรับแต่งพารามิเตอร์และการต่อเซ็นเซอร์ จะดำเนินการโดยผู้เรียน ซึ่งต้องทำการวัดผลตอบสนองเพื่อ นำมารอกแบบและสร้างตัวควบคุมแบบพีไอดี โดยใช้คำสั่ง sisotool ในโปรแกรม MATLAB ผลการทดลองพบว่า ชุดประกอบที่ สร้างขึ้นช่วยให้ผู้เรียนมีความสามารถในการวัดผลตอบสนอง ตลอดจนสามารถออกแบบ ตัวควบคุมพีไอดี โดยใช้โปรแกรม MATLAB เข้ามาต่อร่วมกับสัญญาณป้อนกลับ ได้อย่างเหมาะสมและแสดงผลการตอบสนองของระบบ ถูกต้องตามทฤษฎี โดยมีผลประเมินคุณภาพของชุดประกอบจากผู้เชี่ยวชาญอยู่ในระดับดี ( $\bar{x} = 3.82$ ) และผลประเมินความพึงพอใจจากผู้เรียนต่อชุดประกอบอยู่ในระดับดี ( $\bar{x} = 4.28$ ) เช่นกัน

**คำสำคัญ:** การเรียนโดยใช้โครงงานเป็นฐาน การควบคุมอุณหภูมิ โปรแกรม MATLAB

#### Abstract

The objective of research was to construct and validate efficiency of the experiment set via project-based learning, in the topic of temperature control using PID controller via MATLAB program for control system I course. Population were 5 experts and 17 students. The experiment set was constructed for aiding students of mechatronic engineering, department of teacher training in mechanical engineering, faculty of technical education, King Mongut's University of Technology that focuses on project-based learning approach. The experiment set consists of stainless steel cube and heater 1,500 W 220V installed within the cube. The cube was presented as oven chamber and the heater was presented as heat source. The heater was continues dimmed by solid state relay which Pt100 sensor feedback signal to controller via microcontroller model STM32-F4-Discovery with MATLAB program. The student must design and tuning the system by sisotool command in MATLAB program. The results of developed the response corresponding with theory. The average opinion on the quality of the experiment set of five experts was in good level ( $\bar{x} = 3.82$ ) and the student's satisfaction was in good level ( $\bar{x} = 4.28$ ).

**Keyword :** Project-based Learning Approach, Temperature Control, MATLAB Program



## 1. บทนำ

การจัดการสอนที่ใช้โปรแกรมเป็นฐานในปัจจุบัน ได้มีการนำมาใช้ในงานวิศวกรรมมากขึ้น โดยเฉพาะด้านระบบสมองกล ฝังตัว (Embedded System) ซึ่งการสอนโดยใช้โปรแกรมเป็นฐาน มีข้อเด่นในด้านช่วยให้ผู้เรียนเกิดทักษะในการแก้ปัญหา, ทักษะในการสืบค้นข้อมูล, การร่วมมือกันทำงาน ตลอดจน กระตุ้นให้ผู้เรียนอذاทที่จะเรียนรู้ [1] ซึ่งสอดคล้องกับการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 [2] ทั้งนี้การจัดหลักสูตรให้สอดคล้อง กับการสอนที่ใช้โปรแกรมเป็นฐานจะต้องรวมหลักสูตรให้วิชา ทฤษฎีและปฏิบัติเป็นหนึ่งเดียว [3] กล่าวคือในรายวิชาใดๆ ตามจะต้องมีทั้งทฤษฎีและปฏิบัติหลอมรวมอยู่ในวิชานั้นๆ ขณะเดียวกัน จะต้องจัดสรรให้เวลามากพอในการทำโครงการ ด้วย การนำระบบสมองกลฝังตัวมาช่วยในการทำโครงการนั้น ส่งเสริมให้ผู้เรียนประยุกต์ความรู้ด้านซอฟแวร์ร่วมกับ ฮาร์ดแวร์เพื่อควบคุมระบบ เช่น การควบคุมมอเตอร์ ซึ่งใช้ โปรแกรมแมทແเบร์ร่วมกับทฤษฎีทำการออกแบบระบบ แล้ว เขียนโปรแกรมบน ไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมมอเตอร์ [4] ทั้งนี้ผู้เรียนจะต้องร่วมมือการทำโครงการให้แล้วเสร็จ โดย มีผู้สอนเป็นผู้ช่วยหรืออาจจะเรียนรู้ไปพร้อมๆ กับผู้เรียนก็ได้ [5] ซึ่งบางครั้ง อาจอาจต้องความร่วมมือกับภาคอุตสาหกรรมเพื่อ พัฒนาโครงการให้สอดรับกับภาคอุตสาหกรรม [6] ส่งผลให้การ พัฒนาบัณฑิต ตรงตามความต้องการของอุตสาหกรรม

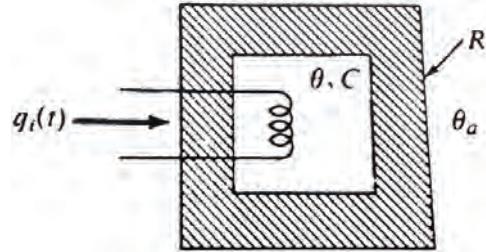
จากข้อเด่นของการจัดการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมเป็นฐาน ดังที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยจึงได้พัฒนาชุดประกอบที่ใช้การเรียนแบบโครงการเป็นฐาน เรื่องการควบคุมอุณหภูมิโดยใช้ตัวควบคุมแบบพีไอดี โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ STM32-F4-Discovery ผ่านโปรแกรม MATLAB ผู้เรียนจะต้อง เขียนโปรแกรมเพื่อให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ จ่ายแรงดัน 0-10 โวลต์ไปยังชุดโซลิเดสเตททรีเลย์เพื่อควบคุมแรงดันไฟฟ้าที่ป้อน ให้แก่เกอทเตอร์ โดยมีตัวเซนเซอร์อุณหภูมิเป็น Pt100 ผ่านวงจร Instrument Amplifier เพื่อบาധแรงดันให้เหมาะสม แล้วจึงนำไปป้อนกลับผ่านไมโครคอนโทรลเลอร์ แล้วส่งผ่านไปยัง โปรแกรม MATLAB ประมาณผลต่อไป ผู้เรียนสามารถดู ผลตอบสนองจากโปรแกรม MATLAB ได้ในลักษณะเวลาจริง (Real Time) ทึ้งในลักษณะลูปเปิด (Open Loop) และลูปปิด

(Close Loop) โดยที่ผู้เรียนนอกจากจะต้องเป็นผู้เขียน โปรแกรม MATLAB เพื่อเชื่อมโยงระหว่าง ไมโครคอนโทรลเลอร์กับโปรแกรม MATLAB จะต้อง สามารถปรับพารามิเตอร์ของตัวควบคุมให้เหมาะสมกับพ ลังต์ (Plant) จริงได้ ตามที่ออกแบบโดยการออกแบบจะใช้ คำสั่ง sisotool ในโปรแกรม MATLAB เป็นหลัก

ประชากรที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้ คือผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน เพื่อประเมินสำหรับหาคุณภาพของชุดประกอบ และ นักศึกษาสาขาวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์ ที่เรียนวิชา การ ควบคุมระบบ 1 ภาควิชาครุศาสตร์ เกี่ยวกับกลไกและครุศาสตร์ อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้า พระนครเหนือ ปีการศึกษา 2556 โดยเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบ เจาะจง จำนวน 17 คน เพื่อประเมินความพึงพอใจต่อชุด ประกอบ

## 2. โมเดลทางคณิตศาสตร์ของระบบอุณหภูมิ

### 2.1 โมเดลทางคณิตศาสตร์ของอุณหภูมิรายละเอียดคือ [7]



ภาพที่ 1 แบบจำลองของอุณหภูมิในเตาอบ

จากภาพที่ 1 เนื่องเป็นสมการเชิงอนุพันธ์ได้เป็น

$$\dot{\theta} + \frac{1}{RC} \theta = \frac{1}{C} q_i(t) + \frac{1}{RC} \theta_a \quad (1)$$

โดยที่

$\theta$  คืออุณหภูมิในเตาอบ

$\theta_a$  คืออุณหภูมิภายนอก

$q_i$  คืออัตราการไหลของความร้อน

$R$  คือความต้านทานทางความร้อน

$C$  คือความจุความร้อน

อุณหภูมิที่จุดทำงาน(อุณหภูมิกที่) จะถูกแทนเป็น

$$\frac{1}{RC} \bar{\theta} = \frac{1}{C} \bar{q}_i + \frac{1}{RC} \theta_a \quad (2)$$



โดยที่

 $\bar{\theta}$  คืออุณหภูมิในเตาอบที่จุดทำงาน

 $\bar{q}_i$  คืออัตราการไหลดของความร้อนที่คงที่ ณ จุดทำงาน

 ขณะที่  $\hat{\theta}(t) = \theta(t) - \bar{\theta}$  และ  $\hat{q}_i(t) = q_i(t) - \bar{q}_i$  (3)

โดยที่

 $\hat{\theta}(t)$  คืออุณหภูมิในเตาอบที่เปลี่ยนแปลงไปจากจุดทำงาน

 $\hat{q}_i$  คืออัตราการไหลดของความร้อนที่เปลี่ยนแปลงไปจากจุดทำงาน

ดังนั้นแทนสมการ(3)ลงใน(1) การเปลี่ยนแปลงความร้อนในเตาอบจะเปลี่ยนเป็น

$$\dot{\hat{\theta}} + \frac{1}{RC}(\hat{\theta} + \bar{\theta}) = \frac{1}{C}[\hat{q}_i(t) + \bar{q}_i] + \frac{1}{RC}\theta_a \quad (4)$$

จากสมการ(4) เมื่อเทียบกับจุดทำงานโดยยึดสมการ(2) ลบออก จากสมการ(4) จะได้

$$\dot{\hat{\theta}} + \frac{1}{RC}\hat{\theta} = \frac{1}{C}\hat{q}_i(t) \quad (5)$$

แปลงมาเป็นสมการ(5) แล้วเขียนเป็นฟังก์ชันถ่ายโอนได้เป็น

$$\frac{\hat{\theta}(s)}{\hat{Q}_i(s)} = \frac{\frac{1}{C}}{s + \frac{1}{RC}} \quad (6)$$

### 3 วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยเริ่มต้นจากการออกแบบสร้างชุดประกอบ และเลือกไมโครคอนโทรลเลอร์ให้เหมาะสมกับการเชื่อมโยง (Interface) กับโปรแกรม MATLAB และทำการทดสอบการควบคุมระบบ จนได้ผลลูกต้องตามที่ต้องการ ผู้เชี่ยวชาญประเมินหากคุณภาพของชุดประกอบแล้ววิจัยนำไปใช้กับผู้เรียน ที่เรียนในรายวิชาการควบคุมระบบ โดยใช้วิธีแบบการเรียนโดยการเป็นฐาน ซึ่งผู้เรียนจะต้องค้นคว้าหาข้อมูล และวัดผลตอบสนองเพื่อหาทางควบคุมอุณหภูมิของชุดประกอบให้ได้ตามคำสั่ง (Command) แล้วจึงนำผลตอบสนองที่ได้ไปหาฟังก์ชันถ่ายโอน (Transfer Function) และป้อนฟังก์ชันถ่ายโอนบนโปรแกรมแมทแลบ บนคำสั่ง sisotool ผู้เรียนจะสามารถเลือกออกแบบชุดควบคุม ตลอดจนวิธีการออกแบบตัวควบคุม เช่น Ziegler-Nichols , CHR ฯลฯ เมื่อทราบค่าพารามิเตอร์จากโปรแกรมแมทแลบแล้ว จึงนำ

พารามิเตอร์ดังกล่าวป้อนให้แก่โปรแกรม MATLAB Simulink ที่เชื่อมโยงกับไมโครคอนโทรลเลอร์ ที่สามารถควบคุมระบบได้ หลังจากที่ทำโครงงานเสร็จ จึงให้ประเมินความพึงพอใจในการใช้ชุดประกอบ ซึ่งรายละเอียดของชุดประกอบมีดังนี้

#### 3.1 ส่วนฮาร์ดแวร์

ประกอบไปด้วยกล่องเหล็กสแตนเลสที่ภายในบรรจุชิตเตอร์ขึ้นตัว 1,500 วัตต์ 220 โวลต์ เป็นตัวแทนของแหล่งกำเนิดความร้อน ตรงกลางของกล่องจะมีช่องเจาะช่องเพื่อให้อากาศระบายความร้อนออกได้ ด้านหน้าจะมีช่องสำหรับใส่ตัวเซ็นเซอร์อุณหภูมิ ชนิด Pt100 และหน้าปัดมีช่องเดี่ยวแสดงอุณหภูมิในห้อง Chamber แสดงดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 ส่วนประกอบของพลาบันต์



ภาพที่ 3 ภาพรวมในส่วนของฮาร์ดแวร์

ชุดประกอบค่าอุณหภูมิ ใช้ โซลิดสเตติรีเลย์ ปรับค่าพัลส์งานความร้อนของชิตเตอร์ จากการปรับระดับแรงดันไฟฟ้า 220 โวลต์ ตามสัญญาณที่ได้รับจากตัวควบคุม (Controller) โดยสัญญาณที่จะนำมาควบคุมนี้ เป็นระดับแรงดัน 0-10 โวลต์ (ไฟฟ้ากระแสตรง) จึงต้องใช้ โซลิดสเตติรีเลย์ ที่อินพุตรับสัญญาณอินพุต 0-10 โวลต์ (ไฟฟ้ากระแสตรง) ด้วยการรับสัญญาณป้อนกลับ จะใช้เซ็นเซอร์ที่ทำขึ้นจาก Pt100 ติดตั้งในช่อง Chamber เพื่อตรวจสอบอุณหภูมิ ผู้เรียนจะต้องต่อสายจาก Pt100 มาจังกล่อง Instrument Amplifier ที่ผู้วิจัยเตรียมไว้ให้ ทั้งนี้ผู้เรียนต้องออกแบบและสร้าง วงจรปรับระดับสัญญาณ (Signal Conditioning) เพื่อปรับระดับสัญญาณให้เหมาะสมกับไมโครคอนโทรลเลอร์ (3.3 โวลต์)

3.2 ส่วนซอฟแวร์จะใช้โปรแกรม MATLAB Simulink เป็นส่วนที่เชื่อมโยงกับไมโครคอนโทรลเลอร์ รุ่น STM32-F4-Discovery การปรับพารามิเตอร์ของตัวควบคุมจะกระทำการตัวโปรแกรม MATLAB จากนั้นโปรแกรมจะส่งข้อมูลไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยการโปรแกรมการติดต่อระหว่าง

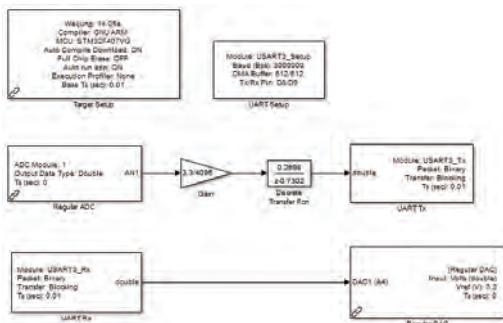


โปรแกรม MATLAB และไมโครคอนโทรลเลอร์นั้น จะต้องให้มีความสัมพันธ์กัน ก่อร่างคือฝั่งโปรแกรม MATLAB บนคอมพิวเตอร์พีซี(หรือโน๊ตบุ๊ค) หรือที่เรียกว่า Host จะมีการโปรแกรมแสดงดังภาพที่ 4 ขณะที่ฝั่งไมโครคอนโทรลเลอร์ หรือที่เรียกว่า Target จะมีการโปรแกรมแสดงดังภาพที่ซึ่งการเชื่อมโยงระหว่างคอมพิวเตอร์พีซีกับไมโครคอนโทรลเลอร์ จะต้องปรับดังค่าให้มีความสัมพันธ์กัน เมื่อปรับค่าให้ทั้ง Host และ Target ติดต่อ กันได้แล้ว ไมโครคอนโทรลเลอร์ก็จะส่งสัญญาณแรงดันไฟตรง 0-3.3 โวลต์ไปยังชุดปรับระดับสัญญาณเพื่อปรับระดับแรงดันไฟตรงให้เหมาะสมกับโซลิดสเตตทรีเลย์(0-10 โวลต์) และโซลิดสเตตทรีเลย์จะปรับขนาดของแรงดันไฟสลับ 0-220 โวลต์ตามสัญญาณอินพุตแล้วส่งไปยังชีตเตอร์ ให้มีอุณหภูมิมากน้อยตามขนาดของสัญญาณอินพุตจากโซลิดสเตตทรีเลย์ต่อไป

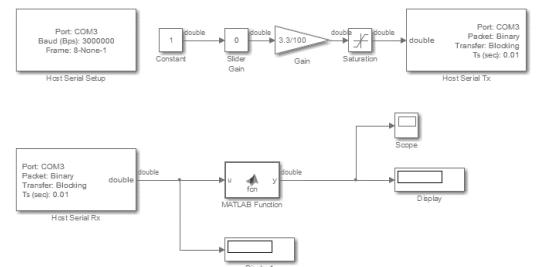
ขณะเดียวกัน อุณหภูมิภายในห้อง Chember ก็จะถูกส่งผ่านเซ็นเซอร์ (Pt100) กลับเข้ามายังไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อส่งเข้าไปยังโปรแกรม MATLAB อีกทอดหนึ่ง เป็นลักษณะของลูปปิดและการควบคุมจะเป็นเวลาจริง(Real Time)

### 3.5 การหาคุณภาพของชุดประกอบ

ดำเนินการโดยเชิญผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์สอนในรายวิชาการควบคุมระบบหรือวิชาที่เกี่ยวข้อง จำนวน 5 ท่าน กรอกแบบประเมินคุณภาพของชุดประกอบ



ภาพที่ 4 แผนภาพบล็อกในส่วนของการโปรแกรมเพื่อเชื่อมโยงบนคอมพิวเตอร์พีซี



ภาพที่ 5 แผนภาพบล็อกของการโปรแกรมเพื่อเชื่อมโยงบนไมโครคอนโทรลเลอร์

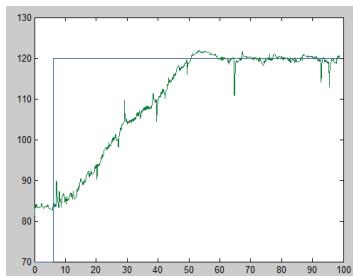
3.6 การหาความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อชุดประกอบ ดำเนินการโดยใช้ผู้เรียนที่เป็นผู้ทำโครงการในรายวิชาที่เกี่ยวข้องกับระบบควบคุม 1 (Control System I) และทำการเรียนการสอนโดยใช้โครงการเป็นฐานมาแล้วจำนวน 17 คน กรอกแบบสอบถามความพึงพอใจ ที่มีหัวข้อเกี่ยวกับค้านการใช้งานอาทิเช่น ชุดประกอบสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การทำโครงการ, ชุดประกอบช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้และมีทักษะการแก้ปัญหาจากสภาพจริง และ ชุดประกอบเป็นการบูรณาการรายวิชามากกว่า 2 วิชาเข้าด้วยกัน เป็นต้น

## 4. สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

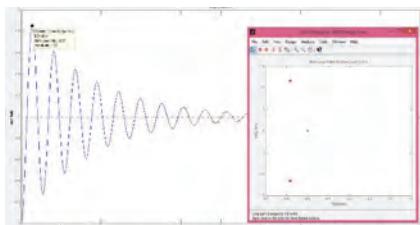
### 4.1 ผลตอบสนองจากการควบคุมอุณหภูมิจากชุดประกอบที่สร้างขึ้น

มีผลตอบสนองที่เป็นทั้ง ลูปปิดและลูปปิด ควบคุมโดยใช้โปรแกรมแม่แบบร่วมกับไมโครคอนโทรลเลอร์ STM32-F-Discovery ซึ่งสามารถติดต่อตอบสนองต่อสัญญาณขั้น (Step Response) จากโปรแกรม MATLAB ได้และจากผลตอบสนองที่เกิดขึ้น พบว่าใกล้เคียงกับทฤษฎีของการควบคุมอุณหภูมิแสดงดังภาพที่ 6

ขณะที่การออกแบบด้วยควบคุม จะใช้คำสั่ง sisotool ในโปรแกรมแม่แบบแล้วจึงนำพุตติกรรมนี้ไปแปลงให้เป็นฟังก์ชันถ่ายโอน(Transfer Function) ของระบบแล้วอิมพอร์ต(Import) เข้าสู่โปรแกรมการออกแบบจากคำสั่ง sisotool ผู้เรียนก็จะสามารถออกแบบตัวควบคุมได้ ดังภาพที่ 7 และทำให้ทราบค่าพารามิเตอร์ของตัวควบคุมเพื่อนำมาปรับตัวควบคุม(Controller) ได้อย่างเหมาะสมต่อไป



ภาพที่ 6 ผลตอบสนองของระบบการควบคุมอุณหภูมิที่เข้ามายิงจากในโครค่อนโโทรเลอร์ผ่านโปรแกรมแมทแลบ



ภาพที่ 7 การใช้คำสั่ง sisotool ในโปรแกรมแมทแลบ

สำหรับการใช้ชุดประดิษฐ์ควบคุมการเรียนโดยใช้โครค่อนเป็นฐาน ผู้เรียนจะต้องมีพื้นความรู้ด้านวงจรอิเล็กทรอนิกส์ และ การเขียนโปรแกรมในโครค่อนโโทรเลอร์ STM32 มาแล้ว นั่นคือในการออกแบบหลักสูตรจะต้องคำนึงถึงรายวิชาที่อนหน้า จะต้องผ่านรายวิชาที่เกี่ยวกับอิเล็กทรอนิกส์และไม่โครค่อนโโทรเลอร์มาแล้ว จึงจะช่วยให้ผู้เรียนนรุณาการความรู้ที่เคยเรียนเป็นพื้นฐานเดิม ประยุกต์ใช้แก้ปัญหาในรายวิชาการควบคุมระบบ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

#### 4.2 ผลการประเมินของชุดประดิษฐ์

การประเมินของชุดประดิษฐ์ จะแบ่งออกเป็นสองส่วนคือ ส่วนที่ให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินเพื่อหาคุณภาพ และ ส่วนที่ให้ผู้เรียนประเมินความพึงพอใจ มีรายละเอียดดังนี้

##### 4.2.1 ผลประเมินคุณภาพของชุดประดิษฐ์จากผู้เชี่ยวชาญ

โดยให้ผู้เชี่ยวชาญกรอกแบบประเมินคุณภาพของชุดประดิษฐ์จำนวน 5 ท่าน มีผลประเมินเฉลี่ยอยู่ในระดับดี (เกณฑ์ 3.51 ถึง 4.50) ที่ระดับ  $\bar{x} = 3.82$  ดังตารางที่ 1

##### 4.2.2 ผลประเมินความพึงพอใจของผู้เรียน

จากการตอบแบบสอบถามความพึงพอใจของผู้เรียนของกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 17 คน มีผลประเมินอยู่ในระดับดี (เกณฑ์ 3.51 ถึง 4.50) ที่ระดับ  $\bar{x} = 4.28$  ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 1 ผลการประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญ

ข้อคิดเห็น	$\bar{x}$	S.D.
สามารถแสดงผลได้ชัดเจน	4.4	0.49
วัสดุ-อุปกรณ์ที่ใช้สร้างห้องเรียนง่าย	3.80	0.75
สามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวก	4.00	0.89
รูปแบบขนาด น้ำหนัก เหมาะสมกับการประดิษฐ์	3.40	0.49
สอดคล้องกับวัสดุประดิษฐ์ในการเรียน	4.60	0.49
มีความสะดวกในการใช้งาน	3.20	0.40
เหมาะสมกับการเรียนรู้เป็นกลุ่ม	3.80	0.75
แสดงการทำงานได้อย่างต่อเนื่อง	4.40	0.49
ปลอดภัยในการใช้งาน	2.80	0.40
ค่าเฉลี่ยรวมทั้งหมด	3.82	0.57

ตารางที่ 2 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียน

ข้อคิดเห็น	$\bar{x}$	S.D.
สอดคล้องกับวัสดุประดิษฐ์สำหรับการทดลอง	4.41	0.49
เหมาะสมกับระดับของผู้เรียน	4.24	0.55
ส่งเสริมให้ผู้เรียนเป็นผู้สร้างการเรียนรู้ด้วยตนเอง	4.59	0.49
ส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาจากสภาพจริง	4.59	0.49
เหมาะสมกับผู้เรียนเป็นกลุ่ม(3คน)	3.76	1.06
ส่งเสริมผู้เรียนเข้าใจเนื้อหามากขึ้น	4.29	0.67
มีความน่าสนใจและท้าทายในการใช้งาน	4.41	0.60
ส่งเสริมให้ผู้เรียนอาศัยข้อคิดพัฒนาเป็นบทเรียนในการเรียนรู้	4.29	0.67
มีอุปกรณ์ป้องกันเพื่อความปลอดภัย	3.82	0.98
ส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติ	4.88	0.32
ดูแลรักษาง่าย	3.65	0.84
ช่วยลดเวลาในการสื่อความหมายกับผู้สอน	4.35	0.48
มีอุปกรณ์ให้ทดลอง	3.59	0.49
เป็นการรับ��识 มากกว่า 2 เท่าตัวกัน	4.59	0.49
ผู้เรียนมั่นใจว่าสามารถออกแบบควบคุมได้	4.29	0.46
เหมาะสมกับการเรียนโดยใช้โครค่อนเป็นฐาน	4.71	0.57
ค่าเฉลี่ยรวมทั้งหมด	4.28	0.60

#### 4.3 อภิปรายผล

การพัฒนาชุดประดิษฐ์และการควบคุมอุณหภูมิเพื่อใช้ในการเรียนแบบโครค่อนเป็นฐาน จากการทดสอบและปรับแต่งพารามิเตอร์ของตัวควบคุมและการปรับแต่งสัญญาณ (Signal Conditioning) พบว่าสามารถควบคุมระบบได้ถูกต้อง ตรงตามทฤษฎี ซึ่งการใช้ชุดประดิษฐ์ควบคุมอุณหภูมิรูปแบบการเรียนโดยใช้โครค่อนเป็นฐาน ช่วยเพิ่มทักษะในด้านต่างๆ ให้แก่ผู้เรียนอาทิ เช่น ทักษะปฏิบัติ ทักษะการค้นหาข้อมูล ทักษะการเรียนรู้



ร่วมกัน ทักษะการแก้ปัญหา เป็นต้น ซึ่งมีความจำเป็นในการทำงานหลังจากผู้เรียนจนการศึกษาไปแล้ว นอกจากนี้ยังช่วยพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Creative Thinking) ซึ่งเป็นการคิดขั้นสูง ให้แก่ผู้เรียนอีกด้วย

จากผลการประเมินคุณภาพของชุดประล่อง พบว่า ผู้ใช้ข่าวสารเห็นด้วยในระดับมาก เนื่องจาก 3.82 จาก มาตราจัดลำดับ (Rating Scale) 5 ลำดับของ Likert ที่จะ นำไปใช้ประกอบการสอน แสดงให้เห็นว่าชุดประล่องที่ ผู้จัดพัฒนาขึ้นมีความเหมาะสมในระดับหนึ่ง ที่พ่อจะนำไปใช้ ประกอบการสอนได้ และจากผลการประเมินความพึงพอใจโดย ให้ผู้เรียนที่ใช้รูปแบบการสอนโครงงานเป็นฐาน ได้ทดลองใช้ และประเมินความพึงพอใจที่มีต่อชุดประล่อง ผลการประเมิน โดยผู้เรียนพบว่า มีค่าเฉลี่ยความพึงพอใจต่อชุดประล่องใน ระดับมาก เนื่องจาก 4.28 จากมาตราจัดลำดับ (Rating Scale) 5 ลำดับของ Likert ซึ่งหากพิจารณาในรายข้อที่ผู้เรียน ทดลองใช้ชุดประล่องประเมิน ความพึงพอใจในระดับมาก ที่สุด (มากกว่า 4.50 ขึ้นไป) พบว่ามี 5 หัวข้อจาก 16 หัวข้อ ได้แก่ ชุดประล่องช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเรียนรู้จากการลงมือ ปฏิบัติและทดลอง, ชุดประล่องเหมาะสมกับการเรียนโดยใช้ โครงงานเป็นฐาน, ชุดประล่องเป็นการบูรณาการรายวิชา มากกว่า 2 วิชาเข้าด้วยกัน, ชุดประล่องส่งเสริมให้ผู้เรียนเป็น ผู้สร้างความรู้ด้วยตนเองและชุดประล่องช่วยให้ผู้เรียนได้ เรียนรู้และมีทักษะจากการแก้ปัญหาจริง ตามลำดับ ขณะที่มีผล การประเมินมีค่าต่ำสุดอยู่ในระดับพึงพอใจมาก (เกณฑ์ค่าเฉลี่ย ระหว่าง 3.51 – 4.50) คือหัวข้ออุปกรณ์ของชุดประล่องมี อะไรมาก่อนที่จะเริ่มสอน มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.59 ซึ่งอาจเป็นเพราะผู้เรียน ไม่คุ้นเคยกับอุปกรณ์ที่ใช้ในงานอุตสาหกรรมมากนักก็เป็นได้ จะ ยังไม่ทราบร้านค้าที่จำหน่ายอุปกรณ์ดังกล่าว

#### 4.4 ข้อเสนอแนะ

การวิจัยเพื่อพัฒนาชุดประกอบ การควบคุมอุณหภูมิเพื่อใช้ในการเรียนแบบโครงการเป็นฐานนี้ เป็นการพัฒนาชุดประกอบเพื่อให้ผู้เรียนสามารถใช้โปรแกรม MATLAB ต่อเข้ากับพลาต์โดยมีการเชื่อมโยงระหว่าง ไมโครคอนโทรลเลอร์ กับคอมพิวเตอร์พิซซิหรือโน๊ตบุ๊ค ได้ ซึ่งในอีกด้วยการเชื่อมโยงด้วยโปรแกรม MATLAB กับพลาต์ ผู้ใช้ เสียค่าใช้จ่ายในการ

## 5. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัย จากคณะกรรมการวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. ๒๕๕๗ คณบดีวิทยาลัยศรีราชา มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการวิจัย ตามที่ระบุไว้ในแบบฟอร์มขออนุมัติ ที่แนบมาด้วย

## 6. เอกสารอ้างอิง

- [1] Gao-Wei Chang et al. "A Progressive Design Approach to Enhance Project-Based Learning in Applied Electronics Through an Optoelectronic Sensing Project" IEEE Transactions on Education, Vol.51, No.2, May 2008.
  - [2] Nasser Hosseinzadeh et al. "A Curriculum for Electrical Power Engineering based on Project Based Learning Philosophy" IEEE International Conference on Industrial Technology, 2009. ICIT 2009, 10-13 Feb 2009.
  - [3] Stephanie Bell. "Project-Based Learning for the 21<sup>st</sup> Century: Skills for the Future" The Clearing House: A Journal of Educational Strategies, Vol.83, Issue2, 2010.
  - [4] Gourab Sen Gupta et al. "A Project-Based Approach to Teach Mixed-Signal Embedded Microcontroller for DC Motor Control" Proceedings of the Third IEEE International Workshop on Electronic Design, DELTA'06, 2005.
  - [5] Gregorio Romero et al. "A new approach for integrating teams in multidisciplinary project based learning" Procedia Social and Behavioral Sciences 2, Elsevier Ltd, 2010.
  - [6] Chyi-Shyong Lee et al. "A Project-based Laboratory for Learning Embedded System Designs with Support from the Industry" 38<sup>th</sup> ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference, 22-25 October, Saratoga Springs, NY, 2008.
  - [7] Charles M. Close et al. "Modelling and Analysis of Dynamic System" 3<sup>rd</sup> Edition, John Wiley & Sons, Inc. 2002

## การจัดตั้งระบบการบำรุงรักษาเชิงป้องกันเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพของเครื่องเป่าขวดและแกลลอนพลาสติก

### The Setting of Preventive Maintenance System for Improving the Efficiency of Blow Moulding Machinery of Plastic Gallon and Plastic Bottle

อติวัณณ์ กีรติอมรลักษณ์

ภาควิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมอุตสาหกรรม, วิทยาลัยเทคโนโลยีโลหิตศรีวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

*anan.k999@hotmail.com*

#### บทคัดย่อ

งานวิจัยฉบับนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อการปรับปรุงประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องเป่าพลาสติก โรงงานเป่าขวดและแกลลอนพลาสติกมีปัญหาด้านการหยุดกะทันหันของเครื่องจักร อีกทั้ง ไม่มี ระบบบริหารงานซ่อมบำรุงที่ดีพอ สภาพพื้นฐานของเครื่องจักรเก่า เพื่อจะขาดการดูแลและการบำรุงรักษา อีกทั้ง สภาพแวดล้อมในการทำงานของเครื่องจักร ซึ่งปัจจัยเหล่านี้จะมีผลต่อประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักร

แนวทางวิธีการดำเนินงานเริ่มจากการเก็บข้อมูลเพื่อนำมาวิเคราะห์ถึงสาเหตุของการหยุด ของเครื่องจักร จากนั้นวิเคราะห์ปัญหา และแนวทางแก้ไข แล้วดำเนินกิจกรรมเพื่อปรับปรุงเครื่องจักร ให้อยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน และเพิ่มอัตราการเดินเครื่องจักร โดยการบำรุงรักษาด้วยตนเอง และจัดทำระบบบำรุงรักษาเชิงป้องกันด้วยการกำหนดรายละเอียดของแผนการบำรุงรักษา ด้วยวิธีวัดงานวิจัยฉบับนี้ จะใช้ค่าประสิทธิผลโดยรวม (OEE) และค่าการเดินเครื่องจักรเฉลี่ย (MTBF) เป็นตัวชี้วัด โดยใช้เครื่องจักร บีจีสอง (BG 2) เป็นเครื่องต้นแบบ (Model Line) และขอนำเสนอที่อย่างน้อยหนึ่งระบบ

หลังจากดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ พบว่า ความถี่และเวลาสูญเสียจากการหยุดเครื่องจักรมีค่าลดลง อัตราการเดินเครื่องจักรมีค่าสูงขึ้น ระบบบำรุงรักษาเชิงป้องกันดีขึ้น ลดลงให้ค่าประสิทธิผลโดยรวม (OEE) ของเครื่องจักร บีจีสอง (BG 2) มีค่าเพิ่มขึ้นจากเดิม 73.67% เพิ่มเป็น 91.630% ค่าการเดินเครื่องจักรเฉลี่ย (MTBF) เพิ่มขึ้นจากเดิม 487 นาที เพิ่มเป็น 1,212 นาที หรือเพิ่มขึ้นเท่ากับ 150%

**คำสำคัญ:** เครื่องเป่าพลาสติก, บำรุงรักษา, ค่าการเดินเครื่องจักรเฉลี่ย, ประสิทธิผลโดยประสิทธิภาพ

#### Abstract

*This research aims to improve the efficiency of plastic machinery plastic gallon and plastic bottle blowing factories have a problem of breakdown of the machine and the inefficient maintenance management system of machine resulted from the background of machinery which were old and lack of well maintenance, the environmental conditions in the machine, these factors will affect the performance of the machine as well as the plastic gallon and plastic bottle blowing faced.*



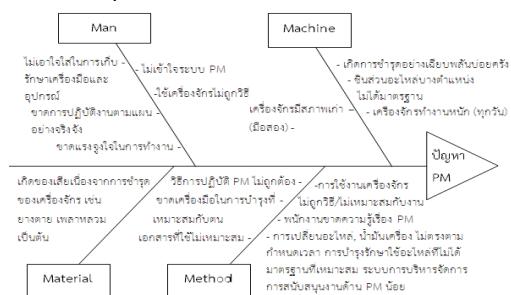
The method of operation of the data was collected to analyze the cause of the machine stopping to define the solutions. Then the machine was improved to make the machine ready to use. The rate of loading time of machine was increased by self - maintenance and preventive maintenance system by determining the detail of the maintenance planning. The indicator index of this research were Overall Equipment Effectiveness (OEE) and Mean Time between Failure (MTBF) is a measure. BG 2 in a prototype (Model Line) and offer at least one system.

After performing various activities found that the frequency and time lost from stopping the machine is reduced. The rate of loading time of machine was increased. The preventive maintenance system was better. As a result, the Overall Equipment Effectiveness (OEE) of BG 2 increased from Modern Increased from 73.67% to be 91.63% The MRBF value increased from 484 minutes to be 1,212 minutes or increased for 150%

**Keyword :** *Plastic Machinery Blowing, Maintenance, Mean Time between Failure, Overall Equipment Effectiveness*

## 1. บทนำ

ในอุตสาหกรรมเป้าขาวดและแกลลอนพลาสติก เครื่องจักร เป้า (Blow Moulding Machine) ถือเป็นเครื่องจักรที่มีความสำคัญอย่างยิ่งที่ใช้ในการขึ้นรูป โดยอาศัยหลักการหลอมละลายพลาสติก โดยใช้ความร้อนจากอีตเตอร์แล้วใช้สกรูในการดำเนินการเพื่อหลอมพลาสติกผ่านเข้าไปยังหัวชา เพื่อให้พลาสติกไหลออกมามีเป็นท่อพลาสติก (พาริสัน) ใช้แม่พิมพ์เป็นตัวกำหนดรูปร่างขวดและแกลลอนพลาสติกโดยใช้แกนลมเป่าน้ำเข้าไปขึ้นรูป จากกระบวนการที่ก่อตัวมาเครื่องเป้าพลาสติกถือเป็นหัวใจสำคัญในกระบวนการผลิต การที่เครื่องเป้าจะสามารถทำงานจนผลิตผลิตภัณฑ์ออกมาได้ ต้องอาศัยการทำงานของชิ้นส่วนและอุปกรณ์หล่าย ๆ ระบบเข้าด้วยกัน การทำงานที่ต่อเนื่องย่อมทำให้ชิ้นส่วน, อุปกรณ์เกิดการสึกหรอ และเกิดการขัดข้องหรือชำรุดขณะทำการผลิตหรือที่เราเรียกว่า การหยุดเครื่องขณะผลิต (Breakdown) ซึ่งใช้เพียงแต่ส่งผลให้ชิ้นส่วนหรือเครื่องจักรไม่สามารถทำงานต่อได้ ยังส่งผลให้ผลิตภัณฑ์ไม่ได้คุณภาพ การส่งมอบค่าช้า



รุ่นที่ 1 บัญชีทางการนำร่องรัฐบาลก่อนจัดตั้งระบบการนำร่องรัฐบาลเชิงป้องกัน

## ตารางที่ 1 ดัชนีวัดค่าประสิทธิภาพของเครื่อง BG 2 ตัวอย่างก่อนการรับประทาน

ເພື່ອນ	Down time (ນາທີ)	MTBF (ນາທີ)	MTTR (ນາທີ)	Available (%)
ກຮກງາມ 2556	8,600	496.8	111.6	77.5
ສຶກທາຄ 2556	8,840	484.2	116.4	76
ກັນຍານ 2556	7,740	466.2	97.3	79
ເນື້ອຍໂທຣາວ	8,393	484.6	108.6	77.5

ตารางที่ 2 ข้อมูลประสิทธิผลโดยรวมเครื่องจักรน้ำดื่มในเครื่อง BG 2 ตัวอย่างก่อนการปรับปรุง

ເພື່ອນ	ອັດຕາການ ເລີນເຄື່ອງ % (A)	ສ່ມຮາດນັກການ ເລີນເຄື່ອງ % (P)	ອັດຕາຄຸນການໝາຍ % (Q)	OEE (%)
ກຮກຢາຕົມ 2556	77.5	97.0	98.0	73.67
ສຶກຫາຄມ 2556	76.0	97.0	98.0	72.84
ກັນຍາຍນ 2556	79.0	97.0	98.0	75.09
ເຊື້ອ	77.5	97.0	98.0	73.67

โดยจัดทำแบบฟอร์ม การนำร่องรักษาเชิงป้องกันมาตรการ  
นำร่องรักษา และระบบเอกสารต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง และ<sup>1</sup>  
ประเมินผลการศึกษาด้วยดัชนีชี้วัดที่กำหนดไว้ ได้แก่ ดำเนิน<sup>2</sup>  
กิจกรรมโดยการนำร่องรักษาด้วยตนเอง และจัดทำระบบ  
นำร่องรักษาเชิงป้องกันด้วยดัชนีชี้วัดที่กำหนดไว้ ได้แก่  
แผนการนำร่องรักษา ดัชนีชี้วัดงานวิจัยนี้ ใช้ค่าประสิทธิผล  
โดยรวม ค่าการเดินเครื่องจักรเฉลี่ย เป็นตัวชี้วัดผล โดยจะนำเส  
นเป็นตัวอย่างเครื่องมือ สอง (BG 2) ที่แผนกควบคุมเป็นเครื่อง  
แบบ (Model line) หนึ่งเครื่องมานำเสนอเป็นตัวอย่างใน  
งานวิจัยฉบับนี้ (เนื่องจากเครื่องเป้าขาดและแกนลอนพลาสติก  
มีประมาณ 67 เครื่องก็ทำตามแบบเครื่องมือ สก (BG 2))

## วัตถุประสงค์การวิจัย



จัดทำมาตรฐานการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (PM) เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักร โดยเพิ่มค่า MTBF และปรับปรุงค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (OEE) ให้เพิ่มสูงขึ้น

#### ขอบเขตของการวิจัย

1. ทำการศึกษาและจัดทำมาตรฐานการบำรุงรักษาของเครื่องเป้าวัดและแกลลอนพลาสติก เป็นสาขาระบบตัวอ่อนย่างในการทำวิจัยนี้

2. ทำการปรับปรุงเวลาเฉลี่ยในการทำงานของเครื่องจักร ให้ข้างานนั้นก่อนที่จะเกิดความเสียหาย โดยการเพิ่มค่า MTBF ให้เพิ่มสูงขึ้นอย่างน้อยร้อยละ 5%

3. ทำการปรับปรุงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพโดยรวม เครื่องจักร (OEE) ให้มีค่าเพิ่มสูงขึ้น

#### 2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

กัททรียา กิตติเจริญเกียรติ (2547) ได้ให้คำนิยามของค่าสัมประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร หรือ ค่า OEE ไว้ว่า OEE นั้น มีด้วยกันหลากหลายความหมาย โดยในเชิงของการบำรุงรักษาที่ทุกคนมีส่วนร่วม (Total Productive Maintenance : TPM) OEE เป็นการรวมรวมการปฏิบัติงานการบำรุงรักษาและ การจัดการเครื่องมือและทรัพยากรที่ใช้ในการผลิต

การใช้ TPM ใน การแก้ไขปัญหาการสูญเสียทางการผลิต ค่าใช้จ่ายทางอ้อมและค่าใช้จ่ายที่ซ่อนอยู่นั้น OEE เป็นเครื่องมือที่แสดงให้เห็นถึงค่าใช้จ่ายตังกล่าวที่ซ่อนอยู่ได้ และได้อ้างอิงว่าการใช้งาน OEE ให้เกิดประสิทธิภาพสูงนั้น การใช้ร่วมกับ 7 QC Tools เช่น ผังพาร์โต ผังและเหตุผล ซึ่งสอดคล้องกับ ศักดา ปรีชาวัฒนสกุล (2550) กล่าวว่า การวางแผนการบำรุงรักษานั้น สามารถนำเครื่องมือ 7 QC Tools มาใช้ในการรวมข้อมูล วิเคราะห์ปัญหาหรือสร้างระบบการบำรุงรักษา ซึ่งในงานวิจัยเรื่องการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงาน เครื่องท่อโดยการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน ได้ใช้แผนผังพาร์โต ในการแสดงประวัติการทำงานของเครื่องจักร และใช้แผนภูมิ ก้ามปลาในการวิเคราะห์สาเหตุความสูญเสียประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักร

จากข้อมูลของงานวิจัยดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยได้นำมาประยุกต์ใช้จริงในงานส่วนของแผนกซ่อมบำรุง (Plan Maintenance : PM) ที่ผู้วิจัยปฏิบัติงานอยู่ในโรงงานเป้าวัด และแกลลอนพลาสติก จนได้รางวัล TPM AWARD 2012

#### 2.1 การทำความสะอาดเครื่องจักรและบริเวณโรงงาน (Cleaning)

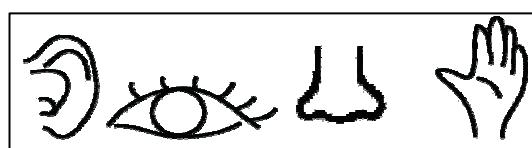
การปฏิบัติงานในส่วนนี้จะถือเป็นงานแม่บทของการซ่อมบำรุงเป็นสิ่งที่สำคัญที่สุด ให้เห็นถึงการจัดการของโรงงานและความรู้สึกของพนักงาน โดยที่การทำความสะอาดเป็นสิ่งที่สำคัญที่สุด ให้เห็นถึงการจัดการของโรงงานและความรู้สึกของพนักงาน โดยที่การทำความสะอาดเครื่องจักรจะทำให้เกิดผลดี

#### 2.2 การหล่อลื่น (Lubrication)

การหล่อลื่นเป็นงานขั้นพื้นฐานในการป้องกันการชำรุดและช่วยลดความสึกหรอเนื่องจากการเสียดสีของชิ้นส่วน โลหะของเครื่องจักรทุกชนิด ทำให้ประสิทธิภาพเครื่องจักรสูงขึ้น เพราะจะช่วยลดแรงเสียดทานขณะเคลื่อนไหวของชิ้นส่วนการจัดแผนงานหล่อลื่นที่ดีจึงก่อประโยชน์ในด้านต่าง ๆ

#### 2.3 การตรวจสอบ (Inspection)

การตรวจสอบเครื่องจักรมีเป้าหมายเพื่อค้นหาความบกพร่อง (Defect) ขั้นต้น ซึ่งอาจจะนำไปสู่การขัดข้องของเครื่องจักรจนถึงต้องหยุดเครื่องจักร (Failure) ในระยะต่อไป โดยทั่วไป การขัดข้องเร่งรัด ไม่มีคุณลักษณะที่แน่นอน อาการที่เกิดขึ้นจะสะสมจนถอยเป็นความเสียหายที่รุนแรงอาจใช้เวลาหลายวัน หรือสัันที่สามารถตรวจสอบได้ก่อนหรือไม่สามารถตรวจสอบได้เลยก็ได้ การตรวจสอบจึงขึ้นมาเมื่อบาทในการป้องกันการลุกลามของปัญหาที่เครื่องจักรขัดข้องต้องหยุดใช้งาน ใน การปฏิบัติงานซ่อมบำรุงมีความจำเป็นที่จะต้องศึกษาเพื่อทำความเข้าใจอย่างถ่องแท้ถึงสาเหตุของการชำรุดและขัดข้องนั้น ระดับความรุนแรงที่เกิดขึ้น วิธีการตรวจสอบอาการผิดปกติของเครื่องจักรทั้งหมดที่กล่าวถึงนี้เป็นพื้นฐานสำคัญของงานซ่อมบำรุงเพื่อให้เครื่องจักรอยู่ในสภาพปกติ



รูปที่ 2 เครื่องมือที่ใช้ในการตรวจสอบด้วยประสานสัมผัส



## 2.4 การปรับแต่งและเปลี่ยนชิ้นส่วน (Adjustment and Part Replacement)

การใช้งานเครื่องจักรแม่จัชมีระบบหล่อลื่น หรือการตรวจสภาพที่คือพึงได้ ความคลาดเคลื่อนเนื่องจากความลึกหรือของชิ้นส่วนเป็นสิ่งที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ การที่จะให้เครื่องจักรอยู่ในสภาพที่ปกติ การปรับแต่งและการเปลี่ยนชิ้นส่วน จึงเข้ามามีบทบาทในการซ่อมบำรุงด้วยการปรับแต่งเป็นวิธีการที่ช่วยให้เครื่องจักรกลับสู่สภาพปกติที่สามารถทำงานได้อย่างถูกต้องตามข้อกำหนดจะกระทำในหลายกรณี

## 2.5 การวางแผนการซ่อมบำรุง

สุรชาติ วิชัยดิษฐ์, กิตติ เกิดรังษี, สัมพันธ์ชัย กลิ่นพิกุล (2551) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้ระบบการบำรุงรักษาแบบทวีผลที่ทุกคนมีส่วนร่วม (Total Productive Maintenance, TPM) ในอุตสาหกรรมเครื่องดื่มอัดแก๊ส เพื่อลดเวลาหยุดชะงักของเครื่องจักรและปรับปรุงประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร (overall Equipment Efficiency, OEE) พบว่า หลังจากการทดลองประยุกต์ใช้ระบบ TPM เป็นเวลา 3 เดือน ค่า OEE สูงขึ้นเฉลี่ย 21.18% อัตราการหยุดชะงักของเครื่องจักรลดลง 15% นอกจากนี้ ค่าเวลาเฉลี่ยก่อนเครื่องจักรจะชำรุด (Mean Time MTTR) ของเครื่องจักรแต่ละตัวสามารถนำมาใช้จัดกลุ่มเครื่องจักรเพื่อใช้ในการจัดทำแผนการบำรุงรักษาต่อไป

## 2.6 ความหมายของการบำรุงรักษาด้วยตนเอง

นานี อ่วมอ้อ. 2547 กดาวิไว้ว่า การบำรุงรักษาด้วยตนเองหมายถึง กิจกรรมต่าง ๆ ที่เป็นการบำรุงรักษาเครื่องจักรที่กระทำโดยผู้ใช้เครื่อง โดยไม่ปล่อยให้เป็นหน้าที่ของฝ่ายซ่อมบำรุงเพียงอย่างเดียว ทั้งนี้เพื่อให้สามารถปักป้องเครื่องจักรตนเอง และผู้ใช้ข้ามกันเครื่องจักรของตนเอง

## 2.7 เป็นผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับเครื่องจักรของตนเอง

เพื่อให้การบำรุงรักษาเครื่องจักรด้วยตนเองทำได้อย่างถูกต้องและปลอดภัย พนักงานผู้ใช้เครื่องต้องมีความเชี่ยวชาญเกี่ยวกับเครื่องจักรและอุปกรณ์ของตนเอง ได้แก่ ความเชี่ยวชาญในการปฏิบัติการบำรุงรักษาขั้นพื้นฐาน เช่น การทำ

ความสะอาด การหล่อลื่น การตรวจสอบ รวมถึงระบบอัตโนมัติต่าง ๆ ที่มีกับเครื่อง

## 2.8 ขั้นตอนการดำเนินการ

ขั้นตอนที่ 1 การปรับปรุง 5 ส เพื่อให้สถานที่น่าทำงานไม่สกปรก พื้นที่พร้อมใช้งาน

ขั้นตอนที่ 2 จัดทำแผนการทำความสะอาดแบบตรวจสอบเพื่อหาจุดผิดปกติและสืบสาน

ขั้นตอนที่ 3 จัดทำแผนการทำความสะอาดแบบตรวจสอบเพื่อหารายการจุดยากลำบาก

ขั้นตอนที่ 4 จัดทำแผนการทำความสะอาด แบบตรวจสอบเพื่อหารายการแหล่งกำเนิดปัญหา

ขั้นตอนที่ 5 ทำการแก้ไขจุดผิดปกติ และสืบสาน แก้ไขจุดยากลำบาก แก้ไขแหล่งกำเนิดปัญหา

ขั้นตอนที่ 6 Step 1 Prioritizing Machine

ขั้นตอนที่ 7 Step 2 Gathering Machine Breakdown History

ขั้นตอนที่ 8 Step 3 Listing Checkpoint

ขั้นตอนที่ 9 Step 4 Time & Run Base Maintenance point

ขั้นตอนที่ 10 Step 5 Optimizing a PM Schedule

ขั้นตอนที่ 11 Step 6 Developing PM Check sheet

ขั้นตอนที่ 12 Step 7 Developing Visual Control

## 3. วิธีการดำเนินงาน

### 3.1 ศึกษาถึงสภาพปัญหาที่เกิดขึ้นในโรงงานกรณีศึกษา

ในเบื้องต้นสำหรับการวิเคราะห์ถึงปัญหาและสาเหตุที่ทำให้เกิดความสูญเสียทั้งด้านของเวลา ผลผลิตและค่าใช้จ่ายต่าง ๆ นั้น พบว่า เครื่องจักรและอุปกรณ์ภายในโรงงานเป็นเครื่องจักรที่มีอายุการใช้งานมาแล้วมากกว่า 10 ปี ทำให้เกิดปัญหาขึ้นภายในโรงงาน

การบำรุงรักษาของเกิดขึ้นเมื่อเครื่องจักรและอุปกรณ์เกิดการชำรุดเสียหาย	เกิดการสูญเสียเวลาเนื่องจากเครื่องจักรและอุปกรณ์ที่หยุดค่อนข้างสูง
เครื่องจักรมีสภาพการใช้งานมาแล้วมากกว่า 10 ปี	
เกิดการชำรุดของเครื่องจักรและอุปกรณ์ในระหว่างการผลิตเป็นประจำ	ระบบเบอกฟาร์มรายงานรวมถึงประวัติการบำรุงรักษาไม่แน่นอน

รูปที่ 3 ปัญหาที่เกิดขึ้นกับเครื่องจักรและอุปกรณ์



### 3.2 ศึกษาเครื่องจักรเพื่อทำการปรับปรุง

การเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อที่จะทำการปรับปรุง จะพิจารณา  
เลือกกลุ่มของเครื่องจักรตัวอย่างและชีนส่วนที่ส่งผลกระทบต่อ  
กระบวนการผลิตมากที่สุดเป็นตัวอย่างในการจัดทำระบบใน  
การวางแผนงาน ซึ่งข้อมูลดังกล่าวจากการศึกษาพบว่าสาเหตุ  
การขัดข้องของเครื่องจักรมีสาเหตุหลักซึ่งพองจะสรุปสาเหตุ  
สำคัญ



รูปที่ 4 สาเหตุและผลการบัดข้องของเครื่องจักรในสายการผลิต

### 3.3 การรวมข้อมูลการแจ้งซ่อมในอดีต

แนวทางแก้ปัญหาเหล่านี้ ผู้ทำการศึกษาได้แนะนำแนวทางในการดำเนินการในเรื่องต่อไปนี้

1. นโยบายความสะอาดผู้บริหาร โรงงานจะต้องกำหนดนโยบายในเรื่องนี้ให้ชัดเจน เช่นเดียวกับนโยบายอื่นๆ เช่น ความปลอดภัย ความประทัยพลังงาน ฯลฯ โดยนโยบายที่กำหนดขึ้นนี้จะต้องระบุให้เป็นที่รับรู้แก่พนักงานทุกระดับ

2. สร้างสิ่งจูงใจในการรักษาความสะอาดเพื่อให้พนักงานร่วมมือในการรักษาความสะอาดดูบีบิหารจะต้องสร้างสิ่งจูงใจของพนักงานให้เกิดความกระตือรือร้นที่จะดำเนินการตามนโยบายความสะอาดของโรงงาน เช่น มีการประกวดความสะอาดระหว่างหน่วยงานและมีการแข่งรางวัลแก่ผู้ชนะ เป็นต้น ข้อที่ควรระวังในเรื่องสิ่งจูงใจเกี่ยวกับการรักษาความสะอาด คือ อย่าให้สิ่งจูงใจในรูปของเงินรางวัลเนื่องจากการจูงใจในชนิดนี้จะไม่สามารถปลูกฝังความรู้สึกที่จะรักษาความสะอาดให้กับพนักงานได้อย่างแท้จริง

3. มีการแบ่งหน้าที่และขอบเขตรับผิดชอบในการรักษา  
ความสะอาดการทำความสะอาดเป็นความรับผิดชอบร่วมกัน  
ระหว่างพนักงานรักษาความสะอาดและพนักงานผลิตและ

พนักงานนำรุ่งรักษากเครื่องจักรแต่หน้าที่หลักในเรื่องความสะอาดควรแบ่งกันให้เด่นชัด คือ

3.1 ให้พนักงานฝ่ายผลิตเป็นผู้รับผิดชอบความการทำงานที่ขาดเสีย  
สามารถเครื่องจักรและบริเวณรอบเครื่องจักรและส่วนที่เป็นเขต  
ในการปฏิบัติงาน รวมทั้งให้ความร่วมมือกับพนักงาน  
บำรุงรักษาเครื่องจักรในการทำงานที่ขาดเสียเมื่อมีการซ่อมใหญ่  
ซึ่งผู้ทำการศึกษาได้กำหนดความรับผิดชอบในส่วนความ  
สะอาดของเครื่องจักรและบริเวณรอบๆ เครื่องจักรลงในใบ  
ตรวจสอบประจำวันของเครื่องจักร โดยได้แสดงไว้ในส่วน  
ของเอกสารอ้างอิง

3.2 พนักงานบำรุงรักษาเครื่องจักรจะรับผิดชอบความสะอาดของเครื่องจักรและอุปกรณ์ที่ใช้ในการบำรุงรักษา เครื่องจักร รวมทั้งบริเวณ โรงช่องทั้งหมด ในกรณีที่เข้าไปปฏิบัติงานบำรุงรักษาเครื่องจักรให้กับเครื่องจักรใดๆ จะต้องมีการทำความสะอาดเครื่องจักรให้กันด้วยเข้าสู่สภาพปกติก็ต่อเมื่อ

### ตารางที่ 3 ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร BG 2

ด้วยที่มาที่นี่ พบว่า ประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักรจะมีค่าค่อนข้างต่ำในระดับหนึ่ง อีกทั้งข้อมูลที่นำมาแสดงอาจไม่ตรงกับความเป็นจริง เนื่องจากการเก็บบันทึกข้อมูลไม่ชัดเจน ดังนั้น ควรมีการวางแผนวิเคราะห์แล้วกำหนดระดับความสนใจ เพื่อทำการบำรุงรักษาเชิงป้องกันเครื่องจักรให้ได้ผลดีขึ้น ก็จะเพิ่มค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรให้สูงขึ้น และจากข้อมูลประสิทธิผลโดยรวมของเครื่อง BG 2 ตัวอย่าง ขั้นตอนต่อไปก็จะเป็นการวิเคราะห์ข้อมูลสถิติของเครื่องจักร



BG 2 ตัวอย่าง เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปวางแผนการบำรุงรักษา	
เครื่องจักรต่อไป ตัวอย่างนี้ลิستต่อเดือนก่อนการปรับปรุง	
เวลาเดินเครื่องทั้งหมด (นาที)	37,920 นาที
เวลาใช้เครื่องจักร (นาที)	28,926 นาที
เวลาที่เครื่องจักรเสีย (นาที)	8,393 นาที
จำนวนเครื่องจักรหยุด (ครั้ง)	77 ครั้ง
กำลังการผลิต (ชิ้น/เดือน)	89,003 ชิ้น/เดือน
จำนวนของเสีย (ชิ้น/เดือน)	1,725 ชิ้น/เดือน
ประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร	73.67 เปอร์เซ็นต์
ข้อมูลได้จากการเก็บข้อมูลตั้งแต่เดือน กรกฎาคม ปี 2556	
จนถึงเดือนกันยายน ปี 2556	

#### 4. ผลการดำเนินงาน

#### 4.1 ดัชนีที่ใช้ในการวัดผลการศึกษาปรับปรุงผลการ

## บารังรักษาเชิงป้องกัน

แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

1. การวัดผลโดยใช้ค่าเบอร์เซ็นต์ของเวลาที่เครื่องจักรเกิดเหตุขัดข้อง (Machine Downtime) ซึ่งหาได้จากสูตร

% Machine Downtime =  $\frac{\text{เวลาที่เครื่องจักรเกิดการขัดข้อง}}{\text{เวลาการทำงานของเครื่องจักร}} \times 100$

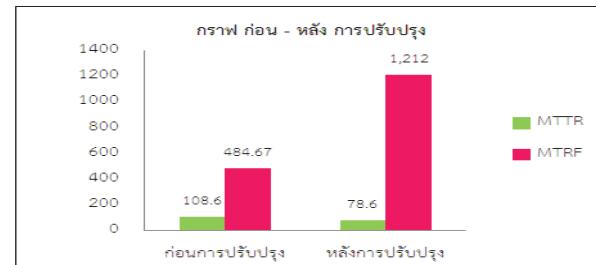
% Machine Availability = เวลาทำงานของเครื่องจักร - เวลาเครื่องจักรเกิดข้อผิดพลาด × 100  
เวลาการทำงานของเครื่องจักร

## 2. การวัดผลโดยใช้เปอร์เซ็นต์ความพร้อมใช้งานเครื่องจักร (Machine Downtime) ซึ่งหาได้จากสูตร

ซึ่งผลการดำเนินการที่ได้จากการดำเนินงานวิจัยในครั้งนี้  
สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 4 ตารางที่ 5 และตารางที่ 6  
ตามลำดับ

ตารางที่ 4 ผลการดำเนินงานที่ได้จากการนำร่องรักษา เชิงป้องกัน สำหรับเครื่องเป่าแก๊สcolonพลาสติกของโรงงาน ซึ่งเป็นกรณีศึกษา (ก่อน และหลังการปรับปรุง)

	ເພື່ອນ / ປີ	Loading Time	Operating Time	MTTR min	MTBF min
ກ່ອນການປັບປຸງ	ດ.ກ. - ດ.ຍ. 2556	37,320	28,926	108.6 (77)	484.67 (77)
ຫຼັກການປັບປຸງ	ທ.ກ. - ຖ.ກ. 2556	36,380	34,000	78.6 (30)	1,212 (30)



รูปที่ 5 ก่อน – หลังการปรับปรุง

ตารางที่ 5 การคำนวณหาค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร BG2

กิจกรรมที่เกิดขึ้น	การดำเนินผลการ	ก.ต. - ก.ธ. 2556 220 (บาท) ล้างเสื้อ	ก.ต. - ก.ธ. 2556 220 (บาท) ล้างเสื้อ
จำนวนเงินที่เก็บ	จำนวน 8 ร้อยห้าสิบบาทเจ็ดบาทถ้วน	26 ร้อย (57,920)	25.6 ร้อย (56,960)
จำนวนเงินที่	จำนวนเงินของลูกค้าที่หัก 19% จำนวนเงินล้างเสื้อ	360 240 600	360 240 600
จำนวนเวลาที่ลูกค้า ใช้เวลาอยู่ (Waiting Time)	เวลาที่ลูกค้า - ลูกค้าคนที่ 1 + 37,920	± 37,920 / 600 = 63.200	± 56,960 / 600 = 94.960
จำนวนเงินที่ลูกค้า ใช้เวลาอยู่ (Waiting Cost)	ค่าวันเดือนเดียว (หักยอดค่าห้องเดือน หักยอดค่าน้ำ)	7,600 946 240 720	2,060 900 480 8,392 (77) = 2,560,080
จำนวนเงินที่ลูกค้าใช้ (Operating Time)	- จำนวนลูกค้า x - Operating Cost = 28,926	± 37,920 / 8,593 = 4,460	± 56,960 / 8,593 = 6,640 (6)
ตัวแปรเดียว (Average Velocity)	- จำนวนเงินที่ลูกค้าใช้ห้องเดือน x 100%	(28,926 / 37,520) x 100%	(56,960 / 56,960) x 100%
จำนวนเงินที่ลูกค้าใช้	- จำนวน 36 วันที่ ที่ 2 ครั้ง	± 89,034 ร้อย	97,353 ร้อย
จำนวนเงินที่ลูกค้าใช้ (Revenue)	- จำนวนเงินที่หัก 19% / จำนวนเงินที่ x 100%	(28,926 / 37,520) x 100% = 74.7%	(51,640 / 51,640) x 100% = 100%
Quantity (จำนวน)	จำนวน	1,725 ตัว	1,745 ตัว
ค่าคุณภาพ (Quality Rate)	- จำนวนลูกค้าที่ลูกค้าไม่ได้รับ <sup>+</sup> จำนวน ลูกค้าที่ลูกค้าได้รับ <sup>+</sup> จำนวน	± 61,350 ± 100%	± 25,407 ± 100%
จำนวนเงินที่ลูกค้าใช้ เดือนละ (QOE)	± (A x P x Q) x 100%	± (0.775 x 0.98 x 0.90 x 100%) = 73.6%	± (0.935 x 1 x 0.98) x 100% = 91.6%

ตารางที่ 6 ตารางแสดงเบริกยนเทียนประสีติพิผลโดยรวมของเครื่อง BG2  
ตัวอย่างเชิญก่อนและหลังการปรับปรุง BG2 ตัวอย่าง  
หลักการปรับปรุง

เดือน / ปี	ก.ค. - ก.ย. 2556	ต.ค. - ธ.ค. 2556
เวลาเดินเครื่องจักรหนด (นาที)	37,920	36,960
เวลาใช้เครื่องจักร (นาที)	28,926	34,000
เวลาเดินเครื่องจักรเสีย (นาที)	8,393	2,360
จำนวนเครื่องจักรหยุด (นาที)	77	20
กำลังการผลิต (ชิ้น / เดือน)	89,003	97,353
ของเสีย (ชิ้น / เดือน)	1,725	1,946
(A) อัตราความพร้อม (%)	77.5	93.0
(P) สมรรถนะ (%)	97.0	100.0
(Q) อัตราคุณภาพ (%)	98.0	98.0
(OFF) ต่ำกว่าค่าเป้าหมาย (%)	73.67	91.63



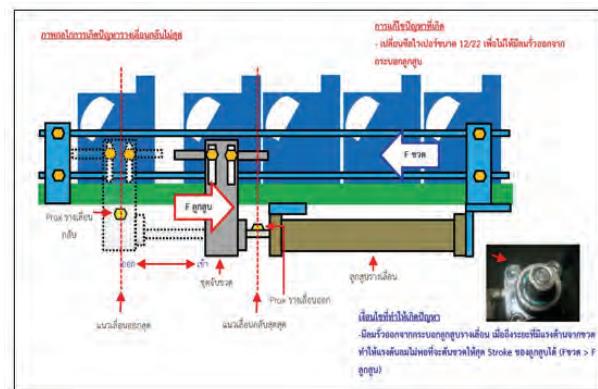
รูปที่ 6 แผนภูมิแท่งแสดงการเปรียบเทียบผลการดำเนินงาน

### 5.1 การสรุปผลการดำเนินงานเชิงปริมาณ

ตัวชี้วัดสำหรับงานปั๊หาน้ำพิเศษนี้ คือ ค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร ค่าเวลาการเดินเครื่องจักรเฉลี่ย (MTBF) และค่าเวลาซ่อมเฉลี่ย (MTTR) ภายหลังจากการดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ เพื่อปรับปรุงค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรสายการผลิตตัวอย่าง ผลที่ได้ คือ เครื่องจักรมีค่าอัตราความพร้อมใช้งานเพิ่มขึ้นจาก 77.5 % เพิ่มเป็น 93.0 % อัตราความเร็ว หรือสมรรถนะเพิ่มขึ้นจาก 98.0 % เพิ่มขึ้นเป็น 100 % และอัตราคุณภาพเพิ่มสูงขึ้นจากเดิม 98.0 % เป็น 98.0 % ซึ่งส่งผลให้ค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรเพิ่มสูงขึ้น เช่นกัน จากเดิม 73.67 % เพิ่มขึ้นเป็น 91.63 % เพราะก่อนหน้านี้ที่ MTBF ต่ำ เพราะขาดการตรวจสอบอุปกรณ์ที่รวดเร็ว ตรวจสอบตามแผนเก่าที่ไม่ได้ปรับปรุงใหม่ อุปกรณ์หรือชิ้นส่วนเครื่องจักรชำรุดเสียหาย จึงได้ทำการปรับปรุงอุปกรณ์ และชิ้นส่วนนั้นๆ กลับสู่สภาพเดิมและเก็บข้อมูล นำข้อมูลที่ได้มาประชุมระดมความคิดแก้ไข (Root Cause) ทุกวัน หลังจากที่ได้นำข้อมูลมาวิเคราะห์และได้ปรับปรุงติดแอนด์วีซีส์ และปัจจุบัน แจ้งระยะเวลาหรือแรงดันที่เหมาะสมต้องอยู่ที่เท่าไร มีการตรวจสอบทุกวัน จึงแก้ไขเครื่องจักรเสียได้เร็วขึ้นและเพิ่มระยะเวลาของเครื่องจักรหรืออุปกรณ์นั้นๆ ที่จะเกิดการเสียหายให้มีระยะเวลานานขึ้นกว่าเดิม และค่าเฉลี่ยในการซ่อมแซม (MTTR) ลดต่ำลง ซึ่งทั้งหมดที่กล่าวมา ถือเป็นประโยชน์ที่ได้จากการวางแผนบำรุงรักษาที่ดี



รูปที่ 8 การติดแอนด์วีซีส์ ทิศทางการหมุนของสายพานและมาตรฐานแรงดันที่ใช้ว่าอยู่ที่เท่าไร



รูปที่ 9 การแก้ไขปั๊หาน้ำต่างๆ ที่เกิดขึ้นโดยใช้ การประชุมระดมความคิดแก้ไข Root Cause ต่างๆ

### ตารางที่ 7 แสดงผลตัวชี้วัดที่สำคัญของงานวิจัย

ตัวชี้วัด	ค่าเฉลี่ย ก่อนปรับปรุง	ค่าเฉลี่ย หลังปรับปรุง	เปอร์เซ็นต์ เพิ่มขึ้น
OEE (%)	77.5	93.0	เพิ่มขึ้น 20%
MTBF (Min.)	484.67	1,212	เพิ่มขึ้น 150%
MTTR (Min.)	108.6	78.6	ลดลง 27.6%

### 5.2 การสรุปผลการดำเนินงานเชิงคุณภาพ

- พนักงานฝ่ายบัญชีรักษาและฝ่ายผลิตมีการตื่นตัวในการทำงานมากขึ้น เนื่องจากเห็นผลการเปลี่ยนแปลงที่เป็นรูปธรรม
- มีสภาพแวดล้อมในการทำงานดีขึ้นเนื่องจากการทำงานสะอาดพื้นที่และเครื่องจักร
- มีความปลอดภัยในการทำงานมากขึ้น
- พนักงานทำงานอย่างมีระบบมากขึ้น
- เป็นสายการผลิตตัวอย่างที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับสายการผลิตอื่น ๆ ได้



### 5.3 ข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้ได้เลือกสาขางานผลิตตัวอย่าง คือ สาขางานผลิต ขาวดและแก๊สลดอนพลาสติกเพื่อการทำงานวิจัยนี้ ผู้จัดทำวิจัยได้เสนอแนะแนวทางปฏิบัติเพื่อการปรับปรุงดังนี้

5.3.1 การศึกษาระบวนการผลิตและปัญหาที่เกิดขึ้นในสาขางานผลิตจำเป็นต้องศึกษาจากการปฏิบัติงานจริงของโรงงานตัวอย่าง ทำให้เกิดข้อจำกัดในเรื่องการควบคุมปัจจัยบางตัวเนื่องจากต้องใช้ระยะเวลาในการศึกษาเป็นเวลานาน ดังนั้น ข้อมูลจากการทำงานวิจัยครั้งนี้จึงถือเป็นขั้นแรกของการวิจัยทางด้านนี้ ดังนั้น ควรมีการศึกษาปัจจัยด้านอื่น ๆ ด้วย เพื่อให้ผลการวิจัยมีความสมมูลนั้นและ เป็นแนวทางในการปรับปรุงต่อไป

5.3.2 ควรมีการติดตามข้อมูลการเกิดเหตุขัดข้องของเครื่องจักรหลังจากที่ได้นำระบบการบำรุงรักษาเชิงป้องกันที่ได้ปรับปรุงใหม่นี้ไปใช้อย่างต่อเนื่องแล้วกันนั้นควรนำข้อมูลมาปรับปรุงระบบให้สามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

5.3.3 เนื่องจากพนักงานขังเครชันกับการปฏิบัติงานลักษณะเดิมอยู่ ดังนั้นจึงควรมีการอบรมเชิงให้พนักงานเข้าใจถึงระบบใหม่อีกครั้งหลังจากมีการเปลี่ยนแปลง

5.3.4 ควรมีการนำข้อมูลที่ได้จากการบันทึกไปประมวลผลโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่เกี่ยวข้องกับระบบงานบำรุงรักษา เช่น โปรแกรม CMMS

5.3.5 เพื่อให้การจัดทำแผนครั้งนี้ส่งผลในการพัฒนา ควรมีการปรับปรุงระบบการวางแผนงานบำรุงรักษาเชิงป้องกัน เครื่องจักรนี้ไปใช้กับเครื่องที่มีความคล้ายคลึงกันในโรงงาน และควรมีขั้นตอนการทำงาน

## 6. กิตติกรรมประกาศ

ปัญหาพิเศษนับนี้สามารถดำเนินการสำเร็จลุล่วงตามวัตถุประสงค์ ผู้จัดทำขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์วันชัย แทлем หลักสูตร ผู้ช่วยศาสตราจารย์นารธิป แสงชัย และอาจารย์ ดร.สมแพ ตลับแก้ว เป็นอย่างสูงที่ได้กรุณาริบกวน ช่วยเหลือให้คำปรึกษาและข้อเสนอแนะเพื่อแก้ไขข้อบกพร่อง ต่าง ๆ ของปัญหาพิเศษนับนี้มาโดยตลอด ขอขอบพระคุณ ดร.อาจารย์ทุกท่านที่ประสิทธิ์ประสานวิชาความรู้เพื่อเป็นแนวทางในการดำเนินงานปัญหาพิเศษนี้ และขอขอบพระคุณ ดร.พิรุพ เหنمมานทรพ รองประธานกรรมการเจ้าหน้าที่บริหาร อาจารย์ชานี อ้วนอ้อ ที่ให้คำปรึกษาและเอื้อเฟื้อสถานที่ในการดำเนินงานปัญหาพิเศษนี้ รวมถึงทุกคนที่ให้กำลังใจให้คำปรึกษา ช่วย

ให้ปัญหาพิเศษนับนี้สามารถดำเนินไปได้ด้วยดี และขอขอบคุณท่านที่ไม่ได้กล่าวนามทั้งหมดไว้ใน ที่นี่

## 7. เอกสารอ้างอิง

- 1 โภคศด ศิลธรรม. การจัดการบำรุงรักษาสำหรับงานอุตสาหกรรม. กรุงเทพฯ : บริษัท เอ็มแอนด์ จำกัด, 2547.
  - 2 คณิต เนลล์ชาร์ยา. การบำรุงรักษาเชิงแผนงาน. เอกสารประกอบการอบรมสัมมนาวิชาการ เรื่องการบำรุงรักษาเชิงแผนงาน. กรุงเทพฯ : สำนัก พัฒนาเทคโนโลยีเพื่ออุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยี พระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2549
  - 3 บริษรศน์ พันธุ์รุรังค์. การดำเนินกิจกรรมกลุ่มย่อย TPM อย่างง่าย. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี ประเทศไทย - ปัจจุบัน, 2540
  - 4 ธนา อ้วนอ้อ. TPM สำหรับโรงงานแบบลีน แนวคิด วิธีการ และแนวฟอร์มที่จะช่วยสร้างนวัตกรรม ใน TPM เพื่อการบริหาร เครื่องจักร กรุงเทพฯ : อี.ไอ.สแลร์ สำนักพิมพ์, 2553
  - 5 สุรชาติ วิชัยดิษฐ์, กิตติ เจตวงศ์, และ สันหนัช กลินพิกุล. การประยุกต์ใช้เทคนิค TPM ในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตในกระบวนการผลิตด้วยอัตโนมัติ. เรื่องการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ : สาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร. ครั้งที่ 46, หน้า 398 - 405, 2551.
  - 6 สนั่น เก้าารี. แนวโน้มการจัดการระบบบำรุงรักษาเครื่องจักรกล ในอนาคต. ส่งเสริมเทคโนโลยี. ปีที่ 35 ฉบับที่ 202, หน้า 47 - 53, 2551.
- วิทยานิพนธ์
- 7 พิชิต สอนคงบัง. การบำรุงรักษาเชิงป้องกันของระบบล้ำเลี้ยงในอุตสาหกรรมผลิตอาหารสัตว์. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. คณะวิศวกรรมศาสตร์. สาขาวิชาวิศวกรรมระบบการผลิต, 2545.
  - 8 ภูวดล ชลกิตติ. การบำรุงรักษาเชิงป้องกันของระบบการจ่ายน้ำมันคงຄบบรรทุกสำหรับคลังน้ำมัน. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. คณะวิศวกรรมศาสตร์. สาขาวิชาวิศวกรรมระบบการผลิต, 2546.
  - 9 เมย์สระ ลิงห์ธนู. การบำรุงรักษาเชิงแผนงานเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องจักรกรณีศึกษาสาขางานบรรจุภัณฑ์ทำความสะอาดสุขภัณฑ์. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. คณะวิศวกรรมศาสตร์. สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิต, 2550.



## การประยุกต์ใช้โปรแกรม FluidSIM สำหรับการเรียนการสอนวิชานิวเมติกส์และไฮดรอลิกส์

ตามรูปแบบการเรียนรู้แบบชีเดีย

### Application of FluidSIM Program for Instruction of Pneumatic and Hydraulic Course with SEDEA Learning Model

ธนนิษฐ์ ทองวิเชียร<sup>1</sup> และสมมารถ ทำเกลี้ยง<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลครีวิชัย วิทยาลัยรัตภูมิ 414 ม. 14 ต.ท่าชุมวง อ.รัตภูมิ จ.สงขลา 90180

<sup>2</sup>โปรแกรมวิชาอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา 90000

*tanawit2@gmail.com<sup>1</sup>, khamkleang@gmail.com<sup>2\*</sup>*

#### บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและทดสอบประสิทธิภาพกิจกรรมการเรียนการสอนโดยการประยุกต์ใช้โปรแกรม FluidSIM ตามรูปแบบการเรียนรู้แบบชีเดีย วิชานิวเมติกส์และไฮดรอลิกส์ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่นักศึกษาที่ลงทะเบียนในวิชานิวเมติกส์และไฮดรอลิกส์ จำนวน 24 คน ตามสภาพจริง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แผนกิจกรรมการเรียนการสอน โปรแกรม FluidSIM และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิธีคำนวณการวิจัยประกอบด้วย ทดสอบก่อนเรียน คำนวณการสอนตามแผนกิจกรรมการเรียนการสอน ทำการทดสอบหลังเรียน สถิติที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ การหาค่าเฉลี่ย หาค่าร้อยละ และการหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐานของเมกุยแกนส์ ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้ 1) นักศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 (71.25) เมื่อผ่านการเรียนการสอนด้วยแผนกิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น 2) กิจกรรมการเรียนการสอนโดยการประยุกต์ใช้โปรแกรม FluidSIM ตามรูปแบบการเรียนรู้แบบชีเดีย มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐานของเมกุยแกนส์ (1.25)

คำสำคัญ: โปรแกรมคอมพิวเตอร์ รูปแบบการเรียนรู้แบบชีเดีย นิวเมติกส์ ไฮดรอลิกส์

#### Abstract

This research aims to developing learning activities by using application of FluidSIM program as the SEDEA leaning model on pneumatic and hydraulic course. The samples used in this study were students enrolled in the pneumatic and hydraulic course of 24 people. The equipment used in the research consists of the learning activities and the achievement tests. Methodologies of research consist of the testing before learning, the teaching using learning activities and the testing after learning. The statistics used in this study were the mean values, the percentage and the efficiency of the standard of Maguigans. The results were as follows: 1) student academic achievement is lower than 70



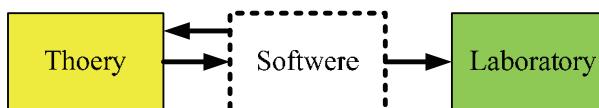
percent (71.25) upon successful teaching with lesson plans developed 2) learning activities by using application of FluidSIM program as the SEDEA leaning model on pneumatic and hydraulic course have performed as standard of Maguigans (1.55).

Keyword: computer program, SEDEA leaning model, pneumatic, hydraulic

## 1. บทนำ

การจัดการเรียนรู้เป็นกระบวนการที่สำคัญเป็นอย่างมากในการพัฒนานุษย์ไปสู่ป้าหมายที่ต้องการ [1] โดยกระบวนการที่จะนำไปสู่ป้าหมายจำเป็นต้องมีการวางแผนอย่างเป็นระบบ สำหรับการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนเป็นส่วนประกอบหนึ่งของ การเรียนรู้ตลอดชีวิต ซึ่งการเรียนรู้ในชั้นเรียนเสมือนเป็นการฝึกปฏิบัติเพื่อพัฒนาความรู้ ทักษะ และเจตคติที่ดีเพื่อนำไปใช้ในการดำเนินชีวิต และพัฒนาสังคมต่อไป [2] แต่การพัฒนามนุษย์เป็นสิ่งที่ซับซ้อนเป็นอย่างมาก ทำให้กระบวนการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนมีปัญหาตามมาบานามา ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นส่วนของระบบทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อการพัฒนาประเทศ การแก้ปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นสามารถแก้ไขได้โดยการพัฒนานวัตกรรมทางการศึกษาให้สอดคล้องกับกลุ่มผู้เรียนในแต่ละระดับของ การศึกษา และต้องเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ [3]

กลยุทธ์หนึ่งที่ช่วยให้นักศึกษาเหล่านี้ได้ทำความเข้าใจในส่วนของทฤษฎี คือการแสดงผลกระบวนการที่ต้องดำเนินการทดลองในห้องเรียน ซึ่งแตกต่างจากการทดลองในห้องปฏิบัติการ การสาธิตในชั้นเรียนสามารถช่วยให้นักศึกษาได้ปรับเปลี่ยนแนวคิด เข้าใจหลักการและเหตุผลในหัวข้อที่บรรยาย โดยที่เครื่องมือการทดลองที่เหมาะสมทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีความทันสมัย จะทำหน้าที่เป็นพื้นฐานในการฝึกทักษะเพื่อนำไปสู่การทดลองจริงในห้องปฏิบัติการ การประยุกต์ใช้การทดลองเสมอจริง [4-8] โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ประกอบการเรียนการสอนทฤษฎีในชั้นเรียนจึงมีส่วนสำคัญ ในการเชื่อมโยงเนื้อหาในส่วนทฤษฎีและปฏิบัติที่ได้แสดงไว้ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 กระบวนการเรียนรู้ในการเชื่อมโยงเนื้อหาในส่วน

ทฤษฎีและปฏิบัติโดยใช้โปรแกรมจำลอง

วิชานิเวมติกส์และไฮดรอลิกส์ เป็นวิชาที่มีการเรียนรู้ทั้งในส่วนทฤษฎีและปฏิบัติ การจัดการเรียนการสอนส่วนใหญ่จะใช้การสอนแบบบรรยายทฤษฎีและให้นักศึกษาลงปฏิบัติตามในงานที่กำหนด บังหาดการเชื่อมโยงระหว่างทฤษฎีกับการปฏิบัติ การเชื่อมโยงเนื้อหาทฤษฎีสู่การลงปฏิบัติ จำเป็นต้องมีโปรแกรมคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วย ในปัจจุบันโปรแกรมที่นิยมนำมาใช้จำลองการทำงานของระบบนิเวมติกส์และไฮดรอลิกส์ ได้แก่โปรแกรม FluidSIM ซึ่งโปรแกรมดังกล่าวสามารถจำลองการทำงานของระบบนิเวมติกส์และไฮดรอลิกส์ก่อนไปทดลองจริง ได้อ่ายมีประสิทธิภาพ อย่างไรก็ตามการจัดการเรียนการสอนที่ดี ควรยึดรูปแบบการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ เพื่อเข้ามาช่วยให้ผู้สอนมีการดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนอย่างเป็นระบบ ซึ่งจะทำให้นักศึกษาเกิดการเรียนรู้ที่ดียิ่งๆ ขึ้นไป

### 1.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.1.1 เพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอน โดยการประยุกต์ใช้โปรแกรม FluidSIM ตามรูปแบบการเรียนรู้แบบซีดี วิชานิเวมติกส์และไฮดรอลิกส์

1.1.2 เพื่อศึกษาผลลัพธ์จากการเรียนของนักศึกษา เมื่อผ่านการเรียนการสอนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้โดยการประยุกต์ใช้โปรแกรม FluidSIM ตามรูปแบบการเรียนรู้แบบซีดี วิชานิเวมติกส์และไฮดรอลิกส์

1.1.3 เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนการสอน โดยการประยุกต์ใช้โปรแกรม FluidSIM ตามรูปแบบการเรียนรู้แบบซีดี วิชานิเวมติกส์และไฮดรอลิกส์

### 1.2 สมมติฐานของการวิจัย

1.2.1 กิจกรรมการเรียนการสอน โดยการประยุกต์ใช้โปรแกรม FluidSIM ตามรูปแบบการเรียนรู้แบบซีดี วิชานิเวมติกส์และไฮดรอลิกส์ มีคุณภาพอยู่ในระดับมาก



1.2.2 นักศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าร้อยละ 80 เมื่อผ่านกิจกรรมการเรียนการสอนโดยการประยุกต์ใช้โปรแกรม FluidSIM ตามรูปแบบการเรียนรู้แบบชีเดีย

1.2.3 กิจกรรมการเรียนการสอนโดยการประยุกต์ใช้โปรแกรม FluidSIM ตามรูปแบบการเรียนรู้แบบชีเดีย วิชานิเวศติกส์และไฮดรอลิกส์ มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐานของเมกุยเกนส์

## 2. วิธีดำเนินการวิจัย

### 2.1 วิเคราะห์เนื้อหารายวิชา

ผู้จัดทำกราบวิเคราะห์เนื้อหารายวิชานิเวศติกส์และไฮดรอลิกส์ หลักสูตรอุตสาหกรรมศาสตร์บัณฑิต หลักสูตร เทคโนโลยีบัณฑิต และหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต จากการศึกษาคำอธิบายรายวิชา สามารถแบ่งเป็นบทเรียนได้ ทั้งหมด 15 บทเรียน และในแต่ละบทเรียนแบ่งเป็นหัวข้ออย่างๆ และทำการกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพุทธิกรรม

### 2.2 การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยการประยุกต์ใช้โปรแกรม FluidSIM

การออกแบบกิจกรรมการเรียนการสอนโดยการประยุกต์ใช้ FluidSIM เพื่อเชื่อมโยงเนื้อหาทางทฤษฎีไปสู่การปฏิบัติ ซึ่งมีขั้นตอนในการจัดกิจกรรมดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องจากเอกสารประกอบการสอน และแหล่งข้อมูลอื่นๆ เช่น ข้อมูลในอินเทอร์เน็ต

ขั้นตอนที่ 2 จำลองผลการทำงานโดยใช้โปรแกรม FluidSIM พร้อมสรุปผลการทำงาน

ขั้นตอนที่ 3 ทดลองผลการทำงานของจริงนิเวศติกส์ และไฮดรอลิกส์ โดยใช้อุปกรณ์จริงพร้อมสรุปผลการทำงาน

ขั้นตอนที่ 4 เปรียบเทียบผลระหว่างการจำลองกับการทดลองจริง

ขั้นตอนที่ 5 สรุปและอภิปรายผล

### 2.3 พัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนตามรูปแบบการเรียนรู้แบบชีเดีย

การจัดกิจกรรมการเรียนตามรูปแบบการเรียนรู้แบบชีเดีย [9] ที่ประกอบด้วยขั้นตอนการเรียนรู้ 5 ขั้นตอนได้แก่ ขั้น

สืบค้นความรู้ (Search) ขั้นกระตุ้นความรู้ (Encouragement) ขั้นปรับเปลี่ยนความรู้ (Dynamic) ขั้นประเมินผลการเรียนรู้ (Evaluation) และขั้นประยุกต์ใช้ความรู้ (Application) คือการนำกิจกรรมการเรียนการสอนที่ได้ออกแบบตามขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยการประยุกต์ใช้ โปรแกรม FluidSIM มากำหนดกิจกรรมในแต่ละขั้นตอนตามรูปแบบการเรียนรู้แบบชีเดีย แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามรูปแบบการเรียนรู้แบบชีเดีย

ขั้นตอนตามรูปแบบการเรียนรู้แบบชีเดีย	กิจกรรมการเรียนการสอน
(1) ขั้นสืบค้นความรู้	นักศึกษาค้นคว้าทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง
(2) ขั้นกระตุ้นความรู้	ผู้สอนทดลองผลการทำงานของจริง โดยใช้โปรแกรม FluidSIM ให้นักสังเกตผลที่เกิดขึ้น และตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้นักศึกษาเกิดความอยากรู้
(3) ขั้นปรับเปลี่ยนความรู้	นักศึกษาทำการจำลองผลการทำงานของจริง โดยใช้โปรแกรม FluidSIM และทดลองจริง หลังจากนั้นนำผลการจำลองและการทดลองมาเปรียบเทียบ
(4) ขั้นประเมินผลการเรียนรู้	ส่งใบงาน และทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
(5) ขั้นประยุกต์ใช้ความรู้	นำศึกษานำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์เพื่อต่อยอดในการเรียนเนื้อหาร่างต่อไป หรือนำไปใช้ในงานอุตสาหกรรม

### 2.5 วิเคราะห์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เนื่องจากวิชานิเวศติกส์และไฮดรอลิกส์มีเนื้อหาทั้งทฤษฎีและปฏิบัติ ดังนั้นเพื่อให้ครอบคลุมเนื้อหาแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจึงแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นแบบปรนัย เพื่อประเมินผลทางทฤษฎี จำนวน 50 ข้อ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในเชิงปฏิบัติ เพื่อประเมินผลทางปฏิบัติ จำนวน 30 ข้อ โดยออกแบบให้นักศึกษาลงปฏิบัติในส่วนของการจำลองโดยใช้โปรแกรม FluidSIM และการ



ทดลองค่าวัยอุปกรณ์จริง แล้วให้นักศึกษาตอบคำตามจากการทดลอง ทั้งหมดมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

### 2.6 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

- 1) แผนกิจกรรมการเรียนการสอนโดยการประยุกต์ใช้ FluidSIM ตามรูปแบบการเรียนรู้แบบชีเดีย
- 2) โปรแกรม FluidSIM
- 3) เอกสารประกอบการสอน
- 4) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

### 2.7 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

นักศึกษาที่ลงทะเบียนวิชานิเวณติกส์และไฮดรอลิกส์ หลักสูตรอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีเครื่องจักรกลเกษตร วิทยาลักษณะภูมิ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย จำนวน 24 คน ตามสภาพจริง

### 2.8 การเก็บข้อมูล

การเก็บข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำแผนกิจกรรมการเรียนการสอนโดยการประยุกต์ใช้ FluidSIM ตามรูปแบบการเรียนรู้แบบชีเดียไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง โดยเริ่มต้นจากการแนะนำการจัดการเรียนการสอน ทำการทดสอบก่อนเรียน จัดการเรียนการสอนตามแผนกิจกรรมการเรียนการสอน โดยการประยุกต์ใช้ FluidSIM ตามรูปแบบการเรียนรู้แบบชีเดีย จำนวน 15 สัปดาห์ และทำการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

### 2.9 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ข้อมูลในส่วนต่างๆของการวิจัยโดยใช้สถิติดังต่อไปนี้

2.9.1 การคำนวณหาค่าเฉลี่ยของการมาสาย ความดึงใจเรียน และความรับผิดชอบในการทำงาน [10] ดังนี้

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{N} \quad (1)$$

โดยที่  $\bar{X}$  คือ คะแนนเฉลี่ย

$\sum X$  คือ ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

$N$  คือ จำนวนผู้เข้าข่าย

### 2.9.2 การหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การวิเคราะห์จะกระทำหลังจากทดลองใช้เครื่องมือการวิจัย กับกลุ่มตัวอย่างและทำการทดสอบ แล้วจึงหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนการสอน สูตรที่ใช้ในการคำนวณค่าร้อยละของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน [11] คือ

$$E_2 = \frac{\sum Y}{B} \times 100 \quad (2)$$

เมื่อ  $E_2$  คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคิดเป็นร้อยละจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

$\sum Y$  คือ คะแนนรวมจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

$N$  คือ จำนวนผู้เรียน

$B$  คือ คะแนนเต็มของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

2.9.3 การหาประสิทธิภาพของแผนกิจกรรมการเรียนการสอน โดยใช้สูตรการหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐานของเมกุยแกนส์ [11] ดังนี้

$$MaguigansRatio = \frac{M_2 - M_1}{P - M_1} + \frac{M_2 - M_1}{P} \quad (3)$$

เมื่อ  $M_1$  คือคะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบก่อนเรียน

$M_2$  คือคะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบหลังเรียน

$P$  คือคะแนนเต็มของแบบทดสอบ

ค่าอัตราส่วนที่ได้จากสูตรนี้ จะมีช่วงอยู่ระหว่าง 0-2 ถ้าค่าที่คำนวณได้มีมากกว่า 1 ถือว่าได้เกณฑ์มาตรฐาน

### 3. ผลของการวิจัย

จากการดำเนินการวิจัยอย่างเป็นระบบ ผู้วิจัยอนามัยผลของการวิจัยดังต่อไปนี้

3.1 ผลการประเมินกิจกรรมการเรียนการสอนโดยการประยุกต์ใช้โปรแกรม FluidSIM ตามรูปแบบการเรียนรู้แบบชีเดีย วิชานิเวณติกส์และไฮดรอลิกส์ จากผู้เข้าข่ายจำนวน 3 ท่าน แสดงดังตารางที่ 2

จากตารางที่ 2 กิจกรรมการเรียนการสอนสามารถเชื่อมโยงเนื้อหาทางทฤษฎีไปสู่การปฏิบัติ กิจกรรมการเรียนการสอน



ตามขั้นตอนการเรียนรู้แบบชีเดีย และกิจกรรมการเรียนการสอนสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพุทธิกรรม มีค่าความหมายสมออยู่ในระดับมากที่สุด และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพุทธิกรรม มีค่าความหมายสมออยู่ในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ยรวม 4.56 ซึ่งมีความหมายสมออยู่ในระดับมากที่สุด

ตารางที่ 2 ผลการประเมินความหมายสมกิจกรรมการเรียนการสอนจากผู้เชี่ยวชาญ

รายการประเมิน	$\bar{X}$	แปลผล
กิจกรรมการเรียนการสอนสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพุทธิกรรม	4.67	มากที่สุด
กิจกรรมการเรียนการสอนสามารถเชื่อมโยงเนื้อหาทางทฤษฎีไปสู่การปฏิบัติ	5	มากที่สุด
กิจกรรมการเรียนการสอนตามขั้นตอนการเรียนรู้แบบชีเดีย	5	มากที่สุด
สื่อประกอบกิจกรรมการเรียนการสอน	4.3	มาก
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพุทธิกรรม	4	มาก
ความยากง่ายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	4.3	มาก
ค่าเฉลี่ย	4.56	มากที่สุด

3.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา เนื่องจากกิจกรรมการเรียนการสอนโดยการประยุกต์ใช้โปรแกรม FluidSIM ตามรูปแบบการเรียนรู้แบบชีเดียแสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 คะแนนของการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

รายการ	จำนวนผู้ประเมิน	คะแนนร้อยเปอร์เซนต์	คะแนนร้อยเปอร์เซนต์	คะแนนร้อยเปอร์เซนต์	คะแนนร้อยเปอร์เซนต์	คะแนนร้อยเปอร์เซนต์	คะแนนร้อยเปอร์เซนต์
คะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์	24	80	75	47	57	71.25	1.25

จากตารางที่ 3 แสดงผลคะแนนของการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่างจำนวน 24 คน โดยมีคะแนนเต็มทั้งทฤษฎีและปฏิบัติ 80 คะแนน คะแนนสูงสุดที่

ผู้เรียนทำได้คือ 75 คะแนน และคะแนนต่ำสุดที่ทำได้ 47 คะแนน คิดเป็นคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 71.25

3.3 ประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนการสอนโดยการประยุกต์ใช้โปรแกรม FluidSIM ตามรูปแบบการเรียนรู้แบบชีเดียวิชานิเวศติกส์และไฮดรอลิกส์ แสดงดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนการสอนโดยการประยุกต์ใช้โปรแกรม FluidSIM ตามรูปแบบการเรียนรู้แบบชีเดีย

รายการ	จำนวนผู้ประเมิน	คะแนนร้อยเปอร์เซนต์	คะแนนร้อยเปอร์เซนต์	คะแนนร้อยเปอร์เซนต์	คะแนนร้อยเปอร์เซนต์	คะแนนร้อยเปอร์เซนต์	คะแนนร้อยเปอร์เซนต์
คะแนนจากการทำแบบทดสอบก่อนเรียน	24	80	15	7	11	13.75	
คะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์	24	80	75	47	57	71.25	

จากการดำเนินการทดลอง โดยใช้แผนกิจกรรมการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นกับกลุ่มตัวอย่าง สามารถนำผลคะแนนทดสอบก่อนเรียน และผลคะแนนทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ไปหาประสิทธิภาพของเครื่องมือโดยใช้เกณฑ์การหาประสิทธิภาพของเมกุยเกนส์ ดังสมการที่ 3 ผลการวิเคราะห์แสดงดังตารางที่ 4 จะเห็นว่ากลุ่มตัวอย่าง ทำแบบทดสอบก่อนเรียนได้ถูกต้องเฉลี่ยร้อยละ 13.75 และทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้ถูกต้องเฉลี่ยร้อยละ 71.25 และเมื่อคำนวณหาประสิทธิภาพโดยใช้เกณฑ์การหาประสิทธิภาพของเมกุยเกนส์มีค่าเท่ากับ 1.25 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

#### 4. สรุป

จากผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

4.1 กิจกรรมการเรียนการสอนโดยการประยุกต์ใช้โปรแกรม FluidSIM ตามรูปแบบการเรียนรู้แบบชีเดีย วิชานิเวศติกส์และไฮดรอลิกส์ แสดง



เมติกส์และไฮดรอลิกส์ มีค่าความเหนาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ( $\bar{X} = 4.56$ ) สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

4.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา เมื่อผ่านกิจกรรมการเรียนการสอนโดยการประยุกต์ใช้โปรแกรม FluidSIM ตามรูปแบบการเรียนรู้แบบซึ่เดิมมีค่าคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 71.25 สอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

4.3 ประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนการสอนโดยการประยุกต์ใช้โปรแกรม FluidSIM ตามรูปแบบการเรียนรู้แบบซึ่เดิมมีค่าคะแนนการเรียนรู้ของเมกุยเกนส์มีค่าเท่ากับ 1.25 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

ดังนั้นสรุปได้ว่าการประยุกต์ใช้โปรแกรม FluidSIM ตามรูปแบบการเรียนรู้แบบซึ่เดิม สามารถนำไปใช้สำหรับการเรียนการสอนวิชาโน้มติกส์และไฮดรอลิกส์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

## 5. เอกสารอ้างอิง

- [1] พิษนา แรมมณี. ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการตัด  
กระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ. พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพฯ:  
สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2550.
- [2] สุวิทย์ มุกด์ และ อรทัย มุกด์. 19 วิธีจัดการเรียนรู้ : เพื่อพัฒนา  
ความรู้และทักษะ. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: ก้าพพิมพ์, 2545.
- [3] สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. ร่วมคิดร่วมเขียน  
ปฏิรูปการเรียนรู้ ผู้เรียนสำคัญที่สุด. กรุงเทพฯ: สถาบันแห่งชาติ  
เพื่อปฏิรูปการเรียนรู้ ศกศ., 2545.
- [4] Fares, D.A.; Khaddaj, S.I.; Joujou, M.K.; Kabalan, K.Y. A Learning Approach to circuitry Problems Using MatLab and Pspice Global Engineering Education Conference (EDUCON), 2012 IEEE 17-20 April 2012 : 1 – 5.
- [5] Gati, J.; Kartyas, G. Virtual Classrooms for Robotics and other Engineering Applications. Robotics in Alpe-Adria-Danube Region (RAAD), 2010 IEEE 19th International Workshop on, 24-26 June 2010: 481 – 486.
- [6] Raud, Z.; Vodovozov, V. Virtual Lab to Study Power Electronic Converters. Power Electronics Electrical Drives Automation and Motion (SPEEDAM), 2010 International Symposium on, 14-16 June 2010: 703 – 708.
- [7] Menendez, L.M. ; Salaverria, A. ; Mandado, E. ; Dacosta, J.G. Virtual Electronics Laboratory: A new tool to improve Industrial Electronics Learning. IEEE Industrial Electronics, IECON 2006 - 32nd Annual Conference on, 6-10 Nov. 2006: 5445 – 5448.
- [8] Brandisky, K.G., Stanchev, K.P., Iacheva, I.I., Stancheva, R.D., Petrakieva, S.K., Terzieva, S.D. and Mladenov, V.M. 2005. Computer-Aided Education in Theoretical Electrical Engineering at the Technical University of Sofia: Part II. Computer as a Tool, 2005. EUROCON 2005.The International Conference on, Volume: 1, Nov. 21-24, 2005: 768 - 771.
- [9] สมมารถ ขำเกลี้ยง. สมศักดิ์ อรรถกิมมาภู และ มงคลหังสิตวงศ์.  
“การพัฒนาการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ริ่ง การ  
ออกแบบและวิเคราะห์หัวใจของลิ้นระนาบในโครเวฟ”. ประชุม  
วิชาการเกณฑ์ศาสตร์, ครั้งที่ 47, 2552.
- [10] ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา.  
พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ : สุวิทยาสาสน์, 2538.
- [11] เสาร์มี ลิกขานันพัชิต. มาตรฐานโลกในโภชีทางการศึกษา. กรุงเทพฯ:  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2528.



## การคำนวณและการเขียนแผนภูมิแรงเฉือนและโมเมนต์ตัดในคานด้วย วิธีช่วงต่อเนื่อง

สำหรับการเรียนการสอน วิชา 3100-0107 ความแข็งแรงของวัสดุ

### Calculation Shear Force and Bending Diagram Using The Continuous Segment Method for 3100-0107 Strength of Material

มนตรี มนตรีพิลา

สาขาวิชาเทคนิคโลหะ วิทยาลัยเทคนิคร้อยเอ็ด 1 เทวากินาล อ.เมือง จ.ร้อยเอ็ด 45000

[mmtpla@hotmail.co.th](mailto:mmtpla@hotmail.co.th)

### บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลการคำนวณและหาประสิทธิภาพชุดการสอนเรื่องแรงเฉือนและโมเมนต์ตัดในคานโดยการคำนวณวิธีช่วงต่อเนื่อง ทดลองใช้กับนักศึกษากลุ่มตัวอย่าง โดยทำการสอนด้วยชุดการสอนพร้อมกับให้ทำแบบฝึกหัดลงจากงานการเรียนในแต่ละหน่วยการเรียนย่อย และเมื่อเรียนจบทุกหน่วยการเรียนแล้ว จึงให้กลุ่มตัวอย่างทำการทดสอบความรู้หลังเรียนด้วยชุดการสอน อีกรังส์หนึ่งจากนั้นนำคะแนนที่ได้จากการทำแบบฝึกหัด และคะแนนจากการทำแบบทดสอบมาคำนวณหาประสิทธิภาพของชุดการสอน ผลการวิจัยปรากฏว่าชุดการสอน เรื่องแรงเฉือนและโมเมนต์ตัดในคานที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ  $81.57/82.94$  ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้  $80/80$

**คำสำคัญ:** วิธีช่วงต่อเนื่อง แรงเฉือนและโมเมนต์ตัด

### Abstract

*The research was aimed to comparative calculation and find the efficiency of the Instructional Package for shear force and bending moment diagram on beam using the continuous segment method topic .The sample group was taken the exercises were conducted after each lesson completion. The Posttest was used at the end of course. Finally, the score form the exercices and tests were calculated to evaluate the efficiency of the instruction package.The result of this research shows that the Instructional Package for Die Cutting had an efficiency of 81.03/82.82 which was higher than the expected criteria at 80/80*

**Keyword:** the continuous segment method shear force and bending moment



## 1. บทนำ

ในปัจจุบันนี้การเรียนวิชา ความแข็งแรงของวัสดุ เป็นที่ทราบกันดีว่า นอกจากจะต้องเข้าใจคุณสมบัติทางกลของวัสดุ แล้ว ผู้เรียนจะต้องมีความรู้เกี่ยวกับการวิเคราะห์แรงนิดต่างๆ ที่กระทำต่อคาน และการวิเคราะห์ความแข็งแรงของวัสดุ เพื่อใช้ในการกำหนดขนาดและน้ำหนักของวัสดุใช้งาน หากแต่ยังไม่เพียงพอสำหรับการออกแบบคาน โครงสร้าง และโครงสร้าง เครื่องจักรกล ให้ได้ผลดี ทั้งนี้ปัจจัยของการใช้งานให้ได้ ขวานานและทนทานนั้นยังมีเงื่อนไขสำคัญที่เกี่ยวข้องคือ แรงนิ่อนและโมเมนต์ดัดที่กระทำต่อโครงสร้าง และสามารถแสดง แผนภูมิแรงนิ่อนและโมเมนต์ดัดที่กระทำต่อคาน และ โครงสร้างได้

ดังนั้นในการวิจัยครั้งนี้จึงได้นำวิธีการคำนวณการหาแรงนิ่อนและโมเมนต์ดัดในการคานด้วย เทคนิคการวิเคราะห์แบบช่วง ต่อเนื่องบนคาน ซึ่งเป็นเทคนิคการวิเคราะห์แรงนิ่อนและ โมเมนต์ดัดบนคานที่ง่ายและลดขั้นตอนในการคำนวณและการ เขียนแผนภูมิแรงนิ่อนและโมเมนต์ดัด เพื่อช่วยให้ผู้เรียนได้ ตรวจสอบและเบริญเพิ่มความต้องการในการคำนวณด้วย วิธีการเดิมหรือใช้สำหรับศึกษาพิมพ์เดิมเกี่ยวกับแรงนิ่อนและ โมเมนต์ดัดบนคานสามารถช่วยให้ผู้สอนตรวจงานได้ง่าย และ หาประสิทธิภาพของชุดการสอนวิธีการคำนวณการหาแรงนิ่อนและโมเมนต์ดัดในการคานด้วย เทคนิคการวิเคราะห์แบบช่วง ต่อเนื่องบนคาน

## 2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

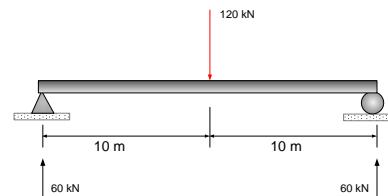
ค่าแรงนิ่อนและโมเมนต์ดัด มีความสำคัญอย่างยิ่งสำหรับ การออกแบบโครงสร้าง ไม่ว่าจะเป็น โครงสร้างอาคารเหล็ก หรือ โครงสร้างเครื่องจักรกล เช่น ในการออกแบบอาคาร สมัยใหม่ที่นิยมใช้โครงสร้างเหล็ก โดยใช้เหล็กปูบรรณมาทำ คานและเสา เพื่อป้องกันแผ่นดินไหว โมเมนต์ดัดจะเป็น ตัวกำหนดขนาดหน้าตัดของคาน ส่วนแรงนิ่อนจะเป็น ตัวกำหนดขนาดและระยะห่างจุดที่แรงกานออกมาระบุทำ เป็น ต้น ในการศึกษาเรื่องการหาค่าแรงนิ่อนและโมเมนต์ดัดจำเป็น จะต้องรู้ถึงชนิดและพฤติกรรมของคานเมื่อรับน้ำหนักด้วย เพื่อ การวิเคราะห์ที่ถูกต้อง

การวิจัยครั้งนี้มีลักษณะเป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) เพื่อนำเสนอเทคนิคการคำนวณและ หาประสิทธิภาพชุดการสอน เรื่อง แรงนิ่อนและโมเมนต์ดัดใน คาน

### 2.1 การคำนวณแรงนิ่อนและโมเมนต์ดัดด้วยวิธี ช่วง ต่อเนื่องบนคาน

การคำนวณแรงนิ่อนและโมเมนต์ดัดด้วยวิธี ช่วง ต่อเนื่อง บนคาน ดังเช่นจากภาพที่ 2 คานจะถูกแบ่งออกเป็น 4 ช่วง ช่วง ที่ 1 จากด้านซ้ายของจุดรับถึงจุดสุดท้ายของแรงกระจาบ ช่วงที่ 2 จากจุดสุดท้ายของแรงกระจาบจนถึงแรงที่กระทำบน คานแบบจุด ช่วงที่ 3 เริ่มจากแรงกระทำจุดจนถึงโมเมนต์ Mo และช่วงที่ 4 จากตำแหน่งที่โมเมนต์กระทำบนถึงปลายคาน

สำหรับการคำนวณแรงนิ่อนด้วยวิธีช่วง ต่อเนื่องบนคาน เราจะแบ่งขั้นตอนการคำนวณออกเป็น 4 ขั้นตอน จากภาพที่ 2



ภาพที่ 2 ตัวอย่างคานอย่างง่าย

2.1.1 ขั้นตอนที่ 1 กำหนดช่วงต่อเนื่องบนคาน จาก ภาพที่ 4 ช่วงต่อเนื่องบนคาน เท่ากับ 2 ช่วง ด้านซ้ายของคาน กำหนดให้เป็นช่วงที่ 1 ด้านขวากำหนดเป็นช่วงที่ 2 เมื่อแรง กระทำเป็นจุดคงที่ แรงกระทำคือ  $w(x)=0$

2.1.2 ขั้นตอนที่ 2 สร้างตารางวิเคราะห์แต่ละช่วงบน คาน ประกอบด้วย 2 แถว 3 หลัก หลักที่ 1 เป็นสมการแรงนิ่อน และ สมการโมเมนต์ดัด หลักที่ 2 และหลักที่ 3 แสดงระยะที่แรง กระทำ ของแต่ละช่วงคาน

$$\begin{array}{l}
 0 \leq \bar{x} \leq 10m \quad @\bar{x}=0 \quad @\bar{x}=10 \\
 V = V_0 - \int w(\bar{x}) = 6 - 0 = 6 \quad 6 \quad 6 \\
 M = M_0 + \int V(\bar{x}) = 0 + 6\bar{x} = 6\bar{x} \quad 0 \quad 60 \\
 \hline
 0 \leq \bar{x} \leq 10m \quad @\bar{x}=0 \quad @\bar{x}=10 \\
 V = V_0 - \int w(\bar{x}) = 6 - 12 = -6 \quad -6 \quad -6 \\
 M = M_0 + \int V(\bar{x}) = 60 - 6\bar{x} \quad 60 \quad 0
 \end{array}$$

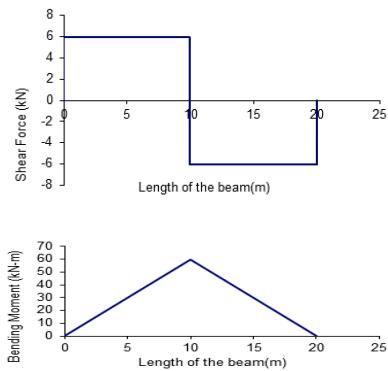
2.1.3 ขั้นตอนที่ 3 คำนวณหาแรงเฉือนและโมเมนต์ดัดของแต่ละช่วงของคาน เริ่มจากด้านซ้ายสุดของคานจนไปสิ้นสุดที่ด้านขวาของคานด้วยสมการ

$$V = V_0 - \int w(\bar{x})$$

และ

$$M = M_0 + \int V(\bar{x})$$

2.1.4 ขั้นตอนที่ 4 เขียนแผนภูมิแรงเฉือนและโมเมนต์ดัด หลังจากทำการคำนวณแรงเฉือนและโมเมนต์ดัดแล้วนำค่าที่ได้มาเขียนแผนภูมิด้วย Exel จะได้แผนภูมิดังรูป



ภาพที่ 3 SFD และ BMD

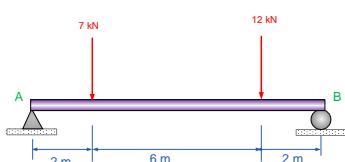
### 3. การดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีลักษณะเป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) เพื่อเปรียบเทียบวิธีการคำนวณและหาประสิทธิภาพชุดการสอนเรื่อง แรงเฉือนและโมเมนต์ดัดในคานโดยผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

#### 3.1 การเปรียบเทียบผลการคำนวณแรงเฉือนและโมเมนต์ดัด

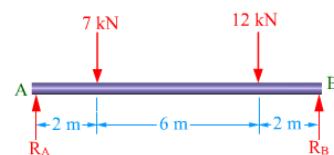
การเปรียบเทียบผลการคำนวณแรงเฉือนและโมเมนต์ดัด จะใช้วิธีการคำนวณตามขั้นตอนการหาแรงเฉือนและโมเมนต์ดัดด้วยวิธีดังเดิม ซึ่งถือว่าเป็นวิธีปกติซึ่งใช้เวลาในการคำนวณที่มากกว่าวิธีช่วงต่อเนื่อง

##### 3.1.1 การหาแรงเฉือนและโมเมนต์ดัดด้วยวิธีดังเดิม



ภาพที่ 4 คานที่มีแรงกระทำ

วิธีทำ เขียนโครงสร้างป้องรับโมเมนต์ร่องบุก B



$$\sum M_B = 0$$

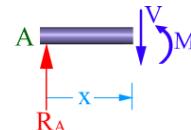
$$10R_A = (8 \times 7) + (12 \times 2)$$

$$R_A = \frac{8}{10} = 8 \text{ kN}$$

$$\therefore R_B = 11 \text{ kN}$$

ทำการตัดหน้าตัดที่

$$@ 0 \leq x < 2$$



$$\sum F_y = 0 ; V = R_A = 8 \text{ kN}$$

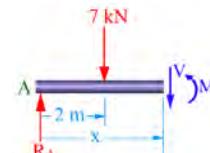
$$\sum M_{NA} = 0 ; R_A(x) \text{ kN-m}$$

$$@ x = 0 \text{ m} ; M = 8(0) \text{ kN-m}$$

$$@ x = 2 \text{ m} ; M = 8(2) = 16 \text{ kN-m}$$

ทำการตัดหน้าตัดที่

$$@ 2 < x < 8$$



$$\sum F_y = 0 ; V = R_A - 7 \text{ kN}$$

$$= 8 - 7 = 1 \text{ kN}$$

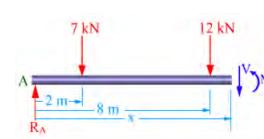
$$\sum M_{NA} = 0 ; R_A(x) - 7(x-2) \text{ kN-m}$$

$$@ x = 2 \text{ m} ; M = 8(2) - 7(2-2) = 16 \text{ kN-m}$$

$$@ x = 8 \text{ m} ; M = 8(8) - 7(8-6) = 22 \text{ kN-m}$$

ทำการตัดหน้าตัดที่

$$@ 8 < x < 10$$



$$\sum F_y = 0 ; V = R_A - 7 - 12 \text{ kN}$$

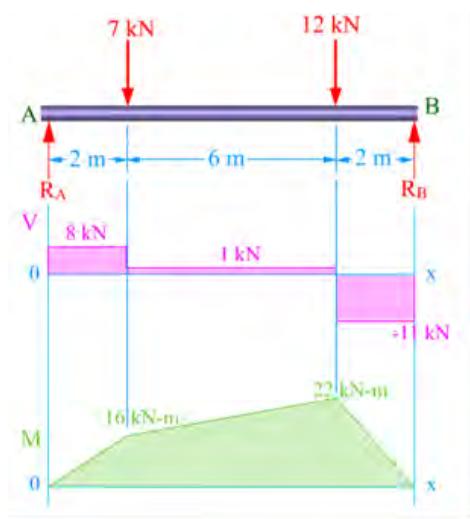
$$= 8 - 7 - 12 = 11 \text{ kN}$$

$$\sum M_{NA} = 0 ; R_A(x) - 7(x-2) - 12(x-8) \text{ kN-m}$$

$$@ x = 8 \text{ m} ; M = 8(8) - 7(8-2) - 12(10-8) = 22 \text{ kN-m}$$

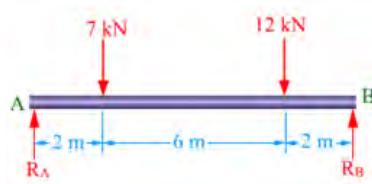
$$@ x = 10 \text{ m} ; M = 8(10) - 7(10-2) - 12(10-8) = 0 \text{ kN-m}$$

∴ โมเมนต์คัดสูงสุดเท่ากับ  $22 \text{ kN}\cdot\text{m}$  กระทำห่างจากจุด A เท่ากับ  $8 \text{ m}$  นำค่ามาลงสมการที่ได้ในช่วงต่าง ๆ ของคานไปเที่ยนค่าของแรงเฉือนและโมเมนต์คัด ดังรูป



3.1.2 การหาแรงเฉือนและโมเมนต์คัดด้วยวิธีช่วงต่อเนื่อง

วิธีทำ เกี่ยวกับแรงเฉือนและโมเมนต์คัดของคาน A-B



พิจารณาช่วงที่ 1 จากค้านชี้ข่ายสูดของคาน  $0 \leq \bar{x} \leq 2 \text{ m}$

$$0 \leq \bar{x} \leq 2 \text{ m} \quad @\bar{x}=0 \quad @\bar{x}=2$$

$$V = V_0 - \int w(\bar{x}) = 8 - 0 = 8 \quad 8 \quad 8$$

$$M = M_0 + \int V(\bar{x}) = 0 + 8\bar{x} = 8\bar{x} \quad 0 \quad 16$$

พิจารณาช่วงที่ 2 ที่ระยะ  $0 \leq \bar{x} \leq 6 \text{ m}$

$$0 \leq \bar{x} \leq 6 \text{ m} \quad @\bar{x}=0 \quad @\bar{x}=6$$

$$V = V_0 - \int w(\bar{x}) = 8 - 7 = 1 \quad 1 \quad 1$$

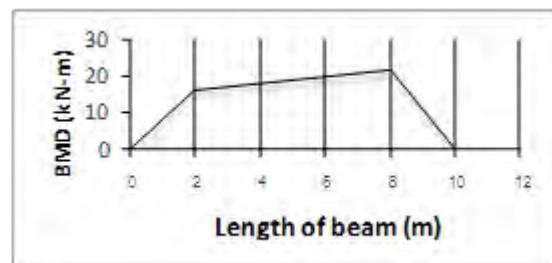
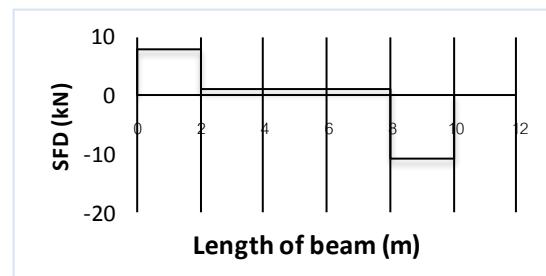
$$M = M_0 + \int V(\bar{x}) = 16 + 1\bar{x} \quad 16 \quad 22$$

พิจารณาช่วงที่ 3 จากค้านชี้ข่ายสูดของคาน  $0 \leq \bar{x} \leq 2 \text{ m}$

$$0 \leq \bar{x} \leq 2 \text{ m} \quad @\bar{x}=0 \quad @\bar{x}=2$$

$$V = V_0 - \int w(\bar{x}) = 1 - 12 = -11 \quad -11 \quad -11$$

$$M = M_0 + \int V(\bar{x}) = 22 + 11\bar{x} \quad 22 \quad 0$$



ภาพที่ 5 แผนภูมิของแรงเฉือนและโมเมนต์คัดจากการวิธีช่วงต่อเนื่อง

### 3.2 การประยุกต์ใช้ภาพชุดการสอน

การวิเคราะห์หาประยุกต์ภาพของชุดการสอนเรื่องแรงเฉือนและโมเมนต์คัดในคาน โดยใช้กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาเทคนิคโลหะ

วิทยาลัยเทคนิคร้อยเอ็ด ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 17 คน เป็นค่าที่วิเคราะห์จากการทำแบบฝึกหัดและการทำแบบทดสอบหลังจากการเรียนครบหน่วยที่กำหนดไว้ โดยเปรียบเทียบกับเกณฑ์ 80/80

$$E_1 = \frac{\left( \frac{\sum X}{N} \right)}{A} \times 100$$

$$E_2 = \frac{\left( \frac{\sum F}{N} \right)}{B} \times 100$$



E1 คือ ประสิทธิภาพของกระบวนการที่จัดไว้ในชุดการสอนคิดเป็นรือข้อจากการทำแบบฝึกหัดหลังเรียน

E2 คือ ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ คิดเป็นรือข้อจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

$\Sigma X$  คือ คะแนนรวมของผู้เรียนจากการทำแบบฝึกหัดหลังเรียน

$\Sigma F$  คือ คะแนนรวมของผู้เรียนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

N คือ จำนวนผู้เรียน

A คือ คะแนนเต็มของแบบฝึกหัดหลังเรียน

B คือ คะแนนรวมของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

#### 4. ผลการวิจัย

ผลการวิจัยที่นำเสนอในบทความนี้ ในส่วนแรกเป็นการเปรียบเทียบผลการคำนวณแรงเนื้อön และโมเมนต์ดัดในคาน และส่วนที่ 2 จะเป็นการวิเคราะห์ผลประสิทธิภาพของชุดการสอนเรื่องแรงเนื้อön และโมเมนต์ดัดบนคาน

##### 4.1 การเปรียบเทียบผลการคำนวณแรงเนื้อön และโมเมนต์ดัดในคาน

ตารางที่ 1 ผลการคำนวณคาน

ช่วงคาน	การคำนวณ ด้วยวิธีเดิม		การคำนวณด้วยวิธี ช่วงต่อเนื่อง	
	SFD (N)	BMD (Nm)	SFD (N)	BMD (Nm)
@ X= 0 m	8	0	8	0
@ X<= 2 m	8	16	8	16
@ X= 2 m	1	16	1	16
@ X<= 6 m	1	22	1	22
@ X= 6 m	-11	22	-11	22
@ X<= 8 m	-11	0	-11	0

การเปรียบเทียบผลการคำนวณแรงเนื้อön และโมเมนต์ดัดในคาน ระหว่างวิธีเดิมและวิธีช่วงต่อเนื่องพบว่า การคำนวณแต่ละ

ช่วงความยาวของคานค่า แรงเนื้อön และค่าโมเมนต์ดัดในคานมีค่าที่กำกันทุกช่วงความยาวคาน

#### 4.2 ประสิทธิภาพชุดการสอน

การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดการสอนเรื่องแรงเนื้อön และโมเมนต์ดัดในคานด้วยวิธีช่วงต่อเนื่อง เป็นค่าที่วิเคราะห์จากการทำแบบฝึกหัดและการทำแบบทดสอบหลังจากเรียนครบหน่วยที่กำหนด ได้แก่ โภชนาชี 80/80 ได้ผลดังนี้

ตารางที่ 2 ผลคะแนนของแบบฝึกหัดหลังทบทวน

รายการ	จำนวนผู้เรียน	คะแนนเต็ม	ผลรวม	เฉลี่ย	ร้อยละ
แบบฝึกหัดที่ 1	17	10	134	7.88	78.82
แบบฝึกหัดที่ 2	17	10	134	7.88	78.82
แบบฝึกหัดที่ 3	17	10	138	8.12	81.18
แบบฝึกหัดที่ 4	17	10	142	8.35	83.53
แบบฝึกหัดที่ 5	17	10	145	8.53	85.29
แบบฝึกหัดที่ 6	17	10	139	8.18	81.76
		60	832	48.94	81.57

จากตารางที่ 2 แสดงให้เห็นผลการทำแบบฝึกหัดของกลุ่มตัวอย่าง พนวณนักศึกษาทำคำนวณแบบฝึกหัดเฉลี่ยรวมได้ร้อยละ 81.57 เกินร้อยละ 80 ที่กำหนด โดยนักศึกษาทำคำนวณเฉลี่ยได้มากที่สุดคือ แบบฝึกหัดที่ 5 ร้อยละ 85.29

ตารางที่ 3 ผลคะแนนของการทดสอบหลังทบทวน

รายการ	จำนวนผู้เรียน	คะแนนเต็ม	ผลรวม	เฉลี่ย	ร้อยละ
แบบทดสอบ	17	40	564	33.18	82.94

จากตารางที่ 3 พนวณการทดสอบหลังจากเรียน จบแล้ว กลุ่มตัวอย่างทำคะแนนได้เฉลี่ย 33.18 จากคะแนนเต็ม 40 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 82.96 ซึ่งเกินร้อยละ 80 ตามที่กำหนด



#### ตารางที่ 4 ผลคะแนนของการทดสอบหลังบทเรียน

รายการ	คะแนนเต็ม	เฉลี่ย	ร้อยละ
คะแนน E1	60	48.94	81.57
คะแนน E2	40	33.18	82.94

จากการที่ 3 ผลคะแนนของการทำแบบฝึกหัด และแบบทดสอบ โดยยกคุณตัวอย่างสามารถทำแบบฝึกหัดได้ถูกต้องเฉลี่ย 48.94คะแนน จากคะแนนเต็ม 60 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 81.57 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80 ที่ตั้งไว้ และยกคุณตัวอย่างสามารถทำคะแนนจาก การทำแบบทดสอบได้ถูกต้องเฉลี่ย 33.18 คะแนน จากคะแนนเต็ม 40 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 82.94 ซึ่งสูงกว่า เกณฑ์ 80 ที่ตั้งไว้

#### 5. สรุปผลการวิจัย

บทความวิจัยนี้ เป็นการนำเสนอวิธีการคำนวณแรงเฉือน และโมเมนต์ดัดด้วย วิธี ช่วงต่อเนื่อง ซึ่งเป็นวิธีการคำนวณด้วย เทคนิคใหม่ แตกต่างจากวิธีตั้งคิม เป็นการลดขั้นตอนในการ วิเคราะห์แรงที่มากระทำต่อโครงสร้าง สะดวกในการ ตรวจสอบผลลัพธ์ เข้าใจได้เจ้าชู้ ลดเวลาการทำงาน หมายเหตุ การนำมาใช้ในการเรียนการสอนวิชา 3100 - 0107 ความ แข็งแรงของวัสดุ ในระดับ ประภาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ตาม หลักสูตรของสำนักงานการอาชีวศึกษา และประสิทธิภาพชุด การสอนการวิธีการคำนวณแรงเฉือนและโมเมนต์ดัดด้วย วิธี ช่วงต่อเนื่อง มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ 80 ที่กำหนด

#### 6. เอกสารอ้างอิง

- [1] Hibbeler, Russell C. (2001) *Structural Analysis*, Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ.
- [2] Gere, James M. (2002) *Mechanics of Materials*, Brooks Cole, New York.
- [3] Nelson, James K and McCormac, Jack C. (2002) *Structural Analysis: Using Classical and Matrix Methods*, John Wiley & Sons, New York.
- [4] Hibbeler, Russell C. (2002) *Mechanics of Materials*, Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ.
- [5] Das, Nirmal K. (2001) "Teaching Structural Analysis Using MathCAD Software," *Proceedings of the 2001 American Society for Engineering Education Annual Conference & Exposition*.

## แบบจำลองความคื้นของสลักเกลียวและแป้นเกลียวยึดเสาไฟฟ้าส่องสว่างโดยวิธีไฟฟ้าในตัวอ่อนนุ่ม Model Stress of Bolts and Nuts Hold the Light Poles by Finite Element Method

สุรุษิ ยะนิต

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้า พระนครเหนือ 1518 ถนนประชาธิรักษ์ บางซื่อ กรุงเทพฯ

*sarawut@kmutnb.ac.th*

### บทคัดย่อ

งานวิจัยฉบับนี้มีจุดประสงค์ เพื่อหาชนิดแป้นเกลียวที่เหมาะสม ความแข็งแรงของสลักเกลียวที่เหมาะสม และขนาดของสลักเกลียวที่เหมาะสมเพื่อนำไปยึดเสาไฟฟ้าส่องสว่าง เพื่อลดความสูญเปล่าของสลักเกลียวที่เกินความจำเป็นและยังต้องมีความแข็งแรงเพียงพอ ด้วยการคำนวณแรงมากที่สุดที่แป้นเกลียวและสลักเกลียวรับ ได้เมื่อใช้ความแข็งแรงของสลักเกลียวเป็นเกณฑ์ เปรียบเทียบกับการคำนวณแรงมากที่สุดที่แป้นเกลียวและสลักเกลียวรับ ได้เมื่อใช้ความแข็งแรงของเสาไฟฟ้าส่องสว่างเป็นเกณฑ์ การหาชนิดแป้นเกลียวที่เหมาะสมทำโดยสร้างแบบจำลองไฟฟ้าในตัวอ่อนนุ่มเป็นแบบสมมาตรรอบแกนด้วยโปรแกรม ANSYS 14.0 การสร้างแบบจำลองได้กำหนดให้มีขนาดของสลักเกลียว ขนาด M16 ความแข็งแรงของสลักเกลียวและแป้นเกลียวมี 3 ความแข็งแรงคือ 5.8, 8.8 และ 10.9 การคำนวณแรงมากที่สุดที่แป้นเกลียวและสลักเกลียวรับ ได้ พบว่าเสาไฟฟ้าจะเกิดความเสียหายก่อนสลักเกลียวเกิดความเสียหายผลลัพธ์จากการจำลองด้วยไฟฟ้าในตัวอ่อนนุ่มจะ ได้ค่าความคืนที่เกิดขึ้นเมื่อสลักเกลียวและแป้นเกลียวได้รับแรงมากที่สุดที่รับ ได้ทางทฤษฎี พบว่าสลักเกลียวขนาด M16 ความแข็งแรง 5.8 ชนิดแป้นเกลียว DIN 6915 มีความเหมาะสมมากที่สุดในการนำไปยึดเสาไฟฟ้าส่องสว่าง

### Abstract

This research aims. To find the right kind of nuts. The strength of the bolts and the size of the bolts used to hold the light poles. To reduce waste and redundancy and the bolts have to be strong enough. By calculating the most nuts and bolts have been used as the basis of the strength of the bolts. Compared with most numerical strength nuts and bolts have been on the strength of a light pole bases. To find out what kind of nuts that fit done by modeling finite element is symmetrical about an axis with ANSYS 14.0 modeling requires that the size of the bolts sizes M16 and nuts with 3 strength is 5.8, 8.8 and 10.9 to calculate the most nuts and bolts have been. The poles will damage the bolts before damage results from the simulation with finite element stress that can occur when the bolts and nuts are the most acceptable theory. The larger M16 bolts Nuts DIN 6915 strength of 5.8 is most appropriate for the light poles.

คำสำคัญ: สลักเกลียว เสาไฟฟ้าส่องสว่าง ไฟฟ้าในตัวอ่อนนุ่ม

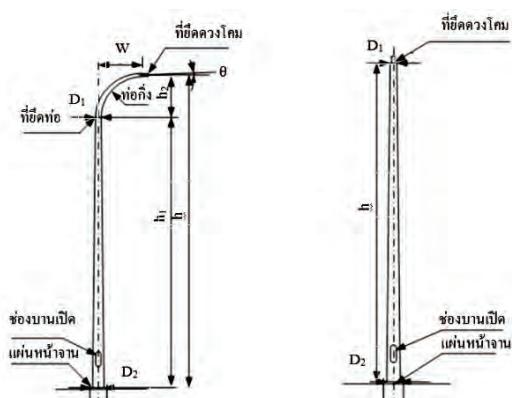


## 1. บทนำ

เสาไฟส่องสว่างบนท้องถนนส่วนมากจะทำการจับยึดและติดตั้งด้วยสลักเกลียวและเป็นเกลียว เพื่อความสะดวกในการติดตั้งและอุดประกอน และในปัจจุบันนทางจราจรหลักของการคมนาคมทางบกมีเสาไฟส่องสว่างบนถนนมีอยู่ปีนจำนวนมากจากพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. 2511 ได้ออกประกาศกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเสาเหล็กกล้าเคลือบสังกะสีสำหรับไฟฟ้าส่องสว่าง มาตรฐานเลขที่ มอก. 2316 - 2549 แต่ไม่ได้กำหนดขนาดของสลักเกลียว และความแข็งแรงสอดคล้องที่นำมาใช้ในการติดตั้งไว้อย่างชัดเจน อีกทั้งไม่ได้กำหนดชนิดของเป็นเกลียวที่นำมาใช้ในการจับยึดเสาไฟฟ้าส่องสว่าง จึงอาจจะทำให้เกิดการเลือกใช้ที่ไม่เหมาะสม ในสภาพแวดล้อมตามธรรมชาติ กระแสน้ำในบรรยายกาศจะมีอิทธิพลต่อเสาไฟฟ้าส่องสว่าง เมื่อกระแสน้ำ เหล่านี้มีผลกระทบต่อเสาไฟฟ้าส่องสว่าง สิ่งที่ทำให้เสาไฟฟ้าส่องสว่างไม่่อนล้มลง คือการจับยึดด้วยสลักเกลียว และยังมีข้อพากหันะวิ่งมาปะทะกับเสาไฟฟ้าส่องสว่างจากการงานประจำปีเรื่อง อุบัติเหตุจราจรบนทางหลวงแผ่นดินปี 2554 สำนักงานวิทยาความปลอดภัย กรมทางหลวง พบว่าอุบัติเหตุไฟฟ้าและไฟฟ้าส่องสว่างมีความเสียหายจำนวนมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 29.55 จากประเภทของทรัพย์สินที่เสียหายทำให้สลักเกลียวหรือเป็นเกลียวรั่วและที่เกิดจากการปะทะจึงถูกผลให้เกิดความเสียหายที่สลักเกลียวของฐานเสาไฟฟ้าส่องสว่าง และถ้าสลักเกลียวไม่สามารถทนแรงที่มาปะทะได้ อาจจะทำให้เสาล้มลงแล้วส่งผลเสียต่อทรัพย์สินฯ โดยในปัจจุบันได้มีการนำระบบวิธีไฟฟ้าในตัวอุปกรณ์มาใช้ในการวิเคราะห์ เช่น ความเก็บ ความเครียด ระยะการเปลี่ยนรูป ฯลฯ ซึ่งเป็นวิธีที่นิยมนำมาใช้ในการวิเคราะห์จากที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้นจะเห็นได้ว่าสลักเกลียวขับยึดเสาไฟฟ้าส่องสว่างเป็นส่วนที่จำเป็นเพื่อให้เสาไฟฟ้าส่องสว่างสามารถตั้งอยู่ได้โดยไม่ล้มลง และยังต้องเลือกขนาดของสลักเกลียว ชนิดของเป็นเกลียวที่เหมาะสม ดังนั้นผู้จัดทำจึงทำการสร้างแบบจำลองของสลักเกลียวและเป็นเกลียวโดยระบบวิธีไฟฟ้าในตัวอุปกรณ์เพื่อหาชนิดเป็นเกลียวความแข็งแรงของสลักเกลียวและขนาดของสลักเกลียวที่เหมาะสมเพื่อนำไปใช้ด้วยตัวเอง

## 2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 เสาเหล็กกล้าเคลือบสังกะสีสำหรับไฟฟ้าส่องสว่าง คือเสากลางเหล็กกล้าเคลือบสังกะสีที่เป็นท่อเรียวใช้สำหรับเป็นตัวติดตั้งคงโคมไฟฟ้าส่องสว่าง 1 ดวงหรือมากกว่าและอาจมีท่อกึ่งหรือไม่มีท่อได้เสาไฟฟ้าแบบมีท่อ (Column with bracket) หมายถึงเสาไฟฟ้าที่มีท่อกึ่งยื่นมาจากส่วนตรงของเสาไฟฟ้าเพื่อติดตั้งคงโคมไฟฟ้า 1 โคม หรือมากกว่า โดยท่อกึ่งแยกส่วนกับเสาไฟฟ้า



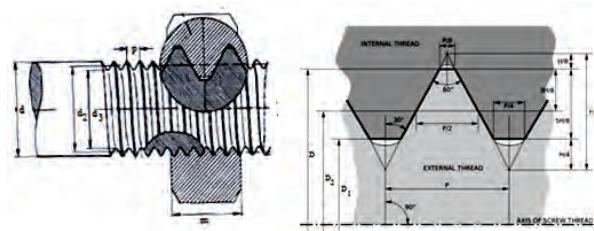
ภาพที่ 1 แบบเสาไฟส่องสว่าง



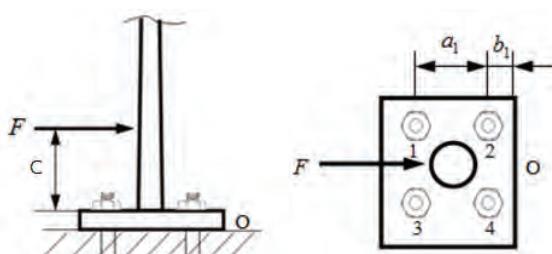
ภาพที่ 2 การยึดสลักเกลียวของเสาไฟส่องสว่าง

ตามภาพที่ 1 เสาไฟฟ้าแบบตั้งต่อ (Post top column) หมายถึงเสาไฟฟ้าไม่มีท่อกึ่งยื่นมาจากส่วนตรงของเสาไฟฟ้าติดตั้งคงโคมไฟฟ้าที่ปลายโดยตรง และการยึดสลักเกลียวของเสาส่องสว่างดังภาพที่ 2

2.2 สลักเกลียว (Screws) สลักเกลียวเป็นชิ้นส่วนมาตรฐาน โดยของค์การมาตรฐานระหว่างประเทศ (ISO) ได้กำหนด ลักษณะสลักเกลียว จากภาพที่ 3 ชื่อเรียกส่วนต่างๆ ของสลักเกลียวตามมาตรฐาน ISO [1] มีดังนี้



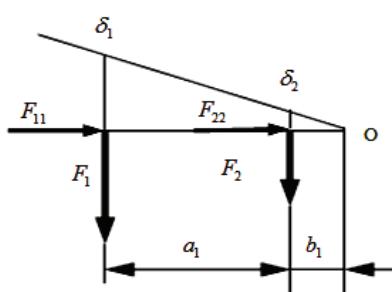
ภาพที่ 3 ส่วนต่างๆ ของสลักเกลียว



ภาพที่ 4 สลักเกลียวชี้ดเส้าไฟฟ้าส่องสว่างรับแรงเยื่องศูนย์

2.3 แรงที่เกิดขึ้นกับสลักเกลียว ชิ้นงานที่ยึดค้ายังสลักเกลียวที่รับแรงเยื่องศูนย์ตัวสลักเกลียวและเปลี่ยนเกลียว จะรับทั้งแรงดึงและแรงเนื่องแต่ความเสียหายเนื่องจากแรงเนื่องที่เกิดขึ้นมีน้อยมาก

2.4 การยึดของสลักเกลียวในภาพที่ 5 คือแบบจำลองการยึดตัวของสลักเกลียวเพื่อใช้ในการสร้างสมการในการคำนวณหาแรงดึงในแนวแกนของสลักเกลียวเพื่อหาค่าแรงดึงสูงสุด



ภาพที่ 5 แรงและระยะยึดที่เกิดขึ้นกับสลักเกลียว

เมื่อสลักเกลียวได้รับแรงจากภายนอกการทำกับเส้าไฟฟ้า ส่องสว่างจะทำให้ฐานรองรับเกิดแรงดึงสลักเกลียวจะเกิดการขีดตัวดังสมการที่ 1 และสมการที่ 2

$$\delta_1 = \frac{F_1 L}{AE} \quad (1)$$

$$\delta_2 = \frac{F_2 L}{AE}$$

เพราะจะนั้น

$$\delta_1 / \delta_2 = \frac{F_1}{F_2} \quad (2)$$

จากกฎสามเหลี่ยม勾股定律ภาพที่ 4 สามารถหาสัดส่วนของแรงและโมเมนต์ที่เกิดขึ้นได้โดยคำนวณรากฐานของเส้าเป็นจุดหมุนดังสมการที่ 5

$$\frac{\delta_1}{\delta_2} = \frac{a_1 + b_1}{b_1}$$

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{a_1 + b_1}{b_1}$$

$$F_2 = \frac{F_1 b_1}{a_1 + b_1}$$

รวมโมเมนต์รอบจุด O

$$cF = (2F_1(a_1 + b_1)) + 2b_1F_2 \quad (5)$$

ในการวิเคราะห์แรงดึงในสลักเกลียวให้สมมติว่าหน้าจานหมุนไปในแนวนอนจากแรง F รอบจุด O ซึ่งทำให้สลักเกลียวชี้ดออกมานะจะ  $\delta_1$  และ  $\delta_2$

$F$  คือแรงที่มีการทำกับเส้าไฟฟ้าส่องสว่าง

$F_1$  คือแรงดึงที่กระทำภายนอกสลักเกลียวหมายเลข 1

$F_2$  คือแรงดึงที่กระทำภายนอกสลักเกลียวหมายเลข 2

$F_{11}$  คือแรงเฉือนที่กระทำกับสลักเกลียวหมายเลข 1

$F_{22}$  คือแรงเฉือนที่กระทำกับสลักเกลียวหมายเลข 2

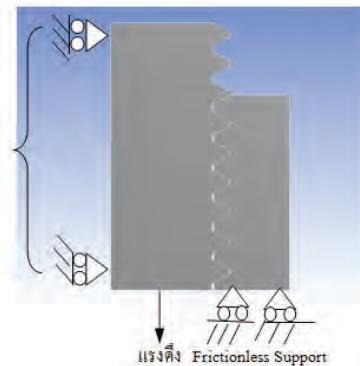
$\delta_1$  คือระยะยึดของสลักเกลียวหมายเลข 1

$\delta_2$  คือระยะยึดของสลักเกลียวหมายเลข 2

การหาแรงที่ม้ากระทำกับเสาไฟฟ้าส่องสว่าง แล้วขึ้นกลับไปหาแรงดึงสูงสุด ในสลักเกลียวจะใช้สมการความเกินอကะรือดังสมการที่ 4 และสมการที่ 5 [3]

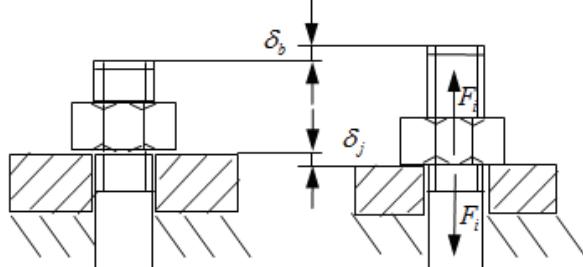
$$\frac{1}{N} = \left[ \left[ \frac{\tau}{\tau_y} \right]^2 + \left[ \frac{\sigma}{\sigma_y} \right]^2 \right]^{\frac{1}{2}} \quad (4)$$

$$F_1 = 1.923F \quad (5)$$



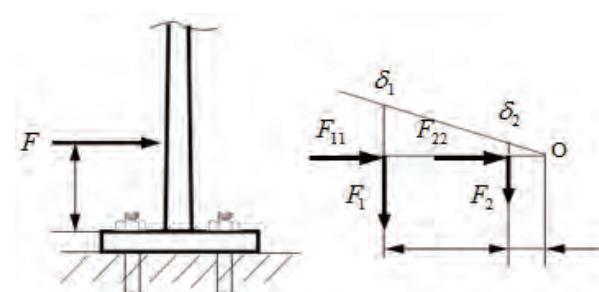
### 3. ขั้นตอนดำเนินงาน

3.1 ขั้นตอนวิเคราะห์รูปแบบการรับแรงสลักเกลียวและแป้นเกลียว ลักษณะการขัดเสาไฟฟ้าส่องสว่างจะเป็นการจับขิดแบบสลักเกลียวจับกับฐานของเสาไฟฟ้าส่องสว่างด้วยแป้นเกลียว สลักเกลียวจะฝังอยู่กับฐานปูนซีเมนต์โดยจะสร้างแบบจำลองมีลักษณะดังภาพที่ 6 [2]



### ภาพที่ 6 แรงจับขิดเบื้องต้นสลักเกลียวและแป้นเกลียวกับชื้นงาน

การรับแรงของเสาไฟฟ้าส่องสว่างและแรงที่เกิดขึ้นกับสลักเกลียวและแป้นเกลียวเสาไฟฟ้าส่องสว่างดังภาพที่ 7



### ภาพที่ 7 แรงที่เกิดขึ้นในสลักเกลียวและแป้นเกลียว

### ภาพที่ 8 แบบจำลองสลักเกลียวและแป้นเกลียว

แบบจำลองสลักเกลียวและแป้นเกลียวในภาพที่ 7 จะมีผลจากแรงดึงที่มีผลน้อยมากเมื่อเทียบกับแรงดึงที่เกิดขึ้นดังนั้นจึงคิดเฉพาะแรงดึงภายในสลักเกลียวท่านี้

3.2 ขั้นตอนคำนวณหาแรงที่เกิดขึ้นในสลักเกลียว

3.3 ขั้นตอนการคำนวณหาแรงมากที่สุดที่สลักเกลียวและแป้นเกลียวรับได้ทางทฤษฎี

3.4 ขั้นตอนสร้างแบบจำลองไฟฟ้าในตัวอย่างเพื่อหาชนิดของแป้นเกลียวที่เหมาะสมในการจับขิดเสาไฟฟ้าส่องสว่างโดยกำหนดให้เป็นปัญหาแบบสมมติฐานรอบแกนดังภาพที่ 8

3.5 วิเคราะห์ความเกินที่เกิดขึ้นที่สลักเกลียวและแป้นเกลียว

### 4. ผลการทดสอบ

จากผลลัพธ์การคำนวณแรงมากที่สุดที่สลักเกลียวรับได้โดยพิจารณาความแข็งแรงของสลักเกลียวเป็นเกณฑ์กับพิจารณาโดยใช้ความแข็งของเสาไฟฟ้าส่องสว่างเป็นเกณฑ์ทางทฤษฎีและการวิเคราะห์ความเกินของสลักเกลียวและแป้นเกลียวที่ได้รับแรงโดยสร้างแบบจำลองไฟฟ้าในตัวอย่างเพื่อหาขนาดของสลักเกลียวและแป้นเกลียวที่เหมาะสมสำหรับนำไปใช้ขิดเสาไฟฟ้าส่องสว่าง กำหนดให้มีความแข็งแรงของวัสดุสลักเกลียวและแป้นเกลียว 3 ความแข็งแรง คือ ความแข็งแรง 5.8, 8.8 และ 10.9 ขนาดของสลักเกลียวที่ใช้ในการจำลองไฟฟ้าในตัวอย่าง ขนาด M16 แป้นเกลียวมี 4 ชนิดคือ DIN 6915(ชนิดงานโครงสร้าง) DIN EN ISO 4032(ความสูง

ปกติ) DIN EN ISO 4035(ชนิดหัวบาง) และ DIN EN ISO 4033(ชนิดหัวหนา)

**4.1 การคำนวณแรงที่มากที่สุดที่สลักเกลี่ยวและแป้นเกลี่ยวรับได้** แรงมากที่สุดที่สลักเกลี่ยวและแป้นเกลี่ยวรับได้โดยพิจารณาความแข็งแรงของสลักเกลี่ยวเป็นเกณฑ์ใช้

สมการ  $\frac{\delta_y}{N} = \frac{F_1}{A_s}$  ส่วนพิจารณาโดยใช้ความแข็งแรงของเส้า

ไฟฟ้าส่องสว่างเป็นเกณฑ์ใช้สมการ  $\frac{\sigma_y}{N} = \frac{MC}{I}$  ซึ่งแรงมาก

ที่สุดที่สลักเกลี่ยวรับได้โดยใช้ความแข็งแรงของเส้าไฟฟ้าส่องสว่างเป็นเกณฑ์เส้าไฟฟ้าส่องสว่างสูง 8 m กับเส้าไฟฟ้าส่องสว่างสูง 4 m จะมีค่าต่างกัน

เนื่องจากการจำลองเป็นแบบสมมาตรรอบแกนดังนั้นขนาดความต้องของสลักเกลี่ยวและความต้องของแป้นเกลี่ยวในแบบจำลองจึงจำลองเพียงครึ่งเดียวเท่านั้นโดยแป้นเกลี่ยวมี 4 ชนิด คือ (1) DIN 6915(ชนิดงานโครงสร้าง), (2) DIN EN ISO 4032(ความสูงปกติ), (3) DIN EN ISO 4035(ชนิดหัวบาง) และ (4) DIN EN ISO 4033(ชนิดหัวหนา) กำหนดให้ค่าความคืนที่เกลี่ยวสูงสุดไม่เกิน  $\sigma_y = 400 N / mm^2$  และค่า Safety Factor คือ  $N = 3$  จากการคำนวณแรงวิกฤตสูงสุดของเส้าไฟฟ้าส่องสว่างที่รับแรงกระทำด้านข้างสูง 4 m เท่ากับ 6,340.7 N และแรงกระทำด้านข้างสูง 8 m เท่ากับ 12,168.6 N

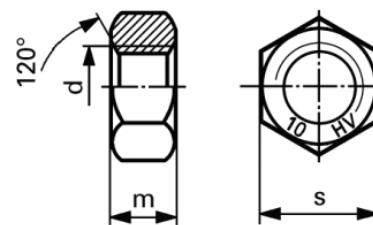
**ตารางที่ 1** เปรียบเทียบเกณฑ์ความแข็งแรงของสลักเกลี่ยวขนาด M16x2 กับแรงวิกฤตสูงสุดของเส้าไฟฟ้าส่องสว่าง

ค ว า ມ แข็งแรง	แรงสูงสุดที่สลักเกลี่ยว		
	เกณฑ์ความ แข็งแรงของสลัก เกลี่ยว (N)	แรงวิกฤตสูงสุดของ เส้าไฟฟ้าส่องสว่าง สูง 4 เมตร(N)	แรงวิกฤตสูงสุดของ เส้าไฟฟ้าส่องสว่างสูง 8 เมตร(N)
5.8	20,933	6,340.7	12,168.6
8.8	33,493		
10.9	47,100		

**ตารางที่ 2** ขนาดของแป้นเกลี่ยวหัวหยัก DIN 6915

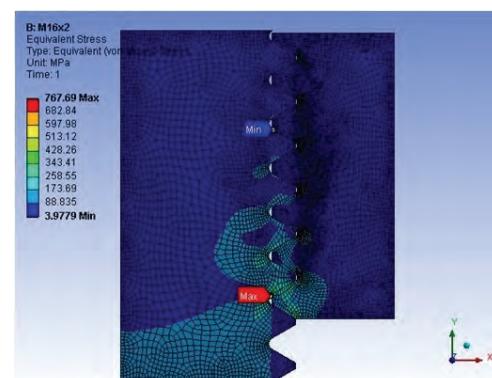
สลักเกลี่ยว	ความกว้างแป้นเกลี่ยว (mm)	ความสูงใช้งานแป้นเกลี่ยว (mm)
M16	13	27
M16	15.9	24
M16	8	24
M16	16.4	24

ในการจำลองไฟฟ้าส่องสว่างเป็นแบบสมมาตรความหนาแน่นของแป้นเกลี่ยว (m) และความสูงใช้งานของแป้นเกลี่ยว (s) สำหรับสลักเกลี่ยวขนาด M16 ดังภาพที่ 9



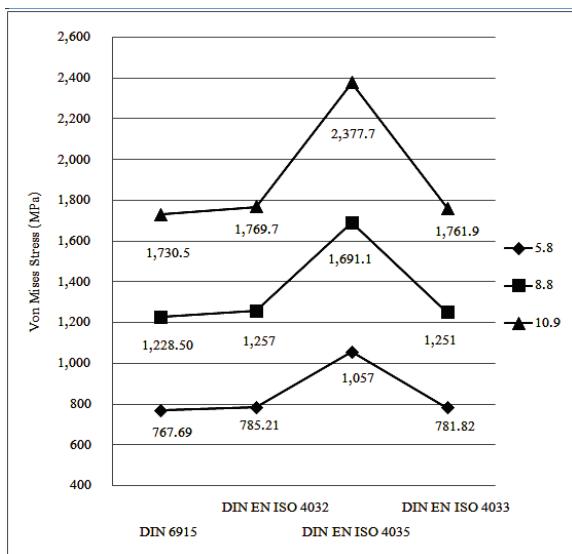
ภาพที่ 9 ลักษณะของแป้นเกลี่ยว

**4.2 การแสดงผลของแบบจำลองไฟฟ้าส่องสว่าง** ความคืนที่เกิดขึ้นพบว่าบริเวณแป้นเกลี่ยวด้านล่างกับบริเวณฐานสลักเกลี่ยวเกิดความคืนสูงสุดและการกระจายตัวของค่าความคืนเกิดขึ้นไม่เท่ากันในแต่ละพื้นที่ของเกลี่ยวพบว่าที่สลักเกลี่ยวด้านบนกับแป้นเกลี่ยวเกิดความคืนน้อยที่สุด



**ภาพที่ 10** ความคืนของสลักเกลี่ยว M16 ระยะพิเศษ 2 mm กับแป้นเกลี่ยว DIN 6915 ความแข็งแรง 5.8 แรงงาน 20,933 N

4.3 การเปรียบเทียบค่าความเด่นกับชนิดของแป้นเกลียวของสลักเกลียวแต่ละขนาด ค่าความเด่นของสลักเกลียวขนาด M16 กับแป้นเกลียวแต่ละขนาดตามตารางที่ 2 ลึ่งแต่ละชนิดที่มี แรงดึงภาพที่ 11



ภาพที่ 11 ค่าความเด่นสูงสุดกับชนิดของแป้นเกลียวขนาดของ สลักเกลียว M16

## 5. สรุปผลการวิเคราะห์

การคำนวณแรงมากที่สุดที่สลักเกลียวและแป้นเกลียวรับได้ โดยพิจารณาความแข็งแรงของสลักเกลียวเป็นเกณฑ์ เปรียบเทียบกับใช้ความแข็งแรงของเส้าไฟฟ้าส่องสว่างเป็น เกณฑ์ทั้งขนาดความสูงของเส้าไฟฟ้าส่องสว่าง 4 เมตร และ 8 เมตร พนวณแรงมากที่สุดที่สลักเกลียวและแป้นเกลียวรับได้ เมื่อพิจารณาความแข็งแรงของสลักเกลียวเป็นเกณฑ์มีค่า มากกว่า ใช้ความแข็งแรงของเส้าไฟฟ้าส่องสว่างเป็นเกณฑ์ แสดงว่าเส้าไฟฟ้าส่องสว่างเสียหายก่อนที่สลักเกลียวเสียหาย ในการเลือกสลักเกลียวขนาด M16 ระยะพิเศษเท่ากับ 2 mm ความแข็งแรง 5.8 ชนิดแป้นเกลียว DIN 6915 มีค่าความเด่นที่ เกิดขึ้นอยู่ที่สุดเกณฑ์ความแข็งแรงของสลักเกลียวสามารถรับ แรงดึงได้ถึง 20,933 N แต่ค่าแรงวิกฤตสูงสุดของเส้าไฟฟ้าส่อง สว่างมีค่าสูงกว่าเกณฑ์ความแข็งแรงของสลักเกลียวสามารถ เลือกใช้สลักเกลียวขนาด M16 ในการจับขัดได้

## 6. เอกสารอ้างอิง

- [1] บรรจง ครนิด และสมนึก วัฒนศรียุทธ, “ตารางคุณภาพงานโลหะ”, ศูนย์ผลิตตำราเรียน กรุงเทพฯ, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2551.
- [2] ประดิษฐ์ เมื่อนคิด, “เอกสารประกอบการสอนวิชาการออกแบบ ชิ้นส่วนเครื่องกล 1”, ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์ อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2554.
- [3] วิทย์ อังกฤษ และชาญ ณัดงาน, ”ออกแบบเครื่องจักรกล” ชีเอ็ค ยูคชั่น, กรุงเทพฯ, 2549.



## การศึกษาการเกิดรอยติ่งของกระบวนการการดึงขึ้นรูปลักษณะถ้วยทรงกระบอก Study of Earing Effects of Cup Drawing

สุรุษิ ยะนิล

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้า พระนครเหนือ 1518 ถนนประชาราษฎร์ บางซื่อ กทม.

