

การพัฒนาระบบจำลองการฝึกปฏิบัติอัจฉริยะ เพื่อยกระดับฝีมือแรงงานช่างไฟฟ้าภายในอาคาร  
ระดับ1 ตามมาตรฐานกรมพัฒนาฝีมือแรงงาน

Development of an Intelligent Training Simulator to Upgrade Building Electrician  
Level 1 Skills under Thailand's Department of Skill Development (DSD) Standard

นายวีระ ทิพย์ธนะกาญจน์

นักศึกษาระดับปริญญาเอก

สาขาวิชาเทคโนโลยีดิจิทัลมีเดีย คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ

## บทคัดย่อ

อาชีพช่างไฟฟ้าภายในอาคารเป็นสาขาอาชีพที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยสาธารณะ และอยู่ภายใต้พระราชบัญญัติส่งเสริมการพัฒนาฝีมือแรงงาน พ.ศ. 2545 ซึ่งกำหนดให้ผู้ปฏิบัติงานต้องผ่านการทดสอบตามมาตรฐานกรมพัฒนาฝีมือแรงงานก่อนประกอบอาชีพ อย่างไรก็ตาม กระบวนการฝึกเตรียมสอบยังมีข้อจำกัดสำคัญ ได้แก่ ความหลากหลายของพื้นฐานผู้เข้าอบรม ความซับซ้อนของทักษะภาคปฏิบัติ ความเสี่ยงจากการฝึกกับระบบไฟฟ้าจริง ต้นทุนวัสดุสิ้นเปลือง ตลอดจนข้อจำกัดด้านเวลาและสถานที่ในการฝึก

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบจำลองการฝึกปฏิบัติอัจฉริยะในรูปแบบ Non-Immersive Virtual Lab สำหรับยกระดับฝีมือแรงงานช่างไฟฟ้าภายในอาคาร ระดับ 1 ตามมาตรฐานกรมพัฒนาฝีมือแรงงาน โดยออกแบบให้ระบบประกอบด้วย 2 องค์ประกอบการเรียนรู้หลัก ได้แก่ 1) ส่วนการติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้า และ 2) ส่วนการเดินวงจรสายไฟฟ้า ระบบได้รับการออกแบบให้สามารถฝึกซ้ำได้อย่างปลอดภัย ลดต้นทุนวัสดุสิ้นเปลือง และบันทึกผลการปฏิบัติงานของผู้เรียนอย่างเป็นระบบเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ผลการเรียนรู้ โดยการวิจัยใช้รูปแบบกึ่งทดลอง โดยดำเนินการเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 60 คน ประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยการทดสอบก่อนและหลังการใช้ระบบจำลอง เพื่อวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของความรู้และทักษะภาคปฏิบัติ โดยใช้สถิติ t-test ในการทดสอบความแตกต่างของคะแนนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ พร้อมรายงานค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และขนาดอิทธิพล (Effect Size) เพื่อสะท้อนประสิทธิผลของระบบอย่างเป็นระบบและเชิงประจักษ์ นอกจากนี้ ยังประเมินระดับความพึงพอใจและการยอมรับเทคโนโลยีของผู้ใช้โดยอ้างอิงแบบจำลองการยอมรับเทคโนโลยี (TAM=Technology Acceptance Model)

ผลการวิจัยคาดว่าระบบจำลองการฝึกปฏิบัติอัจฉริยะจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนรู้ ลดความเสี่ยงจากการฝึกกับไฟฟ้าจริง ลดต้นทุนวัสดุสิ้นเปลือง ลดข้อจำกัดด้านเวลาและสถานที่ และสามารถขยายผลสู่ระดับ 2 และระดับ 3 รวมถึงประยุกต์ใช้กับสาขาวิชาข้างอื่น ๆ ได้ในอนาคต

