



JCEP

Journal of Cooperative Education Progress

วารสารสหกิจศึกษาก้าวหน้า

ปีที่ 2 ฉบับที่ 1

เดือน มกราคม - มิถุนายน 2568

ISSN : 3088-2877 (Online)

Vol. 2, No. 1, 2025 (January- June)

วารสารสหกิจศึกษาก้าวหน้า
Journal of Cooperative Education Progress
ปีที่ 2 ฉบับที่ 1 มกราคม – มิถุนายน 2568 (Vol 2, No.1, 2025, January - June)

เจ้าของ สำนักงานสหกิจศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

ที่ปรึกษากองบรรณาธิการ

อธิการบดี (รองศาสตราจารย์ ดร.พิชัย จันทน์มณี)	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
ดร.เกรียงไกร เขียวบุญกุล	ประธานสภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย
ดร.สัมพันธ์ ศิลปนาฏ	นายกสมาคมสหกิจศึกษาไทย
รองอธิการบดี	
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภูริวัตร คัมภีร์ภาพพัฒน์)	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
ผู้ช่วยอธิการบดี (รองศาสตราจารย์ ดร.วิชาญ ช่วยพันธ์)	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
ผู้ช่วยอธิการบดี (นายบุญช่วย เจริญผล)	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
ผู้อำนวยการสำนักส่งเสริมวิชาการและงานทะเบียน	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
ผู้อำนวยการกองคลัง	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
ผู้อำนวยการสำนักงานสหกิจศึกษา	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

บรรณาธิการ

อธิการบดี (รองศาสตราจารย์ ดร.พิชัย จันทน์มณี)	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
---	------------------------------------

รองบรรณาธิการ

รองอธิการบดี (ผู้ช่วยศาสตราจารย์นพรัตน์ ภัยวิมุตติ)	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
---	------------------------------------

ผู้ช่วยบรรณาธิการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมชาย วนไทยสงค์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์หทัยวรรณ วิชัยดิษฐ์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์โอริส มณีสาย	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์กฤษณา คงเลิศยศ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
นางสาวอาฒยา สันตะกุล	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

กองบรรณาธิการ

ศาสตราจารย์ญาณวิทย์ ดร.อลงกลด แทนอมทอง	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
ศาสตราจารย์กิตติคุณ ดร.ปราณี อานเปื้อง	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ศาสตราจารย์ ดร.ตรีศ เหล่าศิริหงษ์ทอง	มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
ศาสตราจารย์ ดร.ศากุน บุญอิต	มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
ศาสตราจารย์ ดร.ประยุทธ์ อัครเอกผาลิน	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ศาสตราจารย์ ดร.ปรัชญนันท์ นิลสุข	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ศาสตราจารย์ ดร.พิเชษฐ ลิ้มสุวรรณ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
ศาสตราจารย์ ดร.สุวัจน์ ธัญรส	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
ศาสตราจารย์ ดร.ประยงค์ แสนบุราณ	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
รองศาสตราจารย์ ดร.ประสาธ เนืองเฉลิม	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
รองศาสตราจารย์ ดร.วิชาญ ช่วยพันธ์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
รองศาสตราจารย์ ดร.กนกวรรณ จ้าวสุวรรณ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
รองศาสตราจารย์ ดร.ปิยะพร คามภิรภาพพันธ์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

เลขานุการ

นางสาวสุทัตตา พรหมใบ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
----------------------	------------------------------------

ผู้ช่วยเลขานุการ

นางสาวชฎิมนทกาญจน์ จูเมฆา	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
นางสาววิจิตรา วีระนนท์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

ผู้จัดทำวารสารและผู้รับผิดชอบการบริหารจัดการเว็บไซต์

นายศุภณัฐ พอกทรัพย์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
---------------------	------------------------------------

บทความที่ลงตีพิมพ์ในวารสารเป็นความคิดเห็นของผู้เขียน

กองบรรณาธิการไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป

ความเป็นมา

วารสารสหกิจศึกษาก้าวหน้า เป็นวารสารวิชาการของสำนักงานสหกิจศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ ร่วมกับ สมาคมสหกิจศึกษาไทย ซึ่งมีนโยบายรับตีพิมพ์/เผยแพร่ผลงานวิชาการของนักวิจัย อาจารย์ นิสิต นักศึกษาหรือผู้สนใจทั่วไป ด้านสหกิจศึกษาโครงการงาน และการเรียนรู้เชิงบูรณาการกับการทำงาน โดยเผยแพร่เป็นราย 6 เดือน ซึ่งตีพิมพ์ปีละ 2 ฉบับ (ฉบับละ 5 บทความ) และ มีการดำเนินงานจัดพิมพ์

บทความประเภทต่าง ๆ ได้แก่ บทความวิจัย (Research paper) บทความวิชาการ (Academic paper) และบทความปริทัศน์ (Review article)

บทความที่ได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่ในวารสารสหกิจศึกษาก้าวหน้า เป็นบทความที่สร้างองค์ความรู้ และมีคุณภาพในทางวิชาการสามารถนำไปใช้ประโยชน์เพื่อการอ้างอิงได้ เพราะผ่านการพิจารณากลั่นกรอง และประเมินคุณภาพจากผู้ทรงคุณวุฒิในสาขาวิชาที่เกี่ยวข้อง จากหลากหลายสถาบัน อย่างน้อย 3 ท่าน ซึ่งเป็นการประเมินแบบไม่แสดงชื่อผู้แต่งและผู้ประเมิน (Double blinded) ก่อนที่จะเผยแพร่สู่สาธารณชน จึงทำให้วารสารสหกิจศึกษาก้าวหน้า เป็นวารสารวิชาการที่มีคุณภาพ

กองบรรณาธิการ วารสารสหกิจศึกษาก้าวหน้า จัดทำวารสารเป็นรูปแบบฉบับสมบูรณ์และเผยแพร่ให้กับสถาบันการศึกษาต่าง ๆ ทั่วประเทศไทย นอกจากนี้ยังสามารถสืบค้นเพื่ออ้างอิงหรืออ่านบทความที่เปี่ยมด้วยองค์ความรู้ได้ที่ <https://jcep.rmutk.ac.th/>

วัตถุประสงค์

1. เพื่อเผยแพร่บทความวิจัย (Research paper) บทความวิชาการ (Academic paper) และบทความปริทัศน์ (Review article) ที่มีคุณภาพของนักวิจัย อาจารย์ นิสิต และนักศึกษาหรือผู้สนใจทั่วไปทั้งภายในและภายนอกมหาวิทยาลัย ในทุกสาขาวิชาที่เกี่ยวข้องกับด้านสหกิจศึกษาโครงการ และสาขาต่าง ๆ ที่มีการบูรณาการข้ามศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม นวัตกรรม และการบริหารจัดการ เพื่อให้เกิดองค์ความรู้ใหม่ที่ทันสมัย ได้แก่

- 1.1. ด้านวิทยาศาสตร์
- 1.2. ด้านวิศวกรรมศาสตร์
- 1.3. ด้านบริหารธุรกิจ
- 1.4. ด้านศิลปศาสตร์
- 1.5. ด้านคหกรรมศาสตร์
- 1.6. ด้านเทคโนโลยีและนวัตกรรม
- 1.7. ด้านอุตสาหกรรม
- 1.8. อื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง

2. เพื่อส่งเสริม สนับสนุน และเป็นกลไกการขับเคลื่อนงานวิจัยด้านสหกิจศึกษา การเรียนรู้เชิงบูรณาการกับการทำงานแนวปฏิบัติที่ดี และนวัตกรรมทางการศึกษาที่เชื่อมโยงกับสถานประกอบการ ทำให้เกิดผลงานวิจัยที่เข้าสู่การพัฒนาต่อภาคสังคม ชุมชน อุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้อง และนำไปประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอนเพื่อต่อยอด และเกิดความเชื่อมโยงระหว่างงานวิจัย งานวิชาการ ซึ่งนำมาสู่การเกิดประโยชน์ต่อมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ และสร้างความร่วมมือระหว่างสถานศึกษาและสถานประกอบการ เพื่อพัฒนาคุณภาพบัณฑิตและหลักสูตรให้สอดคล้องกับความต้องการของผู้ใช้บัณฑิตที่สามารถตอบสนองต่อการพัฒนาด้านต่างๆ ประเทศไทยได้อย่างยั่งยืน

นโยบายการรับบทความ

กองบรรณาธิการวารสารสหกิจศึกษาก้าวหน้า มีความยินดีที่จะรับบทความจากนักวิจัย อาจารย์ นิสิต และนักศึกษาหรือผู้สนใจทั่วไปทั้งภายในและภายนอกมหาวิทยาลัย ที่เขียนเป็นภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ ซึ่งผลงานที่ส่งมาขอตีพิมพ์ต้องไม่เคยเผยแพร่ในสิ่งพิมพ์อื่นใดมาก่อน และต้องไม่อยู่ในระหว่างการพิจารณาของวารสารอื่น

การละเมิดลิขสิทธิ์ถือเป็นความรับผิดชอบของผู้ส่งบทความโดยตรง บทความที่ได้รับการตีพิมพ์ต้องผ่านการพิจารณาถ่วงดุลจากกองบรรณาธิการจากผู้ทรงคุณวุฒิ และได้รับความเห็นชอบจากกองบรรณาธิการ

ข้อความที่ปรากฏอยู่ในแต่ละบทความที่ตีพิมพ์ในวารสารวิชาการเล่มนี้ เป็นความคิดเห็นส่วนตัวของผู้เขียนแต่ละท่าน ไม่เกี่ยวข้องกับมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพแต่อย่างใด ความรับผิดชอบด้านเนื้อหา และการตรวจร่างบทความแต่ละบทความเป็นของผู้เขียนแต่ละท่าน หากมีความผิดพลาดใด ๆ ผู้เขียนแต่ละท่านจะต้องรับผิดชอบบทความของตนเองแต่ผู้เดียว

กองบรรณาธิการขอสงวนสิทธิ์มีให้นำเนื้อหา หรือข้อคิดเห็นใด ๆ ของบทความในวารสารสหกิจศึกษาก้าวหน้า ไปเผยแพร่ก่อนได้รับอนุญาตจากกองบรรณาธิการ อย่างเป็นลายลักษณ์อักษร ผลงานที่ได้รับการตีพิมพ์ถือเป็นลิขสิทธิ์ของวารสาร ผู้ประสงค์จะส่งบทความกรุณาอ่านรายละเอียดการส่งบทความที่คำแนะนำสำหรับผู้เขียนบทความ ซึ่งได้ระบุไว้ในเล่มวารสารสหกิจศึกษาก้าวหน้า (Online) หรือ <https://jcep.rmutk.ac.th/> และสามารถส่ง Online ได้โดยกรอกรายละเอียดให้ครบถ้วนในระบบการส่งบทความ Online หากต้องการสอบถามข้อมูลเพิ่มเติม ติดต่อได้ที่

สำนักงานสหกิจศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

เลขที่ 2 ถนนนางลิ้นจี่ แขวงทุ่งมหาเมฆ เขตสาทร กรุงเทพฯ 10120

อีเมล : Jcep@mail.rmutk.ac.th

เว็บไซต์ <https://jcep.rmutk.ac.th/>

กำหนดการเผยแพร่ ปีละ 2 ฉบับ (ทุก 6 เดือนต่อฉบับ)

ฉบับที่ 1 เดือน มกราคม – มิถุนายน

ฉบับที่ 2 เดือน กรกฎาคม – ธันวาคม

การเผยแพร่ เผยแพร่ผ่านระบบออนไลน์

<https://jcep.rmutk.ac.th/>

สารบัญ

หน้า

การพัฒนาเครื่องต้นแบบสำหรับวัดแรงดึงของถุงเท้าโดยใช้เซนเซอร์โหลดเซลล์ Development of a Prototype Machine for Measuring Sock Tensile Force Using Load Cell Sensor ไพสน ปะพะวะกา, กวีวัชร ทัตติวงษ์, สายสุณี พ่วงน้อย, คัมภีร์ ลิมปดาพันธ์	1
การพัฒนาเครื่องตรวจจับสิ่งแปลกปลอมในถังบรรจุวัตถุดิบ Development Unwanted Object Detector in Raw Material Tanks ศรัณย์ จิตนอก, สายสุณี พ่วงน้อย, อนันต์ โสภิน	12
การพัฒนาสื่อดิจิทัลการเรียนรู้สำหรับห้องปฏิบัติการสื่อโลกเสมือน Development of Learning Digital Media for Virtual Media Lab พงศกร พรวิรุณทร, เกรียงไกร พลະสนธิ	20
การประเมินปริมาตรดินและตะกอนที่ทับถมบริเวณหน้าท่าเทียบเรือด้วยเครื่องมือหยั่งความลึกด้วยคลื่นเสียงความถี่เดียว Assessment of the Volume of Soil and Sediment Deposited in Front of the Wharf with a Single-Frequency Acoustic Instrument ปราบธนา แก้วดอนรี, กนกพรณ บัวน้อย	39
การประมวลผลและบูรณาการข้อมูลเลเซอร์สแกนภูมิประเทศแบบติดตั้งบนยานพาหนะ (Mobile LiDAR) ร่วมกับข้อมูล RINEX จากสถานี NCDC โดยใช้โปรแกรม Trimble Business Center Processing and Integration of Mobile LiDAR Laser Data with RINEX Data from NCDC Stations Using Trimble Business Center ปิยะรัตน์ เกิดศิริ, พรพัฒน์ ชัยประภา, กนกพรณ บัวน้อย	50

การพัฒนาเครื่องต้นแบบสำหรับวัดแรงดึงของถุงเท้าโดยใช้เซนเซอร์โหลดเซลล์ Development of a Prototype Machine for Measuring Sock Tensile Force Using Load Cell Sensor

ไพสอน ปะพะวะกา¹, กวีวัชร ทัตติวงษ์², สายสุนี พ่วงน้อย^{1*} และ คัมภีร์ ลิมปดาพันธ์¹

¹สาขาวิศวกรรมอัตโนมัติและหุ่นยนต์ ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

2 ถนนนางลิ้นจี่ แขวงทุ่งมหาเมฆ เขตสาทร กรุงเทพฯ 10120

²สาขาวิศวกรรมและเทคโนโลยี คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ลำปาง

Paison Papawaka¹, Kawiwat Thattiwong², Saisunee Pounngnoiy^{1*}

and Khompee Limpadapun¹

¹Automation and Robotics Engineering, Department of Electrical Engineering,

Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology Krungthep,

2 Nanglinchee Road, Thungmahamek, Sathorn, Bangkok 10120, Thailand.

²Department of Engineering and Technology, Faculty of Engineering,
Rajamangala University of Technology Lanna Lampang 52000, Thailand.

*Corresponding author Email: saisunee.p@mail.rmuk.ac.th

(Received: February 10, 2025 / Revised: May 02, 2025 / Accepted: June 24, 2025)

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาเครื่องต้นแบบสำหรับวัดแรงดึงของถุงเท้า เพื่อเพิ่มความแม่นยำและความสม่ำเสมอในการควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์ในอุตสาหกรรมสิ่งทอ เครื่องต้นแบบใช้เซนเซอร์ โหลดเซลล์ชนิดคันรับแรงเดียว (Single-Point Load Cell) ขนาด 5 กิโลกรัม ร่วมกับโมดูลขยายสัญญาณ HX711 และไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Uno R3 เพื่อประมวลผลแรงดึงและแสดงผลบน จอ LCD ขนาด 16x2 แบบเรียลไทม์ ระบบใช้ไฟฟ้ากระแสตรง 5 โวลต์ เพื่อให้การทำงานมีความปลอดภัยและเสถียรภาพสูง ผลการทดสอบพบว่า เครื่องต้นแบบสามารถวัดแรงดึงของถุงเท้าได้อย่างแม่นยำ โดยมีค่าแรงดึงเฉลี่ยก่อนขาดของถุงเท้าเท่ากับ 18.7 นิวตัน และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเพียง 0.82 นิวตัน เมื่อเทียบกับแรงงานคนซึ่งให้ค่าแรงดึงเฉลี่ย 17.8 นิวตัน และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.3 นิวตัน พบว่าเครื่องต้นแบบให้ค่าที่เสถียรกว่าอย่างชัดเจน อีกทั้งยังสามารถลดเวลาในการทดสอบต่อคู่ลงได้ประมาณ 42% แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพของระบบในการแทนแรงงานคนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ผลลัพธ์ดังกล่าวชี้ให้เห็นว่าเครื่องต้นแบบนี้มีศักยภาพสูงในการประยุกต์ใช้ในสายการผลิตจริง

คำสำคัญ: เครื่องวัดแรงดึงถุงเท้า, โหลดเซลล์, ระบบอัตโนมัติ, อุตสาหกรรมสิ่งทอ

Abstract

This research aimed to develop a prototype sock tensile tester to improve the accuracy and consistency of quality control in the textile industry. The prototype utilizes a Single-Point Load Cell (5 kg) combined with an HX711 amplifier and an Arduino Uno R3 microcontroller to measure and display tensile forces in real time on a 16x2 LCD. The system is powered by a 5 V DC source for safety and stability during operation. Experimental results showed that the developed prototype accurately measured the tensile force of socks, achieving an average breaking force of 18.7 N with a standard deviation of 0.82 N, compared to 17.8 N and 2.3 N, respectively, obtained from manual testing. The prototype also reduced the average testing time per pair by approximately 42%, demonstrating superior performance in both precision and repeatability. These findings confirm that the developed system can effectively replace manual inspection in real production environments.

Keywords: Sock Tensile Tester, Load Cell, Automation System, Textile Industry

1. บทนำ

ในอุตสาหกรรมสิ่งทอ โดยเฉพาะการผลิตถุงเท้า คุณภาพของแรงดึงของเนื้อผ้ามีความสำคัญอย่างยิ่งต่อความทนทานและความยืดหยุ่นของผลิตภัณฑ์ เนื่องจากแรงดึงเป็นตัวบ่งชี้คุณสมบัติเชิงกลของผ้า ทั้งในด้านความแข็งแรงของเส้นใยและความสามารถในการคืนรูป (Fan, 1998) กระบวนการตรวจสอบแรงดึงในปัจจุบันของหลายโรงงาน รวมถึงบริษัทถุงเท้าไทย จำกัด ยังคงอาศัยแรงงานคนในการดึงและประเมินด้วยสายตา ซึ่งวิธีดังกล่าวมักทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนสูงและไม่สามารถควบคุมมาตรฐานได้อย่างสม่ำเสมอ ส่งผลต่อความน่าเชื่อถือของกระบวนการควบคุมคุณภาพ เทคโนโลยีระบบอัตโนมัติและเซนเซอร์ได้เข้ามามีบทบาทสำคัญในการยกระดับกระบวนการตรวจสอบคุณภาพสิ่งทอ โดยเฉพาะการใช้ เซนเซอร์โหลดเซลล์ (Load Cell Sensor) ซึ่งสามารถแปลงแรงกลให้เป็นสัญญาณไฟฟ้าและส่งข้อมูลเพื่อวิเคราะห์แรงดึงได้อย่างแม่นยำ (Alfian, 2022) การบูรณาการเซนเซอร์ชนิดนี้เข้ากับไมโครคอนโทรลเลอร์ เช่น Arduino ทำให้การออกแบบเครื่องทดสอบแรงดึงมีต้นทุนต่ำ ใช้งานง่าย และสามารถพัฒนาได้อย่างยืดหยุ่นในระดับห้องทดลองและโรงงานขนาดเล็ก (Arrizabalaga, 2017), (Alawd, 2024) ตัวอย่างเช่น งานของ Arrizabalaga และคณะได้สร้างเครื่องทดสอบแรงดึงราคาประหยัดโดยใช้ Arduino ที่สามารถวัดแรงและการกระจัดได้อย่างมีประสิทธิภาพและเหมาะสำหรับการใช้งานเชิงการศึกษา ในขณะที่ (Alawd, 2024) ได้ปรับปรุงระบบให้สอดคล้องกับมาตรฐาน ASTM D638 เพื่อเพิ่มความน่าเชื่อถือของผลการทดสอบ

ในระดับการพัฒนาอุตสาหกรรม การใช้โหลดเซลล์และระบบอัตโนมัติช่วยลดข้อผิดพลาดจากมนุษย์และเพิ่มความแม่นยำในการตรวจสอบแรงดึงอย่างมีนัยสำคัญ (Crane, 1958), (Potluri, 1996) งานของ (Hu, 2010) ได้พัฒนาเครื่องทดสอบแรงดึงภายใต้ระบบควบคุมด้วยซอฟต์แวร์ MCGS ซึ่งสามารถเก็บข้อมูลแรงและการกระจัดแบบเรียลไทม์และแสดงผลด้วยความแม่นยำสูง ขณะที่ (Xuexia, 2015) ได้ประดิษฐ์เครื่องทดสอบ

แรงดึงเฉพาะสำหรับถุงเท้า เพื่อให้สภาพการทดสอบใกล้เคียงกับการใช้งานจริงมากที่สุด ซึ่งเป็นแนวทางสำคัญในการประยุกต์ระบบวัดแรงดึงในสายการผลิตจริงของอุตสาหกรรมสิ่งทอ นอกจากประสิทธิภาพเชิงเทคนิคแล้ว การประยุกต์ระบบอัตโนมัติและเทคโนโลยีเซนเซอร์ในงานสิ่งทอยังช่วยเสริมคุณภาพและลดต้นทุนการผลิตอย่างมีนัยสำคัญ ระบบเมคาทรอนิกส์ที่ผสานเซนเซอร์และอุปกรณ์ควบคุมสามารถช่วยให้กระบวนการผลิตมีความแม่นยำสูง ลดของเสีย และรองรับการเปลี่ยนแปลงแบบรวดเร็วตามความต้องการของตลาด (Angelova, 2024) ตัวอย่างเช่น ระบบควบคุมในขั้นตอนการปั่นด้ายที่ใช้เครื่องจักรควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์สามารถเพิ่มความเร็วและคุณภาพของเส้นด้ายได้อย่างต่อเนื่อง (Solomon, 2025)

แนวโน้มเทคโนโลยี อุตสาหกรรม 4.0 (Industry 4.0) ได้เร่งให้เกิดการบูรณาการระหว่างระบบ IoT ปัญญาประดิษฐ์ (AI) และการประมวลผลภาพในกระบวนการตรวจสอบคุณภาพสิ่งทอ ซึ่งช่วยลดการใช้แรงงานคนและเพิ่มประสิทธิภาพการตรวจจับข้อบกพร่อง (O'G'Li, 2024), (Anchundia, 2024) การประยุกต์ระบบตรวจสอบอัตโนมัติที่ใช้เซนเซอร์เชิง proximity และระบบ Machine Vision ช่วยให้สามารถวัดค่าทางกายภาพของผ้าได้แบบเรียลไทม์ โดยมีความแม่นยำสูงและใช้แรงงานน้อยลง (Thangatamilan, 2024), (Konstantinidis, 2021) นอกจากนี้ การใช้ระบบ Machine Learning และ AutoML เพื่อทำนายคุณภาพของเนื้อผ้ายังเป็นแนวโน้มที่สำคัญในอนาคตของระบบควบคุมคุณภาพสิ่งทอ (Metin, 2024)

ในด้านการศึกษา การพัฒนาเครื่องต้นแบบและโครงการเชิงสหกิจศึกษาที่เกี่ยวข้องกับระบบอัตโนมัติและเทคโนโลยีเซนเซอร์มีบทบาทสำคัญในการสร้างทักษะเชิงวิศวกรรมแก่นักศึกษา ตัวอย่างเช่น โครงการ SPEERLoom ซึ่งเป็นเครื่องทอผ้าอัตโนมัติแบบเปิดเผยแพร่โค้ด (open-source robotic Jacquard loom) ได้ถูกใช้เป็นเครื่องมือการเรียนรู้สหวิทยาการระหว่างคณิตศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ และสิ่งทอ (Speer, 2023) ในทำนองเดียวกัน การพัฒนาโครงงานย่อยโดยใช้ Programmable Logic Controller (PLC) หรือ Arduino เป็นศูนย์กลางของระบบควบคุม ช่วยให้นักศึกษาได้เรียนรู้การออกแบบวงจร การเขียนโปรแกรม และการเก็บข้อมูลการวัดจริง (Hsieh, n.d.), (Santos, n.d.) แนวทางนี้สอดคล้องกับการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ (Experiential Learning) ที่ช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาองค์ความรู้ผ่านการลงมือปฏิบัติจริงในสภาพแวดล้อมใกล้เคียงกับอุตสาหกรรม

ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาเครื่องต้นแบบสำหรับวัดแรงดึงของถุงเท้าโดยใช้เซนเซอร์โหลดเซลล์ขนาด 50 กิโลกรัมและไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Uno เพื่อทดแทนกระบวนการตรวจสอบแรงดึงแบบแรงงานคน โดยมีเป้าหมายในการเพิ่มความแม่นยำ ลดระยะเวลาทดสอบ และสามารถบันทึกค่าผลลัพธ์เชิงตัวเลขได้อย่างเป็นระบบ เครื่องต้นแบบนี้ยังสามารถใช้เป็นสื่อการเรียนรู้เชิงสหกิจศึกษาในสาขาวิศวกรรมอัตโนมัติและหุ่นยนต์ เพื่อพัฒนาทักษะการออกแบบ การเขียนโปรแกรม และการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเซนเซอร์ในระบบอุตสาหกรรมยุคใหม่

2. วิธีการทดลอง

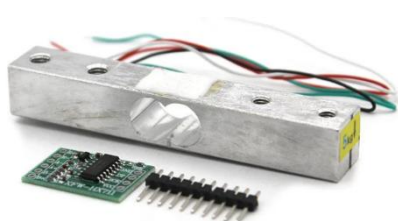
การดำเนินงานวิจัยในครั้งนี้แบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอนหลัก ดังนี้

2.1 การออกแบบโครงสร้างเครื่องต้นแบบ

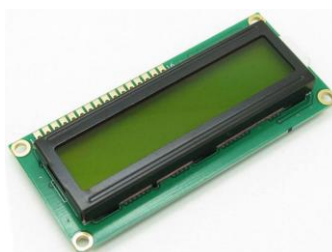
เครื่องต้นแบบสำหรับวัดแรงดึงของถุงเท้าได้รับการออกแบบให้มีโครงสร้างแข็งแรง น้ำหนักเบา และสามารถถอดประกอบได้ง่าย โดยใช้วัสดุหลักเป็นอะลูมิเนียมโปรไฟล์ ขนาด 20×20 มิลลิเมตร เพื่อให้รองรับแรงดึงได้สูงสุด 50 นิวตัน โดยไม่เกิดการโก่งตัว ฐานของเครื่องติดตั้งแผ่นเหล็กหนา 5 มิลลิเมตร เพื่อเพิ่มความมั่นคง ส่วนหัวจับขึ้นงานใช้แคลมป์เหล็กสองชุด เพื่อยึดถุงเท้าให้แน่นระหว่างการทดสอบ โครงสร้างทั้งหมดได้รับการออกแบบในโปรแกรม SolidWorks ก่อนนำไปประกอบจริง

2.2 ระบบเซนเซอร์และอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

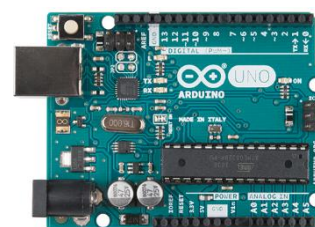
เครื่องต้นแบบใช้เซนเซอร์ โหลดเซลล์ชนิดคันรับแรงเดียว (Single-Point Load Cell) ขนาด 5 กิโลกรัม ทำหน้าที่ตรวจจับแรงดึงที่กระทำกับถุงเท้า โดยสัญญาณแรงดึงที่ได้จะถูกส่งเข้าสู่ โมดูลขยายสัญญาณ HX711 เพื่อขยายและแปลงสัญญาณอนาล็อกให้เป็นดิจิทัล จากนั้น ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Uno R3 จะทำหน้าที่ประมวลผลข้อมูลแรงดึงและแสดงผลค่าผ่าน จอ LCD ขนาด 16×2 แบบเรียลไทม์ ระบบทั้งหมดได้รับพลังงานจากไฟฟ้ากระแสตรง 5 โวลต์ ซึ่งสามารถจ่ายได้ทั้งจากพอร์ต USB ของคอมพิวเตอร์หรืออะแดปเตอร์ DC ภายนอก เพื่อเพิ่มความปลอดภัยและความเสถียรในการทำงานของวงจรแสดงดังรูปที่ 1



(1)



(2)

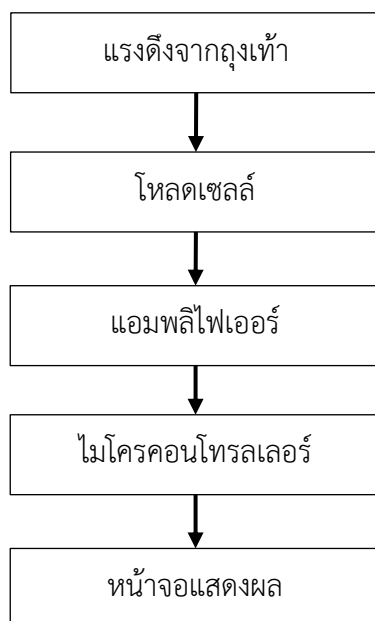


(3)

รูปที่ 1 ชุดเซนเซอร์และอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้ในเครื่องต้นแบบวัดแรงดึงถุงเท้า ซึ่งประกอบด้วย

- (1) โหลดเซลล์และโมดูลขยายสัญญาณ HX711 (2) หน้าจอ LCD ขนาด 16×2
และ (3) บอร์ดควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Uno R3

ระบบตรวจวัดแรงดึงของถุงเท้าทำงานโดยรับแรงจากการดึงถุงเท้าเข้าสู่โหลดเซลล์ จากนั้น สัญญาณไฟฟ้าที่ได้จะถูกส่งผ่านโมดูล HX711 เพื่อขยายและแปลงสัญญาณก่อนเข้าสู่ไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งจะประมวลผลและส่งผลลัพธ์ไปยังจอแสดงผล แสดงดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 แผนภาพบล็อกการทำงานของระบบตรวจวัดแรงดึงถุง

2.3 การสอบเทียบ (Calibration)