*sarawut@kmutnb.ac.th*

### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาพฤติกรรมการเกิดรอยติ่งบนชิ้นงานชิ้นเดียวที่เกิดจากกระบวนการดึงขึ้นรูปลักษณะถ้วยทรงกระบอก โดยใช้วัสดุอะลูมิเนียมชนิด AA1100 วัสดุเหล็กกล้า ชนิด SPCC โดยแผ่นชิ้นงานมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับ 90 mm หนาเท่ากับ 1 mm กระบวนการดึงขึ้นรูปลักษณะถ้วยทรงกระบอก แล้วทำการวัดหานาคของรอยติ่ง เนื่องจากรอยติ่งเป็นข้อบกพร่องของกระบวนการดึงขึ้นรูปลักษณะถ้วยทรงกระบอก ทำให้ขอบด้านบนของชิ้นงานไม่เรียบมีลักษณะเป็นคลื่น จึงต้องเสียเวลาในการตัดขอบส่วนดังกล่าวก่อนนำไปใช้งานหรือนำไปเข้ากระบวนการผลิตอื่น พบว่าวัสดุเหล็กกล้าชนิด SPCC มีความสูงเฉลี่ยที่สูงสุดของรอยติ่งเท่ากับ 26.22 mm และมีความสูงเฉลี่ยที่สูงสุดเท่ากับ 24.93 mm มีเบอร์เซ็นต์เฉลี่ยของการเกิดรอยติ่งเท่ากับ 2.73 เปอร์เซ็นต์ วัสดุอะลูมิเนียมชนิด A1100 มีความสูงเฉลี่ยที่สูงสุดของรอยติ่ง เท่ากับ 26.76 mm และมีความสูงเฉลี่ยที่สูงสุดเท่ากับ 24.76 mm มีเบอร์เซ็นต์การเกิดรอยติ่งเฉลี่ยเท่ากับ 2.84 เปอร์เซ็นต์การทดลองนี้เพื่อให้ได้ผลของการความสูงและเบอร์เซ็นต์การเกิดรอยติ่งของวัสดุแต่ละชนิด เพื่อที่จะเป็นข้อมูลในการศึกษาการเกิดรอยติ่งและแก้ไขต่อไป

### Abstract

*This research aims to study the behavior of a earring on the workpiece caused by the deep-drawn process. Using AA1100 aluminum material with SPCC steel plate diameter of 90 mm and a thickness of 1 mm, creators of the deep-drawn cup has a circular shape. Then measure the size of a polyp. The earring is a flaw of the creators of the deep edge of the top piece resembles a smooth wave. It must be time to cut the edge of the first to use one method or the other Manufacturer. Found that steel SPCC average height of the highest point of a earring of 26.22 mm and an average height at the lowest point of 24.93 mm, with the percentage of marks earring of 2.73 percent aluminum type A1100 has a high average. The peak of a earring of 26.76 mm and an average height at the lowest point of 24.76 mm and the percentage of marks earring were 2.84 percent this experiment to get the effect of a high percentage of a projection of each material. To the data in the study of aging and improve projection.*

**คำสำคัญ:** รอยติ่ง/กระบวนการดึงขึ้นรูปลักษณะถ้วย/แม่พิมพ์



## 1. บทนำ

การดึงขึ้นรูปลึก (Deep drawing) เป็นการขึ้นรูปโลหะที่สำคัญอย่างหนึ่งในกระบวนการขึ้นรูปส่วนประกอบคือ พันช์ (Punch) ダイ (Die) และแบล็คฮอล์ดเออร์ (Blank Holder) การดึงขึ้นรูปลึกเป็นการขึ้นรูปโลหะแผ่นด้วยการดึงและการกดโดยที่พันช์เคลื่อนที่กัดแผ่นขึ้นงานเข้าไปในด้วยเกิดความเก็บกดในแนวเส้นรอบวงและความเก็บดึงในแนวรัศมีโดยมีแบล็คฮอล์ดเออร์กดที่ขอบ (Flange) ในกระบวนการขึ้นรูปลึกสมบัติทางกลของโลหะแผ่น (Sheet Metal) ที่ผ่านกระบวนการรีดมีค่าไม่เท่ากันในระนาบ (Plane) ค่า Plastic Strain Ratio (R-valve) คือสมบัติที่ไม่เหมือนกันทุกทิศทาง (Anisotropy) ของโลหะการขึ้นรูปถูกกล่าวทรงกระบอกในกระบวนการดึงขึ้นรูปลึกจะเกิด Planar Anisotropy ( $\bar{R}$ ) เมื่อจากแผ่นโลหะมีความแข็งแรงในแต่ละทิศทางไม่เท่ากัน จึงทำให้เกิดรอยดึงที่ขอบขึ้นงานเรียกรอหิงนี้ว่า Earing

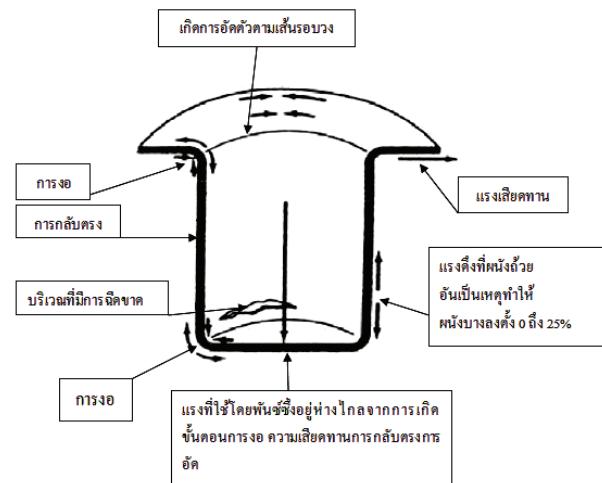
## 2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ทำการศึกษาถึงอิทธิพลของแรงกดแบล็คฮอล์ดเออร์ ที่มีผลต่อความสูงของรอยดึง ในแต่ละชนิดของแผ่นโลหะ วัสดุที่ใช้ในการศึกษานี้คือเหล็กกล้าไร้สนิม AISI 304, เหล็กกล้า SPCC และเหล็กกล้า JIS G 3141 มีความหนาเริ่มต้น 1 mm จากการศึกษาพบว่าความสูงของรอยดึงของแต่ละวัสดุเนื่องจากมีการเปลี่ยนแปลงแรงกดแบล็คฮอล์ดเออร์มีค่าไกล์เคียงกันและเหล็กกล้า SPCC มีความสูงของรอยดึงมากที่สุด [3]

### 2.1 การดึงขึ้นรูปลึก (Deep Drawing)

กระบวนการการดูบโลหะแผ่นทุกกระบวนการ จะเห็นได้ว่า กระบวนการดึงขึ้นรูป (Drawing) นั้น слับซับซ้อนมากที่สุด และยากต่อการควบคุม ขั้นตอนของกระบวนการนี้ ได้ถูกวางแผนไว้สำหรับกระบวนการตัดและกระบวนการตัดดงด้วย คนที่มีความชำนาญงานในด้านการดึงขึ้นรูปโลหะแผ่นมาหลายปี ก็ยังไม่อาจที่จะสามารถทำนายผลที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงรูปแบบของการดึงขึ้นรูปปัจจุบันอันใหม่ได้อย่างถูกต้องการดึง (Tension) การทำการดึงขึ้นรูปทั้งหมดได้ถูกทำโดยการใช้แรงที่พันช์ผลักลงบนก้นถ่วงที่แนบ ตัวแน่นของแรงที่พันช์ใช้บนแผ่นขึ้นงานเริ่มจะถูกห่างไกลจากตัวแน่นที่โลหะเกิดการ

เปลี่ยนแปลงรูปร่าง และความเสียดทาน ขณะที่ถ่วงถูกทำให้ลึกลงในตัวแน่นที่กัดลึกนี้ จะอยู่ห่างมากยิ่งขึ้นตามตัวแน่น ผนังถ่วงจึงได้ทำหน้าที่ส่งแรงที่พันช์ไปยังพื้นที่ที่ถูกงอโดยทำให้ตรงเกิดความเสียดทาน และถูกอัด ผลที่เกิดขึ้นคือจะเกิดการดึงที่สูงขึ้นที่ผนังของถ่วง ดังแสดงในภาพที่ 2



ภาพที่ 2 ผลที่เกิดขึ้นจากแรงดึงที่ผนังของถ่วง

ผนังถ่วงที่อยู่ไกลกับรัศมีของพันช์จะเกิดความเก็บสูงสุด และจะมีขนาดบานกว่าโลหะเดิมทำให้มีการฉีกขาด ที่อาจจะเกิดขึ้นบ่อยที่บริเวณนี้ ดังนั้นการลากขึ้นรูปจึงเกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงรูปแบบแรงดึงที่สูง หรือการใช้ที่มากขึ้นซึ่งเป็นผลจากการออกแบบด้วยที่ใช้

### 2.2 สมบัติของวัสดุ (Material Properties)

#### 1. อะลูมิเนียม AA1100

อะลูมิเนียมมีน้ำหนักเบาค่าความแข็งแรงดึงต่ำ ทนต่อไอน้ำทนต่อการกัดกร่อนของสารเคมีบางชนิด นำความร้อนและไฟฟ้าได้ดีสามารถถ่ายเทน้ำแข็งและความร้อนได้ดีสามารถนำไปตัดเฉือนและขึ้นรูปได้ง่ายการขึ้นรูปสามารถทำได้ทั้งร้อนและเย็น และสามารถนำไปเชื่อมและบัดกรีได้ดีอะลูมิเนียมที่ใช้มีอยู่ด้วยกันหลาย

#### 2. เหล็ก SPCC

เหล็กกล้า SPCC เป็นเหล็กกล้าคาร์บอนรีดเย็น (Cold Rolled Carbon Steel Sheet or Strip) เหล็กเกรดนี้สามารถใช้ทำ



Application ได้หลากหลายมากเช่น ชิ้นส่วนอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า ตู้เย็น ชิ้นส่วนเครื่องชนต์ เป็นต้น

### 2.3 รอยติ่ง (Earing)

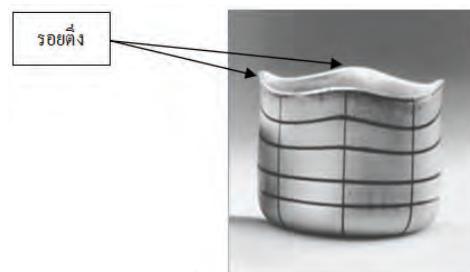
รอยติ่งจะเกิดจากขอบด้านบนสุดของถ้วยไม่เรียบมีลักษณะเป็นคลื่นซึ่งเป็นผลจากพุติกรรมแอนไฮโซทรอปิก (Anisotropy) ซึ่งต้องตัดส่วนดังกล่าวออกก่อนนำไปใช้งาน หรือนำไปเข้ากรรมวิชีผลิตอื่นต่อไป ทำให้เกิดการสิ้นเปลืองวัสดุ พุติกรรมแอนไฮโซทรอปิก (Anisotropy) เป็นลักษณะเฉพาะของวัสดุเชิงเทคโนโลยี เช่น สมบัติด้านความยืดหยุ่นและพลาสติก สมบัติเชิงกล ความด้านแรงดึง และสมบัติทางด้านพิสิกส์ เช่นการนำไฟฟ้าและความร้อน ความเป็นแม่เหล็กและการขยายตัวเนื่องจากความร้อนของโลหะต่างก็ ขึ้นกับพิษทางทั้งสิ้น ตัวอย่างที่เห็นได้ชัดของพุติกรรมแอนไฮโซทรอปิก (Anisotropy) ก็คือการเกิดรอยติ่ง (Earing) ที่ชิ้นงานดึงขึ้นรูปคลื่น รวมทั้งชิ้นงานที่มีความหนาไม่สม่ำเสมอ เมื่อขึ้นรูปมากขึ้น ผลของแอนไฮโซทรอปิกทำให้รอยติ่งสูงขึ้น ความสามารถในการขึ้นรูปของวัสดุแตกต่างกันบริเวณที่ขึ้นรูปมากจะเกิดรอยติ่ง การเกิดรอยติ่งแสดงให้เห็นถึงความแตกต่างของสมบัติเชิงกลในพิษทางต่างๆ ที่ทำมุกกับพิษทางการรีดโลหะแผ่นความสัมพันธ์ระหว่างขนาดรอยติ่งกับสมบัติของวัสดุชิ้นงาน

รอยติ่งเกิดขึ้นเนื่องจากการเปลี่ยนรูปภาชนะที่มีการกระจายตัวไม่สม่ำเสมอในแต่ละพิษทาง โดยที่ขอบด้านบนสุดของถ้วยที่ผ่านกรรมวิชีลักษณะรูปคลื่น มีขอบไม่เรียบและมีลักษณะเป็นคลื่นนั่นคือ ประกอบด้วยยอดคลื่น (Peaks) และท้องคลื่น (Valleys) [1] เปอร์เซ็นต์การเกิดรอยติ่ง (%) คือ ร้อยละของขนาดรอยติ่งดังสมการที่ 1

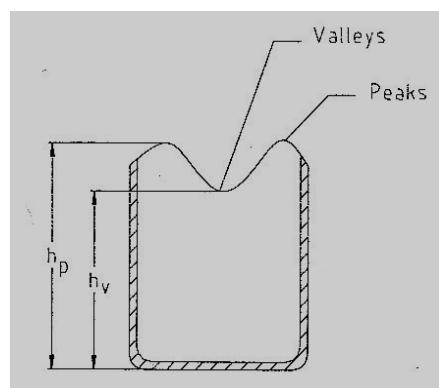
$$(\%) Earing = \frac{(h_p - h_v)}{h_v} \times 100 \quad (1)$$

$h_p$  คือ ความสูงของยอดคลื่น วัดจากก้นถ้วย

$h_v$  คือ ความสูงของท้องคลื่น วัดจากก้นถ้วย



ภาพที่ 3 ลักษณะการเกิดรอยติ่งของถ้วยทรงกระบอกกลม



ภาพที่ 4 แสดงยอดคลื่น (Peaks) และท้องคลื่น (Valleys)

### 3. ขั้นตอนการดำเนินงาน

งานวิจัยนี้ทำขึ้นเพื่อศึกษาการเกิดรอยติ่งในกรรมวิชีการดึงขึ้นรูปคลื่นชิ้นงานถ้วยทรงกระบอกกลม โดยการสร้างชุดแม่พิมพ์ดึงขึ้นรูปคลื่นและทำการทดลองดึงขึ้นรูปคลื่นชิ้นงานถ้วยทรงกระบอกกลม ซึ่งในการทดลองนี้ได้เลือกวัสดุมาทำการทดลอง 2 ชนิดคือ อะลูมิเนียม ชนิด AA1100 และเหล็กกล้าชนิด SPCC มาทำการดึงขึ้นรูปคลื่นชิ้นงานถ้วยทรงกระบอกกลม เมื่อได้ชิ้นงานถ้วยทรงกระบอกกลมแล้ว จึงมาทำการวัดหาค่าความสูงของรอยติ่งที่เกิดขึ้นในชิ้นงานทดลอง เพื่อเปรียบเทียบความความสูงของรอยติ่งในชิ้นงานแต่ละชิ้น

#### 3.1 ดำเนินการออกแบบชิ้นงานถ้วยทรงกระบอกกลม

ในการออกแบบชิ้นงานถ้วยทรงกระบอกกลมออกแบบมาเพื่อเป็นตัวกำหนดในการคำนวณค่าต่างๆ ที่ใช้ในการออกแบบ ออกแบบสร้างแม่พิมพ์ดึงขึ้นรูปคลื่นชิ้นงานถ้วยทรงกระบอกกลมซึ่งชิ้นงานถ้วยทรงกระบอกกลมได้ออกแบบให้มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 60 mm, หนา 1 mm และรัศมีกึ่นถ้วย 5 mm โดยโปรแกรมออกแบบ ดังในภาพที่ 5

### 3.2 คำนวณหาค่าต่างๆที่ใช้ในการทดลองดึงขึ้นรูปลีก

ในการคำนวณหาค่าต่างๆที่ใช้ในการทดลองดึงขึ้นรูปลีกนี้ เพื่อนำผลลัพธ์มาทำการออกแบบแม่พิมพ์ดึงขึ้นรูปลีก และ กำหนดขนาดส่วนประกอบต่างๆของแม่พิมพ์

3.2.1 การคำนวณขนาดของแผ่นชิ้นงาน (Blank Size)

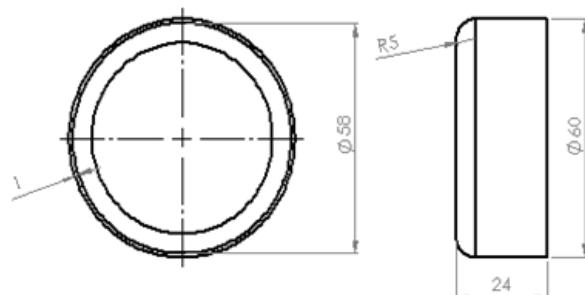
3.2.2 คำนวณแรงสูงสุดในการดึงขึ้นรูปที่ไม่ทำให้ วัสดุเกิดการนีกหาด

3.2.3 คำนวณแรงกดบนแผ่นจับยึดชิ้นงานในการดึงขึ้น รูปลีก

3.2.4 คำนวณหาค่าแรงสปริง



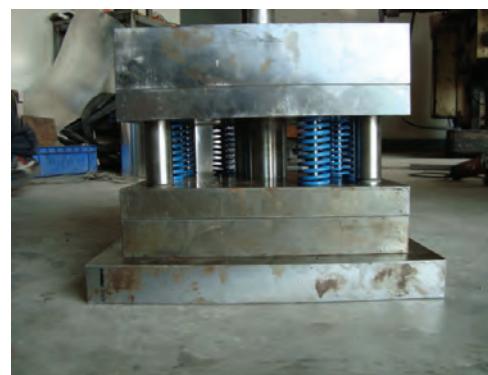
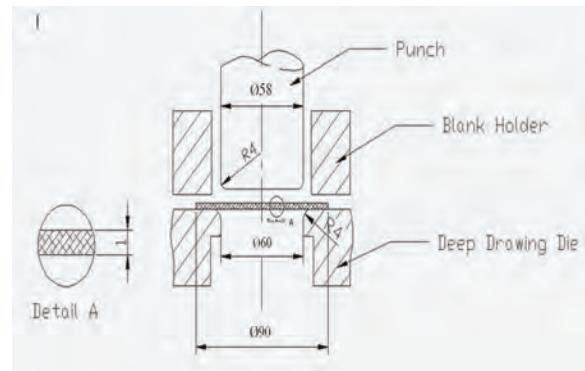
ภาพที่ 5 ลักษณะของชิ้นงานถ้วยทรงกระบอกกลม



ภาพที่ 6 ขนาดของชิ้นงานถ้วยทรงกระบอกกลม

### 3.3 ทำการออกแบบแม่พิมพ์ดึงขึ้นรูปลีกชิ้นงานถ้วย ทรงกระบอกกลม

กำหนดขนาดชิ้นงานเริ่มต้นและนำค่าที่ได้จากการคำนวณ และนำค่าที่คำนวณได้มาช่วยในการออกแบบแม่พิมพ์ ซึ่ง แม่พิมพ์ขึ้นรูปลีกจะมีส่วนประกอบดังภาพที่ 7 ในภาพที่ 8 คือ แม่พิมพ์ที่ได้จากการออกแบบนำไปทดลองการดึงขึ้นรูปถ้วย ทรงกระบอกกลม



ภาพที่ 8 แม่พิมพ์ดึงขึ้นรูปลีก

### 3.4 การทดลองดึงขึ้นรูปลีกชิ้นงาน

การดึงขึ้นรูปถ้วยทรงกลมดังภาพที่ 9 พบว่าที่ขอบถ้วยมี ลักษณะไม่สม่ำเสมอเนื่องจากการไฟล์ของแผ่นโลหะ

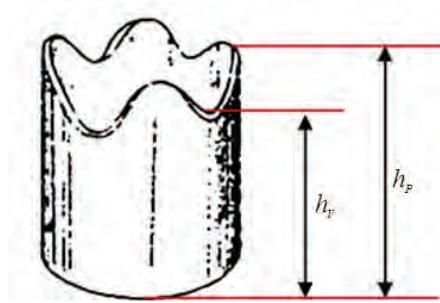


ภาพที่ 9 ชิ้นงานที่ผ่านการดึงขึ้นรูปลีกและการวัดความสูงถ้วย ทรงกระบอกกลม

### 3.5 การวัดความสูงของรอยติ่งและคำนวณหาเบอร์เช็นต์

#### การเกิดของรอยติ่ง

วัดค่าความสูงที่ขอบถ้วยโดยรอบเพื่อหาค่า  $h_p$  และ  $h_v$  ดังภาพที่ 10 โดยใช้เวอร์เนียร์ไชเกจ



ภาพที่ 10 การวัดความสูงของรอยติ่ง

#### 4. ผลที่ได้จากการทดลองดึงขึ้นรูปลีก

การทดลองดึงขึ้นรูปลีกถ่ายทรงกระบวนการออกกลมโดยใช้แม่พิมพ์ดึงขึ้นรูปลีกในภาพที่ 8 วัสดุที่ใช้ในการทดลองมี 2 ชนิด คือ เหล็กกล้าชนิด SPCC และอะลูมิเนียม ชนิด AA1100 โดยตัดวัสดุทดลองทั้ง 2 ชนิดนี้ให้เป็นแผ่นกลมมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับ 90 mm. มีความหนาเท่ากับ 1 mm. แรงที่ใช้ในการดึงขึ้นรูปเท่ากับ 5 ตัน ซึ่งค่าแรงนี้ได้จากการคำนวณแรงดึงขึ้นรูปและใช้เครื่องเพรสไฮดรอลิกส์ (Hydraulic Press) ในการขึ้นรูป ใช้น้ำมันหล่อลื่นเบอร์ SAE 40 ช่วยหล่อลื่นในการขึ้นรูป ซึ่งจากการทดลองดึงขึ้นรูปลีกของวัสดุทั้ง 2 ชนิดนี้ ปรากฏผลการทดลองว่าสามารถดึงขึ้นรูปชิ้นงานได้ทั้ง 2 ชนิด ซึ่งชิ้นงานถ่ายทรงกระบวนการดึงขึ้นรูปมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับ 60 mm สูง 24 mm และตรงบริเวณขอบชิ้นงานเกิดความไม่สม่ำเสมอโดยเกิดรอยติ่งขึ้นมา 4 ตั้ง ดังวัตถุประสงค์ของการทดลอง จึงได้ทำการวัดความสูงของรอยติ่งโดยมีผลการทดลองดังนี้

ตารางที่ 1 พบว่าค่าความสูงที่จุดสูงสุดของรอยติ่ง ( $h_p$ ) และความสูงที่จุดต่ำสุดของรอยติ่ง ( $h_v$ ) จากกระบวนการดึงขึ้นรูปลีกของวัสดุเหล็กกล้า ชนิด SPCC ในแต่ละชิ้นเมื่อทำการวัดแล้ว

องศา	ความสูงของถ่ายทรงกระบวนการออกกลมของวัสดุเหล็กกล้า SPCC (mm)				
	ชิ้นงานที่ 1	ชิ้นงานที่ 2	ชิ้นงานที่ 3	ชิ้นงานที่ 4	ชิ้นงานที่ 5
$h_p 0^\circ, 360^\circ$	26.15	26.20	26.25	26.30	26.15
$h_v 45^\circ$	25.25	25.50	25.35	25.40	25.60
$h_p 90^\circ$	26.10	25.95	25.75	25.95	26.05
$h_v 135^\circ$	25.35	25.35	24.95	25.05	25.65
$h_p 180^\circ$	26.15	26.00	25.45	25.95	26.25
$h_v 225^\circ$	25.75	24.95	24.70	25.40	25.50
$h_p 270^\circ$	26.50	25.65	25.25	26.10	25.85
$h_v 315^\circ$	25.75	25.20	24.75	25.60	25.10

ตารางที่ 2 พบว่าค่าความสูงเฉลี่ยที่จุดสูงสุดของรอยติ่ง ( $h_{avg,p}$ ) และความสูงเฉลี่ยที่จุดต่ำสุดของรอยติ่ง ( $h_{avg,v}$ ) และเปอร์เซ็นต์การเกิดรอยติ่งของวัสดุเหล็กกล้าชนิด SPCC ในแต่ละชิ้น

ชิ้นที่	$h_{avg,p}$	$h_{avg,v}$	เปอร์เซ็นต์การเกิดรอยติ่ง(%)
1	26.22	25.52	2.74
2	25.95	25.25	2.77
3	25.67	24.93	2.95
4	26.07	25.36	2.80
5	26.07	25.46	2.40
	ค่าเฉลี่ย		2.73

ตารางที่ 3 พบว่าค่าความสูงที่จุดสูงสุดของรอยติ่ง ( $h_p$ ) และความสูงที่จุดต่ำสุดของรอยติ่ง ( $h_v$ ) จากกระบวนการดึงขึ้นรูปลีกของวัสดุอะลูมิเนียม ชนิด AA1100 ในแต่ละชิ้นเมื่อทำการวัดแล้ว

องศา	ความสูงของถ่ายทรงกระบวนการออกกลมของวัสดุอะลูมิเนียม AA1100 (mm)				
	ชิ้นงานที่ 1	ชิ้นงานที่ 2	ชิ้นงานที่ 3	ชิ้นงานที่ 4	ชิ้นงานที่ 5
$h_p 0^\circ, 360^\circ$	26.35	26.55	27.20	25.75	26.80
$h_v 45^\circ$	25.15	26.10	26.60	25.25	26.10
$h_p 90^\circ$	25.90	26.35	27.00	25.35	26.70
$h_v 135^\circ$	25.30	25.50	25.55	24.35	25.80
$h_p 180^\circ$	26.05	25.95	26.15	25.15	26.05
$h_v 225^\circ$	25.45	25.35	25.45	24.50	25.15
$h_p 270^\circ$	26.25	26.20	26.70	25.50	26.10
$h_v 315^\circ$	25.90	25.85	26.30	24.95	25.75

ตารางที่ 5 พบว่าค่าความสูงเฉลี่ยที่จุดสูงสุดของรอยติ่ง ( $h_{avg,p}$ ) และความสูงเฉลี่ยที่จุดต่ำสุดของรอยติ่ง ( $h_{avg,v}$ ) และเปอร์เซ็นต์การเกิดรอยติ่งของวัสดุอะลูมิเนียม ชนิด AA1100 ในแต่ละชิ้น

ชิ้นที่	$h_{avg,p}$	$h_{avg,v}$	เปอร์เซ็นต์การเกิดรอยติ่ง (%)
1	26.13	25.45	2.70
2	26.26	25.70	2.18
3	26.76	25.97	3.03
4	25.43	24.76	2.72
5	26.41	25.70	2.77
	ค่าเฉลี่ย		2.68



## 5. สรุปผลการวิเคราะห์

จากการทดลองดึงขึ้นรูปลีกชิ้นงานถ่ายทรงกระบอกกลมเพื่อหาเปอร์เซ็นต์การเกิดรอยติ่งของวัสดุทั้งสองชนิด คือ วัสดุอะลูมิเนียม ชนิด AA1100 และวัสดุเหล็กกล้า ชนิด SPCC โดยวัสดุทั้ง 2 ชนิดนี้ มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากัน 90 mm. และหนาเท่ากัน 1 mm. แรงสูงสุดที่ใช้ในการดึงขึ้นรูปเท่ากัน 5 ตัน ใช้เครื่องเพรสในการดึงขึ้นรูปสารหล่อลีนที่ใช้คือน้ำมันเครื่องเบอร์ SAE 40 จากการดึงขึ้นรูปลีกปรากฏว่าสามารถดึงขึ้นรูปชิ้นงานถ่ายทรงกระบอกกลมที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากัน 60 mm และสูง 24 mm เมื่อวัดความสูงที่รอยติ่งของชิ้นงานถ่ายทรงกระบอกกลมทั้งสามชนิดแล้วทำการหาเปอร์เซ็นต์การเกิดรอยติ่งอุบลฯ และสามารถสรุปผลการทดลองได้ดังนี้ คือ วัสดุเหล็กกล้าชนิด SPCC มีความสูงเฉลี่ยที่จุดสูงสุดของรอยติ่ง (Peak) เท่ากัน 26.22 mm และมีความสูงเฉลี่ยที่จุดต่ำสุด (Valley) เท่ากัน 24.93 mm มีเปอร์เซ็นต์เฉลี่ยของการเกิดรอยติ่งเท่ากัน 2.73 เปอร์เซ็นต์ วัสดุอะลูมิเนียมชนิด A1100 มีความสูงเฉลี่ยที่จุดสูงสุดของรอยติ่ง เท่ากัน 26.76 mm และมีความสูงเฉลี่ยที่จุดต่ำสุดเท่ากัน 24.76 mm มีเปอร์เซ็นต์การเกิดรอยติ่งเฉลี่ยเท่ากัน 2.84 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การเกิดรอยติ่งของวัสดุทั้ง 2 ชนิด จะเห็นได้ว่าวัสดุที่เกิดรอยติ่งมากที่สุดก็คือ เหล็กกล้า ชนิด SPCC ส่วนวัสดุที่เกิดรอยติ่งน้อยที่สุดก็คือ อะลูมิเนียม ชนิด AA1100

## 6. เอกสารอ้างอิง

- [1] วารุณี เปริมาวนนท์, “แม่พิมป์โลหะแผ่น”, สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), 2552.
- [2] ชั้วัตน์ ยิ่งสุขวัฒนา, สำราญ อินแนน, “การวิเคราะห์ผลกระทบของรัศมีด้านบนของแม่แบบและอัตราส่วนการดึงขึ้นรูปในกระบวนการดึงขึ้นรูปลีกโดยใช้ระบบวิชีไฟน์ต์อเลิมเม้นต์”, วิทยานิพนธ์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2549
- [3] สุรุ่ย ยะนิล, วิรช จิรเสาวภาคย์ และวิเชียร สิงห์ใหม่, “ศึกษาการเกิดรอยติ่งของกระบวนการดึงขึ้นรูปลีกถ่ายทรงกระบอกเนื่องจากสมบัติแอนไอโอโซไทรปิกของโลหะแผ่น”, การประชุมวิชาการเครือข่ายวิชากรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทยครั้งที่ 22, 15-17 ตุลาคม 2551 มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต.



# ទន្លេតាល់ពេទ្យអុទល់ភាគរំលែក លាស៊ីវិមារ្យ ផែនក្រោម







การจัดการเรียนการสอนรายวิชาการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า สาขาวิชาวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์  
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี โดยการประยุกต์ใช้แนวคิดการสอนน้อยแต่เรียนรู้มาก  
**The Instructional Practices of Electric Circuit Analysis, Field of Study  
Mechatronics Engineering Faculty of Industrial Education and Technology  
Using Application of Teach less, Learn more (TLLM)**

ศักดิ์ชัย ตันติวิวัฒน์

สาขาวิช่างกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลครีวิชัย

Email: sugchai.t@rmutsv.ac.th

### บทคัดย่อ

บทความนึกถ่วงถึงการจัดการเรียนการสอนแบบการสอนน้อยแต่เรียนรู้มากเป็นแนวคิดที่ปรับวิธีคิดเปลี่ยนวิธีเรียนของครูและผู้เรียนในรายวิชาการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า โดยการออกแบบการเรียนรู้จากการตั้งคำถามเพื่อให้ผู้เรียนคิดและสืบค้นข้อมูลเรียนรู้จากกิจกรรมโครงการงานหรือแบบฝึกหัด เพื่อฝึกให้ผู้เรียนมีทักษะการเรียนรู้ตลอดชีวิตแล้วให้ผู้เรียนสามารถท่องความคิดซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน ได้ มีการจัดกิจกรรมโดยให้ผู้เรียนทุกคนได้เรียนรู้ร่วมกันซึ่งครูออกแบบการเรียนรู้ให้ผู้เรียนเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล โดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ การเรียนรู้แบบสืบค้น การคิดขั้นสูง การสะท้อนความคิด เป็นต้น ผู้วิจัยได้มีการดำเนินการวิจัยเชิงสำรวจ โดยเครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูลสำหรับงานวิจัยนี้ เป็นแบบสอบถามพฤติกรรมการเรียน ผลการวิจัยพบว่า นักศึกษาจะเข้าชั้นเรียนอย่างสม่ำเสมอ มีส่วนร่วมในชั้นเรียนและมีความพึงพอใจในการเรียนรู้ มีแนวโน้มที่จะได้รับผลลัพธ์ที่ทางการเรียนสูงและให้ความสนใจสำหรับการประยุกต์การแก้ปัญหาในรายวิชาการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า ซึ่งสามารถสังเกตได้จากพฤติกรรมการเรียนของผู้เรียน ตลอดจนการสอบถามผลลัพธ์ที่ปลายภาคเรียน

**คำสำคัญ:** การสอนน้อยแต่เรียนรู้มาก การศึกษาในศตวรรษที่ 21 การวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า

### Abstract

*The article describes the Teach less, Learn more (TLLM) aims to teach the hearths and engage the mind of our learner in Electrical Circuit Analysis classroom to prepare them of life. It is about of classroom interaction, opportunities for expression, the learning of life-long skills and building of character through innovation and effective teaching approaches and strategies: "Student Center", "Inquiry Method", "Critical learning", and "Reflection Thinking". Researchers have conducted survey research with the tools used in this study. Learning behavior questionnaire was used for the study. The Result of the study showed, students regularly attended in class, participated in class and satisfied in learning are more likely to get a high academic achievement, and they were able to apply knowledge to solved the problem in electrical circuit which can observed from behavior of student and final results of the achievement.*

**Keyword:** Teach less, Learn more, Education in 21<sup>st</sup> Century, Electric Circuit Analysis.



## 1. บทนำ

การเรียนการสอนในศตวรรษที่ 21 ผู้สอนควรจัดการเรียนการสอนเพื่อให้ผู้เรียนนั้นมีทักษะหลักๆ 3 ด้าน คือ (1) ทักษะชีวิตและการทำงาน ประกอบด้วย ความยืดหยุ่นและการปรับตัว การเริ่มสร้างสรรค์และการเป็นตัวของตัวเอง ทักษะด้านสังคมและทักษะข้ามวัฒนธรรม การเป็นผู้สร้างหรือผลิต และรับผิดชอบเชื่อถือได้ ภาระการเป็นผู้นำ (2) ทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ประกอบด้วย ความคิดสร้างสรรค์ ด้านนวัตกรรม การคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา การสื่อสารระหว่างบุคคล (3) ทักษะด้านสารสนเทศ สื่อ และเทคโนโลยี ประกอบด้วย การใช้และประเมินสารสนเทศได้อย่างเท่าทัน วิเคราะห์และเลือกใช้สื่อได้อย่างเหมาะสม ใช้เทคโนโลยีใหม่อย่างมีประสิทธิภาพ และเพื่อให้กระบวนการเรียนรู้ต่างๆ ประสบผลสำเร็จจะต้องมีโครงสร้างพื้นฐาน 4 ด้าน เพื่อสนับสนุนการเรียนในศตวรรษที่ 21 คือ มาตรฐาน และการประเมินในยุคศตวรรษที่ 21 การพัฒนาครุผู้สอนในศตวรรษที่ 21 หลักสูตรการเรียนการสอนในศตวรรษที่ 21 และสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการเรียนรู้ โดย ศาสตราจารย์ นพ. วิจารณ์ พานิช กล่าวว่า "ความจริงสำหรับการเรียนการสอนที่สำคัญคือ ความรู้นั้นเยอะมาก ครุผู้สอนพยายามที่จะป้อนความรู้ทุกอย่างให้ผู้เรียน ซึ่งทำให้ผู้เรียนนั้นมีปัญหาในการเรียน ผลวิจัย พบว่า ครุผู้สอนไม่ควรสอนเยอะ สอนเฉพาะส่วนที่สำคัญ หลังจากนั้นผู้เรียนสามารถนำความรู้เหล่านั้นไปต่อยอดได้อ่องในภายหลัง" จากคำกล่าวแสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนการสอนต้องเปลี่ยนเพื่อพัฒนาการศึกษาไทย โดยเปลี่ยนเป้าหมายจาก ความรู้ ไปสู่ ทักษะ เปลี่ยนจากครุผู้สอนเป็นหลัก เป็น นักเรียน เป็นหลัก เรียนโดยการปฏิบัติ เรียกว่า Project Base Learning โดยใช้ทฤษฎีสนับสนุนการจัดการเรียนการสอน Teach less, Learn more [1]

แนวคิด Teach Less, Learn More (TLLM) เป็นแนวคิดการจัดการศึกษาของประเทศสาธารณรัฐสิงคโปร์ ภายใต้สัญลักษณ์ในการพัฒนาระบบการศึกษาที่กล่าวว่า Thinking Schools, Learning Nation (TSLN) ซึ่งต้องการให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในระบบการศึกษาเพื่อการจัดการศึกษาที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น ซึ่ง Thinking Schools เป็นวิสัยทัศน์ที่ต้องการให้โรงเรียนทุก

โรงเรียนจัดการศึกษาเพื่อพัฒนาให้ผู้เรียนเป็นนักคิด ส่วน Learning Nation เป็นวิสัยทัศน์ของการเรียนรู้ที่ต้องการให้ผู้เรียนมีความรู้ที่เพิ่มมากขึ้นเกี่ยวกับนวัตกรรมและความสามารถในการสร้างสรรค์เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตจริง นักจากนี้แนวคิด Teach Less, Learn More (TLLM) ยังมุ่งเน้นประสิทธิภาพในการจัดการเรียนการสอนที่ดีขึ้นและเป็นการเตรียมความพร้อมในการใช้ชีวิตของผู้เรียน ซึ่งต้องการเปลี่ยนจากการจัดการศึกษาในเชิงปริมาณไปสู่การจัดการศึกษาในเชิงคุณภาพ คือต้องการเพิ่มการจัดการศึกษาในเชิงคุณภาพ และลดการจัดการศึกษาในเชิงปริมาณซึ่งการเพิ่มการจัดการศึกษาในเชิงคุณภาพ คือ การเพิ่มการมีปฏิสัมพันธ์ในชั้นเรียนระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน การเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงความคิดของตนเอง ส่งเสริมทักษะการเรียนรู้ตลอดชีวิต และการใช้แนวการสอนหรือวิธีสอนที่มีประสิทธิภาพเพื่อทำให้ผู้เรียนประสบผลสำเร็จทางการเรียนรู้ [2]

ในส่วนของรายวิชาทางด้านวงจรไฟฟ้านั้นเป็นวิชาที่สำคัญสำหรับนักศึกษา สาขาวิชา วิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์ เพราะการนำความรู้ทางไฟฟ้าในหลากหลายวิชาไปใช้ในการทำงานด้านอุตสาหกรรมและเทคโนโลยีล้วนเป็นสิ่งจำเป็น จากการสำรวจปัญหาที่พบสำหรับการเรียนของผู้เรียนในปัจจุบันในรายวิชา วงจรไฟฟ้าซึ่งมีการคิดที่ต้องใช้การคำนวณเยอะ ทำให้ผู้เรียนนั้นรู้สึกว่าเรียนยากและทำให้ผู้เรียนนั้นขาดแรงจูงใจในการเรียนรายวิชาด้านวิศวกรรม เนื่องจากการเรียนการสอนด้านวิศวกรรมนั้นโดยทั่วไปแล้วเน้นเชิงตัวเลขเพียงอย่างเดียว

จากปัญหาดังกล่าวทุกความวิจัยนี้จะนำเสนอการจัดการเรียนการสอน ในรายวิชาการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า โดยการประยุกต์ใช้แนวคิดการสอนน้อยแต่เรียนรู้มาก (Teach Less, Learn More) และใช้วิธีสอนแบบ Project Base Learning (PBL) ซึ่งเป็นการเรียนการสอนที่มุ่งเตรียมผู้เรียนให้พร้อมรับมือกับการใช้ชีวิต มากกว่าจะเป็นการเรียนการสอนเพื่อทำข้อสอบ เป็นการสอนแบบที่เปลี่ยนจาก "ปริมาณ" มาเป็น "คุณภาพ" โดยการสอนที่มีประสิทธิผล นั้นมีวิธีการ (Approach) และกลยุทธ์ (Strategy) ที่ลอดปริมาณการเรียนรู้แบบท่องจำ (Rote-learning) การทดสอบซ้ำซาก (Repetitive test) และคำตอบที่มีสูตรตายตัว (Prescribed formula)



## 2. ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง [3], [4]

การทำวิจัยในครั้งนี้วิจัยได้สอบถามผู้เชี่ยวชาญ หาข้อมูล จาก Internet วารสารวิชาการ บทความวิจัย เพื่อนำมาเรียนเรียง และประมวลผลความคิดเพื่อหาลักษณะ/รูปแบบสำหรับการ จัดการเรียนการสอนในรายวิชาการวิเคราะห์ห่วงจรไฟฟ้า โดย การประยุกต์ใช้แนวคิดการสอนน้อยแต่เรียนรู้มาก รวมถึงการ ใช้กลยุทธ์ต่างๆ ในการสอน เพื่อตอบสนองวัตถุประสงค์ สำหรับการวิจัยดังต่อไปนี้

### วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- เพื่อศึกษาปัญหาและวิเคราะห์ปัญหาในการเรียนการสอนรายวิชาวิเคราะห์ห่วงจรไฟฟ้า
- เพื่อศึกษาและทดลองใช้การจัดการเรียนในรายวิชา วิเคราะห์ห่วงจรไฟฟ้าโดยวิธีสอนแบบบูรณาการร่วมกับการ ประยุกต์ใช้แนวคิด TLLM
- เพื่อศึกษาพฤติกรรมของนักศึกษาสาขาวิศวกรรมแม่ค้า ทั้งอนิสต์ที่เปลี่ยนแปลงหลังจากใช้วิธีสอนแบบ บูรณาการร่วมกับการประยุกต์ใช้แนวคิด TLLM

### ขอบเขตการวิจัย

- นักศึกษาสาขาวิศวกรรมแม่ค้าทั้งอนิสต์ที่ลงทะเบียน เรียนในรายวิชาวิเคราะห์ห่วงจรไฟฟ้า ในปีการศึกษาที่ 2/2556
- ประเมินนักศึกษาสาขาวิศวกรรมแม่ค้าทั้งอนิสต์ที่ ลงทะเบียนเรียนในรายวิชาวิเคราะห์ห่วงจรไฟฟ้า ในปีการศึกษา ที่ 2/2556 จากการสังเกตพฤติกรรม รวมถึงความกระตือรือร้น ในการเรียน

### 2.1 แนวคิดการสอนน้อยแต่เรียนรู้มาก

การสอนน้อยแต่เรียนรู้มากนั้นไม่ได้หมายความว่า ครูผู้สอนจะทำงานน้อยลง แต่ครูผู้สอนจะต้องทำงานมากยิ่งขึ้น เนื่องจากเพราะต้องคิดหาวิธีให้ผู้เรียนได้มากยิ่งขึ้น โดยครู สอนน้อยลง ครูจะต้องใช้การออกแบบการเรียนรู้จัดให้ผู้เรียน ทบทวนว่าในแต่ละกิจกรรมการเรียนรู้ผู้เรียนได้เรียนรู้อะไร และอย่างไรเพิ่มขึ้น

บทบาทของครูนอกจากสอนน้อยลง แล้วที่สำคัญ คือ ควร สอนเพื่อที่จะเป็นโดยครูต้องรู้ว่าตรงไหนควรสอนตรงไหนไม่ ควรสอนเพราะผู้เรียนเรียนรู้ได้ด้วยตัวเอง โดยครูออกแบบ กิจกรรมการสอนจากกิจกรรม PBL (Project Based Learning)

แล้วให้ผู้เรียนสะท้อนความคิด (Reflection Thinking) ว่าได้ เรียนรู้อะไรบ้างและซึ่งไม่ได้เรียนรู้อะไร จะทำให้ครูได้ทราบ ความแตกต่างของผู้เรียนว่าเรียนรู้ไม่เท่ากัน เพื่อครูจะได้นำมา ออกแบบการเรียนรู้ต่อ ครูจะทำหน้าที่สังเกตพฤติกรรมผู้เรียน เป็นรายบุคคล และอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ การ จัดการเรียนรู้แบบนี้ ผู้เรียนจะตื่นตัวและต้องเตรียมตัวตลอดเวลา ครูต้องออกแบบการเรียนรู้ให้มีบรรยากาศการเรียนรู้ในชั้นเรียน มีการจัดกิจกรรม โดยให้สามารถทุกคนได้เรียนรู้ร่วมกันเป็นการ เรียนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ (Student Center)

ความหมายคำว่า Teach less, Learn more (TLLM)

T = Teach, L = Less

L = Learn, M = More

TLLM เป็นการสอนโดยใช้การบรรยายน้อยลง มีการ แลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันระหว่างครูกับผู้เรียน ผู้เรียนกับผู้เรียน เพื่อการเตือนนำความรู้และประสบการณ์ไปใช้ใน ชีวิตประจำวัน ซึ่งจะทำให้เกิดความเข้าใจอย่างคงทนและยั่งยืน มากกว่าการสอนที่เน้นครูเป็นสำคัญ (Teacher Center) มาเป็น ผู้เรียนเป็นสำคัญ (Student Center) เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้อย่างมี ความหมายและมีความสุข โดยการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างครู กระตุ้นให้ผู้เรียนคิด ลืมเสาะหาข้อมูลมาตอบ (Inquiry Method) วางแผนคิดแนวทางการแก้ปัญหา กล้าเผชิญปัญหาเพื่อพัฒนา ทักษะชีวิตให้มีสุข

จุดมุ่งหมายของการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบ Teach less, Learn more (TLLM) มีจุดมุ่งหมายหลักๆ 2 ประการ คือ

- ให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยใจ ที่ความสุขที่จะเรียนรู้ เตรียมความรู้เพื่อนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน สาระสำคัญของ การศึกษา คือ ทำไม่ต้องสอน สอนอะไร และสอนอย่างไร
- เปลี่ยนแปลงจากการศึกษาเชิงปริมาณ (Quantity) ไปเป็น การศึกษาเชิงคุณภาพ (Quality) ที่มีการแลกเปลี่ยนความรู้และ ประสบการณ์ในชั้นเรียน เปิดโอกาสให้กล้าแสดงออก ที่ทักษะ การเรียนรู้ตลอดชีวิตและสร้างผ่านนวัตกรรมนำมาซึ่ง ประสิทธิผลของยุทธศาสตร์และวิธีสอน แทนการใช้ แบบทดสอบวัดเพียงอย่างเดียว

## 2.2 การออกแบบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

ผู้สอนสามารถออกแบบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการเรียนรู้ได้ดังต่อไปนี้

1. การจัดกิจกรรมอี่ออำนวยให้เกิดความรู้ จากแนวคิดพื้นฐานที่เชื่อว่า ในสมองผู้เรียนมิได้มีแต่ความว่างเปล่า แต่ทุกคนมีประสบการณ์เดิมอยู่แล้ว เมื่อได้รับความรู้ใหม่ผู้เรียนนั้นสามารถใช้มโนญาณเดิมกับความรู้ใหม่ด้วยกัน ได้ ผู้สอนสามารถออกแบบกิจกรรมโดยเปลี่ยนบทบาทจากที่เคยบอกความรู้โดยตรง ให้ผู้เรียนได้ลงมือกระทำ เปิดโอกาสให้ผู้เรียนแสดงความคิดเห็นความเข้าใจหรือให้เล่าถึงสิ่งที่ได้เรียนรู้

2. การจัดกิจกรรมอี่ออำนวยให้เกิดปฏิสัมพันธ์ เป็นการจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับบุคคลต่างๆ โดยการพูดกับเพื่อนหรือตัวผู้สอนเอง

3. การจัดกิจกรรมการอี่ออำนวยให้ผู้เรียนได้เคลื่อนไหวซึ่งจัดให้ผู้เรียนเคลื่อนไหวเป็นระยะๆ ตามความเหมาะสมโดยผู้สอนอาจต้องเน้น การปฏิบัติในการใช้เครื่องมือ

4. การจัดกิจกรรมที่อี่ออำนวยให้ผู้เรียนได้ใช้กระบวนการเช่นกระบวนการแสวงหาความรู้ กระบวนการกลุ่ม กระบวนการศึกษาด้วยตนเอง กระบวนการจัดการ กระบวนการแก้ปัญหาและตัดสินใจ เป็นต้น โดยผู้สอนอาจจัดกิจกรรมโดยการสร้างสถานการณ์หรือกำหนดให้ผู้เรียนหาข้อมูลหรือความรู้โดยใช้กระบวนการการดังกล่าวเป็นเครื่องมือ

5. การจัดกิจกรรมที่อี่ออำนวยต่อการประยุกต์ใช้เป็นการจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนนำความรู้ไปใช้ ผู้สอนอาจต้องแนะนำลักษณะการนำไปใช้งานหรือการประยุกต์ใช้กับงานประเภทไหนบ้างตามทัวร์เรื่องที่สอน หรืออาจเป็นการบอกเล่าถึงการนำความรู้พื้นฐานที่ได้ประยุกต์กับความรู้ขั้นสูงต่อไปก็เป็นได้

## 2.3 วิธีการสอนในรายวิชาด้านวิศวกรรมไฟฟ้า

การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนสำหรับวิชาด้านวิศวกรรมไฟฟ้าที่ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าขึ้น โดยส่วนใหญ่จะใช้กิจกรรมการสอนโดยใช้วิธีการสอนแบบบูรณาการซึ่งอาจจะประกอบด้วยวิธีสอนดังต่อไปนี้

1. การสอนแบบบรรยาย เป็นการสอนที่กล่าวถึงทฤษฎีในอดีตที่ผ่านมา ตลอดจนการคำนวณเชิงคณิตศาสตร์เพื่อหาคำตอบ

2. การสอนโดยใช้โปรแกรมจำลอง การใช้โปรแกรมจำลองนั้นสามารถสอนให้ผู้เรียนนั้นมองภาพประกายการณ์หรือผลตอบสนองด่างๆ ได้ และทำให้ผู้เรียนสามารถจำลองและคาดเดาสิ่งที่ต้องการทราบได้

3. การสอนโดยการวัดทดสอบจริง เป็นการฝึกทักษะการใช้เครื่องมือวัดรวมถึงการต่อวงจรไฟฟ้าเพื่อยืนยันคำตอบในการหาผลตอบสนอง/ผลเฉลยของวงจร

4. การสอนโดยใช้สื่อออนไลน์ เป็นอีกวิธีหนึ่งที่สามารถสอนให้ผู้เรียนได้ใช้เวลาว่างในการศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมนอกเหนือจากความเวลาเรียน

## 3. การประยุกต์ใช้แนวคิด TLLM สำหรับการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า

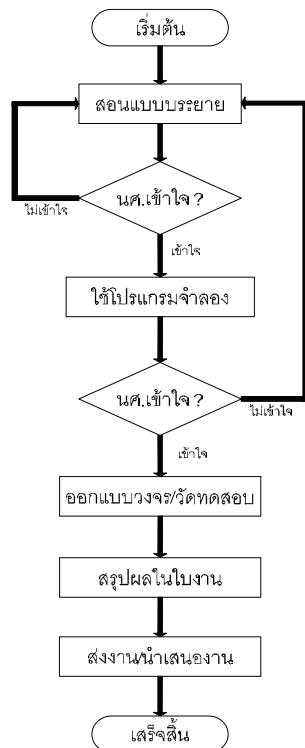
การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในรายวิเคราะห์วงจรไฟฟ้าที่ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าขึ้น ใช้แนวคิด TLLM เพื่อออกแบบกิจกรรมการสอน โดยใช้วิธีการสอนแบบบูรณาการตามทฤษฎีในหัวข้อที่ 2.3 ดังภาพที่ 1 และมีรูปแบบการจัดกิจกรรมที่สอดคล้องกับทฤษฎีในหัวข้อที่ 2.2 ซึ่งมีลักษณะการสอนหลักทั้งหมด 4 ขั้นตอน โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 การสอนโดยใช้วิธีบรรยาย ซึ่งการสอนในกระบวนการนี้จะเป็นการให้ข้อมูลหรือแนวทางแก่ผู้เรียนเพื่อให้รู้จักถึงพฤติกรรมของวงจรไฟฟ้าในรูปแบบต่างๆ รวมถึงการคำนวณค่าอุปกรณ์หรือตัวแปรต่างๆ ที่เกี่ยวข้องในการออกแบบ และผู้สอนจะต้องบอกรู้สึกประสัมพันธ์หรือประโยชน์ที่ได้จากการเรียนในหัวข้อนี้ โดยสื่อที่ใช้ประกอบด้วย กระดานดำ โปรแกรมนำเสนอ Mouse-pen หรือ Tablet เป็นต้น สำหรับกิจกรรมการสอนในขั้นตอนนี้จะใช้เวลาประมาณ 20-30 นาที ขึ้นอยู่กับหัวข้อที่ทำการสอนว่ามีความซับซ้อนเพียงใด

ขั้นตอนที่ 2 การสอนโดยใช้โปรแกรมจำลอง ซึ่งการสอนกระบวนการนี้จะเป็นการออกแบบ/วิเคราะห์วงจรทางไฟฟ้า ผู้สอนอาจจะเลือกใช้โปรแกรมจำลองที่มีความเหมาะสมตามหัวข้อ โดยผลการจำลองและผลตอบสนองของวงจรที่ได้นั้น เป็นข้อมูลที่สนับสนุนการสอนสำหรับภาคบรรยายขั้นตอนที่ 1 ซึ่งผลตอบสนองนี้จะเป็นส่วนของโคเมนทางเวลาหรือโคเมนทางความถี่ หรือผลตอบสนองสำหรับการประยุกต์ใช้งาน สำหรับกิจกรรมการสอนในขั้นตอนนี้ ผู้สอนไม่ได้เป็นผู้ให้



ข้อมูลทั้งหมดเพียงแค่ค้อยให้คำแนะนำ และอธิบาย ผลตอบสนองของอาจารย์ที่ผู้เรียนได้ทำการจำลอง ระยะเวลาที่ใช้ในการสอนโดยใช้โปรแกรมจำลองผู้สอนอาจด้องความคุณเวลา เพราะในบางครั้งผู้เรียนนั้นพยายามหาคำตอบให้สอดคล้องกับผลที่ได้จากการคำนวณ เนื่องจากการคำนวณค่าทางวิเคราะห์ไฟฟ้า ของผู้เรียนนั้นไม่สามารถบอกได้ว่าคำตอบนั้นถูกหรือผิด



ภาพที่ 1 การจัดการการเรียนการสอนในรายวิชาวิเคราะห์ทางไฟฟ้า

**ขั้นตอนที่ 3 การสอนโดยใช้การวัดทดสอบวิเคราะห์ ซึ่งการสอนกระบวนการนี้จะเป็นกระบวนการต่อทัดลองของกระบวนการ น้อมถอดทดสอบรวมถึงการใช้เครื่องมือวัดในการวัดทดสอบเพื่อเปรียบเทียบกับผลที่ได้จากการคำนวณและการจำลอง หากผลที่ได้สอดคล้องกับการจำลองแสดงว่าทั้งสองกระบวนการในการออกแบบนั้นถูกต้องตามหลักทฤษฎีทางวิศวกรรมไฟฟ้า สำหรับกิจกรรมขั้นตอนในการสอนนี้ ผู้เรียนได้ฝึกทักษะอย่างเต็มที่ เนื่องจากการวัดทดสอบนั้นเป็นคำตอบสุ่มที่ขึ้นอยู่กับผู้เรียนนั้นทำการวิเคราะห์/ออกแบบมาถูกหรือผิด หากผลที่ได้ไม่สอดคล้องผู้เรียนจะสามารถสะท้อนแนวคิดในการหาคำตอบด้วยตนเอง โดยที่ผู้สอนค่อยให้คำแนะนำสำหรับผู้เรียนที่ยังหาคำตอบในการวิเคราะห์ไม่ได้เท่านั้น**

**ขั้นตอนที่ 4 การสรุปผลและส่งงาน อาจจะต้องใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ช่วยสำหรับการส่งเอกสารงานที่ได้รับมอบหมาย เช่น ทางอีเมล์, LMS หรือช่องทางอื่นที่ผู้เรียนสามารถส่งได้ หรืออาจเป็นการแชร์ไฟล์เพื่อให้ผู้สอนนั้นสามารถเข้าไปตรวจงานได้ เช่น Google Drive, Drop Box ฯลฯ เพื่อลดการสูญเสียข้อมูลด้วย ขั้นตอนนี้ผู้เรียนในกลุ่มก่อหรือกลุ่มที่มีความรับผิดชอบสูง อาจจะทำงานเสริมและส่งทันเวลาตามที่ผู้สอนกำหนด นอกจากนี้ผู้สอนควรชี้แจงการวัดประเมินผลในรายวิชาอย่างชัดเจน เช่น บริษัทงานที่ต้องส่งกำหนดระยะเวลาส่งงาน หรือรูปแบบการส่งงานเป็นต้น**

#### 4. ผลจากการสอนตามเชิงสำรวจ

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อศึกษาพฤติกรรมการเรียนของนักศึกษาประจำปีการศึกษา 2/2556 จำนวน 23 คน โดยมีรายละเอียดและผลดังตารางที่ 1 และตารางที่ 2

ตารางที่ 1 การวัดพฤติกรรมการเรียนภายนอก

พฤติกรรมการเรียนภายนอก (ความสัมภានด)	ล่ามลี่ย์	ส่วนผู้ช่วยสอน มาตรฐาน	ระดับความเหมาะสม
การเข้าชั้นเรียนครบทุกวัน	4.39	0.78	บ่อบ
การเข้าชั้นเรียน	4.43	0.66	บ่อบ
การใช้เวลาว่างในอ่านหนังสือทางวิชาที่เรียน เพื่อเตรียม	3.57	0.79	บ่อบ
การซักถาม/ตอบค่าจ้างในชั้นเรียน	3.70	0.88	บ่อบ
ความตั้งใจในการเข้าชั้นเรียน	4.00	0.80	บ่อบ
งานบ้านที่ต้องเรียนรู้สำหรับรับการสอน	3.83	0.83	บ่อบ

0.00-1.50 บ่อบ, 1.51-2.50 บีบ่อบ, 2.51-3.50 บานครั้ง, 3.51-4.50 บ่อบ, 4.51-5.00 บ่อบมาก

ตารางที่ 2 การวัดพฤติกรรมการเรียนภายใน

พฤติกรรมการเรียนภายใน (ความสัมภាន)	ล่ามลี่ย์	ส่วนผู้ช่วยสอน มาตรฐาน	ระดับความเหมาะสม
ความตื่นตัวในในการเรียน	4.48	0.59	ดี
การตั้งใจฟังอาจารย์ในการเรียน	4.43	0.51	ดี
แนะนำใจในการเรียน	4.39	0.78	ดี
การมีส่วนร่วมในการเรียน	4.04	0.64	ดี

0.00-1.50 บ่อบมาก, 1.51-2.50 บีบ่อบ, 2.51-3.50 บานครั้ง, 3.51-4.50 ดี, 4.51-5.00 ดีมาก

ผลการวัดพฤติกรรมการเรียนทั้งภายในและภายนอก พบว่า นักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชาวิเคราะห์ทางไฟฟ้า ประจำปีการศึกษา 2/2556 มีระดับพฤติกรรมอยู่ในเกณฑ์ที่ดีแต่ มีหัวข้อบางประดิษฐ์เด็นนั้นยังต้องมีการแก้ไขคือ การทบทวนเนื้อหาเพิ่มเติมและการมีส่วนร่วมในการเรียน ควรมีการพัฒนาการจัดการเรียนการสอนหรือรูปแบบในการเรียนให้ดีขึ้นต่อไป



## 5. สภาพการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาการวิเคราะห์ท่วงไฟฟ้า

หัวข้อนี้จะกล่าวถึงการใช้กระบวนการจัดการเรียนการสอนโดยใช้แนวคิดการสอนน้อยแต่เรียนรู้มาก เพื่อประยุกต์ใช้กับการเรียนการสอนในรายวิชาการวิเคราะห์ท่วงไฟฟ้า สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมแม่ค่าทรอนิกส์ คณะครุศาสตร์ อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย ซึ่งได้ผสมผสานกับลักษณะการสอนทางวิชากรรม ที่ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้า (ตามหัวข้อที่ 2) และคาดว่า เป็นกิจกรรมการสอนที่เหมาะสมกับการเรียนรู้ทางด้านวิชากรรม ซึ่งผลที่ได้จากการทดลองนี้เป็นภาพที่สื่อถึงสภาพการจัดการเรียนการสอนที่เกิดขึ้นจริงดังภาพที่ 2 ถึงภาพที่ 5



ภาพที่ 2 กิจกรรมในขั้นตอนการคำนวณหลังจากฟังการบรรยาย



ภาพที่ 3 กิจกรรมในขั้นตอนการใช้โปรแกรมจำลอง



ภาพที่ 4 กิจกรรมในขั้นตอนการวัดทดสอบ

จากพฤติกรรมในภาพที่ 2-4 นั้นแสดงให้เห็นถึงการจัดการเรียนการสอนโดยใช้แนวคิดการสอนน้อยแต่เรียนรู้มากเป็นกระบวนการที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญซึ่งทำให้ผู้เรียนสามารถมีกิจกรรมการเรียนร่วมกันและยังมีแรงจูงใจสำหรับการเรียนในวิชาที่มีการคำนวณเยอะ

อย่างไรก็ตามการจัดการเรียนการสอนโดยใช้กระบวนการการสอนแบบการสอนน้อยแต่เรียนรู้มากยังจำเป็นต้องมีครุผู้สอนอยู่ให้คำปรึกษาเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนา

ความคิดของผู้เรียนให้เป็นการเรียนรู้แบบบูรณาการยังสามารถควบคุมชั้นเรียนได้ง่าย กล่าวคือผู้สอนสามารถแก้ปัญหาการเรียนให้แก่ผู้เรียนเฉพาะกลุ่มที่มีปัญหาการเรียนได้โดยแสดงการควบคุมชั้นเรียนได้ดังภาพที่ 5 ซึ่งมีการแก้ไขจากปัญหาความแตกต่างของระดับความรู้ของผู้เรียน



ภาพที่ 5 การจัดการเรียนการสอนโดยมีผู้สอนแนะนำให้ความรู้รายกลุ่ม

## 6. สรุปผลการวิจัย

การวิจัยโดยการจัดการเรียนการสอนโดยใช้แนวคิดการสอนน้อยแต่เรียนรู้มากนั้นเป็นกระบวนการหนึ่งที่สามารถแก้ไขปัญหาการเรียนการสอนด้านพฤติกรรมการเรียนในรายวิชาด้านวิชากรรมได้เป็นอย่างดี ซึ่งการนำกระบวนการประยุกต์ใช้กับการวิเคราะห์ท่วงไฟฟ้านี้ พบว่าผลการทดลองเมื่อใช้กับกลุ่มนักศึกษาสาขาวิชาวิชากรรมแม่ค่าทรอนิกส์ สามารถแสดงให้เห็นจากภาพลักษณะพฤติกรรมของผู้เรียนที่มีแรงจูงใจและความตั้งใจในการเรียน ซึ่งสามารถนำผลจากการจัดการเรียนการสอนนี้ไปประยุกต์ใช้กับรายวิชาอื่นต่อไปในอนาคต

## 7. การเขียนเอกสารอ้างอิง

### [1] สืบสันจาก

<http://www.youtube.com/watch?v=tE32HERiEs4> วิจารณ์ พานิช.การเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 27 กันยายน 2557

- [2] เวชฤทธิ์ อังกันะภัทรชร. การประยุกต์ใช้แนวคิด Teach Less, Learn More (TLLM) ในการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ Application of Teach Less, Learn More to Learning Management in Mathematics Classroom จากรายสารศึกษาศาสตร์ ปีที่ 23 ฉบับที่ 1 เดือนตุลาคม 2554 - มกราคม 2555
- [3] พิษนา แย้มมณี ศาสตร์การสอน : องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ พิมพ์ครั้งที่ 13 กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- [4] จันทร์ชลี มหาพุทธ. สอนน้อยเรียนมาก Teach less, Learn more จากการสารศึกษาศาสตร์ ปีที่ 23 ฉบับที่ 2 เดือนกุมภาพันธ์ – พฤษภาคม 2555



## การพัฒนาชุดสื่อการเรียนการสอนสำหรับการออกแบบระบบแก้เพาเวอร์เฟคเตอร์ Development of The Instructional Media For Power Factor System Design

ไพบูล คงเรือง และ สมมารถ ขำเกลียง

โปรแกรมวิชาอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม  
มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร อำเภอเมือง จังหวัดสกลนคร 90000

e-mail: paisan-714@yahoo.com, khamkleang@gmail.com

### บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและทดสอบชุดสื่อการเรียนการสอนสำหรับวิชาออกแบบระบบไฟฟ้าเรื่องໂໂລດ R,L,C การแก้เพาเวอร์เฟคเตอร์ และกระแสในสายนิวตรอล วิธีการดำเนินงานประกอบไปด้วย การศึกษาความร่วมข้อมูล ออกแบบ โครงสร้างและวางแผนการทำงาน สร้างและทดสอบ เก็บข้อมูลจากการทดลอง จากการทดลองวัดค่าด้วยเครื่องวัดวิเคราะห์คุณภาพไฟฟ้าในการทดลองของໂໂລດประเภทความต้านทาน ความหนึ่งวัน และตัวเก็บประจุ พบว่าสามารถใช้วัดค่าแรงดัน ค่ากระแส ค่ากำลังไฟฟ้าจริง ค่ากำลังไฟฟ้าปรากฏ ค่ากำลังไฟฟ้าเรียกที่ค่าพาวอร์เฟคเตอร์ และค่ากระแสในสายนิวตรอล ตามในงานการทดลองที่ได้จัดทำขึ้น และมีผลถูกต้องสอดคล้องกับทฤษฎี ซึ่งสามารถนำชุดสื่อการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นนี้ไปใช้ในรายวิชาการออกแบบระบบไฟฟ้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ

**คำสำคัญ:** ชุดสื่อ การออกแบบระบบไฟฟ้า เพาเวอร์เฟคเตอร์

### Abstract

The objectives of the research entitled "Development of Instruction Media for Electrical Design Course" was to study the R,L,C loads for regulation of power factor and the electrical current in the neutron line and to create the instructional kits for teaching the electrical design course. The research involved the study of resistive, inductive and capacitive loads for use in the teaching and experiments. Experiments utilized measurement devices for analysis of the electrical power for resistive, inductive and capacitive loads in measuring voltage, electric current, reactive power, true power, apparent power, power factor and current in the neutron line. Three worksheets accompanying the experiments included the sheet on RL loads, regulation of power factor and current in the neutron line. Each worksheet was meant for testing understanding of learners after they have been taught with the instruction media for electrical design course.

**Keyword:** Instructional Media, Electrical System Design, Power Factor

## 1. บทนำ

สื่อการเรียนการสอน นับเป็นองค์ประกอบที่สำคัญมาก ประการหนึ่งในกระบวนการเรียนการสอนนอกเหนือจากตัวผู้สอน ผู้เรียน และเทคนิคชีวิตรต่าง ๆ บทบาทของสื่อการเรียนการสอนก็คือ เป็นตัวกลางหรือพาหนะ หรือเครื่องมือ หรือช่องทางที่ใช้นำเรื่องราว ข้อมูลความรู้หรือสิ่งของกล่าวของผู้ส่งสารหรือผู้สอนไปสู่ผู้รับหรือผู้เรียน เพื่อทำให้การเรียนรู้หรือการเรียนการสอนบรรลุผลสำเร็จตามวัตถุประสงค์ หรือจุดมุ่งหมายที่วางไว้ได้เป็นอย่างดี สื่อการเรียนการสอน ได้รับการพัฒนาอย่างต่อเนื่องสอดคล้องกับการพัฒนาทางด้านเทคโนโลยีด้านต่าง ๆ จากสื่อพื้นฐานซึ่งเป็นภาษาพูดหรือเขียน ถึงปัจจุบันสื่อมีหลากหลายประเภท หลากหลายแบบ ให้ผู้สอนได้พิจารณาเลือกใช้ตามความเหมาะสมของสื่อแต่ละประเภทที่มีคุณลักษณะหรือคุณสมบัติเฉพาะตัวของมันเองนี่องจากความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีเป็นไปอย่างรวดเร็ว เป็นเหตุให้ผู้สอนสถาบันอาชีวะและเทคนิคศึกษาต้องประสบปัญหาอย่างมาก ในการที่จะทำให้ผลการเรียนการสอนบรรลุเป้าหมายอยู่เสมอ การที่จะให้ผู้สำเร็จการศึกษาในแต่ละวิชาได้ออกไปปฏิบัติงานเป็นช่างเทคนิคที่มีทักษะจริง ๆ นั้นย่อมไม่สามารถเป็นไปได้ด้วยการเด่าเรียนในช่วงระยะเวลาสั้น ๆ แต่ผู้สอนจะต้องเลือกใช้สื่อที่มีความสำคัญของการที่จะต้องมีเวลาเพียงพอสำหรับทำความคุ้นเคยกับวัสดุเครื่องมือหรืออุปกรณ์ต่าง ๆ ตลอดจนการเรียนรู้ถึงขั้นตอนหรือวิธีการดำเนินงานต่าง ๆ ในสาขาวิชานั้น ๆ หากลำดับขั้นตอนที่เกิดขึ้นในกระบวนการทางเทคนิคยังซับซ้อนมากเท่าไหร่ การถ่ายทอดความรู้ในชั้นเรียนก็ยังเพชิญกับอุปสรรคมากขึ้นเท่านั้น [1] เนื่องจากการเรียนวิชาการออกแบบระบบวงจรไฟฟ้า เรื่องการออกแบบระบบการแก้เพาเวอร์เฟกเตอร์มีสมการในการคำนวณที่ซับซ้อน มีแต่ภาคทฤษฎีเพียงอย่างเดียว ทำให้ผู้เรียนไม่เข้าใจในเนื้อหาการเรียน และผู้เรียนอาจเกิดความเบื่อหน่ายในการเรียน ทำให้ผู้เรียนไม่สนใจในเนื้อหาหนึ่น ๆ

จากความเป็นมาและสภาพปัจจุบันดังกล่าว ผู้วิจัยจึงพัฒนาชุดสื่อการเรียนการสอนเพื่อให้ผู้เรียนได้ศึกษาเกี่ยวกับ เรื่องระบบไฟฟ้าโอลด์ R,L,C การแก้เพาเวอร์เฟกเตอร์ และกระแสที่ไหลในสายนิวทรอล เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจได้ง่าย และ

ได้ฝึกทักษะในการปฏิบัติจากอุปกรณ์จริง สถานการณ์จริง ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนมีความเข้าใจและมีประสิทธิภาพในการเรียนมากขึ้น

### 1.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อพัฒนาชุดสื่อการเรียนการสอน เรื่องโอลด์ R,L,C การแก้เพาเวอร์เฟกเตอร์ และกระแสในสาย นิวทรอล

### 1.2 ขอบเขตของการทำวิจัย

1.2.1 ใช้เป็นสื่อการเรียนการสอน เกี่ยวกับโอลด์ R,L,C การแก้เพาเวอร์เฟกเตอร์ และกระแสในสายนิวทรอล

1.2.2 โอลด์ที่ใช้เป็นโอลด์ R,L,C ประกอบด้วย หลอดทั้งสตeten ขาโลจิ โมเตอร์ 3 เฟส และคาปซิเตอร์

1.2.3 ใช้คาปซิเตอร์ขนาด 5 kVAR และ 7.5 kVAR ในการแก้ค่าเพาเวอร์เฟกเตอร์

## 2. การพัฒนาชุดสื่อ

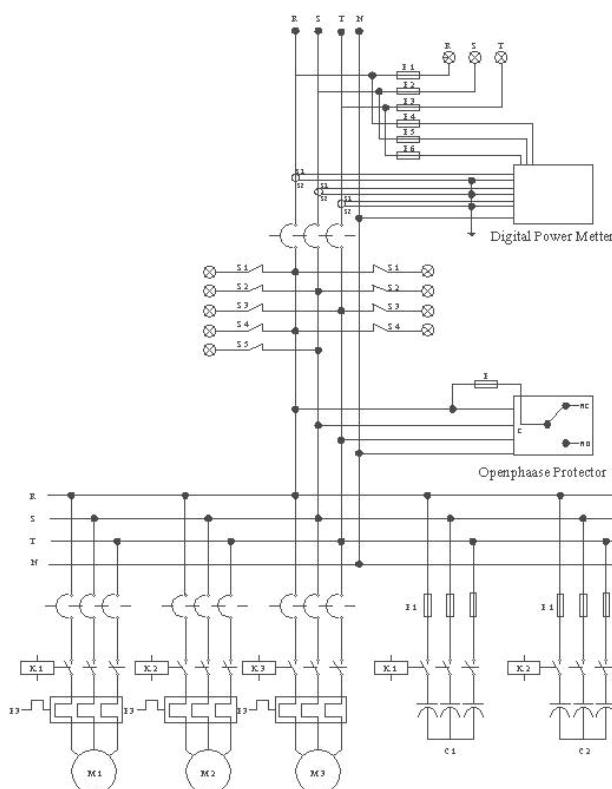
การพัฒนาชุดสื่อการออกแบบระบบแก้เพาเวอร์เฟกเตอร์ โดยการเริ่มต้นจากการศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องทั้งหมด หลังจากนั้นมาทำการออกแบบโครงสร้างและวางแผนการทำงาน ทำการสร้างชิ้นงาน ทดลองการทำงานและปรับปรุงแก้ไข

### 2.1 การออกแบบ

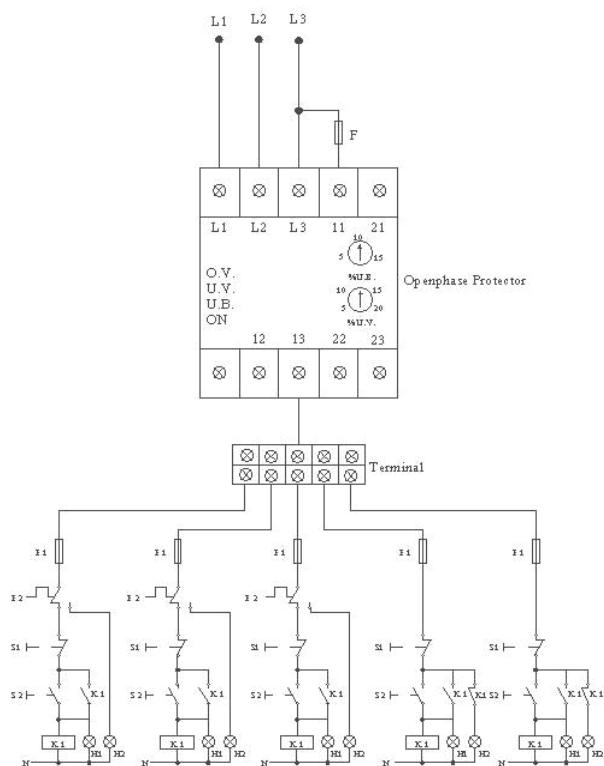
วงจรกำลังของโอลด์ทั้งหมด [2-5] แสดงดังภาพที่ 1 และในภาพที่ 2 จะแสดงวงจรควบคุมมอเตอร์และคาปซิเตอร์ ซึ่งการออกแบบวงจรทั้งหมดนี้จะถูกนำไปใช้ในการต่อวงจรภายในชุดสื่อที่พัฒนาขึ้น

### 2.2 การออกแบบโครงสร้าง

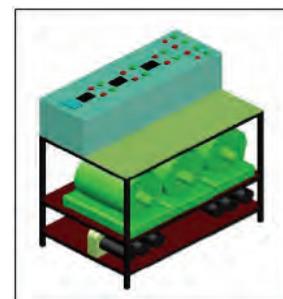
จากภาพที่ 3 แสดงโครงสร้าง 3 มิติ ของชุดได้ความคุณในมุมของโครงสร้างโดยรวม ฐานชั้นล่างสุดเป็นตำแหน่งที่ติดตั้งคาปซิเตอร์ ฐานชั้นกลางตำแหน่งติดตั้งมอเตอร์ 5 แรงม้า จำนวน 3 ตัว และชั้นบนสุดคือตู้ควบคุมมอเตอร์และคาปซิเตอร์



ภาพที่ 1 : วงจรกำลังของไฟหลอดทั้งหมด



ภาพที่ 2 : วงจรควบคุมมอเตอร์และภาชนะต่อ



ภาพที่ 3 : การออกแบบโครงสร้าง

### 2.3 การพัฒนา

การพัฒนาชุดสื่อการเรียนการสอน จะประกอบไปด้วย เครื่องมือวัดทางไฟฟ้าได้แก่ Digital Multimeter เพื่อวัดค่า V, I, P, Q, S และ P.F อุปกรณ์ทางไฟฟ้าประกอบด้วยโหลดความต้านทาน ใช้หลอดไฟฟ้าแสงสว่าง โหลดความหนาแน่น นำ ใช้ ไมเตอร์ไฟฟ้า และ โหลดความจายใช้ตัวภาชนะต่อ โดยมีสวิตช์เป็นตัวควบคุมหลอดแสงสว่าง สำหรับมอเตอร์และตัวเก็บประจุจะใช้แมกнетิกคอนแทกเตอร์เป็นตัวควบคุมในการเปิดปิด โดยมีการคำนวณขนาดของสายตัวนำ อุปกรณ์การป้องกันตามขนาดของอุปกรณ์ไฟฟ้า [5-8] และติดตั้งกล้องวงจรปิดส่องไฟยัง Power Meter และต่อไฟยังไฟฟ้าเพื่อทดสอบผล ทดสอบไฟยังระบบหน้าห้องเรียน เพื่อให้สะดวกต่อการเรียนการสอน

### 2.4 การทดสอบ

การทดสอบสื่อที่พัฒนาขึ้น โดยใช้เครื่องมือวัดวิเคราะห์คุณภาพไฟฟ้า ยี่ห้อ Fluke 434 ทำการวัดค่าทางไฟฟ้าต่างๆดังนี้ ค่าแรงดัน ค่ากระแส ค่ากำลังไฟฟ้าจริง ค่ากำลังไฟฟ้าปกติ ค่ากำลังไฟฟ้าเรียก ค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ และค่ากระแสในสายนิวเคลียล เพื่อบันทึกลงในตารางการทดลอง และเปรียบเทียบค่าที่วัดได้กับค่าที่อ่านตามที่ออกแบบไว้หรือไม่ เพื่อที่จะได้ปรับปรุงแก้ไขต่อไป แสดงดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 : การทดสอบชุดสื่อการออกแบบระบบไฟฟ้า

### 3. ผลการวิจัย

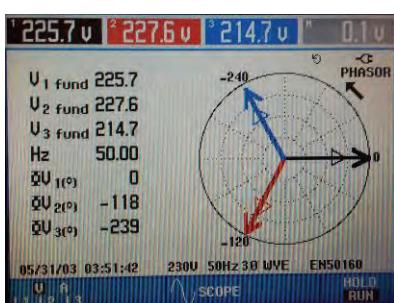
การทดสอบชุดสื่อที่พัฒนาขึ้น จะใช้เครื่องมือวัดวิเคราะห์คุณภาพไฟฟ้า ยี่ห้อ Fluke 434 สำหรับการทดสอบ แสดงในตารางที่ 1 ถึงตารางที่ 5 มีรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 1 : การวัดค่าโภคประเกทความด้านท่าน

ชนิดของโภค	$I_A$	$I_B$	$I_C$	$P$	$Q$	$S$	$p.f$	$\theta$
RT	4.20	4.20	4.20	2.73	0	2.73	1	0

\*RT=หลอดทั้งสี่เด่นอาโลเจนจำนวน 3 หลอด

จากตารางที่ 1 เป็นการบันทึกค่ากระแสไฟฟ้าในแต่ละเฟส ค่ากำลังไฟฟ้าจริง ค่ากำลังไฟฟ้าปรากฏ และค่ากำลังไฟฟารีแอคทิฟ จากการวัดค่าโภคประเกทความด้านท่าน ประกอบด้วยหลอดทั้งสี่เด่นอาโลเจน ขนาด 1,000 W จำนวน 3 หลอด เฟสละ 1 หลอด ทำการปิดสวิทช์กัน ผลการทดสอบพบว่า มีค่ากระแสในแต่ละเฟสเท่ากันคือ 4.2 A ค่ากำลังไฟฟ้าจริง (P) มีค่าเท่ากับ 2.73 kW มีค่ากำลังไฟฟ้าสมมูลเท่ากับ 0 kVAR ดังนั้นค่ากำลังไฟฟ้าปรากฏ (S) จะมีค่าเท่ากับ 2.73 kVA มีค่าเพาเวอร์เฟคเตอร์เท่ากับ 1 มีมุนระห่วงกระแสกับ แรงดันเท่ากับ 0 องศา แสดงในภาพที่ 5 ดังนั้นคุณสมบัติของวงจรที่มีโภคประเกทความด้านท่าน เป็นอย่างเดียว กระแส และแรงดันจะอินเฟสกัน โภคประเกทนี้จะใช้เฉพาะ กำลังไฟฟ้าจริงหรือ P เพียงอย่างเดียวในทางเฟสเซอร์กระแสไฟฟ้า และแรงดันจะร่วมเฟสกันทำให้องค์ประกอบ กำลังเป็น 1



ภาพที่ 5 : เฟสเซอร์ของโภคประเกทความด้านท่าน

ตารางที่ 2 : การวัดค่าโภคประเกทความหนี่ยวนำ

Load	$I_A$	$I_B$	$I_C$	$P$	$Q$	$S$	$p.f$	$\theta$
M	10.2	11.7	10.7	0.94	7.36	7.4	0.12	42.3

M = มอเตอร์

จากตารางที่ 2 เป็นการบันทึกค่ากระแสไฟฟ้าในแต่ละเฟส ค่ากำลังไฟฟ้าจริง ค่ากำลังไฟฟ้าปรากฏ และค่ากำลังไฟฟารีแอคทิฟ จากการวัดค่าโภคประเกทความหนี่ยวนำ ประกอบด้วยมอเตอร์ 3 เฟส ขนาด 3 แรงม้าจำนวน 3 ตัว ผลการทดสอบพบว่า มีค่ากระแสในเฟส A มีค่าเท่ากับ 10.2 A เฟส B เท่ากับ 11.7 A และเฟส C เท่ากับ 10.7 A ค่ากำลังไฟฟ้าจริง (P) มีค่าเท่ากับ 0.94 kW มีค่ากำลังไฟฟ้าสมมูลเท่ากับ 7.36 kVAR ดังนั้นค่ากำลังไฟฟ้าปรากฏ (S) จะมีค่าเท่ากับ 7.4 kVA มีค่าเพาเวอร์เฟคเตอร์เท่ากับ 0.12 มีมุนระห่วงกระแสกับ แรงดันเท่ากับ 42.3 องศา แสดงในภาพที่ 6 ซึ่งโภคประเกทนี้จะใช้ทั้งกำลังไฟฟ้าจริง(P) และกำลังไฟฟารีแอคทิฟ ซึ่งจะทำให้กระแสไฟฟ้าล้าหลังแรงดัน



ภาพที่ 6 : เฟสเซอร์ของโภคประเกทความหนี่ยวนำ

ตารางที่ 3 : การวัดค่าโภคประเกทตัวเก็บประจุ

Load	$I_A$	$I_B$	$I_C$	$P$	$Q$	$S$	$p.f$	$\theta$
C	17.7	17.7	17.7	0	12.2	12.2	0	90

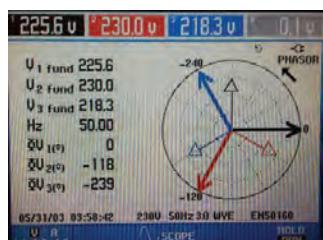
C = ตัวเก็บประจุ

จากตารางที่ 3 เป็นการบันทึกค่ากระแสไฟฟ้าในแต่ละเฟส ค่ากำลังไฟฟ้าจริง ค่ากำลังไฟฟ้าปรากฏ และค่ากำลังไฟฟารีแอคทิฟ จากการวัดค่าโภคประเกทความจุ ประกอบด้วยตัวเก็บประจุจำนวน 2 ตัว ขนาด 5 kVAR และ 7.5 kVAR ผลการทดสอบพบว่า มีค่ากระแสในเฟส A เฟส B และเฟส C เท่ากับ



17.7 A ค่ากำลังไฟฟ้าจริง (P) มีค่าเท่ากับ 0 kW มีค่ากำลังไฟฟ้า เสมือนเท่ากับ 12.2 kVAR ดังนั้นค่ากำลังไฟฟ้าปรากฏ (S) จะมี ค่าเท่ากับ 12.2 kVA มีค่าเพาเวอร์เฟคเตอร์เท่ากับ 0 มีมุม ระหว่างกระแสกับแรงดันเท่ากับ 90 องศา แสดงในภาพที่ 7

เนื่องจากเป็นโหลดชนิด 3 เฟส ทำให้โหลดเกิดสภาวะ สมดุลจึงทำให้มีกระแสไฟลอกเท่ากัน จะเห็นว่าโหลดประเภท C เพียงอย่างเดียว จะใช้ทั้งกำลังไฟฟ้าจริง และกำลังไฟฟ้าด้าน กลับซึ่งจะทำให้กระแสไฟฟ้านำหน้าแรงดัน



ภาพที่ 7 : เฟสเซอร์ของโหลดประเภทด้านกึ่งประจุ

ตารางที่ 4 : การวัดค่าตัวประกอนกำลังทางไฟฟ้า

Load	$I_A$	$I_B$	$I_C$	P	Q	S	P.F	$\cos \theta$
RT+M1+ M2	8.2	8.9	8.1	3.47	4.47	5.7	0.6	52.4
RT+M1+ M2+C (5kVAR)	5.5	5.6	4.5	3.47	0.21	3.5	0.9	11.5

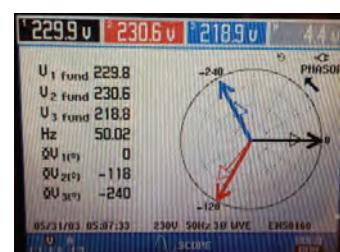
\*RT=โหลดทั้งสตเดนชาโอลจ์จำนวน 3 โหลด

จากตารางที่ 4 เป็นการวัดค่าตัวประกอนกำลังไฟฟ้าก่อน ปรับปรุงและหลังปรับปรุงค่าตัวประกอนกำลังไฟฟ้า โดยมี โหลดประเภทความด้านทันทัน ที่เป็นโหลดทั้งสตเดนชาโอลจ์ จำนวน 3 โหลด และโหลดประเภทความเหนี่ยวนำ ที่เป็น นอเตอร์ (M1) ขนาด 3 แรงม้า จำนวน 2 ตัว จะเห็นได้ว่าก่อน ปรับปรุงค่าตัวประกอนกำลังไฟฟ้า ค่ากระแสของเฟส A มี กระแส 8.2 A เฟส B มีกระแส 8.9 A และเฟส C มีกระแส 8.1 A ค่ากำลังไฟฟ้าจริง (P) มีค่าเท่ากับ 3.47 kW มีค่า กำลังไฟฟ้าเสมือนเท่ากับ 4.47 kVAR ดังนั้นค่ากำลังไฟฟ้า ปรากฏ (S) จะมีค่าเท่ากับ 5.71 kVA มีค่าเพาเวอร์เฟคเตอร์ เท่ากับ 0.61 มีมุมระหว่างกระแสกับแรงดันเท่ากับ 52.4 แสดง ในภาพที่ 8

หลังจากการแก้ค่าเพาเวอร์เฟคเตอร์ด้วย C1ขนาด 5 kVAR จะเห็นได้ว่าค่ากระแสในแต่ละเฟสจะลดลง โดยเฟส A มี กระแส 5.5 A เฟส B มีกระแส 5.6 A และเฟส C มีกระแส 4.5 A ค่ากำลังไฟฟ้าจริง (P) มีค่าเท่ากับ 3.47 kW มีค่ากำลังไฟฟ้า เสมือนเท่ากับ 0.21 kVAR ดังนั้นค่ากำลังไฟฟ้าปรากฏ (S) จะ มีค่าเท่ากับ 3.5 kVA มีค่าเพาเวอร์เฟคเตอร์เท่ากับ 0.98 มีมุม ระหว่างกระแสกับแรงดันเท่ากับ 11.5 แสดงในภาพที่ 9



ภาพที่ 8 : เฟสเซอร์ของโหลดก่อนปรับปรุงแก้ค่าเพาเวอร์เฟคเตอร์



ภาพที่ 9 : เฟสเซอร์ของโหลดหลังปรับปรุงแก้ค่าเพาเวอร์เฟคเตอร์

สาเหตุเพราค่าปานิชเตอร์ เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ทำหน้าที่ ปรับค่าเพาเวอร์เฟคเตอร์ ค่าปานิชเตอร์จะเป็นตัวจ่าย กระแสไฟฟ้าเรียกอีกทีไฟฟ้าซึ่งกระแสไฟฟ้ามีทิศทางนำหน้าแรงดัน เพื่อชดเชยกับกระแสไฟฟ้าในวงจรทั่วไป ซึ่งโดยปกติ กระแสไฟฟ้าจะล้าหลัง จึงทำให้ค่าเพาเวอร์เฟคเตอร์มีค่า ใกล้เคียงหนึ่ง

ตารางที่ 5 : ค่ากระแสในสายนำต่อของโหลดประเภทความด้านทันทัน และความเหนี่ยวนำ

ชนิดโหลด	$I_A$	$I_B$	$I_C$	$I_N$
โหลดทั้งสตเดนชาโอลจ์ (เฟส A)	4.3	0	0	3.9
โหลดทั้งสตเดนชาโอลจ์ (เฟส B)	0	4.3	0	3.2
โหลดทั้งสตเดนชาโอลจ์ (เฟส C)	0	0	4.2	5.5
โหลดทั้งสตเดนชาโอลจ์ (เฟส A, B, C)	4.3	4.3	4.2	1.4
โหลดทั้งสตเดนชาโอลจ์ (เฟส A, B, C)	8.5	4.3	4.2	3.9

\*เฟส A จำนวน 2 โหลด



จากตารางที่ 5 เป็นการบันทึกค่ากระแสในสาย นิวตอรอล ของโหลดประเทตความด้านทัน ชนิด 1 เฟส จากการวัด ค่ากระแสในสายนิวตอรอลของโหลดชนิด 1 เฟส ที่เป็นโหลด ทั้งส่วนชาโอลเจนในเฟส A มีค่ากระแสเท่ากับ 4.3 A มีกระแส นิวตอรอลเท่ากับ 3.9 A เฟส B มีค่ากระแสเท่ากับ 4.3 A มีกระแส นิวตอรอลเท่ากับ 3.2 A และเฟส C มีค่ากระแสเท่ากับ 4.2 A มีกระแสนิวตอรอลเท่ากับ 5.5 A เมื่อปรับเปลี่ยนค่าของ โหลดแบบไม่สมดุล โดยเพิ่มโหลดที่เฟส A มีจำนวน 2 หลอด จะได้ค่ากระแสที่เฟส A เท่ากับ 8.5 A ซึ่งมากกว่าเฟส B และ เฟส C ที่มีค่าเท่ากับ 4.3 A และ 4.2 A ตามลำดับ เป็นผลให้เกิด กระแสไฟล์ในสายนิวตอรอล 3.9 A

#### 4. สรุป

การวิจัยเรื่องการพัฒนาชุดสื่อการเรียนการสอนการ ออกแบบระบบแก๊สเพาเวอร์เฟคเตอร์ มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนา ชุดสื่อการเรียนการสอนเกี่ยวกับระบบไฟฟ้า เรื่อง โหลด R,L,C การแก๊สเพาเวอร์เฟคเตอร์ และกระแสในสายนิวตอรอล และเพื่อ ออกแบบห้องแห่งการเรียนรู้สำหรับการเรียนการสอนวิชา ออกแบบระบบไฟฟ้า มีวิธีดำเนินการวิจัยได้แก่ การศึกษา เอกสารที่เกี่ยวข้อง การออกแบบวงจรกำลัง และวงจรควบคุม การออกแบบโครงสร้างของชุดสื่อ การทดสอบและปรับปรุง แก้ไข ซึ่งผลการทดสอบสรุปได้ว่า ชุดสื่อการเรียนการสอนที่ พัฒนาขึ้น มีผลการทดสอบถูกต้องมีความสอดคล้องกับทฤษฎี สามารถนำไปใช้เป็นชุดสื่อการเรียนการสอนในรายวิชาการ ออกแบบระบบไฟฟ้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ

#### 5. เอกสารอ้างอิง

- [1] ลัคดา ศุภบรี. เทคโนโลยีสื่อการเรียนการสอน. พิมพ์ครั้งที่ 2 กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์โอดี้นสโตร์, 2523
- [2] ลือชัย ทองนิล. การออกแบบและติดตั้งระบบไฟฟ้า. พิมพ์ครั้งที่ 18. กรุงเทพมหานคร: สมาคม ส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), 2552
- [3] การไฟฟ้านครหลวง. กฎการเดินสายและติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้า. พิมพ์ครั้งที่ 2 กรุงเทพมหานคร: การไฟฟ้านครหลวง, 2530
- [4] ฝ่ายวิศวกรรม. แนวปฏิบัติในการเดินสายและติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้า. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค, 2537
- [5] ชลชัย ธรรมวิวัฒน์. การออกแบบและติดตั้งไฟฟ้า. 546:212-213 การวิเคราะห์วงจร R-L-C. (ออนไลน์) สืบค้น

[www.kat.ac.th/Web\\_elec/...1001/Plan09.doc](http://www.kat.ac.th/Web_elec/...1001/Plan09.doc) เข้าถึงเมื่อ 12 มิถุนายน 2556

- [6] การเกิดสัญญาณสาร์โนนิกส์. (ออนไลน์) สืบค้นจาก : [www.ape-groups.com](http://www.ape-groups.com) เข้าถึงเมื่อ 16 มิถุนายน 2556
- [7] ค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้า. (ออนไลน์) สืบค้นจาก : <http://www.ee.eng.cmu.ac.th/~kasin/Courses/2> เข้าถึงเมื่อ 20 มิถุนายน 2556
- [8] ระบบแสงสว่าง. (ออนไลน์) สืบค้นจาก [www2.dede.go.th/bhrd/old/web.../Lighting\\_Rev1.pdf](http://www2.dede.go.th/bhrd/old/web.../Lighting_Rev1.pdf) เข้าถึงเมื่อ 25 มิถุนายน 2556



การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนวิชาโภคภัณฑ์  
กรณีศึกษา : นักศึกษาครุศาสตร์ไฟฟ้า หลักสูตรต่อเนื่อง  
**Development of Instructional Model in Special Project Course**  
**Case study: Students in Teacher Training in Electrical Engineering (TTE)**  
**Extension Program**

นำโชค วัฒนาณัชย พงศ์ธาร ชุมทอง สรุจ พันธุ์จันทร์

ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

*numchokew@kmutnb.ac.th, tonkmutnb@hotmail.com, sa\_pajan@hotmail.com*

### บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนการสอนวิชาโภคภัณฑ์และศึกษาผลการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาหลักสูตรต่อเนื่อง สาขาวิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ปีการศึกษา 2556 จำนวน 21 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบสอบถาม สำหรับนักศึกษาและแบบประเมินผล โครงการสำหรับอาจารย์ ผลการวิจัยพบว่ารูปแบบการจัดการเรียนการสอนโดยภาพรวมมีความเหมาะสมระดับมาก (4.06) ผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อรูปแบบและวิธีการจัดการเรียนการสอนวิชาโภคภัณฑ์ของกรรมการอยู่ในระดับดีมาก (4.58)

**คำสำคัญ:** การเรียนรู้ด้วยการปฏิบัติ ปัญหาวิชาโภคภัณฑ์

### Abstract

The main objective of this research is to develop the learning model and study the student satisfaction of instructional in special project course. The sampling group of this study is comprised of 21 students in Teacher Training in Electrical Engineering (TTE) Extension Program of King Mongkut's Institute of Technology North Bangkok taking a course in academic year 2013. The research tools are Questionnaire for students and Special Project Evaluation for teacher. The results from the developed model, show that the staffs agree with this evaluation components and methodology with the mean high level (4.06). The student were satisfied in the instructional model at excellent level (4.58).

**Keyword:** Learning by doing, Problem of project study.

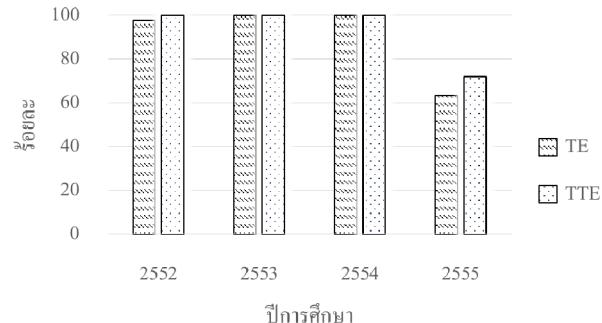
## 1. บทนำ

รูปแบบการเรียนรู้ของผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 นี้ ต้องการที่จะเรียนรู้จากปัญหาที่เกิดในโลกแห่งความจริงเป็นสิ่งใกล้ตัว มีการเชื่อมโยงเรื่องราวต่างๆ แบบสาขาวิชาการ (Interdisciplinary) สนับสนุนการเรียน (Student engagement) ด้วยการกระทำ (Learning by doing) สามารถเห็นผลลัพธ์ (Outcome) ของการกระทำได้ทันที มีอิสระทางความคิด สนใจและให้ความสำคัญกับการสืบค้นข้อมูล เรียนรู้ด้วยตนเองในทุกสถานที่ตลอดเวลา ยอมรับความคิดของคนอื่นและกล้านำเสนอสิ่งที่รู้ร่วมกับเพื่อนในชั้นเรียน กิจกรรมส่วนใหญ่จะเป็นเพียงผู้อำนวยความสะดวกให้เท่านั้น รูปแบบการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 นี้เน้นการลงมือทำ (Active learning) ได้แก่ Cooperative (Collaborative) learning, Discovery learning, Experiential learning, Problem-based learning และ Project-based learning เป็นต้น [1, 2] ซึ่งต่างกับการสอนในห้องเรียนแบบเดิม (Traditional Education) ที่ครุเป็นหลักในการให้เนื้อหา ผู้เรียนเป็นเพียงผู้รับฝ่ายเดียว (Passive learning) เน้นการท่องจำ ทำตามคู่มือ เรียนตามคำอธิบายรายวิชา ถูกล้อมกรอบด้วยตารางเรียนและรับรู้เพียงในห้องสีเหลี่ยมเท่านั้น [3]

จากแนวโน้มของรูปแบบการเรียนรู้ของผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 รายวิชาของหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรม บัณฑิต (พ.ศ. 2552) ที่สนับสนุนการเรียนรู้ของผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 คือ วิชาโครงงานศึกษา (รหัสวิชา 221362) และ วิชาโครงงานพิเศษ (รหัสวิชา 221363) เป็นวิชาที่สามารถฝึกนักศึกษาให้สามารถเป็นผู้ที่ฝรั่ง ค้นคว้าด้วยตนเอง แก้ปัญหา รู้จักการทำงานร่วมกับผู้อื่น รู้จักการวางแผนและออกแบบผลงานอย่างสร้างสรรค์ ซึ่งโครงงานที่ทำนี้จะต้องมีประโยชน์ต่องานวิชาการทางด้านครุศาสตร์อุตสาหกรรมและงานทางวิศวกรรมไฟฟ้า

ภาคเรียนที่ 1				ภาคเรียนที่ 2					จำนวน
ม.ส.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.-เม.ย.	จำนวน
น้ำเงิน				ส.ง	ส.ง	ส.ง	สอน	แก้ไขเอกสาร+เล่นสมบูรณ์	25% 50% 75% 100%

ภาพที่ 1 วิธีการจัดการเรียนการสอนวิชาโครงงานปีการศึกษา 2555



## ภาพที่ 2 ผลคะแนน I วิชาโครงงานพิเศษ (Special Project)

การจัดการเรียนการสอนวิชาโครงงานของภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้าในปัจจุบัน ดังภาพที่ 1 เป็นวิธีการจัดการเรียนการสอนวิชาโครงงานปีการศึกษา 2555 นักศึกษานำเสนอสิ่งต่างๆ ที่ศึกษามาในรูปของเอกสารเท่านั้น ผู้วิจัยจึงได้สำรวจสถิติคะแนนวิชาโครงงานพิเศษ (Special Project) ปีที่ 4 ปีระหว่าง พ.ศ. 2552-2555 หลักสูตร 4 ปี (TE) และหลักสูตรต่อเนื่อง (TTE) แสดงดังภาพที่ 2 พบว่านักศึกษาไม่สามารถส่งผลงานได้ตรงตามเวลาจึงทำให้ได้รับเกรด I เมื่อสิ้นภาคเรียนที่ 2 และจะมีการปรับเปลี่ยนภาระหลังจากได้ส่งผลงานเรียบร้อยตามขอบเขตในช่วงภาคฤดูร้อน

ผู้วิจัยได้ทำการสร้างแบบสอบถามออนไลน์สำหรับศิษย์เก่าและนักศึกษาตကดค้าง ทั้งสิ้น 35 คน เพื่อถามสภาพการจัดการเรียนการสอนวิชาโครงงานที่ผ่านมา พบว่า เป็นนักศึกษารอบเช้า (TE) ร้อยละ 48.57 และรอบบ่าย (TTE) ร้อยละ 51.43 โดยร้อยละ 8.57 เป็นนักศึกษาที่กลับบ้านนำเสนอหัวข้อใหม่เนื่องจากนำเสนอผ่านแล้วแต่ทำไม่ได้ นักศึกษาร้อยละ 14.29 ใช้วิธีการหาหัวข้อโครงงานโดยการเข้าไปขออาจารย์เมื่อใกล้หมดเวลาลงทะเบียน และนักศึกษาร้อยละ 54.29 มีความรู้ที่เกี่ยวกับการทำโครงงานในระดับปานกลาง

ข้อคิดเห็นอื่นๆ ได้แก่ การไม่สามารถสอนวิชาโครงงานได้ เนื่องจากหันมาสอนด้านวิชาชีพ ความล่าช้าของการทำโครงงานมากจากปัญหาทางด้านวิศวกรรม ที่ไม่คาดคิดมาก่อน ปัญหาของตนเองและเพื่อนร่วมงาน อุปกรณ์และวัสดุ ระยะเวลาในการทำโครงงาน ความรู้ในการทำโครงงาน สถานที่ การวางแผน กรรมการผู้สอบ และควรให้นักศึกษาได้มีการทำ Mini Project ก่อนการทำโครงงานจริง เพื่อความเป็นไปได้และซ้อมมือ



ดังนั้นในฐานะที่ผู้วิจัยมีส่วนเกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอนวิชาโครงงาน จึงได้ทำการศึกษาสภาพปัจจุบันและปัญหาการเรียนการสอนวิชาโครงงาน ค้นหาปัจจัยที่ส่งผลต่อการทำโครงงานล่าช้า วัตถุประสงค์ของงานวิจัย คือ การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนการสอนและสอบความความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อรูปแบบที่พัฒนาขึ้น ผลที่ได้จากการศึกษาในครั้งนี้ จะนำไปประยุกต์ใช้กับการจัดการเรียนการสอนวิชาโครงงานครั้งต่อไป ให้เกิดประโยชน์ต่อนักศึกษามากที่สุด

## 2. วรรณกรรมหรือทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

### 2.1 การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานกับปรัชญาการศึกษา

โครงงาน (Project) คือ กิจกรรม (Activities) [4] ที่ถูกออกแบบขึ้นมาเพื่อฝึกฝนให้ผู้เรียนเกิดทักษะการแก้ปัญหา (Solve a particular problem) เปิดโอกาสให้ผู้เรียนค้นหาความสนใจและปัญหาที่ตนสนใจ วางแผนและดำเนินการให้สำเร็จตามความมุ่งหมายของโครงงาน เรียนรู้ด้วยการลงมือทำด้วยตนเอง เริ่มต้นด้วยการคิด ตั้งคำถามถึงปัญหานั้นและลงมือทำ จำตอบ

การเรียนรู้ด้วยการลงมือปฏิบัติ (Learning by doing) เป็นความคิดของนักปรัชญาปฏิบัตินิยม ซึ่งมีความคิดเห็นว่า ความคิดทั้งหลาย สามารถนำไปสู่การปฏิบัติที่ให้ผลเป็นจริงได้ เกิดเป็นประสบการณ์ของตนเองในอนาคต [5] แนวคิดนี้เกิดจากนักปรัชญาคนสำคัญ คือ จอห์น ดิวอี้ (John Dewey) เป็นนักปรัชญาและนักการศึกษาชาวอเมริกัน ต้นแบบความคิดการศึกษาแบบพิพัฒนาการ (Progressive education) ที่ต้องการจะสอนผู้เรียนคิดเป็น ทำเป็นและแก้ปัญหาได้ [6] ดังนั้นวิชาโครงงานจึงสอดคล้องกับหลักปรัชญาดังกล่าว

ข้อดีของการจัดการเรียนการสอนแบบโครงงานนี้ จึงมีความหมายต่อผู้เรียนอย่างมาก [7] สามารถพัฒนาผู้เรียนในด้านต่างๆ ได้แก่ Active, Constructive, Intentional, Authentic, Cooperative

### 2.2 งานวิจัยด้านการจัดการเรียนการสอนวิชาโครงงาน

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องมีดังนี้

สิริพงศ์ และคณะ [8, 9] พบว่า สถานศึกษาในระดับอาชีวศึกษา ขาดแนวทางในการประเมินผลงานรายวิชาโครงงาน การประเมินผลโครงงานของคณะกรรมการแต่ละสถานศึกษามีความแตกต่างกัน จึงเป็นปัญหาในการจัดการเรียนการสอนวิชาโครงงาน

ณัฐพล [10] สำรวจความพึงพอใจของนักศึกษาสาขาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัยที่มีต่ออาจารย์ปรีกษาวิชาโครงงาน พบร้า มีระดับความพึงพอใจน้อยที่สุดในด้านการจัดเวลาให้นักศึกษาเข้าพบ การจัดการสอนปริญญาอินพันธ์และระยะเวลาในการอ่านเล่มปริญญาอินพันธ์เพื่อแก้ไข ในทางกลับกัน นักศึกษามีความพึงพอใจมากที่สุด ในด้านความรู้ความสามารถของอาจารย์ที่ปรีกษา การให้คำปรีกษาและความเป็นอิสระในการคิดหัวข้อโครงงานของนักศึกษา

จรุณ [11] ได้ศึกษาปัญหาของการติด I วิชาโครงงาน วิศวกรรมของนักศึกษาและวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย พบร้า นักศึกษามีทัศนคติในด้านลบโดยนักศึกษาให้เหตุผลว่าวิชาโครงงานวิศวกรรมมีความยากมาก นักศึกษาขาดความชำนาญในด้านการใช้โปรแกรม ไม่มีเวลาทำโครงงานเนื่องจากมีวิชาเรียนมาก ตลอดจนอาจารย์ที่ปรีกษาไม่มีเวลาว่างในการให้เข้าพบและปรีกษา

### ตารางที่ 1 ปัญหาของวิชาโครงงานระดับปริญญาตรี [11, 12]

ลักษณะ	ปัญหา
ผู้เรียน	<ul style="list-style-type: none"> <li>พื้นฐานความรู้และความเข้าใจ ภัตติศาสตร์ ภาษา โปรแกรมคอมพิวเตอร์</li> <li>ความรับรู้ด้านการทำงาน ภาษาที่เรียนและภาษาที่เขียน</li> <li>ทักษะการคิดทักษะภาษาอังกฤษ</li> <li>ทักษะด้านเทคโนโลยีโครงงานและกระบวนการ</li> <li>ทักษะการวิเคราะห์และทางคณิต</li> <li>ระยะเวลาในการทำโครงงาน</li> <li>ความต้องการในการนำเสนอและการสอน</li> <li>ขาดแรงจูงใจในการทำโครงงาน เนื่องจากให้ผลการเรียน F ขาดวิชาชีพ</li> <li>ลงมือปฏิบัติจริง</li> </ul>
การจัดการเรียนการสอน	<ul style="list-style-type: none"> <li>จ้านวนนักศึกษาในห้องมาก</li> <li>การติดตามโครงงานที่ไม่ถูกติดตาม</li> <li>ระยะเวลาในการทำโครงงาน</li> <li>การตัดชิ้นโครงงานในภาคเรียนสุ่มหักของหลักสูตร</li> <li>การตัดชิ้นของห้องของโครงงานไม่ชัดเจน</li> <li>ระบบหักก้ามปรีกษา</li> <li>วิชาที่รับสอนทางด้านวิชาครุศาสตร์และคณิตศาสตร์มีน้อย</li> <li>คุณครูการจัดทำรุ่นปลูกโครงงาน</li> </ul>
อาจารย์ที่ปรีกษาสอน	<ul style="list-style-type: none"> <li>สื่อการเรียนรู้ที่ไม่ถูกติดตามหักก้ามปรีกษา</li> <li>วิธีการสอนและกระบวนการที่ไม่ถูกติดตามหักก้ามปรีกษา</li> <li>การเปิดโอกาสให้นักศึกษาแสดงความคิดเห็นหรือเข้ามาขอรับการปรึกษา</li> <li>การตรวจสอบและวิเคราะห์งานที่นักศึกษาให้</li> <li>การตรวจสอบและปรับปรุงงานที่นักศึกษาให้</li> </ul>

จากการที่ 1 ปัญหาการจัดการเรียนการสอนวิชาโครงงานที่ส่งผลต่อการทำโครงงานของนักศึกษาในระดับปริญญาตรี พบร้า ปัญหาที่เกิดขึ้นประกอบด้วย 3 ด้านใหญ่ๆ คือ ด้าน

### ผู้เรียน ด้านอาจารย์ที่ปรึกษา/กรรมการและด้านการจัดการเรียนการสอน

วิชาโครงงานถือได้ว่าเป็นกิจกรรมทางการศึกษาที่จัดขึ้นเพื่อฝึกฝนให้ผู้เรียนเกิดทักษะการทำงานและการแก้ปัญหา โดยผู้เรียนเป็นผู้ที่ต้องลงมือกระทำด้วยตนเอง ผ่านกระบวนการนำเสนอสิ่งที่ตนสนใจจนสามารถนำไปปฏิบัติสร้างสรรค์ให้เกิดนวัตกรรมขึ้นมาได้ แต่เนื่องจากการจัดการเรียนการสอนวิชาโครงงานทั้งในระดับอาชีวศึกษาและอุดมศึกษานั้น ยังพบว่ามีปัญหาในด้านผู้เรียน ผู้สอนและการจัดการเรียนการสอนวิชาโครงงาน ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยได้รับรวมข้อมูลในด้านปัญหาและแนวทางแก้ไข สำหรับด้านการเพื่อแก้ไขปรับปรุงวิธีการจัดการเรียนการสอนต่อไป

### 3. วิธีดำเนินการวิจัย

#### 3.1 ขั้นเตรียมการ

3.1.1 พัฒนารูปแบบการจัดการเรียนการสอนด้วยการศึกษาทฤษฎี หลักการ งานวิจัยและเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการสร้างรูปแบบการเรียนรู้แล้วทำการร่างรูปแบบนั้นเพื่อนำเสนอให้ผู้เชี่ยวชาญได้ประเมินความเหมาะสม ภายหลังจากได้ผลการประเมินแล้วจึงนำกลับมาปรับปรุงและดำเนินการในขั้นต่อไป

3.1.2 สร้างเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย ประกอบด้วยแบบประเมินผลการเรียนวิชาโครงงาน (ให้คะแนนแบบลิเกิร์ต) และแบบประเมินตนเองสำหรับผู้เรียน นำเสนอให้เชี่ยวชาญตรวจสอบและแบบสอบถามความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

3.1.3 ประชากรเป็นนักศึกษาภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุดสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ที่ใช้หลักสูตรจบปรับปรุง พ.ศ.2553 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัยนี้ ใช้วิธีการสุ่มแบบเจาะจง เป็นนักศึกษาภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้ารอบบ่าย (TTE) ที่ลงทะเบียนประจำปีการศึกษา 2556 จำนวน 21 คน

3.1.4 กำหนดระยะเวลาเก็บรวบรวมข้อมูล 2 ภาคการศึกษา

#### 3.2 ขั้นดำเนินการ

3.2.1 ใช้แจงและทำความเข้าใจให้กับนักศึกษา กลุ่มตัวอย่างได้ทราบถึงกฎระเบียบ วิธีการนำเสนอ เงื่อนไขต่างๆ ในการเรียนการสอนวิชาโครงงาน

#### 3.2.2 ดำเนินการจัดการเรียนการสอน

กรรมการได้เข้าพบอาจารย์ที่ปรึกษาทุกกลุ่ม เพื่อรับทราบแนวทางและเป้าหมายของโครงงาน จากนั้น กำหนดให้กับกลุ่มตัวอย่างนำเสนอข้อมูลที่ได้ศึกษาค้นคว้าเนื้อหา และทฤษฎีต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับโครงงานของตนทุกสัปดาห์ เกณฑ์การให้คะแนนใช้รูปแบบรูบิก 5 ระดับ คือ ยอดเยี่ยม ดี พอดี แบก ปรับปรุงและแบ่งมาใหม่ ไม่ผ่าน

### 4. ผลการวิจัย

#### 4.1 ผลการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนการสอนวิชาโครงงาน

ผู้วิจัยได้ร่างรูปแบบการจัดการเรียนการสอนและแบบประเมินผลผู้เรียนนำเสนอให้ผู้เชี่ยวชาญด้านรูปแบบการเรียนการสอนจำนวน 3 ท่าน ได้ประเมินความเหมาะสมของรูปแบบ และแบบประเมิน ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญแสดงดังตารางที่ 2 แสดงผลการประเมินโดยภาพรวมของรูปแบบการเรียนการสอนมีความเหมาะสมในระดับมาก ( $\bar{X} = 4.06$ )

ตารางที่ 2 ผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ

ความเหมาะสมของรูปแบบ	เกณฑ์	ระดับ
1.เข้มข้นของรูปแบบการเรียนการสอน	4.33	มาก
2.เมตติโนในการดำเนินการสอนทักษะโครงงาน	4	มาก
3.กิจกรรมของผู้เรียนเกี่ยวกับความสอดคล้องกับรูปแบบ	4	มาก
4.ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความรับผิดชอบให้กับภารกิจ	4.66	มากที่สุด
5.ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะการแก้ปัญหา	3.66	มาก
6.ส่งเสริมให้ผู้เรียนเรียนแบบมานะทั้งและควบคุมตัวเอง	4	มาก
7.ผู้เรียนทราบความก้าวหน้าของตัวเอง	4.66	มากที่สุด
8.รูปแบบการเรียนการสอนเกี่ยวกับภารกิจ	4.33	มาก
9.กระบวนการจัดการเรียนการสอนนั้นสามารถทำให้นักศึกษารับทราบผลการเรียนได้ด้วยความรวดเร็ว	4.33	มาก
ความเหมาะสมของแบบประเมิน		
10.เกณฑ์การประเมินผลผู้เรียนมีความเหมาะสม	3.66	มาก
11.รายการประเมินตรงประเด็นการวัดและคุณภาพเหมาะสม	3.66	มาก
12.แบบประเมินตัวอย่างสำหรับผู้เชี่ยวชาญมีความเหมาะสม	3.66	มาก

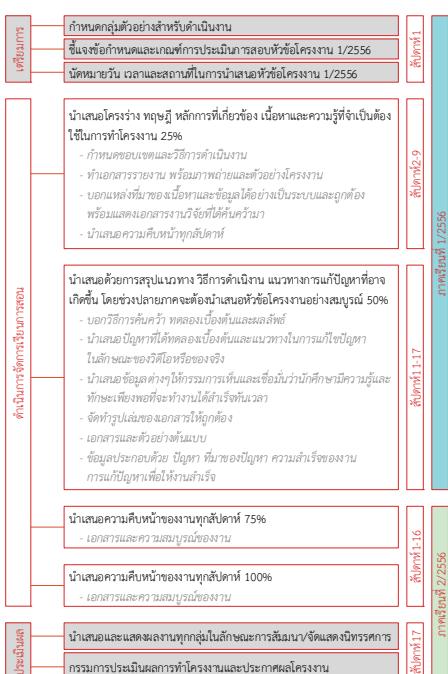
ข้อเสนออื่นๆ คือ ปรับปรุงช่วงของการประเมิน ใช้เกณฑ์ของภาคเรียนที่หนึ่งกับภาคเรียนที่สอง แต่หากมีการเปลี่ยนชุดคณะกรรมการ ควรต้องมีการพิจารณาด้วย



ผู้วิจัยกำหนดช่วงระยะเวลาการจัดการเรียนการสอน ดังภาพที่ 3 ให้นักศึกษานำเสนอหัวข้อ แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง ตลอดจนสร้างต้นแบบบางส่วนด้วยอุปกรณ์ที่สามารถทำได้ เป็นการทดลองแนวโน้มของการทำงานในเบื้องต้นทั้งในส่วน ของงานประเภทโครงสร้างและงานโปรแกรม เพื่อทดลองหรือ ทดสอบผลของโครงงานที่เกิดขึ้น ทำการแก้ไขหรือค้นคว้าหา หนทางใหม่เพื่อที่จะดำเนินโครงงานให้สำเร็จให้ได้ โดยมีการ เก็บคะแนนรวมทั้งสิ้น 50% และจะนำคะแนนนี้ไปคิดรวมอีก ในภาคเรียนที่ 2 รวมทั้งสิ้น 100% ของคะแนนทั้งหมด รูปแบบ การจัดการเรียนการสอนวิชาโครงงานแสดงดังภาพที่ 4

ภาคเรียนที่ 1			ภาคเรียนที่ 2			
ม.ว.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ก.พ.	พ.ย.	ธ.ค.
นำเสนอ/ส่ง	นำเสนอ/ส่ง			ส่ง	ส่ง	
25%	50%					

ภาพที่ 3 กำหนดเวลาการจัดการเรียนการสอน



ภาพที่ 4 รูปแบบการจัดการเรียนการสอนวิชาโครงงานที่พัฒนา



(ก) (ข)

ภาพที่ 5 การนำเสนอหัวข้อในภาคเรียนที่ 1 พร้อมวงจรต้นแบบ



(ก)



(ข)

ภาพที่ 6 แบบประเมินที่ใช้ในงานวิจัย



(ก)

(ข)

ภาพที่ 7 การจัดแสดงผลงานและนักศึกษา

**4.2 ผลการดำเนินการจัดการเรียนการสอนวิชาโครงงาน ด้วยรูปแบบที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น** การดำเนินกิจกรรมตาม รูปแบบนี้ แสดงดังภาพที่ 5 (ก-ข) เป็นการนำเสนอหัวข้อ โครงงานของนักศึกษาในภาคเรียนที่ 1/2556 ซึ่งนักศึกษา จะต้องแสดงด้วยตัวของตัวเอง การต่อวงจรและการวัดค่าต่างๆที่ เกี่ยวข้องในเบื้องต้น เพื่อเก็บผลในเบื้องต้นสำหรับการทำ โครงงาน

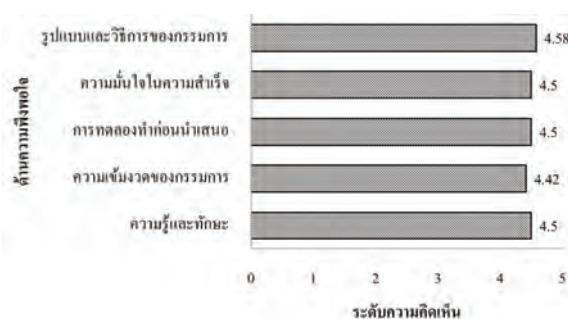
แบบประเมินความก้าวหน้าของผู้เรียน แสดงดังภาพที่ 6 (ก) เป็นแบบรายงานความก้าวหน้า แสดงปัจจุบันของการ ทำงานและแนวทางการปรับปรุงในครั้งต่อไปของแต่ละ สถาปัตย์ ภาพที่ 6 (ข) เป็นแบบประเมินของกรรมการเพื่อวัด ความก้าวหน้าแต่ละครั้งของนักศึกษา

ภายหลังจากสอบประเมินความรู้และตรวจสอบ ผลงานสิ่งประดิษฐ์ที่นักศึกษาได้ทำการส่งสมบูรณ์ 100% เป็น การสื้นสุดการจัดการเรียนการสอนวิชาโครงงานของภาคเรียน ที่ 2/2556 จึงได้มีการจัดสถานที่สำหรับให้นักศึกษานำเสนอ ผลงานในภาคนิทรรศการ แสดงดังภาพที่ 7 (ก) การจัด นิทรรศการของนักศึกษาทุกกลุ่ม เมื่อได้รับผลการเรียนวิชา โครงงานให้ผ่าน ภาพที่ 7 (ข) บทความวิจัยที่นักศึกษานำส่งใน วันแสดงนิทรรศการ



#### 4.3 ความพึงพอใจต่อรูปแบบการจัดการเรียนการสอน

ความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่าง เกี่ยวกับวิธีการจัดการเรียนการสอนของคณะกรรมการ ดังภาพที่ 8 กลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจต่อรูปแบบและวิธีการจัดการเรียนการสอนอยู่ในระดับมากที่สุด แต่ไม่ชอบความเข้มงวดและการติดตามงานตลอดทุกสัปดาห์ของกรรมการ โดยภาพรวมของความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก



ภาพที่ 8 ความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่าง

#### 5. สรุป

บทความนี้นำเสนอการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนการสอนวิชาโครงการและสอนตามความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนการสอนของผู้วิจัย พบว่า กลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจอย่างมากต่อการจัดการเรียนการสอน ด้วยการปรับเปลี่ยนรูปแบบการนำเสนอหัวข้อพร้อมกับการได้ทดลองสร้างต้นแบบ ทำให้นักศึกษามีความมั่นใจและเห็นแนวทางความสำเร็จของการทำโครงการ ที่นี่แนวโน้มความเป็นไปได้ของอาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ที่ต้นเรื่องจะต้องดำเนินการ

ปัญหาของวิชาโครงการดังต่อไปนี้ คือ การปรับปรุงรูปแบบ และวิธีการต่างๆเพื่อแก้ปัญหาการทำโครงการล่าช้าของนักศึกษาหลายครั้งหลายวิชี แต่ก็ยังพบปัญหาดังได้ก่อตัวไว้ในข้างต้น การวิจัยในครั้งนี้ก็เช่นเดียวกับปัญหาที่เกิดขึ้น คือ แนวคิดใหม่ มีกฎเกณฑ์ที่เข้มงวดและกระทำเฉพาะกลุ่มตัวอย่าง เท่านั้น จึงส่งผลต่อความพึงพอใจของนักศึกษากลุ่มตัวอย่าง โดยเฉพาะในด้านเกณฑ์คะแนนและค่าใช้จ่ายที่ต้องเสียไปในการสร้างต้นแบบ แต่ผลการวิจัยครั้งนี้ได้แสดงให้เห็นว่า วิธีการจัดการเรียนการสอนรูปแบบนี้ เป็นสิ่งที่นักศึกษามีความพึงพอใจในระดับมาก ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป ควรพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนการสอน กำหนดเวลาและเกณฑ์ การประเมิน ตลอดจนแบบประเมินที่ต้องมีความง่ายในการวัดผลประเภทโครงการอาร์ดแวร์ ซอฟต์แวร์หรือคอมพิวเตอร์กันอีกทั้งนโยบายการจัดสรรงบประมาณช่วยเหลือ เป็นต้น

#### 6. เอกสารอ้างอิง

- 1] วิโรจน์ สารัตตนา, กระบวนการทัศน์ใหม่ทางการศึกษา กรณีทัศน์ต่อการศึกษาศตวรรษที่ 21: บ.ชีอีดี้ยูคชั่น จำกัด, พฤกษาคม พ.ศ.2556.
- [2] วิจารณ์ พานิช, สนับสนุนการเรียนในศตวรรษที่ 21: บ.อส อาร์. พรีวิว แมสโซ่พรัคส์ จำกัด, 2556.
- [3] พิสิฐ เมฆาภัทร, ไฟโรจน์ ศิริยะกร, และจริยา เอียนสกุล, "สภาพปัจจุบันและความต้องการสำหรับการศึกษาที่มีความเข้มงวดและการเรียนการสอนที่เน้นการสอนเป็นร่อง/เป็นช่องงาน/เป็นโครงการของครุช่างอุดสาหกรรม," การประชุมทางวิชาการระดับชาติ ศ้านครุศาสตร์อุดสาหกรรม ครั้งที่ 1, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2551.
- [4] John Heywood, Engineering Education: John Wiley & Sons, Inc., 2005.
- [5] ประทุม ยังสูตราริตติ, ปรัชญาปฎิบัติในยุคดิจิทัล : รายงานปรัชญาการศึกษาในสังคมประชาธิปไตย. กทม.: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2551.
- [6] ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์, 80 นวัตกรรมการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ, ศูนย์หนังสือจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, พฤกษาคม 2555.
- [7] ปรีดี แสงวิรุษ, "การพัฒนาการสอนแบบวิชาการดิจิทัล โดยโครงงานเป็นฐาน เพื่อเสริมสร้างการคิดวิเคราะห์และการแก้ปัญหา," วารสารการอาชีวะและเทคโนโลยีศึกษา, ปีที่ 2 ฉบับที่ 3, 53-60, 2555.
- [8] สิริพงษ์ เพชรนาก, สุรยาภรณ์ พรเมจันทร์, และปิยะ กรอกชินดนาการ, "การประเมินผลการดำเนินงานตามรูปแบบการจัดกระบวนการเรียนรู้วิชาโครงการของสถานศึกษา สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา," วารสารวิชาการ ครุศาสตร์อุดสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, ปีที่ 3 ฉบับที่ 1, 2555.
- [9] สิริพงษ์ เพชรนาก, สุรยาภรณ์ พรเมจันทร์, และปิยะ กรอกชินดนาการ, "รูปแบบการพัฒนาผู้ประเมินผลงานวิชาโครงการ," การประชุมวิชาการครุศาสตร์อุดสาหกรรมระดับชาติ ครั้งที่ 3, คณะครุศาสตร์อุดสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2553.
- [10] ณัฐพล แก้วทอง, "รายงานการวิจัยในหัวเรียนเรื่อง ความพึงพอใจของนักศึกษาสาขาวิชากรรมโยธาที่มีต่อการให้คำปรึกษาของอาจารย์ที่ปรึกษาในวิชาโครงการ," มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย จ.สระบุรี, 2554.
- [11] จรุณ เจริญนตรกุล, "รายงานการวิจัย เรื่อง การแก้ปัญหานักศึกษา ติ๊ด I ในวิชาโครงการ ของนักศึกษา คณะวิชาการศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย," คณะวิชาการศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย, 2554.
- [12] มหาวิทยาลัยบูรพา, "สรุปผลการจัดการความรู้ โครงการ “สวนเพื่อแลกเปลี่ยนประสบการณ์” ในการจัดการเรียนการสอนวิชาโครงการและปัญหาการพัฒนาโครงการของนิสิตระดับปริญญาตรี สาขาวิชคอมพิวเตอร์ สารสนเทศและสาขาวิชานักศึกษาอื่นๆที่เกี่ยวข้อง,” ห้อง IT 105 อาคารเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์และศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาเขตจันทบุรี, 23 มีนาคม 2544.



กรอบแนวคิดรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานด้วยระบบการเรียนแบบปรับเปลี่ยน  
ร่วมกับเครือข่ายสังคมออนไลน์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดคำนวณและทักษะการเขียนโปรแกรม  
สำหรับนักศึกษาสาขาวิศวกรรมไฟฟ้า

**A Framework of Blended Learning Model with Adaptive System via Social Network Service to Enhance Mathematical Skill and Programming Skill for Electrical Engineering Students**

กิตติ เสือแพร มีชัย โลหะการ และปณิตา วรรษพิรุณ

ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

*kittisupare@yahoo.com, lohaganm@yahoo.com, panitaw@kmutnb.ac.th*

### บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสังเคราะห์และประเมินกรอบแนวคิดรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานด้วยระบบการเรียนแบบปรับเปลี่ยนร่วมกับเครือข่ายสังคมออนไลน์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดคำนวณและทักษะการเขียนโปรแกรมสำหรับนักศึกษาสาขาวิศวกรรมไฟฟ้า มีวิธีดำเนินการวิจัยแบ่งออกเป็น 2 ระยะคือ 1) การสังเคราะห์กรอบแนวคิดของรูปแบบนี้โดยวิธีการสังเคราะห์เนื้อหา 2) การประเมินความเหมาะสมสมของกรอบแนวคิดนี้โดยนำกรอบแนวคิดที่สังเคราะห์ขึ้นไปสอบถามความเหมาะสมสมกับผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ผลการวิจัยพบว่า 1) รูปแบบการจัดการเรียนการสอนแบบผสมผสานนี้มีลักษณะที่สอดคล้องกับ Learning Module, Mentoring Module, Adaptive Education System และ Thinking Module 2) รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานด้วยระบบการเรียนแบบปรับเปลี่ยนร่วมกับเครือข่ายสังคมออนไลน์ เพื่อพัฒนาทักษะการคิดคำนวณและทักษะการเขียนโปรแกรม สำหรับนักศึกษาสาขาวิศวกรรมไฟฟ้าที่สังเคราะห์ขึ้นมีความเหมาะสมสมอยู่ในระดับมาก ( $X = 4.33$ ,  $S.D. = 0.38$ ) และด้วยความสามารถในการนำกรอบแนวคิดที่สังเคราะห์ขึ้นนี้ไปประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้ได้

**คำสำคัญ:** การเรียนรู้แบบผสมผสาน, เครือข่ายสังคมออนไลน์, ทักษะการคิดคำนวณ, ทักษะการเขียนโปรแกรม

### Abstract

*The objectives of this research study was to synthesize and verify a conceptual framework of Blended Learning Model with Adaptive System via Social Network Service to Enhance Mathematical skill and Programming skill for electrical engineering students. This research methodology has two phase, 1)Synthesize conceptual framework by content analysis method and 2)Verify a conceptual framework by 5 experts. The research result found that the proposed conceptual framework consists of Learning Module, Mentoring Module, Adaptive Education System and Thinking Module. From the evaluation results by 5 experts, we obtain the score at good level (  $X = 4.33$  and  $S.D. = 0.38$  ) This means that the proposed framework is very suitable to use in practice.*

**Keyword:** Blended Learning, Social Network Service, Mathematical Skill, Programming Skill.

## 1. บทนำ

เทคโนโลยีสารสนเทศ มีบทบาทโดยตรงต่อระบบการศึกษาเนื่องจากเป็นเครื่องมือช่วยในการรวบรวมข้อมูล ความรู้ ทั้งยังสามารถสร้างระบบการมีปฏิสัมพันธ์แบบได้ตอบชี้ท้าให้การเรียนรู้ใหม่ประสบความสำเร็จ การสร้างความรู้โดยอาศัยจากทั้งเทคโนโลยีและสารสนเทศนี้ จะเป็นเครื่องมือช่วยให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้น เปลี่ยนพฤติกรรมจากการเรียนรู้แบบเดิมๆ เป็นการเรียนรู้แบบมีชีวิตชีวา มีการแสวงหา มีทักษะในการเลือกรับข้อมูลมาวิเคราะห์และสังเคราะห์อย่างเป็นระบบ การที่จะออกแบบบทเรียนนั้น จำเป็นที่จะต้องสร้างให้มีลักษณะเป็นบทเรียนที่มีลักษณะหลากหลายร่วมกันตามความเหมาะสม เช่น การมีปฏิสัมพันธ์ การเป็นอิสระจากการจะทางและเวลา การที่จะสามารถเข้าถึงได้ทั่วโลก การควบคุมกิจกรรม และสะดวกในการใช้งาน ได้ง่าย มีประสิทธิภาพ และต้นทุนน้อย

การจัดการเรียนแบบผสมผสาน เป็นการจัดการเรียนที่จะนำ ข้อดีของแต่ละรูปแบบมาใช้แก่ปัญหาในชั้นเรียน เป็นการใช้จุดเด่นแต่ละแบบมาเสริมกับจุดด้อยของแบบอื่นๆ นอกจากนี้การเรียนแบบผสมผสานเป็นรูปแบบที่บูรณาการแบบออนไลน์และแบบเพชิญหน้าเข้าด้วยกัน คุณสมบัติของ การเรียนรู้แบบนี้คือ ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์และร่วมมือกันที่ลึกซึ้งขึ้น โดยการนำเทคโนโลยีเข้ามาช่วยก่อนเรียนและหลังจากการเรียนการสอน

ความคิดมีส่วนช่วยในการพัฒนาคุณภาพคนทุกคนให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการจัดการศึกษาที่ต้องมีการพัฒนาความสามารถทางความคิดของผู้เรียน ดังจะเห็นได้จากพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2553 ที่ได้กล่าวว่า การจัดกระบวนการเรียนรู้ ให้สถานศึกษา และหน่วยงานที่เกี่ยวข้องดำเนินการศึกษาทักษะ กระบวนการคิด การจัดการการเพชิญสถานการณ์ และการประยุกต์มาเพื่อใช้ในการคิดวิเคราะห์และแก้ไขปัญหา การคิดจะเป็นทักษะหนึ่งที่จำเป็นแก่ผู้เรียนทุกระดับ เพราะได้ผ่านการไตร่ตรอง และ

พิจารณาจากข้อมูลที่มีอยู่มาเป็นอย่างดีและสามารถนำไปใช้ในสถานการณ์ต่างๆ ได้อย่างหลากหลาย

การเรียนการสอนทางด้านการประมวลผลภาพดิจิตอล เป็นส่วนหนึ่งของรายวิชาในหลักสูตรครุศาสตร์อุดสาหกรรม บัณฑิต [1] สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คอมพิวเตอร์อุดสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ จากการวิเคราะห์ลักษณะเนื้อหารายวิชานี้นั้น สรุปได้ว่า ลักษณะรายวิชามีเนื้อหาที่มุ่งเน้น การคำนวณทางคณิตศาสตร์ และการเขียนโปรแกรมในการจัดการเกี่ยวกับภาพซึ่งที่ผ่านมาปรากฏว่าแม้ว่าผู้สอนจะตั้งใจสอนได้ดีก็ตาม แต่ผลการเรียนของผู้เรียนยังมีความแตกต่างกันอยู่มาก ในทุกๆ การเรียนการสอนยังคงมีผู้เรียนที่สอบตกอยู่เสมอ ซึ่งเป็นการแสดงให้เห็นว่า แม้ว่าการเรียนการสอนผู้สอนจะตั้งใจเต็มที่แล้วก็ตาม แต่ก็ยังไม่สามารถที่จะครอบคลุมปรับผู้เรียนได้ทั้งชั้น ตลอดทั้งเนื้อหา เพราะถูกจำกัดด้วยปัจจัยภายนอก เช่น เวลาในแต่ละภาค จึงเป็นสิ่งจำเป็นที่ผู้สอนควรจะมีเครื่องมือหรือรูปแบบการเรียนการสอนที่จะใช้ช่วยในการเรียนรู้ เพื่อใช้ผู้เรียนสามารถที่จะคิดคำนวณ และเขียนโปรแกรมได้ตามที่ผู้สอนวางแผนเป้าประสงค์เอาไว้

ดังนั้นผู้จัดจึงทำการศึกษารอบแนวคิด รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานด้วยระบบการเรียนแบบปรับ themselves หมายความว่าการเรียนออนไลน์ เพื่อพัฒนาทักษะการคิดคำนวณและการเขียนโปรแกรม สำหรับนักศึกษา วิศวกรรมไฟฟ้า โดยมุ่งหวังว่าการรอบแนวคิดที่สังเคราะห์ขึ้นนี้ จะสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาทักษะการคิดคำนวณและการเขียนโปรแกรมของผู้เรียนต่อไป

## 2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

ในการศึกษารอบแนวคิด รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานนี้ ผู้วิจัยตั้งวัตถุประสงค์การวิจัยสำหรับการวิจัยนี้ไว้ดังต่อไปนี้



2.1 เพื่อสังเคราะห์กรอบแนวคิดรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานด้วย ระบบการเรียนแบบปรับเปลี่ยนเรื่มทันทีร่วมกับเครือข่ายสังคมออนไลน์ เพื่อพัฒนาทักษะการคิดคำนวณ การเขียนโปรแกรม สำหรับนักศึกษาวิศวกรรมไฟฟ้า

2.2 เพื่อประเมินความเหมาะสมสมดุลกับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อกรอบแนวคิดรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานด้วยระบบการเรียนแบบปรับเปลี่ยนเรื่มทันทีร่วมกับเครือข่ายสังคมออนไลน์ เพื่อพัฒนาทักษะการคิดคำนวณ การเขียนโปรแกรม สำหรับนักศึกษาวิศวกรรมไฟฟ้า

### 3. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

#### 3.1 การเรียนรู้แบบผสมผสาน

การเรียนแบบผสมผสานเป็นการบูรณาการระหว่างการเรียนรู้แบบผสมผสานในชั้นเรียนโดยมีผู้สอนเป็นผู้นำกับการเรียนรู้แบบออนไลน์โดยมีผู้เรียนเป็นผู้นำโดยอาศัยคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศในลักษณะต่างๆ เพื่อให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพสูงสุดภายใต้สภาพแวดล้อมของชุมชนแห่งการเรียนรู้ โดยใช้อินเทอร์เน็ตเป็นช่องทางในการส่งผ่านความรู้และการติดต่อสื่อสารระหว่างผู้เรียนกับผู้สอน หรือระหว่างผู้เรียนด้วยกันซึ่งเชื่อมโยงมาจากสถานที่ที่แตกต่างกัน ทำให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความเสมอภาคกัน

การเรียนรู้แบบผสมผสานประกอบด้วยองค์ประกอบของระบบการสอน ดังนี้ ได้แก่ ประเภทอินเทอร์เน็ต คือ เทคโนโลยีนวัตกรรมและวิธีการที่ใช้ในการเรียนรู้แบบผสมผสานที่เน้นการใช้งานเพียงลำพังเฉพาะผู้เรียน ไม่ได้มีการเชื่อมต่อ กับผู้เรียนคนอื่นๆ ในระหว่างการเรียนการสอน แบ่งออกเป็นได้แก่ การเรียนรู้ในสถานที่ทำงาน การสอนแบบผสมผสาน การเรียนรู้ในชั้นเรียน สื่อดิจิทัล พิมพ์ สื่อการกระจายเสียง ส่วนประเภทออนไลน์ คือ เทคโนโลยีสารสนเทศ อินเทอร์เน็ต มาช่วยจัดการเรียนการสอน อันได้แก่ การเรียนรู้แบบออนไลน์ การสอนเสริมแบบใช้อิเล็กทรอนิกส์ การเรียนรู้แบบร่วมมือ การเรียนรู้บนเว็บ การเรียนรู้ผ่านเครื่องคอมพิวเตอร์แบบพกพา เป็นต้น

#### 3.2 เครือข่ายสังคมออนไลน์

เครือข่ายสังคมออนไลน์คือกลุ่มคนที่รวมกันเป็นสังคมมีการทำกิจกรรมร่วมกันบนอินเทอร์เน็ต ในรูปของการติดต่อสื่อสารข้อมูลกันผ่านทางอินเทอร์เน็ต ทำให้เกิดเป็นสังคมขึ้นมา องค์ประกอบของเครือข่ายสังคมออนไลน์ประกอบด้วย การสื่อสาร เนื้อหา เครือข่าย และการแบ่งปัน ซึ่งเครือข่ายสังคมออนไลน์มีหลายประเภทดังต่อไปนี้

3.2.1 Identity Network สังคมเครือข่ายประเภทนี้ให้สำหรับผู้เข้าใช้งานได้มีพื้นที่ในการสร้างตัวตนขึ้นมาและสามารถเผยแพร่เรื่องราวของคนผ่านทางอินเทอร์เน็ต โดยประเภทของการเผยแพร่อง่าจะเป็น ข้อความ รูปภาพ วิดีโอ ซึ่งในสังคมประเภทนี้นั้น สามารถที่จะสร้างกลุ่มเพื่อนขึ้นมาได้อย่างมากมาย ซึ่งผู้ให้บริการสังคมเครือข่ายประเภทนี้ได้แก่ Hi5, Facebook.

3.2.2 Creative Network สังคมเครือข่ายประเภทนี้ เป็นสังคมที่คนในสังคมต้องแสดงออก นำเสนอผลงานของตนเอง ได้จากทั่วทุกมุมโลก จึงมีเว็บไซต์ที่ให้บริการพื้นที่ที่ใช้แสดงผลงานของตนเองไม่ว่าจะเป็น วิดีโอ รูปภาพ เพลง ซึ่งผู้ให้บริการเครือข่ายประเภทนี้ ได้แก่ YouTube, Multiply เป็นต้น

3.2.3 Interested Network เป็นสังคมเครือข่ายที่ทำหน้าที่เก็บในสิ่งที่ชอบไว้บนเครือข่าย โดยเป็นการสร้าง Online Bookmark โดยมีความคิดที่ว่า แทนที่ผู้ใช้จะเก็บ Bookmark ไว้ในเครื่องคอมพิวเตอร์ ก็สามารถเก็บไว้บนเว็บไซต์แทน เพื่อจะได้เป็นการแบ่งปันให้กับคนที่มีความชอบในเรื่องเดียวกัน สามารถใช้เป็นแหล่งอ้างอิงในการค้นหาข้อมูลได้ นอกจากนี้ยังสามารถลงคะแนนให้กับ Bookmark ที่ชอบหรือที่ผู้ใช้คิดว่ามีประโยชน์และเป็นที่นิยม ซึ่งผู้ให้บริการสังคมเครือข่ายประเภทนี้ได้แก่ Zickr, Bigg เป็นต้น

3.2.4 Collaboration Network เป็นสังคมเครือข่ายที่ต้องการความคิด ความรู้ และการต่อஇอกจากผู้ใช้ที่เป็นผู้รู้ เพื่อให้ความรู้ที่ได้ออกมาจากการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องและเกิดการพัฒนาในที่สุด ซึ่งหากลองมองจากแรงจูงใจที่เกิดขึ้นแล้ว คนที่เข้ามายังสังคมนี้มักเป็นคนที่มีความภูมิใจที่ได้เผยแพร่สิ่ง



ที่ตนเองรู้และก่อให้เกิดประโภชน์ต่อสังคม ซึ่งผู้ให้บริการสังคมประเภทนี้ เช่น Google, Wikipedia เป็นต้น

3.2.5 Virtual Reality ได้แก่ เกมออนไลน์ที่สามารถสร้างตัวละครโดยสมมุติให้เป็นตัวเราขึ้นมาได้ใช้วิวัตอัญญานในชุมชนเสมือน สามารถซื้อขายสิ่งของหรือหารายได้จากการทำกิจกรรมต่างๆ ได้

3.2.6 Peer to Peer เป็นการเชื่อมต่อกันระหว่างเครื่องผู้ใช้กับเครื่องลูกในเครือข่าย เช่น Bit Torrent ทำให้เกิดการแบ่งปันไฟล์ต่างๆ ได้อย่างกว้างขวางและรวดเร็ว และประโภชน์ของเครือข่ายสังคมออนไลน์ซึ่งมีส่วนช่วยในการเผยแพร่ข้อมูลต่างๆ ได้อย่างสะดวกและไม่มีค่าใช้จ่าย ใช้เป็นเครื่องมือหรือแหล่งการเรียนรู้ประกอบการจัดการเรียนการสอนได้ ใช้เพื่อรวมรวมข้อมูล และเผยแพร่ความรู้ ผลงานวิจัยในองค์กร เพิ่มช่องทางให้สามารถในองค์กรสามารถติดต่อและสื่อสารกันได้อย่างสะดวก ทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ความรู้ และประสบการณ์ในการทำงาน ทำให้สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน ได้ เพิ่มช่องทางทางการตลาด การซื้อขายสินค้า รวมทั้งการดำเนินการด้านลูกค้าสัมพันธ์ขององค์กรผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์ และเป็นแหล่งเผยแพร่แลกเปลี่ยนข้อมูลด้านความบันเทิง ได้แก่ วีดีโอ เพลง เกมส์

### 3.3 รูปแบบการเรียนแบบปรับเนมاء

เป็นระบบการเรียนการสอนที่มีองค์ประกอบหลัก 3 ส่วน ได้แก่ องค์ความรู้หรือเนื้อหาที่จะสอน (knowledge of the domain) องค์ความรู้เกี่ยวกับผู้เรียน (knowledge of the learner) และองค์ความรู้เกี่ยวกับกลยุทธ์การสอน (knowledge of teacher strategies)

#### องค์ประกอบของระบบนี้จะประกอบด้วย

3.3.1 Expert Model หรือ Domain Model เป็นรูปแบบขององค์ความรู้หรือความเชี่ยวชาญ หมายถึง องค์ความรู้หรือความเชี่ยวชาญในด้านใดด้านหนึ่งที่จะทำการสอนโดยทำการรวบรวม และนำเสนอองค์ความรู้ด้วยคอมพิวเตอร์ ให้แก่ผู้เรียน ในส่วนของความรู้หรือ Knowledge ใน Expert Model ต้องสามารถใช้ตรวจสอบ เปรียบเทียบได้ว่าผู้เรียนรู้อะไร และยังไม่รู้ส่วนใด อาจเรียกได้ว่าเป็น Knowledge Model ได้

3.3.2 Student Model เป็นรูปแบบผู้เรียน ที่ทำหน้าที่ในการตรวจสอบและติดตามรูปแบบการเรียนของผู้เรียนแต่ละคน รวมทั้งการตรวจสอบระดับความรู้ ความสามารถ หรือทักษะของผู้เรียน

3.3.3 Instructor Model หรือ Adaptive Model เป็นรูปแบบของผู้สอน หรือวิธีการสอน (Pedagogical Model) เป็นการเตรียมและนำเสนอวิธีการสอนให้เหมาะสมกับผู้เรียน (Student Model) และเนื้อหาโดยอาศัยความรู้พื้นฐานของความสามารถ จุดอ่อน จุดแข็งของผู้เรียนแต่ละคน

ลักษณะการทำงานของจะเน้นกระบวนการเรียนโดยการแก้ปัญหา ซึ่งกระบวนการแก้ปัญหานี้คือต้องการแก้ปัญหางานของผู้เรียนจะทำการเปรียบเทียบกับคำตอบที่ถูกต้องจริงในเนื้อหาของ Expert Model ความแตกต่างของคำตอบจะพิจารณาให้ผลข้อนอกลับแก่ผู้เรียน หลังจากนั้นจะพิจารณาและจัดเตรียมส่วนของความรู้ที่เหมาะสม และนำเสนอให้แก่ผู้เรียน กระบวนการสอนดังกล่าวจะดำเนินไปจนกว่าผู้เรียนการแก้ปัญหาได้

### 3.4 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยรอบแนวคิดรูปแบบการเรียนรู้แบบผสมผสานนี้มีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

สุชิรา [4] ได้ทำการศึกษารอบแนวคิดรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานที่มีการร่วมมือกัน โดยมีระบบพีเดี้ยงแบบปฏิสัมพันธ์ผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์ เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ พบว่า ความเหมาะสมของรอบแนวคิดนี้อยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.96 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.45 แสดงว่าสามารถนำรอบแนวคิดที่สังเคราะห์ได้ไปประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้ได้

ศิริพร [3] ได้ทำการศึกษารอบแนวคิดรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้สื่อหลายมิติแบบปรับตัวร่วมกับเทคนิคผู้ให้คำปรึกษาผ่านบทเรียนออนไลน์ ซึ่งพบว่ากรอบแนวคิดที่สังเคราะห์ขึ้นมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.95 มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.64 แสดงว่ากรอบแนวคิดที่สังเคราะห์ขึ้นนี้มีความเหมาะสมสามารถนำไปใช้งานได้

ธนาวุฒิ [2] ได้ทำการศึกษารอบแนวคิดรูปแบบการเรียนรู้เพื่อปรับเนมاءกับผู้เรียนตามรูปแบบวีเอโอาร์โดยใช้เทคนิค



โครงการข่ายประสานเที่ยมร่วมกับการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน บนสภาพแวดล้อมที่เรียนรู้แบบทุกหนทางทุกแห่ง พนวั่ງรูปแบบที่สังเคราะห์ขึ้นมีความหมายสมอยู่ในระดับดีมาก

#### 4. วิธีดำเนินการวิจัย

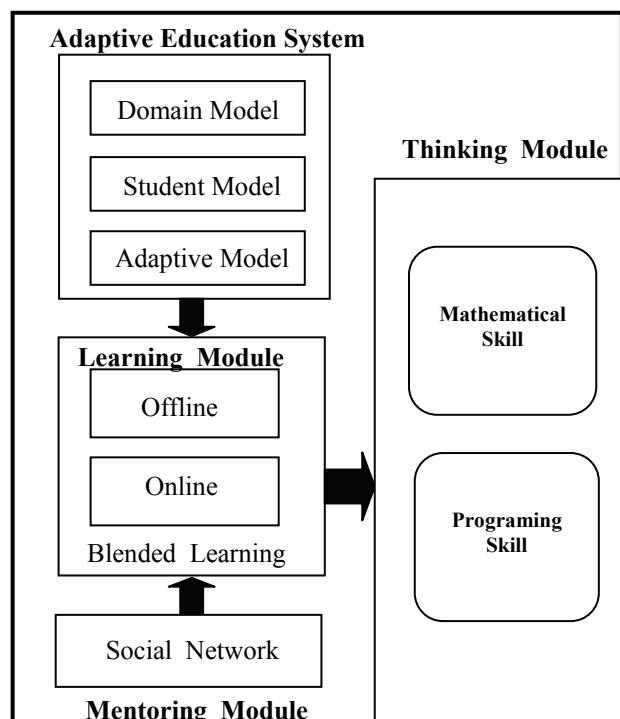
แบ่งออกเป็น 2 ระยะ คือ

4.1 การสังเคราะห์กรอบแนวคิดของรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานด้วย ระบบการเรียนแบบปรับเนมาระร่วมกับเครือข่ายสังคมออนไลน์ เพื่อพัฒนาทักษะการคิดคำนวณ การเขียนโปรแกรม สำหรับนักศึกษาวิศวกรรมไฟฟ้า นี้ใช้วิธีสังเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) โดยสังเคราะห์จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

4.2 การประเมินความหมายสมของกรอบแนวคิดนี้โดยนำกรอบแนวคิดที่สังเคราะห์ขึ้นไปประเมินความหมายสมโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน โดยใช้แบบประเมินเป็นเครื่องมือและวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าเฉลี่ยกับส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

#### 5. ผลการวิจัย

5.1 รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานด้วย ระบบการเรียนแบบปรับเนมาระร่วมกับเครือข่ายสังคมออนไลน์ เพื่อพัฒนาทักษะการคิดคำนวณ การเขียนโปรแกรม สำหรับนักศึกษาวิศวกรรมไฟฟ้า ดังแสดงในภาพที่ 1



#### ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสาน

จากภาพที่ 1 กรอบแนวคิดรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานด้วยระบบการเรียนแบบปรับเนมาระร่วมกับเครือข่ายสังคมออนไลน์นี้ มีองค์ประกอบดังนี้

5.1.1 Learning Module คือ ส่วนของการเรียนรู้ซึ่งมีลักษณะการเรียนรู้แบบผสมผสาน โดยเป็นการผสมผสานการเรียนรู้แบบเพชญหน้าในห้องเรียนร่วมกับการเรียนรู้บนเครือข่าย โดยมีการติดต่อสื่อสารและใช้ความรู้ร่วมกันเป็นการเรียนรู้ที่อาศัยรูปแบบของวิธีการทางสังคมที่มีการพูดคุย เรียนรู้ระหว่างกลุ่มคนเพื่อสร้างความรู้ขึ้นมาด้วยตนเองจากการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างกัน ทำให้ผู้เรียนได้พัฒนาความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่นและยอมรับประโยชน์ของการทำงานร่วมกัน

5.1.2 Mentoring Module คือส่วนสนับสนุนการเรียนรู้ของผู้เรียนให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด เป็นส่วนที่ช่วยให้คำปรึกษาและแนะนำกับผู้เรียนผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์ซึ่งมีลักษณะที่มีการปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนและผู้เรียน

5.1.3 Adaptive Education System คือระบบการเรียนแบบปรับเนมาระที่จะช่วยสนับสนุนการเรียนรู้ของผู้เรียนที่มีความแตกต่างกัน โดยมีองค์ประกอบสามส่วนคือ Domain Model เป็นส่วนที่จะเก็บเนื้อหาและองค์ความรู้ทั้งหมดของบทเรียน Student Model จะเก็บข้อมูลผู้เรียนที่มีความแตกต่างกันในแต่ละกลุ่ม และ Adaptive Model เป็นส่วนที่ค่อยจัดการบทเรียนให้เหมาะสมกับผู้เรียนแต่ละกลุ่มนั้นๆ

5.1.4 Thinking Module คือ ส่วนของพกติกรรมในด้านการคิดของผู้เรียนซึ่งผสานกับ Learning Module ซึ่งประกอบไปด้วยสองส่วนคือ Mathematical Skill เป็นทักษะด้านการคำนวณแก้ปัญหาโดยทั่วไปทางด้านคณิตศาสตร์ และ Programming Skill เป็นทักษะทางด้านการเขียนโปรแกรม SCILAB ซึ่งเป็นโปรแกรมทางวิศวกรรมที่ใช้จัดการทางด้านการประมวลผลภาพ

5.2 กรอบแนวคิดที่ได้จากการสังเคราะห์นำไปสอบถามความหมายสมของกรอบแนวคิดรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานด้วย ระบบการเรียนแบบปรับเนมาระร่วมกับเครือข่ายสังคมออนไลน์ เพื่อพัฒนาทักษะการคิดคำนวณ การ

เขียนโปรแกรม สำหรับนักศึกษาวิศวกรรมไฟฟ้าจากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ได้ผลดังนี้

ตารางที่ 1 ผลการประเมินความเหมาะสมของกรอบแนวคิด

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	SD	ระดับ
Learning Module	4.4	0.48	มาก
Mentoring Module	4.4	0.48	มาก
Thinking Module	4.4	0.48	มาก
Adaptive System	4.6	0.48	มากที่สุด
Over all	4.2	0.4	มาก
Apply	4.0	0	มาก
รวมทั้งหมด	4.33	0.38	มาก

## 6. สรุปผลการวิจัย

จากผลการวิจัยในตารางที่ 1 พบว่า ผลการประเมินกรอบแนวคิดรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานด้วย ระบบการเรียนแบบปรับ�数มาพร้อมกับเครือข่ายสังคมออนไลน์ เพื่อพัฒนาทักษะการคิดคำนวณ การเขียนโปรแกรม สำหรับนักศึกษาวิศวกรรมไฟฟ้านั้น ในแต่ละองค์ประกอบซึ่งได้แก่ Learning Module, Mentoring Module, Thinking Module นั้น มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก ส่วน Adaptive System มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด ภาพรวมขององค์ประกอบของกรอบแนวคิดนี้ มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก และด้านการนำไปประยุกต์ใช้งานอื่น ๆ มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก เช่นเดียวกัน

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่ากรอบแนวคิดรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานด้วย ระบบการเรียนแบบปรับ�数มาพร้อมกับเครือข่ายสังคมออนไลน์ เพื่อพัฒนาทักษะการคิดคำนวณ การเขียนโปรแกรม สำหรับนักศึกษาวิศวกรรมไฟฟ้านั้นมีความเหมาะสมสมที่จะนำไปใช้จัดการเรียนรู้ได้เป็นอย่างดี

## 7. เอกสารอ้างอิง

- 1] คณะครุศาสตร์อุดสาหกรรม, “ หลักสูตรครุศาสตร์อุดสาหกรรม บัณฑิต (หลักสูตรปรับปรุง 2550) สาขาวิชาชีวกรรมไฟฟ้า”, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. กรุงเทพ
- 2] ธนาฤทธิ นิลวนิช “กรอบแนวคิดรูปแบบการเรียนรู้เพื่อปรับ�数มาพร้อมกับผู้เรียนตามรูปแบบวีเออาร์โคโดยใช้เทคนิคโครงข่ายประสาท

เที่ยมร่วมกับการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานบนสภาพแวดล้อม การเรียนรู้แบบทุกหนทุกแห่ง” มหาพ.

- [3] สิริพร เอี่ยมวิลัย “กรอบแนวคิดรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้สื่อทางมีดิเบนปรับตัวร่วมกับเทคนิคผู้ให้คำปรึกษาโดยผ่านบทเรียนออนไลน์ ” มหาพ.
- [4] สุชิรา มีอယา “กรอบแนวคิดรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานที่มีการร่วมมือกัน ให้มีระบบพัฒนาเพื่อเลี้ยงแบบปฏิสัมพันธ์ผ่านเครือข่ายสังคมออนไลน์ เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์” มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.



