

วารสารวิชาการ

ISSN 2985-2153 (Online)

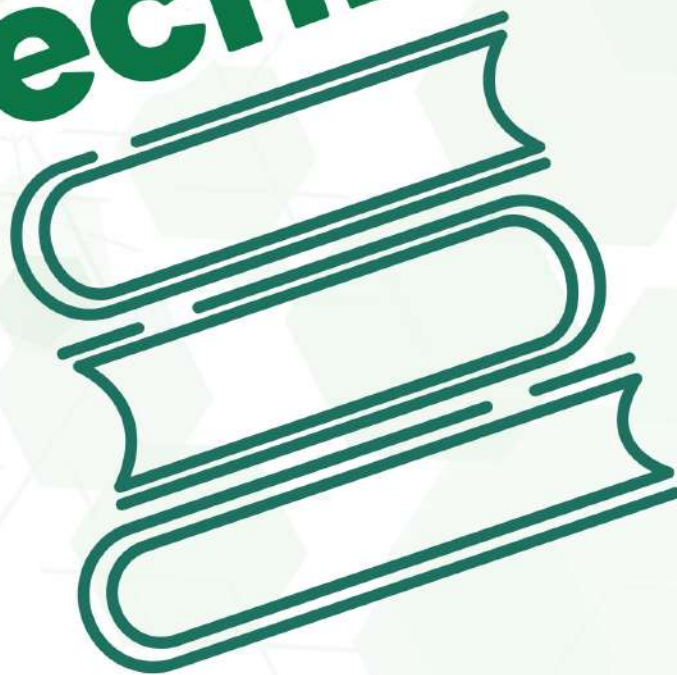
คฤศาสตร์อุตสาหกรรมและวิศวกรรมศึกษา

Journal of Technical and Engineering Education

Vol.16 No. 3 September - December 2025

ปีที่ 16 ฉบับที่ 3 กันยายน - ธันวาคม 2568

JTeehEE



คณะคฤศาสตร์อุตสาหกรรม Faculty of Technical Education
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
KING MONGKUT'S UNIVERSITY OF TECHNOLOGY NORTH BANGKOK



วารสารวิชาการครุศาสตร์อุตสาหกรรมและวิศวกรรมศึกษา (Journal of Technical and Engineering Education)

ปีที่ 16 ฉบับที่ 3 กันยายน - ธันวาคม พ.ศ. 2568

นโยบายของวารสาร

วารสารวิชาการครุศาสตร์อุตสาหกรรมและวิศวกรรมศึกษา รับผิดชอบบทความทางวิชาการและบทความวิจัย ทางด้านการสอนและการบริหารอาชีวศึกษา เทคโนโลยีดิจิทัลและคอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษา ที่ทันสมัยต่อการเปลี่ยนแปลงของสังคมและเทคโนโลยี และการฝึกอบรมเพื่อส่งเสริมสมรรถนะอาชีพ รวมทั้งการพัฒนาการเรียนการสอนทางด้านวิศวกรรมศึกษาในแขนงวิชาต่าง ๆ เป็นต้น ทั้งนี้ผู้เขียนหรือเจ้าของบทความต้องยึดมั่นในจริยธรรมการตีพิมพ์ของวารสารวิชาการครุศาสตร์อุตสาหกรรมและวิศวกรรมศึกษาอย่างเคร่งครัดและต้องไม่ขัดต่อจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ รวมถึงการดำเนินการตามพระราชบัญญัติคุ้มครองข้อมูลส่วนบุคคล

การตรวจสอบทางวิชาการ

บทความได้ผ่านการตรวจสอบทางวิชาการจากผู้ทรงคุณวุฒิบทความละ 3 ท่าน

กำหนดการเผยแพร่และจัดพิมพ์

วารสารจะจัดพิมพ์ปีละ 3 ฉบับ

ฉบับที่ 1 มกราคม-เมษายน

ฉบับที่ 2 พฤษภาคม-สิงหาคม

ฉบับที่ 3 กันยายน-ธันวาคม

และอาจมีฉบับพิเศษเพิ่มเติมปีละไม่เกิน 1 ฉบับ

เจ้าของ

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

1518 ถ.ประชากรราษฎร์ 1 แขวงวงศ์สว่าง เขตบางซื่อ กรุงเทพฯ 10800

สอบถามข้อมูลเพิ่มเติมได้ที่ฝ่ายประสานงานและจัดการ โทรศัพท์ 0 2555 2000 ต่อ 1804

e-mail: JTechEE@fte.kmutnb.ac.th

บทความที่ลงพิมพ์ในวารสารนี้เป็นข้อคิดเห็นของผู้เขียนเท่านั้น
ผู้เขียนจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบต่อผลทางกฎหมายใด ๆ ที่อาจเกิดขึ้นจากบทความนั้น

