



THE 1<sup>st</sup> NATIONAL

# Basic STEM Innovation

E - FORUM 2021



เรื่อง รองเท้าไฟฟ้า(รองเท้าแห่งพลัง)

จัดทำโดย

1.นาย ภูริพล ศรีกา เลขที่ 11

2.นาย สิทธิชัย ณ ลำพูน เลขที่ 17

3.นาย ภูมิกิจ นิลวรรณ เลขที่ 27

ครูที่ปรึกษา

ครูเทวิน มุลวรรณ

โรงเรียนยุพราชวิทยาลัย เชียงใหม่

รายงานฉบับนี้เป็นส่วนประกอบของโครงการวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย  
ในงานเวทีวิชาการนวัตกรรมสะเต็มศึกษาขั้นพื้นฐานแห่งชาติ ครั้งที่ 1 (ออนไลน์)

The 1st National Basic STEM Innovation E-Forum 2021

วันที่ 18 – 19 กันยายน พ.ศ. 2564

ชื่อโครงการ	โรงเต้าไฟฟ้า (โรงเต้าแห่งพลัง)
ผู้จัดทำโครงการ	1. นาย ภูมิกิจ นิลวรรณ 2. นาย ฐิพล ศรีกา 3. นาย สิทธิชัย ณ ลำพูน
ครูที่ปรึกษาโครงการ	ครู เทวิน มุลวรรณ
โรงเรียน	ยุพราชวิทยาลัย จังหวัดเชียงใหม่
ที่อยู่	238 ถนนพระปกเกล้า ตำบลศรีภูมิ อำเภอเมืองเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่
โทรศัพท์	053-4186735 โทรสาร 053418673-5 ต่อ 111
ระยะเวลาที่ทำโครงการ	ตั้งแต่วันที่ 1 พฤศจิกายน 2563 - วันที่ 30 มิถุนายน 2564

#### บทคัดย่อ

ในปัจจุบันความต้องการใช้ทรัพยากรพลังงานของมนุษย์เพิ่มมากขึ้น เนื่องจากมีประชากรเพิ่มขึ้น พลังงานไฟฟ้าที่เราใช้อยู่ส่วนใหญ่ผลิตจากน้ำมันและแก๊สธรรมชาติ ผู้จัดทำจึงได้คิดค้นสิ่งประดิษฐ์ที่สามารถผลิตพลังงานได้เพื่อลดการใช้พลังงานจาก ถ่านหิน, น้ำมัน และ แก๊สธรรมชาติ

ผู้จัดทำจึงได้คิดค้นสิ่งประดิษฐ์ที่สามารถสร้างกระแสไฟฟ้าขึ้นเพื่อเป็นพลังงานทดแทนและสามารถใช้งานในชีวิตประจำวัน โดยอาศัยความคิดที่ว่า โรงเต้าเป็นสิ่งที่ต้องใช้ในชีวิตประจำวันเราจึงใช้จะแรงกดของเท้าที่กระทำต่อโรงเต้ามากระทำต่อเพียโซอิเล็กทริกและติดโซล่าเซลล์เพิ่มเข้าไป ทำให้สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้ เพื่อนำมาใช้เป็นพลังงานทดแทน

ผลการศึกษา พบว่า การจัดวางเพียโซอิเล็กทริกในรูปแบบต่าง ๆ มีผลต่อการให้กำลังไฟฟ้าต่างกัน การจัดวางรูปแบบที่ 3 คือการจัดวางโดยนำเพียโซอิเล็กทริกไปวาง ณ จุดที่มีแรงกดมาก จะสามารถสร้างกระแสไฟฟ้า ได้มากกว่าจุดจุดที่มีแรงกดน้อยหรือไม่มีแรงกดเลย และสามารถกระแสไฟฟ้าตรงนี้มาใช้ในชีวิตประจำวันได้

ข้อเสนอแนะ มีการพบปัญหาของเพียโซอิเล็กทริก ด้านของความทนทาน แต่เราก็แก้ไขได้โดยการใส่โฟมหรือผ้า ชะลอความสึกหรอซึ่งสามารถนำไปผลิตกระแสไฟฟ้าให้กับการใช้ชีวิตประจำวันได้อย่างไม่มีปัญหา

## กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิทยาศาสตร์ในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี เนื่องจากได้รับความร่วมมือและความช่วยเหลือจากหลายฝ่ายที่เกี่ยวข้องเป็นอย่างดี คณะผู้จัดทำขอขอบคุณท่านที่มีนาม ต่อไปนี้

ขอขอบคุณครูเทวิน มุลวรรณ และคุณครู นิโรจน์ แก้วชนะเนตร อาจารย์ที่ปรึกษาจากกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนยุพราชวิทยาลัยผู้ให้คำแนะนำและให้ความช่วยเหลือในทุก ๆ ด้านไม่ว่าจะเป็นการให้คำแนะนำทางด้านระเบียบวิธีการจัดทำโครงการตั้งแต่การสืบค้นเริ่มแรกในการทำโครงการ จนกระทั่งการจัดทำรูปเล่มโครงการ ทำให้โครงการนี้ประสบความสำเร็จ

ขอขอบคุณครูผู้ควบคุมห้องสมุด โรงเรียนยุพราชวิทยาลัย จังหวัดเชียงใหม่ที่ให้ความอนุเคราะห์และความสะดวกในการค้นคว้าหาข้อมูล จนทำให้โครงการวิทยาศาสตร์สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบคุณคุณพ่อ คุณแม่ เพื่อน ๆ และญาติพี่น้องทุกคนที่ช่วยสนับสนุนทั้งในด้านกำลังใจและกำลังทรัพย์ด้วยดีตลอดมา