การพัฒนาแอพพลิเคชันเพื่อการเรียนรู้บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์  
ในการเรียนวิชาการประมวลผลภาพดิจิตอล สำหรับหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต  
**The Development of Application to Learning on Android in the  
Subject of Digital Image Processing for Bachelor of Science  
in Technical Education Program.**

กิตติ เสือแพร (Kitti Surpare) และมีชัย โลหะการ (Meechai Lohakan)

ภาควิชาครุศาสตร์ ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

*kittisurpare@yahoo.com, lohaganm@yahoo.com*

### บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อศึกษาองค์ประกอบของแอพพลิเคชันเพื่อการเรียนรู้บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ 2) พัฒนาแอพพลิเคชันเพื่อการเรียนรู้บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ 3) เพื่อศึกษาความคิดเห็นของผู้ใช้ที่มีต่อแอพพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ โดยกลุ่มตัวอย่างได้แก่ นักศึกษาสาขาวิศวกรรมไฟฟ้าชั้นปีที่ 3 ภาควิชาครุศาสตร์ ไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลคือ ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัยพบว่า องค์ประกอบในการสร้างแอพพลิเคชันเพื่อการเรียนรู้บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ด้านการออกแบบ สื่อ และด้านเนื้อหา มีผลการประเมินความเหมาะสมของแอพพลิเคชันโดยผู้เชี่ยวชาญอยู่ในระดับดี. แอพพลิเคชันเพื่อการเรียนรู้บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 1.32 ตามทฤษฎีของเมกุยแกนส์ และความคิดเห็นของผู้ใช้ที่มีต่อแอพพลิเคชันเพื่อการเรียนรู้บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์นี้อยู่ในระดับดี ( $X = 4.32, S.D. = 0.6$ )

**คำสำคัญ:** แอพพลิเคชัน, ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

### Abstract

*The objectives of this research are 1) To study element of Application to Learning on android 2) To Development Application to Learning on Android 3) To study the user's opinion on the used Application to Learning. The statistics used in data analysis are the average and the standard deviation. The result of this research as follows element of Application to Learning on Android was 2 types, that design and content. Media and content expert assessment was good level. And the results of this research was 1.32 according to Meguigan's formula. The assessment opinion average score of user was good level ( $X = 4.32, S.D. = 0.6$ )*

**Keyword:** Application, Android operation system.



## 1. บทนำ

การดำเนินการพัฒนาคุณภาพในการจัดการศึกษาครั้งใหม่ ความสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจและสังคม ซึ่งในพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2553 (ฉบับที่ 3) กำหนดไว้ว่า การจัดการศึกษาต้องมีหลักผู้เรียนทุกคน มีความสามารถในการเรียนรู้และพัฒนาตนเอง ได้กระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติ และเติบโตตามศักยภาพ การจัดการศึกษาต้องเน้นความสำคัญทั้งด้านความรู้และทักษะด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รวมทั้งการส่งเสริมสนับสนุนให้ผู้สอนสามารถจัดการเรียนรู้ จัดการเรียนรู้ให้สามารถเกิดขึ้นได้ทุกเวลาสถานที่ โดยมุ่งหวัง เพื่อกระดับการพัฒนาคุณภาพของ การศึกษาไทยให้ได้มาตรฐานสากล และเพิ่มโอกาสทางการศึกษา การเรียนรู้ในรูปแบบที่หลากหลาย

ในการเรียนการสอนแบบดั้งเดิม ที่อาศัยการบรรยายโดยมีครุผู้สอนเป็นศูนย์กลางในการเรียนรู้นั้นมีข้อด้อยอันได้แก่ ผู้เรียนมีความเบื่อหน่ายง่าย เพราะผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้น้อยความรู้ที่ได้จากการรับฟังเพียงอย่างเดียวนั้นลีบง่าย เป็นความทรงจำที่ไม่ถาวร ไม่เอื้อต่อการคิดวิเคราะห์และสังเคราะห์ ซึ่งเป็นความสามารถทางปัญญาชั้นสูง และเป็นวิธีการเรียนที่ไม่สามารถสนับสนุนด้วยความต้องการและความต้องการของผู้เรียน

ในปัจจุบันความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี ได้เข้ามามีบทบาททางด้านการจัดการศึกษามากขึ้น โดยครุผู้สอนได้นำข้อดีของวิัฒนาระบบความเริ่ยญก้าวหน้าทางเทคโนโลยี รวมกับความทันสมัยของระบบเครือข่ายอินเตอร์เน็ต มาใช้ในการส่งเสริมและสนับสนุนให้มีบทบาทต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เช่น การเรียนการสอนผ่านเว็บ การเรียนการสอนออนไลน์ การเรียนผ่านโทรศัพท์มือถือ โดยในปัจจุบันนี้มีการใช้โทรศัพท์มือถือมากกว่าห้าร้อยล้านเครื่องทั่วโลก โดยได้มีการใช้เทคโนโลยีไร้สายเป็นช่องทางในการบริหารจัดการบทเรียน ซึ่งเป็นการพัฒนาระบบการศึกษาไทยและเพิ่มประสิทธิภาพการเรียน และการสอน โดยสามารถใช้

เครือข่ายอินเตอร์เน็ตเป็นทรัพยากรในการส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้เรียนได้ สามารถสืบสานข้อมูลจากแหล่งความรู้อื่นๆ ไม่จำกัดสถานที่ และเวลา ซึ่งเป็นวิธีในการชูงใจให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ รู้สึกสนุกสนานตื่นเต้น โดยมีเป้าหมายเพื่อส่งเสริมสนับสนุนให้เกิดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ ต่อผู้เรียน การเรียนรู้สามารถมีหรือเกิดขึ้นได้จากเครื่องมือหรืออุปกรณ์ต่างๆ ซึ่งเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของมนุษย์ไม่ว่าจะเป็นคอมพิวเตอร์หรือพวงโทรศัพท์มือถือ และยังครอบคลุมถึงการใช้งานซอฟต์แวร์ ฐานข้อมูลความรู้ และการเข้าถึงการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีสารสนเทศ ทำให้สามารถสนับสนุนด้วยความต้องการที่หลากหลายของผู้ใช้มากขึ้นด้วย

การเรียนการสอนทางด้านการประมวลผลภาพดิจิตอล เป็นส่วนหนึ่งของรายวิชาในหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรม บัณฑิต [1] สาขาวิชาศิวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ จากการวิเคราะห์ลักษณะเนื้อหารายวิชานี้นั้น สรุปได้ว่า ลักษณะรายวิชานี้เนื้อหาที่มุ่งเน้น การคำนวณทางคณิตศาสตร์ และการเขียนโปรแกรมในการจัดการเกี่ยวกับภาษาซึ่งที่ผ่านมาปรากฏว่าแม้ว่าผู้สอนจะตั้งใจสอนได้ดีก็ตาม แต่ผลการเรียนของผู้เรียนซึ่งมีความแตกต่างกันอยู่มากในทุกๆ การเรียนการสอนยังคงมีผู้เรียนที่สอบตกอยู่เสมอ ซึ่งเป็นการแสดงให้เห็นว่า แม้ว่าการเรียนการสอนผู้สอนจะตั้งใจเต็มที่แล้วก็ตาม แต่ก็ยังไม่สามารถที่จะตอบตัวตนได้ทั้งชั้น ตลอดทั้งเนื้อหา เพราะถูกจำกัดด้วยปริมาณเนื้อหา และเวลาในแต่ละภาค จึงเป็นสิ่งจำเป็นที่ผู้สอนควรจะมีเครื่องมือที่จะใช้ช่วยในการเรียนรู้ เพื่อใช้เครื่องมือเหล่านี้เป็นตัวจัดกิจกรรมเพื่อตรวจปรับผู้เรียน ในเนื้อหาที่ต้องการได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ด้วยเหตุนี้ ผู้วิจัยจึงได้มีความสนใจ ที่จะพัฒนาแอพพลิเคชันเพื่อการเรียนรู้ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ในการเรียนรู้ในวิชาการประมวลผลภาพดิจิตอล เพื่อส่งเสริมการจัดการเรียนการสอนโดยการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ และการสื่อสารในรูปแบบที่ผู้เรียนสามารถพัฒนาความรู้ ความสามารถของตนเอง ได้ทรงกับศักยภาพ ความต้องการ ความสนับสนุน ความสนใจโดยไม่มีข้อจำกัดในด้านเวลา สถานที่



หรือค่าใช้จ่าย อีกทั้งเพื่อให้การเรียนการสอนมีความน่าสนใจมากขึ้น ทำให้ผู้เรียนนั้นมีความกระตือรือร้น มีผลลัพธ์จากการเรียนเพิ่มขึ้น และยังช่วยเบ่งเนาภาระของครุผู้สอน รวมทั้งส่งผลให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย

## 2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

2.1 เพื่อศึกษาองค์ประกอบของแอพพลิเคชัน เพื่อการเรียนรู้บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ในวิชาการประมวลผลภาพดิจิตอล สำหรับหลักสูตรครุศาสตร์ อุตสาหกรรมบัณฑิต

2.2 เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพแอพพลิเคชันเพื่อการเรียนรู้บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

2.3 เพื่อศึกษาความคิดเห็นของผู้ใช้ที่มีต่อแอพพลิเคชันเพื่อการเรียนรู้บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

## 3. วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

ในหัวข้อนี้ผู้วิจัยอนันต์สอนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาแอพพลิเคชันเพื่อการเรียนรู้ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

เอกสารที่ [3] ได้ทำการวิจัยการพัฒนาแอพพลิเคชันเพื่อการเรียนรู้บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์กรณีศึกษาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่สี่ โรงเรียนท่าขุมเงินวิทยาการ จังหวัดลำพูน ปรากฏว่าผลการประเมินความเหมาะสมของแอพพลิเคชันโดยผู้ใช้ข้อมูลด้านดีลีดและคอมพิวเตอร์อยู่ในระดับมาก และผลการประเมินด้านเนื้อหาอยู่ในระดับมากที่สุด แอพพลิเคชันนี้มีประสิทธิภาพเท่ากับ 85.47/85.52 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด ความคิดเห็นของผู้ใช้ที่มีต่อแอพพลิเคชันนี้ อยู่ในระดับมากที่สุด

## 4. ขอบเขตการวิจัย

### 4.1 ประชากร

ประชากร คือ นักศึกษาสาขาวิชาศึกกรรมไฟฟ้า ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

### 4.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษาระดับชั้นปีที่ 4 สาขาศึกกรรมไฟฟ้า ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ จำนวน 18 คน ได้มาจากการสุ่มแบบเจาะจง

### 4.3 ตัวแปรที่ใช้ในงานวิจัย

4.3.1 ตัวแปรอิสระ คือ แอพพลิเคชันเพื่อการเรียนรู้บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ในวิชาการประมวลผลภาพ

4.3.2 ตัวแปรตาม คือ ประสิทธิภาพของแอพพลิเคชัน ผลลัพธ์จากการเรียนของผู้เรียน และความพึงพอใจ

### 4.4 แบบแผนการทดลอง

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง ผู้วิจัยได้กำหนดแบบแผนการทดลองเป็นแบบกลุ่มเดียวสอบก่อน-สอบหลัง มีลักษณะวิธีการทดลองดังนี้

E	O <sub>1</sub>	X	O <sub>2</sub>
---	----------------	---	----------------

### 4.5 เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย ประกอบด้วย

4.5.1 แบบสอบถามองค์ประกอบ สำหรับในการสร้างแอพพลิเคชันเพื่อการเรียนรู้บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ วิชาการประมวลผลภาพดิจิตอล

4.5.2 แอพพลิเคชันเพื่อการเรียนรู้บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

4.5.3 แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้ใช้งาน

## 5. วิธีดำเนินการวิจัย

กระบวนการวิจัยมีวิธีดำเนินงานตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

### 5.1 การพัฒนาแอพพลิเคชัน

ผู้วิจัยได้ทำการพัฒนาแอพพลิเคชันในรูปแบบ SDLC

( System Development Life Cycle : SDLC ) [2]



ภาพที่ 1. วงจรการพัฒนาระบบ : SDLC



### ขั้นตอนที่ 1 กำหนดปัญหา ( Problem Definition )

ดำเนินการกำหนดเรื่องที่จะทำ ศึกษาความเป็นไปได้ในการทำ ศึกษาเอกสาร กำหนดความต้องการและองค์ประกอบในการสร้างแอพพลิเคชั่นเพื่อการเรียนรู้

### ขั้นตอนที่ 2 การวิเคราะห์ ( Analysis )

นำข้อมูลที่ได้ที่ได้จากขั้นตอนที่ 1 มาวิเคราะห์ความต้องการของแอพพลิเคชั่นเพื่อการเรียนรู้ว่าสื่อการเรียนรู้ดังกล่าวจะต้องมีการทำางานลักษณะใด และทำการเลือกใช้เครื่องมือในการสร้างและพัฒนาที่เหมาะสม

### ขั้นตอนที่ 3 การออกแบบ ( Design )

ขั้นตอนการออกแบบนั้นผู้วิจัยได้ทำการ กำหนดเนื้อหา กำหนดกิจกรรมการเรียนรู้ รูปแบบการแสดงผล เจ็บนสตอรี่ บอร์ดเพื่อแสดงให้เห็นลำดับการทำางานของแอพพลิเคชั่นเพื่อการเรียนรู้บนระบบปฏิบัติการณ์แอนดรอยด์ ทำการออกแบบหน้าจอให้เหมาะสม กำหนดความละเอียดภาพ จัดพื้นที่แต่ละหน้าจอการนำเสนอ เลือกรูปแบบและขนาดของตัวอักษรทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ รวมถึงการกำหนดสีของตัวอักษรและพื้นหลัง

### ขั้นตอนที่ 4 การพัฒนา ( Development )

ดำเนินการสร้างแอพพลิเคชั่นเพื่อการเรียนรู้บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ตามขั้นตอนที่ได้วางแผนออกแบบเอาไว้ ข้างต้น

### ขั้นตอนที่ 5 การทดสอบ ( Testing )

ผู้วิจัยได้นำแอพพลิเคชั่นที่สร้างและพัฒนาเสร็จแล้ว มาทำการทดสอบการทำางานของแอพพลิเคชั่น ทำการปรับปรุงแก้ไขให้มีการทำงานตรงตามขอบเขตที่ได้วางแผนและออกแบบเอาไว้

### ขั้นตอนที่ 6 การติดตั้ง ( Implementation )

นำแอพพลิเคชั่นอัพโหลดเข้าสู่ระบบ Google Play เพื่อนำไปเป็นเครื่องมือในการวิจัยตามขั้นตอนต่อไป

### ขั้นตอนที่ 7 การบำรุงรักษา ( Maintanance )

ทำการตรวจสอบข้อมูลและความถูกต้องระหว่างที่ได้ดำเนินการใช้งานแอพพลิเคชั่น ทำการปรับปรุงแก้ไขข้อผิดพลาดต่างๆ ให้มีความถูกต้องอยู่เสมอ

### 5.2 ทดลองใช้

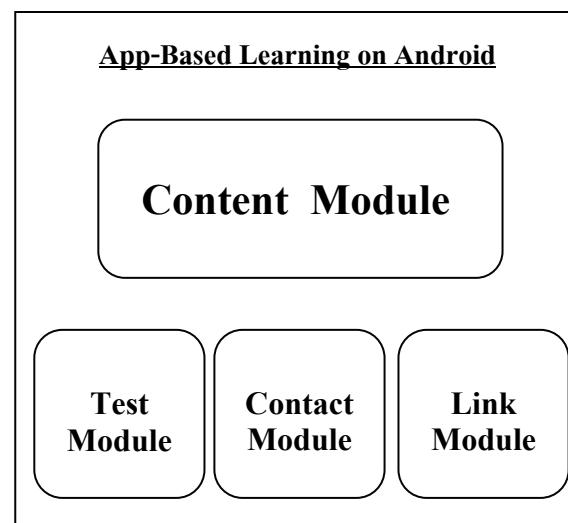
นำแอพพลิเคชั่นไปทำการทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 3 สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 โดยจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ตามศักยภาพของแต่ละคน โดยมีการประเมินด้วยคะแนนสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

### 5.3 ประเมินความคิดเห็น

ศึกษาและรวบรวมความคิดเห็นของผู้ใช้ที่มีต่อแอพพลิเคชั่นเพื่อการเรียนรู้บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ โดยใช้แบบสอบถามที่ได้ออกแบบไว้ จำนวนนำผลที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติและแปลผลต่อไป

## 6. ผลของการวิจัย

จากการดำเนินงานวิจัย แอพพลิเคชั่นเพื่อการเรียนรู้บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์มีองค์ประกอบดังนี้



ภาพที่ 2. โมดูลที่เป็นองค์ประกอบของแอพพลิเคชั่น

Content Module จะประกอบไปด้วย เนื้อหาทั้งหมดที่ผู้เรียนจะต้องทำการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้

Test Module จะประกอบไปด้วย ตัวแบบทดสอบที่ใช้สำหรับประเมินผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนทั้งก่อนและหลังเรียน



Contact Module จะประกอบไปด้วย รายละเอียดที่ใช้ติดต่อกันผู้สอน

Link Module จะเป็นล่วงที่ใช้เชื่อมโยง ไปยังสังคมออนไลน์ อันได้แก่ Fan Page Facebook Digital Image Process. ซึ่งใช้สำหรับพูดคุย ซักถาม นัดหมาย ทำกิจกรรม ส่งผลงานตอบคำถาม

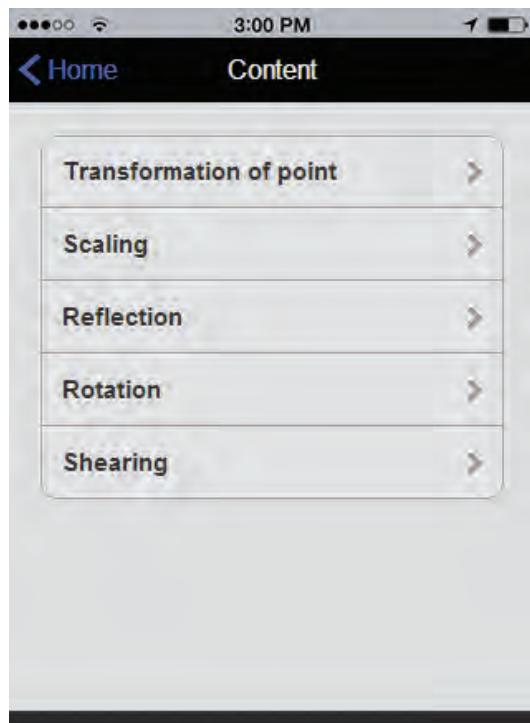
ผลจากการสร้างและพัฒนาแอพพลิเคชันเพื่อการเรียนรู้ได้แอพพลิเคชันที่มีลักษณะเป็นดังนี้



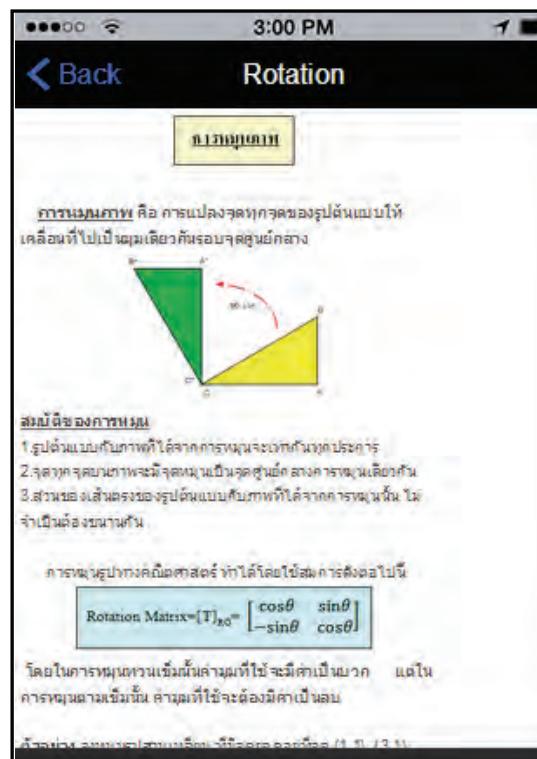
ภาพที่ 3. หน้าต่างต้อนรับผู้เรียนในหน้าแรกของแอพ



ภาพที่ 4. ภาพจาก Contact Module



ภาพที่ 5. ภาพจาก Content Module



ภาพที่ 6. ภาพจาก Content Module

ผลการประเมินความเหมาะสมสมของแอพพลิเคชัน เพื่อการเรียนรู้บนระบบปฏิบัติการมือถือระบบปฏิบัติการที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดย

ประเมินจากผู้ใช้ข่าวญส่องกลุ่มคือ ด้านสื่อจำนวน 3 ท่านและ ด้านเนื้อหาจำนวน 3 ท่าน โดยผลการประเมินปรากฏว่า ด้าน การออกแบบสื่อ อยู่ในระดับดี (ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.9) ส่วนด้าน เนื้อหาอยู่ในระดับดี (ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.3) โดยผู้ใช้ข่าวญเสนอให้เพิ่มเติมการปฏิสัมพันธ์ และวิธีตอบรับนิยมชั้นให้มากขึ้น ผลการหาประสิทธิภาพของแอพพลิเคชันนี้ หาโดยใช้สูตร เมตริกเกนส์ ปรากฏผลดังตารางที่ 1.

#### ตารางที่ 1. ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียน

คะแนน	N	คะแนนเต็ม	ค่าเฉลี่ย	ประสิทธิภาพ
ก่อน	18	60	16	1.32
หลัง	18	60	49	

จากตารางที่ 1. เมื่อนำค่าคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบ ก่อนเรียน กับค่าคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบหลังเรียน มาหา ประสิทธิภาพตามสูตรของเมตริกเกนส์ จะมีค่าเท่ากับ 1.32 แสดงว่ามีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐานของเมตริกเกนส์ที่มี ค่ามากกว่า 1 จึงสามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนต่อไปได้

ผลการประเมินความพึงพอใจ การประเมินความพึงพอใจ ของผู้เรียนที่มีต่อการใช้งาน แอพพลิเคชันประกอบการเรียนรู้ วิชาการประมวลผลภาพพบว่ามีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.32 นั้นคือ มีความพึงพอใจอยู่ในระดับดี

#### 7. สรุปผลการวิจัย

ผลการวิจัย พบว่า การนำแอพพลิเคชันมาใช้ในการเรียน การสอนวิชาการประมวลผลภาพ ทำให้ผู้เรียนมีการทำกิจกรรม ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความรู้ความเข้าใจที่มากขึ้นกว่าการ เรียนทฤษฎีแต่เพียงอย่างเดียว ซึ่งการเรียนทฤษฎีแต่เพียงอย่าง เดียวนั้นเป็นการที่ทำให้ผู้เรียนเกิดความเบื่อหน่ายได้ง่าย ดังนั้น แอพพลิเคชันที่พัฒนาขึ้นใช้ประกอบการเรียนการสอนนี้จะทำ ให้การเรียนการสอนวิชาการประมวลผลภาพมีความน่าสนใจ ขึ้น ดังจะเห็นได้จากค่าประสิทธิภาพตามสูตรของเมตริกเกนส์ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 1.32 จึงสรุปได้ว่าแอพพลิเคชันที่พัฒนาขึ้น สามารถนำไปใช้ประกอบการเรียนการสอนวิชาการ ประมวลผลภาพได้อย่างเหมาะสม โดยโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นนี้ จะถูกนำไปประยุกต์ใช้ประกอบการเรียนการสอน ในวิชา การประมวลผลภาพของนักศึกษาระดับปริญญาตรี เพื่อใช้สร้าง

กิจกรรมการเรียนการสอน เป็นสื่อประกอบการสอน ให้แก่ นักศึกษา เพื่อประโยชน์ในการเสริมสร้างความเข้าใจให้เกิดขึ้น อย่างทั่วถึง โดยมีจุดมุ่งหมายและคาดหวังไว้ว่าจะเกิด ประโยชน์สูงสุดต่อกระบวนการเรียนการสอน เพื่อให้ กระบวนการเรียนการสอนวิชาการประมวลผลภาพดีขึ้น สามารถจัดการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

#### 8. ข้อเสนอแนะ

เนื่องจากเทคโนโลยีสารสนเทศและอินเทอร์เน็ตมีการ พัฒนาต่อเนื่องอย่างรวดเร็วดังนั้นสื่อและรูปแบบการเรียนการ สอนที่จะทำการพัฒนาต่อไปในอนาคตนั้น ควรมีการเชื่อมโยง สิ่งต่างๆ ทั้งสมัยเก่าและสมัยใหม่เหล่านี้เข้าด้วยกัน เพื่อให้ ผู้เรียนเรียนได้เต็มตามศักยภาพของตน มีการเพิ่มปฏิสัมพันธ์ ระหว่างสื่อ ผู้เรียน และผู้สอนเพื่อช่วยให้เกิดกระบวนการคิด การเรียนรู้ขึ้นแก่ผู้เรียน มีการเชื่อมโยงกับเครือข่ายสังคม ออนไลน์ หรือในรูปแบบของเกมส์เพื่อให้เกิดการกระตือรือร้น แบ่งขั้นและช่วยกันเรียน เพื่อให้รูปแบบการเรียนการสอนมี ความหลากหลายและน่าสนใจยิ่งขึ้น

#### 9. เอกสารอ้างอิง

- 1] คณะกรรมการครุศาสตร์อุดสาหกรรม, “ หลักสูตรครุศาสตร์อุดสาหกรรม บัณฑิต ( หลักสูตรปรับปรุง 2550 ) สาขาวิชากรรมไฟฟ้า ”, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. กรุงเทพ
- [2] วิระพัสดุ จงเข้า “ วิธีการพัฒนาระบบ (SDLC) ”.
- [3] เอกธิพัชร์ เพิ่มแก้ว “ การพัฒนาแอพพลิเคชันเพื่อการเรียนรู้บน ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ : กรณีศึกษาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่สี่ โรงเรียนท้าขุมเงินวิทยาคาร จังหวัดลำพูน ” มหาวิทยาลัยนเรศวร.



## การศึกษาสภาพและแนวทางการพัฒนาการเรียนการสอน วิชา การวิเคราะห์วงจรอิเล็กทรอนิกส์

### ความถี่สูง ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง กรณีศึกษาภาคกลางตอนบน 1

### Study of Teaching and Learning Conditions and Development Guidelines in High Frequency Electronic Circuit Analysis Subject of High Vocational Certificate level: Upper Central Provinces I Case

กัญญาวิทย์ กลินบำรุง\* รัฐพล จันวงศ์\*\* และสมศักดิ์ อรรถกิมภูล\*

\*มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 1518 ถนนประชาธิรัฐ 1 กรุงเทพมหานคร 10800

\*\*มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, 39 หมู่ 1 ตำบลคลองหก อำเภอคลองหลวง ปทุมธานี 12110

kanyawit@live.com, j\_Rattapang@hotmail.com, ssa@kmutnb.ac.th

### บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอด้วยการศึกษาสภาพและแนวทางการพัฒนาการเรียนการสอน วิชา การวิเคราะห์วงจรอิเล็กทรอนิกส์ความถี่สูง ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง กรณีศึกษาภาคกลางตอนบน 1 โดยใช้แบบสอบถามเก็บรวมรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างที่เป็นอาจารย์ผู้สอน 6 คน และนักศึกษา 143 คน จากสถาบันการศึกษาในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ภาคกลาง ตอนบน 1 ผลการศึกษาพบว่า วิธีการสอนที่อาจารย์ใช้สอนส่วนใหญ่เป็นแบบบรรยายโดยใช้สื่อการสอนกระดานดำเป็นหลัก รูปแบบกิจกรรมของนักศึกษาเป็นการตอบคำถาม เขียนรายงานและการทดลอง เครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนใช้ข้อสอบ แบบอัตนัยและปรนัย สำหรับประเด็นที่ต้องการในการพัฒนา ได้แก่ ด้านสื่อการเรียนการสอนให้มีความหลากหลายส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดจากเรียนรู้ ด้านรูปแบบการจัดการเรียนการสอนที่สอดคล้องกับนักศึกษาและเนื้อหารายวิชาที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

**คำสำคัญ:** สภาพและแนวทางการพัฒนาการเรียนการสอน วิเคราะห์วงจรอิเล็กทรอนิกส์ความถี่สูง

### Abstract

*This paper aimed to study the conditions and development guidelines of teaching and learning in High frequency electronic circuit analysis subject, High Vocational Certificate Level: Upper Central Provinces I Case. The questionnaires were collected from the sample group of 6 instructors and 143 students in Vocation Education Commission of Upper Central Provinces I Case. Results are as follows : Most of the teaching method is the lecture by explaining on the blackboard, student activity includes the answer-question method, report writing and experiment. The measuring instrument is subjective and objective tester. The need development issues are the variety instruction media that encourage to learning, the course content focused student centered learning model.*

**Keyword:** Teaching and learning conditions and development guidelines, High frequency electronic circuit analysis

## 1. บทนำ

“การศึกษา” เป็นหัวใจสำคัญของการพัฒนาและแบ่งปันของทุกประเทศ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง โลกยุคปัจจุบันในแต่ละประเทศมีการแบ่งปันกันค่อนข้างสูง การจัดการศึกษาของประเทศไทยส่วนใหญ่เป็นการเรียนการสอนในห้องเรียน เน้นการใช้เวลาเรียนมากทำให้ผู้เรียนมีความเครียดในการเรียน ส่งผลให้ผลลัพธ์ทางการเรียนต่ำ [1] ในด้านการจัดการศึกษาในสาขาวิชาชีพ ของสำนักงานคณะกรรมการอาชีวศึกษา (สอศ.) จะกำหนดให้ผู้เรียนต้องบรรลุสมรรถนะหลักของแต่ละสาขาวิชาชีพที่ผู้เรียนต้องได้รับการฝึกฝนทั้งภาคทฤษฎีและปฏิบัติ ซึ่งการศึกษาในภาคปฏิบัติมีความสำคัญอย่างมากต่อการจัดการเรียนการสอนในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ และประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง แต่ยังไร์กตามพนวณกำลังคนที่ผลิตได้มีสมรรถนะที่ไม่สอดคล้องกับความต้องการตลาดแรงงาน ซึ่งเกิดจากปัญหาในด้านต่างๆ [2] ดังนี้

1) ด้านหลักสูตร สาขาวิชาที่เปิดสอนมีจำนวนน้อยไม่สอดคล้องกับความต้องการของภาคอุตสาหกรรม หลักสูตรส่วนใหญ่กำหนดจากลักษณะการทำให้ไม่สามารถจัดหลักสูตรให้ตอบสนองอาชีวและทรัพยากรในท้องถิ่นได้อย่างเหมาะสม

2) ด้านการเปลี่ยนแปลงทางด้านเทคโนโลยีอย่างรวดเร็ว ส่งผลกระทบต่อการจัดทำเครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์ที่มีเทคโนโลยีขั้นสูง ทำให้ไม่สามารถผลิตกำลังคนให้ได้คุณภาพและมาตรฐานที่ต้องการ

3) ด้านการจัดประสบการณ์วิชาชีพ สาเหตุจากข้อจำกัดด้านงบประมาณและมีระเบียบด้านระบบราชการส่งผลให้เป็นอุปสรรคต่อการจำลองโรงงานอุตสาหกรรม (ภาคปฏิบัติ) เข้ามาใช้ในโรงเรียน

4) ด้านข้อมูลความต้องการกำลังคนในด้านปริมาณและคุณภาพที่มีสหสัมพันธ์ แต่ขาดสัดส่วนที่เหมาะสมระหว่างกำลังคนในการผลิตกับภาคตลาด เพราะไม่มีข้อมูลด้านกำลังคนของตลาดแรงงาน เพื่อวางแผนและตัดสินใจในการจัดการศึกษา

สำหรับในกลุ่มจังหวัดภาคกลางตอนบน 1 ซึ่งประกอบด้วย จังหวัดนนทบุรี ปทุมธานี สระน้ำรี และพระนครศรีอยุธยา เป็นกลุ่มจังหวัดที่มีนิคมอุตสาหกรรมจำนวนมาก ซึ่งนิคม

อุตสาหกรรมเหล่านี้ต้องการแรงงานในระดับต่าง ๆ จำนวนมาก โดยเฉพาะแรงงานที่ฝีมือ และแรงงานฝีมือ ซึ่งแรงงานเหล่านี้มาจากผู้สำเร็จการศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ และประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ของหน่วยงานภาครัฐและเอกชนในกลุ่มจังหวัดภาคกลางตอนบน 1 เป็นหลัก โดยนิคมอุตสาหกรรมที่เน้นการผลิตอุปกรณ์ด้านไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์สมัยใหม่ คือ นิคมอุตสาหกรรมไฮเทค และนิคมอุตสาหกรรมบางระดับ ซึ่งต้องการแรงงานในสาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์จำนวนมาก ฐานสมรรถนะสำคัญที่บริษัทเหล่านี้ต้องการคือ ความรู้ด้านเทคโนโลยี โลหะชิ้นส่วน นิคต์ แม่เหล็ก ไฟฟ้า และอุปกรณ์สมัยใหม่ จึงเป็นภาระความรับผิดชอบของสถาบันการศึกษาในกลุ่มจังหวัดภาคกลางตอนบน 1 ดังนี้ในการจัดการศึกษาในหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ ของ สอศ. จึงได้บรรจุรายวิชาการวิเคราะห์หัวใจ อิเล็กทรอนิกส์ความถี่สูง เป็นวิชาชีพบังคับดำเนินที่ 1 เพื่อให้ผู้เรียนมีสมรรถนะครอบคลุมความต้องการของสถานประกอบการและสามารถปฏิบัติงานได้

ด้วยการตระหนักรถึงความสำคัญและปัญหาดังกล่าวข้างต้น คณะกรรมการวิเคราะห์หัวใจอิเล็กทรอนิกส์ความถี่สูง ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ภาคปฏิบัติ 1 โดยใช้หลักการและแนวคิดของการจัดการเรียนที่เน้นผู้เรียน เป็นสำคัญตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2545 [3] เป็นกรอบแนวคิดในการวิจัย เพื่อเป็นข้อมูลในการปรับปรุงพัฒนารูปแบบการจัดการเรียน การสอนที่มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

## 2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

2.1 เพื่อศึกษาสภาพและแนวทางการจัดการเรียนการสอนของอาจารย์ในสถาบันการศึกษาในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กรณีศึกษาภาคกลางตอนบน 1 ในด้านการเตรียมการสอน การดำเนินการสอน การใช้สื่อการสอน การวัดและประเมินผล ในรายวิชาการวิเคราะห์หัวใจ อิเล็กทรอนิกส์ความถี่สูง ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง



2.2 เพื่อศึกษาความต้องการในการพัฒนาการเรียนการสอนของอาจารย์ สถาบันการศึกษาในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กรณีศึกษาภาคกลางตอนบน 1 ตามความคิดเห็นของอาจารย์และนักศึกษา ในรายวิชาการวิเคราะห์ห่วงจรอิเล็กทรอนิกส์ความถี่สูง ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง

### 3. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

นวัตกรรมการศึกษามีความสำคัญที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ในด้านการศึกษาเพื่อแก้ปัญหาการเรียนการสอนนอกจากนั้นแล้วผู้สอนจำเป็นต้องเปลี่ยนวิธีการสอนแบบใหม่จากนั้นผู้สอนเป็นสำคัญ นาเป็นการสอนแบบผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยกำหนดให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมมากขึ้น มีการสอนให้ทำงานเป็นทีม มีการพัฒนาสื่อการเรียนการสอนสมัยใหม่รวมทั้งมีการบูรณาการองค์ความรู้ต่างๆ เข้าด้วยกัน

อนุรักษ์ [4] ได้ทำการศึกษาสภาพการเรียนการสอนด้านวิศวกรรมโทรคมนาคมหลักสูตรระดับปริญญาตรีจากกลุ่มตัวอย่างที่เป็นอาจารย์และนักศึกษาจำนวน 285 คน สำหรับกรณีศึกษาเรื่องระบบการสื่อสารดิจิตอล พบว่าเนื้อหาในหัวข้อดังกล่าวมีความสำคัญมาก เพราะเป็นพื้นฐานในการศึกษาระดับสูง วิธีการสอนส่วนใหญ่ใช้การบรรยายเป็นหลัก สื่อการสอนที่ใช้ประกอบไม่มีความหลากหลายและมีจำนวนน้อย นักศึกษามีความพอใจต่อสภาพการเรียนการสอนภาพรวมอยู่ในระดับปานกลาง การปรับปรุงการเรียนการสอนเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพควรเน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางและสร้างสื่อการสอนที่มีคุณภาพ เป็นต้น

เอกพันธ์ และคณะ [5] ได้ศึกษาสภาพการเรียนการสอนทางด้านวิศวกรรมไมโครเวฟและวิศวกรรมสายอากาศสำหรับกรณีศึกษาเรื่องสายอากาศไมโครสต里的 หลักสูตรระดับปริญญาตรี โดยใช้แบบสอบถามในการเก็บและรวบรวมข้อมูลกลุ่มตัวอย่างเป็นอาจารย์ผู้สอนจำนวน 24 คนและนักศึกษาจำนวน 225 คน ผลการศึกษา พบว่า ด้านเนื้อหาเรื่องสายอากาศไมโครสตดีมีความสำคัญมาก ด้านสื่อการสอนยังไม่มีความหลากหลาย ด้านรูปแบบการสอนซึ่งส่วนใหญ่เป็นการสอนแบบบรรยายและด้านการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจะใช้

ข้อสอบแบบปรนัยและอัดนัย ควรพัฒนาสื่อการสอนที่มีความหลากหลายมากขึ้น

จากแนวทางและข้อมูลดังกล่าวคณะกรรมการวิจัยได้ศึกษาและนำมายใช้เป็นส่วนประกอบในการดำเนินการวิจัยและใช้เป็นข้อมูลอ้างอิงในการวิเคราะห์และสรุปผลในลำดับต่อไป

### 4. วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการสำรวจข้อมูล (Survey) โดยใช้แบบสอบถามที่สร้างขึ้นเพื่อให้ได้ข้อมูลในประเด็นสภาพการจัดการเรียนการสอนและความต้องการในการพัฒนาการเรียนการสอนของอาจารย์สถาบันการศึกษาในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กรณีศึกษาภาคกลางตอนบน 1 โดยมีสาระสำคัญดังต่อไปนี้

#### 4.1 กลุ่มตัวอย่าง

อาจารย์ผู้สอนจำนวน 6 ท่าน และนักศึกษา จำนวน 143 คน จากสถาบันการศึกษาในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กรณีศึกษาภาคกลางตอนบน 1 วิชาการวิเคราะห์ห่วงจรอิเล็กทรอนิกส์ความถี่สูง ปีการศึกษา 2556 โดยการสุ่มแบบเจาะจงตามความเหมาะสม จำนวน 6 แห่ง คือวิทยาลัยเทคโนโลยีปทุมธานี วิทยาลัยเทคโนโลยีชัยบุรี วิทยาลัยเทคนิคพระนครศรีอยุธยา วิทยาลัยเทคนิคสารบุรี วิทยาลัยการอาชีพหนองแಡ วิทยาลัยเทคนิคท่าหลวงชีเมนต์ไทรอนุสรณ์

#### 4.2 เครื่องมือที่ใช้ในการสำรวจ

แบบสอบถามสำหรับอาจารย์ผู้สอนและนักศึกษามีลักษณะพสมพสถานะระหว่างข้อคำถามปลายเปิดและปลายปิดแบบสอบถามได้รับการตรวจสอบความเที่ยงเชิงสภาพ (Face Validity) จากผู้ทรงคุณวุฒิและผ่านการทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างขนาดเล็กเพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของข้อคำถามและภาษาที่ใช้ แบ่งออกเป็นดังนี้

##### 4.2.1 แบบสอบถามอาจารย์ผู้สอน มี 5 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลพื้นฐานของผู้ตอบแบบสอบถาม

ส่วนที่ 2 สภาพการจัดการเรียนการสอน

ส่วนที่ 3 การประเมินความคิดเห็นที่มีต่อสภาพการสอน

ส่วนที่ 4 การศึกษาเครื่องมือประกอบการเรียนการสอน

ส่วนที่ 5 ความคิดเห็นเพิ่มเติม

#### 4.2.2 แบบสอบถามนักศึกษา มี 4 ส่วน ดังนี้

- ส่วนที่ 1 ข้อมูลพื้นฐานของผู้ตอบแบบสอบถาม
- ส่วนที่ 2 การประเมินความคิดเห็นที่มีต่อสภาพการเรียน
- ส่วนที่ 3 สิ่งที่ควรปรับปรุง
- ส่วนที่ 4 ความคิดเห็นเพิ่มเติม

#### 4.3 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัยเริ่มจากกำหนดคอกลุ่มตัวอย่าง รวมทั้ง สร้างเครื่องมือวิจัยที่เป็นแบบสอบถามของอาจารย์ผู้สอนและนักศึกษา โดยแบบสอบถามนี้จะผ่านการตรวจสอบจากผู้ทรงคุณวุฒิด้านการศึกษา จากนั้นเก็บรวบรวมและวิเคราะห์ผลข้อมูลด้วยการนำแบบสอบถามมาวิเคราะห์ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าร้อยละ และใช้การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพเพื่อแปรความตีความ สรุปความจากการสัมภาษณ์อาจารย์และนักศึกษา จากนั้นสรุปผลของงานวิจัย

#### 5. ผลของการวิจัย

ผลของงานวิจัย ประกอบด้วย 2 ส่วน ส่วนแรก เป็นผลการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามของอาจารย์ผู้สอน ส่วนที่สองเป็นผลการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากนักศึกษา

##### 5.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามของอาจารย์ผู้สอนประกอบด้วย 5 ส่วน ดังนี้

###### ส่วนที่ 1 ข้อมูลพื้นฐานทั่วไป

ผลของข้อมูลการสำรวจโดยใช้แบบสอบถาม 6 ท่าน พบว่า ผู้สอนจบปริญญาโท 50 % และจบปริญญาตรี จำนวน 50 % และผู้สอนมีประสบการณ์สอนตั้งแต่กว่า 5 ปี คิดเป็น 33.33% 5 ถึง 10 ปี คิดเป็น 33.33 % และ 10 ถึง 15 ปี คิดเป็น 16.67 % มากกว่า 15 ปี คิดเป็น 16.67 %

###### ส่วนที่ 2 สภาพการเรียนการสอน

วิธีการสอนส่วนใหญ่เป็นการสอนแบบบรรยาย รองลงมา ใช้การถามตอบ กิจกรรมกลุ่ม การสาธิต การใช้บทเรียน สำเร็จรูป (CAI) หรือโปรแกรมช่วยสอน เรียงตามลำดับ

สื่อการเรียนการสอน ผู้สอนส่วนใหญ่จะใช้สื่อประเภทกระดาษคำหรือไวท์บอร์ด รองลงมาเป็นแผ่นใสหรือเพาเวอร์พอยต์ ตำรา เอกสารประกอบการเรียน ชุดทดลอง เครื่องหมายภาพข้ามศิรย์ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรียงตามลำดับ

กิจกรรมของนักศึกษาระหว่างการเรียนการสอน ผู้สอนใช้ วิธีตอบคำถาม เป็นส่วนใหญ่ รองลงมาเป็นการทดลองและเขียนรายงาน รวมทั้งการอภิปรายในชั้นเรียน

การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ส่วนใหญ่จะใช้การทดสอบกลางภาคและปลายภาค และการตรวจผลงานและแบบฝึกหัด การอภิปรายในชั้นเรียน และการทำรายงาน การปฏิบัติงานบนคอมพิวเตอร์ เรียงตามลำดับ สำหรับการทดสอบความรู้ของผู้เรียน

ส่วนที่ 3 การสำรวจและการประเมินความคิดเห็นของอาจารย์ผู้สอน แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ระดับความพึงพอใจที่มีต่อสภาพการเรียนการสอน

ลำดับ	รายการ	Mean	S.D.
1	ด้านเนื้อหา	3.58	0.58
2	ด้านรูปแบบการเรียนการสอน	3.55	0.77
3	ด้านสื่อประกอบการสอน	3.16	0.53
4	ด้านการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	3.58	0.61
5	ด้านผู้เรียน	3.55	0.20
รวมเฉลี่ย		3.48	0.48

ระดับความพึงพอใจของอาจารย์ผู้สอนที่มีต่อสภาพการเรียนการสอนมีค่าคะแนนเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 3.16 – 3.58 โดยที่ ด้านเนื้อหาและด้านการวัดผลสัมฤทธิ์ มีค่ามากที่สุด คือ 3.58 ส่วนด้านลื่อประกอบการสอนมีค่าน้อยที่สุด ที่ค่าเฉลี่ย 3.16

ส่วนที่ 4 การศึกษาความเหมาะสมของเครื่องมือประกอบการเรียนการสอนเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนการสอน



รูปที่ 2 หัวข้อและร้อยละลี่อประกอบการสอนที่ควรปรับปรุง

ตามทัศนะของอาจารย์ผู้สอนพบว่า สื่อประกอบการสอน เป็นสิ่งแรกที่ควรปรับปรุง เนื่องจากเป็นตัวกลางในการถ่ายทอดความรู้ ทัศนคติ ทักษะและประสบการณ์ไปสู่ผู้เรียน ซึ่งให้ผู้เรียนเข้าใจความหมายของสิ่งต่าง ๆ ได้กวดขวางเป็นแนวทางให้เข้าใจลึกลึ้น ๆ และทำให้เกิดความสนใจในเนื้อหา



รายวิชา และด้านเนื้อหา แบบทดสอบและวิธีการการสอน ควรปรับปรุงตามลำดับ แสดงดังรูปที่ 2

ความเหมาะสมของประเภทสื่อที่เหมาะสมกับเนื้อหา โดยมีระดับความเหมาะสมดังนี้ เอกสารการสอน (26.98 %) เพาเวอร์พอยต์หรือแผ่นใส (19.04 %) โปรแกรมจำลอง (18.25 %) และชุดทดลอง(15.07 %) โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (12.69 %) และชุดสาธิต (7.93%)

ชนิดของแบบทดสอบที่เหมาะสมในรายวิชาโดยมีระดับความเหมาะสมดังนี้ อัดนัย (41.37 %) ปรนนัย (22.41 %) และแบบข้อคู่ (18.96%) และกาถูกผิด (17.24%) ตามลำดับ

วิธีการสอนที่เหมาะสมสำหรับเนื้อหารายวิชา โดยมีระดับความเหมาะสมดังนี้ แบบการทดลอง (31.74 %) การบรรยาย (26.19 %) แบบถาม-ตอบ (15.87 %) และแบบอภิปราย (14.28 %) และแบบสาธิต (11.90 %) ตามลำดับ

#### ส่วนที่ 5 ความคิดเห็นเพิ่มเติมของผู้สอน

ด้านเนื้อหาในรายวิเคราะห์ว่างจริงอิเล็กทรอนิกส์ความถี่สูงนั้นควรปรับพื้นฐานความรู้ของนักศึกษา ก่อนเรียน เพื่อให้ผู้เรียนพร้อมในการเรียนรู้เนื้อหาใหม่ ๆ ด้านสื่อการสอน เมื่อองค์ความรู้ที่ได้รับมาเป็นรายวิชาที่ศึกษาเกี่ยวกับเทคโนโลยี จึงส่งผลให้สื่อการสอนควรมีการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ทันต่อเทคโนโลยีในปัจจุบัน เช่น โปรแกรมจำลองการทำงาน รวมทั้งด้านการวัดและประเมินผล ควรมีการประเมินผล สมกุกค์ทางการเรียนที่หลากหลาย ทั้งด้านทักษะการปฏิบัติ และด้านความรู้ให้ตรงตามจุดประสงค์รายวิชา

#### 5.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามของนักศึกษา ประกอบด้วย 4 ส่วน ดังนี้

##### ส่วนที่ 1 ข้อมูลพื้นฐานทั่วไป

ผลของข้อมูลการการสำรวจ โดยใช้แบบสอบถาม พบว่า ผู้เรียนเป็นเพศชาย คิดเป็น 75.52 % และ เพศหญิงคิดเป็น 24.48 % และเกรดเฉลี่ยสะสม 1.00 ถึง 2.00 ( 2.10 %) 2.01 ถึง 2.50 (25.18 %) 2.51 ถึง 3.00 ( 39.16 %) และ 3.01 ถึง 4.00 (33.56 %) ตามลำดับ

ส่วนที่ 2 การสำรวจและการประเมินความคิดเห็นของนักศึกษาที่มีต่อสภาพการเรียนการสอน

จากการที่ 2 แสดงระดับความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อสภาพการเรียนการสอนมีค่าคะแนนเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 3.74 – 3.38 โดยที่ด้านอาจารย์ผู้สอน มีค่ามากที่สุด คือ 3.74 ส่วนด้านสื่อประกอบการสอนมีค่าน้อยที่สุด ที่ค่าเฉลี่ย 3.38

ตารางที่ 2 ระดับความพึงพอใจในการสำรวจและการประเมินความคิดเห็นของนักศึกษาที่มีต่อสภาพการเรียนการสอน

ลำดับ	รายการ	Mean	S.D.
1	ด้านความพร้อมในการเรียน	3.41	0.49
2	ด้านเนื้อหา	3.56	0.47
3	ด้านรูปแบบการเรียนการสอน	3.52	0.58
4	ด้านสื่อประกอบการสอน	3.38	0.58
5	ด้านการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	3.54	0.53
6	ด้านอาจารย์ผู้สอน	3.74	0.60
รวมเฉลี่ย		3.52	0.41

ส่วนที่ 3 สิ่งที่ควรปรับปรุงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนการสอน



รูปที่ 3 หัวข้อและร้อยละด้านสื่อการเรียนการสอนที่ผู้เรียนต้องการให้ปรับปรุง

ด้านสื่อการเรียนการสอนสิ่งที่ผู้เรียนต้องการให้ปรับปรุง ลำดับแรก คือ สื่อประเภทวัสดุ สื่อประเภทอุปกรณ์ สื่อประเภทคอมพิวเตอร์ และสื่อประเภทเทคนิคหรือวิธีการ ตามลำดับ แสดงดังรูปที่ 3

ด้านเนื้อหา สิ่งที่ผู้เรียนต้องการให้ปรับปรุงตามลำดับ คือ ในความรู้/ใบเนื้อหา (27.09 %) ใบมอนจาน/ใบงาน (26.60 %) แบบฝึกหัด/ใบการบ้าน (24.09 %) และใบประกอบ (22.20%)

รูปแบบการเรียนการสอนสิ่งที่ต้องการให้ปรับปรุงตามลำดับ คือ ด้านทักษะพิสัย (22.91 %) ด้านจิตพิสัย (20.19 %) ทักษะกระบวนการ(19.98 %) ด้านพุทธพิสัย (19.34%) และ ด้านการนุรនการ(17.56 %)



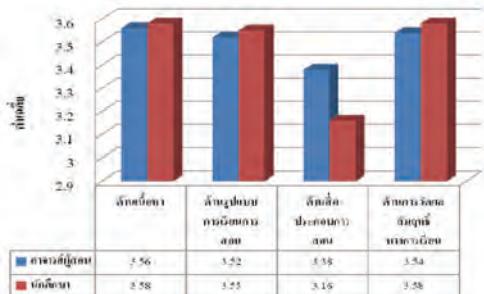
รูปแบบการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสิ่งที่ผู้เรียนต้องการให้ปรับปรุงตามลำดับ คือ ข้อสอบวัดผล (22.63 %) การรายงาน (20.67 %) การถาม-ตอบ (20.08 %) ชั้นงาน/โครงการ (20.04 %) และการสัมภาษณ์ (16.55 %)

#### ส่วนที่ 4 ความคิดเห็นเพิ่มเติมของนักศึกษา

นักศึกษาได้เสนอแนะให้มีสื่อการสอนที่ทันสมัย มองเห็นการจำลองการทำงานเพื่อสร้างความเข้าใจและความสนใจในการเรียนการสอน รวมทั้ง รวบรวมเอกสารในรายวิชาการ วิเคราะห์งานจริงเล็กทรัพนิคส์ความถี่สูงเพื่อให้ง่ายต่อการทำความเข้าใจและศึกษานื้อหารายวิชาได้อย่างรอบคุณ

#### 5.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

จากการเก็บรวมรวมข้อมูลและนำมาสรุปผลงานวิจัย พนบฯ อาจารย์ผู้สอนและนักศึกษามีความพึงพอใจด้านสื่อประกอบการสอนน้อยที่สุด แสดงดังรูปที่ 4 ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลที่อาจารย์ผู้สอนมีความต้องการให้ปรับปรุงสื่อประกอบการสอนเป็นลำดับแรก เนื่องจากการจัดการเรียนการสอนในหลาย ๆ สถาบันขาดสื่อการสอนที่ให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติและส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ทำให้ผู้เรียนไม่ตั้งใจเรียนและเกิดความเบื่อหน่ายและแรงจูงใจในการเรียนรู้ สำหรับด้านเนื้อหา รูปแบบการเรียนการสอน และการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีความพึงพอใจในระดับมาก แต่มีค่าเฉลี่ยต่ำกว่า 4.00 ดังนั้นควรมีการพัฒนาและปรับปรุงให้มีคุณภาพเพิ่มมากขึ้น



รูปที่ 4 ระดับความพึงพอใจของอาจารย์ผู้สอนและนักศึกษาที่มีต่อสภาพการเรียนการสอน

#### 6. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

การศึกษาสภาพและแนวทางการพัฒนาการเรียนการสอนวิชา การวิเคราะห์งานจริงเล็กทรัพนิคส์ความถี่สูง (3105-2001)

ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) กรณีศึกษาภาคกลางตอนบน 1 จากกลุ่มตัวอย่างที่เป็นทั้งอาจารย์และนักศึกษา จำนวน 149 คน พนบฯ วิธีการสอนส่วนใหญ่จะใช้วิธีแบบบรรยายมีโปรแกรมเพาเวอร์พอยต์เป็นสื่อที่ใช้ในการประกอบการสอนเป็นหลัก โดยมีกิจกรรมการถาม-ตอบ การทดลองและเขียนรายงานระหว่างการเรียนการสอน ผู้สอนใช้การสอบกลางภาคและปลายภาคเรียนเป็นการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน อาจารย์ผู้สอนและนักศึกษามีความพึงพอใจต่อสภาพการเรียนการสอนภาพรวมอยู่ในระดับมาก สื่อการเรียนการสอนเป็นสิ่งที่ต้องการให้ปรับปรุงมากที่สุดที่ควรมีความหลากหลาย และควรจัดรูปแบบการเรียนการสอนให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมเพิ่มขึ้นเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนการสอน

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัย ควรพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนที่ทันสมัยและสอดคล้องกับผู้เรียนและเนื้อหารายวิชา ควรเน้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมระหว่างเรียนและร่วมกิจกรรมมากขึ้น ควรพัฒนาสื่อการสอนประเภทโปรแกรมจำลอง โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และควรพัฒนาชุดการสอน เช่น ใบความรู้ ใบมอบหมายงาน และใบงานที่มีคุณภาพมากขึ้น

#### 7. เอกสารอ้างอิง

- [1] กรมอาชีวศึกษา. แผนพัฒนาระยะที่ 9 (พ.ศ. 2545-2549). กรุงเทพฯ
- [2] บุญนารถ สิงห์อินทร์. การศึกษาสภาพการเรียนการสอนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) สาขาวิชาฯในโรงเรียนเทคโนโลยีสหภาพ. กรุงเทพฯ, 2550
- [3] กระทรวงศึกษาธิการ. พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542. กระทรวงศึกษาธิการ. กรุงเทพฯ, 2542
- [4] อนุรักษ์ เมฆพะ โภม. สภาพการเรียนการสอนด้านวิชากรรม โภคภัณฑ์ กรมศึกษาเรื่องระบบการสื่อสารดิจิตอลหลักสูตรระดับปริญญาตรี. การประชุมวิชาการครุศาสตร์อุตสาหกรรมระดับชาติ ครั้งที่ 4. มจพ. กรุงเทพฯ, 2554
- [5] เอกพันธ์และคณะ. การศึกษาสภาพการเรียนการสอนวิชากรรม โภคภัณฑ์ เรื่องสาขาวิชาไมโครสเตรป หลักสูตรระดับปริญญาตรี การประชุมวิชาการครุศาสตร์อุตสาหกรรมระดับชาติครั้งที่ 5. มจพ. กรุงเทพฯ, 2555



## การพัฒนาชุดการสอนปฏิบัติการเรื่อง คลื่นยืนบนสายส่งความถี่สูง

### The Development of Laboratory Instructional Package for Standing Wave on High Frequency Transmission line

พินิจ เนื่องกิริมย์<sup>1</sup> กนกวรรณ เรืองศิริ<sup>2</sup> และสมศักดิ์ อรรคทิมาภูล<sup>3</sup>

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

<sup>2</sup> วิทยาลัยเทคโนโลยีจิตรลดา, 604 สำนักพระราชวัง ถนนสีอิฐ ถนนศรีอยุธยา เขตคุลิต กรุงเทพฯ 10300

<sup>3</sup> มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 1518 ถ. ประชาธิรัฐ แขวงบางซื่อ กรุงเทพฯ 10800

#### บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและทำประสีทิชีพชุดการสอนปฏิบัติการเรื่องคลื่นยืนบนสายส่ง สำหรับการเรียนการสอนค้านวิศวกรรมโทรคมนาคม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ ชุดทดลองปฏิบัติการ โปรแกรมจำลองและใบงานการทดลอง เครื่องมือที่ใช้ในการทำประสีทิชีพ ได้แก่ แบบประเมินความเหมาะสมของชุดการสอนสำหรับผู้เชี่ยวชาญและแบบสอบถามความพึงพอใจสำหรับนักศึกษา กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ ผู้เรียนที่ลงทะเบียนวิชาปฏิบัติการระบบโทรคมนาคม ในหลักสูตรครุศาสตร์ อุตสาหกรรมบัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือจำนวน 15 คน โดยเลือกแบบเจาะจงตามความเหมาะสม ผลการวิจัยชุดการสอนปฏิบัติการที่พัฒนาขึ้น ผ่านการประเมินจาก 5 ผู้เชี่ยวชาญในระดับมากที่สุด ค้านการประเมินความพึงพอใจ ผ่านการประเมินจากนักศึกษาในระดับมาก โดยภาพรวมถือว่าชุดการสอนที่พัฒนาขึ้น เหมาะสมสำหรับการนำไปใช้พัฒนาการเรียน การสอนค้านวิศวกรรมโทรคมนาคมอย่างมีประสิทธิภาพ

**คำสำคัญ:** คลื่นยืน สายส่ง ชุดการสอนปฏิบัติการ วิศวกรรมโทรคมนาคม

#### Abstract

*This dissertation aims to give the development of a laboratory instructional package for standing wave on transmission line. The research instruments were the experiment set, simulation tool and laboratory worksheets. The performance instruments were the expert's evaluation and the student's satisfaction. Samples were 15 students who registered in telecommunication systems laboratory subjects in science of education course of King Mongkut's University of Technology North Bangkok. The research results were as follows, the opinion of 5 experts was most level and the satisfaction of the sampling group was high level. Therefore, the laboratory instructional package can be applied and developed for learning in telecommunication engineering course.*

**Keyword:** Standing wave, Transmission line, A Laboratory instructional package, Telecommunication engineering.



## 1. บทนำ

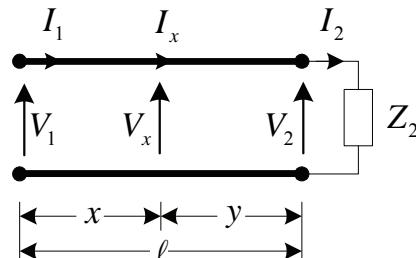
เทคโนโลยีทางด้านโทรคมนาคมมีอิทธิพลต่อการดำเนินชีวิตของมนุษย์เป็นอย่างสูง ไม่ว่าจะเป็นในด้านการแพทย์ การเกษตร การทหาร การเรียนการสอน และด้านอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินชีวิตประจำวันของมนุษย์ โดยเฉพาะทางด้านการเรียนการสอนเนื้อหาเกี่ยวกับวิศวกรรมโทรคมนาคม ที่มุ่งเน้นถึง การคำนวณ และการวิเคราะห์ผลการทำงานของวงจร ซึ่งมีขั้นตอนและการคำนวณทางทฤษฎีที่ซับซ้อน อีกทั้งผู้เรียนไม่สามารถที่จะเห็นพฤติกรรมที่เกิดจาก การคำนวณได้ [1] และจากการศึกษาสภาพการเรียนการสอนด้านวิศวกรรมโทรคมนาคม พบว่า ควรมีการพัฒนาด้านสื่อการเรียนการสอนให้มีความหลากหลาย เช่น การใช้โปรแกรมจำลอง โปรแกรมช่วยคำนวณ เพื่อส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้ [2] สอดคล้องกับงานวิจัยของ อันรุกษ์ [3] และเอกพันธ์ [4] ที่พบว่าควรให้มีการพัฒนาสร้างสื่อประกอบการเรียนการสอน และสร้างชุดปฏิบัติการเกี่ยวกับวิศวกรรมโทรคมนาคมที่มีความสอดคล้องกับเนื้อหาทางทฤษฎี ประยุกต์สู่การปฏิบัติ

จากหลักการและเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยจึงมีแนวความคิดในการพัฒนาและสร้างชุดการสอนเรื่องคลื่นสัญญาณสายสั่ง ที่ประกอบไปด้วยโปรแกรมจำลอง ชุดทดลองปฏิบัติ ใบงาน การทดลองสำหรับใช้ประกอบในการเรียนการสอนวิชาปฏิบัติการระบบโทรคมนาคม ตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ [5] เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ทางด้านทักษะ มีความคิดที่สร้างสรรค์ขึ้น จากการได้ใช้เครื่องมือและอุปกรณ์จริง

## 2. คลื่นสัญญาณสายสั่ง

การแพร่กระจายของคลื่นในวงจรสายสั่ง คือ จะเกิดปรากฏการณ์ของคลื่นที่เคลื่อนที่ต่อกันและคลื่นจะห้อนกับในวงจรสายสั่ง โดยขนาดของคลื่นต่างๆ จะขึ้นอยู่กับความสัมพันธ์ของอิมพีเดนซ์คูมลักษณะของสายสั่งและการของโหลดที่ต่อในวงจรสายสั่งนั้นเอง วงจรสายสั่งสามารถ

แสดงดังภาพที่ 1 และเมื่อพิจารณาสำหรับวงจรสายสั่งที่ปลายสายต่อภาระ (Load) สามารถเขียนสมการได้ดังนี้

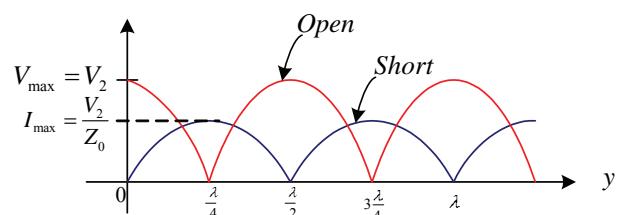


ภาพที่ 1 วงจรของสายสั่งที่มีภาระ

$$V_y(t) = Z_0 I_L \sin\left(\frac{2\pi}{\lambda} y\right) \sin\left(\omega t + \phi + \frac{\pi}{2}\right) \quad (1)$$

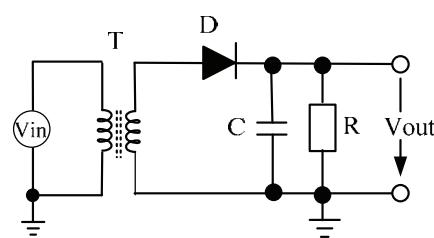
$$i_y(t) = I_L \cos\left(\frac{2\pi}{\lambda} y\right) \sin(\omega t + \phi) \quad (2)$$

จากสมการข้างต้น สามารถแสดงความสัมพันธ์ขนาดของแรงดัน  $V_y$  และ กระแส  $I_y$  ที่ตำแหน่ง  $y$  ต่างๆ บนสายสั่ง ดังรูปที่ 3 และเมื่อพิจารณาสำหรับวงจรสายสั่งที่ปลายสายเป็น Open circuit และ Short circuit สามารถแสดงถึงความสัมพันธ์ขนาดของแรงดัน  $V_y$  และ กระแส  $I_y$  ที่ตำแหน่ง  $y$  ต่างๆ บนสายสั่ง ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 ขนาดและไฟฟ้าของคลื่นสัญญาณแรงดันและกระแส

ในการทดลองเพื่อวัดขนาดของคลื่นแรงดันหรือคลื่นของกระแส จำเป็นต้องมีวงจรตรวจจับขนาดของคลื่น ซึ่งในงานวิจัยนี้จะใช้วงจรวัดค่ายอดของคลื่น (Peak detector) ดังแสดงในภาพที่ 3 [6]



ภาพที่ 3 วงจรวัดค่ายอดของคลื่น (Peak detector)



### 3. การดำเนินการวิจัย

#### 3.1 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

3.1.1 เพื่อพัฒนาและสร้างชุดการสอนเรื่องคลื่นยืนบนสายส่งความถี่สูง สำหรับรายวิชาปฏิบัติการระบบโทรศัพท์ (Telecommunication Systems Laboratory)

3.1.2 เพื่อหาประสิทธิภาพชุดการสอนที่พัฒนาขึ้น

#### 3.2 สมมติฐานของงานวิจัย

3.2.1 ชุดสื่อการสอนเรื่องคลื่นยืนบนสายส่งที่พัฒนาขึ้นมีความเหมาะสมจากการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญอยู่ในระดับมาก

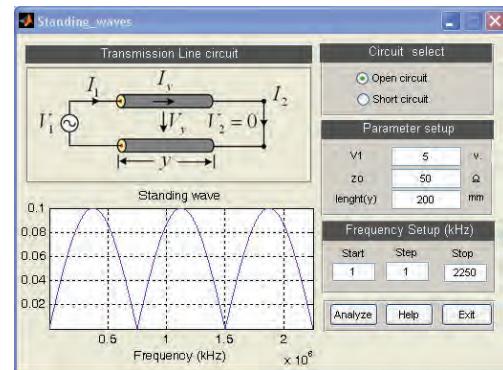
3.2.2 ระดับความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อชุดการสอนเรื่องคลื่นยืนบนสายส่งที่พัฒนาขึ้นมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก

#### 3.3 การพัฒนาชุดการสอน

การออกแบบและสร้างชุดการสอนเรื่องคลื่นยืนบนสายส่งผู้วิจัยได้ศึกษาหลักการการสร้างชุดสื่อการสอน [7-8] และศึกษาข้อมูลของชุดทดลองของจริงที่มาจากการทดลอง แต่อย่างไรก็ตามจากการทดลองใช้กับการศึกษาในห้องเรียนพบว่า ยังมีปัญหาการใช้งานที่มีจำนวนจำกัด และไม่สามารถใช้งานได้ครอบคลุมเนื่อหาทางทฤษฎี ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ทำการวิเคราะห์และพัฒนาเอกสารใบงานและสื่อชุดทดลองขึ้นมาใหม่ ที่สามารถนำไปทดลองได้ครบถ้วนตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมโดยได้ทำการสร้างและพัฒนาดังนี้ 1) โปรแกรมจำลอง สร้างโดยใช้ฟังก์ชัน GUI ของโปรแกรม MATLAB 2) ชุดทดลองคลื่นยืนบนสายส่ง 3) ใบงานประกอบการทดลองโดยแต่ละรายการมีรายละเอียดดังนี้

##### 3.3.1 โปรแกรมจำลองคลื่นยืนบนสายส่ง

โปรแกรมจำลองสร้างขึ้นในลักษณะของกราฟิกประสานงานผู้ใช้ผ่านฟังก์ชัน GUI ของโปรแกรม MATLAB ลักษณะของโปรแกรมประกอบไปด้วย ลักษณะการต่อวงจร การเลือกรูปแบบวงจร การป้อนค่าແเปลี่ยนฐานสำหรับคำนวณ การปรับความถี่ความสำหรับป้อนในวงจร การวิเคราะห์วงจร และการแสดงผลกราฟ ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 โปรแกรมจำลองคลื่นยืนบนสายส่ง

##### 3.3.2 ชุดทดลองคลื่นยืนบนสายส่ง

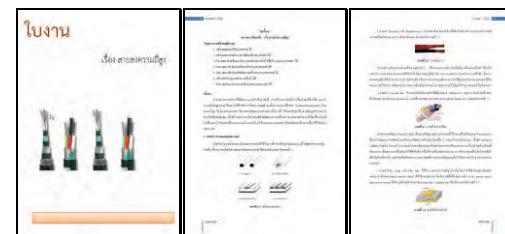
ชุดทดลองคลื่นยืนบนสายส่งพัฒนามาจากชุดทดลองเดิมที่นำเข้ามาจากต่างประเทศ มีราคาแพงและจำนวนไม่มาก จึงต้องตัดต่อหัวกีกษา ผู้วิจัยจึงได้ทำการพัฒนาเพื่อให้มีราคาที่ถูกคล่อง และบังคับรับคุณภาพทดลองสำหรับคุณสมบัติของสายส่ง เช่น การวัดหาคุณสมบัติของคลื่นยืน การวัดหาค่าอัมปิเดนซ์คุณลักษณะ เป็นต้น แสดงดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 ชุดทดลองคลื่นยืนบนสายส่ง

##### 3.3.3 ใบงานเรื่องคลื่นยืนบนสายส่ง

ใบงานประกอบการทดลอง ประกอบไปด้วย วัตถุประสงค์ เนื้อหาทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ ขั้นตอนการทดลอง การบันทึกผล การสรุปผล และคำแนะนำที่ยังการทดลอง เพื่อให้นักศึกษาได้มีแนวทางในการฝึกปฏิบัติอย่างเป็นขั้นตอน และเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพ ลักษณะของใบงานแสดงดังภาพที่ 6

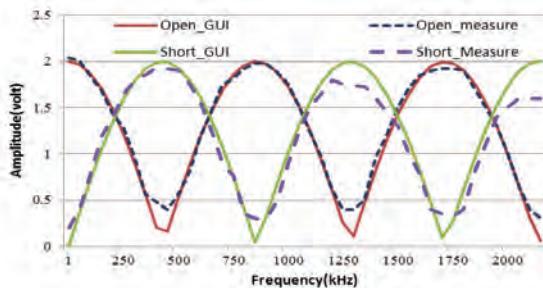


ภาพที่ 6 ใบงานการทดลอง



#### 4. ผลการดำเนินงาน

##### 4.1 ผลการพัฒนาชุดการสอนปฏิบัติการเรื่องคลื่นเสียง



ภาพที่ 7 คลื่นเสียงน้ำเสียงส่างขณะเปิดและล็อก

ชุดการสอนที่พัฒนาขึ้น ในส่วนของโปรแกรมจำลองและชุดทดลอง เมื่อนำไปวิเคราะห์ส่ายส่างที่มีความยาว 100 เมตร ที่ระดับแรงดันด้านเสื้า 5 โวลต์ อิมพีเดนซ์ของสาย 50 โอห์ม ทำการเปรียบเทียบผลที่ได้จากโปรแกรมจำลอง และจากการวัดจริงจากชุดทดลอง ผลการเปรียบเทียบที่ได้ คลื่นเสียงน้ำเสียง

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์คุณภาพชุดการสอนโดยผู้เชี่ยวชาญ

รายการ	$\bar{X}$	S.D.
1. ด้านเอกสารในงาน		
1.1 วัดคุณประสิทธิภาพติดตั้งมีความชัดเจน	4.80	0.45
1.2 ปริมาณของเนื้อหาเหมาะสม	4.60	0.55
1.3 ขั้นตอนการปฏิบัติงานมีความชัดเจน	4.40	0.55
1.4 การบันทึกผลและคำอานท์การทดลอง	4.40	0.55
1.5 ระดับความยาก-ง่ายของการทดลอง	4.60	0.55
ค่าผลเฉลี่ย	4.56	0.17
2. ด้านสื่อชุดทดลอง		
2.1 วิธีการทดลองสอดคล้องกับเนื้อหารายวิชา	4.40	0.55
2.2 จำนวนชุดทดลองและอุปกรณ์ที่ใช้ปฏิบัติงาน	4.20	0.45
2.3 การออกแบบ/ความถูกต้องของวงจร	4.60	0.55
2.4 ขนาดและตัวอักษรเหมาะสม	4.40	0.55
2.5 ความสะดวกในการใช้งาน	4.20	0.84
ค่าผลเฉลี่ย	4.36	0.36
3. ด้านสื่อโปรแกรมจำลอง		
3.1 มีความเหมาะสมกับระดับผู้เรียน	4.40	0.55
3.2 ผลลัพธ์มีความถูกต้อง	4.80	0.45
3.3 ใช้งานง่ายและสะดวก	4.40	0.55
3.4 เหมาะสมกับเนื้อหา และวัตถุประสงค์การสอน	4.60	0.55
3.5 สามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดี	4.80	0.45
ค่าผลเฉลี่ย	4.60	0.14
รวมทั้งหมด	4.51	0.12

ทั้งแบบเปิดว่างและล็อกจะ มีผลการทดลองที่สอดคล้องกัน แสดงดังภาพที่ 7 ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีและหลักการของคลื่นเสียงในวงจรสายส่งความถี่สูง

##### 4.2 ผลการวิเคราะห์คุณภาพชุดการสอนโดยผู้เชี่ยวชาญ

งานวิจัยนี้ใช้แบบประเมินความเหมาะสม ของชุดการสอน ปฏิบัติการเรื่องคลื่นเสียงน้ำเสียงส่าง โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ที่มีประสบการณ์ในการสอนในสาขาวิศวกรรมศาสตร์และโภคภัณฑ์ ให้คะแนนแบบ 5 ระดับ [9] ผลการประเมินพบว่า ด้านเอกสารในงาน มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.56 ค่า S.D. เท่ากับ 0.17 มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ด้านชุดทดลองมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.36 ค่า S.D. เท่ากับ 0.36 มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก และด้านโปรแกรมจำลอง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.60 ค่า S.D. เท่ากับ 0.14 มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด โดยรวมชุดสื่อการสอนที่พัฒนาขึ้นมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ที่ระดับค่าเฉลี่ย 4.51 และค่า S.D. = 0.12

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์แบบประเมินความพึงพอใจของผู้เรียน

รายการ	$\bar{X}$	S.D.
1. ด้านเอกสารในงาน		
1.1 วัดคุณประสิทธิภาพติดตั้งมีความชัดเจน	4.20	0.89
1.2 ปริมาณของเนื้อหาเหมาะสม	4.40	0.83
1.3 ขั้นตอนการปฏิบัติงานมีความชัดเจน	4.13	0.64
1.4 การบันทึกผลและคำอานท์การทดลอง	4.27	0.59
1.5 ระดับความยาก-ง่ายของการทดลอง	4.20	0.68
ค่าผลเฉลี่ย	4.24	0.39
2. ด้านสื่อชุดทดลอง		
2.1 วิธีการทดลองสอดคล้องกับเนื้อหารายวิชา	4.47	0.64
2.2 จำนวนชุดทดลองและอุปกรณ์ที่ใช้ปฏิบัติงาน	4.33	0.62
2.3 การออกแบบ/ความถูกต้องของวงจร	4.47	0.64
2.4 ขนาดและตัวอักษรเหมาะสม	4.53	0.64
2.5 ความสะดวกในการใช้งาน	4.20	0.68
ค่าผลเฉลี่ย	4.40	0.34
3. ด้านสื่อโปรแกรมจำลอง		
3.1 มีความเหมาะสมกับระดับผู้เรียน	4.60	0.51
3.2 ผลลัพธ์มีความถูกต้อง	4.53	0.52
3.3 ใช้งานง่ายและสะดวก	4.60	0.51
3.4 เหมาะสมกับเนื้อหา และวัตถุประสงค์การสอน	4.33	0.82
3.5 สามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดี	4.53	0.52
ค่าผลเฉลี่ย	4.52	0.27
รวมทั้งหมด	4.39	0.17



#### 4.3 ผลการวิเคราะห์แบบประเมินความพึงพอใจของผู้เรียน

ผู้วิจัยได้นำชุดการสอนปฎิบัติการที่สร้างขึ้นไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างในระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 4 สาขาวิชาชีวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือจำนวน 15 คน ซึ่งหลังจากการเรียนด้วยชุดสื่อการสอน พบว่าผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจเพิ่มมากขึ้น และผลความพึงพอใจของนักศึกษาต่อชุดการสอนชุดนี้อยู่ในระดับมาก ค่าเฉลี่ยโดยรวมของชุดการสอนทั้งหมดมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.39 ค่า S.D. เท่ากับ 0.17 แสดงในตารางที่ 2 ดังนั้นชุดสื่อการสอนปฎิบัติการที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพที่สามารถนำไปใช้ประกอบการเรียนการสอนในสาขาวิชาชีวกรรมไฟฟ้า ระดับปริญญาตรีได้เป็นอย่างดี



ภาพที่ 8 กลุ่มตัวอย่างทำการทดลอง

#### 5. สรุปผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการพัฒนาและสร้างชุดการสอนปฎิบัติการ เรื่อง คลื่นสัญญาณสายสั่ง โดยผู้วิจัยได้นำชุดการสอนปฎิบัติการที่สร้างขึ้นไปประเมินหาคุณภาพ พบว่ามีความเหมาะสมสมอยู่ในระดับมากที่สุดและประสิทธิภาพการใช้งานพบว่ามีค่าความพึงพอใจในระดับมาก ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่กำหนดไว้ แสดงให้เห็นว่าชุดการสอนที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพที่สามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

#### 6. เอกสารอ้างอิง

- [1] ครั้นชัย ชูคติ และสมศักดิ์ อรรถกิมภูด, “การพัฒนาแบบการเรียนรู้ MIID-EAP สำหรับการเรียนการสอนรายวิชาชีวกรรมไมโครไฟฟ์ เรื่องท่อน้ำคลื่นและการประยุกต์ใช้งาน,” การประชุมวิชาการครุศาสตร์อุดสาหกรรมระดับชาติครั้งที่ 3, 2553.
- [2] วีรุสติ ขันรัตน์, พินิจ เนื่องกิริมย์, สุรพันธ์ ตันศรีวงศ์ และสมศักดิ์ อรรถกิมภูด, “การศึกษาสภาพการเรียนการสอนด้านวิชาชีวกรรมโภคภัณฑ์หลักสูตรระดับปริญญาตรีของมหาวิทยาลัยในประเทศไทย,” การประชุมวิชาการครุศาสตร์อุดสาหกรรมระดับชาติครั้งที่ 6, 2556.
- [3] อนุรักษ์ เมฆพะ โยม และคณะ, “สภาพการเรียนการสอนด้านวิชาชีวกรรมโภคภัณฑ์ กรณีศึกษาเรื่องระบบการสื่อสารดิจิทัลหลักสูตรระดับปริญญาตรี,” การประชุมวิชาการครุศาสตร์อุดสาหกรรมระดับชาติครั้งที่ 4, 2554.
- [4] เอกพันธ์ พาเจริญ รัฐพูล จันวงศ์ และสมศักดิ์ อรรถกิมภูด, “การศึกษาสภาพการเรียนการสอนทางด้านวิชาชีวกรรมโภคภัณฑ์ เรื่องสายอากาศไมโครสตอริปหลักสูตรระดับปริญญาตรี,” การประชุมวิชาการครุศาสตร์อุดสาหกรรมระดับชาติครั้งที่ 5, 2555.
- [5] เดิมหลักสูตรครุศาสตร์อุดสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาชีวกรรมไฟฟ้า, ระดับปริญญาตรีครุศาสตร์อุดสาหกรรมบัณฑิต ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุดสาหกรรม, หลักสูตรปรับปรุง 2552.
- [6] สมศักดิ์ อรรถกิมภูด, “ข่ายการสื่อสารและสายสั่ง,” กรุงเทพฯ: ศูนย์ผลิตตำราเรียนมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- [7] อำนาจ ป่าละหง้า, “การพัฒนาและทำประสีทิชีพชุดการสอนแบบสื่อประสม เรื่อง การมอคุเลตแบบเข้ารหัสพัลส์และการมัคเดลลีกซ์ วิชาระบบที่ 2 หลักสูตรครุศาสตร์อุดสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาชีวกรรมไฟฟ้า (หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ.2544),” วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุดสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาไฟฟ้า, บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2551.
- [8] วิสิฐ อุตมานนท์, “การพัฒนาและทำประสีทิชีพชุดการสอนปฎิบัติการ เรื่องระบบการสื่อสารข้อมูลแบบออนไลน์ สำหรับการศึกษาระดับปริญญาตรี,” วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุดสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาไฟฟ้า, บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2553.
- [9] ธนาินทร์ ศิลป์จารุ, “การวิจัยและวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วย SPSS และ AMOS,” พิมพ์ครั้งที่ 13. เอส.อาร์.พรีนต์ แมสโปรดักส์. กรุงเทพฯ, 2555.

## การวิเคราะห์และออกแบบวงจรไบอัลตรอนิกส์โดยใช้จิဉ်ไอของแมทແลป

สำหรับการเรียนการสอนวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์

### Analysis and Design for Bias Transister Circuit by using MATLAB GUIs for Electronic Engineering Instruction

ศิวคล นวนกุล<sup>1</sup> สมนารถ ขำเกลียง<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาลัยรัตนภูมิ 414 น. 14 ต.ท่าชุมวง อ.รัตนภูมิ จ.สงขลา

<sup>2</sup>โปรแกรมวิชาอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา 90000

*khamkleang@gmail.com\**

#### บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาโปรแกรมสำหรับการวิเคราะห์และออกแบบวงจรไบอัลตรอนิกส์โดยใช้จิဉ်ไอของแมทແลป วิธีดำเนินการวิจัยประกอบ ด้วย 4 ขั้นตอน คือ วิเคราะห์ ออกแบบ พัฒนา และหาคุณภาพ ผลของการวิจัยพบว่าโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นมีความสามารถในการการวิเคราะห์และออกแบบวงจรไบอัลตรอนิกส์ถูกต้องตามทฤษฎี และจาก การประเมินคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน พบว่ามีค่าความหมายสมอญในระดับมาก ( $\bar{x} = 4.35$ )

คำสำคัญ: ทรานซิสเตอร์ จิဉ်ไอ แมทແลป

#### Abstract

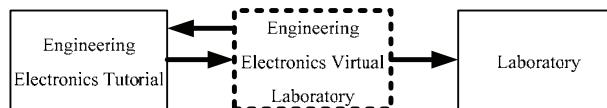
The objective of this research was a development of simulation program for Analysis and Design for Bias Transister Circuit. Methods of research are comprises of 4 steps,namely, the analysis, design, develop, and quality assesment. The analysis results of the software are good agreement with theoretical. The average opinion of the three experts on the quality of the analysis program was in high level( $\bar{x} = 4.35$ ).

**Keyword:** Electrical system, Electric motor, GUI, MATLAB



## 1. บทนำ

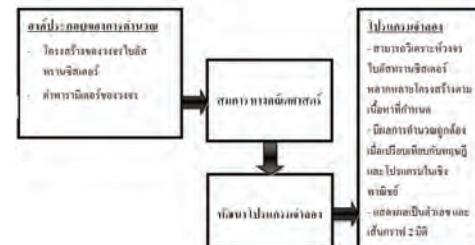
วิธีการเรียนการสอนในชั้นเรียนของนักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาระบบที่มีชื่อว่า ไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์ หรือสาขาวิชานี้ที่เกี่ยวข้องจะเน้นการคำนวณทางคณิตศาสตร์หรือการใช้แบบจำลองเชิงตัวเลขเป็นสำคัญ อย่างไรก็ตามเพื่อให้นักศึกษาเข้าใจแนวคิดที่ไม่อยู่ในชีวิตประจำวันโดยที่ประสมการณ์และความคิดเป็นเรื่องที่เกิดขึ้นยากสำหรับนักศึกษาส่วนใหญ่ กลยุทธ์หนึ่งที่ช่วยให้นักศึกษาเหล่านี้ได้ทำความเข้าใจในส่วนของทฤษฎีคือการแสดงผลกระบวนการสิ่งต่างๆผ่านการทดลองในห้องเรียน ซึ่งแตกต่างจากการทดลองในห้องปฏิบัติการ การสาธิตในชั้นเรียนสามารถช่วยให้นักศึกษาได้ปรับเปลี่ยนแนวคิด เข้าใจหลักการและเหตุผลในหัวข้อที่บรรยาย โดยที่เครื่องมือการทดสอบที่เหมาะสมทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีความทันสมัย จะทำหน้าที่เป็นพื้นฐานในการฝึกทักษะเพื่อนำไปสู่การทดลองจริงในห้องปฏิบัติการ การประยุกต์ใช้การทดลองเสมือนจริง [1-5] โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ประกอบการเรียนการสอนทฤษฎีในชั้นเรียนซึ่งมีส่วนสำคัญ ในการเชื่อมโยงเนื้อหาในส่วนทฤษฎีและปฏิบัติที่ได้แสดงไว้ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 กระบวนการเรียนรู้ในการเชื่อมโยงเนื้อหาในส่วนทฤษฎีและปฏิบัติโดยใช้โปรแกรมจำลอง

วิชาชีวกรรมอิเล็กทรอนิกส์มีลักษณะรายวิชา ที่มุ่งเน้นให้นักศึกษาได้เข้าใจทฤษฎีและฝึกปฏิบัติ ปัญหาการเรียนการสอนที่พบส่วนมาก คือการเชื่อมโยงระหว่างทฤษฎีกับปฏิบัติ เข้าด้วยกัน ทำให้นักศึกษาไม่สามารถบรรลุผลในการเรียนการสอนได้เต็มประสิทธิภาพ จากความเป็นมาและความสำคัญของปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยได้เลือกที่เน้นถึงความสำคัญในการเรียนการสอนทางด้านทฤษฎีวิชาชีวกรรมอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น ซึ่งเป็นเนื้อหาที่เป็นพื้นฐานที่สำคัญของการศึกษาทางด้านวิศวกรรมไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์ โทรคมนาคม และคอมพิวเตอร์ โดยการพัฒนาโปรแกรมจำลอง สำหรับนำไปประยุกต์ใช้กับการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เพื่อให้ผู้เรียนเกิด

ประสิทธิภาพในการเรียนรู้สูงสุด และสามารถลดต้นทุนในการจัดซื้อโปรแกรมจำลองทางด้านวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ต่อไปโดยมีกรอบแนวคิดในการวิจัยแสดงดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 กรอบแนวคิดในการวิจัย

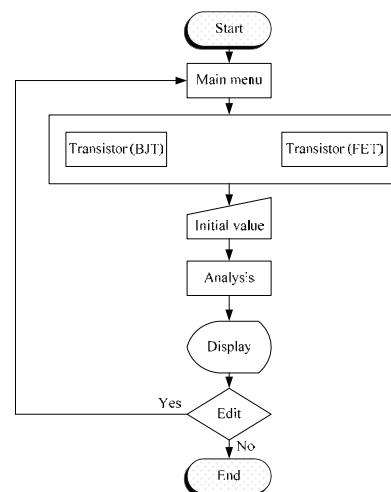
## 2. วิธีดำเนินการวิจัย

### 2.1 วิเคราะห์เนื้อหา

จากการวิเคราะห์เนื้อหาทฤษฎีวิชาชีวกรรมอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้นจากหลักสูตรดังๆ [6-8] พบว่าเนื้อหาที่สามารถนำมาพัฒนาเป็นโปรแกรมจำลองสำหรับใช้ในการศึกษาทฤษฎีวิชาชีวกรรมอิเล็กทรอนิกส์เพื่อเชื่อมโยงไปสู่เนื้อหาในส่วนของ การปฏิบัติ ได้แก่เรื่องวงจร ไดโอด วงจรทรานซิสเตอร์ วงจร ออปเอมป์ วงจรโอลีฟิเอ และวงจรกรองความถี่ ในงานวิจัยนี้จะนำเนื้อหาเรื่องวงจร ใบอัลตราทรานซิสเตอร์ร์มาวิเคราะห์และออกแบบโดยใช้ฟังก์ชันจีบีจีของแมทแลป (MATLAB GUIs)

### 2.2 ออกแบบโปรแกรมจำลอง

การออกแบบโปรแกรมจำลองจะทำการวิเคราะห์อินพุต เอาต์พุต และกระบวนการทำงาน (Input, Output and Process analysis) ของเนื้อหาในแต่ละเรื่อง แสดงดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 กระบวนการทำงานของโปรแกรม



จากภาพที่ 3 เริ่มต้นด้วยการเข้าสู่หน้าต่างหลัก (Main menu) ของโปรแกรมจำลอง หลังจากนั้นเลือกเนื้อหาที่จะทำการวิเคราะห์และออกแบบ กำหนดค่าเริ่มต้น (Initial value) เข้าสู่กระบวนการวิเคราะห์ (Analysis) และแสดงผลการจำลอง (Display)

### 2.3 พัฒนาโปรแกรม

การวิเคราะห์และออกแบบวงจร ไปอัสตรานชิสเตอร์ โดยการสร้างส่วนการติดต่อกับผู้ใช้งาน (Graphic User Interface (GUI)) ในส่วนของอินพุต และเอาต์พุต และในส่วนของการประมวลผลจะเขียนอัลกอริทึมโดยใช้เอ็มไฟล์ (M-File) ของโปรแกรม MATLAB® จำกัดการทางคณิตศาสตร์ [9-10] พร้อมคู่มือการใช้งาน หลังจากนั้นทำการสร้างแบบประเมินความเหมาะสมสมของโปรแกรมจำลองเป็นแบบสอบถาม ที่มีลักษณะเป็นแบบประเมินค่าด้วยข้อความ (Itemized Rating Scale) ชนิด 5 ระดับ แบ่งออกเป็น 4 ด้าน ในแต่ละด้านมีข้อความจำนวน 5 ข้อ ผลการประเมินความเที่ยงตรงตามโครงสร้าง (construct validity) ของแบบสอบถามจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน พบว่าข้อความทุกข้อมีค่าความเที่ยงตรงโดยเฉลี่ยมากกว่า 0.7 ( $IOC \geq 0.7$ )

### 2.4 ประเมินคุณภาพ

นำโปรแกรมไปทดลองการทำงานและเปรียบเทียบผลการคำนวณกับทฤษฎี หลังจากนั้นให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ประเมินความเหมาะสมทางด้านโปรแกรมและโครงสร้าง ด้านเนื้อหาและคู่มือการใช้งาน ด้านการใช้งาน และด้านการนำไปใช้ประกอบการสอน

### 3. ผลของการวิจัย

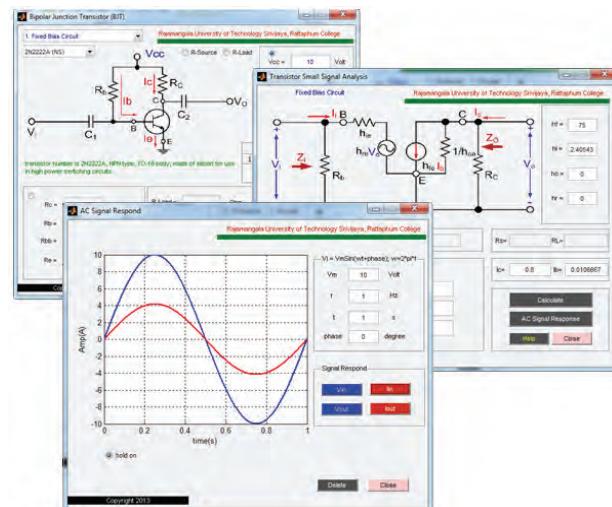
จากการดำเนินการวิจัยอย่างเป็นระบบ ผู้วิจัยอนึ่งเสนอผลของการวิจัยดังต่อไปนี้

#### 3.1 ผลการพัฒนาโปรแกรม

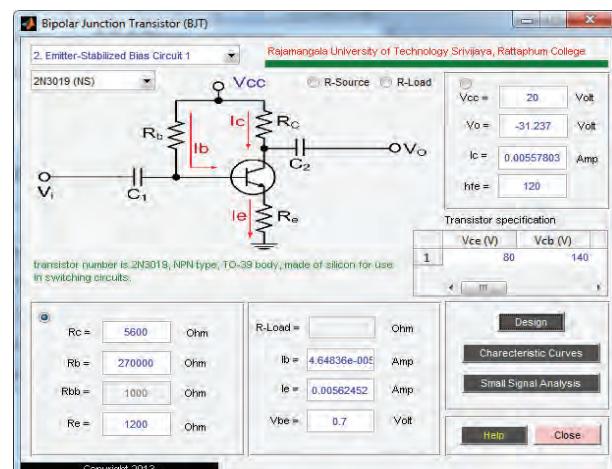
โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วยหน้าต่างหลัก หน้าต่างคุณลักษณะของวงจร และหน้าต่างการวิเคราะห์สัญญาณขนาดเล็ก แสดงดังภาพที่ 4

#### 3.2 ผลการทดสอบคุณภาพ

การทดสอบคุณภาพของโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น จะทำการเปรียบเทียบผลการคำนวณกับการคำนวณทางทฤษฎี [10] ซึ่งจะยกตัวอย่างการทดสอบวงจรทรานชิสเตอร์ BJT ชนิดไปอัสอมิตเตอร์เมื่อไม่มีผลกระทบของความด้านทานที่แหล่งกำเนิด และที่โหลด โดยใช้โดยใช้ทรานชิสเตอร์เบอร์ 2N3019( NS )  $\beta = 120$ ,  $R_c = 5.6 \text{ k}\Omega$ ,  $R_b = 270 \text{ k}\Omega$ ,  $R_e = 1.2 \text{ k}\Omega$   $V_{CC} = 20 \text{ V}$  แสดงดังภาพที่ 5 และภาพที่ 6 การเปรียบเทียบผลการคำนวณและแสดงดังตารางที่ 1 และ 2 ตามลำดับ



ภาพที่ 4 โปรแกรมสำหรับการวิเคราะห์และออกแบบวงจร ไปอัสตรานชิสเตอร์



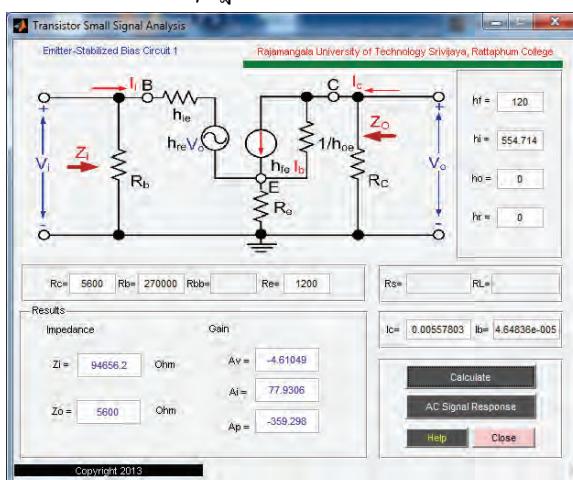
ภาพที่ 5 โปรแกรมจำลองทรานชิสเตอร์ BJT ชนิดไปอัสอมิตเตอร์



ตารางที่ 1 การเปรียบเทียบของโปรแกรม M-GUI กับทฤษฎี

Parameter	M-GUI	Theory	Error (%)
$R_C(\Omega)$	5,600	5,600	0.000
$R_b(\Omega)$	270,000	270,000	0.000
$R_e(\Omega)$	1,200	1,200	0.000
$I_b(A)$	46.4e-3	46.5e-3	0.221
$I_e(A)$	5.62e-3	5.63e-3	0.177

จากตารางที่ 1 พบว่ามีค่าความคลาดเคลื่อนของค่า กระแส  $I_b = 0.221\%$ ,  $I_e = 0.177\%$  ส่วนค่า  $R_C$ ,  $R_b$ ,  $R_e$  มีความสอดคล้องตรงตามทฤษฎี



ภาพที่ 6 โปรแกรมวิเคราะห์อัมปลิฟายเนอร์ของทรานซิสเตอร์ BJT ชนิดไบอสติมิตเตอร์

ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบของโปรแกรม M-GUI กับทฤษฎี

Parameter	M-GUI	Theory	Error (%)
$Z_{in}(\Omega)$	94.65 k	94.65 k	0.000
$Z_o(\Omega)$	5.6 k	5.6 k	0.000
$A_v$	-4.61	-4.61	0.000
$A_i$	77.93	77.93	0.000
$A_p$	-359.29	-359.21	0.022

จากตารางที่ 2 พบว่ามีค่าความคลาดเคลื่อนของค่า  $A_p = 0.022\%$  ซึ่งเป็นค่าเล็กน้อย ส่วนค่า  $Z_{in}$ ,  $Z_o$ ,  $A_v$  และ  $A_i$  สอดคล้องตรงตามกับทฤษฎี

### 3.3 ประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญ

ผลการประเมินความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน แสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการประเมินความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญ

ด้านโปรแกรมและโครงสร้าง					
ข้อที่	ข้อคำถามความคิดเห็น	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความเหมาะสม	
1	การจัดวางตำแหน่งส่วนต่างๆ บนจอภาพ	4.5	0.7	มาก	
2	รูปแบบของรูปภาพเหมาะสม	4.5	0.7	มาก	
3	สีและขนาดตัวอักษรบนจอภาพเหมาะสม	4	0	มาก	
4	มีขบวนการเหมาะสมของหน้าได้ชัดเจน	4.5	0.7	มาก	
5	มีรายละเอียดและการแสดงผลเพียงพอ	3.5	0.7	ปานกลาง	
ค่าผลเฉลี่ย		4.2		มาก	
ด้านเนื้อหาและคุณภาพการใช้งาน					
ข้อที่	ข้อคำถามความคิดเห็น	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความเหมาะสม	
1	การเรียงลำดับและขั้นตอนการใช้งาน	4	0	มาก	
2	ความเหมาะสมในการใช้ภาษา	3.5	0.7	มาก	
3	รูปภาพประกอบสัมพันธ์กับเนื้อหา	3.5	0.7	มาก	
4	เนื้อหามีความถูกต้อง	3.5	0.7	ปานกลาง	
5	ความเหมาะสมกับระดับผู้เรียน	4.5	0.7	มาก	
ค่าผลเฉลี่ย		3.8		มาก	
ด้านการใช้งาน					
ข้อที่	ข้อคำถามความคิดเห็น	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความเหมาะสม	
1	การกำหนดค่าเริ่มต้นในการใช้งานทำได้ง่าย	4.5	0.7	ปานกลาง	
2	ความสะดวกในการใช้งานแต่ละเมนูโปรแกรม	5	0	มากที่สุด	
3	ผลลัพธ์ของวงจรทรานซิสเตอร์มีความถูกต้อง	4.5	0.7	มาก	
4	ความรวดเร็วในการคำนวณผลของวงจรทรานซิสเตอร์	4.5	0.7	มาก	
5	ส่งเสริมให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาได้ง่ายและรวดเร็ว	4.5	0.7	มาก	
ค่าผลเฉลี่ย		4.8		มากที่สุด	

### ตารางที่ 3 (ต่อ)

ด้านการนำไปใช้ประกอบการสอน				
ข้อที่	ข้อความความคิดเห็น	$\bar{X}$	S.D	ระดับความเหมาะสม
1	สามารถใช้วิเคราะห์หัวจรท ранซิสเตอร์ที่สอดคล้องกับเนื้อหาวิชาวางรองอิเล็กทรอนิกส์	5	0	มากที่สุด
2	ช่วยส่งเสริม และกระตุ้นให้ผู้เรียนมีความร่วมในการจัดการเรียนการสอน	5	0	มากที่สุด
3	ช่วยเชื่อมโยงระหว่างการสอนทฤษฎีและปฏิบัติได้เป็นอย่างดี	5	0	มากที่สุด
4	สามารถนำไปทดสอบทฤษฎี และเรียนรู้ด้วยตนเองก่อนชั้นเรียนได้	4.5	0.7	มาก
5	ช่วยประยุกต์ใช้จ่ายในการจัดทำโปรแกรมด้านการสอน	4.5	0.7	มาก
ค่าผลเฉลี่ย		4.8		มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยรวมทั้งหมด		4.35		มาก

จากตารางที่ 3 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของโปรแกรมช่วยวิเคราะห์และออกแบบวงจรท ранซิสเตอร์โดยใช้ GUI ของ MATLAB ของผู้ใช้ข่าวัญจำนวน 3 ท่านพบว่า ผู้ใช้ข่าวัญประเมินความเหมาะสมด้านโปรแกรมและโครงสร้างพื้นที่ว่ามีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.2 ระดับความเหมาะสมสมอยู่ในระดับมาก ด้านเนื้อหาและคู่มือการใช้งานมีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 3.8 ระดับความเหมาะสมสมอยู่ในระดับปานกลาง ด้านการใช้งานพื้นที่มีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.8 ระดับความเหมาะสมสมอยู่ในระดับมากที่สุด ด้านการนำไปใช้ประกอบการสอนพื้นที่มีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.8 ระดับความเหมาะสมสมอยู่ที่มากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยรวมของทั้ง 4 ด้านเท่ากับ 4.35 ระดับความเหมาะสมสมอยู่ในระดับมาก

#### 4. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

งานวิจัยนี้ได้นำเสนอการวิเคราะห์และออกแบบวงจรในอัลตราซิสเตอร์โดยใช้ GUI ของ MATLAB รีบกิจกรรม M-GUI มีความสามารถในการวิเคราะห์และ

ออกแบบวงจรในอัลตราซิสเตอร์แบบคงที่ แบบอิมิเตเตอร์แบบแบ่งแรงดัน มีวิธีดำเนินการวิจัยดังนี้ เริ่มต้นจากการวิเคราะห์ ออกแบบ พัฒนา และสุดท้ายนำโปรแกรมไปหาคุณภาพโดยการเปรียบเทียบผลการคำนวณกับทฤษฎี และให้ผู้ใช้ข่าวัญจำนวน 3 ท่าน ประเมินความเหมาะสมของผลของการวิจัยสรุปได้ดังนี้

4.1 โปรแกรมจำลองสำหรับการศึกษาทฤษฎีวงจรอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้นมีผลการคำนวณถูกต้องตามทฤษฎี

4.2 ความเหมาะสมของโปรแกรมจำลองสำหรับการวิเคราะห์และออกแบบวงจรในอัลตราซิสเตอร์ เมื่อผ่านการประเมินจากผู้ใช้ข่าวัญมีค่าเฉลี่ยรวมอยู่ในระดับมาก

จากการวิจัยพบว่า โปรแกรมจำลองสำหรับการวิเคราะห์และออกแบบวงจรในอัลตราซิสเตอร์สามารถช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่รวดเร็ว สามารถทดสอบทฤษฎีที่ได้จากการคำนวณ โดยการปรับเปลี่ยนค่าของตัวแปรต่างๆ ได้ตามความต้องการ ส่งผลให้ผู้เรียนได้ค้นพบความรู้และเข้าใจเนื้อหาทางด้านทฤษฎีซึ่งสามารถเชื่อมโยงไปสู่การปฏิบัติ แต่อย่างไรก็ตามการพัฒนาการเรียนการสอนทางด้านอุตสาหกรรม และวิศวกรรมไฟฟ้าขึ้นต้องมีการพัฒนาไปอย่างต่อเนื่อง โดยมีเป้าหมายเพื่อต้องการให้ผู้เรียนได้รู้จักปฎิบัติได้ด้วยตนเอง เป็น และเน้นคุณธรรม เพื่อนำไปพัฒนาสังคม และประเทศไทย โดยในการวิจัยครั้งต่อไปควรมีการพัฒนาโปรแกรมจำลองสำหรับการเรียนการสอนให้ครอบคลุมเนื้อหาทุกรายวิชาในหลักสูตร และนำชุดโปรแกรมที่สร้างขึ้นไปใช้ร่วมกับชุดทดลอง หรือชุดสาธิตเพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะและทดสอบผลการทดลองเบริบเทียบกับโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น และควรมีการพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนทางด้านวิศวกรรมไฟฟ้า โดยใช้สื่อการสอนแบบบูรณาการตามรูปแบบการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตัวเอง รวมทั้งควรมีการพัฒนาเครื่องมือการวัดผลการเรียนรู้ที่หลากหลาย เพื่อใช้ประเมินผู้เรียนแบบบูรณาการให้ครบถ้วนด้าน เช่น ด้านความรู้ทักษะ และจิตพิสัย ในรายวิชาทฤษฎีต่อไป



## 5. เอกสารอ้างอิง

- [1] Fares, D.A.; Khaddaj, S.I.; Joujou, M.K.; Kabalan, K.Y. A Learning Approach to circuitry Problems Using MatLab and Pspice Global Engineering Education Conference (EDUCON), 2012 IEEE 17-20 April 2012 : 1 – 5.
- [2] Brandisky, K.G., Stanchev, K.P., Iacheva, I.I., Stancheva, R.D., Petrkieva, S.K., Terzieva, S.D. and Mladenov, V.M. 2005. Computer-Aided Education in Theoretical Electrical Engineering at the Technical University of Sofia: Part II. Computer as a Tool, 2005. EUROCON 2005. The International Conference on, Volume: 1, Nov. 21-24, 2005: 768 - 771.
- [3] Menendez, L.M. ; Salaverria, A. ; Mandado, E. ; Dacosta, J.G. Virtual Electronics Laboratory: A new tool to improve Industrial Electronics Learning. IEEE Industrial Electronics, IECON 2006 - 32nd Annual Conference on, 6-10 Nov. 2006: 5445 – 5448.
- [4] Gati, J.; Kartyas, G. Virtual Classrooms for Robotics and other Engineering Applications. Robotics in Alpe-Adria-Danube Region (RAAD), 2010 IEEE 19th International Workshop on, 24-26 June 2010: 481 – 486.
- [5] Raud, Z.; Vodovozov, V. Virtual Lab to Study Power Electronic Converters. Power Electronics Electrical Drives Automation and Motion (SPEEDAM), 2010 International Symposium on, 14-16 June 2010: 703 – 708.
- [6] คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์. หลักสูตรวิชาการรัฐศาสตร์บัณฑิต หลักสูตร 4 ปี (หลักสูตร ปรับปรุง พ.ศ. 2550), สาขาวิชารัฐศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์, สงขลา: 2550.
- [7] คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์, หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต (หลักสูตร ปรับปรุง พ.ศ. 2550), สาขาวิชารัฐศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์, กรุงเทพฯ: 2550.
- [8] คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์, หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต หลักสูตร 5 ปี (หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2550), สาขาวิชารัฐศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์, กรุงเทพฯ: 2550.
- [9] ชนันด์ ศรีสกุล. พื้นฐานการออกแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์. พิมพ์ที่ สำนักพิมพ์ วิศว์ กรุงเทพฯ : 2552.
- [10] มงคล ทองส่งคุณ. อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น. พิมพ์ที่ บริษัทรามาการ พิมพ์ จำกัด, กรุงเทพฯ : 2536.



## การพัฒนาการเรียนการสอนทางด้านวิศวกรรมสายอาชีวศึกษาโดยใช้รูปแบบการเรียนรู้ MISDOP

### Development of Instructional Model for Antenna Engineering using MISDOP Learning Model

นิพนธ์ ทางทอง<sup>1</sup> สุรพันธ์ ตันศรีวงศ์<sup>2</sup> และสมศักดิ์ อรรถกิมมาภูล<sup>1</sup>

<sup>1</sup> มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 1518 ถนนประชาธิรักษ์ 1 กรุงเทพมหานคร 10800

<sup>2</sup> วิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลคุณยงค์ 604 สำนักพระราชวัง ถนนเสือป่า ถนนศรีอยุธยา เขตดุสิต กรุงเทพฯ 10300

nipont.t@rmutk.ac.th, stw@kmutnb.ac.th and ssa@kmutnb.ac.th

#### บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาการเรียนการสอนทางด้านวิศวกรรมสายอาชีวศึกษาโดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบ MISDOP โดยเริ่มจากการศึกษารูปแบบการเรียนการสอนแบบต่างๆ จากนั้นจึงทำการพัฒนารูปแบบการเรียนรู้แบบ MISDOP ซึ่งประกอบไปด้วย 6 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นการสร้างแรงจูงใจ (Motivation) 2) ขั้นการให้เนื้อหา (Information) 3) ขั้นวิเคราะห์และแก้ปัญหา (Solution) 4) ขั้นอภิปรายผล (Discussion) 5) ขั้นปฏิบัติการ (Operation) และ 6) ขั้นสำเร็จผล (Progress) จากนั้นตรวจสอบและประเมินโดยใช้ผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ คู่มือผู้สอน ชุดการสอนเรื่องสายอาชีวศึกษา ไมโครสติริป แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบสอบถามความพึงพอใจของผู้เรียน ประชากร ได้แก่นักศึกษาที่ลงทะเบียนวิชาชีววิศวกรรมสายอาชีวศึกษา ในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาที่เรียนวิชาชีววิศวกรรมสายอาชีวศึกษา จำนวน 15 คน ผลการวิจัยพบว่ารูปแบบการเรียนรู้แบบ MISDOP ผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญอยู่ในระดับมาก ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังจากผ่านรูปแบบการเรียนรู้ MISDOP มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์การหาคุณภาพของเมกุยแกนต์ (1.011) และความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อรูปแบบที่พัฒนาขึ้นอยู่ในระดับมาก

**คำสำคัญ:** วิศวกรรมสายอาชีวศึกษา รูปแบบการเรียนการสอน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

#### Abstract

This paper aims to develop the instructional model for antenna engineering using MISDOP learning model. We studied and analyzed the various instructional models, then developed the MISDOP learning model including the Motivation, Information, Solution, Discussion, Operation and Progress. The quality of developed MISDOP learning model was evaluated by using 5 experts. The research instruments were the instructor's manual, lesson plan of micro-strip patch antenna, the achievement test and questionnaires. Population was students enrolled in antenna engineering subject in Bachelor of engineering program at Rajamangala University of Technology Krungthep. Samples were 15 students who registered on antenna engineering subject. The research results were as follows. 1) The expert's opinion on the developed MISDOP learning model was high level. 2) The achievement test after using the MISDOP learning model was higher than the standard criteria of Meguigans's formula (1.011). 3) The student's satisfaction for the MISDOP learning model was high level.

**Keywords:** Antenna engineering, MISDOP Learning model, Achievement test



## 1. ບານໍາ

ปัจจุบันการจัดการศึกษาของประเทศไทยได้มีการปฏิรูปการศึกษาเพื่อมีความสอดคล้องกับสภาพทางเศรษฐกิจและสังคม ดัง ได้ระบุไว้ในพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 และแก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พุทธศักราช 2545 นั้น ได้กำหนดไว้ในหมวด 4 แนวทางการจัดการศึกษา มาตรา 22 ว่า “การจัดการศึกษาต้องยึดหลักว่าผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตามของได้ และอีกว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด กระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ โดยยึดผู้เรียนเป็นตัวตั้งและต้องคำนึงถึงความเหมาะสม สมและประโยชน์สูงสุดที่ผู้เรียนจะได้รับ โดยต้องเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีบทบาทสำคัญในการเรียนรู้ ได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้อย่างตื่นตัว และได้ใช้กระบวนการเรียนรู้ต่างๆ อันจะนำไปสู่การเกิดการเรียนรู้ที่แท้จริง ได้ด้วยตัวเอง” [1] การจัดการเรียนการสอนให้ผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยตนเอง ใช้เทคโนโลยีการสื่อสารเป็นเครื่องมือในการแสดงหาความรู้ด้วยตนเอง และติดต่อกับสังคมโลกโดยใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ ให้ความสำคัญกับการสืบค้นและเรียนรู้ภูมิปัญญาท้องถิ่น ภูมิปัญญาไทย เปลี่ยนบทบาทผู้เรียนจากการเป็นผู้รับความรู้ เป็นผู้ที่รับผิดชอบการเรียนรู้ด้วยตนเอง การเปลี่ยนบทบาทของครูผู้สอนให้เป็นผู้สนับสนุน ในการวางแผนและจัดการเรียนรู้แนวๆ ให้คำปรึกษา และนำเสนอทิศทาง มีจิตใจที่เปิดกว้าง เรียนรู้ไปพร้อมกับผู้เรียน [2]

สำหรับการศึกษาในระดับอุดมศึกษา หลักสูตรด้าน  
วิศวกรรมโทรคมนາคม ได้บรรจุรายวิชาวิศวกรรม  
สาขอาชญากรรมที่ลักษณะรายวิชามีเนื้อหาเกี่ยวกับทฤษฎี  
พื้นฐานของสาขอาชญากรรม คำนวณค่าพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้อง  
กับสาขอาชญากรรม วิเคราะห์และการออกแบบแบบสาขอาชญากรรม โดย  
การออกแบบและวิเคราะห์สาขอาชญากรรมดังกล่าว นั้น มีขั้นตอน  
และการคำนวณในทางทฤษฎีที่ซับซ้อน อีกทั้งผู้เรียนไม่  
สามารถที่จะเห็นพุทธิกรรมที่เกิดจากการคำนวณได้ ทำให้  
ผู้เรียนเกิดปัญหาในการเรียนรู้ และส่งผลให้ผลลัพธ์ที่ทางการ  
เรียนตั้งไว้ได้ด้วย สอดคล้องกับงานวิจัย [3],[4],[5] ที่ผู้เรียนมี  
ปัญหากับการเรียนในรายวิชาที่ต้องคำนวณค่าพารามิเตอร์ต่าง

ซึ่งมีสูตรการคำนวณที่ยุ่งยาก นอกจากนี้ผู้เรียนยังขาดทักษะด้านการปฏิบัติการทดลองเกี่ยวกับสาขาวิชาต่างๆ เช่น ทางหลักสูตรรายวิชาเน้นการเรียนการสอนในเชิงทฤษฎีอย่างเดียว ประกอบกับปัจจุบันเทคโนโลยีการเรียนการสอนได้ก้าวหน้าไปมาก รูปแบบการเรียนรู้สมัยใหม่มีแนวโน้มที่จะผนวกการสอนเชิงทฤษฎีควบคู่กับการทดลองในเชิงปฏิบัติ และการมีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนรูปแบบใหม่ๆ ที่มีความสอดคล้องกับรายวิชาศึกษาระดับชาติ

จากความเป็นมาและความสำคัญของปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัย  
จึงได้พัฒนารูปแบบการเรียนการสอนที่เหมาะสมกับการสอน  
ในรายวิชาวิศวกรรมสายอาชีว เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้  
ในทางทฤษฎี และมีทักษะในการดำเนินการปฏิบัติการเกี่ยวกับ  
สายอาชีวได้อย่างมีประสิทธิภาพ

## 1.1 วัตถุประสงค์การวิจัย

### 1.1.1 เพื่อพัฒนาฐานแบบการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

### 1.1.2 เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพรูปแบบการเรียนรู้แบบ MISDOP

1.1.3 เพื่อสำรวจความพึงพอใจของผู้เรียนที่ผ่านการเรียนรู้แบบ MISDOP สำหรับใช้ในการเรียนการสอนเรื่อง ภาษาอาคากะแพตซ์ ไมโครสตอริป

## 1.2 สมมติฐานของการวิจัย



1.2.1 ประสิทธิภาพของรูปแบบการเรียนรู้แบบ MISDOP ที่ใช้ในการเรียนการสอนเรื่องสาขาวิชาคณิตศาสตร์ ไม่โครงสร้างปมค่าตามเกณฑ์การหาคุณภาพของเมกุยแกนส์

1.2.2 ความพึงพอใจของนักศึกษาที่ผ่านการเรียนการสอนเรื่อง สาขาวิชาคณิตศาสตร์ ไม่โครงสร้างปมโดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบ MISDOP อุ่นในระดับมาก

## 2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

### 2.1 หลักการออกแบบการเรียนการสอน

การออกแบบการเรียนรู้จะต้องพิจารณาเกี่ยวกับการวิเคราะห์หลักสูตร ศึกษาประเดิมปัญหา ความต้องการของผู้เรียนและผู้สอน กำหนดคุณภาพสูงค์เชิงพฤติกรรมและเนื้อหาสาระ จากนั้นจึงกำหนดวิธีการสอน ศึกษารูปแบบการเรียนการสอน เทคนิคที่ใช้ในการเรียนการสอน กำหนดการจัดกิจกรรมการเรียน และวิธีการวัดและการประเมินผลเป็นสำคัญ จากนั้นนำมาเขียนแผนการจัดการเรียนการสอนที่ประกอบด้วย วัตถุประสงค์ เนื้อหาสาระ มนโนทัศน์ กิจกรรม สื่อ การวัดและการประเมินผล และการบันทึกผลหลังการสอน

### 2.2 การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน

การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการนี้เป็นการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวปฏิรูปที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ที่ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากการได้คิดและปฏิบัติ จริงตามความสนใจ ความถนัดของตนเอง เรียนรู้ทั้งแบบเรียน คนเดียวและเรียนเป็นกลุ่มจากแหล่งการเรียนรู้ที่หลากหลาย โดยใช้กระบวนการเรียนรู้ของตนเองและเรียนรู้อย่างเป็นองค์รวม (บูรณาการ) ดังนั้นรูปแบบการเรียนรู้แบบ MISDOP จึงเป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่มีกระบวนการจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ซึ่งมีขั้นตอนของกระบวนการเรียนการสอนดังภาพที่ 1

จากภาพที่ 1 รูปแบบการเรียนรู้แบบ MISDOP เป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ผู้จัดได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับศาสตร์การสอน การจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการ [6] และมีการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ [7] เพื่อให้เป็นแนวคิดที่เป็นพื้นฐานของการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ขั้นตอนของกระบวนการเรียนรู้ตามรูป



ภาพที่ 1 รูปแบบการเรียนรู้แบบ MISDOP

การสอนแบบ MISDOP ที่เป็นลำดับขั้นของการจัดการเรียน การสอนที่มุ่งเน้นสำหรับใช้ในรายวิชาทางด้านวิศวกรรม โทรคมนาคม โดยเฉพาะวิชาวิศวกรรมสาขาวิชาคณิตศาสตร์ ที่มีขั้นตอนในการคำนวณและออกแบบที่ยุ่งยาก ต้องการการคำนวณที่แม่นยำ นำเสนอให้เข้าใจง่าย ได้ผ่านสื่อที่มีความหลากหลาย และเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ซึ่งประกอบไปด้วย 6 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นการสร้างแรงจูงใจ (Motivation : M) ขั้นการให้เนื้อหา (Information : I) ขั้นการวิเคราะห์และแก้ปัญหา (Solution : S) ขั้นการอภิปราย (Discussion) ขั้นปฏิบัติการ (Operation : O) และขั้นสำเร็จผล (Progress : A) โดยแต่ละขั้นตอนมีรายละเอียดดังนี้

#### 2.2.1 ขั้นการสร้างแรงจูงใจ (Motivation : M)

เป็นขั้นตอนที่ต้องการให้ผู้เรียนเกิดความสนใจที่จะศึกษาในเรื่องที่ทำการสอน กระตุ้นให้เกิดแรงจูงใจให้เรียน ในขั้นตอนนี้ ครู ผู้สอน จึงจำเป็นต้องหาสื่อที่ทันสมัย และเชื่อมโยงเนื้อหา ให้เห็นประโยชน์ที่ได้รับจากการเรียนในหัวข้อนั้นๆ จะช่วยให้ผู้เรียนสนใจ และมีแรงจูงใจ ให้เรียนรู้ได้มากขึ้น

#### 2.2.2 ขั้นการให้เนื้อหา (Information : I)

ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนของการเรียนการสอน โดยเชื่อมโยงจากปัญหาหรือการกระตุ้นจากขั้นตอนก่อนหน้า เนื้อหาจะต้องตอบโจทย์ หรือตอบรับปัญหาที่ได้ระบุไว้ในขั้นของการสร้างแรงจูงใจ และมีการสรุปทุกครั้งที่จบหัวข้ออย่างเพื่อเป็นการตรวจสอบความเข้าใจของผู้เรียน ไปในตัว

#### 2.2.3 ขั้นการวิเคราะห์และแก้ปัญหา (Solution : S)



ขั้นตอนนี้ ผู้สอนจะต้องให้ความช่วยเหลือ แนะนำ ให้ กำปรึกษาแก่ผู้เรียนในด้านต่างๆ โดยเฉพาะโปรแกรมจำลองที่ จะนำมาใช้ในการวิเคราะห์พารามิเตอร์ของสายอาชญา และ ผู้เรียนจะศึกษาหัวข้อ โจทย์ปัญหาที่กำหนด จากนั้นค้นหา แนวทางในการแก้ไขปัญหา โดยนำเอาองค์ความรู้ทางทฤษฎีที่ ศึกษาค้นคว้ามาอ้างอิง หรือใช้เครื่องมือต่างๆ เช่น โปรแกรม จำลอง มาพิสูจน์และตรวจสอบผลลัพธ์ จะส่งผลให้ผู้เรียนได้มี ส่วนร่วมในการเรียนการสอนมากขึ้น และรู้จักการแก้ปัญหา จากทฤษฎีที่เรียน โดยใช้เครื่องมือที่มีอยู่ได้

#### 2.2.4 ขั้นการอภิปรายผล (Discussion: D)

ขั้นตอนนี้ ผู้เรียนจะนำเสนอข้อมูล และความคิดเห็น แลกเปลี่ยนความรู้และประสบการณ์ในประเด็นโจทย์ปัญหาที่ กำหนด กำหนดค่าผู้เรียนออกเป็นกลุ่มย่อย โดยมีผู้สอนกำหนดที่ ดูแล ให้ความช่วยเหลือต่างๆ ในการอภิปรายให้เป็นไปด้วย ความเรียบร้อย

#### 2.2.5 ขั้นการปฏิบัติการ (Operation : O)

ขั้นตอนนี้ ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติการเพื่อที่จะได้พิสูจน์ หลักการ ทฤษฎี หรือข้อเท็จจริงต่างๆ เกี่ยวกับสายอาชญา ตลอดจนสามารถออกแบบและสร้างสายอาชญา ตามเงื่อนไข ข้อกำหนด ตรงตามทฤษฎีหรือหลักการที่ได้เรียนมา ใน ขั้นตอนนี้ผู้เรียนจะต้องศึกษาหัวข้อ โจทย์ปัญหาที่กำหนด จากนั้นค้นหาแนวทางในการแก้ไขปัญหา โดยนำเอาองค์ ความรู้ทางทฤษฎีที่ศึกษาค้นคว้ามาอ้างอิง จากนั้นนำผลงานที่ ออกแบบไว้มาจำลองการทำงานโดยใช้โปรแกรมจำลองการ ทำงานของสายอาชญา ให้ทำงานได้ตรงตามที่กำหนดความ ต้องการหรือแก้ปัญหาตามที่ระบุไว้ หลังจากนั้นจึงลงมือสร้าง ขึ้นงานจริง ในขั้นนี้ผู้สอนจะต้องให้ความช่วยเหลือ แนะนำ ให้ กำปรึกษาแก่ผู้เรียนในด้านต่างๆ โดยเฉพาะโปรแกรมจำลองที่ จะนำมาใช้ในการออกแบบสายอาชญา

#### 2.2.6 ขั้นสำเร็จผล (Progress)

ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนสุดท้ายของการเรียนการสอน จากการผู้เรียนได้นำความรู้ ความเข้าใจในหลักการ ทฤษฎี เนื้อหาต่างๆ ที่ได้ศึกษาค้นคว้า มาใช้ในการแก้ปัญหาหรือฝึก

ปฏิบัติการจนได้คำตอบ ได้ผลงานหรือชิ้นงานเรียบร้อยแล้ว ซึ่งคำตอบ ผลงานหรือชิ้นงานเหล่านี้จะเป็นที่จะต้องได้รับการ ตรวจสอบหรือประเมินผล เพื่อหาความถูกต้อง เป็นไปตาม เกณฑ์ที่ได้วางไว้หรือไม่ โดยทำการประเมินจากผลที่ได้จาก การวัดและส่วนประกอบอื่นๆ เพื่อการประเมินผลที่เหมาะสม โดยที่ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันประเมินผลของความสำเร็จใน ด้านต่างๆ

### 3. วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง โดยทำการศึกษา รูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ จากนั้นจึง พัฒนาและสร้างรูปแบบการเรียนรู้แบบ MISDOP สร้างคู่มือ ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนแบบ MISDOP จากนั้น นำรูปแบบการเรียนรู้แบบ MISDOP ไปทดลองใช้ แล้วนำ ข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์ผลเพื่อทดสอบกับ สมมุติฐานที่ตั้งไว้

#### 3.1 กำหนดกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้เป็นนักศึกษาระดับ ปริญญาตรี ในสาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และ โทรคมนาคม หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัย เทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ ที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชา วิศวกรรมสายอาชญา โดยการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง จำนวน 15 คน ตามสภาพและจำนวนของห้องเรียนจริง

#### 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการสำรวจ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยนี้ประกอบไปด้วย คู่มือการใช้งาน MISDOP Model แผนการเรียนการสอนเรื่องสายอาชญาแพตช์ ไมโครสติป สื่อนำเสนอเพาเวอร์พอยต์ โปรแกรมจำลอง (Sonnet Lite) เครื่องวิเคราะห์โครงข่าย คู่มือโปรแกรมจำลอง คู่มือเครื่องวิเคราะห์โครงข่ายแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน แบบสอบถามความพึงพอใจ และแบบประเมิน เครื่องมือวิจัยสำหรับผู้ช่วยช่าง

#### 3.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ได้นำมาข้อมูลต่างๆ ที่ได้จากการเก็บข้อมูล กับกลุ่มตัวอย่างและจากแบบสอบถาม เพื่อทำการวิเคราะห์ ค่าเฉลี่ย (Mean) ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard

Deviation) จากนั้นวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ ด้วยโปรแกรม สำเร็จรูป และวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของรูปแบบการเรียนรู้ แบบ MISDOP ด้วยวิธีการหาประสิทธิภาพของเมกุยแกนส์

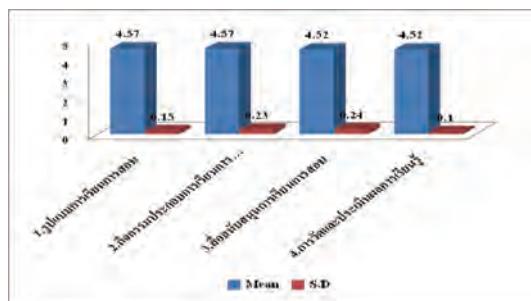
#### 4. ผลของการวิจัย

##### 4.1 การประเมินคุณภาพของรูปแบบการเรียนรู้ MISDOP

จากตารางที่ 1 และภาพที่ 2 พบว่าผู้เชี่ยวชาญประเมินความ เหมาะสมของรูปแบบการเรียนรู้ มีค่าเฉลี่ยรวมที่ 4.55 ที่ค่าส่วน เนี่ยงเบนมาตรฐานที่ 0.03 ซึ่งมีเกณฑ์การประเมินที่ระดับดีมาก

ตารางที่ 1 ผลการประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการเรียนรู้

รายการประเมิน	Mean	S.D	แปลผล
รูปแบบการเรียนการสอน	4.57	0.15	มากที่สุด
กิจกรรมประกอบการเรียนการสอน	4.57	0.23	มากที่สุด
สื่อสนับสนุนการเรียนการสอน	4.52	0.24	มากที่สุด
การวัดและประเมินผลการเรียนรู้	4.52	0.10	มากที่สุด
เฉลี่ย	4.55	0.03	มากที่สุด



ภาพที่ 2 ผลการประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการเรียนการสอน

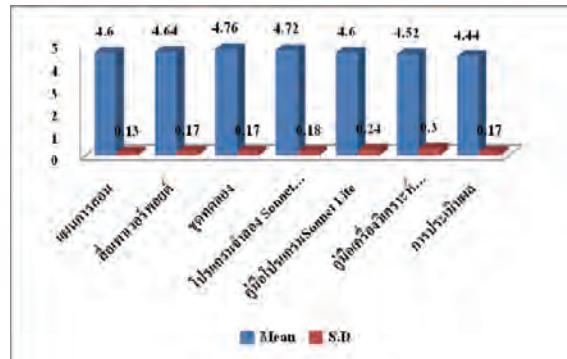
##### 4.2 ผลการประเมินเครื่องมือวิจัย (คู่มือครุ แผนการสอน ลีส์การเรียน และการประเมินผล)

จากตารางที่ 2 และภาพที่ 3 พบว่าผู้เชี่ยวชาญประเมินเครื่องมือ วิจัย มีค่าเฉลี่ยรวมที่ 4.61 ที่ค่าส่วนเบนมาตรฐานที่ 0.11 ซึ่งเกณฑ์การประเมินที่ระดับดีมาก

ตารางที่ 2 ผลการประเมินความเหมาะสมของเครื่องมือโดยผู้เชี่ยวชาญ

รายการประเมิน	Mean	S.D	แปลผล
แผนการสอน	4.60	0.13	มากที่สุด
ลีส์เพนาเวอร์พอยต์	4.64	0.17	มากที่สุด
ชุดทดลอง	4.76	0.17	มากที่สุด

โปรแกรมจำลอง Sonnet Lite	4.72	0.18	มากที่สุด
คู่มือโปรแกรม Sonnet Lite	4.6	0.24	มากที่สุด
คู่มือเครื่องวิเคราะห์โครงสร้าง	4.52	0.30	มากที่สุด
การประเมินผล	4.44	0.17	มาก
เฉลี่ย	4.61	0.11	มาก



ภาพที่ 3 ผลการประเมินความเหมาะสมของเครื่องมือวิจัย

##### 4.3 ผลการวิเคราะห์การหาประสิทธิภาพของรูปแบบ การเรียนการสอน MISDOP Model

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์การหาประสิทธิภาพ

ค่าประเมินทางด้าน	จำนวนผู้เชี่ยวชาญ	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบนมาตรฐาน	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบนมาตรฐาน	S.D	ประสิทธิภาพทางด้าน
ก่อน	15	10	6	2	3.80	1.320	1.011
หลัง	15	10	9	6	7.67	1.047	

จากตารางที่ 3 พบว่าประสิทธิภาพของการเรียนการสอน เรื่อง สายอาชญากรรม ได้ปรับปรุงให้ดีขึ้น ด้วยใช้รูปแบบการเรียนรู้ แบบ MISDOP ที่พัฒนาขึ้น มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน ของเมกุยแกนส์ที่ (1.011) ซึ่งถือว่ามีประสิทธิภาพทางการ เรียนรู้ตามสมมติฐานที่กำหนดไว้ในงานวิจัยนี้

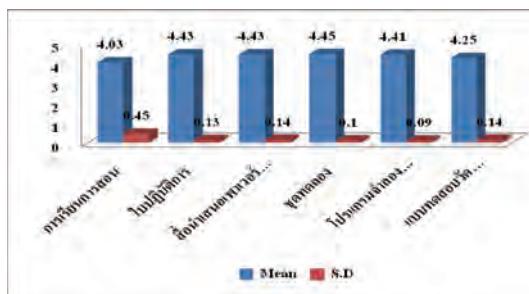
##### 4.4 ผลการประเมินความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อการ จัดการเรียนการสอน

ตารางที่ 4 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียน

รายการประเมิน	Mean	S.D	แปลผล
การเรียนการสอน	4.03	0.45	มาก
ใบปฎิบัติการ	4.43	0.13	มาก



สื่อนำเสนอเพื่อเรียนรู้พอยต์	4.43	0.14	มาก
ชุดทดลอง	4.45	0.10	มาก
โปรแกรมจำลอง Sonnet Lite	4.41	0.09	มาก
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์	4.25	0.14	มาก
เฉลี่ย	4.33	0.17	มาก



ภาพที่ 4 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียน

จากตารางที่ 4 และภาพที่ 3 ซึ่งพบว่า นักศึกษามีค่าความพึงพอใจต่อรูปแบบการเรียนรู้แบบ MISDOP โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.33 ค่า S.D. เท่ากับ 0.17 ซึ่งค่าความพึงพอใจของนักศึกษาอยู่ในระดับมาก

## 5. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

### 5.1 สรุปผลการวิจัย

บทความวิจัยนี้เป็นการนำเสนอการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนแบบบูรณาการที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยมีแนวทางการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบ MISDOP สำหรับการเรียนการสอนด้านวิศวกรรมสายอาชีวศึกษา และสร้างชุดการสอนเรื่องสายอาชีวศึกษาเพื่อในโครงสร้าง ซึ่งผลการประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการเรียนรู้และคุณภาพของชุดการสอนพบว่า รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นผ่านการประเมินความเหมาะสม จากผู้เรียนจำนวนมาก ที่ระดับค่อนข้าง เครื่องมือวิจัยที่พัฒนาขึ้นซึ่งประกอบไปด้วย คู่มือครุ แผนการสอน ลิสต์การสอน และ โปรแกรมจำลองผ่านการประเมินความเหมาะสมจากผู้เรียนจำนวนมาก ประสิทธิภาพรูปแบบการเรียนรู้แบบ MISDOP เมื่อนำไปใช้จัดการเรียนการสอนกับกลุ่มตัวอย่าง และดำเนินการตามกระบวนการขั้นตอนของรูปแบบ ผลปรากฏว่า ประสิทธิภาพรูปแบบการเรียนรู้ผ่านเกณฑ์การหานประสิทธิภาพของเมญากลีนส์ที่ระดับ 1.011 ผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อรูปแบบการเรียนการสอน อยู่ที่ระดับมาก

### 5.2 การอภิปรายผลการวิจัย

5.2.1 จากผลการทดสอบหาประสิทธิภาพของรูปแบบการเรียนรู้แบบ MISDOP ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ และชุดการ

สอนปฏิบัติพบว่ามีค่าตามเกณฑ์ที่กำหนด ทั้งนี้เนื่องจากการพัฒนาและออกแบบรูปแบบการเรียนรู้ และชุดการสอนปฏิบัตินี้ได้ใช้แนวคิด หลักการ วิเคราะห์ และสังเคราะห์จากทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องอย่างมีระบบ มีสื่อที่มีคุณภาพ ประกอบการเรียนรู้ในทุกๆ ขั้นตอนขั้นของการเรียนรู้

5.2.2 การเรียนรู้ของผู้เรียนในการเรียนรู้ด้วยรูปแบบนี้ จะทำให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติการเรียนรู้ด้วยตนเอง ได้แลกเปลี่ยนความรู้ระหว่างผู้เรียนกับผู้สอน และระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียน นำไปสู่การสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง ทั้งการเรียนรู้ทางทฤษฎีและปฏิบัติ การแก็บปัญหาที่เกิดขึ้นขณะที่ทำ การเรียนรู้ การบันทึกผลจากการจำลองและการวัด ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนมีทักษะปฏิบัติมากขึ้น ลั่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

## 6. เอกสารอ้างอิง

- 1] กระทรวงศึกษาธิการ. พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542. กระทรวงศึกษาธิการ, 2542.
- 2] วัฒนธรรม จีระวิพูลวรรณ. การพัฒนาการเรียนการสอนระดับอุดมศึกษาให้ผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยตนเองจากภูมิปัญญา ห้องอ่าน: กรณีศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี. วารสารศูนย์ศึกษาสมกับการศึกษาแห่งประเทศไทย ปีที่ 51 ฉบับที่ 1 เมษายน, 2549.
- 3] ศรัณย์ ชุดดี และสมศักดิ์ อรรถกิมภู. การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ MIDEAP สำหรับการเรียนการสอนรายวิชาคิวอาร์ฟิล์ม สำหรับการเรียนรู้ในโครงเรื่องท่องน้ำภาคลุ่มน้ำแม่สุรินทร์ จังหวัดสุรินทร์ ประเทศไทย ปีที่ 3. มจพ, 2553
- 4] ศรัณย์ ชุดดี "การพัฒนารูปแบบการดำเนินงานจริงในโครงเรื่องท่องน้ำภาคลุ่มน้ำแม่สุรินทร์ จังหวัดสุรินทร์ สำหรับการเรียนรู้ในโครงเรื่องท่องน้ำภาคลุ่มน้ำแม่สุรินทร์ จังหวัดสุรินทร์ ประเทศไทย" วิทยานิพนธ์ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา, 2554.
- 5] ศิวคล นาวนกกด, มานิตย์ สิทธิชัย และ สมศักดิ์ อรรถกิมภู. "การสร้างและพัฒนาประสิทธิภาพชุดการสอนเรื่องท่องน้ำภาคลุ่มน้ำแม่สุรินทร์ จังหวัดสุรินทร์ สำหรับการเรียนรู้ในโครงเรื่องท่องน้ำภาคลุ่มน้ำแม่สุรินทร์ จังหวัดสุรินทร์ ประเทศไทย" การประชุมวิชาการครุศาสตร์อุตสาหกรรมระดับชาติ ครั้งที่ 2. NCTechEd 04, 2552, หน้าที่ 195-202.
- 6] ทิศนา แรมมณี. ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ. พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพมหานคร สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2550.
- 7] เทคโนโลยีสารสนเทศ คุณมือการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ. นนทบุรี: สมบูรณ์การพิมพ์.



## การพัฒนาโปรแกรมจำลองสามมิติเพื่อประเมินสมรรถนะการใช้มัลติมิเตอร์ สำหรับการเรียนการสอนสาขาวิชาไฟฟ้า

### Development of Three-dimension simulation program to Evaluate Competency of Using Multimeter for Electrical Instruction

อุดมศักดิ์ แก้วมรกต, กันตภณ มะหาหมัด, พูลศักดิ์ โกเมียกรณ์

ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า  
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

udomsak9280@gmail.com, kuntapon64@gmail.com, drpoolsak@gmail.com

#### บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการพัฒนาโปรแกรมจำลองแบบ 3 มิติ สำหรับการเรียนการสอนในสาขาวิชาไฟฟ้า โดยโปรแกรมถูกพัฒนาจากโปรแกรมสำหรับพัฒนาเกมที่มีชื่อว่า Dark Basic ร่วมกับโปรแกรม Blender ทำให้สามารถจำลองสภาพแวดล้อมได้เป็นแบบและอุปกรณ์ไฟฟ้าสามมิติเสมือนจริง โปรแกรมที่ออกแบบช่วยให้ผู้ใช้ได้ทดสอบทักษะการตั้งค่า ทำการวัด และอ่านค่าผลการวัดจากมัลติมิเตอร์ตามลักษณะการใช้งานจริง นอกจากนี้โปรแกรมสามารถประเมินผลการทดสอบสมรรถนะของผู้ใช้โดยอัตโนมัติ จากการความเห็นของผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน พบว่า โปรแกรมจำลองที่สร้างขึ้นมีความเหมาะสมในระดับค่อนข้างสูง ซึ่งจะสามารถนำไปใช้ประกอบการเรียนการสอนในรายวิชาเกี่ยวกับเครื่องมือวัดไฟฟ้าได้อย่างเหมาะสมต่อไป

**คำสำคัญ:** โปรแกรมจำลอง 3 มิติ โปรแกรม Dark Basic โปรแกรม Blender

#### Abstract

*This paper presents the development of the 3D Simulation Program (3DSP) for electrical instruction. The program has been developed under an ultimate 3D games creator so-called Dark Basic compatible with Blender so that the 3D environment could be virtually simulated. The designed environment allowed users to perform their skills in setting up, measuring, and reading the result of multimeter corresponding to the real world experience. In addition, the assessment could be automatically reported at the end. The trial results showed that this developed simulation program was able to demonstrate the measurement in experiment accurately. And based-on 5-expert opinions, it revealed that this developed simulation program has very high appropriateness in using for testing competency. As the result, It could then be suitably used for instruction of an electrical measurement course.*

**Keyword:** Three-dimension simulation program, Dark Basic., Blender



## 1. บทนำ

ในปัจจุบัน ได้มีผู้พัฒนาโปรแกรมจำลองเพื่อใช้ในการเรียนการสอนอย่างต่อเนื่อง เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้อย่างรวดเร็ว [1] โดยได้พัฒนาโปรแกรมทั้งแบบ 2 มิติ และ 3 มิติ ซึ่งการพัฒนาโปรแกรมจำลองด้านการศึกษาแบบ 3 มิติ จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ [2] ได้มากยิ่งขึ้น นอกจากนี้ การใช้โปรแกรมจำลองขั้นช่วยให้ประดับด้านทุนในการซื้อวัสดุและช่วยลดอัตราที่อาจเกิดกับผู้เรียนก่อนไปปฏิบัติงานจริง ได้อีกด้วย [3] ซึ่งหากใช้อุปกรณ์จริงมาทำการทดลอง ถ้าผู้ทดลองมีทักษะไม่เพียงพออาจมีความเสี่ยงของอุปกรณ์เสียหาย อีกทั้งยังต้องใช้อุปกรณ์เป็นจำนวนมาก และใช้เวลามากในการซื้อต่อของจริงเพื่อการทดลองวัดค่าอุปกรณ์กายในวงจรจากปัญหาที่กล่าวมาข้างต้น หากผู้เรียนไม่ได้ลงมือปฏิบัติ จะส่งผลให้ผู้เรียน ไม่มีความสนใจในเนื้อหา ไม่มีความกระตือรือร้นในการเรียน หรือผู้เรียนเกิดความสับสนและไม่เข้าใจในเนื้อหา อาจส่งผลไปถึงการสอนไม่ผ่านการประเมินผลการเรียน และที่สำคัญที่สุดคือ มีผลกระทบไปถึงการประกอบอาชีพในสถานประกอบการในอนาคต การนำโปรแกรมจำลองคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยแก้ไขปัญหาดังกล่าว เป็นแนวทางหนึ่งที่สามารถช่วยแก้ปัญหาดังกล่าวทำได้ [4] งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างโปรแกรมจำลองแบบสามมิติเพื่อวัดสมรรถนะการใช้มัลติมิเตอร์ ในเรื่องการวัดค่าความต้านทาน แรงดัน และกระแสของวงจรไฟฟ้า ซึ่งมีความเสี่ยงน้อย ทำให้ใช้งานง่าย และมีความน่าสนใจ

แนวทางพัฒนาโปรแกรมจำลองด้านการศึกษาเพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกการปฏิบัติโดยใช้การจำลองเสมือนจริงนี้จึงเป็นประโยชน์อย่างยิ่งที่จะนำการวิจัยไปพัฒนาโปรแกรมสำหรับทดลองอื่นๆ ต่อไป

## 2. วิธีการดำเนินงานวิจัย

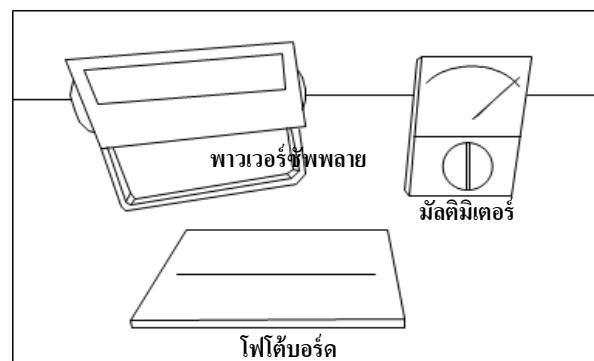
### 2.1 ออกแบบเก้าอี้รุ่นใหม่

จากภาพที่ 1 เป็นการวางแผนการจัดวางอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ มัลติมิเตอร์ พาวเวอร์ซัพพลาย โปรแกรม Dark Basic และตัวต้านทานค่าต่างๆ จำนวน 10 ตัว เพื่อใช้ในการทดลอง และตำแหน่งกล้องถ่ายภาพในโปรแกรม โดย

อุปกรณ์ต่างๆ และตำแหน่งของกล้องจะถูกจัดวางไว้ในตำแหน่งที่เห็นได้ชัดเจนและสอดคล้องกับความเป็นจริงของสถานการณ์ การทดลองในห้องทดลองทางไฟฟ้า

### 2.2 การออกแบบระบบเขื่อมต่อผู้ใช้งาน

ส่วนเขื่อมต่อผู้ใช้งานได้ออกแบบโดยคำนึงถึงความชัดเจน มีขนาดที่เหมาะสม และสะดวกในการใช้ [5] ได้แบ่งออกเป็นส่วน 3 คือ ส่วนของการรับค่า ส่วนการแสดงผล และส่วนของการประเมินผลการทดลอง โดยส่วนของการรับค่าจะประกอบไปด้วย ปุ่มรับค่าตัวเลข 0 - 9 ปุ่มตกลง และยกเลิก ปุ่มเลือก หน่วยทางไฟฟ้า เช่น โอม มิลลิแอมป์ เพื่อให้ผู้ใช้งานได้เลือกใช้ตามความเหมาะสม หลังจากคลิกปุ่มรับค่าต่างๆ แล้ว ผลลัพธ์ที่ได้จะไปแสดงขึ้นส่วนการแสดงผลทันที หากผู้ทดลองต้องการตอบค่าตอบ ให้ทำการคลิกที่ปุ่มตกลง ในขณะเดียวกันนี้โปรแกรมจะทำการตรวจสอบค่าตอบ และเก็บผลการค่าตอบแต่ละครั้ง ไว้ในหน่วยความจำ หลังจากนั้น โปรแกรมจะทำการประมวลผลต่อไปแบบอัตโนมัติทันที เพื่อให้ผู้ทดลองวัดค่าในขั้นตอนต่อไป หากทดลองวัดค่าครบ 10 ครั้งแล้ว โปรแกรมจะทำการนำค่าที่บันทึกไว้มาประเมินผลออกมาเป็นร้อยละของการตอบถูก และจะแสดงตารางสรุปผลการทดลองตามภาพที่ 2 แบบอัตโนมัติ โดยหน้าต่างส่วนของการรับค่า ส่วนการแสดงผล และตารางประเมินผลจะสร้างเป็นแผ่นสร้าง 2 มิติ จากโปรแกรม Paint และทำการปรับแต่งให้สวยงาม หลังจากนั้นบันทึกเป็นไฟล์เป็นสกุล .png เพื่อเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานโดยใช้โปรแกรม Dark Basic ต่อไป



ภาพที่ 1 : การออกแบบการจัดวางอุปกรณ์ภายในโปรแกรม



(ก) หน้าต่างรับค่า

ผลการใช้คอมพิวเตอร์ผลิตภัณฑ์			
อุปกรณ์จัดทำ	ผลการปฏิบัติ	ร้อยละ	สถานะ
1.	✓		
2.	✓		
3.	✓		
4.	✓		
5.	✓		
6.	✓		
7.	✓		
8.	✓		
9.	✓		
10.	✓		

 (ข) หน้าต่างแสดงผล  
 (ค) ตารางสรุปผลการทดสอบ

ภาพที่ 2 : การออกแบบระบบเขื่อมต่อกับผู้ใช้งาน

### 2.3 โปรแกรม Blender

โปรแกรม Blender เป็นโปรแกรมสำหรับสร้างวัตถุ 3 มิติ [7] ที่ผู้ใช้งานสามารถดาวน์โหลดมาใช้ได้ฟรีไม่มีค่าใช้จ่าย ได้ โดยความสามารถของโปรแกรมสามารถเดินเที่ยวไปในโลกที่สร้างขึ้นได้ นอกเหนือไปนี้โปรแกรมยังมีความสามารถง่ายไม่ซับซ้อน ซึ่งโปรแกรมสามารถสร้างรูปโมเดลต่าง ๆ ทั้งขั้นตอนของกระบวนการสร้างรูปโมเดลได้ อย่างสมจริง จนกระทั่งประมวลผลงานออกแบบได้เป็นงานสามมิติอย่างสมบูรณ์ ภายในโปรแกรมมีเครื่องมืออำนวยความสะดวก สะดวกมากใน การ คำสั่งที่มีประโยชน์มากคำสั่งหนึ่ง คือ คำสั่งสร้างรูปเรขาคณิตสามมิติพื้นฐาน เช่น ทรงกระบอก ทรงกลม กล่องสี่เหลี่ยมจัตุรัส หลังจากที่เลือกใช้คำสั่งเรขาคณิตพื้นฐานแล้วจะเป็นขั้นตอนของการปรับแต่งโมเดล (Model) ให้ ใกล้เคียงกับอุปกรณ์จริงที่ต้องการสร้าง และใส่ลวดลายให้กับ อุปกรณ์ สุดท้ายคือการบันทึกงานสามมิติที่ได้เป็น รูปแบบไฟล์ .X เพื่อนำไฟล์ที่ได้มาใช้ในโปรแกรมความคุ้มการเคลื่อนด้วย โปรแกรม Dark Basic ที่ต่อไป

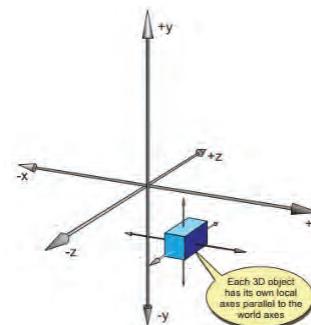
### 2.4 โปรแกรม Dark Basic

การออกแบบโปรแกรมความคุ้มการเคลื่อนไหวของโมเดล ในการพัฒนาโปรแกรมจำลองนี้ได้เลือกใช้โปรแกรม Dark Basic [8] เพราะ เป็นโปรแกรมที่นิยมใช้ในการสร้าง เกมส์สามมิติ และเป็นโปรแกรมที่สามารถโหลดใช้งานได้ฟรี นอกเหนือไปนี้ยังคำสั่งที่ใช้ภายในโปรแกรมที่เรียบง่ายไม่ซับซ้อน ในการใช้ความคุ้มการเคลื่อนที่โมเดล ตำแหน่งของแสงสว่าง

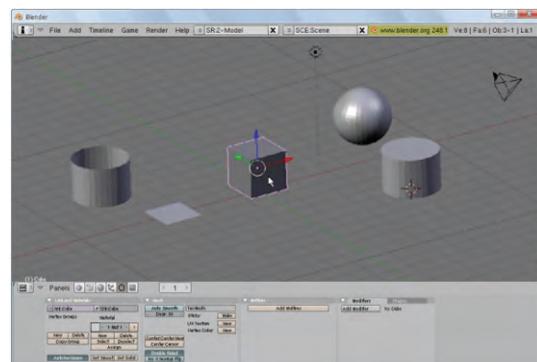
ระบบเสียง ร่วมทั้งมุมกล้อง ซึ่งต้องใช้คำสั่งและการกำหนด ตำแหน่งเป็นระบบพิกัด XYZ ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

#### 2.4.1 ระบบพิกัด

ระบบพิกัดจะประกอบด้วยแกน 3 สามแกน คือ แกน X แกน Y และแกน Z ซึ่งสามารถอธิบายได้ตามภาพที่ 3 ตำแหน่งที่แกนทั้งสามตัดกันเรียกว่า จุดกำเนิด โดยแกน +Y คือ แกนที่วิ่งขึ้นบนของจอกาฟ ในทางตรงกันข้ามแกน -Y คือแกนที่วิ่งลงของจอกาฟ แกน X คือแกนที่วิ่งไปทางซ้าย ของจอกาฟในทางตรงกันข้ามแกน -X คือแกนที่วิ่งไปทางขวาของจอกาฟและสุดท้ายคือ แกน Z คือ แกนที่วิ่งออกจากจอกาฟในทางตรงกันข้าม แกน -Z คือ แกนที่วิ่งเข้า แกนพิกัดจากแต่ละคู่จะประกอบกันเป็นรูบเรือง เรียกว่ารูบเรืองพิกัดจาก รูบเรือง XY คือ รูบเรืองที่ผ่านแกน X และ แกน Y รูบเรือง YZ คือ รูบเรืองที่ผ่านแกน Y และแกน Z และ รูบเรือง ZY คือ รูบเรืองที่ผ่านแกน Z และ Y ซึ่งในการเขียนโปรแกรมนี้จะต้องใช้ค่าพารามิเตอร์ XYZ เหล่านี้ไปอ้างอิง ในคำสั่งการเคลื่อนที่ และหมุนโมเดลต่าง ๆ ที่สร้างขึ้นใน โปรแกรมสามมิติ [7]



ภาพที่ 3 : ระบบพิกัด XYZ



ภาพที่ 4 : พื้นที่สร้างรูปทรงเรขาคณิตพื้นฐานต่างๆ



## 2.5 การสร้างมัลติมีเตอร์

มัลติมีเตอร์ในโปรแกรมจำลองจะเป็นมัลติมีเตอร์แบบเซ็มิทอท SANWA รุ่น XY-316 ซึ่งเป็นรุ่นที่นิยมใช้หลายแพร์หลายในห้องทดลองทางไฟฟ้า ใช้งานง่ายนิ่งบันวัดใช้งานอย่างครบถ้วน การสร้างมัลติมีเตอร์เริ่มต้นจากการศึกษาโครงสร้างภายในของมัลติมีเตอร์ว่ามีการเคลื่อนไหนของชิ้นส่วนแต่ละชิ้นอย่าง เช่น ศึกษาการเคลื่อนที่ของเข็มซึ่งค่านหน้าปัด ศึกษาการเคลื่อนที่ของปุ่มปรับบันวัด และศึกษาการทำงานภายในจากคุณลักษณะของการใช้งาน ซึ่งผลจากจากการศึกษาดังกล่าวพบว่า เข็มซึ่งค่านหน้าปัดของมัลติมีเตอร์เคลื่อนที่โดยการหมุนประมาณอยู่ในช่วง  $\pm 60$  องศา และสวิตซ์ปรับบันวัดสามารถหมุนได้ 360 องศา โครงสร้างภายในของมัลติมีเตอร์  $150 \times 50 \times 100$  มิลลิเมตร หลังจากศึกษารายละเอียดการทำงานและขนาดโครงสร้างเรียบร้อยแล้วจะเป็นขั้นตอนการสร้างโมเดลจำลองด้วยโปรแกรม Blender โดยเริ่มต้นจากการเรียกใช้งานคำสั่งการสร้างวัตถุจำลองรูปทรงเรขาคณิตพื้นฐาน ซึ่งในการสร้างมัลติมีเตอร์นี้ได้เรียกใช้คำสั่งรูปกล่องสี่เหลี่ยมจากนั้นทำการปรับแต่งขนาดและรูปทรงให้ใกล้เคียงกับขนาดจริงที่ได้ศึกษาไว้ให้มากที่สุดเพื่อความสมจริงของโปรแกรมจำลอง โดยลักษณะโมเดลที่ได้แสดงตามภาพที่ 5 (ข) หลังจากสร้างโมเดลเรียบร้อยแล้วทำการบันทึกไฟล์เป็นสกุล .X เพื่อเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานโดยใช้โปรแกรม Dark Basic ต่อไป

## 2.6 การสร้างแหล่งจ่ายไฟฟ้า

แหล่งจ่ายไฟฟ้าที่ใช้ในโปรแกรมจำลองได้เลือกใช้ บีทอท Tektronix รุ่น PSW 232 ซึ่งสามารถจ่ายแรงดันได้ทั้งไฟฟ้ากระแสตรงและไฟฟ้ากระแสสลับ และปรับแรงดันได้ตามต้องการ นอกจากนี้ยังมีรูปลักษณ์ที่สวยงามน่าใช้ การสร้างแหล่งจ่ายไฟฟ้าเริ่มจากการศึกษาโครงสร้างภายในของแหล่งจ่ายไฟฟ้า ว่ามีการเคลื่อนที่ของชิ้นส่วนแต่ละชิ้นอย่างไร เช่น ศึกษาลักษณะการแสดงผลของหน้าปัด และศึกษาการทำงานภายในจากคุณลักษณะของการใช้งาน ซึ่งผลจากการศึกษาดังกล่าวพบว่า หน้าปัดของแหล่งจ่ายไฟฟ้าจะมีการแสดงผลข้อของ

ชนิดของแรงดันไฟฟ้า และเลขค่าของแรงดันไฟฟ้าที่จ่ายออกมานี้ โครงสร้างภายในมีขนาด  $1500 \times 500 \times 1000$  มิลลิเมตร หลังจากศึกษารายละเอียดการทำงาน และขนาดโครงสร้างภายในของเรียบร้อยแล้วจะเป็นขั้นตอนการสร้างโมเดลจำลองด้วยโปรแกรม Blender โดยเริ่มต้นจากการเรียกใช้งานคำสั่งการสร้างวัตถุจำลองรูปทรงเรขาคณิตพื้นฐาน ซึ่งในการสร้างแหล่งจ่ายไฟฟ้าพัฒนาได้เรียกใช้คำสั่งรูปกล่องสี่เหลี่ยม และปรับแต่งรูปทรงของโครงสร้างของเครื่อง และเรียกใช้คำสั่งกล่องกระบวนการเพื่อปรับแต่งเป็นทุวทิวทั้งสองด้านโดยปรับแต่งให้มีขนาดเท่ากับขนาดจริงที่ได้ศึกษาไว้ให้มากที่สุดเพื่อความสมจริงของโปรแกรมจำลอง โดยลักษณะโมเดลที่ได้แสดงตามภาพที่ 5 (ข) หลังจากสร้างโมเดลเรียบร้อยแล้วทำการบันทึกไฟล์เป็นสกุล .X เพื่อเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานโดยใช้โปรแกรม Dark Basic ต่อไป

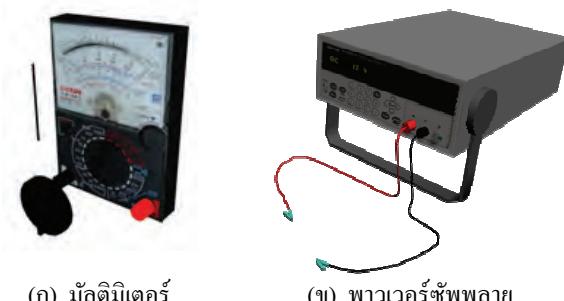
## 2.7 การสร้างໂປຣໂຕບອຣັດ

การสร้างໂປຣໂຕບອຣັດ เริ่มต้นจากการศึกษาพบว่า โครงสร้างภายในของໂປຣໂຕບອຣັດ ซึ่งหลังจากการศึกษาพบว่าໂປຣໂຕບອຣັດประกอบไปด้วยลวดลายตารางสี่เหลี่ยมสำหรับเสียงขาอุปกรณ์ ลักษณะภายในเป็นรูปทรงสี่เหลี่ยมขนาด  $60 \times 200 \times 10$  มิลลิเมตร หลังจากนั้นจะนำรายละเอียดที่ได้มาจำลองด้วยโปรแกรม Blender โดยเริ่มต้นจากการเรียกใช้งานคำสั่งการสร้างวัตถุจำลองรูปทรงเรขาคณิตพื้นฐาน ซึ่งในการสร้างໂປຣໂຕບອຣັດนี้ได้เรียกใช้คำสั่งรูปทรงกล่องสี่เหลี่ยมจากนั้นทำการปรับแต่งขนาดและรูปทรงให้ใกล้เคียงกับขนาดจริงที่ได้ศึกษาไว้ให้มากที่สุดเพื่อความสมจริงของโปรแกรมจำลอง โดยลักษณะโมเดลที่ได้แสดงตามภาพที่ 5 (ข) หลังจากสร้างโมเดลเรียบร้อยแล้วทำการบันทึกไฟล์เป็นสกุล .X เพื่อเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานโดยใช้โปรแกรม Dark Basic ต่อไป

## 2.8 การสร้างตัวด้านท่าน

ตัวด้านท่านที่ใช้ในโปรแกรมจำลองได้เลือกใช้แบบค่าคงที่สีແคนสี การสร้างตัวด้านท่านเริ่มต้นจากการศึกษาโครงสร้างภายในของตัวด้านท่านว่ามีลักษณะภายในเป็นอย่างไรบ้าง ซึ่งจากการศึกษาพบว่าโครงสร้างภายในของตัวด้านท่านประกอบไปด้วยส่วนที่เป็นโครงสร้างที่เป็นลวดลายของແคนสี

และขาทั้งสองด้านมีลักษณะเป็นทรงกลมเช่นกัน หลังจาก ศึกษารายละเอียดการทำงาน และขนาดโวกรังสร้างภายนอก เรียบร้อยแล้วจะเป็นขั้นตอนการสร้าง โวเมเดลจำลองด้วย โปรแกรม Blender โดยเริ่มต้นจากการเรียกใช้งานคำสั่งการ สร้างวัตถุจำลองรูปทรงเรขาคณิตพื้นฐาน ซึ่งในการตัว ด้านท่านนี้ได้เรียกใช้คำสั่งรูปทรงระบบจากนั้นทำการ ปรับแต่งขนาดและรูปทรงให้ใกล้เคียงกับขนาดจริงที่ได้ศึกษา ไว้ให้มากที่สุดเพื่อความสมจริงของโปรแกรมจำลอง หลังจาก สร้างโวเมเดลเรียบร้อยแล้วทำการบันทึกไฟล์เป็นสกุล .X เพื่อ เสิร์ฟโปรแกรมความคุณการทำงานโดยใช้โปรแกรม

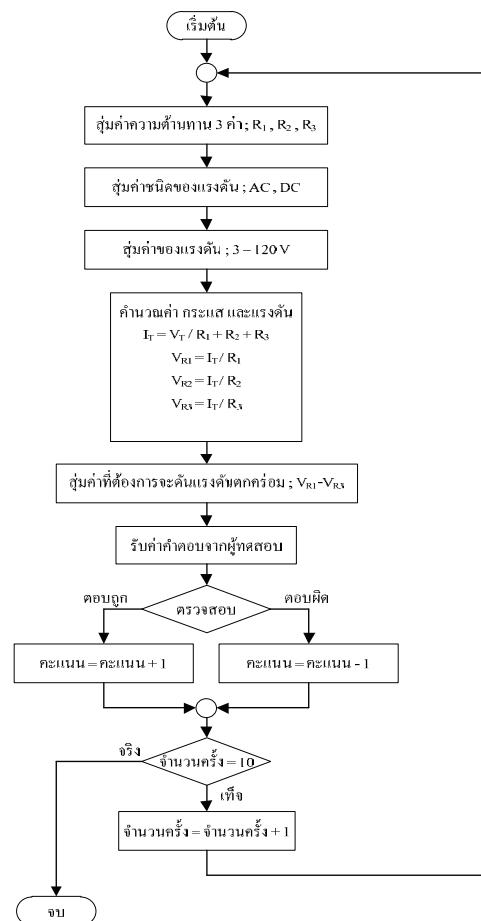


ภาพที่ 5 : แสดงโวเมเดลรูปทรงของอุปกรณ์

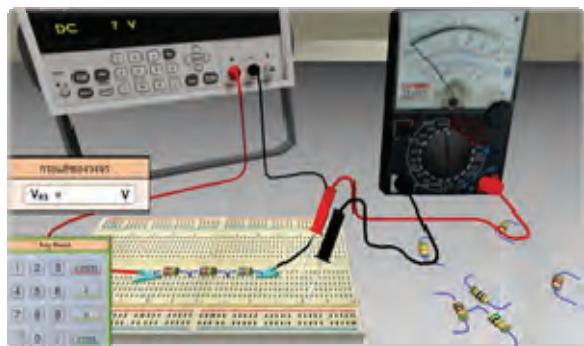
## 2.9 การออกแบบโปรแกรม

การออกแบบโปรแกรมจำลองสามมิติจะแยกโปรแกรม ออกแบบเป็นสองส่วนใหญ่ๆคือ ส่วนของโปรแกรมคำนวณ ค่าพารามิเตอร์ที่ทำงานอยู่เบื้องหลังของโปรแกรมสามมิติ มีหน้าที่เก็บค่าพารามิเตอร์ของระบบในการทำงานของ โปรแกรม ตัวอย่างเช่น โปรแกรมตรวจสอบและการนับ คะแนนของผลใช้งาน และส่วนของโปรแกรมความคุณการทำงาน หน้าของกราฟิกที่แสดงผลบนหน้าจอ คือ ส่วนของโปรแกรม ที่ควบคุมการเคลื่อนที่ของโวเมเดลต่างๆ ที่ต้องทำงานอย่าง สัมพันธ์ในทุกๆ ขั้นตอน โดยเริ่มต้นจากการเรียกใช้ และ กำหนดอัตราส่วนของโวเมเดลที่สร้างขึ้นทั้งหมด พร้อมกับ ประกาศชื่อ พารามิเตอร์ และกำหนดตำแหน่งที่อยู่ของเริ่มต้น โวเมเดลนั้น ๆ หลังจากกำหนดค่าเริ่มต้นของโวเมเดลทั้งหมด เรียบร้อยแล้ว ส่วนของโปรแกรมการคำนวณค่าพารามิเตอร์จะ เริ่มทำการสุ่มค่าความด้านท่าน ค่าแรงดันไฟฟ้าที่ใช้ และ คำนวณค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ให้กับโวเมเดลของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ ใช้ทั้งหมด หลังจากนั้นจะเป็นส่วนการวัดสมรรถนะของผู้

ทดลองตามขั้นตอน โดยเริ่มตั้งแต่เลือกตำแหน่งการวัดใน วงจรไฟฟ้าตามที่โปรแกรมกำหนดให้ การเลือกย่านวัดให้ ถูกต้อง และเหมาะสม การอ่านสเกล จนถึงการตอบค่า และ เลือกหน่วยทางไฟฟ้าให้เหมาะสม หลังจากนั้นโปรแกรมจะทำการตรวจสอบค่า และทำในขั้นตอนต่อไปจนกระบวนการ ตามภาพที่ 6 การทำงานของโปรแกรมจำลองสามมิติซึ่งผล การทำงานของโปรแกรมแสดงตามภาพที่ 7



ภาพที่ 6 : ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม



ภาพที่ 7 : การทำงานของโปรแกรมจำลอง



### 3. ผลการทำงานของโปรแกรม

#### 3.1 ผลการทำงานของโปรแกรม

จากการรวบรวมข้อมูลการทดสอบเพื่อประเมินผลด้านประสิทธิภาพของโปรแกรมสามารถสรุปผลได้ตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การผลการทดสอบใช้งานโปรแกรม

รายการทดสอบ	จำนวนครั้งที่ทดสอบ	ความถูกต้อง (%)
1. โปรแกรมทดสอบวัดค่าความด้านท่านทาน		
1.1 การทำงานของกราฟิก	10	100
1.2 ความถูกต้องของการตรวจสอบค่าตอบเดลล์ช้อ	10	100
1.3 ความถูกต้องของการประเมินสมรรถนะ	10	100
2. โปรแกรมทดสอบวัดค่าแรงดันไฟฟ้า		
2.2 การทำงานของกราฟิก	10	100
2.3 ความถูกต้องของการตรวจสอบค่าตอบเดลล์ช้อ	10	100
2.4 ความถูกต้องของการประเมินสมรรถนะ	10	100
3. โปรแกรมทดสอบวัดค่ากระแสไฟฟ้า		
3.1 การทำงานของกราฟิก	10	100
3.2 ความถูกต้องของการตรวจสอบค่าตอบเดลล์ช้อ	10	100
3.3 ความถูกต้องของการประเมินสมรรถนะ	10	100
เฉลี่ย		100%

จากการที่ 1 ผลการทดสอบโปรแกรมทดสอบวัดค่าความด้านท่าน แรงดัน และกระแส โดยได้ทำการทดสอบ 3 รายการ กือ การทำงานของกราฟิก ความถูกต้องของการตรวจสอบแต่ละช้อ ความถูกต้องของการประเมินสมรรถนะ ทั้ง 10 ครั้ง มีความถูกต้อง 100 %

#### 3.2 ผลการประเมินความเหมาะสมของโปรแกรมจำลอง

จากการรวมข้อมูลจากแบบสอบถามตามเพื่อประเมินความเหมาะสมของโปรแกรมในด้านต่าง ๆ จากกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญด้าน สื่อการเรียนการสอน ด้านการออกแบบ โปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อการเรียนการสอนสาขาวิชาไฟฟ้า 5 ท่าน ซึ่งผู้วิจัยเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling) สามารถสรุปผลการประเมินได้ตามตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลตอบแบบสอบถามความพึงพอใจในด้านความสามารถ การใช้งานโปรแกรม

ปัจจัย	$\bar{X}$	S.D	ความคิดเห็น
1.ด้านการออกแบบรูปแบบการหน้าจอ (GUI)	4.60	0.54	มากที่สุด
2.ด้านการใช้งานโปรแกรม	4.60	0.54	มากที่สุด
3.ด้านการดัดแปลง	4.20	0.44	มาก
4.รูปแบบถูกเมื่อ	4.80	0.44	มากที่สุด
เฉลี่ยรวมทั้งหมด	4.55	0.50	มาก

จากการที่ 2 ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ อยู่ในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ย 4.55 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.50 เมื่อพิจารณารายข้อพบว่า ประเด็นด้านการออกแบบรูปแบบหน้าจอ(GUI) และด้านการใช้งานโปรแกรม มีระดับความคิดเห็นระดับมากที่สุด

### 4. สรุปผลงานวิจัย

จากการพัฒนาโปรแกรมจำลองสามมิติเพื่อประเมินสมรรถนะการใช้มัลติมีเดียร์สำหรับการเรียนการสอนสาขาวิชาไฟฟ้าที่สร้างขึ้น พบว่าใช้งานได้ย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้จากการประเมินความเหมาะสมของโปรแกรมโดยผู้เชี่ยวชาญ มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด ( $\bar{X} = 4.55$ ,  $SD = 0.50$ ) โปรแกรมจำลองที่สร้างขึ้นสามารถใช้งานได้สะดวกอ่านค่าได้ง่ายมีมุมกล้องสำหรับหน้าจอมัลติมีเดียเพื่อให้ผู้เรียนอ่านค่าได้แม่นยำ กระตุ้นความสนใจของผู้เรียนได้ดี และสามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนในรายวิชาไฟฟ้าได้เป็นอย่างดี อย่างไรก็ตาม โปรแกรมจำลองนี้ยังต้องพัฒนาเพิ่มเติมจำนวนของอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่สอดคล้องกับการเรียนการสอนในรายวิชาไฟฟ้าให้มากยิ่งขึ้น

### 5. เอกสารอ้างอิง

- [1] J. Carlos. "Model of Simulation for the Teaching of Chemical Distillation", ASEE/IEEE Frontiers in Education, 2009.
- [2] J. Heywood, "Engineering Education : Research and Development in Curriculum and Instruction", IEEE 2005.
- [3] A. Cetin. "3D Game Based Learning Application in Engineering Education", IEEE 1992.
- [4] นาวัท อุปัรัตน์ และ พุดสักดี โภคียักษรน์. "การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การต่อวงจรモเตอร์ 3 เฟส วิชาการควบคุมเครื่องกลไฟฟ้า ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ" การประชุมวิชาการครุศาสตร์อุตสาหกรรมระดับชาติ ครั้งที่ 5, 2555.
- [5] นาคุณ ศรีบ่าง. "ระบบชื่อคุณอเนินการสัมผัสพร้อมการตอบกลับสั่นสำหรับการเรียนรู้", วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา, 2553.
- [6] N. Lambropoulos. "Learning Experience+ within 3D Immersive Worlds5", IEEE Computer Science and Information Systems, pp. 857–862, 1992.
- [7] J. Chronister, "Blender Basic Classroom Tutorial Book. 4th Edition", pp. 776-786, 2011.
- [8] A Stewart. "Hands On DarkBASIC Pro Volume 2:" pp. 740-747, 2006.

## การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างวิธีจัดการเรียนแบบกลุ่มร่วมมือกับวิธีจัดการเรียน

แบบปกติในรายวิชาเครื่องวัดไฟฟ้า หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พ.ศ. 2546

วิทยาลัยเทคนิคศรีสะเกย

### **A Learning Achievement Comparison between Students Team Achievement Division (STAD) and Traditional Learning Methods on the Electrical Instrument of Vocational Curriculum B.E. 2546 at Sisaket Technical College**

สุริยันต์ พรหมกช จุนพล อุดมชัยบรรจิด นริศร แสง堪นอง และวัฒนา แก้วมณี

ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ 1518 ถนนพิบูลสังคม เขตบางซื่อ กรุงเทพฯ

*jumponu@kmutnb.ac.th, nss@kmutnb.ac.th, wattanak@kmutnb.ac.th*

#### บทคัดย่อ

วิธีดำเนินการวิจัยผู้วิจัยได้สร้างแผนการสอน ที่ครอบคลุมเนื้อหาหน่วยที่ 4-7 ของวิชาเครื่องวัดไฟฟ้า จากนั้นจึงนำไปทดลอง เพื่อหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง แผนช่างไฟฟ้ากำลัง ชั้นปีที่ 1 วิทยาลัยเทคนิคศรีสะเกยที่ได้ลงทะเบียนเรียนภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556 จำนวน 32 คน โดยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 16 คน โดยใช้วิธีการสุ่มแบบเจาะจง ซึ่งกลุ่มแรกจะสอนด้วยวิธีการจัดการเรียนแบบกลุ่มร่วมมือ กลุ่มที่ 2 จะสอนด้วยวิธีการจัดการเรียนแบบปกติ แล้วนำคะแนนมาเปรียบเทียบกันระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้  $t-test$  ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเครื่องวัดไฟฟ้าของกลุ่มทดลองที่เรียนโดยวิธีการจัดการเรียนแบบกลุ่มร่วมมือ แตกต่างจากกลุ่มควบคุมที่เรียนโดยวิธีจัดการเรียนแบบปกติ โดยวิธีการจัดการเรียนแบบกลุ่มร่วมมือ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าวิธีการจัดการเรียนแบบปกติที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05

**คำสำคัญ :** การจัดการเรียนแบบกลุ่มร่วมมือ (STAD)

#### Abstract

*The research constructed a learning module which covers unit 4-7 of the Electrical Instrument Subject. The learning module was used to find the achievement of the 32 students who was in the 2<sup>nd</sup> semester of their 1<sup>st</sup> year at Sisaket Technical College. The samples were separated into 2 groups, the first group was taught by Students Team Achievement Division (STAD) method and the other was taught by traditional method. The T-test was used to compare the learning achievement between the 2 groups.*



*The result suggested that the learning achievement on Electrical Instrument between the experimental group which learned by Student Team Achievement Division Method was higher than the other group at the statistic significant  $p=0.05$  level.*

**Keyword:** Student Team Achievement Division (STAD)

## 1. บทนำ

ผู้วิจัยประสบปัญหาในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเนื่องจากนักศึกษาไม่เห็นความสำคัญในการทำงานเป็นกลุ่มไม่มีปฏิสัมพันธ์ไม่แลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกันและกัน จึงทำให้นักศึกษาไม่สามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเองและมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ วิชาเครื่องวัดไฟฟ้า เป็นวิชาหนึ่งของแผนกวิชาไฟฟ้า ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) วิทยาลัยเทคนิคศรีสะเกษ ในการจัดการเรียนการสอนที่ผ่านมา ส่วนมากแล้วจะสอนให้นักศึกษาทำงานในงานที่ครุภักดิ์ให้ นักศึกษาจะทำชิ้นงานต่างคนต่างทำ และทำได้เฉพาะคนเดียว ขาดการทำงานร่วมกันทำให้เกิดทักษะเพียงด้านเดียว คือ สามารถทำงานที่ครุภักดิ์ให้ได้เท่านั้น นอกจากนั้น เมื่อเสร็จการทำการสอนหรือการทำการทดลองในแต่ละครั้ง ผู้สอนจะเริ่มทำการสอนในเนื้อหาใหม่ต่อไปโดยไม่คำนึงถึงความแตกต่างในการรับรู้ของนักศึกษาแต่ละคน

การเรียนแบบกลุ่มร่วมมือ (Cooperative Learning) เป็นวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นการจัดสภาพแวดล้อมทางการเรียนให้แก่ผู้ได้เรียนรู้ร่วมกันเป็นกลุ่มเล็กๆ แต่ละกลุ่มประกอบด้วยสมาชิกที่มีความรู้ความสามารถแตกต่างกัน โดยแต่ละคนมีส่วนร่วมอย่างแท้จริงในการเรียนรู้ และในความสำเร็จของกลุ่ม โดยการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น การแบ่งปันทรัพยากรการเรียนรู้ รวมทั้งการเป็นกำลังใจให้กัน และกัน คนที่เรียนเก่งจะช่วยคนที่อ่อนกว่า สมาชิกในกลุ่มไม่เพียงแต่รับผิดชอบต่อการเรียนของตนเองเท่านั้น แต่จะต้องรับผิดชอบเกี่ยวกับการเรียนรู้ของเพื่อนสมาชิก

ทุกคนในกลุ่ม ความสำเร็จของแต่ละบุคคลคือความสำเร็จของกลุ่ม [1]

จากปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการจัดกิจกรรมการเรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนแบบกลุ่มร่วมมือที่ประสบความสำเร็จเป็นทีม ซึ่งมีการจัดกลุ่มนักศึกษาตามผลสัมฤทธิ์

ทางการเรียนกลุ่มละ 4 คนเป็นนักศึกษาที่เรียนที่เรียนก่อ 1 คนปานกลาง 2 คน และเรียนอ่อน 1 คน โดยครูสอนมีเนื้อหาบทเรียนใหม่ให้กับนักศึกษา และช่วยกันศึกษา ทำกิจกรรมที่ได้รับมอบหมายจนสำเร็จ มีการทดสอบรายบุคคลและมีการคำนวณหาคะแนนเฉลี่ยแต่ละกลุ่ม เพื่อศูนย์กลางของนักศึกษานี้ วิธีการเรียนลักษณะนี้มีประโยชน์ก็อ ทำให้นักศึกษามีปฏิสัมพันธ์กันมีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกัน มีการช่วยเหลือกันเป็นการส่งเสริมให้นักศึกษาทำงานเป็นกลุ่ม ฝึกให้เป็นผู้นำและผู้ตัวที่ดีมีการทำงานร่วมกันอย่างสร้างสรรค์เป็นผลทำให้สมาชิกของกลุ่มมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัย [2] พบว่าการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือ ทำให้นักศึกษามีผลสำฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

## 2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### 2.1 การเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือ

หลักการวิธีสอนแบบกลุ่มร่วมมือ เป็นเทคนิคการแบ่งกลุ่มนักเรียนตามผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งเป็นรูปแบบหนึ่งของ การเรียนแบบกลุ่มร่วมมือเพื่อมุ่งผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนทั้งรายบุคคลและกลุ่ม โดยให้ใช้เวลาในชั้นเรียนร่วมกัน มีการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม กลุ่มละประมาณ 4 – 6 คน โดยสมาชิกในกลุ่มมีความสามารถทางการเรียนแตกต่างกันคือ เด็ก ปานกลาง อ่อน กลาง กัน โดยที่เทคนิคจะต้องใช้แรงงุจ ใจ เสริมในด้านการร่วมมือกันทำงาน เช่นรางวัล คำชื่นชม เป็นต้น เพื่อกระตุ้นให้ร่วมมือกันทำงาน โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาทักษะทางวิชาการและทักษะทางสังคม ของนักเรียน โดยบทบาทของครุผู้สอน จะเปลี่ยนจากครูเป็นศูนย์กลาง นาเป็นผู้ชี้แนะในการดำเนินกิจกรรมกลุ่มย่อยของผู้เรียน [3]

พุทธ [3] ได้ทำการศึกษาเบริ่งเทียนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา กลศาสตร์วิศวกรรม กลศาสตร์วิศวกรรม เรื่องสมคูณ โดยวิธีสอนแบบร่วมมือกับเทคนิค STAD และกลุ่มความคุ้ม



(ปวส.1 กลุ่ม 5 และ กลุ่ม 6) โดยวิธีสอนปกติ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบร่วมมือกันเทคนิค STAD ของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่ได้รับการสอนแบบปกติ

รุ่งทิวา [4] ได้ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้ชุดการเรียนแบบร่วมมือผลการวิจัยบ่งชี้ว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีดังนี้  $90.92/88.69$  ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ด้านปฏิสัมพันธ์ภายในกลุ่ม พบว่า นักเรียนที่เรียนตามรูปแบบการสอนคณิตศาสตร์ ที่เน้นการเรียนแบบร่วมมือกันเรียนรู้มีปฏิสัมพันธ์ภายในกลุ่ม ระดับดีและเจิดจิดต่อการเรียนคณิตศาสตร์ระดับดี นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ  $.05$  และในส่วนประสิทธิผล ดัชนีประสิทธิผลของรูปแบบการสอนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมีค่าเท่ากัน  $.81$  สรุปได้ว่ารูปแบบการสอนคณิตศาสตร์ที่เน้นการเรียนแบบร่วมมือกันเรียนรู้ที่มีผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ สามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนให้บรรลุจุดมุ่งหมายของหลักสูตรได้

### 3. วิธีการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ผู้วิจัยดำเนินการสร้างขึ้นคือ แผนการสอนแบบกลุ่มร่วมมือ สื่อการสอน แบบฝึกหัด แบบทดสอบก่อนเรียน แบบทดสอบย่อย และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบเรียนซ้อมเสริม

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยเลือกสร้างแผนการสอน ซึ่งมีทั้งหมด 4 หน่วยการเรียน คือ

- หน่วยที่ 1 การขยายย่านวัด
- หน่วยที่ 2 โอบน์มิเตอร์
- หน่วยที่ 3 มัคคิมิเตอร์ วัตต์มิเตอร์
- หน่วยที่ 4 เพาเวอร์แฟกเตอร์ วาร์มิเตอร์ กิโลวัตต์ อาวาร์มิเตอร์

ครูผู้สอนเริ่มทำการสอนโดยใช้ชุดการสอนที่สร้างขึ้น โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่มๆ ละ 16 คน ดำเนินการสอนแบบปกติกับกลุ่มควบคุม และดำเนินการสอนแบบกลุ่มร่วมมือกับกลุ่มทดลอง กลุ่มนักศึกษาการจัดการเรียนปกติ มีการปฐมนิเทศและทำข้อตกลงระหว่างเรียน ทดสอบวัด

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน สอนตามแผนการสอน มีการบรรยาย มอบหมายงาน ซักถามปัญหา ทำแบบฝึกหัด ประเมินการเรียนปกติ

กลุ่มนักศึกษามีการจัดการเรียนแบบกลุ่มร่วมมือ จะมีการเตรียมความพร้อมของผู้เรียนและการแบ่งกลุ่ม ผู้ศึกษาค้นคว้า กำหนด ให้มีการเตรียมความพร้อมของผู้เรียนให้มีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับขั้นการเรียนที่ผู้เรียนต้องดำเนินการทำกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบที่ผู้ศึกษาพัฒนาขึ้น ในการเตรียมความพร้อมผู้เรียนจึงกำหนดให้ครูเป็นผู้ดำเนินการหลักนำเสนอความรู้เกี่ยวกับการเรียนแบบกลุ่มร่วมมือ อธิบายชี้แจง และให้คำแนะนำเกี่ยวกับบทบาทหน้าที่และกิจกรรมการเรียน การสอน ตามรูปแบบการเรียนแบบกลุ่มร่วมมือ การแบ่งกลุ่มทดลองแบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม กลุ่มละ 4 คน โดยให้นักศึกษาที่เรียนเก่ง ปานกลาง อ่อน อยู่ในกลุ่มเดียวกัน ตามอัตราส่วน  $1 : 2 : 1$  ตามลำดับตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การจัดกลุ่มนักศึกษาในการเรียนแบบกลุ่มร่วมมือ

กลุ่มสัมฤทธิ์ผลทางการเรียน (Achievement Division)	กลุ่ม (Teams)			
	A	B	C	D
1. นักเรียนเก่ง	1	2	3	4
2. นักเรียนปานกลาง	8	7	6	5
3. นักเรียนปานกลาง	9	10	11	12
4. นักเรียนอ่อน	16	15	14	13

การจัดลำดับนักศึกษาในกลุ่มทดลองจากนักศึกษาที่เก่งที่สุดไปศึกษาที่อ่อนที่สุด โดยยึดหลักผลการเรียนที่ผ่านมา จึงอาจเป็นเป็นคะแนนจากบททดสอบ เกรด ที่ได้ ถ้ามีนักศึกษา 16 คน แบ่งกลุ่ม 5 กลุ่มๆ ละ 4 คน กำหนดกลุ่มโดยตัวอักษร A – D จากนั้นนักเรียนเข้ากับกลุ่มโดยเริ่มจากคนที่ 1 คือคนที่เรียนเก่งที่สุดให้อยู่ในกลุ่ม A ไล่ไปเรื่อยๆ จนถึง D คนที่ 5 จะอยู่กลุ่ม D จากนั้นเริ่มใหม่ให้ไปอีกกลับ คือให้คนที่ 6 อยู่กลุ่ม C ไล่ไปเรื่อยๆ จนถึงคนที่ 8 จะอยู่กลุ่ม A ทำซ้ำแบบเดิมจนถึงนักศึกษาที่เรียนอ่อนที่สุด คือคนที่ 16 ซึ่งจะได้นักศึกษาเข้ากลุ่มละความสามารถ คือ เก่ง, ปานกลาง, อ่อน ตามอัตราส่วน  $1 : 2 : 1$

หมายเลขอาร์บิก 1–16 หมายถึง ลำดับของนักศึกษาที่คะแนนสูงสุดไปทางแบบแผนที่ต่ำสุด



หมายเลข 1,8,9,16 ในแนวตั้ง หมายถึง กลุ่มย่อยที่มีการฝึกกิจกรรมร่วมกัน

#### 4. ผลการวิจัย

##### 4.1 ผลประเมินของผู้เชี่ยวชาญต่อชุดการสอน

ผลปรากฏว่าผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นต่อคุณภาพชุดการสอน โดยในด้านสาระการเรียนรู้ ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้ ด้านเนื้อหา ด้านจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านวัดและประเมินผล มีความคิดเห็นเฉลี่ยของผู้เชี่ยวชาญประเมินคุณภาพอยู่ในระดับดีมากที่สุด และด้านสื่อการเรียนการสอนมีความคิดเห็นเฉลี่ยของผู้เชี่ยวชาญประเมินคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก โดยด้านจัดกิจกรรมการเรียนรู้ผู้เชี่ยวชาญประเมินคุณภาพไว้สูงสุดค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับ 4.59 แสดงให้เห็นว่าชุดการสอนอยู่ในเกณฑ์ดีมากที่สุด ดังแสดงการคำนวณหาค่าเฉลี่ยทั้ง 6 ด้าน

##### ตารางที่ 2 ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ

ข้อคำนวณความคิดเห็น	ระดับความคิดเห็นเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
1. ด้านสาระการเรียนรู้	4.6	0.35
2. ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้	4.55	0.19
3. ด้านเนื้อหา	4.56	0.33
4. ด้านจัดกิจกรรมการเรียนรู้	4.72	0.18
5. ด้านสื่อการเรียนการสอน	4.47	0.23
6. ด้านวัดผลและประเมินผล	4.67	0.12
ค่าเฉลี่ยรวม	4.59	0.23

##### 4.2 ผลการวิเคราะห์คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษากลุ่มควบคุม

การหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษากลุ่มควบคุมผู้วิจัยได้ใช้นักศึกษาจำนวน 16 คน

##### ตารางที่ 3 การวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษากลุ่มควบคุม

รายการ	คะแนน	จำนวนผู้เรียน	$\bar{X}$	ร้อยละ	SD
คะแนนทดสอบก่อนเรียน	40	16	12.44	31.1	2.31
คะแนนภาคทฤษฎี	40	16	25.06	62.65	2.71
คะแนนภาคปฏิบัติ	60	16	44.82	74.7	2.83
คะแนนทดสอบหลังเรียน	40	16	29.81	74.53	2.26

##### 4.3 ผลการวิเคราะห์คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษากลุ่มทดลอง

การหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษากลุ่มควบคุมผู้วิจัยได้ใช้นักศึกษาจำนวน 16 คน ในการจัดการเรียนการสอนแบบกลุ่มร่วมมือ

##### ตารางที่ 4 การวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษากลุ่มทดลอง

รายการ	คะแนน	จำนวนผู้เรียน	$\bar{X}$	ร้อยละ	SD
คะแนนทดสอบก่อนเรียน	40	16	13.63	34.08	3.14
คะแนนภาคทฤษฎี	40	16	31	77.5	2.71
คะแนนภาคปฏิบัติ	60	16	50.25	83.75	2.65
คะแนนทดสอบหลังเรียน	40	16	33.5	83.75	1.26

##### 4.4 ผลการวิเคราะห์การสอนโดยกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่มที่ใช้วิธีการสอนต่างกัน

การวิเคราะห์การสอนโดยกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่มที่ใช้วิธีการสอนต่างกัน วิชาเครื่องวัดไฟฟ้า ผู้วิจัยได้แบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม จำนวนกลุ่มละ 16 คน โดยกลุ่มทดลองใช้วิธีจัดการเรียนแบบกลุ่มร่วมมือ และกลุ่มควบคุมใช้วิธีจัดการเรียนแบบปกติ และได้ทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนเพื่อวัดความรู้พื้นฐานของนักศึกษา และจัดการเรียนการสอนพร้อมทั้งประเมินผลการเรียนทั้งภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ โดยกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม ใช้แบบทดสอบชุดเดียวกัน โดยผู้วิจัยได้ตั้งสมมุติฐานว่าการจัดการเรียนการสอนแบบกลุ่มร่วมมือ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ไม่ต่างกัน โดยใช้ t-test แบบ Independent Sample Test ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและสมมุติฐานดังแสดงตารางที่ 5



ตารางที่ 5 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน วิชาครื่องวัดไฟฟ้า ระหว่างกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม

รายการ	N	$\bar{X}$	S.D.	df	t	P
นักศึกษากลุ่มทดลอง	16	33.10	4.18	15	4.37	.00
นักศึกษากลุ่มควบคุม	16	29.20	4.12			

จากผลของคะแนนของนักศึกษา นำผลของคะแนนจาก การทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียนของกลุ่ม ตัวอย่างและกลุ่มควบคุม มาทดสอบสมมติฐานโดยการใช้ t-test !! แบบ Independent Sample

จากการคำนวณหาค่า t-test ได้ค่าเท่ากับ 5.7 โดยค่า วิบัตของ t-test จากร่างเมื่อ  $df = n_1 + n_2 - 2 = 16 + 16 - 2 = 30$  ที่ระดับนัยสำคัญ .05 ได้ค่า t-test เท่ากับ 1.697 ดังนั้นจึง ปฏิเสธสมมติฐานที่ว่า การเรียนการสอนทั้งสองแบบไม่มีความ แตกต่างกัน เมื่อจากค่า t ที่ได้จากการคำนวณมีค่าเท่ากับ 5.7 ซึ่งมากกว่าค่า t ที่ได้จากการเปิดตารางซึ่งมีค่าเท่ากับ 1.697 ผล การวิเคราะห์สรุปได้ว่า ผลการเปรียบเทียบการจัดการแบบกลุ่ม ร่วมมือ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีกว่าจากการจัดการเรียน แบบปกติ

#### 4.5 ผลการวิเคราะห์ทางประสิทธิภาพของชุดการสอน

##### 4.5.1 ผลการวิเคราะห์คะแนนท้ายหน่วยเรียน

นำข้อมูลที่ได้ของกลุ่มทดลองที่ใช้วิธีการจัดการเรียนแบบ กลุ่มร่วมมือ และข้อมูลที่ได้จากกลุ่มควบคุมที่ใช้วิธีการจัดการ เรียนแบบปกติ โดยใช้ข้อสอบชุดเดียวกันทั้งหมด ประกอบด้วยหน่วยการเรียนที่ 4 การขยายย่านวัด หน่วยการ เรียนที่ 5 ไอทีมิเตอร์ หน่วยการเรียนที่ 6 มัตติมิเตอร์ วัตต์ มิเตอร์ หน่วยการเรียนที่ 7 เพาเวอร์แฟกตอร์มิเตอร์ วาร์มิเตอร์ และกิโลวัตต์อวาร์มิเตอร์ ซึ่งผลการวิเคราะห์คะแนน แบบทดสอบท้ายหน่วยเรียน

คะแนนแบบทดสอบท้ายหน่วยเรียนของกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 16 คน ปรากฏว่าคะแนนเฉลี่ยรวมของแบบทดสอบ ท้ายหน่วยเรียนทุกหน่วยรวมกันกลุ่มทดลองคิดเป็นร้อยละ 81.19 ซึ่งสูงกว่ากลุ่มควบคุมคิดเป็นร้อยละ 78.19 แสดงว่า ชุด การสอนที่สร้างขึ้น มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ร้อยละ 80

##### 4.5.2 ผลการวิเคราะห์คะแนนสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การวิเคราะห์หาค่าประสิทธิภาพของชุดการสอน จาก เกณฑ์ประสิทธิภาพที่กำหนดไว้ให้มีค่า  $E_1/E_2 = 80/80$  และ จากผลการทดลองที่ได้จากกลุ่มควบคุม  $E_1/E_2$  มีค่า 78.19/74.53 และผลการทดลองของกลุ่มที่ใช้วิธีการจัดการเรียนแบบกลุ่มร่วมมือแล้วพบว่า  $E_1/E_2$  ของชุดการสอนมีค่า 81.19/83.75 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ประสิทธิภาพที่กำหนดไว้ จึง ยอมรับว่าชุดการสอนนี้มีประสิทธิภาพ

#### 5. สรุปผลการวิจัย

ผลการวิจัยที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลปรากฏว่า จากการ สอนนักศึกษา 2 กลุ่ม โดยกลุ่มที่ 1 เรียนโดยชุดการสอนแบบ กลุ่มร่วมมือ ซึ่งเรียกว่ากลุ่มทดลอง และกลุ่มที่ 2 เรียนโดยใช้ ชุดการสอนแบบปกติ ซึ่งเรียกว่ากลุ่มควบคุม หลังจากที่เรียน จบบทเรียนมีการทดสอบโดยแบบทดสอบหลังเรียนและ แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ ผลปรากฏว่ากลุ่มที่ 1 มีผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนสูงกว่า คือ ได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 83.75 ส่วน กลุ่มที่ 2 ได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 74.53 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทั้งสองกลุ่มมีความแตกต่างกัน โดยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม เป็นไปตามสมมุติฐาน

#### 6. เอกสารอ้างอิง

- 1] วัฒนาพร ระงับทุกข์. การจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็น ศูนย์กลาง. กรุงเทพฯ : ด้านอ้อ 1999.
- 2] วีรวรรณ มณีนวล. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา คณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนแบบ ร่วมมือ สอนโดยใช้หลักการเรียนเพื่อรู้แล้วและสอนแบบร่วมมือโดย ใช้หลักการเรียนรู้เพื่อรู้แล้ว. กรุงเทพฯ: วิทยานิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทร์วิทยาลัย 2544
- 3] พุทธ ธรรมสุนา. ผลของวิธีสอนแบบร่วมมือกับเทคนิค STAD ที่มี ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชากลศาสตร์วิศวกรรม เรื่องสมดุลของ นักศึกษาระดับปวส. 1 สาขาวิชาเคมีองค์กร วิทยาลัยเทคนิคเลย. กรุงเทพ : วิทยานิพนธ์ ค.อ.ม. คณะครุศาสตร์อุดสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. 2553
- 4] รุ่งทิวา ควรชุม. การพัฒนารูปแบบการสอนคณิตศาสตร์ที่เน้นการ เรียนแบบร่วมมือกับเรียนรู้สำหรับนักเรียนระดับชั้น 1. มหาสารคาม : วิทยานิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. 2546

# ວິគາກຣນຄາລຕົ່ງ ລາງວິ່າງວິກາກຣນໂຍດາ







## การศึกษาการนำวัสดุเหลือทิ้งจากการก่อสร้างมาทดแทนมวลรวมหินในการผสมคอนกรีต

### A Study of Utilizing Construction Waste as Coarse Aggregates in Mixing Concrete

บันทึก ทองคำ

แผนกวิชาช่างก่อสร้าง

วิทยาลัยเทคโนโลยีน่าน

*Bandit\_thongkham@hotmail.com*

#### บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาอัตราส่วนผสมและประสิทธิภาพของคอนกรีตจากส่วนผสมที่ใช้วัสดุเหลือทิ้ง เป็นมวลหินในการผสมคอนกรีต ให้มีกำลังอัดตามที่ได้ออกแบบไว้ และเพื่อศึกษาต้นทุนการผลิตคอนกรีตจากส่วนผสมของวัสดุเหลือทิ้ง ในเขตพื้นที่จังหวัดน่าน โดยนำเศษวัสดุเหลือทิ้ง นำมานบคายอย่างมีขนาดเล็กลงเพื่อเป็นวัตถุคิบแทบแทน โดยใช้แรงงานคน วัสดุผสมส่วนใหญ่จะถูกอุบัติจากอุบัติจากแหล่งกำเนิดต่างๆ ที่อยู่ห่างจากจังหวัดน่านประมาณ 4 หล่อ ก้อนตัวอย่างคอนกรีตทรงลูกบาศก์ ที่กำลังอัด 210,240 และ 280 กก./ตร.ซม. ตามลำดับ ค่าการยุบตัว 5,10 ซม. อายุ 3,7,14 และ 28 วัน อย่างละ 48 ตัวอย่าง รวม 144 ตัวอย่าง นำตัวอย่างไปทดสอบหา กำลังการรับแรงอัด ในเวลาที่กำหนดตามลำดับ ผลปรากฏว่าคุณสมบัติทางกลของวัสดุเหลือทิ้ง ค่ากำลังอัดของคอนกรีต 210 กก./ตร.ซม. ค่าการยุบตัว 5,10 ซม. ที่อายุ 28 วัน ค่ากำลังอัดเฉลี่ย 274,223 กก./ตร.ซม. ค่ากำลังอัดของคอนกรีต 240 กก./ตร.ซม. ค่าการยุบตัว 5,10 ซม. ที่อายุ 28 วัน ค่ากำลังอัด 348,303 กก./ตร.ซม. ค่ากำลังอัดของคอนกรีต 280 กก./ตร.ซม. ค่าการยุบตัว 5,10 ซม. ที่อายุ 28 วัน ค่ากำลังอัด 330,313 กก./ตร.ซม. ซึ่งมีค่าคุณสมบัติทางกล ได้ตามเกณฑ์มาตรฐานของผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมมวลรวมหินในการผสมคอนกรีต ตามที่กำหนดไว้ 210,240 และ 280 กก./ตร.ซม. ตามลำดับ และเบริญเทียนต้นทุนในการผลิตคอนกรีต ระหว่างวัสดุเหลือทิ้ง และหินไม่เป็นวัสดุในการก่อสร้าง ค่ากำลังอัด 210,240 และ 280 กก./ตร.ซม. ตามลำดับ ราคาในการผลิต คอนกรีตจากส่วนผสมที่ใช้วัสดุเหลือทิ้ง ถูกกว่าร้อยละ 12.95, 12.25 และ 11.49 ตามลำดับ

**คำสำคัญ:** วัสดุเหลือทิ้ง การรับแรงอัด การพัฒนาของคอนกรีต ต้นทุนในการผลิตคอนกรีต

#### Abstract

*The purpose of this research is to study the mixture proportion the workability of concrete mixed with waste materials and also to study the making cost of such concrete using the waste materials in Nan areas. The waste materials were manually crushing to be smaller sizes and used those remained on the seive no 4. The total of 144 samples of the standard cubes were cost for the designed strength of 210 ksc , 240 ksc and 280 ksc. and each of these strength ware cost for 5 cm and 10 cm slump value and tested at age of 3,7,14 and 28 days. For the concrete with*



design strength of 210 ksc and with slump value of 5 cm and 10 cm tested at age of 28 days testing results were 274 ksc and 223 ksc respectively similarly for the concrete with the design strength of 240 ksc and 280 ksc, the testing results were 348,303 and 330,313 ksc respectively which were higher than the design strength compressive the making cost of concrete with designed strength of 210 ksc, 240 ksc and 280 ksc, it showed that cost is lower than that of conventional concrete for about 12.95 %, 12.24% and 11.49% respectively.

**Keyword:** Waste, durability of compressive strength, improvement of concrete, cost of making

## 1. บทนำ

ในการศึกษาวัสดุเหลือทิ้งหรือเศษวัสดุเหลือทิ้งแล้ว (Recycled) มาแทนมวลรวมทรายใช้ผสมคอนกรีตในงานก่อสร้าง เป็นวัสดุทดแทน ผู้ประกอบการได้นำเศษปูนไปปูพื้นที่คุณลักษณะที่มีระยะเวลาเพิ่มขึ้นก็จะทำให้เศษวัสดุมีจำนวนมากตาม ทำให้เกิดมลพิษทางอากาศ คือ ฝุ่นละอองและยาบต่อการจำกัด ไม่มีมูลค่าและไม่เกิดประโยชน์เท่าที่ควร ดังนั้นการหาแนวทางในการเพิ่มมูลค่าจากการเศษปูนที่เหลือจากการผลิตจึงเป็นการสร้างประโยชน์สูงสุดทั้งในด้านการลดปริมาณของเสียและลดปัญหาการใช้ทรัพยากรอย่างสืบสาน

ซึ่งคอนกรีตจะนำไปใช้ในงานก่อสร้างโครงสร้างที่ต้องการความแข็งแรง หรือโครงสร้างที่รับน้ำหนักมาก ๆ เช่น คานเส้า ของอาคาร และถนน งานหล่อคอนกรีตสำเร็จ จากปูนหินเหล่านี้ เนื่องจากงานก่อสร้างได้มีการขยายตัวอย่างรวดเร็ว เพราะพื้นที่จังหวัดน่านคิดชายแดน สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว เนื่องจากเปิดด่านค้ำข่ายที่ชายแดนและความต้องการใช้คอนกรีตเป็นจำนวนมาก ซึ่งทำให้การใช้วัสดุผสมมวลรวมทรายคือ หินโน้ม เป็นวัสดุผสมที่ขาดแคลน เนื่องจากทรัพยากรากธรรมชาติมีจำนวนจำกัด ไม่เพียงพอ กับความต้องการ แต่ในจังหวัดน่านนี้ มีเศษวัสดุที่เหลือใช้แล้ว (Recycled) จากงานก่อสร้างหรืออาคารที่ทุบหรือทำการใหม่ ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 แสดงเศษวัสดุเหลือทิ้ง เศษคอนกรีต เศษกระเบื้อง ศษยอิฐน้ำดือก และเศษอิฐมอญ

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจ ศึกษาความเป็นไปได้ในการนำเอาวัสดุเหลือทิ้ง มาเป็นวัสดุทดแทนวัสดุผสมเป็นมวลหมายสำหรับผสมคอนกรีต ผู้วิจัยคาดว่าการวิจัยครั้งนี้ สามารถพัฒนาความรู้ ความเข้าใจ และทักษะเกี่ยวกับการทำให้คอนกรีตได้กำลังอัดตามที่ต้องการ และสามารถนำความรู้มาประยุกต์ใช้ในการปฏิบัติงานจริง สร้างความชำนาญและประสบการณ์ด้านช่างให้กับผู้วิจัย นักเรียน นักศึกษา สาขาวิชาการก่อสร้าง ก่อให้เกิดผลดีต่อผู้เรียน ครูผู้สอน สถานศึกษา และวงการก่อสร้าง

งานวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาอัตราส่วนผสมและประสิทธิภาพของคอนกรีตจากส่วนผสมที่ใช้วัสดุเหลือทิ้ง เป็นมวลหมายในการผสมคอนกรีตให้มีกำลังอัดตามที่ได้ออกแบบไว้ เพื่อศึกษาด้านทุนการผลิตคอนกรีตจากส่วนผสมของวัสดุเหลือทิ้ง เป็นมวลหมายในการผสมคอนกรีตที่มีกำลังอัดตามที่ได้ออกแบบไว้ ตามมาตรฐาน BS 1881:Part 3

## 2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### 2.1 องค์ประกอบของคอนกรีต

ประกอบด้วยปูนซีเมนต์ หิน ทราย น้ำ และน้ำยาผสมคอนกรีต โดยมีองค์ประกอบต่าง ๆ เหล่านี้มาผสมกัน จะมีชื่อเรียกเฉพาะดังนี้ ปูนซีเมนต์ผสมกับน้ำ และน้ำยาผสมคอนกรีต เรียกว่าซีเมนต์เพสต์ (Cement paste) คือส่วนผสมของปูนซีเมนต์ล้วน ๆ กับน้ำซึ่งจะเกิดปฏิกิริยาทางเคมีระหว่างกันทำให้มีคุณสมบัติเป็นรูน และขับตัวเป็นแพ่นกับวัสดุผสมได้ ซีเมนต์เพสต์ผสมกับทราย เรียกว่า มอร์ต้า (Mortar) มอร์ต้าผสมกับหินหรือกรวด เรียกว่า คอนกรีต (Concrete) การผลิตคอนกรีต ซึ่งจะช่วยพัฒนาความก้าวหน้าในงานคอนกรีต ช่วยลดเวลาการก่อสร้าง เร่งเวลาในการใช้งาน และลดขนาดของ



โครงสร้าง ขึ้นอยู่กับการเลือกสรรชนิด และความเหมาะสม ตลอดจนการควบคุมดูแลเป็นพิเศษของวัตถุคิบที่นำมาใช้ คือ ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ มวลรวม คือ gravet ทราย และน้ำ นอกจากนี้ใช้สารผสมเพิ่มคุณภาพสูง และเพิ่มสารลดน้ำพิเศษ

## 2.2 វេត្តុធស (មាត្រវេ)

วัสดุผสมละเออีด (ทราย) หมายถึงเม็ดแร่ เล็ก ๆ ซึ่งมีเส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่  $1/16$  ถึง  $2$  มิลลิเมตรเท่านั้นถ้าเล็กกว่านี้ลงไปเรียกว่าคอม (Silt) ถ้าใหญ่กว่าขนาดดังกล่าวที่เรียกว่า กรวด (Gravel) ชนิดของทรายที่นิยมใช้ในงานก่อสร้างคือทรายหยาบ เป็นทรายเม็ดใหญ่ มีเหลี่ยม แบ่ง มุมแข็งแรง ใช้เป็นส่วนผสมของคอนกรีตที่รับค้าน้ำลามมาก เช่น รากฐาน โครงสร้างอาคาร วัสดุผสมหยาบ (หิน) หมายถึง วัสดุผสมที่ส่วนใหญ่จะถูกหักหั่นแตกหักเป็นชิ้นๆ ขนาดเล็กกว่า  $4$  ซม. และอาจมีบางส่วนที่จะถูกหักหั่นแตกหักเป็นชิ้นๆ แต่จะต้องไม่เกินปริมาณที่กำหนด วัสดุผสมชนิดนี้ได้แก่หินย้อย หรือกรวด (Gravel) หมายความว่าต้องทำการทำคอนกรีตมากที่สุด จะต้องคอม แกร์จแข็ง มีรูปร่างเป็นลูกบาศก์ มีผิวน้ำที่เรียบ ขึ้นด้วยเศษหินตัวตัว และทันทันต่อการสกัดหรือได้

### 2.3 น้ำที่ใช้ผสมกอนกรีต

จะต้องเป็นน้ำที่สะอาดปราศจากฝุ่น และสารอินทรีย์อื่น ๆ ปะปนอยู่ เพราะสิ่งเหล่านี้จะมีผลทำให้ก้อนกริตแข็งตัวข้าดังนั้นการเลือกใช้น้ำที่มีคุณภาพดี ก็จะช่วยให้ได้ก้อนกริตที่มีคุณภาพดีด้วย

## 2.4 การขายอยู่ในรูปของการขายส่งและขายปลีก

ราคากองทิน ไม่ตามท้องตลาดที่ทำการซื้อ – ขายในพื้นที่ จังหวัดน่านมีราคางดงามดังนี้

ตารางที่ 1 ราขของหินไม่ตามราคากองทุนในปีที่จังหวัดน่าน

วัสดุ	ขนาด (นิ้ว)	ราคาต่อ ลบ.ม. (บาท)	ค่าขนส่งคืนค้า		
			ระยะทาง ไม่เกิน 5 กม. (บาท)	ระยะทางเกิน 5 กม.	
				ทางบก (บาท/กม.)	ทางเรือ (บาท/กม.)
พินไม้	¾-1	439	170	13	18

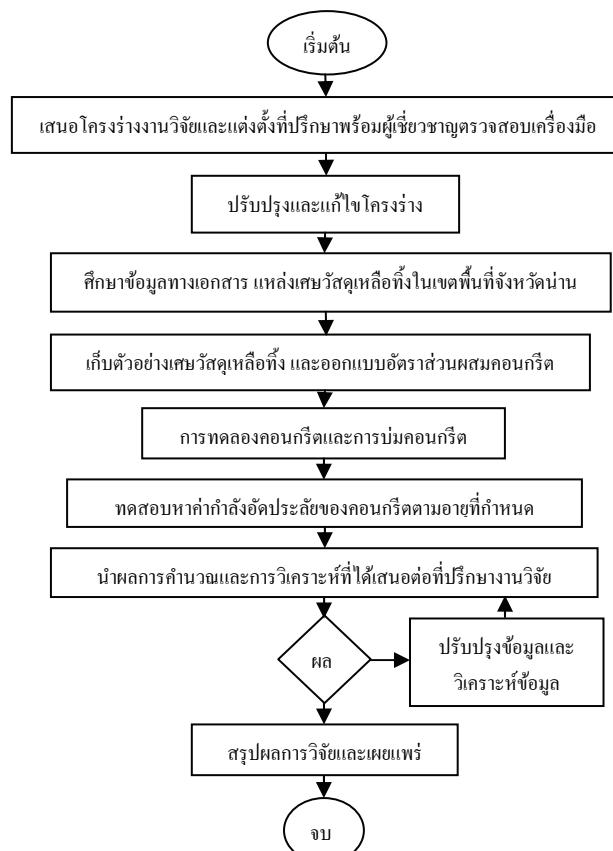
ตารางที่ 2 ราคาค่าบดย่อย และค่าขนส่ง เศษวัสดุเหลือทิ้ง ในพื้นที่ จังหวัดน่าน (การวิจัยในครั้งนี้ใช้แรงงานคนในการบดย่อยใน ระยะเวลา 1 วัน ต่อ 1.2 ลบ.ม. โดยจ้างค่าแรงงานวันละ 300 บาท)

วัสดุ	ขนาด (นิ้ว)	ราคาต่อ คบ.ม. (บาท)	ค่าขนส่งสินค้า		
			ระยะทาง ไม่เกิน 5 กม. (บาท)	ระยะทางเกิน 5 กม. ทางราบ (บาท/กม.)	ทางเข้มเข้า (บาท/กม.)
(Recycled)	เมอร์ 4-1"	250	170	13	18

### 3. วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง โดยมีขั้นตอนดังนี้  
คือ ศึกษาอัตราส่วนพสม ประสิทธิภาพของคอนกรีตจาก  
ส่วนพสมที่ใช้วัสดุเหลือทิ้ง เป็นมวลหมายในการทดสอบคอนกรีต  
ให้มีกำลังอัดตามที่ได้ออกแบบไว้ ตามมาตรฐาน BS  
1881:Part 3 และเพื่อศึกษาต้นทุนการผลิตคอนกรีตจาก  
ส่วนพสมของวัสดุเหลือทิ้ง จากนั้นเตรียมก้อนตัวอย่าง  
คอนกรีต เพื่อนำไปปั่นตามอายุ 3, 7, 14 และ 28 วัน ทดสอบหา  
ค่ากำลังอัดของคอนกรีต โดยนำผลการทดสอบมาเปรียบเทียบ  
เพื่อวิเคราะห์และสรุปผล

### 3.1 ขั้นตอนการวิจัย



## ภาพที่ 2 แสดงขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย



### 3.2 การเก็บตัวอย่างและจำนวนตัวอย่างทดสอบ

การเก็บตัวอย่างคอนกรีตตามกำลังอัดตามเกณฑ์มาตรฐานที่ได้ออกแบบไว้ จากคอนกรีตที่ผสมจากเศษวัสดุที่เหลือใช้แล้วขนาดโต๊ะสุดไม่เกิน 1 นิ้ว อย่างละ 48 ตัวอย่าง รวม 144 ตัวอย่าง ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ตารางการเก็บตัวอย่างคอนกรีต

กำลังอัด ตามเกณฑ์ มาตรฐาน (ksc)	จำนวนตัวอย่างที่อาชญากรรมทดสอบ				รวม (ตัวอย่าง)
	3 วัน	7 วัน	14 วัน	28 วัน	
1. 210	12	12	12	12	48
2. 240	12	12	12	12	48
3. 280	12	12	12	12	48

### 3.3 การศึกษาต้นทุนในการผลิต

การเปรียบเทียบต้นทุนระหว่างวัสดุเหลือทิ้ง และหินไม่เป็นวัสดุในการก่อสร้าง จากสำนักงานปลัดกระทรวงพาณิชย์ ของจังหวัดน่าน เดือนเมษายน ปี 2557 ที่อัตราส่วนผสมคอนกรีต ดังแสดงตารางที่ 4

ตารางที่ 4 การเปรียบเทียบต้นทุนการผลิต / เดือนเมษายน 2557

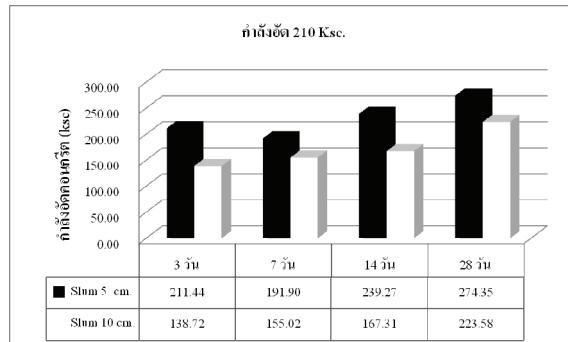
การเปรียบเทียบต้นทุนการผลิต / เดือนเมษายน 2557			
กำลังอัด (ksc) ต่อ 1 คบ.ม.	วัสดุ	น้ำหนัก (กก.)	กิโลกรัม / บาท
1. 210 ksc	-ปูนซีเมนต์	280	3.271
	-ทราย	707	0.369
	-หิน	1,156	0.439
2. 240 ksc	-ปูนซีเมนต์	315	3.271
	-ทราย	655	0.369
	-หิน	1,156	0.439
3. 280 ksc	-ปูนซีเมนต์	319	3.271
	-ทราย	739	0.369
	-หิน	1,088	0.439
4. ค่าใช้จ่ายในการบ่มอย่างวัสดุเหลือทิ้ง กิโลกรัมละ 0.25 บาท			

### 4. ผลการวิจัย

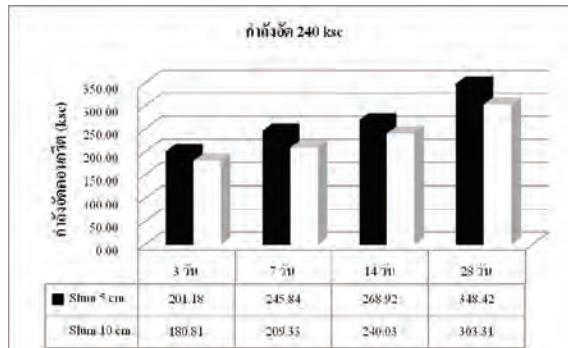
การวิจัยครั้งนี้ได้แบ่งผลการวิจัยเป็น 3 ส่วน ดังนี้

#### 4.1 ผลการทดสอบกำลังอัดคอนกรีตทรงสูงมาตรฐานที่ 210 Ksc.

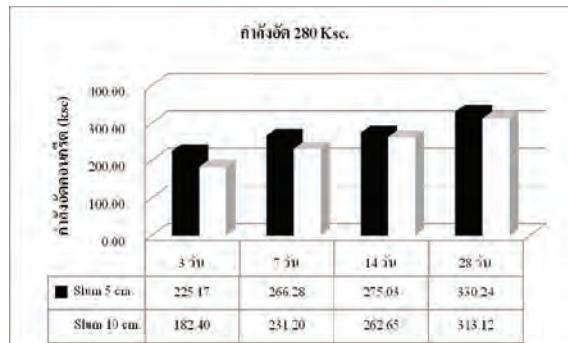
ผลการทดสอบกำลังอัดคอนกรีตทรงสูงมาตรฐานที่ 210 Ksc. เหลือทิ้ง จำนวน 4 ชนิด คือ เศษคอนกรีต เศษกระเบื้องเศษอิฐ บล็อก และเศษอิฐมอญ ที่มีอายุ 3 วัน, 7 วัน, 14 วัน และ 28 วัน



ภาพที่ 3 ผลการทดสอบกำลังอัดคอนกรีต  
ตามเกณฑ์มาตรฐาน 210 Ksc



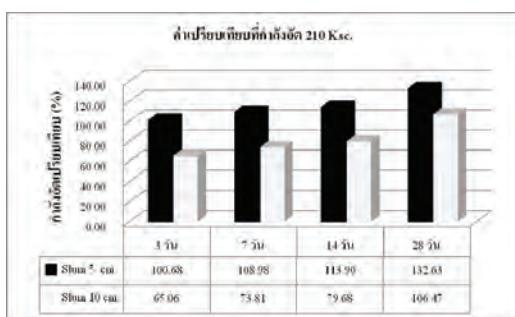
ภาพที่ 4 ผลการทดสอบกำลังอัดคอนกรีต  
ตามเกณฑ์มาตรฐาน 240 Ksc



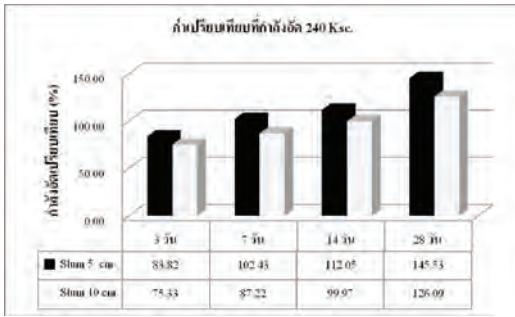
ภาพที่ 5 ผลการทดสอบกำลังอัดคอนกรีต  
ตามเกณฑ์มาตรฐาน 280 Ksc

#### 4.2 การเปรียบเทียบค่าการพัฒนากำลังอัดที่ได้

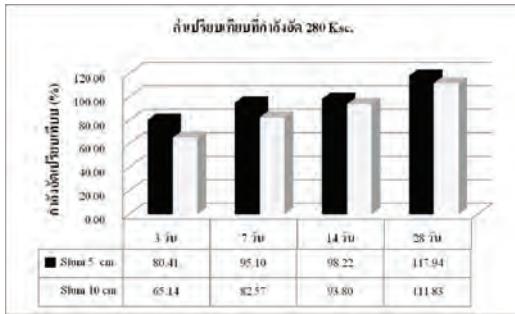
การเปรียบเทียบค่าการพัฒนากำลังอัดที่ได้ออกแบบยัตรากลาง ตามมาตรฐาน BS 1881:Part 3



ภาพที่ 6 การเปรียบเทียบการพัฒนากำลังอัด  
ตามเกณฑ์มาตรฐาน 210 Ksc



ภาพที่ 7 การเปรียบเทียบการพัฒนากำลังอัด  
ตามเกณฑ์มาตรฐาน 240 Ksc



ภาพที่ 8 การเปรียบเทียบการพัฒนากำลังอัด  
ตามเกณฑ์มาตรฐาน 280 ksc

#### 4.3 การเปรียบเทียบต้นทุนระหว่างวัสดุเหลือทิ้ง และหินไม่เป็นวัสดุในการก่อสร้าง ดังแสดงในตาราง

ตารางที่ 5 ตารางเปรียบเทียบวัสดุที่กำลังอัด 210 ksc

ลำดับ ที่	วัสดุที่ใช้การเปรียบเทียบ				ส่วนต่าง ของราคา (บาท)	
	หินไม่ (Recycled)		วัสดุ			
	วัสดุ	ราคา (บาท)	วัสดุ	ราคา(บาท)		
1	ปูนซีเมนต์	916	ปูนซีเมนต์	916	0	
2	ทราย	260	ทราย	260	0	
3	หินไม่ (Recycled)	507	(Recycled)	289	218	
	รวม	1,683	รวม	1,465	218	
คิดเป็นเบอร์ชีนต์	100 %	คิดเป็น เบอร์ชีนต์	87.05 %	12.95 %		

ตารางที่ 6 ตารางเปรียบเทียบวัสดุที่กำลังอัด 240 ksc

ลำดับ ที่	วัสดุที่ใช้การเปรียบเทียบ				ส่วนต่าง ของราคา (บาท)	
	หินไม่ (Recycled)		วัสดุ			
	วัสดุ	ราคา (บาท)	วัสดุ	ราคา(บาท)		
1	ปูนซีเมนต์	1030	ปูนซีเมนต์	1030	0	
2	ทราย	242	ทราย	242	0	
3	หินไม่ (Recycled)	507	(Recycled)	289	218	
	รวม	1,779	รวม	1,561	218	
คิดเป็นเบอร์ชีนต์	100 %	คิดเป็น เบอร์ชีนต์	87.75 %	12.25 %		

ตารางที่ 7 ตารางเปรียบเทียบวัสดุที่กำลังอัด 280 ksc

ลำดับ ที่	วัสดุที่ใช้การเปรียบเทียบ				ส่วนต่าง ของราคา (บาท)	
	หินไม่ (Recycled)		วัสดุ			
	วัสดุ	ราคา (บาท)	วัสดุ	ราคา(บาท)		
1	ปูนซีเมนต์	1043	ปูนซีเมนต์	1043	0	
2	ทราย	272	ทราย	272	0	
3	หินไม่ (Recycled)	478	(Recycled)	272	206	
	รวม	1,793	รวม	1,587	206	
คิดเป็นเบอร์ชีนต์	100 %	คิดเป็น เบอร์ชีนต์	88.51%	11.49 %		

## 5. สรุปผล

ในการวิจัยคุณสมบัติทางด้านวิศวกรรม โดยใช้วัสดุเหลือทิ้งหรือเศษวัสดุที่ใช้แล้ว (Recycled) จำนวน 4 ชนิด คือ เศษคอนกรีต เศษกระเบึง เศษอิฐบล็อก และเศษอิฐมอญ ในเบตพื้นที่จังหวัดน่าน โดยนำเศษวัสดุเหลือทิ้ง นำมาบดย่อยให้มีขนาดเล็กลงเพื่อเป็นวัตถุคิบตันแทน โดยใช้แรงงานคน ที่ใช้งานวิจัยในครั้งนี้ ผลการทดสอบพบว่าคุณสมบัติทางกลได้ตามเกณฑ์มาตรฐานของผลิตภัณฑ์ อุตสาหกรรมมวลรวมหมายผลรวมคุณภาพตามที่ได้ออกแบบไว้ ตามมาตรฐาน BS 1881:Part 3 และเปรียบเทียบต้นทุนในการผลิตคอนกรีต ระหว่างวัสดุเหลือทิ้ง และหินไม่เป็นวัสดุในการก่อสร้าง ค่ากำลังอัด 210,240 และ 280 กก./ตร.ซม. ตามลำดับ ราคาในการผลิตคอนกรีตจากส่วนผสมที่ใช้วัสดุเหลือทิ้ง ถูกกว่าร้อยละ 12.95,12.25 และ 11.49 ตามลำดับ ซึ่งทำให้รู้ว่าวัสดุเหลือทิ้งมีประโยชน์ สามารถนำไปใช้งานได้ และมีคุณภาพที่สามารถนำไปเป็นวัสดุสมมวลรวมหมาย เป็นแนวทางการเพิ่มนูลค่าของวัสดุเหลือทิ้งหรือเศษวัสดุที่ใช้แล้ว ที่เหมาะสมอีกชิ้นเดียวในการ

แก้ปัญหาการกำจัดเศษภาชนะกรีด ช่วยลดโลกร้อนในการใช้ทรัพยากรอย่างสิ้นเปลือง เนื่องจากทรัพยากร จำกัด รวมทั้งจำนวนจำกัด การเลือกวัสดุเหลือทิ้งแล้วเป็นมวลรวมหายน ใช้สำหรับงานก่อสร้าง และให้เหมาะสมกับสภาพท้องถิ่น

## 6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ พอ.ราชานทร์ กานคำ ผู้อำนวยการ วิทยาลัยเทคนิคน่าน ที่ช่วยสนับสนุนวัสดุวิจัย CPAC ศูนย์น่าน และแผนกวิชาช่างก่อสร้าง วิทยาลัยเทคนิคน่าน อำเภอเมือง จังหวัดน่าน ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการทดสอบ ตัวอย่างคอนกรีต นอกจากนี้ ยังมีบุคคลอื่นอีกหลายท่านที่ไม่สามารถล่าวนาม ได้ทั้งหมดที่มีส่วนช่วยเหลือให้การสนับสนุน ให้คำปรึกษางานวิจัยสำเร็จลุล่วงและกำลังใจ ใน การวิจัยครั้งนี้ ณ โอกาสันนี้

## 7. เอกสารอ้างอิง

- [1] ชัชวาลย์ เศรษฐบุตร. คอนกรีตเทคโนโลยี. กรุงเทพมหานคร : พิมพ์ครั้งที่ 5. 2540.
- [2] บริษัท พลิตภัณฑ์และวัสดุก่อสร้าง จำกัด. คอนกรีตเทคโนโลยี. กรุงเทพมหานคร : พิมพ์ครั้งที่ 12. 2546.
- [3] วินิต ช่อวิเชียร. คอนกรีตเทคโนโลยี. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์ พานิชย์. 2544.
- [4] อุดมวิทย์ กาญจนวงศ์. ปฏิบัติงานทดสอบคอนกรีตเทคโนโลยี. พิมพ์ ครั้งที่ 1. ปทุมธานี : สถาบันพิมพ์เอกมัณฑ์, 2537.
- [5] บุญลิก น้อยสระ และประเสริฐ ชงไชย. คอนกรีตเทคโนโลยี. พิมพ์ ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์เอกมัณฑ์, 2540.
- [6] อุดมวิทย์ กาญจนวงศ์. ปฏิบัติงานทดสอบคอนกรีตเทคโนโลยี. พิมพ์ ครั้งที่ 1. ปทุมธานี : สถาบันพิมพ์เอกมัณฑ์, 2537.
- [7] SCG Cement Co., Ltd. **Concrete Repair and Maintenance** พิมพ์ครั้งที่ 1: เมษายน 2551



การพัฒนาและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดีย  
มาตรฐานเหล็กที่ใช้ในงานก่อสร้าง

**A Development and Efficiency Validation of a Multimedia Computer Assisted  
Instruction Program on Thai Standard Steel**

สยาม แกมบุนทด

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ พระนครเหนือ  
(sayamk@kmutnb.ac.th)

**บทคัดย่อ**

งานวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดีย มาตรฐานเหล็กที่ใช้ในงานก่อสร้าง โดยเบริญเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และศึกษาความคิดเห็นของนักศึกษาที่มีต่อบทเรียน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิศวกรรมโยธา คณะครุศาสตร์ อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ พระนครเหนือ ชั้นปีที่ 1 ปีการศึกษา 2555 จำนวน 30 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดีย มาตรฐานเหล็กที่ใช้ในงานก่อสร้าง พร้อมทั้งแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น และแบบสอบถามความคิดเห็นของนักศึกษาที่มีต่อบทเรียน การวิจัยเป็นการวิจัยเชิงทดลอง โดยให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบก่อนเรียน จากนั้นเรียนเนื้อหาด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดีย ทำแบบฝึกหัดในแต่ละหน่วย เมื่อเรียนจบแล้วทำแบบทดสอบหลังเรียน และแบบสอบถามความคิดเห็น

ผลการวิจัยพบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดียที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 81.05/82.00 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 เมื่อพิจารณาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยบทเรียนนี้ หลังเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักศึกษามีความคิดเห็นต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดียอยู่ในระดับดี

**คำสำคัญ:** คอมพิวเตอร์ช่วยสอน, มัลติมีเดีย, มาตรฐานเหล็ก

**ABSTRACT**

*This research aims to develop and assess an achievement of multimedia computer aids entitle rebar standard for construction. Comparison of an achievement before and after study using this computer aids was conducted and questionnaire method was utilized to gather opinion of students to the lesson learned. The subjects used in this study were 30 persons of 1<sup>st</sup> year bachelor degree student in the year 2012, Department of Teacher Training in Civil Engineering, Faculty of Technical Education, King Mongkut's University of Technology North Bangkok. The instrument used in this study is multimedia computer aids entitle rebar standard for construction with an achievement tested and questionnaire constructed by the researcher for gathering an opinion of student to the lesson learned. This is*



*an experimental research; the subjects had to do the pretest followed by studying lesson content through multimedia computer aids, and practiced at the end of each unit. After studied the computer aids, the subjects had to do posttest and answered the questionnaire for their opinions to the lesson learned.*

*The results revealed that this computer aids had an achievement of 81.05/82.00 which was higher than that of criterion given of 80/80. Moreover, it was shown that an achievement of the subjects after study was significantly higher than that of their achievement before an achievement before study of the .05 level and the subjects had good opinion on this multimedia computer aids.*

**Keywords:** Computer aids, Multimedia, Rebar Standard.

## 1. บทนำ

ในงานก่อสร้างทั้งหลายนั้น เหล็กเป็นวัสดุที่ถูกนำมาใช้งานมากที่สุดประเภทหนึ่ง ด้วยคุณสมบัติพิเศษที่ทนต่อแรงดึงแรงดัน และแรงเฉือน ได้เป็นอย่างดี จึงสามารถดัดหรือขึ้นรูปให้เป็นแบบตามความต้องการของงานได้ ด้วยคุณสมบัติ ดังกล่าวจึงหากที่จะหัวสตูลอื่นมาทดแทนได้เทียบเท่าหรือ ได้เปรียบกว่าเหล็ก เหล็กจึงยังคงเป็นวัสดุสำคัญในงานก่อสร้างที่จะช่วยเพิ่มความแข็งแรงมั่นคงให้แก่งานก่อสร้างทั้งหลาย งานที่เหล็กถูกนำมาใช้ในหลายลักษณะ เช่น ใช้เสริมในโครงสร้างทั้งที่เรียบง่ายจนกระทั่งถึงโครงสร้างพิเศษ เช่น เสา คาน พื้น ฐานราก ผนังหอ ระบบโครงสร้างกำแพงงาน ก่อสร้างได้ดี รวมถึงชิ้นส่วนสำหรับต่อตัว ด้วยคุณสมบัติพิเศษดังกล่าวมาแล้วเหล็กจึงจัดเป็นวัสดุที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายตั้งแต่อดีตมาจนถึงปัจจุบัน อย่างไรก็ตามการนำเหล็กมาใช้งานให้เกิดคุณประโยชน์นั้นจึงควรอยู่ภายใต้การควบคุมตรวจสอบให้ถูกต้องตามข้อกำหนดมาตรฐานและการคำนวณของวิศวกร โดยตรง ฉะนั้นในการเรียนการสอนที่จะเข้าใจถึงคุณสมบัติของเหล็กชนิดต่างๆ ที่ใช้ในงานก่อสร้าง รวมถึงการนำไปใช้เป็นร่องที่ยก ลับชั้บช้อนและใช้เวลามาก

สื่อการเรียนการสอนหรือเทคโนโลยีทางการสอนที่มีอยู่อย่างหลากหลายที่ให้ครูเลือกใช้เพื่อช่วยปรับปรุงการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น เพราะการใช้สื่อการสอนนั้นไม่เพียงแต่ใช้เพื่อเป็นการเพิ่มพูนประโยชน์ให้แก่ผู้สอนและ

ผู้เรียนเท่านั้น แต่ยังมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องใช้กับนักเรียนในยุคเทคโนโลยีสารสนเทศ และสื่อการเรียนการสอนหรือเทคโนโลยีการสอนที่ได้รับความสนใจเป็นอย่างมากในปัจจุบันก็คือ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็นเครื่องช่วยสอนที่สนับสนุนแนวคิดทางการเรียนการสอนที่คำนึงผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง (Student Center) คำนึงความแตกต่างระหว่างบุคคล (Individual Difference) คำนึงถึงหลักการที่ว่า ผู้เรียนเรียนด้วยตนเอง โดยในปัจจุบันสามารถทำให้เป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในระบบมัลติมีเดีย เป็นบทเรียนที่ประกอบไปด้วยภาพ กราฟฟิก ภาพเคลื่อนไหว วิดีโอ แอนิเมชัน ประกอบด้วยเสียง ภาพเคลื่อนไหว วิดีโอ แอนิเมชัน และเสียง นอกเหนือไปจากเนื้อหาตัวอักษร ซึ่งจะดึงดูดความสนใจของผู้เรียนได้เป็นอย่างดีและช่วยในการสื่อสารระหว่างผู้สอนและผู้เรียน เป็นการเพิ่มความเหมือนจริงและเร้าความสนใจของผู้เรียนให้เกิดความต้องการเรียนรู้ และทำแบบฝึกหัดหรือทำกิจกรรมต่างๆ เป็นต้น ความสามารถในการเก็บข้อมูลของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ทำให้สามารถนำมาใช้ได้ในลักษณะของการศึกษา รายบุคคลเป็นอย่างดี โดยสามารถกำหนดบทเรียนให้ผู้เรียนแต่ละคน และแสดงความก้าวหน้าให้เห็น ได้ทันที ลักษณะของโปรแกรมบทเรียนที่ให้ความเป็นส่วนตัวแก่ผู้เรียนเป็นการช่วยให้ผู้เรียนที่เรียนช้า สามารถเรียนไปได้ตามความสามารถของตน โดยสะดวกอย่าง ไม่รบกวน ไม่ต้องอาศัยผู้อื่นและไม่อายเมื่อต้องคำนวณผิด เป็นการช่วยขยายขีดความสามารถของผู้สอนในการควบคุมผู้เรียน ได้อย่างใกล้ชิด เนื่องจากสามารถระบุจุด



## ข้อมูลได้จ่ายและสะดวกในการนำเสนอมาใช้งาน (กิตานันท์, 2543)

จากเหตุผลดังกล่าว ด้วยคุณสมบัติพิเศษของเหล็กที่ใช้ในงานก่อสร้าง และเป็นวัสดุที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลาย ดังต่อไปนี้ ตามที่ได้จัดทำขึ้น อย่างไรก็ตามการนำเหล็กมาใช้งานให้เกิดคุณประโยชน์นั้นจึงควรอยู่ภายใต้การควบคุม ตรวจสอบให้ถูกต้องตามข้อกำหนดมาตรฐานและการคำนวณของวิศวกร โดยตรง ฉะนั้นในการเรียนการสอนที่จะเข้าใจถึงคุณสมบัติของเหล็กนิดต่างๆ รวมถึงการนำไปใช้งานเป็นร่องที่ยก ลับชั้บช้อนและใช้เวลาไม่สัก ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะพัฒนาและหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดีย เรื่อง มาตรฐานเหล็กที่ใช้ในงานก่อสร้าง เพื่อนำไปใช้กับผู้เรียนหรือผู้ที่สนใจโดยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับบทเรียนอย่างแท้จริง มีการโต้ตอบกับบทเรียน นอกจากนี้ผู้เรียนสามารถเลือกเรียนในเวลาที่ต้องการและควบคุมบทเรียนได้ด้วยตนเอง นับตั้งแต่การจัดบทเรียน เลือกกิจกรรมจนถึงการประเมินผลการเรียนด้วยตนเอง สามารถตอบสนองความต้องการของผู้เรียนได้อย่างแท้จริง ใช้เวลาเรียนลดลง และบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถนำเสนอนิءืหาน่าสนใจได้รวดเร็ว การข้อมูลนี้มีไม่เข้าใจหรือเข้าใจยากนัก นำไปยังเนื้อหาถัดไปทำได้จ่ายและสะดวก ซึ่งจะก่อให้เกิดความเข้าใจต่อบบทเรียนมากขึ้น อันจะนำไปสู่การเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

## 2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 2.1 เพื่อสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดีย มาตรฐานเหล็กที่ใช้ในงานก่อสร้าง
- 2.2 เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดีย
- 2.3 เพื่อเปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ทางการเรียน ก่อนและหลังการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดีย
- 2.4 เพื่อศึกษาความคิดเห็นของนักศึกษาที่มีต่อบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดีย

## 3. ขอบเขตของการวิจัย

### 3.1 เนื้อหาของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบ

มัลติมีเดีย เรื่อง มาตรฐานเหล็กที่ใช้ในงานก่อสร้าง แบ่งเนื้อหาออกเป็น 4 หน่วย คือ หน่วยที่ 1 การผลิตเหล็ก หน่วยที่ 2 คุณสมบัติของเหล็ก หน่วยที่ 3 เหล็กชนิดต่างๆ ที่ใช้ในงานก่อสร้างและ หน่วยที่ 4 การใช้งานตามมาตรฐาน วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย (วสท.)

### 3.2 ตัวแปรที่ศึกษา

3.2.1 ตัวแปรอิสระ คือ การเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดีย มาตรฐานเหล็กที่ใช้ในงานก่อสร้าง

3.2.2 ตัวแปรตาม คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน, ประสิทธิภาพของบทเรียนและความคิดเห็นของนักศึกษาที่มีต่อบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดีย

## 4. วิธีดำเนินการวิจัย

### 4.1 แบบแผนของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นแบบแผนของการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) ซึ่งเป็นการทดลองแบบกลุ่มเดียว มีการสอบก่อนและสอบหลังการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดีย มาตรฐานเหล็กที่ใช้ในงานก่อสร้าง โดยใช้รูปแบบการวิจัยแบบ One Group Pretest Posttest Design

### 4.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

4.2.1 ประชากร ได้แก่ นักศึกษาระดับปริญญาตรี ภาควิชาครุศาสตร์ โยธา หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรม (ต่อเนื่อง) สาขาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

4.2.2 กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 ภาควิชาครุศาสตร์ โยธา หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรม (ต่อเนื่อง) สาขาวิศวกรรมโยธา ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 ที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชา 233243 วัสดุและการทดสอบ (Materials and Testing) โดยการเลือกแบบเจาะจง จำนวน 30 คน

#### 4.3 เครื่องมือที่ใช้ในการทำวิจัย

4.3.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดีย เรื่องมาตรฐานแหล่งที่ใช้งานก่อสร้าง

4.3.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นแบบทดสอบแบบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก

4.3.3 แบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดียสำหรับผู้เชี่ยวชาญ

4.3.4 แบบประเมินความคิดเห็นของนักเรียนต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดีย เรื่องมาตรฐานแหล่งที่ใช้งานก่อสร้าง

#### 4.4 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

4.4.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดีย เรื่องเรื่องมาตรฐานแหล่งที่ใช้งานก่อสร้าง มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

1) วิเคราะห์เนื้อหาและเขียนวัตถุประสงค์เชิงพุทธิกรรม แล้วนำมาเขียนเป็นบทเรื่อง (Script) จากนั้นสร้างเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดียโดยใช้โปรแกรม Macromedia Authorware 6.0

2) นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดียที่สร้างเสร็จเรียบร้อยแล้วไปให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความเหมาะสมและถูกต้อง จำนวน 3 ท่าน เป็นผู้ตรวจสอบและปรับปรุงแก้ไข มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.29 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.64 แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดียมีคุณภาพอยู่ในระดับดี

3) นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้กับการทดลองครั้งที่ 1 เป็นการทดลองแบบรายบุคคลโดยใช้นักศึกษาจำนวน 3 คน เก็บข้อมูลมาทำการแก้ไขปรับปรุง แล้วทำการทดลองครั้งที่ 2 เป็นการทดลองกลุ่มเล็ก โดยใช้นักศึกษาจำนวน 10 คน เพื่อนำข้อมูลมาปรับปรุงแก้ไข ก่อนที่จะนำไปทดลองจริงกับกลุ่มตัวอย่าง

4) นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดียที่ผ่านการแก้ไขแล้วไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างจริงที่เป็นนักศึกษาจำนวน 30 คน เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดีย และประเมินความคิดเห็นของนักศึกษาที่มีต่อนบทเรียน

4.4.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ โดยดำเนินการสร้างดังนี้

1) สร้างแบบทดสอบแบบปรนัยเลือกตอบ 4 ตัวเลือก โดยครอบคลุมเนื้อหา และจุดประสงค์เชิงพุทธิกรรม จำนวน 30 ข้อ

2) นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้น เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาเพื่อตรวจสอบหาค่าความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์เชิงพุทธิกรรม โดยหากสูตรค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามและจุดประสงค์ (IOC) แล้วคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความสอดคล้อง ตั้งแต่ 0.5 – 1.00 ซึ่งเป็นข้อสอบที่มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพุทธิกรรมและสามารถนำไปทดสอบกับผู้เรียนได้

3) นำข้อสอบที่ได้ไปทดสอบกับนักศึกษาที่เคยเรียนเนื้อหาที่มาแล้วซึ่งไม่ใช่ประชากรในกลุ่มทดลองจำนวน 10 คน เพื่อตรวจสอบหาคุณภาพของแบบทดสอบ ทำการวิเคราะห์เพื่อคัดเลือกข้อสอบที่เข้าเกณฑ์ โดยมีค่าความยาก (p) เป็นรายข้อระหว่าง 0.2 ถึง 0.8 และค่าอำนาจ (r) ของแบบทดสอบที่มีค่าตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป โดยวิธีเทคนิค 27% จากตารางวิเคราะห์ของ จุ้ง เทห์ ฟาน พบ.ว่าข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์นั้นนำไปใช้ได้ จำนวน 20 ข้อ

4) คำนวณหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบแบบอิงเกณฑ์ มีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.91

#### 4.5 การดำเนินการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล

##### 4.5.1 การเตรียมการทดลอง

1) เตรียมสถานที่และอุปกรณ์ในการทดลอง โดยใช้ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ จำนวน 30 เครื่อง

2) กำหนดวันเวลาที่จะใช้ในการทดลองจำนวน 4 สัปดาห์

3) ชี้แจงการใช้งานบทเรียน เพื่อให้นักเรียนเข้าใจเกี่ยวกับขั้นตอนการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดีย ผู้วิจัยเป็นผู้ให้การคุ้มครองและควบคุมการเรียนด้วยตัวเองทั้ง 4 สัปดาห์

##### 4.5.2 การดำเนินการทดลอง

1) สัปดาห์ที่ 1 เริ่มการเข้าสู่บทเรียนให้ผู้เรียนลงทะเบียนเข้าใช้งานบทเรียน และทำแบบทดสอบก่อนเรียน



(Pretest) โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จำนวน 20 ข้อ และบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดียจะทำการบันทึกชื่อและคะแนน แล้วผู้เรียนเริ่มเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดียในหน่วยที่ 1 เรื่องการผลิตเหล็ก โดยศึกษาเนื้อหาจนจบหน่วยแล้วทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน บันทึกผลคะแนน

2) สัปดาห์ที่ 2 เรียนหน่วยที่ 2 เรื่องคุณสมบัติของเหล็ก โดยศึกษาเนื้อหาจนจบหน่วยแล้วทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน บันทึกผลคะแนน

3) สัปดาห์ที่ 3 เรียนหน่วยที่ 3 เรื่องเหล็กชนิดต่างๆ โดยศึกษาเนื้อหาจนจบหน่วยแล้วทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน บันทึกผลคะแนน

4) สัปดาห์ที่ 4 เรียนหน่วยที่ 4 เรื่องการใช้งานตามมาตรฐาน วสท. โดยศึกษาเนื้อหาจนจบหน่วยแล้วทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน หลังจากนั้นผู้เรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Posttest) ซึ่งเป็นชุดเดียวกันกับแบบทดสอบก่อนเรียน และทำการแจกแบบประเมินเพื่อความคิดเห็นของผู้เรียน ที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดีย เรื่องมาตรฐานเหล็กที่ใช้ในงานก่อสร้าง บันทึกผลคะแนน

5) การเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อนำมาทำการวิเคราะห์ข้อมูล ใช้ข้อมูลคะแนนจากแบบทดสอบก่อนเรียน แบบฝึกหัดระหว่างเรียนทั้ง 4 หน่วย และจากแบบทดสอบหลังเรียน ที่ได้เก็บบันทึกข้อมูลที่แยกให้นักเรียนแต่ละคน สำหรับเก็บข้อมูล

6) การวิเคราะห์ข้อมูล นำมารวบรวมเพื่อหาค่าประสิทธิภาพของบทเรียน ทดสอบสมมติฐาน และประเมินความคิดเห็นของผู้เรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดีย

#### ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียน

ค่าคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดีย

รายการ	n	x	$\bar{x}$	S.D.	ประสิทธิภาพ
คะแนนทำแบบฝึกหัด	30	40	28.63	2.26	81.05
คะแนนแบบทดสอบหลังเรียน	30	20	16.40	1.76	82.00

จากตารางที่ 1 แสดงให้เห็นว่าผู้เรียนที่เป็นกลุ่มทดลองจำนวน 30 คน ทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียนได้ถูกต้อง เนลี่ยร้อยละ 81.05 และในการทำแบบทดสอบหลังเรียน ผู้เรียนทำได้ถูกต้อง เนลี่ยร้อยละ 82.00 ดังนั้นแสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดีย มาตรฐานเหล็กที่ใช้ในงานก่อสร้าง ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ  $81.05/82.00$  สูงกว่าเกณฑ์  $80/80$  ที่กำหนดไว้

#### 5. ผลการวิจัย

##### 5.1 การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียน

ค่าคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดีย ดังตารางที่ 1

จากตารางที่ 1 แสดงให้เห็นว่าผู้เรียนที่เป็นกลุ่มทดลองจำนวน 30 คน ทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียนได้ถูกต้อง เนลี่ยร้อยละ 81.05 และในการทำแบบทดสอบหลังเรียน ผู้เรียนทำได้ถูกต้อง เนลี่ยร้อยละ 82.00 ดังนั้นแสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดีย มาตรฐานเหล็กที่ใช้ในงานก่อสร้าง ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ  $81.05/82.00$  สูงกว่าเกณฑ์  $80/80$  ที่กำหนดไว้

##### 5.2 การวิเคราะห์เบรี่ยนเพื่อทดสอบสมมติฐานที่ว่า

บทเรียนและหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดีย ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดีย ดังตารางที่ 2

รายการ	N	$\bar{x}$	S.D.	df	t
ก่อนเรียน	30	9.70	3.20	29	11.72*
หลังเรียน	30	16.40	1.76		

\* มีนัยสำคัญที่ระดับ .05

จากตารางที่ 2 เปิดตารางค่า t ที่ df เท่ากับ 29 ที่ระดับนัยสำคัญ .05 ค่า t มีค่าเท่ากับ 1.699 และค่า t ที่คำนวณได้มีค่าเท่ากับ 11.72 ซึ่งสูงกว่าค่า t จากตารางแจกแจงแบบที่ แสดงว่าผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

### 5.3 การวิเคราะห์ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อ

#### บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดีย

พบว่า นักเรียนมีความคิดเห็นต่อการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดีย ด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคโดยรวมอยู่ในระดับดี ดังแสดงในตารางที่ 3 และตารางที่ 4

ตารางที่ 3 ผลความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อบทเรียน

คอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดียด้านเนื้อหา

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	แปล ผล
1.เนื้อหาของบทเรียนทำให้เกิดความเข้าใจ	3.97	0.61	ดี
2.การแบ่งเนื้อหาออกเป็นหัวข้ออย่างๆ ทำให้ผู้เรียนเข้าใจมากขึ้น	4.37	0.61	ดี
3.การเสนอบทเรียนเป็นไปตามลำดับ	4.20	0.66	ดี
4.ภาพประกอบมีส่วนช่วยให้เข้าใจเนื้อหาได้ดีขึ้น	4.10	0.80	ดี
5.ความเข้าใจของเนื้อหาเหมาะสมกับนักเรียน	3.70	0.70	ดี
6.สามารถทบทวนเนื้อหาได้จนเข้าใจ	3.90	0.76	ดี
รวมเฉลี่ย	4.04	0.72	ดี

ตารางที่ 4 ผลความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อบทเรียน

คอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดียด้าน

เทคนิค

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	แปล ผล
1.การออกแบบหน้าจอสวยงามและเหมาะสม	4.03	0.76	ดี
2.ภาพมีความเหมาะสมกับเนื้อหา	4.20	0.71	ดี
3.เสียงประกอบมีความเหมาะสม	3.53	1.07	ดี
4.ขนาดของตัวอักษรและสีของตัวอักษรที่ใช้มีความชัดเจน เหมาะสม	3.67	0.80	ดี
5.การบอกคะแนนให้ทราบช่วงกระดับให้หันกลับมามองใหม่ก็ครึ่งกี่ได้ ทำให้ผู้เรียนเกิดอิสระในการเรียน ก่อให้เกิดแรงจูงใจ เมื่อเรียนจบแต่ละเรื่อง จะมีแบบฝึกหัดให้ผู้เรียนได้ทำและทราบผลทันทีว่าถูกหรือไม่ และถ้าไม่ถูกก็จะเฉลยข้อที่ถูกต้องให้ทราบเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ และไม่กลัวที่จะตอบผิด เนื้อหาของบทเรียนนำเสนอโดยข้อความ ภาพนิ่ง ภาพฟิก ภาพเคลื่อนไหว เสียงบรรยายประกอบ คำอธิบาย ทำให้ผู้เรียนมีความสนใจ ชั่งสอดคล้องกับหลักการสอนเพื่อให้เกิดการเรียนรู้จากการเรียนการสอนของภายใน (Gagne) ที่ว่าบทเรียนต้องมีการเร้าความสนใจเพื่อเป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจด้วยภาพ สี และเสียงที่น่าตื่นเต้น และเกิดการเรียนรู้ได้ดีกว่าการเรียนแบบปกติ สอดคล้องกับยุคเยาว์ (2547)	3.80	0.71	ดี
6.ต้องการให้ทำเลื่อนช่วยสอนในเนื้อหาอื่นๆต่อไป	4.40	0.72	ดี
รวมเฉลี่ย	3.94	0.85	ดี

### 6. อภิปรายผลการวิจัย

#### 6.1 ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบ

มัลติมีเดีย พบว่า มีประสิทธิภาพ 81.05/82.00 ชั่งสูง กว่าเกณฑ์ 80/80 ทั้งนี้นื่องจากเหตุผลดังนี้

ประการแรก ในการสร้างและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดีย ได้ดำเนินการตามวิธีการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอย่างเป็นระบบ โดยการศึกษาและวิเคราะห์เนื้อหา กำหนดวัตถุประสงค์เชิงพุทธิกรรม แบบทดสอบที่นำมาวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ได้รับการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ทำให้เนื้อหาที่ได้ตรงตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้ และในการดำเนินการสร้าง โดยจากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญทั้งทางด้านเนื้อหาและด้านสื่อการสอน พบว่าผลการประเมินคุณภาพของบทเรียนอยู่ในเกณฑ์ดี จากนั้นนำไปทดลองใช้กับนักเรียนกลุ่มย่อย เพื่อพิจารณาความเข้าใจ และข้อผิดพลาดต่างๆ ก่อนนำไปใช้จริง ทำให้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดียที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ เหมาะสมกับการนำไปใช้กับการเรียนการสอนได้

ประการที่สอง ในการนำไปทดลองใช้จริง บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีการกำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่ชัดเจน ทำให้ผู้เรียนทราบถึงเป้าหมายของการเรียน และผู้เรียนได้มีปฏิสัมพันธ์กับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยมีครุปีนผู้แนะนำ ทำให้ผู้เรียนไม่เกิดการวิตกกังวลในการเรียน สามารถกลับมาเรียนใหม่ก็ครึ่งกี่ได้ ทำให้ผู้เรียนเกิดอิสระในการเรียน ก่อให้เกิดแรงจูงใจ เมื่อเรียนจบแต่ละเรื่อง จะมีแบบฝึกหัดให้ผู้เรียนได้ทำและทราบผลทันทีว่าถูกหรือไม่ และถ้าไม่ถูกก็จะเฉลยข้อที่ถูกต้องให้ทราบเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ และไม่กลัวที่จะตอบผิด เนื้อหาของบทเรียนนำเสนอโดยข้อความ ภาพนิ่ง ภาพฟิก ภาพเคลื่อนไหว เสียงบรรยายประกอบ คำอธิบาย ทำให้ผู้เรียนมีความสนใจ ชั่งสอดคล้องกับหลักการสอนเพื่อให้เกิดการเรียนรู้จากกระบวนการเรียนการสอนของภายใน (Gagne) ที่ว่าบทเรียนต้องมีการเร้าความสนใจเพื่อเป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจด้วยภาพ สี และเสียงที่น่าตื่นเต้น และเกิดการเรียนรู้ได้ดีกว่าการเรียนแบบปกติ สอดคล้องกับยุคเยาว์ (2547) ได้ทำการวิจัย เรื่องการพัฒนาและหา



ประสิติพิภานพทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย เรื่อง แรง ในการเรียนการสอนนักศึกษาระดับประกาศนียบัตร วิชาชีพ กรมอาชีวศึกษา ผลปรากฏว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของกลุ่มที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบ มัลติมีเดียสูงกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบบรรยาย

## 6.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วย บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดีย

จากผลการวิจัย พบว่า คะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบ ก่อนเรียน (Pretest) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 9.70 คะแนน และ คะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบท้ายบทเรียน (Posttest) มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 16.40 สรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังจากเรียน ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดียสูงกว่าก่อน เรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ .05 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัย ของ พิรัตตน์ (2543: บทกัดย่อ) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาชีววิทยาสาสตร์ ภาษาพหูภาษา เรื่องร่างกายของเราระดับประกาศนียบัตร วิชาชีพ ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนของนักเรียนหลังจากการศึกษาแล้ว ทำ แบบทดสอบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 โดยจากการวิจัยดังกล่าวอันเนื่องมาจากการเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถตอบสนองการเรียนการสอน รายบุคคล ทำให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ตามความสามารถของ ตนเองและการนำสื่อประสมเข้า ภายนอก เกิด ความเข้าใจ ความเข้าใจมากขึ้น สามารถนำสื่อประสมเข้า ภายนอก เกิด ความเข้าใจมากขึ้น ลดข้อผิดพลาดในภาคปฏิบัติจริง

จากข้อมูลดังกล่าวสรุปผลการอภิปรายได้ว่า บทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดีย มาตรฐานเหล็กที่ใช้ใน งานก่อสร้างที่สร้างขึ้น มีความเหมาะสมอยู่ในระดับดี สามารถ นำไปใช้ในการเรียนการสอน หรือการศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม ได้ด้วยตนเอง และสามารถประเมินผลการเรียนรู้ได้ทันทีด้วย การทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียน หรือ แบบทดสอบท้ายบทเรียน ทำให้ผู้เรียนทราบถึงความก้าวหน้าในการเรียนรู้ของตนเอง และทำให้ผู้เรียนเกิดความภาคภูมิใจและมีกำลังใจที่จะเรียนต่อไป ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ และส่งผลให้การเรียนมี ประสิทธิผลสูงขึ้น

## 7. ข้อเสนอแนะ

### 7.1 ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้

7.1.1 เมื่อเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ระบบมัลติมีเดีย มาตรฐานเหล็กที่ใช้ในงานก่อสร้างนี้แล้ว ใน บางหัวข้อสามารถนำนักศึกษาไปดูของจริงประกอบด้วย เช่น การทดสอบคุณสมบัติของเหล็กในการต้านทานแรงดึงที่ ทดสอบในห้องปฏิบัติการเพื่อความเข้าใจมากขึ้น

7.1.2 ควรนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบ มัลติมีเดีย มาตรฐานเหล็กที่ใช้ในงานก่อสร้างนี้ ไปใช้เป็นสื่อ การสอน หรือให้ผู้เรียนได้ศึกษาภาคทฤษฎีด้วยตนเอง เพื่อเป็น การประยุกต์เวลา ลดขั้นตอนการสอน และยังช่วยลดปริมาณ สื่อในขณะสอนจริง ทำให้ผู้เรียนความเข้าใจภาคทฤษฎีได้ มากขึ้น ลดข้อผิดพลาดในภาคปฏิบัติจริง

### 7.2 ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยครั้งต่อไป

7.2.1 ควรมีการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดีย มาตรฐานเหล็กที่ใช้ในงานก่อสร้างใน รูปแบบต่าง ๆ ได้แก่ แบบจำลองสถานการณ์ ในลักษณะของ ภาคปฏิบัติในการทดสอบคุณสมบัติของเหล็ก เช่น การวิบัติ ของการทดสอบเหล็กให้เห็นรูปของการเปลี่ยนรูปของตัวอย่าง ทดสอบจนเกิดการวิบัติ เป็นต้น

7.2.2 ควรศึกษาผลของตัวแปรอื่นๆ ในการเรียน โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดีย เช่น เจต คติของผู้เรียน ความคงทนในการเรียนรู้ เป็นต้น 7.2.3 ควรทำการเปรียบเทียบด้านวิธีการสอนที่สอนโดยใช้บทเรียน



คอมพิวเตอร์ช่วยสอนระบบมัลติมีเดีย มาตรฐานเหล็กที่ใช้ในงานก่อสร้าง กับการสอนแบบปกติ ว่ามีความแตกต่างกันหรือไม่ย่างไร

## 8 กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยครั้งนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัย จากบประมาณเงินรายได้ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

## 9 เอกสารอ้างอิง

- [1] กิตติมนันท์ มงคล.(2543). เทคโนโลยีการศึกษาและนวัตกรรม . พิมพ์ครั้งที่2 กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2543
- [2] พิริวัฒน์ ชัยสุข .(2543) “ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาวิทยาศาสตร์คายภาพเชิงภาพ เรื่อง ร่างกายของเรารองนักเรียนสายสามัญ ระดับประถมศึกษาปีบัตรวิชาชีพ” วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาไทยและ การศึกษาต่อเนื่อง มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- [3] ยุพเสาว์ เมธะกุล. (2547). “การพัฒนาและทำประสิทชิพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย เรื่อง แรง ในการเรียน การสอนนักศึกษาระดับประถมศึกษานิยบัตรวิชาชีพ กรมอาชีวศึกษา” มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- [4] มาตรฐานสำหรับอาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก สมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ พิมพ์ครั้งที่ 8 มิถุนายน 2545
- [5] สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเหล็กเส้นเสริมคอนกรีต:เหล็กเส้น กลม มอก. 20-2543.
- [6] สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเหล็กเส้นเสริมคอนกรีต : เหล็กข้อ อ้อย มอก. 24-2536.
- [7] สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเหล็กเส้นเสริมคอนกรีต : เหล็กรีด ช้า มอก. 211-2527.
- [8] สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมโครงสร้างรูปพรรณรีดร้อน : เหล็กเส้นกลม มอก. 1227-2537.
- [9] สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมโครงสร้างรูปพรรณขี้รูปเย็น: เหล็กเส้นกลม มอก. 1288-2537.
- [10] สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมการทดสอบเหล็กและเหล็กกล้า เล่ม 4 การทดสอบเหล็กกล้าโดยการดึง .มอก (ทั่วไป) 244 เล่ม 5- 2525.
- [11] Klassen. Johana and Miltion. Philip.(1999) “Enhancing English Language Skills Using Multimedia.” Dissertation Abstracts International. 12,4.
- [12] Skinner, B.F. (1954X). The science of learning and the art of teaching. Harvard Educational Review, 24(2),86-97.

# วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการล่าสกัด







## การศึกษารูปแบบการจัดเส้นทางเพื่อทำการวางแผนการการเดินทางของพนักงานขาย

### Routes with Local Search for Planning Salesman Travelling

พัชรลักษณ์ รักษธรรมชิรสุข

สาขาวิชาการจัดการเทคโนโลยีวิศวกรรมภาควิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมอุตสาหกรรม  
วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ  
k.patcharalak@gmail.ac.th

#### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเส้นทางการเดินทางของพนักงานขาย โดยใช้ปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย (Travelling Salesman Problem) และวิธีการค้นหาแนวลึก (Depth First Search) โดยทำการเบริยนเทิร์นกับวิธีการเดินทางแบบเดิม ทำให้สามารถค้นหาเส้นทางในการเดินทางไปพบลูกค้าได้ระยะทางรวมที่ได้น้อยที่สุด ทำให้เวลาการเดินทางไปพบลูกค้าทันต่อเวลา นัดหมาย ไม่เกิดการเหนื่อยล้าจากการเดินทาง เชื่อเพลิงที่ใช้ไปในการเดินทางให้ได้ประหยัดจากการเดินทางเหมาะสมต่อเส้นทาง การเดินทาง ซึ่งการเดินทางในแบบเดิม ได้มีการวางแผนโดยผู้ที่ชำนาญกว่าในการเดินทาง โดยอาศัยประสบการณ์เดินทางในแบบเดิมนำทางวางแผนการเดินทาง ผู้ทำการวิจัยจึงมีการพัฒนาให้มีการวางแผนล่วงหน้าก่อนการเดินทางจริงใน 1 สัปดาห์

จากการทดลองทำการศึกษาโครงการพิศьюพบว่าเส้นทางเดินรถที่ได้ประมวลผลโดยได้ผลลัพธ์ว่าเส้นทางการเดินทางแบบเดิม กรณีศึกษาภาคกลาง สำหรับสัปดาห์ที่ 1 พบว่าระยะทางที่ลดลง 212.85 (กิโลเมตร) สัปดาห์ที่ 2 ระยะทางที่ลดลง 64.8 (กิโลเมตร) สัปดาห์ที่ 3 ระยะทางที่ลดลง 147.2 (กิโลเมตร) สัปดาห์ที่ 4 ระยะทางที่ลดลง 315.65 (กิโลเมตร) ตามลำดับ และเส้นทางการเดินทาง เชตปริมณฑล สำหรับสัปดาห์ที่ 1 พบว่าระยะทางที่ลดลง 107.7 (กิโลเมตร) สำหรับสัปดาห์ที่ 2 พบว่าระยะทางที่ลดลง 294 (กิโลเมตร) สำหรับสัปดาห์ที่ 3 พบว่าระยะทางที่ลดลง 111.28 (กิโลเมตร) สำหรับสัปดาห์ที่ 4 พบว่าระยะทางที่ลดลง 427.59 (กิโลเมตร) ดังนั้นการนำอาถรรษ์ปัญหาการเดินทางของพนักงานขายมาใช้ ก็ทำให้การค่าใช้จ่ายด้านการเดินทางลดลงและ ระยะทางในการเดินทางที่ลดลง

**คำสำคัญ:** ปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย , วิธีการค้นหาแนวลึก

#### Abstract

*This research is present to study the routing problem for Travelling Salesman Problem and Depth First Search for compare the old routing . Then give the New routing creates optimal routing for salesman to navigate the shortest route towards customers so that the salesman would be timely for any appointment to meet with customers. Moreover, fuel used for travelling would be positively impacted by the appropriate travel routing, while the salesman would not be fatigued traveling to meet customers. This research that plan before travel in 1 week.*

*The results of special project about the routes that have been processed out that, the traditional routes in a Case Study of Central Region in week 1 distance are reduce in 212.85km ,64.8km ,147.2km, 315.65km, respectively. Whereas, routes in Metropolitan areas in week 1, distance are reduce in 107.7 km, 294 km ,111.28km, 427.59km As a result, the deployed Theory of Salesman Traveling Problem makes travel cost to down as well as minimizes the distance to be traveled.*

**Keyword :** Travelling Salesman Problem , Depth First Search

## 1. บทนำ

ในปัจจุบันมีส่วนมีการแข่งขันทางด้านอุตสาหกรรมจึงมีความจำเป็นต้องมีการวางแผนการเดินทางเพื่อลดค่าใช้จ่ายที่ไม่จำเป็นโดยอาจจะมองถึงปัจจัยต่างๆร่วมด้วยทั้งในด้านการค้าการเดินทาง การขนส่ง พนักงานที่มีความหลากหลายทำให้ธุรกิจต่างๆเกิดการขยายตัวขององค์กรอย่างรวดเร็วส่งผลถึงด้านการขนส่ง เหล่านี้เปรียบเสมือนเป็นเส้นเลือดที่นำปัจจัยการผลิตและผลผลิตไปยังที่ต่างๆที่มีความต้องการส่งผลให้เกิดความซับซ้อนของการจัดเส้นทางการขนส่ง รวมถึงต้นทุนการขนส่งสินค้าที่มีการปรับตัวสูงขึ้นทำให้สิ่งเหล่านี้เป็นสิ่งที่องค์กรไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้จึงทำให้ต้องมีแบบแผนการวางแผนการเดินทางในการขนส่งและการเดินทางของพนักงาน ดังนั้นการขนส่งที่มีประสิทธิภาพและมีต้นทุนต่ำจึงเป็นองค์ประกอบหนึ่งที่สนับสนุนการพัฒนาเศรษฐกิจ ทำให้สามารถลดระยะเวลาในการขนส่งทำให้ต้นทุนในการขนส่งสินค้าลดลง

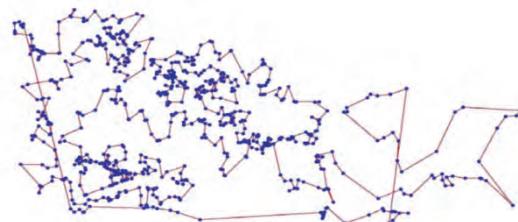
โดยวัตถุประสงค์การวิจัย (1) เพื่อศึกษาเส้นทางการเดินทางของพนักงานขาย โดยได้รับทางการเดินทางรวมน้อยที่สุด (2) เมื่อเทียบกับระยะเวลาการเดินทางแบบเดิม ได้เส้นทางการเดินทางแบบใหม่ทำให้มีการจัดลำดับเส้นทางการเดินทางได้ระยะทางที่ลดลง

ซึ่งในปัจจุบันมีผู้คิดวิธีแก้ปัญหานี้อยู่หลายแบบ[7] โฉนด ได้ศึกษาการศึกษาปัญหาการจัดมาตราเวคันน้ำโดยวิธีการเดินทางของเซลล์แม่นเพื่อหาเส้นทางในการเดินรถที่สั้นที่สุดใช้วิธีการแก้ปัญหาโดยวิธีการเดินทางของเซลล์แม่น (Traveling Salesman Problem) โดยแบ่งวิธีการหาคำตอบเป็น 2 วิธีคือวิธีที่หนึ่งหาคำตอบที่ได้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุดโดยวิธีการแทรกกิ่งและนำกัดขอบเขต (Branch And Bound Method) วิธีที่สองหาคำตอบที่ใกล้เคียงค่าคำตอบที่สุดโดยวิธีเนียร์เซน-บอร์กิสติก (Nearest Neighbor Heuristic) จึงเห็นได้ว่าวิธีการแทรกกิ่งและนำกัดขอบเขตสามารถช่วยให้ประหยัดระยะเวลาการเดินรถ ประหยัดเวลาและมีผลรวมไปถึงการประหยัดค่าใช้จ่าย [8] ศศิธร ได้เสนอ แนวคิดในการออกแบบเส้นทาง 5 แนวคิด โดยใช้โปรแกรม STROM ในการแก้ปัญหาปริมาณเชือเพลิงที่เหลือในถังไม่ติดลบตลอดเส้นทางและ เส้นทางที่รถสามารถวิ่ง

ได้ไกลที่สุด 600 กิโลเมตร ต่อ 1 ชั่วโมงต่อวัน [9] ปุณยนุช เสนอปัญหาการเดินทางของพนักงานขายเมื่อมีข้อจำกัดด้านการเดินเชือเพลิง โดยใช้ ปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย (Travelling Salesman Problems: TSP) ในการแก้ปัญหา

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย (Travelling Salesman Problems: TSP) เป็นการหาลำดับของ การเดินไปยังสถานที่ต่างๆทุกสถานที่โดยไปเพียงสถานที่ละหนึ่งครั้งแล้วเดินทางกลับมาบังสถานที่เริ่มต้นซึ่งเป็นเรื่องยากของปัญหา TSP คือเมื่อขนาดของจำนวนสถานที่เพิ่มมากขึ้น ลำดับการเดินไปยังสถานที่ต่างๆที่เป็นไปได้ก็จะมีจำนวนมากขึ้นจากหลายงานวิจัยของปัญหานี้ได้ใช้วิธีที่แตกต่างกันในการแก้ปัญหาได้แก่วิธีกราฟ (Grape), วิธีอัลกอริทึม (AC), วิธีการสติกอื่นๆ เป็นต้น อัลกอริทึม (Algorithm) หมายถึง ขั้นตอนหรือลำดับการประมวลผลในการแก้ปัญหาโดยปัญหาหนึ่งซึ่งจะช่วยให้เห็นขั้นตอนของการเขียนโปรแกรมง่ายขึ้น

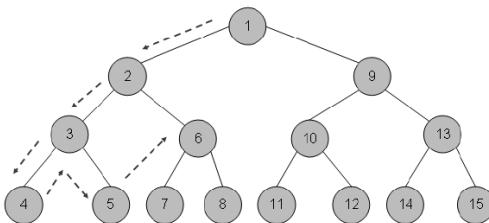
รูปแบบปัญหาเส้นทางการเดินรถโดยมีพื้นฐานเริ่มมาจากความต้องการที่จุดต่างๆและถูกบริการด้วยรถขนส่ง โดยไม่มีข้อจำกัดด้านระยะทางและปริมาณปัญหาดังกล่าวจะถูกแก้ปัญหาโดยให้มีค่าใช้จ่ายในการขนส่งค่าสุดและมีเส้นทางการเดินรถที่เหมาะสมวิธีการแก้ปัญหาได้มีผลงานด้าน Operation Research ไวนามาหัตถ์ ปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย (Traveling Salesman Problem, TSP) เป็นปัญหาเกี่ยวกับการหาเส้นทางระหว่างจุดต่างๆ โดยมีจุดเริ่มต้นแล้วค้นหาเส้นทางที่เหมาะสมในการเดินทางไปในแต่ละจุดที่กำหนดแล้วกลับมาสู่จุดเริ่มต้นดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ผลลัพธ์ของปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย การค้นหาเส้นทาง การค้นหาแบบใบล็ด (Blind Search) [9] การค้นหาแบบใบล็ด เป็นการค้นหาคำตอบที่มีทิศทางในการค้นหาจะมีการค้นหาคำตอบของข้อมูลทุกตัวสามารถแบ่งได้



เป็นการค้นหาแบบลึก (Depth first search) และการค้นหาแบบกว้าง (Breadth first search) สำหรับการค้นหาแบบลึก เป็นการค้นหาที่กำหนดติกทางจากรูปของโครงสร้างต้นไม้ เริ่มต้นจากโหนดรากระดับที่ 0 แล้วสำรวจโหนดรากในระดับลงลงมาเรื่อยๆ จนถึงโหนดที่อยู่ลึกที่สุด แล้วจึงขอนกลับมาโหนดที่อยู่สูงสุดสำรวจเช่นนี้จนกว่าจะครบโหนดดังแสดงในภาพที่ 2



ภาพที่ 2 การค้นหาแบบลึก(Depth first search)

ประสานงานกับลูกค้าพร้อมทั้งกำหนดลำดับการเดินทางและเส้นทางที่ใช้ในการเดินทางที่เหมาะสม (3) เมื่อติดต่อลูกค้าแล้วนั้นต้องทำเรื่องจัดระเบียบการเดินทาง กำหนดวันเดินทางที่แน่นอน ในการเดินทางนั้น บริษัทมีนโยบายให้จัดกิจกรรมต่างๆ ก่อนการเดินทางเพื่อให้ทราบถึงระยะเวลาที่เดินทางไปพบลูกค้าในแต่ละครั้งว่ามีค่าใช้จ่ายมากหรือน้อยเพียงใด (4) เมื่อพบลูกค้าเสร็จแล้วนั้นอันดับสุดท้ายคือการนำรถส่งมอบกลับคืนบริษัท เปิดค่าใช้จ่ายในการเดินทางและเบี้ยเลี้ยงสำหรับพนักงานขายในแต่ละวันซึ่งโดยละเอียดแต่ละขั้นตอนนั้นสามารถอธิบายได้ดังภาพที่ 3

การวางแผนพร้อมทั้งกำหนดบริษัทของลูกค้าที่ต้องทำการติดต่อ  
สำหรับรักษาฐานลูกค้าและรายการส่งเสริมการขายต่างๆ

ประสานงานการติดต่อกับลูกค้าโดยกำหนดให้พนักงานท่านใดที่คุ้ม  
หน้าที่เบิกพื้นที่ของลูกค้านั้นเป็นคนติดต่อ

กำหนดเส้นทางและวันในการเดินทาง พร้อมทั้งอธิบายในการเดินทางเพื่อมีการจดบันทึกการเดินทาง

นำรถส่งมอบคืนกลับบริษัท เปิดค่าใช้จ่ายในการเดินทาง  
และเบี้ยเลี้ยงสำหรับพนักงานขาย

ภาพที่ 3 ขั้นตอนการเดินทางของพนักงานขายในปัจจุบัน

ขั้นตอนการดำเนินการ

ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาเส้นทางการเดินทางพร้อมทั้งศึกษาปัญหาที่เกิดขึ้น

ขั้นตอนที่ 2 กำหนดวัตถุประสงค์ของการดำเนินงานวิจัย  
พร้อมทั้งกำหนดขอบเขต

ขั้นตอนที่ 3 ศึกษางานวิจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ขั้นตอนที่ 4 รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับเส้นทางการเดินทาง  
พร้อมทั้งปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการเดินทาง

ขั้นตอนที่ 5 ใช้วิธีปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย  
(Travelling Salesman Problems: TSP) เพื่อจัดเส้นทางการเดินทางและใช้วิธีการค้นหาแบบลึก (Depth-First-Search) เพื่อหาเส้นทางการ

## 2. วิธีวิจัย

สำหรับปัญหาการจัดเส้นทางการเดินทางของพนักงาน กรณีศึกษา การเดินทางเพื่อไปพบลูกค้าพบว่ามีลูกค้า 41 ราย โดยทรัพยากรในบริษัทมีพนักงานรวมทั้งสิ้น 7 คน โดยแบ่งการคุ้มครองเป็นภัคคลา 1 คน และในเขตกรุงเทพ 2 คน ในเขตปริมณฑลและภาคตะวันออก 4 คน ส่วนพื้นที่ตั้งของลูกค้า มีภัคคลาแบ่งออกเป็นจังหวัด อุบลราชธานี ศรีสะเกษ ลพบุรี นนทบุรี ฯ ฯ จังหวัด ปทุมธานี สมุทรปราการ นนทบุรี นครปฐม สำหรับในงานวิจัยนี้สิ่งที่ผู้ทำการวิจัยให้ความสนใจคือ ระยะทางในการเดินทาง ลักษณะเดินทาง ที่ทำการเดินทาง ข้อมูล พื้นที่ตั้งของบริษัทลูกค้า หลักการเดินทาง ข้อมูลเดินทาง ตามวัตถุประสงค์การเดินทาง และการจัดลำดับเส้นทางในการเดินทาง ลักษณะเดินทาง ระยะทางไปกลับเท่ากัน (Symmetric)

อธิบายขั้นตอนการเดินทางของพนักงานขายในปัจจุบัน

(1) สำหรับการเดินทางของพนักงานขายนั้น โดยเบื้องต้นได้มีการวางแผนการเดินทางก่อนล่วงหน้าโดยขั้นตอนนี้ทางบริษัทได้มีการวางแผนให้โดยพนักงานจะทราบล่วงหน้าก่อนการเดินทางเป็นระยะเวลา 1 อาทิตย์แต่หากวันใหม่มีงานที่ลูกค้าต้องการให้ไปพบด่วนเข้ามาราจจะทำการเพิ่มข้อมูลที่ต้องทำการติดต่อเพิ่มเติมได้ (2) ในการเดินทางนั้นพนักงานขายที่รับผิดชอบในพื้นที่การคุ้มครองจะทำหน้าที่เป็นคน



เดินทางทั้งหมดที่เป็นไปได้เพื่อใช้เป็นข้อมูลการวางแผนการเดินทาง

ขั้นตอนที่ 6 เปรียบเทียบค่าใช้จ่ายระหว่างรูปแบบการเดินทาง แบบเดิมกับเส้นทางการเดินทางที่มีการวางแผนใหม่

ขั้นตอนที่ 7 สรุปผลการแก้ปัญหาและนำเสนอผลการวิจัย เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

- (1) โปรแกรม กูเกิล แมพ (Google Maps) คือบริการเกี่ยวกับแผนที่ผ่านเว็บรวมเครือข่ายของกูเกิล (Google) เราสามารถ เปิดเว็บไซต์จากเครื่องคอมพิวเตอร์เครื่องใดก็ได้
- (2) โปรแกรม ไมโครซอฟต์ เอ็กเซล (Microsoft Excel) การคำนวณเกี่ยวกับตัวเลข และการทำบัญชี ดัง ๆ การทำงานของโปรแกรม ใช้ตารางตามแนวโน้ม (rows) และแนวตั้ง (columns) เป็นหลัก โดยเรามักนำโปรแกรม ไมโครซอฟต์ เอ็กเซลมาคำนวณหาเส้นทางที่เหมาะสมเพื่อใช้ใน เอ็กเซล ไซว์เวอร์ (Excel Solver)

การศึกษาขั้นตอนการทำงานของพนักงานขายตามวัตถุประสงค์การติดต่อลูกค้า ทำการศึกษาข้อมูลเงื่อนไขในการเข้าพบลูกค้าเนื่องจากการเข้าพบลูกค้าในแต่ละครั้งนั้นต่าง วัตถุประสงค์กัน ดังนั้นผู้ที่ทำการวิจัยจึงได้ศึกษาข้อมูลของการเดินทางเพื่อพบลูกค้า

- (1) ทำการพิจารณาจากลูกค้าที่นัดพบเพื่อสั่งซื้อ, ประชุมเครื่องจักร
- (2) ทำการพิจารณาจากลูกค้าที่นัดพบเพื่อสั่งซื้อ, ประชุมชิ้นส่วนเครื่องจักร
- (3) พิจารณาจากลูกค้าที่ติดต่อที่ต้องการนัดพบเพื่อเรียกเก็บใบแจ้งหนี้ผลิตภัณฑ์ประเภทเครื่องจักร (Machine) หรือชิ้นส่วนเครื่องจักร (Part)
- (4) พิจารณาจากลูกค้าที่ติดต่อที่ต้องการนัดพบเรื่องการทำใบเสนอราคา (Quotation)
- (5) พิจารณาจากลูกค้าใหม่ที่ต้องเดินทางไปพบ

เนื่องจากการเข้าพบลูกค้าแตกต่างวัตถุประสงค์กันไปทำให้ผู้ที่ดำเนินงานได้รับรูปแบบตัวอย่างการเดินทางเพื่อพบลูกค้าแล้ว นำมาอธิบายเป็นรายสับดาห์ดังนี้ ข้างต้นจากชุดข้อมูลที่ 1

ตัวอย่างการจัดเส้นทางการเดินทางของพนักงานขายพื้นที่ขายภาคกลาง

ตารางที่ 1 การวางแผนการเดินทางโดยอ้างอิงจากวัตถุประสงค์ การติดต่อลูกค้า

ลำดับ	ลูกค้า รายที่ 1	ลูกค้า รายที่ 2	ลูกค้า รายที่ 3	ลูกค้า รายที่ 4	ลูกค้า รายที่ 5	ลูกค้า รายที่ 6
ขั้นร์	I	P	L			
อังคาร	A	C	D	E		
พุธ	B	F	G	E	H	
พฤหัสบดี	I	J	C	M	G	O
ศุกร์	A	B	F			

ตารางที่ 2 ระยะเวลาที่ต้องของลูกค้าแต่ละแห่งข้อมูลสำหรับวัน

พุธ

วัน พุธ/ ลูกค้า	B,1 ลูกค้า/ลำดับ	F,2	G,3	E,4	H,5
B,1	0				
F,2	29.3	0			
G,3	6.3	24.1	0		
E,4	36.8	40.4	31.1	0	
H,5	36.7	4.1	30.9	0.5	0

ในการศึกษานี้ผู้ทำการวิจัยนี้มีแนวทางที่ศึกษาเพื่อจะปรับปรุงการจัดเส้นทางการเดินทางของพนักงานขาย แบบเดิมที่ต้องเดินทางไปพบลูกค้า กรณีตัวอย่าง วันพุธ โดยแบ่งลำดับการเดินทางตามวัตถุประสงค์ดังนี้

ลำดับที่ 1 การเดินทางไปพบลูกค้ารายชื่อลูกค้า B คือ บริษัท เทคโนโลยี จำกัด เป็นการพูนเรื่องการประชุมเกี่ยวกับเครื่องจักร การกำหนดเงื่อนไขในการสั่งผลิต ทำการทดลองรีองแบบงานก่อน การทำการผลิต

ลำดับที่ 2 การเดินทางเพื่อเข้าพบลูกค้ารายต่อไป F คือ บริษัท เอส.ไชน์ จำกัด เรื่องที่ลูกค้าต้องการคือเรื่องการกำหนดการทำงานของเครื่องจักร โดยมีการปรับปรุงแก้ไข ตัวเครื่องจักรใหม่ พนักงานขายจึงถือว่าเป็นการนัดพบเรื่องการประชุมเกี่ยวกับเครื่องจักร ถือว่าจัดลำดับเป็นอันดับที่ 2



ลำดับที่ 3 รายชื่อลูกค้า G คือ บริษัท นิเด็ครังสิต จำกัด การเดินทางพิจารณาจากลูกค้าที่ติดต่อที่ต้องการนัดพบเพื่อเรียกเก็บใบใบแจ้งหนี้ผลิตภัณฑ์ประเภทเครื่องจักร (Machine)

ลำดับที่ 4 รายชื่อลูกค้า E คือ บริษัท สารบุรีเทล จำกัด เป็นการทำการนัดหมายเรื่องการเดินทางพิจารณาจากลูกค้าที่ติดต่อที่ต้องการนัดพบเพื่อเรียกเก็บใบใบแจ้งหนี้ผลิตภัณฑ์ประเภทชิ้นส่วนเครื่องจักร (Part)

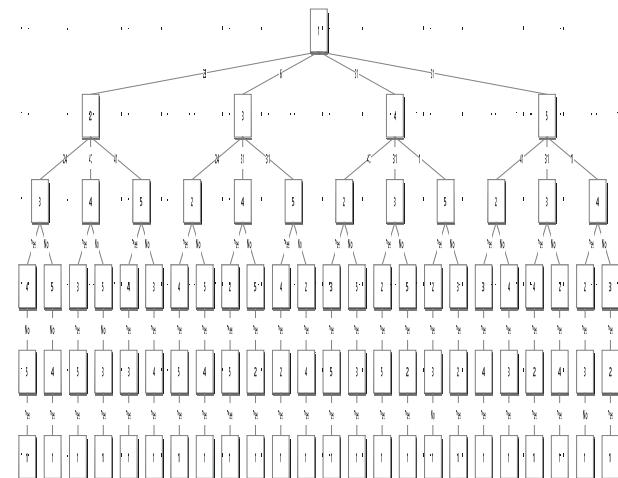
ลำดับที่ 5 รายชื่อลูกค้า H คือ บริษัท เดอะซันดิ จำกัด พิจารณาจากลูกค้าที่ติดต่อที่ต้องการนัดพบเรื่องการทำใบเสนอราคา (Quotation) เนื่องจากลูกค้ารายนี้ทำการนัดหมายให้กับเครื่องจักรเพื่อติดต่อราคาและจัดทำใบเสนอราคา

สำหรับเส้นทางในการเดินทางนั้นคือเดินทางไปยัง B,F,G,E,H ได้ระยะทางรวมทั้งสิ้น 160.5 กิโลเมตร

#### ตารางที่ 3 พื้นที่ภาคกลางการจัดเส้นทางตามวัตถุประสงค์

รายสัปดาห์	วัตถุประสงค์ในการจัดเดินทาง	ลำดับเส้นทาง	ระยะทาง (กิโลเมตร)
จันทร์	1, 3, อื่นๆ	I, P, L	101
อังคาร	1, 3, 5, อื่นๆ	A, C, D, E	138.8
พุธ	1, 1, 3, 3, 4	B, F, G, E, H	160.5
พฤหัสบดี	1, 1, 3, 4, อื่นๆ	I, J, C, M, G,	202
ศุกร์	การค้นหาแนวลึก	A, B, F	68.6

การจัดเส้นทางการเดินทางโดยทดลองจัดเส้นทางวิธีการค้นหาแนวลึก (Depth – First Search) เข้ามาใช้ช่วยคำนวณเส้นทางการเดินทางเพราะว่าวิธีนี้สามารถคำนวณหาเส้นทางได้กรบทุกเส้นอย่างรวดเร็วและยังพบว่าเป็นวิธีที่ไม่บุ่งยากมากนัก โดยชุดข้อมูลที่นำมาใช้ในการวางแผนการเดินทางนั้นมาจากชุดข้อมูลตารางที่ 2 ผู้ทำโครงการปัญหาพิเศษได้นำตัวอย่างข้อมูลการเดินทางในวันพุธมาเป็นข้อมูลเพื่อทำการหารูปแบบการจัดเส้นทางที่ดีที่สุด โดยได้ใช้วิธีการจัดเส้นทางโดยอัลกอริทึมการค้นหาแนวลึก (Depth – First- Search) เข้ามาใช้คำนวณหาเส้นทางทั้งหมดกรบทุกเส้นทาง



ภาพที่ 4 แสดงการทดลองการจัดเส้นทางโดยใช้การค้นหาแนวลึก

การจัดข้อมูลจากตัวเลขระยะทาง โดยข้อมูลในวันพุธได้ทดลองนำมาจัดข้อมูลสำหรับการจัดเส้นทางด้วยวิธีการค้นหาแบบแนวลึก (Depth – First Search) โดย Microsoft Excel โดยค่าที่ได้จากการจัดเส้นทางนั้นรวมทั้งหมด 24 เส้นทาง

#### ตารางที่ 4 พื้นที่ภาคกลางการจัดเส้นทางการค้นหาแนวลึก

รายสัปดาห์	วิธีการจัดเส้นทาง	ลำดับเส้นทาง	ระยะทาง (กิโลเมตร)
จันทร์	แนวลึก	P, I, L	99.9
อังคาร	แนวลึก	E, C, D, A	97.5
พุธ	แนวลึก	F, E, H, G, B	82.95
พฤหัสบดี	แนวลึก	O, M, I, J, G,	117.5
ศุกร์	แนวลึก	A, B, F	68.6

ผลการวิจัยจากอัลกอริทึมการค้นหาแนวลึกหลังจากทดลองข้อมูลนำมาทดลองเพื่อจัดเส้นทางด้วยวิธีแนวลึก โดยได้รับระยะทางลงไปยังจุดต่างๆ พบว่าเส้นทางที่ได้จากการทดลองในตัวอย่างวันพุธพบว่าเส้นทางที่ดีที่สุดเป็นเส้นทางที่เดินทางไปยัง F, E, H, G, B ได้ระยะทางรวมทั้งสิ้น 82.95 กิโลเมตร การจัดเส้นทางการเดินทางโดยทดลองจัดเส้นทางวิธีปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย (Traveling Salesman Problem, TSP)

โดยลูกค้าในบริษัทที่ผู้ทำการวิจัยได้ทำการศึกษานั้นส่วนใหญ่ลูกค้ามีอยู่ประมาณ 41 บริษัททางผู้จัดจึงได้เลือกนำเอา



ทฤษฎีปัญหาการเดินทางของการเดินทางของพนักงานขาย (Traveling Salesman Problem, TSP) เข้ามาใช้เป็นทฤษฎีอ้างอิง เพื่อศึกษาคำตอบที่เหมาะสมที่สุด โดยจากเดิมนั้นการวางแผนการเดินทางนั้นอาศัยผู้ที่มีประสบการณ์มากกว่าเป็นคนกำหนดเส้นทางหรือคำนับการเดินทาง และทางผู้ทำการวิจัยได้นำข้อมูลการเดินทางนั้นมาเปรียบเทียบระหว่างทางจากการเดินทางแบบเดิมกับ การเดินทางที่ใช้ทฤษฎีเข้ามาช่วยแก้ปัญหาในการเดินทาง

ขั้นตอนการดำเนินงานของพนักงานขาย

ก) ขั้นตอนที่ 1 มีการจัดทำระบบทางการเดินทางระหว่าง โรงงานเพื่อไปพบลูกค้าแต่ละราย เพื่อทราบระบบทางในการเดินทางต่อครั้ง

ข) ขั้นตอนที่ 2 มีการวางแผนการเดินทางล่วงหน้าโดยทั่วไป การวางแผนนั้นจะวางแผนในวันพุธทัศน์โดยใช้ข้อมูลในอดีตเพื่อทำการพิจารณาลำดับก่อนการเดินทางจริง โดยทั่วไป มักจะทราบก่อนล่วงหน้า 1 สัปดาห์ และ จะต้องทราบข้อมูลลูกค้าและเตรียมรายละเอียดการติดต่อ

ค) ขั้นตอนที่ 3 พิจารณาเส้นทางการเดินทาง โดยใช้ทฤษฎี ปัญหาการเดินทางของพนักงานขายมาคิดหาการเดินทางที่สั้น โดยจะพิจารณาจากวันในการเดินทาง

ง) ขั้นตอนที่ 4 นำเครื่องมือคอมพิวเตอร์ในการหาคำตอบโดยใช้ Excel Solver ในการหาคำตอบ เพื่อให้ลดระยะเวลาการวางแผนก่อนการเดินทาง ค่าที่ได้คือ ข้างแม่นยำ จ) ขั้นตอนที่ 5 ทำการแสดงตารางการเปรียบเทียบระหว่าง ตามทฤษฎีที่นำมาใช้ กับการเดินทางไปพบลูกค้าแบบเดิม เพื่อ นำปรับใช้กับการเดินทางในวันต่อไปในการศึกษาโครงการ พิเศษนี้นั้นได้กำหนดให้ความเร็วในการขับขี่นั้นมีระยะเวลาที่ คงที่ในทุกๆเส้นทางการเดินทางซึ่งดูได้จากสมการที่ 3-1 ถึง สมการที่ 3-6

เมื่อกำหนดให้

$i, j$  = สถานที่ลูกค้าในแต่ละจุด

$n$  = จำนวนลูกค้า; ( $i=1,2,3,\dots,n$  และ  $j=1,2,3,\dots,n$ )

$X_{ij}$  = ตัวแปรตัดสินใจเลือกเดินทางจากจุดลูกค้า  $i$  ไป ไปจุดลูกค้า  $j$  โดยเท่ากับหนึ่งเมื่อเลือกเดินทาง และจะเท่ากับ 0 เมื่อไม่เลือกเดินทาง

$C_{ij}$  = ระยะทางจากลูกค้า  $i$  ไปจุดลูกค้า  $j$  โดย

$U_i$  = การเดินทางจากเมือง  $i$  โดย

โดยมีรูปแบบสมการการเดินทางของพนักงานขายดังนี้

สมการเป้าหมาย (objective function)

การหาค่าต่ำสุด (Minimize) ระยะทาง

$$\text{Min } Z = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n C_{ij} X_{ij} \quad (3-1)$$

สมการข้อจำกัด

$$\sum_{i=1}^n X_{ij} = 1 \quad (i=1,2,3,\dots,n) \quad (3-2)$$

$$\sum_{j=1}^n X_{ij} = 1 \quad (i=1,2,3,\dots,n) \quad (3-3)$$

$$U_i - U_j + nX_{ij} \leq n - 1 \quad (\text{โดย } 2 \leq i \neq j \leq n) \quad (3-4)$$

$$X_{ij} = \{0,1\} \quad (i,j=1,2,3,\dots,n) \quad (3-5)$$

$$U_i \geq 0 \quad (i=2,3,\dots,n) \quad (3-6)$$

สมการแต่ละสมการมีความหมายดังนี้ [1]

สมการเป้าหมายที่ 1 เป็นการหาระยะทางรวมสำหรับการเดินทางไปสถานที่ของลูกค้าในแต่ละจุด โดยเดินทางไปยังจุด  $i$  โดย ไปจุดลูกค้า  $j$  โดย ระยะทางที่สั้นที่สุด

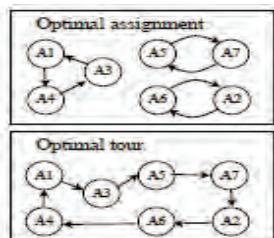
สมการข้อจำกัดที่ 2 สมการข้อจำกัดนี้เป็นผลรวมของตัวแปรตัดสินใจที่เดินทางจากจุดลูกค้า  $i$  โดย ไปยังจุดลูกค้า  $j$  มีค่าเท่ากับ 1 หมายถึงเดินทางจากจุดลูกค้า  $i$  ไปยังจุดลูกค้า  $j$  โดย เพียง 1 จุด แสดงถึงการเดินทางจากจุดเริ่มต้นโดยจะมีจุดหมายปลายทางเพียงหนึ่งเดียวเท่านั้น

สมการข้อจำกัดที่ 3 การเดินทางออกจากจุดลูกค้า  $i$  ไปยังจุดลูกค้า  $j$  มีค่าเท่ากับ 1 หมายความว่าการเดินทางจากจุดลูกค้า  $i$  โดย ไปถึงจุดลูกค้า  $j$  โดยได้เพียง 1 จุด และแสดงว่า จุดหมายปลายทางโดยจะมีจุดเริ่มต้นเพียงจุดเดียวเท่านั้น

สมการข้อจำกัดที่ 4 สมการกำจัดทัวร์ย่อย (Sub Tour Eliminate) ดังภาพที่ 5 สมการจำกัดข้อที่ 5 ตัวแปรตัดสินใจมี



ค่าเท่ากับ 1 เมื่อมีการเดินทางจากจุดลูกค้า i ได้ๆ ไปยังจุดลูกค้า j ได้ๆ และมีค่าเท่ากับ 0 เมื่อไม่เป็นไปตามเงื่อนไข



ภาพที่ 5 เส้นทางการเดินทางที่เหมาะสม

เนื่องจากการเข้าพบลูกค้าแตกต่างกันไป จึงต้องคำนึงถึงการเดินทางเพื่อพบลูกค้าแล้วนำมารอซื้อยาเป็นรายสัปดาห์ ดังนี้ ว่างจากชุดข้อมูลที่ 1 การจัดเส้นทางวิธีการจัดลำดับการเดินทางตามแบบการแก้ปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย (Traveling Salesman Problem, TSP) ที่ 5 ภาคกลาง

#### ตารางที่ 5 ที่ 5 ภาคกลางการจัดเส้นทางวิธี TSP

รายสัปดาห์	วิธีการจัดเส้นทาง	ลำดับเส้นทาง	ระยะทาง (กิโลเมตร)
จันทร์	TSP	P,L,I	99.9
อังคาร	TSP	A,D,C,E	97.5
พุธ	TSP	B,G,H,E,F	82.95
พฤหัสบดี	TSP	C,G,I,L,M,O	117.5
ศุกร์	TSP	B,A,F	68.6

หลังจากทดลองข้อมูลนำมาทดลองเพื่อจัดเส้นทาง

ด้วยวิธีการเดินทางของพนักงานขาย Travelling Salesman Problem โดยได้ค่าระยะทางลงไปยังจุดต่างๆ พบว่าเส้นทางที่ได้จากการทดลองในตัวอย่างวันพุธพบว่าเส้นทางที่ดีที่สุดเป็นเส้นทางที่เดินทางไปยัง B, G, H, E, F ได้ระยะทางรวมทั้งสิ้น 82.95 กิโลเมตร

#### 4. ผลการวิจัย

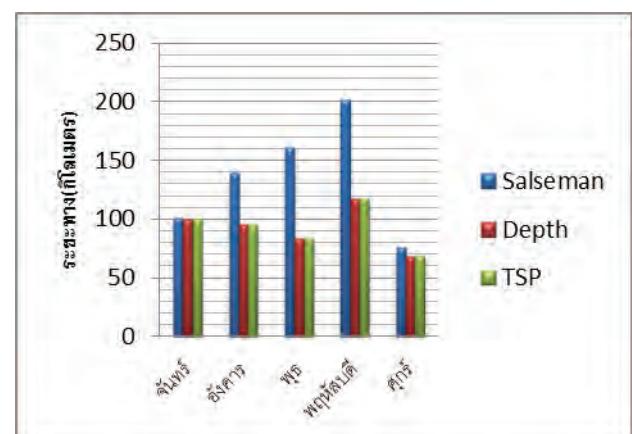
เมื่อเปรียบเทียบกับค่าใช้จ่ายบทต่อกิโลเมตรนั้น สำหรับกระบวนการเฉลี่ย 4.50 บาท/กิโลเมตรแต่สามารถเดินทางในการเดินทางเพิ่มได้อีก ถือได้ว่าคุ้มค่ามากกว่าที่จะเลือกการเดินทาง

ในแบบเดิม โดยแสดงข้อมูลการคำนวณปริมาณเชื้อเพลิงที่ลดลง ตารางที่ 6 แสดงการคำนวณปริมาณเชื้อเพลิงที่ลดลงกรณีภาคกลาง

ระยะทางที่ลดลง (กิโลเมตร)	212.85
ปริมาณน้ำมันที่ใช้ลดลง (ลิตร)	212.85/10 = 21.28
ต้นทุนน้ำมันที่ลดลง (บาท)	21.28 x 30.02 = 638.95

หมายเหตุ : \*ปริมาณการใช้น้ำมันโดยสภาพทั่วไปที่ความเร็ว 120 กิโลเมตร/1 ชั่วโมงพบว่าได้ใช้อัตราการสูญเสียพลังงานเท่ากับ 10 กิโลเมตร/1 ลิตร ราคาน้ำมันดีเซล ณ วันที่ 3 กุมภาพันธ์ 2557 เท่ากับ 30.02 บาท

สำหรับข้อมูลเบตงภาคกลาง โดยนำข้อมูลมาแสดงดังภาพ พบว่าข้อมูลที่ได้จากการหาคำตอบการเดินทางพบว่าสามารถเลือกเส้นทางได้ตามแบบแนวลึกและวิธีปัญหาการเดินทางของพนักงานขายที่ได้คำตอบที่ได้ระยะทางที่สั้นกว่าพนักงานขายเป็นคนกำหนดเดองเช่นกัน



ภาพที่ 6 สรุปผลลัพธ์การเดินทางเขตภาคกลาง

แสดงระยะทางของการเดินทางในสัปดาห์ที่ 1

#### 5. สรุปผลการดำเนินงานวิจัย

จากการศึกษานี้พบว่าการเดินทางโดยส่วนใหญ่ในภาคกลาง สถานที่ตั้งของบริษัทอยู่ที่จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ซึ่งทำการศึกษาของผู้ทำการวิจัยในครั้งนี้ต้องการหาเส้นทางที่เหมาะสมในการเดินทางของพนักงานขายซึ่งจะช่วยลดระยะเวลาในการเดินทางได้โดยใช้ปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย ( Travelling Salesman Problem ) เพื่อหาเส้นทาง

ในการเดินทางไปยังจุดต่างๆของเส้นทางการเดินทางจากบริษัทแรกที่ทำการติดต่อ ณ สถานที่เริ่มต้น แต่เนื่องจากต้องไปพบหลายบริษัท จึงยากที่จะกำหนดลำดับเส้นทางการเดินทางเองให้ได้ระยะทางที่สั้น จึงได้นำเอาโปรแกรมทางคอมพิวเตอร์เข้ามาประยุกต์ช่วยในการประมาณผลเพื่อหาคำตอบ เพื่อเป็นการหาผลลัพธ์ที่ดีคือหาเส้นทางที่เหมาะสมที่สุดในการเดินทางของพนักงานขาย สำหรับงานวิจัยนี้ทางผู้ทำการวิจัยได้ทำการวิจัยแบ่งเป็นชุดข้อมูลสำหรับภาคกลาง และเขตปิริมณฑลสำหรับงานวิจัยใช้ข้อมูลที่ สำหรับภาคกลาง ในสัปดาห์ที่ 1-4 และชุดข้อมูล 2 สำหรับเขตปิริมณฑล ในสัปดาห์ที่ 1-4 สำหรับข้อมูลเขตปิริมณฑลและภาคกลางพบว่าข้อมูลที่ได้จากการหาคำตอบของการเดินทางพบว่าสามารถเลือกเส้นทางได้ตามแบบแนวลักษณะและวิธีปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย คำตอบที่ได้ระยะทางที่สั้นกว่าพนักงานขายเป็นคนกำหนดเอง

จากการศึกษาด้วยวิธีการเดินทางของพนักงานขายแล้วนั้น ได้นำมาประมาณผลแล้วทำให้สามารถลดระยะเวลาการเดินทางได้ และได้พบกับเส้นทางที่มีความเหมาะสมกว่าเดิมจึงเห็นได้ว่าการเดินทางที่ทราบล่วงหน้าในทุกๆก่อนการเดินทาง ทำให้พนักงานที่ขาดความชำนาญด้านเส้นทางสามารถติดต่อเพื่อพบลูกค้าได้ทันเวลา ข้อเสนอแนะ (1) หลังจากที่ได้ทำการจัดเส้นทางการเดินทางโดยการนำข้อมูลต่างมารวบรวมที่เพื่อทำการจัดเส้นทางการเดินทาง ควรมีการนำผลที่ได้จากการศึกษาไปใช้กับสภาพจริง เพื่อพัฒนางานต่อไป (2) หลังจากที่ได้ทำการศึกษาเส้นทางการเดินทางของพนักงานขายแล้วนั้น ในโครงการนี้ปัญหาพิเศษนี้คือร้นนำข้อมูลที่ได้มารัดทำเป็นโปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อวางแผนการเดินทาง และให้จ่ายต่อพนักงานต่อไป

## 6. กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยครั้งนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยดีเพราผู้วิจัยได้รับความอนุเคราะห์และความช่วยเหลืออย่างดีเยี่ยมจาก ดร. กนกพร ศรีปุณสวัสดิ์ และ พศ. ดร. ณัฐวุฒิ จันทร์ทอง ซึ่งได้ให้คำแนะนำแนวทางในการดำเนินการวิจัยและข้อคิดต่างๆ ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ของงานวิจัยฉบับนี้ จนสำเร็จ

ลุล่วงไปด้วยดีการศึกษาวิจัยฉบับนี้ได้เพื่อให้ได้ระบบในการวางแผนการเดินทางก่อนไปพบลูกค้า ทำให้บริษัทลดค่าใช้จ่ายลง ได้จากการระบบการเดินทางแบบเดิม ทำให้เวลาการเดินทางไปพบลูกค้าทันต่อเวลาอันดั้ง พร้อมทั้งสามารถวางแผนการเดินทาง บริษัทลูกค้าที่ไปติดต่อได้อีกซึ่งมีประสิทธิภาพ

## 7. เอกสารอ้างอิง

- [1] A Reliable Solver of Euclidean Traveling Salesman Problems with Microsoft Excel Add-inTools for Small-size Systems. Changbing Jiang College of Information Management, Zhejiang Gongshang University, Hangzhou, China 2010
- [2] กองกร มนุษยานนท์. เรื่องการศึกษาวิธีการจัดเส้นทางการเข้าพบลูกค้าของพนักงานขาย สาขาวิชาการจัดการ เทคโนโลยีวิศวกรรม มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2555
- [3] ปุณยนุช ชัยเจริญราดา อนันต์ มุงวัฒนา และศักดิ์เงยม สุจินดา Naratann. ปัญหาการจัดเส้นทางเมื่อมีข้อจำกัดด้านเชื้อเพลิง ปีที่ 2554
- [4] สุดารัตน์สุ่นมาดย. การใช้ชีวิชีวิสติกส์เพื่อแก้ปัญหาการจัดเส้นทางyanพาหนะและการบรรจุวิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตร์ มหาบัณฑิตสาขาวิชาชีวิทยา มหาบัณฑิตสาขาวิชาชีวิทยาและภาระนักศึกษา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2550
- [5] ชนบทกษิณาราจ. การจัดเส้นทางเดินรถด้วยคอมพิวเตอร์เพื่อกระจายสินค้า. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตร์ มหาบัณฑิตสาขาวิชาชีวิทยาและภาระนักศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา, 2543
- [6] ชัยวัฒน์สุข ไม่เคร. การเพิ่มประสิทธิภาพการจัดเส้นทางรถขนส่งสินค้าโดยวิธีระยะทางประชัด. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์ มหาบัณฑิตสาขาวิชาการจัดการการขนส่งและโลจิสติกส์ มหาวิทยาลัยมหาวิทยาลัยบูรพา, 2550
- [7] โภณภูบึงพัววะและสุรีพรยองดมณี. เรื่องปัญหาการจัดมาตรฐานโดยวิธีการเดินทางของเซลล์เมเนกรัฟศึกษาการประปาส่วนภูมิภาค ประจำปี ภาควิชาการจัดการอุดสาหกรรมและเทคโนโลยีและการจัดการอุดสาหกรรมมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2540
- [8] ศศิธร ห่อประภัทท์พงศ์. 2552. การวิเคราะห์ระยะทาง และระยะเวลาของระบบขนส่งในการเลือกเดินทาง แก๊ส NGV ให้มีประสิทธิภาพ. โครงการวิชาการ อดสาหการ บริษัทฯ บริษัทฯ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- [9] “การค้นหาข้อมูล” ภาควิชาชีวิทยาการคุณพิวเตอร์คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2548



## ระบบแจ้งเตือนผู้บุกรุกผ่านเครื่องแม่ข่ายโดยใช้เซนเซอร์ตรวจจับแบบไร้สาย Intruder Detection System via a Server using Wireless Sensor Networks

กairyat Jirayut\*, กิสก ภัทรวิสารช และ เจตน พวงศิลป

ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

kairat.j@ku.ac.th

### บทคัดย่อ

ปัจจุบันนี้ผู้คนในสังคมเมืองส่วนมากมักต้องออกไปทำงานนอกบ้านจึงไม่มีเวลาในการระมัดระวังความปลอดภัยของทรัพย์สินภายในบ้าน จึงเป็นเรื่องง่ายของก่อคุณมิจฉาชีพที่จะบุกรุกเข้ามายในบ้าน ผู้วิจัยจึงพัฒนาระบบกันข้อมูลไร้สายโดยใช้ชิปบีบีนเพื่อเก็บปัญหาดังกล่าวข้างต้น โดยระบบนี้เป็นระบบที่พัฒนาขึ้นเพื่อช่วยแจ้งเข้าของบ้านเมื่อมีบุกรุกเข้ามายในบ้าน ซึ่งระบบนี้ใช้เทคโนโลยีชิปบีบีนที่เป็นเครื่องขยายเสียงเซอร์ไรส์สาย และสามารถติดต่อตามบิวต์ต่างๆของบ้านได้ง่าย ดังนั้นแม้เข้าของบ้านจะไม่อยู่ก็สามารถรับรู้ถึงสิ่งผิดปกติจากการแจ้งเตือนที่เครื่องแม่ข่าย และส่งข้อมูลเตือนเข้าที่โทรศัพท์มือถือผ่านทางเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ทำให้สามารถป้องกันเหตุการณ์ต่างๆได้อย่างทันท่วงที

คำสำคัญ: กันข้อมูลไร้สาย ชิปบีบี จัดเก็บข้อมูล

### Abstract

Nowadays, most people have to leave their home for works. Thus, it is easy for intruders to come and steal the valuables. Then we have developed this Wireless Intruder Detection System which is based on Zigbee technology. The objective of this system is to inform the homeowners by sending a warning message to the mobile phone when the intruder break into the house. This system uses Zigbee technology, which is Wireless Sensor Network, that can be installed anywhere easily. So the house owners can perceive an abnormal situation wherever they are and can prevent any unexpected incidents effectively.

**Keyword:** Wireless Intruder Detection, Zigbee, Arduino

### 1. บทนำ

เนื่องจากระบบกันข้อมูลสำหรับที่พักอาศัยนั้นส่วนใหญ่จะถูกพัฒนาจากค่ายประเภททำให้มีราคาแพง และอาจไม่ได้ความสามารถตามที่ต้องการ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้นำเสนอ

ระบบแจ้งเตือนผู้บุกรุก เพื่อเป็นจุดเริ่มต้นของการออกแบบ และผลิตระบบแจ้งเตือนผู้บุกรุกไร้สายโดยใช้ชิปผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยด้านการสร้างเส้นทางสำรองสำหรับเส้นทางแบบหลาຍซอป (AODV-2T) [2] ของนางสาว



ทฤษฎีวรรณ สมนึก และ พศ.น.บุรี เลิศเวชกุล ทำให้ทราบข้อดีของ การใช้โปรโตคอล AODV [6] ที่มีอยู่ในอุปกรณ์ซิกบี (Zigbee) คือการรับส่งข้อมูลภายในเครือข่ายที่ใช้โปรโตคอลนี้จะไม่ได้ ถูกตัดสิ้นให้ส่งข้อมูลไปในเส้นทางเดิมเท่านั้น ทำให้มีความ ขัดแย้งในการจัดการเมื่อเกิดปัญหาขึ้นกับโหนดรหัสทาง โดยโปรโตคอล AODV จะทำหน้าที่สับเปลี่ยนเส้นทางอื่นเมื่อ เส้นทางหลักถูกตัดขาด และจากวิทยานิพนธ์เรื่องการส่งข้อมูล กลับสำหรับอุปกรณ์ปลายทางหลายอุปกรณ์ในเครือข่ายไร้สาย โดยใช้ซิกบี [3] ของนายกادر ภูวัฒน์ ซึ่งเสนอวิธีการส่งข้อมูล กลับในเครือข่ายตรวจสอบจับไร้สายโดยซิกบี พบว่าอุปกรณ์ ปลายทางหลายอย่างในเครือข่ายตรวจสอบจับไร้สายมีความสำคัญ มากต่อระบบการแจ้งเตือนผู้บุกรุก โดยวิทยานิพนธ์นี้ได้ นำเสนอวิธีการที่เหมาะสมในการนำอุปกรณ์ไปใช้งานเพื่อให้ ได้ประสิทธิภาพ นอกจากนั้นผู้วิจัยได้ศึกษาโครงงานของ นักศึกษา วิศวกรรมศาสตร์และนักศึกษา รัฐศาสตร์ เรื่อง Security Automation with Zigbee [4] ซึ่งมีเนื้อหาตรงกันกับ งานของผู้วิจัยคือใช้อุปกรณ์ซิกบีในการสร้างเครือข่ายเซ็นเซอร์ รับส่งข้อมูลและควบคุมด้วยเครื่องบริการหนึ่งเครื่อง แต่ใช้ โปรแกรม Ozeki Message ทำการแจ้งเตือนเป็นแบบข้อความ โทรศัพท์มือถือ (Short Message Service) ไปที่โทรศัพท์มือถือ ซึ่งไม่เหมือนงานวิจัยนี้ที่ซึ่งแจ้งไปยังมือโทรศัพท์มือถือของ ผู้ใช้ผ่านทางเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

จากข้อมูลที่ได้ศึกษามาดังกล่าว ไร้ข้างต้น ผู้วิจัยจึงได้ พัฒนาโปรแกรมแจ้งเตือนผู้บุกรุกโดยได้ทำเครื่องแม่ข่าย (Web Server) เพื่อให้มือถือสามารถเข้ามาดูการแจ้งเตือนในเครื่องแม่ ข่ายได้ และได้พัฒนาโปรแกรมในตัวเครื่องบริการให้สามารถ แสดงการแจ้งเตือนผู้บุกรุกและสามารถดูสถานะของเซ็นเซอร์ หรือควบคุมการเปิดปิดการแสดงผลของเซ็นเซอร์ได้ และ สามารถส่งการแจ้งเตือนไปยังโทรศัพท์มือถือผ่านเครือข่าย อินเทอร์เน็ต โดยงานวิจัยนี้ได้ใช้เทคโนโลยี ซิกบีที่เป็น เครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย (Wireless Sensor Network) [1] ใน การติดต่อสื่อสารระหว่างอุปกรณ์และใช้เซ็นเซอร์ทั้ง 3 ชนิดใน การตรวจสอบผู้บุกรุกคือ 1) เซ็นเซอร์แสงอินฟราเรด (Passive Infrared Sensor) ใช้ตรวจจับการเคลื่อนไหวที่ผิดปกติ 2) เซ็นเซอร์เพิบโซดิสก์ (Piezo Disk Vibration Sensor) ใช้

ตรวจสอบการกระแทกเช่น การพยาบาลทุบทำลายกระจุก 3) สวิตช์แม่เหล็ก (Magnetic Switch) ใช้ป้องกันการบุกรุกผ่าน ทางประตู

## 2. ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

### 2.1 ซิกบี

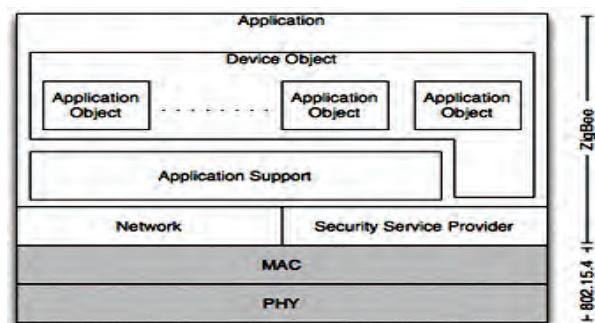
ซิกบี ดังตัวอย่างในภาพที่ 1 มีมาตรฐานสากลชื่อกำหนด โดยซิกบีอัล-lianze (Zigbee Alliance) เป็นการสื่อสารแบบไร้-



ภาพที่ 1 ซิกบี

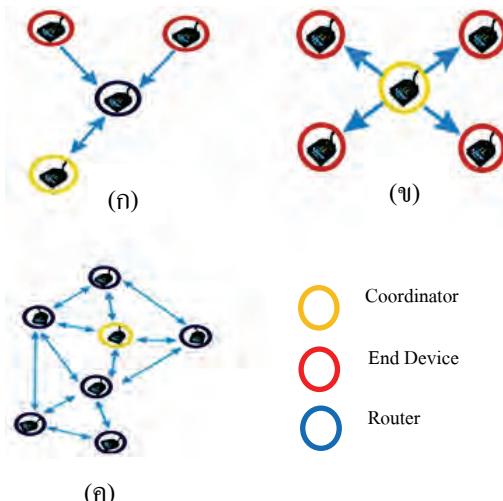
สายที่มีอัตราการรับส่งข้อมูล ต่ำ ใช้พลังงานต่ำ ราคาถูก จุดประสงค์การใช้งานเพื่อให้ สามารถสร้างระบบเครือข่าย เชื่อมต่อไร้สาย

ซิกบีนำชั้นกายภาพ (Physical Layer) และชั้นสื่อสาร การส่งข้อมูล (MAC Layer) ของ IEEE 802.15.4 ซึ่งเป็น มาตรฐานการกำหนดการสื่อสาร ไร้สายแบบเครือข่ายเซ็นเซอร์ ไร้สายส่วนบุคคล (Wireless Personal Area Network) มา ทำงานในชั้นที่ต่ำกว่า เช่น เรื่องของระดับกำลังสัญญาณ, คุณภาพสัญญาณ (Link Quality) ฯลฯ ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 Zigbee Stack

ในการสร้างโครงข่ายไร้สายของซิกบีนั้นโครงข่าย จะต้องประกอบด้วย โหนดจำนวนอย่างน้อยที่สุด 2 ชนิด คือ โโคออดิเนเตอร์ และ โหนดลูกข่ายชนิดเดชนิดหนึ่ง จึงจะ สามารถสื่อสารและทำงานในรูปแบบของเครือข่ายส่วนบุคคล (Personal Area Network) ได้โดยซิกบีแบ่งรูปแบบเครือข่ายได้ เป็น 3 รูปแบบ ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 (ก) Star Broadcast (ข) Cluster Tree (ค) Mesh Network

## 2.2 ເສັ້ນເຊອ້າແສງອິນຟຣາເຣດ

โมดูลเชื่อมต่อที่ตรวจจับวัตถุที่ขวางกั้นด้วยแสงอินฟราเรด โดยใช้หลักการส่งคลื่นแสงไปกระทบกับวัตถุและตรวจจับการสะท้อนกลับของแสงมีระบบการตรวจจับสูงสุดที่ 7 เมตร ความคุมการทำงานภายในด้วยระบบไมโครคอนโทรลเลอร์

### 2.3 ເຫັນເຂອ້າເພີຍໂອຸດີສົກ

เช่นเชอร์เพิร์โซซิสก์ใช้ผลของการดันต่อการเกิดประจุไฟฟ้าของผลึกควอตซ์ (Quartz) ทำให้เกิดไฟฟ้าได้เมื่อมีแรงกดกระทำต่อผลึก ซึ่งเรียกว่าปรากฏการณ์ Piezoelectricity ที่เกิดจากเหตุความไม่สมมาตรจุดศูนย์กลางของผลึกเซลล์ (NonCentrosymmetry) เมื่อมีแรงกดจะทำให้ไดโอล์ (Dipole) เกิดขึ้น และทำให้เกิดกระแสขึ้นในท่านองกลับกันเมื่อมีแรงดึงจะทำให้ไดโอล์เกิด เป็นผลทำให้เกิดกระแสขึ้น ไดโอล์ที่มีอยู่ในผลึกต่างๆนั้นไม่ได้เรียงไปในแนวทางเดียวกันดังนั้นจึงต้องพึ่งกระบวนการ Poling เพื่อให้ไดโอล์ต่างๆเรียงไปในทิศทางเดียวกัน

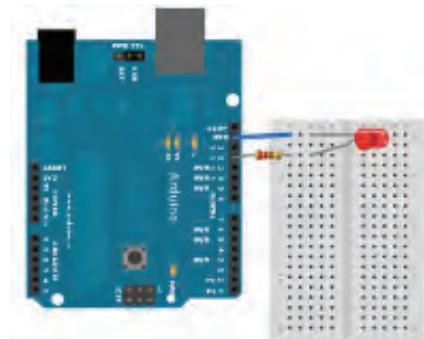
## 2.4 สวิตช์แม่เหล็ก

สวิตซ์แม่เหล็กทำงานโดยอาศัยอำนาจแม่เหล็กไฟฟ้าช่วยในการเปิด-ปิดหน้าสัมผัส ในการตัด-ต่อวงจรกำลัง

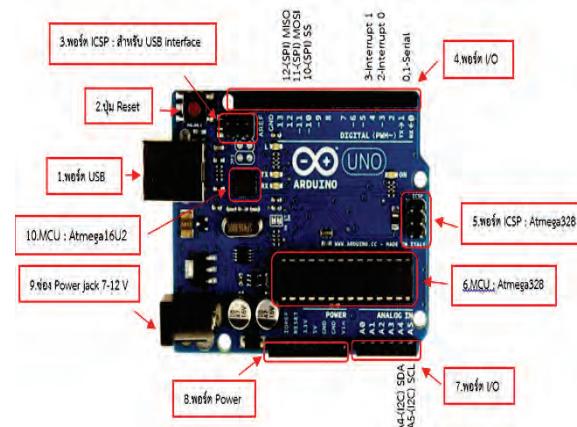
## 2.5 ໄມໂຄຣຄອນໂຖຣລເລອ້ວ່າດຍໂນ໌ (Arduino)

ภาคย์โน่ [5] เป็นนอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ทระกูล AVR ที่มีการพัฒนาแบบเปิดเผยแพร่ข้อมูลทั้งด้านอุปกรณ์ (Hardware)

และชุดคำสั่ง(Software) ตัวบอร์ดอาจอยู่ในถูกรอกออกแบบมาให้ใช้งานได้ง่าย โดยการต่ออุปกรณ์ต่างๆ สามารถต่อวงจร อิเล็กทรอนิกส์จากภายนอกแล้วเชื่อมต่อเข้ามาที่ขาอินพุต เอาต์พุต (I/O) ของบอร์ดได้เลย ดังภาพที่ 4 หรือเพื่อความ สะดวกสามารถเลือกต่อ กับบอร์ดเสริม (Arduino Shield) ประเภทต่างๆ เช่น Arduino XBee Shield, Arduino Music Shield, Arduino Relay Shield, Arduino Wireless Shield, Arduino GPRS Shield เป็นต้น มาต่อกับบอร์ดอาจอยู่ในแล้วไป เชื่อมโปรแกรมพัฒนาต่อ



#### ภาพที่ 4 การต่ออาดยโน่เข้ากับอุปกรณ์



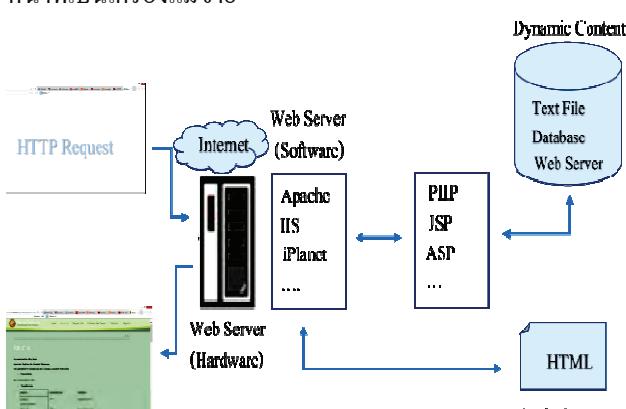
## ภาพที่ 5 ลักษณะภายนอกของอาดูยโน่

ภาพที่ 5 แสดงลักษณะภายนอกของआดูย์โน่ ซึ่งประกอบไปด้วย 1) USB Port: ใช้สำหรับต่อ กับคอมพิวเตอร์เพื่ออัปโหลดโปรแกรมเข้า MCU และจ่ายไฟให้กับบอร์ด 2) Reset Button: เป็นปุ่มรีเซ็ตใช้กดเมื่อต้องการให้ MCU เริ่มทำงานใหม่ 3) ICSP Port: ของ Atmega16U2 เป็นพอร์ตที่ใช้โปรแกรม Visual Com Port บน Atmega16U2 4) I/O Port: Digital I/O ตั้งแต่ pin D0 ถึง D13 นูกากอนี้ บาง Pin จะทำ

หน้าที่อื่นๆ เพิ่มเติมด้วย เช่น Pin0,1 เป็นขา Tx,Rx Serial , Pin3,5,6,9,10 และ 11 เป็นขา PWM 5) ICSP Port: Atmega328 เป็นพอร์ตที่ใช้โปรแกรม Bootloader 6) MCU: Atmega328 เป็น MCU ที่ใช้บันบอร์ด Adafruit โน่ 7) I/O Port: นอกจาจจะเป็น Digital I/O แล้ว ยังเปลี่ยนเป็น ช่องรับสัญญาณ analog ตั้งแต่ขา A0-A5 8) Power Port: ไฟเลี้ยงของบอร์ด เมื่อต้องการจ่ายไฟให้กับวงจรภายใน ก็ ประกอบด้วยขาไฟเลี้ยง +3.3 V, +5V, GND, Vin 9) Power Jack: รับไฟจาก Adapter โดยที่แรงดันอยู่ระหว่าง 7-12 V และ 10) MCU ของ Atmega16U2 เป็น MCU ที่ทำหน้าที่เป็น USB to Serial โดย Atmega328 จะติดต่อกับคอมพิวเตอร์ผ่าน Atmega16U2

## 2.6 เครื่องแม่บ้าน

ระบบบ้านข้อมูลพิวเตอร์คือการนำเอาเครื่องคอมพิวเตอร์ตั้งแต่ 2 เครื่องขึ้นไปมาต่อเข้าด้วยกันทำให้เครื่องคอมพิวเตอร์เหล่านั้นคิดต่อกัน สามารถใช้โปรแกรมร่วมกันได้ หรือสามารถเรียกคุยกับข้อมูลที่เก็บบนเครื่องหนึ่งได้ การที่เครื่องคอมพิวเตอร์บันเครื่อข่ายจะทำงานบางอย่างร่วมกันจะต้องมีเครื่องหนึ่งที่ทำหน้าที่เป็นเครื่องบริการหรือเครื่องแม่บ้าน (Server) ส่วนเครื่องที่เหลือก็จะมีสภาพเป็นผู้รับบริการ (Client) ดังตัวอย่างในภาพที่ 6 ถ้าเราต้องการติดต่อสื่อสารในเครือข่ายรูปแบบเว็บเพจ ก็จะต้องมีเครื่องคอมพิวเตอร์เครื่องหนึ่งทำหน้าที่เป็นเครื่องแม่บ้าน



ภาพที่ 6 การทำงานของเครื่องแม่บ้าน

เครื่องแม่บ้านเว็บ (Web Server) เป็นที่รับรวมข้อมูลทั้งหมดไว้ในรูปแบบของเว็บไซต์ให้ผู้ใช้ในเครือข่าย โดยการ

ทำงานจะเปิดบริการตลอดเวลาเพื่อรับสัญญาณร้องขอของผู้รับบริการ เมื่อได้รับการร้องขอจะส่งข้อมูลให้ผู้รับบริการทันที การเตรียมเครื่องคอมพิวเตอร์ให้เป็นเครื่องแม่บ้านนั้นต้องติดตั้งโปรแกรมให้เป็นเครื่องแม่บ้าน ซึ่งโปรแกรมเครื่องแม่บ้านที่นิยมในปัจจุบัน เช่น IIS, Apache เป็นต้น

## 3. วิธีการออกแบบและพัฒนาระบบ

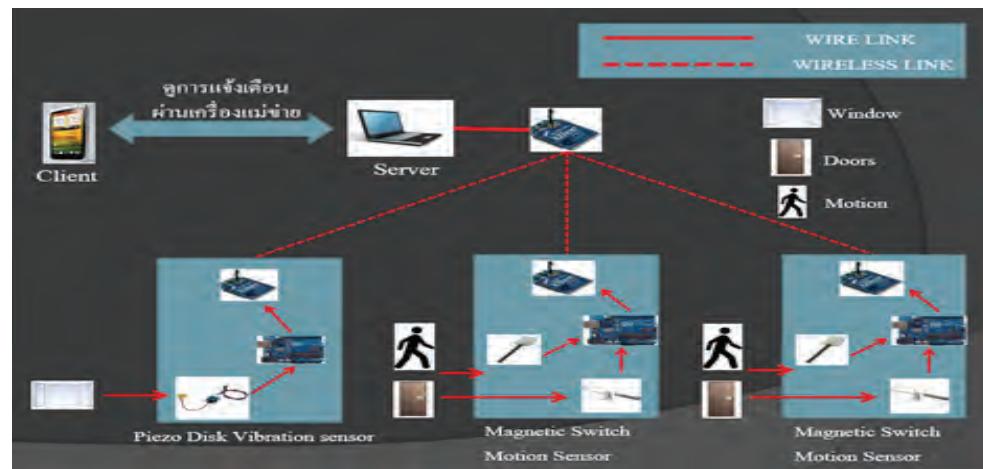
### 3.1 ภาพรวมของระบบ

ในการทำงานของระบบแจ้งเตือนผู้บุกรุก เมื่อเซ็นเซอร์ตรวจจับผู้บุกรุกได้จะส่งข้อมูลไปที่เครื่องบริการ เพื่อแจ้งเตือนว่าสามารถตรวจจับผู้บุกรุกได้และเครื่องบริการจะตรวจสอบข้อมูลที่ได้รับมาว่าเป็นข้อมูลของเซ็นเซอร์ที่คำแนะนำไว้เพื่อแสดงผลให้ผู้ใช้ได้ทราบ จากนั้นเครื่องคอมพิวเตอร์จะทำการบันทึกการตรวจจับผู้บุกรุกลงฐานข้อมูลเพื่อให้โทรศัพท์มือถือสามารถเข้ามาดูข้อมูลการแจ้งเตือนในเครื่องแม่บ้านได้ ดังแสดงในภาพที่ 7

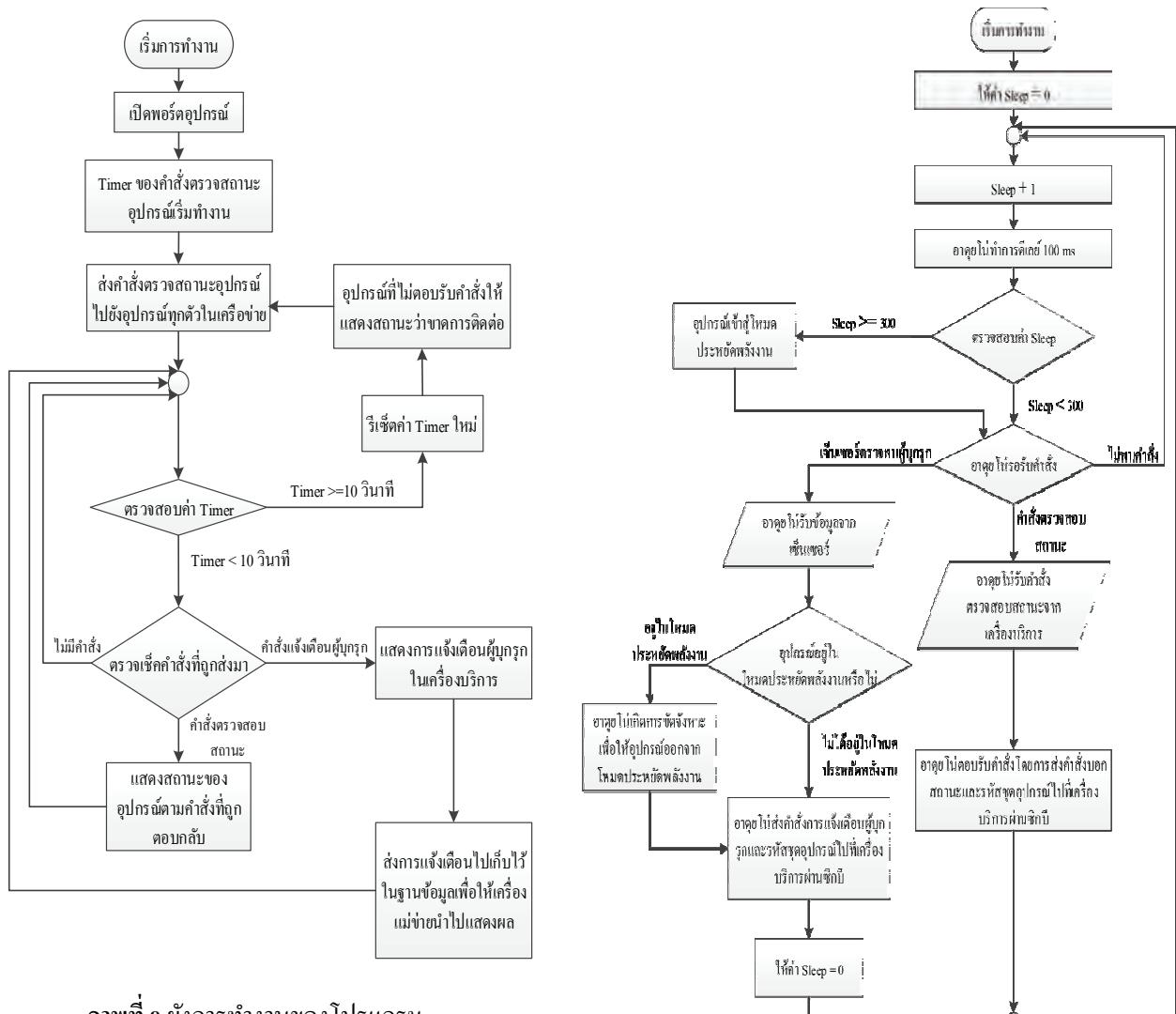
### 3.2 การทำงานของระบบ

โปรแกรมทำหน้าที่ตรวจเช็คสถานะอุปกรณ์ทุก 10 วินาที โดยส่งคำสั่งเช็คสถานะไปที่อุปกรณ์ทั้งหมดในเครือข่าย และหลังจากการส่งชุดคำสั่งไปแล้วการตอบรับกลับจากอุปกรณ์โดยอุปกรณ์ที่ได้รับคำสั่งจะส่งหมายเลขอุปกรณ์ และสถานะในขณะนั้นกลับมาที่เครื่องบริการ ถ้าอุปกรณ์ได้ไม่ตอบกลับมาแสดงว่าอุปกรณ์นั้นขาดการติดต่อไป และโปรแกรมยังมีหน้าที่รับคำสั่งการแจ้งเตือนจากเซ็นเซอร์เมื่อมีการตรวจจับผู้บุกรุกจะแสดงการแจ้งเตือนและจะบันทึกข้อมูลลงฐานข้อมูลเพื่อนำไปแสดงค่าในเครื่องแม่บ้าน ดังภาพที่ 8

การทำงานของอุปกรณ์ : เมื่อเซ็นเซอร์สามารถตรวจจับผู้บุกรุกได้จะส่งข้อมูลเข้าสู่อุปกรณ์ แล้วอุปกรณ์จะส่งคำสั่งการแจ้งเตือนและหมายเลขอุปกรณ์ไปที่เครื่องบริการ ถ้าเซ็นเซอร์ไม่มีการตรวจจับภายใน 30 วินาทีอุปกรณ์จะเข้าสู่สถานะโหมดประหยัดพลังงาน (Sleep Mode) และการทำงานอีกอย่างหนึ่งของอุปกรณ์คือรับคำสั่งเช็คสถานะของอุปกรณ์จากเครื่องบริการ ดังภาพที่ 9



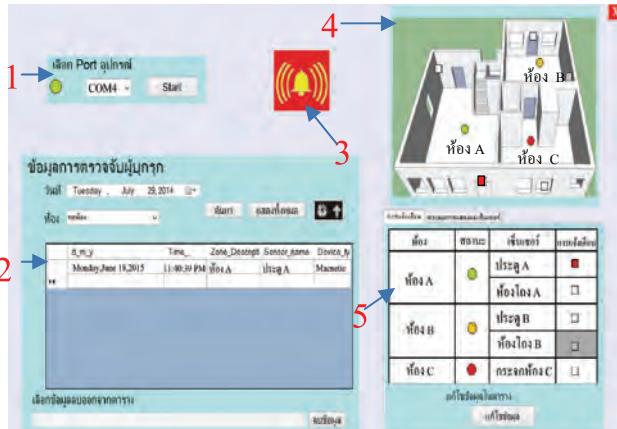
ภาพที่ 7 ภาพรวมของระบบ



ภาพที่ 8 ผังการทำงานของโปรแกรม

ภาพที่ 9 ผังการทำงานของอุปกรณ์

### 3.3 ส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้



ภาพที่ 10 ส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้ของคอมพิวเตอร์

ในส่วนต่อประสานกราฟิกของเครื่องบริการจะเป็นตัวที่ใช้ในการแสดงผลการแจ้งเตือนเมื่อมีผู้บุกรุก และบอกสถานะการทำงานของเซ็นเซอร์ สามารถสั่งปิด/ปิดการแสดงผลเซ็นเซอร์ และสามารถทำการเก็บข้อมูลการแจ้งเตือนหรือดูข้อมูลการแจ้งเตือนย้อนหลัง โดยหน้าของโปรแกรมจะเป็น ดังภาพที่ 10 และตารางทำงานของโปรแกรมจะประกอบไปด้วย

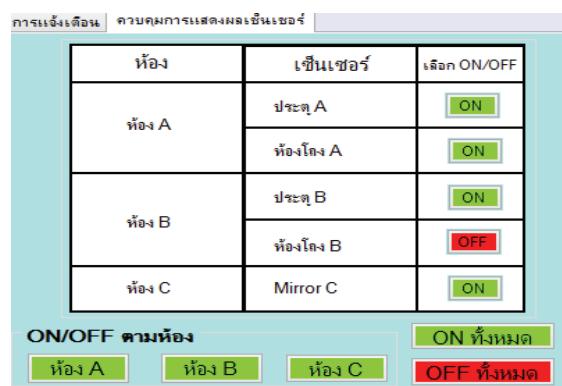
- 1) การเลือกพอร์ตสำหรับติดต่อกับ ชิคบีที่เครื่องบริการ
  - 2) ล่าวนของตารางการบันทึกข้อมูลการตรวจสอบผู้บุก
  - 3) ปุ่มแจ้งเตือนเมื่อมีผู้บุกรุกและเคลียร์ค่าการแจ้งเตือน
  - 4) ล่าวนของภาพที่แสดงตำแหน่งเซ็นเซอร์และแสดงสถานะของเซ็นเซอร์

5) ตารางแสดงการแจ้งเตือน และตารางความคุ้มเชื้นเชอร์โดยหน้าต่างตารางการแจ้งเตือนจะประกอบด้วย 1)ชื่อห้อง 2)สถานะสี สีเขียวคือเชื้นเชอร์พร้อมใช้งาน สีเหลืองคือเชื้นเชอร์อยู่ในโหมดประทับดพลังงาน สีแดงคือการติดต่อหรือเชื้นเชอร์ขาดการติดต่อ 3)ตำแหน่งที่ติดตั้งเชื้นเชอร์ 4)การแจ้งเตือนเมื่อพบผู้บุกรุก ส่วนหน้าต่างการความคุ้มเชื้นเชอร์เป็นการความคุ้มปิด/เปิดเชื้นเชอร์ที่ต้องการ ดังแสดงในภาพที่ 11

จากภาพที่ 12 เป็นส่วนกราฟิกแสดงผลของผู้ใช้งานผ่านโทรศัพท์มือถือ ซึ่งประกอบไปด้วย

### ตำแหน่งที่ 1 ส่วนแสดงผลการแจ้งเตือน

## ตำแหน่งที่ 2 ปั๊มเพื่อเคลียร์ค่าการแสดงผล

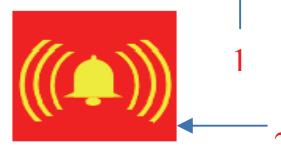


### ภาพที่ 11 หน้าต่างการควบคุมเซ็นเซอร์

## Security

## Alert

Room C / Mirror C / 1:40 AM

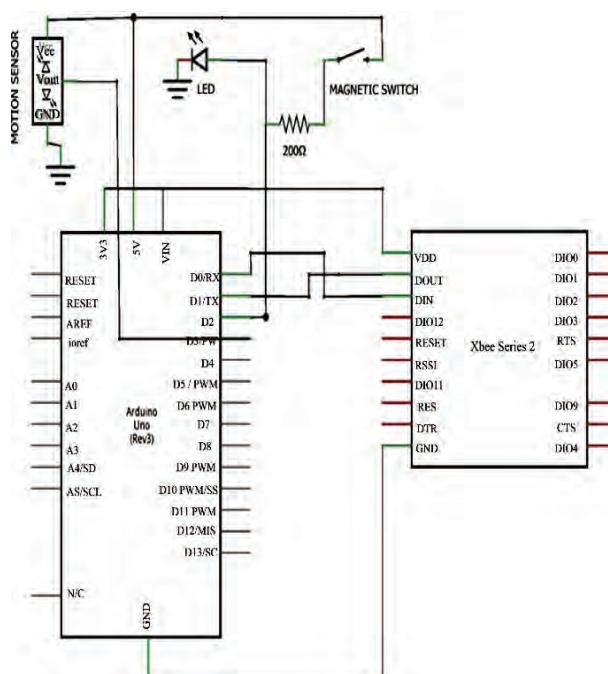


### ภาพที่ 13 ส่วนแสดงผลของโทรศัพท์มือถือ

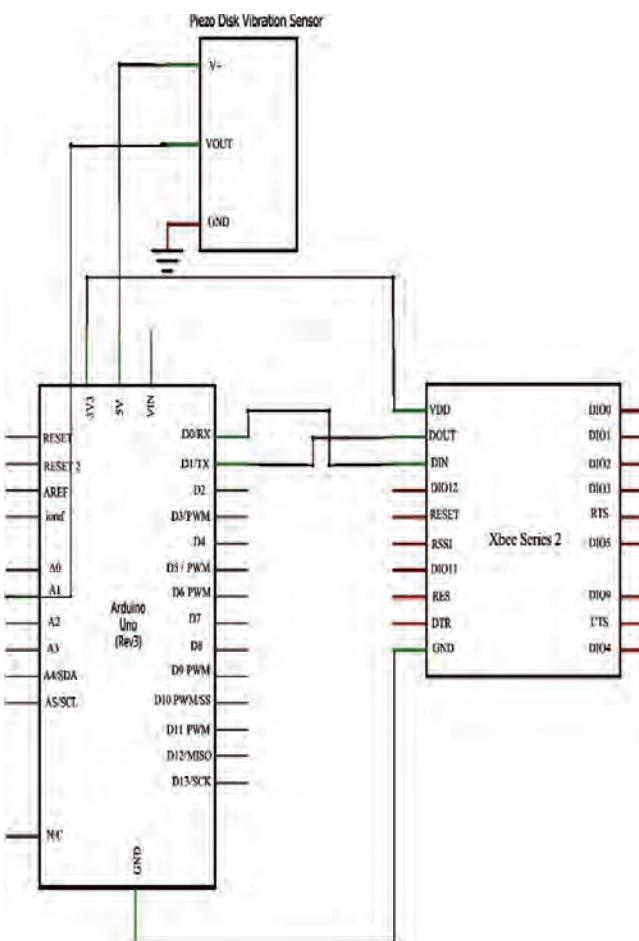
### 3.4 การออกแบบวงจร

ภาคที่ 13 เป็นวงจรตรวจจับผู้บุกรุกชุดเซ็นเซอร์แสงอินฟราเรดและสวิตซ์แม่เหล็ก โดยใช้อาดูบีโน่ทำหน้าที่เป็นหน่วยประมวลผลและใช้ซิกบีในการรับส่งข้อมูล โดยช่องทางออกของเซ็นเซอร์แสงอินฟราเรดจะต่อเข้ากับขาอินพุตເອເຕີພຸດของອາດູบีโน่ພອຣັຕິທີ 3 และช่องขาออกของสวิตซ์แม่เหล็กจะต่อเข้ากับขาอินพุตເອເຕີພຸດของອາດູบีโน่ພອຣັຕິທີ 2 และພອຣັຕິອຸນຸກຮມຂອງອາດູบีโน่จะต่อเข้ากับພອຣັຕິຕອນຸກຮມຂອງຊືກບີເພື່ອເຄົາໄວ້ສ່າງໜ້ອມຄ່າກັນ

ส่วนภาพที่ 14 เป็นวงจรชุดเช็นเชอร์เพียงไซด์สก์การต่อขา  
อุปกรณ์ของอาคุยโน่เข้ากับชิคบี ซึ่งจะเหมือนกับชุดเช็นเชอร์  
แสงอินฟราเรดและสวิตซ์แม่เหล็ก แต่การต่อช่องทางอินพุต  
เอาต์พุตของเช็นเชอร์จะต่างกันคือ ช่องขาออกของ  
เช็นเชอร์เพียงไซด์สก์จะต่อเข้ากับช่องรับสัญญาณอนาล็อกที่  
1 ของ อาคุยโน่เพราเซ็นเชอร์เพียงไซด์สก์เป็นเช็นเชอร์ชนิด  
อนาล็อก



ภาพที่ 13 วงจรชุดเซ็นเซอร์แสงอินฟราเรดและสวิตซ์แม่เหล็ก



ภาพที่ 14 วงจรชุดเซ็นเซอร์พิซิโอดิสก์

#### 4. ผลการดำเนินงาน

##### 4.1 ผลการทดสอบระยะการตรวจจับของเซ็นเซอร์แสงอินฟราเรด

###### อินฟราเรด

ผู้วิจัยทดสอบการตรวจจับของเซ็นเซอร์แสงอินฟราเรดทั้งหมด 5 รอบ รอบละ 30 ครั้ง โดยการเดินผ่าน จากตารางที่ 1 ระยะที่ได้ผลที่แม่นอนและถูกต้องจะอยู่ที่ระยะไม่เกิน 3 เมตร

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบเซ็นเซอร์แสงอินฟราเรด

ระยะการตรวจจับ (เมตร)	ความถูกต้อง (%)
1	100
2	100
3	100
4	71
5	45
6	15
7	3
8	0

##### 4.2 การทดสอบระยะการสื่อสารระหว่างชิปบี

จากการทดสอบการติดต่อของชิปบีที่ติดตั้งอยู่กับคอมพิวเตอร์ และชิปบีที่อยู่กับอุปกรณ์ในระยะตั้งแต่ 10-55 เมตร โดยการทดสอบจะทดสอบในพื้นที่โล่งแจ้งทดสอบ 3 รอบ โดยในแต่ละรอบจะส่งข้อมูล 10 ครั้ง จะได้ผลการทดสอบดังตารางที่ 2 ซึ่งพบว่าในการส่งข้อมูลระหว่างชิปบี นั้นสามารถส่งได้ทุกครั้งเมื่อยื่นในระยะ 40 เมตร แต่เมื่อระยะเกิน 40 เมตรขึ้นไปการส่งข้อมูลจะเริ่มส่งไม่ได้ในทุกครั้งจนระยะ 45 เมตรขึ้นไปจะไม่สามารถรับส่งข้อมูลได้เลย

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบระยะการติดต่อของชิปบี

ระยะห่าง (เมตร)	ความสามารถในการสื่อสาร (%)
10-15	100
15-20	100
20-25	100
25-30	100
30-35	100
35-40	100
40-45	60
45-50	0
50-55	0

#### 4.3 ทดสอบการสั่นสะเทือนของเซ็นเซอร์เพิ่มโซดิสก์

ทดสอบโดยให้เซ็นเซอร์ติดอยู่ที่แผ่นอะคริลิก โดยใช้แผ่นอะคริลิกขนาด  $12 \times 12$  นิ้ว จำนวน 1 แผ่น โดยการทดสอบจะใช้ลักษณะการกระแทกกับอะคริลิกที่ต่างกัน 3 แบบ ซึ่งจะทำให้ได้ค่าตัวเลขเอาต์พุต (Output) ที่แสดงผลในโปรแกรมที่ต่างกัน จำนวนนั้นนำค่าทั้งหมดมาหาค่าเฉลี่ย โดยการทดสอบจะกระทำ 50 ครั้งต่อ 1 ลักษณะการกระทำซึ่งจะได้ค่าเฉลี่ยข้อมูลของอุปกรณ์และค่าเฉลี่ยแรงดันอุณหภูมิแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการทดสอบเซ็นเซอร์เพิ่มโซดิสก์

ทดสอบ	ค่าเฉลี่ย Output	ค่าเฉลี่ยแรงดัน (V)
เคาะด้วยมือ	60.1	0.08
เคาะด้วยของแข็ง	93.24	0.13
ทุบด้วยของแข็ง	118.84	0.17

#### 5. สรุป

งานวิจัยนี้เป็นการออกแบบและพัฒนาระบบการตรวจจับผู้บุกรุก โดยใช้ชิคบีเป็นอุปกรณ์รับส่งข้อมูลในเครือข่าย และใช้เซ็นเซอร์ในการตรวจจับผู้บุกรุกทั้ง 3 แบบคือเซ็นเซอร์แสงอินฟราเรดตรวจจับการเคลื่อนไหว เซ็นเซอร์เพิ่มโซดิสก์ ตรวจจับการสั่นสะเทือน และเซ็นเซอร์สวิตช์แม่เหล็กตรวจจับหน้าสัมผัสเมื่อสวิตช์สองชิ้นไม่สัมผัสกัน จากการทดสอบระบบ อุปกรณ์ชิคบีสามารถรับส่งข้อมูลได้ถูกต้องในระยะไม่เกิน 40 เมตรแต่หากระยะเกิน 40 เมตร การรับส่งข้อมูลจะไม่มีสัญญาณรบกวนจากภายนอก และระดับในการวางแผนอุปกรณ์ชิคบี ด้านการทดสอบการตรวจจับผู้บุกรุก จากเซ็นเซอร์ต่างๆ นั้นสวิตช์แม่เหล็กที่ติดตามประตูสามารถทำงานได้ดีและถูกต้องทุกครั้ง (จากการทดลอง 50 ครั้ง) ด้านเซ็นเซอร์แสงอินฟราเรดที่ติดตั้งในห้องสามารถตรวจจับได้ในระยะที่ไม่เกิน 3 เมตร แต่หากระยะการตรวจจับเกิน 3 เมตร อาจจะไม่สามารถตรวจจับได้ ขึ้นอยู่กับระยะห่างระหว่างวัตถุ และเซ็นเซอร์ และเซ็นเซอร์เพิ่มโซดิสก์สามารถตรวจจับระดับความแรงในการสั่นสะเทือนที่ต่างกันได้ โดยระดับความแรงในการสั่นสะเทือนที่ต่างกันจะให้ค่าเอาต์พุตและแรงดันไฟฟ้าที่ต่างกัน ทำให้สามารถกำหนดเงื่อนไขการแจ้งเตือนให้กับ

อุปกรณ์ได้ว่าต้องการให้แจ้งเตือนเมื่อแรงสั่นสะเทือนนั้นมีค่าเท่าใด

สรุปได้ว่าระบบแจ้งเตือนผู้บุกรุกสามารถใช้งานได้จริงแต่การติดตั้งตัวเซ็นเซอร์นั้นควรติดตั้งให้เหมาะสมกับสถานที่ และการใช้งานเพื่อให้เซ็นเซอร์สามารถทำงานได้มีประสิทธิภาพมากที่สุด

#### 6. เอกสารอ้างอิง

- [1] เอกราช มาเดิพรสกุล, วิรชญา ศรีเกตุ, ศรุติ คงกิด, "เครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สาย-Wireless Sensor Networks (WSN)", [ออนไลน์] <http://rssidist.blogspot.com/2007/08/wireless-sensor-networks-wsn.html>, 2010.
- [2] Somnuk, H. Lerwatechakul, M, "Multi-hop AODV-2T," International Symposium on Intelligent Ubiquitous Computing and Education, Chengdu, China, pp. 214-217, 2009.
- [3] ภากร ภูหลัง และ สมศักดิ์ มีตะภา, การส่งข้อมูลกลับสำหรับอุปกรณ์ปลายทางหลายอุปกรณ์ในเครือข่ายไร้สายโดยใช้ชิคบี, โครงการวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2553.
- [4] กลกรณ์ วงศ์ภาคิยะเสรีและนางสาวอรุณี รติกานต์ "ระบบกันขโมยไร้สายโดยใช้ชิคบี" โครงการวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, 2551.
- [5] Arduino Team, "ARDUNO" [ออนไลน์] <http://www.arduino.cc/>
- [6] C.E. Perkins and E. M. Royer, "Ad Hoc On-Demand Destination Vector Routing", IEEE Workshop on Mobile Computing Computing system and Application, pp 90-100, February 1999



# การพัฒนาระบบรู้จำใบหน้าบุคคลโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียม

## Development of the Human Face Recognition System using the Artificial Neural Network

วุฒิชัย ป่วงมณี (*Wutichai Phongmanee*) และขอรศกคดี คันธพนิต (*Kajornsak Kantapanit*)

สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์  
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนอร์ท-เชียงใหม่  
*wutichaip@hotmail.com and kajornsak@ncu.ac.th*

## บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนองานทางการพัฒนาระบบที่สามารถรู้จำบุคคลด้วยค่าโกรงใบหน้าโดยใช้อัลกอริทึมแบบแพร่กลั่นของโครงข่ายประสาทเทียม ระบบนี้ถูกพัฒนาขึ้นโดยใช้ภาษา C# และชุดคำสั่งของ EmguCV พร้อมติดตั้งกล้องเว็บแคมสำหรับการขับภาพใบหน้าบุคคลที่มาอยู่ตรงหน้าแล้วนำภาพที่ได้มาผ่านกระบวนการประมวลผลภาพดิจิตอลเพื่อเตรียมภาพให้เป็นตัวแปรอินพุตสำหรับโครงข่ายประสาทเทียมเพื่อตรวจสอบ ถ้าภาพใบหน้าบุคคลนั้นตรวจสอบแล้วไม่พบในฐานข้อมูลก็จะทำการสนทนเพื่อต้องการทราบรายละเอียดของบุคคลนั้น โดยเฉพาะชื่อซึ่งจะใช้เป็นตัวแปรการเรียกเพื่อนำไปใช้สักสอนให้เขียนส่วนของจดจำชื่อและใบหน้าพร้อมทั้งรายละเอียดเก็บไว้ในฐานข้อมูลสำหรับบุคคลที่รู้จักแล้วต่อไป จากการทดลองสามารถรู้จำใบหน้าบุคคลได้อย่างถูกต้อง 91.50% จากภาพตัวอย่างทั้งหมด 168 ภาพ

**คำสำคัญ:** รัฐบาลคุกคาม เค้าโครงในหน้า แพร่กลั่น โครงข่ายประชาธิรัฐ

## Abstract

This paper presents an approach to the development of a human face features recognition system with the backpropagation algorithm of the Artificial Neural Networks (ANNs). The programming languages used were C# and EmguCV instruction sets. A webcam was installed to catch the facial image of the people in focus and pass the image data through image processing processes to be prepared as the input data for the checking procedure of the neural network. If it is cannot checking person image from database system, the system starts a conversation in order to obtain the name and other details. The name is then used as the target data together with the facial input data to train the neural to remember a new known person along with other details in the system database. The experimental results showed that 91.50% of 168 samples of person images were correctly recognized.