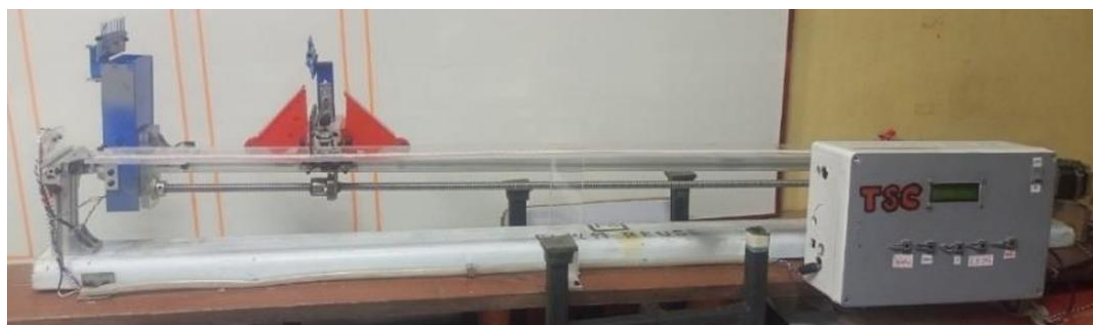
ก่อนทำการทดลองจริง เครื่องต้นแบบได้รับการสอบเทียบกับเครื่องวัดแรงดึงมาตรฐานของโรงงาน โดยใช้ตุ้มน้ำหนัก 1 กิโลกรัม ถึง 4 กิโลกรัม เป็นน้ำหนักอ้างอิงผลการสอบเทียบ พบว่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยของค่าแรงที่วัดได้อยู่ภายใน $\pm 3\%$ ซึ่งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานสำหรับเครื่องมือวัดต้นแบบในแต่ละรอบการทดสอบมีการเก็บข้อมูล 10 ครั้ง และคำนวณค่าเฉลี่ยเพื่อปรับเส้นตรงของการแปลงสัญญาณ (Linear Calibration Curve)

2.4 การทดสอบแรงดึงถุงเท้า

ตัวอย่างถุงเท้าที่ใช้ในการทดลองเป็นถุงเท้าผ้าฝ้ายชนิดเดียวกัน 20 คู่ จากสายการผลิตเดียวกัน ติดตั้งบนหัวจับของเครื่องต้นแบบโดยให้ส่วนบนและส่วนล่างของถุงเท้าอยู่ในแนวเดียวกัน การทดสอบดำเนินการโดยดึงด้วยความเร็วคงที่จนกระทั่งจุดขาดหรือถึงแรงดึงสูงสุด ระบบจะบันทึกค่าแรงสูงสุดและเวลาในการดึง จากนั้นนำค่าที่ได้มาเปรียบเทียบกับผลการทดสอบแรงดึงที่ทำด้วยแรงงานคนในสายการผลิตของบริษัท ถุงเท้าไทย จำกัด เพื่อตรวจสอบความแม่นยำและความสม่ำเสมอของการวัด

3. ผลการทดลองและอภิปรายผล

ภาพรวมของเครื่องต้นแบบหลังการประกอบทั้งหมดแสดงในรูปที่ 3 ซึ่งมีลักษณะพร้อมใช้งานจริงสำหรับการทดสอบแรงดึงถุงเท้า โดยระบบสามารถทำงานแบบกึ่งอัตโนมัติ ได้แก่ การจับยึดชิ้นงาน, การดึงชิ้นงานตามโปรแกรมควบคุม, และการบันทึกค่าแรงดึงสูงสุดผ่านระบบโพลิตเซลล์และไมโครคอนโทรลเลอร์ ทั้งนี้เครื่องต้นแบบได้รับการตรวจสอบความถูกต้องของการทำงานก่อนการทดสอบสอบเทียบในหัวข้อถัดไป



รูปที่ 3 เครื่องวัดแรงดึงถุงเท้าที่ประกอบสำเร็จพร้อมใช้งาน

(Completed Prototype of the Sock Tensile Tester)

เครื่องต้นแบบที่พัฒนาเสร็จสมบูรณ์นี้ประกอบด้วยโครงสร้างหลักแบบอลูมิเนียมโปรไฟล์ความยาว 1 เมตร ติดตั้งชุดจับยึดถุงเท้าทั้งสองด้านและชุดขับเคลื่อนแบบสกรูเกลียว (Lead Screw) ส่วนควบคุมหลักอยู่ภายในกล่องควบคุมด้านขวา ซึ่งบรรจุไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Uno, โมดูลขยายสัญญาณ HX711 และจอ LCD สำหรับแสดงค่าแรงดึงแบบเรียลไทม์

3.1 ผลการสอบเทียบเครื่องต้นแบบ

การสอบเทียบเครื่องต้นแบบได้ดำเนินการโดยใช้ตุ้มน้ำหนักมาตรฐาน 4 ระดับ (1–4 กิโลกรัม) เพื่อเปรียบเทียบค่าที่วัดได้จากเซนเซอร์โหลดเซลล์กับค่าแรงจริงตามหลักกลศาสตร์ ผลการวัดแสดงให้เห็นความสัมพันธ์เชิงเส้นที่ดีระหว่างค่าแรงจริงและค่าแรงที่วัดได้จากเครื่องต้นแบบ โดยสมการเชิงเส้นที่ได้จากการวิเคราะห์การถดถอย (Linear Regression) คือ

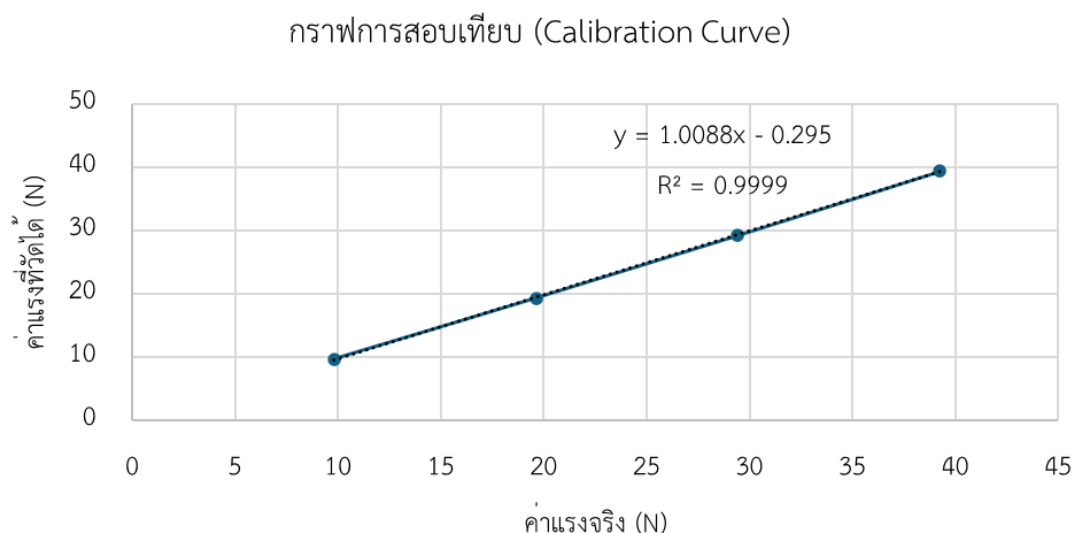
$$y = 1.0088x - 0.295 \quad (1)$$

ตารางที่ 1 ผลการสอบเทียบเครื่องต้นแบบด้วยตุ้มน้ำหนักมาตรฐาน

น้ำหนักอ้างอิง (กก.)	ค่าแรงจริง (N)	ค่าแรงที่วัดได้ (N)	ค่าคลาดเคลื่อน (%)
1	9.81	9.72	-0.92
2	19.62	19.38	-1.22
3	29.43	29.27	-0.54
4	39.24	39.41	+0.43

โดยค่า $R^2 = 0.9999$ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าระบบวัดแรงดึงของเครื่องต้นแบบมีความแม่นยำสูง เนื่องจากค่าความสัมพันธ์ (Coefficient of Determination, R^2) ใกล้เคียงกับ 1.0 ผลการสอบเทียบในช่วงแรงดึง 0–4 กิโลกรัม แสดงว่าเครื่องสามารถตอบสนองได้อย่างเสถียร และให้ผลที่มีความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยเพียง $\pm 0.78\%$ ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ยอมรับได้ สำหรับเครื่องวัดแรงดึงระดับต้นแบบทางอุตสาหกรรม

รูปที่ 4 กราฟการสอบเทียบเครื่องต้นแบบ (Calibration Curve of Prototype Tensile Tester) แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าแรงจริงจากตุ้มน้ำหนักมาตรฐาน (แกน X) และค่าแรงที่วัดได้จากเครื่องต้นแบบ (แกน Y) พบว่าสมการเชิงเส้นของกราฟคือ $y = 1.0088x - 0.295$ โดยมีค่าความสัมพันธ์ $R^2 = 0.9999$ ซึ่งแสดงถึงความแม่นยำสูงของเครื่องต้นแบบในการวัดแรงดึงในช่วง 0–50 นิวตัน



รูปที่ 4 กราฟการสอบเทียบเครื่องต้นแบบ (Calibration Curve)

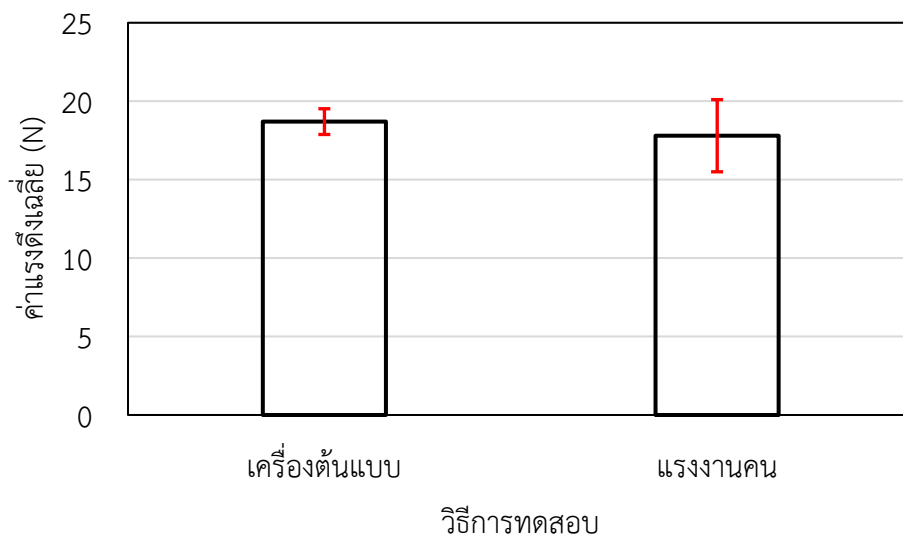
3.2 ผลการทดสอบแรงดึงของถุงเท้า

การทดสอบแรงดึงของถุงเท้าจำนวน 20 คู่ ดำเนินการเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่างเครื่องต้นแบบที่พัฒนา กับ การทดสอบโดยแรงงานคน ผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่า เครื่องต้นแบบให้ค่าแรงดึงเฉลี่ยก่อนขาดของถุงเท้าเท่ากับ 18.7 นิวตัน โดยมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเพียง 0.82 นิวตัน ซึ่งบ่งชี้ถึงความสม่ำเสมอของค่าการวัดที่สูง ขณะที่การทดสอบด้วยแรงงานคนให้ค่าแรงดึงเฉลี่ย 17.8 นิวตัน และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมากกว่า คือ 2.3 นิวตันแสดงให้เห็นว่าการวัดด้วยแรงงานคนมีความผันผวนของข้อมูลมากกว่าเครื่องต้นแบบอย่างชัดเจน ในด้านเวลาในการทดสอบ พบว่า เครื่องต้นแบบใช้เวลาเฉลี่ยเพียง 7 วินาทีต่อคู่ ในขณะที่แรงงานคนใช้เวลาเฉลี่ย 12 วินาทีต่อคู่ แสดงให้เห็นว่าเครื่องต้นแบบสามารถลดเวลาการทดสอบได้มากถึง 42% เมื่อพิจารณาร่วมกับค่าความสม่ำเสมอของข้อมูลแรงดึงที่สูงกว่า

สรุปได้ว่าเครื่องต้นแบบมีประสิทธิภาพเหนือกว่าการทดสอบด้วยแรงงานคนทั้งในด้าน ความแม่นยำ ความเสถียร และเวลาในการดำเนินการ ผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่าเครื่องต้นแบบสามารถลดเวลาทดสอบลงได้ประมาณ 42% และเพิ่มความสม่ำเสมอของข้อมูลแรงดึงได้ถึง 65% เมื่อเทียบกับการวัดแบบแรงงานคน

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบค่าแรงดึงของเท้าระหว่างการวัดด้วยเครื่องต้นแบบและแรงงานคน

วิธีการทดสอบ	ค่าแรงดึงเฉลี่ย (N)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)	เวลาทดสอบต่อคู่ (วินาที)
เครื่องต้นแบบ	18.7	0.82	7
แรงงานคน	17.8	2.3	12


รูปที่ 5 กราฟเปรียบเทียบค่าแรงดึงเฉลี่ยของถุงเท้า

รูปที่ 5 แสดงการเปรียบเทียบค่าแรงดึงเฉลี่ยของถุงเท้าที่ได้จากการทดสอบด้วยเครื่องต้นแบบและแรงงานคนโดยค่าเฉลี่ยของแรงดึงที่วัดได้จากเครื่องต้นแบบเท่ากับ 18.7 ± 0.82 นิวตัน ส่วนแรงงานคนให้ค่าเฉลี่ย 17.8 ± 2.3 นิวตัน จะเห็นได้ว่าแท่งกราฟของเครื่องต้นแบบมีช่วงค่าความคลาดเคลื่อน (Error Bar) สั้นกว่าอย่างชัดเจน แสดงถึงความเสถียรและความแม่นยำของระบบวัดแรงดึง นอกจากนี้ เครื่องต้นแบบยังใช้เวลาในการทดสอบน้อยกว่าแรงงานคนเฉลี่ย 42% ซึ่งช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์ถุงเท้าได้อย่างมีนัยสำคัญ

3.3 การอภิปรายผล

จากผลการทดลอง พบว่าเครื่องต้นแบบสามารถทำงานได้ตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย โดยมีค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยต่ำกว่า $\pm 3\%$ และสามารถลดเวลาในการทดสอบได้เกือบครึ่งหนึ่ง สาเหตุที่ค่าการวัดมีความแม่นยำสูง เนื่องจากการใช้โหลดเซลล์ที่มีความไวสูง และระบบประมวลผลสัญญาณด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ HX711 ซึ่งลดสัญญาณรบกวนได้ดี นอกจากนี้ การควบคุมการเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ทำให้แรงดึงที่กระทำต่อถุงเท้ามีเสถียรภาพ ส่งผลให้ค่าที่ได้มีความน่าเชื่อถือ

เมื่อเปรียบเทียบกับงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เช่น (Mehta, 2023) ซึ่งได้พัฒนาเทคนิคการตรวจสอบคุณภาพสิ่งทอโดยใช้ระบบอัตโนมัติ พบว่าแนวทางการใช้เซ็นเซอร์โหลดเซลล์ในงานวิจัยนี้ให้ผลในทิศทางเดียวกัน คือลดความคลาดเคลื่อนจากแรงงานคนและเพิ่มความสามารถในการตรวจสอบเชิงปริมาณผลการ

พัฒนาเครื่องต้นแบบดังกล่าวจึงสามารถประยุกต์ใช้ได้ทั้งในภาคการผลิตจริง และในกิจกรรมการเรียนรู้เชิงสหกิจศึกษาของนักศึกษาวิศวกรรมอัตโนมัติ เพื่อฝึกฝนกระบวนการคิดเชิงออกแบบ (Design Thinking) และการพัฒนาเครื่องมืออัตโนมัติในระดับอุตสาหกรรม 4.0

4. สรุปผล

จากการดำเนินงานวิจัยเรื่อง “การพัฒนาเครื่องต้นแบบสำหรับวัดแรงดึงของถุงเท้าโดยใช้เซนเซอร์โพลีเมอร์” พบว่าเครื่องต้นแบบที่พัฒนาขึ้นสามารถทำงานได้ตามวัตถุประสงค์หลักทุกประการ โดยมีสมรรถนะและประสิทธิภาพอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมต่อการใช้งานจริงในระดับอุตสาหกรรม ดังนี้

1. เครื่องต้นแบบสามารถตรวจวัดแรงดึงของถุงเท้าได้อย่างแม่นยำ โดยมีค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยไม่เกิน $\pm 3\%$ เมื่อเทียบกับเครื่องมือมาตรฐาน
 2. การทดสอบด้วยเครื่องต้นแบบใช้เวลาเฉลี่ยเพียง 7 วินาทีต่อคู่ ลดระยะเวลาการตรวจสอบลงได้ประมาณ 42% เมื่อเทียบกับการทดสอบด้วยแรงงานคน
 3. การประมวลผลแรงดึงด้วยระบบโพลีเมอร์และโมดูล HX711 ให้ค่าที่มีความสม่ำเสมอและเสถียรสามารถแสดงผลและบันทึกข้อมูลแรงดึงได้แบบเรียลไทม์
 4. เครื่องต้นแบบมีความแข็งแรงและสะดวกต่อการประกอบหรือบำรุงรักษา เนื่องจากใช้โครงสร้างอะลูมิเนียมโปรไฟล์ที่น้ำหนักเบาและสามารถปรับตำแหน่งหัวจับได้
 5. ผลการพัฒนาเครื่องต้นแบบนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในกระบวนการควบคุมคุณภาพของโรงงานถุงเท้า รวมถึงเป็นสื่อการเรียนรู้เชิงสหกิจศึกษาสำหรับนักศึกษาวิศวกรรมอัตโนมัติและหุ่นยนต์ เพื่อฝึกทักษะด้านการออกแบบ การเขียนโปรแกรม และการบูรณาการระบบเซนเซอร์ในงานอุตสาหกรรม
- กล่าวโดยสรุป เครื่องต้นแบบที่พัฒนาขึ้นสามารถลดความคลาดเคลื่อนจากแรงงานคน เพิ่มความแม่นยำและความรวดเร็วของกระบวนการตรวจสอบแรงดึงของถุงเท้า อีกทั้งยังสามารถต่อยอดสู่การพัฒนาเป็นเครื่องวัดแรงดึงเชิงพาณิชย์หรือระบบตรวจสอบอัตโนมัติในสายการผลิตจริงได้ในอนาคต

5. กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณ บริษัท ถุงเท้าไทย จำกัด ที่ให้การสนับสนุนข้อมูลและสถานที่ในการดำเนินงานทดลอง

6. เอกสารอ้างอิง

- Alawd, E. H. (2024). *Development and optimization of a low-cost tensile testing machine based on ASTM D638 standard*. *Stardom Doğa ve Mühendislik Çalışmaları Dergisi*. <https://doi.org/10.70170/wbysd98720229>
- Alfian, R., Wirawan, R., Hudha, L. S., Qomariyah, N., Rahayu, S., & Marzuki, M. (2022). *Pemanfaatan sensor load cell dalam pembuatan prototipe alat uji tekan portabel*. *Wahana Fisika: Jurnal Fisika dan Terapannya*. <https://doi.org/10.17509/wafi.v7i1.46990>

- Anchundia, J., Berrones, F., Verdugo, A., & Comina, M. (2024). *Real-time quality inspection through Industry 4.0 technologies*. <https://doi.org/10.20944/preprints202405.2072.v1>
- Angelova, R. A., & Sofronova, D. (2024). *Applications of mechatronics in textiles and clothing industries Advances in Information Quality and Management*. <https://doi.org/10.4018/978-1-6684-7366-5.ch086>
- Arrizabalaga, J. H., Simmons, A. D., & Nollert, M. U. (2017). *Fabrication of an economical Arduino- based uniaxial tensile tester. Journal of Chemical Education*. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.6b00639>
- Crane, R. A., & Wharff, P. C. (1958). *An automatic single fiber tensile strength tester. Textile Research Journal*. <https://doi.org/10.1177/004051755802800409>
- Hsieh, S.-J. (n.d.). *Reconfigurable and scalable automated systems projects for manufacturing automation and control education*. <https://doi.org/10.18260/1-2--18832>
- Hu, F., Yin, W., & Cairong, C. (2010). *Design of the tensile testing machine computer control system based on MCGS. International Conference on Challenges in Environmental Science and Computer Engineering*. <https://doi.org/10.1109/CESCE.2010.47>
- Konstantinidis, F. K., Kansizoglou, I., Tsintotas, K. A., Mouroutsos, S. G., (n.d.). *The role of machine vision in Industry 4. 0: A textile manufacturing perspective*. <https://doi.org/10.1109/ist50367.2021.9651459>
- O' G' Li, A. A. A. (2024). *Application of IoT (Internet of Things) technologies in the textile industry. International Journal of Advance Scientific Research*. <https://doi.org/10.37547/ijasr-04-12-44>
- Potluri, P., Porat, I., & Atkinson, J. (1996). *Low-stress fabric testing for process control in garment assembly: Application of robotics. International Journal of Clothing Science and Technology*. <https://doi.org/10.1108/09556229610109573>
- Santos, J. H., Sanchez, R. M., Simon, F. L., Barroso, M. A. V., & Hernandez, E. S. (n.d.). *Using Arduino and finite element modeling to integrate instrumentation and solid mechanics courses*. <https://doi.org/10.1109/taee59541.2024.10604990>
- Solomon, D. G., Li, G., & Zhao, W. (2025). *Role and application of automation and robotics in spinning section in textile industry*. <https://doi.org/10.35629/5252-0701394400>
- Speer, S., Garcia-Alonzo, A. P., Huang, J., Yankova, N., Rosé, C., Peppler, K. A., McCann, J., & Martinez, M. O. (2023). *SPEERLoom: An open-source loom kit for interdisciplinary engagement in math, engineering, and textiles*. <https://doi.org/10.1145/3586183.3606724>

Thangatamilan, M., Prasad, S. J. S., Jaisri, S., Harshini, B., Jayyent, K. S., & Manimuthu, V. (2024).

Automated fabric width & length measurement using proximity sensor grid in textile finishing using IIoT. <https://doi.org/10.1109/iceca63461.2024.10800877>

Xuexia, W. (2015). *Tensile tester for socks.*

การพัฒนาเครื่องตรวจจับสิ่งแปลกปลอมในถังบรรจุวัตถุดิบ Development Unwanted Object Detector in Raw Material Tanks

ศรัณย์ จิตนอก, สายสุนี พ่วงน้อย และ อนันต์ โสภิน*

สาขาวิศวกรรมอัตโนมัติและหุ่นยนต์ ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

2 ถนนนางลิ้นจี่ แขวงทุ่งมหาเมฆ เขตสาทร กรุงเทพฯ 10120

Sarun Jidnork, Saisunee Poungrnoi and Anan Sopin*

Automation and Robotics Engineering, Department of Electrical Engineering,
Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology Krungthep,
2 Nanglinchee Road, Thungmahamek, Sathorn, Bangkok 10120, Thailand

*Corresponding author Email: Anan.s@mail.rmutk.ac.th

(Received: March 26, 2025 / Revised: May 31, 2025 / Accepted: June 23, 2025)

บทคัดย่อ

การพัฒนาเครื่องตรวจจับสิ่งแปลกปลอมในถังบรรจุวัตถุดิบสำหรับขึ้นรูปชิ้นงานผ่านเครื่องฉีด จากเดิมพนักงานจะทำการใส่วัสดุลงไปถังที่เตรียมสำหรับการขึ้นรูปชิ้นงานเลยในระหว่างใส่วัสดุนั้นอาจจะมีเศษวัสดุอื่น แผลกปลอมเข้าไป หรือใส่วัตถุดิบผิดพลาด เพื่อเป็นการป้องกันผิดพลาดและการผลิตชิ้นงานที่ไม่ตรงตามความต้องการ จึงได้มีการพัฒนาเครื่องตรวจจับสิ่งแปลกปลอมในถังบรรจุวัตถุดิบ เพื่อลดความผิดพลาดในการใส่วัสดุเข้าไปในถัง และป้องกันโอกาสชิ้นงานเสียหายจากกระบวนการผลิต โดยใช้ตัวตรวจจับแบบพร็อกซิ มิติตรวจจับสิ่งแปลกปลอม โดยจะมีไฟแสดงสถานะเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีแดง และส่งเสียงออกมาเมื่อตรวจไม่พบสิ่งแปลกปลอม และฝาถังจะเปิดเพื่อให้วัสดุเข้าไป จากการทดสอบเครื่องตรวจจับสิ่งแปลกปลอมในถังบรรจุวัตถุดิบ เป็นระยะเวลาหนึ่งสัปดาห์ ผลปรากฏว่าสามารถตรวจสอบสิ่งแปลกปลอมในวัตถุดิบที่ใช้ในการขึ้นรูปชิ้นงานได้ และใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ถูกต้องร้อยละ 90 ทำให้สามารถควบคุมคุณภาพสินค้าอันเนื่องมาจากการแปลกปลอมของวัสดุอื่นในวัตถุดิบได้

คำสำคัญ: การปนเปื้อน, สหกิจศึกษา, การตรวจจับวัตถุ, วัตถุดิบ, วัตถุที่ไม่ต้องการ

Abstract

Development of a unwanted object detector in a raw material tank for molding workpieces through an injection machine. Originally, the workers would put the material into the hopper prepared for molding. During the insertion of materials, there may be other unwanted materials or the wrong raw materials are inserted. Therefore, an unwanted object detector in the raw material tank has been developed to reduce the error of inserting material into the tank and prevent the possibility of damage to the workpiece in the production process. Using a proximity detector to detect unwanted objects. The indicator

light changes from green to red and emits a sound when no unwanted objects are detected, and the tank lid opens to allow the material to be inserted. The test of the unwanted object detector in the raw material tank was carried out for a period of one week. The results showed that unwanted object in the raw materials used to form the workpiece could be detected. It is 90% accurate, making it possible to control the quality of products due to the unwanted exchange of other materials in the raw materials.

Keywords: Contamination, Cooperative education, Object Detection, Raw Materials, Unwanted Objects

1.บทนำ

ในภาคอุตสาหกรรมการผลิตสมัยใหม่ การควบคุมคุณภาพ (Quality Control) ของวัตถุดิบถือเป็นหัวใจสำคัญในการรักษาเสถียรภาพของกระบวนการผลิตและการส่งมอบผลิตภัณฑ์ที่เป็นไปตามข้อกำหนดมาตรฐานที่เข้มงวด (Zingirian, 2021) และเพื่อยืนยันความถูกต้องของวัสดุก่อนอนุญาตให้นำไปใส่ในถังบรรจุ (Ranieri, 1998) อย่างไรก็ตามมาตรการเหล่านี้มุ่งเน้นที่การควบคุมชนิดและปริมาณของวัตถุดิบเท่านั้น ปัญหาสำคัญที่ยังคงอยู่คือการขาดกลไกการตรวจสอบสิ่งแปลกปลอมที่ปะปนมากับเม็ดพลาสติก ซึ่งในทางปฏิบัติมักอาศัยการสังเกตการณ์ด้วยสายตาของพนักงานเป็นหลัก วิธีการนี้มีข้อจำกัดด้านความแม่นยำสูงและมีความเสี่ยงต่อความผิดพลาดของมนุษย์ ทำให้มีโอกาสสูงที่เศษโลหะจะปนเปื้อนเข้าไปในถังหลอม เมื่อสิ่งแปลกปลอมเหล่านี้ถูกหลอมรวมกับพลาสติก จะส่งผลให้ชิ้นงานสุดท้ายมีข้อบกพร่อง ไม่เป็นไปตามมาตรฐานและความต้องการของลูกค้าทันที ซึ่งตอกย้ำถึงความจำเป็นเร่งด่วนในการยกระดับมาตรฐานการคัดกรองวัตถุดิบ

การออกแบบและพัฒนา เครื่องตรวจจับสิ่งแปลกปลอมในถังบรรจุวัตถุดิบ โดยมีเป้าหมายหลักในการตรวจจับและคัดกรอง เศษโลหะ ที่ปะปนมากับเม็ดพลาสติกก่อนที่วัตถุดิบจะเข้าสู่เครื่องหลอมเหลวการพัฒนาเครื่องมือนี้ได้ประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเซ็นเซอร์ โดยเลือกใช้ ตัวตรวจจับระยะใกล้ (Proximity Sensor) ซึ่งมีความสามารถในการตรวจจับวัตถุที่เป็นโลหะได้อย่างรวดเร็วและแม่นยำ (Kishizada, 2022) การเลือกใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมในการตรวจจับนี้เป็นพื้นฐานสำคัญในการลดความเสี่ยงของการปนเปื้อนในวงกว้างระบบที่พัฒนาขึ้นนี้ถูกออกแบบให้ทำงานร่วมกับการยืนยันตัวตนของพนักงานและวัตถุดิบ โดยหลังจากที่พนักงานทำการสแกนบัตรและรหัส QR ที่ถูกต้อง ระบบจะทำการปลดล็อกถัง และเมื่อมีการใส่เม็ดพลาสติกเข้าไป หากเซ็นเซอร์ตรวจจับระยะใกล้ตรวจพบเศษโลหะในถัง ระบบจะทำการแจ้งเตือนด้วยเสียงและสัญญาณไฟทันทีเพื่อให้พนักงานสามารถแก้ไขและนำเศษโลหะออกจากถังได้ก่อนดำเนินการต่อ การออกแบบนี้เป็นการเพิ่มด้านความปลอดภัยที่สำคัญในกระบวนการผลิต (Robinson, 2024), (Zalpour, 2020) เครื่องตรวจจับสิ่งแปลกปลอมนี้จึงไม่ได้เป็นเพียงเครื่องมือในการคัดกรองเท่านั้น แต่ยังช่วย ลดความเสี่ยงต่อความเสียหายของเครื่องจักร ลดของเสียของผลิตภัณฑ์ และเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการควบคุมคุณภาพและการตรวจสอบย้อนกลับในอุตสาหกรรม โดยจากการทดสอบการทำงานในสถานการณ์จริงเป็นเวลา 1 สัปดาห์

(จำนวน 50 ครั้ง) ผลลัพธ์แสดงให้เห็นว่าเครื่องมือมีความถูกต้องในการตรวจจับสูงถึงร้อยละ 90 ซึ่งบ่งชี้ถึงความพร้อมในการนำไปประยุกต์ใช้เพื่อเสริมสร้างมาตรฐานความปลอดภัยและคุณภาพในสายการผลิตได้อย่างมีประสิทธิภาพการออกแบบและพัฒนาเครื่องตรวจจับสิ่งแปลกปลอมในถังวัตถุดิบ ซึ่งคือเศษโลหะที่ปะปนมาในถังบรรจุเม็ดพลาสติก ก่อนที่จะทำการหลอมเม็ดพลาสติกเพื่อทำการขึ้นรูป โดยใช้ตัวตรวจจับระยะใกล้ (Proximity Sensor) เพื่อตรวจจับโลหะที่ปะปนมาในเม็ดพลาสติก ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 ถังใส่วัสดุ

