

การออกแบบและพัฒนาระบบแผ่นรองลูกกลิ้งออกกำลังกายเพื่อการเก็บเกี่ยวพลังงานไฟฟ้า  
จากแรงกดด้วยวัสดุเพียโซอิเล็กทริก

Design and Development of an Exercise Roller Pad System for Electrical Energy  
Harvesting from Compressive Force Using Piezoelectric Materials

ศุภกร รุ่งอรุณรักษ์, วีรพล บัวแพง

ศรสนัน นนที

โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เลข 129 หมู่ 5 ตำบล ธาตุ อำเภอบางละมุง เชียงดาว เลข 42110 ประเทศไทย

Email: [suapakorn05625@pcshsloe.ac.th](mailto:suapakorn05625@pcshsloe.ac.th)

บทคัดย่อ

โครงการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและพัฒนาระบบแผ่นรองลูกกลิ้งออกกำลังกายสำหรับการเก็บเกี่ยวพลังงานไฟฟ้าจากน้ำหนักตัวของผู้ใช้งานด้วยเทคโนโลยีเพียโซอิเล็กทริก พร้อมทั้งศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักตัวของผู้ใช้งานกับแรงดันไฟฟ้าและพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ รวมถึงประเมินศักยภาพของระบบในการประยุกต์ใช้เป็นแหล่งพลังงานสำหรับอุปกรณ์ไฟฟ้ากำลังต่ำ ภายใต้แนวคิดการเก็บเกี่ยวพลังงาน (Energy Harvesting) จากกิจกรรมในชีวิตประจำวัน

การศึกษาดำเนินการโดยออกแบบและสร้างต้นแบบแผ่นรองลูกกลิ้งออกกำลังกายที่ติดตั้งแผ่นเพียโซอิเล็กทริกชนิด PZT ภายในโครงสร้าง พร้อมติดตั้งวงจรเรียงกระแสและระบบกักเก็บพลังงานด้วยตัวเก็บประจุ เพื่อแปลงพลังงานกลที่เกิดจากน้ำหนักตัวและการเคลื่อนที่ของผู้ใช้งานให้เป็นพลังงานไฟฟ้า จากนั้นทำการทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน ที่มีน้ำหนักตัวอยู่ในช่วง 32–100 กิโลกรัม โดยทำการวัดค่าแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และคำนวณปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่กักเก็บได้จากสมการ  $E = \frac{1}{2} CV^2$  พร้อมวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัยพบว่า ต้นแบบที่พัฒนาขึ้นสามารถผลิตและกักเก็บพลังงานไฟฟ้าได้จริงภายใต้สภาวะการใช้งานจริง โดยค่าแรงดันไฟฟ้าเฉลี่ยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามน้ำหนักตัวของผู้ใช้งาน จากค่าเฉลี่ยต่ำสุด 7.30 โวลต์ ในกลุ่มน้ำหนัก 32 กิโลกรัม ไปจนถึงค่าเฉลี่ยสูงสุด 14.15 โวลต์ ในกลุ่มน้ำหนัก 100 กิโลกรัม ขณะที่พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตและกักเก็บได้มีค่าอยู่ในช่วง 0.002664–0.010011 จูล และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานในช่วง 0.000219–0.000424 จูล แสดงให้เห็นถึงความสม่ำเสมอและเสถียรภาพของระบบ นอกจากนี้ ผลการทดลองยังชี้ให้เห็นถึงความสัมพันธ์เชิงบวกระหว่างน้ำหนักตัวของผู้ใช้งานกับแรงดันไฟฟ้าและปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ ซึ่งสอดคล้องกับหลักการของปรากฏการณ์เพียโซอิเล็กทริก

โดยสรุป แผ่นรองลูกกลิ้งออกกำลังกายที่พัฒนาขึ้นสามารถทำหน้าที่เป็นระบบเก็บเกี่ยวพลังงานจากกิจกรรมการออกกำลังกายได้อย่างมีประสิทธิภาพในระดับต้นแบบ แม้ว่าพลังงานที่ผลิตได้จะอยู่ในระดับพลังงานต่ำ แต่มีศักยภาพในการประยุกต์ใช้กับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์กำลังต่ำและสามารถต่อยอดสู่การพัฒนาอุปกรณ์ออกกำลังกายอัจฉริยะและระบบเก็บเกี่ยวพลังงานจากกิจกรรมของมนุษย์ในอนาคต

