



**NATIONAL AND
INTERNATIONAL
SRIPATUM
UNIVERSITY
CONFERENCE
2020**

**SPUCON
18 DECEMBER**

Sripatum University, Bangkok, Thailand

2020

**หนังสือประมวลบทความ
การประชุมวิชาการระดับชาติและนานาชาติ
มหาวิทยาลัยศรีปทุม ครั้งที่ 15
เรื่อง การวิจัยและนวัตกรรมสู่การพัฒนาที่ยั่งยืน**

**The Proceedings of the 15th National and International
Sripatum University Conference
: Research and Innovations to Sustainable Development**



หนังสือประมวลบทความ (Proceedings)
การประชุมวิชาการระดับชาติและนานาชาติ มหาวิทยาลัยศรีปทุม ครั้งที่ 15 ประจำปี 2563
เรื่อง การวิจัยและนวัตกรรมสู่การพัฒนาที่ยั่งยืน
(Research and Innovations to Sustainable Development)

วันศุกร์ที่ 18 ธันวาคม 2563



รวบรวมโดย
คณะกรรมการพิจารณาผลงาน
การประชุมวิชาการระดับชาติและนานาชาติ มหาวิทยาลัยศรีปทุม ประจำปี 2563

ออกแบบปกโดย งานกราฟิกและศิลปกรรม มหาวิทยาลัยศรีปทุม
จัดรูปเล่มโดย โรงพิมพ์ มหาวิทยาลัยศรีปทุม

- บทความทุกเรื่อง ได้รับการตรวจสอบทางวิชาการ โดยผู้ทรงคุณวุฒิ แต่ข้อความและเนื้อหาและบทความที่ตีพิมพ์เป็นความรับผิดชอบของผู้เขียนแต่เพียงผู้เดียว มิใช่ความคิดเห็นและความรับผิดชอบของมหาวิทยาลัยศรีปทุม
- การคัดลอกอ้างอิงต้องดำเนินการตามการปฏิบัติในหมู่นักวิชาการทั่วไป และสอดคล้องกับกฎหมายที่เกี่ยวข้อง

หนังสือประมวลบทความ

การประชุมวิชาการระดับชาติและนานาชาติ มหาวิทยาลัยศรีปทุม ครั้งที่ 15

เรื่อง การวิจัยและนวัตกรรมสู่การพัฒนาที่ยั่งยืน

**The Proceedings of the 15th National and International Sripatum University Conference
: Research and Innovations to Sustainable Development**

วันที่: 18 ธันวาคม 2563

Date: 18 December 2020

ISBN (e-book) 978-974-655-469-5

ข้อมูลทางบรรณานุกรมของหอสมุดแห่งชาติ

หนังสือประมวลบทความการประชุมวิชาการระดับชาติและนานาชาติ มหาวิทยาลัยศรีปทุม ครั้งที่ 15
เรื่อง การวิจัยและนวัตกรรมสู่การพัฒนาที่ยั่งยืน.-- พิมพ์ครั้งที่ 15.-- กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีปทุม, 2564.
1881 หน้า.

1. การประชุม. 2. โครงการวิจัยและพัฒนา. I. ชื่อเรื่อง.

060

ISBN 978-974-655-469-5

เจ้าของ

มหาวิทยาลัยศรีปทุม

จัดทำโดย

ศูนย์ส่งเสริมและพัฒนางานวิจัย มหาวิทยาลัยศรีปทุม

สถานที่จัดพิมพ์และจัดทำรูปเล่ม

โรงพิมพ์ มหาวิทยาลัยศรีปทุม

2410/2 ถนนพหลโยธิน แขวงเสนานิคม เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900 โทร. 02 579 1111 ต่อ 1114, 1552

สารบัญ

	หน้า
สารอธิการบดี	V
คณะกรรมการประชุมวิชาการระดับชาติและนานาชาติ มหาวิทยาลัยศรีปทุม ครั้งที่ 15 ประจำปี 2563	VI
ผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาบทความ.....	X
กำหนดการประชุมวิชาการระดับชาติและนานาชาติ มหาวิทยาลัยศรีปทุม ครั้งที่ 15 ประจำปี 2563	XIII
สารบัญบทความ	XV

สารอธิการบดี

มหาวิทยาลัยศรีปทุม เป็นสถาบันอุดมศึกษาเอกชนที่เติบโตมานานเกือบ 5 ทศวรรษ ภายใต้ปณิธาน “ปัญญา เชี่ยวชาญ เบิกบาน คุณธรรม” โดยเชื่อมั่นในปรัชญาที่ว่า “การศึกษาสร้างคน คนสร้างชาติ” โดยมหาวิทยาลัยศรีปทุม มีพันธกิจที่สำคัญในการผลิตบัณฑิต พัฒนางานวิจัย บริการวิชาการแก่สังคม และทำนุบำรุงศิลปวัฒนธรรม สำหรับพันธกิจด้านการวิจัย มหาวิทยาลัยศรีปทุม ได้ส่งเสริมและสนับสนุนการทำวิจัยและงานสร้างสรรค์ของบุคลากรมาอย่างต่อเนื่อง ตลอดจนการพิจารณาจัดสรรและกั้นกรงทุนวิจัยภายในให้สอดคล้องกับทิศทางการวิจัยของประเทศ ที่ให้ความสำคัญกับการวิจัยเชิงบูรณาการหรือเชิงสหวิทยาการ การสร้างเครือข่ายการวิจัยโดยความร่วมมือกับแหล่งทุนต่างๆ การบริหารจัดการความรู้จากงานวิจัย การส่งเสริมและสนับสนุนการเผยแพร่ผลงานวิจัยในระดับชาติและนานาชาติ และการนำผลงานวิจัยไปใช้ให้เกิดประโยชน์อย่างกว้างขวาง

การจัดการประชุมวิชาการระดับชาติและนานาชาติ มหาวิทยาลัยศรีปทุม ครั้งที่ 15 ประจำปี 2563 ในหัวข้อเรื่อง “วิจัยและนวัตกรรมสู่การพัฒนาที่ยั่งยืน (Research and Innovations to Sustainable Development)” เป็นกิจกรรมทางวิชาการที่จะช่วยส่งเสริมและสนับสนุนให้เกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้องค์ความรู้ที่ได้จากการวิจัยในหลากหลายสาขาอาชีพ ไม่ว่าจะเป็นการวิจัยขององค์ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี การวิจัยขององค์ความรู้ทางด้านสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์ การวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนการสอน และผลงานวิทยานิพนธ์ของนิสิตและนักศึกษาในระดับปริญญาโทและปริญญาเอก การจัดการประชุมวิชาการในครั้งนี้จะเป็นเวทีแลกเปลี่ยนเรียนรู้ที่สำคัญทางการวิจัยระหว่างนักวิจัย นักวิชาการ คณาจารย์ และนิสิตนักศึกษา ทั้งภายในและภายนอกมหาวิทยาลัย ตลอดจนการสร้างเครือข่ายการวิจัยและความร่วมมือทางวิชาการในมิติต่าง ๆ ที่จะนำไปสู่การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืนต่อไป

ในนามของมหาวิทยาลัยศรีปทุม ดิฉันขอขอบพระคุณ ศาสตราจารย์ ดร.จักรพันธ์ สุทธิรัตน์ รองอธิการบดีด้านการวิจัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ได้ให้เกียรติบรรยายพิเศษ เรื่อง “โจทย์วิจัยในยุคปกติใหม่ (New Normal)” และขอขอบคุณประธานห้องย่อย ตลอดจนผู้เข้าร่วมการประชุมวิชาการ ผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาบทความวิจัยทุกท่าน และคณะกรรมการจัดการประชุมวิชาการฯ ที่ทำให้การจัดการประชุมวิชาการในครั้งนี้ เป็นไปด้วยความเรียบร้อยและบรรลุวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ทุกประการ



(ดร.รัชนิพร พุกยากรณ์ พุกกะมาน)

อธิการบดี

คณะกรรมการจัดงานประชุมวิชาการระดับชาติและนานาชาติ มหาวิทยาลัยศรีปทุม
ครั้งที่ 15 ประจำปี 2563

1. ที่ปรึกษา

- | | |
|--------------------------|-----------|
| (1) อธิการบดี | ที่ปรึกษา |
| (2) ที่ปรึกษามหาวิทยาลัย | ที่ปรึกษา |
| (3) รองอธิการบดี | ที่ปรึกษา |
| (4) ผู้ช่วยอธิการบดี | ที่ปรึกษา |

2. คณะกรรมการจัดประชุม

- | | |
|---|-----------|
| (1) รองศาสตราจารย์ กัลยาภรณ์ ปานมะเร็ง
(มหาวิทยาลัยศรีปทุม) | ประธาน |
| (2) รองศาสตราจารย์ ดร.วิจิต อุ๋อัน
(มหาวิทยาลัยศรีปทุม) | รองประธาน |
| (3) ศาสตราจารย์ ดร.สมปอง คล้ายหนองสรวง
(สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม: สกสว.) | กรรมการ |
| (4) ศาสตราจารย์ ดร.สุทธิชัย อัสสะบำรุงรัตน์
(บัณฑิตยสภาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย: บวท.) | กรรมการ |
| (5) ดร.คมสร วงษ์รักษา
(สมาคมวิจัยสังคมศาสตร์แห่งประเทศไทย) | กรรมการ |
| (6) ดร.อภิเทพ แซ่โง้ว
(เครือข่ายวิจัยประชาชื่น) | กรรมการ |
| (7) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จิตติ มงคลชัยอรัญญา
(เครือข่ายวารสารวิชาการด้านสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์) | กรรมการ |
| (8) ศาสตราจารย์กิตติคุณ เฉชา บุญค้ำ
(จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย) | กรรมการ |
| (9) ศาสตราจารย์ ดร.ประภาส จงสถิตย์วัฒนา
(จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย) | กรรมการ |
| (10) ศาสตราจารย์ ดร.นवल เหล่าศิริพจน์
(มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี) | กรรมการ |
| (11) ศาสตราจารย์ ดร.ศุภชัย ยาวะประภาส
(จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย) | กรรมการ |
| (12) ศาสตราจารย์ ดร.ไพฑูรย์ สีนลารัตน์
(มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์) | กรรมการ |
| (13) ศาสตราจารย์เกียรติคุณนวลจันทร์ ทัศนชัยกุล
(มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์) | กรรมการ |