**คำสำคัญ:** ระบบจำลองการฝึกปฏิบัติอัจฉริยะ, Non-Immersive Virtual Lab, ช่างไฟฟ้าภายในอาคาร, มาตรฐานฝีมือแรงงานแห่งชาติ

### 1. บทนำ

อาชีพช่างไฟฟ้าภายในอาคารเกี่ยวข้องกับความปลอดภัยสาธารณะ งานเดินสายไฟ ติดตั้ง ตรวจสอบ และทดสอบระบบไฟฟ้า ล้วนสัมพันธ์กับชีวิตและทรัพย์สินของประชาชน ด้วยเหตุนี้ พระราชบัญญัติส่งเสริมการพัฒนาฝีมือแรงงาน พ.ศ. 2545 จึงกำหนดให้ “สาขาช่างไฟฟ้าภายในอาคาร” เป็นสาขาอาชีพที่อาจเป็นอันตรายต่อสาธารณะ ผู้ปฏิบัติงานต้องผ่านการทดสอบตามมาตรฐานฝีมือแรงงานก่อน และยื่นขอประเมินความรู้ความสามารถเพื่อขอให้ทางราชการออก “หนังสือรับรองความรู้ความสามารถ (คร.11)” จึงสามารถเป็นผู้ประกอบอาชีพได้ โดยประกาศมีผลบังคับใช้ทั่วประเทศเมื่อ 26 ตุลาคม 2559[1], [2], [3] ปัจจุบันมีความท้าทายสำคัญที่กระทบผลสัมฤทธิ์ของการทดสอบและคุณภาพของช่างไฟฟ้าภายในอาคาร ได้แก่ ความหลากหลายของผู้เข้าทดสอบ ทั้งด้านอายุ พื้นฐานการศึกษา และประสบการณ์ ความยากของเนื้อหาภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ อีกทั้งข้อจำกัดงบประมาณของทางราชการ ส่งผลให้กระบวนการทดสอบฝีมือแรงงานต้องพึ่งพาศูนย์ทดสอบภายนอกมากขึ้น ซึ่งก่อให้เกิดภาระค่าใช้จ่ายที่สูงขึ้นสำหรับผู้เข้ารับการทดสอบ รวมถึงระยะเวลาในการอบรมเตรียมความพร้อมก่อนการทดสอบฯ ถูกจำกัดลงอย่างมาก และส่งผลต่อคุณภาพการปฏิบัติงานของผู้เข้ารับการทดสอบที่อาจไม่เป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนด นอกจากนี้ยังมีความเสี่ยงด้านความปลอดภัยจากการฝึกจริง และต้นทุนวัสดุสิ้นเปลืองหากการปฏิบัติผิดพลาดทำให้การฝึกซ้ำเพื่อเพิ่มทักษะมีข้อจำกัด รวมถึงข้อจำกัดด้านเวลาและสถานที่ที่ต้องเปิด-ปิดตามเวลาทำการของศูนย์ฯ (เช่น 8.30–16.00 น.) ซึ่งไม่เอื้อต่อการฝึกปฏิบัติอย่างต่อเนื่อง ดังนั้น การฝึกอบรมก่อนการทดสอบจริง และการประยุกต์กิจกรรม 7A (Activity, Analysis, Application, Assignment, Association, Assistance, Assessment) ควบคู่กับการฝึกปฏิบัติ จึงมีความสำคัญต่อการยกระดับความรู้และทักษะ[4], [5]

จากงานวิจัยที่ผ่านมาจำนวนมาก พบว่าการใช้ Virtual Laboratory (Virtual Lab) ที่อยู่ในกลุ่ม Non-Immersive Simulation ได้รับการพัฒนาและประยุกต์ใช้อย่างกว้างขวางในสาขาวิศวกรรมไฟฟ้าและอุตสาหกรรม เนื่องจากสามารถเปิดโอกาสให้นักศึกษาได้ฝึกปฏิบัติและทำการทดลองโดยไม่จำเป็นต้องใช้ห้องปฏิบัติการจริง ซึ่งช่วยลดต้นทุนและความเสี่ยงได้อย่างมาก