**คำสำคัญ:** การเก็บเกี่ยวพลังงาน, เพียโซอิเล็กทริก, ลูกกลิ้งออกกำลังกาย, พลังงานไฟฟ้าจากน้ำหนักตัวผู้ใช้งาน, พลังงานทางเลือก

## บทนำ

ในปัจจุบันความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ส่งผลให้เกิดการแสวงหาแหล่งพลังงานทางเลือกและเทคโนโลยีการเก็บเกี่ยวพลังงาน (Energy Harvesting) จากแหล่งพลังงานขนาดเล็กที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน เทคโนโลยีเพียโซอิเล็กทริก (Piezoelectric Technology) เป็นหนึ่งในแนวทางที่ได้รับความสนใจ เนื่องจากสามารถแปลงพลังงานกลจากแรงกดหรือแรงสั่นสะเทือนให้เป็นพลังงานไฟฟ้าได้โดยตรง และสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์กำลังต่ำหรือระบบอัจฉริยะได้

ขณะเดียวกัน แนวโน้มการออกกำลังกายเพื่อส่งเสริมสุขภาพมีการเติบโตอย่างต่อเนื่อง โดยลูกกลิ้งออกกำลังกาย (Exercise Roller) เป็นอุปกรณ์ที่ได้รับความนิยมสำหรับการบริหารกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัว ระหว่างการใช้งาน น้ำหนักตัวของผู้ใช้งานจะถ่ายทอดลงสู่พื้นผิวรองรับและก่อให้เกิดพลังงานกลในรูปของแรงกด อย่างไรก็ตาม พลังงานดังกล่าวส่วนใหญ่สูญเสียไปโดยไม่ได้รับการนำกลับมาใช้ประโยชน์

แม้ว่าจะมีงานวิจัยเกี่ยวกับการเก็บเกี่ยวพลังงานจากการเดินและการสั่นสะเทือนของโครงสร้างอยู่เป็นจำนวนมาก แต่การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเพียโซอิเล็กทริกร่วมกับอุปกรณ์ออกกำลังกายยังมีการศึกษาอย่างจำกัด โดยเฉพาะการศึกษาผลของน้ำหนักตัวผู้ใช้งานที่มีต่อประสิทธิภาพในการผลิตพลังงานไฟฟ้า ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงมุ่งออกแบบและพัฒนาแผ่นรองลูกกลิ้งออกกำลังกายที่ติดตั้งแผ่นเพียโซอิเล็กทริก เพื่อแปลงพลังงานกลจากน้ำหนักตัวของผู้ใช้งานให้เป็นพลังงานไฟฟ้า พร้อมศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักตัวกับพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ และประเมินศักยภาพของระบบสำหรับการประยุกต์ใช้กับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์กำลังต่ำในอนาคต ซึ่งจะเป็นอีกแนวทางหนึ่งในการพัฒนาระบบพลังงานแบบพึ่งพาตนเองและนวัตกรรมพลังงานสะอาดอย่างยั่งยืน

## วิธีการดำเนินงาน

### 2.1 รูปแบบการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและพัฒนาแผ่นรองลูกกลิ้งออกกำลังกายที่สามารถเก็บเกี่ยวพลังงานไฟฟ้าจากน้ำหนักตัวของผู้ใช้งานด้วยวัสดุเพียโซอิเล็กทริก พร้อมทั้งศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักตัวของผู้ใช้งานกับแรงดันไฟฟ้าและปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ ตลอดจนประเมินศักยภาพของระบบต้นแบบในการประยุกต์ใช้เป็นแหล่งพลังงานสำหรับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์กำลังต่ำ

### 2.2 การออกแบบและพัฒนาต้นแบบ

การพัฒนาต้นแบบเริ่มต้นจากการศึกษาหลักการทางของวัสดุเพียโซอิเล็กทริก ทฤษฎีการเก็บเกี่ยวพลังงาน (Energy Harvesting) และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อกำหนดรูปแบบโครงสร้างที่เหมาะสมสำหรับการรับและถ่ายทอดพลังงานกลจากการใช้งานลูกกลิ้งออกกำลังกาย