**Keyword:** Human Recognition, Face Features, Back-Propagation, Artificial Neural Network

## 1. ບໜ້າ

ในปัจจุบันนี้กำลังมีความพยายามในการพัฒนาให้คอมพิวเตอร์สามารถจำและรู้จักใบหน้าของมนุษย์ได้ โดยได้มีนักวิจัยเสนอวิธีการต่างๆ ดังตัวอย่างของ Roberto Brunelli and Daniele Falavigna เสนอวิธีการ Multiple Cues [1], X.Jia and M.S.Nixon เสนอวิธีการ Feature Vectors [2], I.Wiskott, J.M.Fellous, N.Kroger เสนอวิธีการ Elastic Bunch Graph Matching [3], I.J.Cox, J.Ghosn, P.N.Yanilos เสนอวิธีการ Feature-Based [4] และ M.A.Grudin ที่ได้เสนอวิธีการ Compact Multi-Level Model [5], L.-F. Chen, H.-Y.M. Liao, J.-C. Lin, C.-C. Han เสนอวิธีการแบ่งใบหน้าออกเป็นส่วนๆ แล้วค่อยๆ จำ [6], G. Shakhnarovich, B. Moghaddam เสนอวิธีชั้นสเปซ [7], L. Sirovich, M. Meytlis นำเสนอวิธีการใช้หลักการทางสถิติมาช่วยในการจำใบหน้า [8] เป็นต้น

แต่ต่อจากนั้น ไม่พบงานวิจัยที่จะพัฒนาโปรแกรมมีความคลาดเคลื่อนน้อย สามารถจัดทำในหน้าพร้อมกับรายละเอียดของแต่ละคนที่พับปะ ในทำนองเดียวกับพุทธิกรรมของคนเมื่อพับปะกับบุคคลที่ยังไม่เคยรู้จักมา ก่อน เลย ดังนั้น ในงานวิจัยนี้จึงนำเสนออีกแนวทางหนึ่งในการพัฒนาโปรแกรมที่สามารถมิกซ์ลงสำหรับทำงานแทนตาของมนุษย์พร้อมกับมีคอมพิวเตอร์ทำงานแทนสมองส่วนต่างๆ ใน การจัดทำรายละเอียดของบุคคลอื่นโดยเมื่อพับเห็นใบหน้าคน ใดคนหนึ่นแล้วจะสามารถจดจำค่าโครงหน้าไว้ได้พร้อมกับ สามารถสนทนากับเจ้าของใบหน้าได้โดยไม่ต้องพูดคุย ของบุคคลนั้นๆ ไว้เพื่อทำการจัดทำไว้ในสมองและในภายหลังถ้า ได้พบปะกับบุคคลที่เคยได้ทำการวิจัยแล้วก็สามารถแสดง ความรู้จักได้ว่าเป็นใครพร้อมกับสามารถสนทนา กันได้ต่อไป อีกด้วย

## 2. วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

## 2.1 การวิเคราะห์หน้าคน (Human Face Features)

### Analysis)

จากการวิเคราะห์การทำงานของสมองมนุษย์ในการจดจำใบหน้าคนจะเห็นว่าเมื่อเรามองเห็นหน้าคนๆ หนึ่ง สิ่งที่เราจะจดจำไว้เป็นสิ่งสำคัญก็คือโครงหน้าและชื่อเพื่อว่าในการ

พบเห็นบุคคลนี้อีกครั้งในโอกาสต่อไปก็จะสามารถรู้จักได้ว่าบุคคลนี้มีชื่ออะไร และในการจำหน้าของแต่ละคนนั้นสมองของเรางจะจะไม่ใช้วิธีจำรายละเอียดทั้งหมดของหน้าไว้เนื่องจากจะต้องใช้ความจำมากสำหรับการจดจำหน้าของแต่ละคนซึ่งก็จะทำให้เราไม่สามารถจะจดจำหน้าของคนจำนวนมากได้ ดังนั้นสมองมนุษย์จึงต้องใช้วิธีการที่ใช้ความจำไม่มากในการจำหน้าแต่ละคนไว้ ซึ่งในการวิจัยนี้เสนอแนวคิดที่ว่าสมองจะต้องใช้วิธีการจำค่าโกรงหน้าแทนใบหน้าทั้งหมด และค่าโกรงหน้าก็ประกอบด้วยลักษณะของใบหน้า ลักษณะของตา คิ้ว จมูกและปากดังตัวอย่างแสดงในภาพที่ 1



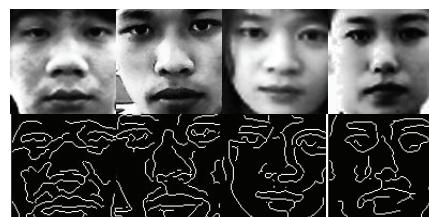
ภาพที่ 1 ตัวอย่างลักษณะของเค้าโครงหน้าที่เสนอในการวิจัยนี้

จะเห็นว่าในภาพของเค้าโครงหน้านั้นได้มีการตัดรายละเอียดของใบหน้าที่ไม่จำเป็นออกไปเหลือไว้แต่โครงของอวัยวะที่สำคัญในใบหน้า

## 2.2 การตัดขอบภาพแบบ Canny (Canny Edge)

## Detection)

ขั้นตอนการหาขอบภาพโดยวิธีของ Canny ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน เริ่มต้นจากการปรับภาพให้เรียบ (Smoothing) ด้วยตัวกรองเกาเซียน เพื่อกำจัดสัญญาณรบกวน หลังจากนั้นหาอนุพันธ์อันดับหนึ่ง คำนวณค่าขนาดและทิศทางของเกรเดียนท์ นำค่าที่ได้มาคำนวณค่าของ Non-Maxima Suppression กับค่าขนาดของเกรเดียนท์เพื่อทำให้ได้ขอบที่บางลงและในขั้นตอนสุดท้ายใช้การกำหนดค่าจุดอ้างอิงสองระดับ (Double Thresholding) เพื่อระบุค่าของพิกเซลที่เป็นขอบและช่วยเข้มต่อขอบ ดังตัวอย่างภาพที่ 2

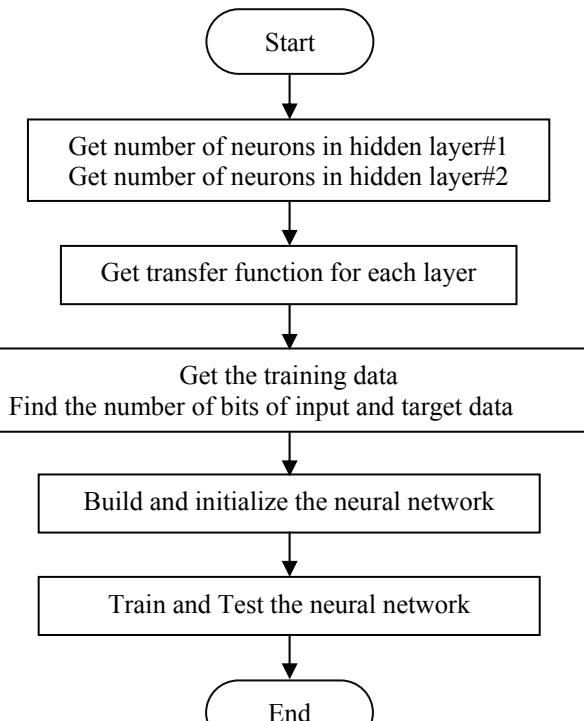


ภาพที่ 2 ภาพที่ได้จากการหาขอบด้วยวิธีของ Canny



### 2.3 การพัฒนาระบบข่ายสมอง

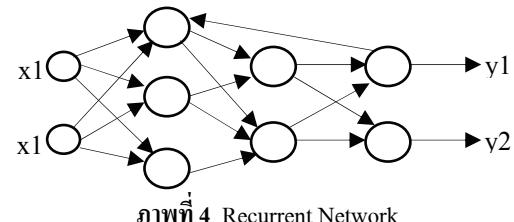
สำหรับข่ายสมองที่จะใช้งานในงานวิจัยนี้เป็นข่ายสมองแบบหลายชั้น (Multi-layer neural networks) โดยแต่ละชั้นสามารถกำหนดชนิดของฟังก์ชันกระตุ้น (Activation Function) หรือฟังก์ชันถ่ายทอด (Transfer Function) ที่ต้องการใช้งานได้โดยอาจจะเป็นแบบ Hard-Limit Transfer Function, Linear Transfer Function หรือ Log-Sigmoid Transfer Function ก็ได้ แล้วแต่ความเหมาะสม ในด้านจำนวนของนิวรอนในแต่ละชั้นนั้นสำหรับชั้นอินพุต (Input Layer) นั้นจำนวนนิวรอนจะขึ้นอยู่กับจำนวนบิตของข้อมูลอินพุต โดยจะต้องมีจำนวนเท่ากันเสมอ สำหรับชั้นเอาท์พุต (Output Layer) ก็เช่นกัน จำนวนนิวรอนที่ใช้ก็จะต้องเท่ากับจำนวนบิตของข้อมูลเอาท์พุตเสมอ ส่วนจำนวนชั้นช่อง (Hidden Layers) นั้นได้กำหนดไว้ให้มี 2 ชั้น โดยจำนวนนิวรอนในแต่ละชั้นสามารถกำหนดได้ตามความต้องการ ทั้งนี้เพื่อประโยชน์ในการตรวจสอบประสิทธิภาพในการทำงานของข่ายสมองในขนาดต่างๆ กัน ได้อย่างสะดวก ในการที่จะสร้างข่ายสมองให้มีขนาดพอดีกับที่จะใช้งานกับข้อมูลฝึกสอน (Training Data) ได้นั้นก็จะต้องได้รับข้อมูลฝึกสอนซึ่งประกอบด้วยข้อมูลอินพุต และข้อมูลเอาท์พุตหรือtar์เก็ต (Target) เสียก่อนแล้วจึงนำไปตรวจสอบหาจำนวนบิตของข้อมูลทั้งสองเพื่อนำไปสร้างข่ายสมองให้มีจำนวนนิวรอนอินพุตและนิวรอนเอาท์พุตในจำนวนที่พอดี เมื่อได้รับข้อมูลที่จำเป็นในการสร้างข่ายสมองครบแล้วจึงทำการสร้างและกำหนดค่าเริ่มต้นให้ก่อนข่ายสมอง เสร็จแล้วจึงนำข้อมูลฝึกสอนมาใช้งานในการฝึกสอนข่ายสมอง จนกว่าจะได้ออกตามที่ต้องการแล้วจึงรอรับภารมาทำการทดสอบความจำของข่ายสมองนั้นและรายงานผล ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม สำหรับสร้างข่ายสมองประกอบด้วยการทำงานต่างๆ ดังแสดงในภาพที่ 3



ภาพที่ 3 ผังงานแสดงการทำงานของโปรแกรมสร้างและทดสอบข่ายสมอง

### 2.4 ข่ายประสาทเทียมแบบแพร่กลับ (Backpropagation Neural Network)

ข่ายประสาทเทียมแบบแพร่กลับ มีการคำนวณส่งค่าน้ำหนักย้อนกลับจากชั้นที่อยู่ด้านหลังมายังชั้นที่อยู่ด้านหน้าอยู่ด้วยและดังตัวอย่างในภาพที่ 4



จากภาพที่ 4 เป็นข่ายสมองแบบ Multi-Layered, Feed Forward และ Supervised Training Neural Network โดยมีขั้นตอนในการเรียนรู้อยู่สามขั้นตอนคือ

2.4.1 การฝึกสอนไปข้างหน้า Input Training Vector แต่ละชุดเข้ามาประมวลผลแบบคำนวณไปข้างหน้าจนถึงค่าเอาท์พุต



2.4.2 การคำนวณหาค่าของความผิดพลาด (Error Calculation) นำค่าเอาท์พุตที่ได้ไปเบริชน์เทิร์นกับ Output Training Vector ที่ป้อนเข้ามาสอนเพื่อหาค่าความผิดพลาด (Error Vector) ออกมาน้ำค่าความผิดพลาดยังมากกว่าค่าที่กำหนดไว้ ทำขั้นตอนที่สามต่อไป แต่ค่าของความผิดพลาดน้อยกว่าค่าที่กำหนดไว้ ให้หยุดการฝึกสอน เนื่องจากข่ายประสาทเทิร์นได้เรียนรู้ข้อมูลนั้นไว้แล้ว

2.4.3 การ propag ค่าความผิดพลาด (Error Backpropagation) นำค่าความผิดพลาดที่คำนวณได้จากในขั้นตอนที่สองนั้นมาใช้ในการคำนวณเพื่อปรับค่าน้ำหนักโดยเริ่มจากชั้นแรกจากนั้นถัดไป คำนวณหาค่าของ Output Training Vector ค่าใหม่ แล้วกลับไปทำตามขั้นตอนที่สองใหม่

## 2.5 Open CV (Open Source Computer Vision) [9]

Open CV หรือ Open Source Computer Vision Library เป็น Library ที่พัฒนาโดยบริษัท Intel โดยใช้ในการประมวลผลภาพและงานทางด้าน Computer Vision ทั่วไป ถูกพัฒนาขึ้นด้วยภาษา C และ C++ ซึ่งสามารถทำงานได้ทั้งบน Linux, Mac OSX และ Windows และนอกจากนั้นยังมี interface สำหรับเชื่อมต่อกับภาษาหรือเครื่องมืออื่นๆ ด้วย อาทิ เช่น Python, Ruby, Matlab เป็นต้น นอกจากนั้นแล้ว Library ยังถูกเขียนและมีการ Optimize scheme ซึ่งทำให้ Library ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ อีกทั้งยังรองรับและสนับสนุนการทำงานแบบ Multi-core processors โดยชุดเด่นอีกอย่างหนึ่งของ Open CV คือ เป็น Library ที่สร้างขึ้นเพื่อให้ผู้ใช้หรือนักพัฒนาสามารถใช้ฟังก์ชันใน Library ซึ่งมีมากกว่า 500 ฟังก์ชัน ในการพัฒนาชิ้นงานที่มีความซับซ้อนได้

## 2.6 Emgu CV [10]

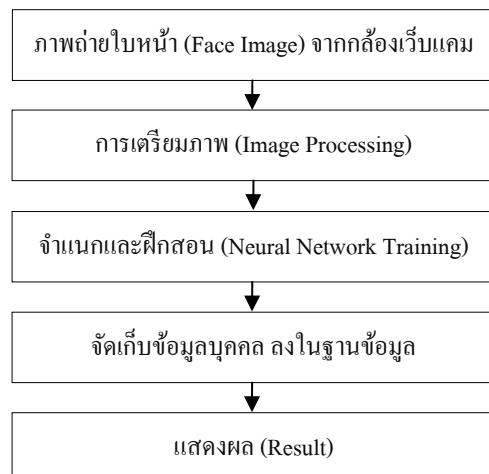
Emgu CV เป็นตัวชี้มุ่งภาษา (Wrapper) ที่พัฒนาขึ้นมาเพื่อใช้ในการประมวลผลภาพและงานทาง Computer Vision เป็นภาษาคอมพิวเตอร์ที่สามารถใช้ได้ในหลายแพลตฟอร์ม สามารถแปลงชุดคำสั่งไปกลับระหว่าง Library ของ .NET กับ Open CV นอกจากนั้นยังสามารถทำให้ฟังก์ชันของ Open CV รองรับภาษาของ .NET เช่น C#, VB.NET, VC++, IronPython และสามารถทำงานบนระบบปฏิบัติการ

Windows, Linux, Mac OS X, iPhone, iPad และอุปกรณ์ Android ซึ่งสามารถใช้ร่วมกับการพัฒนาได้

## 3. วิธีการดำเนินการวิจัย

### 3.1 โครงสร้างโดยรวมของระบบ

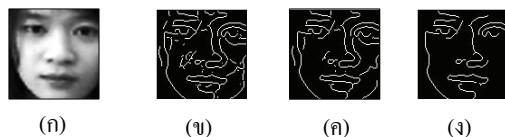
ในการสร้างระบบงานนี้ได้ใช้โปรแกรมภาษา C# ในการเขียนโปรแกรม และจัดเก็บข้อมูลบุคคลในฐานข้อมูลของระบบ รวมไปถึงได้นำเอา Library Emgu CV มาช่วยในการพัฒนาโปรแกรมในส่วนของการจับภาพใบหน้าบุคคลและใช้งานผ่านกล้องเว็บแคม ซึ่งสามารถทำการจับภาพมาทำการวิเคราะห์และระบุใบหน้าของบุคคลในขณะนั้น โดยมีขั้นตอนการทำงานดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 ขั้นตอนการทำงานของการพัฒนาระบบที่สามารถรู้จักใบหน้าบุคคล

### 3.2 การประมวลผลภาพ (Image Processing)

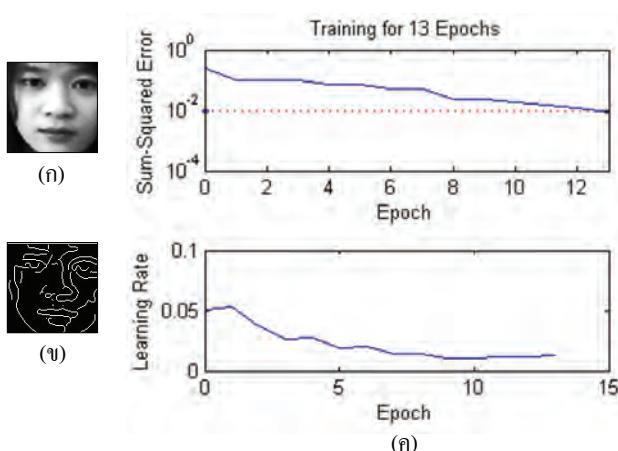
ในขั้นตอนการเต็มภาพผู้วิจัยได้เลือกใช้วิธีการหาขอบภาพด้วยวิธีของ Canny เพราะได้เส้นขอบที่ต่อเนื่องมากกว่าการตัดขอบด้วยวิธีอื่นๆ และในการตัดขอบได้กำหนดค่าความละเอียดที่ 0.2 เพราะเป็นค่าความละเอียดที่เหมาะสมสำหรับงานวิจัยนี้ ความละเอียดของเส้นขอบที่ตัดแล้วไม่มากและน้อยจนเกินไป ไม่มีผลต่อการนำไปประมวลผลและเวลา ในการระบุรูปใบหน้าของบุคคล ดังตัวอย่างในภาพที่ 6



ภาพที่ 6 วิธีการหาขอบภาพด้วยวิธีของ Canny (ก) ภาพใบหน้า ด้านแบบ (ข) ค่าความละเอียด 0.1 (ค) ค่าความละเอียด 0.2 (ง) ค่าความละเอียด 0.3

### 3.3 การฝึกสอน (Training)

ในการฝึกสอนนี้ เป็นการฝึกสอนด้วยวิธีแบบแพร์กลับ (Backpropagation) และบันทึกน้ำหนักที่ได้จากการฝึกสอนไว้ โดยจำนวนโหนดที่ใช้ คือ 10, 20 และ 40 ตามลำดับของ การฝึกสอนในแต่ละครั้ง ดังภาพที่ 7



ภาพที่ 7 การฝึกสอนการจดจำใบหน้า

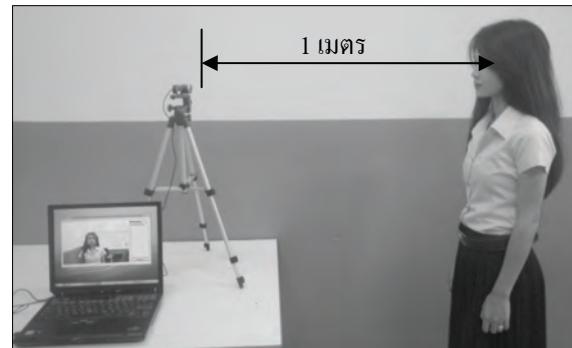
- (ก) ภาพใบหน้าที่รับเข้า
- (ข) ภาพที่ตัดขอบแล้วด้วยวิธี Canny
- (ค) 그래ฟแสดงค่า Learning Rate และ Sum-Squared Error

จากภาพที่ 7 (ค) 그래ฟแสดงผลการฝึกสอน ให้ข่ายสมองจำ ข้อมูลภาพใบหน้าที่ส่งเป็นอินพุตเข้าไปสอน โดยใช้ การสอนจำนวน 13 รอบ เมื่อค่า Sum-Squared Error เข้าใกล้ค่า 0.01 (10 ยกกำลัง -2) ที่ตั้งไว้จึงทำการหยุดการสอน

### 3.4 การทดลองการทำงานของระบบ

ในการทดลองและทดสอบโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นมา ได้ใช้กล้องเว็บแคมที่มีความสามารถทำการประมวลผลส่วน

ภาพ ได้แบบอัตโนมัติซึ่งมีระยะสูงสุดถึง 1 เมตร จึงทำให้ไม่ เป็นปัญหาเมื่อใบหน้าบุคคลนั้น อยู่ตำแหน่งด้านหน้าของกล้อง เว็บแคม แล้วต้องหาระยะที่ภาพชัดที่สุดเองเพื่อให้โปรแกรม นำไปประมวลผล ดังภาพที่ 8



ภาพที่ 8 การทดสอบการทำงานของโปรแกรมสำหรับจับภาพ ใบหน้า

ในการวางแผนของกล้องเว็บแคม สำหรับการจับภาพ ใบหน้า ต้องเป็นตำแหน่งที่ไม่ขอนแสงหรือมีแสงสว่างมาก เกินไปของจากด้านหลัง เพราะจะมีผลกับความสว่างของภาพ ใบหน้าที่จับภาพไว้ได้ สำหรับการนำไปใช้เป็นข้อมูลในการ จดจำหรือตรวจสอบต่อไป

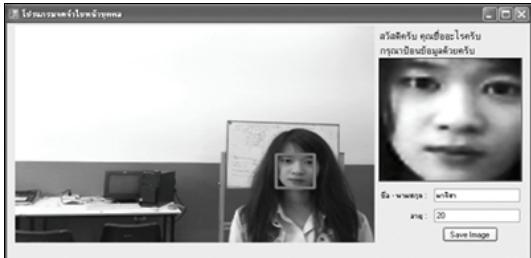


ภาพที่ 9 หน้าต่างการทำงานของโปรแกรมหลัก

จากภาพที่ 9 เมื่อบุคคลที่ถูกดึงเว็บแคมจับภาพได้แล้ว และ ในฐานข้อมูลไม่พบข้อมูลในหน้าบุคคลนั้น จะมีปุ่มที่หน้าจอ หลักชื่อปุ่ม “เพิ่มข้อมูลบุคคล” สามารถทำการเพิ่มข้อมูลภาพ ใบหน้าบุคคลเข้าไปยังระบบฐานข้อมูลได้ ดังภาพที่ 10 และ ภาพที่ 11

จากภาพที่ 10 และภาพที่ 11 ในการจับภาพ (Capture) เพื่อ ใช้เป็นข้อมูลในการจดจำ ได้มีการกำหนดไว้ในการเขียน

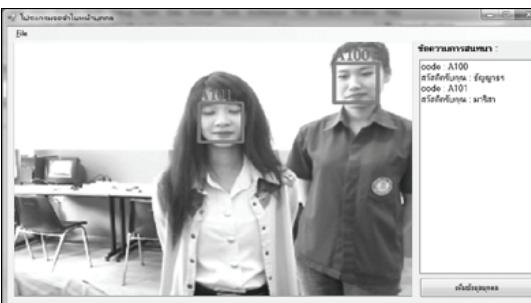
โปรแกรม ให้มีการจับภาพแบบอัตโนมัติ เมื่อกล้องเว็บแคม ได้ภาพที่อยู่ในระยะไฟกัส ซึ่งเป็นภาพที่มีความชัดมากที่สุดจะทำการจับภาพและใช้เป็นข้อมูลในหน้าของบุคคลนั้น ได้ทันที



ภาพที่ 10 หน้าต่างโปรแกรมในส่วนเพิ่มข้อมูลในหน้าบุคคลที่ 1



ภาพที่ 11 หน้าต่าง โปรแกรมในส่วนเพิ่มข้อมูลในหน้าบุคคลที่ 2



ภาพที่ 12 ทดสอบการจดจำใบหน้าและสนทนา

จากภาพที่ 12 เมื่อทำการนำภาพใบหน้าทำการจดจำและบันทึกลงฐานข้อมูลเรียบร้อยแล้ว ทำการทดสอบให้ระบบตรวจสอบอีกครั้ง ระบบสามารถระบุชื่อของบุคคลทั้ง 2 ได้อย่างถูกต้อง และแสดงข้อความทักทาย

code : A100

สวัสดีครับคุณ : ขัญญาธร

code : A101

สวัสดีครับคุณ : นาริสา

ในบางจังหวะหากมีการเอียงหน้าหรืออยู่ในมุมที่ไม่ได้นำภาพนั้นเข้าสู่กระบวนการสอนก็จะไม่แสดงข้อมูลภาพใบหน้าของบุคคลนั้น ได้ หรือแม้กระทั่งภาพใบหน้าบุคคลที่มีการบันทึกข้อมูลอยู่ในฐานข้อมูลแล้วก็ตาม

#### 4. ผลการดำเนินงาน

ในการสอนรอบแรกๆ จะใช้จำนวนรอบในการฝึกสอนมากสามารถระบุในหน้าบุคคลได้เพียงรูปที่ได้ทำการฝึกสอน จำนวนรูปที่ยังไม่ได้รับการฝึกสอน นั้นไม่สามารถระบุชื่อบุคคลได้ เมื่อเพิ่มจำนวนโหนดมากขึ้นจะทำให้จำนวนรอบ (Epoch) ในการเรียนรู้ของแต่ละใบหน้าเพิ่มมากขึ้นด้วย เมื่อนำภาพใบหน้าเดิมเข้าฝึกสอนอีก จะทำให้สามารถตอบได้แม่นยำมากขึ้น เมื่อทำการฝึกสอนหลายๆ ครั้งกับใบหน้าบุคคลเดิม ทำให้จำนวนรอบการเรียนรู้ (Epoch) ของแต่ละใบหน้าค่อยๆ ลดลงจนเป็นศูนย์ เมื่อนำใบหน้าที่ถูกฝึกสอนเข้าไปคำนึงสามารถตอบได้ถูกต้อง 100%

ตารางที่ 1 ผลการฝึกสอนรูปขนาด 100\*100 pixel จำนวนโหนดเท่ากับ 10 โหนด

ลำดับ	รูป	จำนวนครั้งที่ฝึกสอน (Epoch)	อัตราการเรียนรู้ (Learning rate)	ชื่อที่ตอบ
1	A100	7	0.00185297	ขัญญาธร
2	A101	13	0.00350358	นาริสา
3	A100	8	0.0328323	ขัญญาธร
4	A101	6	0.0446699	นาริสา
5	A100	5	0.0425427	ขัญญาธร
7	A101	7	0.0208459	นาริสา
8	A100	4	0.0405169	ขัญญาธร
10	A101	8	0.0064854	นาริสา

จากผลการทดลองตารางที่ 1 ถ้ามีการให้  $a \neq t$  ให้กลับไปคำนวณปรับค่าน้ำหนักและค่า Threshold ในทิศทางที่จะปรับให้  $a \rightarrow t$  โดยมีการใช้ค่า Learning Rate ประกอบในการปรับค่าน้ำหนักแต่ละครั้งด้วย ตามสมการโดย  $t = \text{target}$  และ  $\infty = \text{Learning}$  ดังสมการที่ 1 ภาพที่ได้ค่าใกล้ 0.05 จะใช้จำนวนครั้งในการฝึกสอน (Epoch) น้อยกว่า ภาพใบหน้าอื่น ๆ ที่ค่า Learning rate น้อยกว่า 0.05

$$W_i(\text{new}) = W_i(\text{old}) + (\infty \cdot t \cdot x_i) \quad (1)$$

จากผลการทดสอบภาพที่ ค่า Learning rate ใกล้ค่า 0.05 มากที่สุด มีความถูกต้องในการระบุชื่อบุคคลจากภาพใบหน้าที่กล้องเว็บแคมจับภาพได้มากกว่าภาพบุคคลอื่น และถ้าจำนวน



รอบที่ทำการสอนมากเกินไปจึงทำการสั่งให้หยุดที่ 100 รอบ เป็นต้น โดยโอกาสที่จะเกิด Error หรือ Sum-Squared Error ได้จากการนำค่า target มาลบกับเอาท์พุต หลังจากนั้นนำ squared error ป้อนกลับมาคำนวณปรับค่า weights และ bias ต่าง ๆ เพื่อทำให้สามารถจดจำได้ดีขึ้นกว่ารอบที่ผ่านมาและทำแบบนี้ไปเรื่อย ๆ จนกว่า squared error จะใกล้เคียง 0.01 ที่ตั้งไว้

- [8] L. Sirovich, M. Meytlis, Symmetry, Probability, and Recognition in Face Space, PNAS - Proceedings of the National Academy of Sciences, Vol. 106, No. 17, 28 April 2009, pp. 6895-6899.
- [9] Open CV, “OpenCV C interface”, <http://opencv.willowgarage.com>
- [10] Emgu CV, “C# Image Processing”, [http://www.emgu.com/wiki/index.php/Main\\_page](http://www.emgu.com/wiki/index.php/Main_page)

## 5. บทสรุป

จากการทดลองจำนวนครั้งที่ฝึกสอนและจำนวนรูปทั้งหมด 168 รูป สรุปได้ว่าผลของการฝึกสอนแต่ละรอบของภาพใบหน้า ในอัตราการเรียนรู้ที่เข้าใกล้ 0.05 เมื่อใบหน้าบุคคลนั้นมาทำการทดสอบสามารถตอบชื่อบุคคลได้แม่นยำ และมากกว่าระบบจะจำใบหน้าได้ดีขึ้นต้องฝึกสอนจนกว่าจำนวนรอบการเรียนรู้ (Epoch) เข้าใกล้หรือเท่ากับศูนย์ ในการทดสอบ เมื่อเพิ่มขนาดของรูปแต่ใช้จำนวนของโหนดที่น้อยจะทำให้ต้องฝึกสอนหลายครั้งจนกว่าจะเริ่มจำได้ ดังนั้นการเลือกขนาดของภาพจะต้องเลือกจำนวนของโหนดให้เหมาะสมด้วยเช่นกัน โดยผู้พัฒนาจะนำข้อมูลพลาดจากผลของการทดลองที่ได้ไปปรับปรุงแก้ไข เพื่อให้ระบบมีความแม่นยำในการจำด้วยหน้าที่งี้ต่อไป

## 6. เอกสารอ้างอิง

- [1] R.Brunelli, D.Falavigna, “Person Identification Using Multiple Cues”, IEEE Trans Pattern Recognition, vol.17, 1995.
- [2] X.Jia and M.S.Nixon, “Extending the Feature Vector for Automatic Face Recognition”, IEEE Trans Pattern Recognition, vol. 17, 1995.
- [3] I.Wiskott, J.M.Fellous and N.Kroger, “Face Recognition by Elastic Bunch Graph Matching”, IEEE International Conference on Image Processing, Santa Barbara, Ca., U.S.A., Oct 26-29, 1997.
- [4] I.J.Cox, J.Ghosh and P.N.Yanilos, “Feature-Based Face Recognition using Mixture-Distance”, IEEE International Symposium on Computer Vision, Coral Gables, Fl., U.S.A., May 1995.
- [5] M.A.Grudin, “A Compact Multi-Level Model for the Recognition of Facial Images”, PhD thesis, Liverpool John Moores University, Liverpool, UK., 1998.
- [6] L.-F. Chen, H.-Y.M. Liao, J.-C. Lin, C.-C. Han, Why Recognition in a Statistics-based Face Recognition System Should be based on the Pure Face Portion: a Probabilistic Decision-based Proof, Pattern Recognition, Vol.34, No.5, 2001, pp. 1393-1403.
- [7] G. Shakhnarovich, B. Moghaddam, Face Recognition in Subspaces, Handbook of Face Recognition, Eds. Stan Z. Li and Anil K. Jain, Springer-Verlag, December 2004.



การศึกษาความต้องการของบุคลากรในการใช้  
ระบบ School Information System Advance(SISA)  
ของวิทยาลัยเทคโนโลยีวิบูลย์บริหารธุรกิจ รามอินทรา

**A study of the personnel need for School Information System Advance (SISA)  
system in Viboon Ram-Indra Business Administration Technology College**

เบญจวรรณ นุลศรี<sup>1</sup> ชัยวิชิต เชียรชนะ<sup>2</sup>

ภาควิชาบริหารเทคโนโลยีศึกษา คณะวิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

*bee\_pepsi@hotmail.com, chaiwichitc@kmutnb.ac.th*

### บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความต้องการของบุคลากรวิทยาลัยเทคโนโลยีวิบูลย์บริหารธุรกิจ รามอินทรา ในการใช้ระบบ SISA กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย เป็นบุคลากรของวิทยาลัยเทคโนโลยีวิบูลย์บริหารธุรกิจ รามอินทรา แผนกทะเบียนและวัดผล แผนกพัฒนากิจการนักเรียนและนักศึกษา และแผนกอาจารย์ที่ปรึกษาและอาจารย์ประจำวิชา ได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling) จำนวน 104 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นแบบสอบถาม (Questionnaire) ความต้องการของบุคลากรวิทยาลัยเทคโนโลยีวิบูลย์บริหารธุรกิจ รามอินทรา ในการใช้ระบบ SISA สัดส่วนที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ ค่าเฉลี่ย (Mean) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ผลการวิจัย พบว่า (1) ความต้องการของบุคลากรในการใช้ระบบ SISA ด้านระบบวิชาการและระบบทะเบียนและวัดผล ของแผนกทะเบียนและวัดผล พบว่า รายการที่มีความต้องการสูงสุด คือ การจัดโครงสร้างหลักสูตร รองลงมา คือ การจัดหลักสูตรการเรียนการสอน ล้วนรายการที่มีความต้องการต่ำสุด คือ การยกเลิกนักเรียนลงทะเบียนเรียนชั้น (2) ความต้องการของบุคลากรในการใช้ระบบ SISA ด้านระบบงานปกครองของแผนกพัฒนากิจการนักเรียน และนักศึกษา พบว่า รายการที่มีความต้องการสูงสุด คือ การจัดการข้อมูลการรู้คืบคั่ง รองลงมา คือ การจัดการข้อมูลมา ล้วนรายการที่มีความต้องการต่ำสุด คือ ระบบช่วยเหลือนักศึกษา และ (3) ความต้องการของบุคลากรในการใช้ระบบ SISA ด้านระบบอาจารย์ที่ปรึกษาและระบบอาจารย์ประจำวิชา ของแผนกอาจารย์ที่ปรึกษาและอาจารย์ประจำวิชา พบว่า รายการที่มีความต้องการสูงสุด คือ การบันทึกการขาดเรียนของนักเรียน รองลงมา คือ การบันทึกการลาภัยลาป่วยส่วนรายการที่มีความต้องการต่ำสุด คือ การบันทึกการติดตามเพิ่มเติม

### Abstract

The objective of this research was to study personnel need for SISA system in Viboon Ram-Indra Business Administration Technology College(VBAC). In this research, the sample was 104 VBAC personnel from



Registration and Evaluation Department, Student Affairs Department, and Advisor and Instructor Department. This research used purposive sampling. Questionnaire was used as the research instrument. Statistics used for data analysis were Mean and Standard Deviation. The results of this research showed that (1) In terms of personnel need for SISA system in Registration and Evaluation Department, Course Structure Management had the highest score. Followed by, Curriculum and Instruction Management had second highest score. Cancellation for Re-Enrollment had lowest score. (2) In terms of personnel need for SISA system in Student Affairs Department, Data Management on Student Electronic Card had the highest score. Followed by, Data Management on Class Attendance had the second highest score. Students Support had the lowest score. (3) In terms of personnel need for SISA system in Advisor and Instructor Department, Student Absence Record had the highest score. Followed by, Student Sick and Personal Leave had the second highest score. Additional Track Record had the lowest score.

## 1. บทนำ

กระแสโลกาภิวัตน์ที่องค์กรและหน่วยงานต่างๆ สามารถเข้ามาร่วมกันได้ทั่วโลก มหาวิทยาลัยซึ่งเป็นเสมือนมั่นคงของชาติจำเป็นต้องมีการพัฒนาเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อให้สามารถเข้าสู่ยุคโลกาภิวัตน์ได้ซึ่งในอดีตการพัฒนาเทคโนโลยีสารสนเทศมีจำกัดอยู่ในวงการการศึกษาในมหาวิทยาลัยที่เป็นการสร้างเครือข่ายสารสนเทศเพื่อการเข้ามายึดหัวใจของมหาวิทยาลัยเพื่อการวิจัยและแลกเปลี่ยนข้อมูล ต่อมาในปี 2538 รัฐบาลจึงได้กำหนดการพัฒนาเทคโนโลยีสารสนเทศเป็นยุทธศาสตร์ของชาติเพื่อให้ทันต่อกระแสโลกาภิวัตน์ของสากล เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร หรือไอซีที จึงมีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งเป็นกลาง ในการเปลี่ยนแปลงวิถีชีวิตและการทำงาน สถานศึกษาไม่สามารถหลีกเลี่ยงการนำเทคโนโลยีมาใช้ในการเรียนการสอนและยังต้องระหองระวังนำเทคโนโลยีมาใช้อย่างไรจึงจะส่งเสริมการเรียนรู้ และช่วยผู้เรียนให้ใช้ชีวิตได้อย่างมีประสิทธิผลในสังคมโลกที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว [1]

ระบบสารสนเทศจึงเป็นรากฐานที่สำคัญของกระบวนการทางด้านต่างๆ ขององค์กร เพิ่มขีดความสามารถ และประสิทธิภาพขององค์กร เนื่องจากปัจจุบันมหาวิทยาลัย และสถานศึกษาทั้งภาครัฐ และภาคเอกชนได้มีการพัฒนาระบบทекโนโลยีสารสนเทศ ทั้งในด้านการจัดเก็บข้อมูล การประมวลผลข้อมูลต่างๆ การแลกเปลี่ยนข้อมูลและสารสนเทศ

การวางแผนการพัฒนาการศึกษา การบริหารการศึกษา และการจัดการศึกษาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของความถูกต้องของข้อมูล ความสะดวกรวดเร็วของรับกับการขยายตัวของระบบการศึกษา ที่มีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้น [2]

จากประดิษฐ์ระบบสารสนเทศดังกล่าว ลดคลื่องกับพระราชบัญญัติทางการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542 ที่สนับสนุนให้เทคโนโลยีสารสนเทศเข้ามามีบทบาทสำคัญทางด้านการศึกษา และได้มีการส่งเสริมให้ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ พร้อมทั้งกำหนดให้มีการพัฒนา หรือนำระบบสารสนเทศมาใช้เพื่อการบริหารจัดการและตัดสินใจที่จะสามารถตอบรับนโยบายและการวางแผนของสถานศึกษาอีกด้วย มหาวิทยาลัย หรือสถานศึกษาจึงมีการดำเนินการสร้างระบบเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียน นักศึกษา ได้มีการเรียนรู้และใช้งานระบบเทคโนโลยีสารสนเทศเพิ่มมากขึ้น เป็นช่องทางในการอำนวยความสะดวกและเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับมหาวิทยาลัย และสถานศึกษาที่มีต่อนักเรียน นักศึกษา รวมไปถึงบุคลากรภายในมหาวิทยาลัย และสถานศึกษา [3]

ปัจจุบันทางวิทยาลัยเทคโนโลยีวิจัยบริหารธุรกิจ รามอินทรา ได้นำเทคโนโลยีสารสนเทศระบบบริหารสถานศึกษา SISA มาใช้ในการบริหารงานทางด้านการศึกษา แต่ปัจจุบันพบว่าการบันทึกข้อมูลนักเรียนนักศึกษาบังหาดข้อมูลที่เป็นปัจจุบัน จากปัญหาความไม่เป็นปัจจุบันของข้อมูลที่อยู่ในระบบ SISA ซึ่งอาจมีปัญหาหากหลายด้าน โดยที่ปัญหาสำคัญประการแรกที่มิอาจหลีกเลี่ยงได้ กือ บุคลากร ที่มีส่วน



สำคัญต่อการบันทึกข้อมูล ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความจำเป็นต้องศึกษาความต้องการของบุคลากรในการใช้ระบบ SISA เพื่อเข้าสู่การพัฒนาบุคลากรในการใช้ระบบ SISA ได้อย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

## 2. วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาความต้องการของบุคลากรวิทยาลัยเทคโนโลยีวิศวกรรมชลธร รามอินทรา ในการใช้ระบบ SISA

## 3. วิธีการวิจัย

### 3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ บุคลากรของวิทยาลัยเทคโนโลยีวิศวกรรมชลธร รามอินทรา แผนกทะเบียนและวัดผล แผนกพัฒนาการนักเรียนและนักศึกษา และแผนกอาจารย์ที่ปรึกษาและอาจารย์ประจำวิชา รวมทั้งสิ้น 132 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยโดยการเลือกแบบเจาะจง (purposive sampling) ซึ่งเป็นผู้ที่ใช้ระบบ SISA โดยตรง ได้แก่ บุคลากรของวิทยาลัยเทคโนโลยีวิศวกรรมชลธร รามอินทรา แผนกทะเบียนและวัดผล 5 คน แผนกพัฒนาการนักเรียนและนักศึกษา 7 คน และแผนกอาจารย์ที่ปรึกษาและอาจารย์ประจำวิชา 92 คน รวมทั้งหมด 104 คน

### 3.2 ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

ได้แก่ ความต้องการของบุคลากรในการใช้ระบบวิชาการ ระบบทะเบียนและวัดผล ระบบงานปกของ ระบบอาจารย์ที่ปรึกษา ระบบอาจารย์ประจำวิชา

### 3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.3.1 ลักษณะของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ เป็นแบบสอบถาม ลักษณะแบบสอบถาม ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ตอน ได้แก่

ตอนที่ 1 เป็นแบบสอบถามข้อมูลพื้นฐานของผู้ตอบแบบสอบถาม ลักษณะแบบสอบถามเป็นแบบตรวจสอบรายการ (Check – List) โดยมีจำนวน 3 ข้อ

ตอนที่ 2 เป็นแบบสอบถามความต้องการของบุคลากรในการใช้ระบบ SISA จำนวนรวมทั้งหมด 36 ข้อ โดยแบ่งออกเป็นดังนี้ แผนกทะเบียนและวัดผล จำนวน 21 ข้อ แผนก

พัฒนาการนักเรียนและนักศึกษา จำนวน 8 ข้อ และแผนกอาจารย์ที่ปรึกษาและอาจารย์ประจำวิชา จำนวน 7 ข้อ ลักษณะคำ답 เป็นแบบ (Rating Scale)

## 4. ผลการวิจัย

### 4.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับสถานภาพของผู้ตอบแบบสอบถาม

#### 4.1.1 สถานภาพทั่วไป

ตารางที่ 1 จำนวนและร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถาม จำแนกตามเพศ

แผนก	เพศ	จำนวน	ร้อยละ
ทะเบียนและวัดผล	ชาย	2	40.0
	หญิง	3	60.0
รวม		5	100
พัฒนาการนักเรียนและนักศึกษา	ชาย	6	85.7
	หญิง	1	14.3
รวม		7	100
อาจารย์ที่ปรึกษาและอาจารย์ประจำวิชา	ชาย	41	44.6
	หญิง	51	55.4
รวม		92	100

จากตารางที่ 1 พนวจ กลุ่มผู้ตอบแบบสอบถามแผนกทะเบียนและวัดผลส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง คิดเป็นร้อยละ 60.0 และเพศชายมีเพียงร้อยละ 40.0 แผนกพัฒนาการนักเรียนและนักศึกษาส่วนใหญ่เป็นเพศชาย คิดเป็นร้อยละ 85.0 และเพศหญิงมีเพียง 14.3 แผนกอาจารย์ที่ปรึกษาและอาจารย์ประจำวิชา ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง คิดเป็นร้อยละ 55.4 และเพศชายมีเพียงร้อยละ 44.6

4.1.2 สถานภาพส่วนบุคคลของผู้ตอบแบบสอบถามในด้านระดับการศึกษา จากตารางที่ 2 พนวจ กลุ่มผู้ตอบแบบสอบถามแผนกทะเบียนและวัดผลส่วนใหญ่จบการศึกษาระดับปริญญาโท คิดเป็นร้อยละ 60.0 และจบการศึกษาระดับปริญญาโท คิดเป็นร้อยละ 40.0 แผนกพัฒนาการนักเรียนและนักศึกษาส่วนใหญ่จบการศึกษาระดับปริญญาตรี คิดเป็นร้อยละ 100.0 แผนกอาจารย์ที่ปรึกษาและอาจารย์ประจำวิชา ส่วนใหญ่จบการศึกษาระดับปริญญาตรี คิดเป็นร้อยละ 88.0 จบการศึกษาระดับปริญญาโท ร้อยละ 12.0



ตารางที่ 2 จำนวนและร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถาม จำแนกตาม

## ระดับการศึกษา

แผนก	ระดับการศึกษา	จำนวน	ร้อยละ
ทั่วไปยุนและวัสดุ	ต่ำกว่าปริญญาตรี	0	00.0
	ปริญญาตรี	3	60.0
	ปริญญาโท	2	40.0
	ปริญญาเอก	0	00.0
รวม		5	100
พัฒนาการนักเรียนและนักศึกษา	ต่ำกว่าปริญญาตรี	0	00.0
	ปริญญาตรี	7	100.0
	ปริญญาโท	0	00.0
	ปริญญาเอก	0	00.0
รวม		7	100
อาจารย์ที่ปรึกษาและอาจารย์ประจำวิชา	ต่ำกว่าปริญญาตรี	0	00.0
	ปริญญาตรี	81	88.0
	ปริญญาโท	11	12.0
	ปริญญาเอก	0	00.0
รวม		92	100

4.1.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับความต้องการ และการจัดเรียงลำดับความสำคัญของความต้องการของบุคลากร แผนกทั่วไปยุนและวัสดุ จากตารางที่ 3 แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลความต้องการของบุคลากรในการใช้ระบบ SISA แผนกทั่วไปยุนและวัสดุ พบว่า กลุ่มตัวอย่างมีความต้องการทุกรายการ โดยจัดเรียงลำดับความสำคัญของความต้องการอยู่ระหว่างค่าเฉลี่ย 2.20 ถึง 4.80 ลำดับความสำคัญของความต้องการสูงสุด คือ จัดโครงสร้างหลักสูตร ( $\bar{X} = 4.80$ ,  $S.D. = 0.447$ ) รองลงมา คือ จัดหลักสูตรการเรียนการสอน ( $\bar{X} = 4.60$ ,  $S.D. = 0.548$ ) ตามลำดับ ส่วนรายการที่มีลำดับความสำคัญของความต้องการต่ำสุด คือ ยกเลิกนักเรียนลงทะเบียนเรียนฟรี ( $\bar{X} = 2.20$ ,  $S.D. = 0.837$ )

4.1.4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับความต้องการและ การจัดเรียงลำดับความสำคัญของความต้องการของบุคลากร แผนกพัฒนาการนักเรียนและนักศึกษา

ตารางที่ 3 ความต้องการใช้ระบบ SISA ของบุคลากรวิทยาลัยวิญญาลัย

## บริหารธุรกิจ รวมอินทรา แผนกพัฒนาการนักเรียนและนักศึกษา

รายการ	$\bar{X}$	S.D.	ลำดับ
1.จัดโครงสร้างหลักสูตร	4.80	.447	1
2.จัดกิจกรรมการเรียนการสอน	4.00	.707	4
3.จัดหลักสูตรการเรียนการสอน	4.60	.548	2
4.จัดหลักสูตรวิเคราะห์และตารางเรียน	3.80	.447	5
5.จัดตารางสอน – ตารางสอน	2.60	.548	9
6.อื่นขั้นผลการเรียน	2.40	.548	10
7.เที่ยง – โภนการเรียน	2.60	.548	9
8.การออกแบบรายงานต่างๆ ของฝ่ายวิชาการ	2.40	1.517	10
9.อนุมัติออกทัศน์	3.00	.707	7
10.ค้นหาตรวจสอบ แก้ไขข้อมูลประวัตินักเรียน	3.60	.548	6
11.บันทึก – ยกเลิกสภาพพักศึกษาฯการติดต่อ ล่าออก พักการเรียน	4.20	.837	3
12.รับโอนรายวิชา สาขาวิชา หรือสื่อสุนทรีย์หลักสูตร	4.00	.707	4
13.จัดการข้าวสาขาวิชา หรือรอบเที่ยวเรียน	2.80	.837	8
14.จัดการข้อมูล การจัดห้องสอน	4.20	.447	3
15.จัดนักเรียนลงทะเบียนเรียนปกติ	2.40	.548	10
16.จัดนักเรียนลงทะเบียนสมหนែង	2.80	.447	8
17.จัดนักเรียนลงทะเบียนเรียนฟรี	3.80	.447	5
18.ยกเลิกนักเรียนลงทะเบียนเรียนฟรี	2.20	.837	11
19.บันทึก แก้ไขผลการเรียน รายวิชา	2.40	.548	10
20.การประมวลผลสื้นເກມ	3.60	1.140	6
21.โอนข้อมูลรายวิชา, โอนข้อมูลนักเรียนโอนข้อมูล, ผลการเรียน	3.00	.707	7

ตารางที่ 4 ความต้องการใช้ระบบ SISA ของบุคลากรวิทยาลัยวิญญาลัย

## บริหารธุรกิจ รวมอินทรา แผนกพัฒนาการนักเรียนและนักศึกษา

รายการ	$\bar{X}$	S.D.	ลำดับ
1 จัดการข้อมูลพุทธิกรรม	3.00	.816	4
2 จัดการข้อมูลนักเรียน	3.86	.378	2
3 ระบบช่วยเหลือนักศึกษา	2.00	.577	6
4 ระบบคัดกรองนักศึกษา	2.14	.690	5
5 จัดการข้อมูลการรู้ดับตัว	4.71	.488	1
6 การประมวลผลเวลาเรียนประจำวัน	3.00	.816	4
7 การให้คะแนนนักเรียนความดี	2.14	.900	5
8 พิมพ์จดหมายแจ้งการขาดเรียนถึงผู้ปกครอง	3.29	.756	3



จากตารางที่ 4 แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลความต้องการของบุคลากรในการใช้ระบบ SISA แผนกพัฒนากิจการนักเรียน และนักศึกษา พบว่า กลุ่มตัวอย่างมีความต้องการทุกรายการ โดยจัดเรียงลำดับความสำคัญของความต้องการอยู่รูดหัวว่างค่าเฉลี่ย 2.00 ถึง 4.71 ลำดับความสำคัญของความต้องการสูงสุด คือ จัดการข้อมูลการรูดบัตร ( $\bar{X} = 4.71$ , S.D. = 0.488) รองลงมา คือ จัดการข้อมูลนักเรียน ( $\bar{X} = 3.86$ , S.D. = 0.378) ตามลำดับ ส่วนรายการที่จัดเรียงลำดับความสำคัญของความต้องการต่ำสุด คือ ระบบช่วยเหลือนักศึกษา ( $\bar{X} = 2.00$ , S.D. = 0.577)

4.1.5 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับความต้องการ และการจัดเรียงลำดับความสำคัญของความต้องการของบุคลากร แผนกอาจารย์ที่ปรึกษาและอาจารย์ประจำวิชา

ตารางที่ 5 ความต้องการใช้ระบบ SISA ของบุคลากรวิทยาลัยวิจัยบริหารธุรกิจ รามอินทรา แผนกอาจารย์ที่ปรึกษาและอาจารย์ประจำวิชา

รายการ	$\bar{X}$	S.D.	ลำดับ
1 บันทึกเวลาเข้าเรียนรายคาบเรียนประจำวัน	3.01	.602	5
2 บันทึกการลาภิ ลาป่วย	3.59	1.039	2
3 บันทึกการขาดเรียนของนักเรียน	4.30	1.155	1
4 บันทึกการติดตามเพิ่มเติม	2.78	.810	7
5 ແນ່ງໝ່ອງຮາຍະເອີຍຄະແນນ ແລະ ຈຳນວນຄັ້ງທີ່ຕ້ອງເກີນ	2.82	1.079	6
6 บันทึกຄະແນນເກີນ	3.04	1.240	4
7 การส່ວງເກຣດ	3.20	.699	3

จากตารางที่ 5 แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลความต้องการของบุคลากรในการใช้ระบบ SISA แผนกอาจารย์ที่ปรึกษาและอาจารย์ประจำวิชา พบว่า กลุ่มตัวอย่างมีความต้องการทุกรายการ โดยจัดเรียงลำดับความสำคัญของความต้องการอยู่รูดหัวว่างค่าเฉลี่ย 2.82 ถึง 4.30 ลำดับความสำคัญของความต้องการสูงสุด คือ บันทึกการขาดเรียนของนักเรียน ( $\bar{X} = 4.30$ , S.D. = 1.155) รองลงมา คือ บันทึกการลาภิ ลาป่วย ( $\bar{X} = 3.59$ , S.D. = 1.039) ตามลำดับ ส่วนรายการที่มีลำดับความสำคัญของความต้องการต่ำสุด คือ บันทึกการติดตามเพิ่มเติม ( $\bar{X} = 2.82$ , S.D. = 0.810)

## 5. สรุปผล

5.1 ความต้องการของบุคลากรในการใช้ระบบ SISA ด้านระบบวิชาการและระบบทะเบียนและวัดผล ของแผนกทะเบียนและวัดผล รายการที่มีความต้องการสูงสุด คือ การจัดโครงสร้างหลักสูตร รองลงมา คือ การจัดหลักสูตรการเรียน การสอน ส่วนรายการที่มีความต้องการต่ำสุด คือ การยกเลิกนักเรียนลงทะเบียนเรียนซ้ำ

5.2 ความต้องการของบุคลากรในการใช้ระบบ SISA ด้านระบบงานปักครองของแผนกพัฒนา กิจการนักเรียนและนักศึกษา พบว่า รายการของที่มีความต้องการสูงสุด คือ การจัดการข้อมูลการรูดบัตร รองลงมา คือ การจัดการข้อมูลมา ส่วนรายการที่มีความต้องการต่ำสุด คือ ระบบช่วยเหลือนักศึกษา

5.3 ความต้องการของบุคลากรในการใช้ระบบ SISA ด้านระบบอาจารย์ที่ปรึกษาและระบบอาจารย์ประจำวิชา ของ แผนกอาจารย์ที่ปรึกษาและอาจารย์ประจำวิชา พบว่า รายการที่มีความต้องการสูงสุด คือ การบันทึกการขาดเรียนของนักเรียน รองลงมา คือ การบันทึกการลาภิ ลาป่วย ส่วนรายการที่มีความต้องการต่ำสุด คือ การบันทึกการติดตามเพิ่มเติม

## 6. อภิปรายผล

จากการศึกษาความต้องการของบุคลากรในการใช้ระบบ School Information System Advance (SISA) ของวิทยาลัยเทคโนโลยีวิจัยบริหารธุรกิจ รามอินทรา

6.1 จากการวิจัย พบว่า แผนกทะเบียนและวัดผล ให้ความสำคัญในการต้องการใช้ระบบ School Information System Advance (SISA) ด้านระบบวิชาการและระบบทะเบียน และวัดผล สูงสุด ในด้านการจัดโครงสร้างหลักสูตร ผลจาก การศึกษาแสดงให้เห็นว่าบุคลากรให้ความสำคัญกับการจัดโครงสร้างหลักสูตร เนื่องจากการกำหนดโครงสร้างหลักสูตร สถานศึกษาจะต้องกำหนดโครงสร้างหลักสูตร ซึ่งเป็นการกำหนดเวลาเรียนของแต่ละกลุ่มสาระการเรียนรู้อย่างชัดเจน เพื่อจะได้นำไปสู่การกำหนดเวลาเรียนของแต่ละกลุ่มสาระการเรียนรู้ แต่ละชั้นปี โครงสร้างหลักสูตร สถานศึกษา ประกอบด้วย จำนวนชั่วโมงหรือหน่วยกิตของ



กลุ่มสาระการเรียนรู้พื้นฐานแต่ละชั้นปี จำนวนชั่วโมงหรือ หน่วยกิตของกลุ่มสาระการเรียนรู้เพิ่มเติมแต่ละชั้นปี จำนวนชั่วโมงของกิจกรรมพัฒนาผู้เรียนแต่ละชั้นปี [4]

6.2 จากการวิจัย พบว่าแผนกพัฒนา กิจกรรมนักเรียนและนักศึกษาให้ความสำคัญในการต้องการใช้ระบบ School Information System Advance (SISA) ด้านระบบงานปัจจุบัน สูงสุดในด้านจัดการข้อมูลการรุดบัตรเนื่องจากแผนกพัฒนา กิจกรรมนักเรียนและนักศึกษามีขอบข่ายการดำเนินงาน ครอบคลุมกิจกรรมต่าง ๆ ของสถานศึกษาอย่างกว้างขวางและ การจัดการข้อมูลการรุดบัตรของนักเรียนนักศึกษาส่งผลถึงการ สรุปยอดนักเรียนประจำวันซึ่งอยู่ในด้านการจัดทำทะเบียน ประวัติของนักเรียนนักศึกษา ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัย [5]

6.3 จากการวิจัย พบว่าแผนกอาจารย์ที่ปรึกษาและ อาจารย์ประจำวิชาให้ความสำคัญในการต้องการใช้ระบบ School Information System Advance (SISA) ด้านระบบ อาจารย์ที่ปรึกษาและระบบอาจารย์ประจำวิชาสูงสุดในด้าน บันทึกการขาดเรียนของนักเรียน เนื่องจากการบันทึกการขาด เรียนส่งผลถึงการให้ชั่วโมงการเรียนของนักเรียนและนักศึกษา นักเรียนและนักศึกษาต้องเข้าเรียนทุกชั่วโมงการสอนหากป่วย หรือมีธุระจำเป็นขาดเรียน ได้แต่ต้อง ไม่เกิน ร้อยละ 20 ของ เวลาเรียนในรายวิชานั้นการขาดเรียนในกรณีที่ป่วยจะต้องยื่น ใบลาต่อแผนกทะเบียนและวัดผลทันทีและมี ใบรับรองแพทย์ ประกอบด้วยหากเวลาเรียนของนักศึกษาไม่ครบร้อยละ 80 ใน รายวิชาใด จะต้องถูกตัดสิทธิ์สอบและต้องเรียนซ้ำในรายวิชา นั้น ซึ่งการใช้ระบบ School Information System Advance (SISA) ของบุคลากรจะต้องมีความถูกต้องและเข้าใจในระบบ บุคลากรจะต้องศึกษาทำความรู้และพัฒนาการใช้ระบบ เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการบันทึกข้อมูล ซึ่งสอดคล้องกับ งานวิจัย [6]

## 7. ข้อเสนอแนะ

ผลการจากการศึกษาวิจัยเรื่องการศึกษาความต้องการของ บุคลากรและพัฒนาบุคลากรในการใช้ระบบ School Information System Advance (SISA) ของวิทยาลัยเทคโนโลยี วิจัยบริหารธุรกิจ รามอินทรา ผู้วิจัยจึงมีข้อเสนอแนะดังนี้

7.1 ผู้บริหารวิทยาลัย นำไปใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการ พัฒนาปรับปรุง วางแผนการพัฒนาบุคลากรในการใช้ระบบ School Information System Advance (SISA) ในด้านต่างๆ เช่น การจัดฝึกอบรมบุคลากรในการใช้ระบบ School Information System Advance (SISA)

## 7. เอกสารอ้างอิง

- [1] บุปชาติ พพิกรน์, การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ในการเรียนการสอน, กรุงเทพฯ , โครงการเทคโนโลยีสารสนเทศตามพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยีอีสาน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีและเทคโนโลยี แห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2551.
- [2] วีไสวัตน์ จตุสรวนครวี, ปัจจัยที่ส่งผลต่อการยอมรับ เทคโนโลยีสารสนเทศในงานบริการศูนย์ป่วย : กรณีศึกษา ศูนย์วิทยาศาสตร์สุขภาพ มหาวิทยาลัยมุราสา, 2543.
- [3] สุพรรณา เอี่ยมสะอาด, การศึกษาพฤติกรรมและความ ต้องการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อ การศึกษาของนักศึกษา ระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยเชียง ใหม่ คณบดีสุพรรณา เอี่ยมสะอาด, 2552.
- [4] วัฒนาพร ระจันทุกน์, เทคนิคและกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้น ผู้เรียนเป็นสำคัญ, 2545.
- [5] วรเทพ บุญมา, การศึกษาปัญหาการปฏิบัติงานฝ่ายกิจการ นักเรียนนักศึกษาวิทยาลัยการอาชีพ สังกัดกรมอาชีวศึกษา ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ, 2541.
- [6] นายพิเชยฐ์ เชาวลิต, การศึกษาการบริหารงานระบบดูแล ช่วยเหลือนักเรียนของโรงเรียนวัดป่า(โภคลาน) สังกัด สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษานครศรีธรรมราช เขต 4, 2550.



# บริหารอาชีวศึกษาและวิจัยพัฒนาหลักสูตร







## การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาสาขาวิชาการจัดการทั่วไป ที่เรียนรู้ด้วยการนำตนเองในวิชาสัมมนาปัญหาการจัดการ

## A Study of the Students' Learning Achievement in General Management Program by Self-Direct Learning Method on Seminar in Management Problems Subject.

## ນັກຍົນເພີ່ມຫາຕີ<sup>1</sup> ເສົ່າ ເພີ່ມຫາຕີ<sup>2</sup>

<sup>1</sup> สาขาวิชาการจัดการทั่วไป คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏหน่านานจอมบึง จังหวัดราชบุรี

<sup>2</sup> สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้า คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง จังหวัดราชบุรี

*e-mail: paunluck@gmail.com, drseri6@gmail.com*

## บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา 2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มนักศึกษาที่มีทักษะเรียนรู้ด้วยการนำตนเอง 3) ศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาสาขาวิชาการจัดการทั่วไปในการเรียนวิชาสัมmann ปัญหาการจัดการ โดยวิธีการเรียนรู้ด้วยการนำตนเอง การวิจัยใช้รูปแบบการวิจัยเชิงทดลอง กลุ่มตัวอย่างที่ใช้เป็นนักศึกษาสาขาวิชาการจัดการทั่วไป ระดับปริญญาตรีภาคพิเศษ ที่ศึกษาอยู่ที่มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง และลงทะเบียนเรียนในวิชาสัมmann ปัญหาการจัดการ รหัส GM 6401 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 จำนวน 32 คน เครื่องมือวิจัยที่ใช้เก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบประเมินคุณลักษณะการเรียนรู้ด้วยการนำตนเอง แบบทดสอบหลังเรียนวิชาสัมmann ปัญหาการจัดการ แบบบันทึกผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบวัดความพึงพอใจของนักศึกษา และแนวการสอนวิชาสัมmann ปัญหาการจัดการ รหัส GM 6401 วิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มนักศึกษาที่มีทักษะเรียนรู้ด้วยการนำตนเองสูงกับกลุ่มนักศึกษาที่มีทักษะเรียนรู้ด้วยการนำตนเองต่ำ และศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาในการเรียนวิชาสัมmann ปัญหาการจัดการ โดยวิธีการเรียนรู้ด้วยการนำตนเอง สถิติที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ การแจกแจงความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที่

## ผลการวิจัยปรากฏผลดังนี้

1. นักศึกษาสาขาวิชาการจัดการทั่วไปที่เรียนในวิชาสัมมนาปัญหาการจัดการ โดยวิธีการเรียนรู้ด้วยการนำตนเอง ทุกคนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านเกณฑ์ที่กำหนด
  2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาสาขาวิชาการจัดการทั่วไปที่เรียนในวิชาสัมมนาปัญหาการจัดการ โดยวิธีการเรียนรู้ด้วยการนำตนเองของกลุ่มนักศึกษาที่มีทักษะเรียนรู้ด้วยการนำตนเองสูงกว่ากลุ่มนักศึกษาที่มีทักษะเรียนรู้ด้วยการนำตนเองต่ำ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
  3. นักศึกษาสาขาวิชาการจัดการทั่วไปมีความพึงพอใจในการเรียนวิชาสัมมนาปัญหาการจัดการ โดยวิธีการเรียนรู้ด้วยการนำตนเองอยู่ในระดับมาก

คำสำคัญ: การเรียนรู้ด้วยการนำต้นเอง วิชาสัมมนาปัญหาการจัดการ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

## Abstract

The objectives of the research were 1) to study the Learning Achievement of Student in General Management Program 2) to compare the learning achievement of student between high level of self-directed students and low level of self-directed students and 3) to study the satisfactions of student in General Management studying on Seminar in Management Problems Subject.

The research design was Experimental Research. The samples was drawn from students in General Management, studying Bachelor's degree in weekend program in Muban Chombueng Rajabhat University, registered course on Seminar in Management Problems Subject (GM 6401) in 2<sup>nd</sup> Semester, academic year 2012, totally 32 students. The tools for collecting data of this research were as follows: Self-Direct Learning's Characteristic Evaluation Form, Post-Test Results on Seminar in Management, Learning Achievement Record Form, Students Satisfaction Measurement Form, and the Course Syllabus on Seminar in Management Problems Subject (GM6401). To analyze the comparison Learning Achievement between high level of self-directed students and low level self-directed students, as well as the study of student's learning satisfactions on Seminar in Management Problems Subject. The statistics used for analyzing data were Frequency, Percentage, Mean, Standard Deviation and T-test.

The findings were as follows:

1. Every student studying on Seminar in Management Problems Subject by Self-Direct Learning method had adequate score for the subject's minimum criteria.
2. There is a difference between Learning Achievement of high level of self-directed students and low level self-directed students on Seminar in Management Problems Subject by Self-Direct Learning method at the 0.05 significance level.
3. Students in General Management had high level of satisfaction with studying on Seminar in Management Problems Subject by Self-Direct Learning method.

**Keyword:** Self-Direct Learning, Seminar in Management Problems Subject, Learning Achievement.

### 1. บทนำ

วิชาสัมมนาปัญหาการจัดการ รหัส GM 6401 เป็นรายวิชาบังคับของหลักสูตรบริหารธุรกิจ สาขาวิชาการจัดการทั่วไป ระดับปริญญาตรี มีจุดมุ่งหมายมุ่งเน้นให้นักศึกษามีความรู้ ความเข้าใจในการศึกษาวิเคราะห์ปัญหาการจัดการ โดยใช้แนวความคิดการแก้ไขปัญหาด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีความสามารถและทักษะในการปฏิบัติการจัดการ สามารถนำไปใช้ในระบบ และมีพฤติกรรมการเรียนรู้ด้วยการนำต้นเอง เช่น มีการวางแผนที่ดี มีความคิดสร้างสรรค์ มีความตั้งใจ มีความรับผิดชอบ การทำงานเป็นทีม มีความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นต้น การจัดการเรียนรู้จึงต้องมีการออกแบบระบบการเรียนการสอน เพื่อให้นักศึกษาสามารถเรียนรู้เบื้องต้น

ได้ตามจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้ให้มากที่สุด ทั้งนี้ก็เพื่อประสิทธิภาพในการเรียนรู้ของนักศึกษา

อย่างไรก็ตาม การจัดการเรียนรู้ในรายวิชาดังกล่าวที่เป็นอยู่ ยังไม่เอื้อที่จะพัฒนานักศึกษาให้บรรลุตามจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้ ได้ทั้งหมด และส่งผลถึงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา ด้วย โดยเฉพาะอย่างยิ่งนักศึกษาที่ไม่ค่อยสนใจในการเรียน ไม่มีความรับผิดชอบ ไม่นิยมแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง เป็นต้น ประกอบกับวิธีการจัดการเรียนการสอนที่ยังคงเน้นการถ่ายทอดเนื้อหามากกว่าการให้เรียนรู้จากสภาพจริง ไม่เน้นให้ผู้เรียนได้คิด วิเคราะห์ สังเคราะห์ ขาดโอกาสแสดงความคิดเห็น และการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง แนวความคิดของ การเรียนรู้โดยส่งเสริมให้นักศึกษาได้เรียนรู้ด้วยการนำต้นเอง



จึงเป็นวิธีการหนึ่งที่สามารถนำมาประยุกต์ในการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาให้นักศึกษาคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น เพราะการจัดการเรียนการสอนรูปแบบนี้จะเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีอิสระในการเรียนตามความต้องการและความสนใจเพิ่มความยืดหยุ่นในการเรียนการสอน [1] ซึ่งมีความหมายส่วนกับวิชาสัมมนาปัญหาการจัดการ ของหลักสูตรระดับปริญญาตรี สาขาวิชาการจัดการทั่วไป คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง ที่จะพิจารณาเลือกรายวิชาที่มีความต้องการของผู้เรียนและสภาพสังคมเป็นสำคัญ

การเรียนรู้ด้วยการนำตนเอง (Self-directed Learning) เป็นการจัดการเรียนการสอนที่ผู้เรียนมีความคิดที่ต้องการเรียนรู้ด้วยตนเอง ต้องการรับผิดชอบต่อการเรียนรู้ของตนเอง และเป็นวิธีการเรียนรู้ที่ผู้เรียนเห็นว่ามีประโยชน์ ในการเรียนรู้ด้วยการนำตนเองจึงควรเริ่มจากผู้เรียนที่ต้องวิเคราะห์ความต้องการของตนที่จะเรียนรู้ในสิ่งที่สนใจ เพื่อนำมากำหนดเป็นจุดมุ่งหมาย วางแผนการเรียนรู้ของตนตามลำดับขั้นตอน รู้จักแล้วห้ามความรู้จากแหล่งความรู้ต่างๆ และสามารถประเมินตนเองได้ ซึ่งเป็นคุณลักษณะของการเรียนรู้ด้วยการนำตนเอง โนลวส์ (Knowles) [2] ได้กล่าวว่าเป็นลักษณะของการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นจริงในแต่ละสถานการณ์ ซึ่งผู้เรียนเป็นผู้คิดวิเคราะห์และต้องการการเรียนรู้ของตน ระบุวัตถุประสงค์ กำหนดแผนการเรียนรู้ รวมทั้งประเมินผลการเรียนรู้นั้นด้วยตนเอง ทั้งนี้อาจมาจากความช่วยเหลือจากผู้อื่นหรือไม่ก็ได้ การเรียนรู้ด้วยตนเองยังเป็นกระบวนการเรียนรู้ซึ่งมีบรรยายของผู้เรียน เป็นศูนย์กลางการเรียนรู้ โดยผู้เรียนเป็นผู้รับผิดชอบหลักในการวางแผนการเรียนรู้ของตน ลงมือปฏิบัติเพื่อการเรียนรู้และประเมินผลการเรียนรู้ของตน ผู้สอนจะมีบทบาทช่วยสร้างสภาพแวดล้อมที่เอื้ออำนวยต่อการเรียนรู้ และช่วยออกแบบทรัพยากรการเรียนรู้ต่างๆ ที่เอื้อต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน

ดังนั้น คณะผู้วิจัยจึงเห็นความสำคัญของการนำวิธีการจัดการเรียนรู้ด้วยการนำตนเองมาประยุกต์ในการจัดการเรียนการสอนวิชาสัมมนาปัญหาการจัดการ ที่มุ่งฝึกนักศึกษาให้ได้เรียนรู้ทั้งทฤษฎีและการปฏิบัติควบคู่ไปด้วยกัน โดยให้นักศึกษาเป็นผู้ได้วางแผน ดำเนินการจัดการเรียนรู้และกิจกรรมโครงการ และการประเมินผลด้วยตนเอง ทั้งนี้เพื่อเพิ่ม

ประสิทธิภาพในการเรียนรู้และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชานี้ รวมถึงประโยชน์ในระหว่างการเรียนและการนำกระบวนการคิดอย่างเป็นระบบและสร้างสรรค์ไปปรับใช้ในการทำงาน สามารถนำกระบวนการที่ได้ในวิชาสัมมนาไปใช้ในชีวิตประจำวันในโอกาสต่อไป

### 1.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.1.1 เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาสาขาวิชาการจัดการทั่วไปในวิชาสัมมนาปัญหาการจัดการ โดยวิธีการเรียนรู้ด้วยการนำตนเอง

1.1.2 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาสาขาวิชาการจัดการทั่วไปที่เรียนในวิชาสัมมนาปัญหาการจัดการ ของกลุ่มนักศึกษาที่มีทักษะเรียนรู้ด้วยการนำตนเองสูงกับกลุ่มนักศึกษาที่มีทักษะเรียนรู้ด้วยการนำตนเองต่ำ

1.1.3 เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาสาขาวิชาการจัดการทั่วไปในการเรียนวิชาสัมมนาปัญหาการจัดการ โดยวิธีการเรียนรู้ด้วยการนำตนเอง

### 1.2 สมมติฐานการวิจัย

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาสาขาวิชาการจัดการทั่วไปในการเรียนวิชาสัมมนาปัญหาการจัดการ โดยวิธีการเรียนรู้ด้วยการนำตนเอง ของกลุ่มนักศึกษาที่มีทักษะการเรียนรู้ด้วยการนำตนเองสูงกับกลุ่มนักศึกษาที่มีทักษะการเรียนรู้ด้วยการนำตนเองต่ำแตกต่างกัน

## 2. วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองแบบวิจัยศึกษารายกรณีวัสดุรังสีเดียว (One-shot Case Study) [3] โดยมีวิธีดำเนินการวิจัย ดังนี้

### 2.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรในการวิจัย เป็นนักศึกษาสาขาวิชาการจัดการทั่วไป ระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง และกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย เป็นนักศึกษาสาขาวิชาการจัดการทั่วไป ระดับปริญญาตรีภาคพิเศษ ที่ศึกษาอยู่ที่มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง และลงทะเบียนเรียนในวิชาสัมมนาปัญหาการจัดการ รหัส GM 6401 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 จำนวน 32 คน



## 2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ประกอบด้วย 2 ส่วนคือ เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล และเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง โดยมีขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือวิจัย ดังนี้

### 2.2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1) แบบประเมินคุณลักษณะการเรียนรู้ด้วยการนำต้นแบบผู้วิจัยปรับปรุงมาจากการแบบประเมินคุณลักษณะการเรียนรู้แบบนำต้นของสรรวรชต หอไชยา [4] ให้สอดคล้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ มีลักษณะเป็นตัวเลือกตอบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ จำนวน 48 ข้อ จำแนกตามลักษณะการเรียนรู้ด้วยการนำต้นของ 8 ค้านของกูเกลลิโอลิโน (Guglielmino) [5] ได้แก่ การเปิดโอกาสสู่การเรียนรู้ การมีมโนทัศน์ของตนเองในการเป็นผู้เรียนที่มีประสิทธิภาพ การมีความคิดริเริ่มและมีอิสระในการเรียนรู้ ความรับผิดชอบต่อการเรียนรู้ของตน ความรักในการเรียน ความคิดสร้างสรรค์ การมองอนาคตในแง่ดี และความสามารถในการใช้ทักษะการศึกษาและทักษะการแก้ปัญหา หาคุณภาพโดยการตรวจสอบด้วยนิยามความสอดคล้อง (IOC) ของผู้เชี่ยวชาญ และวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นโดยวิธีการหาสัมประสิทธิ์แอลฟ่า ( $\infty$ -Coefficient) ของครอนบัค ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.83

2) แบบทดสอบหลังเรียน คณะผู้วิจัยได้สร้างให้ครอบคลุมเนื้อหาและจุดมุ่งหมายการเรียนรู้วิชาสัมมนาปัญหา การจัดการ เป็นแบบทดสอบประเภทเลือกตอบชนิดปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ กำหนดเกณฑ์ให้คะแนนคือตอบถูกให้ 1 คะแนน ตอบผิดให้ 0 คะแนน หาคุณภาพโดยการตรวจสอบด้วยนิยามความสอดคล้อง (IOC) และวิเคราะห์ค่าดัชนีความยากง่าย ( $p = 0.31-0.77$ ) ค่าอำนาจจำแนก ( $r = 0.25-0.72$ ) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยสูตร KR-20 เท่ากับ 0.84

3) แบบบันทึกผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ใช้สำหรับจัดเก็บคะแนนของนักศึกษาในระหว่างภาคเรียนและหลังการเรียน เป็นแบบบันทึกที่คณะผู้วิจัยนำมาจากระบบฐานข้อมูลเพื่อการจัดการศึกษาของมหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง

4) แบบวัดความพึงพอใจของนักศึกษาในการเรียนวิชาสัมมนาปัญหาการจัดการ โดยวิธีการเรียนรู้ด้วยการนำต้นเอง คณะผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อให้ทราบถึงความรู้สึกของ

นักศึกษาที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ครั้งนี้ มีลักษณะเป็นตัวเลือกตอบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ จำนวน 20 ข้อ จำแนกเป็น 2 ค้านคือ ค้านรูปแบบการจัดการเรียนรู้ และค้านประโภชน์ที่ได้จากการเรียนการสอน หาคุณภาพโดยการตรวจสอบด้วยนิยามความสอดคล้อง (IOC) ของผู้เชี่ยวชาญ และวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบวัด โดยวิธีการหาสัมประสิทธิ์แอลฟ่า ( $\infty$ -Coefficient) ของครอนบัค ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.83

2.2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ แนวการสอนวิชาสัมมนาปัญหาการจัดการ รหัส GM 6401 เพื่อใช้เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ออกแบบให้เรียนรู้ด้วยการนำต้นเอง รวมถึงข้อกำหนดในการจัดการเรียนรู้ โดยศึกษาจากคำอธิบายวิชาสัมมนาปัญหาการจัดการ (Seminar in Management Problems) รหัส GM 6401 จากเอกสารหลักสูตรบริหารธุรกิจบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการทั่วไป พ.ศ. 2549 มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง และวิเคราะห์ร่วมกับอาจารย์ประจำหลักสูตรบริหารธุรกิจบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการทั่วไป เพื่อวางแผน กำหนดขอบเขต และแนวทางในการจัดการเรียนรู้ ซึ่งแนวการสอนจะประกอบด้วยองค์ประกอบดังนี้คือ บทนำ คำอธิบายรายวิชา จุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหา การเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ การวัดผลและการประเมินผล เอกสารอ้างอิง ข้อตกลงในการเรียน หาคุณภาพโดยการตรวจสอบด้วยนิยามความสอดคล้อง (IOC) จากผู้เชี่ยวชาญ

## 2.3 การดำเนินการทดลอง

2.3.1 ขั้นเตรียมการ โดยตรวจสอบข้อมูลของนักศึกษาที่เป็นกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย และจัดเตรียมเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล และเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

2.3.2 ขั้นการทดลอง รวมระยะเวลา 16 สัปดาห์ โดยสัปดาห์แรก ให้การปฐมนิเทศ บรรยายสรุปเนื้อหาคุณลักษณะของการเรียนรู้ด้วยการนำต้นเอง จากนั้นให้ทำแบบประเมินคุณลักษณะการเรียนรู้ด้วยการนำต้นเอง เพื่อจัดแบ่งนักศึกษาออกเป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่มที่มีทักษะเรียนรู้ด้วยการนำต้นเองสูง กับกลุ่มที่มีทักษะเรียนรู้ด้วยการนำต้นเองต่ำ โดยไม่แจ้งผลการประเมินให้ทราบ ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวการ



สอนที่ได้ร่วมวางแผนกับอาจารย์ประจำหลักสูตร จำนวน 4 คาบ/สัปดาห์ เป็นเวลา 14 สัปดาห์ (สัปดาห์ที่ 2-15) พร้อมกับเก็บรวบรวมและบันทึกคะแนนระหว่างภาคเรียนของนักศึกษา ไว้เป็นรายบุคคล และทำแบบทดสอบหลังเรียนในสัปดาห์ สุดท้าย นำคะแนนที่ได้ไปรวมกับคะแนนระหว่างภาคเรียน รวมเป็นคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาสาขาวิชา การจัดการทั่วไปในการเรียนวิชาสัมมนานาปัจุหการจัดการ รหัส GM 6401 พร้อมกับทำแบบวัดความพึงพอใจในการเรียน วิชาสัมมนานาปัจุหการจัดการ โดยวิธีการเรียนรู้ด้วยการนำ ตนเอง

### 3. ผลการวิจัย

### 3.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาสาขาวิชาการจัดการทั่วไปในวิชาสัมมนาปัญหาการจัดการโดยวิธีการเรียนรู้ตัวอย่าง

คณานคณสัมฤทธิ์ทางการเรียน และผลการเรียนของนักศึกษาสาขาวิชาการจัดการทั่วไปในวิชาสัมมนาปัญหาการจัดการ โดยวิธีการเรียนรู้ด้วยการนำตนเอง แสดงตัวเอง ที่ 1

จากตารางที่ 1 แสดงให้เห็นว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และผลการเรียนของนักศึกษาสาขาวิชาการจัดการทั่วไป ในวิชาสัมมนาปัญหาการจัดการ โดยวิธีการเรียนรู้ด้วยการนำเสนอ ตนเอง พบว่า นักศึกษาที่เรียนในวิชานี้ทุกคนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านเกณฑ์ที่กำหนด โดยมีคะแนนอยู่ระหว่าง 50-85 คะแนน และมีผลการเรียนอยู่ในระดับ A จำนวน 1 คน ระดับ B จำนวน 6 คน ระดับ C จำนวน 6 คน ระดับ C+ จำนวน 8 คน ระดับ D+ จำนวน 2 คน และระดับ D จำนวน 3 คน และเมื่อพิจารณาคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่ม

นักศึกษาที่มีทักษะการเรียนรู้ด้วยการนำตนเองสูง มีคะแนนอยู่ระหว่าง 62-85 คะแนน มีคะแนนเฉลี่ย 71.25 คะแนน และคะแนนผลลัมพุที่ทางการเรียนของกลุ่มนักศึกษาที่มีทักษะการเรียนรู้ด้วยการนำตนเองต่ำ มีคะแนนอยู่ระหว่าง 50-76 คะแนน มีคะแนนเฉลี่ย 62.93 คะแนน และมีคะแนนเฉลี่ยรวมทั้งห้านเรียนเท่ากับ 67.09 คะแนน

ตารางที่ 1 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และผลการเรียนของนักศึกษาสาขาวิชาการจัดการทั่วไปในวิชาสัมมนาปัญหาการจัดการ โดยวิชาระเรียนรู้ด้วยการนำเสนอเอง

กลุ่มนักศึกษาที่มีทักษะเรียนรู้ด้านการนำเสนองอสุร			กลุ่มนักศึกษาที่มีทักษะเรียนรู้ด้านการนำเสนองอสุรเพิ่มเติม		
เลขที่	คะแนน	ผลการวิเคราะห์	เลขที่	คะแนน	ผลการวิเคราะห์
3	62	C	6	50	D
14	64	C	17	60	C
32	76	B <sup>+</sup>	24	64	C
8	76	B <sup>+</sup>	4	50	D
19	67	C <sup>+</sup>	15	61	C
26	71	B	5	71	B
27	64	C	16	57	D <sup>+</sup>
30	71	B	23	69	C <sup>+</sup>
1	78	B <sup>+</sup>	11	76	B <sup>+</sup>
12	85	A	22	72	B
31	69	C <sup>+</sup>	9	69	C <sup>+</sup>
2	68	C <sup>+</sup>	28	70	B
13	74	B	20	58	D <sup>+</sup>
10	75	B <sup>+</sup>	7	69	C <sup>+</sup>
21	64	C	25	51	D
29	76	B <sup>+</sup>	18	60	C
ผลเฉลี่ย	71.25		ผลเฉลี่ย	62.93	
คะแนนเฉลี่ยรวม			67.09		

3.2 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มนักศึกษา  
ที่มีทักษะเรียนรู้ด้วยการนำเสนองสูงกับกลุ่มนักศึกษา  
ที่มีทักษะเรียนรู้ด้วยการนำเสนอต่ำ

การวิจัยนี้ใช้การทดสอบค่าที (t-test) แบบ dependent sample โดยกำหนดค่านัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ผลการวิเคราะห์แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาสาขาวิชาการจัดการทั่วไปในวิชาสามมนาปัญหาการจัดการ โดยวิธีการเรียนรู้ด้วยการนำตนเอง

คะแนนเฉลี่ย ผลลัพธ์ทางการเรียน	n	$\bar{X}$	S.D.	t	p
กลุ่มนักศึกษาที่มีทักษะการอ่านเขียนดี ก่อนเข้ามหาลัย	16	71.25	6.329	4.398*	.001
กลุ่มนักศึกษาที่มีทักษะการอ่านเขียนดี ก่อนเข้ามหาลัย	16	62.93	8.314		

\* $p < .05$



จากตารางที่ 2 แสดงให้เห็นว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาสาขาวิชาการจัดการทั่วไปในวิชาสัมมนาปัญหาการจัดการ โดยวิธีการเรียนรู้ด้วยการนำเสนอ ของกลุ่มนักศึกษาที่มีทักษะการเรียนรู้ด้วยการนำเสนอสูงและกลุ่มนักศึกษาที่มีทักษะการเรียนรู้ด้วยการนำเสนอต่ำ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

### 3.3 ความพึงพอใจของนักศึกษาสาขาวิชาการจัดการทั่วไป ในการเรียนวิชาสัมมนาปัญหาการจัดการโดยวิธีการ เรียนรู้ด้วยการนำเสนอ

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักศึกษาสาขาวิชาการจัดการทั่วไปในการเรียนวิชาสัมมนาปัญหาการจัดการ โดยวิธีการเรียนรู้ด้วยการนำเสนอ

รายการประเมินความพึงพอใจ	ระดับความพึงพอใจ		
	$\bar{x}$	S.D.	ความหมาย
รูปแบบการจัดการเรียนรู้	4.26	0.47	มาก
ประโยชน์ที่ได้จากการเรียนการสอน	4.18	0.37	มาก
รวม	4.22	0.40	มาก

จากตารางที่ 3 แสดงให้เห็นว่า นักศึกษาสาขาวิชาการจัดการทั่วไปมีความพึงพอใจในการเรียนวิชาสัมมนาปัญหาการจัดการ โดยวิธีการเรียนรู้ด้วยการนำเสนอโดยรวมอยู่ในระดับมาก ( $\bar{x} = 4.22$ ) และเมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า ด้านรูปแบบการจัดการเรียนรู้มีความพึงพอใจในระดับมาก ( $\bar{x} = 4.26$ ) และด้านประโยชน์ที่ได้รับจากการเรียนการสอนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ( $\bar{x} = 4.18$ ) เช่นเดียวกัน

## 4. สรุปผลการวิจัย

ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่า การจัดการเรียนรู้ด้วยการนำเสนอ ทำให้นักศึกษาทุกคนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านตามเกณฑ์ที่กำหนด ซึ่งหมายความว่า นักศึกษาสามารถผ่านวิชานี้ โดยไม่ตกราก ซึ่งเป็นผลดีต่อการจัดการศึกษาที่ทำให้ผู้เรียนสามารถจบการศึกษาตามที่หลักสูตรกำหนด แม้ว่าจะมีผลการเรียนที่แตกต่างกัน ซึ่งผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่า กลุ่มนักศึกษาที่มีทักษะการเรียนรู้ด้วยการนำเสนอสูง กับกลุ่มนักศึกษาที่มีทักษะการเรียนรู้ด้วยการนำเสนอต่ำ มีความแตกต่างกัน ทั้งนี้อาจเป็น เพราะว่า โดยแนวคิดของการเรียนรู้ด้วยการนำเสนอ สิ่งที่เป็นตัวกำหนดค่าภัยภัยของ การเรียนรู้คือ ความสามารถและความ

ตั้งใจของบุคคล นั่นคือนักศึกษามีทางเลือกเกี่ยวกับทิศทางที่ต้องการไป แต่สิ่งที่จะต้องมีความคุ้มกันไปด้วยคือ ความรับผิดชอบ และการยอมรับต่อสิ่งที่จะตามมาจากการคิดและการกระทำการ ตนเอง นักศึกษาที่เรียนด้วยรูปแบบนี้จะประสบความสำเร็จได้มากจะมีลักษณะที่มีอัตโนมัติ ทันท่วงทัน ความพร้อมที่จะเรียนรู้ มีประสบการณ์และสติลักษณะการเรียนรู้ของตนเอง โดยการเรียนรู้จะเน้นที่ลักษณะของผู้เรียน (ปัจจัยภายใน) ที่จะช่วยสร้างให้ผู้เรียนยอมรับความรับผิดชอบต่อความคิดและการกระทำการ และจะให้ความสำคัญกับปัจจัยภายนอกที่ช่วยให้ผู้เรียนสามารถรับผิดชอบต่อการเรียนได้ ปัจจัยทั้งภายในและภายนอกนี้จะสามารถให้ได้จากความต้องเนื่องในการเรียนรู้ และสถานการณ์ การเรียนที่เหมาะสม เมื่อเป็นเช่นนั้นจึงส่งผลดีต่อความพึงพอใจของนักศึกษาในการเรียนรู้ตามผลการวิจัยที่ปรากฏ

อย่างไรก็ตาม การวิจัยนี้ เป็นการดำเนินการเฉพาะวิชาที่มีลักษณะของวิชาที่เหมาะสมในการเรียนรู้ โดยวิธีการเรียนรู้ด้วยการนำเสนอ อาจไม่ครอบคลุมถึงวิชาที่มีลักษณะแตกต่างไป ดังนั้น เพื่อให้ผลการวิจัยได้รับการยอมรับมากขึ้น จึงควรให้มีการวิจัยในประเด็นอื่นๆ เช่น การบูรณาการเข้ากับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ การเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม การเรียนรู้แบบการแก้ปัญหา เป็นหลัก ทั้งนี้เพื่อพัฒนาความรู้และทักษะของนักศึกษาด้านกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญให้เป็นไปตามเกณฑ์ของพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติต่อไป

## 5. เอกสารอ้างอิง

- สาโรจน์ โลศรีรักษ์. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนิสิตปริญญาโทที่เรียนรู้ด้วยการนำเสนอในวิชาเทคนิคและกระบวนการศึกษาอบรม. กรุงเทพฯ: ภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2550.
- Knowles, M.S. Self-directed Learning: A Guide for Learners and Teacher. Chicago: Association Press Follett. 1975.
- พิสูจน์ วงศ์รุ่งเรือง. หลักการและเทคนิคปฏิบัติ. 9. กรุงเทพฯ: ค่าสุทธาราพิมพ์. 2554.
- สรรษฐ์ ห่อไพศาล. การพัฒนาระบบการเรียนการสอนผ่านเว็บวิชาศึกษาทั่วไปเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนรู้ของผู้เรียน. กรุงเทพฯ: วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์คุณนิมิบัณฑิต (อุดมศึกษา). บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2544.
- Guglielmino, L.M. Development of The Self-directed Learning Readiness Scale. Doctoral Dissertation. University of Georgia. Dissertation Abstracts International. 1977.



การจัดทำมาตรฐานอาชีพเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร  
สาขาเครือข่ายและความปลอดภัย

**The Construction of the Occupation Standard for Information and Communication Technology in the Field of Network and Security**

ชาติ สีเทา

ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า  
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ  
drchoochat@gmail.com

**บทคัดย่อ**

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอการจัดทำมาตรฐานอาชีพสาขาเครือข่ายและความปลอดภัย สาขาวิชาชีพเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารและดิจิตอลคอนเทนต์ (ICT) ของสถาบันคุณวุฒิวิชาชีพ โดยความร่วมมือทางวิชาการกับมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ การจัดทำเริ่มจากศึกษามาตรฐานอาชีพในประเทศไทยชั้นนำจำนวน 3 ประเทศ นำผลการศึกษาที่ได้เสนอต่อผู้ทรงคุณวุฒิและผู้มีส่วนได้ส่วนเสียประมาณ 200 คนเพื่อให้ได้กรอบแนวความคิดในการพัฒนามาตรฐานอาชีพในประเทศไทย จากนั้นทำการประชุมกลุ่มย่อยกับผู้เชี่ยวชาญในสาขา ICT ระดับผู้บริหารจำนวน 30 ท่านเพื่อให้ได้ความมุ่งหมายหลักและบทบาทหลัก ถัดจากนั้นประชุมกลุ่มย่อยกับผู้เชี่ยวชาญในสายงานเครือข่ายและความปลอดภัยของระบบเครือข่าย ระดับบริหารจำนวน 5 ท่านเพื่อให้ได้หน้าที่หลักและหน่วยสมรรถนะ และประชุมกลุ่มย่อยกับผู้เชี่ยวชาญในสายงานระดับหัวหน้างานจำนวน 5 ท่านเพื่อให้ได้หน่วยสมรรถนะย่อย โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์หน้าที่งาน จากนั้นนำผลการจัดทำเสนอให้คณะกรรมการผู้เชี่ยวชาญตรวจรับ และขัดถ้วนนานาประชารัฐที่กับผู้มีส่วนได้ส่วนเสียจำนวน 150 คน โดยผลการจัดทำมาตรฐานอาชีพพบทว่าสาขาวิชาเครือข่ายและความปลอดภัย ประกอบด้วย 3 หน้าที่หลัก 21 หน่วยสมรรถนะและ 57 หน่วยสมรรถนะย่อย โดยมาตรฐานได้กำหนดเกณฑ์การปฏิบัติงาน การกำหนดขอบเขต หลักฐานการปฏิบัติงาน หลักฐานความรู้ และแนวทางการประเมิน เพื่อให้ได้มาตรฐานอาชีพ สามารถนำไปใช้เป็นมาตรฐานอาชีพ สาขาวิชาเครือข่าย และความปลอดภัยของประเทศไทยได้

**คำสำคัญ:** มาตรฐานอาชีพ, คุณวุฒิวิชาชีพ, แผนภาพหน้าที่งาน, เครือข่ายและความปลอดภัย



## Abstract

*The Occupation Standard of network and network security for Thai's occupational standard is purposed with cooperation between King Mongkut's University of Technology North Bangkok (KMUTNB) and Thailand Professional Qualification Institute (TPQI). Firstly, the national information about the occupational standard of four countries was collected. Secondly, summarized surveys were presented and discussed with 200 professions in the IT conference. After conference, the Thai occupational framework was carried out. Thirdly, Functional analysis was preceded in the sub conferences were arrangement for IT specialists and IT executive to specify the Key Purpose and Key Role of the IT occupational standard. Then, Focus group process was preceded in the meeting in the field of IT networking and network security to specific the Unit of competency and Element of competency. Furthermore, the 150 stakeholders were evaluated the standard for public hearing and for the IT occupational standard was setup. In the field of network and network security, the results of functional map consist of 3 key functions, 21 units of competency and 57 elements of competency. The standards include Performance Criteria, Skill and Knowledge, Evidence Guide, Range Statement, Assessment Description and Procedure. The various qualifications have successfully passed by the expert reviewer. Then, it can be utilized as the standard in the country.*

**Keyword:** ICT Occupational Standard, Functional Map, Network and Security.

## 1. ឧបាទំ

ประเทศไทยใช้ระบบคุณวุฒิทางการศึกษาเป็นสิ่งวัตถุระดับความสามารถของบุคคลและเป็นเครื่องมือสำคัญในการกำหนดราคาค่าจ้างบุคลากรทั้งของภาครัฐและเอกชน ซึ่งปัจจุบันพบว่า ทั้งภาครัฐและภาคเอกชนเมื่อได้รับผู้สำเร็จการศึกษาในสาขาที่ต้องการเข้ามาแล้วนั้น หน่วยงานยังคงต้องทำการฝึกอบรมเพิ่มเติมให้กับบุคลากรใหม่เพื่อให้มีสมรรถนะตามที่ต้องการ ซึ่งต้องใช้ทั้งเวลาและเสียค่าใช้จ่ายเป็นจำนวนมาก จากสภาพการณ์ปัจจุบันที่มีการแข่งขันสูง มีการลดต้นทุนการผลิตโดยเพิ่มประสิทธิภาพให้สูงขึ้น โดยเฉพาะการเพิ่มสมรรถนะของบุคลากรเป็นสิ่งที่จำเป็นอย่างยิ่ง ทั้งกนจกที่มีอยู่เดิมและที่กำลังจะรับเข้าใหม่จำเป็นจะต้องมีสมรรถนะที่พึงประสงค์ของหน่วยงาน ระบบคุณวุฒิทางการศึกษาเดิมที่มุ่งเน้นไปที่ความรู้เชิงวิชาการเพียงอย่างเดียวไม่สามารถตอบสนองความต้องการได้ จึงมีการระบบคุณวุฒิที่หลากหลายประเทศไทยได้ทำการพัฒนาและใช้งานกันโดยใช้ชื่อ “ระบบคุณวุฒิวิชาชีพ” ที่มุ่งเน้นทั้งความรู้และทักษะในการประกอบอาชีพได้จริง[1] ประเทศไทยเองได้เห็นความสำคัญและได้จัดตั้งสถาบันคุณวุฒิวิชาชีพขึ้นเพื่อพัฒนาผลักดันให้กับลุ่มสาขาวิชาชีพต่าง ๆ รวมตัวกันจัดตั้ง

มาตรฐานอาชีพและคุณวุฒิวิชาชีพขึ้น[2,3] สาขateknico โลภี สารสนเทศและการสื่อสารและดิจิตอลคอนเทนต์ (ICT) เป็นอีกสาขาหนึ่งที่สถาบันคุณวุฒิวิชาชีพฯ ข่ายมาผลักดันให้มีการจัดทำมาตรฐานอาชีพขึ้น โดยลงนามความร่วมมือทางวิชาการร่วมกับมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ[4] และกระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร[5] ให้จัดทำขึ้นในปีงบประมาณ 2556 เพื่อใช้เป็นมาตรฐานอาชีพสำหรับบุคลากรในสาขาวิชา และเปิดโอกาสให้แรงงานที่มีความรู้ ทักษะที่กำลังประกอบอาชีพอยู่ในสถานประกอบการแต่ยังขาดคุณวุฒิ สามารถเข้ารับการทดสอบเพื่อรับคุณวุฒินี้ได้ซึ่งจะสะท้อนให้แรงงานทราบถึงสมรรถนะของตน อันจะช่วยให้แรงงานสามารถเพิ่มพูนสมรรถนะของตนเองให้มีศักยภาพได้มาตรฐานตามความต้องการของตลาดแรงงาน นอกจากนี้สถาบันการศึกษาที่จัดการเรียนการสอนในสาขา ICT สามารถพัฒนาหลักสูตรให้สอดคล้องกับมาตรฐานอาชีพซึ่งจะสนองตอบต่อความต้องการของตลาดแรงงานได้ และเมื่อเปิดเสรีเศรษฐกิจประชาคมอาเซียนแล้ว บุคลากรด้าน ICT ของไทยจะสามารถแข่งขันกับบุคลากร ICT ต่างชาติที่จะมาประกอบอาชีพในประเทศไทยได้ หรือแม้แต่บุคลากรด้าน ICT



ของไทยอาจไปประกอบอาชีพในต่างประเทศนำรายได้กลับสู่ประเทศไทยได้เช่นกัน[5] ทั้งนี้หน่วยงานภาครัฐยังสามารถใช้มาตรฐานอาชีพ ICT ที่จัดทำขึ้นมาเป็นเครื่องมือควบคุมดูแลการเคลื่อนข่ายแรงงาน ไร้ฝืนมือจากต่างประเทศได้อีกด้วย โดยในการจัดทำมาตรฐานอาชีพด้วยเทคโนโลยีการวิเคราะห์หน้าที่งานนั้นแผนภาพหน้าที่งาน (Functional Map) เป็นเครื่องมือสำคัญในการจัดทำ ซึ่งในที่นี้จะกล่าวถึงการจัดทำแผนภาพหน้าที่เฉพาะสาขางานเครื่อข่ายและความปลอดภัยซึ่งเป็น 1 ใน 6 สาขานั้น[4]

## 2. มาตรฐานอาชีพ (Occupational Standards) [6]

มาตรฐานอาชีพ คือการกำหนดมาตรฐานของสมรรถนะที่คาดหวังว่าบุคลากรในอาชีพจะบรรลุ โดยกลุ่มอาชีพหรือเจ้าของอาชีพ โดยสมรรถนะจะประกอบไปด้วย ความรู้ ทักษะ และเจตคติ

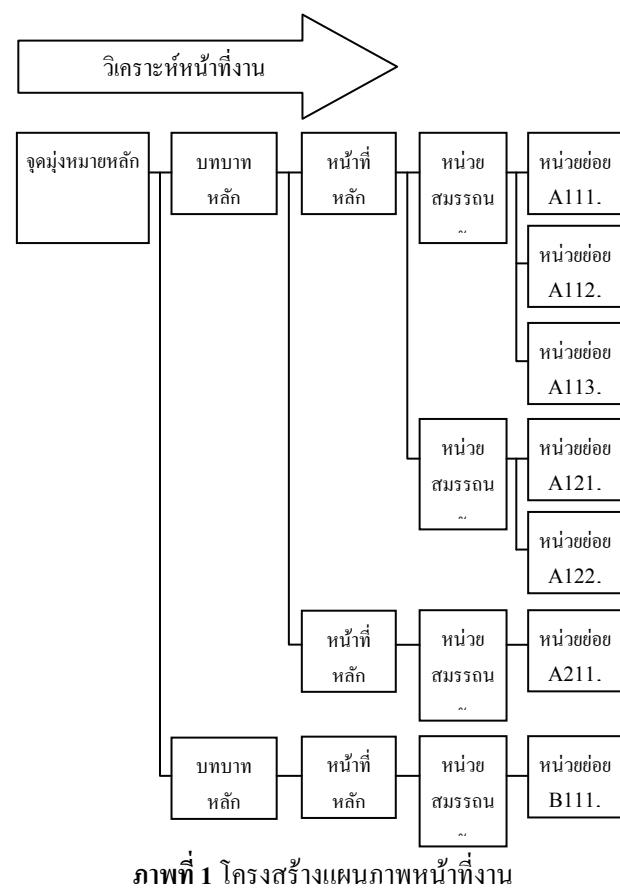
## 2.1 การพัฒนามาตรฐานอาชีพ

การพัฒนามาตรฐานอาชีพ มี 3 วิธีคือยกันที่ได้รับความนิยมในการนำมาใช้ในการพัฒนาประกอบด้วย 1) การวิเคราะห์งาน (Job/Task Analysis) 2) DACUM 3) การวิเคราะห์หน้าที่งาน (Functional Analysis) โดยปัจจุบันวิธีการวิเคราะห์หน้าที่งานเป็นวิธีการที่ได้รับความนิยมที่มากสุด การวิเคราะห์หน้าที่งานนั้นต้องอาศัยผู้เชี่ยวชาญซึ่งเป็นผู้ที่ปฏิบัติงานจริงมาร่วมในการคิดวิเคราะห์ โดยผลลัพธ์ที่ได้จากการนี้จะได้แผนภาพหน้าที่งาน (Functional Map)

## 2.2 เทคนิคการวิเคราะห์หน้าที่งาน

การวิเคราะห์หน้าที่งานเพื่อสร้างแผนภาพหน้าที่งาน เริ่มต้นด้วยกลุ่มผู้เชี่ยวชาญซึ่งเป็นผู้ที่ปฏิบัติงานจริงร่วมกัน กำหนดจุดมุ่งหมายหลัก (Key Purpose) ของอุตสาหกรรมหรือ อาชีพโดยรวม ถัดจากนั้นทำการกำหนด บทบาทหลัก (Key Role) หน้าที่หลัก (Key Function) หน่วยสมรรถนะ (Unit of Competence) ซึ่งแผนภาพหน้าที่จะมีโครงสร้างแสดงดังภาพที่ 1 หลังจากนั้นนำแผนภาพหน้าที่ที่ได้ไปวิเคราะห์แยกย่อยลงไป เป็น หน่วยย่อย (Element of Competence) เกณฑ์การปฏิบัติงาน (Performance Criteria) ขอบเขต (Range Statement) หลักฐานการปฏิบัติงาน (Performance Evidence) หลักฐาน

ความรู้ (Knowledge Evidence) และแนวทางการประเมิน (Assessment Guidance)



## 2.3 แผนภาพหน้าที่งาน

การจัดทำแผนภาพหน้าที่งานในทุกลักษณะนี้นัด้องเขียนอยู่ในรูปของผลลัพธ์ (Outcomes) โดยจะเขียนอยู่ในรูป

กริยา + กรรมา + เงื่อนไข/สถานการณ์

## ลำดับการจัดทำและความหมายแต่ละขั้นตอนเป็นดังนี้

1) ความมุ่งหมายหลัก (Key Purpose) ขั้นตอนแรกนี้จะทำการกำหนดความมุ่งหมายหลักที่เป็นคำบรรยายธรรมชาติ และคุณลักษณะของอาชีพที่แตกต่างจากอาชีพอื่น

2) บทบาทหลัก (Key Role) ในบันทอนนี้จะทำการวิเคราะห์หาสิ่งที่คาดหวังให้บุคลากรสามารถทำเพื่อให้บรรลุความมุ่งหมายหลักของอาชีพ

3) หน้าที่หลัก (Key Function) ในขั้นตอนนี้จะทำการหาสิ่งที่คาดหวังให้บุคลากรสามารถทำได้เพื่อให้บรรลุบทบาทหลัก



4) หน่วยสมรรถนะ (Unit of Competence) ในขั้นตอนนี้ จะทำการหาคำบรรยายผลลัพธ์ ที่บุคลากรคนดี\_bwหรือเป็น ส่วนหนึ่งของทีมมีสมรรถนะและรับผิดชอบ ซึ่งแต่ละหน่วย สมรรถนะจะประกอบด้วยหน่วยย่อยดังต่อไปนี้

### 3. ขั้นตอนการจัดทำมาตรฐานอาชีพ ICT

การจัดทำมาตรฐานอาชีพ ICT นั้นผู้จัดทำได้ใช้เทคนิคการ วิเคราะห์หน้าที่งาน โดยมีการดำเนินงานตามขั้นตอนต่อไปนี้

#### 3.1 ศึกษามาตรฐานอาชีพสาขา ICT

การศึกษามาตรฐานอาชีพสายงานระบบเครือข่ายและความ มั่นคงปลอดภัยของระบบเครือข่ายในต่างประเทศผู้วิจัยได้ ทำการศึกษาในประเทศญี่ปุ่น สาธารณรัฐอังกฤษ (UK) และ ประเทศสิงคโปร์ เนื่องจากประเทศดังกล่าวมีการจัดทำและใช้ มาตรฐานอาชีพมาอย่างยาวนานและเป็นประเทศชั้นนำในสาขางานด้าน ICT ศึกษาในหน่วยงานของประเทศไทยเองที่เคยมี การเริ่มต้นศึกษา กันมาแล้วว่าทิศทางวิจัยของสำนักงาน คณะกรรมการการอาชีวศึกษา และการจัดประเพณีอาชีพตาม มาตรฐานสากล (ISCO-08)[7] เพื่อใช้เป็นแนวทางในการจัด หมวดหมู่และแบ่งระดับให้สอดคล้องกับสากล โดยตัวอย่าง การจัดแบ่งหมวดหมู่ในต่างประเทศแสดงในตารางที่ 1 และ 2

ตารางที่ 1 การจัดหมวดหมู่และการแบ่งระดับสาขาวิชานี้ เกี่ยวข้องกับระบบเครือข่ายและความมั่นคงปลอดภัยในระบบ เครือข่ายในประเทศไทย (ITSS) [8]

Job Category	IT Service Management	IT Specialist	
Specialty Field	System Management	Network	Security
Level 7			
Level 6	x	x	x
Level 5	x	x	x
Level 4	x	x	x
Level 3	x	x	x
Level 2			
Level 1			

ตารางที่ 2 การจัดหมวดหมู่และการแบ่งระดับสาขาวิชานี้ เกี่ยวข้องกับระบบเครือข่ายและความมั่นคงปลอดภัยในระบบ เครือข่ายใน สาธารณรัฐอังกฤษ (SFIA) [9]

Category	Service management		
Subcategory	Service operation		
Skill	Network support	Network control and operation	Security administration
Level 7			
Level 6		x	x
Level 5	x	x	x
Level 4	x	x	x
Level 3	x	x	x
Level 2	x		
Level 1			

จากการศึกษามาตรฐานอาชีพในต่างประเทศ และที่มีการ นำมาประยุกต์ใช้บ้างแล้วในประเทศไทยผู้จัดทำได้ทำการ กำหนดคร่างหน้าที่งานออกเป็น 3 งานที่จะนำร่องพัฒนาได้แก่

- 1) งานสนับสนุนระบบเครือข่ายและคอมพิวเตอร์ (Computer and Network Support)
- 2) งานบริหารจัดการระบบเครือข่าย (Network Management)

3) งานบริหารจัดการความมั่นคงปลอดภัยระบบ เครือข่ายและคอมพิวเตอร์ (Network and Computer Security Management)

#### 3.2 นำเสนอผลการศึกษาเพื่อรับฟังแนวคิดการจัดทำ มาตรฐานอาชีพ

จากการศึกษาและแนวคิดในการแบ่งหน้าที่งานที่ได้ ศึกษาไว้ ผู้จัดทำได้ทำการนำเสนอต่อผู้มีส่วนได้ส่วนเสียอัน ประกอบไปด้วยหัวแทนสมาคมและสมาพันธ์ ผู้ประกอบการ ด้าน ICT ตัวแทนของหน่วยงานภาครัฐ เช่น กระทรวง เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร กระทรวงแรงงาน สถาบันคุณวุฒิอาชีพ เป็นต้น โดยมีผู้เข้าร่วมประชุมประมาณ



150 คน เพื่อประชาสัมพันธ์การจัดทำ แสวงหาความร่วมมือ และรับข้อเสนอแนะในการดำเนินงาน

### 3.3 ประชุมกลุ่มย่อยผู้เชี่ยวชาญ

ผู้จัดทำได้เสนอรายชื่อผู้เชี่ยวชาญเพื่อขออนุมัติจากคณะกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิที่ผ่านความเห็นชอบจากสถาบันคุณวุฒิวิชาชีพ เมื่อได้ผู้เชี่ยวชาญในสาขาอาชีพ ICT ครบจำนวน 30 ท่านแล้วได้ดำเนินการประชุมกลุ่มย่อยโดยแบ่งการประชุมออกเป็น 3 ส่วน คือ

1) การประชุมกลุ่มย่อยผู้เชี่ยวชาญระดับบริหารเพื่อกำหนดความมุ่งหมายหลักและบทบาทหลัก การประชุมนี้จะใช้ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 30 ท่านร่วมกันระดมความเห็น

2) การประชุมกลุ่มย่อยผู้เชี่ยวชาญระดับบริหารเพื่อจัดทำหน้าที่หลักและหน่วยสมรรถนะ ในการประชุมนี้จะใช้ผู้เชี่ยวชาญเฉพาะในสายงานเครือข่ายและความปลอดภัยจำนวน 5 ท่านร่วมกันจัดทำ

3) การประชุมกลุ่มย่อยผู้เชี่ยวชาญระดับหัวหน้างานเพื่อจัดทำหน่วยสมรรถนะย่อย ในการประชุมนี้จะใช้ผู้เชี่ยวชาญระดับหัวหน้างาน จำนวน 5 ท่านร่วมกันจัดทำ

### 3.4 นำเสนอผลการจัดทำต่อผู้ทรงคุณวุฒิ

ผู้จัดทำได้นำแผนภาพหน้าที่งานระบบเครือข่ายและความมั่นคงปลอดภัยของระบบเครือข่าย มาตรฐานอาชีพสาขาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญหรือผู้ทรงคุณวุฒิที่ได้รับความเห็นชอบจากสถาบันคุณวุฒิวิชาชีพ เพื่อให้ข้อคิดเห็นและตรวจรับผลการจัดทำ

### 3.5 summna ประชาพิเคราะห์

ผู้จัดทำได้นำแผนภาพหน้าที่งานที่ได้ไปจัดสัมมนาประชาพิเคราะห์เพื่อให้ผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสียอันได้แก่กลุ่มล่าไวน์แล้วร่วมแสดงความคิดเห็นในผลการดำเนินงานเพื่อใช้ปรับปรุงให้งานมีสมบูรณ์ต่องตามความต้องการมากยิ่งขึ้น

## 4. ผลการจัดทำมาตรฐานอาชีพ ICT

### 4.1 ผลการจัดทำแผนภาพหน้าที่งาน

แผนภาพหน้าที่งานที่ผ่านกระบวนการจัดทำทั้งหมดที่ได้กล่าวมาแสดงดังตารางที่ 3 โดยหน่วยสมรรถนะย่อยที่อยู่ภายใต้หน่วยสมรรถนะจะไม่ถูกแสดงเนื่องจากข้อจำกัดในการจัดพิมพ์

## ตารางที่ 3 แผนภาพหน้าที่งาน เครือข่ายและความปลอดภัย

แผนภาพหน้าที่งาน (Functional Map)			
สายงาน Network & Network Security			
ความมุ่งหมายหลัก (Key Purpose)	บทบาทหลัก (Key Roles)	หน้าที่หลัก (Key Functions)	หน่วยสมรรถนะ (Unit of Competence)
พัฒนาศักยภาพของบุคลากรในสาขาอาชีพ ICT ให้สามารถแข่งขันและเป็นที่ยอมรับในระดับสากล	ปฏิบัติงานด้าน Network & Security ให้ได้ตามมาตรฐานอาชีพ	งานสนับสนุนระบบเครือข่ายและคอมพิวเตอร์ (Computer and Network Support)	<ul style="list-style-type: none"> <li>วิเคราะห์และออกแบบเครือข่าย</li> <li>จัดทำสัญญาณและเครื่องมือที่ใช้ในเครือข่าย</li> <li>ติดตั้งอุปกรณ์ที่ใช้ในเครือข่าย</li> <li>ตั้งค่าพร้อมทั้งทดสอบอุปกรณ์เครือข่าย</li> <li>วางแผนการสนับสนุนด้านเทคนิคระบบเครือข่ายและคอมพิวเตอร์</li> <li>ติดตั้งและสนับสนุนการใช้งานระบบปฏิบัติการและซอฟต์แวร์ที่ให้บริการในระบบเครือข่าย</li> <li>ประเมินและปรับปรุงการสนับสนุนด้านเทคนิคระบบเครือข่ายและคอมพิวเตอร์</li> <li>ฝึกอบรมเพื่อให้ความรู้และทักษะกับผู้อื่น</li> </ul>

## ตารางที่ 3 (ต่อ)

แผนภาพหน้าที่งาน (Functional Map) สายงาน Network & Network Security			
ความมุ่งหมายหลัก (Key Purpose)	บทบาทหลัก (Key Roles)	หน้าที่หลัก (Key Functions)	หน่วยสมรรถนะ (Unit of Competence)
พัฒนาศักยภาพของบุคลากรในสาขาวิชาชีพ ICT ให้สามารถแข่งขันและเป็นที่ยอมรับในระดับสากล	ปฏิบัติงานด้าน Network & Security ให้ได้ตามมาตรฐานอาชีพ	งานบริหารจัดการระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ (Network Management)	ดำเนินการเพื่อให้เครือข่ายใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ บำรุงรักษาระบบเครือข่าย จัดการระบบความปลอดภัยของเครือข่าย บริการจัดการวัสดุ อุปกรณ์เครือข่ายสำรอง ปรับปรุงประสิทธิภาพเครือข่าย ฝึกอบรมเพื่อให้ความรู้และทักษะกับผู้อื่น
		งานบริหารจัดการความมั่นคงปลอดภัยระบบเครือข่ายและคอมพิวเตอร์ (Network and Computer Security Management)	ติดตั้งและให้การสนับสนุนการใช้งานระบบปฏิบัติการเครือข่าย ปฏิบัติการให้ระบบปฏิบัติการและซอฟต์แวร์เพื่อเกิดความมั่นคง ควบคุมการเข้าถึงทรัพยากรของระบบเครือข่าย ติดตั้งใช้งานอุปกรณ์และเทคโนโลยีรักษาความมั่นคง ทดสอบและวิเคราะห์การรักษาความมั่นคงของระบบคอมพิวเตอร์และระบบเครือข่าย แก้ไขปัญหาด้านความมั่นคงสำหรับเครื่องแม่ข่ายและระบบเครือข่าย จัดทำนิยามด้านความมั่นคงปลอดภัยของระบบเครือข่าย บริหารความเสี่ยงด้านความมั่นคงของระบบคอมพิวเตอร์และระบบเครือข่าย ฝึกอบรมเพื่อให้ความรู้และทักษะกับผู้อื่น

## 4.2 ผลการจัดทำมาตรฐานอาชีพ

มาตรฐานอาชีพ ICT สาขา เครือข่ายและความปลอดภัยได้ถูกจัดทำขึ้นเป็นรูปเล่มแสดงดังภาพที่ 2 โดยภายในเล่มจะกล่าวถึง คุณวุฒิและระบบคุณวุฒิวิชาชีพ กรอบคุณวุฒิวิชาชีพ ระดับชาติ แนวทางการจัดทำมาตรฐานอาชีพ ICT รายละเอียดของหน่วยสมรรถนะต่าง ๆ คณะกรรมการและคณะกรรมการผู้จัดทำ

ภายในหน่วยสมรรถนะจะประกอบไปด้วยหัวข้อที่สำคัญ 18 หัวข้อได้แก่ 1. รหัสหน่วยสมรรถนะ 2. ชื่อหน่วยสมรรถนะ 3. ทบทวนครั้งที่ 4. สร้างใหม่ 5. สำหรับชื่ออาชีพและรหัสอาชีพ (Occupational Classification) 6. คำอธิบายหน่วยสมรรถนะ (Description of Unit of Competency) 7. สำหรับระดับคุณวุฒิ 8. กลุ่มอาชีพ (Sector) 9. ชื่ออาชีพและรหัสอาชีพ

อื่นที่หน่วยสมรรถนะนี้สามารถใช้ได้ 10. ข้อกำหนดหรือกฎระเบียบที่เกี่ยวข้อง 11. สมรรถนะย่อยและเกณฑ์การปฏิบัติงาน 12. ความรู้และทักษะก่อนหน้าที่จำเป็น 13. ทักษะและความรู้ที่ต้องการ 14. หลักฐานที่ต้องการ 15. ขอบเขต (Range Statement) 16. หน่วยสมรรถนะร่วม 17. ดูส่าหกรรมร่วม/กลุ่มอาชีพร่วม 18. รายละเอียดกระบวนการและวิธีการประเมิน (Assessment Description and Procedure) โดยผลการจัดทำนำเสนอต่อผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 21 คน พนว่าผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 21 คนมีความเห็นชอบซึ่งกิดเป็นร้อยละ 100 ในการจัดทำประประชาพิเคราะห์กับผู้มีส่วนได้ส่วนเสียจำนวน 150 คนซึ่งเป็นภาระ 20 คน กิดเป็นร้อยละ 13.3 รัฐวิสาหกิจ 40 คน กิดเป็นร้อยละ 26.7 สถานประกอบการ 17



คน คิดเป็นร้อยละ 11.3 และลูกจ้าง 73 คน คิดเป็นร้อยละ 48.7 โดยได้รับข้อคิดชั้นในการจัดทำมาตรฐานและข้อเสนอแนะในเรื่องวิธีการนำมาใช้เพื่อให้มีผลในทางปฏิบัติอย่างแท้จริง



ภาพที่ 2 เล่มมาตรฐานอาชีพ ICT

## 5. สรุป

บทความวิจัยนี้นำเสนอวิธีการจัดทำมาตรฐานอาชีพสาขาเครื่อข่ายและความปลอดภัย สาขาวิชาชีพเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารและศิลป์ดิจิตอลคอมพิวเตอร์ ของสถาบันคุณวุฒิวิชาชีพ (องค์การมหาชน) โดยใช้วิธีการวิเคราะห์หน้าที่งาน จากกลุ่มผู้เชี่ยวชาญระดับบริหารและระดับหัวหน้างานซึ่งเป็นผู้ที่ปฏิบัติงานจริงมาร่วมในการคิดวิเคราะห์เพื่อจัดทำแผนภูมิที่งาน โดยแผนภูมิที่งานที่ได้ประกอบด้วย 3 หน้าที่หลัก 21 หน่วยสมรรถนะ และ 57 หน่วยสมรรถนะย่อย จากนั้นนำแผนภูมิที่ที่ได้ไปจัดทำเกณฑ์การปฏิบัติงาน การกำหนดขอบเขต หลักฐานการปฏิบัติงาน หลักฐานความรู้ และแนวทางการประเมิน เพื่อให้ได้มาซึ่งคุณวุฒิในระดับต่าง ๆ โดยจัดทำเป็นรูปเล่มและได้ผ่านการพิจารณาตรวจสอบจากคณะกรรมการผู้เชี่ยวชาญสามารถนำไปใช้เป็นมาตรฐานอาชีพ สาขาเครื่อข่ายและความปลอดภัยของประเทศไทยได้

## 6. กิตติกรรมประกาศ

ในการจัดทำงานวิจัยในครั้งนี้ได้รับการแนะนำและช่วยเหลือเป็นอย่างดีจาก รศ.ดร.คณิต เนลบทารยา ผู้อำนวยการ สำนักพัฒนาเทคนิคศึกษา หัวหน้าโครงการวิจัย ของสถาบันคุณวิจัยทุกท่านที่ช่วยประสานการทำงานใน

ภาพร่วมของโครงการ ขอขอบคุณคณบดีครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ สถาบันคุณวุฒิวิชาชีพ (องค์การมหาชน) ที่สนับสนุนทุนการวิจัย ขอขอบคุณกระทรวงเทคโนโลยี สถาบันคุณวุฒิวิชาชีพ และหน่วยงานอื่น ๆ ของภาครัฐและเอกชน ที่สนับสนุนให้บุคลากรในสังกัดเข้าร่วมในการทำวิจัยในครั้งนี้

## 7. เอกสารอ้างอิง

- [1] ชีรพงษ์ วิริยานันท์, “การพัฒนามาตรฐานอาชีพของผู้ประเมิน สมรรถนะวิชาชีพตามระบบคุณวุฒิวิชาชีพ”, วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์ อุตสาหกรรมคุณวุฒิบัณฑิต สาขาวิชาบริหารอาชีวะและเทคนิคศึกษา ภาควิชาบริหารเทคโนโลยีศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2549.
- [2] ราชกิจจานุนภกษา, “พระราชบัญญัติจัดตั้งสถาบันคุณวุฒิวิชาชีพ องค์การมหาชน”, เล่ม 128 ตอนที่ 21 ง, 2552.
- [3] สถาบันคุณวุฒิวิชาชีพ(องค์การมหาชน), “วิสัยทัศน์และพันธกิจ”, <http://www.tpqi.go.th>.
- [4] สำนักพัฒนาเทคนิคศึกษา, “โครงการจัดทำมาตรฐานอาชีพและ คุณวุฒิวิชาชีพ สาขาอาชีพเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร โดยความร่วมมือระหว่างสถาบันคุณวุฒิวิชาชีพ (องค์การมหาชน) และมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ”, [http://www.kmutnb.ac.th/filenews/ICT\\_TPQI\\_KMUTNB2013.pdf](http://www.kmutnb.ac.th/filenews/ICT_TPQI_KMUTNB2013.pdf).
- [5] รัฐบาลไทย, “ก.ไอซีที จับมือสถาบันคุณวุฒิวิชาชีพฯ สร้าง มาตรฐานวิชาชีพด้าน ICT”, <http://www.thaigov.go.th/th>.
- [6] รุ่งโรจน์ สีเหลืองสวัสดิ์, “การพัฒนามาตรฐานอาชีพอุตสาหกรรม การโรงแรม”, วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมคุณวุฒิบัณฑิต สาขาวิชาชีพและพัฒนาหลักสูตร ภาควิชาบริหารเทคโนโลยีศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2547.
- [7] สำนักงานสถิติแห่งชาติ, “การจัดประเภทอาชีพตามมาตรฐานสากล ฉบับแปลจาก International Standard Classification of Occupation: ISCO-08”, ศรีเมืองการพิมพ์, 2553.
- [8] Information-technology Promotion Agency Japan, “IT Human Resources Development”, <http://www.ipa.go.jp>.
- [9] The SFIA Foundation Ltd, “SFIA Skills and Levels”, <https://www.sfia-online.org>.