- | | | |
|------|--|-----------|
| (14) | Prof. Dr.Howard W Combs
(San José State University, USA) | กรรมการ |
| (15) | Prof. Dr.Marina Vayndorf-Sysoeva
(Sholokhov Moscow State University for the Humanities, Russia) | กรรมการ |
| (16) | Prof. Dr.Yoshida Masami
(Chiba University, Japan) | กรรมการ |
| (17) | Prof. Dr. YoungHwan Kim
(Pusan National University, Republic of Korea) | กรรมการ |
| (18) | Dr. en C.E.T. Juan José Contreras Castillo
(Universidad de Colima, Mexico) | กรรมการ |
| (19) | รองศาสตราจารย์ ดร.สุบิน ยุระรัช
(มหาวิทยาลัยศรีปทุม) | เลขานุการ |

3. คณะกรรมการอำนวยการ

- | | | |
|------|--|-----------|
| (1) | รองอธิการบดี (ด้านวิจัย) | ประธาน |
| (2) | รองอธิการบดี วิทยาเขตชลบุรี | รองประธาน |
| (3) | รองอธิการบดี วิทยาเขตขอนแก่น | รองประธาน |
| (4) | ผู้ช่วยอธิการบดีทุกคน | กรรมการ |
| (5) | คณบดีทุกคณะ | กรรมการ |
| (6) | ผู้อำนวยการสำนักวิชาศึกษาทั่วไป | กรรมการ |
| (7) | ผู้อำนวยการวิทยาลัยนานาชาติ | กรรมการ |
| (8) | ผู้อำนวยการกลุ่มงานทุกกลุ่ม | กรรมการ |
| (9) | ผู้อำนวยการหลักสูตรทุกหลักสูตร | กรรมการ |
| (10) | ผู้อำนวยการศูนย์ส่งเสริมและพัฒนางานวิจัย | เลขานุการ |

4. คณะกรรมการพิจารณาผลงาน

- | | | |
|-----|---|-----------|
| (1) | รองศาสตราจารย์ ดร.สุบิน ยุระรัช | ประธาน |
| (2) | รองศาสตราจารย์ ดร.ไพบุลย์ ปัญญาอะโป | รองประธาน |
| (3) | รองศาสตราจารย์ ดร.วิชิต อุ่อ้น | กรรมการ |
| (4) | รองศาสตราจารย์ ดร.ประพันธ์ ชัยกิจอุราใจ | กรรมการ |
| (5) | รองศาสตราจารย์ ดร.ปิยากร หวังมหาพร | กรรมการ |
| (6) | รองศาสตราจารย์ ปัทมา โกเมนท์จรัส | กรรมการ |
| (7) | ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฐิตาภรณ์ สิ้นจรูญศักดิ์ | กรรมการ |
| (3) | ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประเสริฐ สิทธิจิรพัฒน์ | กรรมการ |
| (4) | ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุพัชตรา ศรีญาณลักษณ์ | กรรมการ |
| (5) | ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปราณี มณีรัตน์ | กรรมการ |
| (6) | ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิรินทร สินจินดาวงศ์ | กรรมการ |
| (7) | ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นิติต อินทมาโน | กรรมการ |

- | | | |
|------|--|------------------|
| (8) | ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไพบุลย์ สุขวิจิตร บาร์ | กรรมการ |
| (9) | ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วสวัตดี สุทธิบุญมณี | กรรมการ |
| (10) | ผู้ช่วยศาสตราจารย์วรากร ใช้เทียมวงศ์ | กรรมการ |
| (11) | ดร.ชานนท์ วาสิงหน | กรรมการ |
| (12) | นางสาวอรกัญญา สุขแก้ว | เลขานุการ |
| (13) | นางสาวนลินี กาลสุวรรณ | ผู้ช่วยเลขานุการ |
- 5. คณะกรรมการประชาสัมพันธ์ ศิลปกรรม จัดพิมพ์เอกสาร และจัดทำรายงานสืบเนื่อง**
- การประชุมวิชาการ (CD-Proceedings)**
- | | | |
|-----|-----------------------------------|-----------|
| (1) | ผู้อำนวยการกลุ่มงานกิจการสัมพันธ์ | ประธาน |
| (2) | ผู้อำนวยการสำนักงานประชาสัมพันธ์ | รองประธาน |
| (3) | บุคลากรสำนักงานประชาสัมพันธ์ทุกคน | กรรมการ |
| (4) | บุคลากรงานกราฟิกและศิลปกรรมทุกคน | กรรมการ |
| (5) | บุคลากร โรงพิมพ์ทุกคน | กรรมการ |
| (6) | นางชวณี ชื่นเกิดลาภ | เลขานุการ |
- 6. คณะกรรมการจัดทำและดูแล Website การประชุมวิชาการ**
- | | | |
|-----|--|-----------|
| (1) | ผู้อำนวยการศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร | ประธาน |
| (2) | เจ้าหน้าที่ศูนย์ ICT ทุกคน | กรรมการ |
| (3) | นายวิรุฬห์ ศัสศุระ | เลขานุการ |
- 7. คณะกรรมการฝ่ายอาคารและสถานที่**
- | | | |
|------|----------------------------|------------------|
| (1) | นายภาคภูมิ อรรถกรศิริโพธิ์ | ประธาน |
| (2) | นายปิยะศักดิ์ รัตนภักดี | รองประธาน |
| (3) | นายเศกสรรค์ เสียงเพราะ | กรรมการ |
| (4) | นายสมบุญ แสงอินทร์ | กรรมการ |
| (5) | นางสาวยอดศรี มงคลเจริญ | กรรมการ |
| (6) | นายเสน่ห์ เข้มพรหมมา | กรรมการ |
| (7) | นายสมหมาย เขียมสถาน | กรรมการ |
| (8) | นายถวัลย์ศักดิ์ กัดคเชียว | กรรมการ |
| (9) | นายอานนท์ บุญสอน | กรรมการ |
| (10) | นางสาวสุพัตรา ปั่นไสว | กรรมการ |
| (11) | นางวิมล ชมจำปี | เลขานุการ |
| (12) | นายธงชัย เอี่ยมทอง | ผู้ช่วยเลขานุการ |
- 8. คณะกรรมการฝ่ายจัดเลี้ยง**
- | | | |
|-----|-------------------------------------|---------|
| (1) | คณบดีวิทยาลัยการท่องเที่ยวและบริการ | ประธาน |
| (2) | นางเดือนใจ ศรีชะฎา | กรรมการ |
| (3) | นางสาวดวงเดือน อาจสมบุญ | กรรมการ |
| (4) | นายวันธงชัย ชีวะกลินศักดิ์ | กรรมการ |

- | | |
|----------------------------------|----------------------------|
| (5) นางสาวชญานิศา วงษ์พันธุ์ | กรรมการ |
| (6) ดร.ทัศนตะวัน ค่วนตระกูลศิลป์ | กรรมการ |
| (7) นางสาวฉัญฐมน เฝ้าพันธุ์ | กรรมการ |
| (8) นางสาวพัชรียา วิภาสเสริม | กรรมการ |
| (9) นางสาวปวีดา สามัญเขตรกรร | กรรมการ |
| (10) นางสุวิมล คนไฉ | กรรมการ |
| (11) นางสาวขวัญฤดา สาระนาค | กรรมการ |
| (12) นางสาวนิชภัทรรค์ คิวงศ์ | กรรมการ |
| (13) นางสาวพีรยา สุกิจเจ | กรรมการและเลขานุการ |
| (14) นางจันทร์สม พุทธวงษ์ | กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ |
| (15) นางสาวทัศนีย์ ชิ่งประทานพร | กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ |

9. คณะกรรมการฝ่ายบริการเทคโนโลยี แสง เสียง โสตทัศนูปกรณ์

- | | |
|---|-----------|
| (1) ผู้อำนวยการกลุ่มงาน โครงสร้างพื้นฐาน | ประธาน |
| (2) ผู้อำนวยการศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร | รองประธาน |
| (3) ผู้อำนวยการศูนย์มีเดีย | รองประธาน |
| (4) เจ้าหน้าที่ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารทุกคน | กรรมการ |
| (5) เจ้าหน้าที่ศูนย์มีเดียทุกคน | กรรมการ |
| (6) ผู้ช่วยผู้อำนวยการศูนย์มีเดีย ด้านงานผลิต | เลขานุการ |

