



# วารสารวิชาการ

ปีที่ 3 ฉบับที่ 1 เดือนมกราคม - มิถุนายน 2567  
VOL. 3 NO. 1 JANUARY - JUNE 2024  
ISSN 2821-9422(PRINT)

สถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ  
Institute of Vocational Education : Eastern Region Journal

“ผลิตและพัฒนากำลังคนอาชีวศึกษาสมรรถนะสูงตามมาตรฐานสากล”

IVEE-JOURNAL





# วารสารวิชาการ

## สถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออก

Institute of Vocational Education : Eastern Region Journal

ปีที่ 3 ฉบับที่ 1 เดือนมกราคม - มิถุนายน 2567

VOL. 3 NO. 1 JANUARY – JUNE 2024

ISSN 2821 – 9422 (PRINT)

“ผลิตและพัฒนากำลังคนอาชีวศึกษา  
สมรรถนะสูงตามมาตรฐานสากล”

เจ้าของ สถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออก สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา  
ที่ปรึกษา

- |   |  |
|---|--|
| 1.ดร.พรหมสวัสดิ์ ทิพย์คงคา                                      | นายกสภาสถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออก                    |
| 2.ผศ.ปรีชา อ่องอารี   | ผู้ทรงคุณวุฒิ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ |
| 3.ดร.กล้า สมตระกูล  | ผู้ทรงคุณวุฒิ กระทรวงวัฒนธรรม                            |
| 4.ดร.ธวัชชัย อยู่พานิช  | ที่ปรึกษาพิเศษสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา            |
| 5.ดร.วินัย สารสุวรรณ  | ผู้ทรงคุณวุฒิ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ |
| 6.ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคระยอง                                |  |
| 7.ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคบ้านค่าย                             |  |
| 8.ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคชลบุรี                               |  |
| 9.ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคตราด                                 |  |
| 10.ผู้อำนวยการวิทยาลัยอาชีวศึกษาเทคโนโลยีฐานวิทยาศาสตร์(ชลบุรี) |  |
| 11.ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคมาบตาพุด                            |  |
| 12.ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคสัตหีบ                              |  |
| 13.ผู้อำนวยการวิทยาลัยอาชีวศึกษาชลบุรี                          |  |
| 14.ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคจันทบุรี                            |  |

### บรรณาธิการ

ดร.สมชาย อ่างสุข

ผู้อำนวยการสถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออก

### รองบรรณาธิการ

- |                                 |  |
|---------------------------------|--|
| 1.ว่าที่ร้อยตรีณรงค์ เกษตรภิบาล | รองผู้อำนวยการสถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออก             |
| 2.นายจิระพงษ์ จันทร์ประเสริฐ    | รองผู้อำนวยการสถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออก             |
| 3.นายทรงพล ถนอมวงษ์             | ผู้ช่วยผู้อำนวยการสถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออก         |
| 4.นายกิตติวิทย์ บุญศิริ         | ผู้เชี่ยวชาญพัฒนากิจการนักศึกษาและกิจการพิเศษ            |
| 5.นายวิรัตน์ เศรษฐสุภาพร        | ผู้อำนวยการสำนักพัฒนายุทธศาสตร์ และความร่วมมืออาชีวศึกษา |



# วารสารวิชาการ

## สถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

Institute of Vocational Education : Eastern Region Journal

ปีที่ 3 ฉบับที่ 1 เดือนมกราคม - มิถุนายน 2567

VOL. 3 NO. 1 JANUARY – JUNE 2024

ISSN 2821 – 9422 (PRINT)

“ผลิตและพัฒนากำลังคนอาชีวศึกษา  
สมรรถนะสูงตามมาตรฐานสากล”

### กองบรรณาธิการ

- |                         |  |
|-------------------------|--|
| 1.ดร.ผดุงชัย ภูพัฒน์    | สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง |
| 2.ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง    | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ     |
| 3.ดร.ฤชวี ฉัตรวิริยวงศ์ | วิทยาลัยเทคนิคระยอง                            |
| 4.ดร.ประทีป ผลจันทร์งาม | ผู้อำนวยการอาชีวศึกษาบัณฑิต                    |

### คณะกรรมการฝ่ายศิลป์ พิสูจน์อักษรและจัดรูปเล่ม

- 1.นางสาวกัลยา หาญชิน
- 2.นางสุพัฒนา ร่วมโพธิ์รี
- 3.นางสาวสุรีพร บุญน้ำชู
- 4.นางสาวลลันลลิต ปรีชาจารย์
- 5.นายธงชัย หาญจันทรื
- 6.นางสาวสุลาวัลย์ เพชรนคร

### คณะกรรมการจัดทำวารสารวิชาการ

- 1.นายประภาส พวงชื่น
- 2.นายทง ทองมาก
- 3.นางสาวปริญภัทร ศรีเพชร
- 4.นางสาวจุฑารัตน์ สมบูรณ์ธรรม
- 5.นางสาวพัทธ์พิมล เสาวคนธ์



# วารสารวิชาการ

## สถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

Institute of Vocational Education : Eastern Region Journal

ปีที่ 3 ฉบับที่ 1 เดือนมกราคม – มิถุนายน 2567

VOL. 3 NO. 1 JANUARY – JUNE 2024

ISSN 2821 – 9422 (PRINT)

“ผลิตและพัฒนากำลังคนอาชีวศึกษา  
สมรรถนะสูงตามมาตรฐานสากล”

### บทบรรณาธิการ

วารสารวิชาการ IVEE-JOURNAL ของสถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ฉบับนี้ เป็นฉบับที่ 1 ประจำปีที่ 3 มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อเป็นสื่อกลางในการส่งเสริมและสนับสนุนให้ครู อาจารย์ นักวิชาการ และผู้สนใจ ได้มีโอกาสเผยแพร่ผลงานวิชาการและผลงานวิจัย รวมทั้ง ได้แลกเปลี่ยนความรู้ ความคิดเห็นทางวิชาการ และการวิจัยด้านการอาชีวศึกษา นับว่าเป็น ประโยชน์ต่อการพัฒนาด้านการอาชีวศึกษาต่อไป 2) เพื่อพัฒนาศักยภาพครู อาจารย์ ด้านการวิจัย และการพัฒนานวัตกรรม รวมทั้งสามารถนำมาบูรณาการ การจัดการเรียนรู้ และการฝึกอบรม วิชาชีพ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เนื้อหาของบทความยังคงเป็นเนื้อหาสาระ ที่เกี่ยวกับการ ศึกษาทางด้านอาชีวศึกษา ทั้งในรูปแบบบทความวิชาการและบทความวิจัย ที่ผ่านการกลั่นกรอง จากกองบรรณาธิการ และผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบ เพื่อให้วารสารเป็นที่ยอมรับและเกิดความ เชื่อมั่นในวงการศึกษา

กองบรรณาธิการวารสารวิชาการ IVEE-JOURNAL หวังเป็นอย่างยิ่งว่า เนื้อหา ของวารสารจะเป็นส่วนหนึ่งของการเผยแพร่ความรู้ จึงขอเชิญชวนผู้สนใจร่วมส่งบทความวิจัย และบทความวิชาการ ลงตีพิมพ์ ในวารสารวิชาการ IVEE-JOURNAL เพื่อใช้ประกอบ การศึกษาค้นคว้า และประกอบการเรียนการสอน ของอาจารย์ นักศึกษา และบุคคลทั่วไป

วารสารวิชาการ IVEE-JOURNAL ของสถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ยินดีต้อนรับผู้ที่สนใจและบุคคลทั่วไปที่มีความประสงค์นำเสนอผลงาน ไม่ว่าจะเป็นบทความวิจัย บทความวิชาการ ทั้งจาก ภายในและภายนอกสถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ทั้งนี้ เพื่อเป็นการเปิดกว้างในการ เสนอผลงานวิชาการและบทความวิชาการ ด้านเนื้อหาและสาระที่จะตีพิมพ์ลงในวารสาร ที่เกี่ยวข้องกับทางด้านอาชีวศึกษาให้แพร่หลายอย่างกว้างขวางเป็นประโยชน์แก่วงการอาชีวศึกษาต่อไป



# วารสารวิชาการ

## สถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

Institute of Vocational Education : Eastern Region Journal

ปีที่ 3 ฉบับที่ 1 เดือนมกราคม – มิถุนายน 2567

VOL. 3 NO. 1 JANUARY – JUNE 2024

ISSN 2821 – 9422 (PRINT)

“ผลิตและพัฒนากำลังคนอาชีวศึกษา

สมรรถนะสูงตามมาตรฐานสากล”

### สารบัญ

### CONTENT

หน้า

- |  |    |
|--|----|
| 1. การพัฒนาชุดทดลองวิชาออปแอมป์และลิเนียร์ไอซีตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง<br>โดย พัชรินทร์ สุวรรณบุตร   | 1  |
| 2. การออกแบบและทดสอบสมรรถนะรถจักรยานยนต์ไฟฟ้าขนาดมอเตอร์ 2 กิโลวัตต์<br>โดย สมชาติ บุญศรี, สิทธิพล ศรีวิเศษ, อภิสิตธิ์ ภูผิวผา   | 13 |
| 3. การศึกษาการดูดซับน้ำมันและไขมันจากน้ำเสียสังเคราะห์โดยใช้ดอกธูปฤๅษีและผักตบชวาเป็นวัสดุดูดซับ<br>โดย บุษยมาศ บุญตา, จิรพัฒน์ กิจสุวรรณ, นิรมล วิริยวุฒิมังค์                                  | 23 |
| 4. ผลการศึกษาถังขยะฆ่าเชื้อหน้ากากอนามัยที่ใช้แล้วด้วยรังสียูวีซีและโอโซน<br>โดย ทิพรัตน์ ขุนรักษ์, นรา รักษาพล  | 29 |
| 5. การหาประสิทธิภาพชุดฝึกวิชาธุรกิจดิจิทัล เรื่อง การบริหารจัดการธุรกิจ<br>ของนักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ (ต่อเนื่อง) วิทยาลัยอาชีวศึกษาชลบุรี<br>โดย ชุศรี เกลียวสกุลโกวิท | 39 |
| 6. รูปแบบโซ่อุปทานดิจิทัลเพื่อการจัดการศึกษาตามบทบาทของมหาวิทยาลัยไทย<br>โดย อรรถพล จันทร์สมุด   | 48 |

การพัฒนาชุดทดลองวิชาออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี  
ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง  
DEVELOPMENT OF LABORATORY SET ON OP-AMP AND LINEAR IC  
COURSE FOR CURRICULUM OF CERTIFICATE OF HIGHER  
VOCATIONAL

นางสาวพัชรินทร์ สุวรรณบุตร<sup>1</sup>

Phatcharin Suwannabut<sup>1</sup>

### บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาชุดทดลองวิชาออปแอมป์และลิเนียร์ไอซีให้มีคุณภาพ และหาประสิทธิภาพของชุดทดลองวิชาออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงหลักสูตร พ.ศ.2563 (ปรับปรุงพ.ศ.2565) ชุดทดลองซึ่งประกอบด้วยแผงทดลองและใบงานจำนวน 12 ใบงาน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง แผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคสระบุรี จำนวน 1 กลุ่ม 20 คน เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ แบบประเมินเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า การวิเคราะห์ข้อมูลโดยคำนวณ  $\bar{X}$  และ SD

ผลการวิจัยพบว่า แผงทดลองของชุดทดลองวิชาออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงหลักสูตร พ.ศ.2563 (ปรับปรุงพ.ศ.2565) ที่สร้างขึ้นมีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก ( $\bar{X} = 4.86$ , S.D. = 0.27) และคุณภาพของใบงานอยู่ในระดับดีมาก ( $\bar{X} = 4.88$ , S.D. = 0.28) และประสิทธิภาพของชุดทดลอง  $E_1/E_2$  เท่ากับ 82.95/83.35 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้

**คำสำคัญ :** ชุดทดลอง ออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี คุณภาพ ประสิทธิภาพ

<sup>1</sup> วิทยาลัยเทคนิคสระบุรี

<sup>1</sup> Saraburi Technical Collage

## Abstract

The purposes of this research were to develop and to find the quality and the efficiency of the laboratory set on op-amp and linear IC course. The laboratory set consisted of 12 lab sheets. The One group students in the certificate of higher vocational of the electronics department at Saraburi technical College.

The results of this research found that the laboratory set on op-amp and linear IC course had a very good quality in average ( $\bar{X} = 4.86$ , S.D. = 0.27) and the lab sheets also had a very good quality ( $\bar{X} = 4.88$ , S.D. = 0.28). In addition, the efficiency of the laboratory set in term of  $E_1/E_2$  was equal to 82.95/83.35, which was higher than the setting criteria of 80/80.

**Keywords :** laboratory set, op-amp and linear IC, development, efficiency

## บทนำ

การอาชีวศึกษามีความสำคัญต่อการพัฒนาประเทศทั้งในภาคอุตสาหกรรมและการบริการ โดยเฉพาะระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงในสาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ พบว่าปัจจุบันมีความต้องการแรงงานที่มีฝีมือ มีสมรรถนะที่ดี คือ มีความรู้ มีทักษะ และพฤติกรรมที่ดี และการอาชีวศึกษามีใช้เป็นการเรียนรู้ในเนื้อหาวิชาอย่างเดี่ยวแต่เป็นการเรียนรู้เพื่อให้เกิดความคิด ทักษะ จิตพิสัยที่ดีเพื่อแก้ปัญหาและเกิดความคิดสร้างสรรค์

การจัดการเรียนการสอนด้านอาชีวศึกษามีเป้าหมายสำคัญ คือ การฝึกทักษะวิชาชีพอย่างจริงจังและต่อเนื่องเพื่อให้เกิดมีประสิทธิภาพ การเรียนการสอนภาคปฏิบัติเป็นอีกวิธีหนึ่งที่จะช่วยให้เกิดความเข้าใจเนื้อหาด้านทฤษฎีที่ได้เรียนมา โดยมีการฝึกปฏิบัติเพื่อให้เกิดทักษะและความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ดังนั้น ทุกสาขาวิชาจึงจำเป็นต้องมีการฝึกปฏิบัติอย่างเหมาะสม นอกจากนั้นในการจัดหลักสูตรจะต้องจัดให้สอดคล้องกับความเจริญก้าวหน้าทันต่อสถานการณ์ และเทคโนโลยีในปัจจุบัน

การดำเนินการเรียนการสอนให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ของหลักสูตรที่มุ่งให้ผู้เรียนได้ฝึกปฏิบัติ และทดลองจริงจำเป็นต้องมีชุดทดลอง ใบบาง และสื่อการเรียนการสอนที่เหมาะสมตามรายวิชาอย่างเต็มประสิทธิภาพ แต่การลงทุนด้านอาชีวศึกษามีต้นทุนสูงมาก

เครื่องมือ อุปกรณ์ต่างๆ มีราคาแพงและหายาก ทั้งยังต้องนำเทคโนโลยีมาใช้ให้ทันต่อการเปลี่ยนแปลงเพื่อให้ผู้เรียนเกิดทักษะในวิชาชีพ ประสบการณ์ และทักษะฝีมือให้เป็นที่ต้องการของตลาดแรงงาน [1]

วิชาออปแอมป์และลิเนียร์ไอซีเป็นวิชาหนึ่งในหลักสูตรระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) โดยเนื้อหาเป็นพื้นฐานสำคัญในการศึกษาวิชาอื่นๆ ได้กำหนดให้มีการเรียนภาคทฤษฎีและปฏิบัติจำนวน 5 ชั่วโมง/สัปดาห์ รวม 3 หน่วยกิต ดังนั้น การเรียนวิชานี้ให้เกิดประสิทธิผล เหมาะสมกับหลักสูตรและเพิ่มประสิทธิภาพที่ดีมากขึ้นจึงต้องมีใบงาน ชุดทดลองมาประกอบการปฏิบัติ เพื่อให้ผู้เรียนได้ทดลองและใช้ประสบการณ์ตรงในการค้นคว้าหาข้อเท็จจริงจากการลงมือปฏิบัติเอง นอกจากนี้ยังมุ่งให้เข้าใจการทำงานของเครื่องมือ อุปกรณ์และใช้งานได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม วางรากฐานที่ดีให้กับผู้เรียน แต่การจัดหาชุดทดลองในสภาพปัจจุบันนั้นได้ประสบปัญหาสำคัญหลายประการ คือ การขาดแคลนชุดทดลอง และชุดทดลองจากต่างประเทศมีราคาสูงซื้อได้จำนวนน้อยไม่เพียงพอต่อการฝึกปฏิบัติ และพบว่าใช้วิธีการประกอบวงจรลงบนบอร์ดพื้นฐาน ซึ่งเกิดความยุ่งยากในการต่อวงจร และต้องมีการจัดเตรียมอุปกรณ์เพิ่มเติม เช่น แหล่งจ่ายไฟ ซึ่งใช้เวลาปฏิบัติค่อนข้างมากในเวลาจำกัด บางครั้งการต่อวงจร การวัดค่าต่างๆ มักผิดพลาดได้ง่าย และสภาพการเรียนการสอนยังไม่เป็นตามวัตถุประสงค์ของหลักสูตร ทั้งนี้เพราะยังขาดสื่ออุปกรณ์ในการสอนและประสบปัญหาการเสียหายของเครื่องมือ อุปกรณ์ ดังนั้น ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพได้นั้นต้องใช้นวัตกรรมและเทคโนโลยีทางการศึกษามาใช้ เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพมากที่สุด นวัตกรรมและเทคโนโลยีทางการศึกษาที่กำลังเป็นที่สนใจของนักการศึกษา คือ การใช้สื่อการสอนที่เรียกว่าชุดทดลองที่คำนึงถึงประสิทธิภาพ ความสอดคล้องตามหลักสูตรและระดับการศึกษา อีกทั้งสามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนที่มีหลักสูตรคล้ายคลึงกันได้อีกด้วย จากสภาพปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยจึงเห็นควรพัฒนาชุดทดลองวิชาออปแอมป์และลิเนียร์ไอซีขึ้นเพื่อช่วยแก้ปัญหาต่างๆ ทั้งนี้ได้คำนึงถึงประสิทธิภาพและความสอดคล้องตามวัตถุประสงค์หลักสูตร

### วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อพัฒนาชุดทดลองวิชาออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ที่มีคุณภาพ
2. เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดทดลองวิชาออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ที่พัฒนาขึ้น

### แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้นำแนวความคิดเกี่ยวกับการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลองของวัลลภ จันทร์ตระกูล [2] มาเป็นกรอบแนวความคิด เพื่อใช้ในการวิจัยการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลองในรายวิชาออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี โดยมีแนวทางในการออกแบบการสร้างมีลำดับขั้นตอน 8 ขั้นตอนดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายในการนำชุดฝึกไปใช้ในการสอน
2. วิเคราะห์และตัดสินใจเลือกชิ้นส่วนประกอบของอุปกรณ์
3. การสร้างต้นแบบและตรวจสอบการตัดสินใจเลือกอุปกรณ์
4. การเขียนแบบ
5. อุปกรณ์ที่ออกแบบสร้าง
6. ใบงานเป็นใบสั่งงานให้กับนักศึกษา
7. การทดลองจะถูกนำไปใช้ในสถานศึกษา
8. การปรับปรุงข้อมูล

### วิธีดำเนินการวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
  - 1.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 2 แผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคสระบุรี จำนวน 3 กลุ่ม
  - 1.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักศึกษาที่คัดเลือกจากประชากรจำนวน 1 กลุ่ม ได้มาโดยวิธีการสุ่มแบบเป็นกลุ่ม 1 กลุ่ม 20 คน
  - 1.3 ตัวแปรที่ศึกษา คือ คุณภาพและประสิทธิภาพของชุดทดลองวิชาออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี

## 2. การเตรียมการวิจัย

ผู้วิจัยได้ศึกษาเนื้อหาวิชาออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี จากตำรา เอกสารที่ใช้ในการสอนและลักษณะของชุดทดลองอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งระเบียบและวิธีการวิจัย จากและคู่มือต่างๆ การกำหนดเป้าหมาย ขอบเขตของการวิจัย โดยจะสร้างชุดทดลองในวิชาออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี พร้อมใบงาน และแบบทดสอบ แยกแยะและกำหนดเป็นใบงานไว้ทั้งหมด 12 ใบงาน

ใบงานที่ 1 การวัดค่าพารามิเตอร์ของออปแอมป์ (1)

ใบงานที่ 2 การวัดค่าพารามิเตอร์ของออปแอมป์ (2)

ใบงานที่ 3 วงจรขยายออปแอมป์ ไดเร็ก คัปปลิง แบบไม่กลับเฟส

ใบงานที่ 4 วงจรขยายออปแอมป์ ไดเร็ก คัปปลิง แบบกลับเฟส

ใบงานที่ 5 วงจรขยายออปแอมป์ คาปาซิเตอร์ คัปปลิง แบบไม่กลับเฟส

ใบงานที่ 6 วงจรขยายออปแอมป์ คาปาซิเตอร์ คัปปลิง แบบกลับเฟส

ใบงานที่ 7 วงจรออปแอมป์ขยายผลรวมแรงดัน แบบกลับเฟส

ใบงานที่ 8 วงจรออปแอมป์ขยายผลรวมแรงดัน แบบไม่กลับเฟส

ใบงานที่ 9 วงจรออปแอมป์ขยายผลต่างแรงดัน

ใบงานที่ 10 วงจรออปแอมป์ แอสเตเบิล มัลติไวเบรเตอร์

ใบงานที่ 11 วงจรออปแอมป์ เฟส-ชิฟท์ ออสซิลเลเตอร์

ใบงานที่ 12 วงจรออปแอมป์ เวน-บริดจ ออสซิลเลเตอร์

## 3. เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการสร้างขึ้นประกอบด้วย

1. ชุดทดลอง

2. ใบงาน 12 ใบงาน ที่ให้นักศึกษาทำการทดลอง

3. ใบงานรวม

4. แบบประเมินคุณภาพชุดทดลอง ด้านผังทดลอง

5. แบบประเมินคุณภาพชุดทดลอง ด้านเนื้อหาใบงาน

6. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยการสังเกต ระหว่างการปฏิบัติใน

12 ใบงาน และการปฏิบัติใบงานรวม

#### 4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ขั้นตอนการทดลองใช้ชุดทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 1 กลุ่ม ดังนี้

1. ผู้วิจัยทำหนังสือจากวิทยาลัยเทคนิคสระบุรี ถึงผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน เพื่อชี้แจงรายละเอียดต่างๆ พร้อมทั้งขอความร่วมมือในการวิจัยและตอบรับการเป็นผู้ประเมินคุณภาพของชุดทดลองวิชาออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี

2. นำชุดทดลอง ใบงาน และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ส่งมอบให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินคุณภาพ

3. จัดทำหนังสือถึงผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคสระบุรี เพื่อขออนุญาตนำชุดทดลองที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้ห้องเรียนแผนกวิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคสระบุรี

4. ทดลองใช้ใบงาน 12 ใบงานกับกลุ่มตัวอย่าง โดยนัดหมายกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 1 กลุ่ม ด้วยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม ในระหว่างการทดลองจะมีการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เมื่อทดลองครบ 12 ใบงาน ทำการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนใบงานรวม ในการนี้ผู้ประเมิน คือผู้วิจัยซึ่งเป็นครูประจำวิชา นำผลการทดลองมาวิเคราะห์ตามวิธีการสถิติเพื่อหาประสิทธิภาพชุดทดลองที่สร้างขึ้น

#### 5. การวิเคราะห์ข้อมูล

1.  $\bar{X}$

2. SD

3.  $E_1/E_2$

การแปลความหมายของค่าเฉลี่ยใช้เกณฑ์ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.51-5.00 หมายถึง มีคุณภาพพระดับดีมาก

ค่าเฉลี่ย 3.51-4.50 หมายถึง มีคุณภาพพระดับดี

ค่าเฉลี่ย 2.51-3.50 หมายถึง มีคุณภาพพระดับปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.51-2.50 หมายถึง มีคุณภาพพระดับพอใช้

ค่าเฉลี่ย 1.00-1.50 หมายถึง มีคุณภาพพระดับควรปรับปรุง

การแปลความหมายของค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานใช้เกณฑ์ดังนี้

ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานระหว่าง 0.00-0.99 หมายถึง ระดับคะแนนไม่แตกต่างกันมาก

ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานตั้งแต่ 1.00 ขึ้นไป หมายถึง ระดับคะแนนแตกต่างกันมาก