2. วิธีการทดลอง

2.1 ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา

ถังเก็บวัสดุ (Material tank) (Collotta, 2017), (Godoy, 2023), (Palovcak, 2020) เป็นภาชนะที่ใช้สำหรับบรรจุสารของเหลว ก๊าซ หรือของแข็ง เพื่อจัดเก็บ เก็บรักษา ผสม แปรรูป หรือขนส่งได้อย่างปลอดภัย วัสดุที่ใช้ทำถังมีความหลากหลายขึ้นอยู่กับประเภทของสารที่เก็บ เช่น พลาสติก เหล็ก หรือไฟเบอร์กลาส หน้าที่และการใช้งานของถังเก็บวัสดุ (Garcia, 2024), (Ghali, 2014), (Haroun, 1980), (Kovalenko, 2017), (Sotoodeh, 2024) เช่น 1) กักเก็บของเหลว ก๊าซ หรือของแข็ง เพื่อใช้ในภายหลัง เช่น ถังเก็บน้ำดื่ม น้ำฝน น้ำมัน หรือก๊าซ 2) เป็นที่พักชั่วคราวสำหรับสารต่างๆ ก่อนนำไปกำจัดหรือขนส่งต่อไป 3) ใช้ในกระบวนการผลิตเพื่อผสมสารเคมี หรือแปรรูปวัสดุ ออกแบบมาเพื่อป้องกันการรั่วไหล การปนเปื้อน และอันตรายจากสารเคมีอันตราย เช่น กรด ด่าง หรือสารไวไฟ

วัสดุที่ใช้ทำถังที่นิยม ได้แก่ พลาสติก (PE) นิยมใช้ในถังเก็บน้ำทั่วไป เพราะมีความทนทาน น้ำหนักเบา และราคาไม่สูง สเตนเลส ใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร และอุตสาหกรรมที่ต้องการความสะอาดทนทานต่อการกัดกร่อน ไฟเบอร์กลาส (FRP) ใช้สำหรับเก็บสารเคมี น้ำ หรือของเหลวต่างๆ ในงานอุตสาหกรรม เหล็ก มักใช้สำหรับถังขนาดใหญ่เพื่อเก็บน้ำมัน ก๊าซธรรมชาติเหลว หรือสารเคมีอื่นๆ

ตัวตรวจจับโลหะ (Metal Detector)

ตัวตรวจจับโลหะ (Metal Detector) สำหรับตรวจจับโลหะชนิดต่าง ๆ ที่อาจปะปนมากับวัตถุดินนั้น ใช้ตัวตรวจจับแบบไม่สัมผัส (Proximity sensor) (Ye, 2020), (Guo, 2019) ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ตรวจจับวัตถุที่อยู่ใกล้เคียงโดยไม่ต้องสัมผัส อาศัยหลักการตรวจจับจากสนามไฟฟ้า หรือสนามแม่เหล็กที่ส่งออกมา เมื่อวัตถุเข้ามาในระยะตรวจจับ จะส่งสัญญาณไฟฟ้าออกมา ตัวตรวจจับแบบไม่สัมผัส ถูกนำไปใช้งานอย่างแพร่หลายในอุตสาหกรรม เช่น การตรวจจับชิ้นงาน การนับจำนวน หรือการตรวจจับระดับน้ำ นอกจากนี้ยังใช้ในสมาร์ทโฟนเพื่อปิดหน้าจอขณะสนทนา โดยหลักการทำงานจะเป็นตรวจจับโดยไม่มีการสัมผัส ซึ่งตัวตรวจจับจะส่งสัญญาณออกไปและตรวจจับการเปลี่ยนแปลงเมื่อมีวัตถุเข้ามาในบริเวณที่กำหนด จากนั้นจะทำการแปลงข้อมูลเป็นสัญญาณไฟฟ้า โดยระบบจะแปลงข้อมูลที่ตรวจจับได้ให้เป็นสัญญาณไฟฟ้าเพื่อส่งต่อไปยังอุปกรณ์อื่น

ประเภทหลักของตัวตรวจจับแบบไม่สัมผัส 1) ตัวตรวจจับแบบไม่สัมผัสแบบเหนี่ยวนำ (Inductive Sensor) ใช้สนามแม่เหล็กความถี่สูง ตรวจจับได้กับวัตถุที่เป็นโลหะ 2) ตัวตรวจจับแบบไม่สัมผัสแบบความจุ (Capacitive Sensor) ใช้หลักการตรวจจับประจุไฟฟ้า สามารถตรวจจับได้หลากหลายวัสดุ เช่น โลหะ พลาสติก แก้ว หรือของเหลว ตัวตรวจจับแบบไม่สัมผัสนิยมนำไปใช้งานในอุตสาหกรรม นำไปใช้ตรวจจับชิ้นงานที่ไม่สมบูรณ์ ตรวจจับความเร็วรอบ ตรวจจับจำนวนวัตถุ ตรวจจับระดับน้ำในถัง

ในงานวิจัยนี้ใช้ตัวตรวจจับแบบไม่สัมผัสแบบเหนี่ยวนำ (Inductive Sensor) เนื่องจากต้องการตรวจจับสิ่งแปลกปลอมที่เป็นโลหะที่ปะปนอยู่ในเม็ดพลาสติก

ระบบประมวลผล

การประมวลผลแบบเวลาจริงจะทำงานผ่านอาร์ดูโน้ (Arduino) (SF Barrett, 2022), (PD Minns, 2013), (MR Idris, 2023) อาร์ดูโน้ คือ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่สามารถเขียนโปรแกรมให้ทำตามคำสั่งได้ อาร์ดูโน้เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล AVR ที่มีการพัฒนาแบบ Open Source คือมีการเปิดเผยข้อมูลทั้งด้านฮาร์ดแวร์ และซอฟต์แวร์ ที่คนทั่วไปสามารถนำไปพัฒนาต่อได้อย่างต่อเนื่อง การเขียนโปรแกรมนั้นใช้ Arduino IDE (B Evans, 2021) เป็นโปรแกรมที่ใช้สำหรับการเขียนโปรแกรมควบคุม และสามารถทำการแปลงไฟล์ดังกล่าว เพื่อนำไปอัปโหลดลงยังบอร์ดอาร์ดูโน้ โดยเราสามารถที่จะเลือกใช้โปรแกรมแบบ online IDE หรือ desktop IDE ก็ได้

2.2 ขอบเขตพื้นที่ศึกษา

บริษัท เอ็นเอ็มบี-มินิแบ ไทย จำกัด (โรงงานลพบุรี)

2.3 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1. เก็บข้อมูลประเด็นปัญหา
2. ตั้งสมมติฐานการทำงาน
3. ออกแบบเครื่องตามสมมติฐาน
4. ทำการสร้างเครื่องตามการออกแบบ และเขียนโปรแกรม
5. ทดสอบประสิทธิภาพและแก้ไข

2.4 ขั้นตอนปฏิบัติงาน

2.4.1 การทดสอบประสิทธิภาพตู้ควบคุม

ในการทดสอบนั้นจะเริ่มต้นด้วยการทดสอบตู้คอนโทรลหลังจากติดตั้งโปรแกรมแล้ว ในการทดสอบนั้นหลังจากที่ทำการเปิดระบบแล้วไฟแสดงสถานะสีเขียวหน้าตู้จะติด เพื่อแสดงว่าตู้คอนโทรลกำลังทำงานอยู่ ส่วนไฟสีแดงจะติดและส่งเสียงเตือนออกมาในกรณีที่เซนเซอร์ตรวจไม่พบวัตถุติด และเมื่อกดปุ่มรีเซ็ตเสียงจะหายไปแต่ไฟแสดงสถานะสีแดงยังจะแสดงอยู่



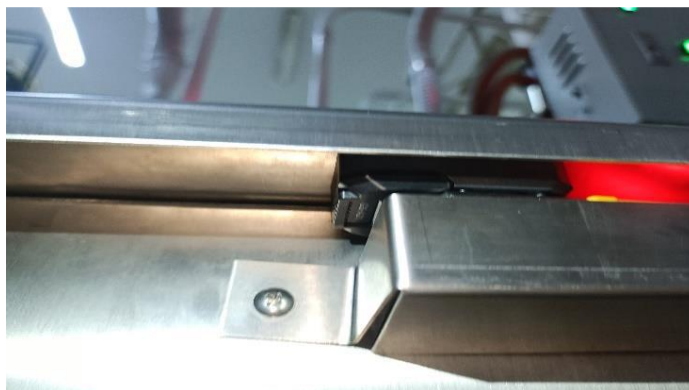
รูปที่ 2 การทดสอบตู้คอนโทรล

2.4.2 การทดสอบประสิทธิภาพถังบรรจุวัตถุติด

ทำการทดสอบการทำงานของตัวล็อคฝาถังขณะที่ตัวล๊อคนั้นทำการล๊อคอยู่จะแสดงไฟสีเขียวและเมื่อสแกนบาร์โค้ดตัวล๊อคจะแสดงไฟสีแดงจึงจะสามารถทำการเปิดฝาทันที



รูปที่ 3 การทดสอบถังบรรจุวัตถุติด



รูปที่ 4 การทดสอบถังบรรจุวัตถุดิบ

3. ผลการทดลองและอภิปรายผล

การพัฒนาเครื่องตรวจจับสิ่งแปลกปลอมในถังบรรจุวัตถุดิบประสบความสำเร็จในการบรรจุวัตถุดิบหลัก เครื่องมือนี้สามารถ ลดความผิดพลาดในการปนเปื้อนของสิ่งแปลกปลอม (เศษโลหะ) ในวัตถุดิบได้อย่างชัดเจน ซึ่งส่งผลโดยตรงต่อการ ลดโอกาสการเกิดชิ้นงานเสีย ในกระบวนการผลิต โดยจากการทดสอบจริง 50 ครั้ง ตลอด 1 สัปดาห์ พบว่าระบบมีความ ถูกต้องในการทำงานสูงถึงร้อยละ 90 ซึ่งช่วยให้การควบคุมคุณภาพสินค้าดีขึ้นมาก อย่างไรก็ตามโครงการยังคงมีประเด็นที่ต้องพัฒนาต่อเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพสูงสุด ปัญหาด้านฮาร์ดแวร์ ที่พบคือการติดตั้งตู้ควบคุมมีข้อจำกัดด้านพื้นที่ ทำให้ฝาถังบรรจุวัตถุดิบเปิดได้ไม่สุดเนื่องจากติดกับ Circuit Breaker ซึ่งได้แก้ไขโดยการปรับตำแหน่งแผ่นยึดแล้ว ขณะที่ปัญหาด้านประสิทธิภาพการตรวจจับ พบว่าความถูกต้องยังไม่ถึงร้อยละ 100 เนื่องจากขีดจำกัดของ ตัวตรวจจับแบบไม่สัมผัส (Proximity Sensor) เพียงตัวเดียวไม่สามารถครอบคลุมพื้นที่การตรวจจับได้ทั่วถึงทั้งถัง ดังนั้นจึงมีข้อเสนอแนะให้ เพิ่มจำนวนตัวตรวจจับ เพื่อให้การคัดกรองสมบูรณ์ยิ่งขึ้น นอกจากนี้ การตรวจจับควรทำก่อนใส่วัตถุดิบลงในถัง เนื่องจากหากตรวจพบสิ่งแปลกปลอมหลังจากวัตถุดิบถูกเทลงไปแล้ว จะทำให้กระบวนการค้นหาและกำจัดสิ่งแปลกปลอมมีความซับซ้อนและใช้เวลานาน

4. สรุปผล

การพัฒนาเครื่องตรวจจับสิ่งแปลกปลอมในถังบรรจุวัตถุดิบ เป็นการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอัตโนมัติและเซนเซอร์ เพื่อช่วยยกระดับมาตรฐานการผลิต และความปลอดภัยของกระบวนการผลิต สามารถลดต้นทุนระยะยาว และสร้างความเชื่อมั่นให้กับผู้บริโภค โดยการออกแบบระบบให้มีความเหมาะสมกับลักษณะของวัตถุดิบและประเภทของสิ่งแปลกปลอม จึงเป็นสิ่งสำคัญที่ต้องพิจารณาในการพัฒนาเครื่องดังกล่าว

3.2 ความพึงพอใจของสถานประกอบการต่อโครงการ / งานประจำอันเนื่องมาจากคุณภาพของผลงานที่นำไปใช้ประโยชน์ได้ หรือมีศักยภาพในการนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างเป็นรูปธรรมในสถานประกอบการ

ในการพัฒนาเครื่องตรวจจับสิ่งแปลกปลอมในถังบรรจุวัตถุดิบนั้น เป็นประโยชน์ต่อสถานประกอบการและพนักงาน ทำให้การทำงานของพนักงานมีความสะดวกมากยิ่งขึ้น ลดข้อผิดพลาดจากการ

ปะปนของสิ่งแปลกปลอม การทำงานของพนักงานเป็นไปในทิศทางเดียวกัน การถ่ายทอดวิธีการทำงานสู่พนักงานใหม่สามารถเรียนรู้ได้รวดเร็วขึ้น ส่งผลให้การผลิตและการควบคุมคุณภาพของการผลิตมีประสิทธิภาพมากขึ้น

5. กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำโครงการสหกิจศึกษาและการทำงานที่ได้รับมอบหมายนั้น ได้รับความอนุเคราะห์จาก บริษัท เอ็นเอ็มบี-มินิแบ ไทย จำกัด ที่ได้ให้การสนับสนุนด้านอุปกรณ์เครื่องมือช่าง การเอื้อเฟื้อสถานที่ในไลน์การผลิตให้เข้าไปทำการเก็บข้อมูล ทั้งข้อมูลที่ได้จากการสอบถามจากพนักงานหน้าเครื่อง การเก็บข้อมูลเกี่ยวกับเครื่องจักร และการตรวจสอบชิ้นงานให้เป็นไปตามมาตรฐานของลูกค้า โดยมีหัวหน้างานและพนักงานที่ปรึกษาให้คำแนะนำเป็นอย่างดี ทำให้การดำเนินงานเป็นไปได้อย่างราบรื่น อีกทั้งทางสถานประกอบการได้มีการแนะนำแนวทางในการประกอบอาชีพในอนาคต ทำให้ได้รับประสบการณ์จากการทำงาน การเรียนรู้สิ่งใหม่ๆ ได้นำเอาความรู้ในภาคทฤษฎีมาปรับใช้ได้

6. เอกสารอ้างอิง

- Barrett, S. F. (2022). Arduino microcontroller processing for everyone.
- Collotta, M., & Solazzi, L. (2017). New design concept of a tank made of plastic material for firefighting vehicle. International Journal of Automotive & ... search.ebscohost.com.
- Evans, B. (2011). Beginning arduino programming.
- Garcia, S. D. P. (2024). Process Planning for Manufacture a Storage Tank. ela.kpi.ua.
- Ghali, A. (2014). Circular storage tanks and silos. books.google.com.
- Godoy, L. A., & Ameijeiras, M. P. (2023). Plastic buckling of oil storage tanks under blast loads. Structures. Elsevier.
- Guo, Y. X., Lai, C., Shao, Z. B., Xu, K. L., & Li, T. (2019). Differential structure of inductive proximity sensor. Sensors.
- Haroun, M. A. (1980). Dynamic analyses of liquid storage tanks. core.ac.uk.
- Idris, M. R., Irdyanti, M. N., & Ramlee, M. (2023). A review of microcontroller design in future industrial revolution. AIP Conference Proceedings.
- Kishizada, T. (2022). Development of Ultrasonic Measuring Devices (Sensors) That Determine The Level Of Liquid In Tanks. search.proquest.com.
- Kovalenko, V. (2017). Structural and functional analysis of tank containers Metallurgical and mining industry. irbis-nbu.gov.ua.
- Minns, P. D. (2013). C Programming for the PC the MAC and the Arduino Microcontroller System.

- Palovcak, A. (2020). Choosing the Correct Plastic Material for Tanks. Materials Performance. content.ampp.org.
- Robinson, C., Bradbury, K., & Borsuk, M. E. (2024). Remotely sensed above-ground storage tank dataset for object detection and infrastructure assessment. Scientific Data. nature.com.
- Sotoodeh, K. (2024). Storage Tanks Selection, Design, Testing, Inspection, and Maintenance: Emission Management and Environmental Protection: Emission Management and Environment Protection.
- Suliman, H. M., & Kivrak, S. (2023). Anti-tank guided missile system design based on an object detection model and a camera. International Journal of Computational Intelligence. Springer.
- Ye, Y., Zhang, C., He, C., Wang, X., Huang, J., & Deng, J. (2020). A review on applications of capacitive displacement sensing for capacitive proximity sensor. Ieee Access. ieeexplore.ieee.org.
- Zalpour, M., & Akbarizadeh, G. (2020). A new approach for oil tank detection using deep learning features with control false alarm rate in high-resolution satellite imagery. Journal of Remote Sensing. Taylor & Francis.
- Zingirian, N., & Botti, F. (2021). Mobile Unattended-Operation Detector for Bulk Dangerous Goods Handling. Conference on Mobility, Sensing and ieeexplore.ieee.org.

การพัฒนาสื่อดิจิทัลการเรียนรู้สำหรับห้องปฏิบัติการสื่อโลกเสมือน Development of Learning Digital Media for Virtual Media Lab

พงศกร พรวิรสุนทร และ เกรียงไกร พลเสนธิ*
สาขาวิชาเทคโนโลยีสื่อดิจิทัลและสื่อสารมวลชน ภาควิชาเทคโนโลยีสื่อสารและอุตสาหกรรม
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
2 ถนนนางลิ้นจี่ แขวงทุ่งมหาเมฆ เขตสาทร กรุงเทพฯ 10120

Pongsakorn Pornweerasunthon, and Kriangkrai Palasonthi*
Digital Media and Mass Communication Technology Division,
Department of Communication Technology and Industry,
Faculty of Science and Technology,
Rajamangala University of Technology Krungthep
2 Nang Lin Chi, Thung Maha Mek, Sathon, Bangkok 10120

*Corresponding author Email: kriangkrai.p@mail.rmutk.ac.th

(Received: March 29, 2025 / Revised: May 30, 2025 / Accepted: June 16, 2025)

บทคัดย่อ

ผลการศึกษาแบ่งออกเป็น 4 ระยะตามวัตถุประสงค์ คือ 1) ผู้ศึกษานำองค์ความรู้เดิมจากการเผยแพร่ผลงานการตีพิมพ์บทความวิชาการ และการสร้างต้นแบบนวัตกรรมสื่อดิจิทัล มาสังเคราะห์ ต่อยอดเป็นองค์ความรู้ใหม่ 2) ผลการออกแบบพัฒนาเป็นสื่อดิจิทัลการเรียนรู้รูปแบบ Presentation ผ่านการใช้แพลตฟอร์มการนำเสนอออนไลน์ (Presentation Platform) 3) ผลการพัฒนาศักยภาพตนเองผ่านการเข้ารับการฝึกอบรมการเรียนรู้จากสถานการณ์จริง การถ่ายทอดองค์ความรู้และสื่อสารด้านการนำเสนอ แบบประเมินความพึงพอใจการเข้าอบรมพัฒนาทักษะและศักยภาพ (ด้านทักษะการเป็นวิทยากร) มีระดับความพึงพอใจมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.72 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.01 และ 4) ผลการพัฒนานวัตกรรมสื่อดิจิทัลและ AI ของผู้เข้ารับบริการ พบว่า มีการเพิ่มขึ้นของระดับความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับเทคโนโลยี Virtual Production และ AI

คำสำคัญ: สหกิจศึกษา, สื่อดิจิทัลการเรียนรู้, ห้องปฏิบัติการสื่อดิจิทัลและโลกเสมือน, นวัตกรรมสื่อดิจิทัลและ AI อุตสาหกรรมสร้างสรรค์

Abstract

This study aimed to: (1) extend academic knowledge from project-based courses towards the development of new knowledge for creative work in enterprises; (2) develop Learning Digital Media for Virtual Media Lab; (3) enhance the instructional skills of cooperative education students; and (4) foster digital media and AI innovation competencies among participants. The methodology integrated the System Approach with the design of

operational processes based on the NEW Model framework. The sample group consisted of cooperative education students and participants of the Virtual Media Lab. The results of the study were divided into four phases in accordance with the objectives: Learners synthesized and extended existing knowledge from published academic articles and prototype digital media innovations into new knowledge creation. The development outcomes resulted in digital learning media in the form of presentations utilizing an online presentation platform. The development of students' potential was achieved through real-world training, knowledge transfer, and presentation communication. The satisfaction assessment of training in skill and capacity development (specifically in instructional skills) indicated the highest level of satisfaction, with a mean score of 4.72 and a standard deviation of 0.01. The development of digital media and AI innovator competencies among participants showed an increased level of knowledge and understanding of Virtual Production and AI technologies.

Keywords: Cooperative Education, Learning Digital Media, Virtual Media Lab, Digital Media and AI Innovators, Creative Industry

1. บทนำ

ในยุคที่เทคโนโลยีดิจิทัลเข้ามามีบทบาทสำคัญอุตสาหกรรมสร้างสรรค์ (Creative Industries) กำลังขยายตัวอย่างต่อเนื่อง ซึ่งเห็นได้จากการลงทุนในเทคโนโลยีเสมือนจริง (Augmented Reality: AR /Virtual Reality: VR) เพื่อสนับสนุนการดำเนินงานในภาคธุรกิจหลากหลายด้าน รวมถึงการใช้งานเทคโนโลยีVirtual Production อย่างแพร่หลายในอุตสาหกรรมคอนเทนต์สร้างสรรค์ อาทิ ภาพยนตร์ โฆษณา เกม แอนิเมชัน และอีเวนต์ อย่างไรก็ตามสำนักงานส่งเสริมเศรษฐกิจสร้างสรรค์ หรือ CEA ได้ระบุว่าบุคลากรไทยจำนวนมากยังขาดความรู้ ความเข้าใจ และทรัพยากรที่จำเป็น เช่น พื้นที่สร้างสรรค์ อุปกรณ์ผลิตคอนเทนต์และการบริการในโลกเสมือนจริง เนื่องจากเทคโนโลยีดังกล่าวมีความซับซ้อนและต้องใช้งบลงทุนสูง ทำให้การเข้าถึงเครื่องมือเหล่านี้เป็นไปได้ยาก ส่งผลให้เกิดข้อจำกัดในการพัฒนาทักษะและการสร้างผลงานนวัตกรรมใหม่ (สำนักงานส่งเสริมเศรษฐกิจสร้างสรรค์, 2566) ห้องปฏิบัติการสื่อดิจิทัลและโลกเสมือน (Virtual Media Lab) จึงได้รับการพัฒนาเพื่อเป็นพื้นที่ยกระดับคอนเทนต์สร้างสรรค์ไทย ผ่านการผสมผสานศาสตร์ศิลป์และเทคโนโลยี ส่งเสริมการพัฒนาทักษะความคิดสร้างสรรค์สู่เศรษฐกิจดิจิทัลและเศรษฐกิจโลกเสมือน (Reskill and Upskill) (สำนักงานส่งเสริมเศรษฐกิจสร้างสรรค์, 2566)

ขณะเดียวกันแนวโน้มเทคโนโลยีเชิงกลยุทธ์มีการเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะอย่างยิ่งเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence: AI) ที่พัฒนาความสามารถจนเทียบเท่ามนุษย์ในหลายด้าน และกำลังกลายเป็นเครื่องมือสำคัญในการเพิ่มศักยภาพของมนุษย์ (เกรียงไกร, 2567) สื่อดิจิทัลการเรียนรู้ (Digital Learning Media) ไม่ใช่เป็นเพียงแค่เครื่องมือสำหรับการนำเสนอเนื้อหา แต่เป็นกระบวนการเรียนรู้โดยใช้เทคโนโลยีดิจิทัลเป็นเครื่องมือสนับสนุนเพิ่มประสิทธิภาพ และเป็นปัจจัยในการช่วยพัฒนาทักษะ

ในการเรียนรู้และพัฒนาตนเอง (วิชัย, 2562) นวัตกรรม (Innovator) บุคคลที่มีความสามารถในการคิดค้นแนวคิด กระบวนการ รวมทั้งต่อยอดจากสิ่งเดิมที่มีอยู่แล้วในการสร้างสรรค์นวัตกรรม (University Lab Partners, 2019), (Titima Deeboonmee Na Chumphae, 2021) โดย เกรียงไกร พลະสนธิ และ พงศกร พรวิรสุนทร (2567) กล่าวว่า การรู้เท่าทันนวัตกรรมสื่อดิจิทัลร่วมกับเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ (Digital Media Innovation with AI Literacy) ประกอบด้วย 4 ด้าน ได้แก่ 1) การเข้าถึงอย่างมีความรู้ 2) การเข้าใจในการประยุกต์ใช้งาน 3) การสร้างและการประเมิน และ 4) การมีปฏิสัมพันธ์อย่างมีจริยธรรม

จากความเป็นมาและความสำคัญ การพัฒนาสื่อดิจิทัลการเรียนรู้มีความสำคัญ เนื่องจากอุตสาหกรรมสื่อสร้างสรรค์กำลังเผชิญกับความท้าทายจากข้อจำกัดด้านความรู้และทรัพยากร ซึ่งมีบทบาทสำคัญในการขับเคลื่อนภาคธุรกิจหลากหลายด้าน การส่งเสริมความเป็นนวัตกรรมสื่อดิจิทัลควบคู่กับการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์จึงเป็นกลไกในการยกระดับศักยภาพของบุคลากร โดยการพัฒนาทักษะการรู้เท่าทันนวัตกรรมสื่อดิจิทัลร่วมกับเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ทั้ง 4 ด้าน จะช่วยให้ผู้เข้ารับบริการทางวิชาการสามารถพัฒนาตนเองและต่อยอดความคิดสร้างสรรค์ ห้องปฏิบัติการสื่อดิจิทัลและโลกเสมือน (Virtual Media Lab) จึงมีบทบาทสำคัญเป็นพื้นที่สำหรับการพัฒนาทักษะ เป็นแรงผลักดัน (Springboard) ในการก้าวสู่โลกเสมือนและเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของอุตสาหกรรมคอนเทนต์สร้างสรรค์ ในบริบทของตำแหน่ง เจ้าหน้าที่ปฏิบัติงานประจำห้อง Virtual Media Lab มีบทบาทสำคัญในให้บริการความรู้ทางวิชาการแก่ผู้เข้ารับบริการทางวิชาการเข้ามาเยี่ยมชมห้องปฏิบัติการ รวมถึงการสนับสนุนการจัดกิจกรรม ถ่ายทอดองค์ความรู้ และส่งเสริมการใช้สื่อดิจิทัลเพื่อการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้อง ให้สอดคล้องกับอุตสาหกรรม Creative Content ที่มุ่งเน้นการถ่ายทอดข้อมูลผ่านการสื่อสารอย่างสร้างสรรค์ โครงการนี้จึงเป็นการพัฒนาและส่งเสริมทักษะให้สามารถตอบโจทย์ต่อการเปลี่ยนแปลงของอุตสาหกรรมสื่อสร้างสรรค์ ซึ่งสอดคล้องกับพันธกิจของสำนักงานส่งเสริมเศรษฐกิจสร้างสรรค์ในการพัฒนาคน (Creative People) เศรษฐกิจสร้างสรรค์ (Creative Economy) และผู้ประกอบการในอุตสาหกรรมสร้างสรรค์ (Creative Industries)

ดังนั้นงานวิจัยนี้มุ่งเน้นการพัฒนาคู่มือปฏิบัติงานสำหรับ เครื่องปรับระนาบเหล็กแผ่นด้วยแม่เหล็กไฟฟ้า (EMSS) ซึ่งเป็นเครื่องจักรนำเข้าที่ใช้ในกระบวนการผลิตตัวถังรถยนต์ เนื่องจากคู่มือเดิมเป็นภาษาต่างประเทศ ทำให้พนักงานใหม่เรียนรู้ได้ช้าและส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพการผลิต คู่มือฉบับพัฒนาใหม่นี้ได้อธิบายหลักการทำงานและระบบควบคุม (HMI/Software) อย่างชัดเจน ผลลัพธ์จากการทดสอบยืนยันว่าคู่มือช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานและลดเวลาการเรียนรู้ ของพนักงานได้อย่างมีนัยสำคัญ ควบคู่ไปกับการต่อยอดองค์ความรู้ทางวิชาการและการพัฒนาทักษะดิจิทัลในด้านต่าง ๆ

2. วิธีการทดลอง

2.1 วิธีการดำเนินงาน และการวิเคราะห์

กลุ่มศึกษา คือ นักศึกษาปฏิบัติงานสหกิจศึกษา และ ผู้เข้ารับบริการห้องปฏิบัติการสื่อดิจิทัลและโลกเสมือน สำนักงานส่งเสริมเศรษฐกิจสร้างสรรค์ (องค์การมหาชน) การพัฒนาสื่อดิจิทัลการเรียนรู้ สำหรับห้องปฏิบัติการสื่อดิจิทัลและโลกเสมือน ด้วยการส่งเสริมความเป็นนวัตกรรมสื่อดิจิทัลและ AI เพื่อมุ่งสู่อุตสาหกรรมสร้างสรรค์ นักศึกษาปฏิบัติงานสหกิจศึกษาได้บูรณาการทฤษฎีเชิงระบบ (System Approach) กับการออกแบบวิธีการดำเนินงานแนวคิดแบบ NEW Model ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 รูปแบบ NEW Model

จากรูปที่ 1 แสดงรูปแบบ NEW Model นักศึกษาปฏิบัติงานสหกิจศึกษาได้บูรณาการทฤษฎีเชิงระบบ (System Approach) ประกอบด้วย (1) ปัจจัยนำเข้า (Input) (2) กระบวนการ (Process) (3) ผลลัพธ์ (Output) (4) ข้อมูลป้อนกลับ (Feedback) เพื่อมุ่งสู่ (5) ผลลัพธ์และคุณค่า (Outcome) และ (6) ผลกระทบ (Impact) ดังนี้

1) ปัจจัยนำเข้า (Input)

1.1) นักศึกษาสหกิจศึกษา (Cooperative Education Student) นักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชาสหกิจศึกษา มีองค์ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับสื่อดิจิทัล (Digital Media) มีความสามารถในการใช้เทคโนโลยีและเครื่องมือดิจิทัล (Digital Skills) และนำองค์ความรู้วิชาการทั้งทางภาคทฤษฎีและปฏิบัติ ที่ได้จากการศึกษาในหลักสูตรนำมาประยุกต์ใช้ปฏิบัติงานจริงในสถานประกอบการ มีความใฝ่รู้กระตือรือร้น พร้อมรับการเรียนรู้สิ่งใหม่ ๆ