ท้ายสุดนี้ผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่า โครงการนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการศึกษา และ เป็นประโยชน์ต่อผู้ที่สนใจสืบต่อไป

## ผู้จัดทำ

นาย ภูมิกิจ นิลวรรณ

นาย ฐริพล ศรีกา

นาย สิทธิชัย ณ ลำพูน

## สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
สารบัญ	ค
สารบัญตาราง	ง
สารบัญรูปภาพ	จ
บทที่ 1 บทนำ	1
ที่มาและความสำคัญของโครงการ	
วัตถุประสงค์	
ขอบเขตการศึกษาครั้งนี้ว่า	
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	2
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน	5
บทที่ 4 ผลการศึกษา	6
บทที่ 5 อภิปรายผล สรุปผล และข้อเสนอแนะ	12
บรรณานุกรม	13
ภาคผนวก	14

## สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1 ตารางความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์กับจำนวนการเหยียบ ของการวางเพียโซอิเล็กทริกในรูปแบบที่ 1	6
ตารางที่ 2 ตารางความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์กับจำนวนการเหยียบ ของการวางเพียโซอิเล็กทริกในรูปแบบที่ 2	7
ตารางที่ 3 ตารางความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์กับจำนวนการเหยียบ ของการวางเพียโซอิเล็กทริกในรูปแบบที่ 3	8
ตารางที่ 4 ตารางวัดค่าการผลิตกระแสไฟฟ้าจากโซลาร์เซลล์ครั้งที่ 1	10
ตารางที่ 5 ตารางวัดค่าการผลิตกระแสไฟฟ้าจากโซลาร์เซลล์ครั้งที่ 2	10
ตารางที่ 6 ตารางวัดค่าการผลิตกระแสไฟฟ้าจากโซลาร์เซลล์ครั้งที่ 3	11

## สารบัญรูปภาพ

	หน้า
รูปที่ 1 โครงสร้างอะตอมของ perovskite structure ( $ABO_3$ )	3
รูปที่ 2 โครงสร้าง Cubic	3
รูปที่ 3 แรงกดของไฟฟ้า ขณะเคลื่อนที่	3
รูปที่ 4 การจัดวางเพียโซอิเล็กตริกในรูปแบบที่ 1	5
รูปที่ 5 การจัดวางเพียโซอิเล็กตริกในรูปแบบที่ 2	5
รูปที่ 6 การจัดวางเพียโซอิเล็กตริกในรูปแบบที่ 3	5
รูปที่ 7 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์และจำนวนการเหยียบ ของการวางเพียโซอิเล็กตริกในรูปแบบที่ 1	7
รูปที่ 8 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์และจำนวนการเหยียบ ของการวางเพียโซอิเล็กตริกในรูปแบบที่ 2	8
รูปที่ 9 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์และจำนวนการเหยียบ ของการวางเพียโซอิเล็กตริกในรูปแบบที่ 3	9
รูปที่ 10 กราฟเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์และจำนวนการเหยียบ ของการวางเพียโซอิเล็กตริกในรูปแบบที่ 1, 2 และ 3	9

## บทที่ 1

### บทนำ

#### 1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงการ

ในปัจจุบันมีความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้า เป็นจำนวนมาก ไม่ว่าจะเป็นในภาค อุตสาหกรรม หรือภาคครัวเรือนเราจึงได้คิดค้นสิ่งประดิษฐ์ที่จะช่วยสร้างกระแสไฟฟ้าขึ้นเพื่อเป็นพลังงานทดแทนสามารถใช้พลังงานได้อย่างมีประสิทธิภาพโดยหวังให้สิ่งประดิษฐ์เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมและไม่สิ้นเปลืองทรัพยากรมากเกินไป และยังสามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้

#### 1.2 วัตถุประสงค์

ศึกษาการทำงานของเพียโซอิเล็กทริกและศึกษาหาความแตกต่างของตำแหน่งที่วางเพียโซอิเล็กทริกมีผลต่อการผลิตกระแสไฟหรือไม่ เพื่อสร้างพลังงานทดแทนที่สะอาดที่มีคุณภาพ

#### 1.3 สมมติฐาน

เมื่อนำเพียโซอิเล็กทริกไปวางจุดศูนย์กลางที่มีแรงกดจะสามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้มากกว่าจุดที่มีแรงกดน้อยหรือไม่มีแรงกดเลยและเข้าใจหลักการทำงานของเพียโซอิเล็กทริกเพื่อใช้ประโยชน์จากเพียโซอิเล็กทริกสูงสุดเพื่อที่จะสามารถผลิตกระแสไฟฟ้ามาใช้ในชีวิตประจำวันเป็นพลังงานทดแทนอย่างมีประสิทธิภาพสูงที่สุด

#### 1.4 ขอบเขตของการค้นคว้า

ศึกษาการทำงานของเพียโซอิเล็กทริกเพื่อไปติดกับรองเท้าเพื่อให้รองเท้าสามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้ศึกษารูปแบบการจัดวางเพียโซอิเล็กทริก วางแบบใดจึงจะมีประสิทธิภาพสูงสุด

#### 1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

พลังงานทดแทนที่ได้จากการเดินหรือการออกกำลังกายในทุกวันนวัตกรรมใหม่ ๆ ที่อาจจะเกิดขึ้นในภายภาคหน้าสิ่งประดิษฐ์ที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมเป็นพลังงานสะอาดและทราบขั้นตอนวิธีการและหลักการทำงานของเพียโซอิเล็กทริกแบบการจัดวางที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด

## บทที่ 2

### เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### 2.1 เอกสารที่เกี่ยวข้อง

##### 2.1.1 การต่อวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรม (Series Circuit)

คือ การต่อวงจรไฟฟ้าที่มีกระแสในวงจรไหลผ่านโหลดหรืออุปกรณ์ไฟฟ้าเพียงเส้นทางเดียว มีคุณสมบัติคือ กระแสไฟฟ้ารวมของวงจรอนุกรม จะมีค่าเท่ากับกระแสไฟฟ้าที่ไหลจากแหล่งกำเนิด ความต่างศักย์ไฟฟ้าตกคร่อมส่วนต่าง ๆ ของวงจรจะมีค่าน้อย แต่ความต่างศักย์ที่ตกคร่อมเพิ่มขึ้นเมื่อรวมกัน จะมีความต่างศักย์เท่ากับแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่แหล่งกำเนิด ความต้านทานรวมของวงจร จะมีค่ามากกว่าความต้านทานตัวที่ภายในที่ต่ออยู่ในวงจร

##### 2.1.2 ตัวนำไฟฟ้าหรือสายไฟ

ตัวนำไฟฟ้าหรือสายไฟมักทำมาจากโลหะที่นำไฟฟ้าได้ดี เช่น ทองแดง อะลูมิเนียม

##### 2.1.3 แหล่งให้กำเนิดพลังงานไฟฟ้า

ถ้าเป็นไฟฟ้ากระแสตรงจะใช้เซลล์ไฟฟ้า หรือแบตเตอรี่ หรือถ่านไฟฉาย ซึ่งประกอบด้วยขั้วบวก ขั้วลบ โดยอิเล็กตรอนจะถูกปล่อยออกมาจากขั้วลบให้ไหลมาตามสายไฟหรือตัวนำไฟฟ้า เพื่อเข้าไปสู่ โหลด (Load) หรืออุปกรณ์ไฟฟ้าต่อไป

##### 2.1.4 โหลด (Load)

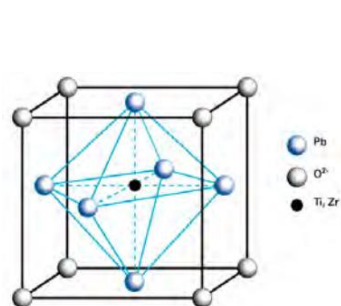
เป็นภาระของวงจรไฟฟ้า หรือเทียบได้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ถูกต่อเข้าในวงจร ซึ่งทำหน้าที่แตกต่างกัน เช่น - ตัวต้านทาน (Resistor) ทำหน้าที่ต้านทานการไหลของไฟฟ้า มีหน่วยเป็น โอห์ม ( $\Omega$ )

##### 2.1.5 เพียโซอิเล็กทริก

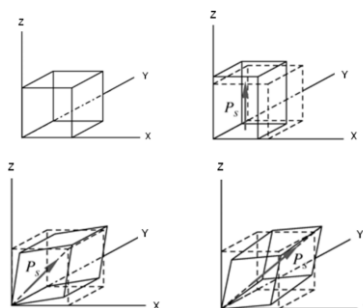
วัสดุเพียโซอิเล็กทริก (piezoelectric material) คือ วัสดุเซรามิกที่เมื่อได้รับแรงกดหรือแรงดึงจะเปลี่ยนพลังงานกลเป็นพลังงานไฟฟ้า เรียกว่า Direct Effect เมื่อวัสดุเพียโซอิเล็กทริกได้รับกระแสไฟฟ้าจะเกิดการยืดหดตัวเองได้ขนาดของการยืดหดนี้ขึ้นอยู่กับขนาดของกระแสไฟฟ้าได้รับคือเปลี่ยนจากพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกลเรียกว่า Converse Effect ในเพียโซอิเล็กทริกจะมีสารประกอบเช่น Barium Titanate, Lead Titanate, Lead Zirconate Titanate โดยมันจัดอยู่ในโครงสร้างที่เรียกว่า perovskite Structure ( $ABO_3$ ) โดยมี Zirconium cation ( $Zr^{4+}$ ) และ Titanium ion ( $Ti^{4+}$ ) อยู่ตรงกลาง เมื่อเพียโซได้รับกระแสไฟฟ้า



จะทำให้เกิดการบิดตัวของ Cubic และส่งออกมาในรูปแบบของคลื่นเสียงหรือการสั่นสะเทือนที่กล่าวมาข้างต้น



รูปที่ 1 โครงสร้างอะตอมของ perovskite structure ( $ABO_3$ )

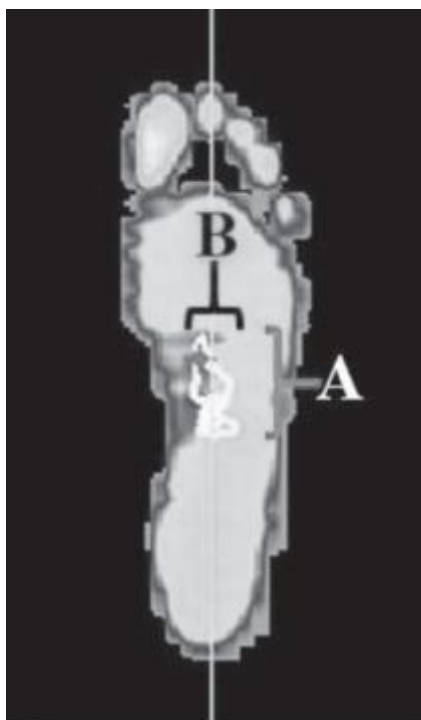


รูปที่ 2 โครงสร้าง Cubic

โครงสร้าง Cubic เมื่อได้รับแรงกระทำในแนวแกน Z จะยืดหดตัว ทำให้โครงสร้างเปลี่ยนเป็น tetragonal (บนขวา) เมื่อได้รับแรงในแนวแกน X หรือ Y จะบิดตัว โครงสร้างเปลี่ยนเป็น Rhombohedral (ล่างซ้าย) หรือ Monoclinic (ล่างขวา)