## ผลการวิจัย

### 1. การพัฒนาชุดทดลองวิชาออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี ดังภาพที่ 1



#### ภาพที่ 1 ชุดทดลองวิชาออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี

ชุดทดลองวิชาออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี แสดงดังภาพที่ 1 ประกอบด้วย แผงทดลองที่ใช้สำหรับต่อวงจรของใบงาน ตัวไอซีออปแอมป์จะมีขาต่างๆ ไว้ต่อกับอุปกรณ์อื่นๆ ชุดแหล่งจ่ายไฟคู่  $\pm 15V$  และกราวด์ ชุดตัวต้านทานปรับค่าได้และค่าคงที่ ชุดตัวเก็บประจุ ชนิดมีขั้วและไม่มีขั้ว ซึ่งมีค่าต่างๆ ไว้สำหรับต่อใช้งานอย่างละ 3 ตัว ตลอดจนสายต่อวงจร คู่มือการใช้งาน ใบงาน ใบงานรวมของชุดทดลองวิชาออปแอมป์และลิเนียร์ไอซีและอุปกรณ์อื่นๆ ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น

### 2. ผลการวิเคราะห์คุณภาพชุดทดลองวิชาออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี

2.1 ผลการวิเคราะห์คุณภาพแผงทดลองวิชาออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี โดยผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ใช้วิธีการหาค่าทางสถิติ ดังนี้ คือ ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ดังตารางที่ 1

**ตารางที่ 1** ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับคุณภาพของแฟงทดลอง

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
1. เหมาะกับระดับผู้เรียน	4.80	0.44	ดีมาก
2. มีความสะดวกในการเตรียมการปฏิบัติ	5.00	0.00	ดีมาก
3. มีการเรียงลำดับเนื้อหาวิชาก่อนหลัง	4.80	0.44	ดีมาก
4. นักศึกษามีส่วนร่วมในการใช้อุปกรณ์	4.60	0.54	ดีมาก
5. มีความเหมาะสมในการจัดตำแหน่งอุปกรณ์	4.80	0.44	ดีมาก
6. มีความสัมพันธ์ของชุดทดลองต่องานกับใบงาน	5.00	0.00	ดีมาก
7. มีความปลอดภัยในขณะที่ทำการทดลอง	4.80	0.44	ดีมาก
8. สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียน	4.80	0.44	ดีมาก
9. มีรูปร่าง และขนาดเหมาะสม	4.80	0.44	ดีมาก
10. มีวิธีการใช้ไม่ยุ่งยากไม่ซับซ้อน	4.80	0.44	ดีมาก
11. มีความสะดวกในการดูแลรักษา	5.00	0.00	ดีมาก
12. มีความคงทน และแข็งแรง	5.00	0.00	ดีมาก
13. วัสดุที่นำมาใช้มีความเหมาะสม	5.00	0.00	ดีมาก
<b>รวม</b>	<b>4.86</b>	<b>0.27</b>	<b>ดีมาก</b>

จากตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์หาคุณภาพทางด้านแฟงทดลองของชุดทดลองวิชา ออปแอมป์และลิเนียร์ไอซีหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง โดยภาพรวมของชุดทดลอง พบว่ามีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก ( $\bar{X} = 4.86$ , S.D. = 0.27) ซึ่งมีรายการประเมินที่อยู่ในระดับดีมาก ( $\bar{X} = 5.00$ , S.D. = 0.00) ได้แก่รายการประเมินที่ 2. มีความสะดวกในการเตรียมการปฏิบัติ รายการประเมินที่ 6. มีความสัมพันธ์ของชุดทดลองกับใบงาน รายการประเมินที่ 10. มีวิธีการใช้ไม่ยุ่งยาก ซับซ้อน และรายการประเมินที่ 13. วัสดุที่นำมาใช้มีความเหมาะสม ส่วนรายการประเมินที่มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดคือได้ ( $\bar{X} = 4.60$ , S.D. = 0.54) ได้แก่รายการประเมินที่ 4. นักศึกษามีส่วนร่วมในการใช้อุปกรณ์

## 2.2 ผลการวิเคราะห์คุณภาพของใบงาน

การประเมินคุณภาพของใบงานแต่ละใบงานมีรายละเอียด ตามตารางที่ 2 ดังนี้

**ตารางที่ 2** ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับคุณภาพของใบงาน

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
1. ใบงานครอบคลุมจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	4.95	0.11	ดีมาก
2. มีความถูกต้องของเนื้อหา	4.97	0.07	ดีมาก
3. มีการเรียงลำดับเนื้อหาวิชาก่อนหลัง	4.98	0.04	ดีมาก
4. มีความง่ายของเนื้อหา	4.83	0.37	ดีมาก
5. มีความเหมาะสมของลำดับขั้นความรู้	4.82	0.40	ดีมาก
6. เหมาะสมกับผู้เรียน	4.82	0.40	ดีมาก
7. เหมาะสมกับลำดับขั้นความรู้	4.83	0.37	ดีมาก
8. มีความชัดเจนในการอธิบายแต่ละขั้นตอน	4.93	0.15	ดีมาก
9. มีคำอธิบายลำดับขั้นการปฏิบัติเข้าใจง่าย	4.97	0.15	ดีมาก
10. มีรูปภาพ ตาราง กราฟ ถูกต้อง	4.80	0.44	ดีมาก
11. มีเนื้อหาก่อให้เกิดแรงจูงใจต่อการเรียน	4.82	0.40	ดีมาก
12. มีความสะดวกในการบันทึกค่าต่างๆ	4.80	0.44	ดีมาก
<b>รวม</b>	<b>4.88</b>	<b>0.28</b>	<b>ดีมาก</b>

จากตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์คุณภาพด้านใบงาน ที่มีต่อใบงานของชุดทดลองวิชา ออปแอมป์และลิเนียร์ไอซีหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พ.ศ.2563 โดยภาพรวมทั้ง 12 ใบงาน พบว่ามีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก ( $\bar{X} = 4.88$ , S.D. = 0.28) ซึ่งมีรายการประเมิน ที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด ( $\bar{X} = 4.98$ , S.D. = 0.04) ได้แก่รายการประเมินที่ 3. มีการเรียงลำดับเนื้อหาวิชาก่อนหลัง รายการประเมินที่อยู่ในระดับดีมาก ( $\bar{X} = 4.97$ , S.D. = 0.07) ได้แก่ รายการประเมินที่ 2. มีความถูกต้องของเนื้อหา และรายการประเมินที่ 9. มีคำอธิบายลำดับขั้นการปฏิบัติเข้าใจง่าย

### 2.3 ผลการหาประสิทธิภาพของชุดทดลองวิชาออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี

ประสิทธิภาพของชุดทดลองวิชาออปแอมป์และลิเนียร์ไอซีตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 ได้ผลตามตารางที่ 3 ดังนี้

ตารางที่ 3 ประสิทธิภาพของชุดทดลอง

รายการ	จำนวนผู้เรียน	คะแนนเต็ม	คะแนนรวมเฉลี่ย	ร้อยละ
คะแนนรวมจากแบบทดสอบแต่ละใบงาน	20	600	497.70	82.95
คะแนนจากแบบทดสอบใบงานรวม	20	200	166.70	83.35

จากตารางที่ 3 ผลปรากฏว่า ชุดทดลองวิชาออปแอมป์และลิเนียร์ไอซีหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พ.ศ.2563 ที่พัฒนาขึ้น นักศึกษาปฏิบัติใบงาน 12 ใบงาน ทำแบบทดสอบระหว่างเรียนได้คะแนนรวมเฉลี่ย คือ 497.70 คิดเป็นร้อยละ 82.95 และเมื่อนักศึกษาทำใบงานครบ 12 ใบงานแล้ว นักศึกษาทำแบบทดสอบใบงานรวมได้คะแนนเฉลี่ย 166.70 คิดเป็นร้อยละ 83.35 ดังนั้น ชุดทดลองวิชาออปแอมป์และลิเนียร์ไอซีหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง มีประสิทธิภาพเท่ากับ 82.95/83.35 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80/80

### การอภิปรายผลการวิจัย

การทดลองในห้องทดลองเป็นการฝึกปฏิบัติที่มุ่งให้ได้เรียนรู้หลักการ และข้อเท็จจริงที่คนอื่น ๆ ได้ค้นพบ เป็นการทบทวนและย้ำว่าข้อเท็จจริงนั้นเป็นไปตามที่มีผู้ศึกษาไว้อย่างไรบ้าง เป็นการพิสูจน์ทฤษฎีที่ได้ศึกษามานอกจากนั้นยังมุ่งหวังให้คุ้นเคยกับเครื่องมืออุปกรณ์ต่างๆ อย่างถูกต้องและเหมาะสม เป็นการเริ่มต้นแนวทางประดิษฐ์ และการคิดค้นสิ่งใหม่ๆ ต่อไป [3]

1. ผลการวิเคราะห์จากแบบประเมินคุณภาพชุดทดลอง ด้านแผนทดลอง โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.86 อยู่ในระดับดีมาก ด้านใบงาน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.88 อยู่ในระดับดีมาก ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากผู้วิจัยได้ศึกษาข้อมูลเกี่ยวต่างๆ กับชุดทดลอง และได้ผ่านการประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญ สอดคล้องกับงานวิจัยของสุรพงษ์

ศิริพงษ์ดี ที่ทำการวิจัยเรื่องการออกแบบวงจรและสร้างโมดูลบอร์ดชุดปฏิบัติการ ไมโครคอนโทรลเลอร์ พบว่าคุณภาพของชุดปฏิบัติการดังกล่าวมีค่าเฉลี่ย 4.88 อยู่ในระดับดี แสดงว่าชุดทดลองที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีคุณภาพเป็นที่ยอมรับของผู้ทรงคุณวุฒิ โดยนำไปใช้ในการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 5 ท่าน มีความเห็นว่าชุดทดลองมีความเหมาะสม มีความตรงและเชื่อถือได้

2. การทดลองหาประสิทธิภาพของชุดทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง 20 คน ปรากฏว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาทำคะแนนจากแบบประเมินวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยการสังเกตการปฏิบัติระหว่างใบงาน 12 ใบงาน และการปฏิบัติใบงานรวม โดยคิดเป็นร้อยละ 82.95/83.35 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 สอดคล้องกับ พิพัฒน์ สมใจ[4] ที่ได้ทำการวิจัยเรื่อง “การสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการวงจรไอซี 555” พบว่าชุดทดลองที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 82.60/83.50 สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 ที่ตั้งไว้ ทั้งนี้ อาจเนื่องมาจากชุดทดลองได้ช่วยเสริมสร้างความสนใจให้กับนักศึกษา โดยมีประสิทธิภาพของกระบวนการวัดผลจากคะแนนสอบท้ายการทดลองได้เท่ากับ 82.60 และมีประสิทธิภาพของการทดลองหลังการทดลองครบ 12 ใบงานได้เท่ากับ 83.50 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดและยอมรับว่ามีประสิทธิภาพการทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้ชุดทดลองที่สร้างขึ้นมาใช้ในการเรียนการสอนวิชาออปแอมป์และลิเนียร์ไอซี โดยชุดทดลองช่วยกระตุ้นให้นักศึกษามีความสนใจในการทดลองใบงาน 12 ใบงาน และนักศึกษาก็จะเกิดการเรียนรู้จากการทดลองด้วยตัวเอง จึงทำให้ผลการเรียนรู้ของการทดลองครั้งนี้สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

### ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

#### 1. ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

การนำชุดทดลองไปใช้กับนักศึกษาควรมีการแนะนำรายละเอียดและอธิบายส่วนต่างๆ ของชุดทดลอง ตลอดจนข้อควรระมัดระวังในการปฏิบัติเพื่อให้นักศึกษามีความรู้ก่อนการปฏิบัติ และช่วยให้นักศึกษาปฏิบัติงานได้อย่างถูกต้องไม่เกิดปัญหาและอุปสรรค

#### 2. ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

1. การนำชุดทดลองไปวิจัยหาความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อชุดทดลองเพื่อหาผลกระทบด้านต่างๆ จากการใช้ชุดทดลอง

2. ความยืดหยุ่นของชุดทดลองที่ค่อนข้างจำกัด

3. เรื่องของอุปกรณ์ ค่า และจำนวนของตัวเก็บประจุที่จำกัด

## เอกสารอ้างอิง

### ภาษาไทย

- [1] สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ. หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) พุทธศักราช 2563 ประเภทวิชาอุตสาหกรรม, 2563.
- [2] วัลลภ จันทร์ตระกูล. 2552. การออกแบบและการประเมินประสิทธิภาพการสอน. พัฒนาเทคนิคศึกษา 21(71), 21-71
- [3] ดิเรก มณีวรรณ, พินิจ เนื่องภิรมย์ และสมศักดิ์ อรรถธิมากุล. 2558. การพัฒนาชุดสื่อการสอน เรื่องวงจรช่องแคบในท่อนำคลื่น. กรุงเทพฯ: คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
- [4] พิพัฒน์ สมใจ. 2552. การสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการวงจรไอซี 555. วารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม,8(2), 68-75.

การออกแบบและทดสอบสมรรถนะรถจักรยานยนต์ไฟฟ้า  
ขนาดมอเตอร์ 2 กิโลวัตต์  
Design and performance testing of electric motorcycles  
motor size 2 kW

สมชาติ บุญศรี<sup>1</sup> สิทธิพล ศรีวิเศษ<sup>2</sup>และ อภิสิต ภูผิวผา<sup>3</sup>  
Somchat Boonsri<sup>1</sup> Sitthiphon Sriwiset<sup>2</sup>and Aphisit Phupiewpha<sup>3</sup>

### บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ออกแบบและพัฒนารถจักรยานยนต์ไฟฟ้าขนาดมอเตอร์ 2 กิโลวัตต์ 2) ทดสอบสมรรถนะรถจักรยานยนต์ไฟฟ้าขนาดมอเตอร์ 2 กิโลวัตต์ การวิจัยแบ่งออกได้เป็น 2 ขั้นตอน ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาออกแบบและพัฒนารถจักรยานยนต์ไฟฟ้าขนาดมอเตอร์ 2 กิโลวัตต์ ขั้นตอนที่ 2 ทดสอบสมรรถนะรถจักรยานยนต์ไฟฟ้า โดยทำการทดสอบ 5 ครั้ง ผลการวิจัยขั้นตอนที่ 1 การออกแบบและพัฒนาจักรยานยนต์ไฟฟ้า โดยใช้รถจักรยานยนต์ 2 ล้อ ติดตั้งฮับมอเตอร์ขนาด 2 กิโลวัตต์ ขนาดแบตเตอรี่ 72 โวลท์ ความจุ 20 แอมป์-ชั่วโมง ขั้นตอนที่ 2 พบว่าการทดสอบระยะเบรกที่ความเร็ว 20-40 กิโลเมตร/ชั่วโมง มีระยะเบรกตั้งแต่ 2.08-6.02 เมตร ตามลำดับ ผลการทดสอบอัตราการสิ้นเปลืองพลังงาน จากแบตเตอรี่ชาร์จเต็ม 100 % ขับให้แบตเตอรี่หมดถึง 0 % ที่ความเร็ว 30-50 กิโลเมตร/ชั่วโมง พบว่าอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานอยู่ที่ 0.039-0.051 กิโลวัตต์ ชั่วโมง/กิโลเมตร คิดเป็นอัตราค่าพลังงาน 0.17-0.23 บาท/กิโลเมตร การทดสอบขึ้นทางลาดชันเอียง 20 องศา เพื่อทดสอบการกินกระแส โดยน้ำหนักคนขับ 55-160 กิโลกรัม พบว่ามีการกินกระแสตั้งแต่ 10.68 - 23.87 แอมป์ และผลการทดสอบระยะทางที่สูงที่สุดที่ทำได้ จากแบตเตอรี่ชาร์จเต็ม 100% ขับให้แบตเตอรี่หมดถึง 0% ที่ความเร็ว 30- 50 กิโลเมตร/ชั่วโมง มีระยะทางสูงสุดที่ทำได้ตั้งแต่ 26.58- 35.22 กิโลเมตร

**คำสำคัญ :** มอเตอร์ไฟฟ้า รถจักรยานยนต์ไฟฟ้า แบตเตอรี่

<sup>1-3</sup> วิทยาลัยเทคนิคอุตสาหกรรมยานยนต์ สถาบันการอาชีวศึกษาภาคกลาง 1

## Abstract

The purposes of this research were 1) to design and develop a 2-kW electric motorcycle, 2) to test the performance of a 2-kW electric motorcycle. The research was divided into 2 steps: Step 1: Study, design and develop an electric motorcycle with a 2-kW motor; Step 2: Test the performance of the electric motorcycle. The test was conducted 5 times. The research results of step 1, design, and development of electric motorcycles. By using a 2-wheel motorcycle equipped with a 2-kW hub motor, battery size 72 volts, capacity 20 amp-hours. Step 2 found that the braking distance test is at a speed of 20-40 km/h The braking distance is from 2.08-6.02 meters, respectively. The test results for the energy consumption rate from a 100% fully charged battery, drive the battery to 0% at a speed of 30-50 km/h. It was found that the rate of energy consumption was 0.039-0.051 kWh/km. Representing the energy rate of 0.17-0.23 baht/km, testing up the steep slope at a 20-degree incline to test the current consumption. With the weight of the driver 55-160 kilograms, it was found that the current consumption ranged from 10.68 - 23.87 amperes and the maximum possible distance test result. From a 100% fully charged battery, drive the battery to 0% at a speed of 30-50 km/h. There is a maximum distance that can be done from 26.58- 35.22 kilometers.

**Keywords:** Electric motor, Electric Motorcycle, Battery

## บทนำ

ปัจจุบันประเทศไทย และทั่วโลกกำลังประสบปัญหาด้านสิ่งแวดล้อม เนื่องจากการเพิ่มขึ้นของประชากรโลก การพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมอย่างรวดเร็ว จะเห็นได้ว่ามีปริมาณรถยนต์เพิ่มมากขึ้น ทำให้มีการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงเพิ่มขึ้นตามไปด้วย ซึ่งรถยนต์ที่ใช้น้ำมันเชื้อเพลิงจะมีการเผาไหม้ ทำให้เกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เกิดภาวะเรือนกระจก ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้โลกเกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และเกิดปัญหาโลกร้อน จากปัญหาวิกฤตการณ์ราคาน้ำมันเชื้อเพลิงโลกแปรปรวนอย่างรวดเร็ว และมีราคาแพงมากขึ้น จึงมีการหันมาใช้พลังงานทดแทน แทนการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงเพราะเป็นพลังงานที่หาได้ง่าย มีราคาถูก ได้แก่ พลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานที่มีราคาต่อหน่วยต่ำกว่ามาก ไม่มีปัญหาในเรื่องของมลพิษที่จะเกิดขึ้น อีกทั้งการหาแหล่งการผลิตพลังงานยังหาได้ง่ายกว่าน้ำมันเชื้อเพลิง

จากปัญหาดังกล่าว ประเทศไทยได้ให้ความสำคัญกับปัญหาดังกล่าวจึงมีนโยบายและมาตรการเกี่ยวกับการนำพลังงานทดแทนมาใช้เพื่อลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และลดปริมาณการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงที่เหลือน้อยและมีราคาสูงในปัจจุบัน เมื่อเปรียบเทียบประเทศไทยกับต่างประเทศ ที่มีพัฒนาการในการใช้พลังงานไฟฟ้ามาประยุกต์ใช้ในยานยนต์ เพื่อทดแทนพลังงานบางส่วน ในปัจจุบันได้มีการนำเอาอุปกรณ์ชิ้นส่วนรถไฟฟ้าจากต่างประเทศเพิ่มมากขึ้น ทำให้สามารถเข้าถึงได้ง่ายและมีราคาที่ถูกลง อย่างไรก็ตามในบางประเทศ ได้นำยานพาหนะที่ใช้ไฟฟ้านำมาใช้กันอย่างแพร่หลาย เช่น ญี่ปุ่น สหรัฐอเมริกา เป็นต้น สำหรับประเทศไทยได้มีการนำมาใช้แล้วบ้างแต่ยังเป็นส่วนน้อยเนื่องจากมีราคาสูง และยังไม่มีความรู้ ความเข้าใจ หรือข้อมูลในตัวยานพาหนะที่ใช้ไฟฟ้า

ดังนั้นคณะผู้วิจัยมีแนวคิดที่จะจัดทำวิจัยการพัฒนาและทดสอบสมรรถนะรถจักรยานยนต์ไฟฟ้าขนาดมอเตอร์ 2 กิโลวัตต์ ที่จะนำมาทดแทนการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงที่ก่อให้เกิดปัญหาหลายอย่าง ไม่ว่าจะเป็นด้านค่าใช้จ่าย ด้านสิ่งแวดล้อม เพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว โดยทำการสร้างรถจักรยานยนต์ไฟฟ้า 2 ช้อ ติดตั้งฮับมอเตอร์ขนาด 2 กิโลวัตต์ ขนาดแบตเตอรี่ 72 โวลท์ ความจุ 20 แอมป์-ชั่วโมง เพื่อที่จะได้ยานพาหนะที่ประหยัดค่าใช้จ่ายด้านพลังงาน ลดมลพิษทางอากาศ และยังสามารถนำไปพัฒนาต่อยอดในอนาคตได้

## วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อออกแบบและสร้างรถจักรยานยนต์ไฟฟ้าขนาดมอเตอร์ 2 กิโลวัตต์
2. เพื่อทดสอบสมรรถนะรถจักรยานยนต์ไฟฟ้าขนาดมอเตอร์ 2 กิโลวัตต์

## แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### 1. ชนิดของมอเตอร์รถไฟฟ้า

ฮับมอเตอร์ หรือมอเตอร์ฮับ เป็นมอเตอร์ไฟฟ้าที่เปลี่ยนล้อโดยไม่ต้องใช้ระบบส่งกำลัง นี่คือความสำเร็จเพราะมอเตอร์ฮับถูกสร้างขึ้นโดยตรงในฮับของล้อซึ่งเป็นจุดที่ล้อหมุน สิ่งนี้ข้ามความจำเป็นในการส่งสัญญาณ ดังนั้นฮับมอเตอร์จึงมีประสิทธิภาพมากกว่า โดยเฉพาะในอัตราความเร็วสูง มอเตอร์ฮับใช้พลังงานไฟฟ้าจากแบตเตอรี่แบบแบตเตอรี่ลิเทียมไอออนและนิเกิลเมทัลไฮไดรด์ เป็นแบตเตอรี่ที่สามารถชาร์จใหม่ได้เนื่องจากแบตเตอรี่มีน้ำหนักเบา ซึ่งเป็นข้อพิจารณาที่สำคัญเมื่อใช้มอเตอร์ฮับ

### 2. ชนิดของแบตเตอรี่

แบตเตอรี่ที่นิยมใช้มีทั้งสิ้น 3 ประเภท คือ แบตเตอรี่ตะกั่ว แบตเตอรี่นิเกิล และแบตเตอรี่ ลิเทียม โดยแบตเตอรี่ลิเทียมมีคุณสมบัติที่เหมาะสมกับการนำมาใช้งานในยานยนต์ไฟฟ้ามากที่สุด เนื่องจากคุณสมบัติด้านความหนาแน่นพลังงานที่สูง ซึ่งแบตเตอรี่ลิเทียมมีขนาดและน้ำหนักน้อยกว่า แบตเตอรี่ตะกั่ว และแบตเตอรี่นิเกิล ที่มีความจุเท่ากัน

ข้อดีของ แบตเตอรี่ลิเทียม ไอออน ฟอสเฟต Lithium Iron Phosphate (LFP) มีเสถียรภาพ และเซลล์แบตเตอรี่มีความแข็งแรงทนต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิได้ดี แม้กระทั่งหากมีการทำลายจะไม่ลุกไหม้แต่จะเกิดเพียงควัน เท่านั้น ราคาประหยัด การอัดประจุที่รวดเร็ว ให้พลังงานมาก และไม่มีค่าบำรุงรักษา จึงทำให้ แบตเตอรี่ LFP เหมาะกับอุปกรณ์ขนย้ายขนาดใหญ่ เช่น รถฟอร์คลิฟลิเทียมของเรา และอุปกรณ์ขนย้ายอื่นๆ

ข้อเสียของ แบตเตอรี่ลิเทียม ไอออน ฟอสเฟต Lithium Iron Phosphate (LFP) การกักเก็บ พลังงานได้น้อยไม่สามารถใช้งานได้กับอุปกรณ์ที่ต้องการ พลังงานสูงที่ต้องเก็บไว้ในพื้นที่จำกัดและที่น้ำหนักขั้นต่ำที่จำกัด ในอุตสาหกรรมยานยนต์ ซึ่งพลังงานมหาศาลจะต้องถูกกักเก็บไว้ในพื้นที่ที่จำกัด และน้ำหนักก็เป็นปัจจัยสำคัญ

### 3. ระบบชาร์จไฟ

สำหรับการอัดประจุรถจักรยานยนต์ไฟฟ้าผ่าน DC หรือกระแสตรงนั้น ส่วนมากจะมาจากการอัดประจุผ่าน เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าจาก AC เป็น DC เพื่อชาร์จเข้าสู่แบตเตอรี่รถจักรยานยนต์ไฟฟ้าโดยไม่ต้องผ่าน On Board Charger นั้นหมายความว่าสามารถชาร์จเข้าสู่ตัวรถได้อย่างรวดเร็ว แกมเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้ามียุคที่หลายหลายเพื่อรองรับการใช้งานในรูปแบบต่าง ๆ