10. คณะกรรมการฝ่ายต้อนรับ ลงทะเบียน และประเมินผล

- | | |
|---|---------------------|
| (1) ผู้อำนวยการสำนักวิชาศึกษาทั่วไป | ประธาน |
| (2) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ขนิษฐา ชัยรัตนาวรรณ | รองประธาน |
| (3) ผู้ช่วยศาสตราจารย์อานาจ วัจจिन | กรรมการ |
| (4) นางวันเพ็ญ ลงยันต์ | กรรมการ |
| (5) นายบงกช ธนวงศ์วิสูตร | กรรมการ |
| (6) นางสาวอฉน์ชญาน์ อนันตทานนท์ | กรรมการ |
| (7) นางสาวภัทรรณ์ ศรีบุญย์ | กรรมการและเลขานุการ |

11. คณะกรรมการฝ่ายพิธีการ

- | | |
|--|---------------------|
| (1) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไพบุลย์ สุขวิจิตร บาร์ | ประธาน |
| (2) นางสาวรัตติยา กิลกริส | กรรมการและเลขานุการ |

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาบทความ

การประชุมวิชาการระดับชาติและนานาชาติ มหาวิทยาลัยศรีปทุม ครั้งที่ 15 ประจำปี 2563

ศาสตราจารย์ ดร. โกสุม จันท์ศิริ	มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ศาสตราจารย์ ดร.สนอง เอกสิทธิ์	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ศาสตราจารย์ ดร.นवल เหล่าศิริพจน์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ศาสตราจารย์พิเศษ ดร.จำเนียร จวงตระกูล	Far East University, South Korea
รองศาสตราจารย์ ดร.เกร็ด ชะยะกุลศิริ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
รองศาสตราจารย์ ดร.จรัสดาว อินทรทัศน์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
รองศาสตราจารย์ ดร.จันทนา วัฒนกาญจนะ	มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม
รองศาสตราจารย์ ดร.จินตนา สายทองคำ	สถาบันบัณฑิตพัฒนศิลป์
รองศาสตราจารย์ ดร.จินตวีร์ คล้ายสังข์	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
รองศาสตราจารย์ ดร.ชลธิศ คาราวงษ์	มหาวิทยาลัยศรีปทุม
รองศาสตราจารย์ ดร.ชาติชาย อีสรัมย์	มหาวิทยาลัยศรีปทุม
รองศาสตราจารย์ ดร.ณรงค์ อยู่ถนอม	มหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี
รองศาสตราจารย์ ดร.ธัญวิษ วิเชียรพันธ์	มหาวิทยาลัยศรีปทุม
รองศาสตราจารย์ ดร.นิตยา วงศ์กิ้นันท์วัฒนา	มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
รองศาสตราจารย์ ดร.ประพนธ์ เจียรกุล	มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช
รองศาสตราจารย์ ดร.ปรียานุช อภิภูณโยภาส	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
รองศาสตราจารย์ ดร.ปิยการ หวังมหาพร	มหาวิทยาลัยศรีปทุม
รองศาสตราจารย์ ดร.พูลพงศ์ สุขสว่าง	มหาวิทยาลัยบูรพา
รองศาสตราจารย์ ดร.ภัทราวดี มากมี	มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช
รองศาสตราจารย์ ดร.ยศศักดิ์ โกสยگانนท์	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
รองศาสตราจารย์ ดร.เขาวนารถ พันธุ์เพ็ง	มหาวิทยาลัยศรีปทุม
รองศาสตราจารย์ ดร.โยธิน แสงวงศ์	มหาวิทยาลัยมหิดล
รองศาสตราจารย์ ดร.วสิน อิงคพัฒน์กุล	มหาวิทยาลัยศิลปากร
รองศาสตราจารย์ ดร.วิชิต คู่อ้น	มหาวิทยาลัยศรีปทุม
รองศาสตราจารย์ ดร.สกนธ์ กุ่มมดี	นักวิชาการอิสระ
รองศาสตราจารย์ ดร.สาวิตร พงศ์วัชร	มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต
รองศาสตราจารย์ ดร.สุจิต คุ้มชนกุลวงศ์	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
รองศาสตราจารย์ ดร.สุทัศน์ สีลาทวีวัฒน์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
รองศาสตราจารย์ ดร.สุนีย์ เหมะประสิทธิ์	มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
รองศาสตราจารย์ ดร.สุบิน ยุระรัช	มหาวิทยาลัยศรีปทุม
รองศาสตราจารย์ ดร.สุวัฒน์ นิเมะสังคนันท์	มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม
รองศาสตราจารย์ ดร.อัครเดช วานิชชินชัย	มหาวิทยาลัยมหิดล
รองศาสตราจารย์ ดร.อศวิน แสงพิกุล	มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต

รองศาสตราจารย์ พ.ต.อ. ดร.มีชัย สีเจริญ	โรงเรียนนายร้อยตำรวจ
รองศาสตราจารย์ พ.ต.อ.หญิง ดร.ทิมมพร เกษ โภมล	วิทยาลัยพยาบาลตำรวจ
รองศาสตราจารย์ นฤมล ปิ่นโต	มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
รองศาสตราจารย์ รุ่งฤดี แพลงสร	มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
รองศาสตราจารย์ สดาพรชาดาคม	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
รองศาสตราจารย์ อนันต์ เพียรวัฒนกุลชัย	มหาวิทยาลัยศรีปทุม
รองศาสตราจารย์ เอกธิดา เสริมทอง	มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กมลวรรณ อยู่วัฒนะ	มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กันยารัตน์ ศรีวิศทิยกุล	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กัลยารัตน์ ชีระชนชัยกุล	มหาวิทยาลัยศรีปทุม
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กุลวรา สุวรรณพิมล	มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เกรียงไกร สัจจะหฤทัย	มหาวิทยาลัยศรีปทุม
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ขนิษฐา ชัยรัตนาวรรณ	มหาวิทยาลัยศรีปทุม
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จักรกฤษณ์ โปณะทอง	มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฉันทนา ป่าปีดดา	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชลธิศ เอี่ยมวรวุฒิกุล	มหาวิทยาลัยศรีปทุม
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชวลิต มณีศรี	มหาวิทยาลัยศรีปทุม
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ช้องนาง วิฑูรานพงษ์	มหาวิทยาลัยศรีปทุม
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณคุณ ธรณินิดิญาณ	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฐวุฒิ ธนศรีสถิตย์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฐสพันธ์ เผ่าพันธ์	มหาวิทยาลัยศรีปทุม
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เด่นชัย วรเดชจำเริญ	มหาวิทยาลัยศรีปทุม
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เทพฤทธิ์ บัณฑิตวัฒนวงศ์	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธนา สุขวาริ	มหาวิทยาลัยศรีปทุม
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธรรมศักดิ์ เสนามิตร	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชรินิ มณีศรี	มหาวิทยาลัยศรีปทุม
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นิพัทธ์ จงสวัสดิ์ดี	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประเสริฐ สิทธิจิรพัฒน์	มหาวิทยาลัยศรีปทุม
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรพรรณ สวัสดิ์สิงห์	มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรพรรณ นันทแพศย์	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิมพ์พร โสววัฒนกุล	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไพบูลย์ สุขวิจิตร บาร์	มหาวิทยาลัยศรีปทุม
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภัทรวิทย์ อยู่วัฒนะ	มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ยุพวรรณ นังกลากิวัฒน์	
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ยุวสุข ภูลาดี	มหาวิทยาลัยนครพนม
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รัฐสภา แก่นแก้ว	มหาวิทยาลัยศรีปทุม

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิรัชญ์ คุรุจิต	สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วราภรณ์ ไทยมา	มหาวิทยาลัยศรีปทุม
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วสวัตต์ สุตินุญามณี	มหาวิทยาลัยศรีปทุม
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วันเพ็ญ บางเสน	มหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิชัย โยธางค์	มหาวิทยาลัยศรีปทุม
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมเกียรติ กรวยสวัสดิ์	มหาวิทยาลัยศรีปทุม
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมบูรณ์ สาระพัด	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิรินทร ลินจินดาวงศ์	มหาวิทยาลัยศรีปทุม
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.หทัยพันธ์์ สุนทรพิพิธ	มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อดิเทพ แจ่มนาลาว	มหาวิทยาลัยศิลปากร
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อุทัยรัตน์ เมืองแสน	มหาวิทยาลัยศรีปทุม
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ธนกร ณรงค์วานิช	มหาวิทยาลัยศรีปทุม
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ธนภัทร พรหมวัฒน์กักดี	มหาวิทยาลัยศรีปทุม
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ วราภรณ์ ไข่เทียมวงศ์	มหาวิทยาลัยศรีปทุม
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ วันวิสา ค่วนตระกูลศิลป์	มหาวิทยาลัยศรีปทุม
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุภาวดี สมะมะณี	มหาวิทยาลัยศรีปทุม
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ อำนาจ ว่างเงิน	มหาวิทยาลัยศรีปทุม
ดร.เกียรติศักดิ์ สกุลพันธ์	มหาวิทยาลัยศรีปทุม
ดร.ฉัตรรัตน์ โหตระไวศยะ	มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
ดร.ชานนท์ วาสิงหน	มหาวิทยาลัยศรีปทุม
ดร.ชิตพงษ์ อัยสานนท์	มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
ดร.เชษฐภักดิ์ ปัญญวัชรวงศ์	วิทยาลัยเทคโนโลยีสยาม
ดร.ณัฐภัทรศญา เศรษฐโชติสมบัติ	มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
ดร.ธงชัย จิระดิษฐ์	บริษัท การบินไทย จำกัด (มหาชน)
ดร.ธนภณ ภู่มาลา	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
ดร.ธนากร เอี่ยมปาน	มหาวิทยาลัยศรีปทุม
ดร.ประกอบ ชาดิภักดิ์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
ดร.พีร วงศ์อุปราช	มหาวิทยาลัยบูรพา
ดร.พุดพิงก์ หุ่นโตภาพ	สำนักงานอัยการพิเศษฝ่ายคดีล้มละลาย 1
ดร.รุ่งทิวา วงศ์ประชา	มหาวิทยาลัยศรีปทุม
ดร.วรสรวง ดวงจินดา	มหาวิทยาลัยศรีปทุม
ดร.วิษณุกร ทองหล่อ	มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ดร.สมทบ รุจิระฐาน	มหาวิทยาลัยมหิดล
ดร.สุริย์ฉาย พลวัน	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
นาวาอากาศเอก (พ) วิพล สุขวิสัย	โรงเรียนเตรียมทหาร