## 2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.2.1 โครงการ การเปรียบเทียบภาวะเท้าแบนและเท้าปกติในการทรงท่าแบบอยู่นิ่งและเคลื่อนไหว (เพื่อหาจุดที่มีแรงกดมากที่สุด)



รูปที่ 3 แรงกดของฝ่าเท้า ขณะเคลื่อนที่

การทดสอบการทรงท่าขณะเคลื่อนไหวจะใช้ การทดสอบ star excursion balance โดยผู้วิจัยจัดทำแนวเส้นตัดกันบนพื้นทั้งหมด 8 ทิศทาง ได้แก่ ด้านหน้า ด้านหน้าเฉียงด้านใน ด้านใน ด้านหลังเฉียงด้านใน ด้านหลัง ด้านหลังเฉียงด้านนอกด้านนอก และด้านหน้าเฉียงด้านนอก โดยแต่ละเส้นทำมุมกัน 45 องศา แล้ววางเครื่อง footscan system ไว้ด้านบนตรงกลางจุดตัดของทุกเส้น โดยผู้ประเมินเป็นนักกายภาพบำบัดที่มีประสบการณ์ มีค่าความเชื่อมั่นภายในผู้วัดในการทดสอบ star excursion balance จากรูปแสดงค่าการเคลื่อนที่ของจุดศูนย์กลางแรงกดได้ฝ่าเท้า โดย A และ B คือ ระยะการเคลื่อนมากที่สุดของจุดศูนย์กลางแรงกดในแนวหน้า-หลังและแนวด้านใน-นอก ตามลำดับ และค่าพื้นที่การแกว่งของจุดศูนย์กลางแรงกดได้ฝ่าเท้า

นลัท อุตสาหกรรม และคณะ (2562)

ได้ทำการวิจัยเปรียบเทียบภาวะเท้าแบนและเท้าปกติในการทรงท่าแบบอยู่นิ่งและเคลื่อนไหว เพื่อหาจุดที่มีแรงกดมากที่สุด ในการทดสอบการทรงท่าขณะเคลื่อนไหวจะใช้ การทดสอบ star excursion balance โดยผู้วิจัยจัดทำแนวเส้นตัดกันบนพื้นทั้งหมด 8 ทิศทาง ได้แก่ ด้านหน้า ด้านหน้าเฉียงด้านใน ด้านใน ด้านหลังเฉียงด้านใน ด้านหลัง ด้านหลังเฉียงด้านนอกด้านนอก และด้านหน้าเฉียงด้านนอก โดยแต่ละเส้นทำมุมกัน 45 องศา แล้ววางเครื่อง footscan system ไว้ด้านบนตรงกลางจุดตัดของทุกเส้น โดยผู้ประเมินเป็นนักกายภาพบำบัดที่มีประสบการณ์ มีค่าความเชื่อมั่นภายในผู้วัดในการทดสอบ star excursion balance จากรูปที่ 3 แสดงค่าการเคลื่อนที่ของจุดศูนย์กลางแรงกดได้ฝ่าเท้า โดย A และ B คือ ระยะการเคลื่อนมากที่สุดของจุดศูนย์กลางแรงกดในแนวหน้า-หลังและแนวด้านใน-นอก ตามลำดับ และค่าพื้นที่การแกว่งของจุดศูนย์กลางแรงกดได้ฝ่าเท้า

## บทที่ 3

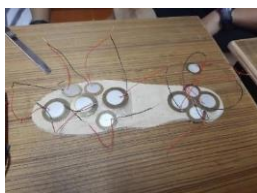
### วิธีการดำเนินงาน

#### 3.1 วัสดุและอุปกรณ์ ที่ใช้ในการดำเนินงาน

- |  |                   |
|--|-------------------|
| 1. เพียโซอิเล็กทริก ขนาด 27mm และ 30mm | 5. พลาสติกลูกฟูก  |
| 2. รองเท้า 1 คู่                       | 6. แผงโซลาร์เซลล์ |
| 3. ตัวเก็บประจุ ขนาด 270 mAh           | 7. มัลติมิเตอร์   |
| 4. สายไฟ                               |                   |

#### 3.2 ขั้นตอนการดำเนินงาน

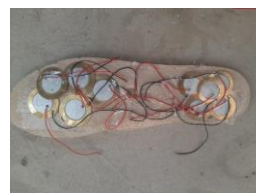
1. ออกแบบโครงสร้างของรองเท้าที่ติดเพียโซอิเล็กทริก
2. ออกแบบที่เก็บประจุไฟฟ้า(แบตเตอรี่)
3. ทำการทดลองหาค่ากระแสไฟฟ้าที่เพียโซอิเล็กทริกสามารถผลิตได้ต่อตัว
4. ทำการทดลองหาค่ากระแสไฟฟ้าที่โซลาร์เซลล์สามารถผลิตได้ในช่วงเวลาต่าง ๆ
5. นำเพียโซอิเล็กทริกไปติดไว้ได้แผ่นยางรองพื้นของรองเท้า  
ต่อเพียโซอิเล็กทริกเข้ากันด้วยการต่อแบบอนุกรม แล้วนำแผ่นยางรองพื้นใส่กลับไปในรองเท้าดังเดิม  
แล้วทำการใส่รองเท้าที่ติดอยู่กับที่ และ วัดค่ากระแสไฟฟ้า ด้วย มัลติมิเตอร์
6. ทำการทดลองในข้อ 3 ซ้ำ แต่เปลี่ยนรูปแบบการจัดวางเพียโซอิเล็กทริกได้ออกมาในรูปแบบ
7. นำเอารูปแบบเพียโซที่ได้กระแสไฟฟ้ามากที่สุดมาปรับใช้ โดยต่อเข้ากับตัวเก็บประจุแทน มัลติมิเตอร์