ตัวอย่างเช่น การใช้ WebGL และ HTML5 ในการสร้าง Virtual Lab สำหรับการเรียนทางไกลด้านวิศวกรรมไฟฟ้า นักศึกษาสามารถทดลองวงจรไฟฟ้าและการวัดค่าพารามิเตอร์ได้ในสภาพแวดล้อมออนไลน์ ผลการวิจัยรายงานว่าผู้เรียนมีความพึงพอใจสูง และสามารถเข้าถึงได้ง่ายโดยไม่ต้องติดตั้งซอฟต์แวร์เพิ่มเติม[6] นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยที่สร้าง Virtual Lab สำหรับวิศวกรรมอุตสาหกรรม โดยออกแบบให้ผู้เรียนได้ฝึกปฏิบัติด้านสายการผลิตและโลจิสติกส์ ผ่านการจำลองสถานการณ์เสมือน ผลการวิจัยพบว่าผู้เรียนที่ทำการทดลองผ่าน Virtual Lab มีคะแนนการทดสอบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญ[7] อีกทั้งยังมีการพัฒนา Virtual Lab ด้านไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ที่ให้นักศึกษาได้ทดลองเชื่อมต่อวงจรและปรับพารามิเตอร์ในระบบจำลอง ทำให้เข้าใจหลักการทางทฤษฎีและลดข้อผิดพลาดเมื่อฝึกจริง รวมถึงการพัฒนา Application Electrical Wiring Simulation (EWS) ที่ช่วยจำลองการเดินสายไฟฟ้าในอาคาร ผู้เรียนสามารถฝึกการต่อวงจรและติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าได้ในสภาพแวดล้อมเสมือนจริงผ่านอุปกรณ์พกพา ซึ่งสะท้อนความเป็นไปได้ในการใช้ Non-Immersive เพื่อพัฒนาทักษะพื้นฐานได้อย่างมีประสิทธิภาพ[8] ขณะเดียวกันยังมีการพัฒนาโดยใช้ Trainer Kit พลังงานแสงอาทิตย์ ที่เปิดโอกาสให้นักศึกษาได้เรียนรู้การติดตั้งและวัดค่าพลังงานไฟฟ้าอย่างปลอดภัยและลดต้นทุนวัสดุ[9] และงานวิจัยที่นำ AI มาผสมผสานกับระบบฝึกอบรมไฟฟ้า เพื่อช่วยประเมินผลและให้ feedback แก่ผู้เรียนอัตโนมัติ[10] งานวิจัยเหล่านี้ยืนยันว่า Virtual Lab แบบ Non-Immersive เป็นทางเลือกที่เหมาะสมสำหรับการฝึกปฏิบัติ เนื่องจากเข้าถึงง่าย ใช้งบประมาณต่ำ และช่วยเสริมสร้างความเข้าใจได้ใกล้เคียงกับการทดลองจริง

นอกเหนือจากงานวิจัย Non-Immersive ยังมีการพัฒนาระบบฝึกปฏิบัติที่ใช้ Immersive VR ซึ่งมอบประสบการณ์เสมือนจริงในระดับสูง เช่น การใช้ วิดีโอ VR 360 องศา เพื่อฝึกความปลอดภัยในงานก่อสร้าง ซึ่งช่วยเพิ่มความเข้าใจด้านความเสี่ยงและวิธีป้องกัน[11] รวมถึงการพัฒนา Virtual World 3D ที่คล้ายเกมออนไลน์ และ VR Interactive Platform ที่ให้นักศึกษาได้ฝึกตัดสินใจและโต้ตอบกับสถานการณ์ไฟฟ้าเสมือนจริง [12], [13], [14] งานวิจัยเหล่านี้สะท้อนให้เห็นว่า Immersive VR สามารถสร้างการมีส่วนร่วมและความมุ่งมั่นในการปฏิบัติงาน แต่ก็มีข้อจำกัดที่สำคัญคือ ต้นทุนสูง อุปกรณ์มีราคาแพง ไม่สะดวกต่อการนำไปใช้ในวงกว้าง จึงไม่เหมาะสมกับระบบที่เราากำลังจะพัฒนา