## การศึกษาความพร้อมในการจัดการศึกษาระดับปริญญาตรี

## สาขาวิชาร่องแรม วิทยาลัยพณิชยการเชียงใหม่

## **A study of the readiness for undergraduate education management for hotel major at Chetupon Commercial College**

ศรีพร หล้าอินตา<sup>1</sup>, ชัยวิชิต เชียรชันตะ<sup>2</sup>

ภาควิชาบริหารเทคโนโลยีกีฬา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สาขาวิชาบริหารอาชีวะและเทคโนโลยีศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

*ai-khi-mo@hotmail.com*

## ນາທຄ້ດຢ່ອ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความพร้อมในการจัดการศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาการ โรงแรม วิทยาลัยพัฒนาการเชตุพนและเพื่อวิเคราะห์แนวทางการเตรียมความพร้อมในการจัดการศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาการ โรงแรม วิทยาลัยพัฒนาการเชตุพน โดยมีกลุ่มผู้ให้ข้อมูลเป็นผู้บริหาร ครุและบุคลากรทางการศึกษา หัวหน้างานบุคลากร หัวหน้างานการเงินและหัวหน้างานความร่วมมือ ที่ปฏิบัติงานวิทยาลัยพัฒนาการเชตุพน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นแบบสอบถาม (Questionnaire) ประเภทแบบตรวจสอบรายการ (Check List) สอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับความพร้อมในการจัดการศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาการ โรงแรม วิทยาลัยพัฒนาการเชตุพน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ ค่าร้อยละ (Percentage) ค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ผลการวิจัยพบว่า

1. ความพร้อมในการจัดการศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาการโรงแรม มี 6 ด้าน ด้านกายภาพมีความพร้อมอยู่ในระดับมาก และสถาบันมีความพร้อมเกี่ยวกับครุพักร์ในสถานประกอบการด้านวิชาการมีความพร้อมอยู่ในระดับมาก, ด้านผู้เรียนมีความพร้อมอยู่ในระดับมาก, ด้านการบริหารจัดการ มีความพร้อม 8 ด้าน ไม่มีความพร้อม 3 ด้าน, ด้านการเงินมีความพร้อม 4 ด้าน ไม่มีความพร้อม 4 ด้าน, ด้านสถานประกอบการสถาบันมีสถานประกอบการที่เข้าร่วมกับสถาบัน ได้ดำเนินการทดลองร่วมมือกันในการจัดการศึกษาหนทางสนับสนุนและเพียงพอ มีแผนการรับประทานการมีงานทำของนักศึกษาทุกคน มีแผน/โครงการและเกณฑ์ร่างความเข้าใจในการจัดทบทวนคิ้งกับสถานประกอบการและมีครุพักร์ในสถานประกอบการที่มีประสบการณ์ในการฝึกประสบการณ์นักศึกษา



วิทยาลัยเดียวกัน, ครุผู้สอนจบ ป.โท สายตรงอยู่ในวิทยาลัยเดียวกัน 5 คนขึ้นไป, ครุผู้สอนจบ ป.โท 70 : ป.ตรี 30, อาจารย์ประจำ จำกัดสถาบันการศึกษาหน่วยงานภาครัฐและเอกชน, อาจารย์พิเศษจากสถาบันการศึกษาหน่วยงานภาครัฐและเอกชนและผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้านอาชีพจำนวน 5 คนขึ้นไปและ 2.4 ค้านสถานประกอบการ สถาบันจะต้องมีการดำเนินการลงนามความร่วมมือและดำเนินการตามข้อตกลงแล้ว

**คำสำคัญ:** ความพร้อมในการจัดการศึกษา แนวทางเตรียมความพร้อม ระดับปริญญาตรี สายเทคโนโลยีหรือสายปฏิบัติการ

## Abstract

*The objectives of this research were to study the readiness for undergraduate education management for hotel major at Chetupon Commercial College and to analyze the guidelines for such readiness. The informants included Executives, Teachers, Educational Personnel, Heads of Personal Affairs, Finance, and Cooperation at Chetupon Commercial College. The research instrument was a checklist-type questionnaire to ask for the informants' opinions towards the readiness for undergraduate education management for hotel major at Chetupon Commercial College. The statistics used for data analysis were Percentage, Mean and Standard Deviation. The results of this research were showed as follows.*

*1. The readiness for undergraduate education management for hotel major consisted of six aspects. The informants' opinions towards Physical Readiness were at high level. They also reported that Chetupon Commercial College has the availability of coaches within the establishment. The informants' opinions towards Academic Readiness were at high level. The informants' opinions towards Lerner Readiness were at high level. In terms of Management, eight aspects of readiness and three aspects of unpreparedness were found. In terms of Finance, four aspects of readiness and four aspects of unpreparedness were found. In terms of establishment, Chetupon Commercial College has establishment to implement the collaboration on appropriate and adequate education management. Chetupon Commercial College has a plan to assure that its students will be hired, plans/projects to build the understanding of bilateral arrangements. Chetupon Commercial College has experienced trainers or coaches.*

*2. The guidelines for the readiness for undergraduate education management for hotel major at Chetupon Commercial College included as follows. 2.1 Management Aspect. 1) An institution would have its rules and regulations that facilitate undergraduate education management, 2) An institution would be able to issue rules and regulations that facilitate undergraduate education management, and 3) An institution would coordinate to get support of local people for undergraduate education management. 2.2 Finance Aspect. 1) An institution would issue its rules and regulations about money collection and payment relating to students for undergraduate education management at an affordable rate, 2) An institution would need a budget plan for undergraduate education management at an affordable rate, 3) An institute would be able to raise funds from outside for undergraduate education management, and 4) An institute would seek for funds from outside for undergraduate education management. 2.3 Physical Aspect. 1) An institute would have in-field teachers with master's degree within the same college, at least 5 in-field teachers with master's degree within the same college, 70:30 ratio of teachers with master's degree and bachelor's degree, full-time instructors from public and private organizations, part-time instructors from public and private organizations and at least 5 professionals. 2.4 Establishment Aspect. An institution would sign cooperation agreement as well as implement as specified in the agreement.*

**Keyword:** The availability of education Prepare guidelines Undergraduate operating line or cable technologies.

## 1. บทนำ

กระทรวงศึกษาธิการ ได้กำหนดแนวโน้มยุทธศาสตร์การจัดการศึกษาเพื่อให้สอดคล้องกับพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม ซึ่งเน้นการปฏิรูปการศึกษาทั้งด้านการบริหารและการจัดการเรียนการสอน เพื่อให้ผู้เรียนมีโอกาสเรียนรู้ตลอดชีวิตตามความถนัด ตามความสนใจและได้รับการบริการด้านการศึกษาจากรัฐอย่างมีคุณภาพ โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล เน้นการฝึกทักษะกระบวนการคิด การจัดการ การเพชร์ยสถานการณ์ และการประยุกต์ความรู้มาใช้เพื่อป้องกันและแก้ปัญหา จัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ฝึกการปฏิบัติให้ทำได้คิดเป็น ทำเป็น รักการอ่านและเกิดการใฝ่รู้อย่างต่อเนื่อง ให้มีการจัดการเรียนการสอนโดยผสมผสานสาระความรู้ด้านต่าง ๆ อย่างได้สัดส่วนสมดุลกัน รวมทั้งให้มีการปลูกฝังคุณธรรมค่านิยมที่ดีงามและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ไว้ในทุกวิชา [1]

พระราชบัญญัติการอาชีวศึกษานี้ความสำคัญของการจัดการอาชีวศึกษาและการฝึกอบรมวิชาชีพให้สอดคล้องกับแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติและแผนการศึกษาแห่งชาติ เพื่อพัฒนาがらมคนด้านวิชาชีพระดับฝีมือ ระดับเทคนิคและระดับเทคโนโลยี รวมทั้งเพื่อยกระดับการศึกษาวิชาชีพให้สูงขึ้นและสอดคล้องกับความต้องการของตลาดแรงงาน [4] สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษาเปิดสอนหลักสูตรปริญญาตรีสาขatech ในไทยหรือสาขปฏิบัติการซึ่งเป็นส่วนสำคัญในการเพิ่มทรัพยากรบุคคลที่มีศักยภาพ มีคุณภาพที่สูงขึ้น มีความเชี่ยวชาญในการปฏิบัติงานอย่างล่องแท้ สามารถทำงานในอุดสาหกรรมที่กำลังเข้าสู่ภาวะการแข่งขัน ตามความต้องการของตลาด ซึ่งทางภาคอุดสาหกรรมจะมีการส่งเสริมอย่างเต็มที่โดยการให้ความร่วมมือให้นักศึกษาเข้ามาศึกษาที่สถาบันการศึกษาและหากทำงานได้ดีจะรับเข้าทำงานทันทีหลังสำเร็จการศึกษา

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษาเปิดสอนหลักสูตรปริญญาตรีสาขatech ในไทยหรือสาขปฏิบัติการถือเป็นมิติใหม่ของหลักสูตรอาชีวศึกษาที่ สถาบันการอาชีวศึกษาและสถาบันการจัดการศึกษาร่วมกันอย่างเข้มแข็งและเป็นรูปธรรม ซึ่งนักศึกษาจะได้รับความรู้และประสบการณ์ตรงจาก การทำงานจริงในฐานะที่เป็นพนักงานฝึกหัด ซึ่งผู้ประกอบจะมี

ความเชื่อมั่นว่านักศึกษาจะมีอนาคตที่ดี ส่วนภาคอุดสาหกรรมจะได้คุณที่มีคุณสมบัติตรงกับความต้องการอย่างแท้จริง [5]

วิทยาลัยพัฒนาเชตุพน สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา เปิดการสอนระดับปริญญาตรี สาขาวิชาการโรงแรม ตอบสนองความต้องการการผลิตและการพัฒนา กำลังคนด้านวิชาชีพ ระดับฝีมือ ระดับเทคนิค ระดับเทคโนโลยี และภูมิปัญญาท่องถิ่น รวมทั้งเป็นการยกระดับการศึกษา วิชาชีพให้สูงขึ้น เพื่อให้สอดคล้องกับความต้องการของตลาดแรงงานตามนโยบายของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ซึ่งการจัดการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพได้นั้น ผู้บริหารสถานศึกษาจำเป็นต้องทราบถึงหลักการบริหารงานที่เป็นระบบและต้องจัดสภาพแวดล้อมของโรงฝึกงานและห้องปฏิบัติการในสถานศึกษาให้คล้ายกับสถานประกอบการ ทึ้งนี้เพื่อให้การสอนวิชาชีพในแต่ละสาขาวิชาบรรลุเป้าหมายและวัตถุประสงค์ที่วางไว้ อย่างไรก็ต้องมีผู้บริหารสถานศึกษาที่ต้องคำนึงถึงความพร้อมของทรัพยากรการผลิต ต่าง ๆ เช่น ผู้สอน เครื่องมือเครื่องจักรและอุปกรณ์การสอน วัสดุฝึก งบประมาณ โรงฝึกงาน ห้องสมุด เป็นต้น โดยต้องมีการจัดการเรียน การสอนให้เหมาะสมกับจำนวนนักศึกษา และมีความร่วมมือกับสถานประกอบการในการจัดการเรียน การสอน จึงจะทำให้สามารถผลิตกำลังคนที่มีคุณภาพและตอบสนองความต้องการของสถานประกอบการ ได้ตามเป้าหมายที่วางไว้ [2]

จากการเป็นมาและความสำคัญของปัญหาดังกล่าวจึงมีความจำเป็นต้องศึกษาความพร้อมในการจัดการศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาการโรงแรม วิทยาลัยพัฒนาเชตุพน สถาบันการอาชีวศึกษารุ่งเทพมหานคร สำนักสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา เพื่อเป็นแนวทางในการวางแผนการจัดการศึกษาและเตรียมความพร้อมด้านต่าง ๆ ที่จะเกิดขึ้น

วรรณกรรมที่เกี่ยวข้องในการวิจัยมีดังนี้

1. นโยบายและยุทธศาสตร์ การพัฒนาการศึกษาของกระทรวงศึกษาธิการ พ.ศ. 2555–2558
2. แผนยุทธศาสตร์การพัฒนาอาชีวศึกษา (2552 – 2561)
3. หลักเกณฑ์การรวมและ การแยกสถานศึกษาอาชีวศึกษา เพื่อจัดตั้งเป็นสถาบันการอาชีวศึกษาโดยที่สมควร



ปรับปรุงหลักเกณฑ์การรวมและการแยกสถานศึกษาอาชีวศึกษา เพื่อจัดตั้งสถาบันการอาชีวศึกษา ตามมาตรา 13 แห่ง

4. หลักสูตรเทคโนโลยีบัณฑิต พุทธศักราช 2556 สาขาวิชาการ โรงแรม
5. ความเป็นมาของสถาบันการอาชีวศึกษา
6. ความพร้อมเกี่ยวกับการจัดการศึกษา

## 2. วัตถุประสงค์การวิจัย

2.1 เพื่อศึกษาความพร้อมในการจัดการศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาการ โรงแรม วิทยาลัยพนิชยการเชตุพน

2.2 เพื่อวิเคราะห์แนวทางการเตรียมความพร้อมในการจัดการศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาการ โรงแรม วิทยาลัยพนิชยการเชตุพน

## 3. วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 ผู้ให้ข้อมูล ได้แก่ ครูและบุคลากรทางการศึกษาที่ปฏิบัติงาน วิทยาลัยพนิชยการเชตุพน จำนวน 169 คน การกำหนดค่าตัวอย่างแบบอาศัยความน่าจะเป็นโดยใช้สูตรในการคำนวณเนื่องจากทราบจำนวนประชากรที่ แน่นอน จำนวน 169 คน ตามแนวคิดของ Yamane (Yamane, 1973:125) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% จำนวนตัวอย่างขึ้นต่ำจำนวน 119 คน โดยใช้วิธีการสุ่มอย่างมีระบบ

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เครื่องมือที่ใช้เก็บรวบรวมข้อมูลเป็นแบบสอบถาม ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบสอบถาม ลักษณะแบบสอบถามเป็นแบบสำรวจ (Checklist)

ตอนที่ 2 ระดับความพร้อมในการจัดการศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาการ โรงแรม วิทยาลัยพนิชยการเชตุพน ลักษณะแบบสอบถาม เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ตามแนวของลิเกอร์ท (Likert) 5 ระดับ [3]

### 3.3 การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ

3.3.1 นำแบบสอบถามตรวจสอบความถูกต้อง ความเที่ยงตรงตามกรอบเนื้อหาของแต่ละข้อและครอบคลุมเนื้อหาที่กำหนด นำเสนอให้ผู้เชี่ยวชาญเพื่อพิจารณาแก้ไขข้อบกพร่องในการใช้ภาษา การสื่อความหมายและรูปแบบของแบบสอบถาม โดยหาค่าบรรชนีความสอดคล้อง (Item

Objective Congruence : IOC) พนวณค่าระหว่าง 0.6 – 1 ทุกข้อและพิจารณาตามความเหมาะสมเดือดกับข้อคำถามที่มีค่า  $IOC > 0.5$  ส่วนข้อคำถามที่มีค่า  $IOC < 0.5$  นำมาปรับปรุงแก้ไขหรือตัดทิ้ง

3.3.2 นำแบบสอบถามที่ผ่านการปรับปรุงขึ้นกับรุ่นเรียนร้อยแล้ว ไปใช้ทดลองกับผู้ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างในการเก็บรวบรวมข้อมูลจริง (Try-out) จำนวน 30 คน โดยได้นำมาตรวจหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบสอบถามทั้งฉบับ มีค่าเท่ากับ 0.929

### 3.4 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

3.4.1 ค่าร้อยละ (%)

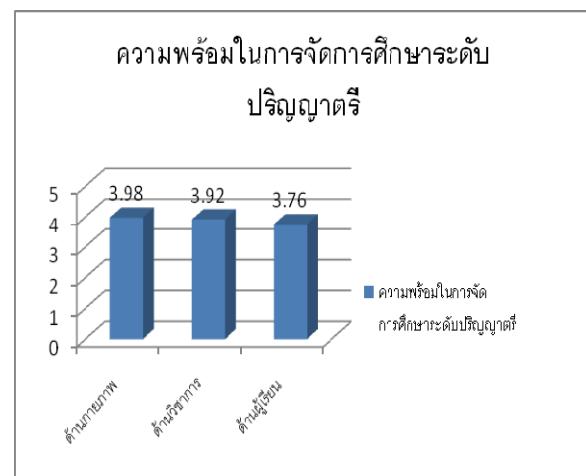
3.4.2 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต [3]

3.4.3 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน [3]

## 4. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับความพร้อมในการจัดการศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาการ โรงแรม วิทยาลัยพนิชยการเชตุพน

4.1.1 แสดงผลการวิเคราะห์ความพร้อมด้านภาษาพัฒนาวิชาการและด้านผู้เรียน พนวณความพร้อมทั้ง 3 ด้าน ความความพร้อมอยู่ระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.90 และเมื่อพิจารณาในแต่ละด้าน พนวณความพร้อมอยู่ในระดับมาก ได้แก่ ด้านภาษาพัฒนา (ค่าเฉลี่ย = 3.98) ด้านวิชาการ (ค่าเฉลี่ย = 3.92) และด้านผู้เรียน (ค่าเฉลี่ย = 3.76)



ภาพที่ 1 ความพร้อมในการจัดการศึกษาระดับปริญญาตรี ด้านภาษาพัฒนาวิชาการและด้านผู้เรียน



4.1.2 แสดงผลการวิเคราะห์ความพร้อมด้านการบริหารจัดการ พบว่า มีความพร้อมจำนวน 8 ด้าน ได้แก่ การแบ่งส่วนราชการ/หน่วยงานในสถาบันของท่านเป็นการส่งเสริมจัดการศึกษาระดับปริญญาตรี, สถาบันของท่านมีแผน/โครงการจัดการศึกษาระดับปริญญาตรี, สถาบันได้รับความร่วมมือจากส่วนราชการและสถาบันอื่นในการจัดการศึกษาระดับปริญญาตรี, สถาบันได้รับความร่วมมือจากสถานประกอบการในการจัดการศึกษาระดับปริญญาตรี, มีการจัดประชุมผู้บริหาร ครุ และบุคลากรทุกคนในสังกัดสถาบันเพื่อสร้างความเข้าใจให้กับผู้บริหาร ครุ และบุคลากรทางการศึกษาของสถาบัน, สถาบันมีการแต่งตั้งคณะกรรมการ ได้จัดประชุมสร้างความเข้าใจและพัฒนาหลักสูตรแล้วและมีแผนการรับนักศึกษาและการผลิตบัณฑิตอย่างน้อย 5 ปีการศึกษาและสอดคล้องกับยุทธศาสตร์ก่อรุ่มจังหวัด ไม่มีความพร้อม 3 ด้าน ได้แก่ สถาบันมีข้อบังคับ ระเบียบและประกาศต่างๆ ที่อี่อประโยชน์ต่อการจัดการศึกษาระดับปริญญาตรี, สถาบันสามารถออกข้อบังคับ ระเบียบและประกาศต่างๆ ที่อี่อประโยชน์ต่อการจัดการศึกษาระดับปริญญาตรีและสถาบันได้รับการสนับสนุนส่งเสริมจากบุคคลภายในท้องถิ่นในการจัดการศึกษาระดับปริญญาตรี

4.1.3 แสดงผลการวิเคราะห์ความพร้อมด้านการเงิน พบว่า มีความพร้อม จำนวน 4 ด้าน ได้แก่ สถาบันสามารถจัดทางบประมาณมาใช้จ่ายในการจัดสิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆ ในการจัดการศึกษาระดับปริญญาตรีได้อย่างเหมาะสม, สถาบันได้รับงบประมาณสนับสนุนจากโครงการอื่น ๆ, สถาบันสามารถจัดหาทุนการศึกษาให้นักศึกษาแบบให้เปล่าได้ และสถาบันสามารถจัดหาทุนกู้ยืมให้นักศึกษาได้ สถาบันสามารถจัดหาทุนกู้ยืมให้นักศึกษาได้ ไม่มีความพร้อม 4 ด้าน ได้แก่ สถาบันสามารถอกระเบียบเกี่ยวกับการรับ-จ่ายเงิน ซึ่งเก็บจากนักศึกษาเพื่อจัดการศึกษาระดับปริญญาตรีในอัตราที่เหมาะสมได้, สถาบันมีแผนงานโครงการใช้จ่ายบประมาณเพื่อจัดการศึกษาระดับปริญญาตรีในอัตราที่เหมาะสมได้, สถาบันสามารถระดมทุน จากการก่อสถาบันมาใช้ในการจัด

การศึกษาระดับปริญญาตรีและ สถาบันสามารถจัดหาเงินทุนจากภาคีในสถาบัน มาใช้ในการจัดการศึกษาระดับปริญญาตรี

#### 4.1.4 แสดงผลการวิเคราะห์ความพร้อมด้านกายภาพ

ความพร้อมด้านกายภาพ พบว่า สถาบันมีครุผู้สอน ป.โท ตามเกณฑ์โดยใช้บุคลากรร่วมกันในสถาบันอื่น สถาบันมีครุผู้สอน ป.โท ตามเกณฑ์โดยใช้บุคลากรร่วมกันในสถาบันอื่น 5 คนขึ้นไป สถาบันมีครุผู้สอนจบ ป.โท 60: ป.ตรี 40 สถาบันอาจารย์ประจำเฉพาะในวิทยาลัยเท่านั้น สถาบันอาจารย์พิเศษจากสถาบันการศึกษาหน่วยงานภาครัฐ สถาบันมีผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้านอาชีพจำนวน 1-2 คน สถาบันครุฝึกในสถานประกอบการจำนวน จำนวน 5 คนขึ้นไป

#### 4.1.5 แสดงผลการวิเคราะห์ความพร้อมด้านสถาน

ประกอบการ พบว่าสถาบันมีการลงนามความร่วมมือ แต่ยังไม่ได้ดำเนินการ สถาบันมีสถานประกอบการเหมาะสมและเพียงพอ สถานประกอบการมีแผนการรับประทานการมีงานทำของนักศึกษาทุกคน สถาบันมีแผน/โครงการและเคยสร้างความเข้าใจในการจัดทวิภาคีกับสถานประกอบการ สถานประกอบการมีครุฝึกในสถานประกอบการที่มีคุณสมบัติมีประสบการณ์ในการฝึกประสบการณ์นักศึกษา

### 4.2 ผลการวิเคราะห์แนวทางการเตรียมความพร้อมในการจัดการศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาการโรงแรม วิทยาลัยพลิชยการชลทพน

4.2.1 แสดงผลการวิเคราะห์แนวทางการเตรียมความพร้อมด้านการบริหารจัดการ แนวทางในการเตรียมความพร้อมทางด้านการบริหารจัดการจัดต้องจัด ให้เป็นไปตามหลักเกณฑ์ที่สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษากำหนด สถาบันจะต้องมีข้อบังคับ ระเบียบและประกาศต่างๆ ที่อี่อประโยชน์ต่อ การจัดการศึกษาระดับปริญญาตรี ออกข้อบังคับ ระเบียบและประกาศต่างๆ ที่อี่อประโยชน์ต่อการจัดการศึกษาระดับปริญญาตรีและประสานงานเพื่อขอรับการสนับสนุนส่งเสริมจากบุคคลภายในท้องถิ่นในการจัดการศึกษาระดับปริญญาตรี

4.2.2 แสดงผลการวิเคราะห์แนวทางการเตรียมความพร้อมด้านการเงิน แนวทางในการเตรียมความพร้อมให้เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานทรัพยากรในการจัดการศึกษา



หลักสูตรปริญญาตรีของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา สถาบันจะต้องสามารถออกแบบและพัฒนาหลักสูตรให้เกี่ยวกับการรับ – จ่ายเงิน ซึ่งเก็บจากนักศึกษา เพื่อจัดการศึกษาระดับปริญญาตรีในอัตราที่เหมาะสมได้จะต้องสามารถลดความทุนจากภายนอกสถาบัน มาใช้ในการจัดการศึกษาระดับปริญญาตรี และสามารถจัดหาเงินทุน จากภายนอกสถาบัน มาใช้ในการจัดการศึกษาระดับปริญญาตรี

**4.2.3 แสดงผลการวิเคราะห์แนวทางการเตรียมด้านกายภาพ** แนวทางในการเตรียมความพร้อมด้านนุ kutika คุณสมบัติและประสบการณ์ของผู้สอน ให้เป็นไปตามหลักเกณฑ์ที่สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษากำหนด จะต้องมีครุผู้สอนจบ ป.โท สาขาวิชาง่ายในวิทยาลัยเดียวกันและมีความพร้อมในการจัดการเรียนการสอน มีครุผู้สอนจบ ป.โท สาขาวิชาง่ายในวิทยาลัยเดียวกัน 5 คนขึ้นไปมีครุผู้สอนจบ ป.โท 70: ป.ตรี 30 มีอาจารย์ประจำจากสถาบันการศึกษาหน่วยงานภาครัฐและเอกชน จะต้องมีอาจารย์พิเศษจากสถาบันการศึกษาหน่วยงานภาครัฐและเอกชนและจะต้องมีผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้านอาชีพ 5 คนขึ้นไป

**4.2.4 แสดงผลการวิเคราะห์แนวทางการเตรียมด้านสถาบันประกอบการ** สถาบันมีสถาบันประกอบการที่เข้าร่วมกับสถาบันได้ดำเนินการทดลองร่วมมือกันในการจัดการศึกษา พบว่ามีแนวทางในการเตรียมความพร้อมโดยจะต้องมีการดำเนินการลงนามความร่วมมือและดำเนินการตามข้อตกลงแล้วลงนามความร่วมมือ

## 5. สรุปผลการวิจัย

**5.1 ความพร้อมในการจัดการศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาการโรงแรม ความพร้อมด้านกายภาพ ด้านวิชาการ ด้านผู้เรียน ทั้ง 3 ด้าน มีความพร้อมระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.90 และเมื่อพิจารณาในแต่ละด้านของความพร้อม พบว่ามีความพร้อมอยู่ในระดับมาก ได้แก่ ด้านกายภาพ (ค่าเฉลี่ย = 3.98) ด้านวิชาการ (ค่าเฉลี่ย = 3.92) และด้านผู้เรียน (ค่าเฉลี่ย = 3.76) ด้านการบริหารจัดการ มีความพร้อม 8 ด้าน ไม่มีความพร้อม 3 ด้าน, ด้านการเงินมีความพร้อม 4 ด้าน ไม่มีความพร้อม 4 ด้าน, ด้านสถานประกอบการสถาบันมี**

สถานประกอบการที่เข้าร่วมกับสถาบันได้ดำเนินการทดลองร่วมมือกันในการจัดการศึกษาเหมาะสมและเพียงพอ มีแผนการรับประทานการฝึกงานทำของนักศึกษาทุกคน มีแผน/โครงการและเคยสร้างความเข้าใจในการจัดทิศทางกับสถานประกอบการและมีครุฝึกในสถานประกอบการที่มีประสบการณ์ในการฝึกประสบการณ์นักศึกษา

**5.2 แนวทางการเตรียมความพร้อมในการจัดการศึกษาระดับปริญญาตรี** สาขาวิชาการโรงแรม ความพร้อมด้านการเงินแนวทางในการเตรียมความพร้อมให้เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานทรัพยากรในการจัดการศึกษาหลักสูตรปริญญาตรี ของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา มีครุผู้สอนจบ ป.โท สาขาวิชาง่ายในวิทยาลัยเดียวกันและมีครุผู้สอนจบ ป.โท สาขาวิชาง่ายในวิทยาลัยเดียวกัน 5 คนขึ้นไป มีครุผู้สอนจบ ป.โท 70: ป.ตรี 30 มีอาจารย์ประจำจากสถาบันการศึกษาหน่วยงานภาครัฐและเอกชน มีอาจารย์พิเศษจากสถาบันการศึกษาหน่วยงานภาครัฐและเอกชน มีผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้านอาชีพ จำนวน 5 คนขึ้นไป สถานประกอบการจะต้องมีการดำเนินการลงนามความร่วมมือและดำเนินการตามข้อตกลงแล้วลงนามความร่วมมือ

## 6. เอกสารอ้างอิง

- [1] กระทรวงศึกษาธิการ, พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ครุสภากาลพัริสาท, 2542.
- [2] ชีรุพัฒน์ บุณย์สกุล, การบริหารอาชีวะและเทคนิคศึกษาเพื่อพัฒนาอุตสาหกรรม. กรุงเทพฯ : สุนีย์พิลิตดำรงเรียน สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2555.
- [3] บุญชุม ศรีสะอาด, การวิจัยเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 6 กรุงเทพฯ : สุริยาสาสน์, 2545.
- [4] สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา, พระราชบัญญัติการอาชีวศึกษา พ.ศ. 2551. กรุงเทพฯ : สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา, 2551.
- [5] สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา, กระทรวงศึกษาธิการ. (น.ป.ป.). แผนยุทธศาสตร์ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา. แผนยุทธศาสตร์การพัฒนาอาชีวศึกษา (พ.ศ. 2552-2561). ไม่ปรากฏสำนักพิมพ์. หน้า 36-37. กรุงเทพมหานคร, พ.ศ. 2547-2549.
- [6] Yamane, Taro, "Statistics: An Introductory Analysis" Third edition. New York : Harper and Row Publication. 1973.



## การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมสมรรถนะวิชาชีพครู ด้านการวัดและประเมินผลการศึกษา

Development of Learning Model for Enhancing the Teaching Professional  
Competency in Educational Measurement and Evaluation

ทัญศึก เลิบกรุฑ

ภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

*Hranseuk2@hotmail.com*

### บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมสมรรถนะวิชาชีพครูด้านการวัดและประเมินผลการศึกษา และเพื่อศึกษาสมรรถนะวิชาชีพครูหลังเรียนจากรูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมสมรรถนะวิชาชีพครูด้านการวัดและประเมินผลการศึกษาโดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาวิชาชีพครู ชั้นปีที่ 4 คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย ซึ่งได้จากการเลือกแบบเจาะจง จำนวน 60 คน โดยแบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 30 คนกลุ่มทดลอง 30 คน ผลการวิจัยพบว่า รูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมสมรรถนะวิชาชีพครูด้านการวัดและประเมินผลการศึกษา ประกอบไปด้วย 1) ปัจจัยนำเข้า 2) กระบวนการเรียนการสอน 3) การควบคุม 4) ผลผลิต 5) ข้อมูลป้อนกลับ โดยมีการจัดกระบวนการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมสมรรถนะวิชาชีพครู ทั้งหมด 5 ขั้นประกอบด้วย 1) ขั้นวางแผนการเรียนรู้ 2) ขั้นลงมือปฏิบัติ 3) ขั้นนำเสนองาน 4) ขั้นประเมินและปรับแก้ และ 5) ขั้นปั้นผู้นำทางความคิด ซึ่งผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับหมายความมาก เปรียบเทียบการเรียนการสอนก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง พบว่า นักศึกษาที่กลุ่มทดลองมีผลการเรียนด้านความรู้หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบนักศึกษาทั้งกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม คะแนนเฉลี่ยความรู้ด้านการวัดและประเมินผลการศึกษาอยู่ในระดับ .01 เปรียบเทียบกับนักศึกษาที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมสมรรถนะวิชาชีพครูด้านการวัดและประเมินผลการศึกษามีคะแนนด้านการวัดและประเมินผลการศึกษาเทียบกับ 62.36 เมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 90 พบว่า นักศึกษามีคะแนนด้านทักษะด้านการวัดและประเมินผลการศึกษาเทียบเกณฑ์ร้อยละ 90 ของคะแนนรวม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

**คำสำคัญ:** การเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมสมรรถนะวิชาชีพครูด้านการวัดและประเมินผลการศึกษา

### Abstract

*The purposes of this research were to develop learning model for enhancing teaching professional competency in educational measurement and evaluation and to study teaching professional competency after learning by learning model for enhancing teaching professional competency in educational measurement and evaluation. The sample group consisted of 60 third year students in the Faculty of Education, Chiang Rai Rajabhat university. The sample was chosen*



by using specific choosing and then divided into 2 groups; 30 students were the experimental group and 30 students. The results of the study were found that;

The development of teaching professional competency in educational measurement and evaluation consisted of 1) input 2) instructional process for enhancing teaching 3) control 4) output and 5) feedback. 5 steps of instructional process for enhancing teaching. The analysis of the comparison of the students' achievement in the controlled group between before and after learning was found that the achievement of students in the controlled group was higher than before learning at the  $p < .01$  level of statistical significance. The result of the analysis of comparison between the experimental and controlled group of students in the experimental group was higher than the controlled group at the  $p < .01$  level of statistical significance. The analysis to compare skill of students who learnt by learning model for enhancing teaching professional competency in educational measurement and evaluation appeared that the mean was 62.36. When compared with the 90 % criteria of the total score of the skill, the score was 58.5. It was found that the students' scores on educational measurement and evaluation skill compared with the 90 % criteria was statistically significant at the  $p < .01$  level.

**Keyword:** Enhancing the Teaching Professional Competency in Educational Measurement and Evaluation

## 1. บทนำ

สำนักงานเลขานุการศึกษา (2551 : 45)[1] ได้ศึกษา ปัญหาการวัดและประเมินผล ที่เกิดจากการวัดประเมินผลตาม พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 ในมุมมองของ ครุผู้สอน พบปัญหาเกี่ยวกับการวัดประเมินผล ดังนี้ (1) มีความ สับสนในคำศัพท์ต่างๆ ที่อยู่ในหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน (2) ขาดความมั่นใจในวิธีการปฏิบัติของการวัดประเมินสภาพ จริง โดยเฉพาะอย่างยิ่งค้านเป็นเรื่องเกี่ยวกับเทคนิคการวัดและ วิธีประเมิน และ (3) เอกสารเกี่ยวกับการวัดและประเมินผู้เรียน ในสถานศึกษาต้องการการจัดทำเป็นจำนวนมาก แต่ไม่มี แบบฟอร์มที่สามารถต่อการกรอกหรือดำเนินการทำให้ครุต้องมี การเพิ่มขั้นตอนจากนี้ปัญหาของการวัดและประเมิน (สุวิมล, 2550 : 236 - 237)[2] ได้กล่าวว่า ความรู้ด้านการวัดผลและ ประเมินผลที่มีขึ้นจำกัด รวมทั้งเครื่องมือที่วัดจะมีคุณภาพดีได้ ก็ต่อเมื่อผู้สร้างมีความเข้าใจในธรรมชาติของงานที่ให้ปฏิบัติ ซึ่งประเด็นนี้ทำให้นักศึกษาต้องมีความรู้ ในงานที่วัดอย่างแท้จริง ในประเด็นปัญหานี้สามารถแก้ไขได้ โดยการพัฒนาแบบวัดและประเมินผลในงานที่จะวัด อีกทั้ง ปัญหาอีกประการหนึ่งของปัญหาในการวัดและประเมินผล คือ คุณภาพของปัญหาการวัดและประเมินผลคุณภาพ หรือ คุณภาพการมีความสำคัญมาก เพราะว่าจะเกี่ยวข้องกับ เครื่องมือที่ใช้ในการสอบวัด ว่ามีคุณภาพหรือไม่ ซึ่งครุผู้สอน เป็นผู้กำหนดการเลือกใช้เครื่องมือ และสร้างเครื่องมือโดยตรง ดังนั้นปัญหาเกี่ยวกับครุผู้สอน มีสาเหตุมาจาก ขาดความรู้และ

เทคนิคที่ใช้ในการวัดคุณภาพ จิตพิสัย และทักษะพิสัย ถ้า หากครุผู้สอนไม่ได้ศึกษาถึงชนิด และรูปแบบเครื่องมือในแต่ ละด้านแล้ว การกำหนด หรือการเลือกใช้เครื่องมือเพื่อการสอบ วัดย่อมไม่ถูกต้องเหมาะสม หรือไม่รู้ว่าจะเลือกใช้เครื่องมือ ชนิดใดดีรวมทั้งปัญหาการวัดและประเมินผลคุณภาพเครื่องมือ วัดผลเครื่องมือวัดไม่ตรงจุดประสงค์

ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาและพัฒนารูปแบบการจัดการ เรียนการสอนแบบร่วมกันเพื่อส่งเสริมสมรรถนะวิชาชีพครุคุณ วัดและประเมินผลการศึกษา ที่จะทำให้นักศึกษาได้เรียนรู้ด้าน สถานการณ์จริง เป็นวิธีการเรียนรู้ที่มาจากการจัดการเรียนการ สอนแบบร่วมกันเป็นการกำหนดวิธีการเรียนรู้โดยการจัด เนื้อหาสาระวิชาชีพครุคุณวัดและประเมินผลการศึกษา รวมทั้ง ภาคปฏิบัติและมีการประเมินการเรียนรู้ตามสภาพจริง ให้ ครอบคลุม พุทธิพิสัย (Cognitive Domain) จิตพิสัย (Affective Domain) และทักษะพิสัย (Psychomotor Domain) โดยมีความ คาดหวังว่าเมื่อนักศึกษาวิชาชีพครุผ่านการเรียนตามรูปแบบที่ ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น นักศึกษาวิชาชีพครุจะมีสมรรถนะวิชาชีพครุ คุณวัดและประเมินผลการศึกษาตามนโยบายการปฏิรูป การศึกษา มาตรา 24 ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ต่อไป

## 2. วรรณกรรมหรือทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

### 2.1 แนวคิดเกี่ยวกับวิชาชีพครุ



ตามพระราชบัญญัติสภาคูรและบุคลากรทางการศึกษา พ.ศ. 2546 มาตรา 49 กำหนดให้มีมาตรฐานวิชาชีพ 3 ด้าน ประกอบด้วย

1. มาตรฐานความรู้และประสบการณ์วิชาชีพ หมายถึง ข้อกำหนดสำหรับผู้ที่จะเข้ามาประกอบวิชาชีพ จะต้องมีความรู้ และมีประสบการณ์วิชาชีพเพียงพอที่จะประกอบวิชาชีพ

2. มาตรฐานในการปฏิบัติงาน หมายถึง ข้อกำหนดเกี่ยวกับ การปฏิบัติงานในวิชาชีพให้เกิดผลเป็นตามเป้าหมายที่กำหนด โดยให้ผู้ประกอบวิชาชีพจะต้องดํา完ในอนุญาตทุก ๆ ปี

3. มาตรฐานการปฏิบัติดน หมายถึง ข้อกำหนดเกี่ยวกับ การประพฤติตนของผู้ประกอบวิชาชีพ โดยมีจรรยาบรรณของ วิชาชีพเป็นแนวทางและข้อพึงระวังในการประพฤติปฏิบัติ สำนักงานเลขานุการครุศาสตร์ (2548 : 5 – 14)[1]

## 2.2 แนวคิดสมรรถนะ

สมรรถนะ (Competency) หมายถึง ความรู้ (Knowledge) ทักษะ (Skills) และคุณลักษณะ (Attributes) ที่จำเป็นในการ ปฏิบัติงานในงานหนึ่ง (Job Roles) ให้ประสบความสำเร็จและ มีความโดดเด่นกว่าคนอื่น ๆ ในเชิงพุทธิกรรม

## 2.3 สมรรถนะการสอน

ด้านสมรรถนะของครุตามความคิดเห็นของนักวิชาการแต่ ละท่าน ผู้วิจัยได้ประมวลสมรรถนะที่เกี่ยวข้องกับการจัดการ เรียนการสอนในชั้นเรียนตามแนวทางการเสริมสร้างสมรรถนะ การสอน คือ

- การเตรียมการสอน ประกอบด้วยการจัดทำแผนการสอน การออกแบบการเรียนรู้ สื่อการเรียนการสอน การจัดกิจกรรม ส่งเสริมการเรียนรู้ และจำแนกระดับการเรียนรู้ของผู้เรียน

- การจัดการเรียนการสอน ประกอบด้วย การจัดการเรียน การสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ คือ การเรียนแบบร่วมมือ การ สอนโดยใช้กระบวนการกรุ่นสัมพันธ์ กระบวนการแลกเปลี่ยน เรียนรู้

- การวัดผลประเมินผล ประกอบด้วย การวัดผลประเมินผล การเรียนการสอน การวัดผลประเมินผลตามสภาพจริง การ ปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ ซึ่งสอดคล้องกับมาตรฐานวิชาชีพ ครุของครุศาสตร์มาตรฐานที่ 3 ด้านการจัดการเรียนรู้ และ มาตรฐานที่ 5 ด้านการวัดและประเมินผลการศึกษา

## 2.4 การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็น สำคัญ

กิติมา (2532 : 61)[6] ได้กล่าวถึงการเรียนการสอนไว้ว่า เป็นหน้าที่โดยตรงของผู้บริหารที่จะต้องทำการจัดการเรียนการสอนที่เหมาะสม มีการสอนที่ถูกต้อง ตลอดจนมีการอำนวย ความสะดวก เพื่อการจัดการเรียนการสอนอย่างมีประสิทธิภาพ

บุญชุม (2535 : 2)[7] ได้ให้ความหมายของการเรียนการสอนไว้ว่า หมายถึง การถ่ายทอดความรู้ การฝึกให้ผู้เรียนคิด แก้ปัญหาต่าง ๆ การจัดสิ่งแวดล้อม และกิจกรรมเพื่อให้ผู้เรียน เกิดการเรียนรู้ การจัดประสบการณ์ให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ การ สร้างหรือจัดสถานการณ์เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ การแนะนำ แนวทางแก้ผู้เรียนเพื่อให้ศึกษาหาความรู้

## 2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

พิมพ์พันธ์ และพรทิพย์ (2551) [4] ได้ศึกษา “สมรรถนะครู และแนวทางการพัฒนาครูในสังคมที่เปลี่ยนแปลง” ซึ่งได้ เสนอแนะว่า การประเมินสมรรถนะครูต้องดำเนินการตั้งแต่ เริ่มเข้าสู่วิชาชีพ ดังด้าอย่างในต่างประเทศที่กำหนดให้ครูใหม่ ซึ่งจะเข้าประจำการสอนต้องผ่านการทำแบบทดสอบประเมิน สมรรถนะครูก่อน จึงจะสามารถปฏิบัติการสอนในโรงเรียนได้

กรรมวิชาการ (2535) [3] ได้ศึกษาเรื่องการศึกษาและพัฒนา รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นทักษะ กระบวนการ พนวจ พฤติกรรมการสอนของครูซึ่งเป็นบทบาท เดิมไม่ยอมรับวิธีการสอนแบบใหม่และไม่สนใจที่จะนำ นวัตกรรมและเทคโนโลยีทางการศึกษามาประกอบการสอน ของตน ผู้สอนเฉพาะเนื้อหาเทคนิควิธีสอน/กิจกรรมที่ครูส่วน ใหญ่ใช้มากที่สุดคือการบรรยาย

สุวิทย์ (2538)[5] ได้ศึกษาพฤติกรรมการสอนของครูใน โรงเรียนประถมศึกษาที่มีการนิเทศภายในสังกัดสำนักงานการ ประถมศึกษาอำเภอทุ่งช้าง จังหวัดน่าน พนวจ ครูส่วนใหญ่มี การเตรียมการสอน จัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยมีผู้เรียน เป็นศูนย์กลางและดำเนินการสอนตามแผนการสอนครบทุก ขั้นตอนมีการใช้สื่อการเรียนการสอนเพื่อเร้าความสนใจได้ เหมาะสมกับวัยและความต้องการของผู้เรียน



### 3. วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 4 คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย ภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2556

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี 3 คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัย ราชภัฏเชียงราย ภาคการศึกษา ที่ 2 ปีการศึกษา 2556 ที่ลงทะเบียนรายวิชาวัดและประเมินผล การศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556 ซึ่งได้มาโดยการ เลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) จำนวน 2 ห้องเรียน ซึ่งแต่ละห้องเรียนมีนักศึกษาจำนวน 30 คนและแบ่งเป็นกลุ่ม ทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้วิธีการสุ่มแบบเจาะจง (Purposive Sampling) กลุ่มทดลองที่เรียนจากรูปแบบการเรียน การสอนเพื่อส่งเสริมสมรรถนะวิชาชีพครูด้านการวัดและประเมินผล การศึกษา จำนวน 30 คน กับกลุ่มควบคุมซึ่งเป็น กลุ่มที่เรียนโดยวิธีการสอนปกติ จำนวน 30 คน

การวิจัยครั้งนี้ใช้เนื้อหา รายวิชา วัดและประเมินผล การศึกษาจำนวน 3 หน่วยกิต ในหลักสูตรครุศาสตร์บัณฑิต เวลาในการศึกษา 15 สัปดาห์

#### ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรอิสระ (Independent Variable) คือ รูปแบบการเรียน การสอนเพื่อส่งเสริมสมรรถนะวิชาชีพครูด้านวัดและประเมินผล การศึกษา และวิธีการเรียนแบบปกติ

ตัวแปรตาม (Dependent Variables) คือ สมรรถนะวิชาชีพครู ด้านการวัดและประเมินผลการศึกษา ประกอบด้วย ความรู้ ทักษะและเจตคติ

รูปแบบและกระบวนการทางการศึกษา และ ประสิทธิภาพ และมีคุณภาพ ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยแบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาเอกสารงานวิจัยเอกสารสำหรับ ข้อมูล แนวคิดทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้การเรียน การสอนมาตรฐานวิชาชีพทางการศึกษา

ขั้นตอนที่ 2 สร้างรูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริม สมรรถนะวิชาชีพครูด้านการวัดและประเมินผลการศึกษา

ขั้นตอนที่ 3 สร้างกิจกรรมเพื่อส่งเสริมสมรรถนะวิชาชีพครู ด้านการวัดและประเมินผลการศึกษา

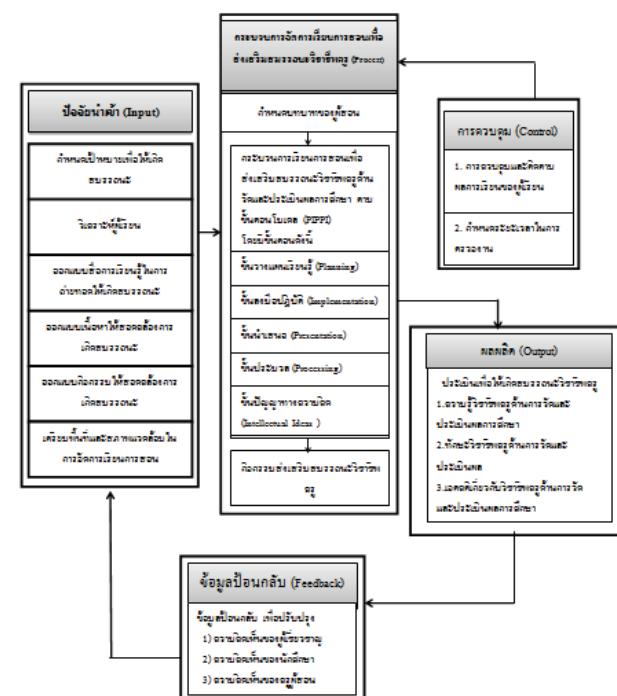
ขั้นตอนที่ 4 ดำเนินการตามแผนการใช้รูปแบบการเรียน การสอนเพื่อส่งเสริมสมรรถนะวิชาชีพครูด้านการวัดและ ประเมินผลการศึกษา

ขั้นตอนที่ 5 การปรับปรุงแก้ไขรูปแบบการเรียนการสอน เพื่อส่งเสริมสมรรถนะวิชาชีพครูด้านการวัดและประเมินผล การศึกษา

### 4. ผลการวิจัย

ตอนที่ 1 ผลการพัฒนาการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน เพื่อส่งเสริมสมรรถนะวิชาชีพครูด้านการวัดและประเมินผล การศึกษา

ผลวิเคราะห์จำแนกกองค์ประกอบของรูปแบบคือ 1. ปัจจัย นำเข้า (Input) 2. กระบวนการจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริม สมรรถนะวิชาชีพครู (Process) 3. การควบคุม (Control) 4. ผลผลิต (Output) และ 5. ข้อมูลป้อนกลับ (Feedback)



รูปแบบ การเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมสมรรถนะ วิชาชีพครูด้านการวัดและประเมินผลการศึกษา

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่า ผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็น เกี่ยวกับความเหมาะสมขององค์ประกอบของรูปแบบการเรียน การสอนเพื่อส่งเสริมสมรรถนะวิชาชีพครูด้านการวัดและ ประเมินผลการศึกษามีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก



**ตอนที่ 2 ผลการศึกษาสมรรถนะวิชาชีพครุศ่างการวัดและประเมินผลการศึกษาของนักศึกษาที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียน การสอนเพื่อส่งเสริมสมรรถนะวิชาชีพครุศ่างการวัดและประเมินผลการศึกษา**

ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความรู้ด้านการวัดและประเมินผลการศึกษา ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองพบว่า คะแนนเฉลี่ยความรู้ด้านการวัดและประเมินผลการศึกษาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความรู้ด้านการวัดและประเมินผลการศึกษา หลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมพบว่า คะแนนเฉลี่ยความรู้ด้านการวัดและประเมินผลการศึกษาของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยด้านทักษะด้านการวัดและประเมินผลการศึกษาเทียบกับที่ร้อยละ 90 ของคะแนนรวมพบว่า นักศึกษามีคะแนนด้านทักษะด้านการวัดและประเมินผลการศึกษาเทียบกับที่ร้อยละ 90 ของคะแนนรวม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยทักษะด้านการวัดและประเมินผลการศึกษา หลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมพบว่า คะแนนเฉลี่ยทักษะด้านการวัดและประเมินผลการศึกษาของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

**ตอนที่ 3 ผลประเมิน สมรรถนะวิชาชีพครุศ่างการวัดและประเมินผลการศึกษาของนักศึกษาตามสมรรถนะด้านวัดและประเมินผลการศึกษา**

ผลการประเมินสมรรถนะหลังจากเรียนตามรูปแบบการจัดการเรียนการสอนส่งเสริมสมรรถนะวิชาชีพครุศ่างการวัดและประเมินผลการศึกษา โดยการประเมินตามเกณฑ์และมาตรฐานวิชาชีพครุ จากการสุ่มแบบ (Convenience Sampling) จากนักศึกษากลุ่มทดลอง ได้จำนวน 10 คน เพื่อประเมินสมรรถนะ 2 สมรรถนะดังนี้

ผลการประเมินตามสมรรถนะที่ 1 สามารถวัดและประเมินผลได้ตามสภาพความเป็นจริงด้านการสร้าง

แบบทดสอบของนักศึกษากลุ่มทดลองพบว่า นักศึกษากลุ่มทดลองจำนวน 10 คนที่เข้ารับการประเมินด้านการสร้างแบบทดสอบ ผ่านเกณฑ์การประเมิน 3 คน ไม่ผ่านเกณฑ์การประเมิน 7 คน

ผลการประเมินสมรรถนะที่ 1 ด้านความสามารถวัดและประเมินผลได้ตามสภาพความเป็นจริงด้านประเมินผลการเรียนพบว่า นักศึกษากลุ่มทดลองจำนวน 10 คนที่เข้ารับการประเมินด้านการสร้างแบบทดสอบ ผ่านเกณฑ์การประเมิน 4 คน ไม่ผ่านเกณฑ์การประเมิน 6 คน

ผลการประเมินสมรรถนะที่ 1 ด้านความสามารถวัดและประเมินผลได้ตามสภาพความเป็นจริงด้านการวิเคราะห์ผลการเรียนพบว่า นักศึกษากลุ่มทดลองจำนวน 10 คนที่เข้ารับการประเมินด้านการสร้างแบบทดสอบ ผ่านเกณฑ์การประเมิน 2 คน ไม่ผ่านเกณฑ์การประเมิน 8 คน

ผลการประเมินสมรรถนะที่ 2 ด้านสามารถนำผลการประเมินไปใช้ในการปรับปรุงการจัดการเรียนรู้และหลักสูตรพบว่า นักศึกษากลุ่มทดลองจำนวน 10 คนที่เข้ารับการประเมินด้านการสร้างแบบทดสอบ ผ่านเกณฑ์การประเมิน 3 คน ไม่ผ่านเกณฑ์การประเมิน 7 คน

## 5. สรุป

บทความนี้เป็นการนำเสนอการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมสมรรถนะวิชาชีพครุศ่างการวัดและประเมินผลการศึกษา เป็นรูปแบบที่สามารถนำไปพัฒนาให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะต่อการเรียนรู้ในวิชาชีพครุ โดยมีกระบวนการจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมสมรรถนะวิชาชีพครุ (Process) ของรูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมสมรรถนะวิชาชีพครุด้านการวัดและประเมินผลการศึกษา ในขั้นตอนนี้จะต้องกำหนดบทบาทของผู้เรียนและผู้สอนก่อนเริ่มกระบวนการเรียนรู้ ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอนหลัก ประกอบด้วย ขั้นวางแผนเรียนรู้ ขั้นลงมือปฏิบัติ ขั้นนำเสนอ ขั้นประมวลผล ขั้นปั้นปูนฐานความคิด ในการวิจัยในครั้งนี้

ผลการประเมินรูปแบบการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมสมรรถนะวิชาชีพครุศ่างการวัดและประเมินผลการศึกษา ผลการประเมินสมรรถนะของนักศึกษาครุในภาพรวม จะเห็นได้ว่า



นักศึกษาทั้งกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม มีผลการประเมิน  
สมรรถนะในภาพรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่  
ระดับ .01

ผลการประเมินสมรรถนะหลังจากเรียนตามรูปแบบการ  
ขัดการเรียนการสอนสั่งเสริมสมรรถนะวิชาชีพครูด้านการวัด  
และประเมินผลการศึกษา โดยการประเมินตามเกณฑ์และ  
มาตรฐานวิชาชีพครู จากการสุ่มแบบ(Convenience Sampling)  
จากนักศึกษากลุ่มทดลอง ได้จำนวน 10 คน เพื่อประเมิน  
สมรรถนะเพื่อให้เข้าถึงสมรรถนะที่แท้จริง  
ทางด้านวัดและประเมินผลการศึกษาของนักศึกษาเมื่อออกไป  
ฝึกประสบการณ์และหลังจากประเมินพบว่ามีนักศึกษาใน  
ภาพรวมผ่านเกณฑ์สมรรถนะด้านวัดและประเมินผลการศึกษา

## 6. เอกสารอ้างอิง

- [1] สำนักงานเลขานุการครุศาสตร์. (2548). มาตรฐานวิชาชีพทาง  
การศึกษา. กรุงเทพฯ : สำนักงานเลขานุการครุศาสตร์
- [2] สุวิมล ว่องวนิช. (2546). ทิศทางใหม่และมาตรฐานของ  
การประเมินผู้เรียน. รวมบทความการประเมินผลการ  
เรียนรู้แนวใหม่, หน้า 65-82. กรุงเทพฯ : คณะครุศาสตร์  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- [3] กรมวิชาการ. (2539). คู่มือการพัฒนาโรงเรียนเข้าสู่  
มาตรฐานการศึกษา การสอนที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง.  
กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์ครุศาสตร์ภาครัฐ.
- [4] พิมพ์พันธ์ เดชะคุป แพรพิพัช แจ้งขัน. 2551. สมรรถนะ  
ครุและแนวทางการพัฒนาครุในสังคมที่เปลี่ยนแปลง.  
กรุงเทพมหานคร : บริษัท พฤกษาวนกราฟฟิค จำกัด.
- [5] สุวิทย์ มุกดาภิรัมย์. (2538). พฤติกรรมการสอนของครุใน  
โรงเรียนประถมศึกษา ที่มีการนิเทศภายในสำนักงานการ  
ประถมศึกษาอำเภอทุ่งช้าง จังหวัดน่าน. เชียงใหม่ :  
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- [6] กิติมา บรีดีดิก. 2532. ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับปรัชญา  
การศึกษา. กรุงเทพมหานคร : อักษรบันทึก
- [7] บุญชุม ศรีสะอัด. (2535). การวิเคราะห์งานวิจัยเกี่ยวกับ  
การวัดผลและประเมินผล. คณะศึกษาศาสตร์  
มหาวิทยาลัยศรีนครินทร์วิโรฒ มหาสารคาม.

## รูปแบบการเป็นองค์กรแห่งการเรียนรู้ของคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

### The Development of the learning organization format of Faculty of Technical Education

ทวีศักดิ์ รุปสิงห์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 1518 ถ.ประชาธิรักษ์ เขตบางซื่อ กรุงเทพฯ 10800

roopsingt@gmail.com

#### บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างรูปแบบการเป็นองค์กรแห่งการเรียนรู้ของคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม กลุ่มตัวอย่างที่ใช้มีจำนวน 237 คน จากประชากรทั้งหมด 583 คน จาก มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี และสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เครื่องมือที่ใช้ ประกอบด้วย แบบสัมภาษณ์ และแบบสอบถาม สอดคล้องที่ใช้ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการวิเคราะห์ แบบทดสอบ เชิงพหุคุณ (Multiple Regression) ผลการวิจัย พบว่า รูปแบบการเป็นองค์กรแห่งการเรียนรู้ของคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มีองค์ประกอบดังนี้ 1) ด้าน การมุ่งสู่ความเป็นเลิศ ประกอบด้วย โครงสร้างองค์กร การเผยแพร่ความรู้ การแลกเปลี่ยนเรียนรู้ และประสบการณ์ กลยุทธ์องค์กร เทคโนโลยีเพื่อสนับสนุนการเรียนรู้ และการตรวจวิเคราะห์สภาพแวดล้อม 2) ด้านรูปแบบวิธีคิด ประกอบด้วย โครงสร้างองค์กร การจัดทำเอกสารและการจัดเก็บ และเทคโนโลยีเพื่อสนับสนุนการเรียนรู้ 3) ด้านการคิดอย่างเป็นระบบ ประกอบด้วย การจัดทำเอกสาร ภาวะผู้นำ การเพิ่มอำนาจและความรับผิดชอบแก่บุคลากร การจัดการความรู้ โครงสร้างองค์กร และวัฒนธรรมการเรียนรู้ 4) การมีวิสัยทัศน์ร่วมกัน มีด้านเดียว คือ ด้านการเพิ่มอำนาจและความรับผิดชอบแก่บุคลากร และ 5) ด้านการเรียนรู้เป็นทีม ประกอบด้วย การจัดทำเอกสารและการจัดเก็บ และการจัดการความรู้

**คำสำคัญ:** องค์กรแห่งการเรียนรู้ การจัดการความรู้ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

#### Abstract

The objectives of this research are to study the state of being a learning organization; to study the influential factors of being a learning organization; to form the learning organization within the Faculty of Technical Education. Participants and sample groups are 237 people out of 583 people of Academic personnel and Academic staff from three university; King Mongkut's University of Technology North Bangkok, King Mongkut's University of Technology Thonburi and King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang. Research methods used in this study are interviewing and questionnaires. The statistical analysis methods used in this research are percentage, average score, standard deviation (SD.) and Multiple Regression Analysis on influential factors of being a learning organization. Model for the learning organization of Faculty of Technical Education can be classified according to the concept of learning organization as followed; 1)Personal Mastery includes organizational factor, exchanging in knowledge and experience, corporate strategy, the use of technology to support the learning and environmental analysis.2)Mental Model includes the main factors in organization structure, documenting and filing and the use of technology to support



the learning. 3 Systems Thinking includes the main factors in documenting, leadership, the increasing of the personnel's power and responsibility. 4 Shared Vision includes the only main factor which is the increasing of the personnel's power and responsibility. And 5 Team Learning includes the main factors in documenting and filing and knowledge management.

**Keyword :** Learning Organization, Knowledge Management, Faculty of Technical Education.

## 1. บทนำ

ในด้านระบบบริหารและการสนับสนุนทางการศึกษานั้น ในปัจจุบัน ได้เกิดกระแสแนวคิดเกี่ยวกับ “องค์การแห่งการเรียนรู้” ว่าเป็นการบริหารรูปแบบหนึ่งที่ใช้เป็นพื้นฐานในการก้าวไปสู่ความสำเร็จขององค์การ ได้ทุกประเภท ไม่ว่าจะเป็นองค์การภาคราชการ รัฐวิสาหกิจ หรือธุรกิจเอกชน ต่างสามารถจะประยุกต์ใช้ร่วมกันกับระบบการบริหารรูปแบบอื่น ๆ ที่มีลักษณะเป็นการพัฒนาองค์การให้พร้อมไปด้วยความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ และให้บรรลุผลสำเร็จในระบบการบริหารเชิงคุณภาพตลอดทั้งองค์การ [1] โดยเฉพาะอย่างยิ่ง “สถานศึกษาหรือโรงเรียน” ตามทัศนะของ Hoy และ Miskel [2] เห็นว่า สถานศึกษาหรือโรงเรียนควรเป็นองค์การแห่งการเรียนรู้มากกว่าองค์การประเภทใด ๆ

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม เป็นหน่วยงานหนึ่งของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าชานนาทนบุรี และสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ซึ่งมีหน้าที่ในการจัดการศึกษาเพื่อพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณภาพและประสิทธิภาพ ไม่ว่าจะเป็นความสามารถในการสอน ด้านการช่างในสาขาวิชาต่าง ๆ ตลอดจน ฝึกอบรมและพัฒนาการศึกษาให้ตอบสนองนโยบายของประเทศชาติและสังคม โดยมีปรัชญาหลักในการทำงานร่วมกันว่า “สร้างองค์กรแห่งการเรียนรู้ และ เกี่ยวข่ายเพื่อผลิตและพัฒนาครุช่างที่มีคุณภาพ” ซึ่งการสร้างองค์กรแห่งการเรียนรู้ในสภาพความเป็นจริงในปัจจุบันของคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พบว่า การดำเนินการเกี่ยวกับการเป็นองค์กรแห่งการเรียนรู้มีการดำเนินการบ้างแต่ไม่เป็นรูปธรรม ดังนั้นจึงเป็นเหตุผลประการสำคัญในการวิจัยในครั้งนี้ และที่กล่าวมายังเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับความคาดหวังของสังคมต่อสถาบันอุดมศึกษา

ด้วยเหตุผลดังกล่าวข้างต้น ไม่ว่าจะเป็นความเปลี่ยนของสภาพแวดล้อมที่ต้องมีการเปลี่ยน การปฏิรูประบบการศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมจึงจำเป็นต้องมีการพัฒนากระบวนการบริหารการจัดการการศึกษาที่การและขยายผลสู่ การปฏิบัติอย่างเป็นรูปธรรม ดังนั้นคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมจึงต้องพัฒนาไปสู่องค์กรแห่งการเรียนรู้ เพื่อ夕阳ดับน้ำดี สร้างการพัฒนาคุณภาพครุ พัฒนาความสามารถทางการเปลี่ยนในด้านการบริการทางการศึกษา เพื่อผลิตผลทางการศึกษาที่มีคุณภาพที่ดี เพื่อให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีระบบต่อเนื่อง นำไปสู่การเป็นองค์กรแห่งการเรียนรู้อย่างเป็นรูปธรรม อันจะส่งผลให้พัฒนาขีดความสามารถในการแข่งขันสูงสุด

## 2. วัตถุประสงค์การวิจัย

- เพื่อศึกษาสภาพการเป็นองค์กรแห่งการเรียนรู้ของคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
- เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเป็นองค์กรแห่งการเรียนรู้ของคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
- เพื่อสร้างรูปแบบการเป็นองค์กรแห่งการเรียนรู้ของคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

## 3. วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

ความหมายขององค์กรแห่งการเรียนรู้ ตามทัศนะ ของนักวิชาการ

Peter M. Senge [3] กล่าวไว้ว่า องค์กรอีกหนึ่งที่มีคุณภาพคือ สถานที่ซึ่งทุกคนสามารถขยายศักยภาพของตนเองได้อย่างต่อเนื่อง สามารถสร้างผลงานตามที่ต้องเป้าหมายไว้ เป็นที่ซึ่งเกิดรูปแบบการคิดใหม่ ๆ หลากหลายมากมาย ที่ซึ่งแต่ละคนมีอิสระที่จะสร้างแรงบันดาลใจ และเป็นที่ซึ่งทุกคนต่างเรียนรู้ วิธีการเรียนรู้ร่วมกัน



David A. Gavin [4] กล่าวว่า คือ องค์กรที่มีลักษณะในการสร้าง สร้างสรรค์ และถ่ายโอนความรู้และมีการเปลี่ยนแปลง พฤติกรรมอันเป็นผลมาจากการความรู้ใหม่และการเข้าใจในสิ่งต่างๆ อย่างถ่องแท้

Michael Marquardt [5] ให้ความหมายว่า คือที่ซึ่งมีบรรยาคศของการเรียนรู้รายบุคคลและกลุ่ม มีการสอนคนของตนเองให้มีกระบวนการคิดวิเคราะห์ เพื่อช่วยให้เข้าใจในสรรษ สิ่ง ขณะเดียวกันทุกคนก็ช่วยองค์กรเรียนจากความผิดพลาด และความสำเร็จ ซึ่งผลคือ ให้ทุกคนตระหนักในการเปลี่ยนแปลงและปรับตัวได้อย่างมีประสิทธิภาพ

จากการที่ผู้ชี้ขาดชี้ให้ความหมายขององค์กรแห่งการเรียนรู้ไว้หลายความหมาย ผู้วิจัยพอสรุปความหมายขององค์กรแห่งการเรียนรู้ หมายถึงองค์กรที่เอื้อให้เกิดการเรียนรู้ มีวิธีการเรียนรู้ที่เป็นพลวัต ส่งเสริมการเรียนรู้ กระตุ้น อำนวยความสะดวก เน้นพัฒนาบุคลากร ได้ขยายขอบเขตการเรียนรู้อย่างรวดเร็ว เพื่อพัฒนาความสามารถของตนเองและสร้างวัฒนธรรมการเรียนรู้ในองค์กร

องค์กรแห่งการเรียนรู้ตามแนวคิดของ Peter M. Senge, [3] ได้ชี้ให้เห็นวินัย 5 ประการ ที่ช่วยผลักดันองค์กรให้เป็นองค์กรแห่งการเรียนรู้ คือ

1) บุคคลที่มีความเป็นเลิศ (personal mastery) บุคคลหรือสมาชิกขององค์กรเป็นรากฐานขององค์กรแห่งการเรียนรู้ บุคคลที่มีความเป็นเลิศจะสามารถเพิ่มความสามารถในการสร้างสรรค์งานที่ขาดท้องการ ได้อย่างต่อเนื่อง

2) รูปแบบของความคิด (mental models) รูปแบบของความคิดของบุคคลมีอิทธิพลต่อแนวทางการปฏิบัติของบุคคลนั้น ๆ อีกทั้งเป็นสิ่งกำหนดพฤติกรรมการปฏิบัติงานว่า จะมีลักษณะอย่างไร

3) วิสัยทัศน์ร่วมกัน (share vision) องค์กรและมนุษย์ในองค์กร จำเป็นต้องมีวิสัยทัศน์ที่สอดคล้องกัน มีการมุ่งผลักดันให้ทรัพยากรมมุ่ยทุกคนในองค์กร มีพันธสัญญาทางใจต่อองค์กร (มุ่งมั่นต่อการพัฒนาตนเอง ต่อหน้าที่งานที่ปฏิบัติ ต่อองค์กร ต่อเพื่อนร่วมงาน ต่อสุกค้า และผู้รับบริการ ฯลฯ) มีความรู้สึกเป็นเจ้าขององค์กร

4) เรียนรู้เป็นทีม (team learning) องค์กรใดที่ปล่อยให้บุคคลเพียงผู้เดียว หรือ 2-3 คน เก่งกาจเหนือกว่าใคร ๆ ย่อมจะ

ไม่บังเกิดผลดี ทางที่ดีที่สุดคือต้องสร้างทีมงานให้เข้มแข็งให้เก่งกันทั้งทีมงาน

5) ความคิดเป็นระบบ (system thinking) เป็นวินัยสำคัญมากขึ้นนี้ ต้องรู้จักคิดในภาพใหญ่ คิดแบบองค์รวม คิดและทำ เพื่อประโยชน์ส่วนรวมของ

ในการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้นำวินัย 5 ด้านมาเป็นส่วนหนึ่งในการวิจัย เพื่อที่จะหาแนวทางที่จะผลักดันให้ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมเป็นองค์กรแห่งการเรียนรู้ต่อไป

#### 4. วิธีดำเนินการวิจัย

ดำเนินการวิจัยแบบผสม (Mixed Methodology) ระหว่างการวิจัยเชิงปริมาณและการวิจัยเชิงคุณภาพ โดยมีการดำเนินการวิจัยมีดังนี้

4.1 ศึกษาเอกสาร วิชาการที่เกี่ยวข้องกับองค์กรแห่งการเรียนรู้ ตลอดจนแนวคิดของนักวิชาการ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

4.2 สมภาษณ์ผู้บริหารและสำรวจความคิดเห็นของบุคลากรของคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม เกี่ยวกับพฤติกรรมการเรียนรู้ที่ผ่านมาและในปัจจุบัน ตลอดจนสำรวจความคิดเห็นเกี่ยวกับปัจจัยที่จะส่งผลให้คณะครุศาสตร์เป็นองค์กรแห่งการเรียนรู้

4.3 วิเคราะห์ข้อมูล เพื่อหาปัจจัยที่ส่งผลต่อการเป็นองค์กรแห่งการเรียนรู้ แล้วนำข้อมูลที่ได้มาร่างเป็นรูปแบบการเป็นองค์กรแห่งการเรียนรู้ของคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

4.4 ประเมินร่างรูปแบบโดยการจัดทำ Focus group

4.5 ปรับปรุงแก้ไขรูปแบบฯเพื่อเป็นรูปแบบการเป็นองค์กรแห่งการเรียนรู้ของคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมฉบับสมบูรณ์

#### 5. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ บุคลากรของคณะครุศาสตร์ อุตสาหกรรม 3 มหาวิทยาลัย จำนวน 583 คน ประกอบด้วยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ จำนวน 202 คน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี จำนวน 184 คน และ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จำนวน 197 คน



กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ใช้การคำนวณจากสูตรของ Taro Yamane โดยมีนัยสำคัญ .05 กำหนดความคลาดเคลื่อนร้อยละ 5 [6] ทำให้ได้ขนาดกลุ่มตัวอย่าง เท่ากับ 237 คน

## 6. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ในการวิจัย ประกอบด้วย แบบสัมภาษณ์และแบบสอบถาม โดยแบบสอบถามมีค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (content validity) ใช้เทคนิค IOC (index of item-objective congruence) ได้ค่าความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.60-1.00 นำเครื่องมือไปทดลองใช้กับกลุ่มที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจริง จำนวน 30 คน ได้ค่าความเชื่อมั่นในภาพรวมทั้งฉบับ เท่ากับ .909 เมื่อพิจารณาด้าน ความเชื่อมั่นได้ดังนี้ 1) แบบสอบถามค้านการมุ่งสู่ความเป็นเลิศ เท่ากับ .762 2) แบบสอบถามค้านรูปแบบวิธีคิด เท่ากับ .846 3) แบบสอบถามค้านการมีวิสัยทัศน์ร่วมกัน เท่ากับ .858 4) แบบสอบถามค้านการเรียนรู้เป็นทีม เท่ากับ .935 5) แบบสอบถามค้านการเรียนรู้เป็นทีม เท่ากับ .889 และ 6) แบบสอบถามปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเป็นองค์กรแห่งการเรียนรู้ เท่ากับ .907

## 7. สถิติที่ใช้ในการวิจัย

วิเคราะห์ด้วย ค่าเฉลี่ย (Mean :  $\bar{X}$ ) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation : SD.) และวิเคราะห์ทดสอบพหุแบบขั้นตอน (Stepwise Multiple Regression Analysis)

### เกณฑ์ในการแปลความหมาย [7]

- 4.50-5.00 หมายถึง มีความเห็นต่อข้อนี้ในระดับมากที่สุด  
3.50-4.49 หมายถึง มีความเห็นต่อข้อนี้ในระดับมาก  
2.50-3.49 หมายถึง มีความเห็นต่อข้อนี้ในระดับปานกลาง  
1.50-2.49 หมายถึง มีความเห็นต่อข้อนี้ในระดับน้อย  
1.00-1.49 หมายถึง มีความเห็นต่อข้อนี้ในระดับน้อยที่สุด

## 8. ผลการวิจัย

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่าผู้ตอบแบบสอบถามมีพฤติกรรมการเรียนรู้ตามวินัยการเรียนรู้ 5 ด้านในภาพรวมอยู่ในระดับมาก ( $\bar{X}=3.68$ ) เมื่อพิจารณาด้าน พบว่า มีพฤติกรรมอยู่ในระดับมาก 4 ด้าน ประกอบด้วย การมุ่งสู่ความเป็นเลิศ ( $\bar{X}=3.80$ ) รูปแบบวิธีการคิด ( $\bar{X}=3.80$ ) การคิดอย่างเป็นระบบ ( $\bar{X}=3.72$ ) และการมีวิสัยทัศน์ร่วมกัน ( $\bar{X}=3.61$ )

ส่วนด้านที่มีพฤติกรรมการเรียนรู้อยู่ในระดับปานกลาง คือ การเรียนรู้เป็นทีม ( $\bar{X}=3.48$ )

ผลการวิเคราะห์ระดับความสำคัญของปัจจัยที่ส่งผลต่อการเป็นองค์กรแห่งการเรียนรู้ พบว่า ปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการเป็นองค์กรแห่งการเรียนรู้ ในระดับมากที่สุด มี 3 รายการ ประกอบด้วย มีการสร้างและถ่ายโอนความรู้ ( $\bar{X}=4.60$ ) การจัดการความรู้ ( $\bar{X}=4.58$ ) และบรรยายกาศที่สนับสนุนและชูใจ ( $\bar{X}=4.54$ ) ปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการเป็นองค์กรแห่งการเรียนรู้ ในระดับมาก มี 8 รายการ โดยค่าคะแนน 3 อันดับแรก ประกอบด้วย ภาวะผู้นำ ( $\bar{X}=4.41$ ) มีเทคโนโลยีเพื่อสนับสนุนการเรียนรู้ ( $\bar{X}=4.39$ ) และ มีโครงสร้างที่เหมาะสม ( $\bar{X}=4.24$ )

ผลการวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเป็นองค์กรแห่งการเรียนรู้ตามวินัย 5 ด้าน พบว่า

ด้านการมุ่งสู่ความเป็นเลิศ สรุปว่า ตัวแปรพยากรณ์ด้านปัจจัยหลัก 5 ตัว คือ โครงสร้างที่เหมาะสม การเผยแพร่ความรู้ การแลกเปลี่ยนความรู้และประสบการณ์ กลุ่มทึช เทคโนโลยี เพื่อสนับสนุนการเรียนรู้ และการตรวจสอบวิเคราะห์สภาพแวดล้อม สามารถพยากรณ์การเป็นองค์กรแห่งการเรียนรู้ของบุคคลด้านการมุ่งสู่ความเป็นเลิศ ได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยตัวแปรทั้ง 5 ร่วมกันพยากรณ์การเป็นองค์กรแห่งการเรียนรู้ด้านการมุ่งสู่ความเป็นเลิศ ได้ร้อยละ 25.10 มีความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการพยากรณ์ ( $SE_{est}$ ) .41694

ด้านรูปแบบวิธีคิด สรุปว่า ตัวแปรพยากรณ์ด้านปัจจัยหลัก 3 ตัว คือ โครงสร้างที่เหมาะสม การจัดทำเอกสารและเทคโนโลยีเพื่อสนับสนุนการเรียนรู้ สามารถพยากรณ์การเป็นองค์กรแห่งการเรียนรู้ของบุคคลด้านรูปแบบวิธีการคิด ได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยตัวแปรทั้ง 3 ร่วมกันพยากรณ์การเป็นองค์กรแห่งการเรียนรู้ด้านรูปแบบวิธีการคิด ได้ร้อยละ 19.50 มีความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการพยากรณ์ ( $SE_{est}$ ) .47365

ด้านการคิดอย่างเป็นระบบ สรุปว่า การจัดทำเอกสาร ภาวะผู้นำ การเพิ่มอำนาจและความรับผิดชอบงานแก่บุคลากร การจัดการความรู้ และวัฒนธรรมการเรียนรู้ของคณะ สามารถพยากรณ์การเป็นองค์กรแห่งการเรียนรู้ของบุคคลด้านการคิดอย่างเป็นระบบ ได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยตัวแปรทั้ง 6 ร่วมกันพยากรณ์การเป็นองค์กรแห่งการเรียนรู้ด้าน



การคิดอย่างเป็นระบบ ได้ร้อยละ 22.70 มีความคลาดเคลื่อน มาตรฐานของการพยากรณ์ ( $SE_{est}$ ) .51947

ด้านการมีวิสัยทัศน์ร่วมกัน สรุปว่า การเพิ่มอำนาจและความรับผิดชอบงานแก่นบุคลากร การจัดทำเอกสารและเทคโนโลยีเพื่อสนับสนุนการเรียนรู้ สามารถพยากรณ์การเป็นองค์กรแห่งการเรียนรู้ของบุคคลด้านการมีวิสัยทัศน์ร่วมกัน ได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยตัวแปรทั้ง 3 ร่วมกันพยากรณ์การเป็นองค์กรแห่งการเรียนรู้ด้านการมีวิสัยทัศน์ร่วมกัน ได้ร้อยละ 29.30 มีความคลาดเคลื่อน มาตรฐานของการพยากรณ์ ( $SE_{est}$ ) .52966

ด้านการเรียนรู้ร่วมกันเป็นทีม สรุปว่า การจัดทำเอกสาร และการจัดการความรู้ สามารถพยากรณ์การเป็นองค์กรแห่งการเรียนรู้ของบุคคลด้านการเรียนรู้เป็นทีม ได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยตัวแปรทั้ง 2 ร่วมกันพยากรณ์การเป็นองค์กรแห่งการเรียนรู้ด้านการเรียนรู้เป็นทีม ได้ร้อยละ 23.40 มีความคลาดเคลื่อน มาตรฐานของการพยากรณ์ ( $SE_{est}$ ) .63598

## 9.สรุป

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลและผลการกำหนดครุภูมิแบบการเป็นองค์กรแห่งการเรียนรู้ของคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สรุปได้ว่า

ปัจจัยหลักที่มีอิทธิพลต่อการเป็นองค์กรแห่งการเรียนรู้ของคณะครุศาสตร์ ด้านการมุ่งสู่ความเป็นเลิศ ประกอบด้วย โครงสร้างที่เหมาะสม การเผยแพร่ความรู้ การแลกเปลี่ยนเรียนรู้และประสบการณ์ กลยุทธ์ เทคโนโลยีเพื่อสนับสนุนการเรียนรู้ และการตรวจวิเคราะห์สภาพแวดล้อม

ปัจจัยหลักที่มีอิทธิพลต่อการเป็นองค์กรแห่งการเรียนรู้ของคณะครุศาสตร์ ด้านรูปแบบวิธีการคิด ประกอบด้วย โครงสร้างของคณะที่เหมาะสม การจัดทำเอกสาร และเทคโนโลยีเพื่อสนับสนุนการเรียนรู้

ปัจจัยหลักที่มีอิทธิพลต่อการเป็นองค์กรแห่งการเรียนรู้ของคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ด้านการคิดอย่างเป็นระบบ ประกอบด้วย การจัดทำเอกสาร ภาวะผู้นำ การเพิ่มอำนาจและความรับผิดชอบแก่นบุคคล การจัดการความรู้ โครงสร้างคณะที่เหมาะสม และวัฒนธรรมการเรียนรู้ของคณะ

ปัจจัยหลักที่มีอิทธิพลต่อการเป็นองค์กรแห่งการเรียนรู้ของคณะครุศาสตร์ ด้านการมีวิสัยทัศน์ร่วมกัน ประกอบด้วย การเพิ่มอำนาจและความรับผิดชอบแก่นบุคคล

ปัจจัยหลักที่มีอิทธิพลต่อการเป็นองค์กรแห่งการเรียนรู้ของคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ด้านการเรียนรู้เป็นทีม ประกอบด้วย การจัดทำเอกสาร และการจัดการความรู้

ผลการประเมินระดับความเหมาะสมของร่างรูปแบบการเป็นองค์กรแห่งการเรียนรู้ของคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พบว่า ในภาพรวม โดยผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 12 คน เห็นว่า รูปแบบการเป็นองค์กรแห่งการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นมีความเหมาะสมสมบูรณ์เป็นร้อยละ 92.50 สำรวจผลการประเมินระดับความเป็นไปได้ในการนำรูปแบบการเป็นองค์กรแห่งการเรียนรู้ของคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ไปปรับใช้ พบว่า ในภาพรวม ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 12 คน เห็นว่ารูปแบบการเป็นองค์กรแห่งการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นมีความเป็นไปได้ในการนำไปปรับใช้คิดเป็นร้อยละ 91.66

## 10.ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัย รูปแบบการเป็นองค์กร แห่งการเรียนรู้ของคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะดังนี้

### 10.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

10.1.1 จากรูปแบบที่สร้างขึ้นมาในครั้งนี้ ผู้วิจัยเน้นให้เห็นถึงปัจจัยที่มีอิทธิพลหรือส่งผลต่อการเป็นองค์กรแห่งการเรียนรู้ จะเห็นได้ว่ามีปัจจัยหลายอย่างที่มีอิทธิพลหรือที่ส่งผลต่อการเป็นองค์กรแห่งการเรียนรู้ของคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ดังนั้นผู้บริหารของคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม เมื่อนำรูปแบบองค์กรแห่งการเรียนรู้ที่ได้จากการวิจัยในครั้งนี้ไปใช้ ต้องทำการศึกษาปัจจัยในแต่ละด้านโดยละเอียดก่อน เนื่องจาก การนำรูปแบบไปใช้จริงอาจมีการปรับเปลี่ยนให้เข้ากับบริบทที่เป็นจริงขององค์กรซึ่งบางที่มีแนวทางการปฏิบัติที่ต้องยุ่งยาก อาจนำรูปแบบไปพัฒนาส่วนที่ขาด

10.1.2 จากการศึกษาเอกสารวิชาการ พบว่าประเด็นที่น่าสนใจ คือ ไม่ว่ารูปแบบ หรือ วิธีการปฏิบัติจะอุดมดีเพียงใด อาจจะไม่ใช่เหตุผลสำคัญที่จะผลักดันให้คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม เป็นองค์กรแห่งการเรียนรู้ได้เลย แต่สิ่งที่สำคัญซึ่งจะเป็นตัวผลักดันให้เกิดขึ้นหรือให้คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม กลายเป็นองค์กรแห่งการเรียนรู้ก็คือ การได้รับ



การสนับสนุนจากผู้บริหารของคณะอย่างจริงจัง ไม่ว่าจะเป็น เรื่องนโยบายที่ชัดเจน งบประมาณในการดำเนินการที่เพียงพอ ตลอดจนความทุ่มเท

10.1.3 ในการดำเนินการเพื่อให้คณะครุศาสตร์ อุตสาหกรรมเป็นองค์กรแห่งการเรียนรู้ ผู้บริหารควรมีการ วิเคราะห์องค์กรของตนเอง พิจารณาทั้งจุดแข็ง จุดอ่อน รวมทั้ง โอกาสและอุปสรรคต่าง ๆ เพื่อให้รู้ถึงสภาพที่แท้จริงของ องค์กร เพราะจากรูปแบบที่ผู้จัดได้พัฒนาขึ้น อาจจะไม่เข้ากับ บริบทที่จริงขององค์กรที่เป็นได้ และผู้บริหารต้องสนับสนุน แสดงให้เห็นถึงความมุ่งมั่นเพื่อที่จะทำให้เกิดแรงบันดาลใจ จากบุคลากรในการมองเห็นความตั้งใจจริงของผู้บริหารในการ ที่จะทำให้คณะเป็นองค์กรแห่งการเรียนรู้ นอกจากนี้ผู้บริหาร ยังต้องเป็นผู้ที่มีความรู้เกี่ยวกับการเป็นองค์กรแห่งการเรียนรู้ เพื่อให้สามารถเป็นที่ปรึกษาและชี้นำบุคลากรได้ รวมทั้ง ติดตามผลการดำเนินงานได้

10.1.4 ควรมีเข้ามาพัฒนาและบริหาร ให้คณะเป็น องค์กรแห่งการเรียนรู้ รวมทั้งผู้นำความรู้ หรือหน่วยงานที่เป็น หลักในการดำเนินงาน เช่น ฝ่ายทรัพยากรบุคคลของคณะ ซึ่ง จะช่วยผลักดันให้แผนการดำเนินงานให้คณะเป็นองค์กรแห่ง การเรียนรู้ โดยการสร้างเสริมระบบ และกิจกรรมต่าง ๆ เพื่อทำ ให้กระบวนการเรียนรู้ ดำเนินการได้อย่างราบรื่น รวมทั้งคอยัดการให้มีการประเมินว่าปัญหาและอุปสรรคที่ เกิดขึ้นเป็นอย่างไร เพื่อจะได้แก้ไขได้ทันท่วงที

10.1.5 ควรมีการประเมินผลที่เกิดขึ้นในมหาวิทยาลัยที่ นำรูปแบบการเป็นองค์กรแห่งการเรียนรู้ไปใช้เพื่อให้ทราบถึง อุปสรรคที่อาจจะเกิดขึ้นพร้อมทั้งแนวทางการแก้ไขเพื่อที่จะได้ พัฒนารูปแบบให้มีความเหมาะสมยังขึ้นสำหรับมหาวิทยาลัยที่ นำรูปแบบการเป็นองค์กรแห่งการเรียนรู้ไปใช้

## 10.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยต่อไป

10.2.1 ควรมีการศึกษาวิจัยการพัฒนารูปแบบองค์กร แห่งการเรียนรู้ของคณะอื่นๆ ในมหาวิทยาลัยทั้งในภาครัฐและ ภาคเอกชนในประเทศไทย เพื่อการนำไปใช้ในพารามของ มหาวิทยาลัยอาจจะ ไม่ใช้ชื่อสรุปที่ถูกต้องและชัดเจน เนื่องจากแต่ละคณะในมหาวิทยาลัย มีวัตถุประสงค์ที่แตกต่างกัน ออกไป ดังนั้นถ้าศึกษาจากหน่วยย่อยแล้วนำมาสู่การพัฒนา หน่วยใหญ่น่าจะเป็นอีกแนวทางที่เหมาะสมในการที่จะพัฒนา ให้องค์กรเป็นองค์กรแห่งการเรียนรู้

10.2.2 ควรมีการศึกษาวิจัยการพัฒนารูปแบบองค์กร แห่งการเรียนรู้ของคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมเพื่อยก ยกคณะอื่นๆ

10.2.3 ควรมีการส่งเสริมให้มีการวิจัยเชิงคุณภาพและ การวิจัยเชิงพัฒนา เกี่ยวกับการพัฒนาคณะครุศาสตร์ อุตสาหกรรมเป็นระยะๆ เนื่องจากสภาพแวดล้อมภายนอกมี การเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา เพราะคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม เป็นคณะที่ผลิตบุคลากรเพื่อจบออกมาเป็นผู้สอนอีกส่วนหนึ่ง ดังนั้นมีสภาพแวดล้อมต่างๆ มีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา การพัฒนาเพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลง ก็เป็นสิ่งที่น่าดำเนินการ เพราะถ้าผู้สอนไม่ทันสมัยต่อข้อมูลข่าวสาร ก็จะส่งผลต่อ ผู้เรียนอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้

10.2.4 ควรทำการวิจัยเพื่อศึกษารูปแบบการเป็น องค์กรแห่งการเรียนรู้ของหน่วยงานอื่นๆ ที่ไม่ใช่สถาบันศึกษา และอาจปรับเปลี่ยนตัวแปรที่ส่งผลต่อการเป็นองค์กรแห่งการ เรียนรู้ และปัจจัยทางการบริหาร ให้เหมาะสมกับบริบทของ หน่วยงานนั้น ๆ

## 11.เอกสารอ้างอิง

- [1] วีรบุรุษ นามศิรานนท์. องค์กรแห่งการเรียนรู้ สู่องค์กรอัจฉริยะ . พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพมหานคร: เอ็กซ์ปอร์ตเน็ท, 2549
- [2] Hoy, W.K., & Miskel, C.G., .Educational administration : Theory, Research, and Practice. 6thed. New York : McGraw-Hill2001 ,
- [3] Senge, Peter M. The Fifth Discipline: the Art and Practice of the Learning Organization. New York: Doubleday, 1990
- [4] Garvin, D.A. Building Learning Organization. Harvard Business Review. July-August, 78-91 ,1993
- [5] Maquardt, M. Building The Learning Organization. New York: McGraw-Hill,1996)
- [6] พิชิต ฤทธิ์จำรัสยูร . ฉบับวิจัยทางสังคมศาสตร์ . กรุงเทพมหานคร: เอส. ออฟเคนร์นีสท์, 2547
- [7] ระวีวรรณ พันธ์พาณิช .สอดคล้องกับการวิจัย .กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2542

การพัฒนามาตรฐานอาชีพสาขาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารและดิจิทอลคอมพิวเตอร์  
สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ชาร์ดแวร์

**A Development of ICT Occupational Standards for Computer Hardware Sector**

ชัยณรงค์ เย็นศิริ

ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

cyr@kmutnb.ac.th

**บทคัดย่อ**

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอการจัดทำมาตรฐานอาชีพสาขาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารและดิจิทอลคอมพิวเตอร์ (ICT) สาขาวิชาชาร์ดแวร์ ซึ่งจัดทำขึ้นภายใต้ข้อตกลงความร่วมมือระหว่าง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ สถาบันคุณวุฒิวิชาชีพ (องค์การมหาชน) และกระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร โดยการจัดทำเริ่มจากการศึกษา มาตรฐานอาชีพไอซีทีของต่างประเทศ หลังจากนั้นนำผลการศึกษาที่ได้เสนอต่อผู้ทรงคุณวุฒิและผู้มีส่วนได้ส่วนเสียประมาณ 200 คนเพื่อกำหนดรอบแนวคิดในการพัฒนามาตรฐานอาชีพไอซีทีในประเทศไทย จากนั้นดำเนินการวิเคราะห์หน้าที่งาน (Functional Analysis) โดยการประชุมกลุ่มย่อย (Focus group) กับผู้เชี่ยวชาญระดับผู้บริหารในสาขาไอซีที จำนวน 30 ท่าน เพื่อกำหนดความมุ่งหมายหลัก (Key Purpose) และบทบาทหลัก (Key Role) หลังจากนั้นจัดประชุมกลุ่มย่อยกับผู้เชี่ยวชาญระดับ บริหารในสายงานคอมพิวเตอร์ชาร์ดแวร์ จำนวน 5 ท่าน เพื่อกำหนดหน้าที่หลัก (Key Functions) และหน่วยสมรรถนะ (Units of Competency) และประชุมกลุ่มย่อยกับผู้เชี่ยวชาญระดับหัวหน้างานในสายงานคอมพิวเตอร์ชาร์ดแวร์ จำนวน 5 ท่านเพื่อกำหนด หน่วยสมรรถนะย่อย (Elements of Competency) แล้วได้นำผลการจัดทำเสนอให้คณะกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 21 ท่าน ประเมิน และขัดสัมมนาประชาพิจารณาทั้งผู้มีส่วนได้ส่วนเสียจำนวน 150 คน โดยผลการจัดทำแผนภาพหน้าที่งานและกรอบ คุณวุฒิวิชาชีพพบว่าสาขาวิชาชาร์ดแวร์ประกอบด้วย 4 หน้าที่หลัก 13 หน่วยสมรรถนะ และ 36 หน่วยสมรรถนะย่อย ซึ่งผ่านการ ประเมินและตรวจรับจากคณะกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิโดยมาตรฐานอาชีพสาขาชาร์ดแวร์ที่พัฒนาขึ้นมีความเหมาะสมในระดับดี กิต เป็นร้อยละ 100

**คำสำคัญ:** มาตรฐานอาชีพ ไอซีที แผนภาพหน้าที่งาน



## Abstract

*The purpose of this research is to present the developed Thailand's ICT occupational standards, in term of functional map, for Computer Hardware sector under the memorandum of understanding between King Mongkut's University of Technology North Bangkok (KMUTNB) Thailand Professional Qualification Institute (TPQI) and Ministry of Information and Communication Technology (MICT). First of all, the studies of European, Australian and Asian countries' ICT occupational standards were collected. Secondly, summarized surveys were presented and discussed with 200 ICT professions and stakeholders in the ICT conference. After that, the Thai occupational framework was representing. Thirdly, Functional analysis was preceded in the sub conferences were arrangement for 30 ICT specialists and ICT executive to specify the Key Purpose and Key Role of the ICT occupational standard. Then, Focus group process was preceded in the meeting in the field of computer hardware to specific the Unit of competency and Element of competency. Furthermore, the 21 experts were evaluated this developed occupational standards and the 150 stakeholders were evaluated the standards for public hearing and for the ICT occupational standard was setup. In the field of Computer Hardware, the results of functional map and Occupational Standard consist of 4 key functions, 13 units of competency and 36 elements of competency.*

**Keyword:** Occupational Standard, ICT, Functional Map.

### 1. บทนำ

ระบบเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (ICT) ได้เข้ามามีบทบาทอย่างมากในการทำงานและการดำรงชีวิตประจำวัน ดังนั้นในตลาดแรงงานสาขานี้จึงต้องการแรงงานที่มีสมรรถนะสูง โดยจะต้องมีทั้งความรู้ ทักษะ และเจตคติในการทำงาน โดยสมรรถนะดังกล่าวจะเกิดได้ก็ต่อเมื่อมีมาตรฐานอาชีพและหน่วยงานที่จัดการฝึกอบรมหรือจัดการเรียนการสอนได้นำมาตรฐานอาชีพหรือมาตรฐานสมรรถนะไปจัดทำเป็นหลักสูตรฐานสมรรถนะ จึงจะได้มาซึ่งแรงงานที่มีมาตรฐานตามสมรรถนะที่ต้องการ แต่ในสภาวะการณ์ปัจจุบันประเทศไทยยังไม่มีมาตรฐานอาชีพในสาขาไอซีทีแต่อย่างใด โดยเฉพาะอย่างยิ่งในสายงานคอมพิวเตอร์ชาร์ดแวร์ ซึ่งจะสังเกตเห็นได้จากการมีช่างซ่อมหรือช่างประกอบคอมพิวเตอร์ที่มีคุณวุฒิทางการศึกษาในระดับประถมหรือมัธยมศึกษาเป็นส่วนใหญ่ แต่ไม่มีสิ่งได้รับรองได้ว่า แรงงานนั้น ๆ สามารถปฏิบัติงานได้อย่างมีมาตรฐาน ประเทศไทยมีหน่วยงานที่จัดตั้งขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์หลักในการพัฒนามาตรฐานอาชีพในทุกสาขาอาชีพคือ สถาบันคุณวุฒิวิชาชีพ (องค์การมหาชน) [2,3] ทั้งนี้ มุ่งที่จะพัฒนา “ระบบคุณวุฒิวิชาชีพ” ที่มุ่งเน้นทั้งความรู้ ทักษะ และเจตคติในการประกอบอาชีพได้จริง[1] จากปัญหา

ในการปฏิบัติงานของแรงงานในสาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ และการสื่อสาร ที่ได้กล่าวมาในเบื้องต้น สถาบันคุณวุฒิวิชาชีพ (องค์การมหาชน) จึงได้ผลักดันให้มีการจัดทำมาตรฐานอาชีพ ไอซีทีขึ้น โดยลงนามความร่วมมือกับมหาวิทยาลัยเทคโนโลยี พระจอมเกล้าพระนครเหนือ[3] และกระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร[4] ในปีงบประมาณ 2556 เพื่อใช้เป็นมาตรฐานอาชีพสำหรับบุคลากรในสาขาวิชา และเปิดโอกาสให้แรงงานที่มีความรู้ ทักษะ ตลอดจนทักษะคติที่กำลังประกอบอาชีพอยู่ในสถานประกอบการแต่ข้างต้นคุณวุฒิ สามารถเข้ารับการทดสอบเพื่อรับคุณวุฒิวิชาชีพนี้ได้ ซึ่งจะสะท้อนให้แรงงานทราบถึงสมรรถนะของตน อันจะช่วยให้แรงงานสามารถเพิ่มพูนศักยภาพการทำงานให้สูงขึ้น ได้มาตรฐานเป็นที่ยอมรับของตลาดแรงงาน นอกจากนี้ สถาบันการศึกษาที่จัดการเรียนการสอนในสาขาไอซีที สามารถพัฒนาหลักสูตรให้สอดคล้องกับมาตรฐานอาชีพ ซึ่งเมื่อเปิดเสรีประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน (AEC) แล้ว บุคลากรด้านไอซีที ของไทยจะสามารถแบ่งขันกับบุคลากรต่างชาติที่จะมาประกอบอาชีพในประเทศไทยได้ หรือแม้แต่บุคลากรด้านไอซีทีของไทยอาจจะไปประกอบอาชีพในต่างประเทศนารายได้กลับสู่ประเทศไทยได้เช่นกัน[4] ทั้งนี้หน่วยงานภาครัฐ ยังสามารถใช้มาตรฐานอาชีพ ไอซีที ที่จัดทำขึ้นมาเป็นเครื่องมือ



ควบคุณดูแลการเคลื่อนย้ายแรงงานทางด้านไอซีทีจากต่างประเทศให้ถูกต้อง โดยในการจัดทำมาตรฐานอาชีพด้วยเทคนิคการวิเคราะห์หน้าที่งาน (Functional Analysis) นั้น แผนภาพหน้าที่งาน (Functional Map) เป็นเครื่องมือสำคัญในการจัดทำ ซึ่งในที่นี้จะกล่าวถึงการจัดทำแผนภาพหน้าที่เฉพาะสาขางานคอมพิวเตอร์ชาร์ดแวร์ซึ่งเป็น 1 ใน 6 สาขางานอันได้แก่ Animation, Computer Hardware Computer Software, Telecommunication, Network and Network security และ Project Management [4]

## 2. มาตรฐานอาชีพ (Occupational Standards) [6]

มาตรฐานอาชีพ คือการกำหนดมาตรฐานของสมรรถนะที่คาดหวังว่าบุคลากรในอาชีพจะบรรลุ โดยกลุ่มอาชีพหรือเข้าของอาชีพ โดยสมรรถนะจะประกอบไปด้วย ความรู้ ทักษะ และเจตคติ

### 2.1 การพัฒนามาตรฐานอาชีพ

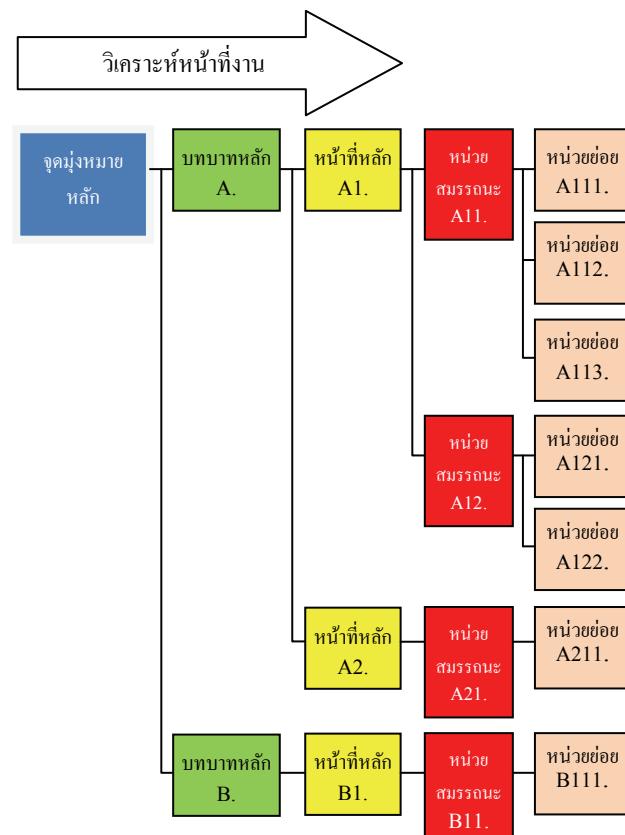
การพัฒนามาตรฐานอาชีพสามารถพัฒนาได้ 3 วิธีคือ

- 1) การวิเคราะห์งาน (Job/Task Analysis)
  - 2) DACUM
  - 3) การวิเคราะห์หน้าที่งาน (Functional Analysis)
- โดยปัจจุบันวิธีการวิเคราะห์หน้าที่งานเป็นวิธีการที่ได้รับความนิยมที่มากสุด โดยการวิเคราะห์หน้าที่งานนั้นต้องอาศัยผู้เชี่ยวชาญซึ่งเป็นผู้ที่ปฏิบัติงานจริงมาร่วมในการคิดวิเคราะห์ โดยผลลัพธ์ที่ได้จากกระบวนการนี้จะได้แผนภาพหน้าที่งาน (Functional Map)

### 2.2 เทคนิคการวิเคราะห์หน้าที่งาน

การวิเคราะห์หน้าที่งานเพื่อสร้างแผนภาพหน้าที่งานเริ่มต้นด้วยกลุ่มผู้เชี่ยวชาญซึ่งเป็นผู้ที่ปฏิบัติงานจริงร่วมกันกำหนดจุดมุ่งหมายหลัก (Key Purpose) ของอาชีพ โดยรวมถึงจากนั้นทำการกำหนดบทบาทหลัก (Key Role) หน้าที่หลัก (Key Function) หน่วยสมรรถนะ (Unit of Competence) ซึ่งแผนภาพหน้าที่งานจะมีโครงสร้างแสดงดังภาพที่ 1 หลังจากนั้นนำแผนภาพหน้าที่งานที่ได้ไปวิเคราะห์แยกย่อยลงไปเป็นหน่วยสมรรถนะย่อย (Element of Competence) ซึ่งประกอบด้วย เกณฑ์การปฏิบัติงาน (Performance Criteria) ขอบเขต (Range Statement) หลักฐานการปฏิบัติงาน (Performance Evidence) หลักฐานความรู้ (Knowledge

Evidence) และแนวทางการประเมิน (Assessment Guidance) ซึ่งรายละเอียดดังกล่าวไม่ได้กล่าวถึงในที่นี้



ภาพที่ 1 โครงสร้างแผนภาพหน้าที่งาน

### 2.3 แผนภาพหน้าที่งาน

การจัดทำแผนภาพหน้าที่งานในทุกส่วนนั้นต้องเขียนอยู่ในรูปของผลลัพธ์ (Outcomes) โดยจะเขียนอยู่ในรูป

กริยา + กรรม + เงื่อนไข/สถานการณ์

ลำดับการจัดทำและความหมายแต่ละขั้นตอนเป็นดังนี้

1. ความมุ่งหมายหลัก (Key Purpose) ขั้นนี้จะกำหนดความมุ่งหมายหลักที่เป็นคำบรรยายธรรมชาติและคุณลักษณะของอาชีพที่แตกต่างจากอาชีพอื่น

2. บทบาทหลัก (Key Role) ขั้นนี้จะวิเคราะห์มาสิ่งที่คาดหวังให้บุคลากรสามารถทำเพื่อให้บรรลุความมุ่งหมายหลัก

3. หน้าที่หลัก (Key Function) ขั้นนี้จะมาสิ่งที่คาดหวังให้บุคลากรสามารถทำเพื่อให้บรรลุบทบาทหลัก



4. หน่วยสมรรถนะ (Unit of Competence) ขั้นนี้จะ hac บรรยายผลลัพธ์ ที่บุคลากรหรือทีมต้องมีสมรรถนะ และความรับผิดชอบ ซึ่งจะประกอบด้วยหน่วยสมรรถนะย่อย

### 3. ขั้นตอนการจัดทำแผนภาพหน้าที่งาน

การจัดทำแผนภาพหน้าที่งานนั้น ผู้จัดทำได้ใช้เทคนิคการวิเคราะห์หน้าที่งาน โดยมีการดำเนินงานตามขั้นตอนดังไปนี้

#### 3.1 ศึกษามาตรฐานอาชีพสาขาไอซีที

การศึกษามาตรฐานอาชีพ ไอซีที สายงานคอมพิวเตอร์ สาร์ดแวร์ ในต่างประเทศ ผู้จัดทำได้ทำการศึกษามาตรฐานของสหราชอาณาจักร ออสเตรเลีย ญี่ปุ่น และสิงคโปร์ เนื่องจากประเทศคังก้ามีการจัดทำมาตรฐานอาชีพมาอย่างยาวนาน และเป็นประเทศชั้นนำในสาขาวิชาด้านไอซีที นอกจากนี้ศึกษาผลการวิจัยของหน่วยงานอื่นในประเทศไทย ที่ได้เริ่มต้นศึกษา และพัฒนามาตรฐานอาชีพมาแล้ว เช่น งานวิจัยของสอศ. และการจัดประเภทอาชีพตามมาตรฐานสากล (ISCO-08) [7] เพื่อใช้เป็นแนวทางในการจัดหมวดหมู่ และแบ่งระดับให้สอดคล้องกับสากล โดยตัวอย่างการแบ่งหมวดหมู่แสดงในตารางที่ 1 และ 2

ตารางที่ 1 การจัดหมวดหมู่และการแบ่งระดับสาขาวิชาที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์สาร์ดแวร์ในประเทศไทยญี่ปุ่น (ITSS) [8]

Job Category	Customer Service		
Specialty Field	Hardware	Software	Facility
Level 7			
Level 6			
Level 5			
Level 4			
Level 3			

ตารางที่ 2 การแบ่งระดับสาขาวิชาที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์สาร์ดแวร์ในสหราชอาณาจักร (SVQs) [9]

Unit	Computer Hardware and Systems
Level 7	
Level 6	
Level 5	
Level 4	
Level 3	
Level 2	
Level 1	

จากการศึกษามาตรฐานอาชีพในต่างประเทศ ผู้จัดทำได้ทำการกำหนดร่างหน้าที่งานออกเป็น 4 งานที่จะเป็นกรอบในการพัฒนาได้แก่

- 1) งานออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์
- 2) งานจัดหาและคัดเลือกวัสดุและอุปกรณ์สำหรับการผลิต
- 3) งานผลิตและตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์
- 4) งานบริการด้านคอมพิวเตอร์และระบบคอมพิวเตอร์

#### 3.2 นำเสนอผลการศึกษาเพื่อรับฟังแนวคิดการจัดทำมาตรฐานอาชีพ

จากการศึกษาและแนวคิดในการแบ่งหน้าที่งานที่ได้ศึกษาไว้ ผู้จัดทำได้ทำการนำเสนอต่อผู้มีส่วนได้ส่วนเสียอันประกอบไปด้วยตัวแทนสมาคมและสมาคม ผู้ประกอบการด้านไอซีที ตัวแทนของหน่วยงานภาครัฐเช่น กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร กระทรวงแรงงาน สถาบันคุณวุฒิวิชาชีพ (องค์การมหาชน) เป็นต้น โดยมีผู้เข้าร่วมประชุมประมาณ 200 คน เพื่อประชาสัมพันธ์การจัดทำ กำหนดกรอบการดำเนินงาน ตลอดจนสำรวจหาความร่วมมือและรับข้อเสนอแนะในการดำเนินงาน

#### 3.3 ประชุมกลุ่มย่อยผู้เชี่ยวชาญ

คณะกรรมการได้จัดการประชุมกลุ่มย่อยผู้เชี่ยวชาญในสาขาวิชา ไอซีที จำนวน 30 ท่านแล้ว ได้ดำเนินการประชุมกลุ่มย่อย (Focus Group) โดยแบ่งการประชุมออกเป็น 3 ส่วน คือ

1. การประชุมกลุ่มย่อยผู้เชี่ยวชาญระดับบริหารเพื่อกำหนดความมุ่งหมายหลักและบทบาทหลัก
2. การประชุมกลุ่มย่อยผู้เชี่ยวชาญระดับบุคลากรเพื่อจัดทำหน้าที่หลักและหน่วยสมรรถนะ
3. การประชุมกลุ่มย่อยผู้เชี่ยวชาญระดับหัวหน้างานเพื่อจัดทำหน้าที่หลักและหน่วยสมรรถนะย่อย

#### 3.4 นำเสนอผลการจัดทำต่อผู้ทรงคุณวุฒิ

ผู้จัดทำได้นำแผนภาพหน้าที่งานสาขาวิชาสาร์ดแวร์ เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญและหรือผู้ทรงคุณวุฒิที่ได้รับการแต่งตั้งจากสถาบันคุณวุฒิวิชาชีพ (องค์การมหาชน) จำนวน 21 ท่าน เพื่อประเมินให้ข้อคิดเห็นและ ตรวจรับผลการดำเนินงาน

### 3.5 สมมนาประชาพิเคราะห์

ผู้จัดฯ ได้นำแผนภาพหน้าที่งานและการอบรมคุณวุฒิวิชาชีพที่ได้ไปจัดสมมนาประชาพิเคราะห์เพื่อให้ผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสียร่วมแสดงความคิดเห็นในผลการดำเนินงานเพื่อใช้ปรับปรุงให้งานมีสมบูรณ์ลงตามความต้องการของเจ้าของอาชีพมากยิ่งขึ้น โดยมีผู้เข้าร่วมจำนวน 150 คน แบ่งเป็นภาครัฐ ร้อยละ 13.30 รัฐวิสาหกิจร้อยละ 26.6 ผู้ประกอบการร้อยละ 11.3 และภาคอุตสาหกรรมร้อยละ 48.6

## 4. ผลการจัดทำกรอบคุณวุฒิวิชาชีพ

### 4.1 ผลการนำเสนอผลการจัดทำต่อผู้ทรงคุณวุฒิ

ผลการประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิ มีความคิดเห็นในระดับดีร้อยละ 100 ซึ่งกรอบคุณวุฒิวิชาชีพที่ผ่านกระบวนการจัดทำทั้งหมดแสดงในภาพที่ 2 และตารางที่ 3 โดยหน่วยสมรรถนะย่อๆ ไม่ถูกแสดงเนื่องจากมีข้อจำกัดในการจัดพิมพ์

ภาพที่ 2 ผังภาพอาชีพและชั้นของคุณวุฒิ สาขาวรดแวร์

Job Categories	Hardware			
	ICT Product Design and Develop	Sourcing and Procurement	Producing and Quality Assurance	Computer and Computer system Servicing
specialty Fields				
TPQ 7				
TPQ 6				
TPQ 5				
TPQ 4				
TPQ 3				
TPQ 2				
TPQ 1				

กรอบคุณวุฒิวิชาชีพ  
สาขาวรดแวร์ (Hardware)

คุณวุฒิวิชาชีพ	ชั้น	หน่วยสมรรถนะที่เกี่ยวกับการทดสอบ
อาชีวพัฒนาแบบเพิ่มเติม	3	สำหรับความต้องการทางธุรกิจ
ผลิตภัณฑ์เชิงตัวต่อ	30103	สร้างแบบเพิ่มเติมภัณฑ์
	4	ออกแบบและผลิตภัณฑ์
	5	ฝึกอบรมเพื่อให้ความรู้ดังที่ระบุไว้ด้านล่าง
	30104	ทดสอบการใช้งานผลิตภัณฑ์
อาชีวพัฒนาและตัวต่อของสิ่ง	3	ระบุวัสดุ (Materials) ที่ใช้ใน (Parts) สำหรับออกแบบหน้าที่ (Functional Parts) และเครื่องมือ (Tools) ที่จำเป็นสำหรับการผลิต
และอุปกรณ์สำหรับงานผลิต	4	จัดทำวัสดุ ชิ้นส่วน สำหรับประกอบหน้าที่ และเครื่องมือ ที่จำเป็นสำหรับการผลิต
ผลิตภัณฑ์เชิงตัวต่อ	30201	ออกแบบ ชิ้นส่วน สำหรับประกอบหน้าที่ และเครื่องมือ ที่จำเป็นสำหรับการผลิต
อาชีวพัฒนาและมาตรฐานของสิ่ง	2	เขียนมาตรฐานและอุปกรณ์สำหรับการผลิต
คุณภาพผลิตภัณฑ์เชิงตัวต่อ	3	ประยุกต์ใช้งานมาตรฐานของมาตรฐานเพื่อให้ก้าวหน้า
	4	ตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์
อาชีวพัฒนาและคอมพิวเตอร์	3	ติดตั้งระบบคอมพิวเตอร์และเครือข่าย (Install computer systems and networks)
และระบบเครือข่าย	4	ซ่อมบำรุงระบบคอมพิวเตอร์และเครือข่าย (Maintenance computer systems and networks)
	5	ฝึกอบรมเพื่อให้ความรู้ดังที่ระบุไว้ด้านล่าง
	30403	ออกแบบและทดสอบระบบเครือข่าย (Design computer systems and networks )

## 5. สรุป

บทความวิจัยนี้นำเสนอการจัดทำมาตรฐานอาชีพสาขาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร สาขาวรดคอมพิวเตอร์ สาขาวรดแวร์ โดยเสนอในรูปแบบแผนภาพหน้าที่งาน เพื่อจัดทำกรอบคุณวุฒิวิชาชีพในสาขาวรดเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ของสถาบันคุณวุฒิวิชาชีพ (องค์การมหาชน) โดยใช้วิธีการวิเคราะห์หน้าที่งาน จากกลุ่มผู้เชี่ยวชาญระดับบริหาร และระดับหัวหน้างานซึ่งเป็นผู้ที่ปฏิบัติงานจริงมาร่วมในการคิดวิเคราะห์ โดยแผนภาพหน้าที่งานและกรอบคุณวุฒิวิชาชีพที่ได้ประกอบด้วย หน้าที่หลัก 13 หน่วยสมรรถนะ และ 38 หน่วยสมรรถนะย่อย โดยผ่านการพิจารณาและตรวจสอบจากคณะกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิ สามารถนำไปดำเนินการจัดทำแนวทางการประเมินตามกระบวนการทดสอบเพื่อการรับรองคุณวุฒิวิชาชีพต่อไป

## 6. กิตติกรรมประกาศ

ในการจัดทำงานวิจัยในครั้งนี้ได้รับการแนะนำและช่วยเหลือเป็นอย่างดีจาก รศ.ดร.คณิต เกษบัณฑุรัตน์ ผู้อำนวยการสำนักพัฒนาเทคโนโลยีศึกษา หัวหน้าโครงการวิจัยและ ผอ.วีระชัย ศรีบูรจ ผู้อำนวยการสถาบันคุณวุฒิวิชาชีพ (องค์การมหาชน) ขอขอบคุณคณาจารย์ทุกท่านที่ช่วย



ประสานงานในภาพรวมของโครงการ ขอขอบคุณมหาวิทยาลัย  
เทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ และสถาบันคุณวุฒิ  
วิชาชีพ (องค์การมหาชน) ที่สนับสนุนทุนการวิจัย ขอขอบคุณ  
กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร กระทรวง  
แรงงาน และหน่วยงานอื่น ๆ ทั้งของภาครัฐและเอกชนที่  
ส่งเสริมให้บุคลากรในสังกัดเข้าร่วมประชุมและแสดงความ  
คิดเห็นอันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการท作วิจัยในครั้งนี้

## 7. เอกสารอ้างอิง

- [1] ชีรพงษ์ วิริยานนท์, “การพัฒนามาตรฐานอาชีพของผู้ประเมิน  
สมรรถนะวิชาชีพตามระบบคุณวุฒิวิชาชีพ”, วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์  
อุตสาหกรรมคุณวุฒิบัณฑิต สาขาวิชาบริหารอาชีวะและเทคนิคศึกษา  
ภาควิชาบริหารเทคนิคศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย  
เทคโนโลยี พระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2549.
- [2] ราชกิจจานุเบกษา, “พระราชบัญญัติจัดตั้งสถาบันคุณวุฒิวิชาชีพ  
องค์การมหาชน”, เล่ม 128 ตอนที่ 21 ก, 2552.
- [3] สถาบันคุณวุฒิวิชาชีพ(องค์การมหาชน), “วิสัยทัศน์และพันธกิจ”,  
<http://www.tpqi.go.th>.
- [4] สำนักพัฒนาเทคนิคศึกษา, “โครงการจัดทำมาตรฐานอาชีพและ  
คุณวุฒิวิชาชีพ สาขาวิชาชีพเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร  
โดยความร่วมมือระหว่างสถาบันคุณวุฒิวิชาชีพ (องค์การมหาชน)  
และมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ”,  
[http://www.kmutnb.ac.th/filenews/ICT\\_TPQI\\_KMUTNB2013.pdf](http://www.kmutnb.ac.th/filenews/ICT_TPQI_KMUTNB2013.pdf).
- [5] รัฐบาลไทย, “ก.ไอซีที จับมือสถาบันคุณวุฒิวิชาชีพฯ สร้าง  
มาตรฐานวิชาชีพด้าน ICT”, <http://www.thaigov.go.th/th>.
- [6] รุ่งโรจน์ สีเหลืองสวัสดิ์, “การพัฒนามาตรฐานอาชีพอุตสาหกรรม  
การโทรเรน”, วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมคุณวุฒิบัณฑิต  
สาขาวิชาวิจัยและพัฒนาหลักสูตร ภาควิชาบริหารเทคนิคศึกษา  
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนคร  
เหนือ, 2547.
- [7] สำนักงานสถิติแห่งชาติ, “การจัดประเภทอาชีพตามมาตรฐานสากล  
ฉบับแปลจาก International Standard Classification of  
Occupation: ISCO-08”, ศรีเมืองการพิมพ์, 2553.
- [8] Information-technology Promotion Agency Japan, “IT  
Human Resources Development”, <http://www.ipa.go.jp>.
- [9] Scottish credit and qualification framework, “Scottish  
Vocational Qualifications”, <http://www.scqf.org.uk/>.



## การจัดทำมาตรฐานอาชีพสาขาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารและดิจิ托ลคอนเทนต์ สายงานซอฟต์แวร์และแอปพลิเคชัน

### A Construction of an Occupational Standard for Information and Communication Technology and Digital Contents: Software and Application Field

สิริชัย จันทร์นิม

ภาควิชาครุศาสตร์ ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

*Sirichai.j@fte.kmutnb.ac.th*

#### บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอการจัดทำมาตรฐานอาชีพสาขาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร และดิจิ托ลคอนเทนต์ สายงานซอฟต์แวร์และแอปพลิเคชัน ซึ่งเป็นสายงานหนึ่งในหกของมาตรฐานอาชีพสาขาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ที่กำลังดำเนินการจัดทำของสถาบันคุณวุฒิวิชาชีพ โดยมีความร่วมมือทางวิชาการกับมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ และกระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร การจัดทำเริ่มจากการศึกษามาตรฐานอาชีพในต่างประเทศจำนวน 3 ประเทศ นำผลการศึกษาที่ได้เสนอต่อผู้ทรงคุณวุฒิและผู้มีส่วนได้ส่วนเสียประมาณ 200 คนเพื่อให้ได้กรอบแนวความคิดในการพัฒนามาตรฐานอาชีพในประเทศไทย จากนั้นทำการประชุมกุ่มย่อยกับผู้เชี่ยวชาญในสาขา ICT ระดับผู้บริหารจำนวน 30 ท่านเพื่อกำหนดความมุ่งหมายหลัก (Key Purpose) และบทบาทหลัก (Key Roles) หลังจากนั้นประชุมกุ่มย่อยกับผู้เชี่ยวชาญในสายงานซอฟต์แวร์และแอปพลิเคชันระดับบริหารจำนวน 5 ท่านเพื่อให้กำหนดหน้าที่หลัก (Key Function) และหน่วยสมรรถนะ (Unit of Competence) และประชุมกุ่มย่อยกับผู้เชี่ยวชาญในสายงานระดับหัวหน้างานจำนวน 5 ท่านเพื่อให้ได้หน่วยสมรรถนะย่อย (Element of Competence) โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์หน้าที่งาน (Functional Map) จากนั้นนำผลมาจัดสัมมนาประชาพิเคราะห์กับผู้มีส่วนได้ส่วนเสียจำนวน 150 คน และนำผลการจัดทำเสนอให้คณะกรรมการผู้เชี่ยวชาญจากสมาคมและสมาคมชั้นนำของ ICT ตรวจรับจำนวนจำนวน 21 ท่าน และโดยผลการวิจัยพบว่า การจัดทำแผนภาพหน้าที่งานสายงานซอฟต์แวร์และแอปพลิเคชันจะประกอบด้วยหน้าที่หลักจำนวน 8 หน่วย มี 21 หน่วยสมรรถนะ และ 72 หน่วยสมรรถนะย่อย โดยผ่านการพิจารณาตรวจรับจากคณะกรรมการผู้เชี่ยวชาญจำนวน 21 ท่านมีความเห็นว่าผลการจัดทำแผนภาพหน้าที่งานสายงานซอฟต์แวร์และแอปพลิเคชัน มีความเหมาะสมในระดับดี ร้อยละ 100 นอกจากนั้นมีข้อให้ปรับแก้ไขข้อความให้เหมาะสมเพื่อนำไป

คำสำคัญ: แผนภาพหน้าที่งาน มาตรฐานอาชีพ ไอซีที ซอฟต์แวร์และการประยุกต์



## Abstract

*The functional map of network and network security for Thai's occupational standard is purposed with cooperation between King Mongkut's University of Technology North Bangkok (KMUTNB) and Thailand Professional Qualification Institute (TPQI). Firstly, the national information about the occupational standard of four countries was collected. Secondly, summarized surveys were presented and discussed with 150 professions in the IT conference. After conference, the Thai occupational framework was carried out. Thirdly, Functional analysis was preceded in the sub conferences were arrangement for IT specialists and IT executive to specify the Key Purpose and Key Role of the IT occupational standard. Then, Focus group process was preceded in the meeting in the field of Software and Applications to specific the Unit of competency and Element of competency. Furthermore, the 150 stakeholders were evaluated the standard for public hearing and for the IT occupational standard was setup. In the field of Software and Applications, the results of functional map consist of 8 key functions, 21 units of competency and 72 elements of competency.*

**Keyword:** Functional Map, Occupational Standard, ICT, Software and Application.

### 1. บทนำ

ระบบคุณวุฒิทางการศึกษาเป็นสิ่งที่วัดระดับความสามารถของบุคคลและเป็นเครื่องมือสำคัญในการกำหนดราคากำไร บุคคลการทั้งของภาครัฐและเอกชนในหลายๆ ประเทศดังเช่นในประเทศไทย ปัจจุบันที่สำคัญของการใช้คุณวุฒิทางการศึกษาเป็นตัวกำหนดค่าตอบแทนคือผู้สำเร็จการศึกษาในสาขาที่นั้นไม่สามารถทำงานได้ตามที่นายจ้างคาดหวังไว้ หน่วยงานต่างๆ ที่รับผู้สำเร็จการศึกษา คงต้องทำการฝึกอบรมเพิ่มเติมให้กับบุคคลการใหม่เพื่อให้มีสมรรถนะตามที่ต้องการ ซึ่งต้องใช้ทั้งเวลาและเสียค่าใช้จ่ายเป็นจำนวนมาก จากสภาวะการณ์ปัจจุบันที่มีการแข่งขันสูงจึงต้องลดต้นทุนการผลิตและเพิ่มประสิทธิภาพให้สูงขึ้น โดยเฉพาะการเพิ่มสมรรถนะของบุคคลการเป็นสิ่งที่จำเป็นอย่างยิ่ง ทั้งคุณงานที่มีอยู่เดิมและที่กำลังจะรับเข้าใหม่จำเป็นจะต้องมีสมรรถนะที่พึงประสงค์ของหน่วยงาน ระบบคุณวุฒิทางการศึกษาเดิมที่มุ่งเน้นไปที่ความรู้เชิงวิชาการเพียงอย่างเดียวไม่สามารถตอบสนองความต้องการได้ จึงมีอีกระบบคุณวุฒิที่หลายประเทศได้ทำการพัฒนาและใช้งานกันโดยใช้ชื่อ “ระบบคุณวุฒิวิชาชีพ” ที่มุ่งเน้นทั้งความรู้ทักษะและเจตคติในการประกอบอาชีพได้จริง [1] ระบบคุณวุฒิวิชาชีพมิใช้ในหลายประเทศชั้นนำ เช่น สหรัฐอเมริกา อังกฤษญี่ปุ่น สิงคโปร์ ส่วนในประเทศไทยได้เล็งเห็นความสำคัญใน

เรื่องดังกล่าว จึงได้จัดตั้งสถาบันคุณวุฒิวิชาชีพขึ้น เพื่อผลักดันให้กุ่มสาขาวิชาชีพต่างๆ รวมตัวกันจัดตั้งมาตรฐานอาชีพและคุณวุฒิวิชาชีพ [2] ดังเช่นสาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (ICT) เป็นอีกสาขาวิชานึงที่สถาบันคุณวุฒิวิชาชีพผลักดันให้มีการจัดทำมาตรฐานอาชีพขึ้น [3] โดยลงนามความร่วมมือทางวิชาการร่วมกับมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ [4] และกระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร [5] ให้จัดทำขึ้นในปีงบประมาณ 2556 เพื่อใช้เป็นมาตรฐานอาชีพสำหรับบุคคลการในสาขาวิชา และเปิดโอกาสให้แรงงานที่มีความรู้ ทักษะที่กำลังประกอบอาชีพอยู่ในสถานประกอบการแต่ยังขาดคุณวุฒิ สามารถเข้ารับการทดสอบเพื่อรับคุณวุฒินี้ได้ ซึ่งจะสะท้อนให้แรงงานทราบถึงสมรรถนะของตน ยังจะช่วยให้แรงงานสามารถเพิ่มพูนสมรรถนะของตนเองให้มีศักยภาพ ได้มาตรฐานตามความต้องการของตลาดแรงงาน นอกจากนี้สถาบันการศึกษาที่จัดการเรียนการสอนในสาขา ICT สามารถพัฒนาหลักสูตรให้สอดคล้องกับมาตรฐานอาชีพซึ่งจะสนับสนุนต่อความต้องการของตลาดแรงงานได้ และเมื่อเปิดเสริมธุรกิจประชาชนอาชีวินแล้ว บุคคลการด้าน ICT ของไทยจะสามารถแข่งขันกับบุคคลการ ICT ต่างชาติที่จะมาประกอบอาชีพในประเทศไทยได้ หรือแม้แต่บุคคลการด้าน ICT ของไทยซึ่งอาจไปประกอบอาชีพใน



ต่างประเทคนำรายได้กลับสู่ประเทศไทย [5] ทั้งนี้หน่วยงานภาครัฐซึ่งสามารถใช้มาตรฐานอาชีพ ICT ที่จัดทำขึ้นมาเป็นเครื่องมือความคุณคุณและการเคลื่อนข่ายแรงงานไว้ซึ่งมีจากต่างประเทศได้ โดยในการจัดทำมาตรฐานอาชีพด้วยเทคนิคการวิเคราะห์หน้าที่งานจะได้มาซึ่งแผนภาพหน้าที่งาน (Functional Map) ซึ่งเป็นเครื่องมือสำคัญในการจัดทำในที่นี้จะกล่าวถึงการจัดทำแผนภาพหน้าที่งานเฉพาะสายงานซอฟต์แวร์และแอพพลิเคชันซึ่งเป็น 1 ใน 6 สายงานที่เริ่มทำมาตรฐานอาชีพ

## 2. วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

### 2.1 มาตรฐานอาชีพ (Occupational Standards) [6]

มาตรฐานอาชีพคือการกำหนดมาตรฐานของสมรรถนะที่คาดหวังว่าบุคลากรในอาชีพจะบรรลุ โดยกลุ่มอาชีพหรือเจ้าของอาชีพ โดยสมรรถนะจะประกอบไปด้วย ความรู้ ทักษะ และเจตคติ

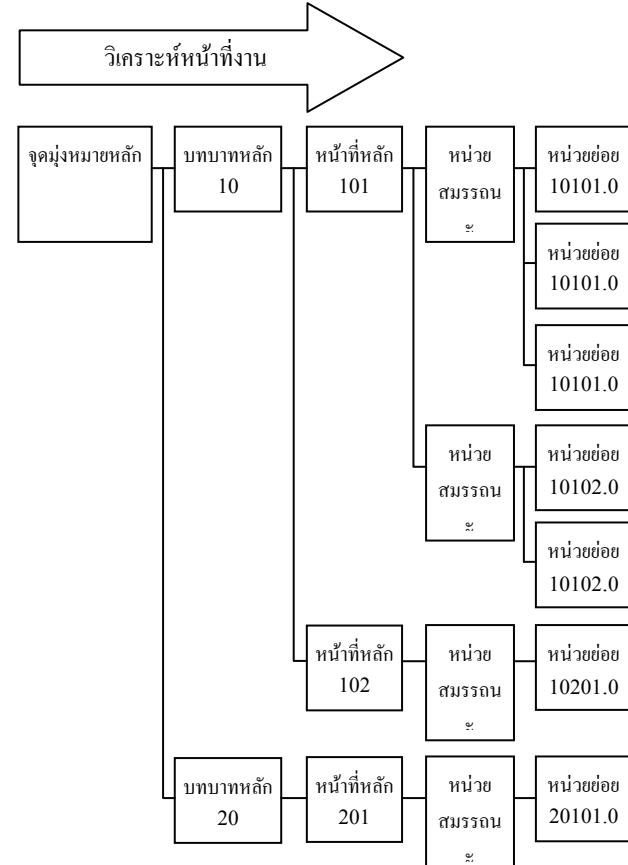
### 2.2 การพัฒนามาตรฐานอาชีพ

การพัฒนามาตรฐานอาชีพสามารถพัฒนาได้ 3 วิธีคือ 1) การวิเคราะห์ที่งาน (Job/Task Analysis) 2) การพัฒนาหลักสูตร (Developing a Curriculum (DACUM)) 3) การวิเคราะห์หน้าที่งาน (Functional Analysis) โดยปัจจุบันวิธีการวิเคราะห์หน้าที่งานเป็นวิธีการที่ได้รับความนิยมที่มากสุด โดยการวิเคราะห์หน้าที่งานนั้นต้องอาศัยผู้เชี่ยวชาญซึ่งเป็นผู้ที่ปฏิบัติงานจริงร่วมในการคิดวิเคราะห์ โดยผลลัพธ์ที่ได้จากการนี้จะได้แผนภาพหน้าที่งาน (Functional Map)

### 2.3 เทคนิคการวิเคราะห์หน้าที่งาน

การวิเคราะห์หน้าที่งานเพื่อสร้างแผนภาพหน้าที่งานเริ่มต้นด้วยกลุ่มผู้เชี่ยวชาญซึ่งเป็นผู้ที่ปฏิบัติงานจริงร่วมกันกำหนดคุณมุ่งหมายหลัก (Key Purpose) ของอาชีพโดยรวม ถัดจากนั้นทำการกำหนด บทบาทหลัก (Key Role) หน้าที่หลัก (Key Function) หน่วยสมรรถนะ (Unit of Competence) ซึ่งแผนภาพหน้าที่จะมีโครงสร้างแสดงดังภาพที่ 1 หลังจากนั้นนำแผนภาพหน้าที่ที่ได้ไว้เคราะห์แยกย่อยลงไปเป็น หน่วยย่อย (Element of Competence) เกณฑ์การปฏิบัติงาน (Performance Criteria) ขอบเขต (Range Statement) หลักฐานการปฏิบัติงาน

(Performance Evidence) หลักฐานความรู้ (Knowledge Evidence) และแนวทางการประเมิน (Assessment Guidance) ซึ่งรายละเอียดดังกล่าวไม่ได้กล่าวถึงในที่นี้



ภาพที่ 2 โครงสร้างแผนภาพหน้าที่งาน

### 2.4 แผนภาพหน้าที่งาน

การจัดทำแผนภาพหน้าที่งานในทุกส่วนมีทั้งหมด 3 รูปของผลลัพธ์ (Outcomes) โดยจะเขียนอยู่ในรูป

กริยา + กรรม + เสื่อน ไทร/สถานการณ์

ดำเนินการจัดทำและความหมายแต่ละขั้นตอนเป็นดังนี้

1) ความมุ่งหมายหลัก (Key Purpose) ขั้นตอนแรกนี้จะทำการกำหนดความมุ่งหมายหลักที่เป็นคำบรรยายธรรมชาติและคุณลักษณะของอาชีพที่แตกต่างจากอาชีพอื่น

2) บทบาทหลัก (Key Roles) ในขั้นตอนนี้จะทำการวิเคราะห์หาสิ่งที่คาดหวังให้บุคลากรสามารถทำเพื่อให้บรรลุความมุ่งหมายหลักของอาชีพ

3) หน้าที่หลัก (Key Function) ในขั้นตอนนี้จะทำการหาสิ่งที่คาดหวังให้บุคลากรสามารถทำได้เพื่อให้บรรลุบทบาทหลัก



4) หน่วยสมรรถนะ (Unit of Competence) ในขั้นตอนนี้จะทำการหาคำบรรยายผลลัพธ์ ที่บุคลากรคนเดียวหรือเป็นส่วนหนึ่งของทีมมีสมรรถนะและรับผิดชอบ

5) หน่วยย่อยหรือหน่วยสมรรถนะย่อย (Element of Competence) ในขั้นตอนนี้จะต้องให้ผู้เชี่ยวชาญระดับหัวหน้างานลงความเห็นร่วมกันเพื่อสรุปเป็นรายละเอียดของงานที่ให้ผู้ปฏิบัติงานต้องดำเนินการ

### 3. วิธีการดำเนินการวิจัย

#### 3.1 ศึกษามาตรฐานอาชีพสาขา ICT

การศึกษามาตรฐานอาชีพสาขางานซอฟต์แวร์และแอปพลิเคชันในต่างประเทศ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาในประเทศญี่ปุ่น อังกฤษ และประเทศสิงคโปร์ เนื่องจากประเทศกล่าวมีการจัดทำและใช้มาตรฐานอาชีพมาอย่างยาวนานและเป็นประเทศชั้นนำในสาขาวิชานี้ ICT นอกจากนี้มีการศึกษาในหน่วยงานของประเทศไทย ที่เคยมีการเริ่มต้นศึกษาดูงานแล้ว อาทิ งานวิจัยของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา การจัดประเพณีตามมาตรฐานสากล (ISCO-08) [7] และ 100 อาชีพของกรรมการจัดหางาน [8] เพื่อใช้เป็นแนวทางในการจัดหมวดหมู่และแบ่งระดับให้สอดคล้องกับมาตรฐาน โดยตัวอย่าง การจัดแบ่งหมวดหมู่ในต่างประเทศ แสดงในตารางที่ 1 และ 2

จากการศึกษามาตรฐานอาชีพในต่างประเทศ และที่มีการนำมาประยุกต์ใช้บ้างแล้วในประเทศไทย ผู้วิจัยได้ทำการกำหนดคร่าวหน้าที่งานออกเป็น 8 งานเพื่อจะนำร่องพัฒนาได้แก่

- 1) งานวิเคราะห์ความต้องการทางธุรกิจ
- 2) งานออกแบบโปรแกรม
- 3) งานพัฒนาโปรแกรม
- 4) งานทดสอบการทำงานของโปรแกรม
- 5) งานควบคุมภาพการผลิตโปรแกรม
- 6) งานบริหารการผลิตโปรแกรม
- 7) งานบริการลูกค้า
- 8) ติดตั้งระบบการใช้โปรแกรม

#### ตารางที่ 1 การแบ่งระดับสาขาวิชานอกซอฟต์แวร์และแอปพลิเคชันในประเทศญี่ปุ่น (ITSS) [9]

Job Category	Customer Service			
	Specialty Field	ICT	Software	Facility Management
Level 7				
Level 6				✓
Level 5	✓	✓	✓	✓
Level 4	✓	✓	✓	✓
Level 3	✓	✓	✓	✓

#### ตารางที่ 2 การแบ่งระดับสาขาวิชานอกซอฟต์แวร์และแอปพลิเคชันในอังกฤษ (SFIA) [10]

Unit	Software and Applications
Level 7	✓
Level 6	✓
Level 5	✓
Level 4	✓
Level 3	✓
Level 2	✓
Level 1	

#### 3.2 นำเสนอผลการศึกษาเพื่อรับฟังแนวคิดการจัดทำ มาตรฐานอาชีพ

จากการศึกษาและแนวคิดในการแบ่งหน้าที่งานที่ได้ศึกษาไว้ ผู้วิจัยได้ทำการนำเสนอต่อผู้มีส่วนได้ส่วนเสียอันประกอบไปด้วยตัวแทนสมาคมและสมาคม ผู้ประกอบการ ด้าน ICT ตัวแทนของหน่วยงานภาครัฐ เช่น กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร กระทรวงแรงงาน สถาบันคุณวุฒิวิชาชีพ เป็นต้น โดยมีผู้เข้าร่วมประชุมประมาณ 200 คน เพื่อประชาสัมพันธ์การจัดทำ แสวงหาความร่วมมือ และรับข้อเสนอแนะในการดำเนินงาน

#### 3.3 ประชุมกลุ่มย่อยผู้เชี่ยวชาญ

ผู้วิจัยได้เสนอรายชื่อผู้เชี่ยวชาญเพื่อขออนุมัติจากคณะกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิที่ผ่านความเห็นชอบจากสถาบันคุณวุฒิวิชาชีพ เมื่อได้ผู้เชี่ยวชาญในสาขาอาชีพ ICT ครบจำนวน 30 ท่านแล้วได้ดำเนินการประชุมกลุ่มย่อยโดยแบ่งการประชุมออกเป็น 3 ส่วน คือ



1) การประชุมกลุ่มย่อยผู้เชี่ยวชาญระดับบริหารเพื่อกำหนด ความมุ่งหมายหลักและบทบาทหลัก การประชุมนี้จะใช้ ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 30 ท่านร่วมกันระดมความเห็น

2) การประชุมกลุ่มย่อยผู้เชี่ยวชาญระดับบริหารเพื่อจัดทำ หน้าที่หลักและหน่วยสมรรถนะ ในการประชุมนี้จะใช้ ผู้เชี่ยวชาญเฉพาะในส่วนงานของผู้เชี่ยวชาญและแอพพลิเคชัน จำนวน 5 ท่านร่วมกันจัดทำ

3) การประชุมกลุ่มย่อยผู้เชี่ยวชาญระดับหัวหน้างานเพื่อ จัดทำหน่วยสมรรถนะย่อย ในการประชุมนี้จะใช้ผู้เชี่ยวชาญ ระดับหัวหน้างาน จำนวน 5 ท่านร่วมกันจัดทำ

### 3.4 นำเสนอผลการจัดทำต่อผู้ทรงคุณวุฒิ

ผู้วิจัยได้นำแผนภาพหน้าที่งานของผู้เชี่ยวชาญและแอพพลิเคชัน มาตรฐานอาชีพสาขาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญหรือผู้ทรงคุณวุฒิที่ได้รับความเห็นชอบจาก สถาบันคุณวุฒิวิชาชีพเพื่อให้ข้อคิดเห็นและตรวจรับผลการ จัดทำ

### 3.5 สัมมนาประชาพิเคราะห์

ผู้วิจัยได้นำแผนภาพหน้าที่งานที่ได้ไปจัดสัมมนาประชา พิเคราะห์เพื่อให้ผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสียอันได้แก่กล่าวไว้แล้ว ร่วมแสดงความคิดเห็นในผลการดำเนินงานเพื่อใช้ปรับปรุงให้ งานมีสมบูรณ์ตรงตามความต้องการมากยิ่งขึ้น

## 4. ผลการจัดทำแผนภาพหน้าที่งาน

แผนภาพหน้าที่งานที่ผ่านกระบวนการจัดทำทั้งหมดที่ได้ กล่าวมาแสดงดังตารางที่ 3 โดยหน่วยย่อยที่อยู่ภายใต้หน่วย สมรรถนะจะไม่ถูกแสดงเนื่องจากข้อจำกัดในการจัดพิมพ์ และจัดทำเป็นแผนผังอาชีพและชั้นของคุณวุฒิวิชาชีพวิชาชีพ ไอซีที สาขาซอฟต์แวร์และการประยุกต์ ดังตารางที่ 4

### 4.1 ผลการนำเสนอผลการจัดทำต่อผู้ทรงคุณวุฒิ

ผู้ทรงคุณวุฒิที่ได้รับการแต่งตั้งจากสถาบันคุณวุฒิวิชาชีพ จำนวน 21 ท่าน มีความเห็นคิดในระดับดี ร้อยละ 100

## 5. สรุป

บทความวิจัยนี้นำเสนอวิธีการจัดทำแผนภาพหน้าที่ งานของผู้เชี่ยวชาญและแอพพลิเคชัน ซึ่งเป็นเครื่องมือหนึ่งในการจัดทำมาตรฐานอาชีพ เพื่อจัดทำระบบคุณวุฒิวิชาชีพสาขา เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ของสถาบันคุณวุฒิวิชาชีพ (องค์การมหาชน) โดยใช้วิธีการวิเคราะห์หน้าที่งาน จากกลุ่มผู้เชี่ยวชาญระดับบริหารและระดับหัวหน้างานซึ่งเป็น ผู้ที่ปฏิบัติงานจริงมาร่วมในการคิดวิเคราะห์ โดยแผนภาพ หน้าที่งานที่ได้ประกอบด้วย 8 หน้าที่หลัก 21 หน่วย สมรรถนะ และ 72 หน่วยสมรรถนะย่อย โดยผ่านการพิจารณา ตรวจรับจากคณะกรรมการผู้เชี่ยวชาญ สามารถนำไปจัดทำ เกณฑ์การปฏิบัติงาน การกำหนดขอบเขต หลักฐานการ ปฏิบัติงาน หลักฐานความรู้ และแนวทางการประเมิน เพื่อให้ ได้มาซึ่งคุณวุฒิในระดับต่าง ๆ ต่อไปได้

## 6. กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำงานวิจัยในครั้งนี้ได้รับการแนะนำและช่วยเหลือ เป็นอย่างดีจาก รศ.ดร. คณิต เนลยจารุยา ผู้อำนวยการสำนัก พัฒนาเทคนิคศึกษา หัวหน้าโครงการวิจัย ขอขอบคุณ คณะกรรมการทำงานและผู้ร่วมวิจัยทุกท่านที่ช่วยประสานการทำงานใน ภาพร่วมของโครงการ ขอขอบคุณสถาบันคุณวุฒิวิชาชีพที่ สนับสนุนทุนการวิจัย ขอขอบคุณกระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร กระทรวงแรงงาน และหน่วยงาน อื่น ๆ ของภาครัฐและเอกชนที่สนับสนุนให้บุคลากรในสังกัด เข้าร่วมในการทำงานวิจัยในครั้งนี้



ตารางที่ 3 แผนภาพหน้าที่งานซอฟต์แวร์และแอพพลิเคชัน

แผนภาพหน้าที่งาน (Functional Map) สายงาน Software and Application			
ความมุ่งหมายหลัก (Key Purpose)	บทบาทหลัก (Key Roles)	หน้าที่หลัก (Key Functions)	หน่วยสมรรถนะ (Unit of Competence)
พัฒนา ศักยภาพ ของ บุคลากรใน สาขาวิชา ICT ให้ สามารถ แท่นขึ้นและ เป็นที่ ยอมรับใน ระดับสากล	ปฏิบัติงานด้าน <sup>1</sup> Software & Application ให้ได้ตาม มาตรฐาน อาชีพ	วิเคราะห์ความต้องการทางธุรกิจ ต้องการทาง ธุรกิจ	สำรวจความต้องการทางธุรกิจ
		ออกแบบ มาตรฐาน อาชีพ	วิเคราะห์ความต้องการทางธุรกิจ
			ออกแบบสคริปต์อร์ด (Storyboard) และ/หรือ ลำดับ งาน (Work Flow)
			ออกแบบฐานข้อมูล (Database)
		พัฒนา <sup>2</sup> โปรแกรม	ออกแบบหน้าจอ และ/หรือ รายงาน (GUI/Report)
			ดำเนินการพัฒนาโปรแกรม
			ทดสอบโปรแกรมย่อ
			เก็บข้อมูลผลลัพธ์
		ทดสอบการ ทำงานของ โปรแกรม	ดำเนินการทดสอบโปรแกรม แบบ อินทิเกรชัน (Integration Test)
			ดำเนินการทดสอบโปรแกรม แบบบุตเซอร์ (User Acceptance Test)
		ความคุณ คุณภาพการ ผลิตโปรแกรม	ดำเนินการควบคุมคุณภาพการ ผลิตโปรแกรม
			จัดทำแผน เพื่อขับเคลื่อนคุณภาพ การผลิต
		บริหารการ ผลิตโปรแกรม	ออกแบบแผนการ โครงการ พัฒนาโปรแกรม (เวลา/คน/งาน/ เงิน)
			ดำเนินการตามแผนการ โครงการ การพัฒนาโปรแกรม (เวลา/คน/ งาน/เงิน)
		ติดตั้งระบบ การใช้ โปรแกรม	

ตารางที่ 4 อาชีพและชั้นของคุณวุฒิ ซอฟต์แวร์และการประยุกต์

Job Categories	Software				
Specialty Fields	System Tester	Software Developments	System Analysis	Business Requirements	Quality Control
TPQ7					
TPQ6					
TPQ5		✓	✓		
TPQ4	✓	✓	✓	✓	✓
TPQ3	✓	✓	✓	✓	
TPQ2					
TPQ1					

## 7. เอกสารอ้างอิง

- [1] ชีรพงษ์ วิริyanan ท., “การพัฒนามาตรฐานอาชีพของผู้ประเมิน สมรรถนะวิชาชีพตามระบบคุณวุฒิวิชาชีพ”, วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์ อุตสาหกรรมคุณวุฒิบัณฑิต สาขาวิชาบริหารอาชีวะและเทคโนโลยีคึกคัก ภาควิชาบริหารเทคโนโลยีคึกคัก บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2549.
- [2] ราชกิจจานุเบกษา, “พระราชบัญญัติจัดตั้งสถาบันคุณวุฒิวิชาชีพ องค์การมหาชน”, เล่ม 128 ตอนที่ 21 ก. 2552.
- [3] สถาบันคุณวุฒิวิชาชีพ (องค์การมหาชน), “วิสัยทัศน์และพันธกิจ”, <http://www.tpq.go.th>.
- [4] สำนักพัฒนาเทคโนโลยีคึกคัก, “โครงการจัดทำมาตรฐานอาชีพและ คุณวุฒิวิชาชีพ สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร โดยความร่วมมือระหว่างสถาบันคุณวุฒิวิชาชีพ (องค์การมหาชน) และมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ”, [http://www.kmutnb.ac.th/filenews/ICT\\_TPQ1\\_KMUTNB2013.pdf](http://www.kmutnb.ac.th/filenews/ICT_TPQ1_KMUTNB2013.pdf).
- [5] รัฐบาลไทย, “ก. ไอซีที จับมือสถาบันคุณวุฒิวิชาชีพฯ สร้าง มาตรฐานวิชาชีพด้าน ICT”, <http://www.thaigov.go.th/th>.
- [6] รุ่งโรจน์ สีเหลืองสวัสดิ์, “การพัฒนามาตรฐานอาชีพอุตสาหกรรม การโรงเรน”, วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมคุณวุฒิบัณฑิต สาขาวิชาชีวิจัยและพัฒนาหลักสูตร ภาควิชาบริหารเทคโนโลยีคึกคัก บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2547.
- [7] สำนักงานสถิติแห่งชาติ, “การจัดประเภทอาชีพตามมาตรฐานสากล ฉบับแปลจาก International Standard Classification of Occupation: ISCO-08”, ศรีเมืองการพิมพ์, 2553.
- [8] กรรมการจัดงาน, “ข้อมูล 100 อาชีพ”, 2549
- [9] Information-technology Promotion Agency Japan, “IT Human Resources Development”, <http://www.ipa.go.jp>.
- [10] The SFIA Foundation Ltd, “SFIA Skills and Levels”, <https://www.sfia-online.org>.



การศึกษาสภาพปัญหาและอุปสรรคต่อการจัดการเรียนการสอนฐานสมรรถนะ สำหรับการเรียน

## การสอนด้านเทคนิคศึกษา : กรณีศึกษาวิทยาลัยเทคนิคเพชรบุรี

## **A Study of Problems in Competency-Based Instruction for Technical Education : A Case Study of Phetchaburi Technical College**

กันตภณ มหาเนื้ด, อุ่นศักดิ์ แก้วนรกต, ร่ม ทองศรี, พูลศักดิ์ โภษยาภรณ์

## ภาควิชาครุศาสตร์ ไฟฟ้า

## คณฑ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ พระนครเหนือ

E-mail : kuntapon64@gmail.com, udomsak9280@gmail.com, nasami247@gmail.com, drpoolsak@gmail.com

## บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอผลการศึกษาสภาพปัญหาและอุปสรรคของการจัดการเรียนการสอนฐานสมรรถนะ เพื่อเสนอแนวทางปรับปรุงการจัดการเรียนการสอนทางด้านเทคนิคศึกษา โดยใช้เครื่องมือที่เป็นแบบสอบถามกับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นครูผู้สอนของแผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลังและอิเล็กทรอนิกส์ สาขาวิชาลัทธิสถาปัตย์ จำนวน 21 คน ผลการศึกษาพบว่า การจัดการเรียนการสอนแบบฐานสมรรถนะยังไม่สามารถดำเนินการได้อย่างมีประสิทธิภาพ อันเนื่องมาจากการสอนแบบฐานสมรรถนะยังไม่สามารถดำเนินการได้อย่างมีประสิทธิภาพ อันเนื่องมาจากการสอนแบบฐานสมรรถนะที่สมบูรณ์ ประกอบกับผู้เรียนส่วนใหญ่ขาดความรู้พื้นฐาน นอกจากนี้ รายวิชาของหลักสูตรมีคำอธิบายว่าง่ายเกินไป ไม่สามารถแปลงเป็นฐานสมรรถนะได้ทั้งหมด รวมถึงขาดเครื่องมือและครุภัณฑ์ที่สอดคล้องกับการจัดการเรียนการสอนแบบฐานสมรรถนะ แต่อย่างไรก็ตาม ครุส่วนใหญ่มีความต้องการที่จะได้รับการสนับสนุนในด้านการพัฒนากระบวนการจัดการเรียนการสอนแบบฐานสมรรถนะที่มีประสิทธิภาพ ดังนั้นการส่งเสริมการจัดกิจกรรมเพื่อเสริมสร้างความรู้ความเข้าใจในกระบวนการจัดการเรียนการสอนแบบฐานสมรรถนะกับครูผู้สอน และการสร้างความร่วมมือกับหน่วยงานสนับสนุนการจัดการศึกษาด้านอาชีวศึกษา จึงเป็นแนวทางในการปรับปรุงและพัฒนากระบวนการจัดการเรียนการสอนแบบฐานสมรรถนะให้มีประสิทธิภาพได้ต่อไป

**คำสำคัญ:** การจัดการการเรียนการสอนแบบฐานสมรรถนะ เทคนิคศึกษา

## Abstract

This article presents the problem situation of competency-based instruction focusing on technical education to propose ways for instruction improvement. The questionnaires were applied to 21 teachers of Department of Electrical Power and Electronics, Phetchaburi Technical College. The result showed that competency-based instruction could not be implemented effectively. It was mainly due to excessive teacher's workloads for both teaching and other duties and lack of the completed lesson plan for their competence-based instruction, including most students lack basic knowledge. In addition, a broad course description of curriculum affects to incompletely convert and lacking of appropriate tools and equipment for competence-based instruction. However, most teachers require to be effectively supported in the development of competency-based instruction process. Therefore, the promotion of activities to enhance their comprehensions of competency based instruction process and collaboration with other agencies to support the vocational education are means to effectively improve and develop the competency-based instruction process further.

**Keyword:** Competency-Based Instruction, Technical Education.



## 1. บทนำ

การพัฒนาประเทศในยุคแห่งการเปลี่ยนแปลงด้านเทคโนโลยีและอุตสาหกรรมปัจจุบัน ซึ่งเป็นยุคแห่งการแข่งขันด้านความรู้ เทคโนโลยีต่าง ๆ เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วทำให้สังคมเปลี่ยนไปเกิดช่องทางในการเรียนรู้อย่างกว้างขวาง การจัดการการสอนในสถาบันการศึกษาต่าง ๆ ได้มีการนำเทคโนโลยีต่าง ๆ มาใช้เพื่อช่วยในการจัดการเรียนการสอนมากขึ้น เพื่อให้ตอบสนองกับการจัดการเรียนรู้ตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 แต่ยังไหร่ก็ตามผลประเมินการศึกษาในสถาบันการศึกษาตามจารยางานของสำนักเลขานุการสภาพการศึกษาแห่งชาติ โดยการรายงานของ ทศน แบบมณี [1] พบว่าคุณภาพการจัดการศึกษาอยู่ในระดับที่ต้องได้รับการปรับปรุง ทั้งด้านของครุ นักเรียน และการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ สอดคล้องกับผลการประเมิน PISA (2556) [2] ซึ่งประเมินผลการเรียนของนักเรียนในด้านคณิตศาสตร์ การอ่านและวิทยาศาสตร์ รายงานว่าผลการประเมินนักเรียนไทยนั้นยังต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของ Organization for Co-operation and Development (OECD) ทุกรายวิชา ข้อมูลดังกล่าวสะท้อนให้เห็นว่าการดำเนินการจัดการศึกษาของประเทศยังต้องปรับปรุงอย่างเร่งด่วน

ในส่วนการจัดการศึกษาเพื่อผลิตกำลังคนในภาคการผลิต และอุตสาหกรรมนั้นสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา รับผิดชอบการจัดการศึกษา มีการกิจกรรมในการผลิตและพัฒนากำลังคนด้านวิชาชีพ ให้มีความสามารถในการแข่งขันทั้งตลาดแรงงานในประเทศไทยและการเข้าสู่ประชาคมอาเซียน รวมทั้งระดับโลก จึงได้ดำเนินนโยบายในการพัฒนาศักยภาพ การจัดการเรียนการสอน โดยมียุทธศาสตร์ในการพัฒนาคุณภาพการจัดการศึกษาด้วยการ “ปรับการเรียน เปลี่ยนการสอน ปฏิรูปการสอน ให้ทันกับยุคสมัยอย่างมีคุณภาพ” [3] โดยมุ่งเป้าหมายการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง การปรับปรุงหลักสูตรอาชีวศึกษา ยกระดับคุณภาพผู้เรียน ร่วมมือกับภาคเอกชนในการจัดการเรียนการสอน รวมทั้งการจัดการศึกษาให้สอดคล้องกับตลาดแรงงานทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ

สถาบันอาชีวศึกษาต่าง ๆ ได้ดำเนินนโยบายในการขับเคลื่อนการจัดการศึกษาด้วยกระบวนการจัดการเรียนการสอนฐานสมรรถนะเพื่อพัฒนาศักยภาพของผู้เรียน แต่ยังไหร่ก็ตาม จากรายงานของพูลศักดิ์ โภษยิภารณ์ และคณะ [4] พบว่าการจัดการเรียนการสอนแบบฐานสมรรถนะของสถาบันอาชีวศึกษานั้นยังไม่สามารถดำเนินการได้อย่างมีประสิทธิภาพ สอดคล้องกับการรายงานของ ธีรุ่ง บุญยโสภณ [5] ซึ่งกล่าวถึงการจัดการเรียนการสอนในระดับอาชีวศึกษาของไทย ที่ยังมีปัญหาเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนที่เกี่ยวข้อง สมรรถนะในวิชาชีพ ปัญหาเหล่านี้จะส่งผลกระทบต่อผู้สำเร็จการศึกษา ซึ่งเมื่อจบออก ไปและเข้าสู่ตลาดแรงงานจะไม่สามารถปฏิบัติงานในวิชาชีพได้ หรือปฏิบัติได้ไม่ดีพอ [6]

วิทยาลัยเทคนิคเพชรบุรีซึ่งมีเป้าหมายในการพัฒนาการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาผู้เรียนอย่างมีคุณภาพ ยกระดับกระบวนการจัดการเรียนการสอน พัฒนาคุณภาพของครุและผู้เรียน ได้ดำเนินกิจกรรมและสนับสนุนให้เกิดการจัดการเรียนการสอนที่สอดคล้องกับนโยบายของสำนักงานคณะกรรมการอาชีวศึกษา แต่ทั้งนี้ที่ผ่านมาในกระบวนการจัดการเรียนการสอนแบบฐานสมรรถนะยังไม่สามารถดำเนินได้อย่างสมบูรณ์ [7] ผู้วิจัย therefore ถึงความสำคัญในการพัฒนากระบวนการจัดการเรียนการสอนฐานสมรรถนะ ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนมีความรู้ทักษะ เจตคติที่ดีในวิชาชีพ จึงได้ศึกษาถึงสภาพปัญหาและอุปสรรคในการจัดการเรียนการสอนฐานสมรรถนะ โดยใช้กรณีศึกษาของวิทยาลัยเทคนิคเพชรบุรี ซึ่งมีวัตถุประสงค์ในการศึกษาถึงปัญหาและอุปสรรคต่อการจัดการเรียนการสอนฐานสมรรถนะ และเสนอแนวทางสำหรับปรับปรุงกระบวนการจัดการเรียนการสอน เพื่อเป็นประโยชน์ในการพัฒนาการจัดการเรียนการสอนฐานสมรรถนะของวิทยาลัยเทคนิคเพชรบุรี ฉันจะเป็นต้นแบบในการจัดการเรียนการสอนแบบฐานสมรรถนะที่มีประสิทธิภาพของประเทศต่อไป

## 2. วิธีการดำเนินงาน

การศึกษาสภาพปัญหาและอุปสรรคต่อการจัดการเรียนการสอนฐานสมรรถนะ ผู้วิจัยได้ดำเนินงานตามขั้นตอน ดังนี้

## 2.1 การศึกษาข้อมูลเบื้องต้นเพื่อเตรียมการวิจัย

ศึกษาเอกสารรายงาน สภาพปัจจุบันการจัดการเรียนการสอน ปัจจัยที่มีผลต่อการจัดการเรียนการสอนด้านอาชีวศึกษา และเทคนิคศึกษา

## 2.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย ได้แก่ ครุผู้สอน แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลังและอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิค เพชรบุรี จำนวน 21 คน โดยผู้วิจัยใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

## 2.3 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เป็นแบบสอบถาม ได้ผ่านการตรวจสอบพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญ และหาความเชื่อมั่นของแบบสอบถามมีค่า 0.80 มีทั้งหมด 4 ตอน คือ

ตอนที่ 1 สภาพทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ตอนที่ 2 ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอน

ตอนที่ 3 การประเมินระดับความคิดเห็นของครุผู้สอนต่อ ปัจจัยและอุปสรรคในการจัดการเรียนการสอนฐานสมรรถนะ เป็นข้อมูลแบบสอบถาม ความคิดเห็นแบบมาตราส่วน ประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ [8]

ตอนที่ 4 ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการ พัฒนาการเรียนการสอน

## 2.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการการเก็บข้อมูลด้วยตนเอง วิทยาลัยเทคนิคเพชรบุรี โดยใช้เวลาเก็บรวบรวมข้อมูล 1 สัปดาห์

## 2.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

หลังจากเก็บรวบรวมข้อมูลเรียบร้อยแล้วนำแบบสอบถาม มาวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สัดติ ร้อยละ ค่าเฉลี่ยและ ส่วนเบี่ยง แบบมาตราฐาน

## 3. ผลการวิจัย

ผลการศึกษาสภาพปัจจุบันและอุปสรรคต่อการจัดการเรียน การสอนฐานสมรรถนะ สาขาช่างไฟฟ้ากำลังและ อิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคเพชรบุรี มีดังนี้

## 3.1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

กลุ่มตัวอย่างเป็นครุพeda จำนวน 19 คน และเพศหญิง จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 90.5 และ 9.5 ตามลำดับ มีตำแหน่งทางวิชาการในระดับครุชำนาญการ จำนวนร้อยละ 71.4 และชำนาญการพิเศษร้อยละ 28.6 จบการศึกษาสูงสุด ระดับ ปริญญาโทร้อยละ 42.9 และระดับปริญญาตรีร้อยละ 57.1 โดยครุส่วนใหญ่มีประสบการณ์สอนมากกว่า 15 ปี คิดเป็นร้อยละ 95.2 และระหว่าง 11-15 ปี ร้อยละ 4.8 ภาระงานสอนอยู่ในระหว่าง 18-22 คาบต่อสัปดาห์ ร้อยละ 23.8 ระหว่าง 23-27 คาบต่อสัปดาห์ ร้อยละ 33.3 และส่วนใหญ่มีภาระงานสอนที่ 28-32 คาบต่อสัปดาห์ ร้อยละ 42.9

## 3.2 ข้อมูลเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอน

ด้านวิธีการสอนของครุ ครุผู้สอนมีการใช้วิธีการสอนแบบบรรยายร้อยละ 26.9 มีการทดลองร้อยละ 24.4 การแบบสาขิต ร้อยละ 20.5 การถามตอบร้อยละ 17.9 และ การให้กินค่าน้ำ ร้อยละ 10.3 ตามลำดับ

กิจกรรมของนักเรียนระหว่างการเรียนการสอน ได้แก่ การทำแบบฝึกหัด ร้อยละ 29.6 การทดลองและปฏิบัติ ร้อยละ 26.8 การตอบคำถามร้อยละ 23.6 การรายงานหน้าชั้น ร้อยละ 5.6 และการอภิปรายร่วมกัน ร้อยละ 4.2 สำหรับการติดต่อสื่อสารระหว่างครุกับนักเรียนส่วนใหญ่เป็นการสื่อสาร ในชั้นเรียน ร้อยละ 35.1 นอกจากนั้นใช้ช่องทางการติดต่อสื่อสารทางโทรศัพท์ และผ่านสื่อสารโทรและสื่อสังคม ออนไลน์ร่วมในการติดต่อสื่อสารถึงกัน

สื่อการสอนที่ครุใช้ประกอบการสอน ครุมีการใช้สื่อ เเพeva เออร์พอยต์ ประกอบการสอน ร้อยละ 25.5 และใช้แผ่นใส ร้อยละ 8.5 มีการใช้โปรแกรมจำลอง ร้อยละ 8.5 และใช้วิดีโอ ร้อยละ 4.3 โดยครุส่วนใหญ่มีสื่ออุปกรณ์จริงเพื่อประกอบการจัดการเรียนการสอน

เครื่องมือวัดและประเมินผลที่ครุผู้สอนใช้ ส่วนใหญ่เป็น ข้อสอบแบบอัตนัย ร้อยละ 39.6 รองลงมาเป็นข้อสอบแบบ เลือกตอบ ร้อยละ 27.1 มีการใช้แบบประเมินสมรรถนะร้อยละ 16.7 ข้อสอบแบบเติมคำ ร้อยละ 6.3 ข้อสอบแบบจับคู่ ร้อยละ 2.1 และแบบถูกผิด ร้อยละ 2.1 ตามลำดับ



จากข้อมูลการตอบแบบสอบถาม พบร่วมกับครุส่วนใหญ่กว่า ร้อยละ 90.5 ขึ้นไปมีแผนการจัดการเรียนการสอนแบบฐานสมรรถนะที่สมบูรณ์ โดยที่ครุจำนวนมากถึงร้อยละ 95.2 มีความต้องการในการพัฒนาการจัดการเรียนการสอนในรายวิชา เพื่อให้เป็นรูปแบบแบบฐานสมรรถนะที่สมบูรณ์

### 3.3 ความคิดเห็นของครุต่อปัญหาและอุปสรรคในการ

#### จัดการเรียนการสอนฐานสมรรถนะ

ความคิดเห็นของครุผู้สอนต่อปัญหาและอุปสรรคในการจัดการเรียนการสอนแบบฐานสมรรถนะด้านครุผู้สอน แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ความคิดเห็นของครุต่อปัญหาและอุปสรรคในการจัดการเรียนการสอนฐานสมรรถนะด้านผู้สอน

ปัญหาและอุปสรรค	$\bar{X}$	S.D	ความคิดเห็น
1. ขาดความเข้าใจในกระบวนการจัดการเรียนการสอนแบบฐานสมรรถนะ	3.67	0.58	มาก
2. ไม่สามารถแปลงคำอธิบายรายวิชาสู่การเรียนการสอนได้	3.43	0.50	ปานกลาง
3. ขาดความเข้าใจในการวัดและประเมินผลสมรรถนะ	3.81	0.40	มาก
4. ภาระงานสอนและงานอื่น ๆ มีปริมาณมาก	4.48	0.51	มาก
เฉลี่ยรวมทั้งหมด	3.85	0.50	มาก

จากตารางที่ 1 ความคิดเห็นของครุผู้สอนต่อปัญหาและอุปสรรคในการจัดการเรียนการสอนฐานสมรรถนะด้านครุผู้สอน พบร่วมกับครุผู้สอนมีความเห็นว่าปัญหาและอุปสรรคต่อการจัดการเรียนการสอนฐานสมรรถนะด้านครุผู้สอน อยู่ในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ย 3.85 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.50 และเมื่อพิจารณารายข้อ พบร่วมกับความเห็นด้วยว่าประเด็นเกี่ยวกับความรู้พื้นฐานของผู้เรียน มาก 3.71 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.74 และเมื่อพิจารณารายข้อ พบร่วมกับความเห็นด้วยว่าประเด็นเกี่ยวกับความรู้พื้นฐานของผู้เรียน มาก เป็นประเด็นที่ครุผู้สอนเห็นด้วยสูงสุด รองลงมาเป็นปัญหาเกี่ยวกับการขาดความรับผิดชอบในการเรียน และมีกิจกรรมมากกระทบการเรียนการสอน ตามลำดับ

จัดการเรียนการสอนฐานสมรรถนะ ไม่สามารถแปลงคำอธิบายรายวิชาสู่การเรียนการสอนได้ ตามลำดับ

ความคิดเห็นของครุผู้สอนต่อปัญหาและอุปสรรคในการจัดการเรียนการสอนแบบฐานสมรรถนะด้านผู้เรียน แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ความคิดเห็นของครุต่อปัญหาและอุปสรรคในการจัดการเรียนการสอนฐานสมรรถนะด้านผู้เรียน

ปัญหาและอุปสรรค	$\bar{X}$	S.D	ความคิดเห็น
1. ความรู้พื้นฐานต่ำ	3.86	0.79	มาก
2. ขาดความรับผิดชอบในการเรียน	3.81	0.68	มาก
3. กิจกรรมกระทบการเรียน การสอน	3.48	0.75	ปานกลาง
เฉลี่ยรวมทั้งหมด	3.71	0.74	มาก

จากตารางที่ 2 ความคิดเห็นของครุต่อปัญหาและอุปสรรคในการจัดการเรียนการสอนฐานสมรรถนะด้านผู้เรียน พบร่วมกับครุผู้สอนมีความเห็นว่าปัญหาและอุปสรรคต่อการจัดการเรียนการสอนฐานสมรรถนะด้านผู้เรียน อยู่ในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ย 3.71 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.74 และเมื่อพิจารณารายข้อ พบร่วมกับความเห็นด้วยว่าประเด็นเกี่ยวกับความรู้พื้นฐานของผู้เรียน มาก เป็นประเด็นที่ครุผู้สอนเห็นด้วยสูงสุด รองลงมาเป็นปัญหาเกี่ยวกับการขาดความรับผิดชอบในการเรียน และมีกิจกรรมมากกระทบการเรียนการสอน ตามลำดับ

ความคิดเห็นของครุผู้สอนต่อปัญหาและอุปสรรคในการจัดการเรียนการสอนแบบฐานสมรรถนะด้านหลักสูตร แสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ความคิดเห็นของครุต่อปัญหาและอุปสรรคในการจัดการเรียนการสอนฐานสมรรถนะด้านหลักสูตร

ปัญหาและอุปสรรค	$\bar{X}$	S.D	ความคิดเห็น
1. ช้าไม่สามารถแปลงคำอธิบาย	3.52	0.81	มาก
2. คำอธิบายรายวิชาไม่สามารถแปลงเป็นฐานสมรรถนะได้	3.81	0.68	มาก
3. รายละเอียดคำอธิบายรายวิชาไม่ชัดเจน	3.62	0.86	มาก
เฉลี่ยรวมทั้งหมด	3.65	0.78	มาก



จากตารางที่ 3 ความคิดเห็นของครุต่อปัญหาและอุปสรรคในการจัดการเรียนการสอนฐานสมรรถนะด้านหลักสูตร พบว่า ครุผู้สอนมีความเห็นว่าปัญหาและอุปสรรคในการจัดการเรียนการสอนฐานสมรรถนะด้านหลักสูตร อยู่ในระดับมากโดยมีค่าเฉลี่ย 3.65 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.78 เมื่อพิจารณารายข้อพบว่าทุกประเด็นอยู่ในระดับมาก โดยที่ประเด็นคำชี้ขาดรายวิชา각ว่าง ไม่สามารถแปลงเป็นฐานสมรรถนะได้มีคะแนนสูงสุด

ความคิดเห็นของครุผู้สอนต่อปัญหาและอุปสรรคในการจัดการเรียนการสอนแบบฐานสมรรถนะด้านสภาพแวดล้อมและการจัดการ แสดงดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ความคิดเห็นของครุต่อปัญหาและอุปสรรคในการจัดการเรียนการสอนฐานสมรรถนะด้านสภาพแวดล้อมและการจัดการ

ปัญหาและอุปสรรค	$\bar{X}$	S.D	ความคิดเห็น
1. ขาดเครื่องมือและครุภัณฑ์ที่สอดคล้องกับสมรรถนะของรายวิชา	4.38	0.86	มาก
2. ขาดสื่อการเรียนการสอนที่สอดคล้องกับสมรรถนะของรายวิชา	4.29	1.00	มาก
3. สถานที่ไม่พร้อมสำหรับการจัดการเรียนการสอนแบบฐานสมรรถนะ	3.57	1.02	มาก
4. ขาดการสนับสนุนเชิงนโยบาย สำหรับการจัดการเรียนการสอนแบบฐานสมรรถนะ	4.14	0.85	มาก
เฉลี่ยรวมทั้งหมด	4.10	0.85	มาก

จากตารางที่ 4 ความคิดเห็นของครุต่อต่อปัญหาและอุปสรรคในการจัดการเรียนการสอนฐานสมรรถนะด้านสภาพแวดล้อมและการจัดการ พบว่า ครุผู้สอนมีความเห็นว่าปัญหาและอุปสรรคต่อการจัดการเรียนการสอนฐานสมรรถนะด้านสภาพแวดล้อมและการจัดการ อยู่ในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ย 4.10 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.85 เมื่อพิจารณารายข้อพบว่าทุกประเด็นอยู่ในระดับมาก โดยระดับคะแนนในประเด็นการขาดเครื่องมือและครุภัณฑ์ที่สอดคล้องกับสมรรถนะของรายวิชาเป็นประเด็นที่มีคะแนนสูงสุด รองลงมา

เป็นประเด็นการขาดสื่อการเรียนการสอนที่สอดคล้องกับสมรรถนะของรายวิชา การขาดการสนับสนุนเชิงนโยบาย สำหรับการจัดการเรียนการสอนฐานสมรรถนะ และปัจจัยร่วงสถานที่ไม่พร้อมสำหรับการจัดการเรียนการสอนฐานสมรรถนะ ตามลำดับ

### 3.4 ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการพัฒนา

#### การจัดเรียนการสอน

ความคิดเห็นของครุผู้สอนต่อการพัฒนาการเรียนการสอนแบบฐานสมรรถนะ ครุผู้สอนได้ให้เสนอแนะโดยความมั่นใจ สมรรถนะที่ต้องการจากภาคอุตสาหกรรม เพื่อนำมากำหนดเป็นวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของผู้เรียน ออกแบบกิจกรรมการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับสมรรถนะ จัดกระบวนการเรียนรู้และประเมินผลให้กลุ่มกิจกรรมการเรียนการสอนอีกทั้งควรส่งเสริมครุให้มีโอกาสศึกษาคุ้งงานในสถานประกอบการให้มากขึ้น ในด้านหลักสูตรและเนื้อหารายวิชา ครุให้ข้อเสนอแนะในประเด็นของหลักสูตรรายวิชาที่มีเนื้อหา ซ้ำซ้อนกัน จึงควรวิเคราะห์ซ่อนอย่างและบูรณาการร่วมกัน เพื่อให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ไปใช้ในการทำงานและประกอบอาชีพได้ นอกจากนั้นครุผู้สอนยังให้ข้อคิดเห็นที่สอดคล้องกับการสนับสนุนด้านวัสดุและครุภัณฑ์ สำหรับการจัดการเรียนการสอนที่ควรเพิ่มขึ้นเพื่อให้สามารถจัดการเรียนการสอนฐานสมรรถนะได้อย่างมีประสิทธิภาพ

### 4. บทสรุปและข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาพบปัญหาการจัดการเรียนการสอนแบบฐานสมรรถนะในสาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลังและอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคเพชรบุรี พบว่าครุผู้สอนร้อยละ 90.5 ยังไม่มีแผนการจัดการเรียนการสอนแบบฐานสมรรถนะที่สมบูรณ์ พร้อมสำหรับการใช้จัดการเรียนการสอน โดยครุผู้สอนร้อยละ 95.2 มีความต้องการและพร้อมในการพัฒนารายวิชาที่ดันลงสอนสู่การจัดการเรียนการสอนฐานสมรรถนะ แต่ทั้งนี้ ครุผู้สอนส่วนใหญ่ มีภาระงานสอนและงานอื่น ๆ จำนวนมาก ทำให้เป็นอุปสรรคต่อการพัฒนาแผนการสอนแบบฐานสมรรถนะที่สมบูรณ์ นอกจากนั้นครุยังขาดความเข้าใจใน



กระบวนการจัดการเรียนการสอนและการประเมินผลแบบฐานสมรรถนะอีกตัวชี้วัด สำหรับด้านของหลักสูตรปัจจุบันมาสู่รายละเอียดของสมรรถนะได้ทั้งหมด ในส่วนของด้านสภาพแวดล้อมและการจัดการนั้นพบว่า ยังขาดกรุณฑ์และสื่อที่สอดคล้องกับการจัดการเรียนการสอนฐานสมรรถนะ ทั้งนี้คุณมีความต้องการในการได้รับการสนับสนุนในเชิงนโยบายสำหรับพัฒนาการจัดการเรียนการสอนแบบฐานสมรรถนะให้มีประสิทธิภาพ สอดคล้องกับรายงานของ คณิต เนลย์ธรรมชาติ [9] ซึ่งได้กล่าวถึงความจำเป็นในการสนับสนุนทรัพยากรต่าง ๆ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดการเรียนการสอนด้านอาชีวศึกษาของไทย อย่างไรก็ตามในการศึกษารั้งนี้มีข้อเสนอแนะเพื่อให้การจัดการเรียนการสอนแบบฐานสมรรถนะสามารถขับเคลื่อนและดำเนินการ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ จึงควรจัดให้เกิดกลไกสนับสนุนจากหน่วยงานด้านวิชาการทั้งจากภายในและภายนอกวิทยาลัยในการขับเคลื่อนการจัดการเรียนการสอนฐานสมรรถนะ โดยไม่เป็นการเพิ่มภาระงานให้กับครุภู่สอน รวมทั้งการพัฒนาครุให้เกิดความรู้ ความเข้าใจในกระบวนการวิเคราะห์สมรรถนะอาชีพ กระบวนการจัดการเรียนการสอน การวัดและประเมินผลในแบบฐานสมรรถนะ การพัฒนาสื่อการเรียนการสอนที่สอดคล้องกับสมรรถนะในรายวิชา เพื่อให้การจัดการเรียนการสอนแบบฐานสมรรถนะดำเนินการ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

## 5. เอกสารอ้างอิง

- [1] ทิสานา แบบมีนี, “กลยุทธ์การสอน,” เอกสารการบรรยายในที่ประชุมศาสตร์และการเมือง ราชบัณฑิตยสถาน, 2553.
- [2] โครงการ PISA ประเทศไทย สถาบันสังเคริงการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ, “ผลการประเมิน PISA 2012 คณิตศาสตร์ การอ่าน และวิทยาศาสตร์ บทสรุปสำหรับผู้บริหาร.” สมุทรปราการ . แอดวานซ์ ปรีนติ้ง เซอร์วิส, 2556.
- [3] สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา, “รายงานประจำปี 2555 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ,” 2555.
- [4] พุลศักดิ์ โภษีภารณ์ และคณะ “รายงานการศึกษา โครงการ การศึกษาสถานภาพที่มีผลต่อการพัฒนาระบบอาชีวศึกษาของไทย,” กรุงเทพฯ . มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ . ศูนย์ผลิตตำราเรียน, 2556.
- [5] ธีรุวดี บุญยิโสภณ, “แนวทางจัดการอาชีวศึกษาและเทคโนโลยีของประเทศไทย,” เอกสารประกอบการสัมมนา อภิปรายและวิพากษ์ผลการวิจัยสถานการณ์อาชีวศึกษาและจัดทำข้อเสนอแนะเชิงนโยบายเพื่อพัฒนาอาชีวศึกษาของประเทศไทย. กรุงเทพฯ . มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ . ศูนย์ผลิตตำราเรียน, 2556.
- [6] นัฐพงษ์ ทองปาน, รัตน์ สงวนพงษ์, สมยศ เจตเจริญรักษ์, “การตั้งร่างและพัฒนาประสิทธิภาพชุดการศึกษาตามฐานสมรรถนะอาชีพ ชั้นเดินทางและติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าในอาคาร,” พัฒนาเทคนิคศึกษา, ปีที่ 24 ฉบับที่ 81 (ม.ค.-มี.ค.), 101-109.
- [7] บริษัท แม่ข่าย, “ความพึงพอใจในการปฏิบัติงานของครุวิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์,” วิทยานิพนธ์ สาขาวิชาการจัดการทั่วไป มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุสีต, 2551.
- [8] ธนาินทร์ ศิลป์จารุ, “การวิจัยและวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วย SPSS และ AMOS,” นนทบุรี : เอส อาร์ ปรีนติ้ง แอนด์ โปรดักส์ จำกัด, 2555.
- [9] คณิต เนลย์ธรรมชาติ และคณะ, “ผลการวิจัยสถานการณ์อาชีวศึกษาและจัดทำข้อเสนอแนะเชิงนโยบายเพื่อพัฒนาการอาชีวศึกษาของประเทศไทย,” เอกสารประกอบการสัมมนา อภิปรายและวิพากษ์ผลการวิจัยสถานการณ์อาชีวศึกษาและจัดทำข้อเสนอแนะเชิงนโยบายเพื่อพัฒนาอาชีวศึกษาของประเทศไทย. กรุงเทพฯ . มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ . ศูนย์ผลิตตำราเรียน, 2556.