วารสารวิชาการครุศาสตร์อุตสาหกรรมและวิศวกรรมศึกษา

เจ้าของ	คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ		
ที่ปรึกษา	อธิการบดีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ		
	รองศาสตราจารย์ ดร.สมศักดิ์	อรรถทิมากุล	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
หัวหน้ากองบรรณาธิการ	รองศาสตราจารย์ ดร.มนตรี	ศิริปรัชญนันท์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
รองหัวหน้ากองบรรณาธิการ	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กฤษ	สินธนะกุล	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ต้องชนะ	ทองทิพย์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นุชนาฏ	ชุ่มชื่น	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
กองบรรณาธิการ	ศาสตราจารย์ ดร. ปรัชญนันท์	นิลสุข	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
	ศาสตราจารย์ ดร.ปณิดา	วรรณพิรุณ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
	ศาสตราจารย์ ดร.เมธีพจน์	พัฒนศักดิ์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
	รองศาสตราจารย์ ดร.ชัยวิชิต	เชียรชนะ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
	ศาสตราจารย์ ดร.ปริยาภรณ์	ตั้งคุณานันต์	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
	รองศาสตราจารย์ ดร.วินัย	ใจกล้า	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
	ศาสตราจารย์ ดร.สุชนันต์	ห่อพิบูลสุข	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
	รองศาสตราจารย์ ดร.ธเนศ	ธนิตยธีรพันธ์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อนุศิษฐ์	อันมานะตระกูล	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
	รองศาสตราจารย์ ดร.พินิจ	เนื่องภิรมย์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
	รองศาสตราจารย์ ดร.รุ่งอรุณ	พรเจริญ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
	รองศาสตราจารย์ ดร.ดร.อัศรินทร์	พูลกระจำง	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
	ดร.จริยา	เอียบสกุล	สถาบันการอาชีวศึกษาภาคใต้ 2
	รองศาสตราจารย์ ดร.ศิริพล	แสนบุญส่ง	มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา
ฝ่ายประสานงานและจัดการ	นางสาวนิษฐ์กมล	ศิริกิจวัฒนา	
	นางสาวกณิดา	กลนาม	

วัตถุประสงค์

1. เพื่อสนับสนุนและกระตุ้นให้มีการเขียนผลงานทางวิชาการ
2. เพื่อเผยแพร่ผลงานทางวิชาการของคณาจารย์ นักวิชาการ และนักศึกษา ทั้งภายในและภายนอกมหาวิทยาลัยฯ
3. เพื่อเป็นสื่อกลางทางการศึกษา ค้นคว้า และเผยแพร่ความรู้ทางวิชาการ

การเผยแพร่

สามารถค้นหาได้ในเว็บไซต์ <https://so10.tci-thaijo.org/index.php/FTEJournal>

Journal of Technical and Engineering Education

Vol. 16 No.3 September - December 2025

Journal Policy

The Journal of Technical and Engineering Education publish the academic and research article in specific field in teaching and vocational administration, ICT and computer for education modernized to social and technology changing, occupation competency enhancing by training and others engineering education development etc. The author or owner of the article have to strictly adhere to the ethics of f Journal of Technical and Engineering Education. The article have not contradict human research ethics and including the implementation of Personal Data Protection ACT (PDPA).

Academic Review

Articles have been reviewed academically by 3 experts per article

Publication Schedule

The journal will be published three issues a year.

1. January to April
2. May to August
3. September to December

There may be no more than one special issue per year.

This Journal belong to

Faculty of Technical Education (FTE)

King Mongkut's University of Technology North Bangkok (KMUTNB)