กำหนดการประชุมวิชาการ
การประชุมวิชาการระดับชาติและนานาชาติ มหาวิทยาลัยศรีปทุม ครั้งที่ 15 ประจำปี 2563
เรื่อง “วิจัยและนวัตกรรมสู่การพัฒนาที่ยั่งยืน”
วันศุกร์ที่ 18 ธันวาคม 2563



- 08.30-09.00 น. ลงทะเบียนออนไลน์ (Google Form)
คลิก <https://bit.ly/Register-SPUCON2020-Th>
- 09.00-09.30 น. พิธีเปิด (ห้อง Auditorium 1 ชั้น 14 อาคาร 40 ปีศรีปทุม) กล่าวรายงาน โดย
รองศาสตราจารย์ กัลยาภรณ์ ปานมะเร็ง
รองอธิการบดี มหาวิทยาลัยศรีปทุม และประธานคณะกรรมการจัดงาน
กล่าวเปิดการประชุมโดย ดร.รัชนิพร พุกยาภรณ์ พุกกะมาน อธิการบดี
(Zoom และถ่ายทอดสดผ่าน Facebook Live: facebook.com/spuresearch)
- 09.30-10.30 น. ปาฐกถาพิเศษ โดย ศาสตราจารย์ ดร.จักรพันธ์ สุทธิรัตน์
รองอธิการบดี ด้านการวิจัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ในหัวข้อเรื่อง “โจทย์วิจัยในยุคปกติใหม่ (New Normal)”
(Zoom และถ่ายทอดสดผ่าน Facebook Live: facebook.com/spuresearch)
- 10.30-10.45 น. พักรับประทานอาหารว่าง
- 10.45-12.00 น. การนำเสนอบทความ (ห้องย่อย) (นำเสนอออนไลน์ผ่านโปรแกรม Zoom)
กลุ่มที่ 1 International Papers
กลุ่มที่ 2 บทความระดับชาติ สาขามนุษยศาสตร์ และสังคมศาสตร์
กลุ่มที่ 3 บทความระดับชาติ สาขาวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี
- 12.00-13.00 น. พักรับประทานอาหารกลางวัน
- 13.00-16.30 น. การนำเสนอบทความ (ห้องย่อย) (นำเสนอออนไลน์ผ่านโปรแกรม Zoom)
กลุ่มที่ 1 International Papers
กลุ่มที่ 2 บทความระดับชาติ สาขามนุษยศาสตร์ และสังคมศาสตร์
กลุ่มที่ 3 บทความระดับชาติ สาขาวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี

สารบัญบทความ (ต่อ)

	หน้า
ปัญหาร่วมของชุมชนเกมออนไลน์ในช่วงการระบาดของ COVID-19 มนต์ชัย ศรีเจริญศักดิ์, มหาวิทยาลัยศรีปทุม.....	1179
การศึกษาพฤติกรรมมารเปิดรับ และความพึงพอใจของผู้ชมในกรุงเทพมหานครต่อรายการเจาะลึกทั่วไทย อินไซด์ไทยแลนด์ สถานีโทรทัศน์เอ็มคอตเอชดี ช่อง 30 ศุภรัตน์ สาครรัตน์, วิรุฬห์รัตน์ ผลทวีโชติ, มหาวิทยาลัยศรีปทุม.....	1193
กลุ่มย่อยที่ 6 ศึกษาศาสตร์	
การพัฒนาคุณภาพผู้เรียน โดยใช้ความร่วมมือขององค์กรภาครัฐและเอกชน โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ เตรียมอุดมศึกษาน้อมเกล้า กมลกรณ์ จ้าวตระกูล, โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ เตรียมอุดมศึกษาน้อมเกล้า.....	1204
การพัฒนาแบบจำลองการพยากรณ์ผลการสอบการรู้ดิจิทัลของนักศึกษา ระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ โดยเทคนิคการเรียนรู้ของเครื่อง ชัชภัทร พุ่มจันทร์, ศุภชัย มุกดาสนิท, พิเชษฐ ศิริรัตนไพศาลกุล, มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่.....	1214
แนวทางการปรับการเรียนการสอนในรายวิชาการเดินช่วงสถานการณ์ covid 19 พิชญาภา วิศิษฐ์ศิลป์, มหาวิทยาลัยศรีปทุม.....	1224
การวิเคราะห์องค์ประกอบศักยภาพบุคลากรด้านไอทีเพื่อรองรับการเปลี่ยนผ่านสู่มหาวิทยาลัยดิจิทัล คำรงค์ สุขเกิด, อรพรรณ คงมาลัย, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.....	1236
การจัดกิจกรรมศิลปะเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ด้านศิลปะในพิพิธภัณฑ์ให้กับคนพิการทางการเห็น ทักษิณา พิพิธกุล, มหาวิทยาลัยกรุงเทพ.....	1246
การพัฒนาสื่อการสอนสำหรับการควบคุมประแฉับรางไฟฟ้าด้วยหลักวิศวกรรมคุณค่า ชวลิต มณีศรี, ปิยะภัทร แสงงาม, อาทิตย์ ดัฒน์รัตนวิบูล, เสมา พัฒน์นิม, มหาวิทยาลัยศรีปทุม.....	1255
แรงจูงใจในการเรียนวิชาภาษาอังกฤษของนักศึกษาสาขาวิชาการท่องเที่ยวและการบริการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ตาก ชัยลักษณ์ อินพล, วิริษา สารวิทย์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ตาก.....	1265
การศึกษามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และการกำกับตนเองในการเรียนคณิตศาสตร์บนคลาวด์เทคโนโลยีของนักศึกษา ปริญญาตรี เบญจมาศ ฉิมมาลี, อนุชิต อนุพันธ์, มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ.....	1273
ปัญหาการกู้ยืมเงินเพื่อการศึกษาตามพระราชบัญญัติเงินให้กู้ยืมเพื่อการศึกษา พ.ศ. 2560 ปกพ วงศ์เจริญ, มหาวิทยาลัยศรีปทุม.....	1283
การศึกษามูลค่าสภาพผู้นำที่ส่งผลต่อสมรรถนะนักบินของนักศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาการจัดการ ความปลอดภัยการบิน วิทยาลัยการบินและคมนาคม มหาวิทยาลัยศรีปทุม ธนากร เอี่ยมปาน, มหาวิทยาลัยศรีปทุม.....	1291
การพัฒนาสื่อการสอน เรื่องการแยกประเภทขยะสำหรับนักเรียนอนุบาล 2 และ 3 ของ โรงเรียนวัดสี่ลี้ สิรินธร สินจินดาวงศ์, อัมพร พรกฤษ, กัทรนันท์ ไวทยกุล, มหาวิทยาลัยศรีปทุม.....	1301
การศึกษาผลการเรียนรู้การป้องกันภาวะน้ำหนักเกินเกณฑ์มาตรฐานและโรคอ้วน โดยใช้กิจกรรมเป็นฐาน กัทรนันท์ ไวทยกุล, สิรินธร สินจินดาวงศ์, มหาวิทยาลัยศรีปทุม.....	1311

การพัฒนาสื่อการสอนสำหรับการควบคุมประแฉับรางไฟฟ้าด้วยหลักวิศวกรรมคุณค่า
THE INSTRUCTIONAL MEDIA DEVELOPMENT FOR THE ELECTRIC
TURNOUT CONTROL BY VALUE ENGINEERING CONCEPT

ชวลิต มณีศรี

สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีปทุม

E-mail : chawalit.ma@spu.ac.th

ปิยะภัทร แสงงาม

สาขาวิชาวิศวกรรมระบบราง คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีปทุม

E-mail : piyapat3110@gmail.com

อาทิตย์ ตัณฑ์ธนศิระกุล

สาขาวิชาวิศวกรรมระบบราง คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีปทุม

E-mail : bossfifao13@gmail.com

เสมา พัฒน์ฉิม

สาขาวิชาวิศวกรรมระบบราง คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีปทุม

E-mail : sema.pa@spu.ac.th

บทคัดย่อ

ประแฉับรางไฟฟ้าเป็นอุปกรณ์สำคัญในระบบอาณัติสัญญาณ การเรียนรู้เกี่ยวกับการทำงานแบ่งเป็น 2 ส่วนคือ ระบบไฟฟ้าและระบบทางกล ซึ่งการศึกษาจากชุดประแฉับรางไฟฟ้าระดับใช้งานประสบปัญหาที่ไม่มีเพียงพอต่อการศึกษา เนื่องจากมีราคาจัดหาสูงถึง 1,800,000 บาท/ชุด ดังนั้นการพัฒนาสื่อการสอนจำลองการควบคุมประแฉับรางไฟฟ้าจึงเป็นทางเลือกหนึ่ง โดยมีกำหนดให้คงหน้าที่การทำงานไว้เช่นเดียวกับอุปกรณ์ระดับใช้งานในด้านระบบไฟฟ้าพร้อมกับลดต้นทุนไปพร้อมกันตามหลักการของวิศวกรรมคุณค่า เพื่อให้สามารถผลิตหรือจัดหาให้มีจำนวนเพียงพอต่อการเรียนการสอนและเสริมประสบการณ์ให้นักศึกษาให้มากที่สุดก่อนปฏิบัติงานจริง ชุดจำลองที่พัฒนาขึ้นมีระบบควบคุมและระบบบริเลย์ที่เทียบเท่ากับกับอุปกรณ์ระดับใช้งาน ขณะที่ระบบจ่ายไฟเลือกเปลี่ยนเป็นแรงดันไฟ 220V แทน 380V เพื่อให้ใช้งานได้ทั่วไป และชุดรางย่อขนาดเป็น 1:4 เนื่องจากวิเคราะห์หน้าที่แล้วใช้เพียงเป็นส่วนแสดงผลการควบคุมเท่านั้น ชุดจำลองเมื่อพัฒนาสมบูรณ์มีการควบคุมที่เสมือนอุปกรณ์ระดับใช้งาน สามารถยกระดับการเรียนรู้ให้นักศึกษาได้ดีขึ้น รวมถึงสามารถแก้ไขปัญหาความผิดพลาดในการติดตั้งวงจรควบคุมได้ และมีต้นทุนเพียง 30,000 บาท หรือถูกกว่าระดับใช้งานถึง 60 เท่า

คำสำคัญ: สื่อการสอน ประแฉับรางไฟฟ้า ระบบอาณัติสัญญาณ วิศวกรรมคุณค่า

ABSTRACT

The electric turnout is the important equipment in the signaling system. Learning about the operation of turnout is dividing into 2 parts; electrical system and mechanical system. The study from the working level equipment of electric turnout has an insufficient problem because the supply price is up to 1,800,000 baht/set. Therefore, the instructional media development, the electric turnout control model is an alternative. We set the model to maintain the same function of the electrical system as the working level equipment and reduce the cost at the same time that follows the value engineering concept to produce or provide sufficient numbers of equipment for teaching and learning and to enhance the experience for the students as possible before the actual work. The developing model has the control system and the relay system as the working level equipment. The power supply system is changed to 220v instead of 380v to provide general use. The rail set is scaled to 1: 4 because we analyze the function that it is used only as a control display. The complete developing model has control like the working level equipment, can improve the learning level of the students, include solve the fault in setup the control circuit, and has the 30,000 baht/set of costing or cheaper than the working level 60 times.

Keywords: Instructional media, Electric turnout, Signaling system, Value engineering.

1. ความสำคัญและที่มาของปัญหาวิจัย

ปัจจุบันการพัฒนาระบบรางได้รับการพัฒนามากขึ้นที่เห็นได้ชัดเช่น รถไฟฟ้า รถไฟทางคู่ และรถไฟความเร็วสูง ส่งผลทำให้อุปกรณ์การใช้งานไม่ว่าจะเป็นในงานก่อสร้าง ระบบไฟฟ้า และอื่น ๆ มีความต้องการมากยิ่งขึ้น ดังนั้นการศึกษาเกี่ยวกับอุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น ราง ประแจสับราง รวมไปถึงระบบอาณัติสัญญาณ จึงมีความจำเป็นอย่างมากในการพัฒนาระบบรางต่อไปในอนาคต ประแจสับรางไฟฟ้าเป็นอุปกรณ์สำคัญอย่างหนึ่งในระบบอาณัติสัญญาณ (Arora, 2018; มานะชัย, 2559) การจัดซื้อจัดหาเพื่อใช้ในการเรียนการสอนมีอุปสรรคเนื่องจากอุปกรณ์ระดับใช้งานมีราคาสูงถึง 1,800,000 บาท (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, 2561) สถาบันการศึกษาในประเทศแต่ละแห่งจะไม่มีหรือมีจำนวนน้อยมาก รวมถึงหากจะฝึกปฏิบัติกับระบบจริงต้องรอให้การบริการขนส่งหุตุการปฏิบัติงานก่อน ซึ่งจะเป็นช่วงกลางคืนมีผลต่อความปลอดภัย ส่งผลให้การเรียนรู้และการฝึกฝนเกี่ยวกับประแจสับรางไฟฟ้ามีชั่วโมงในการเรียนหรือฝึกฝนเพื่อความเข้าใจการทำงานของประแจสับรางไฟฟ้าไม่เพียงพอ เมื่อปฏิบัติงานหรือฝึกงานทำให้ใช้เวลาในการปรับตัวนาน ดังนั้นถ้าสามารถจัดทำชุดจำลองการทำงานของประแจสับรางไฟฟ้า (Electric Turnout) ที่มีฟังก์ชันการทำงานสำคัญคือ การควบคุมเครื่องกลประแจ (Point Machine) ไปได้ โดยเป็นอุปกรณ์ระดับห้องปฏิบัติการที่มีต้นทุนต่ำกว่าอุปกรณ์ระดับใช้งานซึ่งเป็นไปตามหลักวิศวกรรมคุณค่า (Value Engineering) (อัมพิกา, 2551; Mild, 1989) จะเป็นการเพิ่มจำนวนอุปกรณ์ที่ใช้ในการเรียนรู้ของนักศึกษาหรือผู้ที่สนใจด้านระบบรางได้มากขึ้น เป็นการเพิ่มความชำนาญและเสริมสร้างทักษะจากโอกาสในการใช้งานที่เพิ่มขึ้นได้ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงเสนอการจัดทำชุดจำลองควบคุมการสับรางของประแจสับรางไฟฟ้า เพื่อเป็นอุปกรณ์ใช้ฝึกเสริมสร้างความชำนาญและทักษะสามารถนำไปต่อยอดในการทำงานและงานวิจัยต่าง ๆ ในอนาคต

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อสร้างสื่อการสอนแบบจำลองควบคุมการทำงานประแจสับรางไฟฟ้า

3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การพัฒนาชุดจำลองควบคุมการทำงานประแจสับรางไฟฟ้านี้มีการศึกษาเกี่ยวกับหลักการทำงานและองค์ประกอบของประแจสับรางไฟฟ้า และหลักวิศวกรรมคุณค่า เพื่อให้เกิดชุดจำลองที่สามารถทำงานได้เหมือนกับอุปกรณ์ระดับใช้งาน โดยมีต้นทุนที่ต่ำลงดังนี้

3.1 ประแจสับราง (Turnout) เป็นชุดอุปกรณ์ที่มีการสั่งการผ่านชุดควบคุม เพื่อถ่ายทอดคำสั่งผ่านสายสัญญาณ หรือกระแสไฟฟ้าที่บังคับเครื่องกลับประแจ (Point Machine) ให้เคลื่อนที่ผลักหรือดันรางไปนาคำแหน่งที่ต้องการตามระยะที่กำหนดไว้ เพื่อให้ขบวนรถหรือล้อเลื่อน (Rolling Stock) ใด ๆ สามารถวิ่งผ่านออกจากทางเสานั้น แยกไปสู่เส้นทางอื่นได้ หน้าที่การทำงานหลักของประแจคือ ต้องสามารถเปลี่ยนทิศทางและยอมให้รถไฟแล่นผ่านไปได้อย่างรวดเร็วที่กำหนดได้อย่างปลอดภัย ประแจสับรางที่ใช้อยู่ในปัจจุบันเป็นส่วนใหญ่คือ ประแจสับรางกล และประแจสับรางไฟฟ้า ซึ่งเป็นแบบที่งานวิจัยนี้ทำการศึกษาและพัฒนา (Byles, 1910)

3.2 วิศวกรรมคุณค่า Lawrence Delos Miles เป็นผู้ริเริ่มแนวคิดของวิศวกรรมคุณค่า (Value Engineering: VE) ในการแก้ปัญหาวัตถุประสงค์ขาดแคลนและมีราคาสูง โดยกำหนดว่า ต้องวิเคราะห์หน้าที่การทำงานของชิ้นส่วนหรือกระบวนการที่สามารถทดแทนกันได้โดยที่มีต้นทุนต่ำลง (ชินินและคณะ, 2557) หรือวิศวกรรมคุณค่า คือ “การประยุกต์เทคนิคที่มีระบบ โดยเน้นการทำงาน (Function) ของผลิตภัณฑ์หรือบริการเป็นหลักใหญ่ ด้วยต้นทุนที่ต่ำสุด และคงไว้ซึ่งความน่าเชื่อถือได้” (อัมพิกา, 2551) วิศวกรรมคุณค่าถูกนำไปประยุกต์ใช้ใน 2 มุมมองคือ วัสดุ และกระบวนการ โดยงานวิจัยนี้เน้นหนักในการวิเคราะห์หน้าที่ เพื่อปรับปรุงทางด้านวัสดุซึ่งนิยมใช้การทดแทนวัสดุหรือชิ้นส่วนที่มีต้นทุนต่ำลงโดยยังคงทำงานตามหน้าที่ที่ต้องการได้เช่นเดิม

4. วิธีดำเนินการวิจัย

การพัฒนาชุดจำลองควบคุมการทำงานประแจสับรางไฟฟ้า เพื่อลดต้นทุนในการซื้อชุดจำลองการควบคุมประแจสับรางไฟฟ้าและเพิ่มชั่วโมงในการฝึกให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะการต่อวงจรและอ่านวงจรรวมถึงเข้าใจกระบวนการทำงานของประแจสับรางไฟฟ้าได้ดียิ่งขึ้น โดยมีวิธีการดำเนินงานตามลำดับต่อไปนี้