รถจักรยานยนต์ไฟฟ้า 2 ล้อ ขนาดมอเตอร์ 2 กิโลวัตต์ มีแบตเตอรี่ 72 โวลท์ ขนาดความจุ 20 แอมป์-ชั่วโมง แต่เครื่องแปลงไฟฟ้าสามารถชาร์จสูงสุด 5 แอมป์-ชั่วโมง จะใช้เวลาชาร์จ 4 ชั่วโมง

#### 4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ชานนท์ กอแก้ว และธรรมรัฐ ออกแบบยานยนต์ไฟฟ้า 4 ล้อ ขับเคลื่อนด้วยล้อหลัง โดยมีการปรับเปลี่ยนโครงสร้างสำหรับการรับน้ำหนักที่ดีขึ้นและปรับปรุงขนาดให้มีความสอดคล้องกับลักษณะการใช้งาน ตัวยานยนต์ไฟฟ้ามีขนาดความกว้าง 900 มิลลิเมตร ความยาว 2640 มิลลิเมตร และมีความสูง 1500 มิลลิเมตร มีน้ำหนักโครงสร้าง 200 กิโลกรัมสามารถบรรทุกน้ำหนักสูงสุดได้ 290 กิโลกรัม โดยมีต้นกำลังจากมอเตอร์ขนาด 48 โวลต์ 1000 วัตต์ จำนวนสองตัว ส่งกำลังไปที่เพลาท้ายด้วยระบบเฟืองโซ่ และมีแหล่งจ่ายพลังงานจากแบตเตอรี่ลิเทียมไอออนฟอสเฟตขนาด 48 โวลต์ 100 แอมป์เป็นตัวจ่ายพลังงานให้กับอุปกรณ์ไฟฟ้า[1]

ฐิติกร ปีนดอกไม้ และคณะ ศึกษาการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบไร้แปรงถ่าน สำหรับการขับเคลื่อนรถไฟฟ้า 2 ล้อ เพื่อการเดินทางในมหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร โดยเลือกใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงที่มีขนาดแรงดันไฟฟ้า 24/48 โวลต์ กำลังไฟฟ้าที่ 350 วัตต์ ที่มีการควบคุมความเร็วรอบด้วยไอซี MC33033 พบว่ามีการควบคุมความเร็วรอบของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงชนิดไร้แปรงถ่านสามารถควบคุมได้เป็นอย่างดี โดยมีการทำงานของสวิตซ์ทั้ง 6 ตัวโดยไม่เกิดการลัดวงจร ซึ่งรถจักรยานไฟฟ้าที่สร้างขึ้นสามารถรับน้ำหนักได้ไม่เกิน 120 กิโลกรัม สามารถวิ่งได้ในทางเรียบและทางลาดชัน ทั้งนี้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงชนิดไร้แปรงถ่านมีคุณสมบัติเหมาะสม กับการนำไปใช้งานทำรถจักรยานไฟฟ้า [2]

ยุทธชัย เกี้ยวสันเทียะและคณะออกแบบ สร้าง และทดสอบสกุต์เตอร์ไฟฟ้า สำหรับการเดินทางระยะสั้นคนเดียว รวมถึงศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วในการขับเคลื่อนกับน้ำหนักรวมที่ใช้ในการเคลื่อนที่ไปบนพื้นราบทางตรงและการเคลื่อนที่ขึ้นทางลาดชัน การดำเนินงานวิจัยได้เริ่มจากการศึกษาส่วนประกอบและหลักการทำงานของสกุต์เตอร์ไฟฟ้า แรงต้านการเคลื่อนที่ของสกุต์เตอร์ไฟฟ้า จากนั้นได้คำนวณหาค่ากำลังของมอเตอร์ไฟฟ้าที่ใช้ในการขับเคลื่อนสกุต์เตอร์ไฟฟ้าเพื่อนำไปสร้างและทดสอบหาความเร็วสกุต์เตอร์ไฟฟ้าได้ทดสอบทางตรงในแนวระดับระยะทาง 100 เมตร และขึ้นทางลาดชันที่มีมุมเอียง 5 องศา เป็นระยะทาง 10 เมตร จากการศึกษาและทดสอบสกุต์เตอร์ไฟฟ้าที่สร้างขึ้น

พบว่าสกูตเตอร์ไฟฟ้าควรใช้ฮับมอเตอร์ขนาด 350 วัตต์ เป็นมอเตอร์ขับเคลื่อนเพื่อรองรับน้ำหนักของผู้ใช้งานประมาณ 90 กิโลกรัม และเพื่อให้ได้ความเร็วประมาณ 10 กิโลเมตรต่อชั่วโมง สำหรับการเคลื่อนที่ไปบนทางลาดชันที่มีมุมเอียง 5 องศา สกูตเตอร์ไฟฟ้าที่ได้สร้างขึ้นมีน้ำหนักประมาณ 6 กิโลกรัม ในการทดสอบความเร็วของการเคลื่อนที่พบว่าสกูตเตอร์ไฟฟ้าทำความเร็วได้ประมาณ 22 ถึง 25 กิโลเมตรต่อชั่วโมงสำหรับบนพื้นราบทางตรง ส่วนการเคลื่อนที่ขึ้นบนพื้นเอียง สกูตเตอร์ไฟฟ้าสามารถทำความเร็วได้ประมาณ 13 ถึง 17 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับน้ำหนักของผู้ใช้งาน[3]

### วิธีดำเนินการวิจัย

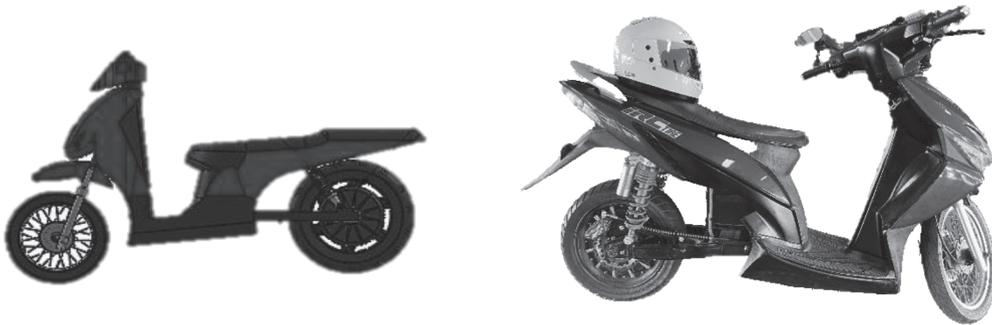
งานวิจัยนี้ มีรายละเอียดขั้นตอนการดำเนินงานดังต่อไปนี้

1. การศึกษาข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับการออกแบบและพัฒนารถจักรยานยนต์ไฟฟ้า ศึกษาข้อมูลชิ้นส่วนประกอบของรถจักรยานยนต์ไฟฟ้า เช่น มอเตอร์ แบตเตอรี่ กล่องควบคุม คันเร่ง อุปกรณ์แปลงไฟแรงสูงกระแสตรงเป็นไฟแรงต่ำกระแสตรง และจอแสดงผลข้อมูลสถานะแบตเตอรี่
2. การออกแบบและสร้างรถจักรยานยนต์ไฟฟ้า จากการศึกษาข้อมูลเบื้องต้น นำข้อมูลที่ได้มาออกแบบและสร้างรถไฟฟ้า โดยใช้ตัวถังรถจักรยานยนต์ที่มีจำหน่ายในท้องตลาดมาทำการพัฒนาปรับปรุง ติดตั้งมอเตอร์ไฟฟ้า มีแบตเตอรี่ในการกักเก็บพลังงานที่ใช้ในการขับเคลื่อน มีกล่องควบคุมและคันเร่งไฟฟ้าในการควบคุมความเร็วรถจักรยานยนต์ไฟฟ้า ติดตั้งอุปกรณ์แปลงไฟแรงสูงกระแสตรงเป็นไฟแรงต่ำกระแสตรง และมีจอแสดงผลจอแสดงผลข้อมูลสถานะแบตเตอรี่
3. การทดสอบสมรรถนะรถจักรยานยนต์ไฟฟ้า โดยจะแบ่งการทดสอบออกเป็นดังนี้
  - 3.1 การทดสอบระยะเบรกที่สามารถทำได้ ระยะทดสอบ 30 เมตร ที่ความเร็วคงที่ 20,25,30,35 และ 40 กิโลเมตร/ชั่วโมง เพื่อหาระยะเบรกของรถจักรยานยนต์ไฟฟ้า
  - 3.2 การทดสอบอัตราการสิ้นเปลืองพลังงาน โดยใช้ระยะทางสูงสุดที่ทำได้ จากแบตเตอรี่ชาร์จเต็ม 100% ขับให้แบตเตอรี่หมดถึง 0% โดยแต่ละความเร็วคงที่เฉลี่ย 30,35,40,45 และ 50 กิโลเมตร/ชั่วโมง นำระยะทางที่ได้มาคำนวณ เพื่อหาอัตราการสิ้นเปลืองพลังงาน
  - 3.3 การทดสอบการขึ้นทางลาดชันเอียง 20 องศาต่อน้ำหนักคนขับ โดยน้ำหนัก 55,60,70,100 และ 160 กิโลกรัม เพื่อดูการกินกระแสของรถจักรยานยนต์ไฟฟ้า

## ผลการวิจัย

จากการดำเนินวิจัยการพัฒนาและทดสอบสมรรถนะรถจักรยานยนต์ไฟฟ้าขนาดมอเตอร์ 2 กิโลวัตต์ ผลที่ได้มีดังนี้

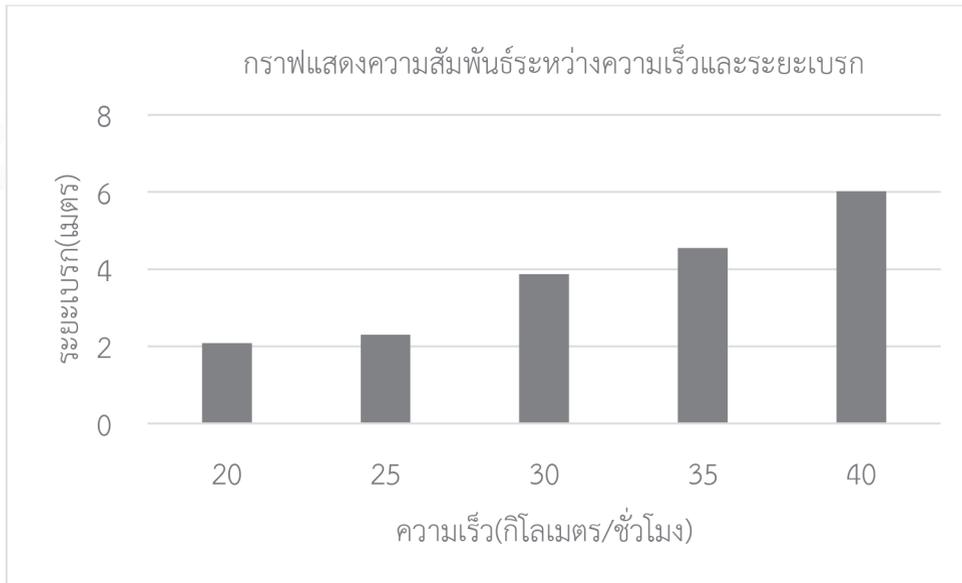
1. ผลการออกแบบและสร้างรถจักรยานยนต์ไฟฟ้า โดยใช้ตัวถังรถจักรยานยนต์ที่มีจำหน่ายในท้องตลาดมาทำการพัฒนาปรับปรุง ติดตั้งฮับมอเตอร์ขนาด 2 กิโลวัตต์ ขนาดแบตเตอรี่ 72 โวลต์ ความจุ 20 แอมป์-ชั่วโมง มีกล่องควบคุมและคันเร่งไฟฟ้าในการควบคุมความเร็วรถจักรยานยนต์ไฟฟ้า ติดตั้งอุปกรณ์แปลงไฟกระแสตรง 72 โวลต์ เป็น 12 โวลต์โดยใช้หลักการออกแบบตามงานวิจัย[3][8] และมีจอแสดงผลจอแสดงผลข้อมูลสถานะแบตเตอรี่



ภาพที่ 1 การออกแบบและสร้างรถจักรยานยนต์ไฟฟ้า

2. ผลการทดสอบสมรรถนะรถจักรยานยนต์ไฟฟ้า ผลที่ได้มีดังนี้

2.1 ผลการทดสอบระยะเบรกที่สามารถทำได้ ระยะทดสอบ 30 เมตร ที่ความเร็วคงที่ 20,25,30,35 และ 40 กิโลเมตร/ชั่วโมง พบว่าระยะเบรกเฉลี่ยได้แก่ 2.08, 2.30, 3.87, 4.55 และ 6.02 เมตร ตามลำดับดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วและระยะเบรก

2.2 ผลการทดสอบอัตราการสิ้นเปลืองพลังงาน โดยใช้ระยะทางสูงสุดที่ทำได้ จากแบตเตอรี่ชาร์จเต็ม 100% ขับให้แบตเตอรี่หมดถึง 0% โดยแต่ละความเร็วคงที่เฉลี่ย 30,35,40,45 และ 50 กิโลเมตร/ชั่วโมง ผลที่ได้ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานและระยะทางสูงสุด

ความเร็ว (Km/h)	ระยะทางที่ทำได้ (Km.)	อัตราการสิ้นเปลือง (kWh/Km)	อัตราการสิ้นเปลือง (บาท/กิโลเมตร)
30	35.22	0.039	0.17
35	32.23	0.042	0.19
40	32.36	0.042	0.19
45	29.78	0.046	0.21
50	26.58	0.051	0.23

2.3 ผลการทดสอบการขึ้นทางลาดชันเอียง 20 องศาต่อน้ำหนักคนขับ โดยน้ำหนัก 55,60,70,100 และ 160 กิโลกรัม พบว่ามีการกินกระแสไฟดังนี้ 10.68, 13.52, 19.11, 21.01 และ 23.87 แอมแปร์ ตามลำดับ

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบขึ้นทางลาดชัน

น้ำหนัก (Kg)	ความลาดชัน (องศา°)	การจ่ายกระแส (A)
55	20°	10.68
60	20°	13.52
70	20°	19.11
100	20°	21.01
160	20°	23.87

### การอภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษาข้อมูลออกแบบและสร้างรถจักรยานยนต์ไฟฟ้า โดยใช้ตัวถังรถจักรยานยนต์ที่มีจำหน่ายในท้องตลาดมาทำการพัฒนาปรับปรุง ติดตั้งฮับมอเตอร์ขนาด 2 กิโลวัตต์ ขนาดแบตเตอรี่ 72 โวลต์ ความจุ 20 แอมป์-ชั่วโมง ซึ่งโครงสร้างตัวถังรถคงเดิมรวมทั้งระบบไฟสัญญาณที่จำเป็นยังคงเดิมตามรุ่นรถ และตัวรถยังมีน้ำหนักเบาขึ้นจากเดิมที่ใช้เครื่องยนต์ในการขับเคลื่อน

ผลการทดสอบระยะเบรกที่สามารถทำได้ ระยะทดสอบ 30 เมตร ที่ความเร็วคงที่ 20-40 กิโลเมตร/ชั่วโมง พบว่ามีระยะเบรกเฉลี่ย 2.08-6.02 เมตร

ผลการทดสอบอัตราการสิ้นเปลืองพลังงาน โดยใช้ระยะทางสูงสุดที่ทำได้ จากแบตเตอรี่ชาร์จเต็ม 100% ขับให้แบตเตอรี่หมดถึง 0% โดยแต่ละความเร็วคงที่เฉลี่ย 30-50 กิโลเมตร/ชั่วโมง พบว่าอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานอยู่ที่ 0.039-0.051 กิโลวัตต์ชั่วโมง/กิโลเมตร คิดเป็นอัตราค่าพลังงาน 0.17-0.23 บาท/กิโลเมตรสอดคล้องกับงานวิจัยของ[4]

ผลการทดสอบระยะทางที่ทำได้สูงสุด จากแบตเตอรี่ชาร์จเต็ม 100% โดยใช้ ขับ ให้แบตเตอรี่หมดถึง 0% โดยแต่ละความเร็วคงที่เฉลี่ย 30-50 กิโลเมตร/ชั่วโมง ระยะทาง สูงสุด 35.22-26.85 กิโลเมตร

ผลการทดสอบการขึ้นทางลาดชันเอียง 20 องศาต่อน้ำหนักคนขับ โดยน้ำหนัก 55,60,70,100 และ 160 กิโลกรัม พบว่ามีการกินกระแสไฟดังนี้ 10.68-23.87 แอมแปร์ น้ำหนักบรรทุกส่งผลต่อการกินกระแสของมอเตอร์สอดคล้องกับงานวิจัย[4]-[5]

### ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

1. หากต้องการเพิ่มระยะทางในการใช้งานที่มากขึ้น ควรเพิ่มขนาดแบตเตอรี่ความจุ ให้มีขนาดใหญ่ขึ้น
2. ควรมีอุปกรณ์ที่ป้องกันน้ำกระเด็นเข้ากล่องควบคุมหรือแบตเตอรี่ เพื่อป้องกันการเสียหายที่จะเกิดขึ้นผ่านเส้นทางที่มีน้ำท่วมขัง

### เอกสารอ้างอิง

- [1] ชานนท์ กอแก้ว และธรรมรัฐ เชื้อตาเคน. (2563). การพัฒนายานยนต์ไฟฟ้าขนาดเล็กเพื่อการเกษตร. ปรินญาณิพนธ์.มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- [2] รัฐติกร ปั่นดอกไม้ และคณะ.(2565). รถจักรยานไฟฟ้าขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงชนิดไร้แปรงถ่าน.การประชุมวิชาการระดับชาติ สำหรับนักศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร ครั้งที่ 2.วันที่ 15 มีนาคม 2565
- [3] ยุทธชัย เกี้ยวสันเทียะ,พิสิฐพงศ์ แป้นทอง และลักษณปรีชา เกี้ยวสันเทียะ. (2565).การออกแบบและทดสอบสตูดเตอร์ไฟฟ้าสำหรับเดินทางระยะสั้นคนเดียว.วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธนบุรี,6(1),90 – 99.
- [4] สมชาติ บุญศรี,นันทปรีชา สิงห์ทอง และสิทธิพล ศรีวิเศษ. (2565). การออกแบบและสร้างรถไฟฟ้า 4 ล้อ สำหรับติดตั้งปั้มน้ำยาฆ่าเชื้อโควิด-19. การประชุมวิชาการ วิจัยและนวัตกรรม ระดับชาติ ครั้งที่ 2“เทคโนโลยีและนวัตกรรมอาชีวศึกษาเพื่อการพัฒนาอุตสาหกรรม” สถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 4.วันที่ 10 มิถุนายน 2565
- [5] Mahesh S. Khande, Akshay S. Patil, Gaurav C. Andhale, and Rohan S. Shirsat. (2020). **Design and Development of Electric scooter**. International Research Journal of Engineering and Technology,7(5), 359 – 364.

# การศึกษาการดูดซับน้ำมันและไขมันจากน้ำเสียสังเคราะห์โดยใช้ดอกธูปฤๅษีและผักตบชวา เป็นวัสดุดูดซับ

## STUDYING ON ABSORPTION OF OIL AND FAT FROM SYNTHETIC WASTEWATER BY CATTAILS AND WATER HYACINTH

บุษยามาศ บุญตา<sup>1</sup> จิรพัฒน์ กิจสุวรรณ<sup>2</sup> นิรมล วิริยวุฒิวงศ์<sup>3</sup>  
Budsayamard Boonta<sup>1</sup> Jirapat Kitsuwat<sup>2</sup> Niramon Wiriyavuttiwong<sup>3</sup>

### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการดูดซับน้ำมันและไขมันจากน้ำเสียสังเคราะห์ระหว่างการใช้ดอกธูปฤๅษี ดอกธูปฤๅษีร่วมกับผักตบชวาเป็นวัสดุดูดซับ โดยทำการอบที่อุณหภูมิ 103 องศาเซลเซียส ใช้น้ำหนักของวัสดุดูดซับ 4 กรัม น้ำเสียสังเคราะห์ที่ใช้น้ำรีเวอร์สออสโมซิส 500 มิลลิลิตร ผสมกับน้ำมัน 10 มิลลิลิตร เวลาที่ใช้ในการดูดซับ 2, 4, 6 และ 10 นาที ดูดซับในเครื่องดูดซับที่ใช้ท่อตรงพีวีซี ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.5 นิ้ว ยาว 6 นิ้ว ต่อกับท่อพีวีซีข้อต่อลด ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.5 นิ้ว ภายในใส่ตะแกรงกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.5 นิ้ว เทน้ำเสียสังเคราะห์โดยอาศัยแรงโน้มถ่วงของโลก ผลการทดลองพบว่าปริมาณวัสดุดูดซับ 4 กรัม เวลาในการดูดซับ 6 นาที ของดอกธูปฤๅษีเป็นเวลาที่เหมาะสมที่สุดในการดูดซับ และปริมาณวัสดุดูดซับ 4 กรัม เวลา 10 นาที ของดอกธูปฤๅษีกับผักตบชวาเป็นเวลาที่เหมาะสมที่สุดในการดูดซับ ร้อยละการดูดซับน้ำมันและไขมันของดอกธูปฤๅษีในเวลา 2, 4, 6 และ 10 นาที เท่ากับ 89.426, 92.947, 98.876 และ 98.745 ตามลำดับ และร้อยละการดูดซับน้ำมันและไขมันของดอกธูปฤๅษีกับผักตบชวาในเวลา 2, 4, 6 และ 10 นาที เท่ากับ 89.340, 95.553, 97.694 และ 98.871 ตามลำดับ

**คำสำคัญ :** การดูดซับ น้ำเสียสังเคราะห์ น้ำรีเวอร์สออสโมซิส

<sup>1-3</sup> แผนกปิโตรเคมี วิทยาลัยเทคนิคระยอง

<sup>1-3</sup> Department of Petrochemical Technicrayong

\*Corresponding Author Budsayamas Boonta, E-mail : [64301240027@technicrayong.ac.th](mailto:64301240027@technicrayong.ac.th)

## Abstract

The aim of research was studied on the comparison efficiency of oil and grease absorption from synthetic wastewater couple only cattail and cattail with water hyacinth as absorbent at temperature 103 °C amount of absorbent 4 g synthetic wastewater used 500 ml of reverse osmosis water mixed with 10 ml of oil, absorption time 2, 4, 6 and 10 minutes, absorb in an absorber using a 2.5 inches diameter, 6 inches long straight PVC pipe connected to PVC pipe fittings Size 2.5 inches pouring synthetic wastewater by using earth's gravity. The results showed that amount of absorbent 4 g for 6 minutes of cattail was the most suitable time for adsorption and absorbent 4 g for 10 minutes of cattail with water hyacinth was the most suitable time for adsorption The percentage of Fat, Oil and Grease absorption of cattail at 2, 4, 6 and 10 minutes were 89.426, 92.947, 98.876 and 98.745, respectively and The percentage of Fat, Oil and Grease absorption of cattail with water hyacinth at 2, 4, 6 and 10 minutes were 89.340, 95.553, 97.694 and 98.871 respectively

**Keywords :** absorption synthetic wastewater reverse osmosis water

## บทนำ

ปัจจุบันน้ำมันและไขมันจากน้ำเสียจากแหล่งชุมชนและโรงงานอุตสาหกรรมมีการขัดขวางการแลกเปลี่ยนออกซิเจนระหว่างอากาศลงสู่แหล่งน้ำ ก่อให้เกิดการปนเปื้อนของน้ำมันและไขมันที่มาจากอาหาร ประกอบอาหาร และการชะล้างสิ่งสกปรกต่างๆในครัวเรือน โรงอาหาร หรือโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งการบำบัดน้ำเสียมียุทธศาสตร์หลายวิธี เช่น การบำบัดทางกายภาพ และทางเคมี โดยเฉพาะอย่างยิ่งการใช้สารเคมีเป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพแต่มีค่าใช้จ่ายในสูงและอาจก่อให้เกิดการปนเปื้อนของสารเคมี และมีผลกระทบต่อระบบนิเวศเป็นอย่างมาก สำหรับวิธีการทางกายภาพ เช่น การเติมอากาศ และการใช้วัสดุดูดซับ เป็นวิธีการที่ใช้กันมากและทำได้รวดเร็ว ดังนั้น การใช้วัสดุดูดซับจากพืชจึงเป็นอีกหนึ่งวิธีที่ควรให้ความสนใจ เนื่องจากเป็นกระบวนการที่สามารถดำเนินการได้ง่าย ไม่ซับซ้อน และมีค่าใช้จ่ายในการดำเนินการต่ำ