รูปที่ 4 การจัดวางเพียโซอิเล็กทริก  
รูปแบบที่ 1



รูปที่ 5 การจัดวางเพียโซอิเล็กทริก  
รูปแบบที่ 2



รูปที่ 6 การจัดวางเพียโซอิเล็กทริก  
รูปแบบที่ 3

8. ติดโซลาร์เซลล์เข้ากับ รองเท้า และ ต่อสายไฟฟ้าเชื่อมกับตัวเก็บประจุก่อนหน้านี้  
วัดค่ากระแสไฟฟ้าที่อยู่ในตัวเก็บประจุ

## บทที่ 4

### ผลการศึกษา

จากการทดลองจัดวางเพียโซอิเล็กทริกในรูปแบบต่าง ๆ มีผลการศึกษา ดังนี้

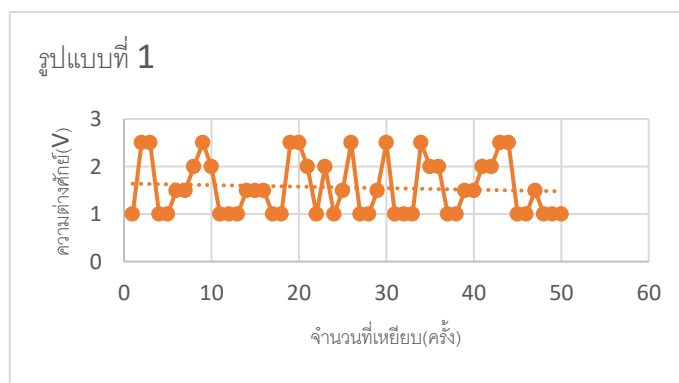
#### 4.1 การศึกษาการสั่นกระแสไฟฟ้าโดยการจัดวางเพียโซอิเล็กทริก

4.1.1 ตารางและกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์และจำนวนการเหยียบ  
ของการวางเพียโซอิเล็กทริกในรูปแบบที่ 1

##### ผลการวางรูปแบบที่ 1

เหยียบครั้งที่	ความต่างศักย์(V)	เหยียบครั้งที่	ความต่างศักย์(V)	เหยียบครั้งที่	ความต่างศักย์(V)
1	1.0	18	1.0	35	2.0
2	2.5	19	2.5	36	2.0
3	2.5	20	2.5	37	1.0
4	1.0	21	2.0	38	1.0
5	1.0	22	1.0	39	1.5
6	1.5	23	2.0	40	1.5
7	1.5	24	1.0	41	2.0
8	2.0	25	1.5	42	2.0
9	2.5	26	2.5	43	2.5
10	2.0	27	1.0	44	2.5
11	1.0	28	1.0	45	1.0
12	1.0	29	1.5	46	1.0
13	1.0	30	2.5	47	1.5
14	1.5	31	1.0	48	1.0
15	1.5	32	1.0	49	1.0
16	1.5	33	1.0	50	1.0
17	1.0	34	2.5	ค่าเฉลี่ย	1.56

ตารางที่ 1 ตารางความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์กับจำนวนการเหยียบ ของการวางเพียโซอิเล็กทริกในรูปแบบที่ 1



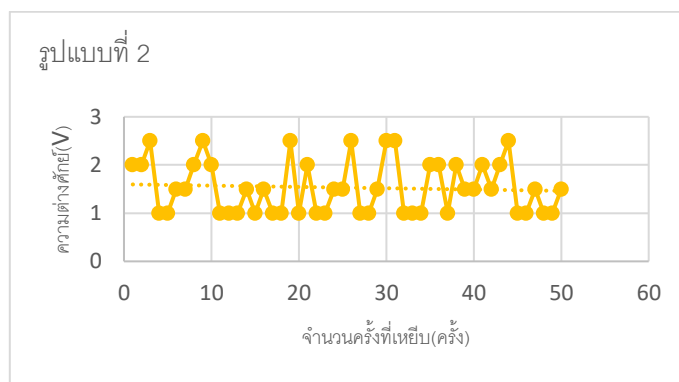
รูปที่ 7 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์และจำนวนการเหยียบ ของการวางเพียโซอิเล็กทริกในรูปแบบที่ 1

#### 4.1.2 ตารางและกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์และจำนวนการเหยียบ ของการวางเพียโซอิเล็กทริกในรูปแบบที่ 2

##### ผลการวางรูปแบบที่ 2

เหยียบครั้งที่	ความต่างศักย์(V)	เหยียบครั้งที่	ความต่างศักย์(V)	เหยียบครั้งที่	ความต่างศักย์(V)
1	2.0	18	1.0	35	2.0
2	2.0	19	2.5	36	2.0
3	2.5	20	1.0	37	1.0
4	1.0	21	2.0	38	2.0
5	1.0	22	1.0	39	1.5
6	1.5	23	1.0	40	1.5
7	1.5	24	1.5	41	2.0
8	2.0	25	1.5	42	1.5
9	2.5	26	2.5	43	2.0
10	2.0	27	1.0	44	2.5
11	1.0	28	1.0	45	1.0
12	1.0	29	1.5	46	1.0
13	1.0	30	2.5	47	1.5
14	1.5	31	2.5	48	1.0
15	1.0	32	1.0	49	1.0
16	1.5	33	1.0	50	1.5
17	1.0	34	1.0	ค่าเฉลี่ย	1.53

ตารางที่ 2 ตารางความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์กับจำนวนการเหยียบ ของการวางเพียโซอิเล็กทริกในรูปแบบที่ 2