4.1 ศึกษาข้อมูลพื้นฐาน ข้อมูลการเรียนการสอนด้านประแจสับรางของสถาบันการศึกษาหรือหน่วยงานด้านระบบราง ซึ่งจะได้ข้อมูลรูปแบบอุปกรณ์ที่ใช้งาน (ระดับห้องปฏิบัติการหรือระดับปฏิบัติงาน) ตราสินค้า รุ่น และลักษณะการเรียนรู้ เป็นต้น

4.2 เก็บรวบรวมข้อมูล ข้อมูลชุดประแจสับรางไฟฟ้าที่เป็นต้นแบบ เช่น ผังวงจร ส่วนประกอบกระบวนการทำงาน เป็นต้น

4.3 กำหนดกรอบแนวคิดในการพัฒนาชุดจำลองประแจสับรางไฟฟ้า ระบุฟังก์ชันที่จะให้ชุดจำลองประแจสับรางไฟฟ้าทำงานได้ ส่วนประกอบ และวัสดุ โดยประยุกต์ใช้หลักการวิศวกรรมคุณค่า โดยคงหน้าที่การทำงานเช่นเดิม คือ การควบคุม 3 รูปแบบ ยกเว้นในส่วนของการแสดงผลการทำงานที่ปรับจากมอเตอร์ขนาดใหญ่น้อยเหมือนคอนกรีตและรางเหล็กเป็นขนาดที่เล็กลง เพราะใช้แค่แสดงผลการต่อวงจรควบคุมเท่านั้น รวมถึงกำหนดแนวทางในการประเมินผลการทำงาน

4.4 พัฒนาชุดจำลองประแจสับรางไฟฟ้า พัฒนาชุดจำลองประแจสับรางไฟฟ้าตามกรอบแนวคิด โดยสร้างแบบในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ จากนั้นทำรายการวัสดุ (Bill of Material: BOM) ทำการจัดหาวัสดุและสร้างชุดจำลองขึ้นตามแบบและข้อกำหนดที่ออกแบบไว้ พัฒนาคู่มือการใช้งานซึ่งจะถูกนำไปใช้ในการเรียนการสอน (Laboratory Sheet)

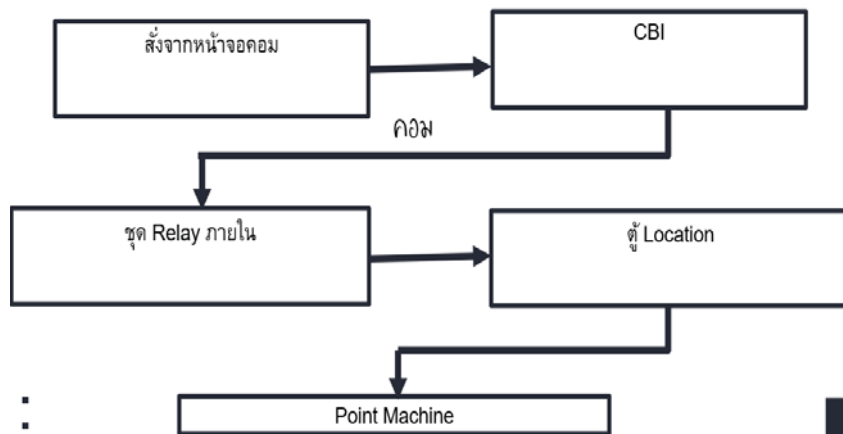
4.5 ทดลอง ดำเนินการทดลอง โดยใช้กลุ่มตัวอย่างจากนักศึกษาวิศวกรรมระบบราง ในห้องปฏิบัติการ ซึ่งมีคู่มือปฏิบัติการให้ โดยทดสอบในประเด็นการทำงานของชุดจำลองฯ ในทุกฟังก์ชัน การพัฒนาการเรียนรู้ของผู้ทดสอบ เป็นต้น

4.6 สรุปผลดำเนิน การเปรียบเทียบผลระหว่างก่อนและหลังการทดลองในประเด็นการเรียนรู้ ค้นพบ เป็นต้น

5. ผลการวิจัย

5.1 ศึกษาข้อมูลพื้นฐาน

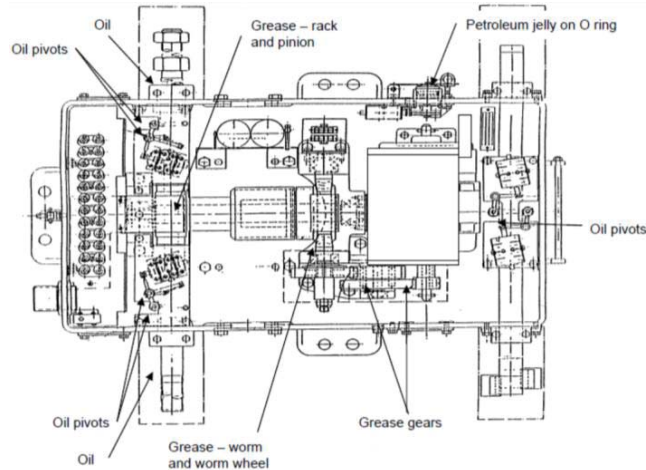
จากการศึกษาหน่วยงานที่เข้าถึงข้อมูลได้ 2 หน่วยงานคือ Hunan Vocational College of Railway Technology (HVCRT) ประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน ซึ่งได้ไปฝึกประสบการณ์ (Experience Learning) เป็นเวลา 5 เดือน มีการใช้งานประแจสับรางไฟฟ้ารุ่น ZD 6 VOSSLOH เป็นหลัก และศูนย์ฝึกอบรมอาณัติสัญญาณเชิงรอก การรถไฟแห่งประเทศไทย มีการใช้งาน Mk2 (T84) Westinghouse เป็นหลัก ซึ่งรวมถึงการใช้งานจริงตามเส้นทางรถไฟด้วย โดยชุดประแจสับรางทั้ง 2 ชนิดมีหลักการคล้ายกันดังแผนภาพที่ 1 คือกระบวนการทำงานทั่วไปจะสั่งการทำงานผ่านหน้าจอบริการมายังระบบการบังคับสัมพันธ์ด้วยคอมพิวเตอร์ (Computer - based interlocking System: CBI) เพื่อตรวจสอบความผิดปกติหรือความผิดพลาดเมื่อตรวจสอบแล้วเป็นไปตามเงื่อนไข จึงจะแจ้งไปยังหน้าจอบริการ เพื่อกดปุ่มสั่งการทำงานผ่านหน้าจอบริการไปยังรีเลย์และตู้ควบคุมในพื้นที่เพื่อจะไปควบคุมการทำงานของประแจสับรางไฟฟ้าให้ทำงานตามที่กำหนดต่อไป ซึ่งการพัฒนาชุดจำลองประแจสับรางไฟฟ้าจะมีรูปแบบเดียวกัน โดยชุดประแจสับรางไฟฟ้าทั่วไปจะมีราคาอยู่ประมาณ 1,800,000 บาท



แผนภาพที่ 1 ภาพรวมการทำงานของชุดควบคุมประแจสับรางไฟฟ้า

5.2 เก็บรวบรวมข้อมูล

ข้อมูลส่วนประกอบของประแจสับรางไฟฟ้า รุ่น Mk2 (T84) Westinghouse (NSW Government, 2016) ประกอบด้วย ตัวเคส ฝาครอบ ฝาปิดรูข้อเหวี่ยงมือ แถบข้าง บาร์ตรวจจับ สายเคเบิล ท่อระบายน้ำ ก้านควบคุม คู่ คันมือ/มอเตอร์ คันโยกขว้างมือ Lever Stop&Latch และสื่อกออยู่กับที่ตั้งแผนภาพที่ 2 โดยมีฟังก์ชันการสั่งการให้ชุดสับรางทำงานใน 3 รูปแบบซึ่งจะขอกล่าวถึงในหัวข้อการออกแบบแนวคิดต่อไป



แผนภาพที่ 2 ส่วนประกอบของของชุดควบคุมชุดประแจสับรางไฟฟ้า

5.3 กำหนดกรอบแนวคิดในการพัฒนาสื่อการสอนชุดควบคุมประแจสับรางไฟฟ้า โดยเริ่มจากการใช้แนวคิดวิศวกรรมคุณค่าในการวิเคราะห์หน้าที่การทำงาน และต้นทุนเพื่อให้คุณค่าไว้ได้ดั้งเดิม ซึ่งแนวคิดของสื่อการสอนชุดนี้ คือ สามารถควบคุมการทำงานได้เหมือนของจริง โดยมีรายละเอียดดังตารางที่ 1 ดังนี้

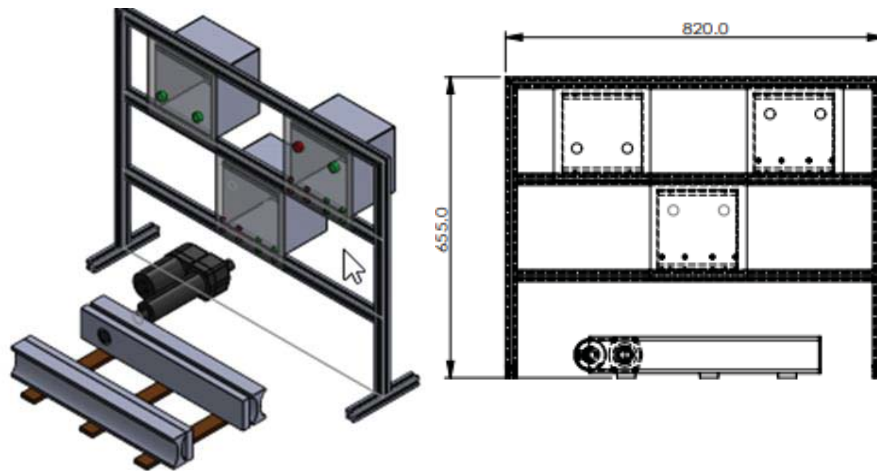
ตารางที่ 1 การกำหนดกรอบแนวคิดร่วมกับวิศวกรรมคุณค่า