ฝ้าย ชานอ้อย ดอกธูปฤๅษี และเปลือกกล้วย เป็นวัสดุเหลือทิ้งที่เป็นวัสดุดูดซับที่มีเส้นใยที่ได้จากพืช โดยจะมีความสามารถในการดูดซับได้ดี ซึ่งดอกธูปฤๅษีเป็นวัสดุที่มีลักษณะโครงสร้างที่มีรูพรุนที่เกิดจากท่อลำเลียงต่างๆ ทำให้มีความสามารถในการดูดซับได้ดีมีความแข็งแรงและทนทาน สามารถนำมาเป็นวัสดุดูดซับน้ำมันและไขมันได้ โดยทั่วไปในการทำตัวดูดซับจะมีวิธีการขึ้นรูปหลายวิธี เช่น การตากแห้ง การอบ การบด การร่อนตะแกรงและการใช้กรด สำหรับการตากแห้งเป็นกระบวนการลดน้ำหนักของวัสดุ อากาศมีหน้าที่เป็นตัวกลางในการถ่ายเทความร้อนและความชื้น โดยหลักเกณฑ์ที่จะต้องลด ยับยั้ง และป้องกันปฏิกิริยาทางเคมีและการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ทุกชนิด เพื่อให้ได้วัสดุที่เก็บได้นาน ไม่เน่าเสียเพราะการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์หรือไม่มีสารเคมีตกค้างอยู่ และสำหรับการอบเป็นการเอาน้ำออกจากวัสดุที่ต้องการทำให้ปริมาณน้ำในวัสดุนั้นลดลง (ความชื้นลดลง)

ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ของแข็งที่มีสัดส่วนของของเหลวต่ำลง ทำให้มีรูพรุนเพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้มีประสิทธิภาพในการดูดซับดีขึ้น จากการศึกษางานวิจัยที่ผ่านมาของ เชนนิจาร์ยี[1] ได้ทำการนำดอกธูปฤๅษีไปตากแห้งและอบที่อุณหภูมิ 103 – 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง หลังจากนั้นจึงสร้างอุปกรณ์กรองน้ำมันและไขมันขึ้นมา แล้วจึงนำน้ำเสียสังเคราะห์ปริมาตร 2 ลิตร ที่ทำการการปรับค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำเสียด้วย 6M H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> และ 1M NaOH ให้มีค่าเท่ากับ 7 มาเทผ่านอุปกรณ์กรองน้ำมันและไขมันที่มีดอกธูปฤๅษีปริมาณ 20 กรัม เป็นวัสดุดูดซับ ทำซ้ำอีก 7 ครั้ง แล้วจึงเก็บตัวอย่างน้ำเสียสังเคราะห์ที่ผ่านตัวดูดซับไปวิเคราะห์ปริมาณน้ำมันและไขมันด้วยวิธีฟาร์ทิงสัน-ซังน้ำหนักและคำนวณหาประสิทธิภาพในการดูดซับ พบว่าน้ำเสียสังเคราะห์ที่ผ่านการดูดซับด้วยดอกธูปฤๅษี มีค่าน้ำมันและไขมันลดลงจาก 48.64 – 52.29 มิลลิกรัมต่อลิตร และดอกธูปฤๅษีมีประสิทธิภาพในการดูดซับน้ำมันเท่ากับ 99.54 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ งานวิจัยของ จักรรินทร์ [2] ได้ทำการทดลองเกี่ยวกับการบำบัดน้ำเสียจากสีย้อมผาโดยไซ

ตธูปฤๅษีเป็นตัวดูดซับ เพื่อศึกษาถึงประสิทธิภาพในการดูดซับของต้นธูปฤๅษี พบว่า ความเข้มข้นของสีน้ำเจือจางกวาดตอนเริ่มการทดลอง แสดงให้เห็นว่าต้นธูปฤๅษีนั้นสามารถช่วยลดปริมาณสารตกค้างในน้ำได้ ดังนั้นแสดงว่าต้นธูปฤๅษีจึงสามารถช่วยดูดสีตกค้างในน้ำ จึงเป็นการช่วยบำบัดน้ำ

ในงานวิจัยนี้ศึกษาการดูดซับน้ำมันและไขมันจากน้ำเสียสังเคราะห์ โดยใช้วัสดุดูดซับ คือ ดอกธูปฤๅษีและผักตบชวา โดยอยู่บนฐานการกำจัดน้ำมันและไขมัน โดยวัดค่าการกำจัดซีไอดี และค่าเอฟไอจี เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาวิธีการให้สามารถนำมาใช้ได้อย่างสะดวกและมีประสิทธิภาพในสถานประกอบการต่างๆที่มีการบำบัดน้ำเสีย

### แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

วัสดุดูดซับ คือ สารที่สามารถดูดซับสารอื่นไว้ที่ผิวได้ปริมาณมาก มักเป็นสารที่มีพื้นที่ผิวมากหรือสารที่มีรูพรุนภายในมาก

ดอกธูปฤๅษี มีลักษณะโครงสร้างเป็นเส้นใยฝอยที่มีรูพรุนโดยมีคุณสมบัติทนความเป็นกรดเป็นด่างและความเค็มได้ มีความสามารถในการดูดซับธาตุอาหารและโลหะหนักได้ปริมาณมาก สามารถกำจัดคราบน้ำมันได้ จึงมีความเหมาะสมต่อการนำไปใช้ในการกำจัดน้ำเสียที่มีคราบน้ำมันและไขมันได้

ผักตบชวา เป็นพืชประเภทลอยน้ำและสามารถกระจายไปตามกระแสน้ำ มีการเจริญโดยการแตกไหล ผักตบชวาช่วยกำจัดไนโตรเจนและโพแทสเซียมออกจากน้ำ อีกทั้งรากยังสามารถดูดซับมลพิษและสารประกอบอินทรีย์ทำให้น้ำเสียมีคุณภาพน้ำที่ดีขึ้น

กลไกการดูดซับมี 2 แบบคือ 1.กลไกการดูดซับแบบ Langmuir isotherm ซึ่งมีสมมติฐานการดูดซับคือทุก ๆ ตำแหน่งดูดซับ (adsorption site) มีลักษณะเหมือน ๆ กัน (homogeneous) การดูดซับจะเกิดบนพื้นผิวที่มีพื้นที่ในการดูดซับที่แน่นอน และพื้นที่นั้น ๆ สามารถดูดซับโมเลกุลได้เพียงชั้นเดียว และโมเลกุลตัวถูกดูดซับจะไม่อันตรกิริยาซึ่งกันและกัน สำหรับกลไกการดูดซับแบบ Freundlich isotherm เป็นการดูดซับแบบสองชั้น

## วิธีดำเนินการวิจัย

### 1. การเตรียมวัสดุดูดซับ

นำผักตบชวาและดอกกุญแจจากตำบลเชิงเนิน จังหวัดระยอง เก็บในช่วงเดือนกรกฎาคม นำมาหั่นให้มีขนาดเล็ก และนำไปอบที่อุณหภูมิ 103 °C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง และเก็บไว้ในโถดูดความชื้นก่อนนำไปใช้ในการทดลอง

### 2. การศึกษาเวลาที่เหมาะสมในการดูดซับไขมันและน้ำมันของดอกกุญแจ

นำดอกกุญแจปริมาณ 4 กรัม และน้ำเสียสังเคราะห์โดยเตรียมน้ำมัน 10 มิลลิลิตร ในน้ำรีเวอร์สออสโมซิสปริมาตร 500 มิลลิลิตร โดยวัดค่าการดูดซับน้ำเสียที่เวลา 2, 4, 6 และ 10 นาที ตามลำดับ มาพลอตกราฟหาเวลาที่เหมาะสมและปริมาณของน้ำมันและไขมันหลังจากที่ดูดซับแล้ว

### 3. การศึกษาเวลาที่เหมาะสมในการดูดซับน้ำมันและไขมันโดยใช้วัสดุดูดซับดอกกุญแจและผักตบชวา

นำดอกกุญแจและผักตบชวาปริมาณอย่างละ 4 กรัม และน้ำเสียสังเคราะห์โดยเตรียมน้ำมัน 10 มิลลิลิตร ในน้ำรีเวอร์สออสโมซิสปริมาตร 500 มิลลิลิตร โดยวัดค่าการดูดซับน้ำเสียที่เวลา 2, 4, 6 และ 10 นาทีตามลำดับ และนำมาพลอตกราฟหาเวลาที่เหมาะสมและปริมาณของน้ำมันและไขมันหลังจากที่ดูดซับแล้ว

### 4. การศึกษาร้อยละการดูดซับน้ำเสียสังเคราะห์

นำดอกกุญแจและผักตบชวาปริมาณอย่างละ 4 กรัม และน้ำเสียสังเคราะห์โดยเตรียมน้ำมัน 10 มิลลิลิตร ในน้ำรีเวอร์สออสโมซิสปริมาตร 500 มิลลิลิตร โดยวัดค่าการดูดซับน้ำเสียที่เวลา 2, 4, 6 และ 10 นาทีตามลำดับ โดยศึกษาร้อยละการดูดซับน้ำเสียสังเคราะห์ให้สมการดังนี้

$$\% \text{Adsorption} = \left( \frac{C_0 - C_e}{C_0} \right) \times 100$$

โดยที่  $C_0$  คือ ปริมาณน้ำมันและไขมันก่อนผ่านการดูดซับ (มิลลิกรัมต่อลิตร)

$C_e$  คือ ปริมาณน้ำมันและไขมันหลังผ่านการดูดซับ (มิลลิกรัมต่อลิตร)

### 4. การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการดูดซับน้ำเสียสังเคราะห์ระหว่างการใช้วัสดุดูดซับดอกกุญแจและการวัสดุดูดซับดอกกุญแจร่วมกับผักตบชวา

นำผลการทดลองการดูดซับมาเปรียบเทียบประสิทธิภาพการกำจัดน้ำมันและไขมันของดอกกุญแจและการวัสดุดูดซับดอกกุญแจร่วมกับผักตบชวา โดยใช้ผลการทดลองจากข้อที่ 3 และ ข้อที่ 4

## ผลการวิจัย

### 1. การศึกษาเวลาที่เหมาะสมในการดูดซับไขมันและน้ำมันของดอกกุญแจ

จากตารางที่ 1 พบว่าค่าเปอร์เซ็นต์การดูดซับไขมันและน้ำมันของดอกกุญแจที่เวลา 2 และ 4 นาที มีร้อยละการดูดซับน้ำเสียไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญโดยมีค่า 84.42 และ 92.94 และที่เวลา 6 และ 10 นาทีที่มีค่าร้อยละการดูดซับน้ำมันและไขมันเท่ากันคือ 98.75 โดยเวลาที่เหมาะสมในการใช้ดอกกุญแจในการกำจัดไขมันและน้ำมันคือ 6 นาที

ตารางที่ 1 `ระยะเวลาการดูดซับและเปอร์เซ็นต์การดูดซับที่เวลาต่าง ๆ

เวลา (นาทีก)	FOGก่อนการดูดซับ (mg/l)	FOGหลังการดูดซับ (mg/l)	ร้อยละการดูดซับ
2	8891.18	940.20	89.42
4	10383.33	732.35	92.94
6	9221.57	114.71	98.75
10	11288.24	141.67	98.75

### 3. การศึกษาเวลาที่เหมาะสมในการดูดซับน้ำมันและไขมันโดยใช้วัสดุดูดซับดอกรูปฤๅษีและผักตบชวา ร่วมกัน

จากตารางที่ 2 พบว่าค่าเปอร์เซ็นต์การดูดซับไขมันและน้ำมันของการใช้ดอกรูปฤๅษีและผักตบชวา  
ร่วมกันโดยที่เวลา 2 นาที มีค่าร้อยละการดูดซับน้ำมันและไขมันต่ำสุดโดยมีค่าเท่ากับ 89.34 และ ที่เวลา  
4, 6, 10 มีค่าร้อยละการดูดซับไขมันและน้ำมันไม่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญโดยมีค่าเท่ากับ 95.55, 97.69  
และ 98.87 ตามลำดับโดยค่าที่เหมาะสมที่สุดคือที่เวลา 6 นาทีและมีปริมาณที่สูงกว่าการใช้ดอกรูปฤๅษีเพียง  
เล็กน้อยซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ เขมนิจจารีย์ และ คณะ

ตารางที่ 2 `ระยะเวลาการดูดซับที่ใช้ดอกรูปฤๅษีและผักตบชวา  
ร่วมกันและเปอร์เซ็นต์การดูดซับที่เวลาต่าง ๆ

เวลา (นาทีก)	FOGก่อนการดูดซับ (mg/l)	FOGหลังการดูดซับ (mg/l)	ร้อยละการดูดซับ
2	8891.18	950.98	89.34
4	10383.33	461.76	95.55
6	9221.57	235.29	97.69
10	11288.24	127.45	98.87

### 4. การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการดูดซับน้ำเสียสังเคราะห์ระหว่างการ ใช้วัสดุดูดซับดอกรูปฤๅษีและการ ใช้วัสดุดูดซับดอกรูปฤๅษีร่วมกับผักตบชวา

จากตารางที่ 3 พบว่าการการใช้พืชผสมระหว่างดอกรูปฤๅษีร่วมกับผักตบชวามีประสิทธิภาพในการ  
กำจัดไขมันและน้ำมันมาเปรียบเทียบกันพบว่าประสิทธิภาพในการกำจัดน้ำมันและไขมันไม่ต่างกันอย่างมี  
นัยสำคัญ ซึ่งจากการทดลองชี้ให้เห็นว่าการใช้ดอกรูปฤๅษีเพียงชนิดเดียวมีประสิทธิภาพในการกำจัดไขมันและ  
น้ำมันได้ดีเมื่อเทียบกับการใช้ดอกรูปฤๅษีร่วมกับผักตบชวาที่ใช้เป็นวัสดุดูดซับซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ  
จักรรินทร์ สนเผือก [2]

**ตารางที่ 3** การเปรียบเทียบการดูดซับน้ำเสียสังเคราะห์ระหว่างการใช้วัสดุดูดซับดอกธูปฤๅษีและการวัสดุดูดซับดอกธูปฤๅษีร่วมกับผักตบชวา

เวลา (นาทิต)	ร้อยละการดูดซับของดอกธูปฤๅษี	ร้อยละการดูดซับของดอกธูปฤๅษีร่วมกับผักตบชวา
2	89.42	89.34
4	92.94	95.55
6	98.75	97.69
10	98.75	98.87

**การอภิปรายผลการวิจัย**

1. การศึกษาเวลาที่เหมาะสมในการดูดซับไขมันและน้ำมันของดอกธูปฤๅษี

เวลาที่เหมาะสมในการใช้ดอกธูปฤๅษีใช้เวลา 6 นาทีซึ่งเป็นเวลาที่สั้นที่สุดในการดูดซับได้มากที่สุดเนื่องจากอยู่ในสภาวะสมดุลในการดูดซับเท่ากับ 98.75

2. การศึกษาเวลาที่เหมาะสมในการดูดซับน้ำมันและไขมันโดยใช้วัสดุดูดซับดอกธูปฤๅษีและผักตบชวาร่วมกัน

เวลาที่เหมาะสมในการใช้วัสดุดูดซับของดอกธูปฤๅษีร่วมกับการเท่ากับ 6 นาทีเนื่องจากเป็นเวลาเริ่มเข้าสู่สมดุลของการดูดซับและเวลาที่ดูดซับได้มากที่สุดในการทดลองคือ 10 นาทีโดยมีค่าร้อยละการดูดซับเท่ากับ 97.69 และ 98.87 ตามลำดับ

3. การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการดูดซับน้ำเสียสังเคราะห์ระหว่างการใช้วัสดุดูดซับดอกธูปฤๅษีและการวัสดุดูดซับดอกธูปฤๅษีร่วมกับผักตบชวา

การใช้ดอกธูปฤๅษีเพียงอย่างเดียวมีประสิทธิภาพที่เหมาะสมในการดูดซับน้ำมันและไขมันเมื่อเทียบกับการใช้ดอกธูปฤๅษีร่วมกับผักตบชวาเป็นวัสดุดูดซับ

**ข้อเสนอแนะจากการวิจัย**

1. ศึกษากลไกการดูดซับเพิ่มเติมร่วมกับอนุภาคน้ำที่เหมาะสมในการดูดซับเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการดูดซับน้ำมันและไขมันที่เหมาะสมที่สุด

2. ศึกษาระยะเวลาในการทำปฏิกิริยาในเครื่องปฏิกรณ์ที่เหมาะสมเพิ่มให้ได้ประสิทธิภาพการดูดซับที่เหมาะสมของไขมันและน้ำมัน

**เอกสารอ้างอิง**

[1] เขมนิจจารีย์ และ คณะ (2561). การดูดซับน้ำมันด้วยวัสดุเหลือทิ้งทางเกษตรและการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งจากตัวดูดซับน้ำมัน. วารสารวิชาการพลังงานทดแทนสู่ชุมชน , หน้า10-16.

[2] จักรินทร์ และ คณะ. (2561). การบำบัดน้ำเสียจากสีย้อมผ้าโดยใช้ต้นธูปฤๅษีเป็นตัวดูดซับ. กรุงเทพฯ: จักรินทร์ สนเฟือก.

# ผลการศึกษาล้างขยะฆ่าเชื้อหน้ากากอนามัยที่ใช้แล้วด้วยรังสียูวีซีและโอโซน

## Waste bins disinfect used masks with UVC and Ozone

ทิพรัตน์ ขุนรักษ์<sup>1</sup> นรา รักษาพล<sup>2</sup>

Tipparatana Khunrak<sup>1</sup> Nara raksaphon<sup>2</sup>

### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและศึกษาประสิทธิภาพล้างขยะฆ่าเชื้อหน้ากากอนามัยที่ใช้แล้วด้วยรังสียูวีซีและโอโซน จากการศึกษา พบว่าถังขยะฆ่าเชื้อมีประสิทธิภาพในการทำลายเชื้อ SARS-CoV-2 ซึ่งเป็นตัวแทนของจุลินทรีย์ที่นำมาทดสอบในครั้งนี้ได้ ตัวเครื่องมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 40 เซนติเมตร มีความสูงของถัง 74 เซนติเมตร น้ำหนัก 35.50 กิโลกรัม สามารถบรรจุหน้ากากอนามัยขนาด 8.5 x 17 เซนติเมตร ได้จำนวน 350 ชิ้น หรือ 0.925 กิโลกรัม หลอดยูวีซีที่ใช้เป็นหลอดชนิดไอปรอทอะมัลกัมความดันต่ำ มีความยาวคลื่น 253.99 นาโนเมตร และพบว่าตำแหน่งของหน้ากากอนามัยภายในตัวถังมีผลต่อประสิทธิภาพการกำจัดเชื้อจุลินทรีย์ โดยหน้ากากอนามัยที่อยู่ห่างจากแหล่งกำเนิดรังสียูวีซีและโอโซนจะมีค่าความรับรังสียูวีซี (UVC Irradiance) น้อย ทำให้ระยะเวลาที่ใช้ในการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์บนหน้ากากอนามัยต้องใช้เวลานานขึ้น จากการทดลองตรวจหาปริมาณเชื้อจุลินทรีย์บนหน้ากากอนามัยที่อยู่ในตำแหน่งใกล้แหล่งกำเนิดรังสียูวีซีและโอโซน พบว่ามีปริมาณการรับรังสียูวีซี 4.78 วัตต์/ตารางเมตร จะใช้เวลาในการฉายรังสี 17 นาที 43 วินาที หากหน้ากากอนามัยอยู่ห่างจากแหล่งกำเนิดรังสียูวีซีและโอโซนมีปริมาณการรับรังสียูวีซี 1.14 วัตต์/ตารางเมตร ใช้เวลาในการฉายรังสียูวีซี 73 นาที 10 วินาที ตามลำดับ

**คำสำคัญ :** ถังขยะฆ่าเชื้อ, หน้ากากอนามัย, รังสียูวีซี

### Abstract

"This research aims to create and study the effectiveness of a UV-C and ozone sterilization garbage bin for used face masks. The study found that the sterilization bin is effective in destroying the SARS-CoV-2 virus, which was used as a representative of the tested bacteria. In this study, the machine has a central axis of 40 centimeters, a height of the bin of 74 centimeters, and weighs 35.50 kilograms. It can hold 350 pieces of face masks, each with

a size of 8.5 x 17 centimeters, totaling 0.925 kilograms. The UV-C tubes used are low-pressure mercury vapor lamps with a wavelength of 253.99 nanometers. It was observed that the position of the face masks inside the bin affects the efficiency of bacteria eradication. Masks placed far from the UV-C and ozone sources receive less UVC irradiance, requiring a longer time for bacteria elimination. Through experiments, the quantity of bacteria on face masks placed close to the UV-C and ozone sources was found to receive an UVC Irradiance of 4.78 watts per square meter, requiring 17 minutes and 43 seconds of exposure time for sterilization. On the other hand, when the face masks were placed farther from the UV-C and ozone sources, which receive an UVC Irradiance of 1.14 watts per square meter, it required 73 minutes and 10 seconds of exposure time for sterilization."

**Keyword :** Disinfection bin, Face Mask, UVC

## 1. บทนำ

จากสถานการณ์การระบาดของเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 หรือโรคโควิด-19 ที่แพร่กระจายอย่างรวดเร็ว และสร้างความเสียหายทั้งด้านสาธารณสุขและเศรษฐกิจอย่างกว้างขวางในหลายประเทศทั่วโลก มีผู้ติดเชื้อจากโรคโควิด-19 จำนวน 191 ประเทศ รัฐมนตรีว่าการกระทรวงสาธารณสุข โดยคำแนะนำของคณะกรรมการโรคติดต่อแห่งชาติจึงได้ประกาศให้โรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 เป็นโรคติดต่ออันตราย ตามพระราชบัญญัติโรคติดต่อพ.ศ. 2558 [1]

ถึงแม้ว่าปัจจุบันกระทรวงสาธารณสุขมีประกาศให้โรคโควิด-19 เป็นโรคต้องกักกันแล้วก็ตาม แต่สถานการณ์การแพร่ระบาดของ โควิด-19 ทำให้ผู้คนเกิดความวิตกกังวลไปทั่วโลก ผู้คนปรับเปลี่ยนพฤติกรรมหันมาป้องกันดูแลตัวเองและบุคคลในครอบครัว ระมัดระวังการใช้ชีวิตมากขึ้น ตามคำแนะนำของกรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข เช่น การหมั่นล้างมือ การใช้แอลกอฮอล์เจล รวมไปถึงการสวมใส่หน้ากากอนามัย จากหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ที่แสดงให้เห็นว่าการสวมใส่หน้ากากอนามัย สามารถช่วยป้องกันทั้งการแพร่เชื้อและการติดเชื้อโรคได้ อย่างไรก็ตามแม้จะมีข้อดีมากมายจากการสวมใส่หน้ากากอนามัยแต่ก็มีผลเสียเกิดขึ้นตามมาเช่นกัน หน้ากากอนามัยที่ใช้แล้วจัดได้ว่าเป็นขยะติดเชื้อ เนื่องจากปนเปื้อนด้วยเสมหะ น้ำลาย น้ำมูกของบุคคลผู้ใช้ ถ้าหากหน้ากากอนามัยเหล่านี้ไม่ได้รับการ คัดแยกอย่างถูกวิธี ถูกทิ้งปะปนกับขยะชุมชน [2] จะส่งผลให้พนักงานที่ทำหน้าที่เก็บขยะมีความเสี่ยงสูงที่จะติดเชื้อจุลินทรีย์ รวมถึงบุคคลทั่วไปด้วยเช่นกัน และเมื่อขยะถูกนำไปกำจัดด้วยวิธีที่ไม่ถูกต้อง เช่น เทกองกลางแจ้ง ก็อาจเพิ่มโอกาสที่เชื้อ

ไวรัสจะแพร่กระจายไปยังคนในชุมชนทั้งทางน้ำและทางอากาศนอกจากนั้นยังส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม [3]

จากปัญหาที่ได้กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดสร้างและศึกษาประสิทธิภาพของรังสียูวีซีและโอโซนบนหน้ากากอนามัยที่ใช้แล้วด้วยรังสียูวีซีและโอโซน ทำการศึกษาประสิทธิภาพของรังสียูวีซีและโอโซนในการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์โดยใช้เชื้อ SARS-CoV-2 ที่ก่อให้เกิดโรค โควิด-19 เป็นตัวแทนของจุลินทรีย์ที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ ศึกษาประสิทธิภาพการฆ่าเชื้อของรังสียูวีซีและโอโซนบนหน้ากากอนามัยที่อยู่ตำแหน่งต่างๆกันภายในตัวถัง รวมถึงศึกษาระยะเวลาที่รังสียูวีซีและโอโซนใช้ในการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์บนหน้ากากอนามัย ทั้งนี้เพื่อเป็นการลดการแพร่กระจายของเชื้อจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนสารคัดหลั่งของผู้ใช้ที่ติดอยู่บนหน้ากากอนามัยที่ใช้แล้ว รวมถึงการใช้ถึงระยะเวลาที่รังสียูวีซีและโอโซนใช้ในการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์บนหน้ากากอนามัย ทั้งนี้เพื่อเป็นการลดการแพร่กระจายของเชื้อจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนสารคัดหลั่งของผู้ใช้ที่ติดอยู่บนหน้ากากอนามัยที่ใช้แล้ว รวมถึงการใช้ถึงระยะเวลาที่รังสียูวีซีและโอโซนเป็นการคัดแยกขยะ เป็นการแยกขยะติดเชื้อออกจากขยะทั่วไปทำให้ง่ายต่อการกำจัดและทำลายต่อไป