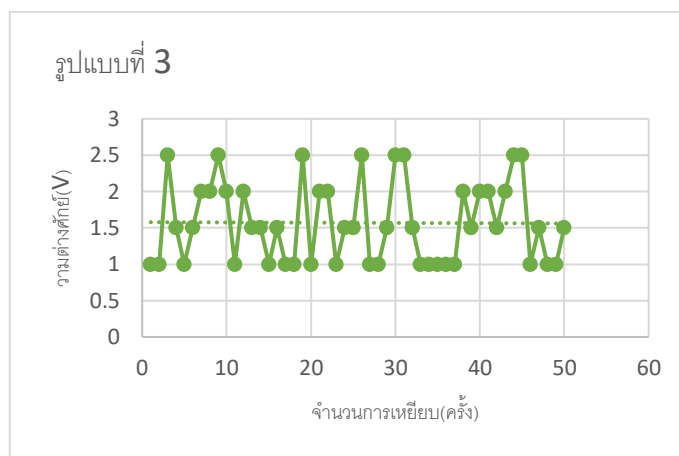
รูปที่ 8 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์และจำนวนการเหยียบ ของการวางเพียโซอิเล็กทริกในรูปแบบที่ 2

#### 4.1.3 ตารางและกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์และจำนวนการเหยียบ ของการวางเพียโซอิเล็กทริกในรูปแบบที่ 3

##### ผลการวางรูปแบบที่ 3

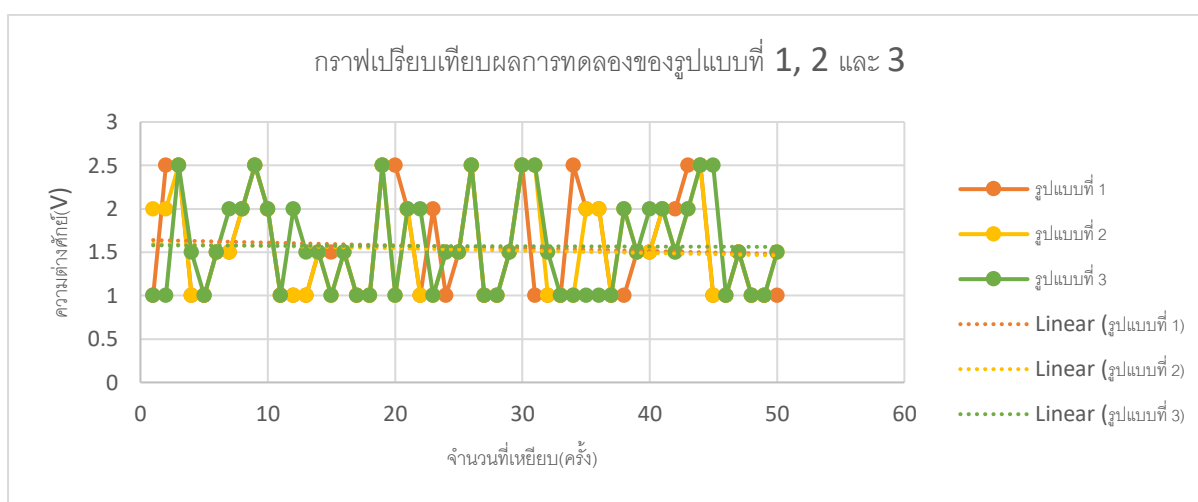
เหยียบครั้งที่	ความต่างศักย์(V)	เหยียบครั้งที่	ความต่างศักย์(V)	เหยียบครั้งที่	ความต่างศักย์(V)
1	1.0	18	1.0	35	1.0
2	1.0	19	2.5	36	1.0
3	2.5	20	1.0	37	1.0
4	1.5	21	2.0	38	2.0
5	1.0	22	2.0	39	1.5
6	1.5	23	1.0	40	2.0
7	2.0	24	1.5	41	2.0
8	2.0	25	1.5	42	1.5
9	2.5	26	2.5	43	2.0
10	2.0	27	1.0	44	2.5
11	1.0	28	1.0	45	2.5
12	2.0	29	1.5	46	1.0
13	1.5	30	2.5	47	1.5
14	1.5	31	2.5	48	1.0
15	1.0	32	1.5	49	1.0
16	1.5	33	1.0	50	1.5
17	1.0	34	1.0	ค่าเฉลี่ย	1.57

ตารางที่ 3 ตารางความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์กับจำนวนการเหยียบ ของการวางเพียโซอิเล็กทริกในรูปแบบที่ 3



รูปที่ 9 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์และจำนวนการเหยียบ ของการวางเพียโซอิเล็กทริกในรูปแบบที่ 3

#### 4.1.4 กราฟเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์และจำนวนการเหยียบ ของการวางเพียโซอิเล็กทริกในรูปแบบที่ 1, 2 และ 3



รูปที่ 10 กราฟเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์และจำนวนการเหยียบ  
ของการวางเพียโซอิเล็กทริกในรูปแบบที่ 1 , 2 และ 3

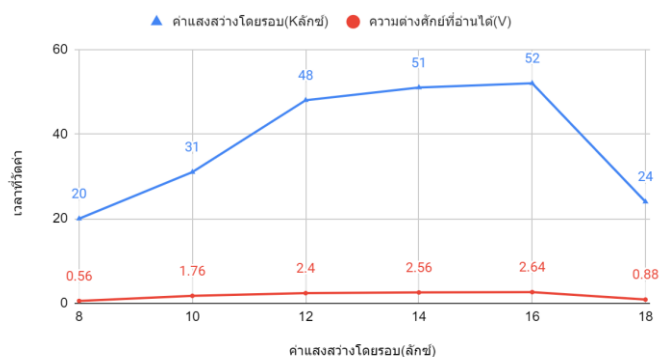
## 4.2. การศึกษาการผลิตกระแสไฟฟ้าจากโซลาร์เซลล์