ลำดับ	ชิ้นส่วน/ระบบ	หน้าที่การทำงาน	ต้นแบบ	ชุดจำลอง	เหตุผล
1	ชุดจ่ายไฟ	จ่ายไฟให้กับชุดควบคุมและชุดราง	3 เฟส 380V AC แปลงไฟเป็น 24VDC 5A	1 เฟส 220V AC แปลงไฟเป็น 24VDC 5A	เพียงพอต่อการใช้งานและสะดวกในการใช้งานโดยทั่วไป
2	ชุดควบคุม	สั่งการชุดราง	หน้าจอคอมพิวเตอร์ และ CBI	ชุดควบคุมแบบปุ่มกด และแจ็กเสียบ	ฟังก์ชันการทำงานและรูปแบบการสั่งการเหมือนกัน ต่างกันตรงที่ชุดจำลองสามารถเรียนรู้การต่อวงจรได้ และลดต้นทุนได้

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ลำดับ	ชิ้นส่วน/ระบบ	หน้าที่การทำงาน	ต้นแบบ	ชุดจำลอง	เหตุผล
3	ชุดรีเลย์	จ่ายกระแสไฟให้กับชุดราง	ชุดรีเลย์ 24VDC	ชุดรีเลย์ 24VDC	คงเดิม เป็นอุปกรณ์มาตรฐานไม่สามารถลดขนาดหรือปรับเปลี่ยนรูปแบบได้
4	ชุดราง (เครื่องกลับประแจ และราง)	แสดงผลการทำงานเมื่อชุดควบคุมสั่งการ	ขนาดปกติ ราง (เหล็ก) หมอนคอนกรีต มอเตอร์ไฟฟ้า กระแสตรง	ขนาด 1:4 ราง และหมอน ทำจากอลูมิเนียม ลิเนียร์มอเตอร์	ใช้แสดงผลจากการสั่งทำงานในรูปแบบต่างๆ จึงไม่จำเป็นต้องมีขนาดเท่ากับต้นแบบ

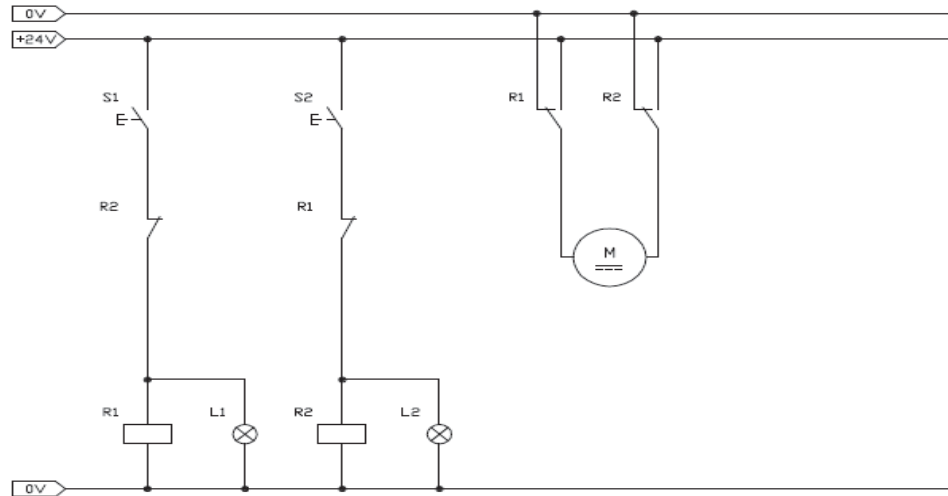
5.4 พัฒนาชุดจำลองประแจสับรางไฟฟ้า จากกรอบแนวคิดข้างต้นนำมาสร้างเป็นแบบในโปรแกรมเขียนแบบ Solidworks ดังแผนภาพที่ 3 จัดทำรายการวัสดุ (Bill of Material: BOM) ดังตารางที่ 2



แผนภาพที่ 3 แบบของชุดจำลองประแจสับรางไฟฟ้าใน Solidworks

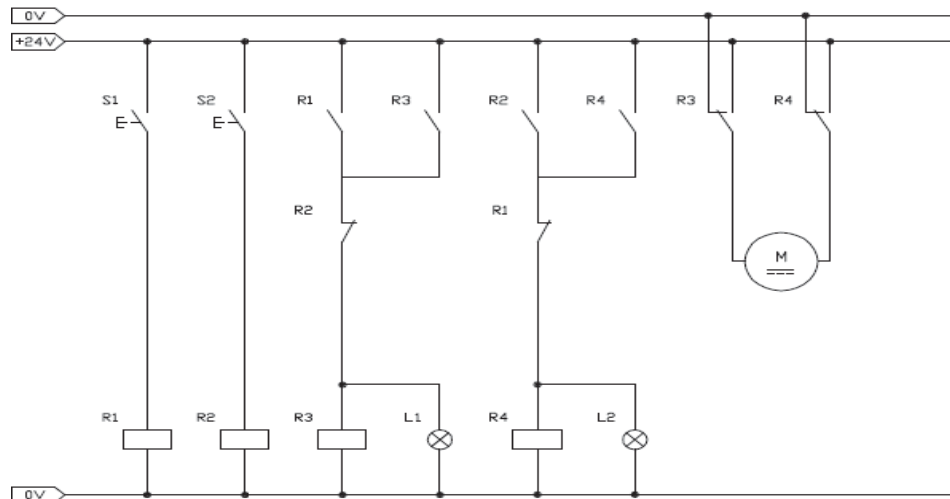
และออกแบบผังวงจรสำหรับควบคุมการทำงานชุดเครื่องกลับประแจ โดยมีรูปแบบการควบคุม 3 แบบ คือ

5.4.1 แบบที่ 1 การกดปุ่มควบคุมค้างอย่างน้อย 1 ปุ่ม เพื่อสั่งการให้เครื่องกลับประแจทำงาน พร้อมไฟสีเขียวขึ้น หากปล่อยมือจะลิเนียร์มอเตอร์จะหยุดทำงานพร้อมไฟดับ ดังแผนภาพที่ 4



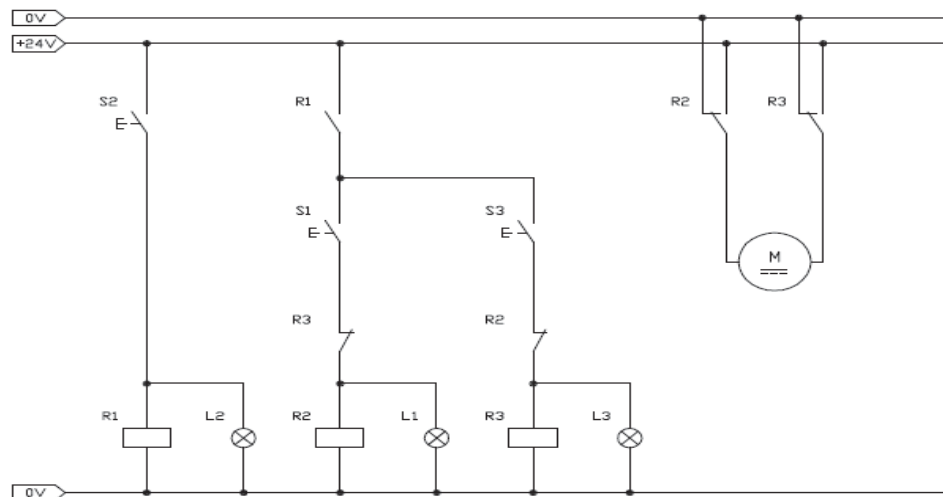
แผนภาพที่ 4 ฟังวงจรการควบคุมแบบที่ 1

5.4.2 แบบที่ 2 การกดปุ่มควบคุมอย่างน้อย 1 ปุ่ม แล้วปล่อยมือ เพื่อสั่งการให้เครื่องกลับประแจทำงานต่อเนื่องจนสุดระยะของลิเนียร์มอเตอร์ที่ตั้งไว้ โดยไฟสีสว่างตลอดการทำงาน ดังแผนภาพที่ 5



แผนภาพที่ 5 ฟังวงจรการควบคุมแบบที่ 2

5.4.3 แบบที่ 3 การกดปุ่มควบคุมพร้อมกัน 2 ปุ่ม เพื่อสั่งการให้เครื่องกลับประแจทำงาน พร้อมไฟสีสว่างขึ้น หากปล่อยมือปุ่มใดปุ่มหนึ่ง ลิเนียร์มอเตอร์จะหยุดทำงานพร้อมไฟดับ ดังแผนภาพที่ 6