## 2. แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

### หลักการทำงานของการฉายรังสียูวีซีเพื่อทำลายเชื้อจุลินทรีย์(UVGI)

รังสียูวีซีที่ใช้ในการฉายเพื่อทำลายเชื้อจุลินทรีย์เรียกว่า Ultraviolet Germicidal Irradiation หรือ UVGI เหมาะกับการใช้เพื่อทำลายเชื้อโรคที่ฟุ้งหรือล่องลอยมากับอากาศ (Airborne Transmission) และ บนพื้นผิวของวัสดุต่าง ๆ ที่ติดมากับละอองฝอย (Droplet Nuclei) จากลมหายใจ การไอ การจาม หรือจากเสมหะ ยิ่งระยะการฉายใกล้ ยิ่งมีความรับรังสียูวีซีสูง ก็จะทำให้ใช้เวลาในการฉายน้อยลง ทั้งนี้ ต้องมีการคำนวณปริมาณรังสี (Radiant Exposure /UV Fluence or UV Dose) ที่จะใช้ ให้เหมาะสมด้วย สามารถหาระยะเวลาที่เหมาะสมในการฉายรังสียูวีซีเพื่อทำลายเชื้อจุลินทรีย์ โดยมีขั้นตอน คือกำหนดเป้าหมายพื้นผิวหรือวัสดุที่ต้องการฉายรังสี หลังจากนั้น เลือกรังสียูวีซีเป้าหมาย (Target UVC Dose/Fluence, He,uvc) ที่จะต้องใช้ โดยอ้างอิงข้อมูลจากงานวิจัย หรือที่ CDC, USA และ IUVA แนะนำสุดท้ายคำนวณหรือวัดความรับรังสียูวีซี (UVC Irradiance, Ee,uvc) ที่ระยะใช้งานที่ต้องการ [4] สมการที่เกี่ยวข้องในการหาความรับรังสียูวีซีที่ระยะใช้งาน(Ee,uvc) การคำนวณเบื้องต้นจากคุณสมบัติของหลอดยูวีซีเป็นสมการที่ใช้คำนวณหา UVC Irradiance [4] สามารถหาได้ดังนี้

$$P_{uvc} = \frac{2ELD\pi^2}{2\alpha + \sin 2\alpha}$$

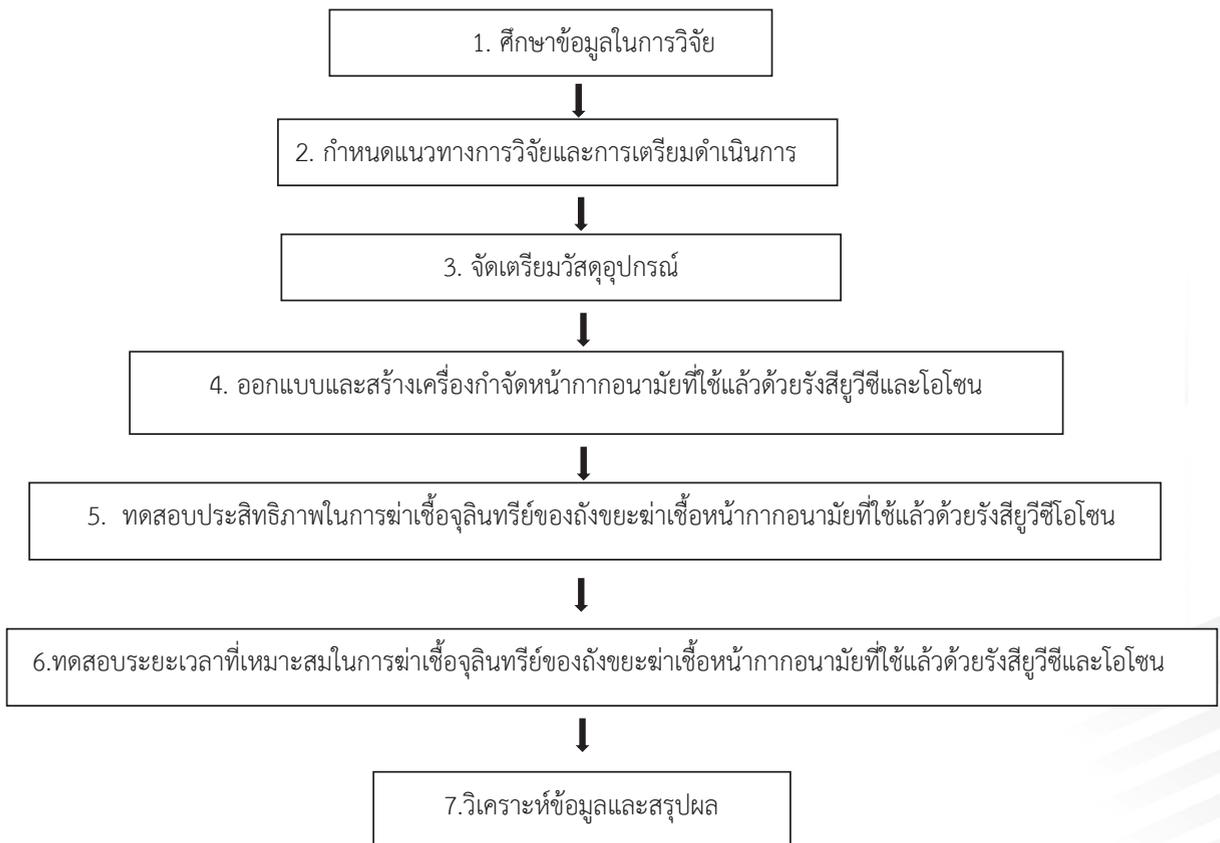
$$E_{uvc} = \frac{P_{uvc} \cdot 2\alpha + \sin 2\alpha}{H}$$

$$T_{exp} = \frac{H \cdot e, UVC}{E_{e, uvc}}$$

โดย	L	หมายถึง ความยาวของหลอดรังสียูวีซี
	D	หมายถึง ระยะห่างระหว่างหลอดกับวัตถุ
	$P_{UVC}$	หมายถึง กำลังไฟฟ้าของหลอดรังสียูวีซี
	$E_{UVC}$	หมายถึง ความร้งรังสียูวีซีที่ระยะใช้งาน
	$T_{exp}$	หมายถึง ระยะเวลาในการฉายรังสียูวีซี
	$H_{e,uvc}$	หมายถึง ปริมาณรังสียูวีซีที่ต้องใช้

จากหลักการทำงานของหลอดรังสียูวีซีเพื่อทำลายเชื้อจุลินทรีย์ (UVGI) สามารถสรุปได้ว่า ยูวีซีสามารถทำลายเชื้อจุลินทรีย์บนพื้นผิววัตถุต่างๆได้ วัตถุที่อยู่ใกล้รังสียูวีซีมีประสิทธิภาพในการทำลายเชื้อจุลินทรีย์ได้มากและใช้ระยะในการฆ่าเชื้อสั้นลง และสามารถใช้ในการคำนวณหาค่าความร้งรังสียูวีซีที่ระยะใช้งาน ( $E_{UVC}$ ) ระยะเวลาในการฉายรังสียูวีซี ( $T_{exp}$ )และ ปริมาณรังสียูวีซีที่ต้องใช้ ( $H_{e,uvc}$ ) ได้

### 3. วิธีดำเนินการวิจัย

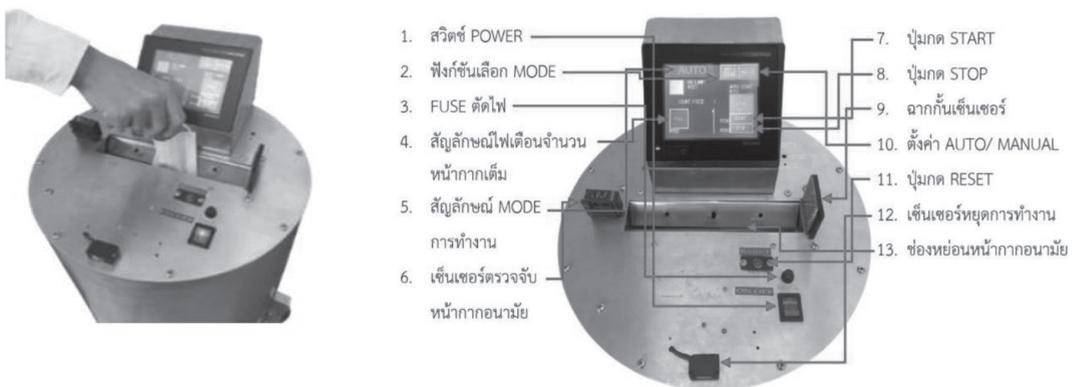


4. ผลการวิจัย

ตารางที่ 1 แสดงผลการสร้างและออกแบบถังขยะฆ่าเชื้อหน้ากากอนามัยที่ใช้แล้วด้วยรังสียูวีซีและโอโซน

ลักษณะของถังขยะฆ่าเชื้อหน้ากากอนามัยที่ใช้แล้วด้วยรังสียูวีซีและโอโซน			
ขนาด	น้ำหนัก	ความจุ	ลักษณะการเปล่งรังสี
เส้นผ่าศูนย์กลาง 40 cm. ความสูงของถัง 74 cm.	น้ำหนักของตัวถัง 35.50 kg.	บรรจุหน้ากากอนามัย ขนาด 8.5 x 17 cm จำนวน 350 ชิ้น หรือ คิดเป็น 0.925 กิโลกรัม	แหล่งกำเนิดรังสียูวีซีชนิด ไอปรอทอะมัลกัม ความดันต่ำ (Low-pressure mercury/amalgam discharge lamp) มีความยาวคลื่นที่ 253.99 nm.

การสร้างและออกแบบถังขยะฆ่าเชื้อหน้ากากอนามัยที่ใช้แล้วด้วยรังสียูวีซีและโอโซนพบว่าขนาดตัวถังมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 40 เซนติเมตร ความสูงของถัง 74 เซนติเมตร มีน้ำหนักของตัวถัง 35.50 กิโลกรัม และสามารถบรรจุหน้ากากอนามัย ขนาด 8.5 x 17 เซนติเมตร จำนวน 350 ชิ้น หรือคิดเป็น 0.925 กิโลกรัม หลอดยูวีซีที่ใช้เป็นหลอดไอปรอทอะมัลกัม ความดันต่ำ (Low-pressure mercury/amalgam discharge lamp) มีความยาวคลื่นที่ 253.99 นาโนเมตร

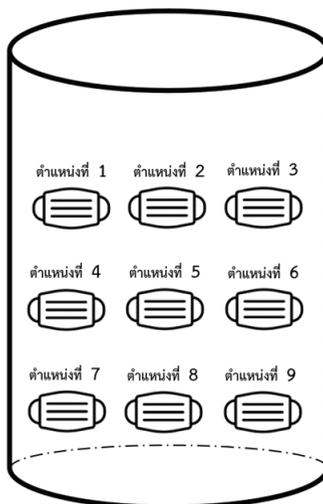


ภาพที่ 1 แสดงผลการสร้างและออกแบบถังขยะฆ่าเชื้อหน้ากากอนามัยที่ใช้แล้วด้วยรังสียูวีซีและโอโซน

ตารางที่ 2 แสดงผลการศึกษาประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อของถังขยะฆ่าเชื้อหน้ากากอนามัยที่ใช้แล้วด้วยรังสียูวีซีและโอโซน

ตำแหน่งที่	ปริมาณเชื้อที่พบบนหน้ากากอนามัย หลังจากผ่านการฆ่าเชื้อด้วยถังขยะฆ่าเชื้อหน้ากากอนามัยที่ใช้แล้วด้วยรังสียูวีซีและโอโซน	ชนิดของจุลินทรีย์ที่พบ
1-7	0 CFU/ml	-
8	90 CFU/ml	<i>Kocuria rhizophila</i>

ผลการศึกษาประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อของถังขยะฆ่าเชื้อหน้ากากอนามัยที่ใช้แล้วด้วยรังสียูวีซีและโอโซนพบว่า จากการสุ่มหน้ากากอนามัยที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยถังขยะฆ่าเชื้อหน้ากากอนามัยที่ใช้แล้วด้วยรังสียูวีซีและโอโซน โดยทำการสุ่มหน้ากากอนามัย 3 ตำแหน่ง คือบริเวณ ปากถึง กลางถึง และก้นถังขยะฆ่าเชื้อหน้ากากอนามัยที่ใช้แล้วด้วยรังสียูวีซี มาตำแหน่งละ 3 ชิ้น พบว่า หน้ากากอนามัยที่ผ่านการฆ่าเชื้อจากถังขยะฆ่าเชื้อหน้ากากอนามัยที่ใช้แล้วด้วยรังสียูวีซีและโอโซน ไม่มีเชื้อจุลินทรีย์หลงเหลืออยู่บนหน้ากากอนามัย มีเพียงบริเวณก้นถัง ตำแหน่งที่ 8 ที่มีเชื้อจุลินทรีย์อยู่ 90 CFU/ml โดยพบว่าเป็นเชื้อที่มีชื่อว่า *Kocuria rhizophila* ซึ่งเป็นเชื้อประจำถิ่นที่อยู่บนร่างกายมนุษย์ (Normal flora) ตำแหน่งของการสุ่มหน้ากากอนามัยจากตำแหน่งต่างๆภายในตัวถังขยะฆ่าเชื้อหน้ากากอนามัยที่ใช้แล้วด้วยรังสียูวีซีและโอโซน สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 2 ดังนี้



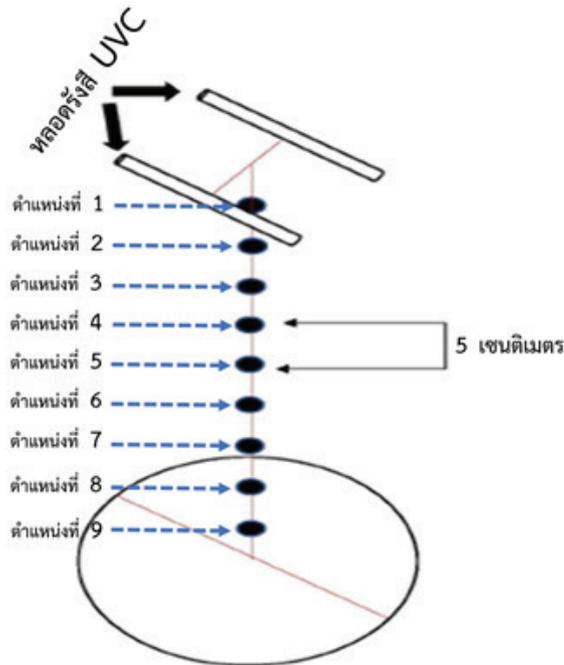
ภาพที่ 2 แสดงตำแหน่งต่างๆของหน้ากากอนามัยภายในตัวถังขยะฆ่าเชื้อหน้ากากอนามัยที่ใช้แล้วด้วยรังสียูวีซี และโอโซน ที่นำมาทดสอบหาเชื้อจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนภายหลังการฆ่าเชื้อเรียบร้อยแล้ว

ตารางที่ 3 ผลการศึกษาระยะระยะเวลาที่เหมาะสมในการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนอยู่ในหน้ากากอนามัย ภายในถังขยะฆ่าเชื้อหน้ากากอนามัยที่ใช้แล้วด้วยรังสียูวีซีและโอโซน

ตำแหน่งที่วัด ณ จุดเริ่มต้นที่นับห่างจากหลอด	ปริมาณการวัดความรับรังสียูวีซี (วัตต์/ตารางเมตร)	ระยะเวลาในการฉายรังสียูวีซี (วินาที)
ตำแหน่งที่ 1 ที่ห่างจากหลอดยูวีซีน้อยที่สุด	4.78	17.43
ตำแหน่งที่ 2	4.49	18.56
ตำแหน่งที่ 3	4.46	18.68
ตำแหน่งที่ 4	3.22	25.88
ตำแหน่งที่ 5	2.47	33.74
ตำแหน่งที่ 6	2.02	41.25
ตำแหน่งที่ 7	1.72	48.45
ตำแหน่งที่ 8	1.45	57.47
ตำแหน่งที่ 9 พื้นที่ล่างสุดของตัวถัง	1.14	73.10

ผลการศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมในการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนอยู่ในหน้ากากอนามัย ภายในถังขยะฆ่าเชื้อหน้ากากอนามัยที่ใช้แล้วด้วยรังสียูวีซีและโอโซน พบว่าหน้ากากอนามัยจะมีปริมาณความรับรังสียูวีซี (UVC Irradiance) น้อยลงหากอยู่ไกลจากหลอดรังสียูวีซี ดังนั้น ระยะ เวลาที่ได้จากการคำนวณตามสูตรของ The Keitz formula จะต้องใช้เวลาในการฉายรังสียูวีซีเพิ่มมากขึ้น พบว่าหน้ากากอนามัยตำแหน่งที่ 1 มีปริมาณการวัดความรับรังสียูวีซี (UVC Irradiance) 4.78 วัตต์/ตารางเมตร จะใช้เวลาในการฉายรังสี 17 นาที 43 วินาที แต่หากหน้าอนามัยอยู่ห่างจากหลอดรังสียูวีซี ตำแหน่งที่ 9 ซึ่งมีปริมาณการวัดความรับรังสียูวีซี (UVC Irradiance) 1.14 วัตต์/ตารางเมตร จะใช้เวลาในการฉายรังสียูวีซี 73 นาที 10 วินาที หน้ากากแต่ละตำแหน่งมีปริมาณความรับรังสียูวีซี (UVC Irradiance) ดังนี้ 4.78 W/m<sup>2</sup>, 4.49 W/m<sup>2</sup>, 4.46 W/m<sup>2</sup>, 3.22 W/m<sup>2</sup>, 2.47 W/m<sup>2</sup>, 2.02 W/m<sup>2</sup>, 1.72 W/m<sup>2</sup>, 1.45 W/m<sup>2</sup> และ 1.14 W/m<sup>2</sup> ตามลำดับ ซึ่งค่าปริมาณความรับรังสียูวีซี (UVC Irradiance) ที่ได้นี้ มาจากการวัดด้วยเครื่องมือที่เรียกว่า Working standard UVC radiometer ยี่ห้อ Gigahertz optic, Germany รุ่น P-9710-1 (Optometer)/UV-3718-2 (UV Sensor)

เมื่อได้ค่าปริมาณความรับรังสียูวีซีแล้ว จึงมาทำการคำนวณระยะเวลาที่เหมาะสมในการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ของถังขยะฆ่าเชื้อหน้ากากอนามัยที่ใช้แล้วด้วยรังสียูวีซีและโอโซน ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 แสดงตำแหน่งของหน้ากากอนามัยภายในตัวถังขยะฆ่าเชื้อหน้ากากอนามัยที่ใช้แล้วด้วยรังสียูวีซีและโอโซนที่นำมาทดสอบหาระเวลาที่ใช้ในการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนภายหลังการฆ่าเชื้อเรียบร้อยแล้ว

## 5. การอภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษาค้นคว้าสามารถอภิปรายผลโดยมีการนำเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องมา อธิบายได้ว่า ถังขยะฆ่าเชื้อหน้ากากอนามัยที่ใช้แล้วด้วยรังสียูวีซีและโอโซน สามารถทำงานได้ตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้ หลักการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ โดยใช้รังสียูวีซีและโอโซน จากการค้นคว้าพบว่ารังสียูวีซี ที่เปล่งรังสีในช่วง ประมาณ 200 nm - 313 nm สามารถทำลายเชื้อจุลินทรีย์เช่น แบคทีเรีย ยีสต์ เห็ด และรา ได้ อีกทั้งยังสามารถ ทำลายไวรัส ทั้งชนิดที่เป็น DNA และ RNA ได้ [4]จากการทดสอบประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อของถังขยะฆ่าเชื้อหน้ากากอนามัยที่ใช้แล้วด้วยรังสียูวีซีและโอโซน พบว่าสามารถฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนอยู่ในหน้ากากอนามัยได้มีเพียง ตำแหน่งที่ 8 ที่มีเชื้อจุลินทรีย์อยู่ 90 CFU/ml โดยพบว่าเป็นเชื้อที่มีชื่อว่า *Kocuria rhizophila* ซึ่งเป็นเชื้อประจำถิ่นที่อยู่บนร่างกายมนุษย์ (Normal flora) ซึ่งสามารถอธิบายได้ว่า จากการเก็บตัวอย่าง 9 ตำแหน่ง ไม่พบเชื้อจุลินทรีย์หลงเหลืออยู่เลย มีเพียงตำแหน่งเดียวที่พบเชื้อจุลินทรีย์ ซึ่งอาจจะเกิดจากการปนเปื้อน (contamination) ระหว่างการเก็บตัวอย่างเพื่อส่งตรวจไปยังห้องปฏิบัติการ ทั้งนี้จากการศึกษา พบว่าระยะเวลาเป็นปัจจัยสำคัญในการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ของรังสียูวีซีและโอโซน พบว่าตำแหน่งใดที่

อยู่ห่างหลอดรังสียูวีซีจะมีปริมาณความรับรังสียูวีซี (UVC Irradiance) น้อย ดังนั้นต้องใช้ระยะเวลา เพิ่มมากขึ้นในการฉายรังสียูวีซีไปยังหน้ากากอนามัย ซึ่งในการทำงานของถังขยะถังขยะฆ่าเชื้อหน้ากากอนามัยที่ใช้แล้วด้วยรังสียูวีซีและโอโซน จะใช้เวลาในการฆ่าเชื้อไม่น้อยกว่า 73 นาที 10 วินาที ตามเวลาที่ได้จากการทดลอง และนอกจากนั้นยังมีก๊าซโอโซนที่กระจายอยู่ภายในตัวถังด้วย ดังนั้น ถังขยะฆ่าเชื้อ หน้ากากอนามัยที่ใช้แล้วด้วยรังสียูวีซีและโอโซน จึงมีประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนในหน้ากากอนามัย ทั้งนี้ ถังขยะฆ่าเชื้อหน้ากากอนามัยที่ใช้แล้วด้วยรังสียูวีซีและโอโซน ยังได้รับการตรวจยืนยันประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ จากห้องปฏิบัติการที่รับรองโดยกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ และได้รับคำแนะนำ การแก้ไขและปรับปรุง มาตรฐานความปลอดภัย จากสถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ กระทรวงการอุดมศึกษาวิทยาศาสตร์ จนได้รับหนังสือรับรองมาตรฐานความปลอดภัยอีกด้วย

## 6. ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

### ข้อเสนอแนะในการนำผลการทดลองไปใช้

1. สิ่งประดิษฐ์ ถังขยะฆ่าเชื้อหน้ากากอนามัยที่ใช้แล้วด้วยรังสียูวีซีและโอโซนอาศัยหลักการทำงานของรังสียูวีซี ดังนั้นไม่ควรเปิดฝาดังไว้แล้วใช้งานเนื่องจากอาจได้รับอันตรายจากรังสียูวีซีหากต้องสัมผัสโดยตรง

2. สิ่งประดิษฐ์ ถังขยะฆ่าเชื้อหน้ากากอนามัยที่ใช้แล้วด้วยรังสียูวีซีและโอโซนทำงานโดยใช้พลังงานไฟฟ้า และทำจากแสตนเลสดังนั้นจุดที่วางถังควรแห้งไม่มีความชื้น

### ข้อเสนอแนะในการศึกษาค้นคว้าต่อไป

1. ควรสร้างให้ตัวเครื่องมีขนาดใหญ่กว่านี้เพื่อรองรับหน้ากากในปริมาณมาก
2. ควรพัฒนาต่อยอดและเพิ่มมูลค่าในเชิงพาณิชย์
3. พัฒนาเปลี่ยนแปลงเป็นวัสดุอื่น ๆ ที่ต้องการทำลายและฆ่าเชื้อนอกเหนือจากหน้ากากอนามัย

### เอกสารอ้างอิง

[1] ประกาศกระทรวงสาธารณสุข. (2563.) ท้องที่นอกราชอาณาจักรที่เป็นเขตติดโรคติดต่ออันตรายกรณีโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 หรือโรคโควิด 19. เล่ม 137 ตอนพิเศษ 52 ง หน้า 13