1.2) อาจารย์ที่ปรึกษาสหกิจศึกษา (Cooperative Education Advisor) มีบทบาทหน้าที่ดูแล นักศึกษาสหกิจศึกษา ให้คำแนะนำ แนะนำแนวทางการเรียนรู้ นิเทศศึกษา เพื่อช่วยให้นักศึกษา

สหกิจศึกษา สามารถบูรณาการองค์ความรู้ทางทฤษฎีกับการปฏิบัติงานจริงในสถานประกอบการ และประเมินผลปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

1.3) สถานประกอบการ (Work Place) สถานที่ฝึกปฏิบัติงานจริง แหล่งความรู้เพิ่มพูนทักษะแก่นักศึกษาสหกิจศึกษา ที่ช่วยให้นักศึกษาได้รับประสบการณ์ตรงจากการปฏิบัติงานจริง

1.4) พนักงานที่ปรึกษาสหกิจศึกษา (Staff Advisor of Cooperative Education) บุคคลที่สถานประกอบการการมอบหมายให้ทำหน้าที่ดูแลฝึกอบรม และให้คำปรึกษาการปฏิบัติงานกับนักศึกษาสหกิจศึกษา

1.5) การเรียนรู้ผ่านหลักสูตรออนไลน์ (E-Learning) การเสริมสร้างองค์ความรู้และพัฒนาทักษะของนักศึกษาสหกิจศึกษาที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมสร้างสรรค์ เข้าถึงแหล่งเรียนรู้ได้อย่างอิสระ ไม่จำกัดเวลาและสถานที่

1.6) การเรียนรู้จากสถานการณ์จริง (Experiential Training) การเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้นักศึกษาสหกิจศึกษาได้รับองค์ความรู้และประสบการณ์ตรงจากการปฏิบัติงานจริงจากผู้เชี่ยวชาญในอุตสาหกรรม ซึ่งช่วยให้สามารถพัฒนาทักษะ

1.7) สภาพแวดล้อมทางการทำงาน (Working Environment) ประกอบด้วยห้องปฏิบัติการสื่อดิจิทัลและโลกเสมือน (Virtual Media Lab) ได้รับการออกแบบให้เป็นพื้นที่เอื้อต่อการสนับสนุนพัฒนาทักษะความคิดสร้างสรรค์ เพิ่มและพัฒนาทักษะแรงงานสร้างสรรค์ (Upskill/Reskill) สร้างตัวอย่าง และเป็นแรงผลักดันให้อุตสาหกรรม (Showcases & Springboard) พัฒนา Creative Contents Ecosystem ด้วยอุปกรณ์สตูดิโอ Virtual Production Set และ Metaverse Unit

1.8) อุปกรณ์สตูดิโอและซอฟต์แวร์ (Studio Equipment and Software)

1.8.1) อุปกรณ์สตูดิโอ (Studio Equipment) ประกอบด้วย (1) Virtual Production Unit (2) Metaverse Unit (3) Camera Unit (4) Lighting Unit (5) Sound Unit

1.8.2) ซอฟต์แวร์ (Software)

2) กระบวนการ NEW Model (NEW Model Process) ประกอบด้วย 3 กระบวนการ (1) N – Networking (2) E – Enhancing (3) W – Working ดังนี้

2.1) N – Networking (การสร้างเครือข่าย) ความร่วมมือระหว่างสถานประกอบการ หน่วยงานภาครัฐ เอกชน และสถาบันการศึกษา ซึ่งการทำงานร่วมกันของหน่วยงานภาคต่าง ๆ สามารถช่วยส่งเสริมในการแลกเปลี่ยนองค์ความรู้ การพัฒนาทักษะ โอกาสให้กับบุคคลากรที่เกี่ยวข้อง เพื่อเสริมสร้างเครือข่ายสนับสนุนที่เอื้อต่อการพัฒนาอุตสาหกรรมสร้างสรรค์ และต่อยอดศักยภาพให้เกิดระบบนิเวศการสร้างงานสร้างอาชีพต่ออุตสาหกรรม (Creative Content Ecosystem)

2.2) E – Enhancing (การส่งเสริม) การพัฒนาทักษะของนักศึกษาสหกิจศึกษา ผ่านการศึกษา ค้นคว้าองค์ความรู้ด้วยตนเอง จากแหล่งข้อมูลที่หลากหลาย ตามการมอบหมายงานของพนักงานที่ปรึกษาสหกิจศึกษา เช่น การเรียนรู้ผ่านหลักสูตรออนไลน์ (E-Learning) การเรียนรู้จากสถานการณ์จริง (Experiential

Training) หรือการต่อยอดองค์ความรู้เดิมสู่การพัฒนาองค์ความรู้ใหม่ ซึ่งช่วยให้นักศึกษาสหกิจศึกษาสามารถเข้าถึงองค์ความรู้เฉพาะทาง และพัฒนาทักษะให้ตรงตามความต้องการของงานที่มอบหมาย

2.3) W – Working (การทำงาน) นักศึกษาสหกิจศึกษานำองค์ความรู้ทั้งหมดไปประยุกต์ใช้กับการปฏิบัติงานจริงในสถานประกอบการ โดยได้รับมอบหมายโจทย์และบทบาท จากพนักงานที่ปรึกษาสหกิจศึกษา ให้ทำหน้าที่วิทยากรบริการความรู้ทางวิชาการเกี่ยวกับเทคโนโลยี Virtual Production และ AI แก่ผู้เข้ารับบริการทางวิชาการ ที่เข้ามาเยี่ยมชมห้องปฏิบัติการสื่อดิจิทัลและโลกเสมือน (Virtual Media Lab) ซึ่งช่วยให้นักศึกษาสหกิจศึกษาได้ฝึกฝนทักษะการเป็นวิทยากรถ่ายทอดองค์ความรู้ รวมไปถึงเสริมสร้างความเข้าใจแก่ผู้เข้ารับบริการทางวิชาการ ที่สนใจเกี่ยวกับอุตสาหกรรมสร้างสรรค์ ซึ่งเป็นการบูรณาการความรู้และทักษะสู่การปฏิบัติงานจริงอย่างมีประสิทธิภาพ

3) ผลลัพธ์ (Output) ที่ได้จากกระบวนการ NEW Model Process ประกอบด้วย

3.1) ทักษะดิจิทัล (Digital Skills) นักศึกษาสหกิจศึกษาและผู้เข้ารับบริการทางวิชาการ ได้รับการพัฒนาและเสริมสร้างทักษะด้านดิจิทัล เช่น เทคโนโลยี Virtual Production และ AI

3.2) สื่อดิจิทัลการเรียนรู้ (Digital Learning Media) ผลงานที่นักศึกษาสหกิจศึกษาได้พัฒนาออกในรูปแบบ Presentation โดยมีเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยี Virtual Production เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์สำหรับงานสร้างสรรค์ (AI for Creative work) และเนื้อหาสื่อดิจิทัลสำหรับเด็ก (Digital Content for Kids) เพื่อนำไปใช้ในการถ่ายทอดองค์ความรู้แก่ผู้เข้ารับบริการทางวิชาการ ที่เข้ามาเยี่ยมชมห้องปฏิบัติการสื่อดิจิทัลและโลกเสมือน (Virtual Media Lab)

3.3) ทักษะการเป็นวิทยากร (Trainer Skills) นักศึกษาสหกิจศึกษาได้ฝึกฝนการเป็นวิทยากรผ่านการถ่ายทอดองค์ความรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยี Virtual Production และ AI แก่ผู้เข้ารับบริการทางวิชาการ ในห้องปฏิบัติการสื่อดิจิทัลและโลกเสมือน (Virtual Media Lab) ซึ่งช่วยพัฒนาทักษะการสื่อสาร การนำเสนอ และความสามารถในการอธิบายเนื้อหาทางเทคนิคอย่างเข้าใจง่าย

3.4) นวัตกรรมสื่อดิจิทัล (Digital Innovator) นักศึกษาสหกิจศึกษาและผู้เข้ารับบริการทางวิชาการ ได้รับการพัฒนาเกี่ยวกับแนวคิดเชิงนวัตกรรมที่สามารถประยุกต์นำเทคโนโลยีเพื่อสร้างสรรค์นวัตกรรมใหม่ ให้ตอบโจทย์ต่ออุตสาหกรรมที่ต้องการ

4) ข้อมูลป้อนกลับ (Feedback) ปฏิกริยาตอบกลับจากผลลัพธ์ (Output) ของผู้เข้ารับบริการทางวิชาการจากการถ่ายทอดองค์ความรู้ของนักศึกษาสหกิจศึกษา สำหรับการเยี่ยมชมห้องปฏิบัติการสื่อดิจิทัลและโลกเสมือน (Virtual Media Lab) ด้วยการประเมินผลผ่านแบบประเมินการเข้าอบรมพัฒนาทักษะและศักยภาพ เพื่อตรวจสอบผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นและนำไปสู่การปรับปรุงปัจจัยนำเข้า (Input) กระบวนการ (Process)

5) ผลลัพธ์และคุณค่า (Outcome) รูปแบบ NEW Model ออกแบบเพื่อการศึกษาที่มุ่งผลลัพธ์ (Outcome-Based Education: OBE) โดยมุ่งเน้นให้ผู้เข้ารับบริการทางวิชาการได้รับองค์ความรู้ ทักษะ และเจตคติ ซึ่งผลลัพธ์และคุณค่าสอดคล้องตามวัตถุประสงค์ ดังนี้

5.1) องค์ความรู้เดิมทางวิชาการจากรายวิชาโครงการได้รับการต่อยอดและเป็นพัฒนาองค์ความรู้ใหม่แก่ผู้เข้ารับบริการทางวิชาการ สำหรับการเยี่ยมชมห้องปฏิบัติการ ซึ่งช่วยให้เกิดการเรียนรู้ที่นำไปประยุกต์ใช้ได้จริง

5.2) สถานประกอบการสามารถนำสื่อดิจิทัลการเรียนรู้ ไปใช้ประโยชน์ และต่อยอดได้

5.3) นักศึกษาสหกิจศึกษาได้รับแนวทางในการพัฒนาตนเองทางด้านวิชาการและวิชาชีพเพื่อต่อยอดเป็นทักษะที่จำเป็นต่อการประกอบอาชีพในอนาคต

5.4) ผู้เข้ารับบริการทางวิชาการได้รับองค์ความรู้และแนวทางที่สามารถนำไปใช้ในการพัฒนาตนเองในการประกอบอาชีพ ตลอดจนส่งเสริมให้สถานศึกษามีแนวทางการเรียนการสอนที่สอดคล้องกับความต้องการของอุตสาหกรรม

ทั้งนี้ผลลัพธ์และคุณค่าทั้งหมด คือ ความร่วมมือระหว่างสถานการศึกษาร่วมและสถานประกอบการ ส่งเสริมการพัฒนาองค์ความรู้และทักษะที่สอดคล้องกับตลาดแรงงาน นอกจากนี้สถานประกอบการเปิดโอกาสในการจัดทำข้อตกลงความร่วมมือ (MOU) ระหว่างสถาบันการศึกษา เพื่อส่งเสริมอุตสาหกรรมสร้างสรรค์

6) ผลกระทบ (Impact)

6.1) ต่อสถาบันการศึกษา สามารถยกระดับหลักสูตรการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับความต้องการของอุตสาหกรรม เพิ่มโอกาสให้นักศึกษามีทักษะที่พร้อมเข้าสู่ตลาดแรงงาน ตลอดจนสามารถปรับตัวเข้ากับแข่งขันในอุตสาหกรรม

6.2) ต่อสถานประกอบการ นักศึกษาสหกิจศึกษาสามารถต่อยอดองค์ความรู้เดิมมาปรับใช้ในการปฏิบัติงานจริง ยังสามารถนำองค์ความรู้เป็นแนวทางในการพัฒนาต่อผู้เข้ารับบริการของสถานประกอบการ นอกจากนี้สามารถสร้างเครือข่ายความร่วมมือระหว่างสถานประกอบการกับสถาบันการศึกษา ซึ่งนำไปสู่การพัฒนาบุคลากรที่ตอบโจทย์ต่ออุตสาหกรรม

6.3) ต่ออุตสาหกรรมสร้างสรรค์ เพิ่มบุคลากร ชีตความสามารถที่เกี่ยวข้องกับข้อบังคับด้านเทคโนโลยีและนวัตกรรม

จากรูปแบบ NEW Model นักศึกษาปฏิบัติงานสหกิจศึกษาแบ่งวิธีการดำเนินการออกเป็น 4 ระยะตามวัตถุประสงค์ ดังนี้

ระยะที่ 1 เพื่อต่อยอดองค์ความรู้ทางวิชาการจากรายวิชาโครงการสู่การพัฒนาองค์ความรู้ใหม่สำหรับงานสร้างสรรค์แก่สถานประกอบการ

NEW Model Process	รายละเอียด
N – Networking (การสร้างเครือข่าย)	การนำองค์ความรู้เดิมจากห้องเรียนสู่การปฏิบัติจริงในสถานประกอบการ ผ่านความร่วมมือระหว่างสถานประกอบการกับสถาบันการศึกษา โดยการศึกษาความต้องการของตลาดแรงงานและอุตสาหกรรมสร้างสรรค์ เพื่อวิเคราะห์ความสอดคล้องของเนื้อหาทางวิชาการกับทักษะที่จำเป็น จากนั้นพัฒนาเนื้อหาและปรับปรุงเป็นองค์ความรู้ใหม่ที่ตอบโจทย์ต่อความต้องการ ร่วมกับผู้เชี่ยวชาญ และพนักงานที่ปรึกษา เพื่อให้องค์ความรู้ให้มีความทันสมัยและนำไปใช้ได้จริง ก่อนนำมาพัฒนาเป็นสื่อดิจิทัลสำหรับการถ่ายทอดความรู้ในระยะต่อไป

ระยะที่ 2 เพื่อพัฒนาสื่อดิจิทัลการเรียนรู้ สำหรับห้องปฏิบัติการสื่อดิจิทัลและโลกเสมือน (Virtual Media Lab)

NEW Model Process	รายละเอียด
E – Enhancing (การส่งเสริม)	การเสริมสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ผ่านการออกแบบและพัฒนาสื่อดิจิทัลการเรียนรู้สำหรับผู้เข้ารับบริการ โดยมุ่งเน้นให้เกิดการเรียนรู้ การแลกเปลี่ยนองค์ความรู้ และการสร้างระบบนิเวศที่เอื้อต่อการเรียนรู้และการสร้างสรรค์ร่วมกัน

ระยะที่ 3 เพื่อพัฒนาทักษะการเป็นวิทยากร ของนักศึกษาปฏิบัติงานการสหกิจศึกษา

NEW Model Process	รายละเอียด
W – Working (การทำงาน)	นักศึกษาปฏิบัติงานการสหกิจศึกษา พัฒนาทักษะการถ่ายทอดความรู้และการสื่อสารผ่านการฝึกอบรมด้านการนำเสนอ การเป็นวิทยากรมืออาชีพ และการใช้สื่อประกอบการบรรยาย การเปิดโอกาสให้นักศึกษาได้ฝึกเป็นวิทยากรในสถานการณ์จำลอง พร้อมรับข้อเสนอแนะจากพนักงานที่ปรึกษา นอกจากนี้ นักศึกษาปฏิบัติงานการสหกิจศึกษา ยังมีโอกาสปฏิบัติงานจริง โดยการเป็นวิทยากรร่วมในการอบรมภายใต้การดูแลของพนักงานที่ปรึกษา เพื่อพัฒนาความมั่นใจและเสริมสร้างประสบการณ์ในสถานการณ์จริง

ระยะที่ 4 เพื่อพัฒนานวัตกรรมสื่อดิจิทัลและ AI ของผู้ให้บริการ

NEW Model Process	รายละเอียด
N – Networking (การสร้างเครือข่าย) E – Enhancing (การส่งเสริม) W – Working (การทำงาน)	การบูรณาการทั้ง 3 กระบวนการของ NEW Model เพื่อพัฒนาผู้ ผู้ให้บริการทางวิชาการ สามารถต่อยอดแนวคิดเชิงนวัตกรรม สามารถประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเพื่อสร้างสรรค์นวัตกรรมใหม่ ๆ ตอบโจทย์ความต้องการของอุตสาหกรรมสร้างสรรค์ โดยมี นักศึกษาสหกิจศึกษาทำหน้าที่เป็นวิทยากรหลัก ถ่ายทอดองค์ ความรู้ที่พัฒนาขึ้นจาก ระยะที่ 1 ผ่านสื่อดิจิทัลการเรียนรู้จาก ระยะที่ 2 ทั้งนี้ ผู้ให้บริการจะประเมินความพึงพอใจ เพื่อวัด ผลลัพธ์ของการเรียนรู้และนำไปสู่การพัฒนา

3. ผลการทดลองและอภิปรายผล
3.1 ผลการศึกษา

การพัฒนาสื่อดิจิทัลการเรียนรู้ สำหรับห้องปฏิบัติการสื่อดิจิทัลและโลกเสมือน ด้วยการส่งเสริมความ
 เป็นนวัตกรรมสื่อดิจิทัลและ AI เพื่อมุ่งสู่อุตสาหกรรมสร้างสรรค์ ผลการดำเนินงาน และการวิเคราะห์
 โดยนักศึกษาปฏิบัติงานสหกิจศึกษาแบ่งระยะตามวัตถุประสงค์ ดังนี้

3.1.1 ระยะที่ 1 ผลการต่อยอดองค์ความรู้ทางวิชาการจากรายวิชาโครงการสู่การพัฒนาองค์
 ความรู้ใหม่สำหรับงานสร้างสรรค์แก่สถานประกอบการ

จากการศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง วิเคราะห์ สังเคราะห์ นำไปสู่การพัฒนาบทความวิชาการ ที่ได้รับ
 การเผยแพร่ในฐานวารสารระดับชาติ ฐานข้อมูลศูนย์ดัชนีการอ้างอิงวารสารไทย (TCI) ภายใต้หัวข้อโครงการ
 เรื่อง รูปแบบการเรียนรู้การผลิตนวัตกรรมสื่อดิจิทัล ผ่านกระบวนการ AI Production เพื่อส่งเสริมสมรรถนะ
 การรู้เท่าทันนวัตกรรมสื่อดิจิทัลร่วมกับเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ นักศึกษาปฏิบัติงานสหกิจศึกษาได้นำ
 ต้นแบบนวัตกรรมสื่อดิจิทัล ผ่านกระบวนการ AI Production ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของโครงการ มาต่อยอดเป็นสื่อ
 ดิจิทัลการเรียนรู้ในระยะที่ 2 เพื่อใช้เป็นกรณีศึกษา (Case Study) ในการเผยแพร่องค์ความรู้แก่ผู้เข้ารับ
 บริการทางวิชาการ โดยสื่อดิจิทัลการเรียนรู้ดังกล่าวแสดงถึงแนวคิด และการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี
 ปัญญาประดิษฐ์ (AI) สำหรับงานสร้างสรรค์สื่อ ซึ่งสามารถจุดประกายแนวคิดแก่ผู้ให้บริการ และนำไปต่อ
 ยอดในด้านเทคโนโลยีและการสร้างสรรค์ต่อไปได้



รูปที่ 2 บทความวิชาการ การสังเคราะห์สมรรถนะการเรียนรู้เท่าทันนวัตกรรมสื่อดิจิทัล
ร่วมกับเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ (เกรียงไกร, 2567)



รูปที่ 3 ต้นแบบนวัตกรรมสื่อดิจิทัล ผ่านกระบวนการ AI Production (DC RMUTK, 2024)



รูปที่ 4 QR-Code ต้นแบบนวัตกรรมสื่อดิจิทัล
(Prototype of Digital Media Innovation) (DC RMUTK, 2024)

สรุปผลการดำเนินการในระยะที่ 1 ภายใต้วิธีการดำเนินงานของ New Model Process: N – Networking (การสร้างเครือข่าย) พบว่านักศึกษาปฏิบัติการสหกิจศึกษา ได้นำองค์ความรู้เดิมจากการเผยแพร่ผลงานการตีพิมพ์บทความวิชาการ และการสร้างต้นแบบนวัตกรรมสื่อดิจิทัล มาสังเคราะห์ ต่อยอดเป็นองค์ความรู้ใหม่ที่สอดคล้องกับความต้องการของตลาดแรงงานและอุตสาหกรรมสร้างสรรค์ โดยมุ่งเน้น

เชื่อมโยงเนื้อหาทางวิชาการกับทักษะที่จำเป็น ทั้งนี้ได้มีการทำงานร่วมกับผู้เชี่ยวชาญและพนักงานที่ปรึกษาสหกิจศึกษาในสถานประกอบการ เพื่อพัฒนาเนื้อหาให้ทันสมัย และสามารถนำไปใช้ต่อยอดในการพัฒนาสื่อดิจิทัลการเรียนรู้ในระยะที่ 2

3.1.2 ระยะที่ 2 ผลการพัฒนาสื่อดิจิทัลการเรียนรู้ สำหรับห้องปฏิบัติการสื่อดิจิทัลและโลกเสมือน (Virtual Media Lab)

นักศึกษาปฏิบัติงานสหกิจศึกษาได้นำองค์ความรู้ใหม่ที่เกี่ยวข้อง มาพัฒนาสื่อดิจิทัลการเรียนรู้ สำหรับห้องปฏิบัติการสื่อดิจิทัลและโลกเสมือน (Virtual Media Lab) รูปแบบ Presentation ผ่านการใช้แพลตฟอร์มการนำเสนอออนไลน์ (Presentation Platform) โดยมีเนื้อหาแบ่งออกเป็น 3 หัวข้อ ได้แก่

- 1) เทคโนโลยี Virtual Production จำนวน 14 สไลด์
- 2) ดิจิทัลคอนเทนต์ (Digital Content) จำนวน 20 สไลด์
- 3) เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์สำหรับงานสร้างสรรค์ (AI for Creative Work) จำนวน 13 สไลด์

3.1.2.1 สื่อดิจิทัลการเรียนรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยี Virtual Production



รูปที่ 5 สื่อดิจิทัลการเรียนรู้ เทคโนโลยี Virtual Production

จากรูปที่ 5 แสดงสื่อดิจิทัลการเรียนรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยี Virtual Production สำหรับห้องปฏิบัติการสื่อดิจิทัลและโลกเสมือน (Virtual Media Lab) เพื่อใช้เป็นสื่อประกอบการอบรมและถ่ายทอดความรู้แก่ผู้เข้ารับบริการความรู้ทางวิชาการ โดยเนื้อหาครอบคลุมแนวคิดพื้นฐานของเทคโนโลยี Virtual Production ข้อมูลเบื้องต้นที่เกี่ยวข้องกับห้องปฏิบัติการ ตลอดจนแนวทางการประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมสร้างสรรค์ เช่น ภาพยนตร์ แอนิเมชัน และโฆษณา เป็นต้น ทั้งนี้สื่อนี้ใช้องค์ประกอบมัลติมีเดีย เช่น ภาพประกอบ วิดีโอ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนรู้และช่วยให้ผู้เข้ารับบริการความรู้ทางวิชาการ และสามารถเข้าใจเนื้อหาได้อย่างชัดเจน

3.1.2.2 สื่อดิจิทัลการเรียนรู้เกี่ยวกับ ดิจิทัลคอนเทนต์สำหรับเด็ก (Digital Content Kids)



รูปที่ 6 สื่อดิจิทัลการเรียนรู้ ดิจิทัลคอนเทนต์สำหรับเด็ก
(Digital Content for Kids)

จากรูปที่ 6 แสดงสื่อดิจิทัลการเรียนรู้ ดิจิทัลคอนเทนต์สำหรับเด็ก (Digital Content for Kids) สำหรับห้องปฏิบัติการสื่อดิจิทัลและโลกเสมือน (Virtual Media Lab) ซึ่งพัฒนาขึ้นเพื่อใช้เป็นสื่อประกอบการอบรมและถ่ายทอดความรู้แก่ผู้เข้ารับบริการความรู้ทางวิชาการ โดยเนื้อหาครอบคลุมแนวคิดพื้นฐานของดิจิทัลคอนเทนต์ (Digital Content) และเทคโนโลยีเสมือนจริง (Augmented Reality: AR) สื่อนี้ถูกออกแบบมาให้เหมาะสมกับเด็ก โดยมุ่งเน้นการนำเสนอเนื้อหาในรูปแบบที่เข้าใจง่าย มีองค์ประกอบมัลติมีเดีย เช่น ภาพประกอบ วิดีโอ เพื่อช่วยให้เข้ารับบริการความรู้ทางวิชาการ สามารถเรียนรู้ผ่านประสบการณ์ที่สนุกสนานและมีส่วนร่วม

3.1.2.3 สื่อดิจิทัลการเรียนรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์สำหรับงานสร้างสรรค์ (AI for Creative Work)



รูปที่ 7 สื่อดิจิทัลการเรียนรู้ เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์สำหรับงานสร้างสรรค์
(AI for Creative Work)

จากรูปที่ 7 แสดงสื่อดิจิทัลการเรียนรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์สำหรับงานสร้างสรรค์ (AI for Creative Work) ซึ่งพัฒนาขึ้นเพื่อใช้เป็นสื่อการสอนและองค์ความรู้ โดยเนื้อหามุ่งเน้นให้ความรู้เกี่ยวกับการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์สำหรับงานสร้างสรรค์ต่าง ๆ

สรุปผลการดำเนินการในระยะที่ 2 ภายใต้วิธีการดำเนินงานของ New Model Process: E – Enhancing การส่งเสริม) พบว่านักศึกษาปฏิบัติการสหกิจศึกษาได้นำองค์ความรู้ใหม่จากระยะที่ 1 มาต่อยอดออกแบบพัฒนาเป็นสื่อดิจิทัลการเรียนรู้รูปแบบ Presentation ผ่านการใช้แพลตฟอร์มการนำเสนอออนไลน์ (Presentation Platform) เพื่อการถ่ายทอดเนื้อหาความรู้ที่น่าสนใจ เสริมสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ การแลกเปลี่ยนองค์ความรู้ และการสร้างระบบนิเวศที่เอื้อต่อการเรียนรู้อย่างสร้างสรรค์ แก่ผู้เข้ารับบริการ ซึ่งนำไปสู่การพัฒนาทักษะการเป็นวิทยากร ของนักศึกษาปฏิบัติงานสหกิจศึกษา ในระยะที่ 3

3.1.3 ระยะที่ 3 ผลการพัฒนาทักษะการเป็นวิทยากร ของนักศึกษาปฏิบัติงานสหกิจศึกษาจากการพัฒนาสื่อดิจิทัลการเรียนรู้ สำหรับห้องปฏิบัติการสื่อดิจิทัลและโลกเสมือน (Virtual Media Lab) นักศึกษาปฏิบัติงานสหกิจศึกษาได้นำสื่อดิจิทัลการเรียนรู้ใช้เป็นเครื่องมือในการถ่ายทอดองค์ความรู้และพัฒนาทักษะของผู้เข้ารับบริการความรู้ทางวิชาการ ดังนี้

3.1.3.1 การเป็นวิทยากรบรรยายในหัวข้อ ดิจิทัลคอนเทนต์ (Digital Content) แก่ ENDANGERED SPECIES LAB by fabcafe.bangkok ผู้เข้าที่รับบริการทางวิชาการ เข้ามาเยี่ยมชมห้องปฏิบัติการสื่อดิจิทัลและโลกเสมือน (Virtual Media Lab)



รูปที่ 8 การปฏิบัติงานการเป็นวิทยากรบรรยายความรู้ ดิจิทัลคอนเทนต์ (Digital Content)



รูปที่ 9 การปฏิบัติงานการเป็นวิทยากรบรรยายความรู้ ดิจิทัลคอนเทนต์ (Digital Content)

3.1.3.2 การเป็นวิทยากรบรรยายในหัวข้อ เทคโนโลยี Virtual Production แก่มหาวิทยาลัยรามคำแหง ผู้เข้ารับบริการทางวิชาการ ที่เข้ามาเยี่ยมชมห้องปฏิบัติการสื่อดิจิทัลและโลกเสมือน (Virtual Media Lab)



รูปที่ 10 การปฏิบัติงานการเป็นวิทยากรบรรยายความรู้
เทคโนโลยี Virtual Production

3.1.3.3 การเป็นวิทยากรบรรยายในหัวข้อ เทคโนโลยีประดิษฐ์สำหรับงานสร้างสรรค์ (AI for Creative Work) แก่มหาวิทยาลัยมหิดล ผู้เข้ารับบริการทางวิชาการ ที่เข้ามาเยี่ยมชมห้องปฏิบัติการสื่อดิจิทัลและโลกเสมือน (Virtual Media Lab)



รูปที่ 11 การปฏิบัติงานการเป็นวิทยากรบรรยายความรู้
หัวข้อ เทคโนโลยีประดิษฐ์สำหรับงานสร้างสรรค์ (AI for Creative Work)

3.1.3.4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากผู้เข้ารับบริการทางวิชาการ จากแบบประเมินความพึงพอใจการเข้าอบรมพัฒนาทักษะและศักยภาพ (ด้านทักษะการเป็นวิทยากร) ของผู้เข้ารับบริการทางวิชาการ จำนวน 63 คน ดังนี้

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของแบบประเมินการเข้าอบรมพัฒนาทักษะและศักยภาพ (ด้านทักษะการเป็นวิทยากร) ของผู้เข้ารับบริการทางวิชาการ จำนวน 63 คน (n=63)

หัวข้อแบบประเมิน	ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$)	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน S.D.	ความพึงพอใจ
ระหว่างการอบรม			
1. ความสามารถในการถ่ายทอดเนื้อหา ของวิทยากร	4.68	0.53	มากที่สุด
2. การยกตัวอย่างประกอบการบรรยายเนื้อหา หรือสาธิตการใช้อุปกรณ์ของวิทยากร	4.80	0.50	มากที่สุด
3. การให้ความช่วยเหลือทางเทคนิค ของวิทยากร	4.68	0.50	มากที่สุด
รวม	4.72	0.01	มากที่สุด

จากตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์แบบประเมินการเข้าอบรมพัฒนาทักษะและศักยภาพ (ด้านทักษะการเป็นวิทยากร) ของผู้เข้ารับบริการทางวิชาการ 63 คน พบว่า ระหว่างการอบรม ด้านการยกตัวอย่างประกอบการบรรยายเนื้อหา หรือสาธิตการใช้อุปกรณ์ของวิทยากร มีระดับความพึงพอใจ มากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) เท่ากับ 4.80 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 0.50 รองลงมาพบว่า ด้านการให้ความช่วยเหลือทางเทคนิค ของวิทยากร มีระดับความพึงพอใจ มากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) เท่ากับ 4.68 ส่วน

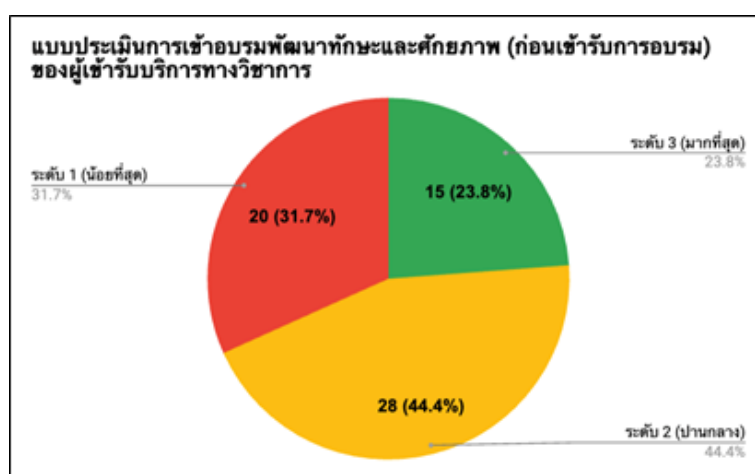
เบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 0.50 และรองลงมาพบว่า ด้านความสามารถในการถ่ายทอดเนื้อหาของวิทยากร มีระดับความพึงพอใจ มากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) เท่ากับ 4.68 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 0.53 เมื่อนำทั้ง 3 ด้านมารวมสรุปผลได้ด้านองค์ประกอบโดยรวมของ “แบบประเมินความพึงพอใจ การเข้าอบรมพัฒนาทักษะและศักยภาพ (ด้านทักษะการเป็นวิทยากร) มีระดับความพึงพอใจ มากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) เท่ากับ 4.72 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 0.01

สรุปผลการดำเนินการในระยะที่ 3 ภายใต้วิธีการดำเนินงานของ New Model Process: W – Working (การทำงาน) พบว่านักศึกษาปฏิบัติการสหกิจศึกษา ได้พัฒนาศักยภาพตนเองผ่านการเข้ารับการฝึกอบรมการเรียนรู้จากสถานการณ์จริง การถ่ายทอดองค์ความรู้และสื่อสารด้านการนำเสนอ โดยนำองค์ความรู้ที่ได้รับมาต่อยอดสู่การปฏิบัติงานจริง พร้อมทั้งนำสื่อดิจิทัลการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นใช้เป็นเครื่องมือในการถ่ายทอดองค์ความรู้แก่ผู้เข้ารับบริการ โดยผู้เข้ารับบริการมีผลจากการเข้ารับการบริการ จากผลประเมินการเข้าอบรมพัฒนาทักษะและศักยภาพ ก่อนและหลังเข้ารับการอบรม แสดงให้เห็นถึงการพัฒนาระดับความรู้ ความเข้าใจของผู้เข้ารับบริการ จึงนำไปสู่ผลการพัฒนานวัตกรรมสื่อดิจิทัลและ AI ในระยะที่ 4

3.1.4 ระยะที่ 4 ผลการพัฒนานวัตกรรมสื่อดิจิทัลและ AI ของผู้เข้ารับบริการ

การบูรณาการทำงานทั้ง 3 กระบวนการของ NEW Model Process มีผลการพัฒนานวัตกรรมสื่อดิจิทัลและ AI ของผู้เข้ารับบริการ เพื่อนำไปสู่การพัฒนาผู้เข้ารับบริการให้เป็นนวัตกรรมสื่อดิจิทัลและ AI โดยมีนักศึกษาสหกิจศึกษาเป็นวิทยากรถ่ายทอดองค์ความรู้ผ่านสื่อดิจิทัลการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น จากแบบประเมินการเข้าอบรมพัฒนาทักษะและศักยภาพ ก่อนและหลังเข้ารับการอบรม ของผู้เข้ารับบริการทางวิชาการ 63 คน ดังนี้

3.1.4.1 ผลการวิเคราะห์การเข้าอบรมพัฒนาทักษะและศักยภาพ (ก่อนเข้ารับการอบรม) การประเมินระดับความรู้ ความเข้าใจก่อนเข้ารับการอบรมของผู้เข้ารับบริการทางวิชาการ จำนวน 63 คน โดยใช้เกณฑ์วัดผล 3 ระดับ ได้แก่ 3 = มากที่สุด (Excellent), 2 = ปานกลาง (Moderate), และ 1 = น้อยที่สุด (Least) ดังภาพที่ 15



รูปที่ 12 การประเมินระดับความรู้ ความเข้าใจก่อนเข้ารับการอบรมของผู้เข้ารับบริการทางวิชาการ จำนวน 63 คน

จากรูปที่ 12 แสดงร้อยละผลการวิเคราะห์แบบประเมินการเข้าอบรมพัฒนาทักษะและศักยภาพ (ก่อนเข้ารับการอบรม) ประเมินระดับความรู้ ความเข้าใจของผู้เข้ารับการบริการทางวิชาการ จำนวน 63 คน พบว่า ก่อนเข้ารับการอบรมผู้เข้ารับการบริการทางวิชาการมีระดับความรู้ ความเข้าใจ ระดับ 3 (มากที่สุด) จำนวน 15 คน คิดเป็นร้อยละ 23.8 ระดับ 2 (ปานกลาง) จำนวน 28 คน คิดเป็นร้อยละ 44.4 และระดับ 1 (น้อยที่สุด) จำนวน 20 คน คิดเป็นร้อยละ 31.7

3.1.4.2 ผลการวิเคราะห์การเข้าอบรมพัฒนาทักษะและศักยภาพ (หลังเข้ารับการอบรม) การประเมินระดับความรู้ ความเข้าใจหลังเข้ารับการอบรมของผู้เข้ารับการบริการทางวิชาการ จำนวน 63 คน ดังนี้

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของแบบประเมินการเข้าอบรมพัฒนาทักษะและศักยภาพ (หลังเข้ารับการอบรม) ของผู้เข้ารับการบริการทางวิชาการ จำนวน 63 คน (n=63)

หัวข้อแบบประเมิน	ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$)	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน S.D.	ความหมาย
หลังเข้ารับการอบรม			
1. ท่านสามารถนำความรู้จากการเข้าร่วมกิจกรรมครั้งนี้ไปประยุกต์ใช้กับการเรียนการสอน หรืองานที่ทำอยู่	4.57	0.68	มากที่สุด
รวม	4.57	0.68	มากที่สุด

จากตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์แบบประเมินการเข้าอบรมพัฒนาทักษะและศักยภาพ (หลังเข้ารับการอบรม) ของผู้เข้ารับการบริการทางวิชาการ จำนวน 63 คน พบว่า หลังเข้ารับการอบรมผู้เข้ารับการบริการทางวิชาการมีระดับความรู้ ความเข้าใจ อยู่ในระดับมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) เท่ากับ 4.57 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 0.68

สรุปผลการดำเนินการในระยะที่ 4 ภายใต้วิธีการดำเนินงานของ New Model Process: N – Networking (การสร้างเครือข่าย), E – Enhancing (การส่งเสริม) และ W – Working (การทำงาน) พบว่าการบูรณาการ New Model Process ทั้ง 3 กระบวนการ ช่วยพัฒนาความนวัตกรรมสื่อดิจิทัลและ AI ของผู้เข้ารับการบริการ โดยผลการประเมินหลังการอบรม แสดงให้เห็นถึงการเพิ่มขึ้นของระดับความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับเทคโนโลยี Virtual Production และ AI ผู้เข้ารับการบริการสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปประยุกต์ใช้ในการสร้างสรรค์สื่อดิจิทัล พัฒนาทักษะด้านนวัตกรรม และการคิดเชิงสร้างสรรค์เพื่อใช้ในการทำงานจริงในอนาคต

3.2 อภิปรายผล

การพัฒนาสื่อดิจิทัลการเรียนรู้สำหรับห้องปฏิบัติการสื่อดิจิทัลและโลกเสมือน (Virtual Media Lab) ด้วยการส่งเสริมความเป็นนวัตกรรมสื่อดิจิทัลและ AI เพื่อมุ่งสู่อุตสาหกรรมสร้างสรรค์ (Evans, 2011), (Idris, 2023)

ผู้ศึกษาได้พัฒนาสื่อดิจิทัลการเรียนรู้ซึ่งสนับสนุนการทำงานที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์สำหรับห้องปฏิบัติการสื่อดิจิทัลและโลกเสมือนในสถานประกอบการได้จริง การพัฒนาสื่อนี้เป็นการต่อยอดองค์ความรู้ทางวิชาการจากรายวิชาโครงการสู่การพัฒนาองค์ความรู้ใหม่สำหรับงานสร้างสรรค์มาปรับใช้ในการออกแบบเนื้อหา (Abuhav, 2017) ส่งผลให้ผู้เข้ารับบริการวิชาการเกิดองค์ความรู้ใหม่ได้ ทั้งนี้สถานประกอบการมีความพึงพอใจเป็นอย่างยิ่ง เนื่องจากโครงงานนี้ตอบโจทย์ตลาดแรงงาน ช่วยให้สถานประกอบการนำองค์ความรู้ไปต่อยอดได้ในอนาคต และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการฝึกอบรมพนักงานภายในองค์กรได้ ขยายผลไปสู่การพัฒนาเพื่อการเรียนรู้ขององค์กรได้ในอนาคต (Ye, 2020)

ความพึงพอใจของคุณศิริรินทร์ มลิณทสุต ตำแหน่ง เจ้าหน้าที่ช่วยปฏิบัติงานด้านพัฒนาธุรกิจ พนักงานบริษัทสหกิจศึกษา ได้กล่าวว่า “นักศึกษาปฏิบัติงานตามที่ได้รับมอบหมายได้อย่างครบถ้วน การฝึกในส่วนปฏิบัติงานของห้องปฏิบัติการสื่อดิจิทัลและโลกเสมือน นักศึกษาได้เรียนรู้และฝึกทักษะให้การใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ การสร้างเนื้อหาสื่อดิจิทัลซึ่งสามารถพัฒนาทักษะที่ใช้ได้จริงในการทำงาน ด้านการประสานงานทั่วไป นักศึกษาเข้าใจการทำงานเป็นทีม การจัดการเวลา และการประสานงานกับบุคคลทั้งภายในและภายนอกองค์กร เรียนรู้การสื่อสาร จะเป็นทักษะสำคัญที่จำเป็นในการทำงานในอนาคต (Guelton, 2016) ทั้งนี้สองด้าน จะช่วยให้นักศึกษามีประสบการณ์และพัฒนาในด้านทักษะเฉพาะทางและการทำงานร่วมกับผู้อื่นได้เป็นอย่างดี”

4. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ สำนักงานส่งเสริมเศรษฐกิจสร้างสรรค์ (องค์การมหาชน) สถานประกอบการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา และ คุณศิริรินทร์ มลิณทสุต ตำแหน่ง เจ้าหน้าที่ช่วยปฏิบัติงานด้านพัฒนาธุรกิจ แผนก สำนักพัฒนาธุรกิจและนวัตกรรม พนักงานที่บริษัทสหกิจศึกษา

5. เอกสารอ้างอิง

เกรียงไกร พลเสนธิ และ พงศกร พรวิรสุนทร. (2567). การสังเคราะห์สมรรถนะการเรียนรู้เท่าทันนวัตกรรมสื่อดิจิทัลร่วมกับเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์. วารสารการสื่อสารและสื่อบูรณาการ, 12(2). 48-73.

วิชัย วงษ์ใหญ่ และ มารุต พัฒนาผล. Digital Learning. [ออนไลน์]. สืบค้นจาก

http://www.curriculumandlearning.com/upload/Books/Digital%20Learning_1567488037.pdf (วันที่สืบค้น 10 มีนาคม 2568).

สำนักงานส่งเสริมเศรษฐกิจสร้างสรรค์. Virtual Media Lab ห้องปฏิบัติการสื่อดิจิทัลและโลกเสมือน.

[ออนไลน์]. สืบค้นจาก: <https://www.cea.or.th/th/single-project/virtual-media-lab> (วันที่สืบค้น 10 มีนาคม 2568).

- DC RMUTK. Digital media innovation production learning model via AI production to enhance the competency of digital media innovation with AI literacy. [Online]. Retrieved from: <https://www.facebook.com/dcrmutk/videos/1036727048119824> (Cited 10 March 2025).
- Titima Deeboonmee Na Chumphae. Innovator. [Online]. Retrieved from: <https://www.thailibrary.in.th/2021/04/07/innovator/> (Cited 10 March 2025).
- University Lab Partners. What is the difference between an inventor, entrepreneur and innovator. [Online]. Retrieved from: <https://www.universitylabpartners.org/blog/difference-inventor-entrepreneur-innovator> (Cited 10 March 2025).
- Abuhav, I. (2017). ISO 9001: 2015-A complete Guide to Quality Management Systems. CRC press.
- Evans, B. (2011). Beginning arduino programming.
- Guelton, N., Lopès, C., & Sordini, H. (2016). Cross coating weight control by electromagnetic strip stabilization at the continuous galvanizing line of ArcelorMittal Florange. Metallurgical and Materials Transactions B, 47(4), 2666-2680.
- Idris, M. R., Irdayanti, M. N., & Ramlee, M. (2023). A review of microcontroller design in future industrial revolution. AIP Conference Proceedings.
- Ye, Y., Zhang, C., He, C., Wang, X., Huang, J., & Deng, J. (2020). A review on applications of capacitive displacement sensing for capacitive proximity sensor. Ieee Access. ieeexplore.ieee.org.

การประเมินปริมาตรดินและตะกอนที่ทับถมบริเวณหน้าท่าเทียบเรือด้วยเครื่องมือหยังความลึกด้วยคลื่นเสียงความถี่เดียว

Assessment of the Volume of Soil and Sediment Deposited in Front of the Wharf with a Single-Frequency Acoustic Instrument

ปรารธนา แก้วดอนรี และ กนกพรณ บัวน้อย*

สาขาวิชาวิศวกรรมสำรวจ ภาควิชาวิศวกรรมโยธา

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

2 ถนนนางลิ้นจี่ แขวงทุ่งมหาเมฆ เขตสาทร กรุงเทพมหานคร 10120

Prattana Keawdonree and Kanokphan Buanoi*

Civil Engineering, Department of Civil Engineering,

Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology Krungthep,

2 Nanglinchi Rd., Tungmahamek, Sathorn, Bangkok 10120, Thailand.

*Corresponding author Email: kanokphan.p@mail.rmutk.ac.th

(Received: March 16, 2025 / Revised: May 03, 2025 / Accepted: June 20, 2025)

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้เป็นการดำเนินงานตามโครงการสหกิจศึกษา และการศึกษาเชิงบูรณาการกับการทำงานของนักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมสำรวจ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ ได้ปฏิบัติงานสหกิจศึกษาภาคการศึกษาที่ 1 ปีการศึกษา 2566 ณ บริษัท ซี.เอ็ม.พี.ออนชอร์เซอร์วิส จำกัด งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาวิธีการวัดความลึกโดยใช้เครื่องมือหยังความลึกร่วมกับอาร์ทีเคจีเอ็นเอสเอสเน็ตเวิร์ค (RTK GNSS Network) เพื่อจัดทำแผนที่ภูมิประเทศใต้น้ำบริเวณหน้าท่าเทียบเรือในรูปแบบพื้นผิวใต้น้ำ รวมทั้งคำนวณและเปรียบเทียบปริมาตรดินและตะกอนก่อนและหลังการขุดลอกในช่วงปี พ.ศ. 2564 – 2566 และนำผลการวิเคราะห์ไปใช้ในการคาดการณ์ปริมาตรตะกอนดินในปีถัดไป โดยดำเนินการประมวลผลข้อมูลด้วยโปรแกรม AutoCAD Civil 3D 2020 เพื่อสร้างแบบจำลองพื้นผิวความลึกใต้น้ำ ผลการศึกษาพบว่า ก่อนการขุดลอกพื้นที่มีระดับความลึกอยู่ในช่วงประมาณ 3.00 ถึง -8.00 เมตร และหลังการขุดลอกระดับความลึกเพิ่มขึ้นอยู่ในช่วง -9.00 ถึง -10.00 เมตร การคำนวณปริมาตรดินและตะกอนแสดงให้เห็นว่า ปริมาตรดินมีการเปลี่ยนแปลงตามช่วงเวลา โดยมีแนวโน้มลดลงในปี พ.ศ. 2565 และเพิ่มขึ้นในปี พ.ศ. 2566 ซึ่งอาจสัมพันธ์กับกระบวนการและรูปแบบการขุดลอกในแต่ละปี เมื่อเปรียบเทียบปริมาตรดินก่อนและหลังการขุดลอกพบว่าการลดลงของปริมาตรดินที่ถูกขุดออกในทุกปี โดยปี พ.ศ. 2564 มีปริมาตรดินและตะกอนที่ต้องขุดออกมากที่สุด ปี พ.ศ. 2565 ไม่พบการเปลี่ยนแปลงของปริมาตรดินอย่างมีนัยสำคัญ และปี พ.ศ. 2566 มีปริมาตรดินและตะกอนที่ถูกขุดออกเพิ่มขึ้นอีกครั้ง ทั้งนี้ข้อมูลจากการศึกษาทั้งสามปีสะท้อนแนวโน้มว่า ปริมาตรดินและตะกอนในพื้นที่ศึกษามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในปีถัดไป ซึ่งสามารถนำไปใช้สนับสนุนการวางแผนขุดลอกและการบริหารจัดการพื้นที่หน้าท่าเทียบเรืออย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ: การรังวัดความลึก, สหกิจศึกษา, เครื่องหยั่งความลึก, RTK GNSS Network, ปริมาตรตะกอนดิน, แผนที่ภูมิประเทศใต้น้ำ

Abstract

This research is an implementation of the Cooperative Education Project and an integrated study with the work of students of the Department of Surveying Engineering, Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology, Bangkok, who conducted the Cooperative Education in the 1st semester of the academic year 2023 at C.M.P. Onshore Service Co., Ltd. The RTK GNSS Network is used to map the underwater terrain in front of the wharf in the form of an underwater surface, as well as to calculate and compare the volume of soil and sediment before and after dredging during the period 2021–2023, and to use the results of the analysis to predict the volume of soil sediment in the following year. The data processing was carried out with AutoCAD Civil 3D 2020 to create a model of the underwater depth surface. The results of the study showed that before dredging, the depth of the area ranged from 3.00 to –8.00 meters, and after dredging, the depth increased in the range of –9.00 to –10.00 meters. When comparing the volume of soil before and after dredging, it was found that there was a decrease in the volume of soil that was excavated every year. In 2021, there was the largest volume of soil and sediment to be excavated, in 2022, there was no significant change in soil volume, and in 2023, there was another increase in the volume of soil and sediment that had to be excavated. The data from the three years of the study reflect the trend that the volume of soil and sediment in the study area is likely to increase in the following year. This can be used to support dredging planning and effective management of the area in front of the wharf.

Keywords: Bathymetric Survey, Cooperative Education, Echo Sounder, RTK GNSS Network, Sediment Volume, Underwater Topography

1. บทนำ

ท่าเทียบเรือเป็นโครงสร้างพื้นฐานทางวิศวกรรมชายฝั่งที่มีบทบาทสำคัญต่อระบบการขนส่งทางน้ำ และห่วงโซ่อุปทานทางเศรษฐกิจ โดยประสิทธิภาพในการใช้งานของท่าเทียบเรือขึ้นอยู่กับสภาพความลึกและเสถียรภาพของพื้นที่ท้องน้ำบริเวณหน้าท่าเป็นสำคัญ การเปลี่ยนแปลงของสัณฐานพื้นที่ท้องน้ำอันเกิดจากกระบวนการพัดพาและการสะสมตัวของดินและตะกอนจากกระแสน้ำ คลื่นลม และกิจกรรมของมนุษย์ ส่งผลให้เกิดการตื้นเขินและลดระดับความลึกที่ปลอดภัยต่อการเดินเรือ ซึ่งเป็นปัญหาที่พบอย่างแพร่หลายในพื้นที่ท่าเรือและเขตชายฝั่ง (Nichols, 1994), (Whitehouse, 2000) ปัญหาดังกล่าวทำให้การติดตามและประเมิน

การเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ท้องน้ำเชิงปริมาณมีความจำเป็นต่อการวางแผนขุดลอกและการบริหารจัดการท่าเทียบเรืออย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืนการประเมินปริมาณดินและตะกอนที่สะสมบริเวณหน้าท่าเทียบเรือจำเป็นต้องอาศัยข้อมูลความลึกที่มีความถูกต้องทั้งเชิงตำแหน่งและเชิงระดับ การรังวัดความลึกด้วยเครื่องหยั่งความลึกเชิงเสียง (Echo Sounder) เป็นวิธีการที่ได้รับการยอมรับอย่างกว้างขวาง โดยเฉพาะเครื่องหยั่งความลึกแบบความถี่เดียว (Single-frequency Echo Sounder) ซึ่งมีความเหมาะสมสำหรับการสำรวจพื้นที่น้ำตื้นและบริเวณท่าเรือเนื่องจากสามารถเก็บข้อมูลความลึกได้อย่างต่อเนื่องตามแนวเส้นทางสำรวจ และมีความสอดคล้องกับมาตรฐานการสำรวจอุทกศาสตร์สากล (IHO, 2020) เมื่อบูรณาการข้อมูลความลึกเข้ากับระบบกำหนดตำแหน่งด้วยดาวเทียมที่มีความแม่นยำสูง จะสามารถสร้างแบบจำลองพื้นผิวภูมิประเทศใต้น้ำในรูปแบบดิจิทัลและนำไปใช้วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ท้องน้ำและคำนวณปริมาณดินและตะกอนด้วยวิธีการเปรียบเทียบพื้นผิว (bathymetric differencing) ได้อย่างเป็นระบบ (Wheaton, 2010), (Brasington, 2012)

ด้วยเหตุนี้ งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินปริมาณดินและตะกอนที่สะสมบริเวณหน้าท่าเทียบเรือโดยประยุกต์ใช้เครื่องหยั่งความลึกแบบความถี่เดียวร่วมกับข้อมูลตำแหน่งเชิงพื้นที่ เพื่อจัดทำแบบจำลองพื้นผิวใต้น้ำ วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของปริมาณดินและตะกอนในช่วงเวลาต่าง ๆ และสนับสนุนการตัดสินใจด้านการขุดลอกและการบริหารจัดการพื้นที่ท่าเทียบเรือบนพื้นฐานข้อมูลเชิงวิศวกรรมที่เชื่อถือได้ ในส่วนถัดไปของบทความจะนำเสนอวัสดุ อุปกรณ์ และระเบียบวิธีวิจัย (Materials and Methods) ซึ่งครอบคลุมขั้นตอนการเก็บข้อมูลภาคสนามด้วยเครื่องหยั่งความลึกแบบความถี่เดียว การประมวลผลข้อมูลเชิงพื้นที่ การสร้างแบบจำลองพื้นผิวใต้น้ำ และวิธีการคำนวณปริมาณดินและตะกอนอย่างละเอียดจากการตรวจสอบวรรณกรรมในช่วง 5 ปีที่ผ่านมา พบว่ามีงานวิจัยจำนวนมากที่มุ่งศึกษาการประยุกต์ใช้ข้อมูลการรังวัดความลึกเชิงเสียงเพื่อวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงสัณฐานพื้นที่ท้องน้ำและการสะสมตัวของตะกอนในบริบทของท่าเรือและพื้นที่ชายฝั่ง โดยเฉพาะการใช้ข้อมูล bathymetry เพื่อสนับสนุนการวางแผนขุดลอกและการจัดการร่องน้ำเดินเรือ (IHO, 2020), (PIANC, 2022) การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงเชิงปริมาตรของตะกอนด้วยวิธีการเปรียบเทียบพื้นผิวจากข้อมูลหลายช่วงเวลา (Brasington, 2021), (Williams, 2022) รวมถึงการติดตามแนวโน้มการสะสมตัวของตะกอนในพื้นที่ท่าเรือโดยใช้การวิเคราะห์ bathymetry เชิงเวลา (Guerrero, 2020), (Ferrarin, 2021), (Li, 2022) นอกจากนี้ ยังมีการรายงานการใช้เครื่องหยั่งความลึกแบบความถี่เดียวในพื้นที่น้ำตื้นและบริเวณหน้าท่าเทียบเรืออย่างแพร่หลาย เนื่องจากมีความเหมาะสมด้านต้นทุน ความคล่องตัวในการปฏิบัติงาน และความเพียงพอเชิงความละเอียดของข้อมูลสำหรับการประเมินเชิงวิศวกรรม (Cea, 2021), (Hernández, 2023) ตลอดจนการบูรณาการข้อมูลความลึกเข้ากับระบบกำหนดตำแหน่งดาวเทียมความแม่นยำสูงเพื่อเพิ่มความถูกต้องของแบบจำลองพื้นผิวใต้น้ำ (Calantoni, 2020), (Mandlbarger, 2023) อย่างไรก็ตาม แม้ว่างานวิจัยดังกล่าวจะสะท้อนถึงความก้าวหน้าในการใช้ข้อมูล bathymetry เพื่อการวิเคราะห์สัณฐานพื้นที่ท้องน้ำ แต่จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่ายังขาดการศึกษาเชิงระบบที่มุ่งเน้นการประเมินการเปลี่ยนแปลงปริมาณดินและตะกอนบริเวณหน้าท่าเทียบเรือโดยตรง จากข้อมูลการรังวัดความลึกแบบความถี่เดียวในหลายช่วงปีย่างต่อเนื่อง พร้อมทั้งการเชื่อมโยงผลการวิเคราะห์เชิงปริมาตรเข้ากับการคาดการณ์แนวโน้มในอนาคตเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจด้านการขุดลอก

ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงมีคุณค่าทางวิชาการในการเติมเต็มช่องว่างดังกล่าว ด้วยการนำเสนอกรอบวิธีการเชิงวิศวกรรมสำหรับการประเมินและวิเคราะห์ปริมาณดินและตะกอนจากข้อมูล bathymetry เชิงปริมาณ ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ในบริบทของการบริหารจัดการท่าเทียบเรือและการวางแผนขุดลอกอย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืน

2. วิธีการทดลอง

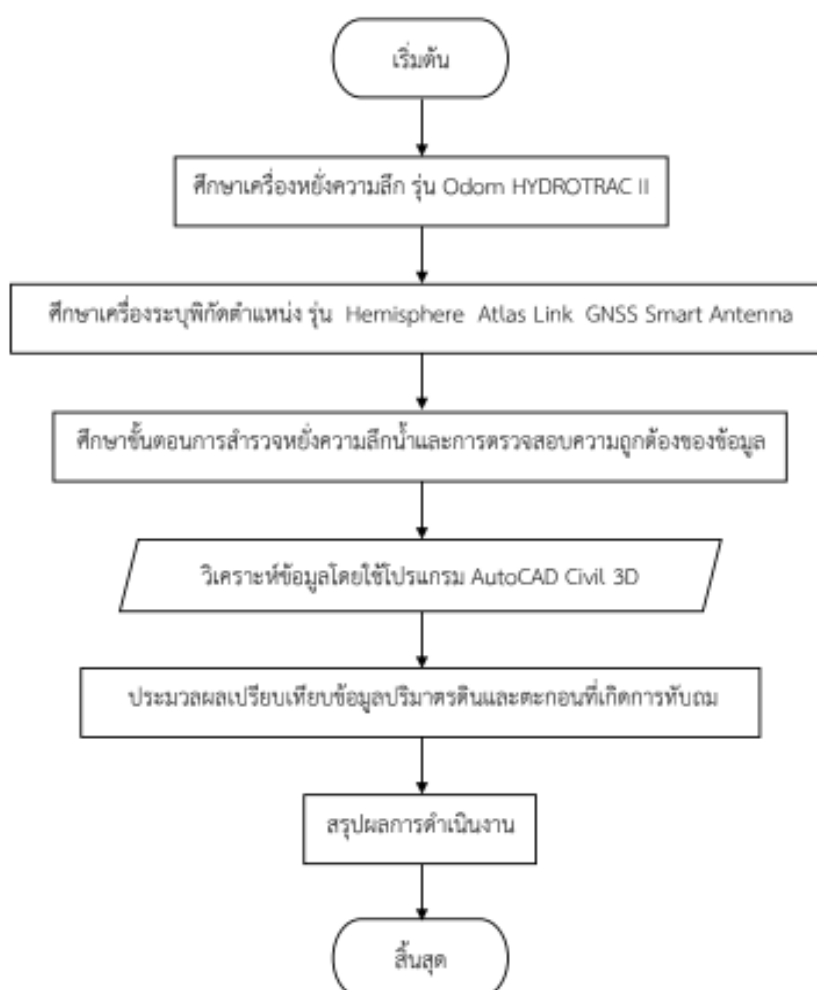
2.1 ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา

ข้อมูลได้รับการสนับสนุนจากบริษัท ซี.เอ็ม.พี.ออนชอร์เซอร์วิส ข้อมูลปริมาณดินและตะกอนที่เกิดการทับถม โดยใช้เครื่องความหยั่งลึก รุ่น Odom Hydrotrac II