จากการทบทวนงานวิจัยที่ผ่านมา จะเห็นได้ว่าระบบจำลองการฝึกปฏิบัติแบ่งได้เป็นสองแนวทางหลัก คือ Non-Immersive Virtual Lab และ Immersive VR โดย Immersive VR แม้จะมีจุดแข็งในด้านความสมจริงและการมีส่วนร่วม แต่ยังคงมีข้อจำกัดด้านต้นทุนและการเข้าถึง [11], [12] ในขณะที่ Non-Immersive Virtual Lab มีข้อได้เปรียบที่ชัดเจน ได้แก่ ความปลอดภัย ผู้เรียนสามารถฝึกซ้ำได้โดยไม่เสี่ยงอันตรายจากไฟฟ้าจริง ต้นทุนต่ำ ลดการใช้อุปกรณ์จริงและวัสดุสิ้นเปลือง เข้าถึงง่าย ใช้งานได้ผ่านคอมพิวเตอร์ทั่วไปหรืออุปกรณ์พกพา และการประเมินผลที่เป็นระบบ ที่ช่วยบันทึกความถูกต้องและพัฒนาการของผู้เรียน ด้วยเหตุนี้งานวิจัยนี้จึงเสนอใจพัฒนาระบบจำลองการ

ฝึกปฏิบัติอัจฉริยะเพื่อยกระดับฝีมือแรงงานช่างไฟฟ้าภายในอาคาร ระดับ1 ตามมาตรฐานกรมพัฒนาฝีมือแรงงาน แบบ Non-Immersive ซึ่งสอดคล้องกับข้อจำกัดและความต้องการในปัจจุบัน

### 2. วัตถุประสงค์

- 2.1 พัฒนารอบแนวคิดของระบบจำลองการฝึกปฏิบัติอัจฉริยะ เพื่อยกระดับฝีมือแรงงานช่างไฟฟ้าภายในอาคาร ระดับ1 ตามมาตรฐานกรมพัฒนาฝีมือแรงงาน
- 2.2 ออกแบบและพัฒนาระบบระบบจำลองการฝึกปฏิบัติอัจฉริยะ เพื่อยกระดับฝีมือแรงงานช่างไฟฟ้าภายในอาคาร ระดับ1 ตามมาตรฐานกรมพัฒนาฝีมือแรงงาน
- 2.3 ประเมินคุณภาพและประสิทธิภาพของระบบจำลองการฝึกปฏิบัติอัจฉริยะ เพื่อยกระดับฝีมือแรงงานช่างไฟฟ้าภายในอาคาร ระดับ1 ตามมาตรฐานกรมพัฒนาฝีมือแรงงาน
- 2.4 เพื่อประเมินความพึงพอใจและทัศนคติของผู้ใช้งานระบบจำลองการฝึกปฏิบัติอัจฉริยะ เพื่อยกระดับฝีมือแรงงานช่างไฟฟ้าภายในอาคาร ระดับ1 ตามมาตรฐานกรมพัฒนาฝีมือแรงงาน

### 3. ขอบเขตของการวิจัย

#### 3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.1.1 ประชากร ได้แก่ ผู้มีคุณสมบัติสมัครเข้าทดสอบมาตรฐานฝีมือแรงงานแห่งชาติ สาขาช่างไฟฟ้าภายในอาคาร ระดับ1 ในพื้นที่กรุงเทพฯและปริมณฑล ทั้งจากศูนย์ทดสอบของรัฐและเอกชนที่ได้รับการรับรอง