ต้นแบบประกอบด้วยแผ่นรองที่ออกแบบให้มีความแข็งแรง สามารถรองรับน้ำหนักตัวของผู้ใช้งานได้อย่างปลอดภัย และมีคุณสมบัติในการกระจายแรงอย่างสม่ำเสมอ ภายในโครงสร้างติดตั้งแผ่นเพียโซอิเล็กทริกชนิดตะกั่วเซอร์โคเนตไททาเนต (Lead Zirconate Titanate: PZT) ซึ่งจัดวางในตำแหน่งที่คาดว่าจะได้รับแรงกระทำสูงสุดจากการใช้งาน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการแปลงพลังงานกลเป็นพลังงานไฟฟ้า สัญญาณไฟฟ้าที่ได้จากแผ่นเพียโซอิเล็กทริกจะถูกส่งผ่านวงจรเรียงกระแสแบบบริดจ์ (Bridge Rectifier) เพื่อแปลงกระแสสลับให้เป็นกระแสตรง ก่อนเข้าสู่ระบบกักเก็บพลังงานที่ประกอบด้วยตัวเก็บประจุ (Capacitor) ซึ่งใช้สำหรับสะสมพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้และใช้ในการวิเคราะห์สมรรถนะของระบบ

### 2.3 วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

1. วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วยแผ่นเพียโซอิเล็กทริกชนิด PZT (Piezoelectric Ceramic Disc)

2. แผ่นรองสำหรับลูกกลิ้งออกกำลังกายที่ออกแบบและสร้างขึ้น
3. ลูกกลิ้งออกกำลังกาย (Exercise Roller)
4. วงจรเรียงกระแสแบบบริดจ์ (Bridge Rectifier)
5. ตัวเก็บประจุสำหรับกักเก็บพลังงานไฟฟ้า
6. มัลติมิเตอร์ดิจิทัลและเครื่องมือวัดทางไฟฟ้า
7. อุปกรณ์บันทึกและประมวลผลข้อมูล
8. คอมพิวเตอร์และโปรแกรมสำหรับวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

#### 2.4 กลุ่มตัวอย่างและการเก็บรวบรวมข้อมูล

กลุ่มตัวอย่างในการศึกษาครั้งนี้ คือ ผู้ใช้งานลูกกลิ้งออกกำลังกาย จำนวน 30 คน ที่มีน้ำหนักตัวอยู่ในช่วง 32-100 กิโลกรัม เพื่อให้ครอบคลุมช่วงของแรงที่กระทำต่อระบบต้นแบบ ผู้เข้าร่วมการทดลองทุกคนได้รับการอธิบายขั้นตอนและปฏิบัติภายใต้เงื่อนไขเดียวกัน เพื่อลดความคลาดเคลื่อนจากปัจจัยภายนอก

ในการทดลอง ผู้เข้าร่วมแต่ละคนจะใช้งานลูกกลิ้งออกกำลังกายบนแผ่นรองต้นแบบตามรูปแบบและระยะเวลาที่กำหนด โดยระบบจะทำการผลิตและกักเก็บพลังงานไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจากน้ำหนักตัวและการเคลื่อนที่ของผู้ใช้งาน จากนั้นจึงทำการวัดค่าแรงดันไฟฟ้าและบันทึกข้อมูลเพื่อนำไปวิเคราะห์

#### 2.5 ขั้นตอนการทดลอง

การทดลองดำเนินการตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

1. ศึกษาและรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับหลักการของวัสดุเพียโซอิเล็กทริก เทคโนโลยีการเก็บเกี่ยวพลังงาน และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2. ออกแบบโครงสร้างแผ่นรองลูกกลิ้งออกกำลังกาย พร้อมกำหนดตำแหน่งการติดตั้งแผ่นเพียโซอิเล็กทริกและวงจรเก็บเกี่ยวพลังงาน
3. สร้างต้นแบบและตรวจสอบความสมบูรณ์ของระบบทั้งในส่วนโครงสร้างและวงจรไฟฟ้า
4. ทดสอบการทำงานเบื้องต้นเพื่อประเมินความสามารถในการผลิตพลังงานไฟฟ้าของต้นแบบ

5. ดำเนินการทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง โดยให้ผู้ใช้งานที่มีน้ำหนักตัวแตกต่างกันใช้งานลูกกลิ้งออกกำลังกายบนต้นแบบภายใต้เงื่อนไขเดียวกัน
6. วัดและบันทึกค่าแรงดันไฟฟ้าที่ผลิตได้ รวมถึงคำนวณปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่กักเก็บได้จากระบบ
7. วิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผลการทดลอง พร้อมประเมินศักยภาพของต้นแบบในการนำไปประยุกต์ใช้จริง

#### 2.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อมูลที่ได้จากการทดลองถูกนำมาวิเคราะห์ด้วยสถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistics) ได้แก่ ค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation: SD) เพื่ออธิบายลักษณะของข้อมูลและประเมินความสม่ำเสมอของผลการทดลอง นอกจากนี้ ยังวิเคราะห์แนวโน้มและความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักตัวของผู้ใช้งานกับค่าแรงดันไฟฟ้าและพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ โดยนำเสนอผลในรูปแบบตารางและกราฟ เพื่อใช้ในการอธิบายผลและเปรียบเทียบกับหลักการทางทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### 2.7 กรอบแนวคิดการทดลอง

โครงงานนี้กำหนดให้น้ำหนักตัวของผู้ใช้งานเป็นตัวแปรต้น (Independent Variable) ส่วนค่าแรงดันไฟฟ้าและปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้เป็นตัวแปรตาม (Dependent Variables) โดยควบคุมปัจจัยด้านชนิดและจำนวนแผ่นเพียโซอิเล็กทริก รูปแบบการติดตั้ง วงจรเรียงกระแส โครงสร้างของแผ่นรอง และเงื่อนไขการทดลองให้คงที่ตลอดการศึกษา เพื่อให้ผลการทดลองสะท้อนผลของน้ำหนักตัวที่มีต่อประสิทธิภาพการผลิตพลังงานไฟฟ้าของระบบได้อย่างแท้จริง

#### ผลการทดลอง

##### 3.1 ผลการทดสอบการทำงานของต้นแบบ

จากการออกแบบและพัฒนาแผ่นรองลูกกลิ้งออกกำลังกายที่ติดตั้งแผ่นเพียโซอิเล็กทริกภายใน

โครงสร้าง พบว่าต้นแบบสามารถทำงานได้ตามหลักการที่กำหนดไว้ โดยสามารถรับพลังงานกลจากน้ำหนักตัวและการเคลื่อนที่ของผู้ใช้งาน แล้วแปลงเป็นพลังงานไฟฟ้าผ่านปรากฏการณ์เพียโซอิเล็กทริก จากนั้นพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จะถูกส่งผ่านวงจรเรียงกระแสและกักเก็บไว้ในตัวเก็บประจุเพื่อการวิเคราะห์ผล

การทดสอบเบื้องต้นแสดงให้เห็นว่าระบบสามารถผลิตแรงดันไฟฟ้าได้อย่างต่อเนื่องเมื่อมีการใช้งาน ลูกกลิ้งออกกำลังกาย และไม่มี ความเสียหายของโครงสร้างหรือวงจรไฟฟ้าตลอดระยะเวลาการทดลอง

**3.2 ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักตัวของผู้ใช้งานกับค่าแรงดันไฟฟ้า**

การทดลองดำเนินการกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน ที่มีน้ำหนักตัวอยู่ในช่วง 32-100 กิโลกรัม โดยกำหนดเงื่อนไขการทดลองให้เหมือนกันทุกครั้ง ผลการทดลองพบว่า ค่าแรงดันไฟฟ้าที่ผลิตได้มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามน้ำหนักตัวของผู้ใช้งาน ดังแสดงในตารางที่ 1