แผนภาพที่ 6 ผังวงจรการควบคุมแบบที่ 3

ตารางที่ 2 รายการวัสดุและค่าใช้จ่าย

ลำดับ	รายละเอียด	จำนวน	หน่วย	ราคาต่อหน่วย	จำนวนเงิน
1	ค่าออกแบบ+ค่าทำชิ้นงาน	1	ชุด	9,600	9,600
2	Relay Omron 24VDC	4	ชุด	425	1,700
3	Power supply Delta 24VDC 5A	1	ชุด	2,425	2,425
4	Linear Actuator 24VDC	1	ชุด	4,300	4,300
5	Circuit Protection Mitsubishi 5A	2	ชุด	780	1,560
6	สายไฟ 0.5 Sq.mm	50	เมตร	5	250
7	สายไฟ 2.5 Sq.mm	20	เมตร	10	200
8	กล่องสแตนเลสพับ หน้า1.5mm	3	กล่อง	875	2,625
9	Banana Jack ตัวผู้	140	ตัว	8	1,120
10	Banana Jack ตัวเมีย	50	ตัว	10	500
11	แผ่นอะคริลิก สีขาว	3	แผ่น	60	180
12	รางยึดอุปกรณ์ Din rail	1	ชุด	80	80
13	ปลั๊กไฟแบบมีกราวด์	1	ตัว	45	45
14	สายไฟ 3x2.5	2	ชุด	70	140
15	Push Button Switch NO	3	ชุด	120	360
16	Pilot Lamp	3	ดวง	40	120
17	แผ่นอะคริลิก สีใส	1	แผ่น	598	598
18	ชุดราง	1	ชุด	2,000	2,000
19	โครงเหล็กใส่อุปกรณ์	1	ชุด	4,000	4,000
รวมทั้งสิ้น					31,803

5.5 ทดลอง การทดลองใช้งานชุดจำลองการควบคุมประแฉับรางไฟฟ้า แบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ

5.5.1 การทดสอบความถูกต้องของการทำงานตามฟังก์ชันการทำงานที่ออกแบบไว้ สิ่งสำคัญในส่วนนี้คือความถูกต้องของการต่อวงจร โดยผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญด้านระบบอัตโนมัติสัญญาณ และเมื่อตรวจสอบการต่อวงจรเรียบร้อยแล้ว ได้ทดลองการใช้งาน 10 ครั้งในแต่ละรูปแบบการทำงาน พบว่า ชุดจำลองการควบคุมประแฉับรางไฟฟ้าสามารถทำงานได้ตามที่ออกแบบไว้ทุกครั้ง

5.5.2 การทดลองใช้งานตามคู่มือปฏิบัติการ (Laboratory Sheet) ด้วยนักศึกษาวิศวกรรมระบบราง ชั้นปีที่ 2 จำนวน 10 คน พบว่า ทุกคนมีการเรียนรู้ที่ดีขึ้น เข้าใจส่วนประกอบและหลักการการทำงานของชุดจำลองการควบคุมประแฉับรางไฟฟ้า ซึ่งเป็นหลักการเดียวกับที่ใช้ในชุดควบคุมประแฉับรางไฟฟ้าของจริง กรณีที่ต่อวงจรไม่ถูกต้องและอุปกรณ์ไม่ทำงาน ผู้ปฏิบัติสามารถใช้คำแนะนำในการตรวจสอบและแก้ไขปัญหาซึ่งจัดทำไว้ในคู่มือปฏิบัติการได้เป็นอย่างดี มีความพึงพอใจมีค่า 4.51 หรือระดับมากที่สุด ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 สรุปผลความพึงพอใจการใช้งานชุดจำลองการควบคุมประแฉับรางไฟฟ้า

ข้อความ	\bar{X}	S.D.	ระดับ
ด้านความรู้ความเข้าใจและการทำงานของชุดจำลอง			
1. อ่านและเขียนสัญลักษณ์ของวงจรไฟฟ้า	4.30	0.48	มีความพึงพอใจมากที่สุด
2. อธิบายการควบคุมประแฉับรางไฟฟ้า	4.70	0.48	มีความพึงพอใจมากที่สุด
3. อธิบายข้อแตกต่างของชุดปฏิบัติการทั้ง 3 ชุดได้	4.40	0.52	มีความพึงพอใจมากที่สุด
4. สามารถต่อวงจรใช้งานได้จริงตาม logic	4.60	0.52	มีความพึงพอใจมากที่สุด
5. ชุดจำลองทำงานได้สม่ามตามคำสั่ง	4.60	0.52	มีความพึงพอใจมากที่สุด
ด้านความพึงพอใจโดยรวม			
1. ความเหมาะสมของชุดจำลอง	4.40	0.52	มีความพึงพอใจมากที่สุด
2. การนำไปประยุกต์ใช้ต่อการเรียน	4.60	0.52	มีความพึงพอใจมากที่สุด
รวม	4.51	0.51	มีความพึงพอใจมากที่สุด

6. อภิปรายผล

การพัฒนาสื่อการสอนสำหรับการควบคุมประแฉับรางไฟฟ้า โดยมีเป้าหมายให้เกิดการเรียนรู้ในหลักการทํางาน ส่วนประกอบ และการต่อวงจรควบคุม เพื่อแก้ปัญหาอุปสรรคในการเข้าถึงอุปกรณ์ และเพิ่มชั่วโมงประสบการณ์ให้ผู้เรียน โดยประยุกต์ใช้หลักการวิศวกรรมคุณค่าในการพัฒนาชุดทดลอง ซึ่งสรุปได้ดังนี้

6.1 ชุดจำลองการควบคุมประแฉับรางไฟฟ้า สามารถทำงานสั่งการให้เครื่องกลับประแฉทำงานได้ตามที่ออกแบบไว้ ด้วยหลักการเดียวกับอุปกรณ์ของจริง โดยมีต้นทุนที่ต่ำกว่าอุปกรณ์ที่ขายในท้องตลาดมากกว่า 50 เท่า (ระหว่าง 1,800,000 กับ 31,803 บาท) หากพิจารณาเพียงหน้าที่ในการควบคุมและแสดงผล

6.2 ชุดจำลองการควบคุมประแฉับรางไฟฟ้า สามารถยกระดับการเรียนรู้ให้นักศึกษาได้ ด้วยชั่วโมงฝึกที่เพิ่มขึ้น และจำนวนอุปกรณ์ที่เพียงพอต่อนักศึกษา และมีความปลอดภัยต่อการใช้งานเพียงพอด้วยวงจรควบคุมที่ออกแบบกันการลัดวงจรไว้

6.3 การแยกส่วนควบคุมเป็น 3 ส่วน ทำให้เข้าใจง่าย หากอุปกรณ์พังได้ง่าย และซ่อมบำรุงแยกส่วนได้ และเมื่อไปใช้กับอุปกรณ์ระดับใช้งานจะทำให้ปรับตัวและแก้ปัญหาได้รวดเร็ว

6.4 ชุดจำลองการควบคุมประแจสับรางไฟฟ้า บำรุงรักษาได้ง่าย ด้วยอุปกรณ์และวัสดุที่หาได้ตามท้องตลาดทั่วไป รวมถึงมีความทนต่อการใช้งานเหมือนกับอุปกรณ์โดยทั่วไป

6.5 ชุดจำลองการควบคุมประแจสับรางไฟฟ้า จะถูกผลิตขึ้นอีกอย่างน้อย 4 ชุด เพื่อใช้ในการเรียนการสอนของมหาวิทยาลัยศรีปทุม ก่อนที่จะเผยแพร่อย่างเป็นทางการต่อเครือข่ายต่อไป

7. ข้อเสนอแนะ

7.1 ในอนาคตควรเพิ่มการแสดงผลทั้งแสดงผลการตรวจสอบวงจรและการแสดงผลการทำงานด้วยหน้าจอโทรศัพท์

7.2 เพื่อให้สมจริงมากขึ้นอาจเพิ่มขบวนรถให้เห็นความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่ และการสับเปลี่ยนทาง รวมถึงปรับชุดรางให้มีความมั่นคงยิ่งขึ้น

8. เอกสารอ้างอิง

ธนิน ศรีวะระมย์, ทีปกร คุณาพรวิวัฒน์ และชวลิต มณีศรี. (2557). การเพิ่มผลผลิตผลิตภัณฑ์น้ำยาล้างจานด้วยการแปลงหน้าที่เชิงคุณภาพและวิศวกรรมคุณค่า. *วารสารศรีปทุมปริทัศน์ ฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, ปีที่ 6 มกราคม – ธันวาคม 2557, 57–67.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี. (2561). *ร่างประกาศ และร่างเอกสารประกวดราคาซื้อครุภัณฑ์ชุดฝึกปฏิบัติการระบบประแจสับราง ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น ด้วยวิธีประกวดราคาอิเล็กทรอนิกส์ (e-bidding)*. [ออนไลน์]. ค้นเมื่อ 15 ธันวาคม 2561, จาก:

<https://www.kkc.rmuti.ac.th/2017/?p=6492>.

มานะชัย วัฒนหัตถกรรม. (2559). *ระบบควบคุมรถไฟและการอาณัติสัญญาณเบื้องต้น*. กรุงเทพฯ : สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ.

อัมพิกา ไกรฤทธิ. (2551). *วิศวกรรมคุณค่า เทคนิคการลดต้นทุนอย่างมีระบบ*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

Arora, M. (2018). *Turnout: Laying * Inspection * Maintenance*. 2nd edition. Pune, India: Kalyani Corperation.

Byles, C. B. (1910). *The First Principles of Railway Signalling*. 1st edition. London, United Kingdom: The Railway Gazette.

Miles, L. D. (1989). *Techniques of Value Analysis and Engineering*. 3rd edition. Wisconsin: Lawrence D. Miles Value Foundation.

NSW Government. (2016). *RailCorp Engineering Manual — Signals — Maintenance Electric Points Machine - Westinghouse 84M Mechanism*. New South Wales, Australia: Transport for NSW.