#### 3.1.2 กลุ่มตัวอย่าง

- 1) ผู้เชี่ยวชาญเพื่อประเมินกรอบแนวคิด/ความเหมาะสมของระบบ จำนวน 7 คน คัดเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) โดยเป็นผู้ทรงคุณวุฒิด้านอาชีวศึกษา เทคโนโลยีการศึกษา ระบบจำลองการฝึกปฏิบัติ ระบบงานไฟฟ้าอาคาร หรือการทดสอบมาตรฐานฯ (ประสบการณ์  $\geq 3$  ปี)
- 2) ผู้ใช้สำหรับทดลองระบบต้นแบบและเปรียบเทียบวิธีฝึก รวม 60 คน (ผู้เรียนหรือผู้ปฏิบัติงานที่เตรียมสอบช่างไฟฟ้าในอาคาร ระดับ1 แบ่งเป็น
  - กลุ่มทดลอง (Experimental) 30 คน ฝึกด้วยระบบจำลองการฝึกปฏิบัติอัจฉริยะ
  - กลุ่มควบคุม (Control) 30 คน ฝึกด้วยวิธีดั้งเดิม

### 3.2. ตัวแปร ที่ใช้ได้แก่

3.2.1 ตัวแปรต้น ระบบจำลองการฝึกปฏิบัติอัจฉริยะเพื่อยกระดับฝีมือแรงงานช่างไฟฟ้าภายในอาคาร ระดับ1 ตามมาตรฐานกรมพัฒนาฝีมือแรงงาน

### 3.2.2 ตัวแปรตาม

1) คุณภาพและประสิทธิภาพของระบบจำลองการฝึกปฏิบัติอัจฉริยะ เพื่อยกระดับฝีมือแรงงานช่างไฟฟ้าภายในอาคาร ระดับ1 ตามมาตรฐานกรมพัฒนาฝีมือแรงงาน

2) ความพึงพอใจและทัศนคติของผู้ใช้งานระบบจำลองการฝึกปฏิบัติอัจฉริยะ เพื่อยกระดับฝีมือแรงงานช่างไฟฟ้าภายในอาคาร ระดับ1 ตามมาตรฐานกรมพัฒนาฝีมือแรงงาน

### 3.3. ระยะเวลาในการวิจัย

ดำเนินการ กันยายน พ.ศ.2568 - พ.ศ.2569

## 4. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

4.1 มีระบบจำลองการฝึกปฏิบัติอัจฉริยะ เพื่อยกระดับฝีมือแรงงานช่างไฟฟ้าภายในอาคาร ระดับ1 ตามมาตรฐานกรมพัฒนาฝีมือแรงงาน เพื่อให้ผู้เข้าทดสอบใช้เป็นมาตรฐานเดียวกันทั่วประเทศ