[2] กรมควบคุมโรคติดต่อกระทรวงสาธารณสุข. (2563., มกราคม). ข้อมูลสำหรับการป้องกันตัวเองจากไวรัสโคโรนาสายพันธุ์ใหม่ 2019. กรุงเทพมหานคร

[3] บีบีซีนิวส์ไทย. (2565). โควิด-19 สถานการณ์ขยะในกรุงเทพ. [ออนไลน์] สืบค้นจาก :

<https://www.bbc.com/thai/thailand-52817608><https://www.bbc.com/news/world-asia-china-48847062> [2564., 15 กุมภาพันธ์]

- [4] กลุ่มงานแสงและสีฝ่ายมาตรวัดวิทยาอุณภูมิและแสง. คำแนะนำการเลือกหลอดยวี่ทำลายเชื้อโควิต -19. [ออนไลน์]  
สืบค้นจาก :[https://www.nimt.or.th/main/wp-content/uploads/2020/06/\[2564., 18 กุมภาพันธ์\]](https://www.nimt.or.th/main/wp-content/uploads/2020/06/[2564., 18 กุมภาพันธ์])

การหาประสิทธิภาพชุดฝึกวิชาธุรกิจดิจิทัล เรื่อง การบริหารจัดการธุรกิจ ของนักศึกษาระดับปริญญาตรี  
สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ (ต่อเนื่อง) วิทยาลัยอาชีวศึกษาชลบุรี  
FINDING EFFICIENCY OF DIGITAL BUSINESS TRAINING COURSE ON BUSINESS  
MANAGEMENT, BACHELOR OF TECHNOLOGY PROGRAM IN BUSINESS COMPUTER  
(CONTINUING PROGRAM), CHONBURI VOCATIONAL COLLEGE

ชูศรี เกลียวสกุลโกวิท<sup>1</sup>  
Chusree Kewsakunkovit<sup>1</sup>

### บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์การวิจัยเพื่อ 1) หาประสิทธิภาพของชุดฝึกวิชาธุรกิจดิจิทัล เรื่อง การบริหารจัดการธุรกิจ และ 2) ประเมินความพึงพอใจการใช้งานชุดฝึกวิชาธุรกิจดิจิทัล เรื่อง การบริหารจัดการธุรกิจ โดยประชากรเป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 2 ระดับปริญญาตรี สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ (ต่อเนื่อง) วิทยาลัยอาชีวศึกษาชลบุรี ที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชาธุรกิจดิจิทัล รหัสวิชา 23-4204-2012 ภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 22 คน มีเครื่องมือการวิจัยประกอบด้วย 1) ชุดฝึกวิชาธุรกิจดิจิทัล เรื่อง การบริหารจัดการธุรกิจ 2) แบบทดสอบ จำนวน 20 ข้อ ซึ่งมีค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างเนื้อหากับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมเท่ากับ 0.80–1.00 ค่าความยากง่ายเท่ากับ 0.50–0.78 ค่าอำนาจจำแนกเท่ากับ 0.22–0.67 และค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.82 แบบประเมินความพึงพอใจ ซึ่งมีค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างเนื้อหากับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมเท่ากับ 0.80–1.00 ส่วนผลการวิจัยพบว่า 1) ชุดฝึกวิชาธุรกิจดิจิทัล เรื่อง การบริหารจัดการธุรกิจ มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 87.22 : 84.08 เป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ และ 2) ความพึงพอใจต่อชุดฝึกวิชาธุรกิจดิจิทัล เรื่อง การบริหารจัดการธุรกิจ อยู่ในระดับมาก

คำสำคัญ : การหาประสิทธิภาพชุดฝึก การบริหารจัดการธุรกิจ การหาความพึงพอใจ

<sup>1</sup> วิทยาลัยอาชีวศึกษาชลบุรี สถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออกเฉียง

\* ชูศรี เกลียวสกุลโกวิท, E-mail : Chusree.kew@chonvc.ac.th

## Abstract

The purposes of this research were to; 1) develop Enterprise Resource Planning for Digital Business, Bachelor of Technology Program in Business Computer (Continuing Program), Chonburi Vocational College, and 2) find out effectiveness of Enterprise Resource Planning for Digital Business. The population 22 people were bachelor students in Technology Program in Business Computer, Chonburi Vocational College, Eastern Institute who register for digital business subject of Academic year 1/2564 were recruited. The research tools were consisted of 1) Enterprise Resource Planning for Digital Business, 2) achievement test on knowledge and practices with content validity level (IOC) between 0.80–1.00, difficulty level between 0.50- 0.78, discrimination level between 0.22-0.67, reliability level was 0.82, the satisfaction of students with content validity level (IOC) between 0.80–1.00 and inter-rater reliability at 0.88, Mean 4.28, standard deviation 0.18. The results of the study were as follows, 1) Enterprise Resource Planning for Digital Business had efficiency at 78.42/76.08 according to the set criteria. 2) the satisfaction of students to Enterprise Resource Planning for Digital Business at a good level.

**Keywords :** skill package; achievement test; student

## บทนำ

การพัฒนากำลังคนให้มีคุณภาพทั้งด้านความรู้ หมายถึง ความรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริง หลักการ ทฤษฎี และแนวปฏิบัติที่เกี่ยวข้องกับสาขาวิชาที่เรียนหรือทำงาน ด้านทักษะ หมายถึงความสามารถปฏิบัติงานซึ่งบุคคลนั้นควรทำได้เมื่อได้รับมอบหมาย โดยสามารถเลือกใช้วิธีการจัดการและแก้ปัญหาการทำงานด้วยทักษะด้านกระบวนการคิดที่เกี่ยวข้องกับการใช้ตรรกะ ทักษะการหยั่งรู้และความคิดสร้างสรรค์ ทักษะการเรียนรู้ตลอดชีวิตหรือทักษะการปฏิบัติหรือวิธีปฏิบัติที่มีความคล่องแคล่วและความชำนาญ [1] ถือเป็นกระบวนการที่สำคัญของการศึกษา เพื่อเป็นกำลังสำคัญสำหรับการพัฒนาประเทศ ซึ่งหลักสูตรเทคโนโลยีบัณฑิต สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ (ต่อเนื่อง) หลักสูตรใหม่ พ.ศ. 2562 เป็นหลักสูตรเทคโนโลยีสายปฏิบัติการ ประเภทของหลักสูตรทางวิชาชีพหรือปฏิบัติการ สังกัดวิทยาลัยอาชีวศึกษาชลบุรี สถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออกเฉียงใต้ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ ซึ่งได้รับอนุมัติและเห็นชอบหลักสูตรจากคณะกรรมการการอาชีวศึกษาให้ใช้หลักสูตร ในการประชุมครั้งที่ 3/2562 เมื่อวันที่ 29 เดือน เมษายน พ.ศ. 2562 [2] สำหรับการจัดการเรียนการสอน ส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาการเรียนรู้ทั้งทฤษฎีและปฏิบัติ จัดการเรียนรู้อย่างบูรณาการแบบทวิภาคีที่มีการจัดแผนการเรียน แผนการฝึกอาชีพ การฝึกทำงาน การวัดผลและการประเมินผล เพื่อมุ่งเน้นผลิตผู้สำเร็จการศึกษาในระดับฝีมือ ระดับเทคนิค และระดับเทคโนโลยี [3] มีการกำหนดรายวิชา แบ่งเป็น 2 กลุ่มใหญ่ๆ ได้แก่ รายวิชาในสถานศึกษาและรายวิชาในสถานประกอบการ ซึ่งมีสัดส่วนตามโครงสร้างหลักสูตร กำหนดตามแผนการฝึกอาชีพที่จัดร่วมกับสถานประกอบการ ไม่ต่ำกว่า 18 หน่วยกิต ระยะเวลา 2 ภาคการศึกษา ให้ผู้เรียนได้ฝึกประสบการณ์สมรรถนะวิชาชีพในสถานประกอบการ รัฐวิสาหกิจและหน่วยงานของรัฐบาล

เพื่อผลิตบุคลากรให้มีสมรรถนะด้านคอมพิวเตอร์ธุรกิจที่สามารถนำความรู้ไปบูรณาการประยุกต์ใช้จัดการ การแก้ไขปัญหาและพัฒนาทางด้านเทคโนโลยีธุรกิจดิจิทัล การค้นคว้าวิจัย สร้างนวัตกรรมที่เป็นประโยชน์ต่องานอาชีพในอุตสาหกรรมและภาคบริการ โดยรับการฝึกอบรม ฝึกปฏิบัติงานให้สอดคล้องกับรายวิชาที่กำหนด สำหรับรายวิชาธุรกิจดิจิทัล รหัสวิชา 23-4204-2012 เป็นรายวิชาในสถานประกอบการของนักศึกษาชั้นปีที่ 2 ภาคการศึกษาที่ 2 มีสมรรถนะรายวิชามุ่งเน้นการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการพัฒนาและบริหารจัดการธุรกิจ แต่เนื่องจากข้อจำกัดจากตำแหน่งงาน และสถานประกอบการที่มีความหลากหลาย ทำให้นักศึกษาที่ฝึกประสบการณ์สมรรถนะวิชาชีพส่วนใหญ่ มีอุปสรรคกับการเข้าถึงเทคโนโลยีที่สนับสนุนให้นักศึกษาได้ฝึกปฏิบัติได้ตรงตามสมรรถนะรายวิชาของรายวิชา จึงได้มีการนำชุดฝึกวิชาธุรกิจดิจิทัล เรื่อง การบริหารจัดการธุรกิจ ทำให้นักศึกษาได้ฝึกปฏิบัติเพื่อให้เรียนรู้และฝึกปฏิบัติได้ตรงตามสมรรถนะรายวิชานี้

ผู้วิจัยจึงมีความประสงค์จะหาประสิทธิภาพชุดฝึกวิชาธุรกิจดิจิทัล เรื่อง การบริหารจัดการธุรกิจ ของนักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ (ต่อเนื่อง) วิทยาลัยอาชีวศึกษาชลบุรี เพื่อนำมาใช้สำหรับให้นักศึกษาเรียนรู้และฝึกปฏิบัติได้ตรงตามสมรรถนะรายวิชาต่อไป

#### วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดฝึกวิชาธุรกิจดิจิทัล เรื่อง การบริหารจัดการธุรกิจ ของนักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ (ต่อเนื่อง) วิทยาลัยอาชีวศึกษาชลบุรี
2. เพื่อประเมินความพึงพอใจการใช้งานชุดฝึกวิชาธุรกิจดิจิทัล เรื่อง การบริหารจัดการธุรกิจ

#### กรอบแนวคิดในการวิจัย

ประสิทธิภาพของชุดฝึกวิชาธุรกิจดิจิทัล เรื่อง การบริหารจัดการธุรกิจ ของนักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ (ต่อเนื่อง) วิทยาลัยอาชีวศึกษาชลบุรี ซึ่งเป็นระบบ ERP (Enterprise Resource Planning) ของซอฟต์แวร์ธุรกิจ Odoo ที่พัฒนาด้วยภาษา Python

ความพึงพอใจของชุดฝึกวิชาธุรกิจดิจิทัล เรื่อง การบริหารจัดการธุรกิจ

#### วิธีดำเนินการวิจัย

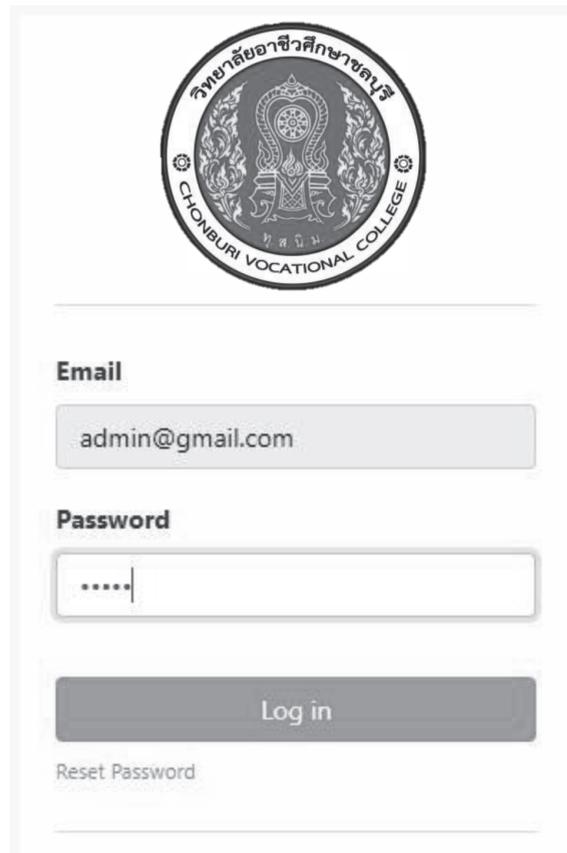
##### ประชากร

ประชากร คือนักศึกษาชั้นปีที่ 2 ระดับปริญญาตรี สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ (ต่อเนื่อง) วิทยาลัยอาชีวศึกษาชลบุรี ที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชาธุรกิจดิจิทัล รหัสวิชา 23-4204-2012 ภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 22 คน

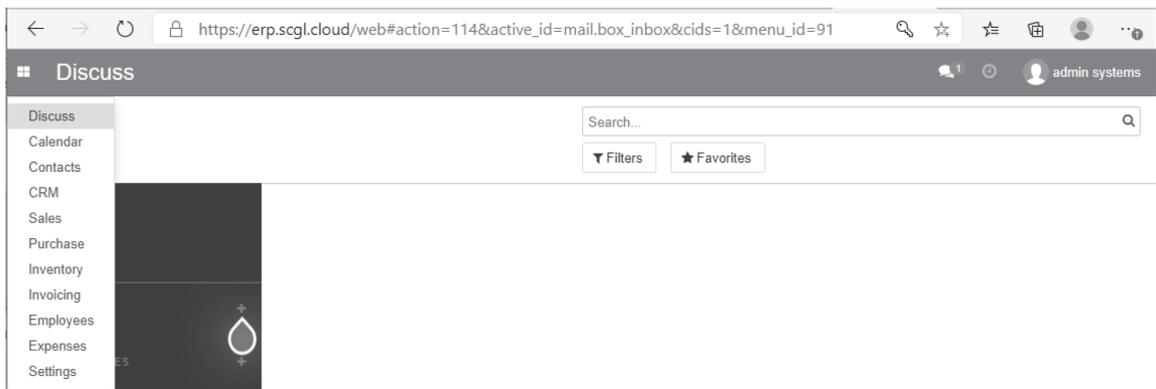
##### เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยชุดฝึกวิชาธุรกิจดิจิทัล เรื่อง บริหารจัดการธุรกิจ ประกอบด้วย

1. ชุดฝึกวิชาธุรกิจดิจิทัล เรื่อง การบริหารจัดการธุรกิจ ของนักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ (ต่อเนื่อง) วิทยาลัยอาชีวศึกษาชลบุรี ซึ่งเป็นระบบ ERP (Enterprise Resource Planning) ของซอฟต์แวร์ธุรกิจ Odoo ที่พัฒนาด้วยภาษา Python ให้ครอบคลุมพื้นฐานธุรกิจ 5 ส่วน ได้แก่ การจัดซื้อ คลังสินค้า การขาย บัญชี และรายได้ โดยมีภาพประกอบ ดังนี้



ภาพที่ 1 หน้าจอ Login



ภาพที่ 2 เลือกเมนูพื้นฐาน 5 ส่วน ได้แก่ การจัดซื้อ คลังสินค้า การขาย บัญชี และรายได้

Request for Quotation / New

Save Discard

Send by Email Print RFQ Confirm Order Cancel

RFQ RFQ Sent Purchase Order

Request for Quotation

☆ New

Vendor: Chonburi Vocational College

Vendor Reference: 001/2564

Order Deadline: 12/30/2021 18.44.57

Receipt Date: 12/30/2021 12.00.00

Ask confirmation: 1 day(s) before

Products Other Information

Product	Description	Quantity	Unit Price	Taxes	Subtotal
+	แม็งคูกี้	แม็งคูกี้	10.00	250.00 (Input VAT 7%)	2,500.00 B
		0.00	0.00		0.00 B

Add a product Add a section Add a note

Define your terms and conditions ...

Untaxed Amount: 2,500.00 B  
Taxes: 175.00 B  
Total: 2,675.00 B

### ภาพที่ 3 หน้าจอ รายละเอียดการจัดซื้อ

2. แบบทดสอบ เป็นแบบเลือกตอบ จำนวน 20 ข้อ มีค่าความตรงเชิงเนื้อหา โดยมีค่า IOC เท่ากับ 0.80-1.00 มีค่าความยากง่ายเท่ากับ 0.50-0.78 ค่าอำนาจจำแนกเท่ากับ 0.22-0.67 และค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.82

3. แบบประเมินความพึงพอใจ เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Likert Rating Scales) 5 ระดับ จำนวน 10 ข้อ มีค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างเนื้อหา กับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมเท่ากับ 0.80-1.00

### การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลชุดฝึกวิชาการธุรกิจดิจิทัล เรื่อง บริหารจัดการธุรกิจ ดังนี้

1. จากการทดสอบประสิทธิภาพใช้เบื้องต้น (Try Out) โดยนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง จำนวน 10 คน

2. จากการทดสอบประสิทธิภาพสอนจริง (Trial Run) กับนักศึกษาชั้นปีที่ 2 ระดับปริญญาตรี สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ (ต่อเนื่อง) ที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชาการธุรกิจดิจิทัล รหัสวิชา 23-4204-2012 ภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 22 คน

3. จากการให้ตอบแบบประเมินความพึงพอใจการใช้งานชุดฝึกวิชาการธุรกิจดิจิทัล เรื่อง บริหารจัดการธุรกิจ

## การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำข้อมูลที่รวบรวมได้ นำมาวิเคราะห์ข้อมูลประกอบด้วย 2 ระยะ ได้แก่ 1) การหาประสิทธิภาพ และ 2) นำชุดฝึกวิชาธุรกิจดิจิทัล เรื่อง บริหารจัดการธุรกิจ ใช้งานกับนักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ (ต่อเนื่อง) วิทยาลัยอาชีวศึกษาชลบุรี

### 1. การหาประสิทธิภาพ

1.1 ศึกษาสภาพปัญหาของผู้เรียน ซึ่งเป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 2 ระดับปริญญาตรี สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ (ต่อเนื่อง) ที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชาธุรกิจดิจิทัล รหัสวิชา 23-4204-2012 ภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 22 คน ที่ฝึกประสบการณ์สมรรถนะวิชาชีพในสถานประกอบการ จำนวน 13 สถานประกอบการ พบว่า ได้ฝึกปฏิบัติเกี่ยวข้องกับระบบบริหารจัดการธุรกิจ เพียง 2 สถานประกอบการ เท่านั้น

1.2 ศึกษาความเป็นไปได้ของการใช้ชุดฝึกวิชาธุรกิจดิจิทัล เรื่อง บริหารจัดการธุรกิจ โดยศึกษาเอกสาร แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ตลอดจนการติดต่อประสานงาน ขอข้อมูลสนับสนุนเพิ่มเติมจากสถานประกอบการ

1.3 วางแผนการดำเนินการและออกแบบการพัฒนาชุดฝึกวิชาธุรกิจดิจิทัล เรื่อง บริหารจัดการธุรกิจ

1.4 พัฒนาชุดฝึกวิชาธุรกิจดิจิทัล เรื่อง บริหารจัดการธุรกิจ ซึ่งเป็นระบบ OpenERP ของบริษัท Odoo ด้วยภาษา Python ครอบคลุมพื้นฐานธุรกิจ 5 ส่วน ได้แก่ การจัดซื้อ คลังสินค้า การขาย บัญชี และรายได้

1.5 นำชุดฝึกวิชาธุรกิจดิจิทัล เรื่อง บริหารจัดการธุรกิจ ประเมินคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน เป็นผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา 2 ท่าน และด้านซอฟต์แวร์ 1 ท่าน และนำมาคำนวณโดยใช้สูตร IOC

1.6 ประเมินประสิทธิภาพของชุดฝึกวิชาธุรกิจดิจิทัล เรื่อง บริหารจัดการธุรกิจ ด้วยกระบวนการ 2 ขั้นตอน ได้แก่ การทดสอบประสิทธิภาพใช้เบื้องต้น (Try Out) โดยนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงที่ไม่ใช่กลุ่มประชากร จำนวน 10 คน และทดสอบประสิทธิภาพสอนจริง (Trial Run) ซึ่งใช้เป็นรูปแบบบล็อกคอร์ส สอนจำนวน 4 สัปดาห์ ๆ ละ 4 ชั่วโมง ให้กับนักศึกษาชั้นปีที่ 2 ระดับปริญญาตรี สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ (ต่อเนื่อง) ที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชาธุรกิจดิจิทัล รหัสวิชา 23-4204-2012 ภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 22 คน

1.7 วิเคราะห์ประสิทธิภาพของชุดฝึกวิชาธุรกิจดิจิทัล เรื่อง บริหารจัดการธุรกิจ ของนักศึกษาระดับปริญญาตรี โดยใช้สูตร E1/E2 โดยกำหนดค่าประสิทธิภาพเป็น E1 = Efficiency of Process (ประสิทธิภาพของกระบวนการประสิทธิภาพเป็น E2 = Efficiency of Product (ประสิทธิภาพของผลลัพธ์) ได้แก่ แบบทดสอบหลังการใช้ชุดฝึกวิชาธุรกิจดิจิทัล เรื่อง บริหารจัดการธุรกิจ

2. นำชุดฝึกวิชาธุรกิจดิจิทัล เรื่อง บริหารจัดการธุรกิจ ใช้งานกับนักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ (ต่อเนื่อง) วิทยาลัยอาชีวศึกษาชลบุรี

2.1 ประเมินความพึงพอใจของนักศึกษาต่อชุดฝึกวิชาธุรกิจดิจิทัล เรื่อง บริหารจัดการธุรกิจ โดยหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างรายการประเมินความพึงพอใจกับคุณลักษณะสิ่งที่ต้องการประเมิน โดยนำเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญเพื่อทำการประเมิน IOC จากนั้นนำมาคำนวณโดยใช้สูตร IOC แล้วนำไปทดลองใช้กับผู้เข้าอบรมที่ไม่ใช่กลุ่ม ตัวอย่างโดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา ( $\alpha$ -coefficient) ของครอนบาค (Cronbach) แล้วนำแบบประเมินที่ผ่านเกณฑ์ไปใช้กับประชากร โดยใช้มาตราประมาณค่าหรือระดับคะแนน Rating Scale จากนั้นนำผลการประเมินมาหาค่าความพึงพอใจโดยใช้สูตรค่าเฉลี่ย ( $\mu$ ) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ( $\sigma$ )

2.2 ตรวจสอบความสมบูรณ์ของข้อมูลในแต่ละขั้นตอน เพื่อนำมาตรวจให้คะแนนและวิเคราะห์ข้อมูลความพึงพอใจของนักศึกษาต่อชุดฝึกวิชาธุรกิจดิจิทัล เรื่อง บริหารจัดการธุรกิจ

### ผลการวิจัย

1. ประสิทธิภาพชุดฝึกวิชาธุรกิจดิจิทัล เรื่อง บริหารจัดการธุรกิจ ของนักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ (ต่อเนื่อง) วิทยาลัยอาชีวศึกษาชลบุรี ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ประสิทธิภาพชุดฝึกวิชาธุรกิจดิจิทัล เรื่อง บริหารจัดการธุรกิจ

ประเด็นคำถาม	ความพึงพอใจในการใช้งาน				เปลี่ยนแปลง
	ระดับ ปวส.		ระดับปริญญาตรี		
	$\mu$	$\sigma$	$\mu$	$\sigma$	
1. ความเชื่อมั่นต่อชุดฝึกวิชาธุรกิจดิจิทัล เรื่อง บริหารจัดการธุรกิจ ที่จะนำมาใช้งาน	3.01	0.06	4.50	0.2	+1.49*
2. มีความสอดคล้องกับสมรรถนะรายวิชา	3.82	0.46	4.45	0.28	+0.63
3. การจัดรูปแบบอย่างชัดเจน	3.85	0.31	4.51	0.24	+0.66
4. มีสัดส่วนเหมาะสม ถูกต้อง	3.95	0.72	4.37	0.18	+0.42
5. ความทันสมัย น่าใช้งาน	3.91	0.16	4.36	0.35	+0.45
6. ขั้นตอนการป้อนข้อมูล ใช้งานง่าย ไม่ซับซ้อน	3.90	0.54	3.95	0.22	+0.05
7. การปฏิบัติงานได้ถูกต้องทุกขั้นตอน	3.11	0.19	4.61	0.15	+1.50*
8. ความเร็วในการเข้าถึงข้อมูล	3.64	0.50	4.50	0.12	+0.86
9. ชุดฝึกวิชาธุรกิจดิจิทัล เรื่อง บริหารจัดการธุรกิจ มีความปลอดภัยในการใช้งาน	3.57	0.30	4.42	0.21	+0.85
10. องค์กรประกอบครบตามความต้องการในการใช้งาน	3.89	0.25	4.4	0.11	+0.51
<b>สรุปผลระดับประสิทธิภาพ</b>	<b>3.67</b>	<b>0.35</b>	<b>4.41</b>	<b>0.21</b>	<b>มาก</b>