### 4.2.1 ตารางวัดค่าการผลิตกระแสไฟฟ้าจากโซลาร์เซลล์ครั้งที่ 1 (วันที่ 13 มีนาคม 2564)

เวลาที่วัดค่า	ค่าแสงสว่างโดยรอบ(Kลักซ์)	ความต่างศักย์ที่อ่านได้(V)
08.00	20	0.56
10.00	31	1.76
12.00	48	2.40
14.00	51	2.56
16.00	52	2.64
18.00	24	0.88

ตารางที่ 4 ตารางวัดค่าการผลิตกระแสไฟฟ้าจากโซลาร์เซลล์ครั้งที่ 1

วันที่ 13 มีนาคม 2564



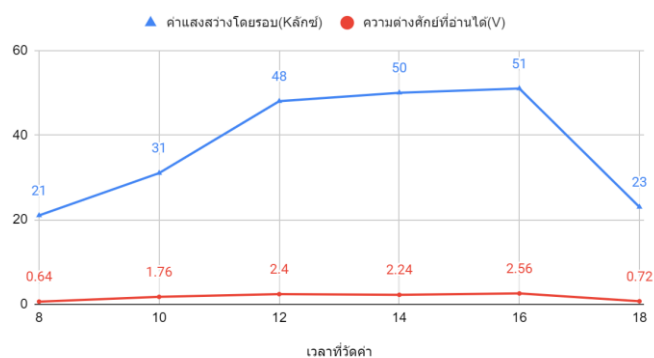
### 4.2.2 ตารางวัดค่าการผลิตกระแสไฟฟ้าจากโซลาร์เซลล์ครั้งที่ 2 (วันที่ 15 มีนาคม 2564)

เวลาที่วัดค่า	ค่าแสงสว่างโดยรอบ(Kลักซ์)	ความต่างศักย์ที่อ่านได้(V)
08.00	21	0.64
10.00	31	1.76
12.00	48	2.40
14.00	50	2.24
16.00	51	2.56
18.00	23	0.72



### ตารางที่ 5 ตารางวัดค่าการผลิตกระแสไฟฟ้าจากโซลาร์เซลล์ครั้งที่ 2

วันที่ 15 มีนาคม 2564

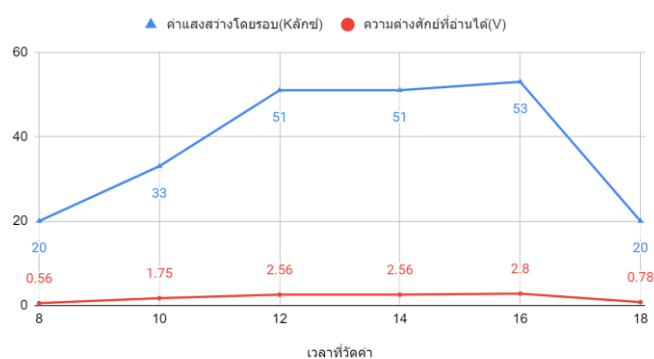


### 4.2.3 ตารางวัดค่าการผลิตกระแสไฟฟ้าจากโซลาร์เซลล์ครั้งที่ 3 (วันที่ 16 มีนาคม 2564)

เวลาที่วัดค่า	ค่าแสงสว่างโดยรอบ(Kลักซ์)	ความต่างศักย์ที่อ่านได้(V)
08.00	20	0.56
10.00	33	1.75
12.00	51	2.56
14.00	51	2.56
16.00	53	2.80
18.00	20	0.78

### ตารางที่ 6 ตารางวัดค่าการผลิตกระแสไฟฟ้าจากโซลาร์เซลล์ครั้งที่ 3

วันที่ 16 มีนาคม 2564



## บทที่ 5

### สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

#### 5.1 อภิปรายผลการศึกษา

จากการทดลองพบว่า การจัดวางเพียโซอิเล็กทริกทั้ง 3 รูปแบบที่ได้กระแสไฟฟ้าใกล้เคียงกัน เมื่อนำค่าเฉลี่ยความต่างศักย์มาเปรียบเทียบในกราฟ 4.1.4 จะเห็นว่าควรจัดวางเพียโซอิเล็กทริกในรูปแบบที่ 3 เพราะมีค่าเฉลี่ยความต่างศักย์มากที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยเรื่อง การเปรียบเทียบภาวะเท้าแบนและเท้าปกติในการทรงท่าแบบอยู่นิ่งและเคลื่อนไหว(2563) ที่แสดงให้เห็น พื้นที่ของแรงกดของฝ่าเท้า การจัดวางเพียโซอิเล็กทริกสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้เมื่อนำเพียโซอิเล็กทริกไปจัดวางยังบริเวณที่มีแรงกดมากทำให้เพียโซอิเล็กทริกทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