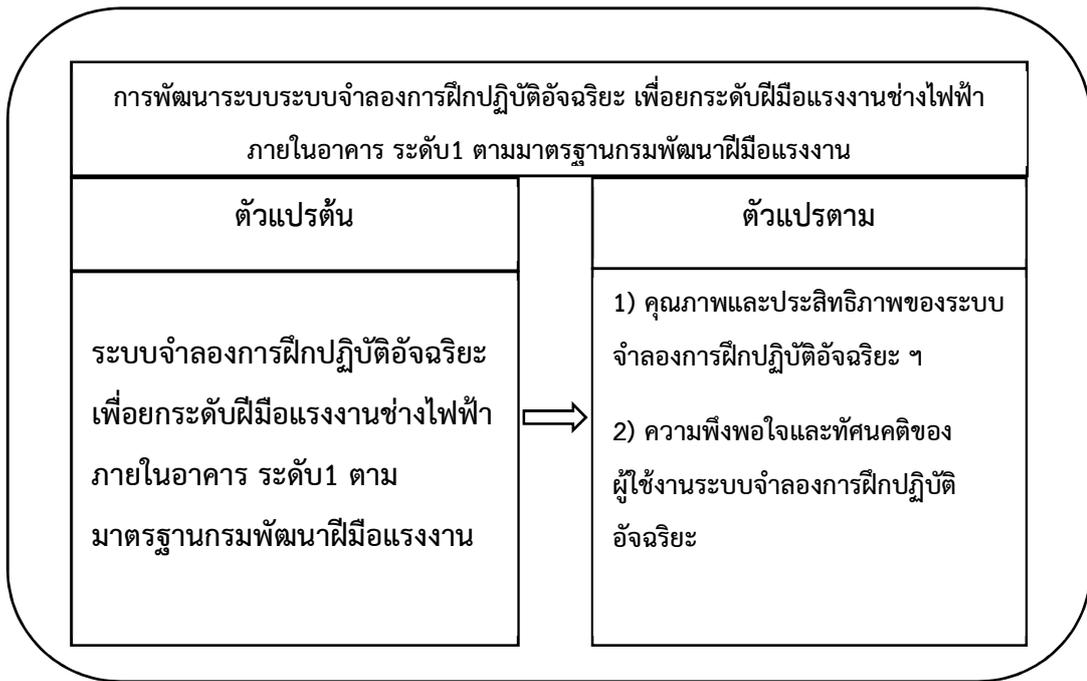
4.2 เป็นเกณฑ์มาตรฐานว่าผู้ผ่านการทดสอบฝีมือแรงงาน ช่างไฟฟ้าภายในอาคาร ระดับ1 ตามมาตรฐานกรมพัฒนาฝีมือแรงงาน นั้นมีความสามารถตามเกณฑ์ที่กำหนด

4.3 ผู้ฝึกระบบจำลองการฝึกปฏิบัติอัจฉริยะฯ จะสามารถปฏิบัติงานได้ถูกต้อง ภายในเวลา และลดค่าใช้จ่าย และข้อจำกัดด้านสถานที่และเวลา

4.4 สามารถนำไปปรับใช้กับ ช่างไฟฟ้าภายในอาคาร ระดับ 2 และ3 รวมถึงการทดสอบฝีมือแรงงานด้านอื่นๆ ต่อไป

## 5. กรอบแนวคิดการวิจัย

การพัฒนา ระบบจำลองการฝึกปฏิบัติอัจฉริยะ เพื่อยกระดับฝีมือแรงงานช่างไฟฟ้าภายในอาคาร ระดับ1 ตามมาตรฐานกรมพัฒนาฝีมือแรงงาน



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดของการวิจัย

## 6. วิธีดำเนินการวิจัย

6.1 พัฒนากรอบแนวคิดระบบจำลองการฝึกปฏิบัติอัจฉริยะ เพื่อยกระดับฝีมือแรงงานช่างไฟฟ้า ภายในอาคาร ระดับ1 ตามมาตรฐานกรมพัฒนาฝีมือแรงงาน

6.1.1 ศึกษาและจัดทำแผนผังความเชื่อมโยงหน่วยสมรรถนะ ภารกิจ เกณฑ์คะแนน และข้อกำหนดความปลอดภัย ตามมาตรฐานช่างไฟฟ้าภายในอาคาร ระดับ1

6.1.2 ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง สืบเคราะห์งานวิจัยและเอกสารด้านระบบจำลอง Non-Immersive และรูปแบบอื่น ๆ เพื่อนำมาประกอบการออกแบบกรอบแนวคิด

6.1.3 วิเคราะห์ความต้องการผู้เกี่ยวข้อง สืบหาความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญ ครูฝึก และผู้เข้าทดสอบ ผู้เกี่ยวข้อง เพื่อกำหนดองค์ประกอบระบบจำลองที่เหมาะสมและสอดคล้องกับการใช้งานจริง

6.2 ออกแบบและพัฒนาระบบระบบจำลองการฝึกปฏิบัติอัจฉริยะ เพื่อยกระดับฝีมือแรงงานช่างไฟฟ้าภายในอาคาร ระดับ1 ตามมาตรฐานกรมพัฒนาฝีมือแรงงาน

6.2.1 ออกแบบโครงสร้างและฟังก์ชันระบบกำหนดโมดูลการฝึกปฏิบัติ หน้าจอใช้งาน และวิธีการประเมินผล

6.2.2 พัฒนาระบบจำลอง Non-Immersive สร้างสื่อจำลองบนคอมพิวเตอร์ ใช้กราฟิกและฐานข้อมูลตามมาตรฐาน กพร.