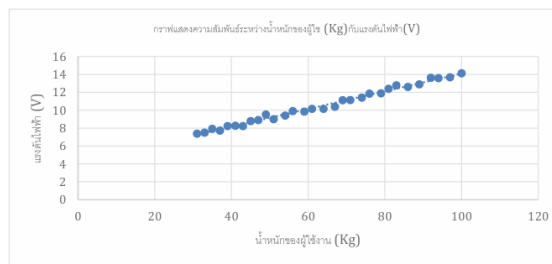
**ตารางที่ 1 ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักตัวของผู้ใช้งาน ค่าแรงดันไฟฟ้า และพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้**

| น้ำหนักตัวของ<br>ผู้ใช้งาน (kg) | ค่าแรงดันไฟฟ้า<br>(V) | พลังงาน<br>ไฟฟ้า (J) |
|---------------------------------|-----------------------|----------------------|
| 32                              | 7.30                  | 0.002664             |
| 40                              | 8.15                  | 0.003320             |
| 50                              | 9.15                  | 0.004185             |
| 60                              | 10.10                 | 0.005100             |
| 65                              | 10.82                 | 0.005859             |
| 70                              | 11.32                 | 0.006414             |
| 80                              | 12.26                 | 0.007503             |
| 90                              | 13.21                 | 0.008712             |
| 95                              | 13.67                 | 0.009316             |
| 100                             | 14.15                 | 0.010011             |

จากตารางที่ 1 พบว่า เมื่อผู้ใช้งานมีน้ำหนักตัวเพิ่มขึ้น ค่าแรงดันไฟฟ้าที่ระบบผลิตได้มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยผู้ใช้งานที่มีน้ำหนักตัว 32 กิโลกรัม ให้ค่าแรงดันไฟฟ้าเฉลี่ย 7.30 โวลต์ ขณะที่ผู้ใช้งานที่มี

น้ำหนักตัว 100 กิโลกรัม สามารถผลิตแรงดันไฟฟ้าได้สูงสุดเฉลี่ย 14.15 โวลต์ แสดงให้เห็นว่าน้ำหนักตัวของผู้ใช้งานมีอิทธิพลต่อปริมาณพลังงานกลที่ส่งผ่านไปยังแผ่นเพียโซอิเล็กทริก และส่งผลโดยตรงต่อการผลิตพลังงานไฟฟ้าของระบบ

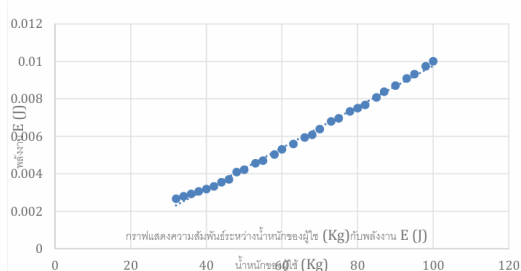
**รูปที่ 1** กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักตัวของผู้ใช้งานกับค่าแรงดันไฟฟ้าที่ผลิตได้



**3.3 ผลการศึกษาปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้**

เมื่อนำค่าแรงดันไฟฟ้าที่วัดได้มาคำนวณหาปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่กักเก็บได้ในตัวเก็บประจุ พบว่าพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามน้ำหนักตัวของผู้ใช้งานเช่นเดียวกับค่าแรงดันไฟฟ้า โดยมีค่าตั้งแต่ 0.002664 จูล ในกลุ่มผู้ใช้งานที่มีน้ำหนักตัว 32 กิโลกรัม และเพิ่มขึ้นเป็น 0.010011 จูล ในกลุ่มผู้ใช้งานที่มีน้ำหนักตัว 100 กิโลกรัม

ผลการทดลองดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าปริมาณพลังงานกลที่เพิ่มขึ้นจากน้ำหนักตัวของผู้ใช้งาน ส่งผลให้แผ่นเพียโซอิเล็กทริกเกิดการสะสมประจุไฟฟ้ามากขึ้น และสามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าได้ในปริมาณที่สูงขึ้น ซึ่งเป็นไปตามทฤษฎีของปรากฏการณ์เพียโซอิเล็กทริก



รูปที่ 2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง น้ำหนักตัวของผู้ใช้งานกับพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้