2.2 ขอบเขตพื้นที่ศึกษา

บริเวณท่าเรือของบริษัท อ.เมือง จังหวัดสมุทรสาคร

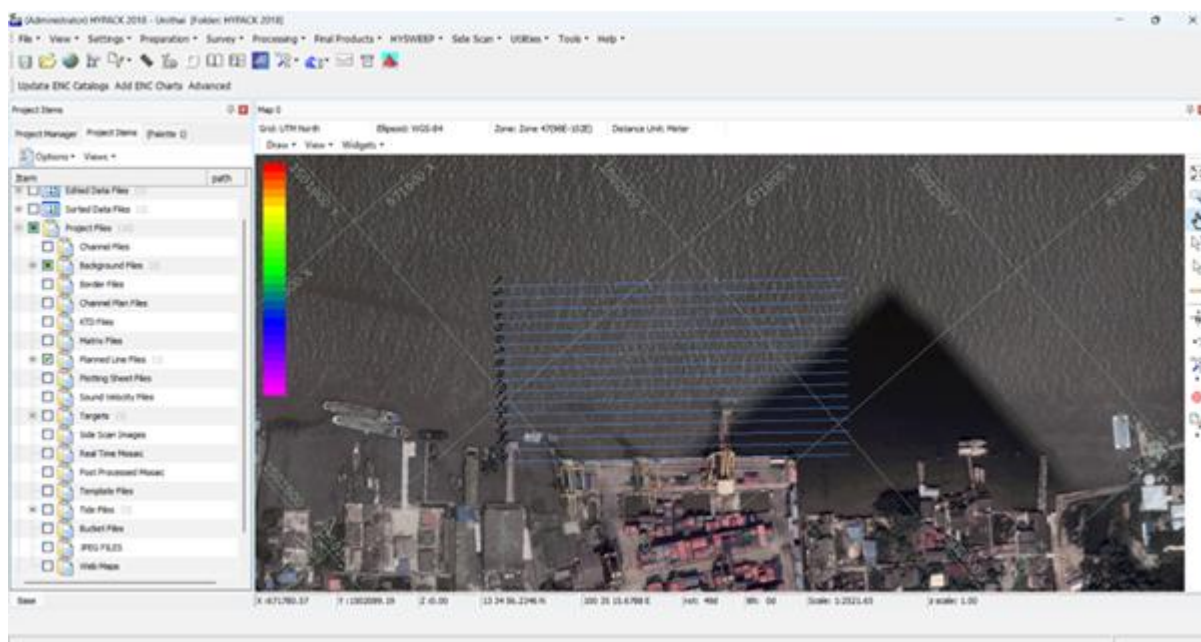
2.3 ขั้นตอนการดำเนินงาน



2.4 ขั้นตอนปฏิบัติงาน

1. ดำเนินการออกแบบ (Line) แนวการสำรวจความลึก เพื่อใช้นำทางการวิ่งเรือสำรวจ โดยใช้โปรแกรมสำรวจทางอุทกศาสตร์ รุ่น HYPACK VERSION 2018 บันทึกข้อมูลทั้งค่าพิกัดและความลึกของน้ำใน

DATA BASE คำนวณและเขียนแบบจากข้อมูลสำรวจในรูปแบบของแผนที่ชนิดดิจิทัล สร้างภาพจากข้อมูลสำรวจ



รูปที่ 2 การออกแบบแนวสำรวจความลึก

2. ดำเนินการติดตั้งเครื่องมือสำรวจสำรวจห้วยน้ำหาความลึกบริเวณหน้าท่าเทียบเรือ โดยติดตั้งเครื่องระบุตำแหน่งพิกัด GPS (Global Positioning System) รุ่น Hemisphere AtlasLink GNSS Smart Antenna คุณสมบัติรับสัญญาณ ได้ 2 ความถี่ คือ คลื่น L1, L2 โดยปรับค่าปรับแก้ชั้นบรรยากาศจากศูนย์ภาคพื้นดิน ค่าความคลาดเคลื่อน (Accuracy) ประมาณ 0.01 – 0.05 เซนติเมตร ในระดับ RTK และติดตั้งเครื่องห้วยความลึกน้ำ รุ่น Hydrographic Odom HydroTrac II อุปกรณ์ส่งคลื่นเสียงผ่านตัวกลางที่เป็นของเหลว(น้ำ) ลงไปยังพื้นดินใต้น้ำจากนั้นคลื่นเสียงจะสะท้อนกลับมาหาตัวรับ ซึ่งสูตรในการคำนวณนั้นก็คือ $V=S/T$ ซึ่งความแม่นยำที่ได้ขึ้นอยู่กับค่า V คือความเร็วของเสียงที่เดินทางในน้ำ โดยส่วนใหญ่ ถ้าสำรวจในน้ำจืด ค่าจะอยู่ที่ประมาณ 1,498 - 1500 m/s ถ้าเป็นน้ำกร่อย หรือน้ำปากแม่น้ำ ความหนาแน่นในน้ำย่อมมากขึ้นตาม ความเร็วของเสียงที่เดินทางในน้ำ ก็จะเพิ่มขึ้นตามเช่นกัน มีสัญญาณ OUTPUT แบบ DIGITAL สำหรับต่อพ่วงกับคอมพิวเตอร์หรืออุปกรณ์หาตำแหน่งที่เหลืออื่น ๆ ได้ โดยผ่านทางสายเคเบิล RS-232 สามารถห้วยน้ำได้ลึกตั้งแต่ 0.50 เมตร ถึง 600 เมตร



รูปที่ 3 ตัว TRANSDUCER รับ-ส่งสัญญาณคลื่นความถี่

3. ดำเนินการสำรวจโดยการหยั่งความลึกน้ำ การใช้เครื่องหยั่งความลึกน้ำเพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลความลึก และข้อมูลตำแหน่งของจุดความลึก โดยอาศัยความเร็วคลื่นเสียงในน้ำเป็นตัวหารระดับความลึก ซึ่งข้อมูลที่ได้ มาจับคู่กับพิกัดจากเครื่องระบุตำแหน่งพิกัด GPS อุปกรณ์ระบุตำแหน่งบนพื้นโลก โดยใช้เวลาทุกๆ 1 วินาที ข้อมูลที่ได้ จึงเป็นชุดข้อมูล ที่ประกอบไปด้วย ข้อมูลความลึก และข้อมูลค่าพิกัด ทุกๆ 1 วินาที โดยใช้โปรแกรม HYPACK ควบคุมการสำรวจ



รูปที่ 4 การสำรวจความลึกของน้ำ

4. การหยั่งความลึกน้ำโดยใช้เรือวิ่งสำรวจนั้น ไม่สามารถชิดเข้าถึงหน้าท่าเทียบเรือได้ ทำให้เกิดช่องว่างของข้อมูล จึงต้องมีโยงถึงวัดระดับความลึกหน้าท่าเรือทุก ๆ 5-10 เมตร ตลอดตามความยาวหน้าท่าเทียบเรือทั้งหมด รวมไปถึงหลังท่าเทียบเรือ

5. ดำเนินการประมวลผลหาค่าความลึก คำนวณปริมาณวัสดุก่อนและหลังการขุดลอก

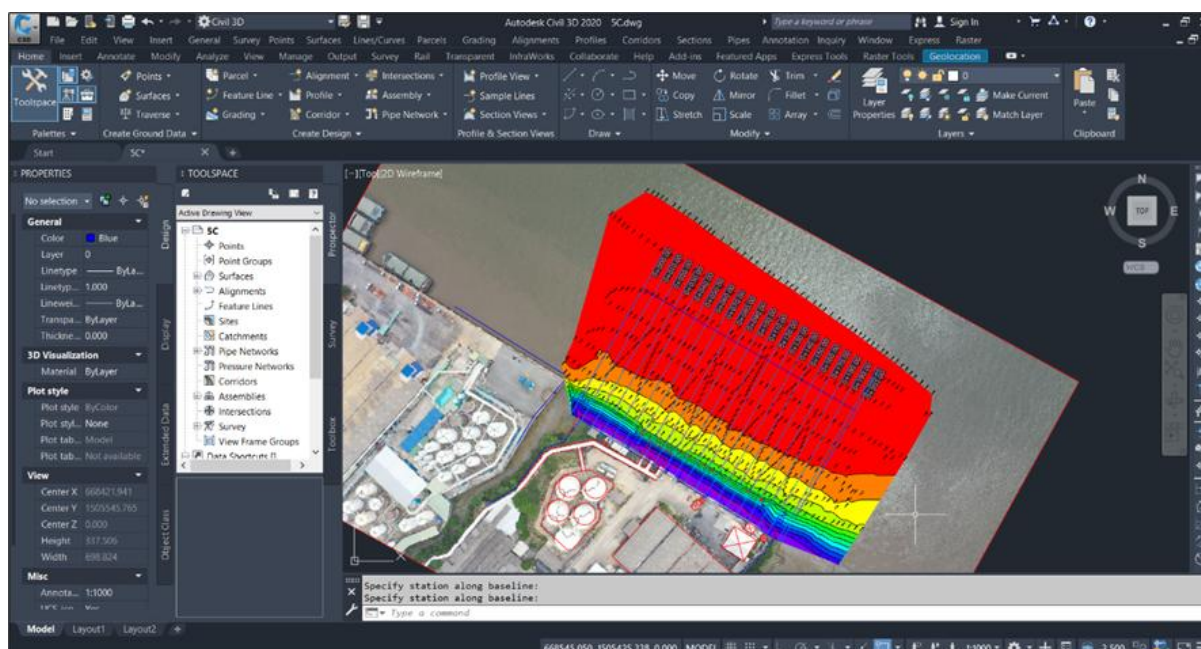
5.1 การประมวลผล และการวิเคราะห์พื้นที่ขุดลอก การคำนวณหาปริมาตรดินขุดต้องอาศัยข้อมูลจากการสำรวจหยั่งน้ำ นำมาวิเคราะห์เพื่อให้เห็นถึงลักษณะพื้นผิวได้น้ำ (surface analysis)

- การคำนวณระดับน้ำหน้าท่าเรือในช่วงเวลาหนึ่ง คำนวณได้จากระดับความลึกของน้ำหน้าท่าเรือช่วงเวลานั้น = ระยะทางพื้นท่าเรือถึงพื้นดินได้น้ำ - ระยะทางจากหน้าท่าเรือลงไปถึงผิวน้ำ

- นำข้อมูลระดับน้ำที่ห้กลับแล้ว มาใส่ในโปรแกรม HYPACK VERSION 2018 เพื่อทำการแก้ไขข้อมูลให้ถูกต้อง บันทึกไฟล์เป็นXYZ นำไปเปิดใน Excel บันทึกเป็นนามสกุล CSV. เพื่อนำไปเปิดใช้ในโปรแกรม AutoCAD civil 3D

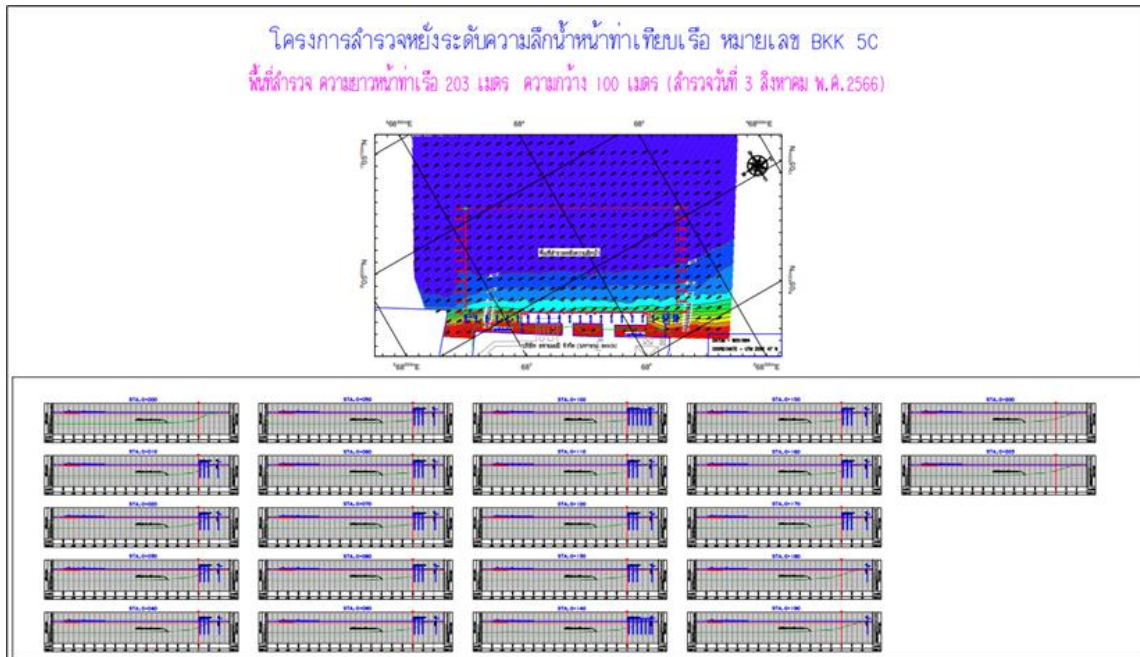
- นำข้อมูลเข้าใน AutoCAD civil 3D การสร้าง Surface เพื่อแสดงจัดทำแผนที่แสดงความลึกหน้าท่าเทียบเรือในรูปแบบพื้นผิวได้น้ำ

6. การคำนวณปริมาตรดินในการขุดลอก การคำนวณหาปริมาตรดินในการขุดลอกได้จาก(Cross Sectional Area) หรือการคำนวณพื้นที่หน้าตัดของระดับดินเดิมที่สำรวจหยั่งน้ำ ไปยังระดับที่สมมุติที่จะทำการขุดลอก(Digging design) ดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 พื้นที่หน้าตัดของระดับดินเดิมที่สำรวจหยั่งน้ำแต่ละ Station

7. นำผลมาวิเคราะห์ข้อมูลแต่ละ Station ดังรูปที่ 6



รูปที่ 6 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแต่ละ Station

3. ผลการทดลองและและอภิปรายผลอภิปรายผล

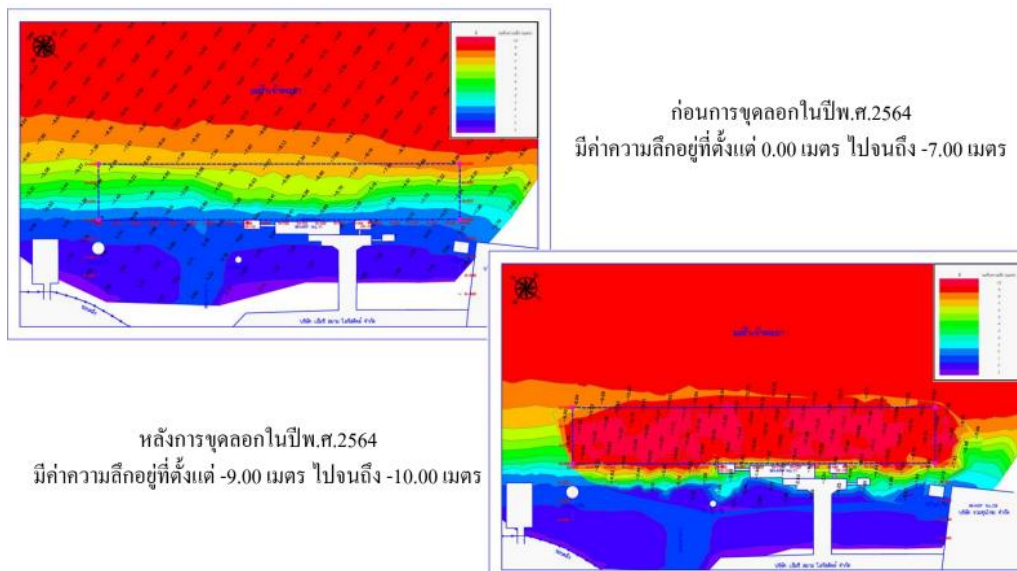
จากการวิเคราะห์ข้อมูล สามารถจัดทำแผนที่แสดงพื้นผิวได้น้ำโดยใช้สัญลักษณ์ของสีเพื่อแยกระดับความลึกของน้ำ โดยมีการแบ่งสีออกเป็น 13 ระดับ โดยแต่ละระดับมีความลึกต่างกันทุก ๆ 1 เมตร ดังรูปที่ 7

Number	Minimum Elevation (m)	Maximum Elevation (m)	Color
1	-10.00	-9.00	
2	-9.00	-8.00	
3	-8.00	-7.00	
4	-7.00	-6.00	
5	-6.00	-5.00	
6	-5.00	-4.00	
7	-4.00	-3.00	
8	-3.00	-2.00	
9	-2.00	-1.00	
10	-1.00	0.00	
11	0.00	1.00	
12	1.00	2.00	
13	2.00	3.00	

รูปที่ 7 การแบ่งสีเพื่อแยกระดับความลึกของน้ำ

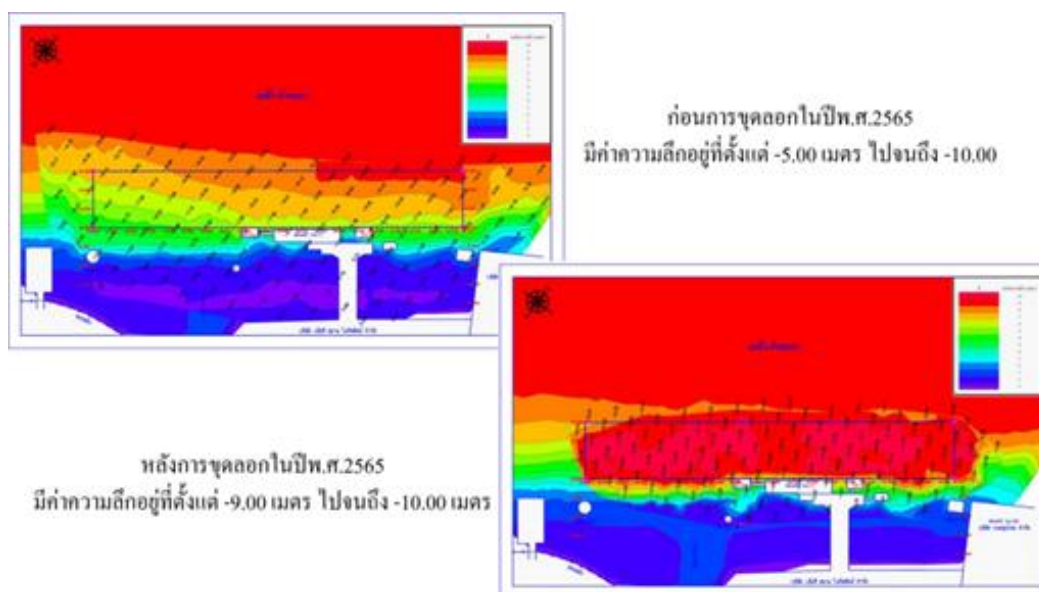
เมื่อนำการแบ่งสีเพื่อแยกระดับความลึกของน้ำ โดยใช้ข้อมูลย้อนหลัง 3 ปี สามารถสรุปได้ดังนี้

3.1 ในปี พ.ศ. 2564 ตะกอนและปริมาตรดินตรงบริเวณท่าเทียบเรือ ก่อนการขุดลอกมีค่าความลึกตั้งแต่ 0.00 เมตร ไปจนถึง -7.00 เมตร หลังการขุดลอกมีค่าความลึกตั้งแต่ -9.00 เมตร ไปจนถึง -10.00 เมตร ดังรูปที่ 8



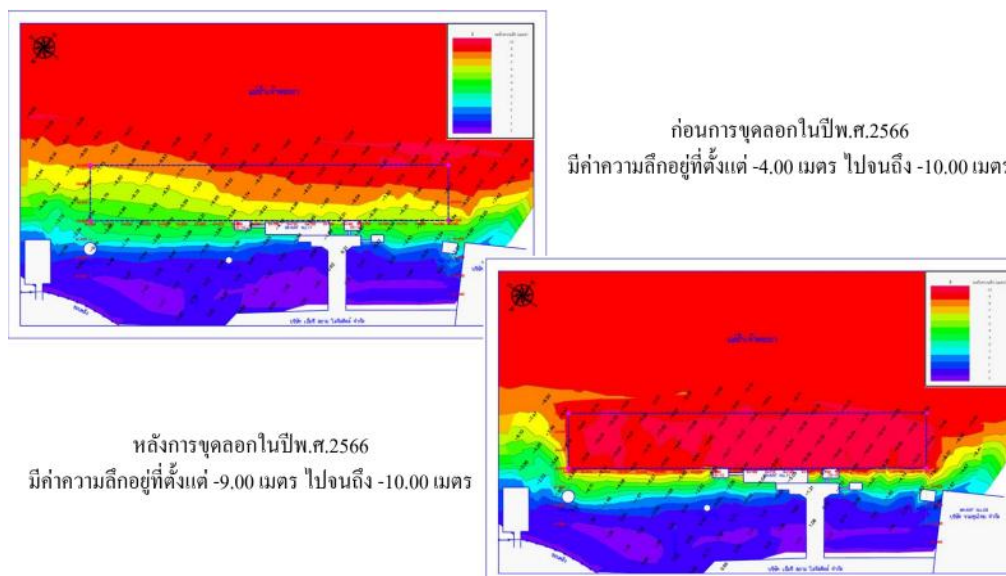
รูปที่ 8 ปริมาตรดินตรงบริเวณท่าเทียบเรือ ก่อนและหลังการขุดลอก พ.ศ. 2564

3.2 ในปี พ.ศ. 2565 ตะกอนและปริมาตรดินตรงบริเวณท่าเทียบเรือ ก่อนการขุดลอกมีค่าความลึกตั้งแต่ -5.00 เมตร ไปจนถึง -10.00 เมตร หลังการขุดลอกมีค่าความลึกตั้งแต่ -9.00 เมตร ไปจนถึง -10.00 เมตร ดังรูปที่ 9



รูปที่ 9 ปริมาตรดินตรงบริเวณท่าเทียบเรือ ก่อนและหลังการขุดลอกปี พ.ศ. 2565

3.3 ในปี พ.ศ. 2566 ตะกอนและปริมาตรดินตรงบริเวณท่าเทียบเรือ ก่อนการขุดลอกมีค่าความลึกตั้งแต่ -4.00 เมตร ไปจนถึง -10.00 เมตร หลังการขุดลอกมีค่าความลึกตั้งแต่ -9.00 เมตร ไปจนถึง -10.00 เมตร ดังรูปที่ 10



รูปที่ 10 ปริมาตรดินตรงบริเวณท่าเทียบเรือ ก่อนและหลังการขุดลอกปี พ.ศ. 2566

จากผลการศึกษาสามารถสรุปข้อมูลโดยใช้กราฟเปรียบเทียบปริมาตรดินตะกอนที่ทับถมก่อน และหลังการขุดลอกแสดงให้เห็นถึงแนวโน้มปริมาณดินและตะกอนมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในปีถัดไปของการขุดลอก ในทั้งสามปี (พ.ศ. 2564 - พ.ศ.2566) ที่สังเกตได้ชัดในปี พ.ศ. 2564 มีปริมาตรดินที่ต้องการขุดมากที่สุด ในขณะที่ปี พ.ศ. 2565 มีปริมาตรดินที่ต้องการขุดน้อยที่สุด และในปี พ.ศ.2566 มีปริมาตรดินที่เพิ่มขึ้นจากปีก่อนหน้า พบว่าแนวโน้มของปริมาตรดินและตะกอนมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในปีถัดไป

จากผลการดำเนินงานการใช้โปรแกรม AutoCAD Civil 3D 2020 เพื่อสร้างแผนที่ภูมิประเทศได้ดำเนินการสร้างพื้นผิวที่จำลองความลึกของน้ำก่อนการขุดลอกอยู่ในช่วง 3.00 ถึง -8.00 เมตร และหลังการขุดลอกความลึกอยู่ในช่วง -9.00 ถึง -10.00 เมตร การคำนวณปริมาตรดินก่อนและหลังการขุดลอกพบว่าการเปลี่ยนแปลงโดยมีแนวโน้มที่ปริมาตรดินและตะกอนมีการลดลงในปี พ.ศ. 2565 และเพิ่มขึ้นในปี พ.ศ.2566 ซึ่งมีผลมาจากกระบวนการขุดลอก การเปรียบเทียบปริมาตรดินก่อนและหลังการขุดลอกพบว่าการลดปริมาตรดินที่ถูกขุดออกในทุกปี โดยในปี พ.ศ.2564 มีปริมาตรดินและตะกอนที่ถูกขุดออกมากขึ้นเนื่องจากการออกแบบขุดลอก ปี พ.ศ. 2565 ไม่มีการเปลี่ยนแปลงในปริมาตรดินก่อนและหลังการขุดลอก ปี พ.ศ.2566 มีปริมาตรดินและตะกอนที่ถูกขุดออกมากขึ้น เมื่อทำการวิเคราะห์ข้อมูลทั้ง 3 ปีมีแนวโน้มว่าปริมาตรดินและตะกอนจะเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญในปีถัดไป

4. กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ บริษัท ซี.เอ็ม.พี.ออนชอร์เซอร์วิส ที่ให้โอกาส และมอบหมายภารกิจที่มีคุณค่า ในด้านการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการประเมินปริมาตรดินและตะกอนด้วยเครื่องมือหยั่งความลึกด้วยคลื่น เสียงความถี่เดียว

ท้ายที่สุดนี้ ข้าพเจ้าขอขอบคุณทุกภาคส่วนที่เกี่ยวข้องในการสนับสนุนโครงการนี้ จนสามารถนำ ผลลัพธ์ไปใช้ประโยชน์ได้จริงในกระบวนการสำรวจ การจัดการทำแผนที่ได้นำ ซึ่งถือเป็นการบูรณาการความรู้ จากห้องเรียนสู่การใช้ประโยชน์ในเชิงปฏิบัติอย่างเป็นรูปธรรม

5. เอกสารอ้างอิง

- Brasington, J., Vericat, D., & Williams, R. (2021). Accounting for uncertainty in volumetric change analysis derived from repeat topographic and bathymetric surveys. *Earth Surface Processes and Landforms*, 46(4), 870–884. <https://doi.org/10.1002/esp.5072>
- Calantoni, J., Sherwood, C. R., & Wiberg, P. L. (2020). Sediment transport and seabed morphology in coastal environments. *Continental Shelf Research*, 198, 104120.
- Cea, L., & French, J. R. (2021). Bathymetric surveying and morphological change analysis in ports and estuaries. *Journal of Hydraulic Engineering*, 147(6), 04021024.
- Ferrarin, C., Lorenzetti, G., Bajo, M., & Umgiesser, G. (2021). Sediment dynamics and morphological changes in shallow coastal basins. *Marine Geology*, 435, 106460.
- Guerrero, M., Rüther, N., & de Lima, J. L. M. P. (2020). Morphological change detection using multitemporal bathymetric data. *Geomorphology*, 367, 107305.
- Hernández, J., López, M., & González, A. (2023). Application of single-beam echo sounders for bathymetric surveys in shallow port areas. *Ocean Engineering*, 270, 113486.
- International Hydrographic Organization (IHO). (2020). IHO standards for hydrographic surveys (S-44) (6th ed.). IHO.
- Li, J., Zhang, Y., & Wang, X. (2022). Multitemporal bathymetric analysis for sediment budget estimation in harbor areas. *Ocean & Coastal Management*, 219, 106041.
- Mandlbauer, G., Pfennigbauer, M., & Steinbacher, F. (2023). Integrated bathymetric modeling using GNSS-supported acoustic surveys. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 196, 123–137.
- PIANC. (2022). Dredging and port maintenance guidelines. Permanent International Association of Navigation Congresses.
- Williams, R., Brasington, J., & Hicks, D. M. (2022). Quantifying sediment volume changes using repeat bathymetric surveys. *Geomorphology*, 398, 108053.

**การประมวลผลและบูรณาการข้อมูลเลเซอร์สแกนภูมิประเทศแบบติดตั้งบนยานพาหนะ
(Mobile LiDAR) ร่วมกับข้อมูล RINEX จากสถานี NCDC
โดยใช้โปรแกรม Trimble Business Center**

**Processing and Integration of Mobile LiDAR Topographic Laser Scanning Data
with RINEX Data from NCDC Stations Using Trimble Business Center**

ปิยะรัตน์ เกิดศิริ, พรพัฒน์ ชัยประภา และ กนกพรณ บัวน้อย*
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
2 ถนนนางลิ้นจี่ แขวงทุ่งมหาเมฆ เขตสาทร กรุงเทพมหานคร 10120
Piyarat Keadsiri, Pornpat Chaiprapra and Kanokphan Buano*
Civil Engineering, Department of Civil Engineering,
Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology Krungthep,
2 Nanglinchi Rd., Tungmahamek, Sathorn, Bangkok 10120, Thailand.

*Corresponding author Email: kanokphan.p@mail.rmutk.ac.th

(Received: February 22, 2025 / Revised: May 17, 2025 / Accepted: June 25, 2025)

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาความพร้อมด้านวิชาชีพในอนาคต โดยมุ่งเสริมสร้างทักษะการใช้โปรแกรมประมวลผลข้อมูลทางวิศวกรรมสำรวจ ได้แก่ Trimble Business Center (TBC), POSPAC MMS8.5 และ RTK LIB เพื่อให้สามารถประยุกต์ใช้กับงานด้านวิชาชีพได้อย่างมีประสิทธิภาพ ควบคู่กับการฝึกความรับผิดชอบต่อนหน้าที่ การเคารพระเบียบวินัยขององค์กร การวางแผนการทำงานให้แล้วเสร็จตามระยะเวลาที่กำหนด และการปฏิบัติงานพร้อมแก้ไขปัญหาเฉพาะหน้าอย่างเป็นระบบ ผลการดำเนินงานแสดงถึงกระบวนการประมวลผลข้อมูลจากการสำรวจความสูงภูมิประเทศด้วยแสงเลเซอร์ (LiDAR) แบบติดตั้งบนรถยนต์ โดยทำการประมวลผลวิถียานพาหนะ การปรับแก้ข้อมูลพอยต์คลาวด์ และการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลด้วยการเปรียบเทียบระหว่างข้อมูลพอยต์คลาวด์กับข้อมูลจุดทดสอบ (Test Point) ผ่านโปรแกรม Trimble Business Center ผลการศึกษาพบว่า การตรวจสอบและลดความคลาดเคลื่อนของข้อมูลพอยต์คลาวด์จากกระบวนการปรับปรุงการสแกน (Update Scans) สามารถควบคุมความคลาดเคลื่อนของข้อมูลทั้งในแนวราบและแนวดิ่งให้อยู่ภายในเกณฑ์ไม่เกิน ± 10 เซนติเมตร ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงความเหมาะสมของกระบวนการประมวลผลข้อมูลและศักยภาพในการนำไปประยุกต์ใช้กับงานด้านวิชาชีพทางวิศวกรรมสำรวจได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ: เลเซอร์สแกนภูมิประเทศแบบติดตั้งบนรถยนต์, พอยต์คลาวด์, การประมวลผลข้อมูล LiDAR, การตรวจสอบความถูกต้อง, วิศวกรรมสำรวจ, สหกิจศึกษา

Abstract

This study aims to enhance professional readiness for future careers by strengthening skills in the use of surveying and geospatial data processing software, including Trimble Business Center (TBC), POSPAC MMS8.5 and RTK LIB, enabling effective application in professional practice. In addition, the study emphasizes the development of professional responsibility, adherence to organizational regulations, effective work planning to meet deadlines, and the ability to perform tasks efficiently while addressing on-site problems in a systematic manner. The results of this study present the data processing workflow derived from vehicle-mounted Light Detection and Ranging (LiDAR) surveys for terrain elevation data, including vehicle trajectory processing, point cloud adjustment, and accuracy assessment through comparison between point cloud data and test point data using Trimble Business Center. The results indicate that error detection and reduction of point cloud data through the update scan process can control both horizontal and vertical discrepancies within ± 10 centimeters. These findings demonstrate that the applied data processing procedures are appropriate and that the processed LiDAR data have sufficient accuracy and reliability for practical applications in surveying engineering professions.