6.2.3 ทดสอบและปรับปรุงต้นแบบ ทดลองใช้งานกับกลุ่มเล็ก เก็บข้อมูลข้อบกพร่อง และปรับแก้เพื่อความเหมาะสม

6.3 ประเมินประสิทธิภาพของระบบจำลองการฝึกปฏิบัติอัจฉริยะ เพื่อยกระดับฝีมือแรงงานช่างไฟฟ้าภายในอาคาร ระดับ1 ตามมาตรฐานกรมพัฒนาฝีมือแรงงาน

6.3.1 ศึกษาและออกแบบเครื่องมือประเมินประสิทธิภาพระบบฯ

6.3.2 ประเมินความเหมาะสมของเครื่องมือโดยผู้เชี่ยวชาญ

6.3.3 ทดลองใช้ระบบกับกลุ่มตัวอย่าง นำระบบไปใช้กับผู้เรียนช่างไฟฟ้าอาคาร ระดับ 1 ตามเกณฑ์มาตรฐาน กพร. พัฒนาระบบจำลอง Non-Immersive สร้างสื่อจำลองบนคอมพิวเตอร์ ใช้กราฟิกและฐานข้อมูลตามมาตรฐาน กพร.

6.3.4 นำเครื่องมือไปประเมินประสิทธิภาพของระบบจำลองการฝึกปฏิบัติอัจฉริยะ

6.3.5 จัดทำรายงานสรุปผลและข้อเสนอแนะเพื่อการพัฒนาและปรับปรุงในอนาคต

6.4 ประเมินความพึงพอใจและทัศนคติของผู้ใช้งานระบบจำลองการฝึกปฏิบัติอัจฉริยะ เพื่อยกระดับฝีมือแรงงานช่างไฟฟ้าภายในอาคาร ระดับ1 ตามมาตรฐานกรมพัฒนาฝีมือแรงงาน

6.4.1 ศึกษาและออกแบบเครื่องมือประเมินความพึงพอใจ กำหนดเกณฑ์การประเมิน เช่น ความสะดวกในการใช้งาน ครอบคลุม ความเข้าใจในเนื้อหา ความปลอดภัยในการฝึก และความเหมาะสมของระบบโดยรวม และศึกษาและออกแบบ แบบจำลองการยอมรับเทคโนโลยี Technology Acceptance Model (TAM)

6.4.2 เก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มผู้ใช้ระบบ ให้ผู้เรียนช่างไฟฟ้าอาคาร ระดับ1 ทดลองใช้งานระบบ จากเครื่องมือในการประเมินความพึงพอใจและการยอมรับเทคโนโลยี (TAM)

6.4.3 วิเคราะห์และสรุปผลการประเมิน พร้อมสรุปผลและข้อเสนอแนะเพื่อปรับปรุงและพัฒนาระบบในอนาคต

## 7. ผลการวิจัย

อยู่ระหว่างการออกแบบองค์ประกอบของระบบฯ และออกแบบระบบต้นแบบ

## 8.สรุปแนวคิดการวิจัย/ผลการวิจัย

รอนำระบบที่พัฒนาเสร็จแล้วไปทำงานวิจัย

## 9. เอกสารอ้างอิง

- [1] ประเทศไทย, พระราชบัญญัติส่งเสริมการพัฒนาฝีมือแรงงาน พ.ศ. 2545, ราชกิจจานุเบกษา, เล่ม 119, ตอน 39 ก, 10 พฤษภาคม 2545 เข้าถึงได้จาก <https://www.ratchakitcha.soc.go.th/DATA/PDF/2545/A/039/1.PDF>