### 3.4 การวิเคราะห์และอภิปรายผลเบื้องต้น

ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า ต้นแบบแผ่นรอง ลูกกลิ้งออกกำลังกายที่พัฒนาขึ้นสามารถแปลงพลังงานกลจากน้ำหนักตัวของผู้ใช้งานให้เป็นพลังงานไฟฟ้าได้จริง และมีความสัมพันธ์เชิงบวกระหว่างน้ำหนักตัวของผู้ใช้งานกับทั้งค่าแรงดันไฟฟ้าและพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ กล่าวคือ เมื่อผู้ใช้งานมีน้ำหนักตัวเพิ่มขึ้น จะทำให้เกิดแรงกระทำต่อแผ่นเพียโซอิเล็กทริกมากขึ้น ส่งผลให้เกิดการสะสมประจุไฟฟ้าสูงขึ้นและผลิตพลังงานไฟฟ้าได้มากขึ้นตามลำดับ

แม้ว่าปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จะยังอยู่ในระดับต่ำ แต่ผลการทดลองยืนยันถึงศักยภาพของการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเพียโซอิเล็กทริกกับอุปกรณ์ออกกำลังกายสำหรับการเก็บเกี่ยวพลังงานจากกิจกรรมของมนุษย์ และสามารถต่อยอดสู่การพัฒนาแหล่งพลังงานสำหรับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์กำลังต่ำ ระบบเซ็นเซอร์อัจฉริยะ และอุปกรณ์ในเครือข่ายอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (IoT) ที่ต้องการแหล่งพลังงานแบบพึ่งพาตนเองในอนาคต

## สรุปผลและอภิปรายผล

### 4.1 สรุปผลการทดลอง

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและพัฒนาแผ่นรองลูกกลิ้งออกกำลังกายที่ติดตั้งแผ่นเพียโซอิเล็กทริกสำหรับการเก็บเกี่ยวพลังงานไฟฟ้าจากน้ำหนักตัวของผู้ใช้งาน พร้อมทั้งศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักตัวของผู้ใช้งานกับค่าแรงดันไฟฟ้าและพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ โดยได้พัฒนาต้นแบบที่ประกอบด้วยแผ่นเพียโซอิเล็ก

ทริก วงจรเรียงกระแส และระบบกักเก็บพลังงานไฟฟ้า เพื่อนำพลังงานกลที่เกิดขึ้นระหว่างการใช้งานลูกกลิ้งออกกำลังกายกลับมาใช้ประโยชน์

ผลการทดลองพบว่า ต้นแบบสามารถผลิตและกักเก็บพลังงานไฟฟ้าได้จริง โดยเมื่อทดสอบกับผู้ใช้งานที่มีน้ำหนักตัวอยู่ในช่วง 32–100 กิโลกรัม พบว่าค่าแรงดันไฟฟ้าและพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามน้ำหนักตัวของผู้ใช้งาน ค่าแรงดันไฟฟ้าเฉลี่ยมีค่าอยู่ในช่วง 7.30–14.15 โวลต์ ขณะที่พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้มีค่าอยู่ในช่วง 0.002664–0.010011 จูล แสดงให้เห็นว่าระบบสามารถแปลงพลังงานกลจากน้ำหนักตัวของผู้ใช้งานให้เป็นพลังงานไฟฟ้าได้อย่างมีประสิทธิภาพในระดับต้นแบบ และเป็นไปตามสมมติฐานที่กำหนดไว้

### 4.2 อภิปรายผลการทดลอง

ผลการศึกษาพบว่า น้ำหนักตัวของผู้ใช้งานมีผลโดยตรงต่อประสิทธิภาพในการผลิตพลังงานไฟฟ้าของระบบ กล่าวคือ เมื่อผู้ใช้งานมีน้ำหนักตัวเพิ่มขึ้น แรงที่กระทำต่อแผ่นเพียโซอิเล็กทริกจะเพิ่มขึ้น ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของโครงสร้างผลึกภายในวัสดุและเกิดการแยกตัวของประจุไฟฟ้ามากขึ้น จึงทำให้ค่าแรงดันไฟฟ้าและพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับหลักการของปรากฏการณ์เพียโซอิเล็กทริกและแนวคิดการเก็บเกี่ยวพลังงานจากกิจกรรมของมนุษย์ (Human Energy Harvesting)