## ส่วนประสมทางการตลาดที่มีผลต่อความจงรักภักดีของลูกค้าในร้านขายยาแผนปัจจุบัน

### ในเขตกรุงเทพมหานคร

### The Marketing Composition Causing Customer's Loyalty toward Drug Stores in Bangkok

นิติ รอดประดิษฐ์ ยงยุทธ ทองลง

#### บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาส่วนประสมทางการตลาดที่มีผลต่อความจงรักภักดีของลูกค้าในร้านขายยาแผนปัจจุบันในเขตกรุงเทพมหานคร กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้คือ ลูกค้าที่มาใช้บริการในร้านขายยาแผนปัจจุบันในเขตกรุงเทพมหานคร จำนวน 400 ราย เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นแบบสอบถาม วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าความแปรปรวนทางเดียว ผลการศึกษา พบว่าผู้ตอบแบบสอบถาม ส่วนใหญ่เป็น เพศหญิง มีอายุ 21 – 30 ปี ประกอบอาชีพ รับราชการ/ธุรกิจ และธุรกิจส่วนตัว รายได้ 15,000 – 30,000 บาท ระดับการศึกษาปริญญาตรี ให้ระดับความสำคัญของส่วนประสมการตลาดบริการในมุมมองของลูกค้าที่มีผลต่อความจงรักภักดีของลูกค้าในธุรกิจร้านขายยาแผนปัจจุบันในเขตกรุงเทพมหานคร ในภาพรวมอยู่ในระดับมาก พิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ทุกด้าน อยู่ในระดับมาก และเมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า ทุกข้อ อยู่ในระดับมาก และระดับความจงรักภักดีของลูกค้าผู้ใช้บริการร้านขายยาแผนปัจจุบันภาพรวมอยู่ในระดับมาก พิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ทุกด้าน อยู่ในระดับมาก และเมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า ทุกข้อ อยู่ในระดับมาก

คำสำคัญ : ส่วนประสมการตลาด, ความจงรักภักดี

#### Abstract

The objective of this research is to study marketing composition causing customer's loyalty toward modern drug store in Bangkok. The sample group used in this study is 400 customers who visit modern drug store in Bangkok. Questionnaire is used for collecting data. Data is analyzed in percentage, average number, standard deviation, and one-way variation. The result shows that most people answering the questionnaire are female, age between 21 – 30 years old, and working as public officer, public enterprise, and self-employed. Their income is between 15,000 – 30,000 Baht. Their educational level is undergraduate. In customer's view, value level for service in marketing composition toward modern drug store in Bangkok is high in general. When consider each aspect, the researcher found that every aspect is high. Considering each point, the researcher found that every point is high. Total loyalty level of drug store's customer is high in general. When consider each aspect, the researcher found that every aspect is high. Considering each point, the researcher found that every point is high.

Keywords : Marketing Composition, Loyalty



## 1. บทนำ

ปัจจุบันธุรกิจร้านขายยา มีการแบ่งขั้นกันค่อนข้างสูงซึ่งแต่เดิมร้านขายยาส่วนใหญ่เป็นร้านขายแบบผู้ประกอบการรายเดียว และมักมีลักษณะเป็นร้านขายของชำด้วย และในปัจจุบันก็มีร้านขายยาแบบสถานามาตั้งเปิด ซึ่งวิัฒนาการของร้านแบ่งขั้นทำให้เกิดความเปลี่ยนแปลงทั้งในรูปแบบของร้านสินค้า การบริการและการตกแต่งร้านที่สวยงามทันสมัยแตกต่างจากร้านขายยาในรูปแบบเดิม ทำให้ร้านขายยาต้องเริ่มมีการพัฒนาธุรกิจของตนเองเพื่อให้สามารถแบ่งขั้นกับร้านขายยาดังกล่าว ได้ และปัจจัยสำคัญในการแบ่งขั้นที่ เจ้าของธุรกิจร้านขายยา ต้องพิจารณาคือเรื่องราคาน้ำยาซึ่งผู้ประกอบการธุรกิจรายใหม่มักนำราคามาเป็นกลยุทธ์หลักในการแบ่งขั้นเสมอ และปัจจุบันเป็นยุคของสังคมที่ว่าสารหรือยาที่มีผลต่อร้านขายยาและบุคคลต้องมีมาตรฐานด้านความปลอดภัย ดังนั้น จึงต้องมีการพัฒนาด้านมาตรฐานของผู้ที่ให้บริการ หรือลูกค้า จึงต้องหันมาดูต่อไปว่าการให้บริการที่ดีจะต้องได้มาตรฐานค่าและบริการ/หรือผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสมกับความต้องการที่สุด ดังนั้น ธุรกิจจำเป็นต้องปรับตัวเพื่อตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคโดยคืนห้ามารมวัธิ ต่างๆ ที่จะสนองความต้องการและสร้างความจงรักภักดีให้กับผู้บริโภคสูงที่สุด และการที่จะทำให้ลูกค้าเกิดความจงรักภักดีต่อร้านค้านั้นจะต้องสร้างรากฐานการเดินทางให้กับธุรกิจในระยะยาว โดยมองว่าพื้นฐานทางธุรกิจ ไม่ได้อยู่ที่ผลกำไรแต่ต้องอยู่ที่การสร้างมูลค่าเพื่อการสร้างมูลค่าให้กับลูกค้า เป็นการสร้างความจงรักภักดีและความจงรักภักดีที่จะกลับไปสร้างความเติบโตผลกำไรแบบยั่งยืน การที่จะสร้างความจงรักภักดีของลูกค้าให้เกิดต่อร้านค้าได้นั้นผู้จัดการควรว่าจะเกิดจากองค์ประกอบหลายอย่างประกอบกัน ได้แก่ ความพึงพอใจในส่วนประสิทธิภาพของลูกค้า (7C) [1-2] ซึ่งมีอิทธิพลต่อกระบวนการตัดสินใจซื้อของผู้บริโภคเป็นอย่างมาก เมื่อลูกค้ามีความพึงพอใจในการซื้อสินค้าหรือใช้บริการจากร้านค้าแล้วน่าจะมีแนวโน้มสูงที่จะกลับมาซื้อสินค้าหรือใช้บริการต่อร้านค้านั้นอีก

ดังนั้นผู้จัดการร้านยาที่จะศึกษาถึงส่วนประสิทธิภาพของลูกค้าในร้านขายยาและปัจจุบันในเขตกรุงเทพมหานคร ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ เป็นการศึกษาปัจจัยด้านประชากรศาสตร์ ด้วยวัดความจงรักภักดี ความแตกต่างส่วนบุคคล ความสัมพันธ์ระหว่างส่วนประสิทธิภาพของลูกค้าในร้านขายยาและปัจจุบันในเขตกรุงเทพมหานคร ว่ามีส่วนทำให้ลูกค้าเกิดความจงรักภักดีต่อร้านขายยาหรือไม่ เช่น การใช้ชั้้า การนบอตต่อ เป็น

ต้น ดังนั้นการศึกษา ศึกษาถึงส่วนประสิทธิภาพของลูกค้าในร้านขายยาและปัจจุบัน ในเขตกรุงเทพมหานคร [3] จึงเป็นแนวทางหนึ่งในการที่จะเข้าใจผู้บริโภคเพื่อจะได้นำข้อมูลจากการศึกษามาปรับปรุงกลยุทธ์ และคุณภาพในการให้บริการ ให้สอดคล้องกับความต้องการของผู้บริโภคอันจะเป็นผลให้เกิดความสัมพันธ์อันยั่งยืนและสร้างความจงรักภักดี ในหมู่ลูกค้ารวมทั้งก่อให้เกิดผลกำไร แก่ธุรกิจอย่างยั่งยืนในระยะยาวและชั้งสามารถนำมาประยุกต์ใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาร้านขายยาและปัจจุบัน ให้ดีขึ้นซึ่งจะก่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อร้านขายยาและผู้บริโภคที่มาใช้บริการที่ร้านขายยาต่อไป

## 2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

2.1 เพื่อศึกษาความสำคัญของส่วนประสิทธิภาพ บริการในมุมมองของลูกค้าที่มีผลต่อความจงรักภักดีของลูกค้า ในธุรกิจร้านขายยาและปัจจุบันในเขตกรุงเทพมหานคร

2.2 เพื่อศึกษาความจงรักภักดีของลูกค้าผู้ใช้บริการร้านขายยาและปัจจุบัน

2.3 เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของส่วนประสิทธิภาพตามบริการในมุมมองของลูกค้าที่มีผลต่อความจงรักภักดีของลูกค้า ในธุรกิจร้านขายยาและปัจจุบันในเขตกรุงเทพมหานคร จำแนกตามสถานภาพทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

2.4 เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของความจงรักภักดีของลูกค้าผู้ใช้บริการร้านขายยาและปัจจุบันจำแนกตามสถานภาพทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

## 3. ขอบเขตของการวิจัย

3.1 ประชากรที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้คือ ลูกค้าที่มาใช้บริการในร้านขายยาและปัจจุบันในเขตกรุงเทพมหานคร มีจำนวนประชากรทั้งสิ้น 6,033,286 ราย เก็บรวบรวมข้อมูลจากตัวอย่าง จำนวน 400 ราย

3.2 การวิจัยครั้งนี้จะศึกษาถึงส่วนประสิทธิภาพของลูกค้าในร้านขายยาและปัจจุบันในเขตกรุงเทพมหานคร ในด้านตัวชี้วัดความจงรักภักดี ความแตกต่างส่วนบุคคล ความสัมพันธ์ระหว่างส่วนประสิทธิภาพของลูกค้าในร้านขายยาและปัจจุบันในเขตกรุงเทพมหานคร

3.3 ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ แบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ



- 3.3.1 ตัวแปรอิสระคือ ลักษณะทางประชาราศาสตร์  
3.3.2 ตัวแปรตาม คือ ส่วนประสมการตลาดใน  
มุมมองลูกค้าและความงงรากกิจของลูกค้าที่มีต่อร้านขายยา  
แผนปัจจุบัน

#### 4. วิธีการวิจัย

- 4.1 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย  
การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ได้สร้างเป็นแบบสอบถาม ชั้งมีขั้นตอนดังนี้

- #### 4.1.1 ศึกษาและรวบรวมข้อมูล เพื่อนำมาสร้างแบบสอบถามฉบับร่าง

- 4.1.2 นำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาค้นคว้า จากหนังสือเอกสาร บทความ และผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง มาเป็นแนวทางสร้างข้อคำถามให้ครอบคลุมเนื้อหาตามวัตถุประสงค์ และความต้องการวิจัยที่แนบท้าย

- 4.1.3 นำแบบสอบถามมาบันทุร่วงไปทดลองใช้ (Try-out) กับประชากรที่มิได้เป็นกลุ่มตัวอย่างของการวิจัย จำนวน 30 ชุด ทำการทดสอบหาค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถาม ได้เท่ากับ 0.82

- #### 4.1.4 จัดพิมพ์แบบสอบถามฉบับสมบูรณ์เพื่อนำไปเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง

- 4.2 ลักษณะเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย  
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นแบบสอบถาม ซึ่ง  
แบ่งออกเป็น 4 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 สภาพภาพทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม  
ลักษณะแบบสอบถามเป็นแบบตรวจสอบรายการ มีข้อคำถาม  
จำนวน 5 ข้อ

ตอนที่ 2 ความสำคัญของส่วนประสมการตลาด  
บริการในมุมมองของลูกค้า ลักษณะแบบสอนสามาเป็นแบบ  
มาตรฐานส่วนประมาณค่า 5 ระดับ มีข้อคำถามจำนวน 44 ข้อ

ตอนที่ 3 ความจริงรักภักดีของลูกค้าในร้านขายยา  
แผนปัจจุบัน ลักษณะแบบสอนตามเป็นแบบมาตรฐาน 20 ชั่วโมง

## ตอนที่ 4 ข้อเสนอแนะอื่น ๆ ลักษณะแบบ สอนตาม ที่ในแบบไปยังไง

#### 4.3 การเก็บรวมรวมข้อมูล

ผู้วัยจัยได้ทำการรวมรวมข้อมูลโดยใช้แบบสอบถามตามเก็บข้อมูลจากลูกค้าที่มารับบริการในร้านขายยาแผนปัจจุบัน โดยใช้การสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม คือ เป็นการสุ่มที่มิได้กำหนดไว้ล่วงหน้า ว่ามีใครจะเข้ามารับบริการในร้านขายยาแผนปัจจุบัน จานวนนี้

- นำแบบสอบถามที่ได้มาตรวจสอบความถูกต้องสมบูรณ์ของข้อมูลและนำไปวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป

#### 4.4 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

## การวิจัยครั้งนี้วิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป

- 4.4.1 การวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับสภาพทั่วไปของผู้ต้องแบบสอบถาม ใช้วิธีการหาค่าความถี่ แล้วสรุปอุปกรณามาเป็นค่าร้อยละ

- 4.4.2 การวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับความสำคัญของส่วนประสมการตลาดบริการในมุมมองของลูกค้า และความจงรักภักดีของลูกค้าที่มีต่อร้านขายยาแผนปัจจุบัน ใช้วิธีการหาค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ซึ่งมีเกณฑ์ในการกำหนดค่าნ้ำหนักของการ ประเมินเป็น 5 ระดับความขัดแย้ง และการจัดการ ตามแนวทางของลิกิรีต (Likert) [4]

- 4.4.3 วิเคราะห์การเปรียบเทียบความสำคัญของส่วนประสมการตัวแปรบริการในมุมมองของลูกค้าจำแนกตามสถานภาพทั่วไปของธุรกิจอุตสาหกรรม โรงงานด้านลักษณะขนาดของธุรกิจ และรูปแบบการประกอบธุรกิจ ใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (ANOVA) เพื่อวิเคราะห์ความแตกต่างของตัวแปรเป็นรายกลุ่ม กรณีพบค่าความแตกต่างเป็นรายกลุ่ม ผู้วิจัยจะวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างรายกลุ่มเป็นรายคู่อีกครั้ง โดยใช้ Scheffe Analysis

- 4.4.4 วิเคราะห์การเปรียบเทียบความจำจังรักกักดีของลูกค้าในร้านขายยาแผนปัจจุบัน จำแนกตามสถานภาพพัท้วาไปของธุรกิจอุตสาหกรรม โรงพยาบาล ขนาดของธุรกิจ และรูปแบบการประกอบธุรกิจ ใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (ANOVA) เพื่อวิเคราะห์ความแตกต่างของตัวแปรเป็นรายกลุ่ม กรณีพิเศษความแตกต่างเป็นรายกลุ่ม ผู้วิจัยจะวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างรายกลุ่มเป็นรายคู่ ก็คือรั้ง โดยใช้ Scheffe Analysis

- 4.4.5 การวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับข้อเสนอแนะอื่นๆ ใช้วิธีขั้นเรียนลำดับความสำคัญ แล้วเรียนเรียงออกมาเป็นลำดับความที่ แล้วนำมาจัดลำดับ

## 5. ผลการวิจัย

สรุปผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์ของการวิจัยที่ตั้งไว้  
ตามลำดับดังนี้

5.1 วัดคุณประสิทธิภาพวิจัยข้อที่ 1 เพื่อศึกษาความสำคัญของส่วนประสมการตลาดธุรกิจการในมุมมองของกลุ่มค้าที่มีผลต่อ



ความจริงรักภักดีของลูกค้าในธุรกิจร้านขายยาแผนปัจจุบันในเขตกรุงเทพมหานคร พบว่า ระดับความสำคัญของลูกค้าที่มีผลต่อความจริงรักภักดีของลูกค้าในธุรกิจร้านขายยาแผนปัจจุบันในเขตกรุงเทพมหานครในภาพรวมอยู่ในระดับมาก พิจารณาเป็นรายค้าน พบว่า ทุกค้าน อยู่ในระดับมาก และเมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า ทุกข้อ อยู่ในระดับมาก

5.2 วัดถูกประส่งค์การวิจัยข้อที่ 2 เพื่อศึกษาความ  
งรักภักดีของลูกค้าผู้ใช้บริการร้านขายยาแผนปัจจุบัน พนว่า  
ระดับความงรักภักดีของลูกค้าผู้ใช้บริการร้านขายยาแผน  
ปัจจุบันภาพรวมอยู่ในระดับมาก พิจารณาเป็นรายค้าน พนว่า  
ทุกค้าน อยู่ในระดับมาก และเมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พนว่า ทุก  
ข้อ อยู่ในระดับมาก

5.3 วัดคุณประสิทธิภาพวิจัยข้อที่ 3 เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของส่วนประสมการตลาดบริการในมุมมองของลูกค้าที่มีผลต่อความจริงรักษากลีบของลูกค้าในธุรกิจร้านขายยาแผนปัจจุบันในเขตกรุงเทพมหานครจำแนกตามสถานภาพทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

5.3.1 เปรียบเทียบความแตกต่างของระดับส่วนประสมการตลาดบริการในมุมมองของลูกค้าที่มีผลต่อความจงรักภักดีของลูกค้าในธุรกิจร้านขายยาแพนปัจจุบันในเขตกรุงเทพมหานคร กับสถานภาพทั่วไปด้านเพศ พบว่า ส่วนประสมการตลาดบริการในมุมมองของลูกค้าที่มีผลต่อความจงรักภักดีของลูกค้าในธุรกิจร้านขายยาแพนปัจจุบันในเขตกรุงเทพมหานคร โดยภาพรวม ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อเปรียบเทียบเป็นรายด้าน พบว่า ด้านความสะดวกในการหาซื้อสินค้า ด้านความสมบูรณ์ การต่อเนื่องในการประสานงาน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อเปรียบเทียบเป็นรายข้อ พนว่า ความสวยงามในการออกแบบรูปลักษณ์ (Design) ของด้วยาหรือผลิตภัณฑ์ และความสะอาดภายในร้านขายยาแพนปัจจุบันที่จะเลือกใช้บริการ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5.3.2 เปรียบเทียบความแตกต่างของระดับส่วนประสมการตลาดบริการในมุมมองของลูกค้าที่มีผลต่อความจงรักภักดีของลูกค้าในธุรกิจร้านขายยาแผนปัจจุบันในเขตกรุงเทพมหานคร กับสถานภาพทั่วไปด้านอายุ พบว่า ส่วนประสมการตลาดบริการในมุมมองของลูกค้าที่มีผลต่อความจงรักภักดีของลูกค้าในธุรกิจร้านขายยาแผนปัจจุบันในเขตกรุงเทพมหานคร โดยภาพรวม ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อเปรียบเทียบเป็นรายด้าน

พบว่า ทุกด้าน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อเปรียบเทียบเป็นรายข้อ พบว่า ความ sway ของนักเรียนในการออกแบบรูปถักมหิดล (Design) ของตัวฯ หรือผลิตภัณฑ์ การตลาดทางตรง โดยใช้การขายทางโทรศัพท์ และความคงเส้นคงวา (Reliability) ของเภสัชกร/พนักงานขายของร้านขายยา แผนปัจจุบัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5.3.3 เปรียบเทียบความแตกต่างของระดับส่วน  
ประสมการตลาดบริการในมุมมองของลูกค้าที่มีผลต่อความ  
จริงกักษิชของลูกค้าในธุรกิจร้านขายยาแผนปัจจุบันในเขต  
กรุงเทพมหานคร กับสถานภาพทั่วไปด้านอาชีพ พนวจ ส่วน  
ประสมการตลาดบริการในมุมมองของลูกค้าที่มีผลต่อความ  
จริงกักษิชของลูกค้าในธุรกิจร้านขายยาแผนปัจจุบันในเขต  
กรุงเทพมหานคร โดยภาพรวม ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมี  
นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อเปรียบเทียบเป็นรายด้าน  
พบว่า ด้านความสะดวกในการหาซื้อสินค้า มีความแตกต่างกัน  
อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อเปรียบเทียบเป็น  
รายข้อ พนวจ ขนาด (Size) ของยาหรือผลิตภัณฑ์ สามารถ  
ให้บริการรับสั่งยาทางสื่อ Social Media ได้ การตลาดทางตรง  
โดยใช้การขายทางโทรศัพท์ และการตลาดทางตรงโดยใช้การ  
ขายทางโทรศัพท์ วิทยุ หรือหนังสือ มีความแตกต่างกันอย่างมี  
นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5.3.4 เปรียบเทียบความแตกต่างของระดับส่วน  
ประสมการตลาดบริการในมุมมองของลูกค้าที่มีผลต่อความ  
งงรักภักดีของลูกค้าในธุรกิจร้านขายยาแผนปัจจุบันในเขต  
กรุงเทพมหานคร กับสถานภาพทั่วไปด้านรายได้ พนวจ ส่วน  
ประสมการตลาดบริการในมุมมองของลูกค้าที่มีผลต่อความ  
งงรักภักดีของลูกค้าในธุรกิจร้านขายยาแผนปัจจุบันในเขต  
กรุงเทพมหานคร โดยภาพรวม ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมี  
นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อเปรียบเทียบเป็นรายด้าน  
พบว่า ทุกด้าน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่  
ระดับ .05 และเมื่อเปรียบเทียบเป็นรายข้อ พนวจ การโฆษณา  
(Advertising) และการตลาดเชื่อมตรง (Online Marketing) โดย  
ใช้การสื่อสารทาง Social Media มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ  
ทางสถิติที่ระดับ .05

5.3.5 เปรียบเทียบความแตกต่างของระดับส่วน  
ประสมการตลาดบริการในมุมมองของลูกค้าที่มีผลต่อความ  
งรุกภักดีของลูกค้าในธุรกิจร้านขายยาแผนปัจจุบันในเขต  
กรุงเทพมหานคร กับสถานภาพทั่วไปด้านระดับการศึกษา  
พบว่า ส่วนประสมการตลาดบริการในมุมมองของลูกค้าที่มีผล  
ต่อความงรุกภักดีของลูกค้าในธุรกิจร้านขายยาแผนปัจจุบันใน

เบตกรุงเทพมหานคร โดยภาพรวม ไม่มีความแตกต่างกันอย่าง มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อเปรียบเทียบเป็นรายด้าน พบว่า ทุกด้าน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อเปรียบเทียบเป็นรายข้อ พบว่า การได้รับส่วนลด (Discount) จากร้านขายยาแพนปัจจุบัน ความสะอาดภายในร้านขายยาแพนปัจจุบันที่จะเลือกใช้บริการ และการที่ร้านขายยาแพนปัจจุบันมีเครื่องปรับอากาศติดตั้งและเปิดใช้งานเมื่อเข้าใช้บริการ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5.4 วัดถูประดังค์การวิจัยข้อที่ 4 เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของความจงรักภักดีของลูกค้าผู้ใช้บริการร้านขายยาแพนปัจจุบันตามสถานภาพทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

5.4.1 เปรียบเทียบความแตกต่างของระดับความจงรักภักดีของลูกค้าผู้ใช้บริการร้านขายยาแพนปัจจุบัน กับสถานภาพทั่วไปด้านเพศ พบว่า ความจงรักภักดีของลูกค้าผู้ใช้บริการร้านขายยาแพนปัจจุบัน โดยภาพรวม ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อเปรียบเทียบเป็นรายด้าน พบว่า ทุกด้าน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อเปรียบเทียบเป็นรายข้อ พบว่า ทุกข้อ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5.4.2 เปรียบเทียบความแตกต่างของระดับความจงรักภักดีของลูกค้าผู้ใช้บริการร้านขายยาแพนปัจจุบัน กับสถานภาพทั่วไปด้านอายุ พบว่า ความจงรักภักดีของลูกค้าผู้ใช้บริการร้านขายยาแพนปัจจุบัน โดยภาพรวม ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อเปรียบเทียบเป็นรายด้าน พบว่า ทุกด้าน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อเปรียบเทียบเป็นรายข้อ พบว่า ทุกข้อ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5.4.3 เปรียบเทียบความแตกต่างของระดับความจงรักภักดีของลูกค้าผู้ใช้บริการร้านขายยาแพนปัจจุบัน กับสถานภาพทั่วไปด้านอาชีพ พบว่า ความจงรักภักดีของลูกค้าผู้ใช้บริการร้านขายยาแพนปัจจุบัน โดยภาพรวม ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อ

เปรียบเทียบเป็นรายด้าน พบว่า ทุกด้าน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อเปรียบเทียบเป็นรายข้อ พบว่า ทุกข้อ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5.4.4 เปรียบเทียบความแตกต่างของระดับความจงรักภักดีของลูกค้าผู้ใช้บริการร้านขายยาแพนปัจจุบัน กับสถานภาพทั่วไปด้านรายได้ พบว่า ความจงรักภักดีของลูกค้าผู้ใช้บริการร้านขายยาแพนปัจจุบัน โดยภาพรวม ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อเปรียบเทียบเป็นรายด้าน พบว่า ทุกด้าน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อเปรียบเทียบเป็นรายข้อ พบว่า ทุกข้อ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5.4.5 เปรียบเทียบความแตกต่างของระดับความจงรักภักดีของลูกค้าผู้ใช้บริการร้านขายยาแพนปัจจุบัน กับสถานภาพทั่วไปด้านระดับการศึกษา พบว่า ความจงรักภักดีของลูกค้าผู้ใช้บริการร้านขายยาแพนปัจจุบัน โดยภาพรวม ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อเปรียบเทียบเป็นรายด้าน พบว่า ทุกด้าน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อเปรียบเทียบเป็นรายข้อ พบว่า ทุกข้อ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

## 6. อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิจัยมีประเด็นที่น่าสนใจซึ่งได้นำมาอภิปรายดังต่อไปนี้

ความสำคัญของส่วนประสมการตลาดบริการ ในมุมมองของลูกค้าที่มีผลต่อความจงรักภักดีของลูกค้าในธุรกิจร้านขายยาแพนปัจจุบันในเบตกรุงเทพมหานคร พบว่า ระดับความสำคัญของส่วนประสมการตลาดบริการในมุมมองของลูกค้าที่มีผลต่อความจงรักภักดีของลูกค้าในธุรกิจร้านขายยาแพนปัจจุบันในเบตกรุงเทพมหานครในภาพรวมอยู่ในระดับมาก พิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ทุกด้าน อยู่ในระดับมาก และเมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า ทุกข้อ อยู่ในระดับมาก ซึ่งสอดคล้องกับ นฤมล ภูษา (2550) [5] ได้อธิบายเป็นหัวข้อของปัจจัยส่วนประสมการตลาด (Marketing Mix) ว่า ทุกปัจจัยมีความสำคัญเหมือนกันหมด ที่มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับความคิดเห็นที่มากด้วยกันทั้งหมด ที่ควรจะมีการพัฒนาในทุกด้าน ไปพร้อมกันอย่างทำแท้ด้านเดียว เพราะจะไม่เกิดประโยชน์



ผู้ประกอบการร้านขายแพนปั๊จุบันมีแนวการปรับตัวด้านผลิตภัณฑ์เป็นอันดับแรก รองลงมาคือ ด้านราคา ด้านสถานที่ และด้านบุคลากร ตามลำดับ ดังกระทรวงสาธารณสุข (2554) [6] ที่กล่าวว่า ผลิตภัณฑ์ยา เป็นสินค้าหลักที่ทุกร้านขายยาต้องพิจารณาอย่างรอบคอบ ในแห่งของกระทรวงสาธารณสุขแล้ว คุณภาพของยาเป็นสิ่งที่สำคัญที่สุด โดยที่กระทรวงสาธารณสุข พยาบาลชั้นนำให้ร้านขายยาสั่งซื้อยาจากผู้ผลิตที่ได้รับมาตรฐานการผลิต (GMP) ดังนั้นผู้ประกอบการร้านขายแพนปั๊จุบันจึงได้เลือกหันความสำคัญของเรื่องคุณภาพของยาเป็นอันดับแรก เพื่อประโยชน์ด้านการรักษาอาการเจ็บป่วยเป็นสำคัญ นอกจากนี้ยังให้ความสำคัญในเรื่องของราคาน้ำหนา สมกับผลิตภัณฑ์ยาแต่ละชนิด การให้ความสำคัญของสถานที่ในเรื่องของความสะอาด ความเป็นระเบียบของการจัดร้าน การแยกหมวดหมู่ของยา ตลอดจนให้ความสำคัญในเรื่องของบุคลากรที่จะดูแลให้ความรู้แก่ผู้ป่วยหรือผู้ที่ซื้อยา ทั้งหมดเหล่านี้ก็แสดงให้ทราบว่าผู้ประกอบการร้านขายยาอย่างระบบคิดนั้นให้ความสำคัญกับการปรับปรุงและพัฒนาการให้บริการให้ดีขึ้น

## 7. ข้อเสนอแนะที่ได้จากการวิจัย

### 7.1 สำหรับผู้ประกอบการ

7.1.1 ผู้ประกอบการร้านขายแพนปั๊จุบันนำผลที่ได้จากการศึกษาวิจัยไปประยุกต์ใช้ในการพัฒนาคุณภาพการบริการและปรับเปลี่ยนกลยุทธ์ เพื่อให้สามารถแข่งขันกับคู่แข่งขันได้อย่างยั่งยืน

7.1.2 ผู้ประกอบการร้านขายแพนปั๊จุบันได้ทราบถึงคุณค่าที่ลูกค้าต้องการและสามารถนำไปประยุกต์ใช้การกับบริหารร้านขายยา เพื่อให้ลูกค้าเกิดความจงรักภักดีต่อร้านขายยาในอนาคต

7.1.3 ผู้ประกอบการร้านขายแพนปั๊จุบันได้ทราบถึงปัญหาและข้อเสนอแนะของลูกค้าที่มารับบริการและนำมาเป็นแนวทางในการพัฒนาสินค้าและบริการในร้านขายแพนปั๊จุบันต่อไป

## 8. เอกสารอ้างอิง

- [1] บริษัท เจริญศรีวิไล) .2550พฤติกรรมการใช้บริการและปัจจัย . ส่วนประสมทางการตลาดที่มีอิทธิพลต่อการเลือกร้านขายยาแพน รายงานการศึกษาค้นคว้าอิสระ .ปัจจุบันในกรุงเทพมหานคร ,หลักสูตรบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการธุรกิจทั่วไป ,คณะบริหารธุรกิจมหาวิทยาลัยรังสิต
- [2] ปริวนา วงศ์กานต์(๒๕๕๔). ปัจจัยส่วนประสมทางการตลาดบริการ ที่มีผลต่อลูกค้าในกรุงเทพมหานครและปริมณฑลต่อการตัดสินใจ

ชื่อคဏไฟสดที่ร้านค้าค้าไฟ อเมซอน ณ สถานีบริการน้ำมัน ปตท.

.บริหารธุรกิจหันมือทิมมหาวิทยาลัยเชียงใหม่

[3] ศุลกาลักษณ์ ชูไพบูลย์) .2550ความพึงพอใจ พฤติกรรม และความ .(

.จังวัตภักดีของผู้บริโภคต่อร้านขายยาที่แอนด์ที ฟาร์ม่า เทตนางแคน บัณฑิตวิทยาลัย (การจัดการ) .ม.กรุงเทพฯ สารนิพนธ์ บช .มหาวิทยาลัยศรีวิไลร่วมกับ

[4] ธนานิทร์ ศิลป์จารุ .(2555). การวิจัยและวิเคราะห์ ข้อมูลด้วย SPSS. พิมพ์ครั้งที่ กรุงเทพฯ .13: บิสซิเนสสอร์แอนด์ดี.

[5] นฤมิตร ภูษา) .2550ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเลือกร้านขายยาแพน .( การค้นคว้า .ปัจจุบันของผู้บริโภค ในอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ .อิสระ สาขาวิชาบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

[6] กระทรวงสาธารณสุข. )2554( เรื่องกระทรวงสาธารณสุขเร่งปฏิรูป ร้านขายยาแพนปั๊จุบันกว่า 8,000 กว่าแห่งทั่วประเทศ ให้เป็นร้านยาคุณภาพ. สืบค้นวันที่ 15 ตุลาคม 2557. จาก <http://www.pcoc.moc.go.th>



## การสร้างความได้เปรียบในเชิงการแข่งขันของธุรกิจที่พักแรมในเขตชลบุรี

### To Create A Competitive Advantage in The Competitive Business of Entrepreneurs Stay in Chonburi

อรุณลิน สุขศรีสวัสดิ์ พรวิษา ถินอิ่ม

ภาควิชาบริหารธุรกิจอุตสาหกรรม  
คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

*Onnalin846@hotmail.com, gb\_lover\_91@hotmail.com*

#### บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการสร้างความได้เปรียบในเชิงการแข่งขันของธุรกิจที่พักแรม โดยใช้ข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 422 คน ในเขตชลบุรี ในการตอบแบบสอบถาม และกลุ่มตัวอย่างจำนวน 5 โรงแรม ในเขตชลบุรี ในการตอบแบบสอบถาม ผลการศึกษาพบว่า ปัจจัยสำคัญในการสร้างความได้เปรียบในเชิงการแข่งขันของธุรกิจที่พักแรม กลุ่มตัวอย่างให้ความสำคัญมากที่สุดในด้านต่าง ๆ ตามลำดับดังนี้ 1) การดำเนินงาน คือ บริเวณที่พักแรมมีความสะอาด เรียบร้อย 2) ด้านโลจิสติกส์ออก คือ ลูกค้าได้รับความสะดวกสบายในการเข้าพัก 3) ด้านโครงสร้างพื้นฐานองค์กร คือ ธุรกิจมีฐานะทางการเงินที่มั่นคง 4) ด้านโลจิสติกส์เข้า คือ เครื่องนอน และสิ่งอำนวยความสะดวกในห้องสะอาด ถูกหลักอนามัย 5) ด้านการจัดห้า คือ การจัดซื้อเครื่องนอนและสิ่งอำนวยความสะดวกในห้องพักมีความเพียงพอต่อความต้องการของลูกค้า 6) ด้านการพัฒนาเทคโนโลยี คือ มีการโฆษณาธุรกิจผ่านช่องทางอินเตอร์เน็ต 7) ด้านการบริหารทรัพยากรมนุษย์ คือ บุคลากรมีความยั่งยืน ซื่อสัตย์ และอดทน 8) ด้านการบริการ คือ บุคลากรให้บริการอย่างรวดเร็ว มีคุณภาพ และ 9) ด้านการตลาดและการขาย คือ เปรียบเทียบความเหมาะสมของราคากับค่าใช้จ่าย

**คำสำคัญ:** ความได้เปรียบเชิงแข่งขัน, ที่พักแรม, ชลบุรี

#### Abstract

*The aim of this research is intended to study the creation of an advantage in the competitive business of a stay, by using the data from a sample of 422 people in the district in the Chonburi by questionnaire survey and a sample group of objectively 5 hotels in Chon Buri District by interview form. The study found that the main factors in creating a competitive advantage in the competitive business of a stay, the sample group, the most important, as follows: 1) the operation is an area stay clean. 2) The logistics out is the Customers can get a comfortable stay in 3) The basic infrastructure organization is business in a financial stability 4) The logistics in is to bedding and amenities in the room is to ensure hygiene 5) The provision is to purchase bedding and amenities in the rooms are sufficient for the needs of our customers. 6.) The development of technology, there are advertising business through Internet 7.) The Human*



resource management, people hard work, honest and patience. 8.) The service is available to people with a high-quality and fast 9) Sales and Marketing is the appropriate comparison of the price.

**Keyword:** Competitive advantage, Entrepreneurs stay, Chonburi

## 1. ບໍ່

ในสภาวะปัจจุบัน ธุรกิจที่พัฒนามีการเจริญเติบโตอย่างต่อเนื่อง โดยมีปัจจัยที่เอื้ออำนวยหลาย ๆ ด้าน เช่น การขยายตัวทางเศรษฐกิจ การพัฒนาเทคโนโลยี ตลอดจนสภาพสังคมและวัฒนธรรม การดำเนินธุรกิจมีทั้งขนาดใหญ่ ขนาดกลาง และขนาดย่อม ปัจจัยต่าง ๆ ล้วนเป็นแรงขับเคลื่อนทำให้เศรษฐกิจของประเทศไทยเจริญเติบโตขึ้นอย่างชั่งช้า โดยเฉพาะธุรกิจที่เป็นขนาดกลาง และขนาดย่อม เป็นธุรกิจที่มีความสำคัญที่จะส่งเสริมการกระจายรายได้ให้กับสังคม ซึ่งจะเป็นการสร้างเสถียรภาพให้แก่เศรษฐกิจและสังคมในอนาคต

การประกอบธุรกิจนี้มีมากมายหลายด้าน ในที่นี้จะกล่าวถึง “ธุรกิจที่พักรแรม” ซึ่งเป็นธุรกิจหนึ่งที่มีการเริ่มต้นจากการดำเนินธุรกิจขนาดย่อม จนมีการพัฒนาไปสู่ธุรกิจขนาดใหญ่ ซึ่งสามารถคำนึงที่ทำให้ธุรกิจที่พักรแรมมีการขยายตัวได้อย่างรวดเร็วนั้น เนื่องมาจากการขยายตัวของการท่องเที่ยว รวมไปถึงความต้องการที่พักอาศัยแบบชั่วคราว อย่างครอบคลุมทุกพื้นที่ ทำให้ธุรกิจที่พักรแรมมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง ซึ่งสอดคล้องกับที่ [1] กล่าวว่า “การประกอบธุรกิจที่พักรแรมในประเทศไทยมีด้วยกันหลายรูปแบบ เช่น บังกะโล หอพัก โรงแรม เป็นต้น จะเห็นได้ว่าธุรกิจที่พักรแรมจะมีการขยายตัวขึ้นมากในปัจจุบันเพื่อตอบสนองกับความต้องการของผู้ใช้บริการที่เพิ่มขึ้นเป็นจำนวนมากในปัจจุบัน จึงส่งผลให้มีผู้ประกอบการรายใหม่เข้ามาริ่มน้ำทำธุรกิจที่พักรแรมเพิ่มมากยิ่งขึ้น”

[2] กล่าวว่า “การที่จะบริหารกิจการให้เจริญเติบโตและประสบความสำเร็จอย่างยั่งยืน อันเป็นเป้าหมายที่ผู้ประกอบการตั้งไว้ ไม่ใช่เรื่องง่าย ระหว่างเดินทางเดินสู่เป้าหมายดังกล่าวอยู่มีทั้งโอกาส และอุปสรรคเป็นบททดสอบความสู่กันอยู่ตลอดเวลา เจ้าของกิจการต่างก็ต้องมีแนวทาง และวิธีการบริหารภายใต้เมมมอง วิธีคิด และ

ประสบการณ์ในความเป็นมืออาชีพที่แตกต่างกัน เพื่อสร้างพัฒนา และต่อยอดธุรกิจให้เจริญเติบโต”

ผู้วิจัยเลือกเห็นว่าจังหวัดชลบุรีเป็นจังหวัดหนึ่งที่มีการขยายตัวของธุรกิจที่พักรแรมสูงมาก สังเกตได้จากจำนวนที่พักรแรมที่เพิ่มขึ้น ส่งผลให้เกิดการแข่งขันทางธุรกิจมากขึ้น ทำให้ผู้ประกอบการต้องมีแนวทางการดำเนินงานที่มีประสิทธิภาพ ทั้งด้านการบริหารบุคลากร และการแข่งขันกับสภาพแวดล้อมที่มีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ดัง [3] ตารางแสดงข้อมูลสถานพักรแรมตามแหล่งท่องเที่ยวเมืองพัทยาจังหวัดชลบุรี

ปี พ.ศ.	จำนวนห้อง	จำนวนคนเข้าพัก	
		คนไทย	คนต่างด้าว
2551	38,550	830,497	2,589,594
2552	38,550	980,635	2,512,871
2553	38,729	1,013,476	2,994,147

ด้วยเหตุดังกล่าว ผู้วิจัยจึงมีความประสงค์ในการศึกษาถึงปัจจัยที่มีผลต่อการสร้างความໄด้เบรียในเชิงการแบ่งบ้านของธุรกิจที่พักแรมในเขตชลบุรี โดยศึกษาว่ามีปัจจัยใดบ้างที่มีความสำคัญมากที่สุด เพื่อนำผลการวิจัยมาเป็นแนวทาง และประโยชน์ในการดำเนินธุรกิจที่พักแรมในอนาคต พร้อมทั้งนำผลการวิจัยมาปรับปรุง และพัฒนาการดำเนินธุรกิจที่พักแรมให้เติบโตต่อไป

## 2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

จากประเด็นปัญหาของงานวิจัย ผู้วิจัยจึงนำไปกำหนด  
วัตถุประสงค์ของการวิจัยเป็น 4 ข้อ ดังนี้

2.1 เพื่อศึกษาการสร้างความໄດ້เปรียบในการแข่งขันของธุรกิจ จำแนกตามข้อมูลทั่วไปของผู้ต้องแบนสอบความ

## 2.2 เพื่อศึกษาการสร้างความໄได้เปรียบในการแบ่งขันของธุรกิจ จำแนกตามข้อมูลทั่วไปของธุรกิจ

2.3 เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างการสร้างความได้เปรียบในเชิงการแข่งขันของธุรกิจ กับข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

2.4 เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างการสร้างความได้เปรียบในเชิงการแข่งขันของธุรกิจ กับข้อมูลทั่วไปของธุรกิจ

### 3. วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

#### 3.1 ทฤษฎีห่วงโซ่แห่งคุณค่า

ผู้จัดใช้หลักแนวคิด [4] เรื่องแบบจำลองห่วงโซ่แห่งคุณค่า ซึ่งมุ่งเน้นให้ความสำคัญกับกิจกรรมในห่วงโซ่แห่งคุณค่า ตั้งแต่กิจกรรมการจัดหาแหล่งวัสดุคุณ การปรับปรุงกิจกรรมการส่งมอบสินค้า การบริหารให้กับลูกค้า โดยมุ่งสร้างความสามารถการแข่งขันทางธุรกิจและองค์กร ด้วยการวิเคราะห์คุณค่าเพิ่มที่เกิดขึ้นในแต่ละขั้นตอน และกิจกรรมต่างๆ เพื่อเชื่อมโยงกิจกรรมต่างๆ ขององค์กร ดังนั้นห่วงโซ่แห่งคุณค่าจึงเป็นการเชื่อมโยงกิจกรรมต่างๆ ขององค์กรกับค่าในห่วงโซ่อุปทาน ด้วยการเชื่อมโยงกิจกรรมที่เกิดขึ้นทั้งภายในองค์กร และภายนอกองค์กร โดยทั่วไปการดำเนินธุรกิจขององค์กร ประกอบด้วยกิจกรรมที่หลากหลาย ซึ่ง Porter ได้จำแนกกิจกรรมห่วงโซ่แห่งคุณค่าเป็นกิจกรรมหลัก (Primary Activities) กับกิจกรรมสนับสนุน (Support Activities) โดยกิจกรรมหลักเกี่ยวข้องโดยตรงกับการสร้างคุณค่าเพิ่ม (Value-Added) ให้แก่ ผลิตภัณฑ์การบริการ ที่ส่งมอบให้กับลูกค้า

3.2 โลจิสติกส์เข้า (Inbound Logistics) เป็นกิจกรรมในการจัดหาและนำวัสดุคุณที่เป็นปัจจัยการผลิตเข้าสู่กิจการ การเก็บรักษาและการจัดปัจจัยนำเข้าประกอบด้วยหน้าที่ในการจัดการเกี่ยวกับวัสดุการคลังสินค้า ระบบการควบคุมสินค้าคงเหลือ กำหนดตารางการเคลื่อนย้ายและการรับคืนจากผู้ขาย การปรับปรุงกิจกรรมเหล่านี้เป็นผลต่อการลดต้นทุนและการเพิ่มประสิทธิภาพ

3.3 โลจิสติกส์ออก (Outbound Logistics) เป็นการจัดส่งสินค้าสำเร็จรูปออกตลาด โดยการปรับปรุงนี้มีผลกระทบต่อประสิทธิภาพและระดับการให้บริการแก่ลูกค้าที่ดีขึ้น

### 4. ขอบเขตการวิจัย

4.1 การวิจัยครั้งนี้ ศึกษาแนวทางการสร้างได้เปรียบในเชิงการแข่งขันของธุรกิจที่พัฒนา

#### 4.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

4.2.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ ธุรกิจที่พัฒนาในเขตชลบุรี จำนวนประมาณ 560 แห่ง

4.2.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ใช้โปรแกรมคำนวณขนาดค่าเฉลี่ยของงานวิจัย [5] ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ค่าความคลาดเคลื่อน  $\pm 5\%$  ได้ขนาดกลุ่มตัวอย่างทั้งสิ้น 227 แห่ง ซึ่งผู้จัดได้รวมรวมแบบสอบถามทั้งสิ้น 422 ชุด จากกลุ่มตัวอย่างหลัก 227 แห่ง

#### 4.3 ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา

4.3.1 ตัวแปรอิสระ (Independent Variable) คือ ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม และข้อมูลทั่วไปของธุรกิจ

4.3.2 ตัวแปรตาม (Dependent Variable) ได้แก่ ปัจจัยในการสร้างความได้เปรียบในการแข่งขันของธุรกิจ

4.3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

4.3.3.1 แบบสัมภาษณ์

4.3.3.2 แบบสอบถาม ซึ่งแบ่งออกเป็น 4 ตอน

ตอนที่ 1 เป็นแบบสอบถามเกี่ยวกับข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม ลักษณะแบบสอบถามเป็นแบบตรวจสอบรายการ

ตอนที่ 2 เป็นแบบสอบถามเกี่ยวกับข้อมูลทั่วไปของธุรกิจ ลักษณะแบบสอบถามเป็นแบบตรวจสอบรายการ

ตอนที่ 3 เป็นแบบสอบถามเกี่ยวกับปัจจัยในการสร้างความได้เปรียบในการแข่งขันของธุรกิจ ลักษณะแบบสอบถามเป็นแบบสอบถามเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า

ตอนที่ 4 เป็นแบบสอบถามเกี่ยวกับความคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่นๆ ลักษณะแบบสอบถามเป็นแบบปลายเปิด

4.3.4 ระยะเวลาในการเก็บข้อมูลของงานวิจัยครั้งนี้ ดำเนินการระหว่างเดือนมิถุนายนถึงกรกฎาคม พ.ศ. 2557

### 5. วิธีการดำเนินการวิจัย

#### 5.1 การศึกษาและรวมรวมข้อมูล



ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยได้ดำเนินการเป็น 4 ขั้นตอนดังนี้

5.1.1 ผู้วิจัยได้ทำการติดต่อกับสถานประกอบการที่พักรถตามเขตต่าง ๆ ในเขตชลบุรีเพื่อเตรียมทำการเก็บข้อมูล

5.1.2 ผู้วิจัยได้สรุปข้อมูลและทำความเข้าใจกับกลุ่มผู้เข้าทำการเก็บข้อมูล ให้เข้าใจถึงเรื่องกลุ่มเป้าหมายของผู้ตอบแบบสอบถามให้มีความเข้าใจตรงกัน เพื่อให้ตรงตามวัตถุประสงค์ของงานวิจัย

5.1.3. ผู้วิจัยได้ทำการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง โดยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ตั้งอยู่ใกล้แหล่งท่องเที่ยว ได้แก่ อำเภอเมืองชลบุรี อำเภอบางละมุง อำเภอศรีราชา และอำเภอสัตหีบ และกลุ่มที่ตั้งไกลจากแหล่งท่องเที่ยว ได้แก่ อำเภอพนัสนิคม และอำเภอพานทอง

5.1.4 นำแบบสอบถามที่ได้นำทำการตรวจสอบความถูกต้องสมบูรณ์ของแบบสอบถามและนำไปวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ต่อไป

## 6. ผลการดำเนินงาน

ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถามล้วนใหญ่เป็นผู้บริหารระดับต่าง ๆ ร้อยละ 60.28 ซึ่งมีประสบการณ์ในการทำงานมากกว่า 7 ปี ร้อยละ 47.02 มีรายได้เฉลี่ยต่อเดือนมากกว่า 15,000 บาท ร้อยละ 45.26 ส่วนใหญ่เป็นธุรกิจประเภทบริษัทจำกัด คิดเป็นร้อยละ 46.32 ที่มีขนาดใหญ่มาก ร้อยละ 33.02 ตั้งอยู่ใกล้แหล่งท่องเที่ยว ร้อยละ 76.78 ซึ่งดำเนินธุรกิจมากกว่า 15 ปี ร้อยละ 52.39 และมีจำนวนพนักงานมากกว่า 251 คน ร้อยละ 34.12

ระดับความสำคัญของปัจจัยในการสร้างความได้เปรียบในเชิงการแข่งขันของธุรกิจที่พักรถ อยู่ในระดับความสำคัญมาก เมื่อจำแนกเป็นรายด้าน พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามให้ความสำคัญในด้านการดำเนินงาน ด้านโลจิสติกส์ออก ด้านการสร้างพื้นฐานขององค์กร ด้านโลจิสติกส์เข้า ด้านการจัดการ พนักงานเทคโนโลยี ด้านการบริหารทรัพยากรัฐมนตรี ด้านการบริการ และด้านการตลาดและการขาย ตามลำดับ

การเปรียบเทียบความสำคัญของปัจจัยในการสร้างความได้เปรียบในเชิงการแข่งขันของธุรกิจที่พักรถ จำแนกตามข้อมูลทั่วไปด้านเพศ พนักงานที่มีความสำคัญของการสร้างความได้เปรียบในเชิงการแข่งขันโดยภาพรวม ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อเปรียบเทียบเป็นรายด้าน พบว่า การบริหารทรัพยากรัฐมนตรี มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

การเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระดับความสำคัญของปัจจัยในการสร้างความได้เปรียบในเชิงการแข่งขันของธุรกิจที่พักรถ จำแนกตามข้อมูลทั่วไปด้านสถานภาพสมรส และอาชีพ พนักงานที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อเปรียบเทียบเป็นรายด้าน พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

การเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระดับความสำคัญของปัจจัยในการสร้างความได้เปรียบในเชิงการแข่งขันของธุรกิจที่พักรถ จำแนกตามข้อมูลทั่วไปด้านระดับการศึกษา พนักงานที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อเปรียบเทียบเป็นรายด้าน พบว่า ด้านโลจิสติกส์เข้า ด้านการดำเนินงาน ด้านโลจิสติกส์ออก ด้านการตลาดและการขาย ด้านการบริการ ด้านการจัดหา ด้านการพัฒนาเทคโนโลยี ด้านการบริหารทรัพยากรัฐมนตรี และด้านโครงการสร้างพื้นฐานขององค์กร มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

การเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระดับความสำคัญของปัจจัยในการสร้างความได้เปรียบในเชิงการแข่งขันของธุรกิจที่พักรถ จำแนกตามข้อมูลทั่วไปด้านการบริหารจัดการ พนักงานที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อเปรียบเทียบเป็นรายด้าน พบว่า ด้านการตลาดและการขาย และด้านการบริการ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

การเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระดับความสำคัญของปัจจัยในการสร้างความได้เปรียบในเชิงการแข่งขันของธุรกิจที่พักรถ จำแนกตามข้อมูลทั่วไปด้านสายงานในองค์กร และประสบการณ์ทำงาน พบว่า ไม่มีความ



แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อเปรียบเทียบเป็นรายค้าน พนว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

การเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระดับความสำคัญของปัจจัยในการสร้างความได้เปรียบในเชิงการแบ่งขันของธุรกิจที่พักรแรม จำแนกตามข้อมูลทั่วไปด้านรายได้เฉลี่ย พนว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อเปรียบเทียบเป็นรายค้าน พนว่า ด้านโลจิสติกส์เข้า ด้านการดำเนินงาน ด้านโลจิสติกส์ออก ด้านการบริการ ด้านการจัดหา ด้านการบริหารทรัพยากรมนุษย์ และด้านโครงสร้างพื้นฐานขององค์กร มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

การเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระดับความสำคัญของปัจจัยในการสร้างความได้เปรียบในเชิงการแบ่งขันของธุรกิจที่พักรแรม จำแนกตามข้อมูลทั่วไปของธุรกิจ ด้านรูปแบบการจัดตั้ง และขนาดธุรกิจ พนว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อเปรียบเทียบเป็นรายค้าน พนว่า ด้านการตลาดและการขาย มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

การเปรียบเทียบความสำคัญของปัจจัยในการสร้างความได้เปรียบในเชิงการแบ่งขันของธุรกิจที่พักรแรม จำแนกตามข้อมูลทั่วไปของธุรกิจด้านที่ตั้ง พนว่า ระดับความสำคัญของปัจจัยในการสร้างความได้เปรียบในเชิงการแบ่งขันโดยภาพรวม ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อเปรียบเทียบเป็นรายค้าน พนว่า ด้านโลจิสติกส์ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

การเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระดับความสำคัญของปัจจัยในการสร้างความได้เปรียบในเชิงการแบ่งขันของธุรกิจที่พักรแรม จำแนกตามข้อมูลทั่วไปของธุรกิจ ด้านระยะเวลาการดำเนินธุรกิจ พนว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อเปรียบเทียบเป็นรายค้าน พนว่า ด้านการพัฒนาเทคโนโลยี มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

การเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระดับความสำคัญของปัจจัยในการสร้างความได้เปรียบในเชิงการ

แบ่งขันของธุรกิจที่พักรแรม จำแนกตามข้อมูลทั่วไปของธุรกิจ ด้านจำนวนพนักงาน พนว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อเปรียบเทียบเป็นรายค้าน พนว่า ด้านการตลาดและการขาย และด้านการพัฒนาเทคโนโลยี มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ความคิดเห็นหรือข้อเสนอแนะ ด้านปัญหาและอุปสรรคของการสร้างความได้เปรียบในเชิงการแบ่งขันของธุรกิจที่พักรแรม มีผู้ตอบข้อคิดเห็นหรือข้อเสนอแนะร้อยละ 22.51 พนว่า ปัญหาและอุปสรรคที่พบมากที่สุด คือ ด้านการบริการ คิดเป็นร้อยละ 21.85

## 7. สรุปผล

การศึกษาแนวทางการสร้างความได้เปรียบในเชิงการแบ่งขันของธุรกิจที่พักรแรมในเขตชลบุรี มีข้อค้นพบและประเด็นการวิจัย เรียงตามลำดับ ดังนี้

ปัจจัยในการสร้างความได้เปรียบ	ค่าเฉลี่ย	แพรผล
<b>กิจกรรมหลัก</b>		
การดำเนินงาน	4.11	มาก
โลจิสติกส์ออก	4.10	มาก
โลจิสติกส์เข้า	4.01	มาก
การบริการ	3.95	มาก
การตลาดและการขาย	3.91	มาก
<b>กิจกรรมสนับสนุน</b>		
โครงสร้างพื้นฐานขององค์กร	4.03	มาก
การจัดหา	4.00	มาก
การพัฒนาเทคโนโลยี	3.99	มาก
การบริหารทรัพยากรมนุษย์	3.99	มาก

ปัจจัยต่าง ๆ ล้วนมีความสำคัญในการสร้างความได้เปรียบในเชิงการแบ่งขันของธุรกิจที่พักรแรม แต่ปัจจัยที่ควรให้ความสำคัญเป็นอันดับแรกคือ ด้านการดำเนินงาน ดังที่ผู้ตอบแบบสัมภาษณ์ ได้ให้ความสำคัญในการปรับปรุง ตกแต่ง บริเวณที่พักรแรมให้ทันสมัย และมีความสะอาดอยู่เสมอ อีกทั้งยังเข้มงวดในเรื่องของรժชาติ และความสะอาดของอาหารอีก



ด้วย ทั้งนี้ยังมีแนวคิดในการสร้างทางเลือกที่แตกต่างเพื่อเป็น  
จุดเด่นของธุรกิจ ซึ่งเป็นแนวทางที่สอดคล้องกับ [6]  
ผลการวิจัยพบว่า โภคภารรวมให้ความสำคัญในระดับมาก  
และเมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ให้ความสำคัญด้านทำเล  
ที่ดีมากที่สุด

ในด้านการตลาดและการขาย จะให้ความสำคัญในเรื่องราคา ซึ่งทางการจัดจำหน่าย และการจัดโปรโมชัน ซึ่งสอดคล้องกับ [7] ผลการวิจัยพบว่า ปัจจัยด้านการส่งเสริมการขาย เป็นปัจจัยที่ผู้ประกอบการธุรกิจสถานที่พักควรให้ความสนใจ เนื่องจาก แหล่งท่องเที่ยวที่ปราบบูรนีนั้นมีความสวยงาม เมื่อเปรียบเทียบกับแหล่งท่องเที่ยวอื่นๆ ในพื้นที่ใกล้เคียง เช่น ชะอำ หัวหิน เป็นต้น ซึ่งหากผู้ประกอบการธุรกิจสถานที่พักมีแผนการตลาดด้านการส่งเสริมการขายที่ดีจะทำให้นักท่องเที่ยวสนใจที่จะมาพักผ่อนที่ปราบบูรนีมากขึ้น

ด้านการบริการ บุคลากรควรจะให้การบริการอย่างรวดเร็ว และมีคุณภาพ เพื่อให้ลูกค้าเกิดความประทับใจ และกลับมาใช้บริการอีกครั้ง การสร้างความประทับใจนั้นเป็นสิ่งสำคัญที่สามารถดึงดูดลูกค้าได้เป็นอย่างดี ซึ่งสอดคล้องกับ [7] พบว่า ปัจจัยทางด้านการบริการเป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเลือกใช้บริการที่พักของนักท่องเที่ยวที่เดินทางมาท่องเที่ยวในอีเกอ ปราณบุรี จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ดังนั้นผู้ประกอบการสถานที่พักจึงต้องใส่ใจกับการให้บริการนักท่องเที่ยวเพื่อสร้างความพึงพอใจให้แก่นักท่องเที่ยวและทำให้เกิดการซื้อกลับมาท่องเที่ยวที่ปราณบุรีอีก [8] ได้ศึกษาเรื่องปัจจัยที่มีผลต่อการใช้บริการประเภทที่พักเพื่อการท่องเที่ยวในจังหวัดเพชรบูรณ์ ผลการวิจัยพบว่า ให้ความสำคัญกับปัจจัยด้านการบริการมากที่สุด ซึ่งแตกต่างกับ ผลการวิจัย ที่บุคลากร ให้ความสำคัญด้านการบริการเป็นอันดับรองสุดท้าย

ในทางกลับกัน ผู้ดูดูแบบสัมภาษณ์ กล่าวว่า “การบริการที่ดีนั้น ขึ้นอยู่กับบุคลากรที่ให้บริการ การจัดหานักบุคลากรจึงเป็นสิ่งสำคัญที่จะทำให้การบริการนั้นออกมาดีที่สุด นอกเหนือจากความซื่อสัตย์ อดทน และมีวินัยแล้ว บุคลากรจะต้องมีใจรักในการบริการ อีกทั้งผู้บริหารที่ดี ควรมีความเป็นผู้นำ บริหารงานแบบผู้นำ ทำงานร่วมกับลูกน้อง ซึ่งทั้งปวงล้วนมาจากจิตใต้สำนึกรองแบบต่อบุคคล การคัดเลือกบุคลากรเข้ามาทำงานได้นั้น

จึงต้องได้รับการฝึกอบรม และผ่านกระบวนการ ได้รับรองจิต  
ให้สำนึกรอย่างดีอีกด้วย”

## 8. ข้อเสนอแนะ

8.1 เนื่องจากในปัจจุบันนี้การท่องเที่ยวถือว่ามีความเดินทางขึ้นอย่างต่อเนื่อง จึงส่งผลให้ธุรกิจที่พักแรมได้รับการตอบรับเป็นอย่างมาก ดังนั้น ควรมีการส่งเสริมจากภาครัฐ สนับสนุนให้ธุรกิจที่พักแรมมีการเดินทางโดยอย่างต่อเนื่อง

8.2 จากปัญหาที่ผู้ประกอบการธุรกิจที่พักแรมรายใหม่เข้ามาเป็นจำนวนมาก จึงส่งผลให้การแข่งขันกันในด้านราคาที่พักสูงขึ้น บางรายก็ลดราคาตัดหน้าคู่แข่ง ทำให้คู่แข่งบางรายเดือดร้อน และทำให้ราคาที่พักไม่ได้มาตรฐาน ด้วยเหตุนี้จึงอยากให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรเร่งพัฒนาขั้ดตึงส่วนภาค เพื่อร่วมกันแก้ไขปัญหานี้ ทั้งนี้ และกำหนดราคาค่าที่พักให้มีมาตรฐานมากขึ้น

- [1] จิตรา奴ช รักสัจจา. (2550). ประเภทที่พักแรม, 26 กันยายน 2557.  
[www.uttvac.ac.th/uttvac/newweb/2701-1001/g4c.html](http://www.uttvac.ac.th/uttvac/newweb/2701-1001/g4c.html)
  - [2] นาพาร ไชยเข็นแก้ว และสุกัลฑา สุขช. (2555). จุดเด่นธุรกิจ  
โอกาสโดยอ้างขึ้น. กรุงเทพฯ: มุขยศิริการพิมพ์.
  - [3] สถิติข้อมูลสถานพักรแรมตามแหล่งท่องเที่ยวเมืองพัทยา จังหวัด  
ชลบุรี. 26 กันยายน 2557. <http://www.pattaya.go.th/city>
  - [4] Greg, W. M. & Mark. (2010). Marketing Management. New York  
: McGraw-Hill.
  - [5] ธนาินทร์ ศิริปัจารุ. (2555). การวิจัย และวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ  
ด้วย SPSS และ AMOS. นนทบุรี : เอส.อาร์.พรีนติ้ง แมสโปรดักส์.
  - [6] ชัชวาล เวศบูรุษ. 2553. ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกพักอาศัย  
ของผู้บริโภคในอำเภอเมือง จังหวัดนครปฐม. บริหารธุรกิจ  
มหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศิลปากร. นครปฐม.
  - [7] ก่อพงษ์ บุญยการ. 2550. พฤติกรรมและปัจจัยในการตัดสินใจของ  
นักท่องเที่ยวในการเลือกใช้บริการที่พักในอำเภอปราบบูรี จังหวัด  
ประจวบคีรีขันธ์. เศรษฐศาสตรบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.  
เชียงใหม่.
  - [8] อัครเดช เนตรสุวรรณ, วงศ์ชิรา สุวรรณ & บุญเรือง ศรีเหรรัญ.  
2555. ปัจจัยที่มีผลต่อการใช้บริการประเภทที่พักเพื่อการท่องเที่ยว  
ในจังหวัดเพชรบูรณ์. บริหารธุรกิจมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยราช  
ภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์. ปทุมธานี.



# គណបន្ទិទេរគិតថា







## การยอมรับนวัตกรรมของบุคลากรในองค์การ : กรณีศึกษาการนำสื่อ M-learning มาใช้ในการเรียน

การสอนของอาจารย์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง

### A Study The Innovation Acceptance in The Organization : A Cast Study of Implementing M-learning in The Instructional Process, Rajamangala University of Technology Srivijaya, Trang Campus

พาสนา เอกอุคุณพงษ์

สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์  
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

*Jom\_naka@yahoo.com*

#### บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงสำรวจ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาพฤติกรรมการยอมรับนวัตกรรมและความต้องการใช้สื่อการเรียนรู้แบบเกลื่อนที่ ของอาจารย์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง และเพื่อเสนอแนะแนวทางในการนำนวัตกรรมการเรียนรู้แบบเกลื่อนที่ มาใช้ในการเรียนการสอนของ มหาวิทยาลัย กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ อาจารย์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง จำนวน 76 คน ซึ่งได้มาน้ำหน้าวิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ แบบสอบถาม การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติพื้นฐาน ผลการวิจัยพบว่าอาจารย์คณะวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีการประมง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง มีพฤติกรรมการยอมรับนวัตกรรมการเรียนรู้แบบเกลื่อนที่ มีความต้องการใช้นวัตกรรมการเรียนรู้แบบเกลื่อนที่ และมีการยอมรับนวัตกรรมอยู่ในกลุ่มผู้ยอมรับนวัตกรรมก่อนผู้อื่น (Early Adopters) กลุ่มนี้เป็นพวกที่รับเร็ว มักเป็นพวกผู้นำทางความคิดมาก ที่สุด บุคคลอื่นๆ ที่จะยอมรับนวัตกรรมมักจะ ไปให้แนะนำนั่นเพื่อ ใช้เป็นแนวทางที่จะยอมรับต่อไป การแพร่ระบาดของนวัตกรรมจะสำเร็จ หรือไม่ขึ้นอยู่กับกลุ่มผู้ยอมรับนวัตกรรมก่อนผู้อื่น ตามทฤษฎีประเกทของผู้ยอมรับนวัตกรรมของ Rogers

**คำสำคัญ:** การยอมรับ นวัตกรรม องค์กร

#### Abstract

*This study was the survey research. The purposes of this study were 1) to study behavior 2) to study the innovative use of mobile learning of the innovation acceptance mobile learning in the instructional process and for Suggestions for innovations in mobile learning to used in the course of the University of Technology Srivijaya, Trang Campus. The sample of this study was 76 instructors from Faculty of Science and Fisheries Technology, Rajamangala University of Technology Srivijaya, Trang Campus using the purposive sampling method. The study tool, questionnaire. The data analysis was conducted elementary statistics. The results of the study showed that the instructors behavior of accept the innovations in mobile learning to used in the course, the instructors require innovations in mobile learning to used in the course and accept the innovations in Early Adopters Group, this group was get faster. They are opinion leaders thought possible other people who accept the innovation will recommend to be used as a guide to accept. The innovation is successful or not depends on their acceptance of innovations by others. According to the theory type of innovation's Rogers. (2003: 267-285)*

**Keyword:** Acceptance, Innovation, Organization, M-learning

## 1. บทนำ

ปัจจุบันในประเทศไทยนั้น มหาวิทยาลัยหลายแห่งได้มีการนำการเรียนรู้แบบเคลื่อนที่ เข้ามาประยุกต์ใช้ในการเรียน และกิจกรรมของทางมหาวิทยาลัย เช่น มหาวิทยาลัยอัสสัมชัญ ได้นำการลงทะเบียนผ่านโทรศัพท์มือถือ และการติดตามผลการเรียนผ่านโทรศัพท์มือถือ [1] มหาวิทยาลัยรามคำแหงได้ทำความร่วมมือกับบริษัทผู้ให้บริการเครือข่ายโทรศัพท์มือถือ เพื่อให้บริการการลงทะเบียนเรียนและรับข่าวสารของมหาวิทยาลัยผ่านระบบ SMS โดยจำนวนความสะท้อนให้กับนักศึกษาของมหาวิทยาลัยรามคำแหงกว่า 600,000 คน [2]

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลครุวิชัย วิทยาเขตตรัง ได้นำระบบเครือข่ายไร้สายมาใช้ในมหาวิทยาลัย เพื่อความคล่องตัวของนักศึกษาและบุคลากรในด้านการเรียนการสอน และการปฏิบัติงาน นักศึกษาสามารถใช้คอมพิวเตอร์พกพา (Notebook) เพื่อค้นคว้าข้อมูลในห้องสมุด และแหล่งสารสนเทศต่างๆ โดยต่อเข้ากับเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สาย ของทางมหาวิทยาลัย โดยสามารถใช้อินเทอร์เน็ตจากบริษัทต่างๆ ของมหาวิทยาลัยได้ ดังนั้นหากมีการนำการเรียนรู้ผ่านสื่อเคลื่อนที่ มาใช้ นักศึกษาและอาจารย์สามารถเข้าถึงการเรียนการสอนแบบ การเรียนรู้ผ่านสื่อเคลื่อนที่ ได้ทุกที่ทุกเวลา เพิ่มความสะดวกสบายในการเรียนการสอนเป็นอย่างยิ่ง ผู้วิจัย จึงทำการสำรวจการยอมรับนวัตกรรมของบุคลากรในองค์การ: กรณีศึกษาการนำสื่อ M-learning มาใช้ในการเรียนการสอน ของอาจารย์มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลครุวิชัย วิทยาเขตตรัง เพื่อศึกษาสภาพความต้องการการยอมรับในนวัตกรรม การศึกษา การเรียนรู้ผ่านสื่อเคลื่อนที่ โดยคาดว่าผลการวิจัยจะเป็นประโยชน์ต่อหน่วยงานต่างๆ ที่เกี่ยวข้องได้แก่ คณะวิทยาลัย ศูนย์คอมพิวเตอร์ ในการวางแผนนำเทคโนโลยี สารสนเทศมาใช้ให้เกิดประโยชน์กับการเรียน การสอนมากที่สุด

## 2. วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาในครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

## 2.1 กระบวนการตัดสินใจยอมรับนวัตกรรมของ Everett

### M. Rogers

การศึกษาเกี่ยวกับกระบวนการตัดสินใจยอมรับนวัตกรรมตามกรอบแนวคิดของ Rogers [3] ได้แบ่งเป็น 5 ขั้น ดังนี้

2.1.1 ขั้นที่ 1 ขั้นความรู้ (Knowledge) กระบวนการตัดสินใจเกี่ยวกับนวัตกรรมเริ่มต้นศึกษาหาข้อมูลเพื่อทำความเข้าใจถึงหน้าที่ของนวัตกรรมนั้น ความรู้เกี่ยวกับนวัตกรรมที่บุคคลได้รับในขั้นนี้ สามารถแบ่งได้เป็น 3 ประการ คือ

1) ความรู้จักนวัตกรรม (Awareness Knowledge) ความรู้ประเภทนี้เป็นความรู้ที่ทำให้เกิดการตื่นตัวเกี่ยวกับนวัตกรรม เป็นความรู้ที่รู้ว่านวัตกรรมที่เกิดขึ้นสามารถทำหน้าที่อะไรได้บ้าง

2) ความรู้วิธีการใช้นวัตกรรม (How to Knowledge) ความรู้ประเภทนี้ได้จากการติดต่อกับสื่อมวลชน หน่วยราชการที่ทำการเผยแพร่นวัตกรรม หรือเข้าร่วมประชุม ความรู้ประเภทนี้จะช่วยให้สามารถใช้นวัตกรรมได้อย่างถูกต้อง นวัตกรรมยิ่งมีความซับซ้อนมากขึ้นเท่าใดความจำเป็นที่ต้องมีความรู้ที่ยิ่งมากขึ้นเท่านั้น การขาดความรู้ในด้านนี้จะนำไปสู่การปฏิเสธนวัตกรรมได้มาก

3) ความรู้เกี่ยวกับหลักการของนวัตกรรม (Principle Knowledge) ความรู้ประเภทนี้เป็นความรู้ถึงกฎเกณฑ์ที่บังคับของนวัตกรรม ซึ่งจะช่วยให้นวัตกรรมบรรลุผล บุคคลจะมี 3 ความรู้เกี่ยวกับนวัตกรรมมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับคุณลักษณะของบุคคลในด้านต่างๆ สรุปได้ 3 ด้าน คือ

- สถานภาพทางเศรษฐกิจสังคมและการศึกษา ผู้ที่มีระดับการศึกษาสูง มีสถานภาพทางสังคมสูง มีรายได้ดีจะเป็นผู้ที่รับความรู้เกี่ยวกับนวัตกรรมได้เร็วกว่าผู้ที่มีระดับการศึกษาต่ำ มีสถานภาพทางสังคมต่ำ และมีรายได้ต่ำ

- พฤติกรรมการเปิดรับสาร ผู้ที่เปิดรับสื่อมวลชนติดต่อกับผู้นำการเปลี่ยนแปลง (Change Agent) และเข้าไปมีส่วนร่วมในกิจกรรมต่างๆ ทางสังคม จะเป็นผู้ที่รับความรู้เกี่ยวกับนวัตกรรมได้เร็วกว่าผู้ที่มีลักษณะตรงกันข้าม

- บุคลิกภาพแบบเปิด ผู้ที่มีความสนใจเรียนรู้ การติดต่อสัมพันธ์กับบุคคลจะเป็นผู้ที่รับความรู้เกี่ยวกับ



นวัตกรรมได้เริ่ว ผู้ที่มีความรู้เรื่องนวัตกรรมไม่จำเป็นต้องขอมรับนวัตกรรมนั้นเสมอไป เพราะการขอมรับนวัตกรรมยังขึ้นอยู่กับคุณลักษณะอย่างอื่น ได้แก่ ทัศนคติและความเชื่อของคนนี้ผู้ที่มีความรู้และเข้าใจเรื่องนวัตกรรมถ้าพิจารณาเห็นว่า นวัตกรรมนั้นจะไม่เป็นประโยชน์ต่อตนก็จะตัดสินใจไม่ขอมรับนวัตกรรม

2.1.2 ขั้นที่ 2 ขั้นจุงใจ (Persuasion) ในขั้นนี้บุคคลมีการสร้างทัศนคติที่ชอบหรือไม่ชอบนวัตกรรมเป็นกิจกรรมในสมองของบุคคล ขั้นความรู้เป็นเรื่องของความคิดหรือการรู้ส่วนกิจกรรมในสมองในขั้นจุงใจเป็นเรื่องของอารมณ์หรือความรู้สึก ในขั้นนี้บุคคลจะมีพฤติกรรมสำคัญ คือ แสวงหาแหล่งข่าวสารข้อมูลที่ได้รับมาเกี่ยวกับนวัตกรรมนั้นหมายจะกับตนเองหรือไม่ทั้งในภาพปัจจุบันและอนาคต บุคคลจะมีการพัฒนาแนวคิดเชิงประโยชน์เกี่ยวกับนวัตกรรมนั้น ซึ่งเป็นการพิจารณาคุณค่าของนวัตกรรมว่ามีอิทธิพลใดๆ ที่จะมีผลต่อตัวเองในด้านใดเป็นประโยชน์หรือเป็นโทษต่อสภาพการทำงานของบุคคลนั้น ถ้าพิจารณาแล้วเห็นว่าเป็นประโยชน์จะพัฒนาความรู้สึกในทางบวกต่อนวัตกรรม ขั้นจุงใจเป็นขั้นตอนของกระบวนการตัดสินใจในการขอมรับนวัตกรรมที่เกิดขึ้นเมื่อบุคคลต้องการเปลี่ยนแปลงสภาพเดิมที่เป็นอยู่ แต่ยังมีความไม่แน่ใจในนวัตกรรมและอาจมีความรู้สึกเกี่ยวกับนวัตกรรมนั้นเป็นผลมาจากการรับรู้คุณค่าของนวัตกรรม ดังนั้นขั้นการจุงใจจึงสอดคล้องกับการประเมินหรือพิจารณาทางเลือกในขั้นของกระบวนการตัดสินใจทั่วไป

2.1.3 ขั้นที่ 3 ขั้นตัดสินใจ (Decision) ในขั้นนี้บุคคลจะทำการตัดสินใจขอมรับนวัตกรรมหรือไม่ขอมรับนวัตกรรมขึ้นอยู่กับ 2 ขั้นตอนที่ผ่านมาคือขั้นความรู้ และขั้นการจุงใจ บุคคลมีความรู้เกี่ยวกับนวัตกรรม มีความรู้สึกชอบและเห็นประโยชน์ของนวัตกรรม บุคคลนั้นก็มีแนวโน้มที่จะตัดสินใจขอมรับนวัตกรรมนั้น นอกจากนี้การตัดสินใจขอมรับนวัตกรรมหรือไม่ขอมรับนวัตกรรมยังขึ้นอยู่กับคุณลักษณะของ 4 นวัตกรรมที่สามารถแยกส่วนย่อยๆ ให้บุคคลทดลองใช้ได้บุคคลจะมีแนวโน้มที่จะตัดสินใจขอมรับนวัตกรรมนั้น ขั้นการตัดสินใจจึงเป็นขั้นตอนที่สำคัญมาก การที่บุคคลจะเลือก

ทางเลือกใดเป็นผลมาจากการขั้นความรู้และขั้นการจุงใจ และการพิจารณาลักษณะนวัตกรรมว่าสอดคล้องกับฐานทางเศรษฐกิจสถานภาพทางสังคมและขนบธรรมเนียม

2.1.4 ขั้นที่ 4 ขั้นใช้ (Implementation) กระบวนการตัดสินใจมีขั้นตอนดังนี้ เป็นเรื่องของความรู้ความคิด แต่ขั้นการนำไปใช้นั้น เป็นเรื่องของการปฏิบัติเมื่อบุคคลตัดสินใจที่จะขอมรับนวัตกรรม เขาต้องรู้ว่าเขามาจากได้ในนวัตกรรมนั้นจากไหน นวัตกรรมนั้นใช้อะไร เมื่อนำไปใช้จะประสบปัญหาอะไร และสามารถแก้ไขปัญหาโดยวิธีใด บุคคลจึงพยายามแสวงหา สิ่งต่างๆ เกี่ยวกับนวัตกรรมดังนั้นผู้นำการเปลี่ยนแปลงและวิธีการสื่อสารจึงมีบทบาทที่จะช่วยบุคคลให้ได้รับสิ่งที่เข้าต้องการ ในขั้นใช้นั้น นอกจากจะเป็นการนำนวัตกรรมนั้นไปใช้ตามแบบและกระบวนการเดิมแล้ว ยังมีความหมายรวมถึงการดัดแปลงรูปแบบและกระบวนการของนวัตกรรมให้เหมาะสมกับบุคคลด้วย ขั้นใช้สิ้นสุดลงเมื่อได้ขึ้นอยู่กับคุณลักษณะของนวัตกรรมแต่ละชนิด เมื่อนวัตกรรมถูกนำไปใช้แลกผลเป็นล้านหนึ่งของบุคคลในการดำเนินงาน ขั้นตอนนี้ก็สิ้นสุดลงและจะสิ้นกระบวนการการตัดสินใจขอมรับนวัตกรรม แต่ในหลายกรณี ขั้นใช้สามารถจะนำไปสู่ขั้นตอนที่ 5 คือขั้นตอนการยืนยันต่อไป

2.1.5 ขั้นที่ 5 ขั้นยืนยัน (Confirmation) ขั้นตอนนี้เกิดขึ้นเมื่อขั้นตอนสุดท้ายของการกระบวนการตัดสินใจขอมรับนวัตกรรมกล่าวคือ เมื่อบุคคลได้ตัดสินใจขอมรับนวัตกรรมหรือไม่ขอมรับนวัตกรรมไปแล้ว บุคคลจะแสวงหาข้อมูลข่าวสาร แรงเริ่ม เพื่อสนับสนุนการตัดสินใจของเขา ผลจาก การแสวงหาข่าวสารข้อมูลเป็นผลให้บุคคลเปลี่ยนแปลงการตัดสินใจในตน เมื่อได้รับข่าวสารที่ขัดแย้งกับข้อมูลเดิมที่ได้รับมา บุคคลจะพยายามหลีกเลี่ยงความขัดแย้ง หรือลดความขัดแย้งลง การได้รับการศึกษา อบรมเพิ่มเติม การให้คำแนะนำจากเพื่อนบ้าน ตลอดจนการเห็นผลสำเร็จของนวัตกรรมนั้นจะมีอิทธิพลต่อขั้นการยืนยันมาก

## 2.2 ประเภทของผู้ยอมรับนวัตกรรม

Rogers [3] ได้แบ่งผู้ยอมรับนวัตกรรมไว้ 5 ประเภท ดังนี้

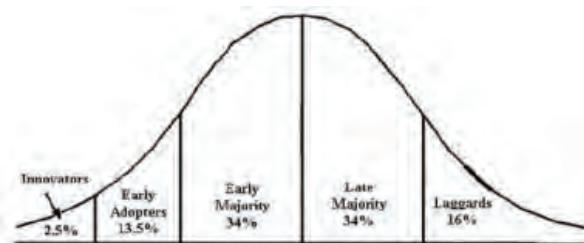
2.2.1 นวัตกร (Innovators) กลุ่มพวกร้อยละ 2.5% ชอบเสี่ยง ชอบทดลองสิ่งใหม่ๆ มีความมั่นใจที่จะยอมรับความล้มเหลวในการใช้นวัตกรรม ซึ่งมีอยู่ประมาณ 2.5%

2.2.2 กลุ่มผู้ยอมรับนวัตกรรมก่อนผู้อื่น (Early Adopters) กลุ่มนี้เป็นพวกร้อยละ 13.5% ที่รับเร็ว มากเป็นพวกรุ่นนำทาง ความคิดมากที่สุด บุคคลอื่นๆ ที่จะยอมรับนวัตกรรมมักจะไปขอนแนะนำเพื่อใช้เป็นแนวทางที่จะยอมรับต่อไป การแพร่นวัตกรรมจะสำเร็จหรือไม่ขึ้นอยู่กับกลุ่มผู้ยอมรับนวัตกรรมก่อนผู้อื่นซึ่งมีอยู่ 13.5%

2.2.3 คนส่วนใหญ่ที่ยอมรับนวัตกรรมในระยะเริ่มต้น (Early Majority) กลุ่มคนเหล่านี้จะใช้ระยะเวลาข้ามานานกว่าสองกลุ่มแรก เนื่องจากจะต้องพิจารณาให้รอบคอบเกี่ยวกับนวัตกรรมที่นำเสนอในกลุ่มนี้จะมีอยู่ 34%

2.2.4 คนส่วนใหญ่ที่ยอมรับนวัตกรรมในระยะหลัง (Late Majority) เป็นกลุ่มที่ยอมรับช้า จะเกิดการยอมรับได้จะต้องมีการบังคับให้เปลี่ยนแปลง หรือมีความจำเป็นทางเศรษฐกิจ หรือได้รับอิทธิพลจากการแพร่นวัตกรรมและได้รับแรงกระตุ้นจากเพื่อนๆ ซึ่งมีอยู่ 34%

2.2.5 พวกล้าหลัง (Laggards) จะเป็นกลุ่มที่ลีดมั่นในขั้นบประเพณีดึงเดิมของสังคมไม่คบหากับคนต่างดิน จะยอมรับก็ต่อเมื่อนวัตกรรมเข้ามายังส่วนหนึ่งของวิถีชีวิต ซึ่งมีอยู่ 16% ประเภทของผู้ยอมรับนวัตกรรม สามารถแสดงได้ดังภาพ



ภาพที่ 1 : ประเภทของผู้ยอมรับนวัตกรรม [3]

### 3. วิธีการดำเนินการวิจัย

#### 3.1 ประชากร และกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ศึกษาในครั้งนี้คือ อาจารย์ในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลวิชัย วิทยาเขตตรัง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้มีจำนวน 76 ตัวอย่าง ได้มาโดยวิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) ซึ่งเป็นอาจารย์ในคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลวิชัย วิทยาเขตตรัง

#### 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

##### 3.2.1 สื่อการเรียนรู้แบบเคลื่อนที่

3.2.2 แบบสอบถามการยอมรับนวัตกรรมสื่อการเรียนรู้เคลื่อนที่ โดยแบบสอบถามที่นำมาใช้ในงานวิจัยครั้งนี้ได้ผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่านแล้ว

#### 3.3 ดำเนินการทดลอง

3.3.1 ขี้แจงผู้ตอบแบบสอบถามเกี่ยวกับสื่อการเรียนรู้เคลื่อนที่ และการทำแบบสอบถามการยอมรับนวัตกรรมการเรียนรู้เคลื่อนที่

3.3.2 จัดเตรียมห้องที่ก่ออบรมการใช้งานสื่อการเรียนรู้เคลื่อนที่โดยใช้ห้องเรียนปกติ ที่มีเครื่องมือโสตทัศนูปกรณ์โดยทุกเครื่องสามารถเข้าถึงระบบอินเทอร์เน็ต และมีเว็บบราวเซอร์ เพื่อใช้ในการเข้าถึงสื่อการเรียนรู้เคลื่อนที่โดยผู้เข้าฝึกอบรมสามารถปิดศึกษา การใช้สื่อได้ด้วยตนเอง

3.3.3 เมื่อฝึกอบรมการใช้สื่อการเรียนรู้เคลื่อนที่เสร็จแล้ว เปิดโอกาสให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบสอบถาม

3.3.4 วิเคราะห์ผลการยอมรับนวัตกรรมสื่อการเรียนรู้เคลื่อนที่ จากแบบสอบถาม

#### 3.4 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

3.4.1 การหาสัดส่วนฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของแบบสอบถาม [4]

1) ค่าเฉลี่ยเลขคณิต โดยใช้สูตร

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n}$$

โดยที่  $\bar{x}$  แทน ค่าเฉลี่ยเลขคณิต

$x$  แทน ข้อมูลแต่ละจำนวน

$n$  แทน จำนวนผู้ตอบแบบสอบถาม

2) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยใช้สูตร

$$S.D. = \sqrt{\frac{n \sum x^2 - (\sum x)^2}{n(n-1)}}$$

โดยที่  $S.D$  แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน



*x* แทน ข้อมูลแต่ละแบบสอบถาม  
*n* แทน จำนวนผู้ตอบแบบสอบถาม

#### 4. ผลการวิจัย

##### 4.1 การยอมรับนวัตกรรมสื่อการเรียนรู้เคลื่อนที่ ขั้นความรู้

ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ให้ระดับคะแนนการยอมรับนวัตกรรมสื่อการเรียนรู้เคลื่อนที่ ขั้นความรู้อยู่ในเกณฑ์มาก สรุปได้ว่า ผู้ตอบแบบสอบถาม มีความรู้ความเข้าใจ และรับทราบ เกี่ยวกับนวัตกรรมสื่อการเรียนรู้เคลื่อนที่ ซึ่งตรงกับทฤษฎีกระบวนการตัดสินใจยอมรับนวัตกรรมของ Everett M. Rogers Rogers ขั้นที่ 1 ความรู้ (Knowledge) กระบวนการตัดสินใจเกี่ยวกับนวัตกรรมเริ่มต้นศึกษาหาข้อมูลเพื่อทำความเข้าใจถึงหน้าที่ของนวัตกรรมนั้น ความรู้เกี่ยวกับนวัตกรรมที่บุคคลได้รับในขั้นนี้ ความรู้จักนวัตกรรม (Awareness Knowledge) ความรู้วิธีการใช้นวัตกรรม (How to Knowledge) ความรู้เกี่ยวกับหลักการของนวัตกรรม (Principle Knowledge)

##### 4.2 การยอมรับนวัตกรรมสื่อการเรียนรู้เคลื่อนที่ ขั้นจูงใจ

ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ให้ระดับคะแนนการยอมรับนวัตกรรมสื่อการเรียนรู้เคลื่อนที่ ขั้นจูงใจ อยู่ในเกณฑ์มาก ซึ่งสรุปได้ว่า ผู้ตอบแบบสอบถาม มีความสนใจในเกี่ยวนวัตกรรมสื่อการเรียนรู้เคลื่อนที่ ซึ่งตรงกับทฤษฎีกระบวนการตัดสินใจยอมรับนวัตกรรมของ Everett M. Rogers Rogers ขั้นที่ 2 ขั้นจูงใจ (Persuasion) ในขั้นนี้บุคคลมีการสร้างทัศนคติที่ชอบหรือไม่ชอบนวัตกรรมเป็นกิจกรรมในสมองของบุคคล ขั้นความรู้เป็นเรื่องของความคิดหรือการรู้ สร้างกิจกรรมในสมองในขั้นจูงใจเป็นเรื่องของอารมณ์หรือความรู้สึก ในขั้นนี้บุคคลจะมีพฤติกรรมสำคัญ คือ แสวงหาแหล่งข่าวสารข้อมูลที่ได้รับมาเกี่ยวกับนวัตกรรมนั้นเหมาะสมสมกับตนเองหรือไม่ทั้งในภาพปัจจุบันและอนาคต บุคคลจะมีการพัฒนาแนวคิดเชิงประเมินเกี่ยวกับนวัตกรรมนั้น ซึ่งเป็นการพิจารณาคุณค่าของนวัตกรรมว่าเมื่อรับมาใช้จะมีผลดีตามมาในด้านใดเป็นประโยชน์หรือเป็นโทษต่อสภาพการทำงานของบุคคลนั้น ถ้าพิจารณาแล้วเห็นว่าเป็นประโยชน์จะพัฒนาการรู้สึกในทางบวกต่อนวัตกรรม ขั้นจูงใจเป็นขั้นตอนของกระบวนการตัดสินใจในการยอมรับนวัตกรรมที่เกิดขึ้นเมื่อบุคคลต้องการ

เปลี่ยนแปลงสภาพเดิมที่เป็นอยู่ แต่ยังมีความไม่แน่ใจในนวัตกรรมและอาจมีความรู้สึกเกี่ยวกับนวัตกรรมนั้น เป็นผลมาจากการรับรู้คุณค่าของนวัตกรรม ดังนั้นขั้นการจูงใจจึงสอดคล้องกับการประเมินหรือพิจารณาทางเลือกในขั้นของกระบวนการตัดสินใจทั่วไป

##### 4.3 การยอมรับนวัตกรรมสื่อการเรียนรู้เคลื่อนที่ ขั้นตัดสินใจ

ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ให้ระดับคะแนนการยอมรับนวัตกรรมสื่อการเรียนรู้เคลื่อนที่ ขั้นตัดสินใจอยู่ในเกณฑ์มาก ซึ่งสรุปได้ว่า ผู้ตอบแบบสอบถามสามารถตัดสินใจเลือกใช้ หรือประเมินค่าของนวัตกรรมแต่ละชนิด ได้ ซึ่งตรง กับทฤษฎีกระบวนการตัดสินใจยอมรับนวัตกรรมของ Everett M. Rogers Rogers ขั้นที่ 3 ขั้นตัดสินใจ (Decision) ในขั้นนี้บุคคลจะทำการทำกิจกรรมซึ่งนำไปสู่การเลือกที่จะยอมรับหรือปฏิเสธนวัตกรรม การตัดสินใจยอมรับนวัตกรรมหรือไม่ยอมรับนวัตกรรมขึ้นอยู่กับ 2 ขั้นตอนที่ผ่านมาคือขั้นความรู้ และขั้นการจูงใจ ถ้าบุคคลมีความรู้เกี่ยวกับนวัตกรรม มีความรู้สึกชอบและเห็นประโยชน์ของนวัตกรรม บุคคลนั้นก็มีแนวโน้มที่จะตัดสินใจยอมรับนวัตกรรมนั้น นอกเหนือการตัดสินใจยอมรับนวัตกรรมหรือไม่ยอมรับนวัตกรรมยังขึ้นอยู่กับลักษณะของนวัตกรรมที่สามารถแยกส่วนย่อยๆ ให้บุคคลทดลองใช้ได้บุคคลจะมีแนวโน้มที่จะตัดสินใจยอมรับนวัตกรรมนั้น ขั้นการตัดสินใจจึงเป็นขั้นตอนที่สำคัญมาก การที่บุคคลจะเลือกทางเลือกใดเป็นผลมาจากการจูงใจ และการพิจารณาลักษณะนวัตกรรมว่าสอดคล้องกับฐานะทางเศรษฐกิจสถานภาพทางสังคมและชนบทธรรมเนียม

##### 4.4 การยอมรับนวัตกรรมสื่อการเรียนรู้เคลื่อนที่ ขั้นใช้

ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ให้ระดับคะแนนการยอมรับนวัตกรรมสื่อการเรียนรู้เคลื่อนที่ ขั้นใช้ อยู่ในเกณฑ์ปานกลางมาก ซึ่งสรุปได้ว่า ผู้ตอบแบบสอบถามมีการยอมรับนวัตกรรมมากใช้ ซึ่งตรง กับทฤษฎีกระบวนการตัดสินใจยอมรับนวัตกรรมของ Everett M. Rogers Rogers ขั้นที่ 4 ขั้นใช้ (Implementation) กระบวนการตัดสินใจยอมรับนวัตกรรมในขั้นตอนด้านๆ เป็นเรื่องของความรู้ความคิด แต่ขั้นการนำไปใช้ในขั้น เป็นเรื่องของการปฏิบัติเมื่อบุคคลตัดสินใจที่จะยอมรับ



นวัตกรรม เข้าต้องรู้ว่าเข้าสามารถได้นวัตกรรมนั้นจากไหน นวัตกรรมนั้นใช้อะไร เมื่อนำไปใช้จะประสบปัญหาอะไร และสามารถแก้ไขปัญหาโดยวิธีใด บุคคลจึงพยาบาลแสวงหา สิ่งต่างๆ กี๊ขอกับนวัตกรรม ดังนั้นผู้นำการเปลี่ยนแปลงและ วิธีการสื่อสารจึงมีบทบาทที่จะช่วยบุคคลให้ได้รับสิ่งที่เข้า ต้องการ ในขั้นใช้นั้น นอกจากจะเป็นการนำนวัตกรรมนั้นไป ใช้ตามแบบและกระบวนการเดิมแล้ว ยังมีความหมายรวมถึง การดัดแปลงรูปแบบและกระบวนการของนวัตกรรมให้ เหมาะสมกับบุคคลด้วย ขั้นใช้สื่อสุดคลงเมื่อได้ขึ้นอยู่กับ ลักษณะของนวัตกรรมแต่ละชนิด เมื่อนวัตกรรมถูกนำไปใช้ และกลายเป็นส่วนหนึ่งของบุคคลในการดำเนินงาน ขั้นตอนนี้ กี๊สื่อสุดคลงและจะสื่อกระบวนการ การการตัดสินใจยอมรับ นวัตกรรม แต่ในหลายกรณี ขั้นใช้สามารถนำไปสู่ขั้นตอนที่ 5 คือขั้นตอนการเขียนขันต่อไป

**4.5 การยอมรับนวัตกรรมสื่อการเรียนรู้เคลื่อนที่ขั้นยอมรับ ผู้ดูแลแบบสอนตามส่วนใหญ่ให้ระดับคะแนนการยอมรับ นวัตกรรมสื่อการเรียนรู้เคลื่อนที่ ขั้นยอมรับ อยู่ในเกณฑ์มาก ซึ่งสรุปได้ว่า ผู้ดูแลแบบสอน มีการยอมรับนำนวัตกรรมมาใช้ อย่างต่อเนื่อง ซึ่งตรง กับทฤษฎีกระบวนการตัดสินใจยอมรับ นวัตกรรมของ Everett M. Rogers Rogers ขั้นที่ 5 ขั้นการ ยอมรับ (Confirmation) ขั้นตอนนี้เกิดขึ้นเป็นขั้นตอนสุดท้าย ของกระบวนการตัดสินใจยอมรับนวัตกรรม กด่าว่าคือ เมื่อบุคคลได้ตัดสินใจยอมรับนวัตกรรมหรือไม่ยอมรับนวัตกรรม ไปแล้ว บุคคลจะแสวงหาข้อมูลข่าวสาร แรงเสริม เพื่อ สนับสนุนการตัดสินใจของเขาผลการจากแสวงหาข่าวสาร ข้อมูลเป็นผลให้บุคคลเปลี่ยนแปลงการตัดสินใจในตน เมื่อ ได้รับข่าวสารที่ขัดแย้งกับข้อมูลเดิมที่ได้รับมา บุคคลจะ พยาบาลหลีกเลี่ยงความขัดแย้ง หรือลดความขัดแย้งลง การได้รับการศึกษาอบรมเพิ่มเติม การให้คำแนะนำจากเพื่อนบ้าน ตลอดจนการเห็นผลสำเร็จของนวัตกรรมนั้นจะมีอิทธิพลต่อ ขั้นการเขียนขันมาก**

## 5. สรุปผลการวิจัย

มีผลการวิจัยผลการยอมรับการเรียนการสอนผ่านสื่อการเรียนรู้เคลื่อนที่ ดังนี้

5.1 อาจารย์คณะวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีการประมง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง มี พฤติกรรมการยอมรับและมีความต้องการใช้นวัตกรรมการเรียนรู้แบบเคลื่อนที่

5.2 อาจารย์คณะวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีการประมง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง มีการ ยอมรับนวัตกรรมอยู่ในกลุ่มผู้ยอมรับนวัตกรรมก่อนผู้อื่น (Early Adopters) กลุ่มนี้เป็นพวกที่รับเร็ว มักเป็นพวกผู้นำทาง ความคิดมากที่สุด บุคคลอื่นๆ ที่จะยอมรับนวัตกรรมมักจะไป ขอแนะนำเพื่อใช้เป็นแนวทางที่จะยอมรับต่อไป การพัฒ นวัตกรรมจะสำเร็จหรือไม่ขึ้นอยู่กับกลุ่มผู้ยอมรับนวัตกรรม ก่อนผู้อื่น ตามทฤษฎีประเกทของผู้ยอมรับนวัตกรรมของ Rogers

## 6. อ้างอิง

- [1] ศรีศักดิ์ จำรمان. 2548. ประธานผู้บริหารวิทยาลัยการศึกษา ทางไกคองอินเทอร์เน็ตมหาวิทยาลัยอัสสัมชัญ. สัมภาษณ์, 18 มกราคม 2548.
- [2] รังสรรค์ แสงสุข. 2548. อธิการบดีมหาวิทยาลัยรามคำแหง. สัมภาษณ์, 5 กันยายน 2548.
- [3] Rogers, E.M. 2003. Diffusion of Innovation. 5th ed. New York: The Free Press. อ้างโดย สุจิตรา ยอดเสน่ห์. 2550. ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยส่วนบุคคลของอาจารย์มหาวิทยาลัย เทคโนโลยีราชมงคลชั้นนำ กับการยอมรับอุปกรณ์โน้ตบุ๊กในมหาวิทยาลัย. กรุงเทพมหานคร : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- [4] พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2543. วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และ ลักษณะศาสตร์. (ฉบับปรับปรุงใหม่) พิมพ์ครั้งที่ 8. กรุงเทพมหานคร: สำนักงานทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทร์วิโรฒ.



## การพัฒนาเกมการสอนแบบมัลติมีเดียบนอุปกรณ์ระบบหน้าจอสัมผัส

### รายวิชาคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1

### The Development of Interactive Educational Game on Tablet PC for Mathematics of Prathomsuksa 1

สุชาดา ทองมาก<sup>1</sup> และจิรพันธุ์ ศรีสมพันธุ์<sup>2</sup>

ภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

<sup>1</sup>plagrim.st@gmail.com, <sup>2</sup>srisomphan@gmail.com

### บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาเกมการสอนแบบมัลติมีเดีย บนอุปกรณ์ระบบหน้าจอสัมผัส รายวิชาคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 และ 2) ประเมินความเหมาะสมของเกมการสอนที่พัฒนาขึ้น กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ คือ ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคนิคหรือผู้เชี่ยวชาญด้านการพัฒนาเกมการสอนแบบมัลติมีเดีย บนอุปกรณ์ระบบหน้าจอสัมผัส จำนวน 3 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหารายวิชาคณิตศาสตร์จำนวน 3 ท่าน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ เกมการสอนแบบมัลติมีเดียบนอุปกรณ์ระบบหน้าจอสัมผัส รายวิชาคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 และแบบประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อเกมการสอนในด้านเทคนิค และด้านเนื้อหา ข้อมูลที่รวบรวมได้จากการวิจัยจะนำวิเคราะห์ค่าทางสถิติ ได้แก่ ค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิเคราะห์ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อเกมการสอน พบว่า เกมการสอนมีความเหมาะสมในด้านเทคนิคอยู่ในระดับดี ( $\bar{X} = 4.38$ ,  $S.D = 0.46$ ) และมีความเหมาะสมในด้านเนื้อหาอยู่ในระดับดีเยี่ยวกัน ( $\bar{X} = 4.83$ ,  $S.D = 0.22$ ) สรุปได้ว่าเกมการสอนที่ได้พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพและสามารถนำไปใช้ร่วมกับการเรียนได้

**คำสำคัญ:** เกมการสอนแบบมัลติมีเดีย อุปกรณ์ระบบหน้าจอสัมผัส

### Abstract

*This research is an experimental research for 1) To Development of Interactive Educational Game on Tablet PC for Mathematics of Prathomsuksa 1<sup>st</sup> 2) To evaluate the appropriateness of the developed Interactive Educational Game. The sample was the experts in technical 3 users and in education 3 users. The tools of this research were Interactive Educational Game on Tablet PC for Mathematics of Prathomsuksa 1<sup>st</sup> and evaluation forms for experts in technical and in education. A data collection was analyzed by using basic statistics, averaged*

and standard deviation. The results of evaluation showed that, the technical expert opinion was a good level ( $\bar{X} = 4.38$ ,  $S.D = 0.46$ ) and the education expert opinion was a good level ( $\bar{X} = 4.83$ ,  $S.D = 0.22$ ). In conclusion, this Interactive Educational Game on Tablet PC is effective and can be used with the current education materials.

**Keyword:** Interactive Educational Game, Tablet PC

## 1. บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

จากหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้กำหนดให้นักเรียนที่เรียนวิชาของกลุ่มสาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ [1] ในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 กำหนดสาระที่ 1 เรื่องจำนวนและการดำเนินการ จะต้องมีความคิดรวบยอด และความรู้สึกเชิงจำนวน ระบบจำนวนจริง สมบัติเกี่ยวกับจำนวนจริง การดำเนินการของจำนวน อัตราส่วน ร้อยละ การแก้ปัญหาเกี่ยวกับจำนวน และการใช้จำนวนในชีวิตจริง จากงานวิชาของอารีช์[2]พบว่าผลการประเมินความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ด้านการบวกและการลบของนักเรียนในชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 65.86 ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์ที่โรงเรียนกำหนดไว้ร้อยละ 70 ซึ่งผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนยังไม่ถึงเกณฑ์ที่ตั้งเป้าหมายไว้ เนื่องจากนักเรียนส่วนใหญ่มีปัญหาในเรื่องการบวกและการลบ เกิดจากไม่เข้าใจวิธีคิดทางคิด และการตัดสินใจที่ไม่ถูกต้อง จึงเป็นหน้าที่ของครูผู้สอนที่จะต้องขัดจังหวะการสอนให้นักเรียนเกิดทักษะทางคณิตศาสตร์ โดยใช้สื่อของจริง สื่อภาพและสัญลักษณ์ ให้นักเรียนได้ฝึกฝนทักษะจะได้ทำให้นักเรียนเกิดความแม่นยำในแต่ละทักษะเป็นอย่างดี

การใช้เกมการสอนแบบมัลติมีเดียเป็นสื่อในการเรียนรู้นั้นสามารถกระตุ้นให้ผู้เรียนอยากรู้ [3] เพренสกีกล่าวว่า เกมเป็นสิ่งดึงดูดใจผู้เล่นอย่างมาก เนื่องจาก มีความสนุกสนานให้ความเพลิดเพลิน และความพอใจแก่ผู้เล่น รูปแบบของการเล่น จะทำให้ผู้เล่นเกิดความกระตือรือร้นและอาจริบอาจัง มีภัยคึกคัก ให้ผู้เล่นมีการคิดที่มีแบบแผน มีเป้าหมาย ก่อให้เกิดแรงจูงใจ มีการปฏิสัมพันธ์และแสดงผลป้อนกลับ ซึ่งทำให้ผู้เล่นเกิดการเรียนรู้ เมื่อได้รับข้อมูลทำให้ผู้เล่นเกิดความพึงพอใจส่วนตัว

มีการแบ่งขั้นตอนสู่กันฝ่ายตรงข้าม ทำให้เกิดความท้าทาย เมื่อเล่นเกม มีการแก้ปัญหา ทำให้ผู้เล่นเกิดความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งสอดคล้องกับมาโนนที่กล่าวว่า องค์ประกอบของตัวเสริมแรงที่เป็นแรงจูงใจสำคัญคือ ความท้าทาย จิตนาการเพื่อฝึก และความอยากรู้อยากเห็น [4] ซึ่งทำให้ผู้เรียนเกิดความพึงพอใจในการเรียนที่เรียนด้วยเกม ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของปิยะพิชา [5] ในการนำบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียโดยใช้เกมปฏิสัมพันธ์พบว่า นักเรียนเกิดความสนใจ รู้สึกว่าเรื่องเรียนเป็นเรื่องสนุกสนาน ไม่น่าเบื่อและผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และผลการวิจัยของรัชฎา [6] ที่นำแท็บเล็ต มาเป็นอุปกรณ์ในการพัฒนาแอพพลิเคชัน วิชาคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 มีคุณภาพเฉลี่ยทุกด้านอยู่ในระดับดี และมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 ที่กำหนดไว้ ผลสัมฤทธิ์หลังการเรียนด้วยแอพพลิเคชัน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องรูปสี่เหลี่ยม สูงกว่าคะแนนก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และความพึงพอใจของผู้เรียนอยู่ในระดับดีมาก

จากเหตุผลที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยมุ่งเน้นพัฒนาเกมการสอนแบบมัลติมีเดีย บนอุปกรณ์ระบบหน้าจอสัมผัส เพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ตามจุดประสงค์ของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 โดยวิธีการพัฒนาให้อยู่ในรูปแบบของเกมการสอนแบบมัลติมีเดีย เพื่อดึงดูดความสนใจของผู้เรียน กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความคิด วิเคราะห์และใช้ฝึกฝนทักษะให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น



## 1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1.2.1 พัฒนาเกมการสอนแบบมัลติมีเดีย บนอุปกรณ์ระบบหน้าจอสัมผัส รายวิชาคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1

1.2.2 เพื่อประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญต่อความเหมาะสมของเกมที่พัฒนาขึ้น

## 2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### 2.1 เกมการสอนแบบมัลติมีเดีย

เกมการสอน คือ สื่อในการเรียนรู้รูปแบบหนึ่ง ซึ่งถูกออกแบบมาเพื่อให้มีความสนุกสนาน ไปพร้อมๆ กับการได้รับความรู้ โดยสอดแทรกเนื้อหาทั้งหมดของหลักสูตรนั้นๆ เอาไว้ในเกม และให้ผู้เรียนลงมือเล่นเกม โดยที่ผู้เรียนจะได้รับความรู้ต่างๆ ของหลักสูตรนั้น ผ่านการเล่นเกมนั้นไปด้วย[7]

มัลติมีเดีย เป็นสื่อถือถ่อง(Media)หลายฯ ชนิดที่ผ่านประสาทสัมผัสด้วยๆ เช่น เสียง ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว วิดีทัศน์ ข้อความ นาสัมพันธ์กันซึ่งแต่ละชนิดมีคุณค่าส่งเสริมกันและกัน ก่อให้เกิดความรู้ ความเข้าใจที่ลึกซึ้ง[8] การใช้มัลติมีเดีย เป็นการให้ผู้เรียนใช้ประสาทสัมผัสผสมผสานช่วยให้สามารถตอบสนองจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอน ได้อย่างสมมุติ

### 2.2 อุปกรณ์ระบบหน้าจอสัมผัส (Tablets PC)

อุปกรณ์ระบบหน้าจอสัมผัส (Tablet PC หรือ Tablet Personal Computer) คือ เครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลที่สามารถพกพาได้และใช้หน้าจอสัมผัสในการทำงาน ออกแบบให้สามารถทำงานได้ด้วยตัวเอง ซึ่งเป็นแนวคิดที่ได้รับความสนใจเป็นอย่างมากหลังจาก Microsoft ได้ทำการเปิดตัว Microsoft Tablet PC ในปี 2001 Tablet PC จะมีอุปกรณ์ไร้สายสำหรับการเชื่อมต่อเครือเน็ตและระบบเครือข่ายภายใน มีระบบปฏิบัติการทั้งที่เป็น Windows และ Android [9]



ภาพที่ 1 ตัวอย่างลักษณะภายนอกทั่วไปของแท็บเล็ต

## 2.3 หลักการออกแบบโปรแกรมบนอุปกรณ์ระบบหน้าจอสัมผัส

การออกแบบสื่อการสอนที่เป็นแอปพลิเคชั่นบนแท็บเล็ต คำนึงถึงความสะดวกในการใช้งานจริงกับอุปกรณ์แท็บเล็ต ข้อควรคำนึงในการออกแบบแอปพลิเคชั่นการศึกษางานแท็บเล็ต [10] มีดังนี้

2.3.1 เนื้อหาในแต่ละหน้าควรจบใน 1 Page ไม่ควรล้นหน้าจอหากเนื้อหามากควรเป็นหน้าต่อไป

2.3.2 เนื้อหาควรระบุ ตัวอักษรเมื่อขนาดใหญ่อ่านได้ชัดเจน ในกรณีอ่านบน Tablet ขนาดเล็ก เช่น 7 นิ้ว

2.3.3 สื่อที่ออกแบบสำหรับเด็กควรมีตัวหนังสือไม่มาก มีทั้งภาพ เสียง หรือภาพเคลื่อนไหว

2.3.4 หน้าแรกควรเป็น Title ที่น่าสนใจ ดึงดูดใจ ควรเลือกใช้ภาพเคลื่อนไหว (Animation)

2.3.5 ปุ่มกดเมนูต่างๆ ใน App ควรออกแบบให้มีขนาดใหญ่ก่อจ่าย

2.3.6 เลือกสีที่ใช้เป็นพื้นหลังหรือตัวอักษรที่สามารถในการเพ่งสายตาใช้งาน

### 2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

พรพิพย์ [11] ได้ทำวิจัยเรื่อง เกมการสอนแบบมัลติมีเดีย เรื่อง ส่วนประกอบของคอมพิวเตอร์และการทำงานของคอมพิวเตอร์ สำหรับช่วงชั้นที่ 2 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปี ที่ 4 โรงเรียนวัดคุณยัตติวิหาราม สังกัดกรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2552 ที่ได้มางาน การเลือกแบบเจาะจงจำนวน 1 ห้องเรียน ได้จำนวนกลุ่มตัวอย่าง 37 คน ผลการวิจัยปรากฏว่า เกมการสอนแบบมัลติมีเดีย ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ  $89.73/80.82$  ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ  $80/80$  ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่เรียนด้วยเกมการสอนแบบมัลติมีเดีย หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และจากการสอบถามความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อเกมการสอนแบบมัลติมีเดียอยู่ในระดับค่อนข้างมาก (มีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.57 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.76) สรุปได้ว่า เกมการสอนแบบมัลติมีเดีย สามารถนำไปใช้ได้จริง

### 3. ขอบเขตการวิจัย

#### 3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

##### 3.1.1 ประชากร แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ดังนี้

1) ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคนิค คือ ผู้ที่มีประสบการณ์ในการออกแบบและพัฒนาเกมการสอนแบบมัลติมีเดีย หรือบนอุปกรณ์ระบบหน้าจอสัมผัส

2) ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา คือ ผู้สอน ที่มีประสบการณ์ด้านการสอนในรายวิชาคณิตศาสตร์

3.1.2 กลุ่มตัวอย่าง คือ ผู้เชี่ยวชาญได้มาโดยการคัดเลือกมาแบบเจาะจง (Purposive Sampling) จำนวน 6 ท่าน แบ่งออกเป็น ด้านเทคนิค 3 ท่าน และด้านเนื้อหารายวิชาคณิตศาสตร์ 3 ท่าน

#### 3.2 ขอบเขตของเนื้อหา

แบ่งขอบเขตเนื้อหาเป็น 6 หน่วยการเรียนรู้ สำหรับภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 ได้แก่

3.2.1 จำนวนนับ 1 – 5

3.2.2 จำนวนนับ 6 – 9

3.2.3 การบวกจำนวนนับสองจำนวนที่มีผลบวกไม่เกิน 9

3.2.4 การลบจำนวนนับสองจำนวนที่มีตัวตั้งไม่เกิน 9

3.2.5 จำนวนนับ 10-20

3.2.6 การบวกและการลบเลขสองจำนวนที่มีผลลัพธ์และตัวตั้งไม่เกิน 20

#### 3.3 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

แท็บเล็ต โดยใช้ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ เอโวร์ชั่นตั้งแต่ 4 ขึ้นไป มีขนาดหน้าจอ 7 นิ้ว ความละเอียดหน้าจอ 1,024 x 600 พิกเซล

#### 3.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

##### เครื่องมือที่ใช้การวิจัย มีดังนี้

3.4.1 เกมการสอนแบบมัลติมีเดีย บนอุปกรณ์ระบบหน้าจอสัมผัส รายวิชาคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1

3.4.2 แบบประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านเทคนิคและด้านเนื้อหา

### 4. วิธีการดำเนินการวิจัย

#### 4.1 ศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูล

4.1.1 ศึกษาเนื้อหาจากเอกสารประกอบการสอนและหนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 [1] เพื่อนำมากำหนดหัวข้อของเนื้อหารายวิชา สร้างวัตถุประสงค์ เชิงพุทธิกรรม และนำไปประเมินความสอดคล้องของเนื้อหา กับวัตถุประสงค์ และจัดลำดับของเกมการสอน

4.1.2 ศึกษาเครื่องมือสำหรับพัฒนาเกมการสอนแบบมัลติมีเดีย บนอุปกรณ์ระบบหน้าจอสัมผัส รายวิชาคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งเกี่ยวข้องและสัมพันธ์กับการสร้างเกมการสอน แบบมัลติมีเดีย โดยใช้โปรแกรม Adobe Illustrator CS6 ในการออกแบบหน้าจอต่างๆ ของเกม และโปรแกรม Adobe Audition CS6 ในการตัดต่อเสียง และใช้โปรแกรม Adobe Flash Professional CS6 ในการพัฒนาเกม โดยใช้ภาษา ActionScript 3.0

4.1.3 ศึกษาเทคนิคการสร้างแบบประเมินจากทฤษฎี การออกแบบสอบถาม และการสร้างแบบประเมินเกมการสอน

#### 4.2 การออกแบบและพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

4.2.1 การออกแบบหน้าจอ โดยการนำผลจากการวิเคราะห์หลักสูตรมาเขียนลำดับบทดำเนินเรื่อง (Storyboard) โดยกำหนดความละเอียดของการแสดงผลไว้ที่ 1,024 x 600 พิกเซล ประกอบไปด้วยหน้าหลักของเกมจะมี 6 ด้าน โดยต้องเด่นด้านที่ 1 ให้ผ่านก่อนจึงจะเด่นด้านต่อไปได้ แต่ละด้านจะมีวิธีการเล่นเกม หน้าจอของเกม และหน้าจอแสดงผลรวมคะแนนที่ได้ หากผ่านผ่านด้านแล้วสามารถเลือกเล่นเกมด้านได้ก่อนก็ได้

4.2.2 การออกแบบลักษณะของเกมส์ 2 กลุ่ม 1. เกมในกลุ่มของจำนวนนับ ลักษณะของเกมจะสุ่มโจทย์ขึ้นมา และมีตัวเลือกสามตัวเลือก หากตอบถูกช่องคะแนนก็จะเพิ่มขึ้น 1 คะแนน หากตอบผิดจะไม่ได้คะแนนในข้อนั้น ตอบจนกว่าจะถูก โจทย์จะเปลี่ยนเป็นข้อต่อไป และให้เล่นจนกว่าจะหมดเวลาภายใน 60 วินาที เมื่อหมดเวลาเกมจะทำการรวมคะแนนทั้งหมด หากได้คะแนนมากกว่า 6 คะแนนจะได้



เล่นเกมในด้านต่อไป 2. เกมในกลุ่มของการบวกและการลบ ลักษณะของเกมจะสุ่มโจทย์ขึ้นมา และมีตัวเลือกสามารถตัวเลือก หากตอบถูกช่องคะแนนก็จะเพิ่มขึ้นข้อละ 1 คะแนน หากตอบผิดคะแนนจะลดลงข้อละ 1 คะแนนในข้อนั้น และโจทย์จะเปลี่ยนเป็นข้อต่อไป ลักษณะเกมคล้ายกันต่างกันที่การคิด คณิต

#### 4.2.3 พัฒนาสื่อ

- ใช้โปรแกรม Adobe IllustratorCS6 ในการออกแบบหน้าจอต่างๆ และตกแต่งภาพในส่วนประกอบของเกม
- ใช้โปรแกรม Adobe Audition CS6 ในการตัดต่อเสียงบรรยาย และเสียงประกอบเกมการสอน
- ใช้โปรแกรม Adobe Flash Professional CS6 ในการพัฒนาเกมโดยใช้ภาษา ActionScript 3.0 เมื่อพัฒนาเสร็จแล้ว นำสื่อที่ได้พัฒนา Import หรือติดตั้งลงบนอุปกรณ์หน้าจอสัมผัส ซึ่งเป็นนามสกุลไฟล์ .apk เพื่อทำการทดสอบเกมว่า สามารถทำงานได้ถูกต้องตามต้องการหรือไม่

4.2.4 สร้างแบบประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านเทคนิค ซึ่งมีลักษณะการประเมินค่า 5 ระดับ แบ่งเป็น 4 ด้าน ได้แก่ 1) ส่วนของเกม 2) ส่วนประกอบด้านมัลติมีเดีย 3) ภาษา และตัวอักษร 4) ส่วนการออกแบบปฐมพันธ์ และแบบประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา ซึ่งมีลักษณะการประเมินค่า 5 ระดับแบ่งเป็น 3 ด้าน ได้แก่ 1) ส่วนของหลักสูตร 2) ส่วนของการนำเสนอ 3) ส่วนของการวัดและประเมินผล

#### 4.3 การทดสอบเครื่องมือ

4.3.1 ทดสอบการทำงานของสื่อโดยผู้จัดขึ้น เป็นการทดสอบความถูกต้องในการทำงานของส่วนย่อยต่างๆ และปรับปรุงข้อผิดพลาดต่างๆ ก่อนนำไปใช้

4.3.2 นำสื่อและแบบประเมินที่พัฒนาขึ้นไปเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญเพื่อประเมินความเหมาะสมของสื่อ

#### 4.4 วิเคราะห์ผลการทดลอง

นำผลที่ได้จากการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์ทางสถิติ ได้แก่ ค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

### 5. ผลการดำเนินการวิจัย

#### 5.1 ผลการพัฒนาเกมการสอน

เกมการสอนแบบมัลติมีเดีย บนอุปกรณ์ระบบหน้าจอสัมผัส รายวิชาคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 มีผลการพัฒนา ดังภาพที่ 1 ถึงภาพที่ 3



ภาพที่ 1 หน้าหลักของเกม



ภาพที่ 2 หน้าจอของเกม หน่วยที่ 1 จำนวนนับ 1 – 5



ภาพที่ 3 หน้าจอแสดงผลคะแนน หน่วยที่ 1 จำนวนนับ 1 – 5

#### 5.2 ผลการประเมินความเหมาะสมของสื่อโดยผู้เชี่ยวชาญด้านเทคนิค

ตารางที่ 1 ผลการประเมินความเหมาะสมของสื่อ โดยผู้เชี่ยวชาญ ด้านเทคนิคจำนวน 3 ท่าน

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับ
ส่วนของเกม	4.33	0.43	ดี
ส่วนประกอบด้านมัลติมีเดีย	4.53	0.35	ดี
ภาษา และตัวอักษร	4.33	0.29	ดี
ส่วนการออกแบบปฐมพันธ์	4.33	0.78	ดี
รวม	<b>4.38</b>	<b>0.46</b>	<b>ดี</b>



### 5.3 ผลการประเมินความเหมาะสมของสื่อโดยผู้เชี่ยวชาญ ด้านเนื้อหา

ตารางที่ 2 ผลการประเมินความเหมาะสมของสื่อ โดยผู้เชี่ยวชาญ  
ด้านเนื้อหา จำนวน 3 ท่าน

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับ
ส่วนของหลักสูตร	4.78	0.19	ดีมาก
ส่วนของการนำเสนอ	4.89	0.19	ดีมาก
ส่วนของการวัดและประเมินผล	4.83	0.29	ดีมาก
รวม	4.83	0.22	ดีมาก

## 6. สรุปผลการวิจัย

ผลการประเมินความเหมาะสมของสื่อ โดยผู้เชี่ยวชาญ สรุป  
ได้ดังนี้

### 6.1 ด้านเทคนิค

สื่อมีความเหมาะสมด้านเทคนิคโดยภาพรวมอยู่ในระดับดี  
มาก ( $\bar{X} = 4.38$ , S.D = 0.46) เมื่อวิเคราะห์เป็นรายข้อ พบว่า  
ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญอยู่ในระดับดีมากทุกด้าน  
โดยเฉพาะส่วนประกอบด้านมัลติมีเดียที่มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด โดย  
ผู้เชี่ยวชาญเห็นว่าเกมการสอนที่ใช้ระบบด้านมัลติมีเดียมีการ  
ออกแบบหน้าจอ กราฟิกที่เหมาะสมสวยงาม มีเสียงประกอบ  
เกม และมีการปฏิสัมพันธ์กับเกมโดยใช้ระบบสัมผัสหน้าจอ  
ลากวางคำตอน จึงช่วยสร้างความน่าสนใจ ความท้าทาย และ  
ความสนุกสนานเพลิดเพลินให้แก่ผู้เล่น ซึ่งมีความเหมาะสมอยู่  
ในระดับดีมาก

### 6.2 ด้านเนื้อหา

สื่อมีความเหมาะสมด้านเนื้อหา โดยภาพรวมอยู่ในระดับดี  
( $\bar{X} = 4.83$ , S.D = 0.22) เมื่อวิเคราะห์เป็นรายข้อ พบว่าความ  
คิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาอยู่ในระดับดีทุกด้าน  
โดยเฉพาะส่วนของการนำเสนอ มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด โดย  
ผู้เชี่ยวชาญเห็นว่าการนำเสนอเกมแบบมัลติมีเดีย ซึ่งประกอบ  
ไปด้วย ภาพเคลื่อนไหว เสียงประกอบเกม และมีการ  
ปฏิสัมพันธ์กับเกม และตรงตามวัตถุประสงค์ของบทเรียนแต่  
ละหน่วย เป็นผลให้ผู้เล่นสามารถพัฒนาความรู้และทักษะของ  
ตนเองให้สูงขึ้น

## 7. ข้อเสนอแนะ

ผลจากการประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อเกม  
การสอนแบบมัลติมีเดีย ได้พบข้อเสนอแนะ ดังนี้ ในหน้าจอ<sup>1</sup>  
สรุปผลคะแนนแต่ละหน่วยควรตั้งเวลาเพื่อให้กลับสู่หน้าจอ<sup>2</sup>  
หลังอัตโนมัติ และสีของกล่องสำหรับใส่คำตอบควรใช้สี  
แตกต่างกับภาพพื้นหลังของเกม

ซึ่งข้อเสนอแนะที่ได้รับผู้จัดนำเสนอไปปรับปรุงและพัฒนา<sup>3</sup>  
เกมให้มีความเหมาะสมและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น เพื่อนำ<sup>4</sup>  
เกมที่ได้ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ต่อไป

## 8. เอกสารอ้างอิง

- 1] กระทรวงศึกษาธิการ. หลักสูตรการศึกษาชั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ครุสภากาดพิริย์
- [2] อริย์ สุจิราเวช. “การพัฒนาผลการเรียนรู้ เรื่อง การบวกและการลบของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัสดุการเรียนรู้ 7 E.” มหาวิทยาลัยศิลปากร, 2553
- [3] Prensky, M. “Digital Game-Based Learning”. New York : McGraw-Hill, 2001.
- [4] Malone, W.T.. “Toward a Theory of Intrinsically Instruction Motivating”. California : Xerox Palo Alto Research CenterPalo Alto, 1981.
- [5] ปิยธิดา ปิยนาวนะพิช. “การพัฒนาผลการเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย โดยใช้เกมปฏิสัมพันธ์เรื่องคอมพิวเตอร์เมืองตัน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนต้น.” 2551
- [6] วรยฐา เสรีวิวัฒนา. “การพัฒนาแอพพลิเคชั่น วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม สำหรับระบบปฏิบัติการ ไอโอเอส บนอุปกรณ์แท็บเล็ต ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5.” 2555
- [7] ศรีสุดา ด้วงโตด. “การพัฒนาเกมคอมพิวเตอร์เพื่อการสอนวิชาคณิตศาสตร์.” 2554
- [8] ครรชิต มากยังวงศ์. ความหมายของมัลติมีเดีย. กรุงเทพฯ: จีเอ็ค จำกัด, 2553.
- [9] ไพบูลย์ ศรีพี. แท็บเล็ต (Tablet) กับการจัดการศึกษาสำหรับนักเรียนในยุคดิจิทัล. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : <http://www.slideshare.net/sompriaw/tablet-21> (วันที่ค้นข้อมูล : 20 กุมภาพันธ์ 2556)
- [10] พะทันนัน พันพุกุจ. การพัฒนาสื่อการสอนบน Tablet ด้วย Adobe Flash CS 5.5 .2557. [ออนไลน์] ข้ามถึงได้จาก : <http://education.pkru.ac.th> (วันที่ค้นข้อมูล : 3 ตุลาคม 2557).
- [11] พรทิพย์ เงินไฟ โภจนา. “การพัฒนาเกมการสอนแบบมัลติมีเดีย เรื่อง ส่วนประกอบของคอมพิวเตอร์และกราฟิกทำงานของคอมพิวเตอร์ สำหรับชั้นที่ 2.” 2552



## การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้แบบ KWSLPA สำหรับการสอนด้านการฝึกประสบการณ์วิชาชีพ Development of KWSLPA Learning Model for Professional Experience

นุชนาฏ ชุมชื่น<sup>1</sup> สุรพันธ์ ตันศรีวงศ์<sup>2</sup> สมศักดิ์ อรรคทิมาภูล<sup>1</sup>

<sup>1</sup> มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 1518 ถนนประชาราษฎร์ 1 กรุงเทพมหานคร 10800

<sup>2</sup> วิทยาลัยเทคโนโลยีจิตรลดتا, 604 สำนักพระราชวัง ถนนเดือป่า ถนนศรีอยุธยา เขตดุลิต กรุงเทพฯ 10300

sassyjang@hotmail.com, stw@kmutnb.ac.th and ssa@kmutnb.ac.th

### บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนารูปแบบการเรียนรู้แบบ KWSLPA สำหรับการเรียนการสอนด้านครุศาสตร์ อุตสาหกรรมซึ่งได้ทำการศึกษาและพัฒนา 6 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นการเตรียมความรู้พื้นฐาน (Know) 2) ขั้นตั้งชุดมุ่งหมายในการเรียนรู้ (What) 3) ขั้นค้นหาหรือสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติม (Search) 4) ขั้นการเรียนรู้ (Learned) 5) ขั้นปฏิบัติลงมือทำ (Practice) และ 6) ขั้นการเรียนสรุปและประเมินผล (Assessment) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ ชุดการสอน เรื่องการนำเข้าสู่บทเรียน และแบบสอบถามความพึงพอใจ กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ ผู้เรียนที่ลงทะเบียนวิชาการฝึกประสบการณ์วิชาชีพ ในหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือจำนวน 29 คน โดยเลือกแบบเจาะจง ผลการวิจัยรูปแบบการเรียนรู้แบบ KWSLPA ผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญในระดับมาก และความพึงพอใจของผู้เรียนที่ผ่านการเรียนการสอนตามรูปแบบที่พัฒนาขึ้น อยู่ในระดับมาก คำสำคัญ: การเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ รูปแบบการเรียนรู้ KWSLPA

### Abstract

*This dissertation aims to give the development of KWSLP learning model for technical education. The studied various instructional models, then the development of KWSLP learning model. The KWSLP learning model consists of 6 processes including the Know (K), What (W), Search (S), Learned (L), Practice (P) and Assessment (A). The research instruments were the manual of KWSLP learning model, lesson plan of motivation method, assessment test and rating-scale questionnaires for contentment. Samples were 29 students who registered in Bachelor of science in technical education program in electrical engineering, Faculty of technical education, King Mongkut's university of technology North Bangkok. The research results were as follows, 1) The degree of the opinion of the KWSLP learning model was high level, 2) The quality of the research instruments were very appropriate, 3) The satisfaction of the sampling group of developed learning model usage was high level. Therefore, the KWSLP learning model can be used efficiently in teaching and learning of professional experience.*

**Keywords:** Student-centered learning, KWSLPA learning model



## 1. บทนำ

การปฏิรูปการศึกษา ตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และแก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2553 ทำให้เกิด การเปลี่ยนแปลงทางการศึกษา ทั้งในระบบโรงเรียน นอก ระบบโรงเรียน และการศึกษาตามอัชญาศัย การจัดการศึกษาที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ การเรียนการสอนในแบบนี้ ทำให้เด็ก เรียนรู้จากการประสบความรู้ด้วยตนเองมากขึ้น การจัดการ เรียนการสอนต้องทำให้สอดคล้องกับความสามารถของเด็กแต่ ละคน ทำให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับกันและกัน ได้แลกเปลี่ยน ข้อมูล ความรู้ ความคิด และประสบการณ์ ผู้เรียนมีบทบาท และมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้ควบคู่ไปการศึกษา ค้นคว้า นำความรู้ที่ได้ไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้ (Application) ซึ่งแตกต่างจากการเรียนการสอนแบบก่อที่ยึด ตัวกรูเป็นศูนย์กลาง มุ่งสอนโดยการเน้นการท่องจำตามตัวกรู ผู้เรียนจึงไม่ได้เรียนรู้อย่างแท้จริง [1] วิธีการจัดการเรียนรู้ที่ เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ อาศัยแนวทางการจัดการเรียนรู้ตาม พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และแก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2553 หมวด 4 เป็นพื้นฐานในการศึกษา ค้นคว้า และพิจารณาเลือกใช้รูปแบบหรือวิธีการจัดการเรียนรู้ได้ตาม ความเหมาะสม [2]

การจัดการเรียนการสอนระดับอุดมศึกษาด้านครุศาสตร์ อุดสาหกรรม กำหนดให้มีการเรียนการสอนในรายวิชาการศึกษา ประสบการณ์วิชาชีพ ซึ่งนักศึกษาต้องผ่านการฝึกทักษะการ สอนแบบบุคคล ต้องปฏิบัติการสอนหน้าชั้นเรียน โดยมี กระบวนการฝึกที่เรียงตามลำดับตั้งแต่ง่ายไปจนถึงยาก ด้วยการ ประยุกต์ใช้หลักเกณฑ์และทฤษฎีต่าง ๆ ทางด้านรายวิชาทาง การศึกษาที่ได้ศึกษามาก่อน และมุ่งเน้นให้ผู้เรียนสร้างแผนการ สอนและต่อการสอนเพื่อคงความสนใจของนักเรียนตลอดจนมี ทักษะและประสบการณ์ในการถ่ายทอดความรู้อย่างเป็นระบบ

จากการศึกษาสภาพการเรียนการสอนการฝึกประสบการณ์ วิชาชีพ หลักสูตรระดับปริญญาตรีที่มีการเรียนการสอนใน สาขาวิชาไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์ หรือที่เกี่ยวข้อง โดยใช้ แบบสอนตามในการเก็บและรวมรวมข้อมูล กลุ่มตัวอย่างเป็น อาจารย์ผู้สอน 5 คน นักศึกษาฝึกสอน 29 คน และนักศึกษา ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ 128 คน จากทั้งหมด 2

สถาบันการศึกษาที่มีการเรียนการสอนในสาขาวิชาไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์ หรือที่เกี่ยวข้อง ผลการศึกษาพบว่า ความสามารถในการถ่ายทอดความรู้ของนักศึกษาฝึกสอน และ รูปแบบการสอนอย่างเป็นขั้นตอน มีปัญหาอยู่ในระดับมาก สำหรับประเด็นที่ต้องการในการพัฒนาคือ การพัฒนาด้านการ ถ่ายทอดความรู้ และรูปแบบการจัดการเรียนการสอนให้เน้น ผู้เรียนเป็นสำคัญ

จากความเป็นมาและความสำคัญดังกล่าว ผู้วิจัยได้เลือกเห็น ถึงความสำคัญในการพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ทางด้าน ครุศาสตร์อุดสาหกรรมและตระหนักรถึงปัญหาที่พบจาก การศึกษาสภาพปัจจุบัน จึงได้พัฒนารูปแบบการเรียนรู้ เพื่อใช้ ในการเรียนการสอน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ ประกอบกับ การเรียนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการเรียนรู้เพิ่มขึ้น

### 1.1 วัตถุประสงค์การวิจัย

1.1.1 เพื่อพัฒนารูปแบบการเรียนรู้แบบ KWSLPA

1.1.2 เพื่อสำรวจความพึงพอใจของผู้เรียนที่ผ่านการ เรียนการสอนตามรูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นสำหรับ ประยุกต์ใช้ในการศึกษา เรื่อง การนำเข้าสู่บทเรียน

### 1.2 สมมติฐานของการวิจัย

ความพึงพอใจของนักศึกษาที่ผ่านการเรียนการสอนเรื่อง การนำเข้าสู่บทเรียน โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนที่ พัฒนาขึ้นอยู่ในระดับมากขึ้นไป

## 2. การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้

จากการทบทวนและศึกษารูปแบบการเรียนการสอนที่เน้น ผู้เรียนเป็นสำคัญพบว่าการจัดการเรียนการสอนในปัจจุบันส่วน ใหญ่ มุ่งเน้นผู้เรียนมีบทบาทสำคัญในกระบวนการเรียนการ สอนภายในห้องเรียนเพิ่มมากขึ้น เช่น มีการทำกิจกรรมในชั้น เรียน มีการตั้งประเด็นปัญหา มีการอภิปรายกลุ่มย่อย มีการ สร้างสรรค์ชีวิตงานใหม่ ๆ เป็นต้น ดังนั้นผู้วิจัยได้นำรูปแบบ แนวคิดดังกล่าวร่วมกับทฤษฎีของการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) และทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองโดย การสร้างสรรค์ชีวิตงาน (Constructionism) เป็นแนวทางหลักใน การออกแบบการเรียนรู้แบบ KWSLPA และดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 รูปแบบการเรียนรู้แบบ KWSLPA

จากการที่ 1 แสดงรูปแบบการเรียนรู้แบบ KWSLPA เป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับนวัตกรรมทางการศึกษา [3] แนวคิดที่เป็นพื้นฐานของ การจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ หลักการจัด กิจกรรมการเรียนการสอนในชั้นเรียน บทบาทหน้าที่ของครู แนวการจัดกิจกรรมการเรียนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เพื่อนำ ร่วมเป็นกรอบความคิดในการสร้างนวัตกรรมการเรียนการสอน ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ดังนี้

1) ขั้นการเตรียมความรู้พื้นฐาน (Know : K) ประกอบด้วย

กิจกรรมการเรียนการสอน ดังนี้

1.1 ผู้สอนทบทวนความรู้เดิมของผู้เรียน

1.2 ผู้เรียนระดมสมอง / ทบทวนความรู้เดิม

1.3 ผู้เรียนเขียนผังความคิด

2) ขั้นตั้งคุณวัตถุประสงค์ในการเรียนรู้ (What : W) ประกอบ ด้วยกิจกรรมการเรียนการสอน ที่ผู้เรียนต้องการรู้อะไรเพิ่มเติม ให้ทำการเขียนสิ่งที่ต้องการรู้เพิ่มเติมจากการที่ผู้สอนทบทวน ความรู้เดิม และการระดมสมองสิ่งที่ต้องการรู้เพิ่มเติมจากนั้นมี อะไรบ้าง

3) ขั้นค้นหาหรือสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติม (Search : S)

ประกอบด้วยกิจกรรมการเรียนการสอน ที่ผู้เรียนระดม สมอง ค้นหาความรู้เพิ่มเติมจากสิ่งที่ต้องการรู้เพิ่มเติม โดยการ ค้นความรู้จากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ ที่สามารถทำได้

4) ขั้นการเรียนรู้ (Learned : L) ประกอบด้วยกิจกรรม การเรียนการสอน ที่นักศึกษาทำการเขียนสรุปข้อมูลที่ศึกษา เพิ่มเติมได้

5) ขั้นปฏิบัติลงมือทำ (Practice : P) ประกอบด้วย กิจกรรมการเรียนการสอน ดังนี้ นักศึกษานำข้อมูลที่ศึกษา เพิ่มเติม ได้มาลงมือปฏิบัติแก่ปัญหา หรือสร้างชิ้นงานขึ้นตอนนี้ อยู่ในลักษณะของการมอบหมายงานจากครูผู้สอนให้นักศึกษา ไปดำเนินกิจกรรมแล้วมาส่งตามช่วงเวลาที่กำหนด

6) ขั้นการเขียนสรุปและนำเสนอ(Assessment : A) เป็น กิจกรรมเพิ่มเติมในขั้นตอนหลัก KWSLPA หลังจากผู้เรียนได้ เรียนรู้ และเขียนข้อมูลที่ได้จากขั้น W, S และ L แล้ว นำข้อมูล นั้นไปปฏิบัติหรือสร้างชิ้นงานขึ้น และจัดกิจกรรมส่งเสริมการ เรียนรู้ เช่น การนำเสนอผลงานหรืออภิปรายผล ขั้นตอนนี้ครู- อาจารย์จะต้องมีเกณฑ์การสั่งงาน การตรวจงานที่ชัดเจน เพื่อ เป็นแนวทางในการประเมินผลงานของนักศึกษา แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับขั้นตอนนี้จะเป็นทฤษฎีการสร้างความรู้ ด้วยตนเองโดยใช้หลักการของ การสร้างสรรค์ชิ้นงานโดยอาศัย สื่อและเทคโนโลยีที่เหมาะสม และจะส่งผลให้เห็นความคิดที่ เป็นรูปธรรมชัดเจนมากขึ้น

### 3. การดำเนินการวิจัย

#### 3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและพัฒนารูปแบบการเรียนรู้แบบ KWSLPA ประกอบไปด้วย คู่มือการใช้งานของ KWSLPA Model แผนการเรียนการสอนเรื่องการนำเสนอข้าสู่นักเรียน ลี ล่า ไลค์ดีลีกทرونิกส์ แบบสอบถามความพึงพอใจ และแบบ ประเมินเครื่องมือวิจัยสำหรับผู้เชี่ยวชาญ แสดงดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 เครื่องมือวิจัย

### 3.2 การเก็บรวบรวมข้อมูล

#### การเก็บรวบรวมข้อมูลมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

3.2.1 นำแบบประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการเรียนรู้แบบ KWSLPA เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญด้านการศึกษาจำนวน 3 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญด้านวิศวกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์จำนวน 2 ท่าน เพื่อรับการประเมิน และปรับปรุงแก้ไข

3.2.2 นำแบบประเมินเครื่องมือวิจัย (คู่มือครุ แผนการสอน สื่อการเรียน และการประเมินผล) เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ เพื่อรับการประเมินและปรับปรุงแก้ไขซึ่งใช้ผู้เชี่ยวชาญชุดเดียวกันกับข้อ 3.2.1

3.2.3 ดำเนินการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียนรู้แบบ KWSLPA กับกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นนักศึกษาภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ จำนวน 29 คน โดยเลือกแบบเจาะจง ตามสภาพของห้องเรียนจริง

3.2.4 วิเคราะห์หาค่าความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อการจัดการเรียนการสอน

### 3.3 การวิเคราะห์ผลและสถิติที่ใช้ในการวิจัย

วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของแบบประเมินจากผู้เชี่ยวชาญตามข้อ 3.2.1 และ 3.2.2 รวมไปถึง แบบสอบถามความพึงพอใจ (ข้อ 3.2.4) ด้วยโปรแกรมสำหรับ SPSS เมื่อจากข้อคำถามที่ปรากฏในแบบประเมิน มีลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) จึงใช้วิธีการหาค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน [4]

## 4. ผลของการวิจัย

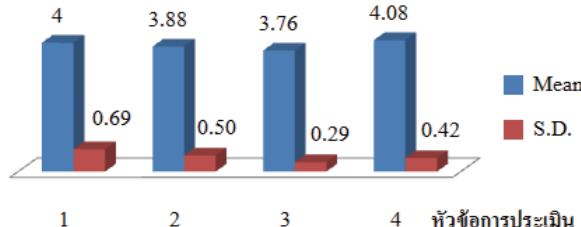
### 4.1 ผลการประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการเรียนรู้ KWSLPA Model

ตารางที่ 1 ผลการประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการเรียนรู้

หัวข้อการประเมิน	Mean	S.D.	แปลผล
1. รูปแบบการเรียนการสอน	4.00	0.69	มาก
2. กิจกรรมประกอบการเรียนการสอน	3.88	0.50	มาก
3. สื่อสนับสนุนการเรียนการสอน	3.76	0.29	มาก
4. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้	4.08	0.42	มาก
รวม	3.93		มาก

จากตารางที่ 1 พบว่าผู้เชี่ยวชาญประเมินด้านรูปแบบการเรียนการสอนอยู่ในระดับมาก (Mean = 4.00) และการวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้อยู่ในระดับมาก (Mean = 4.08) ผลการประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการเรียนรู้มีค่าเฉลี่ยรวมที่ 3.93 ถือว่าผ่านเกณฑ์ความเหมาะสมอยู่ที่ระดับมาก

ผลการประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการเรียนรู้



ภาพที่ 3 ผลการประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการเรียนรู้

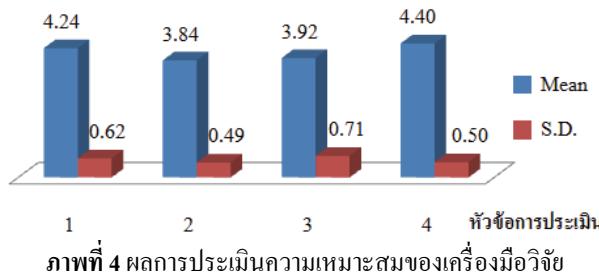
### 4.2 ผลการประเมินความเหมาะสมของเครื่องมือวิจัย (คู่มือครุ แผนการสอน สื่อการเรียน และการประเมินผล)

ตารางที่ 2 ผลการประเมินความเหมาะสมของเครื่องมือวิจัย

หัวข้อการประเมิน	Mean	S.D.	แปลผล
1. แผนการสอน	4.24	0.62	มาก
2. สื่อสไลด์อิเล็กทรอนิกส์	3.84	0.49	มาก
3. สื่อวิดีโอการใช้อุปกรณ์	3.92	0.71	มาก
4. รูปแบบการประเมินผล	4.40	0.50	มาก
รวม	4.10		มาก

จากตารางที่ 2 พบว่าผู้เชี่ยวชาญประเมินความเหมาะสมของเครื่องมือวิจัย มีค่าเฉลี่ยรวมที่ 4.10 ถือว่าผ่านเกณฑ์การประเมินที่ระดับมาก สำหรับรายละเอียดของผลการประเมินสามารถแสดงดังภาพที่ 4 โดยจะพบว่ารูปแบบของการประเมินผลของเครื่องมือวิจัยที่พัฒนาขึ้น จากผลการประเมินความเหมาะสม โดยผู้เชี่ยวชาญมีความเหมาะสมสมอยู่ในระดับสูงที่สุด และสื่อสไลด์อิเล็กทรอนิกส์มีค่าอยู่ในระดับต่ำที่สุด

## ผลการประเมินความเหมาะสมของเครื่องมือวิจัย

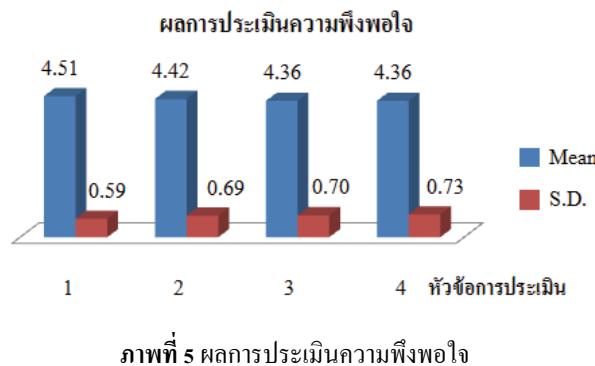


#### 4.3 ผลการประเมินความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อการจัดการเรียนการสอน

### ตารางที่ 3 ผลการประเมินความพึงพอใจ

หัวข้อการประเมิน	Mean	S.D.	แปลผล
1. ด้านบรรยายการเรียน	4.51	0.59	มากที่สุด
2. ด้านกิจกรรมการเรียน	4.42	0.69	มาก
3. ด้านการจัดการเรียนการสอน	4.36	0.70	มาก
4. ด้านสื่อการเรียนการสอน	4.36	0.73	มาก
รวม	4.41		มาก

จากตารางที่ 3 พบว่า นักศึกษามีความพึงพอใจต่อรูปแบบการเรียนรู้แบบ KWSLPA ที่ระดับมาก (Mean = 4.41) สำหรับรายละเอียดของผลการประเมินสามารถแสดงในรูปแบบของกราฟดังภาพที่ 5 โดยจะพบว่าด้านบรรยายกาศของการเรียนจากผลการประเมินความเหมาะสม โดยผู้เรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับสูงที่สุด รองลงมาเป็นด้านกิจกรรมการเรียน ซึ่งแสดงให้เห็นว่าสื่อการสอนและการดำเนินกิจกรรมของผู้เรียนเป็นส่วนสำคัญในการจัดการเรียนการสอนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนสนใจเพิ่มมากขึ้น



## 5. สรุปผลการวิจัย

บทความวิจัยนี้ เป็นการนำเสนอการพัฒนารูปแบบการเรียน การสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยมีแนวทางการจัดการเรียน การสอนตามรูปแบบการเรียนรู้แบบ KWSLPA เพื่อสร้างการ จูงใจในการนำเข้าสู่บทเรียน สำหรับการเรียนการสอนด้านครุ ศาสตร์อุตสาหกรรม โดยปิเชชุดการสอนและรูปแบบการเรียน การสอนที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น ซึ่งผลการประเมินความเหมาะสม ของรูปแบบการเรียนรู้และคุณภาพของชุดการสอนพบว่า

1) รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นผ่านการประเมินความเหมาะสม จากผู้เชี่ยวชาญที่ระดับมาก (Mean = 3.93) ดังนี้สรุปได้ว่า รูปแบบการเรียนรู้แบบ KWSLPA สามารถนำไปใช้เป็นรูปแบบการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2) เครื่องมือวิจัยที่พัฒนาขึ้นซึ่งประกอบไปด้วย คู่มือครุ  
แผนการสอนและสื่อการสอน ผ่านการประเมินความเหมาะสม  
จากผู้เชี่ยวชาญที่ระดับมาก (Mean = 4.10) และคงว่าดุลการสอน  
เรื่องการนำเสนอสู่บทเรียนสูงที่สร้างขึ้นสามารถนำไปเป็น  
เครื่องมือประกอบการเรียนการสอนได้เป็นอย่างดี

3) ผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อรูปแบบการเรียนการสอนที่ระดับมาก ( $Mean = 4.41$ ) แสดงว่าผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อกระบวนการเรียนการสอนและมีเจตคติที่ดีต่อรูปแบบการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น

โดยภาพรวม รูปแบบการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น มีความหมายสอดคล้องกับความต้องการของนักเรียน ซึ่งถือว่ารูปแบบการเรียนรู้แบบ KWSLPA สามารถนำไปใช้กับการเรียนการสอนได้เป็นอย่างดี สำหรับข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป ควรมีการพัฒนาชุดการสอนสำหรับเรื่องอื่น ๆ และวิเคราะห์รูปแบบการเรียนรู้แบบ KWSLPA ไปทดลองทางประสมติทักษิภาพการเรียนรู้ต่อไป

## 6. เอกสารอ้างอิง

- [1] คณะกรรมการปฏิรูปการเรียนรู้ คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. บัญชีการเรียนรู้ที่นักเรียนเป็นสำคัญที่สุด. กรุงเทพฯ : สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2543.
- [2] กระทรวงศึกษาธิการ. พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ (ฉบับที่ 3) พ.ศ.2553. องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์ (ร.ส.พ.). กรุงเทพฯ, 2553.
- [3] ดร. เอียน สมิธ, ดร. อองค์ วิเศษสุวรรณ, “การจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ” วารสารศึกษาศาสตร์ ปีที่ 18 ฉบับที่ 2 พฤษภาคม 2549 – มีนาคม 2550.
- [4] ธนาินทร์ คิดป่าจุ้ย. การวิจัยและวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วย SPSS และ AMOS. พิมพ์ครั้งที่ 13. เอส.อาร์.พรีนดิ้ง แมสโปรดักส์. กรุงเทพฯ, 2555



## การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอน วิชาโปรแกรมเมเบิลโลจิกคอนโทรลเลอร์

หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2546

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

### The Construction and Efficiency Evaluation of the Instructional Packet for Programmable Logic Controller Course Curriculum for Diploma of Vocational Education 2003 Vocational Education Commission

พระคัคคี บุญพา ฉุนพล อุ่นชัยบรรจิด นริศร แสง堪นอง และวัฒนา แก้วมณี

ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ 1518 ถนนพิบูลสงคราม เขตบางซื่อ กรุงเทพฯ

jumponu@kmutnb.ac.th, nss@kmutnb.ac.th, wattanak@kmutnb.ac.th

#### บทคัดย่อ

จากการเรียนการสอนในวิชาโปรแกรมเมเบิลโลจิกคอนโทรลเลอร์ นักศึกษามีความเข้าใจน้อย ซึ่งทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ เมื่อจากการเรียนการสอนเน้นบรรยาย ขาดชุกสื่อกปฎิบัติจริง ทางผู้วิจัยจึงมีแนวคิดสร้างสื่อการเรียนการสอน ชุดทดลอง โดยชุดทดลองมีการสร้างกล่องทดลอง และหุ่นยนต์เพื่อให้มีความน่าสนใจต่อการเรียนการสอน และนำไปทดลองใช้เพื่อนำไปวิเคราะห์ค่าค่าประสิทธิภาพของชุดการสอนและการเปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน ประสิทธิภาพของชุดการสอนวิชา โปรแกรมเมเบิลโลจิกคอนโทรลเลอร์ ที่สร้างขึ้นเท่ากับ  $79.63/75.38$  ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้  $80/80$  และจากการทดสอบด้วยสถิติค่าที่โดยนักศึกษาที่เรียนด้วยชุดการสอนมีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าคะแนนก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ  $.05$  แสดงว่านักศึกษามีความรู้เพิ่มขึ้นหลังจากการเรียนด้วยชุดการสอนนี้

**คำสำคัญ:** ชุดการสอน โปรแกรมเมเบิลโลจิกคอนโทรลเลอร์

#### Abstract

The learning achievement of programmable logic control course is unappreciated due to the theoretical oriented teaching style and the lack of practice training set. Thus, author is interested to create an experimental set for this course. The experimental set has control box and robot for drawing attention from students and enhancing the learning process. The learning progress was analyzed by comparing between pre-test and post-test and t-test was used for testing statistically hypothesis. The results revealed that the instructional Set had the efficiency of  $79.63/75.38$  which lowers than the set criterion  $80/80$ . However, the comparison between pre-test and post-test scores reported statistic significant difference at  $.05$ . Learning achievement after using the developed instructional Set was higher than before using it.