Keywords: Vehicle-mounted LiDAR, Point Cloud, LiDAR Data Processing, Accuracy Assessment, Surveying Engineering, Cooperative Education

1. บทนำ

ในปัจจุบัน เทคโนโลยีการสำรวจและจัดเก็บข้อมูลเชิงพื้นที่มีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งต่อการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน งานวิศวกรรมคมนาคม และการบริหารจัดการพื้นที่เมือง โดยเฉพาะเทคโนโลยีการสำรวจด้วยแสงเลเซอร์ (Light Detection and Ranging: LiDAR) ซึ่งสามารถให้ข้อมูลความสูงภูมิประเทศและรายละเอียดของสภาพแวดล้อมในรูปแบบพอยต์คลาวด์ที่มีความละเอียดและความถูกต้องสูง เทคโนโลยี LiDAR ได้รับการยอมรับอย่างแพร่หลายว่าเป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพในการจัดเก็บข้อมูลเชิงสามมิติสำหรับงานด้านวิศวกรรมและภูมิสารสนเทศ (Shan, 2020, (Vosselman, 2022) โดยเฉพาะระบบ LiDAR แบบติดตั้งบนยานพาหนะ (Mobile LiDAR) ซึ่งมีความเหมาะสมสำหรับการสำรวจตามแนวถนน ระบบคมนาคม และโครงสร้างพื้นฐาน เนื่องจากสามารถเก็บข้อมูลได้อย่างรวดเร็วและครอบคลุมพื้นที่ขนาดใหญ่ อย่างไรก็ตาม การนำข้อมูล Mobile LiDAR ไปใช้งานในเชิงวิศวกรรมจำเป็นต้องอาศัยกระบวนการประมวลผลและการบูรณาการข้อมูลที่มีความถูกต้องและเป็นระบบ ตั้งแต่การประมวลผลวิธีการเคลื่อนที่ของยานพาหนะ การปรับแก้ตำแหน่งเชิงพื้นที่ด้วยข้อมูลจากระบบกำหนดตำแหน่งด้วยดาวเทียม (Global Navigation Satellite System: GNSS) ไปจนถึงการจัดการและปรับปรุงคุณภาพของข้อมูลพอยต์คลาวด์ (Pfeifer, 2020), (Liu, 2021) ข้อมูล RINEX จากสถานีอ้างอิงถาวร เช่น สถานี NCDC ของกรมแผนที่ทหาร มี

บทบาทสำคัญในการเพิ่มความแม่นยำเชิงตำแหน่งและเชิงระดับในกระบวนการประมวลผลหลังการสำรวจ (post-processing) โดยช่วยลดความคลาดเคลื่อนของข้อมูล GNSS และเพิ่มความน่าเชื่อถือของผลลัพธ์จากการสำรวจ (El-Rabbany, 2021), (Teunissen, 2021) ซอฟต์แวร์ Trimble Business Center (TBC) เป็นเครื่องมือที่ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อรองรับการประมวลผลและการบูรณาการข้อมูลจากระบบสำรวจสมัยใหม่ โดยสามารถจัดการข้อมูลวิทยานพาหนะ ปรับแก้ข้อมูลพอยต์คลาวด์ และตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลเชิงพื้นที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Wolf et al., 2020; Hofmann-Wellenhof et al., 2022) ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นการศึกษากระบวนการประมวลผลและการบูรณาการข้อมูลเลเซอร์สแกนภูมิประเทศแบบติดตั้งบนยานพาหนะร่วมกับข้อมูล RINEX จากสถานี NCDC โดยใช้โปรแกรม Trimble Business Center เพื่อให้ได้ข้อมูลพอยต์คลาวด์ที่มีความถูกต้อง เหมาะสมต่อการนำไปประยุกต์ใช้ในงานด้านวิศวกรรมสำรวจและงานโครงสร้างพื้นฐานในเชิงวิชาชีพต่อไป

จากการตรวจสอบวรรณกรรมก่อนหน้านี้ในช่วง 5 ปีที่ผ่านมา พบว่ามีรายงานการศึกษาจำนวนมากที่มุ่งเน้นการประมวลผลและบูรณาการข้อมูลจากระบบ Mobile LiDAR ร่วมกับข้อมูล GNSS เพื่อเพิ่มความถูกต้องของข้อมูลเชิงพื้นที่สำหรับงานด้านโครงสร้างพื้นฐานและวิศวกรรมสำรวจ (Shan, 2020), (Pfeifer, 2020), (Vosselman, 2022) งานศึกษาหลายฉบับได้อธิบายถึงกระบวนการประมวลผลข้อมูลตั้งแต่การประมวลผลวิทยานพาหนะ การปรับแก้ข้อมูลตำแหน่งด้วยเทคนิค post-processing โดยใช้ไฟล์ RINEX จากสถานีอ้างอิง ไปจนถึงการปรับปรุงคุณภาพของข้อมูลพอยต์คลาวด์ (El-Rabbany, 2021), (Teunissen, 2021), (Hofmann-Wellenhof, 2022) นอกจากนี้ ยังมีการรายงานการใช้ซอฟต์แวร์ประมวลผลข้อมูลเชิงวิศวกรรม เช่น Trimble Business Center ในการจัดการข้อมูล GNSS และ LiDAR เพื่อให้ได้ข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือสำหรับการนำไปใช้งานจริง (Wolf, 2020), (Liu, 2021) ขณะเดียวกัน วรรณกรรมด้านภูมิสารสนเทศและการจัดการข้อมูลเชิงพื้นที่ยังได้เน้นย้ำถึงความสำคัญของการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลพอยต์คลาวด์ด้วยจุดควบคุมหรือจุดทดสอบภาคสนาม เพื่อยืนยันคุณภาพข้อมูลก่อนการประยุกต์ใช้ในงานวิชาชีพ (Longley, 2021), (Goodchild, 2021) อย่างไรก็ตาม จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่างานวิจัยส่วนใหญ่ยังมุ่งเน้นการพัฒนาและประยุกต์ใช้เทคโนโลยีดังกล่าวในเชิงเทคนิคเป็นหลัก ขณะที่การศึกษาเชิงบูรณาการซึ่งเชื่อมโยงกระบวนการประมวลผลข้อมูล Mobile LiDAR และ GNSS เข้ากับการพัฒนาทักษะเชิงวิชาชีพและการเรียนรู้จากการปฏิบัติงานจริงในบริบทของสหกิจศึกษายังมีอยู่อย่างจำกัด

ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงมีคุณค่าทางวิชาการในการเติมเต็มช่องว่างดังกล่าว โดยนำเสนอกรอบการทำงานที่ผสมองค์ความรู้ด้านการประมวลผลข้อมูลเชิงพื้นที่เข้ากับการเรียนรู้เชิงปฏิบัติ ซึ่งสามารถใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาศักยภาพผู้เรียนและการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี LiDAR ในงานวิศวกรรมสำรวจได้อย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืน

2. วิธีการทดลอง

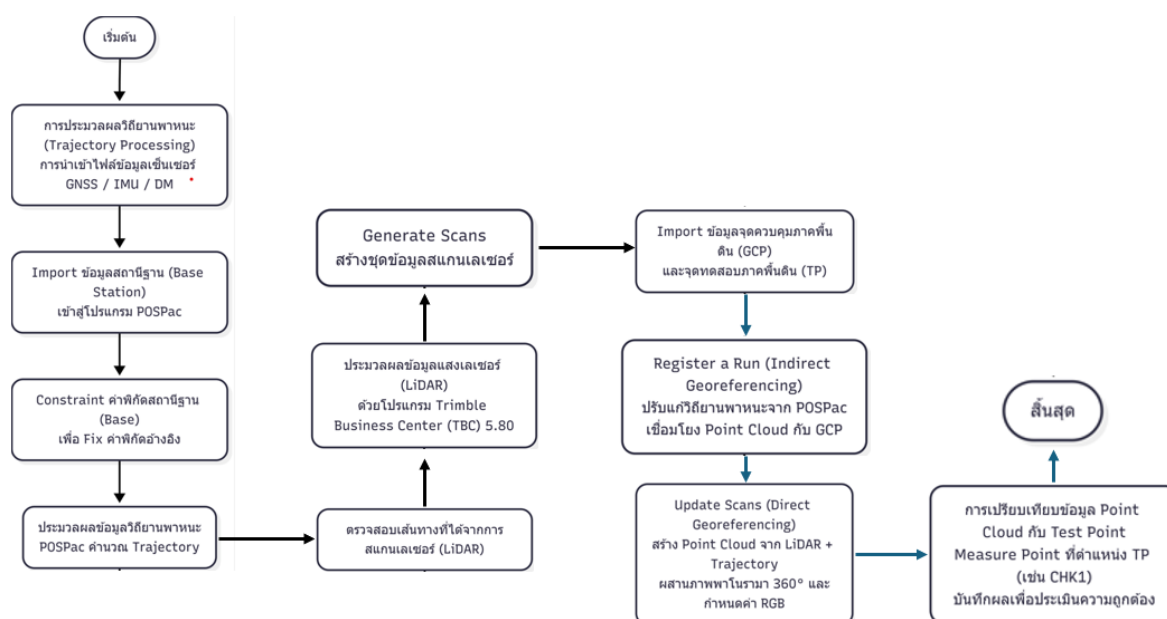
2.1 ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา

1. ข้อมูลเซ็นเซอร์ GNSS/IMU/DMI
2. ข้อมูลสถานีฐานของกรมแผนที่ทหาร

2.2 ขอบเขตพื้นที่ศึกษา

บริเวณรอบกรมแผนที่ทหาร ลาดพร้าว กรุงเทพมหานคร

2.3 ขั้นตอนการดำเนินงาน

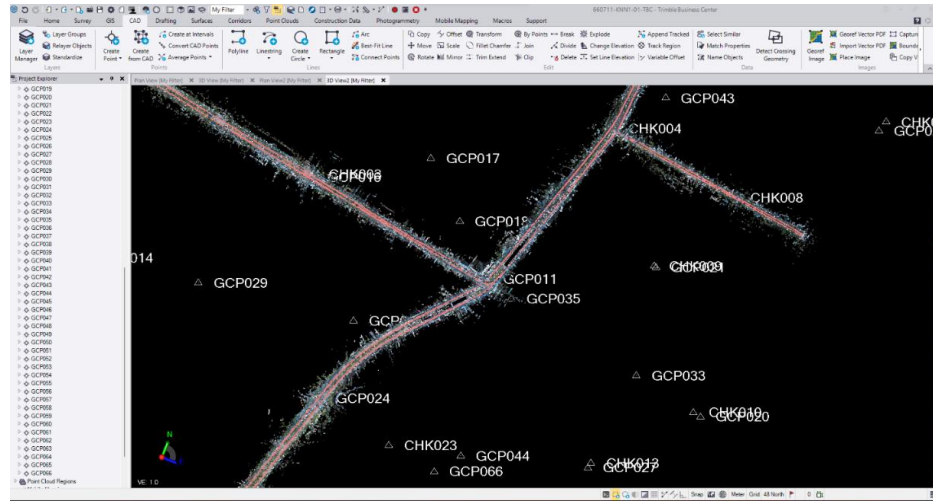


รูปที่ 1 ขั้นตอนการดำเนินงาน

2.4 ขั้นตอนปฏิบัติงาน

1. การประมวลผลวิถียานพาหนะ

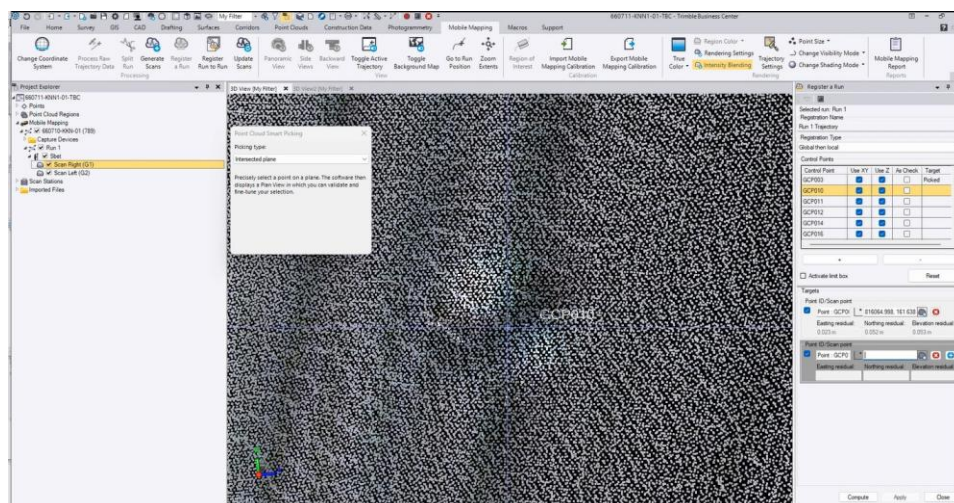
1.1. นำไฟล์ข้อมูลเซ็นเซอร์ GNSS/IMU/DMI เป็นข้อมูลไฟล์ POS_1 มา Import เข้าสู่โปรแกรม POSPAC จากนั้น Import ข้อมูล Base ที่ไปทำการรังวัดเข้าสู่โปรแกรม POSPAC ทำการ Constraint ค่าพิกัดสถานีฐาน (Base) เพื่อ Fix ค่าพิกัด ประมวลผลข้อมูลที่ได้จากการ Set Base Station โปรแกรมจะประมวลผลข้อมูลวิถีของยานพาหนะ ตรวจสอบเส้นทางที่ได้สแกนเลเซอร์ (LiDAR) ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 การ Import ข้อมูลค่าพิกัดจุด

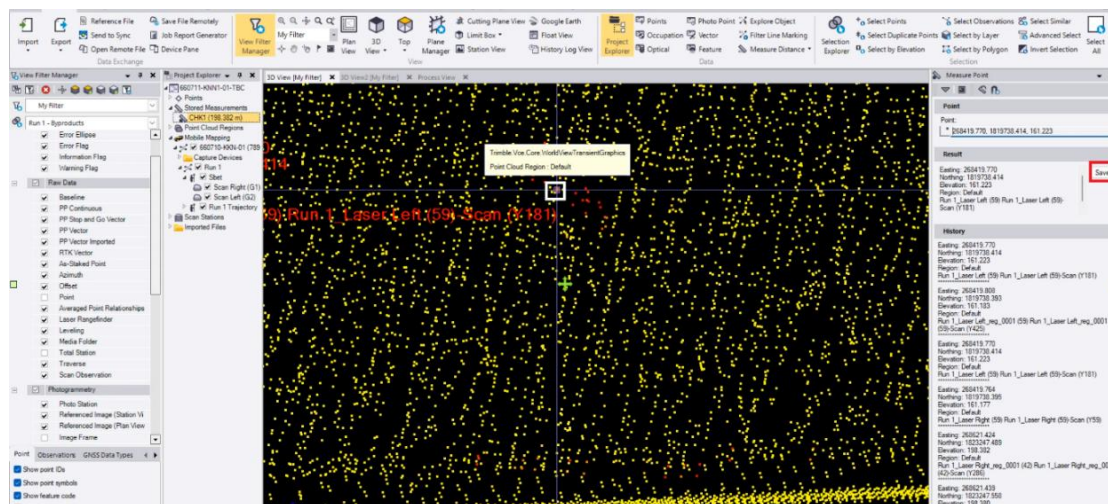
2. การประมวลผลข้อมูลแสงเลเซอร์ (LiDAR) ด้วยโปรแกรม TBC 5.80

2.1. Import ข้อมูลดิบ *.mxd จะปรากฏเส้นทางวิถีของยานพาหนะที่ได้จากการประมวลผลวิถีของยานพาหนะ (Trajectory) จากโปรแกรม POSPAC ทำการ Generate scans Import ข้อมูลค่าพิกัดจุดควบคุมภาคพื้นดิน (GCP) และจุดทดสอบภาคพื้นดิน (TP) และทำการ Register a run เป็นการปรับแก้วิถีของยานพาหนะ (Trajectory) จากโปรแกรม POSPAC ให้มีความละเอียดถูกต้องมาก ยิ่งขึ้นด้วยการโยงยึดค่าพิกัดทางอ้อม (Indirect Georeferencing) ของข้อมูลพอยท์คลาวด์ (Point Cloud) ด้วยค่าพิกัดจุดควบคุมภาคพื้นดิน (GCP) และทำการ Update scans ดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 การจับคู่จุดควบคุมภาคพื้นดิน (GCP)
กับตำแหน่งของข้อมูลพอยท์คลาวด์ (Point cloud)

3. ทำการเปรียบเทียบของข้อมูล Point Clouds กับข้อมูล Test Point Measure Point โดยซูมเข้าไปหาจุด Test Point (CHK1) ที่ต้องการ แล้วคลิกเลือกให้จุดอยู่ระหว่างกลางมากที่สุด ทำให้ครบทุกจุด จากนั้น Save เพื่อนำค่ามาเปรียบเทียบกับข้อมูล Point Clouds ดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 จุด Test Point ที่เลือก

3. ผลการทดลองและอภิปรายผล

จากการศึกษาได้ผลการเปรียบเทียบข้อมูล Point Clouds กับข้อมูล Test Point ซึ่งได้ค่า Horizontal Error 0.041 (m) และค่า Elevation 0.064 (m) สรุปได้ว่าการสำรวจข้อมูลความสูงภูมิประเทศด้วยแสงเลเซอร์ (LiDAR) แบบติดตั้งบนรถยนต์ มาประมวลผลด้วยโปรแกรม TBC ผ่านเกณฑ์งาน ซึ่งมีเกณฑ์งานทางราบและทางตั้งอยู่ที่ไม่เกิน ± 10 เซนติเมตร ซึ่งเป็นมาตรฐานและเกณฑ์ความถูกต้องที่รับรองโดยกรมแผนที่ทหาร

ค่า Point Cloud Coordinate เป็นค่าที่ได้จากการ Registration ที่มาจากการประมวลผลด้วยข้อมูล GNSS/DMI/IMU แล้วนำมาทำการ Update scans ซึ่งได้นำมาเปรียบเทียบกับค่า Reference Coordinate ที่เป็นข้อมูล Test Point พบว่าสามารถให้ค่าความถูกต้อง ค่า Horizontal Error และค่า Elevation อยู่ในระดับต่ำกว่า 10 เซนติเมตร ซึ่งมีความถูกต้องสูงเพียงพอต่อการนำไปประยุกต์ใช้ในภาคต่อ อาทิเช่น งานด้านการสำรวจ การสำรวจถนน สามารถนำข้อมูลข้อมูลเสาไฟ ข้อมูลป้ายไปวิเคราะห์ต่อได้ ,งานด้านผังเมืองในการเก็บภาษีป้าย ,สนับสนุนในการสำรวจคันกันน้ำ และการสำรวจแม่น้ำเพื่อสร้างแบบจำลอง 3 มิติให้ทราบข้อมูลความลึกตื้น หรือการตรวจสอบน้ำท่วม

AREA	PID	Reference coordinate			Point Cloud coordinate			Horizontal Error (m)	Elevation Error (m)	Horizontal Error (m)	Elevation Error (m)
		Easting (m)	Northing (m)	Elevation (m)	Easting (m)	Northing (m)	Elevation (m)				
KKN	CHK001	268621.4	1823248	198.328	268621.429	1823247.497	198.388	0.039	0.060	0.041	0.064
	CHK002	267640.6	1820153	167.758	267640.695	1820152.985	167.600	0.058	0.158		
	CHK003	267167	1818985	160.569	267166.999	1818985.372	160.530	0.041	0.039		
	CHK004	268419.8	1819738	161.159	268419.779	1819738.424	161.105	0.012	0.054		
	CHK005	268104.1	1821106	163.708	268104.175	1821105.742	163.648	0.074	0.060		
	CHK006	271188.2	1821001	158.636	271188.221	1821001.043	158.639	0.018	0.003		
	CHK007	269624.5	1820266	155.121	269624.477	1820265.507	155.117	0.013	0.004		
	CHK008	269089.6	1819650	156.523	269089.554	1819650.122	156.536	0.010	0.013		
	CHK009	268852.8	1819195	165.233	268852.834	1819195.080	165.265	0.011	0.032		
	CHK010	269297.7	1818612	153.394	269297.670	1818611.624	153.400	0.016	0.006		
	CHK011	273328.3	1817310	153.227	273328.296	1817309.690	153.241	0.023	0.014		
	CHK012	270637.5	1817876	156.051	270637.483	1817876.249	156.189	0.045	0.138		
	CHK013	268933.6	1818197	154.973	268933.600	1818196.761	154.940	0.043	0.033		
	CHK014	266298.1	1818192	156.064	266298.094	1818192.283	156.086	0.015	0.022		
	CHK015	266948.8	1814270	164.324	266948.812	1814269.914	164.297	0.042	0.027		
	CHK016	267643.7	1816730	157.812	267643.694	1816730.079	157.832	0.044	0.020		
	CHK017	268711.2	1815900	155.086	268711.255	1815899.775	155.200	0.011	0.114		
	CHK018	271051.4	1817537	155.465	271051.403	1817536.854	155.419	0.021	0.046		
	CHK019	269366	1817706	154.344	269365.979	1817705.734	154.471	0.022	0.127		
	CHK020	266666.5	1815830	162.914	266666.534	1815829.806	162.862	0.037	0.052		
	CHK021	269486	1815812	153.333	269486.037	1815812.333	153.288	0.010	0.045		
	CHK022	266492.2	1816805	155.115	266492.298	1816804.990	155.139	0.088	0.024		
	CHK023	267999.4	1817907	154.284	267999.408	1817907.430	154.322	0.028	0.038		
	CHK024	271161.7	1815484	161.933	271161.803	1815484.364	161.990	0.085	0.057		
	CHK025	268826.4	1817363	157.223	268826.449	1817363.242	157.262	0.050	0.039		

รูปที่ 5 ตารางการเปรียบเทียบของข้อมูล Point Clouds กับข้อมูล Test Point

4. กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ กรมแผนที่ทหาร และพันโท ทวีชัย ชูเชิด ที่มอบหมายภารกิจที่มีคุณค่าในด้านการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการสำรวจภูมิประเทศด้วยเทคโนโลยีไลดาร์ (LiDAR)

ท้ายที่สุดนี้ ข้าพเจ้าขอขอบคุณทุกภาคส่วนที่เกี่ยวข้องในการสนับสนุนโครงการนี้ จนสามารถนำผลลัพธ์ไปใช้ประโยชน์ได้จริงในกระบวนการสำรวจ การจัดการทำแผนที่ภูมิประเทศด้วยเทคโนโลยี LiDAR Mobile Mapping ซึ่งถือเป็นการบูรณาการความรู้จากห้องเรียนสู่การใช้ประโยชน์ในเชิงปฏิบัติอย่างเป็นรูปธรรม

5. เอกสารอ้างอิง

- El-Rabbany, A. (2021). *Introduction to GPS: The Global Positioning System* (3rd ed.). Artech House.
- Goodchild, M. F., Yuan, M., & Cova, T. J. (2021). *Geographic information science and systems*. Wiley.
- Hofmann-Wellenhof, B., Lichtenegger, H., & Wasle, E. (2022). *GNSS – Global navigation satellite systems*. Springer.
- Liu, X., & Li, Z. (2021). *LiDAR remote sensing and applications*. CRC Press.
- Longley, P. A., Goodchild, M. F., Maguire, D. J., & Rhind, D. W. (2021). *Geographic information systems and science* (4th ed.). Wiley.
- Pfeifer, N., & Mandlbürger, G. (2020). *Laser scanning for earth surface analysis*. Springer.
- Shan, J., & Toth, C. K. (2020). *Topographic laser ranging and scanning: Principles and processing* (2nd ed.). CRC Press.
- Teunissen, P. J. G., & Montenbruck, O. (2021). *Springer handbook of global navigation satellite systems*. Springer.
- Vosselman, G., & Maas, H.-G. (2022). *Airborne and terrestrial laser scanning*. CRC Press.
- Wolf, P. R., Ghilani, C. D., & Brown, J. C. (2020). *Elementary surveying: An introduction to geomatics* (15th ed.). Pearson.

คำแนะนำสำหรับผู้เขียน

วารสารสหกิจศึกษาก้าวหน้า รับบทความภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ ต้องเป็นต้นฉบับ ไม่เคยตีพิมพ์หรือเผยแพร่ที่ใดมาก่อน มีจุดประสงค์เพื่อเผยแพร่ความรู้ และผลงานวิชาการด้านเทคโนโลยีและวิศวกรรม และมีการตรวจสอบคุณภาพอย่างเคร่งครัด

1. ข้อกำหนดทั่วไป

บทความต้องประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ตามลำดับต่อไปนี้ คือ

- ชื่อเรื่อง/บทความ (Title)
- ชื่อผู้เขียน/อีเมล (Author, E-mail)
- ที่อยู่ผู้เขียน (Affiliation)
- บทคัดย่อ (Abstract)
- คำสำคัญ (Keywords)
- บทนำ (Introduction)
- เนื้อหา (Text)
- สรุป (Conclusion)
- กิตติกรรมประกาศ (ถ้ามี) (Acknowledgements)
- เอกสารอ้างอิง (References)

2. คำแนะนำในการเขียนและพิมพ์

บทความที่มีความประสงค์เผยแพร่ในวารสารสหกิจศึกษาก้าวหน้า ให้ผู้เขียนใช้ฟอนต์ TH Sarabun New ทั้งฉบับ เว้นแต่การใช้สัญลักษณ์เฉพาะ โดยมีการกำหนดขนาดของตัวอักษรและการกำหนดตัวพิมพ์หนา (Bold) และตัวพิมพ์ปกติ (Regular) ดังนี้

2.1 ชื่อเรื่อง/บทความ (Title) มีทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ ใช้ตัวอักษรขนาด 18 ด้วยการพิมพ์ตัวหนา ควรใช้ชื่อเรื่องให้มีความกระชับแต่ครอบคลุมสาระเนื้อหาของบทความเพื่อสื่อความหมายของบทความอย่างชัดเจน ไม่ใช้คำย่อ โดยจัดวางกึ่งกลางหน้ากระดาษ

2.2 ชื่อผู้เขียนหลัก (Corresponding Author) และผู้เขียนร่วม (Co-Author) มีทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ ใช้ตัวอักษรขนาด 16 ด้วยการพิมพ์ตัวปกติ ไม่ต้องระบุคำนำหน้าและตำแหน่งทางวิชาการ ให้ใส่หมายเลขลำดับ (ด้วยก) แสดงสังกัดที่แตกต่างกัน และใส่เครื่องหมายดอกจัน (*) ไว้หลัง ชื่อ-สกุล และหมายเลขสังกัด ของผู้เขียนหลัก (ด้วยก)

2.2.1 สำหรับผู้เขียนหลัก ให้ระบุ E-mail เพื่อใช้ในการติดต่อ

2.3 สังกัดผู้เขียน (Affiliation) มีทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ ใช้ตัวอักษรขนาด 16 ด้วยการพิมพ์ตัวปกติ ประกอบด้วย ชื่อสังกัด ที่อยู่ และรหัสไปรษณีย์ โดยให้ใส่ตัวเลขกำกับไว้ด้านหน้าโดยใช้ด้วยก

2.4 บทย่อคัด (Abstract) มีทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ ใช้ตัวอักษรขนาด 16 หัวข้อให้ใช้ตัวพิมพ์หนาและสำหรับเนื้อหาของบทคัดย่อให้ใช้ตัวพิมพ์ปกติ ซึ่งเป็นการสรุปประเด็นเนื้อหาที่เป็นแก่นสำคัญเน้นประเด็นสำคัญของงาน ที่ต้องการนำเสนอจริงๆ โดยควรประกอบด้วยวัตถุประสงค์ วิธีการ เครื่องมือ และผลสรุป ควรเขียนให้สั้นที่ได้จากการวิจัย และกระชับ สำหรับบทคัดย่อภาษาอังกฤษ ผู้เขียนต้องใช้หลักไวยากรณ์ที่ถูกต้องและต้องมีความหมายเดียวกันกับบทคัดย่อภาษาไทย

2.5 คำสำคัญ (Keywords) มีทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ ใช้ตัวอักษรขนาด 16 โดยใช้ตัวพิมพ์หนา ตัวพิมพ์ปกติดังตัวอย่างใน Template นี้ ควรเป็นคำที่อยู่ในขอบบทความ โดยให้ระบุ 3-5 คำ สำหรับภาษาไทย ให้เว้นวรรคระหว่างคำสำคัญ โดยไม่ใส่จุลภาค หรือ ลูกน้ำ (,) ขึ้นระหว่างคำสำคัญ

2.6 บทนำ (Introduction) ใช้ตัวอักษรขนาด 16 หัวข้อให้ใช้ตัวพิมพ์หนาและสำหรับเนื้อหาให้ใช้ตัวพิมพ์ปกติ ในส่วนนี้เป็นเนื้อหาที่ผู้เขียนจงใจให้ผู้อ่านเกิดความสนใจในเรื่องนั้นๆ ซึ่งควรมีข้อมูลปฐมภูมิจากการทบทวนวรรณกรรม ข้อมูลทางวิชาการ โดยการสรุปและมีการอ้างอิง เพื่อไว้เป็นข้อมูลที่ใช้กำหนดขวัตการประสงค์ของงานวิจัย

2.7 เนื้อหา (Text) ใช้ตัวอักษรขนาด 16 ด้วยตัวพิมพ์ปกติ โดบบทความที่เสนออาจพิมพ์เป็นภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ ตามรูปแบบที่กำหนดเพื่อพร้อมที่จะนำไปพิมพ์ได้ทันที โดยกำหนดขนาดพิมพ์ขนาด A4 ใช้รูปแบบการพิมพ์ 1 คอลัมน์ตามรูปแบบบทความนี้ ไม่มีเว้นระยะห่างระหว่างบรรทัด นอกจากการขึ้นหัวข้อใหม่ให้เว้นบรรทัด 1 บรรทัด โดยจะต้องพิมพ์ให้เต็มคอลัมน์ก่อนที่จะขึ้นคอลัมน์ใหม่ หรือขึ้นหน้าใหม่ ห้ามเว้นที่เหลือไว้ว่างเปล่า