แม้ว่าพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จะยังอยู่ในระดับต่ำ แต่ผลการทดลองแสดงให้เห็นถึงศักยภาพของการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเพียโซอิเล็กทริกร่วมกับอุปกรณ์ออกกำลังกาย เพื่อสร้างแหล่งพลังงานสำหรับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์กำลังต่ำ เช่น ระบบเซ็นเซอร์อัจฉริยะหรืออุปกรณ์ในเครือข่ายอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (IoT) นอกจากนี้ ผลการวิจัยยังสะท้อนให้เห็นว่าการออกแบบโครงสร้างแผ่นรองและการจัดวางแผ่นเพียโซอิเล็กทริกมีผลต่อประสิทธิภาพในการถ่ายทอดแรงและการผลิตพลังงานไฟฟ้า ดังนั้น หากมีการเพิ่มจำนวนแผ่นเพียโซอิเล็กทริก ปรับปรุงระบบกระจายแรง และพัฒนางจรจัด

การพลังงานให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น จะสามารถเพิ่มศักยภาพของระบบและต่อยอดสู่การใช้งานจริงได้ในอนาคต

#### ข้อเสนอแนะ

1. ควรเพิ่มจำนวนและปรับตำแหน่งการติดตั้งแผ่นเพียโซอิเล็กทริก เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตพลังงานไฟฟ้า
2. ควรพัฒนาระบบวงจรเรียงกระแสและการกักเก็บพลังงานให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น เพื่อลดการสูญเสียพลังงานภายในระบบ
3. ควรศึกษาปัจจัยเพิ่มเติม เช่น ความถี่ในการใช้งาน รูปแบบการเคลื่อนที่ และระยะเวลาการออกกำลังกาย ที่มีผลต่อการผลิตพลังงานไฟฟ้า
4. ควรต่อยอดการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีนี้กับอุปกรณ์ออกกำลังกายประเภทอื่น และการใช้งานร่วมกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์กำลังต่ำหรือระบบ IoT ในอนาคต

#### กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความรู้และการสนับสนุนจากหลายฝ่าย ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ที่ปรึกษา คณะครู และผู้เชี่ยวชาญทุกท่าน ที่ได้ให้คำแนะนำและข้อเสนอแนะอันเป็นประโยชน์ตลอดการดำเนินงานวิจัย รวมทั้งขอขอบคุณผู้เข้าร่วมการทดลองและผู้ที่เกี่ยวข้องทุกฝ่ายที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดี

สุดท้ายนี้ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณบิดา มารดา และครอบครัว ที่ให้การสนับสนุนและเป็นที่กำลังใจสำคัญจนทำให้โครงการวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

#### เอกสารอ้างอิง

- International Energy Agency (IEA). (2023). *World Energy Outlook 2023*. Paris: International Energy Agency.
- Priya, S., & Inman, D. J. (2009). *Energy Harvesting Technologies*. New York: Springer Science+Business Media.
- Uchino, K. (2015). *Piezoelectric Actuators and Ultrasonic Motors*. Boston: Springer.
- Beeby, S. P., Tudor, M. J., & White, N. M. (2006). **Energy harvesting vibration sources for microsystems applications**. *Measurement Science and Technology*, 17(12), R175–R195.
- สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน. (2566). *รายงานสถานการณ์พลังงานของประเทศไทย พ.ศ. 2566*. สืบค้นจาก <https://www.eppo.go.th>
- Callister, W. D., & Rethwisch, D. G. (2020). *Materials Science and Engineering: An Introduction* (10th ed.). Hoboken, NJ: John Wiley & Sons.
- Halliday, D., Resnick, R., & Walker, J. (2018). *Fundamentals of Physics* (11th ed.). Hoboken, NJ: John Wiley & Sons.
- สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.). (2565). *เทคโนโลยีเพียโซอิเล็กทริกและการประยุกต์ใช้ในการเก็บเกี่ยวพลังงาน*. สืบค้นจาก <https://www.nstda.or.th>