**Keyword:** Instructional Package, Programmable Logic Controller

## 1. บทนำ

การเรียนการสอนวิชาโปรแกรมเมเบิลօจิกค่อนໂທຣລເລອ່ວ໌ มีความสำคัญและเป็นพื้นฐานความรู้ของศึกษาทางด้านระบบควบคุมอัตโนมัติ ผู้วิจัยได้สอบถามอาจารย์ผู้สอน ในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา พบว่า การจัดการเรียนการสอนของวิชาโปรแกรมเมเบิลօจิกค่อนໂທຣລເລອ່ວ໌ ยังขาดความพร้อม ซึ่งสามารถสรุปปัญหาได้ดังนี้

ด้านครุผู้สอน ครุผู้สอนใช้วิธีการสอนแบบบรรยายเป็นหลัก เน้นครุเป็นศูนย์กลาง มุ่งให้นักศึกษาเกิดการเรียนรู้จาก การจำเนื้อหาสาระมากกว่าลงมือปฏิบัติจนเกิดความเข้าใจ ครุผู้สอนไม่ใช่สื่ออุปกรณ์การสอนในการเรียนการสอน สื่ออุปกรณ์การเรียนการสอนมีไม่พอเพียง และราคาแพง

ด้านนักศึกษา นักศึกษาเคยชินต่อการเรียนการสอนที่นั่งฟัง และจำเนื้อหาสาระมากกว่าการคิดค้นด้วยตนเอง หลังจากวิชาโปรแกรมเมเบิลօจิกค่อนໂທຣລເລອ່ວ໌ แล้วไม่มีนั่นใจ ว่าจะสามารถนำเอาเครื่องพีເອລັ້ງໄປใช้ความคุณอุปกรณ์ໄຟຟ້າໃນได้ นักศึกษาขาดทักษะในการแสดงหาความรู้ด้วยตนเอง ด้านกิจกรรมการเรียนการสอนครุผู้สอนไม่เปิดโอกาสให้นักศึกษาเกิดการเรียนรู้จากการปฏิบัติ

จากการสำรวจความคุ้มครองปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยได้ตระหนักรึงความสำคัญในการหาแนวทางและวิธีการแก้ไขปัญหา โดยการสร้างชุดการสอน (Instructional Package) ซึ่งประกอบด้วย ชุดทดลองวิชาโปรแกรมเมเบิลօจิกค่อนໂທຣລເລອ່ວ໌ คุณมีครุ และสื่อการเรียนการสอน ในเรื่องความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับโปรแกรม FPWIN GR2 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับโปรแกรม GTWIN การควบคุม 모เตอร์ໄຟຟ້າ กระแสตรงด้วยพีເອລັ້ງ และการควบคุมมอเตอร์สเต็ปปิงด้วยพีເອລັ້ງ วิชาโปรแกรมเมเบิลօจิกค่อนໂທຣລເລອ່ວ໌ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี สืบเนื่องจากหัวข้อดังกล่าวมีความสำคัญและยังเป็นปัญหาในการเรียนการสอนวิชาโปรแกรมเมเบิลօจิกค่อนໂທຣລເລອ່ວ໌ เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาที่ยกและซับซ้อน ได้ง่ายขึ้น และส่งผลให้ผู้เรียนมีผลลัพธ์ที่ทางการเรียนที่ดีขึ้น

## 2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### 2.1 การสร้างชุดการสอน

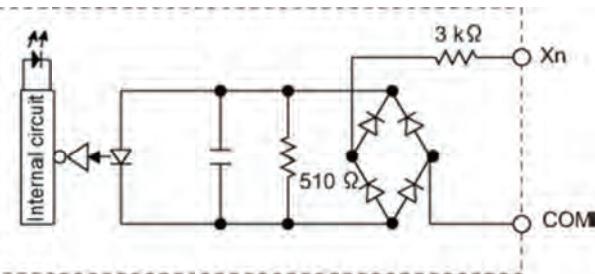
หลักการและทฤษฎีที่สำคัญที่ต้องคำนึงถึงในการสร้างชุดการสอน คือ ความแตกต่างระหว่างบุคคล การนำสื่อประสมมาใช้ เป็นการนำเอาสื่อการสอนหลากหลายประเภทมาใช้ สมัพน์กันอย่างมีระบบ เพื่อที่จะเปลี่ยนแปลงการเรียนการสอนจากเดิมที่เคยใช้ครุเป็นแหล่งให้ความรู้หลัก มาเป็นการจัดประสบการณ์ให้ผู้เรียน เรียนด้วยการใช้แหล่งความรู้จากสื่อประเภทต่างๆ การใช้วิเคราะห์ระบบ (System Analysis) มีการทดลองปรับปรุงจนมีประสิทธิภาพอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน เป็นที่ต้องดึงจึงจะนำเอาไปใช้งาน ได้ [1], [2], [3]

การหาประสิทธิภาพชุดการสอน [4] ได้จากการวัดผลค่า คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทั้งหมด จากการทำแบบทดสอบท้าย หน่วยเรียนทุกหน่วยการเรียน และจากการทำแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยมีการกำหนดเกณฑ์ในการหาประสิทธิภาพไว้หลากหลาย คือ 80/80 85/85 และ 90/90 ทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับลักษณะของรายวิชาและเนื้อหา

### 2.2 เนื้อหาวิชาโปรแกรมเมเบิลօจิกค่อนໂທຣລເລອ່ວ໌

โปรแกรมเมเบิลօจิกค่อนໂທຣລເລອ່ວ໌ (Programmable Logic Controller) เรียกย่อ ๆ ว่า PLC เป็นอุปกรณ์ควบคุม อิเล็กทรอนิกส์ที่มีหน่วยความจำในการเก็บโปรแกรมสำหรับควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่เชื่อมต่อกันอินพุตและเอาต์พุต ของ PLC

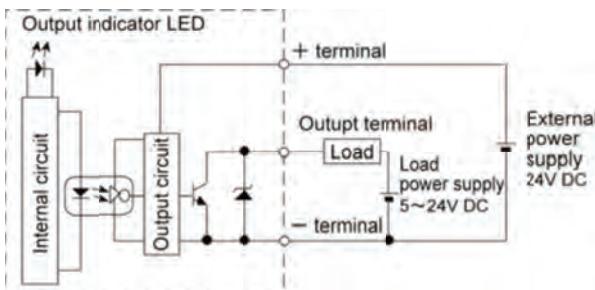
โครงสร้างภายในของภาคอินพุต จะเป็นลักษณะของ Opto Coupler หากเกิดการเสียหายจากการลัดวงจร (Short Circuit) ที่ภาคอินพุต จะไม่มีผลกระทบต่อ ชิพปุ๊บ หรือภาคอื่น ๆ ของพีເອລັ້ງ ดังภาพที่ 1 [5]



ภาพที่ 1 โครงสร้างอินพุต X0 , X1 , X3 และ X4 ของพีເອລັ້ງรุ่น FP SIGMA (FPG)



โครงสร้างของเอาต์พุตของพีเออลซี รุ่น FP SIGMA (FPG) จะเป็นลักษณะของ Opto Coupler หากเกิดการเสียหาย จากการลัดวงจร (Short Circuit) ที่ภาคอินพุต จะไม่มีผล ต่อ ซีพียู หรือภาคอื่นของพีเออลซีดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 โครงสร้างเอาต์พุต Y0 , Y1 , Y3 , Y4 ของพีเออลซี รุ่น FP SIGMA (FPG)

### 2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

พิเชย์ชี้ [6] ทำการวิจัยเรื่อง การสร้างและหาประสิทธิภาพ ชุดการสอน วิชาชีวกรรมการสื่อสารอิเล็กทรอนิกส์ เรื่อง ระบบการสื่อสารแบบดิจิตอล หลักสูตรอุตสาหกรรมศาสตร์ บัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร วิทยาเขต พระนครเหนือ โดยนำไปใช้กับนักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาเทคโนโลยีโทรคมนาคม จำนวน 21 คน ผลการวิจัยปรากฏว่า ประสิทธิภาพของชุดการสอน ที่สร้างขึ้น เท่ากับ 86.54/84.41 ซึ่งสูงกว่าสมดัจจุณที่ตั้งไว้ 80/80 จากการทดสอบด้วยสถิติ t-test ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .01

ศรันย์ [7] ทำการวิจัยเรื่อง การสร้างและหาประสิทธิภาพ ชุดการสอน วิชาระบบโทรศัพท์ หลักสูตรประกาศนียบัตร วิชาชีพชั้นสูง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล โดยนำไปใช้ กับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 2 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุรนารี วิทยาเขตหนองบุรี จำนวน 22 คน ผลการวิจัยปรากฏว่า ประสิทธิภาพของชุดการสอน ที่สร้างขึ้นเท่ากับ 82.10/80.08 ซึ่งเฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 80/80 จากการทดสอบด้วยสถิติ t-test ที่ ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05

กฤญา [8] ทำการวิจัยเรื่อง การสร้างและทดสอบ ประสิทธิภาพชุดการสอน วิชาการสื่อสารทางแสง หลักสูตร อุตสาหกรรมศาสตร์บัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล

โดยนำไปใช้กับนักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ ชั้นปีที่ 3 ภาคสมบูรณ์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตภาคพายัพ จำนวน 13 คน ผลการวิจัยปรากฏว่า ประสิทธิภาพของชุดการสอน ที่สร้างขึ้นเท่ากับ 80.44/80.32 ซึ่งเฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 80/80 จากการทดสอบด้วยสถิติ t-test ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05

### 3. วิธีการดำเนินการวิจัย

#### 3.1 ศึกษาข้อมูลเบื้องต้น

ศึกษารายละเอียด คำอธิบายรายวิชา โปรแกรมเมเบิลโลจิก คอนโทรลเลอร์ รหัสสิ่งที่ 3105-2103 จำนวน 4 ชั่วโมง 3 หน่วยกิต

#### 3.2 วิเคราะห์ปัญหา

การจัดการเรียนการสอน รายวิชา โปรแกรมเมเบิลโลจิก คอนโทรลเลอร์ เป็นวิชาที่ต้องศึกษาทั้งทฤษฎีและปฏิบัติ เดิม ผู้สอนจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเป็นแบบบรรยาย ประกอบการใช้สื่อเพาเวอร์พอยต์ นักศึกษาไม่มีความเข้าใจ หลักการทำงานของพีเออลซี ขาดสื่อการสอนที่ชัดเจน จึงต้องการ สนับสนุนนักศึกษา ทางผู้วิจัยจึงมีแนวคิดสร้างชุดการสอน

#### 3.3 การออกแบบชุดการสอน

3.3.1 รายวิชา โปรแกรมเมเบิลโลจิก คอนโทรลเลอร์ ทางผู้วิจัยวิเคราะห์เนื้อหารายวิชาและนำเสนอสร้างชุดการสอน 4 หน่วย ซึ่งยังไม่ครอบคลุมรายวิชาทั้งหมด โดยมี 4 หน่วย ดังนี้ หน่วยที่ 1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับโปรแกรม 1FPWIN GR2 หน่วยที่ 2 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับโปรแกรม 2GTWIN หน่วยที่ 3 การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงด้วยพีเออลซี 3 หน่วยที่ 4 การควบคุมมอเตอร์สเต็ปปีน้ำด้วยพีเออลซี 4

#### 3.3.2 คู่มือครุ

#### 3.3.3 สื่อการเรียนการสอน ประกอบด้วย

##### 3.3.3.1 เพาเวอร์พอยต์

##### 3.3.3.2 ชุดทดลอง

### 3.4 ดำเนินการสร้างชุดการสอน

#### 3.4.1 วิเคราะห์ข้อมูลรายวิชา

ผู้วิจัยได้ศึกษาหลักสูตรและค้นคว้าหนังสือ ตำรา เอกสาร เพื่อเป็นแนวทางในการกำหนดกรอบและวิเคราะห์



หลักสูตรรายวิชา เพื่อให้ได้หน่วยเรียน หัวเรื่อง และ วัตถุประสงค์เชิงพุทธิกรรม โดยพิจารณาให้สอดคล้องกับ วัตถุประสงค์ของหลักสูตร

3.4.2 สร้างคู่มือครุ ประกอบด้วย แผนการสอน แบบ ร่างกระดาษ ใบเนื้อหา และแบบทดสอบ/เฉลย

3.4.3 สร้างสื่อการเรียนการสอน

3.4.3.1 การสร้างสื่อนำเสนอด้วยเพาเวอร์พอยต์



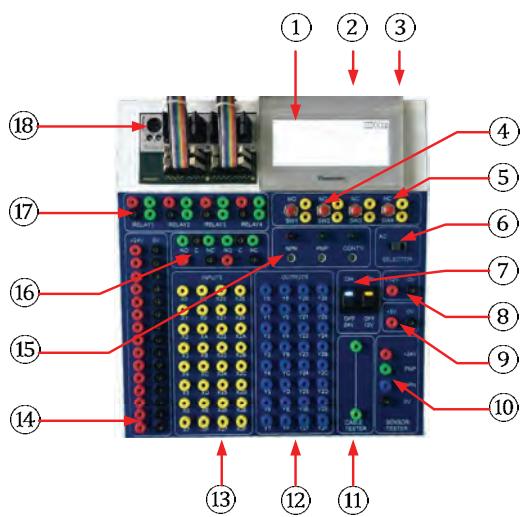
ภาพที่ 3 : ตัวอย่างสื่อการสอน (เพาเวอร์พอยต์)

3.4.3.2 ชุดทดลอง

1) ออกแบบใบประลองการทดลอง โดยศึกษาข้อมูล จากวัตถุประสงค์เชิงพุทธิกรรม ที่ได้จากการวิเคราะห์เนื้อหา รายวิชา

2) การออกแบบชุดทดลอง แบ่งออกเป็น 2 ส่วน

การออกแบบกล่องชุดควบคุม ทำหน้าที่บรรจุและ ติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ ดังภาพที่ 4 และภาพที่ 5

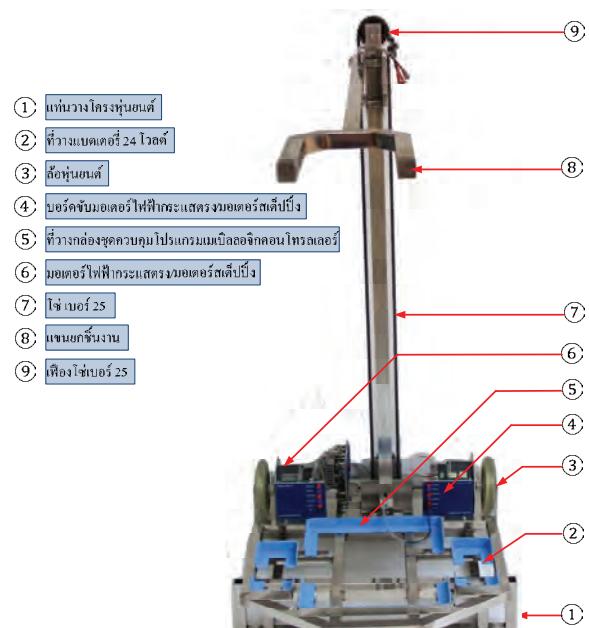


ภาพที่ 4 : ค้านหน้ากล่องทดลอง

- ① จอยสั่งการและแสดงผล
- ② ไฟว์ 220 V 5 A และ 24 V 10A
- ③ สวิตช์ 220 โวลต์
- ④ สวิตช์ขักดิบปล่อยตัว (Normally Open: NO)
- ⑤ สวิตช์ขักดิบปิดอยู่ติด (Normally Close: NC)
- ⑥ สวิตช์ Selector เลือกดำเนินการ AC,DC
- ⑦ สวิตช์ 24 โวลต์ และ 12 โวลต์
- ⑧ แหล่งจ่ายไฟ 12 โวลต์
- ⑨ แหล่งจ่ายไฟ 24 โวลต์
- ⑩ ทดสอบเชนเชอร์
- ⑪ ทดสอบสายประภากวนวงจร
- ⑫ เอ้าต์พุต 32 ชุด
- ⑬ อินพุต 32 ชุด
- ⑭ แหล่งจ่ายไฟ 24 โวลต์
- ⑮ ตัวแสดงผล LED และ BUZZER
- ⑯ รีเลย์ 24 V ชนิดขานวนหน้าตัวผู้สัมผัสดีบวเกลี่ยนดำเนินการนั่งเดี่ยว × 4
- ⑰ รีเลย์ 24 V ชนิดขานวนหน้าตัวผู้สัมผัสดีบวเกลี่ยนสองดำเนินการนั่ง × 2
- ⑱ ฟิลเตอร์และถ่านที่ขยายออก

ภาพที่ 4 : รายละเอียดหน้ากล่องทดลอง

การออกแบบชุด โครงหุ้นยนต์มอเตอร์ไฟฟ้า กระแสตรงและชุด โครงหุ้นยนต์มอเตอร์สเก็ปปิ้ง ผู้จัดได้ ออกแบบโครงสร้างของชุดทดลอง ดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 : ชุดโครงหุ้นยนต์มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง



### 3.5 แบบแผนการทดลอง

การวิจัยครั้งนี้เป็นการทดลองแบบกลุ่มเดียว (One Group Pre-test Post-test Design) โดยจะทำการทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 20 คน โดยทำการทดสอบก่อนและหลังเรียน

### 3.6 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ดำเนินการทดลองเพื่อทดสอบประสิทธิภาพของชุดการสอนที่สร้างขึ้น โดยนำไปทดลองกับนักศึกษาระดับประกาศนียบตริวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 2 สาขาวางานอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556 วิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี จำนวน 20 คน ซึ่งเป็นนักศึกษาที่เรียนกับผู้ทำวิจัย



ภาพที่ 6 : การนำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

## 4. ผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและทดสอบประสิทธิภาพของชุดการสอน โดยนำเสนอผลของการวิจัยตามลำดับ ดังนี้

### 4.1 ชุดการสอน

ชุดการสอนวิชาโปรแกรมเมเบิลอดจิกคอน โทรลเลอร์ มีรายละเอียดส่วนประกอบของชุดการสอน ดังต่อไปนี้ คู่มือครรภ์ ประกอบด้วย แผนการสอน วัตถุประสงค์เชิงพุติกรรม ตารางปฏิบัติการ แบบร่างกระดาน ใบเนื้อหา ใบรายการตามตอบ แบบทดสอบท้ายหน่วยเรียนและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนพร้อมค้ำยเอกสารประกอบการเรียน สื่อการสอน ได้แก่ โปรแกรมนำเสนอเพาเวอร์พอยท์ และชุดทดลองวิชา โปรแกรมเมเบิลอดจิกคอน โทรลเลอร์จำนวน 4 ชุด ดังภาพที่ 7 และภาพที่ 8



ภาพที่ 7 : คู่มือครรภ์วิชาโปรแกรมเมเบิลอดจิกคอน โทรลเลอร์



ภาพที่ 8 : ชุดทดลองวิชาโปรแกรมเมเบิลอดจิกคอน โทรลเลอร์

### 4.2 วิเคราะห์ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญต่อชุดการสอน

ผู้วิจัยได้นำแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อชุดการสอนวิชา โปรแกรมเมเบิลอดจิกคอน โทรลเลอร์ หลักสูตรประกาศนียบตริวิชาชีพชั้นสูง สาขาวิชา อิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี ไปให้ผู้เชี่ยวชาญทำการประเมิน โดยผลการประเมินคุณภาพชุดการสอนทุกค้าน มีค่าเฉลี่ยความคิดเห็นเท่ากับ ( $\bar{X}=4.36, S.D.=0.30$ ) หมายความว่าผู้เชี่ยวชาญเห็นด้วยมากกับชุดการสอนที่สร้างขึ้น

### 4.3 การทดสอบประสิทธิภาพชุดการสอน

ตารางที่ 1 ผลวิเคราะห์ประสิทธิภาพชุดการสอน

แบบทดสอบ	<i>N</i>	$\bar{X}$	<i>S.D.</i>	ร้อยละ
แบบทดสอบทักษะทั่วเรียน ( $E_1$ )	20	63.70	5.42	79.63
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ( $E_2$ )	20	60.30	10.49	75.38

จากตารางที่ 1 สรุปว่า ชุดการสอน วิชาโปรแกรมเมเบิลอดจิกคอน โทรลเลอร์ ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ  $79.63/75.38$  ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ร้อยละ 80/80

#### 4.4 การวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียน

เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียน โดยการนำคะแนนแบบทดสอบก่อนเรียน (Pre-Test) และคะแนนแบบทดสอบหลังเรียน นำมาทำการวิเคราะห์เพื่อหาความก้าวหน้าทางการเรียน ตามตารางที่ 2 ตารางที่ 2 คะแนนเฉลี่ยความก้าวหน้าทางการเรียนของนักศึกษา

ก่ออุ่นด้วยย่าง

คะแนนแบบทดสอบ	<i>N</i>	$\bar{X}$	S.D.	<i>t<sub>c</sub></i>	<i>t<sub>f</sub></i>
แบบทดสอบก่อนเรียน (item 80)	20	35.00	10.51	13.32	1.729
แบบทดสอบหลังเรียน (item 80)	20	63.70	5.42		

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 แสดงว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนสูงขึ้นหลังจากได้เรียนด้วยชุดการสอน (วิชาโปรแกรมเมเบิล络จิกคอน โทรลเลอร์

#### 5. สรุปผลการวิจัย

##### 5.1 สรุปผล

การเรียนการสอนในวิชาโปรแกรมเมเบิล络จิกคอน โทรลเลอร์ นักศึกษามีความเข้าใจน้อย ซึ่งทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ เนื่องจากการเรียนการสอนเน้นบรรยาย ขาดชุดฝึกปฏิบัติจริง ทางผู้จัดเรียนมีแนวคิดสร้างสื่อการเรียนการสอน ชุดทดลอง และนำไปทดลองใช้เพื่อนำไปวิเคราะห์หาค่าประสิทธิภาพของชุดการสอนและความก้าวหน้าทางการเรียน พบว่าประสิทธิภาพของชุดการสอนวิชา โปรแกรมเมเบิล络จิกคอน โทรลเลอร์ ที่สร้างขึ้นเท่ากับ  $79.63/75.38$  ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้  $80/80$  ประสิทธิภาพของชุดการสอนต่ำกว่าเกิดขึ้นมา จากไม่สามารถความคุ้มเวลาการเรียนการสอนได้ ทำให้ไม่สามารถตรวจสอบความรู้ และเฉลยแบบฝึกหัดท้ายบทเรียนได้อีก ทั้งเป็นการทดลองขั้นสูง ขั้นตอนของการทดลองต้องมีความละเอียดมากขึ้น ก็จะช่วยให้นักศึกษาทำการทดลองได้ตามกำหนดเวลา คะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบก่อนและหลังเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา ที่ศึกษาโดยใช้ชุดการสอนวิชา หลังจากสิ้นสุดการเรียนมีค่าสูงกว่าก่อนเรียน

#### 5.2 ข้อเสนอแนะ

สำหรับเนื้อหาในส่วนที่เกี่ยวกับการควบคุมอุตสาหกรรม ไฟฟ้ากระแสสลับด้วยพีเออลซี และการควบคุมมอเตอร์ สำหรับปั๊มด้วยพีเออลซี ซึ่งมีรายละเอียดของเนื้อหาที่ค่อนข้างยากและซับซ้อน ดังนั้นควรปรับปรุงเนื้อหาให้มีความละเอียดเพิ่มขึ้น ส่วนเนื้อหาที่เกี่ยวกับการเขียนโปรแกรมควบคุม ควรเพิ่มตัวอย่างการเขียนโปรแกรมควบคุมให้มากขึ้น การมีการนำชุดการสอนที่สร้างขึ้นไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่างในวิทยาลัยเทคนิค อุบลราชธานี เพียงแห่งเดียว ดังนั้นจึงควรมีการนำชุดการสอนที่สร้างขึ้นไปทดลองกับสถาบันอื่นๆ ที่ใช้หลักสูตรเดียวกัน เพื่อปรับปรุงชุดการสอนให้ดีขึ้นไป

#### 6. เอกสารอ้างอิง

- [1] ไชยศ เรืองสุวรรณ. เทคโนโลยีทางการศึกษาหลักการและปฏิบัติ. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์วัฒนาพาณิช, 2521.
- [2] ชม ภูมิภาค. เทคโนโลยีทางการสอนและศึกษา. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์ประสานมิตร, 2527.
- [3] ลักษณ์ สุขปรีดี. เทคโนโลยีการเรียนการสอน. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์พิจิณेत, 2523.
- [4] สวน สายยศ และอังคณา สายยศ .เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา . กรุงเทพมหานคร สำนักพิมพ์สุวิรยาสารน : , 2543
- [5] Programmable Controller FP User's Manual, Panasonic Electric Works, 2010
- [6] พิเชษฐ์ พุฒมา. การสร้างและทำประสาทชีวภาพชุดการสอนวิชา วิศวกรรมการสื่อสารอิเล็กทรอนิกส์ เรื่องระบบการสื่อสารแบบดิจิตอล หลักสูตรอุดสาหรรมมาตรฐานพัฒนาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล. วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุดสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาไฟฟ้า ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2548.
- [7] ครรษณ์ ชูศรี. การสร้างและทำประสาทชีวภาพชุดการสอนวิชาระบบโทรศัพท์ หลักสูตรประสาศิษยบัตรวิชาชีพชั้นสูง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล. วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุดสาหกรรม มหาบัณฑิต สาขาวิชาไฟฟ้า ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2548.
- [8] กฤษณ์ ตามวัน. การสร้างและทดสอบประสิทธิภาพชุดการสอน วิชาการสื่อสารทางแสง หลักสูตรอุดสาหกรรมมาตรฐานบัณฑิต. วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุดสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาไฟฟ้า ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2549.



## การพัฒนาซอฟต์แวร์เว็บคอนเฟอร์เรนซ์สำหรับการเรียนทางไกล Development of a Web-conference Software for Distance Learning

ณัฐวุฒิ สร้อยคอกอกสน<sup>1</sup> นนิดา สร้อยคอกอกสน<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์และสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

<sup>2</sup> ภาควิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยกรุงเทพ

### บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาซอฟต์แวร์เว็บคอนเฟอร์เรนซ์สำหรับการเรียนทางไกลผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต สำหรับสถานศึกษาที่มีวิทยาเขตหรือเปิดการเรียนการสอนทางไกล 2) เพื่อประเมินหาคุณภาพของระบบที่พัฒนาขึ้น 3) เพื่อหาความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีต่อระบบที่พัฒนาขึ้น ซึ่งปัจจุบันซอฟต์แวร์สำหรับการเรียนการสอนทางไกลที่มีอยู่ในท้องตลาดยังมีอยู่ไม่มากนัก ล้วนใหญ่ยังมีอยู่ในรูปแบบของระบบการประชุมทางไกลและยังต้องเสียค่าใช้จ่ายค่าใช้จ่ายด้านลิขสิทธิ์ซอฟต์แวร์ที่มีราคาสูง ผู้วิจัยจึงมุ่งหวังที่จะพัฒนาซอฟต์แวร์เว็บคอนเฟอร์เรนซ์สำหรับการเรียนทางไกลแบบโอเพนซอร์ส เพื่อเป็นชุดเริ่มต้นและสามารถนำไปปรับปรุงให้เหมาะสมกับสถานศึกษาแต่ละแห่ง ในงานวิจัยนี้มีการหาความต้องการของผู้ใช้งานด้วยวิธีการสัมภาษณ์ หลังจากนั้นนำความต้องการของผู้ใช้งานที่ได้มาพัฒนาซอฟต์แวร์ต้นแบบให้สอดคล้องกับความต้องการของผู้ใช้งานมากที่สุด ผู้วิจัยได้วิเคราะห์และออกแบบระบบด้วย UML และพัฒนาโปรแกรมด้วยภาษา PHP และ FLEX ผลการวิจัยครั้งนี้ได้ออกฟอร์มเว็บคอนเฟอร์เรนซ์สำหรับการเรียนทางไกลผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต และผลการประเมินคุณภาพของระบบที่พัฒนาอยู่ในระดับดี และผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบอยู่ในระดับดี

**คำสำคัญ:** ห้องเรียนเสมือน เว็บคอนเฟอร์เรนซ์ การเรียนทางไกล

### Abstract

The objectives of this research are to 1) develop Web-conference software for long distance learning via internet in the campus 2) evaluate the efficiency of the developed system and 3) find out the satisfaction of users with the system. Currently, the software for long distance learning is rarely found in the market. Most of software is a teleconference system being a high cost. The researcher would like to develop Web-conference software for long distance learning by opened-source in order to improve the individual school. The software will be enhanced following the interviewed users. The researcher analyses and designs the system by UML and develops the program language by PHP and FLEX. The result of the research shows that the Web-conference software for long distance learning via internet, the efficiency of system and users' satisfaction are good level.

**Keyword:** Virtual Classroom, Web-conference, Long Distance Learning



## 1. บทนำ

## 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัลสูหำ

กระทรวงศึกษาธิการ [1] ได้เลิ่งเห็นถึงความสำคัญของเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ได้ประกาศนโยบายและมาตรฐานการพัฒนาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษาในขณะเดียวกันก็ดำเนินถึงประเทศไทย ที่อาจเกิดขึ้นจากการนำเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารมาพัฒนาและประยุกต์ใช้เพื่อผู้เรียน ได้เรียนรู้และพัฒนาเป็นความรู้ในระดับที่สูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับนโยบายของรัฐบาล และเป็นไปตามนโยบายการพัฒนาเทคโนโลยีสารสนเทศ ของประเทศไทยหรือ ไอที 2010 และพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 ซึ่งสนับสนุนให้มีการใช้คอมพิวเตอร์และอินเทอร์เน็ตในการเรียนการสอนและการบริหารจัดการอย่างกว้างขวาง

การเรียนการสอนทางไกคในแบบสองทางต้องการที่จะให้ผู้สอนและผู้เรียนได้เห็นหน้ากันตลอดเวลา เพื่อให้เกิดปฏิสัมพันธ์ในการเรียนการสอน ผู้สอนกับผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนการสอนทำให้เกิดการเรียนรู้ได้ดีกว่าการที่ผู้สอนเป็นผู้ถ่ายทอดแต่เพียงผู้เดียว ในขณะที่การเรียนการสอนในลักษณะที่ต้องเรียนรู้ด้วยตนเอง ก็เป็นการเรียนการสอนที่จะต้องอาศัยความรับผิดชอบและความสนใจฝรั่งของผู้เรียนเป็นหลัก ดังนั้นในการจัดการศึกษาทางไกคควรจัดให้ผู้สอนได้แสดงตนให้ผู้เรียนเห็นและผู้เรียนสามารถมีปฏิสัมพันธ์ได้ตอบได้ทันที

การเรียนการสอนผ่านเว็บในปัจจุบันถือเป็นการจัดการศึกษาทางไกลประเภทหนึ่ง ที่ได้รับความนิยมอย่างยิ่งก็เนื่องจากสะดวกในการเข้าถึงและสามารถเรียนรู้ได้ทุกที่ทุกเวลา การพัฒนาการเรียนการสอนแบบสองทางผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต สามารถกระทำได้โดยการใช้เทคโนโลยีของเว็บค่อนเฟอร์เรนท์ ซึ่งเป็นเทคโนโลยีประเภทหนึ่งที่แสดงภาพของผู้สอนผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์ในเวลาจริง ได้ สามารถนำมายใช้ในสนับสนุนการสอนแบบอิเล็กทรอนิกส์กับร่วมทำให้ผู้เรียนมองเห็นผู้สอนที่หน้าจอคอมพิวเตอร์โดยการนำสัญญาณผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เทคโนโลยีเว็บค่อนเฟอร์เรนท์ชั้นสามารถแสดงภาพและเสียงในเวลาเดียวกัน เมื่อนำเสนอด้วยเครื่องขยายเสียง โปรเจกเตอร์ ผู้เรียนก็สามารถเห็นทั้งภาพผู้สอนและเสียง ได้ในเวลาเดียวกัน แต่ก็ชั้นเป็นการเรียนการสอนแบบทางเดียว (One way Communication) ซึ่งทำให้ไม่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้สอน การมีปฏิสัมพันธ์ก็ถือเป็นการทำให้เว็บสามารถติดต่อสื่อสารได้ทันทีถือได้ว่าเป็นการสื่อสาร

ด้วยเหตุผลดังกล่าวคอมพิวเตอร์จึงมีแนวคิดพัฒนาซอฟต์แวร์เว็บคอนเฟอร์เรนซ์ แบบที่มีการโต้ตอบระหว่างผู้ริบบินกับผู้สอน แสดงภาพการสอนและเลียงของผู้สอนพร้อมทั้งการนำเสนอเนื้อหาของผู้สอนในเวลาเดียวกัน โดยผู้สอนสามารถถ่ายทอดสดการบรรยายทั้งภาพและเสียงผ่านกล้องภายในซอฟต์แวร์เว็บคอนเฟอร์เรนซ์ที่ในเวลาเดียวกันกับที่ผู้ริบบินสามารถดูการนำเสนอของผู้สอน ผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์ที่มีการนำเสนอสไลด์ประกอบการบรรยายของผู้สอน เมื่อผู้ริบบินต้องการสื่อสารกับผู้สอนก็สามารถพิมพ์ข้อความผ่านหน้าเว็บไซต์ไปปรากฏที่ผู้สอนได้ทันที ซึ่งจะทำให้เป็นโปรแกรมที่สร้างปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้ริบบินและผู้สอนในทันที สามารถนำไปใช้ในการศึกษาทางไกลระหว่างวิทยาเขตของมหาวิทยาลัยได้

## 2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- เพื่อพัฒนาซอฟต์แวร์เรียนคณ์เพอร์เซนท์สำหรับการเรียนทางไกล
  - เพื่อประเมินหาประสิทธิภาพของระบบที่พัฒนาขึ้น
  - เพื่อหาความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีต่อระบบที่พัฒนาขึ้น

### 3 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### 3.1 ห้องเรียนเสมือน (Virtual Classroom)

บุญเกื้อ ควรหาเวช [2] ได้แก่ กล่าวถึงห้องเรียนเสมือนว่า (Virtual Classroom) หมายถึง การจัดการเรียนการสอนที่ผู้เรียนจะเรียนที่ไหนก็ได้ เช่น ที่บ้าน ที่ทำงาน โดยไม่ต้องไปนั่งเรียนในห้องเรียนจริงๆ ทำให้ประหยัดเวลา ค่าเดินทาง และค่าใช้จ่ายอื่นๆ อีกมาก many ซึ่งสอดคล้องกับ ศ. ดร. บรรจิต นาลัยวงศ์ [3] ที่ได้กล่าวถึงความหมายของห้องเรียนเสมือน (Virtual Classroom) ว่าหมายถึง การเรียนการสอนที่ผ่านระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ที่เชื่อมโยงคอมพิวเตอร์ของผู้เรียนเข้าไว้กัน เครื่องคอมพิวเตอร์ของผู้ให้บริการเครือข่าย (File Server) และเครื่องคอมพิวเตอร์ผู้ให้บริการเว็บ (Web Server) อาจเป็น การเชื่อมโยงระบบไกล์หรือระบบไกล์ ผ่านทางระบบการ



สื่อสารและอินเทอร์เน็ตด้วยกระบวนการสอน ผู้สอนจะออกแบบระบบการเรียนการสอนให้โดยกำหนดคิจกรรมการเรียนการสอน สื่อต่างๆ นำเสนอผ่านเว็บไซต์ประจำวิชา จัดสร้างเว็บเพจในแต่ละส่วนให้สมบูรณ์ ผู้เรียนจะเข้าสู่เว็บไซต์ประจำวิชาและดำเนินการเรียนไปตามระบบการเรียนที่ผู้สอนออกแบบ ไว้ในระบบเครือข่าย มีการจำลองสภาพแวดล้อมต่างๆ ในลักษณะเป็นห้องเรียนเสมือน

### 3.2 เว็บคอนเฟอร์เรนท์

N3A Media Limited Partnership [4] ได้กล่าวถึงเว็บคอนเฟอร์เรนท์ ว่า “เป็นระบบที่ช่วยให้ผู้ใช้งานสามารถทำการประชุม (Meetings) หรือนำเสนอ (Presentations) ร่วมกับผู้อื่นได้โดยผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต” เดิมคำว่า เว็บคอนเฟอร์เรนท์ โดยระบบแบบเดิมนี้มีข้อจำกัดทางด้านความเป็นเวลาจริง (Real Time) ของการสื่อสาร แต่ในปัจจุบันข้อจำกัดนี้ได้ถูกทำให้หมดไป ทำให้ซอฟต์แวร์สำหรับการจัดการเรียนการสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตถูกนำมาใช้กันอย่างกว้างขวาง และมีซอฟต์แวร์สำหรับการศึกษาทางไกลที่พัฒนาขึ้นเป็นจำนวนมาก ไม่ว่าจะเป็นโปรแกรม WebEx Web Meetings ของบริษัท Cisco หรือแม้แต่ TOT e-Conference ของบริษัท ที่โอลีฟ์ จำกัด (มหาชน) ในประเทศไทย ซึ่งเป็นซอฟต์แวร์ที่ออกแบบมาสำหรับการประชุมสัมมนาทางไกลรวมถึงการจัดการเรียนและการสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต แต่ก็ต้องมีค่าใช้จ่ายในเรื่องของลิขสิทธิ์ซอฟต์แวร์ที่สูงมากและการติดตั้งระบบที่ซับซ้อน ต้องอาศัยผู้เชี่ยวชาญ ทำให้จำนวนผู้ใช้งานอยู่ในกลุ่มเล็กๆ เท่านั้น

### 3.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยของ สถาบัน โรเชนแน่ ชลิตา (Starr Roxanne) [5] ได้ศึกษาเกี่ยวกับผลกระทบดั่งมหาวิทยาลัยและโครงสร้างของระบบการเรียนการสอนในระดับอุดมศึกษาของมหาวิทยาลัย เสมือน ข้อมูลของการศึกษาควบรวมมาจาก การใช้ระบบ Virtual Classroom ระหว่างปีการศึกษา 1995-1996 การศึกษา ใช้วิธีการใช้แบบสอนตามก่อนและหลังการเรียน (Pre-and Post-Course) ของนักศึกษา การสังเกตกิจกรรมการเรียนออนไลน์ของนักศึกษา การสัมภาษณ์นักศึกษาคู่มือตัวอย่าง การเปรียบเทียบผลการสอนและการใช้มาตรวัดประสิทธิภาพอื่นๆ และรายงานจากอาจารย์ผู้สอน จากผลการศึกษาพบว่า เมื่อเปรียบเทียบกับชั้นเรียนปกติ การเรียนการสอนโดยใช้ระบบห้องเรียนเสมือนจริง นักศึกษาส่วนใหญ่ได้ให้คะแนนเหนือกว่าในค้านต่อไปนี้ เช่น เนื้อหา มีความน่าสนใจ มีการกระตุ้นให้มีส่วนร่วมในการเรียนมากขึ้น สามารถติดต่อกับอาจารย์ได้ มีความสะดวกต่อการเรียน มีการเรียนรู้มากขึ้น มี

ความพอใจในระบบการเรียนการสอนแบบนี้ และเป็นการเพิ่มคุณค่าให้กับการศึกษา ส่วนผลกระทบที่มีต่อคณาจารย์หลังจากที่ได้รับรวมข้อคิดเห็นที่ได้จากการสนทนากลุ่มคนสอน อย่างไรก็ตาม ผู้ใช้ได้แสดงความเห็นว่า การเรียนการสอน การปฏิสัมพันธ์กับนักศึกษาระบบที่ทำให้เกิดภาระงานสอนมากขึ้น กว่าการเรียนปกติในชั้นเรียน

มิลเลอร์ マーค ฟรานซิส (Miller Mark Francis) [6] ได้วิจัยเรื่องการฝึกอบรมโดยใช้ระบบการประชุมทางไกล กับวิศวอุทิป เพื่อบรรลุเจ้าหน้าที่ที่บริการด้านอาหารในโรงพยาบาลวิจัยพบว่าการอบรมทั้ง 2 วิธี ไม่มีความแตกต่างกัน และผู้เข้ารับการอบรมชอบที่จะได้รับเทคโนโลยีสมัยใหม่

## 4. วิธีการดำเนินการวิจัย

วิธีการดำเนินการวิจัยในการพัฒนาซอฟต์แวร์เว็บคอนเฟอร์เรนท์สำหรับการเรียนทางไกลผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ประกอบไปด้วย 4 ขั้นตอนดังนี้

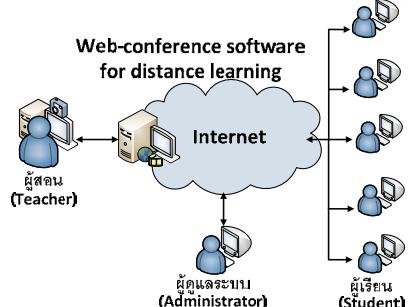
### 4.1 การเก็บรวบรวมข้อมูลและสรุปความต้องการของซอฟต์แวร์

การสรุปความต้องการของซอฟต์แวร์ สำรวจจากข้อมูลงานวิจัยและเอกสารต่างๆ รวมถึงการรวบรวมความต้องการของผู้ใช้งานในงานวิจัยนี้ ใช้วิธีการสัมภาษณ์จากผู้สอนจำนวน 5 ท่านที่สอนในกลุ่มวิชาด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและเคยใช้งานโปรแกรมเว็บคอนเฟอร์เรนท์มาก่อน หลังจากนั้นผู้วิจัยได้นำข้อมูลจากการสัมภาษณ์มาใช้เป็นข้อกำหนดความต้องการของระบบ ในกระบวนการพัฒนาซอฟต์แวร์ใช้แบบจำลอง Waterfall ที่ประกอบด้วยขั้นตอนการดำเนินงานที่เรียงต่อเนื่องกันเป็นลำดับ ขั้นตอนต่อไปจะเริ่มต้นได้จะต้องรอให้ขั้นตอนหน้าเสร็จสิ้นก่อน มี 5 ขั้นตอนประกอบไปด้วย การกำหนดความต้องการ (Requirement Definition) การออกแบบซอฟต์แวร์และระบบ (System and Software Design) การลงมือทำ (Implementation) การประสานระบบและทดสอบระบบ (Integration and System Testing) การนำไปใช้และการบำรุงรักษา (Operation and Maintenance)

### 4.2 การกำหนดความต้องการและการวิเคราะห์ระบบ

จากข้อมูลความต้องการของซอฟต์แวร์ที่ได้มา ทำการวิเคราะห์และกำหนดความต้องการของซอฟต์แวร์ให้ทำงานผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตในรูปแบบของเว็บแอปพลิเคชัน เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถใช้งานซอฟต์แวร์เว็บคอนเฟอร์เรนท์ สำหรับการเรียนทางไกลผ่านทางเว็บเบราว์เซอร์ (Web Browser) โดยไม่ต้องติดตั้งโปรแกรมเพิ่มเติม ในระบบจะ

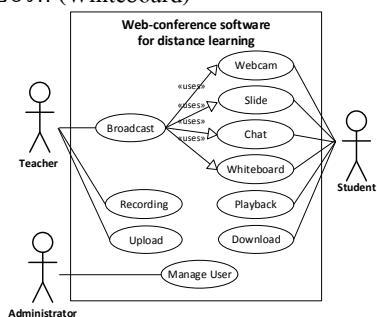
ประกอบไปด้วยผู้ใช้ระบบทั้งหมด 3 กลุ่ม คือผู้ดูแลระบบ (Administrator) ทำหน้าที่กำหนดข้อมูลพื้นฐานของระบบ เช่น ข้อมูลผู้เรียน ข้อมูลผู้สอน ผู้สอน (Teacher) ทำหน้าที่ในการถ่ายทอดสิ่งที่ต้องมีอุปกรณ์คือไมโครโฟน และกล้องเว็บแคม (Web Camera) สำหรับถ่ายทอดภาพและเสียงของผู้สอน การสนทนา กับผู้เรียน และการบันทึกข้อมูลต่างๆ เช่น รูปแบบและผู้เรียน (Student) มีทำหน้าที่ในการปิดชัตต์ การถ่ายทอดสิ่งที่ต้องมีอุปกรณ์คือภาพและคำพูดสำหรับฟังเสียงของผู้สอน และตอบโต้กับผู้สอนผ่านทางแพลตฟอร์ม (Chat Room) ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 : รูปแบบของซอฟต์แวร์เรียนออนไลน์ที่สำหรับการเรียนทางไกล

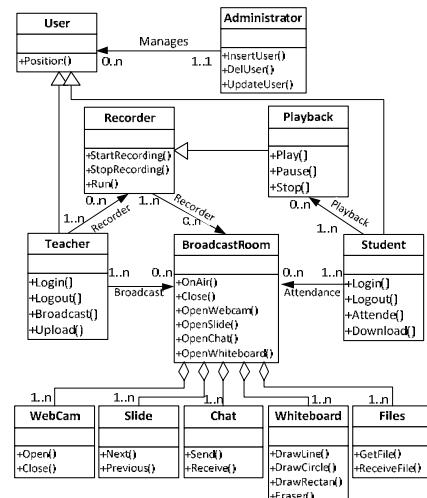
#### 4.3 การออกแบบซอฟต์แวร์และระบบ

ผู้วิจัยได้ใช้แนวคิดเชิงวัตถุ (Object-oriented concept) มาใช้ในการออกแบบระบบเพื่อลดความซับซ้อนของการพัฒนาและสามารถแก้ไขหรือนำกลับมาใช้งานได้อีก และเขียนแสดงด้วยภาษาแผนภาพ (Unified Modeling Language) ที่ใช้แสดงการทำงานของระบบงาน เริ่มด้วยการสร้างแผนภาพยูสเคส (Use Case Diagram) เพื่อจำลองให้เห็นการทำงานของระบบย่อย และผู้ใช้งานดังภาพที่ 2 ประกอบไปด้วยสิ่งที่สำคัญๆ เช่น Webcam, Slide, Chat, Whiteboard, Broadcast, Recording, Upload, Download และ Manage User ที่สามารถใช้งานร่วมกันได้ เช่น Broadcast สามารถส่งสัญญาณจากผู้สอนไปยังผู้เรียน และมีการเรียกใช้งาน yukskeus WebCam เพื่อถ่ายทอดสิ่งที่ต้องมีอุปกรณ์ เช่น Webcam, Slide, Chat, Whiteboard ให้ผู้เรียนได้รับชม การสนทนา กับผู้สอน (Chat) และการเขียนกระดานไวท์บอร์ด (Whiteboard)



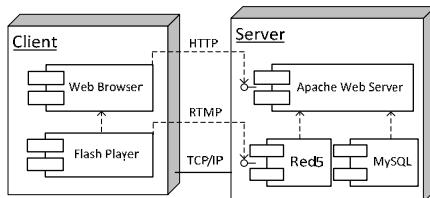
ภาพที่ 2 : ยูสเคส ไดอะแกรม

หลังจากนั้นทำการสร้างแผนภาพคลาส (Class Diagram) ดังภาพที่ 3 เพื่อแสดงความสัมพันธ์ระหว่างคลาสที่ทำให้เกิดกิจกรรมต่างๆ ในระบบประกอบไปด้วยคลาส BroadcastRoom ทำหน้าที่ในการถ่ายทอดสิ่งที่ต้องมีอุปกรณ์ เช่น Webcam, Slide, Chat, Whiteboard และผู้เรียนสามารถรับชมการเรียนชั้นห้องได้โดยผ่านทางคลาส Playback



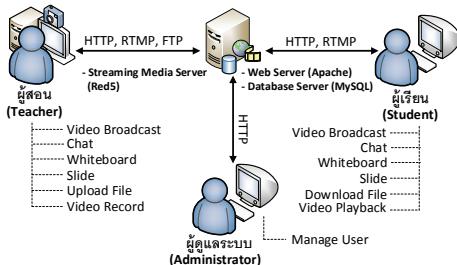
ภาพที่ 3 : แผนภาพคลาส ไดอะแกรม

เมื่อสามารถกำหนดโครงสร้างของซอฟต์แวร์ทั้งหมดแล้ว จึงทำการกำหนดส่วนประกอบของซอฟต์แวร์และฮาร์ดแวร์ ด้วยดิพลอยเมนต์ไดอะแกรม (Deployment Diagram) เพื่อเชื่อมโยงระหว่างโน๊ตต่างๆ รวมถึงข้อตกลงที่ใช้ในการสื่อสาร (Protocol) ดังภาพที่ 4 แสดงโครงสร้างการติดต่อแบบ Client/Server และการทำงานออกเป็น 2 ส่วนแบบ Two-Tier ส่วนที่ 1 เป็นส่วนของผู้ใช้งาน (Client) ทำหน้าที่ร้องขอบริการจากเครื่องให้บริการ (Server) ผ่านโปรแกรมเว็บเบราว์เซอร์ ใน การส่งข้อมูลเว็บเพจเครื่องให้บริการเว็บ (Web Server) จะติดต่อกับเครื่องของผู้ขอรับบริการผ่านทาง HyperText Transfer Protocol (HTTP) และการถ่ายทอดสิ่งที่ต้องมีอุปกรณ์ เช่น Webcam, Slide, Chat, Whiteboard ผ่านทาง Flash Player ซึ่งเป็นโปรแกรมเสริม (Plug-in) ส่วนหนึ่งของโปรแกรมเบราว์เซอร์ในเครื่องของผู้รับบริการ ใน Meta File นี้จะระบุปลายทางไปยังเครื่องให้บริการที่ติดตั้งโปรแกรม RED5 ทำหน้าที่ถ่ายทอดสด (Streaming Media Server) การบรรยายของผู้สอน จากนั้น Flash Player จะติดต่อโดยตรงกับโปรแกรม RED5 ของเครื่องให้บริการผ่านทาง Real Time Messaging Protocol (RTMP) โดยไม่ผ่านโปรแกรมเว็บเบราว์เซอร์อีก



ภาพที่ 4 : แผนภาพเดี๋ยวอยู่ในหน้าจอคอมพิวเตอร์

ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงได้สถาปัตยกรรมของซอฟต์แวร์เว็บค่อนเพื่อเรนท์สำหรับการเรียนทางไกล ดังภาพที่ 5 ประกอบไปด้วย เครื่องให้บริการถ่ายทอดสด ใช้โปรแกรม RED5 ทำหน้าที่ในการถ่ายทอดสดสัญญาณภาพและเสียงของผู้สอนไปยังผู้เรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ผ่านทาง protocol RTMP (Real Time Messaging Protocol) ในส่วนของการจัดเก็บและแสดงผลเว็บไซต์ใช้โปรแกรม Apache ทำหน้าที่เป็นเว็บเซิร์ฟเวอร์ (Web Server) และใช้โปรแกรม MySQL เพื่อทำหน้าที่ในส่วนของฐานข้อมูลสำหรับการจัดเก็บข้อมูลของผู้เรียนและผู้สอน หน้าเว็บไซต์พัฒนาด้วยภาษา PHP ทำงานผ่านทาง protocol HTTP สำหรับการแสดงผลเว็บไซต์



ภาพที่ 5 : สถาปัตยกรรมของซอฟต์แวร์ห้องเรียนเสมือนสำหรับการศึกษาทางไกล

#### 4.4 การพัฒนาซอฟต์แวร์และการประสานระบบเข้าด้วยกัน

หลังจากได้สถาปัตยกรรมของซอฟต์แวร์เว็บค่อนเพื่อเรนท์สำหรับการเรียนทางไกลในขั้นตอนการออกแบบแล้ว ทำพัฒนาโปรแกรมด้วยภาษา PHP สำหรับการแสดงผลบนเว็บไซต์และใช้ภาษา FLEX สำหรับการติดต่อกับโปรแกรม RED5 ที่ติดตั้งบนเครื่องให้บริการถ่ายทอดสด และปรับปรุงจนเกิดความสมบูรณ์ของโปรแกรม และทดสอบการทำงานของโปรแกรมด้วยการทดสอบแบบไวท์บ็อกซ์ (White box testing) เพื่อทดสอบความถูกต้องของโปรแกรม ลดความผิดพลาดในการทำงานของโปรแกรม โดยนำโปรแกรมที่ต้องการทดสอบ มาทำหดข้อมูลที่ใช้ในการทดสอบ (Test Data) เพื่อให้ครอบคลุมทุกเงื่อนไขแล้วนำไปทดสอบกับโปรแกรม และตรวจสอบผลลัพธ์ (Test outputs) ที่ได้จากการทดสอบว่ามีความถูกต้องหรือไม่ รวมถึงการจัดทำคู่มือการใช้งานสำหรับผู้ใช้

#### 5. ผลการการวิจัย

จากการดำเนินการวิจัย การพัฒนาซอฟต์แวร์เว็บค่อนเพื่อเรนท์สำหรับการเรียนทางไกลได้ผลดังนี้

##### 5.1 ผลการพัฒนาซอฟต์แวร์

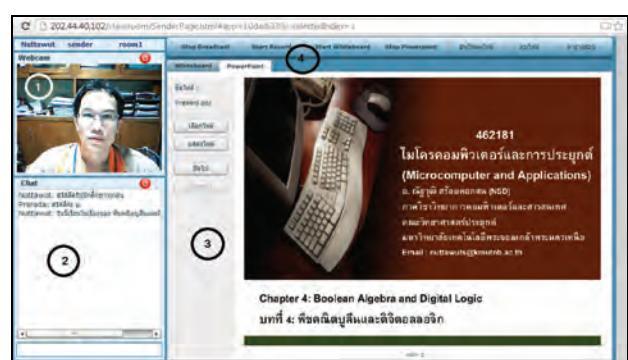
ผลการพัฒนาซอฟต์แวร์เว็บค่อนเพื่อเรนท์สำหรับการเรียนทางไกลนี้ เมื่อผู้สอนหรือผู้เรียนที่ต้องการเข้าใช้ระบบ จะต้องทำการลงทะเบียนเป็นสมาชิก และเข้าสู่ระบบโดยการ Login โดยแยกออกเป็นผู้สอนหรือผู้เรียน ดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6 : แสดงหน้าแรกของระบบ

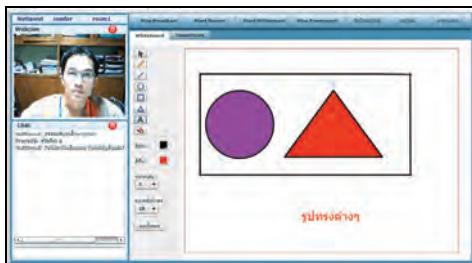
เมื่อผู้สอนเข้าสู่ระบบ จะพบหน้าแรกของผู้สอนที่ประกอบไปด้วย

1. ส่วนแสดงผลภาพจากกล้องเว็บแคมของผู้สอนเพื่อถ่ายทอดสดการบรรยาย
2. การสนทนากับผู้เรียน (Chat) เพื่อป้อนข้อความสนทนา กับผู้เรียนทั้งหมด
3. ส่วนแสดงผลไฟล์การสอน (Slide) โดยผู้สอนสามารถอัปโหลดไฟล์ Power Point เข้าสู่ระบบเพื่อทำการสอน
4. ส่วนของเมนูการใช้งานต่างๆ ดังภาพที่ 7



ภาพที่ 7 : แสดงหน้าสำหรับการถ่ายทอดสดของผู้สอน

ผู้สอนสามารถเปลี่ยนหน้าการแสดงผลจากหน้าสไลด์การสอนเป็นหน้ากระดาน Whiteboard ได้เพื่อเขียนข้อความต่างๆ อย่างเป็นอิสระ และสามารถบันทึกวีดีโอสำหรับการสอนเพื่อให้ผู้เรียนสามารถเปิดดูข้อมูลหลังได้โดยเลือกที่เมนู Start Record ดังภาพที่ 8



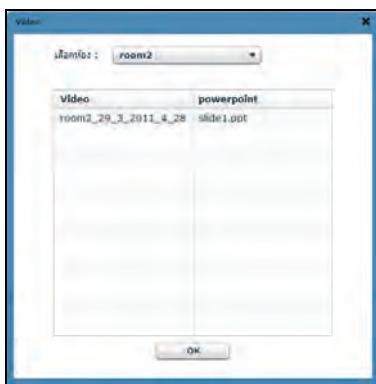
ภาพที่ 8 : แสดงหน้า Whiteboard สำหรับผู้สอน

ในส่วนของผู้เรียนเมื่อ Login เข้าสู่ระบบ จะปรากฏดังภาพ



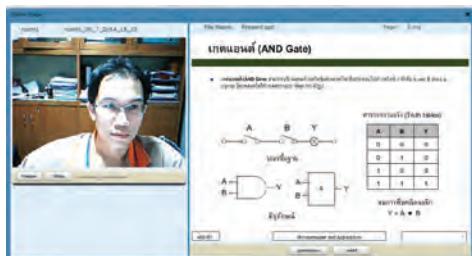
ภาพที่ 9 : แสดงหน้าสำหรับผู้เรียน

ผู้เรียนสามารถเลือกเมนูวีดีโอ เพื่อดูวิดีโอที่ผู้สอนได้บันทึกไว้ หรือเลือกห้องและช่วงเวลาที่ผู้สอนได้บันทึกไว้ ในการสอน ไว้ดังภาพที่ 10



ภาพที่ 10 : แสดงหน้าสำหรับผู้เรียนเลือกห้องวีดีโอการสอนย้อนหลัง

และผู้เรียนสามารถเลือกห้องและวีดีโอที่ผู้สอนบันทึกไว้จะปรากฏหน้าจอแสดงวีดีโอสำหรับการดูย้อนหลังดังภาพที่ 11



ภาพที่ 11 : หน้าวีดีโอการสอนย้อนหลัง

## 5.2 ผลการประเมินคุณภาพของระบบ

ผลลัพธ์จากการประเมินคุณภาพของระบบที่พัฒนาขึ้น โดยใช้แบบประเมินคุณภาพของระบบแบบมาตราส่วนประมีนค่า ชนิด 5 ระดับ จากผู้สอนจำนวน 10 คน โดยแบ่งออกเป็น 4 ด้าน พบว่ามีค่าเฉลี่ยสูงกว่า 4 ทุกด้าน ปรากฏผลดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการประเมินคุณภาพของระบบซอฟต์แวร์เว็บค่อนเพื่อเรียนที่สำหรับการเรียนทางไกล

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ		
	$\bar{x}$	S.D.	ระดับ
1. ความสามารถในการทำงานของระบบ	4.02	0.67	มาก
2. ความถูกต้องในการทำงานของระบบ	4.10	0.79	มาก
3. ความสะดวกและง่ายต่อการใช้งาน	4.22	0.79	มาก
4. ความปลอดภัยของระบบ	4.05	0.57	มาก
ผลการประเมินโดยรวม	4.09	0.70	มาก

สรุปได้ว่า ซอฟต์แวร์เว็บค่อนเพื่อเรียนที่สำหรับการเรียนทางไกลที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพอยู่ในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ยเกิน 4.00 ทุกด้าน สามารถนำไปจัดการเรียนการสอนทางไกลได้

## 5.3 ผลการประเมินความพึงพอใจ

ผลลัพธ์จากการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบที่พัฒนาขึ้น โดยใช้แบบประเมินประดิษฐ์ภาพของระบบแบบมาตราส่วนประมีนค่า ชนิด 5 ระดับ จากผู้สอนจำนวน 5 คน และผู้เรียนจำนวน 42 คน โดยแบ่งออกเป็น 4 ด้าน พบว่ามีค่าเฉลี่ยสูงกว่า 4 ทุกด้าน ปรากฏผลดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการประเมินความพึงพอใจของระบบซอฟต์แวร์เว็บค่อนเพื่อเรียนที่สำหรับการเรียนทางไกล

รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ		
	$\bar{x}$	S.D.	ระดับ
1. ความเหมาะสมของการจัดวางองค์ประกอบของโปรแกรม	4.02	0.67	มาก
2. การใช้สีตัวอักษรและพื้นหลัง	4.10	0.70	มาก
3. ความชัดเจนของภาพ และเสียงของผู้สอน	4.05	0.62	มาก
4. การแสดงถูกต้องของการสอน	4.03	0.65	มาก
5. การส่งข้อความระหว่างผู้เรียนและผู้สอน	4.06	0.61	มาก
6. กระดาน Whiteboard	4.15	0.68	มาก
7. การบันทึกวีดีโอเพื่อย้อนหลัง	4.10	0.62	มาก
ผลการประเมินโดยรวม	4.07	0.65	มาก



## 6. บทสรุป

จากการพัฒนาซอฟต์แวร์เว็บคอนเฟอร์เรนซ์สำหรับการเรียนทางไกล ประกอบไปด้วยผู้ใช้ระบบทั้งหมด 3 กลุ่ม คือ ผู้ดูแลระบบ (Administrator) ทำหน้าที่กำหนดข้อมูลพื้นฐาน กลุ่มผู้สอน (Teacher) และกลุ่มผู้เรียน โดยระบบสามารถทำงานได้ดังนี้ 1) ถ่ายทอดสดการบรรยาย (Broadcast) 2) การแสดงสไลด์การสอน (Slide) 3) สนทนาระหว่างผู้เรียนและผู้สอน (Chat) 4) การเขียนกระดานไวท์บอร์ด (Whiteboard) 5) การบันทึกวีดีโอการสอนและการปีคุณข้อหนังส์ และมีผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบอยู่ในระดับดี ด้วยค่าเฉลี่ย 4.09 ส่วนผลลัพธ์จากการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานระบบ อยู่ในระดับดี ด้วยค่าเฉลี่ย 4.07 จึงสรุปได้ว่าซอฟต์แวร์เว็บคอนเฟอร์เรนซ์ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมีความเหมาะสมและสามารถนำไปใช้สำหรับการสำหรับการจัดการศึกษาทางไกล ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้

## 7. เอกสารอ้างอิง

- [1] ประกาศกระทรวงศึกษาธิการ “นโยบายและมาตรฐานการพัฒนาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา” ออนไลน์ เข้าถึงจาก [http://www.moe.go.th/policy/policy\\_ICT.pdf](http://www.moe.go.th/policy/policy_ICT.pdf) 11 พฤษภาคม 2557.
- [2] บุญเกื้อ ควรหาเวช. “นวัตกรรมการศึกษา” พิมพ์ครั้งที่ 6, สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545.
- [3] พ. ดร. บรรจิต มาลีวงศ์. “ก้าวไกลไปกับคอมพิวเตอร์” ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ, 2538.
- [4] N3A Media Limited Partnership. “Open Tosakun” ออนไลน์ เข้าถึงจาก <http://webconference.n3amedia.biz/opensource/index.html> 21 มกราคม 2552.
- [5] Hiltz, Starr R. “Impact of college-level courses via Asynchronous Learning Networks: Focus on Students” Proceeding of the Sloan Conference on Asynchronous Learning Networks , October 9-10,1997, Philadelphia, PA.
- [6] Miller, Mark Francis. “Delivery of Training via Teleconferencing and Videotape.” Dissemination : A Comparative Study, Proquest-Dissertation Abstracts International. The University of Mississippi Ph.D., 1996.



## ผลการจัดการเรียนรู้บทเรียนคอมพิวเตอร์บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง การใช้โปรแกรม SketchUP8

### Achievement of Web-based Instruction using Problem-Based Learning Technique for SketchUP8

อมรรัตน์ ชัยเสนหานุ

สาขาวิชาสื่อคอมพิวเตอร์

คณะศิลปศาสตร์ วิทยาลัยเทคโนโลยีสยาม

amornratc14@gmail.com

### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อพัฒนาบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง การใช้โปรแกรม SketchUP8 2) เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น 3) เพื่อศึกษาผลลัพธ์จากการเรียน และ 4) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนหลังการใช้บทเรียนที่พัฒนาขึ้น

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ บทเรียนคอมพิวเตอร์บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่พัฒนา แบบทดสอบวัดผลลัพธ์และแบบประเมินความพึงพอใจ กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 3 สาขาวิชาสื่อคอมพิวเตอร์ คณะศิลปศาสตร์ วิทยาลัยเทคโนโลยีสยาม ตัวอย่างรวม 25 คน โดยคัดเลือกจากกลุ่มตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจง

ผลการวิจัยสรุปได้ว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง การใช้โปรแกรม SketchUP8 มีประสิทธิภาพ  $84.60/81.80$  สูงกว่าเกณฑ์  $80/80$  ที่กำหนดไว้ ซึ่งผลลัพธ์จากการเรียนของผู้เรียนหลังเรียน ด้วยบทเรียน คอมพิวเตอร์บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ที่พัฒนาขึ้นสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ  $.05$  และความพึงพอใจของนักเรียน ที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตอยู่ในระดับสูงมาก สามารถสรุปได้ว่า บทเรียน บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ที่พัฒนาขึ้นสามารถนำไปใช้งานในการเรียนการสอนได้

คำสำคัญ: เครือข่ายอินเทอร์เน็ต ปัญหาเป็นฐาน SketchUP8

### Abstract

The research of this were 1) to develop Web-based Instruction (WBI) on the Problem-Based Learning Technique for SketchUP8, 2) to find the efficiency of the developed WBI, 3) to study the students' achievement before and after using the developed WBI, and 4) to study the students' satisfaction after using the developed WBI.



*The tools used in this research were the developed WBI lessons, the achievement tests, and satisfaction evaluation form. The samples consisted of 25 Undergraduate 3rd year students, Digital media, Faculty of Arts, Siam Technology College., selected by purposive sampling technique.*

*The research results shown as follows : firstly, the efficiency of the developed WBI was 84.60/81.80 which was higher than the standard level at 80/80. Secondly, the learning achievement of students after learning with the developed WBI was statically significantly higher than before using it at .05. Thirdly, the satisfaction of students after learning with the developed WBI was at high level. In conclusion we could apply this WBI to the target groups.*

**Keyword:** WBI, Problem-Based, SketchUP8

## 1. บทนำ

วิชาการจำลองโมเดลสามมิติและแอนิเมชั่น (3D Modeling and Animation) รหัสวิชา 323-416 เป็นวิชาหนึ่งในหลักสูตร นิเทศศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาสื่อดิจิทัล คณะศิลปศาสตร์ วิทยาลัยเทคโนโลยีสยาม มีจำนวน 3 หน่วยกิต ความสำคัญ ของวิชานี้ คือ ศึกษาเกี่ยวกับเทคนิคการสร้างสรรค์รูปแบบสามมิติ และการสร้างการเคลื่อนไหวให้กับรูปแบบสามมิติ สำหรับการผลิตสื่อดิจิทัล ซึ่งโปรแกรมประยุกต์สำหรับสร้างแบบจำลอง 3D (Three-Dimensional) มีหลายโปรแกรมด้วยกัน แต่โปรแกรมที่มีนานา และได้รับการพัฒนารูปแบบในการใช้งานอย่างต่อเนื่อง จนเป็นที่นิยมอย่างมากโปรแกรมหนึ่ง คือ โปรแกรม SketchUP8 เป็นโปรแกรมที่สามารถสร้างแบบจำลอง 3D ที่มีความสวยงาม มีความซับซ้อน เคลื่อนไหว ได้เหมือนจริง ในสถาบันการศึกษาหลายแห่งได้มีการเรียนการสอนโปรแกรม SketchUP8 ซึ่งเป็นรูปแบบการเรียนในลักษณะปฏิบัติ แต่เนื่องจากโปรแกรม SketchUP8 เป็นโปรแกรมที่มีความซับซ้อน ต้องใช้ทักษะในการคิดวิเคราะห์ เพื่อนำไปสู่การสร้างกระบวนการทำงานในภาคปฏิบัติ สามารถทำให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการคิดวิเคราะห์ไปพร้อมๆ กับการฝึกฝนเพื่อเกิดทักษะซึ่งเป็นหัวใจสำคัญของงานในภาคปฏิบัติ

จากการสัมภาษณ์ผู้สอนและสัมภาษณ์ผู้ที่เคยเรียนผ่านรายวิชานี้ ส่วนใหญ่เห็นว่ารายวิชาดังกล่าว มีปริมาณเนื้อหาทั้งภาคทฤษฎีและปฏิบัติที่มีปริมาณมาก ส่งผลให้เกิดปัญหาด้านเวลาในการจัดการเรียนการสอน ไม่เป็นไปตามแผนการสอนของรายวิชา จึงทำให้ผู้สอนต้องใช้เวลาในการสอนภาคทฤษฎีให้กับผู้เรียนมากกว่าภาคปฏิบัติ ส่งผลให้การสอนภาคปฏิบัติที่

มีขั้นตอนที่ซับซ้อนมากและเวลาอันจำกัด จึงทำให้ผู้สอนต้องเร่งการเรียนการสอนภาคปฏิบัติให้ทันกับปริมาณเนื้อหาที่มาก ทำให้ผู้เรียนเกิดปัญหาในการเรียน ไม่สามารถคิดวิเคราะห์กระบวนการทำงาน ไม่สามารถสร้างงานได้อย่างถูกต้องได้

จากการศึกษาข้อมูลด้านการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem - Based Learning) เป็นการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการสร้างความรู้ใหม่ ส่งเสริมให้เกิดการค้นคว้า ฝึกซ้อม ฝึกเรียน ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ทำให้ผู้เรียนเกิดทักษะในการคิดวิเคราะห์ คิดแก้ปัญหา และคิดอย่างสร้างสรรค์ เกิดกระบวนการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง [1]

ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้มีแนวคิดที่จะพัฒนาบทเรียนบนเครื่องข่ายอินเทอร์เน็ต โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง การใช้โปรแกรม SketchUP8 ซึ่งเป็นสื่อการเรียนการสอนรูปแบบหนึ่งที่มีประสิทธิภาพ ทำให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการเรียนรู้ด้วยตนเอง ทำให้เข้าใจเนื้อหาที่ซับซ้อน ได้ง่ายและเป็นระบบขึ้น สามารถทบทวนฝึกฝน และช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนมีความสนใจและเข้าใจการใช้งานโปรแกรมได้อย่างดี เนื่องจากสามารถจดจำ และนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการสร้างสรรค์ผลงาน ตอบสนองการเรียนตามความแตกต่างระหว่างบุคคล โดยไม่มีข้อจำกัดทางด้านเวลาหรือสถานที่ ช่วยลดระยะเวลาและค่าใช้จ่ายในการเรียนการสอน และสามารถเป็นต้นแบบในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครื่องข่ายอินเทอร์เน็ตในรายวิชาอื่นๆ ต่อไป

## 2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 2.1 เพื่อพัฒนาบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง การใช้โปรแกรม SketchUP8
- 2.2 เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ ช่วยสอนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น
- 2.3 เพื่อศึกษาผลลัพธ์จากการเรียนของผู้เรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง การใช้โปรแกรม SketchUP8
- 2.4 เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง การใช้โปรแกรม SketchUP8

## 3. วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

### 3.1 บทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

การเรียนการสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เป็นการส่งเสริมการเรียนรู้ได้ตรงกับความต้องการของผู้เรียน และอำนวยความสะดวกให้กับผู้เรียนให้สามารถเรียนรู้ด้วยตนเอง แห่งความรู้ต่างๆทั้งที่เป็นห้องเรียน ชุมชน และเรียนที่บ้าน โดยเป็นการรวมกันระหว่างทุกถิ่นความแตกต่างระหว่างบุคคล และเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ โดยอาศัยความสามารถของระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ในการสร้างความรู้ เพื่อช่วยสนับสนุนให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้น มีทักษะในการเลือกรับข้อมูล วิเคราะห์และสังเคราะห์ข้อมูลอย่างเป็นระบบ [2]

### 3.2 ทฤษฎีปัญหาเป็นฐาน

สมบัติผู้พึงคิดล้ำ [3] ได้เสนอวิธีการเรียนการสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน ดังนี้

3.2.1 ขั้นนำเสนอปัญหา เป็นการนำเสนอปัญหาตามวัตถุประสงค์และเนื้อหาที่ผู้เรียนต้องศึกษาทำความรู้โดยเป็นปัญหาที่สอดคล้องกับความเป็นจริง

3.2.2 ขั้นสร้างประเดิมการเรียนรู้ เป็นขั้นตอนของการเรียนเป็นกลุ่ม ซึ่งประกอบด้วย

1) ระบุปัญหา เป็นการกำหนดปัญญาและให้คำอธิบายของปัญหาโดยสามารถในกลุ่มจะต้องมีความเข้าใจปัญหาที่ถูกต้องตรงกัน

2) วิเคราะห์ปัญหา เป็นการให้นักเรียนนำความรู้เดิมมาประนีประนอมที่เป็นไปได้ที่ทำให้เกิดปัญหา

3) กำหนดประเดิมการเรียน เป็นการอภิปรายภายในกลุ่มและช่วยเหลือกันกำหนดประเดิมการเรียนเพื่อไปถึงค้วาหาข้อมูลเพิ่มเติมนำไปสู่การแก้ปัญหาตามสาเหตุที่ระบุ

3.2.3 ขั้นค้นคว้าหาความรู้ สามารถในกลุ่มจะต้องไปศึกษาค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติมจากแหล่งข้อมูลต่างๆที่เกี่ยวข้องกับปัญหานั้นๆ

3.2.4 ขั้นสรุป เป็นขั้นตอนการอภิปรายเป็นกลุ่มประกอบด้วย

1) อภิปรายแลกเปลี่ยนความรู้ สามารถแต่ละคนจะนำความรู้ที่ได้จากการศึกษาค้นคว้ามาเสนอและอภิปรายแลกเปลี่ยนความรู้ภายในกลุ่ม

2) รวมรวมความรู้เพื่อนำมาแก้ปัญหา สามารถในกลุ่มวิเคราะห์และรวมรวมความรู้ที่ได้เพื่อนำมาเป็นข้อมูลในการอธิบายและแก้ปัญหาตามประเดิมการเรียนที่กำหนด

### 3.3 โปรแกรม SketchUP8

เป็นโปรแกรมสำหรับสร้างแบบจำลอง 3D ก่อที่มีความสวยงาม มีความซับซ้อน เคลื่อนไหวได้เหมือนจริง

## 4. ขอบเขตการวิจัย

### 4.1 เนื้อหาเกี่ยวกับการใช้งานโปรแกรม SketchUP8

หัวข้อที่ 1 การออกแบบรูปทรง 3 มิติ

หัวข้อที่ 2 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับโปรแกรม

หัวข้อที่ 3 การสร้างโมเดลพื้นฐาน

### 4.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

4.2.1 ประชากรที่ใช้ในการศึกษาระดับชั้นปีที่ 3 สาขาวิชาสื่อดิจิทัล คณะศิลปศาสตร์ วิทยาลัยเทคโนโลยีสหศิริ

4.2.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ใช้วิธีการคัดเลือกแบบเฉพาะเจาะจงจากนักศึกษาระดับปฐมวัย สาขาวิชาสื่อดิจิทัล คณะศิลปศาสตร์ วิทยาลัยเทคโนโลยีสหศิริ ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาการ จำลองโมเดล 3 มิติและออนไลน์ เมื่อจำนวน 25 คน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556



#### 4.3 ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา

4.3.1 ตัวแปรอิสระ (Independent Variables) รูปแบบการเรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น

4.3.2 ตัวแปรตาม (Dependent Variables) ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น

4.4 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเว็บที่พัฒนาขึ้น ใช้เทคนิคการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน

#### 4.5 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 3 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 บทเรียนคอมพิวเตอร์บนเว็บที่พัฒนาขึ้น ส่วนที่ 2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ส่วนที่ 3 แบบประเมินความพึงพอใจ

#### 4.6 ระยะเวลาในการดำเนินการวิจัย

ระยะเวลาในการดำเนินการวิจัย คือ ภาคเรียนที่ 2/2556

### 5. วิธีการดำเนินการวิจัย

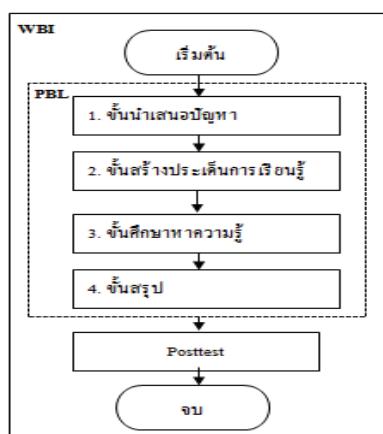
#### 5.1 การศึกษาและรวบรวมข้อมูล

5.1.1 ศึกษาข้อมูลและวิเคราะห์เนื้อหาเกี่ยวกับ เรื่อง การใช้งานโปรแกรม SketchUP8

5.1.2 ศึกษาการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้ใช้ชาวญี่ปุ่น

5.1.3 ศึกษาหลักการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต และโปรแกรมที่ใช้ในการพัฒนา

#### 5.2 การออกแบบบทเรียน



ภาพที่ 1 : การออกแบบบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง การใช้โปรแกรม SketchUP8

5.2.1 ออกแบบโครงสร้างของบทเรียนให้สอดคล้องกับเนื้อหาและลักษณะการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางญี่ปุ่นเป็นฐาน

5.2.2 ออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตในส่วนของการนำเสนอเนื้อหา กิจกรรม และส่วนของแบบทดสอบก่อนเรียน แบบทดสอบหลังเรียน และส่วนที่ใช้ในการวัดผลสัมฤทธิ์

#### 5.3 การพัฒนาบทเรียน

5.3.1 ประเมินคุณภาพของบทเรียนโดยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา จำนวน 3 คน และผู้เชี่ยวชาญด้านเทคนิควิธีการจำนวน 3 คน โดยผู้เชี่ยวชาญทดลองใช้งานเบื้องต้นและปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

5.3.2 พัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามโครงการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนการสอนแบบปัญหาเป็นฐานที่ออกแบบไว้

#### 5.4 การนำไปใช้และการประเมิน

ผู้วิจัยได้ปรับปรุงบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญแล้วนำไปทดลองใช้กับผู้เรียนรายบุคคลโดยทดลองใช้กับกลุ่มย่อย จำนวน 5 คน เพื่อทดลองขั้นต้นและหาข้อผิดพลาด แล้วนำบทเรียนไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจประเมินทั้งด้านเนื้อหาและผู้เชี่ยวชาญด้านเทคนิควิธีการจำนวน 3 คน ผลการประเมินประเมินสื่อการสอนด้านเนื้อหาอยู่ในระดับดีมาก ค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.74 และผลการประเมินสื่อการสอนด้านเทคนิควิธี อยู่ในระดับดีมาก ค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.82 จากนั้นนำบทเรียนที่ผ่านการตรวจประเมินจากผู้เชี่ยวชาญไปเก็บข้อมูลต่างๆ ดังต่อไปนี้

5.4.1 ให้ผู้เรียนเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์แล้วเก็บคะแนนแบบทดสอบก่อนเรียน

5.4.2 ให้ผู้เรียนศึกษาเนื้อหาที่ได้จัดไว้ให้

5.4.3 ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบหลังเรียนและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

5.4.4 ผู้วิจัยนำคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบหลังเรียนและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมาเปรียบเทียบเพื่อวัดประสิทธิภาพของบทเรียน

## 6. ผลการดำเนินการวิจัย

จากการดำเนินการวิจัย การพัฒนาบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง การใช้โปรแกรม SketchUp8

### 6.1 ผลการพัฒนาบทเรียน

มีเนื้อหา 3 หน่วยการเรียนรู้ ประกอบด้วยวัสดุประสงค์ชิงพุติกรรม 10 ชิ้น ข้อสอบที่ผ่านการวิเคราะห์จำนวน 30 ข้อ ได้แก่ข้อสอบไปใช้ในบทเรียนในส่วนของแบบทดสอบก่อนเรียน แบบทดสอบหลังเรียน และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน



ภาพที่ 2 พัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง การใช้โปรแกรม SketchUp8

### 6.2 ผลการหาประสิทธิภาพของบทเรียน

ประสิทธิภาพของบทเรียนจากคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบหลังเรียน E1 มีค่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 84.60 และคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน E2 มีค่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 81.80 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ผู้วิจัยได้กำหนดไว้ คือ 80/80 สรุปได้ว่าผลการหาประสิทธิภาพของบทเรียน ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ และอยู่ในเกณฑ์ที่ดี ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการหาประสิทธิภาพของบทเรียน

แบบทดสอบ	คะแนนเต็ม	คะแนนรวม	คะแนนเฉลี่ย	ประสิทธิภาพ
ทั้งหมด	20	423	16.92	84.60 (E1)
หลังเรียน	20	409	16.36	81.80 (E2)

### 6.3 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

พบว่า ผลการทดสอบด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนพบว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน มีค่าเท่ากับ 8.27 และมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 16.36 คะแนน เมื่อเปรียบเทียบระหว่างคะแนนสอบทั้งสองครั้งด้วยการทดสอบด้วยสถิติค่า t (t-dependent) สถิติทดสอบ t-test เท่ากับ 13.77 และจากการเปิดตารางค่า t ที่ df=24 มีค่า 1.711 ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 จึงสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน

คะแนน	Mean	S.D.	ค่าเฉลี่ยผลต่าง	S.D. ค่าเฉลี่ย	t คะแนน	t ตาราง
ก่อนเรียน	8.27	2.69				
หลังเรียน	16.36	1.15	8.09	1.54	*13.77	1.71

### 6.4 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียน

ผลการประเมินความพึงพอใจของบทเรียนคอมพิวเตอร์บนเรียนคอมพิวเตอร์บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง การใช้โปรแกรม SketchUp8 โดยผู้เรียนมีค่าเฉลี่ยของระดับความคิดเห็นโดยรวมมีค่าเท่ากับ 4.58 แสดงว่าบทเรียนที่พัฒนาขึ้นมีความพึงพอใจในระดับดีมาก ดังตารางที่ 3 ตารางที่ 3 ผลความพึงพอใจของผู้เรียน

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
ด้านเนื้อหาและการดำเนินเรื่อง	4.47	0.61	ดี
ด้านส่วนประกอบมัลติมีเดีย	4.53	0.57	ดีมาก
ด้านตัวอักษรและสี	4.74	0.49	ดีมาก
ด้านการออกแบบปฏิสัมพันธ์	4.50	0.69	ดี
ด้านการจัดการบทเรียน	4.65	0.59	ดีมาก
รวม	4.58	0.58	ดีมาก



## 7. อัลตราวยผลการวิจัย

ผลจากการทำวิจัย เรื่อง ผลการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง การใช้โปรแกรม SketchUP8 สามารถนำมาอภิปรายผลการวิจัยได้ดังต่อไปนี้

**7.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่พัฒนามีประสิทธิภาพ**  
เนื่องจากได้มีการจัดสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยแบ่งลำดับการทำงานอย่างชัดเจน โดยแต่ละหน่วยการเรียน ได้มีการจัดแบ่งการเรียนรู้เป็น 4 ขั้นตอนตามหลักการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นฐานและมีการนำเสนอเนื้อหาในลักษณะของมัลติมีเดีย คือ ภาพเคลื่อนไหว และอักษรบรรยาย เพื่อให้ง่ายต่อการจินตนาการในการเรียนรู้ และช่วยกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน ให้เกิดความอยากรู้ รู้อยู่ตลอดเวลา มีการปฏิสัมพันธ์ระหว่างเรียนและส่งเสริมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางเพื่อตอบสนองความต้องการ ระหว่างบุคคล ส่งผลให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ตามความถนัด ของตนเอง [4] อีกทั้งผู้เรียนยังสามารถทบทวนบทเรียนได้ตลอดเวลา ส่งผลให้ผลลัพธ์ที่ทำการเรียนสูงกว่าที่กำหนดไว้

### 7.2 ผลลัพธ์ของการเรียนของผู้เรียนหลังเรียน สูงกว่า คะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน

เนื่องจากการจัดสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน มีส่วนช่วยในกระบวนการคิดวิเคราะห์งานและมีการประเมินผลการปฏิบัติงาน ของผู้เรียนแต่ละคนอย่างต่อเนื่อง ผู้เรียนสามารถทราบถึงสถานะคะแนนของตัวเองตลอดเวลา และมีข้อเสนอแนะติดตามให้กับผู้เรียนในทุกหน่วยการเรียน ทำให้ผู้เรียนพัฒนามีรับรู้ผลงานในภาคปฏิบัติเพื่อจะทำให้คะแนนดีขึ้น นอกจากนี้ยังมีการส่งเสริมแรงผู้เรียนด้วยการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้รับความความคิดสร้างสรรค์ของตนเองลง ไปในผลงาน จึงส่งผลให้กระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียนนั้นมีประสิทธิภาพ ผลลัพธ์ที่ทางการเรียนของผู้เรียนหลังเรียนจึงสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน

### 7.3 ผู้เรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก

เนื่องจากบทเรียนมีการนำเสนอในรูปแบบมัลติมีเดียทำให้มีความน่าสนใจโดยส่งเสริมให้ผู้เรียนเรียนรู้ได้ตามความสามารถ

และเวลาที่ต้องการของผู้เรียน อีกทั้งบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเว็บชั้นมีส่วนสนับสนุนการเรียน การสอน เช่น ห้องสนทนา กระดาน ถามตอบ ทำให้ผู้เรียนสามารถติดต่อสื่อสารกัน และผู้เรียนยังทำหน้าที่อธิบายบทเรียนให้เพื่อนเข้าใจด้วยภาษาของผู้เรียนเองทำให้ผู้เรียนเข้าใจบทเรียนมากยิ่งขึ้น จึงส่งผลให้ผู้เรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก

## 8. ข้อเสนอแนะ

จากการวิจัยเห็นได้ว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ ดังนั้นผู้จัดทำควรนำไปประยุกต์ใช้ในรายวิชา อื่นๆ ต่อไป

## 9. เอกสารอ้างอิง

- [1] อารยา ว่าดี. การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่าย อินเทอร์เน็ตร่วมกับวิธีการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเรื่อง การใช้โปรแกรม 3D STUDIO MAX. วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์ อุตสาหกรรมหน้าบันทึก สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์. ภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2551.
- [2] สรรษัต ห่อไฟศาลา. นวัตกรรม และการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเพื่อการศึกษาในสหสัมരรย์ใหม่ กรณีการจัดการเรียนการสอนผ่านเว็บ (Web Based Instruction: WBI). วารสารศรีปทุมปริพันธ์. มหาวิทยาลัยศรีปทุม, 2544.
- [3] สมบัติ เพื่อพงศ์คล้าย. การส่งเสริมความรู้และความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่องเศรษฐกิจชุมชน ผู้ดูแลโรงเรียนแบบปัญหาเป็นฐาน. วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์ มหาบันทึก สาขาวิชาประถมศึกษา. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2546.
- [4] อนอมพร เลาหจารัสแสง. การสอนบนเว็บ (Web-Based Instruction) นวัตกรรมเพื่อคุณภาพการเรียนการสอน. ศึกษาศาสตร์สาร, 2544.



## การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ด้วยรูปแบบการเรียนการสอน

### คณศาสตร์คณิตศาสตร์ เรื่อง การเขียน Mind Mapping สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

### **The Development of Web-based Instruction on the Basis of Constructivist Theory on the Mind Mapping Writing for Prathomsuksa Six Students**

อมรรัตน์ ชัยเสนหราญ และจรัส แสนราช

ภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

*amornratc14@gmail.com, jsr@kmutnb.ac.th*

### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ด้วยรูปแบบการเรียนการสอนคณศาสตร์คณิตศาสตร์ เรื่อง การเขียน Mind Mapping สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 2) เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น 3) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และ 4) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนหลังการใช้บทเรียนที่พัฒนาขึ้น เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ บทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่พัฒนา แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ และแบบประเมินความพึงพอใจ ประชากรได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านบ่อทอง จังหวัดชัยภูมิ กลุ่มตัวอย่าง รวม 26 คน โดยคัดเลือกจากกลุ่มตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจง ผลการวิจัยสรุปได้ว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ด้วยรูปแบบการเรียนการสอนคณศาสตร์คณิตศาสตร์ เรื่อง การเขียน Mind Mapping สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่พัฒนาขึ้น มีประสิทธิภาพ  $85.19/83.08$  สูงกว่าเกณฑ์  $80/80$  ที่กำหนดไว้ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเว็บ ที่พัฒนาขึ้นสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ  $.05$  และความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตด้วยรูปแบบการเรียนการสอนคณศาสตร์คณิตศาสตร์ ที่พัฒนาขึ้นสามารถนำไปใช้งานในการเรียนการสอนได้

**คำสำคัญ:** บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต คณศาสตร์คณิตศาสตร์ Mind Mapping

### Abstract

*The research of this were 1) to develop Web-based Instruction (WBI) on the Basis of Constructivist Theory on the Mind Mapping Writing for Prathomsuksa Six Students, 2) to find the efficiency of the developed WBI, 3) to compare the learning achievement of students before and after learning the WBI, and 4) to study the students' satisfaction after using the developed WBI.*



*The tools used in this special problem were the developed WBI lessons, the achievement tests, and satisfaction evaluation form. The samples consisted of 26 Prathomsuksa Six students, Bothong school, Chaiyaphum Province., selected by purposive sampling technique.*

*The research results shown as follows : firstly, the efficiency of the developed WBI was 85.19/83.08 which was higher than the standard level at 80/80. Secondly, the learning achievement of students after learning with the developed WBI was statically significantly higher than before using it at .05. Thirdly, the satisfaction of students after learning with the developed WBI was at high level. In conclusion we could apply this WBI to the target groups.*

**Keyword:** WBI, Constructivist, Mind Mapping

## 1. บทนำ

การเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่มีประสิทธิภาพนั้น จะทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดีกว่าการเรียนจากสื่อข้อความเพียงอย่างเดียว หรือการเรียนรู้จากการบรรยาย จากผู้สอน สื่อที่ออกแบบและผลิตมาอย่างเป็นระบบจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่รวดเร็ว [1]

โรงเรียนบ้านบ่อทอง เป็นโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาชัยภูมิ เขต 1 เปิดสอนตั้งแต่ระดับอนุบาล 1 ถึงระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 ได้มีการสำรวจสภาพปัจจุบันในการจัดการเรียนการสอน ไว้ในแผนการพัฒนาการศึกษาโรงเรียนบ้านบ่อทอง พบว่า ปัจจุบันการจัดการเรียนการสอนยังเป็นแบบเดิมๆ ที่มุ่งเน้นการสอนแบบบรรยาย จากผู้สอนหรือการเรียนจากสื่อข้อความเพียงอย่างเดียว เนื่องจาก บังขาดบุคคลากรทางการศึกษาที่เชี่ยวชาญทางด้านการนำเทคโนโลยีสารสนเทศมาใช้ในการเรียนการสอน โดยตรง อีกทั้งครุยังมีภาระงานมาก ทำให้มีผลต่อการพัฒนาคุณภาพการเรียนการสอน จึงส่งผลให้ผู้เรียนขาดแรงจูงใจในการเรียนรู้ ทำให้ผู้เรียนขาดความสนใจในการเรียนรู้เนื่องจากผู้เรียนส่วนใหญ่คิด และทำแบบแยกส่วน ไม่สามารถคิดวิเคราะห์ สรุป หรือไม่สามารถต่อข้อความรู้ได้ อีกทั้งบังขาดทักษะการทำงานร่วมมือกันเป็นกลุ่ม ซึ่งส่งผลให้ผลลัพธ์ทางการเรียนต่ำ แต่ก็ต่างจากการเรียนด้วยบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ด้วยรูปแบบการเรียนการสอนคอนสตรัคติวิสต์

การประยุกต์ใช้แนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์(Constructivist Theory) เป็นแนวคิดในการจัดการศึกษาที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียน

สร้างความรู้ใหม่ด้วยตนเองมากกว่าเป็นผู้รับ โดยการเชื่อมโยงประสบการณ์เดิมหรือความรู้เดิมที่มีอยู่กับความรู้ใหม่ โดยการจัดสภาพแวดล้อม ที่เอื้อต่อการเรียนรู้และกระตุ้นให้ผู้เรียนอยากเรียนรู้และค้นพบคำตอบ โดยอาศัยกระบวนการการเรียนรู้แบบร่วมมือ และการมีปฏิสัมพันธ์ร่วมกันระหว่างผู้เรียน โดยผู้สอนจะเป็นผู้กระตุ้น ติดตามและประเมินผลการเรียนรู้ตามสถานการณ์จริง [2]

ดังนั้นผู้จัดจึงได้มีแนวคิดที่จะพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยอาศัยแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยประยุกต์เอาแนวคิดเรื่อง การเขียน Mind Mapping มาเป็นแนวคิดในการสังเคราะห์รูปแบบการเรียนการสอน ที่มีคุณลักษณะมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียน การสอน โดยยึดหลักผู้เรียนเป็นสำคัญและนำผลที่ได้จากการสังเคราะห์มาออกแบบและพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอน ซึ่งก็จะช่วยในการพัฒนาผลลัพธ์ทางการเรียนให้สูงขึ้น [3] เมื่อเปรียบเทียบกับรูปแบบการเรียนการสอนแบบปกติ อีกทั้งบังเป็นสื่อที่มีการนำเสนอในรูปแบบของสื่อประสมบนเครือข่ายคอมอินเทอร์เน็ต มีการเชื่อมโยงแหล่งความรู้ได้อย่างอิสระ สามารถดึงต่อสื่อสาร ได้สะดวกยิ่งขึ้น

## 2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- เพื่อพัฒนาบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ด้วยรูปแบบการเรียนการสอนคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง การเขียน Mind Mapping
- เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนที่ผู้จัดพัฒนาขึ้น



- 2.3 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน
- 2.4 เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียน

### 3. วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

#### 3.1 บทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

การเรียนการสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เป็นการส่งเสริมการเรียนรู้ได้ตรงกับความต้องการของผู้เรียน และอำนวยความสะดวกให้กับผู้เรียนให้สามารถเรียนรู้ด้วยตนเอง แห่งล่างความรู้ต่างๆ ทั้งที่เป็นห้องเรียน ชุมชน และเรียนที่บ้าน โดยเป็นการรวมกันระหว่างทฤษฎีความแตกต่างระหว่างบุคคลและเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ โดยอาศัยความสามารถของระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ในการสร้างความรู้ (Knowledge Constructor) เพื่อช่วยสนับสนุนให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้น มีทักษะในการเลือกรับข้อมูล วิเคราะห์และสังเคราะห์ข้อมูล อย่างเป็นระบบ [4]

#### 3.2 ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์

Prawit Simmatun [5] ได้เสนอรูปแบบการเรียนการสอนโดยอาศัยทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ มีกิจกรรมการเรียนการสอน 6 ขั้น ดังนี้

3.2.1 ขั้นปฐมนิเทศ เป็นขั้นที่ผู้สอนปฐมนิเทศ รายวิชา แจ้งรายละเอียด รวมถึงข้อตกลงในการดำเนินกิจกรรม กระตุ้นให้ผู้เรียนสนใจในการเรียนรู้ ให้ความรู้พื้นฐานการใช้คอมพิวเตอร์ และอินเทอร์เน็ตในการศึกษา ทดสอบก่อนเรียน และแบ่งกลุ่มผู้เรียน

3.2.2 ขั้นกระตุ้นความคิดและปรับเปลี่ยนโครงสร้าง ทางปัญญา เป็นขั้นที่ผู้เรียนจะได้รับการทบทวนความรู้หรือ ประสบการณ์เดิมที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาในบทเรียน และนำเสนอสารสนเทศใหม่ หรือความรู้ใหม่เพื่อให้ผู้เรียนได้ปรับเปลี่ยน โครงสร้างทางปัญญาเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนได้ร่วมมือกัน เพื่อเรียนรู้และสร้างทำตาม

3.2.3 ขั้นวางแผนการเรียนรู้ เป็นขั้นที่ผู้เรียนจะ ประชุมกลุ่มย่อยทั้งแบบเผชิญหน้าและผ่านเครือข่าย เพื่อวางแผนการปฏิบัติงานตามที่ได้รับมอบหมายให้ประสบ ความสำเร็จ และมอบหมายหน้าที่รับผิดชอบในแต่ละคน

3.2.4 ขั้นเรียนรู้ผ่านสื่อและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ผู้เรียน ดำเนินกิจกรรมเรียนรู้จากสื่อผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ด้วยการ เรียนรู้แบบร่วมมือในกลุ่ม เปิดโอกาสให้สามารถ มีโอกาส แสดงความคิดเห็น แลกเปลี่ยนประสบการณ์กับสมาชิกกลุ่ม และมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคม โดยเปิดโอกาสให้บุคคล ภายนอก ได้มีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็นแนะนำ และมีผู้สอน ค่อยกระตุ้นและคุ้ยแคลให้กิจกรรมการเรียนรู้ดำเนินตามขั้นตอน

3.2.5 ขั้นสรุปความคิดและสร้างองค์ความรู้ ผู้เรียนใน กลุ่มนำเอาความรู้ที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าตามขั้นตอนแล้ว นำมาสรุปผลการเรียนรู้ โดยการนำเสนอในรูปแบบ เอกสารรายงานหรือในรูปแบบอื่นที่สมาชิกในกลุ่มทุกคนได้ ร่วมมือกันสร้างขึ้น โดยนำเสนอผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์หรือ รายงานต่อผู้สอนและสมาชิกในชั้นเรียน

3.2.6 ขั้นประเมินผลการเรียนรู้ เป็นการประเมินผล จากทุกขั้นตอนในการเรียนรู้ และการทำแบบทดสอบย่อยในแต่ ละบทเรียน โดยการทดสอบเป็นรายบุคคล โดยนำผลคะแนนที่ ได้ มารวมกับคะแนนการทำกิจกรรมกลุ่ม เพื่อประเมินผลการ เรียนรู้

#### 3.3 ทฤษฎี Mind Mapping

แผนผังที่แสดงถึงความรู้ ความคิด ความเข้าใจของผู้เรียน ที่ ผ่านการประมวลความรู้ความคิดตามลำดับขั้นตอน และ เชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ โดยให้คำสำคัญหรือหัว เรื่องอยู่ตรงกลางหรือด้านบนสุดของแผนผัง ส่วนใจความรอง กระจากออกไปหรือแตกสาขาออกมายังประกอบไปด้วยส่วน สำคัญ 3 ส่วน คือ คำสำคัญ เส้นเชื่อมโยง และคำหรือวิสิ ที่แสดงถึงข้อมูลหรือคำสำคัญนั้นๆ

### 4. ขอบเขตการวิจัย

#### 4.1 ให้เนื้อหาเกี่ยวกับวิธีการเรียน Mind Mapping

หัวข้อที่ 1 Mind Mapping เครื่องมือเพิ่มความสามารถ ในการเรียนรู้

หัวข้อที่ 2 ความรู้พื้นฐานในการสร้าง Mind Mapping

หัวข้อที่ 3 การนำ Mind Mapping ไปใช้ในด้านต่างๆ

#### 4.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง



4.2.1 ประชากรที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านบ่อทอง อำเภอหนองบัวแดง จังหวัดชัยภูมิ

4.2.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ใช้วิธีการคัดเลือก แบบเฉพาะเจาะจงจากนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านบ่อทอง อำเภอหนองบัวแดง จังหวัดชัยภูมิ จำนวน 26 คน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555

#### 4.3 ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา

4.3.1 ตัวแปรอิสระ (Independent Variables) รูปแบบการเรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น

4.3.2 ตัวแปรตาม (Dependent Variables) ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นและ ความพึงพอใจของผู้เรียน

#### 4.4 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเว็บที่พัฒนาขึ้น ใช้เทคนิคการจัดการเรียนรู้แบบสอนออนไลน์

#### 4.5 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 3 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 บทเรียนคอมพิวเตอร์บนเว็บที่พัฒนาขึ้น ส่วนที่ 2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ส่วนที่ 3 แบบประเมินความพึงพอใจ

#### 4.6 ระยะเวลาในการดำเนินการวิจัย

ระยะเวลาในการดำเนินการวิจัย คือ ภาคเรียนที่ 2/2555

### 5. วิธีการดำเนินการวิจัย

#### 5.1 การศึกษาและรวบรวมข้อมูล

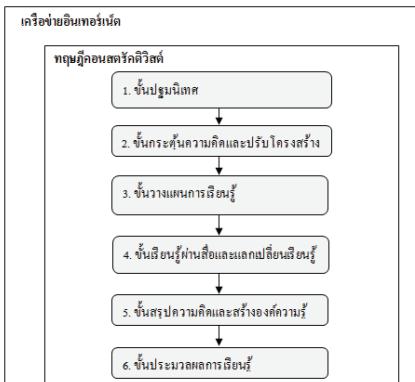
5.1.1 ศึกษาข้อมูลและวิเคราะห์เนื้อหาเกี่ยวกับ เรื่อง การเขียน Mind Mapping

5.1.2 ศึกษาการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนและแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

5.1.3 ศึกษาหลักการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต และโปรแกรมที่ใช้ในการพัฒนาบทเรียน

5.1.4 ศึกษาการจัดรูปแบบการเรียนการสอนตามแนว ทฤษฎีสอน

#### 5.2 การออกแบบบทเรียน



ภาพที่ 1 : การออกแบบบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยอาศัยแนวทฤษฎีสอนศาสตร์คิวิสต์

ออกแบบโครงสร้างของบทเรียนให้สอดคล้องกับเนื้อหา และลักษณะการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้ตาม แนวทฤษฎีสอนศาสตร์คิวิสต์

#### 5.3 การพัฒนาบทเรียน

พัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามโครงสร้างการ จัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนการสอนคอมพิวเตอร์คิวิสต์ที่ ออกแบบไว้ โดยมีการนำเสนอเนื้อหาแบบมัดจำไว้

#### 5.4 การนำไปใช้และการประเมิน

ผู้วิจัยได้ปรับปรุงบทเรียนตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ ผลการประเมินลักษณะการสอนด้านเนื้อหาจากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน อยู่ในระดับดีมาก ค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.80 และผลการประเมินลักษณะการสอนด้านเทคนิคเชิงการจากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน อยู่ใน ระดับดีมาก ค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.59 จากนั้นนำบทเรียนที่ผ่านการ ตรวจสอบประเมินจากผู้เชี่ยวชาญไปเก็บข้อมูลต่างๆ ดังต่อไปนี้

5.4.1 ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน แล้วจึงเริ่ม เรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

5.4.2 ให้ผู้เรียนศึกษาเนื้อหาแต่ละเรื่อง 5.4.3 ให้ ผู้เรียนทำแบบทดสอบระหว่างเรียนและแบบทดสอบวัดผล สัมฤทธิ์ทางการเรียน

5.4.4 ผู้วิจัยนำคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบ ก่อนเรียน แบบทดสอบระหว่างเรียนและแบบทดสอบวัดผล สัมฤทธิ์ทางการเรียนมาเปรียบเทียบเพื่อวัดประสิทธิภาพของ บทเรียน

## 6. ผลการดำเนินการวิจัย

## 6.1 ผลการพัฒนาบทเรียน

มีเนื้อหา 3 หน่วยการเรียนรู้ ประกอบด้วยวัสดุประสงค์ใช้ พฤติกรรม 8 ข้อ ข้อสอบที่ผ่านการวิเคราะห์จำนวน 20 ข้อ ได้นำข้อสอบไปใช้ในบทเรียนในส่วนของแบบทดสอบก่อนเรียน แบบทดสอบระหว่างเรียน และแบบทดสอบวัดผล สมรรถนะทางการเรียน



ภาพที่ 2 : การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครื่องข่ายอินเทอร์เน็ต ด้วยรูปแบบการเรียนการสอนคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง การเขียน Mind Mapping สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

## 6.2 ผลการหาประสิทธิภาพของบทเรียน

ประสิทธิภาพของบทเรียนจากคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียน E1 มีค่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 85.19 และคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลลัพธ์ที่ทางการเรียน E2 มีค่าคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 83.08 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ผู้วิจัยได้กำหนดไว้คือ 80/80 สรุปได้ว่าผลการเรียนประสิทธิภาพของบทเรียนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ และอยู่ในเกณฑ์ที่ดี ดังตารางที่ 1

### ตารางที่ 1 ผลการหาประสิทธิภาพของบทเรียน

แบบทดสอบ	คะแนน เต็ม	คะแนน รวม	คะแนน เฉลี่ย	ประสิทธิภาพ
ระหว่างเรียน	20	443	17.04	85.19 (E1)
หลังเรียน	20	432	16.62	83.08 (E2)

### 6.3 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผลการทดสอบคุณภาพแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนพบว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน มีค่าเท่ากับ 8.58 และมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 16.62 คะแนน เมื่อเปรียบเทียบระหว่างคะแนนสอบห้องสังเคราะห์ด้วยการทดสอบคุณภาพสถิติค่าที่ (*t*-dependent) สถิติทดสอบ *t*-test เท่ากับ 13.66 และจากการเปิดตารางค่า *t* ที่  $df=25$  มีค่า 1.708 ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 จึงสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

## ตารางที่ 2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผลลัพธ์จากภาระใช้บวกเรื่อง	Mean	S.D.	ค่าเฉลี่ยผลต่าง	S.D. ของผลต่าง	t ค่าเปรียบเทียบ	t ตัวจริง
ค่าเฉลี่ย	8.58	2.82	8.04	1.62	*13.66	1.71
หลังเรียน	16.62	1.20				

#### 6.4 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียน

มีค่าเฉลี่ยของระดับความคิดเห็นโดยรวมมีค่าเท่ากับ 4.59 แสดงว่าบทเรียนที่พัฒนาขึ้นมีความพึงพอใจในระดับค่อนข้างดีตามที่ 3

### ตารางที่ 3 ผลความพึงพอใจของผู้เรียน

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
ด้านเนื้อหาและการคำนิยนต์	4.49	0.59	ดี
ด้านส่วนประกอบมัลติมีเดีย	4.55	0.59	ดีมาก
ด้านตัวอักษรและสี	4.74	0.49	ดีมาก
ด้านการออกแบบปุ่มสัมพัทธ์	4.51	0.65	ดีมาก
ด้านการจัดการบทเรียน	4.65	0.55	ดีมาก
รวม	4.59	0.58	ดีมาก



## 7. อัลป์รายผลการวิจัย

**7.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่พัฒนามีประสิทธิภาพ**  
เนื่องจากแต่ละหน่วยการเรียนได้มีการจัดแบ่งการเรียนรู้เป็น 6 ขั้นตอนตามหลักการจัดการเรียนรู้แบบสอนสตั๊ดติวิสต์โดยในแต่ละขั้นตอนได้ผ่านการตรวจสอบและรับคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญ มีการทดลองใช้กลุ่มย่อยก่อนแล้วนำข้อมูลร่วมนั่นมาปรับปรุงแก้ไขจนแน่ใจว่าได้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเว็บนั้นมีคุณภาพ จึงได้นำออกไปใช้งานจริงสอดคล้องกับผลการวิจัยของ [6] อีกทั้งผู้เรียนยังสามารถทบทวนบทเรียนได้ตลอดเวลาตามที่ผู้เรียนต้องการ

### 7.2 ผลสัมฤทธิ์การเรียนของผู้เรียน

เนื่องจากบทเรียนที่พัฒนาขึ้นมีลักษณะการนำเสนอโดยรูปแบบการตู้น สามารถถ่ายทอดเนื้อหา ทำให้เข้าใจได้ง่าย ช่วยกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนให้เกิดความอยากรู้อยู่ตลอดเวลา มีการปฏิสัมพันธ์ระหว่างเรียน ทำให้ผู้เรียนเข้าใจและสนใจมากยิ่งขึ้น จึงส่งผลให้กระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียนนั้นมีประสิทธิภาพ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนหลังเรียน จึงสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน

### 7.3 ผู้เรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับดีมาก

ทั้งนี้เนื่องจากบทเรียนมีการนำเสนอในรูปแบบมัลติมีเดีย ทำให้มีความน่าสนใจโดยส่งเสริมให้ผู้เรียน เรียนรู้ได้ตามความสามารถและเวลาที่ผู้เรียนต้องการ อีกทั้งบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเว็บยังมีล่วงหน้าสนับสนุนการเรียน การสอน เช่น ห้องสอนทนา กระดาน ถามตอบ ทำให้ผู้เรียนสามารถติดต่อสื่อสารกันและผู้เรียนยังทำหน้าที่อธิบายบทเรียนให้เพื่อนเข้าใจด้วยภาษาของผู้เรียนเองทำให้ผู้เรียนเข้าใจบทเรียนมากยิ่งขึ้น จึงส่งผลให้ผู้เรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับดีมาก

## 8. ข้อเสนอแนะ

จากการวิจัยเห็นได้ว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ด้วยรูปแบบการเรียนการสอนสอนสตั๊ดติวิสต์ ที่พัฒนาขึ้น มีประสิทธิภาพ ดังนั้นผู้วิจัยเห็นว่าควรนำไปประยุกต์ใช้ในรายวิชา อื่นๆ ต่อไป

## 9. เอกสารอ้างอิง

- [1] ศุภวงศ์ ไทยสมบูรณ์สุข. การพัฒนาฐานรูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือ แบบร่วมกัน เรื่อง การบริหารโครงการในห้องเรียนสื่อเมื่อจัง สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี คณะครุศาสตร์จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย. วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาภาษาไทย หลักสูตรการสอนและเทคโนโลยีการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2547.
- [2] อุ่นพวรรณ นามใสย. ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คอมพิวเตอร์ ตามแนวคิดทฤษฎีสอนสตั๊ดติวิสต์ เรื่อง การบวก การลบ การคูณ การหารจำนวนนับ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. วารสารอีสานศึกษาความหลากหลายทางวัฒนธรรม 7(17) : 208 - 218 , 2553.
- [3] ฤกษ์ทรัพ จันปุรี. ศึกษาผลการเรียนรู้จากสื่อสอนเครื่องเข้าที่พัฒนาตามแนวคิดสอนสตั๊ดติวิสต์ในวิชาสื่อการสอน สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิตสาขาวิชา เทคโนโลยีการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2546.
- [4] สารรัชต์ ห่อไฟศาลา. “นวัตกรรม และการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเพื่อการศึกษาในสหสัมരรษ์ใหม่ : กรณีการจัดการเรียนการสอนผ่านเว็บ (WebBased Instruction: WBI).” วารสารศรีปทุม บริทัคัน. 1 (ก.ค.-ธ.ค. :93) , 2544.
- [5] Prawit simmatun. (2008). A Development of Instructional Model using Collaborative Learning on Computer Network Based Learning for Undergraduate Student Based on Constructivist Theory. The Proceeding of International e-learning conference 2008. 20-21 November 2008. Bangkok : Thailand.
- [6] ประวิทย์ สิมมาทัน, จรัญ แสนราช และ วิทยา อารีราษฎร์. การพัฒนาบทเรียนแบบร่วมมือบนเครื่องเข้าคอมพิวเตอร์ สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี โดยอาศัยแนวทฤษฎีสอนสตั๊ดติวิสต์. เอกสารการประชุมวิชาการระดับชาติด้านคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ ครั้งที่ 5.กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2552.

## การพัฒนาบทเรียนอีเลิร์นนิ่งแบบปฏิสัมพันธ์ร่วมกับโปรแกรมตรวจสอบการเขียน TWP

### วิชาการประมวลผลภาพดิจิตอล

### Development of Interactive e-Learning using the Transformation Matrix Writing Check Program in Digital Image Processing Subject

ชูชาติ ลีเทา

ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

#### บทคัดย่อ

งานวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองมีวัตถุประสงค์เพื่อ ศึกษาองค์ประกอบและพัฒนาบทเรียนอีเลิร์นนิ่งแบบปฏิสัมพันธ์ร่วมกับโปรแกรมตรวจสอบการเขียน TWP วิชาการประมวลผลภาพดิจิตอล กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ได้แก่นักศึกษาสาขาวิชา วิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ สติติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลคือ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าที (*t-test*) ผลการวิจัยพบว่า องค์ประกอบของอีเลิร์นนิ่งที่สร้างขึ้น การออกแบบด้านการแสดงผลและด้านเนื้อหา มีผลการประเมินความเหมาะสมโดยผู้เชี่ยวชาญด้านต่อการเรียนการสอนและผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาอยู่ในระดับมาก บทเรียนอีเลิร์นนิ่งแบบปฏิสัมพันธ์ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 1.40 ตามเกณฑ์ของเมกุยแกนส์ ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้สถิติค่าที (*t-test*) พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01 บทเรียนอีเลิร์นนิ่งที่พัฒนาขึ้มนี้สามารถนำไปใช้ประกอบการเรียนการสอนวิชาการประมวลผลภาพได้ คำสำคัญ: บทเรียนอีเลิร์นนิ่ง การประมวลผลภาพดิจิตอล

#### Abstract

The development of the interactive e-learning using the transform matrix in Digital Image Processing was purposed. The statistics used to analyze and evaluate were the average, the standard deviation and *t-test*. The students at Teacher Training in Electrical Engineering were a sample group to test the program. The reviewer's comment in content and GUI of e-learning shows good level. The result of this research was 1.40 according to Meguigan's. The student achievement after using the interactive e-learning using the transformation in digital image processing subject was higher than before studying at the statistical significant of .01 level. Finally, the interactive e-learning can be utilized and applied in the subject of Digital Image Processing efficiently.

**Keyword:** e-Learning, Digital Image Processing.



## 1. ບໜ້າ

ปัจจุบันคอมพิวเตอร์ได้เข้ามายึดทบทباتในชีวิตประจำวันของคนเรามากขึ้น โดยได้เข้าไปมีบทบาทในทุกวงการอาชีพ เช่น ทางด้านการศึกษา ธุรกิจ การเงินการธนาคาร และบริการ ด้านต่าง ๆ เป็นต้น ในการด้านศึกษาสามารถนำเทคโนโลยีสารสนเทศมาประยุกต์ใช้กับการศึกษาในลักษณะต่าง ๆ เช่น การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน Web Based Instruction : WBI ซึ่งคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะช่วยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับบทเรียน ได้ตลอดเวลาตามความต้องการ โดยปัจจุบันบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีมากขยับนิเครื่องข่ายที่ทำให้ผู้เรียนสามารถศึกษาค้นคว้าได้ด้วยตนเอง ผู้เรียนสามารถทบทวนเนื้อหาสาระในบทเรียนบันทึกเรื่องข่ายนั้นได้ตามสะดวก โดยไม่มีข้อจำกัดทางด้านเวลา ช่วยในการตรวจสอบความรู้ความเข้าใจ ช่วยในการทบทวนเนื้อหาเพื่อป้องกันการลืมหายได้เป็นอย่างดี โดยอาศัยสื่อการสอนที่เรียกว่า WBI มาใช้เป็นเครื่องมือในการทบทวนเนื้อหาบทเรียนด้วยตนเอง ที่มีรูปแบบการปฏิสัมพันธ์ระหว่างบทเรียนและผู้เรียน

วิชาการประมวลผลภาษาดิจิตอล เป็นวิชาหนึ่งในหลักสูตรสาขาวิชกรรมไฟฟ้า ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า เนื้อหาบทเรียนเป็นเรื่องเกี่ยวกับความรู้ความเข้าใจ ในขั้นตอนการวิเคราะห์ และจัดการเกี่ยวกับภาพ เนื่องจากเนื้อหาบางตอนมีความซับซ้อนทำความเข้าใจได้ยาก ทำให้ผู้เรียนบางคนเข้าใจได้ไม่ชัดเจนหรือระดับความสนใจของผู้เรียนแต่ละคนแตกต่างกัน อาจไม่ได้สนใจในการเรียนตลอดเวลา ทำให้ไม่เข้าใจเนื้อหานางส่วน โดยรายวิชานี้จะต้องมีการคำนวณควบคู่ไปกับการเขียนโปรแกรมตลอดเวลา ลักษณะการสอนจะใช้การสอนแบบยกตัวอย่างและให้ผู้เรียนปฏิบัติตาม ในการสอนมีการใช้สื่อการสอนที่เป็นเอกสารและPower Point ซึ่งตัวอย่างที่ให้ผู้เรียนศึกษาไม่สามารถทำให้ผู้เรียนคิดและวิเคราะห์ได้เด่นชัด ประกอบกับการสอนในวิชานี้เป็นการสอนในเชิงทฤษฎีแต่ลักษณะการนำไปใช้ ผู้เรียนจะต้องคิดวิเคราะห์ คำนวณและเขียนโปรแกรมให้ได้ โดยที่ผู้สอนต้องพยายามสร้างความเข้าใจให้กับผู้เรียนและเนื่องจากผู้เรียนมีเวลาในการศึกษาน้อย โดยการเรียนใช้เวลา 3 ชั่วโมงต่อหนึ่งสัปดาห์ จึงทำให้เวลาในการคิดวิเคราะห์ของวิชานี้มีเวลาจำกัด ประกอบกับส่วนใหญ่

ผู้เรียนเป็นผู้ที่มีพื้นฐานความรู้แตกต่างกันจึงทำให้ยากต่อการ  
ทำความเข้าใจได้อย่างรวดเร็วทุก ๆ คน ผู้วัยจึงได้เลือกเห็นถึง  
ความสำคัญของการที่จะได้ทำการพัฒนาบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง  
แบบปฏิสัมพันธ์ร่วมกับโปรแกรมตรวจสอบการเขียน TWP  
วิชาการประมวลผลภาษาพัฒนิจต่อ สำหรับนักศึกษาสาขา  
วิศวกรรมไฟฟ้า เพื่อให้นักศึกษาได้ต่อเติมความรู้ให้กับผู้เรียน  
ให้มีความเข้าใจในเนื้อหาบทเรียนมากยิ่งขึ้น ด้วยเหตุผลที่ว่า  
โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สามารถนำเสนอตัวอักษร  
และภาพเคลื่อนไหวมีสีสันชุนอ่อนและเร้าใจ อีกทั้งการ  
ปฏิสัมพันธ์หรือการโต้ตอบกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน  
จะเป็นส่วนที่ทำให้มัลติมีเดียสมบูรณ์ขึ้นจนกล่าวได้ว่าการ  
ปฏิสัมพันธ์เป็นส่วนสำคัญที่ทำให้ผู้ใช้เกิดความประทับใจและ  
เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองจากการลงมือทำ อันได้แก่ การใช้  
แป้นพิมพ์ การคลิกเมาส์ การลัมพ์สานหัวจากภาพ การใช้ปากกา  
แสง หรือการปฏิสัมพันธ์ลักษณะอื่น ๆ จากปัญหาข้างต้นและ  
ข้อเสนอแนะจากการวิจัยที่มีการพัฒนาขึ้น ผู้วัยจึงได้พัฒนา  
บทเรียนอีเลิร์นนิ่งแบบปฏิสัมพันธ์ร่วมกับโปรแกรมตรวจสอบ  
การเขียน TWP วิชาการประมวลผลภาษาพัฒนิจต่อสำหรับ  
นักศึกษาสาขาวิศวกรรมไฟฟ้า เพื่อนำผลการวิจัยไปปรับปรุง  
การเรียนการสอนและเป็นแนวทางให้ผู้สอนใช้พัฒนาการเรียน  
การสอนให้มีประสิทธิภาพต่อไป

## 2. วัตถุประสงค์การวิจัย

2.1 เพื่อศึกษาองค์ประกอบของบทเรียนอีเลิร์นนิ่งแบบปฏิสัมพันธ์ร่วมกับโปรแกรมตรวจสอบการเรียน TWP วิชาการประมวลผลภาพดิจิตอลสำหรับนักศึกษาสาขาวิศวกรรมไฟฟ้า

2.2 เพื่อพัฒนาบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์แบบปฏิสัมพันธ์ร่วมกับโปรแกรมตรวจสอบการเขียน TWP วิชาการประมวลผลภาพดิจิตอลสำหรับนักศึกษาสาขาวิชาระบบที่ ไฟฟ้า

### 3. วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

ในหัวข้อนี้ผู้จัดขอนำเสนองานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

กุศิรา [1] ได้ทำการปัจจัยที่มีผลต่อการใช้การเรียนรู้โดยใช้เทคโนโลยีเดิร์นนิ่งของนักศึกษามหาวิทยาลัยรามคำแหงซึ่งผลการวิจัยพบว่านักศึกษามีพุทธิกรรมใช้อินเทอร์เน็ตเป็น



ประจำจากที่บ้านมากกว่าวันละ 1-2 ชั่วโมงต่อวัน และมีความชอบในการใช้งานเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์มากโดยเฉพาะการติดต่อบนโทรศัพท์มือถือพิมพ์ข้อความซึ่งจะทำให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ด้านต่างๆ งานเกิดการเรียนรู้ การสร้างปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้สอนจะช่วยให้ผู้เรียนนำข้อมูลที่ได้รับไปทำการประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ได้

สินีนาถ [2] ได้ทำการศึกษาผลในการใช้บทเรียนอีเลิร์นนิ่งสำหรับนักศึกษาคณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ซึ่งผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของนักศึกษาคณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ที่เรียนด้วยบทเรียนอีเลิร์นนิ่งนั้นสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักศึกษามีความคิดเห็นต่อการเรียนด้วยบทเรียนอีเลิร์นนิ่งนี้ อยู่ในระดับดีมาก

เอกบดินทร์ [3] ได้ทำการพัฒนาบทเรียนอีเลิร์นนิ่งเรื่องการเขียนเว็บด้วยภาษา PHP เป็นต้น ซึ่งผลการวิจัยพบว่าบทเรียนอีเลิร์นนิ่งเรื่องการเขียนเว็บด้วยภาษา PHP เป็นต้นของนักศึกษาชั้นปีที่ 2 โปรแกรมวิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร ที่สร้างขึ้นนั้น มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าก่อนที่เรียนแบบปกติซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่ได้ตั้งไว้ 80/80 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาชั้นปีที่ 2 โปรแกรมวิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร ที่เรียนโดยใช้บทเรียนอีเลิร์นนิ่งเรื่องการเขียนเว็บด้วยภาษา PHP เป็นต้น มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าก่อนที่เรียนแบบปกติซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ได้ตั้งไว้

#### 4. ขอบเขตการวิจัย

ในหัวข้อนี้ผู้วิจัยอนุญาตเสนองานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

##### 4.1 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่าง คือนักศึกษาระดับชั้นปีที่ 4 สาขาศึกกรรมไฟฟ้า ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ จำนวน 18 คน ได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง โดยเป็นนักศึกษาทั้งหมดที่ลงทะเบียนเรียนในวิชาการประมวลผลภาษาดิจิตอล ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557

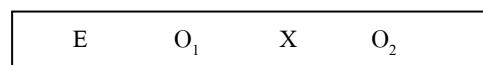
#### 4.2 ตัวแปรที่ใช้ในงานวิจัย

4.2.1 ตัวแปรอิสระ คือ การเรียนด้วยอิเลิร์นนิ่งแบบปฏิสัมพันธ์ ร่วมกับโปรแกรมตรวจสอบการเขียน TWP วิชาการประมวลผลภาษาดิจิตอลที่สร้างขึ้น

4.2.2 ตัวแปรตาม คือประสิทธิภาพและผลลัพธ์ที่ทางการเรียนของผู้เรียนที่มีมาจากการเรียนการสอนด้วยอิเลิร์นนิ่งแบบปฏิสัมพันธ์ร่วมกับโปรแกรมตรวจสอบการเขียน TWP วิชาการประมวลผลภาษาดิจิตอล

#### 4.3 แบบแผนการทดลอง

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง ผู้วิจัยได้กำหนดแบบแผนการทดลองแบบ One Group Pretest Posttest Design [4] มีลักษณะวิธีการทดลองดังนี้



#### 4.4 เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย ประกอบด้วย

บทเรียนอีเลิร์นนิ่งแบบปฏิสัมพันธ์ร่วมกับโปรแกรมตรวจสอบการเขียน TWP วิชาการประมวลผลภาษาดิจิตอล

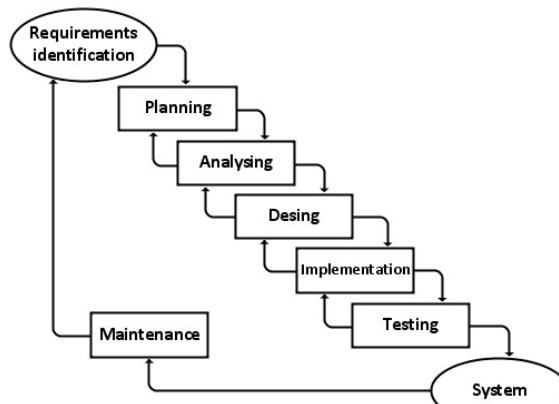
#### 5. วิธีดำเนินการวิจัย

กระบวนการวิจัยมีวิธีดำเนินงานแบ่งเป็น 2 ระยะ ดังนี้

##### 5.1 การพัฒนาบทเรียน

ผู้วิจัยได้ทำการพัฒนาบทเรียนในรูปแบบ SDLC

( System Development Life Cycle : SDLC ) [5]



ภาพที่ 1 System Development Life Cycle: SDLC



### ขั้นตอนที่ 1 วางแผน (Planning)

วางแผนในการสร้างและพัฒนาบทเรียน เริ่มจากการพิจารณาจากปัญหาที่มีอยู่มาทำการสรุปเป็นแนวทางที่จะดำเนินการ โดยกำหนดเรื่องที่จะทำการศึกษาความเป็นไปได้ในการจัดทำ ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง สุดท้ายกำหนดความต้องการและองค์ประกอบในการสร้างบทเรียน

### ขั้นตอนที่ 2 การวิเคราะห์ (Analysis)

นำข้อมูลที่ได้ที่ได้จากขั้นตอนที่ 1 มาวิเคราะห์ความต้องการของบทเรียนว่าบทเรียนดังกล่าวจะต้องมีการทำงานลักษณะใด และทำการเลือกใช้เครื่องมือในการสร้างและพัฒนาที่เหมาะสม

### ขั้นตอนที่ 3 การออกแบบ (Design)

ขั้นตอนการออกแบบนั้นผู้วิจัยได้ทำการกำหนดเนื้อหา กำหนดกิจกรรมการเรียนรู้ รูปแบบการแสดงผล เขียนสตอรี่บอร์ดเพื่อแสดงให้เห็นลำดับการทำงานของบทเรียน ทำการออกแบบให้มีขนาดเหมาะสม กำหนดความละเอียดภาพ จัดพื้นที่แต่ละส่วนที่นำเสนอ เลือกรูปแบบและขนาดของตัวอักษรทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ รวมถึงการกำหนดสีของตัวอักษรและพื้นหลัง จากนั้นทำการสร้างและพัฒนาบทเรียนขึ้นมา รวมไปถึงการทำการปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ

### ขั้นตอนที่ 4 การติดตั้ง (Implementation)

นำบทเรียนอัปโหลดเข้าสู่เครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อนำไปใช้ในการวิจัยตามขั้นตอนต่อไป

### ขั้นตอนที่ 5 การทดสอบ (Testing)

ผู้วิจัยได้นำบทเรียนที่สร้างและพัฒนาเสร็จแล้ว มาทำการทดสอบการทำงานของบทเรียน ทำการปรับปรุงแก้ไขให้มีการทำงานตรงตามขอบเขตที่ได้วางแผนและออกแบบเอาไว้

### ขั้นตอนที่ 6 การบำรุงรักษา (Maintenance)

ทำการตรวจสอบข้อมูลและความถูกต้องระหว่างที่ได้ดำเนินการใช้งานบทเรียน ทำการปรับปรุงแก้ไขข้อผิดพลาดต่างๆ ให้มีความถูกต้องอยู่เสมอ

#### 5.2 ทดลองใช้

นำบทเรียนอีเลิร์นนิ่งที่ได้พัฒนาขึ้นไปทำการทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขา

วิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์ อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 โดยจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ตามศักยภาพของแต่ละคน โดยมีการประเมินผลด้วยคะแนนการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน จากบทเรียนดังกล่าว

## 6. ผลการวิจัย

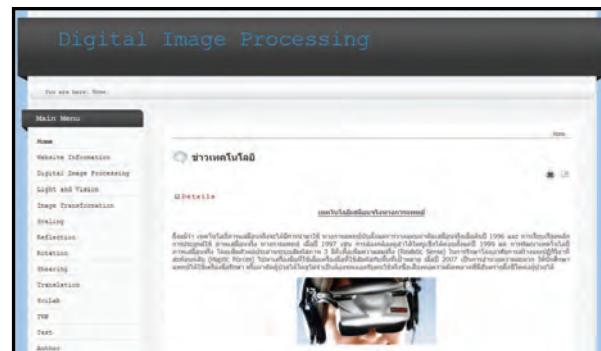
### 6.1 ผลการศึกษาองค์ประกอบของบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง

วิชาการประมวลผลภาพดิจิตอลได้องค์ประกอบของบทเรียนทั้งหมด 3 ส่วน ดังนี้

- ส่วนเนื้อหาของบทเรียน
- ส่วนของแบบทดสอบ
- โปรแกรม TWP

### 6.2 ผลการพัฒนาบทเรียน อีเลิร์นนิ่งวิชาการประมวลผล

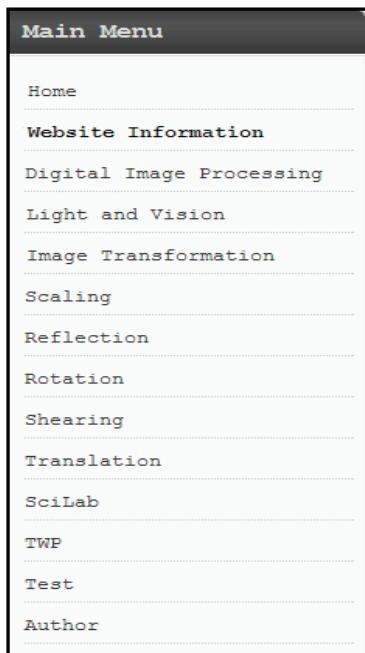
ภาพดิจิตอลได้บทเรียนแสดงดังภาพที่ 1 ถึง ภาพที่ 4 ดังนี้



ภาพที่ 1 อีเลิร์นนิ่งวิชาการประมวลผลภาพดิจิตอล



ภาพที่ 2 ส่วนที่ให้ผู้เรียนลงทะเบียนเข้าใช้งานอีเลิร์นนิ่ง



ภาพที่ 3 เมนูต่าง ๆ ในอีเลิร์นนิ่งวิชาการประมวลผลภาพ

\*\*\*\*\*

Transformation Matrix Writing Check Program

\*\*\*\*\*

ภาษาอังกฤษ : KITI SURPARE

โจทย์ข้อที่ 1. กำหนดคุณรูปสามเหลี่ยมที่มีจุดยอดอยู่ที่  $(0,0), (2,0), (1,2)$  ให้ทำการขยายภาพที่เพิ่มขึ้นสองเท่า

รีเซ็ต

$P = \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 2 & 0 \\ 1 & 2 \end{bmatrix}$

$T = \begin{bmatrix} 2 & 0 \\ 0 & 4 \end{bmatrix}$

$P^* = \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 4 & 0 \\ 2 & 4 \end{bmatrix}$

ผลการเรียนรู้ของผู้เรียน :

คุณ KITI SURPARE  
กำหนด Transformation Matrix ไปถูกต้อง

\*\*\*\*\*

ภาพที่ 4 โปรแกรม TWP

จากภาพที่ 3 เมนูต่าง ๆ ในอีเลิร์นนิ่งวิชาการประมวลผลภาพจะประกอบไปด้วยส่วนที่เป็นการแนะนำผู้ใช้และผู้อ่านแบบพัฒนาอีเลิร์นนิ่ง ส่วนที่เป็นเนื้อหา ส่วนที่เป็นแบบทดสอบ และส่วนที่เป็นโปรแกรม TWP

ภาพที่ 4 แสดงหน้าต่างโปรแกรม TWP: Transformation Matrix Writing Check Program ซึ่งเป็นโปรแกรมที่เขียนขึ้นด้วยภาษา PHP โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อตรวจสอบผู้เรียนในส่วน

ของความเข้าใจในเนื้อหาในเรื่องการตั้งสมการ และการคำนวณทางคณิตศาสตร์ โดยโปรแกรมจะคอมพิวเตอร์รับและแจ้งผู้เรียนว่าผู้เรียนมีความเข้าใจถูกต้องดีหรือไม่ หรือยังผิดในขั้นตอนใดทั้งการตั้งสมการและการคำนวณทางคณิตศาสตร์

ผลการประเมินความเหมาะสมของบทเรียนอีเลิร์นนิ่งที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ได้รับการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญสองกลุ่ม ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญด้านสื่อจำนวน 3 ท่านและผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาจำนวน 3 ท่าน ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการประเมินความเหมาะสมด้านสื่อ

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	SD	ระดับ
ด้านการใช้งาน	4	0	มาก
ด้านการแสดงผล	3.67	0.57	มาก
รวมเฉลี่ย	3.83		มาก

ตารางที่ 2 ผลการประเมินความเหมาะสมด้านเนื้อหา

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	SD	ระดับ
ด้านความเหมาะสม	3.67	0.57	มาก
ด้านความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์	4.67	0.57	ค่อนข้างมาก
ด้านความถูกต้อง	4	0	มาก
รวมเฉลี่ย	4.11		มาก

ผลการหาประสิทธิภาพของบทเรียนนี้ ซึ่งได้ทำการทดลองใช้และเก็บผลมาวิเคราะห์โดยใช้สูตรเมกุยแกนส์ แสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียน

คะแนน	N	คะแนนเต็ม	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ประสิทธิภาพ
ก่อน	18	100	29	15	1.40
หลัง	18	100	87	19	

จากตารางที่ 3 เมื่อนำค่าคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบก่อนเรียนกับค่าคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบหลังเรียนมาหาประสิทธิภาพตามสูตรของเมกุยแกนส์จะมีค่าเท่ากับ 1.40 แสดงว่ามีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐานของเมกุยแกนส์ที่มีค่ามากกว่า 1 จึงสามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนต่อไปได้

ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างคะแนนจากการทดสอบหลังเรียนกับคะแนนการทดสอบก่อนเรียนโดยใช้สถิติค่า t ( t-test ) ได้ผลดังตารางที่ 4



#### ตารางที่ 4 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

คะแนน	N	คะแนนเต็ม	ค่าเฉลี่ย	S.D.	t
ก่อน	18	100	29	15	9.9
หลัง	18	100	87	19	

จากตารางที่ 4 พบว่าค่า t ที่คำนวณได้มีค่าเท่ากับ 9.9 เมื่อเทียบกับค่า t จากตารางที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .01 และ df เท่ากับ 17 เปิดตารางได้ค่า t เท่ากับ 2.89 ซึ่งค่า t ที่คำนวณได้มีค่ามากกว่าค่า t ที่เปิดจากตาราง จึงสรุปได้ว่าคะแนนทดสอบหลังเรียนสูงกว่าคะแนนทดสอบก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นั้นคือการเรียนด้วยบทเรียนอีเลิร์นนิ่งแบบปฏิสัมพันธ์ร่วมกับโปรแกรมตรวจสอบการเรียน TWP วิชาการประมาณผลภาคพิดิจิตอลนี้ ทำให้ผู้เรียนมีผลลัพธ์ที่ดีทางการเรียนสูงขึ้น

## 7. สรุปผลการวิจัย

ผลการวิจัย พบว่า การนำบทเรียนอีเลิร์นนิ่งนี้มาใช้ในการเรียนการสอนวิชาการประมวลผลภาพ ทำให้ผู้เรียนมีกิจกรรมที่ส่งเสริมให้เกิดความรู้ความเข้าใจที่มากยิ่งขึ้น ด้วยการเรียนแบบผสมผสานระหว่างการสอนในห้องร่วมกับอีเลิร์นนิ่งแบบปฏิสัมพันธ์ที่พัฒนาขึ้นที่มีการนำโปรแกรม TWP มาใช้ร่วมเพื่อตรวจสอบกระบวนการคิดของผู้เรียนที่จะขึ้นตอนในแต่ละล่วงของการตั้งสมการทางเมตริกซ์และการคำนวณทางด้านการประมวลผลภาพ โดยผู้เรียนที่สามารถผ่านการใช้งานโปรแกรม TWP นี้ได้นั้นย่อมแสดงให้เห็นว่ามีความเข้าใจในเนื้อหาอยู่ในเกณฑ์ดี อันเป็นการช่วยลดภาระแก่ผู้สอนในการตรวจสอบเนื้อหาผู้เรียนลง ได้ ดังจะเห็นได้จากค่าประสิทธิภาพตามสูตรของเมกุยเกนส์ซึ่งมีค่าเท่ากับ 1.40 และผลการเบริร์บเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนที่สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01 จึงสรุปได้ว่าบทเรียนอีเลิร์นนิ่งที่พัฒนาขึ้นสามารถนำไปใช้ประกอบการเรียนการสอนวิชาการประมวลผลภาพได้อย่างเหมาะสม โดยโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นนี้จะถูกนำไปประยุกต์ใช้ประกอบการเรียนการสอน ในวิชาการประมวลผลภาพของนักศึกษาระดับปริญญาตรี เพื่อใช้สร้างกิจกรรมการเรียนการสอน เป็นสื่อประกอบการสอน เป็นแนวทางในการคำนวณทางด้านการประมวลผลภาพ

และตรวจปรับความเข้าใจให้แก่นักศึกษา เพื่อประโยชน์ในการเสริมสร้างความเข้าใจให้เกิดขึ้นอย่างทั่วถึง โดยมีจุดมุ่งหมาย และคาดหวังไว้ว่าจะเกิดประโยชน์สูงสุดต่อกระบวนการเรียนการสอน เพื่อให้กระบวนการเรียนการสอนวิชาการประมวลผลภาพดิจิตอลนี้สามารถจัดการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

## 8. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มีชัย โลหะการและ  
อาจารย์กิตติ เสือแพร์ ที่ให้คำแนะนำและช่วยดำเนินการทดลอง  
ใช้เครื่องมือและขอขอบคุณคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ที่  
สนับสนุนการวิจัยในครั้งนี้

## 9.ເອກສາຮ້ອງອີງ

- [1] คุณริสา เจริญสุข “ปัจจัยที่มีผลต่อการใช้เทคโนโลยีดิจิทัลในชีวิตประจำวันของนักศึกษาในมหาวิทยาลัยรามคำแหง” มหาวิทยาลัยรามคำแหง 2555.
  - [2] ศิรินาดา คุ้มแสงเทียน “ผลการใช้แบบเรียนอิเล็กทรอนิกส์บนเครื่องขับสำหรับนักศึกษาคณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยพระบูรพา” 2555.
  - [3] เอกนันทน์ เกตุขาวา “การพัฒนาบทเรียน E-Learning เรื่องการเขียนเว็บด้วยภาษา PHP” กรุงเทพ 2552.
  - [4] มนต์ชัย เทียนทอง “สอดคล้องและการวิจัยทางเทคโนโลยีสารสนเทศ” กรุงเทพ 2549.
  - [5] วิริยะศักดิ์ จงเลขา “หลักการเขียนโปรแกรม” กรุงเทพ.





## ดังนี้

ชื่อ	หน้า	ชื่อ	หน้า
กนกวรรณ เรืองศิริ	139	นิพนธ์ ทางทอง	150
กังวลด พยัคฆ์กุล	15	นุชนาฎ ชุมชื่น	293
กัญญาวิทัย กลิ่นนำรุ่ง	133	บัญชา ได้ศรีโภตระ	43
กันตภณ มะหาหมัด	156, 260	บันทิต ทองคำ	169
กษิรัฐ เจริญรายภูริ	193	บุรินทร์ ยอดวงศ์	23, 29
กิตติ เสือแพร	121, 127	เบ็ญจวรรณ มูลศรี	208
กิตติพัฒน์ เจริญกุล	29	ปฏิพักษ์ หวานทอง	23
กีรติ วุฒิจารี	49	ปนิชา วรรณพิรุณ	121
ขจรศักดิ์ กันชนพนิต	201	ประชารัฐ สัตถาผล	15
จรัญ แสนราช	318	ประเทือง ศิ้นแก้ว	49
จรพันธุ์ ศรีสมพันธุ์	287	ประسطสุข สร้อยทอง	43
จุ่มพล อุดมชัยบรรจิด	162, 299	พงศธร ชมทอง	3, 115
เจคน์ พวงศิลป์	193	พงศ์ศิริ ปุ่งพร	23
ชัยณรงค์ เย็นศิริ	248	พนาฤทธิ์ เศรษฐกุล	9, 23
ชัยวิชิต เชี่ยวชนะ	208, 230	พรจิต ประทุมสุวรรณ	62
ชัยวิชิต เชี่ยวชนะ	230	พรวิยา ถีมอ้ม	272
ชูชาติ สีเทา	223, 324	พรศักดิ์ บุญพา	299
จิตพงษ์ เดิศวิษะประภา	9	พัชรลักษณ์ รักธรรมจิรสุข	185
ณัฐวุฒิ สร้อยดอกสอน	305	พาสนา เอกอุดมพงษ์	281
ทวีศักดิ์ รุบสิงห์	242	พินิจ เนื่องกิริมย์	139
ธนวิทย์ ทองวิเชียร	76	พุลศักดิ์ โภษยากรณ์	156, 260
ธราธิป ภูร่องแห	43	ไพบูล คงเรือง	109, 34
นงลักษณ์ เพ็มชาติ	217	ไพบูล พิพัฒน์ธิติกร	15
นนิศา สร้อยดอกสอน	305	ภิเศก ภัทรเวสารัช	193
นริศร แสงคนอง	162, 299	มนตรี มนตรีพิดา	82
นัดพล ดอกจาก	3	มนตรี ศริปรัชญานันท์	15
นำโชค วัฒนานันย์	115	มีชัย โลหะการ	121, 127
นิธิ รอดประดิษฐ์	266	เมธีพจน์ พัฒนศักดิ์	23

ชื่อ	หน้า
ยงยุทธ ทองคำ	266
ร่มณ ทองศรี	260
รัฐพล จันทะวงศ์	133
วรรุณ อุดดา	29
วชิรินทร์ โพธิ์เงิน	62
วัฒนา แก้วมณี	23, 29, 162, 299
วีรชัย มัณฑารักษ์	55
วุฒิชัย ป่วงมณี	201
ศักดิ์ชัย ตันติวิทัณ์	103
ศิริพร หล้าอินดา	230
ศิวคล นวานนกคล	144
สมมารถ ขำเกลี้ยง	34, 76, 109, 144
สมศักดิ์ อรรคทิมาภูด	133, 139, 150, 293
สยาม แคมบุนทด	175
สรุจ พันธุ์จันทร์	115
สันติ หุตะมาน	62
สิริชัย จันทร์นิม	254
สุชาดา ทองมาก	287
สุรพันธ์ ตันศรีวงศ์	150, 293
สุรุณี ยะนิล	88, 94
สุริยันต์ พรมกช	162
สุวัจน์ สิกบุตร	23
เสรี เพ็มชาติ	217
หาญศึก เลี้บครุฑ	236
อดิศร  Kavanaugh	15
อดิศักดิ์ สุวรรณมา	9
อติวัณน์ กีรติอมรลักษณ์	68
อมร บุญสิริ	23
อมรรัตน์ ชัยเสนหานุ	318, 312
อรุณลิน สุขศรีสวัสดิ์	272
อุตมศักดิ์ แก้วมรกต	156, 260



คณะกรรมการจัดประชุมวิชาการครุศาสตร์อุตสาหกรรมระดับชาติ ครั้งที่ 7

(The 7<sup>th</sup> National Conference on Technical Education)

วันที่ 6 พฤษภาคม พ.ศ. 2557

ณ หอประชุมเบญจรงค์ อาคารนวมินทรราชินี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

คณะกรรมการที่ปรึกษา

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พนาฤทธิ์ เศรษฐกุล	ประธานที่ปรึกษา
2. รองศาสตราจารย์ ดร. สันติชัย อินทพิชัย	ที่ปรึกษา
3. รองศาสตราจารย์ ดร. มนต์ชัย เทียนทอง	ที่ปรึกษา
4. รองศาสตราจารย์ ดร. วิทยา วิภาวัฒน์	ที่ปรึกษา
5. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. มงคล หวังสกิดย์วงศ์	ที่ปรึกษา

คณะกรรมการดำเนินการ

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. จรัญ แสนราช	ประธานกรรมการ
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พิเชฐ ศรีบรรยงค์	รองประธานกรรมการ
3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. จิรัสศักดิ์ วิเศษ	กรรมการ
4. รองศาสตราจารย์ ดร. สมศักดิ์ อรรคทิมาภูล	กรรมการ
5. อาจารย์วิทวัส พิพัฒน์สุวรรณ	กรรมการ
6. อาจารย์ ดร. นิรพงษ์ วิริyananท	กรรมการ
7. อาจารย์ ดร. สมศักดิ์ แซ่หลี	กรรมการ
8. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พูลศักดิ์ โภคิยภารณ์	กรรมการ
9. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ศิริศักดิ์ คงสมศักดิ์สกุล	กรรมการ
10. รองศาสตราจารย์ ดร. มนต์รี ศิริปรัชญาันนท	กรรมการ
11. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วัชรินทร์ โพธิ์เงิน	กรรมการ
12. อาจารย์สันติ หุตามาน	กรรมการ
13. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วัฒนา แก้วมณี	กรรมการ
14. อาจารย์ ดร. สุธิดา ชัยชนชื่น	กรรมการ
15. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชัยวิชิต เซียรชนะ	กรรมการ
16. นางสาวมลลิกา ศรีเพ็ญ	กรรมการ



17. นางสาวธิภาภิทัย	แอบเพชร	กรรมการและเลขานุการ
18. นางสาวลักษณ์	ขอดคำมี	กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ
19. นางสาวศิริพร	ย่างสาข	กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ

**คณะกรรมการเผยแพร่และจัดทำเอกสารรายงาน**

1. อาจารย์ ดร.สมคิด	แซ่หลี	ประธานกรรมการ
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิเชษฐ์	ศรีบูรณะ	รองประธานกรรมการ
3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พูลศักดิ์	ไกยีษารณ์	กรรมการ
4. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วัชรินทร์	โพธิ์เงิน	กรรมการ
5. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศิริศักดิ์	คงสมศักดิ์สกุล	กรรมการ
6. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วัฒนา	แก้วมณี	กรรมการ
7. อาจารย์ ดร.สุนิศา	ชัยชนชื่น	กรรมการ
8. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชัยวิชิต	เชี่ยวชนะ	กรรมการ
9. อาจารย์สันติ	ทุตตามาน	กรรมการ
10. อาจารย์ธีราทร	ชนีเย็ง	กรรมการ
11. นายประจักษ์เวช	ดีวี	กรรมการ
12. นายเขมวันดี	จันทร์วงศ์	กรรมการ
13. นายวีระเชษฐ์	มะแซ	กรรมการ
14. นางสาวพัชรี	เอ็มสุข	กรรมการ
15. นางสาวพรสวรรค์	จันทะศักดิ์	กรรมการ
16. นางสาวลักษณ์	ขอดคำมี	กรรมการ
17. นางสาวศิริพร	ย่างสาข	กรรมการและเลขานุการ
18. นางสาวกนิตา	กลくな	กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ

**คณะกรรมการเลขานุการ**

1. รองศาสตราจารย์ ดร.สมศักดิ์	อรรถทิมากุล	ประธานกรรมการ
2. นางสาวมลิกา	ศรีเพ็ญ	รองประธานกรรมการ
3. นางกนกภัทร์	ภูพิพัฒน์ไพบูล	กรรมการ
4. นางชวนชน	ลีบพันทา	กรรมการ
5. นางสาวครุณี	ไชยรักษ์	กรรมการ
6. นางสาวชัชพรรณ	กลิ่นเมธี	กรรมการ
7. นางสุชีดา	กุศลจิตกรณ์	กรรมการ
8. นางสาวพรรรณรพี	เรืองประพันธ์	กรรมการ



9. นางสาวพัชรี	เอี้ยมสุข	กรรมการ
10. นางสาวสั่งหรี	อัญเจริญ	กรรมการ
11. นางสมพิศ	เกณฑ์รายภูร்	กรรมการ
12. นางสาวปาริชาต	คงชุณ	กรรมการ
13. นางสาววัณุใจ	ผุดผลัด	กรรมการ
14. นายวิศณุ	ศรีไชย	กรรมการ
15. นายคนัย	พรเมเดน	กรรมการ
16. นายจักรพันธ์	คงครบ	กรรมการ
17. นางสาวเมลด้า	กัลลีมารี	กรรมการ
18. นางสาวรัตนาภรณ์	ใจเจริญ	กรรมการ
19. นางรัชฎาพร	เริงประเสริฐวิทย์	กรรมการ
20. นางปะนนรี	น้ำสุนยาชีวิตา	กรรมการ
21. ว่าที่ ร.ต.หญิงสุการัตน์	วิริยะโจนกุล	กรรมการ
22. นางสาวศิริรักษ์	เขมาภิรักษ์	กรรมการ
23. นางกฤติญา	ศิริมัย	กรรมการ
24. นางเอื้องพร	อมรหริรัญ	กรรมการ
25. นางชญาณิย์	หาญรินทร์	กรรมการ
26. นางสาววรทัย	ประจักษ์เพิ่มศักดิ์	กรรมการและเลขานุการ
27. นางสาวสุกaphร	เช่งไพระ	กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ
28. นางสาวศิริพร	ย่างสาวย	กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ

**คณะกรรมการพิธีการ**

1. อาจารย์ ดร.ธีรพงษ์	วิริyanนท์	ประธานกรรมการ
2. ผศ.ดร.สุขัญญา	ไปปยะนันทน์	กรรมการ
3. อาจารย์วัฒนรินทร์	แสนราช	กรรมการ
4. นายประจักษ์เวช	ศิริวิชัย	กรรมการ
5. นางสาวพรสวรรค์	จันทะคัด	กรรมการ
6. นางสาวศิริพร	ย่างสาวย	กรรมการ
7. นางสาวลักษณ์	ยอดคำมี	กรรมการและเลขานุการ

**คณะกรรมการผู้ดำเนินการนำเสนอทความประจำกลุ่ม (Chair Session)**

1. อาจารย์ ดร.สมคิด	แซ่หลี	ประธานกรรมการ
2. รองศาสตราจารย์ ดร.ณมน	จีรังสุวรรณ	กรรมการ
3. รองศาสตราจารย์ ดร.ปรัชญานันท์	นิลสุข	กรรมการ



4.	รองศาสตราจารย์ ดร.มนตรี ศิริประชุมานันท์	กรรมการ
5.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วชิรินทร์ โพธิ์เงิน	กรรมการ
6.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปนิตา วรรณพิรุณ	กรรมการ
7.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อนันต์ สีบสาราม	กรรมการ
8.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วัฒนา แก้วมณี	กรรมการ
9.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เมธีพจน์ พัฒนศักดิ์	กรรมการ
10.	อาจารย์ ดร.กฤช สินธนะกุล	กรรมการ
11.	อาจารย์ ดร.สุธิดา ชัยชนะชื่น	กรรมการ
12.	อาจารย์ ดร.จิรพันธ์ ศรีสมพันธ์	กรรมการ
13.	อาจารย์ ดร.อินทิรา รอบรู้	กรรมการ
14.	อาจารย์ ดร.ทักษิณ เครื่องหงส์	กรรมการ
15.	อาจารย์ ดร.ปียะ กรกชินธนาการ	กรรมการ
16.	อาจารย์ณิชมน พุน้อย	กรรมการ
17.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มีชัย โภคาการ	กรรมการ
18.	นางสาวลักษณ์ ยอดคำเมี่ย	กรรมการและเลขานุการ

**ผู้ช่วยผู้ดำเนินการนำเสนอทความประจำกลุ่ม (Chair Session)**

1.	นายกั้งวาก พขกมกุล
2.	นายประชารัฐ สัตถាណก
3.	น.ต.ทองสุข เทศคนต์
4.	นางนิชัวรรณ รุ่งรังษี
5.	นายณัฐฐ์ ศิริวรรณนานนท์
6.	นายศรรภุณ ลีบีแย้ม
7.	นายประดิษฐ์ สงก์แสงขท
8.	นายณัฐพล รอทอง
9.	นายอรรถพ ปียะสินธ์ชาติ

**คณะกรรมการจราจรและสถานที่จอดรถ**

1.	อาจารย์ทิวัตส์ พิพิธสุวรรณ	ประธานกรรมการ
2.	นายเมธा สุกานไชยกิจ	กรรมการ
3.	นายศรชัย พาสิน	กรรมการ
4.	นายหนูแดง อีนนาน	กรรมการ



5. นายณัชพล	มากกุญชร	กรรมการ
6. นายกิตติศักดิ์	ศรีสวัสดิ์	กรรมการ
7. นายฤทธากร	จงสมจิตต์	กรรมการ
8. นายลักษณ์ศักดิ์	แสงนุช	กรรมการ
9. นายทักษ์ดันย์	โภทานันก์	กรรมการ
10. นางสาวรัตนานภรณ์	ใจเจริญ	กรรมการและเลขานุการ

**รายชื่อคณะกรรมการกองบรรณาธิการ**

1. รองศาสตราจารย์ ดร.วิทยา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม	วิภาวดีวนิช มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ	บรรณาธิการ
2. นาวาเอก ศาสตราจารย์ ดร.มนต์ชัย วิทยาลัยพาณิชยนาเวียนานาชาติ	กานทอง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตศรีราชา	กองบรรณาธิการ
3. ศาสตราจารย์ ดร.สุขสันต์ คณะวิศวกรรม โยธา	หอพินิจสุข มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี	กองบรรณาธิการ
4. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สกิดนันท์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา	บุญมี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา	กองบรรณาธิการ
5. รองศาสตราจารย์ ดร.ประเสริฐ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา	ปั่นปู้รัฐ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา	กองบรรณาธิการ
6. รองศาสตราจารย์ ดร.พานิช คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม	วุฒิพุก มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ	กองบรรณาธิการ
7. รองศาสตราจารย์ ดร.มนต์รี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม	ศิริประชญาณนันท์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ	กองบรรณาธิการ
8. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไพรожน์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม	สติรยากร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ	กองบรรณาธิการ
9. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พูลศักดิ์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม	โภคิยภรณ์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ	กองบรรณาธิการ
10. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิเชษฐ์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม	ศรีบรรยงค์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ	กองบรรณาธิการ
11. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วัชรินทร์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม	โพธิ์เงิน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ	กองบรรณาธิการ
12. อาจารย์ ดร.สมคิด คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม	แซ่หลี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ	กองบรรณาธิการ
13. อาจารย์รักนันทร์ คณะบริหารธุรกิจ	แสนราช มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ	ฝ่ายเลขานุการกองบรรณาธิการ



14. นางสาวชีภากัทร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม	แอบเพชร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ	ฝ่ายเลขานุการกองบรรณาธิการ
15. นางสาววลัยพร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม	ยอดคำมี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ	ฝ่ายเลขานุการกองบรรณาธิการ
16. นางสาวศิริพร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม	ย่างสาข มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ	ฝ่ายเลขานุการกองบรรณาธิการ

**รายนามผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาบทความ (ภายใน)**

1. รองศาสตราจารย์ ดร.มนตรี	ศิริปรัชญาณันท์	คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นรินทร์	กรีดอကไม้	คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
3. รองศาสตราจารย์ ดร.พยุ	มีสัจ	คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ
4. รองศาสตราจารย์ ดร.ธิติพงษ์	เดิศวิษะประภา	คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
5. อาจารย์ ดร.ปีรachee	กรกชจินตนาการ	คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
6. อาจารย์ ดร.กานี	น้อยยิ่ง	คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
7. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วชิรินทร์	โพธิ์เงิน	คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
8. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชัยพล	ธงชัยสุรัชต์กุล	คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
9. รองศาสตราจารย์ ดร.สมศักดิ์	อรรถกิมภกุล	คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
10. อาจารย์ ดร.กฤช	สินธนกุล	คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
11. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชัยวิชิต	เชี่ยวชนะ	คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
12. อาจารย์ ดร.สุรุวดี	ยะนิด	คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
13. อาจารย์ ดร.พิรัตตน์	นันทวรรณค์	คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
14. อาจารย์ ดร.ธิรพันธุ์	ศรีสมพันธุ์	คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
15. รองศาสตราจารย์ ดร.พิสิฐ	เมธากัทร	คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
16. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรจิต	ประทุมสุวรรณ	คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
17. อาจารย์ ดร.ธีรพงษ์	วิริyananท	คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
18. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นีชัย	โลหะการ	คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
19. รองศาสตราจารย์ ดร.สนับสนุน	อุดกฤษณ์	คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
20. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิเชษฐ์	ศรียรรบงค์	คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
21. อาจารย์ ดร.พรหมสวัสดิ์	ทิพย์คงค่า	กรรมการสภามหาวิทยาลัยผู้ทรงคุณวุฒิ
22. อาจารย์ ดร.วรรณชัย	วรรณสวัสดิ์	คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
23. รองศาสตราจารย์ ดร. จิรศักดิ์	ชาญวุฒิธรรม	คณะวิศวกรรมศาสตร์
24. อาจารย์ ดร.วราทินี	นุ้ยเพียร	คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
25. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วัฒนา	แท้วมณี	คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
26. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ชำนาญ	ดวงจรัส	คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
27. อาจารย์ ดร.อภิชวงศ์	จันทร์ทั่งพุด	คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม



28. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พูลศักดิ์	โภชิยาภรณ์	คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
29. อาจารย์ ดร.เอกกมล	บุญ吉祥านันท์	คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
30. อาจารย์ ดร.อโนมາ	ศิริพานิช	คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
31. รองศาสตราจารย์ ดร.ภูดิส	ลักษณ์ภรณ์เจริญ	คณะวิศวกรรมศาสตร์
32. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุร้ายฤทธิ์	พรเมจันทร์	คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
33. รองศาสตราจารย์ ดร.กานดา	พุนลาภทวี	คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
34. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไพโรจน์	ศศิริยากร	คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
35. อาจารย์ ดร.สุชิดา	ชัยชนชื่น	คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
36. ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุนีร์	วรรธน์โภกมล	คณะบริหารธุรกิจ

**รายนามผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาบทความ (ภายนอก)**

1. อาจารย์ ดร.สวนันท์	แแดงประเสริฐ	มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
2. อาจารย์ ดร.นพพักดี	ตันติสัตยานันท์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ วิทยาเขตวังไกลกังวลดิษฐ์
3. อาจารย์ ดร.จริยา	เอื้อบสกุล	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชภัฏสุโขทัย
4. รองศาสตราจารย์บรรจุ	อรชร	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
5. รองศาสตราจารย์ ดร.อัคครัตน์	พูลกระจั่ง	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
6. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประวิทย์	ศิริมาทัน	มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
7. อาจารย์ ดร. ทักษิณ	เครื่องหงส์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชภัฏมหาสารคาม
8. รองศาสตราจารย์ ดร.พีระยศ	แสน่โภชน์	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
9. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สาลินันท์	บุญมี	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ
10. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สาคร	พัวพันธ์	มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์
11. รองศาสตราจารย์ ดร.ชุวงศ์	พงษ์เจริญพาณิช	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
12. ดร.หม่อมหลวงศิรากิริมย์	ธีรประเสริฐ	รองผู้อำนวยการฝ่ายกลยุทธ์องค์กร
13. รองศาสตราจารย์ ดร.มิตรชัย	จงเชี่ยวชำนาญ	บริษัท ชนาลักษณ์ จำกัด (มหาชน)
14. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมชาบดี	ศรีสกุลเตี่ยว	มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
15. อาจารย์ ดร.พรสวรรค์	วงศ์ด้าธรรมรัตน์	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
16. รองศาสตราจารย์ ดร.พิพัฒน์	พรหมมี	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
17. รองศาสตราจารย์ ดร.ทวีเดช	ศิริชนาพิพัฒน์	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
18. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สนิท	ตีเมืองชัย	มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม



# ຄະນະຄຽກຄ່າລ່ວມອຸທະກຣນ ພາຫວິກຍາລ້າຍເກົກໂປໂລຢີພະຈອນເກົ້າພະແນກເກົ່ອ

1518 ປະປະເຈດວັນທີ 1 ແຂວງວຽງຈັນ ເມນາທີ່ອ ກຽມເກົ່າ 10800 ໂກງວັນທີ 0-2555-2000 ຕ່າງ 3221 ໂກງວັນທີ 0-2586-9015  
<http://ພພພ.fte.kmu.ac.th> E-mail Address: [teched@fte.kmu.ac.th](mailto:teched@fte.kmu.ac.th)

## ປັບປຸງ ປົນສາໄ ວິຊຍັກົກໍ ພັບຕົກ

ປັບປຸງ : ພັບຕົກ ພັບຕົກ ວິຊຍັກົກໍ ແລະ ເກົກໂປໂລຢີ

ປົນສາໄ : ບຸ່ງຄົນບັນກິດໃຫ້ເປີ້ນຜູ້ທີ່ມີຄວາມຮູ້ຄວາມລາຍການການກົດໝາຍ ວິຊຍັກົກໍ ວິວກວດຮນ ແລະ ເກົກໂປໂລຢີເພື່ອກາລົອນ  
ການຄ່າຍກອດ ການບອກຮັດການ ການໃຊ້ ການຮ້າງແລະ ພັບຕົກ ໂປ່ງເກົ່າດ້ວຍໜີປະລິກອີກາຍ ເປີ້ນຜູ້ທີ່ຮູ້ຈົງ ກຳໄດ້ຮົວ ພົມມະນຸນ ອົງຮຽນ  
ແລະ ຮັບຜົດຮອບທ່ານັ້ນ ບຸ່ງພັນນາຫານດ້ານການກົດໝາຍ ວິຊຍັກົກໍ ວິວກວດຮນ ແລະ ເກົກໂປໂລຢີບັນຫຼັບເພື່ອຮັບໃຫ້ສັນຄນ

ວິຊຍັກົກໍ : ເປີ້ນອົກ່ຽວ່ານແຫ່ງການເຮືອນ ຕັ້ງແນບຜົດຄຽວໜ້າ ຄວບຄ່າວຽກຮານຮນ ລ້າງລ້ອຮ້າທີ່ເວົ້າ ກ່າຍກອດເກົກໂປໂລຢີ ບຸ່ງລູ່ນາກຮ້ານລາກລ

ພັບຕົກ : ຜົດໝາຍ ແລະ ພັບຕົກ ອົງຮຽນໃນຮະດັບປະປຸງນາກທີ່ ປະປຸງນາກໂທ ແລະ ປະປຸງນາກເອັດ

ວິຊຍ ແລະ ເພີຍແຍ່ງໆ  
ໃຫ້ບັນກິດການວິທະການ ດ້ານເກົດໃຫ້ກົດເປົກຊາຍ ການກົດລົອນ ການສ້າງວິຊຍ ວິວກວດຮນ ແລະ ພັບຕົກ

ອັດລັກໜ່າ : ບັນກິດທີ່ ດີກເປີ້ນ ກຳເປີ້ນ ດ່າຍກອດເປີ້ນ

ເອັດລັກໜ່າ : ຕັ້ງແນບແຫ່ງການຜົດຄຽວໜ້າ ລ້າງລ້ອຮ້າທີ່ ວິວກວດຮນ

## ກັດລຸ່ອທຣແລະລາຫວິຫາກີ່ເປົກລອບ

ກັດລຸ່ອທຣກາລາຂ່າຍຂອງຄະນະຄຽກຄ່າລ່ວມອຸທະກຣນ

- ກັດລຸ່ອທຣເບື້ອງນຸ້ມັກທີ່ ລາຫວິຫາເກົກໂປໂລຢີລາຍລະເກົກແລະ ການລື້ອລາຍເພື່ອການກົດໝາຍ
- ກັດລຸ່ອທຣເບື້ອງນຸ້ມັກທີ່ ລາຫວິຫາວິຊຍ ແລະ ພັບຕົກການລອນເກົກໂປໂລຢີກົດໝາຍ

ກາກວິຫາຄຽກຄ່າລ່ວມອຸທະກຣນ

- ກັດລຸ່ອທຣກາລາຄ່າລ່ວມອຸທະກຣນບັນກິດ ລາຫວິຫາວິວກວດຮນເກົ່ອງທຳ
- ກັດລຸ່ອທຣຄຽກຄ່າລ່ວມອຸທະກຣນບັນກິດ ລາຫວິຫາວິວກວດຮນແນຄກາກອົບິກໍ
- ກັດລຸ່ອທຣຄຽກຄ່າລ່ວມອຸທະກຣນບັນກິດ ລາຫວິຫາວິວກວດຮນການກົດໝາຍແລະ ອຸທະກຣນ
- ກັດລຸ່ອທຣຄຽກຄ່າລ່ວມອຸທະກຣນພາບັນກິດ ລາຫວິຫາວິວກວດຮນເກົ່ອງທຳ
- ກັດລຸ່ອທຣຄຽກຄ່າລ່ວມອຸທະກຣນພາບັນກິດ ລາຫວິຫາວິວກວດຮນແນຄກາກອົບິກໍ

ກາກວິຫາຄຽກຄ່າລ່ວມອຸທະກຣນ

- ກັດລຸ່ອທຣກາລາຄ່າລ່ວມອຸທະກຣນບັນກິດ ລາຫວິຫາວິວກວດຮນນິ້ມໍາ
- ກັດລຸ່ອທຣຄຽກຄ່າລ່ວມອຸທະກຣນພາບັນກິດ ລາຫວິຫາວິວກວດຮນນິ້ມໍາ
- ກັດລຸ່ອທຣເບື້ອງນຸ້ມັກທີ່ ລາຫວິຫາວິວກວດຮນນິ້ມໍາ

ກາກວິຫາຄຽກຄ່າລ່ວມອຸທະກຣນ

- ກັດລຸ່ອທຣຄຽກຄ່າລ່ວມອຸທະກຣນບັນກິດ ລາຫວິຫາເກົກໂປໂລຢີລົອນພິວເຕີ
- ກັດລຸ່ອທຣວິວກວດຮນຄາລ່ອນທຳກົດບັນກິດ ລາຫວິຫາວິວກວດຮນພິວເຕີແລະ ການກົດໝາຍ (5 ປີ)
- ກັດລຸ່ອທຣວິວກວດຮນຄາລ່ອນທຳກົດບັນກິດ ລາຫວິຫາວິວກວດຮນພິວເຕີແລະ ການກົດໝາຍ
- ກັດລຸ່ອທຣເບື້ອງນຸ້ມັກທີ່ ລາຫວິຫາວິວກວດຮນພິວເຕີແລະ ການກົດໝາຍ

ກາກວິຫາຄອນພິວເຕີກົດໝາຍ

- ກັດລຸ່ອທຣຄຽກຄ່າລ່ວມອຸທະກຣນບັນກິດ ລາຫວິຫາເກົກໂປໂລຢີລົອນພິວເຕີ
- ກັດລຸ່ອທຣຄຽກຄ່າລ່ວມອຸທະກຣນບັນກິດ ລາຫວິຫາເກົກໂປໂລຢີລົອນພິວເຕີ
- ເປີ້ນກົດໝາຍ
- ເປີ້ນກົດໝາຍ
- ກັດລຸ່ອທຣເບື້ອງນຸ້ມັກທີ່ ລາຫວິຫາວິວກວດຮນພິວເຕີ

ກາກວິຫາຄຽກຄ່າລ່ວມອຸທະກຣນ

- ກັດລຸ່ອທຣຄຽກຄ່າລ່ວມອຸທະກຣນພາບັນກິດ ລາຫວິຫາເກົກໂປໂລຢີເປົກໂປ້ກົດໝາຍ
- ກັດລຸ່ອທຣເບື້ອງນຸ້ມັກທີ່ ລາຫວິຫາເກົກໂປໂລຢີເປົກໂປ້ກົດໝາຍ

ກາກວິຫາບົບດີການເກົກໂປ້ກົດໝາຍ

- ກັດລຸ່ອທຣຄຽກຄ່າລ່ວມອຸທະກຣນພາບັນກິດ ລາຫວິຫາວິວກວດຮນພິວເຕີ
- ກັດລຸ່ອທຣເບື້ອງນຸ້ມັກທີ່ ລາຫວິຫາວິວກວດຮນພິວເຕີ