ตารางที่ 2 ความพึงพอใจในการใช้ชุดฝึกวิชาธุรกิจดิจิทัล เรื่อง บริหารจัดการธุรกิจ

ประเด็นคำถาม	ความพอใจพึงในการใช้งาน	
	$\mu$	$\sigma$
1. ความเชื่อมั่นต่อเว็บแอปพลิเคชันที่จะนำมาใช้งาน	4.52	0.40
2. ความรู้ความเข้าใจในการใช้เทคโนโลยีเว็บแอปพลิเคชัน	4.48	0.20
3. การรับรู้และเข้าใจถึงประโยชน์ของเว็บแอปพลิเคชันนี้	4.53	0.24
4. ขั้นตอนการป้อนข้อมูล ใช้งานง่าย ไม่ซับซ้อน	4.38	0.28
5. ความเร็วในการเข้าถึงข้อมูล	4.42	0.34
6. ความสวยงาม ความทันสมัย น่าใช้งาน	3.98	0.27
7. องค์กรประกอบครบตามความต้องการในการใช้งาน	4.65	0.35
8. เว็บแอปพลิเคชันมีเสถียรภาพและปลอดภัยในการใช้งาน	4.64	0.22
9. ความรู้ความเข้าใจในการใช้เทคโนโลยีเว็บแอปพลิเคชันการรับรู้	4.39	0.44
10. ความพึงพอใจในการใช้เว็บแอปพลิเคชันโดยรวม	4.54	0.23
<b>สรุปผลระดับความพึงพอใจ</b>	<b>4.45</b>	<b>0.30</b>

2. ประสิทธิภาพของชุดฝึกวิชาธุรกิจดิจิทัล เรื่อง บริหารจัดการธุรกิจ ของนักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ (ต่อเนื่อง) วิทยาลัยอาชีวศึกษาชลบุรี ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพร้อยละ 87.22 : 84.08 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 80 : 80 โดยผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนด้วยชุดฝึกบริหารจัดการธุรกิจ สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

3. นักศึกษาที่ใช้งานชุดฝึกวิชาธุรกิจดิจิทัล เรื่อง บริหารจัดการธุรกิจ มีความพึงพอใจต่อชุดฝึกวิชาธุรกิจดิจิทัล เรื่อง บริหารจัดการธุรกิจ อยู่ในระดับมาก ( $\mu = 4.42, \sigma = 0.14$ ) ดังตารางที่ 2

**การอภิปรายผลการวิจัย**

การวิจัยครั้งนี้เป็นการหาประสิทธิภาพชุดฝึกวิชาธุรกิจดิจิทัล เรื่อง บริหารจัดการธุรกิจ ของนักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ (ต่อเนื่อง) วิทยาลัยอาชีวศึกษาชลบุรี ผู้วิจัยอภิปรายผล ดังนี้

1. ผลการหาประสิทธิภาพของชุดฝึกวิชาธุรกิจดิจิทัล เรื่อง บริหารจัดการธุรกิจ ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 พบว่า ค่าประสิทธิภาพของชุดฝึกบริหารจัดการธุรกิจ มีค่าเท่ากับ 87.22/84.08 หมายความว่า ผู้เรียนได้คะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบ คิดเป็นร้อยละ 87.22 และคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบหลังเรียน คิดเป็นร้อยละ 84.08 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด 80/80 ทั้งนี้เนื่องจากผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจในการเรียนรู้ทางด้านการศึกษา อาจเป็นเพราะชุดฝึกบริหารจัดการธุรกิจ

2. ความพึงพอใจต่อชุดฝึกวิชาธุรกิจดิจิทัล เรื่อง บริหารจัดการธุรกิจ อยู่ในระดับมาก

## ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

1. ผู้เรียนต้องทำความเข้าใจในแต่ละเรื่องที่เขาใจยาก อีกทั้งควรส่งเสริมให้ผู้เรียนเรียนรู้ด้วยตัวเอง
2. ควรนำชุดฝึกวิชาธุรกิจดิจิทัล เรื่อง บริหารจัดการธุรกิจ พัฒนาต่อยอด และนำไปใช้กับนักศึกษาระดับปริญญาตรี ในภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2566 เพราะสามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เกิดทักษะปฏิบัติได้

## เอกสารอ้างอิง

- [1] กระทรวงศึกษาธิการ. (2562). ประกาศกระทรวงศึกษาธิการ เรื่อง กรอบคุณวุฒิอาชีวศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2562, ค้นจาก <https://www.moe.go.th/>
- [2] หลักสูตรเทคโนโลยีบัณฑิต สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ (ต่อเนื่อง). (2562). หลักสูตรเทคโนโลยีบัณฑิต สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ (ต่อเนื่อง) หลักสูตรใหม่ พ.ศ. 2562 วิทยาลัยอาชีวศึกษาชลบุรี สถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออก.
- [3] สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา. (2563). ประกาศคณะกรรมการการอาชีวศึกษา เรื่อง มาตรฐานการจัดการอาชีวศึกษาระบบทวิภาคี พ.ศ. 2563, ค้นจาก <https://dvec.vec.go.th/>
- [4] พจนานุกรม ฉบับราชบัณฑิตยสถาน. (2554). พจนานุกรม ฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2554, ค้นจาก <https://www.dictionary.orst.go.th/>
- [5] ทิศนา แชมมณี. (2554). ศาสตร์การสอนองค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- [6] เขมณัฏฐ์ มิ่งศิริธรรม. (2557). การพัฒนาชุดฝึกอบรมด้านเทคโนโลยีสารสนเทศสำหรับครูมัธยมศึกษา ในศตวรรษที่ 21. นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- [7] เกริก ท่วมกลาง และจินตนา ท่วมกลาง. (2555). การพัฒนาสื่อ / นวัตกรรมทางการศึกษา. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ สถาพรบุคส์.
- [8] ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2556). การทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอน. วารสารศิลปการ ศึกษาศาสตร์. 5,3: 7 – 20.
- [9] ชัยวัฒน์สุทธิรัตน์. (2559). 80 นวัตกรรม การจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ. พิมพ์ครั้งที่ 7. นนทบุรี: พี บาลานซ์ดีไซด์แอนพริ้นติ้ง .
- [10] นภสร ยลสุริยัน. (2562) ผลการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION เพื่อส่งเสริมความเป็นนวัตกรรมและผลงานสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา ปีที่ 5. วิทยานิพนธ์หลักสูตรปริญญาโทมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศิลปากร.

# รูปแบบโซ่อุปทานดิจิทัลเพื่อการจัดการศึกษาตามบทบาทของมหาวิทยาลัยไทย

## Digital supply chain model for educational management according to the role of Thai universities

อรรรถพล จันทร์สมุด  
Artaphon Chansamut

### บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อศึกษารูปแบบโซ่อุปทานดิจิทัลเพื่อการจัดการศึกษาตามบทบาทของมหาวิทยาลัยไทย 2) เพื่อประเมินโซ่อุปทานดิจิทัลเพื่อการจัดการศึกษาตามบทบาทของมหาวิทยาลัยไทย กลุ่มตัวอย่างในการศึกษาคั้งนี้ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 10 คน ในสาขาโซ่อุปทาน ผู้เชี่ยวชาญทั้งหมดใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าเฉลี่ยเลขคณิตและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัยพบว่ารูปแบบโซ่อุปทานดิจิทัลเพื่อการจัดการศึกษาตามบทบาทของมหาวิทยาลัยไทยประกอบ 7 องค์ประกอบ ได้แก่ องค์ประกอบหลัก ผู้ส่งมอบ ผู้ผลิต ลูกค้า ผู้บริโภค ความพึงพอใจ และการตอบกลับ ผู้เชี่ยวชาญทั้งหมดในสาขาโซ่อุปทานยอมรับรูปแบบโซ่อุปทานดิจิทัลเพื่อการจัดการศึกษาตามบทบาทของมหาวิทยาลัยไทยมีความเหมาะสมระดับสูง ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.70 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 1.10 แสดงให้เห็นว่ารูปแบบโซ่อุปทานดิจิทัลเพื่อการจัดการศึกษาตามบทบาทของมหาวิทยาลัยไทย สามารถนำมาใช้ในการพัฒนาการศึกษาตามบทบาทของมหาวิทยาลัยไทยได้

**คำสำคัญ** รูปแบบโซ่อุปทานดิจิทัล,การจัดการศึกษา,บทบาทของมหาวิทยาลัยไทย

### Abstract

The objective of this research was 1) to study digital supply chain model for educational management according to the role of Thai universities. 2) to assess digital supply chain model for educational management according to the role of Thai universities. The sample group in this study consists of ten experts in the field of supply chain .All experts using purposive sampling method. Data were analyzed by arithmetic mean and standard deviation. The research findings found that digital supply chain model for educational management according to the role of Thai universities comprises seven main components, namely, Suppliers, Manufacturer, customers ,Consumers Satisfaction and feedback. All experts in the field of supply chain agreement of digital supply chain model for educational management according to the role of Thai universities was a high level. The rating mean of 3.70 and standard deviation of 1.10, which means that digital supply chain model for educational management according to the role of Thai universities could be used to develop educational according to the role of Thai universities the tasks.

**Keywords :** Digital supply chain model, educational management, role of Thai universities Institute.

ปัจจุบันกระแสของการเปลี่ยนแปลงจากเทคโนโลยีดิจิทัล (Digital Disruption) ต่อการให้บริการ และการดำเนินธุรกรรมต่าง ๆ มีความสำคัญต่อการดำเนินชีวิตของประชาชน และการประกอบกิจการต่าง ๆ มากยิ่งขึ้นอย่างก้าวกระโดด ดังจะเห็นได้จากผลสำรวจจำนวนผู้ใช้อินเทอร์เน็ตในประเทศไทยมีมากกว่า 47.5 ล้านคน จากผลสำรวจในปี 2562 คิดเป็นร้อยละ 71.5 ของประชากรทั้งหมดในประเทศไทย ซึ่งสอดคล้องกับรายงานการจัดทำดัชนีรัฐบาลอิเล็กทรอนิกส์ ขององค์การสหประชาชาติ (UN e-Government Index) ในปี 2563 ที่ได้มีการรายงานจำนวนผู้ใช้อินเทอร์เน็ตบรอดแบนด์ผ่านอุปกรณ์สื่อสารเคลื่อนที่อยู่ในระดับสูง ซึ่งทำให้สัดส่วนของดำเนินการธุรกรรมผ่านช่องทางออนไลน์ การชำระค่าสินค้า การซื้อสินค้า การบริการ การสั่งอาหาร รวมถึงการรับบริการจากภาครัฐในสัดส่วนที่เพิ่มขึ้น การเปลี่ยนแปลงทางด้านเศรษฐกิจและสังคมดังที่กล่าวมานี้ ส่งผลให้ภาคส่วนต่าง ๆ จะต้องมีการปรับตัวให้สอดคล้องกับพฤติกรรมของผู้รับบริการที่เปลี่ยนแปลงไป [2] ขณะที่สถาบันอุดมศึกษามีพันธกิจ ได้แก่ การสร้างคน การสร้างความรู้ และการสร้างนวัตกรรมเพื่อให้องค์กรมีความเป็นเลิศ สถาบันอุดมศึกษาแต่ละแห่งจึงพยายามที่จะพัฒนาองค์กรเพื่อให้ทันต่อการเปลี่ยนแปลงด้วยการนำระบบเทคโนโลยีมาใช้ การเก็บข้อมูล ประมวลผลข้อมูล เผยแพร่ข้อมูล ให้อยู่ในลักษณะของรายงานที่สามารถวางแผนตัดสินใจได้ สถาบันการศึกษาจำเป็นต้องกำหนดนโยบายและทิศทางการพัฒนาองค์กรเพื่อให้ทันกับการเปลี่ยนแปลง

ผู้ใช้ระบบดิจิทัล หมายถึง บุคลากรทุกคนไม่เฉพาะแต่ผู้บริหารเท่านั้น ข้อมูลดิจิทัลจะแสดงถึงผลการปฏิบัติงานย่อมทำให้ผู้ปฏิบัติงานสามารถตรวจสอบการทำงานของตนเอง ตลอดจนข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นสามารถนำมาวิเคราะห์ปัญหาและนำมาปรับปรุงงานได้ การใช้ระบบดิจิทัลในหน่วยงานจึงมีความสำคัญมากกับการบริหารงานองค์กร ประกอบกับภาคธุรกิจและภาคอุตสาหกรรมก้าวไปสู่ระบบห่วงโซ่อุปทาน เพราะต้องมีการแข่งขันกันอย่างสูง ทั้งในประเทศ และต่างประเทศ ซึ่งนับวันจะรุนแรงยิ่งขึ้นภาคอุตสาหกรรมหรือองค์กรต่าง ๆ จึงมีความต้องการผู้ที่มีความรู้ความสามารถ มีทักษะในการทำงานมาทำงานในองค์กรของตน เพื่อเพิ่มผลผลิต การพัฒนาอย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้น จึงต้องมี ทรัพยากร และข้อมูลเพียงพอที่จะสร้างคุณค่าให้กับองค์กร เพื่อให้สามารถตอบสนองต่อลูกค้า ฉะนั้น กระบวนการจัดการห่วงโซ่อุปทาน จึงเป็นหัวใจที่จะช่วยสนับสนุน กิจกรรมของแบบจำลองระบบสารสนเทศการบริหารห่วงโซ่อุปทานเพื่อการจัดการงานวิจัยในสถาบันอุดมศึกษา ตั้งแต่ต้นน้ำ จนถึงขั้นปลายน้ำ สามารถตรวจสอบระบบข้อมูลได้รวดเร็ว ในทุกขั้นตอนของระบบห่วงโซ่อุปทาน ให้เกิดประสิทธิผล ทำให้องค์กร ดำเนินไปตามกลยุทธ์ที่ได้วางไว้ และสามารถเพิ่มคุณค่า ให้กับองค์กร และผู้บริโภค [3],[4],[5],[6],[7] [8] ดังนั้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจศึกษารูปแบบห่วงโซ่อุปทานดิจิทัลเพื่อการจัดการศึกษาตามบทบาทของมหาวิทยาลัยไทย เพื่อเพิ่มมูลค่า (Value Add) สร้างความพึงพอใจให้กับผู้บริโภค

## 2. วัตถุประสงค์การวิจัย

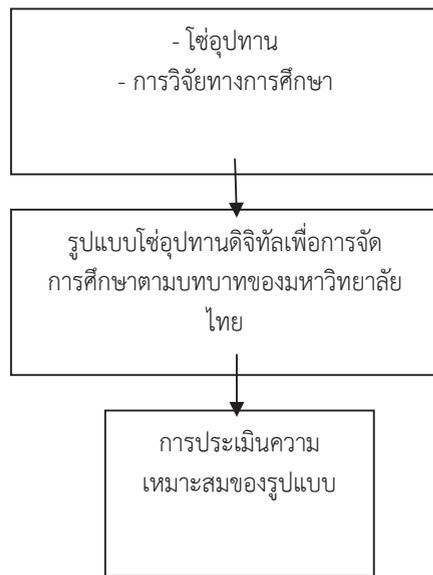
- 2.1 เพื่อศึกษารูปแบบห่วงโซ่อุปทานดิจิทัลเพื่อการจัดการศึกษาตามบทบาทของมหาวิทยาลัยไทย
- 2.2 เพื่อประเมินศึกษารูปแบบห่วงโซ่อุปทานดิจิทัลเพื่อการจัดการศึกษาตามบทบาทของมหาวิทยาลัยไทย

## 3. ระเบียบวิธีวิจัย

### กรอบแนวคิดการวิจัย

กรอบแนวคิดศึกษารูปแบบห่วงโซ่อุปทานดิจิทัลเพื่อการจัดการศึกษาตามบทบาทของมหาวิทยาลัยไทย มีปัจจัยที่นำมาใช้ในการพิจารณา ได้แก่ การวิเคราะห์สังเคราะห์เอกสารห่วงโซ่อุปทาน และการวิจัยทางการศึกษา และสร้างรูปแบบ

ห่วงโซ่อุปทานดิจิทัลเพื่อการจัดการศึกษาตามบทบาทของมหาวิทยาลัยไทย ดังรายละเอียดใน ภาพที่ 1



ภาพที่ 1. กรอบแนวคิดรูปแบบโฉัู่ปทานดิจิทัลเพื่อการจัดการศึกษาตามบทบาทของมหาวิทยาลัยไทย  
ขอบเขตการศึกษา

**ประชากร**

ประชากร ประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านท่วงโฉัู่ปทาน จำนวน 10 คน ผู้เชี่ยวชาญทั้งหมดใช้วิธีการ  
สุ่มตัวอย่างแบบเจาะจงโดยผู้เชี่ยวชาญทั้งหมดต้องสำเร็จการศึกษาระดับปริญญาเอก และมีประสบการณ์  
ทำงานมากกว่า 3 ปี

**ตัวแปรของการศึกษา**

ตัวแปรต้น คือ รูปแบบโฉัู่ปทานดิจิทัลเพื่อการจัดการศึกษาตามบทบาทของมหาวิทยาลัยไทย

ตัวแปรตาม คือ ผลการประเมินรูปแบบโฉัู่ปทานดิจิทัลเพื่อการจัดการศึกษาตามบทบาทของ  
มหาวิทยาลัยไทย

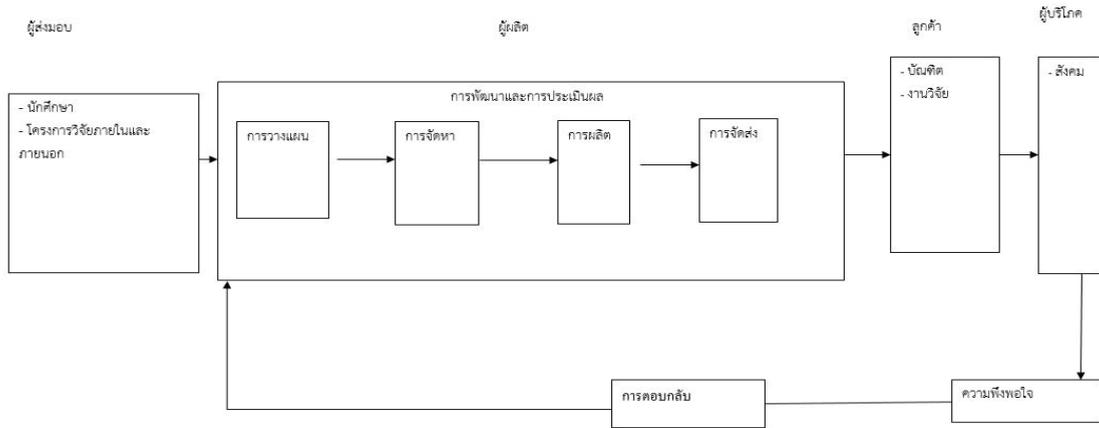
**เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษางานวิจัย**

แบบสอบถามประเมินรูปแบบโฉัู่ปทานดิจิทัลเพื่อการจัดการศึกษาตามบทบาทของมหาวิทยาลัยไทย  
3 การดำเนินงานวิจัยมี 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. วิเคราะห์และสังเคราะห์เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบโฉัู่ปทานดิจิทัลเพื่อการจัด  
การศึกษาตามบทบาทของมหาวิทยาลัยไทย
2. กำหนดกรอบการวิจัยรูปแบบโฉัู่ปทานดิจิทัลเพื่อการจัดการศึกษาตามบทบาทของมหาวิทยาลัย  
ไทย จากข้อ 1
3. ออกแบบรูปแบบโฉัู่ปทานดิจิทัลเพื่อการจัดการศึกษาตามบทบาทของมหาวิทยาลัยไทย
4. จัดทำแบบสอบถามเพื่อประเมินความเหมาะสมและส่งให้ผู้เชี่ยวชาญเพื่อขอความเห็นเกี่ยวกับ  
ความเหมาะสมของรูปแบบโฉัู่ปทานดิจิทัลเพื่อการจัดการศึกษาตามบทบาทของมหาวิทยาลัย
5. ประเมินรูปแบบโฉัู่ปทานดิจิทัลเพื่อการจัดการศึกษาตามบทบาทของมหาวิทยาลัย สถิติที่ใช้ใน  
การศึกษาครั้งนี้มีค่าเฉลี่ย (  $\bar{X}$  ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ( S.D. ) ตามเกณฑ์การชั่งน้ำหนักความ  
เหมาะสมของการออกแบบโดยใช้มาตราส่วนประมาณค่าห้าแบบของ Likert [1]

#### 4 ผลการวิจัย

ผลการวิจัยรูปแบบโซ่อุปทานดิจิทัลเพื่อการจัดการศึกษาตามบทบาทของมหาวิทยาลัยไทย สามารถอธิบายได้ในภาพที่ 2 ดังนี้



ภาพที่ 2 รูปแบบโซ่อุปทานดิจิทัลเพื่อการจัดการศึกษาตามบทบาทของมหาวิทยาลัยไทย คำบรรยายของรูปแบบโซ่อุปทานดิจิทัลเพื่อการจัดการศึกษาตามบทบาทของมหาวิทยาลัยไทย ดังนี้

##### 1. ผู้ส่งมอบ

ผู้ส่งมอบ ในรูปแบบ ได้กำหนดไว้ คือ ผู้จัดหานักเรียน ได้แก่ โรงเรียน วิทยาลัย ครอบครัว องค์กรรัฐบาลเอกชน และผู้จัดหางานวิจัยคือ ผู้จัดหาโครงการวิจัยภายใน (มหาวิทยาลัยออกทุนเอง) ผู้จัดหาโครงการวิจัยภายนอก (ทุนวิจัยภายนอก กระทรวงศึกษาธิการ องค์กรเอกชน ฯลฯ)

##### 2. ผู้ผลิต

ผู้ผลิตหรือมหาวิทยาลัย คือ ผู้ให้บริการหลัก 2 ส่วน ได้แก่ การพัฒนาและการประเมินด้านการจัดการศึกษาและงานวิจัยในมหาวิทยาลัย :ซึ่งมีกิจกรรมการดำเนินงานของห่วงโซ่อุปทานทางการจัดการศึกษา งานวิจัยของมหาวิทยาลัยในกิจกรรมการดำเนินงานของโซ่อุปทาน 4 ส่วน ได้แก่ การวางแผน การจัดหา การผลิต การจัดส่ง ดำเนินการพัฒนา และการประเมินผล การจัดการศึกษา และงานวิจัย ผลลัพธ์สุดท้ายของมหาวิทยาลัย คือ บัณฑิตและผลงานวิจัยที่ออกสู่สังคม

##### 3. ลูกค้า

ลูกค้า ในแบบจำลองได้กำหนดออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ลูกค้าการศึกษา และลูกค้าวิจัย สำหรับมหาวิทยาลัย นักศึกษา และงานวิจัย ผู้ให้บริการจะทำหน้าที่ผลิตวัตถุดิบให้เป็นวัสดุสำเร็จรูป ในทางกลับกันผู้สำเร็จการศึกษาและงานวิจัยสำเร็จรูปจะส่งไปยังลูกค้าปลายทางในห่วงโซ่อุปทาน

##### 4. ผู้บริโภค

ผู้บริโภค หมายถึง ลูกค้าปลายทางของห่วงโซ่อุปทาน เนื่องจากมหาวิทยาลัยเป็นส่วนหนึ่งของสังคม ผลลัพธ์สุดท้ายของห่วงโซ่อุปทาน รวมถึงบัณฑิตที่มีคุณภาพที่พึงประสงค์ และผลงานวิจัยที่มีคุณภาพจะถูกออกสู่สังคม

##### 5 ความพึงพอใจ

ความพึงพอใจ คือ ปัจจัยสำคัญในการทำงาน ที่ให้เจริญรุ่งเรือง เพื่อสร้างความพึงพอใจให้กับผู้ประกอบการที่ได้กำหนดให้มีการประเมินความพึงพอใจบัณฑิต และประเมินการนำงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

## 6 การตอบกลับ

การตอบกลับ เป็นข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ความพึงพอใจกับความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิต คือ บัณฑิต และงานวิจัยที่ส่งไปถึงลูกค้าที่จะเป็นข้อมูลป้อนกลับไปสู่ความคาดหวังให้ดียิ่งขึ้น [9],[10] ดังตารางที่ 1 ตารางที่ 1 ผลการประเมินรูปแบบโซ่อุปทานดิจิทัลเพื่อการจัดการศึกษาตามบทบาทของมหาวิทยาลัยไทย