การลำดับหัวข้อในส่วนของเนื้อเรื่องนี้ ให้ใส่เลขกำกับโดยให้บทนำเป็นหัวข้อหมายเลข 1 และใส่มหัพภาค หรือ เครื่องหมายจุดหลังตัวเลข เว้นระยะห่าง 1 ช่อง และตามด้วยลำดับหัวข้อ โดยกำหนดให้ทั้งหัวข้อเป็นตัวพิมพ์หนาหากมีการแบ่งหัวข้อย่อย ให้ใช้เลขระบบทศนิยมกับหัวข้อย่อย เช่น 1.1 โดยใช้อักษรรูปแบบปกติ ซึ่งในส่วนของเนื้อหาควรมีหัวข้อเรื่อง ระเบียบวิธีการ วัสดุและอุปกรณ์ และหัวข้ออื่นที่จำเป็นต่อการได้มาซึ่งผลการวิจัย รายละเอียดดังนี้

1. บทนำ (TH SarabunPSK 16 ตัวหนา)

การเขียนบทนำในวารสารเทียบกับรายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ คือ บทที่ 1 เป็นการนำบทที่ 1 มาสรุปให้ได้ใจความ เพราะเป็นส่วนสำคัญของความสำคัญและมูลเหตุที่นำไปสู่การวิจัย พร้อมวัตถุประสงค์ และการตรวจสอบเอกสารที่เกี่ยวข้อง (เทียบกับรายงานฉบับสมบูรณ์ คือ บทที่ 2) ใช้แบบอักษร TH SarabunPSK 16 ตัวปกติ

1.1 หัวข้อย่อย

หากมีหัวข้อย่อยให้ใช้แบบอักษร TH SarabunPSK 16 ตัวหนา ในหัวข้อย่อย ส่วนเนื้อหาให้ใช้ขนาด 16 ตัวปกติ และหากมีข้อย่อยลงมาอีกให้ใช้ขนาด 16 ตัวปกติ

2. วิธีการทดลองหรือวิธีการศึกษา (TH SarabunPSK 16 ตัวหนา)

การเขียนวิธีการทดลอง หรือวิธีการศึกษา หรือวิธีการดำเนินการวิจัยในวารสารนั้น เทียบกับรายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ คือ บทที่ 3 เป็นการนำบทที่ 3 มาสรุปให้ได้ใจความ เพราะเป็นการอธิบายวิธีการดำเนินการวิจัย ซึ่งจะขึ้นอยู่กับการวิจัยแต่ละประเภท ใช้แบบอักษร TH SarabunPSK 16 ตัวปกติ

3. ผลการทดลองและอภิปรายผล (TH SarabunPSK 16 ตัวหนา)

การเขียนผลการทดลองและอภิปรายผลในวารสารนั้น เทียบกับรายงานฉบับสมบูรณ์ คือ บทที่ 4 ซึ่งควรเสนอผลอย่างชัดเจน ตรงประเด็น เป็นผลที่ค้นพบ โดยลำดับตามหัวข้อที่ศึกษา พร้อมการอภิปรายผล หากผลการทดลองเป็นตาราง ให้อภิปรายตารางนั้นด้วย ใช้แบบอักษร TH SarabunPSK 16 ตัวปกติ

4. สรุป

ในส่วนเนื้อหา หรือสรุปผลการทดลองเมื่อเทียบกับรายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ คือ บทที่ 5 ผลที่ได้จากการวิจัยต้องมีการวิเคราะห์ข้อมูลหรือเปรียบเทียบกับงานวิจัยก่อนหน้านี้เพื่อให้ได้ข้อสรุปที่ได้จากงานวิจัยนี้ ควรแสดงถึงสิ่งที่ได้จากงานวิจัยนี้เพื่อประโยชน์ในการพัฒนาต่อยอดกับงานวิจัยอื่นหรือผู้อ่าน รวมถึงสามารถใช้อ้างอิงข้อมูลหรือนำไปใช้ประโยชน์ได้ โดยอาจเขียนแบ่งเป็นข้อ ๆ

1) บทความวิจัยควรมีความยาวของหน้ากระดาษระหว่าง 6 ถึง 12 หน้า

2) บทความทุกบทความที่ส่งเข้าในระบบเพื่อกระบวนการเผยแพร่ในวารสารสหกิจศึกษาก้าวหน้า ต้องได้รับความยินยอมจากผู้เขียนร่วมทุกท่าน และจะถูกตรวจสอบความซ้ำซ้อนจากกองบรรณาธิการตามมาตรฐานที่กำหนด รวมถึงจะถูกกลั่นกรองจากผู้ทรงคุณวุฒิในการพิจารณายอมรับ ให้แก้ไข หรือปฏิเสธการเผยแพร่ในวารสาร

3) การส่งบทความให้ดำเนินการผ่านอีเมล : Jcep@mail.rmutk.ac.th

5. คำขอบคุณ หรือกิตติกรรมประกาศ (TH SarabunPSK 16 ตัวหนา)

การเขียนคำขอบคุณ หรือกิตติกรรมประกาศนั้น เป็นการขอบคุณ หรือกิตติกรรมประกาศกับบุคคล ใช้แบบอักษร TH SarabunPSK 16 ตัวปกติ

6. เอกสารอ้างอิง (TH SarabunPSK 16 ตัวหนา)

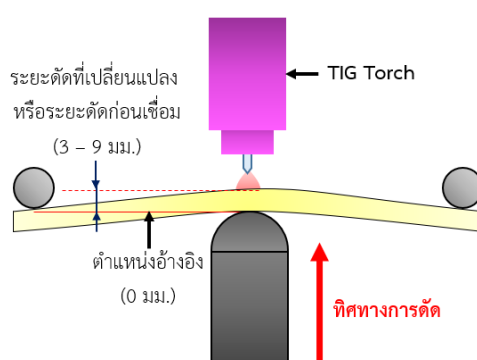
การเขียนเอกสารอ้างอิง ต้องใช้ตามแบบที่วารสารสหกิจศึกษาก้าวหน้า กำหนดอย่างเคร่งครัดในระบบ APA (American Psychological Association) และเขียนเอกสารอ้างอิง เฉพาะเอกสารที่นำมาอ้างอิง ในเนื้อหาเท่านั้น และควรเรียงจากตัวอักษรไทย ก-ฮ และ ตัวอักษร A -Z เช่น ใช้แบบอักษร TH SarabunPSK 16 ตัวปกติ

2.6.1 รูปแบบการเขียนตารางให้ดูตัวอย่างดังตารางที่ 1 กำหนดให้ไม่มีเส้นในแนวนอน มีเฉพาะเส้นในแนวนอน หัวข้อหลักในแต่ละคอลัมน์ กำหนดให้เป็นตัวหนา จัดชิดขอบด้านซ้ายของแต่ละคอลัมน์ และในส่วนเนื้อหาของตารางอ้างอิงจะมีการอธิบายตารางที่นำมาใช้สื่อสารกับผู้อ่านในบทความ โดยใช้อักษรขนาด 16 หรือ 16 ในเนื้อหาของตาราง โดยหัวข้อในตารางให้ใช้ตัวพิมพ์หนา

ตารางที่ 1 เงื่อนไขการเชื่อม (ฤทธิ์ชัย, 2565)

เงื่อนไข	รายละเอียด
กระบวนการเชื่อม	การเชื่อมอาร์คทั้งสแตนเลสสปีค
ทิศทางในการเชื่อม	แบบจุด
กระแสเชื่อม	100 แอมป์
แท่งอิเล็กโทรด	WT20, 2.4 มม.
ระยะอาร์ค	2 มม.
แก๊สปกคลุม	99.9% อาร์กอน
อัตราการไหลของแก๊สปกคลุม	10 ลิตรต่อนาที
เวลาเชื่อมจุด	3 และ 6 วินาที
ความเค้นตกค้าง หรือ ระยะตัดที่เปลี่ยนไป	154 และ 220 เมกะปาสคาล หรือ 0.5 และ 2.0 มม.

ชื่อ ตารางที่ 1 ใช้ตัวอักษรขนาด 16 ด้วยตัวพิมพ์หนาและตามด้วยชื่อตารางด้วยตัวพิมพ์ปกติจัดวางอยู่เหนือตารางโดยไม่เว้นบรรทัดระหว่างชื่อตารางกับตาราง ตำแหน่งของชื่อตารางและตัวตารางให้จัดชิดซ้ายสุด



รูปที่ 1 เงื่อนไขการสร้างความเค้นตกค้างขณะเชื่อม (ฤทธิ์ชัย, 2565)

2.6.2 รูปภาพที่ใส่ในบทความควรมีความละเอียดเพียงพอต่อการแสดงรายละเอียดเพื่อสื่อสารกับผู้อ่าน ต้องมีอัตราส่วน (Ratio) ของรูปภาพที่ถูกต้อง หากมีตัวอักษรในภาพต้องมีขนาดใหญ่เพียงพอและได้สัดส่วนกับรูปภาพดังกล่าว รูปภาพทุกรูปจะต้องมีหมายเลขกำกับเรียงลำดับก่อนและหลังพร้อมคำบรรยายได้รูปภาพ โดยจัดคำอธิบายและรูปไว้กึ่งกลางหน้ากระดาษ ไม่ควรใช้คำว่า “แสดง” เช่น ไม่ควรเขียนว่า “รูปที่ 1 แสดงเงื่อนไขการสร้างความเค้นตกค้างขณะเชื่อม” ที่ถูกต้องควรเป็น “รูปที่ 1 เงื่อนไขการสร้างความเค้นตกค้างขณะเชื่อม” ทั้งนี้ทุกรูปภาพต้องมีการอ้างอิงในเนื้อหา ดังแสดงตัวอย่างรูปที่ 1

2.6.3 การเขียนสมการจะต้องมีหมายเลขกำกับอยู่ภายในวงเล็บและเรียงลำดับที่ถูกต้อง ควรใช้ตัวพยัญชนะเอียงแสดงถึงพารามิเตอร์หรือตัวแปรในสมการหรืออาจใช้สัญลักษณ์เฉพาะ หรือใช้รูปแบบ Equation ในการเขียน โดยต้องมีรายละเอียดแสดงความหมายของพารามิเตอร์ที่ปรากฏอยู่ในสมการ เว้นหนึ่งบรรทัดก่อนเขียนสมการ และเว้นหนึ่งบรรทัดหลังเขียนสมการ จัดให้สมการอยู่ตรงกลางหน้ากระดาษ

ตัวอย่างเช่น ความสัมพันธ์ระหว่างแรงเสียดทาน (Friction Force; f) กับความดันกระทำตั้งฉากกับทิศทางการเคลื่อนที่ (Normal Pressure; N) ที่รู้จักกันในชื่อ Coulomb Friction ดังสมการ (1) โดยที่ μ คือ ค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทาน (Coefficient of Friction) (XXXXX, 2002) ซึ่งต้องมีการอ้างอิงหาคำมาจากแหล่งอื่น ตัวอย่างการเขียนสมการแสดงดังสมการที่ (1)

$$\mu = \frac{f}{N} \quad (1)$$

3. เอกสารอ้างอิง

ธานินทร์ ศิลป์จารุ. (2560). การวิจัยและวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วย SPSS และ AMOS (พิมพ์ครั้งที่ 17).

นนทบุรี: เอส. อาร์. พรินติ้ง แมสโปรดักส์.

จิราวรรณ สมหวัง. (2561). การพัฒนาศักยภาพแหล่งเรียนรู้สำหรับการจัดการโซ่อุปทานสินค้าเกษตรปลอดภัย (กระท้อน) แบบมีส่วนร่วมของชุมชนในจังหวัดลพบุรี. วารสารบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย, 11(2), หน้า 63-75.

Sohn, J., Woo, S., & Kim, T. (2017). Assessment of logistics service quality using the Kano model in a logistics-triadic relationship. The International Journal of Logistics Management, 28(2), pp. 680-698.

การอ้างอิงเอกสารใช้การเขียนแบบ APA 7th เป็นรูปแบบการเขียนอ้างอิงแบบนาม-ปี โดยการระบุชื่อผู้เขียนและตามด้วยปีที่เขียน ตามรูปแบบวารสารกำหนด

ตัวอย่างการเขียนเอกสารอ้างอิง

หนังสือ (ภาษาไทย)

ชื่อ/ชื่อสกุล/(ปีที่พิมพ์)/ชื่อหนังสือ/(ครั้งที่พิมพ์)/สถานที่พิมพ์:/สำนักพิมพ์.

ธานินทร์ ศิลป์จารุ. (2560). การวิจัยและวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วย SPSS และ AMOS (พิมพ์ครั้งที่ 17).

นนทบุรี: เอส. อาร์. พรินติ้ง แมสโปรดักส์.

ถ้ามีผู้แต่งเกิน 5 คน หรือตั้งแต่ 6 คนขึ้นไป ให้ลงเฉพาะคนแรก ตามด้วยเครื่องหมายจุลภาค (,) และคำว่า “และคนอื่น ๆ” สำหรับหนังสือภาษาไทย ตัวอย่างเช่น

ศิริวรรณ เสรีรัตน์, และคนอื่น ๆ (2548). *การวิจัยธุรกิจ* (ฉบับปรับปรุงใหม่). กรุงเทพฯ: ธรรมสาร.

หนังสือ (ต่างประเทศ)

ชื่อสกุล/ชื่อต้น/ชื่อกลาง./ (ปีที่พิมพ์)./ชื่อหนังสือ/(ครั้งที่พิมพ์)./สถานที่พิมพ์:/สำนักพิมพ์.

บุญล้อม ชีวรุ่งโรจน์ และอิสระ เนื่องจำนงค์. (2567). *การศึกษาศมรรถนะของนักศึกษาสหกิจศึกษาก้าวหน้า*.
อักษรสยามการพิมพ์.

Allen, G. R. (2023). *A Cooperative Venture in Teacher Education*. Asia Books.

Worthington, A. M. (1908). *A study of splashes*. Longmans, Green, and Company.

O'Toole, G. A., Pratt, L. A., Watnick, P. I., Newman, D. K., Weaver, V. B., & Kolter, R. (1999).
Genetic approaches to study of biofilms. *Methods in enzymology*, 310, pp. 91-109.

Khuda-Bukhsh, A. R., Chanda, T., & Barat, A. (2024). A reflection on cooperative education:
From experience to experiential learning. In: *Cooperative Education*. Springer. Uyeno,
T., Arai, R., Taniuchi, T., & Matsuura, K. (Eds.), pp. 886-898. Tokyo.

บทความในวารสาร หรือนิตยสาร

ชื่อ/ชื่อสกุล./ (ปีที่พิมพ์)./ชื่อบทความ./ชื่อวารสาร,/ปีที่(ฉบับที่),/หน้าที่ตีพิมพ์บทความ.

จิราวรรณ สมหวัง. (2561). การพัฒนาศักยภาพแหล่งเรียนรู้สำหรับการจัดการโซ่อุปทานสินค้าเกษตร
ปลอดภัย (กระท้อน) แบบมีส่วนร่วมของชุมชนในจังหวัดลพบุรี. *วารสารบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัย*
ราชภัฏเชียงใหม่, 11(2), หน้า 63-75.

สมศักดิ์ จำปาสี. (2568). สหกิจศึกษาก้าวหน้ากับการพัฒนาคุณภาพบัณฑิตไทย. *วารสารนครพนม*, 11(2),
หน้า 198-141.

Hughes, A. J., Daniel, S. E., Blankson, S., & Lees, A. J. (1993). A clinicopathologic study of 100
cases of Parkinson's disease. *Archives of neurology*, 50(2), pp. 140-148.

Supiwong, W., Supanuam, P., Jantararat, S., & Khakhong, S. (2012). Study of the competencies
of cooperative education students: A comparison among employers, instructors, and
cooperative education students. *Journal Education Studies*, 10(4), pp. 120-132.

Rezaei, J., Ortt, R. & Trott, P. (2018). Supply chain drivers, partnerships and performance of
high-tech SMEs: An empirical study using SEM. *International Journal of Productivity and*
Performance Management, 67(4), pp. 629 - 653.

ข้อมูลจากอินเทอร์เน็ต

ชื่อ/ชื่อสกุล./ (ปีที่แก้ไขหรือปรับปรุงข้อมูล)./ชื่อเรื่อง./สืบค้น/เดือน/วันที่,/ปี,/จาก/แหล่งสารสนเทศ.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. (2558). สศก. เร่งวิจัยโลจิสติกส์ 5 สินค้าเกษตรสำคัญ. สืบค้น มิถุนายน 13,
2561 จาก <http://logistics.oae.go.th/web/p/html/page/N7>

เอกสารการประชุมที่ตีพิมพ์เป็นรูปเล่ม

ชื่อ/ชื่อสกุล./ (ปีที่พิมพ์)./ชื่อบทความ./ใน/ชื่อการประชุม./วันที่จัดประชุม./สถานที่พิมพ์./สำนักพิมพ์./หน้าที่ตีพิมพ์บทความ

ธวัช มีสกุล, อัจฉริยา รักรังสี และวิเชียร มากสุขใจ. (2554). การพัฒนารูปแบบการบูรณาการการศึกษาทั่วไปกับสหกิจศึกษาก้าวหน้า. ใน: การประชุมทางวิชาการของสมาคมสหกิจศึกษาก้าวหน้าไทย ครั้งที่ 10. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ, กรุงเทพฯ, หน้า 169-177.

จิราวรรณ สมหวัง. (2558). แนวทางการพัฒนามาตรฐานอาหารแปรรูปที่บรรจุในภาชนะพร้อมจำหน่าย (primary GMP) ของผู้ประกอบการวิสาหกิจชุมชนในจังหวัดลพบุรี. ใน ประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 3 “จัดการอย่างไรให้ธุรกิจท้องถิ่นไทยเติบโตอย่างยั่งยืน”. วันที่ 27 พฤศจิกายน 2558. อุบลราชธานี: มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี, หน้า 495 – 506.

Sangpakdee, A. (2015). Aligning reflection in the cooperative education curriculum. Proceedings of the 5th National and International Conference on Sustainable Community Development. 23-25 December 2025, the Centara Hotel & Convention Centre, Khon Kaen, pp. 120-128.

บทสัมภาษณ์โดยตรง

ผู้ให้สัมภาษณ์./ (ปี./เดือน/วันที่ที่สัมภาษณ์)./ตำแหน่งหรือที่อยู่ที่สามารถติดต่อได้./สัมภาษณ์.

สมศักดิ์ พ่วงเอี่ยม. (2561, กรกฎาคม 6). ผู้ใหญ่บ้านหมู่ 11 บ้านวังขรณ์ ตำบลโพชนไก่ อำเภอบางระจัน จังหวัดสิงห์บุรี. สัมภาษณ์.

วิทยานิพนธ์

ผู้เขียนวิทยานิพนธ์./ (ปีที่พิมพ์)./ชื่อวิทยานิพนธ์./ระดับวิทยานิพนธ์/มหาวิทยาลัยหรือสถาบัน.

โสพันธ์ ออมทรัพย์. (2561). แนวทางการพัฒนาการจัดการโลจิสติกส์เพื่อการท่องเที่ยวชุมชนท่องเที่ยว OTOP นวัตวิถี ตลาดป่าไผ่สร้างสุข อำเภอกวนขนุน จังหวัดพัทลุง. การค้นคว้าอิสระปริญญาโทมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยรามคำแหง.

รายงานการวิจัย

ชื่อผู้แต่ง./ (ปีที่พิมพ์)./ชื่อรายงานการวิจัย./สถานที่พิมพ์./สำนักพิมพ์.

จิราวรรณ สมหวัง. (2559). รายงานการวิจัย เรื่อง การจัดการโลจิสติกส์สำหรับการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมกลุ่มชาติพันธุ์ลาวแง้ว จังหวัดลพบุรี สระบุรี และสิงห์บุรี. กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.).

นิพนธ์ พัวพงศกร, และคนอื่น ๆ. (2553). รายงานการวิจัยเรื่อง โครงการศึกษาแนวทางการจัดการห่วงโซ่อุปทานและโลจิสติกส์ของสินค้าเกษตร ภายใต้โครงการการศึกษาวิจัยตลอดจนติดตามประเมินผลเพื่อเสนอแนวทาง นโยบายการปรับโครงสร้างภาคการผลิต การค้า และการลงทุน. กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศไทย.

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิ (Peer Review)

ศาสตราจารย์ ดร.เฉลิมชนม์ สติระพจน์	คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
รองศาสตราจารย์ ดร.ศศิริดี จันทสี	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
รองศาสตราจารย์ ดร.ชาติชาย ไวยสุระสิงห์	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
ดร.พัฒน์ พิสิษฐเกษม	คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ดร.ปณิตตา ตรงจิตต์รักษา	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
รองศาสตราจารย์ ดร.ฉันทมณี พูลเจริญศิลป์	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รัตนกร ยวงสวัสดิ์	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.คณิงกานต์ กลั่นบุศย์	คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
รองศาสตราจารย์ ดร.เชษฐเนติ ศรีสีอาน	วิทยาลัยนวัตกรรมการดิจิทัลเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยรังสิต
รองศาสตราจารย์ ดร.อรสา เตติวัฒน์	คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กมลศักดิ์ วงศ์ศรีแก้ว	คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิลาพรรณ โพธิ์นรินทร์	คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิทธิพัทธ์ เลิศศรีชัยนันท์	คณะบริหารธุรกิจ สถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์
ดร.ชิตพงษ์ อัยสานนท์	คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยกรุงเทพธนบุรี
ดร.จารุวรรณ กาญจนศุภวรรณ	คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศรีประไพ จุ้ยน้อย	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ดร.อภิวัฒน์ ดิษฐาพร	คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อนุเฒ่า อบแพทย์	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รัตติยากร เรียนยอย	คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ผู้ช่วยศาสตราจารย์สิริชชา สาลีทอง	คณะศิลปกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นิวัฒน์ มูเก็ม	คณะอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์
ดร.ณัฐพงษ์ จันทขโบล	คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
รองศาสตราจารย์ ดร.คมกริช ละวรรณวงษ์	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นิตติ เรืองสว่าง	คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
รองศาสตราจารย์ เดช เหมือนขาว	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประจักษ์ จัตกุล	คณะวิศวกรรมศาสตร์บูรณาการและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฤทัยรัตน์ สุทธิสุวรรณ	คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
รองศาสตราจารย์ ปิยนุช นาคพงศ์	คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ เณลิมล คล้ายนิล	คณะอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธีร์ โคตรถา	คณะอุตสาหกรรมสิ่งทอ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
ดร.เกศทิพย์ กรี่เงิน	คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ดร.ณัฐวรวิทย์ มานพพงษ์	คณะอุตสาหกรรมสิ่งทอ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิสิทธิ์ เมืองน้อย	คณะอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อิทธิพันธ์ วรรณสุริยะ	คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พลอยไพลิน ยงศิริ	คณะเทคโนโลยีนิวตริกรรมบูรณาการ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ดร.ปรกรณ์ ชุมรัมย์	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปรมินทร์ โฆษิตกุลพร	คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
ดร.วิเรชา คำจันทร์	คณะวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ดร.ธีรวิศ คำหน่อแก้ว	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุธาสินี บุรีคำพันธ์	คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ดร.พิรยา สระมาลา	คณะอุตสาหกรรมสิ่งทอ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รัตติยากร เรียนยอย	คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เลิศลักษณ์ แก้ววิมล	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ พุดกรอง พันอุโมงค์	คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ อาทิตยา มีหนองหว่า	คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

แบบฟอร์มส่งบทความเพื่อพิจารณาตีพิมพ์ลงในวารสารสหกิจศึกษาก้าวหน้า

วันที่..... เดือน..... พ.ศ.....

ข้าพเจ้า (นาย/นาง/นางสาว)..... นามสกุล.....

ขอส่ง ☐ บทความวิจัย ☐ บทความวิชาการ

เรื่อง (ภาษาไทย)

เรื่อง (ภาษาอังกฤษ)

ชื่อผู้เขียนร่วม (ภาษาไทย)

1. ชื่อ..... นามสกุล.....

2. ชื่อ..... นามสกุล.....

3. ชื่อ..... นามสกุล.....

ชื่อผู้เขียนร่วม (ภาษาอังกฤษ)

1. First name..... Surname

2. Second name..... Surname

3. Third name..... Surname

ที่อยู่ที่สามารถติดต่อได้สะดวก..... หมู่ที่..... ซอย.....

ถนน..... ตำบล/แขวง..... อำเภอ/เขต..... จังหวัด.....

รหัสไปรษณีย์..... E-mail.....

โทรศัพท์..... โทรสาร..... โทรศัพท์ (มือถือ).....

ข้าพเจ้าขอรับรองว่าบทความนี้ ☐ เป็นผลงานของข้าพเจ้าแต่เพียงผู้เดียว☐ เป็นผลงานของข้าพเจ้าและผู้ร่วมงานตามชื่อที่ระบุในบทความจริง

โดยขอรับรองว่ารูปภาพและข้อความทั้งหมดในบทความนี้ ไม่ละเมิดลิขสิทธิ์ใด ๆ และบทความนี้ไม่เคยลงตีพิมพ์ในวารสารใดมาก่อน และจะไม่นำบทความนี้ไปเพื่อพิจารณาตีพิมพ์ในวารสารอื่นอีกเป็นการซ้ำซ้อนการละเมิดลิขสิทธิ์ถือเป็นความรับผิดชอบของผู้เขียนบทความโดยตรง ทั้งนี้ผู้เขียนเข้าใจในนโยบายการรับบทความของวารสารสหกิจศึกษาก้าวหน้าแล้ว และยินยอมว่าบทความที่ตีพิมพ์ลงในวารสารสหกิจศึกษาก้าวหน้า ถือเป็นลิขสิทธิ์ของคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

ลงชื่อ.....

(.....)



หนังสือรับรองการตีพิมพ์บทความ
วารสารสหกิจศึกษาก้าวหน้า
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

ขอรับรองว่าบทความ.....

โดย

.....

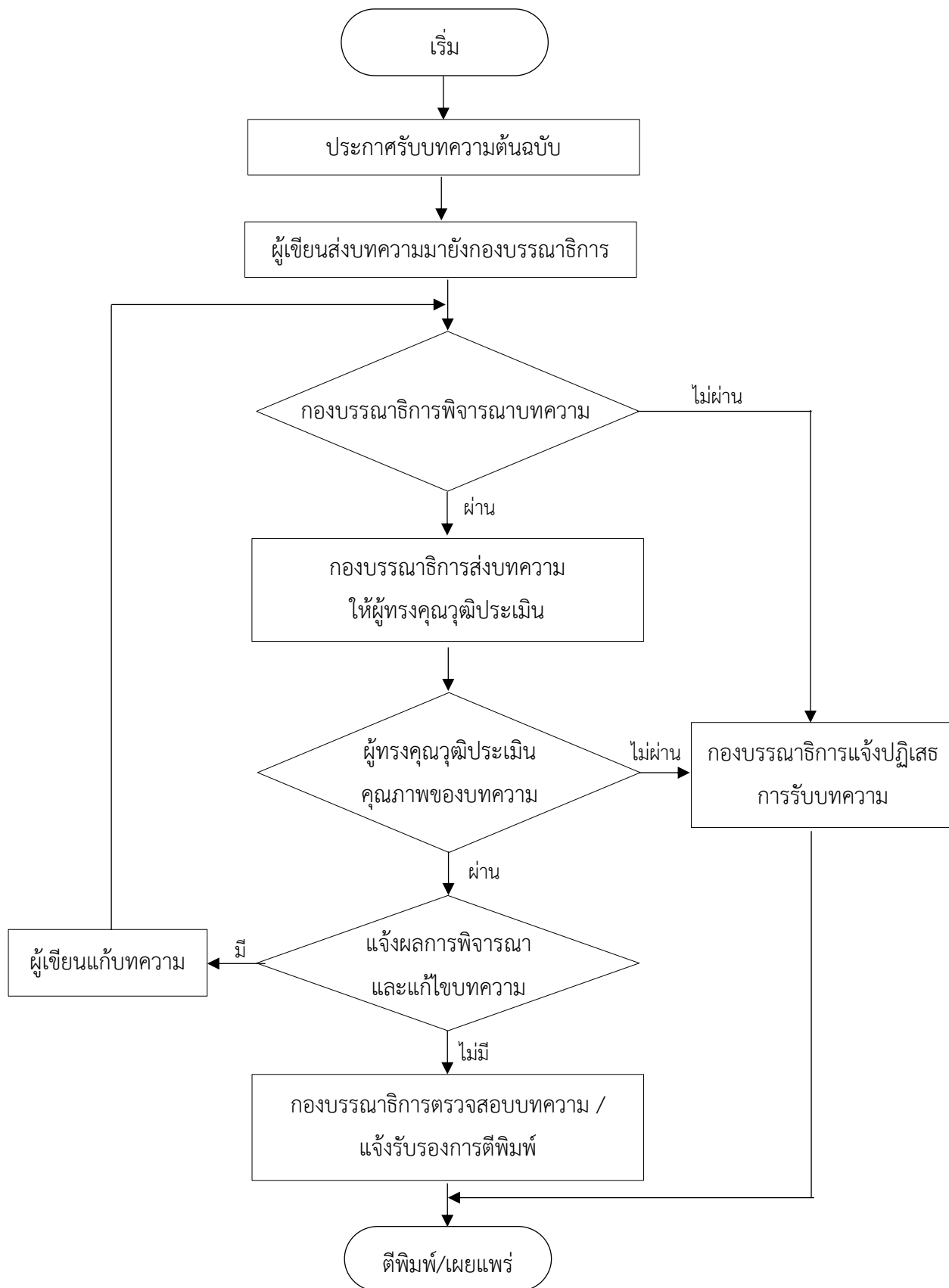
.....

ได้ผ่านการประเมินจากคณะกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน
และตีพิมพ์ในวารสารสหกิจศึกษาก้าวหน้า
ปีที่ ฉบับที่ (..... - พ.ศ.)

(รองศาสตราจารย์ ดร.พิชัย จันทน์มณีน)

บรรณาธิการวารสารสหกิจศึกษาก้าวหน้า
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

ขั้นตอนการจัดทำวารสารสหกิจศึกษาก้าวหน้า





วารสารสหกิจศึกษาก้าวหน้า Journal of Cooperative Education Progress

สำนักงานสหกิจศึกษา

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

เลขที่ 2 ถนนนางลิ้นจี่ แขวงทุ่งมหาเมฆ เขตสาทร

กรุงเทพมหานคร 10120