#### 5.2 สรุปผลการศึกษา

จากการศึกษาพบว่าการจัดวางเพียโซอิเล็กทริกมีผลต่อการให้กำลังไฟฟ้าบริเวณที่มีการรับแรงกด และเมื่อนำเพียโซอิเล็กทริกไปจัดวาง ณ จุดที่มีแรงกดมาก จะสามารถสร้างกระแสไฟฟ้าได้มากกว่า จุดที่มีแรงกดน้อย ซึ่งสอดคล้องกับการทำงานของเพียโซอิเล็กทริก และ โซล่าเซลล์ สามารถสร้างกระแสไฟฟ้าได้ จึงทำการนำมาติดไว้กับแผ่นรองเท้านักเรียน ซึ่งรองเท้าสามารถสร้างกระแสไฟฟ้าได้จริงจากผลการทดลอง เมื่อวิ่ง เดิน หรือวางไว้ก็สามารถสร้างกระแสไฟฟ้าได้ จากการวัดค่าความต่างศักย์ของโซล่าเซลล์ แต่มีการพบปัญหาของเพียโซอิเล็กทริก ด้านของความทนทาน เนื่องจากระหว่างทำการทดลอง เพียโซอิเล็กทริกเสียหายไปเป็นจำนวนมาก และ ปัญหาวัสดุที่นำมาใช้ ไม่สามารถกันน้ำได้ จึงทำให้ไม่เหมาะแก่การเดินลุยน้ำ หรือ เดินตากฝน ในส่วนของ โซล่าเซลล์ปัญหาที่พบคือ โซล่าเซลล์ที่นำมาใช้ มีความแข็งแรงซึ่งทำให้เป็นอุปสรรคในการวิ่งเล็กน้อย และ ปัญหาโซล่าเซลล์ มีราคาสูง

#### ข้อเสนอแนะ

- 1.ควรใช้วัสดุที่มีคุณภาพมากกว่านี้ในการผลิต
- 2.ควรเพิ่มความสามารถในการกันน้ำให้กับวงจร
- 3.ควรทำจากวัสดุที่มีความยืดหยุ่นค่อนข้างสูง
- 4.ควรเพิ่มฟังก์ชันให้กับรองเท้ามากกว่านี้
- 5.ควรศึกษารูปแบบของการวางเพียโซอิเล็กทริกให้มากกว่านี้

## บรรณานุกรม

- อารี ธรรมนูญสมบัติ.(2547).เซรามิกเก็บเกี่ยวพลังงานได้อย่างไร? ใน อารี ธรรมนูญสมบัติ (บรรณาธิการ). Keramos. (น.30 – 33). กรุงเทพฯ:ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ
- ฟิสิกส์และวิทยาศาสตร์โลก.(2560). บทที่ 14 ไฟฟ้ากระแส. พิมพ์ครั้งที่3. ใน สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. ฟิสิกส์เล่ม 4. (หน้า.233-315). กรุงเทพฯ:ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.), สถาบัน
- Khan Academy Circuit analysis. โรงเรียนมหิดลวิทยานุสรณ์ องค์การมหาชน. วงจรไฟฟ้า (Electrical Circuit). สืบค้นเมื่อ 7 พฤศจิกายน 2561
- ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (NECTEC). วงจรไฟฟ้า . สืบค้นเมื่อ 7 พฤศจิกายน 2561 วิทยาลัยเทคโนโลยีชื่นชมไทย - เยอรมัน สระบุรี. บทที่ 3 วงจรอนุกรม ขนาน และผสม. สืบค้นเมื่อ 7 พฤศจิกายน 2561
- เอกสารประกอบการสัมมนาเรื่อง สารเพียโซอิเล็กทรอนิกส์กับการพัฒนานวัตกรรมอัลตราโซนิกส์ โดย สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.) วันที่/ ๒๑ พฤษภาคม ๒๕๕๔
- Piezo Technology. [online]. [cited 17 October, 2012]. Available from the internet:<[http://www.piceramic.com/piezo\\_effect.php](http://www.piceramic.com/piezo_effect.php)>.
- Su, Y., and Weng, GJ. A polycrystal hysteresis model for ferroelectric ceramics. Proceeding of the Royal Society A, 2006, Vol.462, no.2069, p.1573-1592.
- Patel, I. Ceramic based intelligent piezoelectric energy harvesting device. Edited by CostasSikalidis. In Advances in ceramics-electric and magnetic ceramics, bioceramics,ceramics, and environment. Vol. 1. Croatia : InTech, p. 2011, 133-154.
- นลัท อุดสาหพันธ์, สุญญา กิ่งหมั่น, กฤติยา ทรงศรี, ณัชชา อิศรางกูร ณ อยุธยา' Excellent Unit Orthopedic Physical Therapy มหาวิทยาลัยรังสิต, ผู้รับผิดชอบบทความคณะกายภาพบำบัดและเวชศาสตร์การกีฬา มหาวิทยาลัยรังสิตReceived 23/5/2019 Revised 26/7/2019 Accepted 5/8/2019

## ภาคผนวก

### ภาคผนวก ก: วิธีการดำเนินงาน

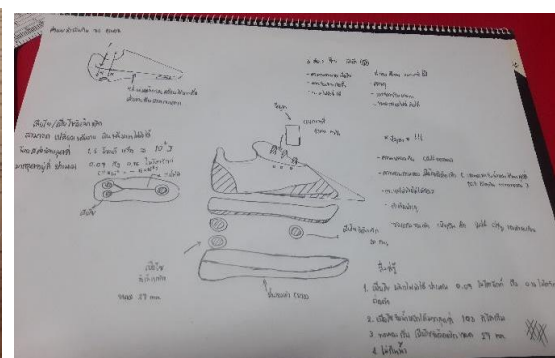
#### วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดค่า



#### โซลาร์เซลล์ที่ใช้



#### ออกแบบโครงสร้างของรองเท้า



#### ทดลองต่อเพียโซอิเล็กทริกรูปแบบต่าง ๆ



#### ทดลองเหยียบเพียโซอิเล็กทริก



#### วัดค่าความต่างศักย์ของเพียโซอิเล็กทริกแบบต่าง ๆ





จัดรองเท้าให้เข้ารูปแล้วนำไปทดสอบวิ่งว่ามีปัญหาหรือไม่



วัดค่าแสง ณ เวลาต่าง ๆ



วัดค่าความเข้มแสง