ลำดับ	รายการประเมิน	X	S.D.	ระดับความเหมาะสม
<b>ความเหมาะสมขององค์ประกอบหลัก</b>				
1	ผู้ส่งมอบ	3.80	0.78	มาก
2	ผู้ผลิต	3.70	0.48	มาก
3	ลูกค้า	3.60	0.51	มาก
4	ผู้บริโภคร	3.70	0.94	มาก
5	ความพึงพอใจ	3.70	1.15	มาก
6	การตอบกลับ	3.60	1.67	มาก
	ผลรวม	3.68	0.84	มาก
<b>ความเหมาะสมของผู้ส่งมอบ</b>				
1	นักศึกษา	3.60	1.26	มาก
2	โครงการวิจัยภายในและ ภายนอก	3.70	1.41	มาก
	ผลรวม	3.65	1.34	มาก
<b>ความเหมาะสมของผู้ผลิต</b>				
1	การวางแผน	3.90	1.19	มาก
2	การจัดหา	3.70	1.41	มาก
3	การผลิต	3.70	1.15	มาก
4	การจัดส่ง	3.60	0.96	มาก
	ผลรวม	3.72	1.18	มาก
<b>ความเหมาะสมของลูกค้า</b>				
1	บัณฑิต	3.70	1.15	มาก
2	งานวิจัย	3.60	0.96	มาก
	ผลรวม	3.65	1.06	มาก
<b>ความเหมาะสมของผู้บริโภค</b>				
1	สังคม	3.90	1.19	มาก
	ผลรวม	3.90	1.19	มาก
<b>ความเหมาะสมความพึงพอใจ</b>				
1	ความพึงพอใจ	3.70	1.15	มาก
	ผลรวม	3.70	1.15	มาก
<b>ความเหมาะสมการตอบสนอง</b>				
1	การตอบสนอง	3.60	0.96	มาก
	ผลรวม	3.60	0.96	มาก
	<b>สรุปผลการประเมิน ทั้งหมด</b>	<b>3.70</b>	<b>1.10</b>	มาก

ตารางที่ 1 แสดงให้เห็นผู้เชี่ยวชาญยอมรับรูปแบบโซ่อุปทานดิจิทัลเพื่อการจัดการศึกษาตามบทบาทของมหาวิทยาลัยไทยมีความเหมาะสมระดับมาก ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 70.3 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 10.1

## 5. สรุปผลการวิจัย

สรุปผลการวิจัยของรูปแบบโซ่อุปทานดิจิทัลเพื่อการจัดการศึกษาตามบทบาทของมหาวิทยาลัยไทย ประกอบด้วย 7 องค์ประกอบ ได้แก่ องค์ประกอบหลัก ผู้ส่งมอบ ผู้ผลิต ลูกค้า ผู้บริโภค ความพึงพอใจ และการตอบกลับ ผู้เชี่ยวชาญทั้งหมดในสาขาโซ่อุปทานยอมรับรูปแบบโซ่อุปทานดิจิทัลเพื่อการจัดการศึกษาตามบทบาทของมหาวิทยาลัยไทยมีความเหมาะสมระดับสูง ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.70 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 1.10 แสดงให้เห็นว่ารูปแบบโซ่อุปทานดิจิทัลเพื่อการจัดการศึกษาตามบทบาทของมหาวิทยาลัยไทยสามารถนำมาใช้ในการพัฒนาการศึกษาตามบทบาทของมหาวิทยาลัยไทยได้

## 6. อภิปรายผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

### 6.1 อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิจัยรูปแบบโซ่อุปทานดิจิทัลเพื่อการจัดการศึกษาตามบทบาทของมหาวิทยาลัยไทย อภิปราย ดังนี้

1 รูปแบบโซ่อุปทานดิจิทัลเพื่อการจัดการศึกษาตามบทบาทของมหาวิทยาลัยไทยมีความเหมาะสมในระดับมากและการศึกษารูปแบบเป็นไปตามการทบทวนของเอกสารและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องจากทั้งในและต่างประเทศเกี่ยวกับการพัฒนาแบบจำลอง

2 การประเมินประสิทธิภาพของรูปแบบโซ่อุปทานดิจิทัลเพื่อการจัดการศึกษาตามบทบาทของมหาวิทยาลัยไทยเป็นไปตามงานวิจัยที่เกี่ยวข้องจากต่างประเทศเกี่ยวกับการพัฒนานารูปแบบ [3],[4],[5],[6],[7],[8],[9]

### 6.2 ข้อเสนอแนะ

รูปแบบโซ่อุปทานดิจิทัลเพื่อการจัดการศึกษาตามบทบาทของมหาวิทยาลัยไทยประกอบด้วย 7 องค์ประกอบ ได้แก่ องค์ประกอบหลัก ผู้ส่งมอบ ผู้ผลิต ลูกค้า ผู้บริโภค ความพึงพอใจ การตอบกลับและรูปแบบโซ่อุปทานดิจิทัลเพื่อการจัดการศึกษาตามบทบาทของมหาวิทยาลัยไทยมีความเหมาะสมในระดับมาก หากเป็นไปได้ ควรนำรูปแบบโซ่อุปทานดิจิทัลเพื่อการจัดการศึกษาตามบทบาทของมหาวิทยาลัยไทยที่พัฒนาขึ้นไปใช้เพื่อให้รูปแบบที่ศึกษามีประสิทธิภาพ

## 7 กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณผู้เชี่ยวชาญด้านโซ่อุปทาน จากหน่วยงานภายใน และหน่วยงานภายนอกที่ให้ความช่วยเหลือพัฒนารูปแบบ

## 8 การวิจัยต่อไป

ควรสร้างระบบโซ่อุปทานดิจิทัลเพื่อการจัดการศึกษาตามบทบาทของมหาวิทยาลัยไทย

## 9.เอกสารอ้างอิง

- [1] ประคอง กรรณสูต .2528. สถิติเพื่อการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์ .(ฉบับปรับปรุงแก้ไข)กรุงเทพฯ ศรีสง่า ศูนย์หนังสือ ดร.
- [2] สำนักงานพัฒนารัฐบาลดิจิทัล (องค์การมหาชน)(สพร).2558. [ออนไลน์]. **ความเป็นมาแผนพัฒนา รัฐบาลดิจิทัลของประเทศไทย พ.ศ.2563-2565**. สืบค้นเมื่อวันที่ 4 มิถุนายน 2566.
- [3] อรรถพล จันท์สมุด 2563. แบบจำลองระบบสารสนเทศเพื่อจัดการงานวิจัยในโซ่อุปทาน สำหรับ สถาบันอุดมศึกษา.วารสารวิชาการ ปชมท. ปีที่ 9 ฉบับที่ 2. 112 – 121.
- [4] Chansamut, A. and P. Piriya surawong.2014. Conceptual framework of supply chain management information system for curriculum management based on Thailand

qualifications framework for higher education. International Journal of Managing Value and Supply Chains (IJMVSC). Vol 5 No 4 33-45.

[5] Chansamut, A. and P. Piriyasurawong. 2019. **Supply chain management information system for curriculum management based on the national qualifications framework for higher education.** International Journal of Supply and Operations Management. Vol 6 No 1. 88-93.

[6] Chansamut, A. 2023. **Digital System for Vaccines Management in Thai Supply Chain.** International Journal of Supply Chain Management (IJSCM). Vol 12 No 2 69 – 71.

[7] Chansamut, A. 2023. **Digital Supply Chain Model for Humanitarian Management in Thailand.** International Journal of Supply Chain Management (IJSCM). Vol 12 No 2 51 – 54.

[8] Chansamut, A. 2023. **Digital System Model for Healthcare Management in Thai Supply Chain.** International Journal of Supply Chain Management (IJSCM). Vol 12 No 2 33 – 26.

[9] Habib. M, 2009. [Online]. **An empirical Research of ITESECM: integrated tertiary educational supply chain management model.** [Retrieved June,4 2023].from: <http://www.academia.edu/MamunHabib>.

[10] Kaewngam, A. Chatwattana, P and P. Piriyasurawong 2019. **supply chain management model in digital quality assurance for ASEAN quality assurance network (AUN-QA),** Higher Education Studie. Vol 9 No 4 13-20.



# วารสารวิชาการ

## สถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออก

Institute of Vocational Education : Eastern Region Journal

ปีที่ 3 ฉบับที่ 1 เดือนมกราคม – มิถุนายน 2567

VOL. 3 NO. 1 JANUARY – JUNE 2024

ISSN 2821 – 9422 (PRINT)

“ผลิตและพัฒนากำลังคนอาชีวศึกษา

สมรรถนะสูงตามมาตรฐานสากล”

### คำแนะนำสำหรับผู้เขียน

สารสังเขปของวารสารวิชาการ สถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออก จัดทำโดยสถาบัน การอาชีวศึกษา ภาคตะวันออก รับผิดชอบต่อผู้เขียนทั้งในและนอกสถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออก บทความที่เสนอ เพื่อขอรับการพิจารณาอาจเป็นภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษก็ได้ บทความต้องมีสองภาษา เอกสารอ้างอิงและ แบบฟอร์มตามที่วารสารกำหนดให้ผู้ทรงคุณวุฒิทั้งภายในและภายนอกสถาบันที่เกี่ยวข้องจำนวน 3 ท่าน ในการ พิจารณาบทความ กำหนดตีพิมพ์ ปีละ 2 ฉบับ (มกราคม-มิถุนายน และ กรกฎาคม-ธันวาคม)

### วัตถุประสงค์ (Aim and Scope)

วารสารวิชาการ สถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออก มีนโยบายเพื่อเป็นสื่อกลางในการ เผยแพร่ ผลงานวิจัยและนวัตกรรม ผลงานวิชาการที่นำไปสู่การพัฒนาการอาชีวศึกษาหรือนำองค์ความรู้ ด้านการ อาชีวศึกษาที่ผ่านกระบวนการวิจัยและนวัตกรรม แล้วนำไปสู่การพัฒนาการจัดการศึกษา สถานประกอบการ ชุมชน เศรษฐกิจ สังคม สิ่งแวดล้อม ประกอบไปด้วยขอบเขตเนื้อหาด้านเทคโนโลยี อุตสาหกรรม เทคโนโลยี สารสนเทศ บริหารธุรกิจ สาขาวิชาอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาและการอาชีวศึกษา

### การเตรียมต้นฉบับ

บทความมีความยาวประมาณ 10-15 หน้ากระดาษ A4 ส่วนการตั้งค่านำกระดาษ รายละเอียดตัวอักษร แบบอักษร การกำหนดหัวข้อ รายละเอียดการพิมพ์ รูปภาพ ตาราง และเอกสารอ้างอิง ให้ศึกษาจากคำแนะนำ ตามที่วารสารกำหนด



# วารสารวิชาการ

## สถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออก

Institute of Vocational Education : Eastern Region Journal

ปีที่ 3 ฉบับที่ 1 เดือนมกราคม – มิถุนายน 2567

VOL. 3 NO. 1 JANUARY – JUNE 2024

ISSN 2821 – 9422 (PRINT)

“ผลิตและพัฒนากำลังคนอาชีวศึกษา

สมรรถนะสูงตามมาตรฐานสากล”

### บทความวิจัยประกอบด้วยหัวข้อ

ชื่อเรื่อง (Title) ให้เขียนชื่อเรื่องเป็นภาษาไทยก่อน ใต้ลงมาเป็นภาษาอังกฤษ โดยภาษาอังกฤษ แต่ละคำ ให้ใช้ตัวพิมพ์ใหญ่เฉพาะอักษรตัวแรกของคำ (TH SarabunPSK 18 pt. หนา) จัดไว้ กึ่งกลางหน้ากระดาษ ชื่อผู้วิจัยและผู้ร่วมวิจัย ให้ระบุทั้งชื่อตัวและชื่อสกุลเป็นภาษาไทยและภาษาอังกฤษ ถ้ามีผู้วิจัยหลายคนให้ใช้หมายเลขกำกับตามลำดับ พร้อมระบุรายละเอียดของผู้เขียน ชื่อหน่วยงานที่สังกัด

ชื่อสถานศึกษา ชื่อสถาบัน อีเมล (TH SarabunPSK 14 pt. ปกติ)

บทคัดย่อทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ (Abstract) เป็นการย่อเนื้อความงานวิจัยทั้งเรื่องให้สั้นได้เนื้อหาสาระครบถ้วน ควรเขียนแบบสั้น และตรงประเด็น ระบุเฉพาะสาระสำคัญเท่านั้น โดยให้ลำดับบทคัดย่อภาษาไทย ขึ้นก่อนตามด้วยบทคัดย่อภาษาอังกฤษ

บทนำ (Introduction) ระบุความเป็นมาและความสำคัญของการทำวิจัย เหตุผลการทำวิจัย และเอกสารที่เกี่ยวข้อง

วัตถุประสงค์การวิจัย (Objectives) เป็นความเรียงเฉพาะประเด็นสำคัญของวัตถุประสงค์ การวิจัยที่ครอบคลุมแนวทางการทำวิจัยทั้งหมด

สมมติฐานการวิจัย (Hypothesis) เป็นความเรียงสมมติฐานเชิงพรรณนาหรือระบุความสัมพันธ์ ของตัวแปรที่ศึกษา

วิธีการดำเนินการวิจัย (Research Methodology) นำเสนอเกี่ยวกับประชากรและกลุ่มตัวอย่าง สำหรับการวิจัย เกณฑ์การเลือกคุณสมบัติ วิธีการเลือก สถานที่ที่เก็บข้อมูล เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย วิธีการคำแนะนำ สำหรับผู้เขียนเก็บข้อมูล ระยะเวลาในการดำเนินการ ขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการวิจัย (Results) รายงานผลการวิจัยให้ได้ใจความชัดเจนและตรงประเด็น โดยยึดแนวทาง ตามวัตถุประสงค์การวิจัยเป็นหลัก ควรอธิบายผลการวิจัยด้วยคำบรรยายเป็นหลัก ถ้ามีตัวแปรที่ศึกษา หรือตัวเลขมากให้นำเสนอเป็นตาราง (Table) รูปภาพ (Picture) แผนภาพเส้น (Figure) แผนภาพ(Diagram) และกราฟ (Graph) ชื่อตารางให้อยู่ด้านบนของตาราง ส่วนชื่อรูปภาพ แผนภาพ และกราฟให้อยู่ด้านล่าง



# วารสารวิชาการ

## สถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออก

Institute of Vocational Education : Eastern Region Journal

ปีที่ 3 ฉบับที่ 1 เดือนมกราคม – มิถุนายน 2567

VOL. 3 NO. 1 JANUARY – JUNE 2024

ISSN 2821 – 9422 (PRINT)

“ผลิตและพัฒนากำลังคนอาชีวศึกษา  
สมรรถนะสูงตามมาตรฐานสากล”

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ (Conclusion Discussion and Suggestion) เป็นการสรุป เฉพาะประเด็นสำคัญที่เกิดจากการทำวิจัยโดยให้จบด้วยข้อเสนอแนะการนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์ และประเด็นที่เป็นแนวทางการทำวิจัยต่อไป

เอกสารอ้างอิง ให้ใช้การอ้างอิงในบทความแบบตัวเลขตามมาตรฐานสากล โดยใช้หมายเลขในเครื่องหมายวงเล็บสี่เหลี่ยมตามลำดับการอ้างอิงในเนื้อหา แสดงไว้ในส่วนท้ายข้อความหรือชื่อบุคคล ที่อ้างอิง โดยเรียงลำดับตัวเลขที่อ้างอิง [1],[2],[3],[4]...ไปจนจบบท โดยไม่ต้องเรียงตามตัวอักษร ไม่ต้องแยกภาษาและประเภทเอกสาร ในกรณีที่มีการอ้างอิงซ้ำให้ใช้ตัวเลขเดิมที่เคยใช้อ้างอิงมาก่อนแล้ว

### บทความวิชาการ

ชื่อเรื่อง (Title) ให้เขียนชื่อเรื่องเป็นภาษาไทยก่อน ใต้ลงมาเป็นภาษาอังกฤษ โดยภาษาอังกฤษแต่ละคำให้ใช้ตัวพิมพ์ใหญ่เฉพาะอักษรตัวแรกของคำ

ชื่อเจ้าของบทความ ให้ระบุทั้งชื่อตัวและชื่อสกุลเต็มเป็นภาษาไทยและภาษาอังกฤษ พร้อมระบุรายละเอียดของผู้เขียน ชื่อหน่วยงานที่สังกัด ชื่อสถานศึกษา ชื่อสถาบัน อีเมล (TH SarabunPSK 14 pt. ปกติ)

เนื้อหา (Main Texts) ในบทความวิชาการมีองค์ประกอบดังนี้

บท คัดย่อ (Abstract) กล่าวถึงความน่าสนใจของเรื่องที่น่าเสนอก่อนเข้าสู่เนื้อหา

เนื้อ ความ (Content) ควรนำเสนอพัฒนาการของเรื่องได้อย่างน่าสนใจและมีเนื้อหาทันสมัย เหมาะสมกับสภาพปัจจุบันสำหรับการอ้างอิงในเนื้อหา เป็นการระบุแหล่งที่มาของข้อมูล ในเนื้อความให้ใช้วิธีการอ้างอิงแบบตัวเลข

ตาราง รูปภาพ แผนภาพ และกราฟ ที่แทรกในเนื้อหา อธิบายให้ได้สาระครบถ้วนอย่างสั้น ๆ โดยทั้งชื่อและคำอธิบายให้แสดงในทุกองค์ประกอบทั้งของ ตาราง (Table) รูปภาพ (Picture) แผนภาพเส้น (Figure) แผนภาพ (Diagram) และกราฟ (Graph) ชื่อตารางให้อยู่ด้านบนของตาราง ส่วนชื่อรูปภาพ แผนภาพ และกราฟให้อยู่ด้านล่าง

เอกสารอ้างอิง ให้ใช้การอ้างอิงในบทความแบบตัวเลขตามมาตรฐานสากล โดยใช้หมายเลขในเครื่องหมายวงเล็บสี่เหลี่ยมตามลำดับการอ้างอิงในเนื้อหา แสดงไว้ในส่วนท้ายข้อความหรือชื่อบุคคลที่อ้างอิง โดยเรียงลำดับตัวเลขที่อ้างอิง [1],[2],[3],[4]...ไปจนจบบท โดยไม่ต้องเรียงตามตัวอักษร ไม่ต้องแยกภาษาและประเภทเอกสาร ในกรณีที่มีการอ้างอิงซ้ำให้ใช้ตัวเลขเดิมที่เคยใช้อ้างอิงมาก่อนแล้ว



# วารสารวิชาการ

## สถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออก

Institute of Vocational Education : Eastern Region Journal

ปีที่ 3 ฉบับที่ 1 เดือนมกราคม – มิถุนายน 2567

VOL. 3 NO. 1 JANUARY – JUNE 2024

ISSN 2821 – 9422 (PRINT)

“ผลิตและพัฒนากำลังคนอาชีวศึกษา  
สมรรถนะสูงตามมาตรฐานสากล”

### สถานศึกษาในสังกัดสถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออก

สถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออก มีสถานศึกษาในสังกัดที่จัดการเรียนการสอนทั้งระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) และระดับปริญญาตรี สายเทคโนโลยีหรือสายปฏิบัติการ (ทล.บ.) อยู่ใน 4 จังหวัดของภาคตะวันออก ได้แก่ จังหวัดชลบุรี จังหวัดระยอง จังหวัดจันทบุรี และจังหวัดตราด รวม 9 สถานศึกษา

1. วิทยาลัยเทคนิคชลบุรี
2. วิทยาลัยเทคนิคสัตหีบ
3. วิทยาลัยอาชีวศึกษาชลบุรี
4. วิทยาลัยอาชีวศึกษาเทคโนโลยีฐานวิทยาศาสตร์ (ชลบุรี)
5. วิทยาลัยเทคนิคระยอง
6. วิทยาลัยเทคนิคมาบตาพุด
7. วิทยาลัยเทคนิคบ้านค่าย
8. วิทยาลัยเทคนิคจันทบุรี

### วิทยาลัยในสังกัดสถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออกที่เปิดสอนในระดับปริญญาตรี สายเทคโนโลยีหรือสายปฏิบัติการ (ทล.บ.)

#### จังหวัดระยอง

#### วิทยาลัยเทคนิคระยอง (ภาคพิเศษ/ปกติ )

สาขาวิชาเทคโนโลยีเครื่องกล (ภาคพิเศษ/ปกติ )

สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ (ภาคพิเศษ/ปกติ )

สาขาวิชาเทคโนโลยีพลังงาน (ภาคพิเศษ)

สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้า (ภาคพิเศษ/ปกติ )

สาขาวิชาเทคโนโลยีปิโตรเคมี (ภาคพิเศษ)

#### วิทยาลัยเทคนิคบ้านค่าย(ภาคพิเศษ )

สาขาวิชาเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์

สาขาวิชาเทคโนโลยีเครื่องกล

สาขาวิชาเทคโนโลยีธุรกิจดิจิทัล

วิทยาลัยการอาชีพแกลง(ภาคพิเศษ )

สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้า



# วารสารวิชาการ

## สถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

Institute of Vocational Education : Eastern Region Journal

ปีที่ 3 ฉบับที่ 1 เดือนมกราคม – มิถุนายน 2567

VOL. 3 NO. 1 JANUARY – JUNE 2024

ISSN 2821 – 9422 (PRINT)

“ผลิตและพัฒนากำลังคนอาชีวศึกษา  
สมรรถนะสูงตามมาตรฐานสากล”

วิทยาลัยในสังกัดสถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่เปิดสอนในระดับปริญญาตรี  
สายเทคโนโลยีหรือสายปฏิบัติการ (ทล.บ.)

จังหวัดชลบุรี

วิทยาลัยอาชีวศึกษาชลบุรี(ภาคพิเศษ )

สาขาวิชาการบัญชี สาขาวิชาเทคโนโลยีธุรกิจดิจิทัล สาขาวิชาการโรงแรม

วิทยาลัยอาชีวศึกษาเทคโนโลยีฐานวิทยาศาสตร์(ชลบุรี)(ภาคพิเศษ )

สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้า สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตอัตโนมัติและหุ่นยนต์

จังหวัดจันทบุรี

วิทยาลัยเทคนิคจันทบุรี(ภาคพิเศษ )

สาขาวิชาเทคโนโลยีโยธา สาขาวิชาเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์

สาขาวิชาเทคโนโลยียานยนต์ สาขาวิชาเทคโนโลยีธุรกิจดิจิทัล

จังหวัดตราด

วิทยาลัยเทคนิคตราด (ภาคพิเศษ )

สาขาวิชาเทคโนโลยียานยนต์





# วารสารวิชาการ

## สถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

Institute of Vocational Education : Eastern Region Journal

ปีที่ 3 ฉบับที่ 1 เดือนมกราคม – มิถุนายน 2567

VOL. 3 NO. 1 JANUARY – JUNE 2024

ISSN 2821 – 9422 (PRINT)

“ผลิตและพัฒนากำลังคนอาชีวศึกษา  
สมรรถนะสูงตามมาตรฐานสากล”

### วารสารวิชาการ สถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

วารสารวิชาการ สถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เป็นวารสารที่จัดทำขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อเป็นสื่อกลางในการเผยแพร่ผลงานวิจัยและนวัตกรรมในทุกสาขาวิชา ของครู อาจารย์ นักวิชาการ และนักวิจัยทั้งภายในและภายนอกสถาบัน และเป็นศูนย์รวมแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและผลงานต่าง ๆ ของนักเทคโนโลยีด้านอาชีวศึกษา เป็นวารสารราย 6 เดือน จัดพิมพ์เผยแพร่ปีละ 2 ฉบับ

หากท่านประสงค์จะสมัครเป็นสมาชิก โปรดกรอกรายละเอียดในใบสมัครสมาชิกและส่งมาที่ สำนักงานสถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เลขที่ 86/13 ถนนตากสินมหาราช ตำบลท่าประดู่ อำเภอเมืองระยอง จังหวัดระยอง รหัสไปรษณีย์ 21000 โทร. 038-616434 Fax. 038-616435 อีเมล iver@tachnicrayong.ac.th เว็บไซต์: www.ivee.ac.th แหล่งสืบค้นวารสารวิชาการสถาบัน <https://so10.tci-thaijo.org/index.php/ivee/index>

### ใบสมัครสมาชิก

#### วารสารวิชาการ สถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

สมาชิกใหม่  ต่ออายุ  สมาชิกอุปถัมภ์ให้กับหน่วยงาน สถานศึกษา

ชื่อ.....นามสกุล.....

ที่อยู่.....

.....

.....

.....

.....

รหัสไปรษณีย์ □□□□□ โทร.....E-mail.....



สถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออก  
สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ  
ที่อยู่ 86/13 ถ.ตากสินมหาราช อ.เมืองระยอง จ.ระยอง  
โทร 038-616434 เว็บไซต์ WWW.IVEE.AC.TH