- [2] กระทรวงแรงงาน, ประกาศกระทรวงแรงงาน เรื่อง กำหนดสาขาอาชีพที่อาจเป็นอันตรายต่อสาธารณชน, ราชกิจจานุเบกษา, เล่ม 132, ตอนพิเศษ 269 ง, 27 ตุลาคม 2558 เข้าถึงได้จาก <https://ratchakitcha.soc.go.th/documents/2057088.pdf>
- [3] คณะกรรมการส่งเสริมการพัฒนาฝีมือแรงงาน, ประกาศคณะกรรมการส่งเสริมการพัฒนาฝีมือแรงงาน เรื่อง คุณสมบัติของผู้เข้ารับการทดสอบ สาขาอาชีพช่างไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์ (สาขาช่างไฟฟ้าภายในอาคาร), ราชกิจจานุเบกษา, เล่ม 136, ตอนพิเศษ 57 ง, 8 มีนาคม 2562 เข้าถึงได้จาก <https://ratchakitcha.soc.go.th/documents/17073804.pdf>
- [4] S. Prepremjinda, “Evaluation of the Training Program in the Building Electrician Field of the Department of Skill Development: A Case Study of Saint-Gobain Weber Co., Ltd.”, M.P.A. thesis, Faculty of Political Science, Thammasat University, 2016.
- [5] S. Khemnuk, Guidelines for Developing Desirable Characteristics of Building Electricians, M.Ed. thesis, Faculty of Education, Buriram Rajabhat University, 2018.
- [6] M. Bal, “Using WebGL in Developing Interactive Virtual Laboratories for Distance Engineering Education.”
- [7] W. Terkaj, K. Kleine, and V. Kuts, “Virtual labs for higher education in industrial engineering,” Proceedings of the Estonian Academy of Sciences, vol. 73, no. 2, pp. 142–149, 2024, doi: 10.3176/proc.2024.2.07.
- [8] L. C. Juera, “Digitalizing skills development using simulation-based mobile (SiM) learning application,” Journal of Computers in Education, vol. 11, no. 1, pp. 29–50, Mar. 2024, doi: 10.1007/s40692-022-00246-8.
- [9] J. Asrul, Z. Hendri, D. Desti Putri, P. Negeri Padang, J. Teknik Elektro, and K. Limau Manis, “RANCANG BANGUN TRAINER PEMBANGKIT LSITRIK TENAGA SURYA DENGAN METODA OFF GRID DAN ON GRID SEBAGAI MEDIA PERKULIAHAN SISTEM PEMBANGKIT DESIGN OF A SOLAR ELECTRIC GENERATOR TRAINER WITH OFF GRID AND ON GRID METHODS AS A LECTURE MEDIA FOR
- [10] H. Pu, “Application Electrical Engineering Training and Intelligent Technology of Electrical and Electronic Technology under Artificial Intelligence

- Technology,” in E3S Web of Conferences, EDP Sciences, May 2021. doi: 10.1051/e3sconf/202125301070.
- [11] R. Eiris and M. Gheisari, “Applying 360-degree virtual reality for construction safety training,” in Handbook of Construction Safety, Health and Well-being in the Industry 4.0 Era, Routledge, 2023, pp. 91–102. doi: 10.1201/9781003213796-9.
- [12] S. Shiradkar, L. Rabelo, F. Alasim, and K. Nagadi, “Virtual world as an interactive safety training platform,” Information (Switzerland), vol. 12, no. 6, May 2021, doi: 10.3390/info12060219.
- [13] Z. Xu and N. Zheng, “Incorporating Virtual Reality Technology in Safety Training Solution for Construction Site of Urban Cities,” 2020, doi: 10.3390/su.
- [14] F. Gorski, D. Grajewski, P. Bun, and P. Zawadzki, “Study of Interaction Methods in Virtual Electrician Training,” IEEE Access, vol. 9, pp. 118242–118252, 2021, doi: 10.1109/ACCESS.2021.3106826.