1518 Pracharat 1 Road,Wongsawang, Bangsue, Bangkok 10800

For more information contact to coordinators and managing editors

Telephone +66- 2555-2000 Ext. 1804 e-mail:JTechEE@fte.kmutnb.ac.th

Journal of Technical and Engineering Education

Publisher:	Faculty of Technical Education (FTE), King Mongkut's University of Technology North Bangkok (KMUTNB)	
Editorial Advisor:	President of King Mongkut's University of Technology North Bangkok Associate Professor Dr.Somsak Akatimagool	King Mongkut's University of Technology North Bangkok
Editor-in-Chief:	Associate Professor Dr.Montree Siripruchyanun	King Mongkut's University of Technology North Bangkok
Associate Editors:	Assistant Professor Dr.Krich Sintanakul Assistant Professor Dr.Tongchana Thongtip Assistant Professor Dr.Nutchanat Chumchuen	King Mongkut's University of Technology North Bangkok King Mongkut's University of Technology North Bangkok King Mongkut's University of Technology North Bangkok
Editorial Board:	Professor Dr.Prachyanun Nilsook Professor Dr.Panita Wannapiroon Professor Dr.Matheepot Phattanasak Associate Professor Dr.Chaiwichit Chianchana Professor Dr.Pariyaporn Tungkunan Associate Professor Dr.Winai Jaikla Professor Dr.Suksun Horpibulsuk Associate Professor Dr.Tanes Tanitteerapan Assistant Professor Dr.Anusit Anmanatarkul Associate Professor Dr.Pinit Nuangpirom Associate Professor Dr.Rungarun Pomcharoen Associate Professor Dr.Akkarat Poolkrajang Dr.Jariya labsakul Associate Professor Dr.Siripon Saenboonsong	King Mongkut's University of Technology North Bangkok King Mongkut's University of Technology North Bangkok King Mongkut's University of Technology North Bangkok King Mongkut's University of Technology North Bangkok King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang Suranaree University of Technology King Mongkut's University of Technology Thonburi King Mongkut's University of Technology Thonburi Rajamangala University of Technology Lanna Rajamangala University of Technology Phra Nakhon Rajamangala University of Technology Thanyaburi Southern Vocational Education Institute 2 Phranakhon Si Ayutthaya Rajabhat University
Coordinators and Managing Editors:	Ms. Nitkamon Tirakitwatthana Ms. Kanita Konnam	
Objectives	1. To enhance and support academic research paper 2. To distribute academic research of the personnel and students of both insider and outsider 3. To be academic source for research	
Distribution:	Through the above website https://so10.tci-thaijo.org/index.php/FTEJournal	

บรรณาธิการแถลง

วารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรมและวิศวกรรมศึกษา ฉบับนี้เป็นฉบับสุดท้ายของปี 2568 ซึ่งเป็นปีที่ 16 ของการดำเนินการของวารสาร วารสารมีวัตถุประสงค์ในการเผยแพร่บทความทางวิชาการและบทความวิจัยทางด้านการสอนและการบริหารอาชีวศึกษา เทคโนโลยีดิจิทัลและคอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษา ที่ทันสมัยต่อการเปลี่ยนแปลงของสังคมและเทคโนโลยี และการฝึกอบรมเพื่อส่งเสริมสมรรถนะอาชีพ รวมทั้งการพัฒนาการเรียนการสอนทางด้านวิศวกรรมศึกษาในแขนงวิชาต่าง ๆ อาทิ เครื่องกล ไฟฟ้า โยธา คอมพิวเตอร์

สำหรับการดำเนินการของวารสาร เมื่อมีบทความถูกส่งเข้ามาในระบบ ฝ่ายประสานงานและจัดการจะพิจารณาในขั้นต้นในส่วนของความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของวารสาร ตลอดจนรูปแบบบทความร่วมกับบรรณาธิการ จากนั้นบทความที่ผ่านการพิจารณาขั้นต้น จะถูกประเมินคุณภาพจากผู้ทรงคุณวุฒิที่เกี่ยวข้องกับสาขาวิชาของบทความจากหลากหลายสถาบันจำนวน 3 ท่าน ก่อนพิจารณาตอบรับหลังจากมีการแก้ไขแล้ว



(รองศาสตราจารย์ ดร.มนตรี ศิริปรัชญานันท์)

หัวหน้ากองบรรณาธิการ

วารสารวิชาการครุศาสตร์อุตสาหกรรมและวิศวกรรมศึกษา
(Journal of Technical and Engineering Education)

สารบัญ

บทความวิจัย	หน้า
สภาพปัจจุบัน ปัญหาและความต้องการการบริหารงานเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษาของสถานศึกษา อาชีวศึกษาของประเทศไทย Current Situation, Problems, and Needs in the Management of Educational Technology and Communication in Vocational Institutions in Thailand สุธิตา ส่งศรี, ชัชวาล ชุมรักษา, พัฒนา ศิริกุลพิพัฒน์ และ จินตนา กลิ่นนันท Sutisa Songsri, Chatchawan Chumraksa, Pattana Sirikunpipat and Chintana Kasinant	1-11
การประเมินประสิทธิภาพชุดฝึกปฏิบัติงานควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า โดยใช้โปรแกรม เมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ Performance Evaluation of Electric Motor Control Practical Training using Programmable Logic Controller (PLC) ธนัท ธนอัครพล และ ฤทัย ประทุมทอง Tanat Tanausavaphol and Ruthai Prathoomthong	12-24
การพัฒนาชุดกิจกรรมออนไลน์ด้วยบอร์ดสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐานเพื่อพัฒนาทักษะ ด้าน Coding สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย A Development of online Activities Package with Embedded System Board to Enhance Coding Skill for Elementary Student ปนัดดา นิลคง และ อาจณรงค์ มโนสุทธิฤทธิ์ Panadda Nilkong and Artnarong Manosuttirit	25-36
กลยุทธ์และแนวทางการสอนเพื่อปรับพื้นฐานทางคณิตศาสตร์สำหรับนักศึกษาใหม่ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ หลักสูตรเตรียมวิศวกรรมศาสตร์ Strategies and Teaching Approaches for Enhancing Mathematical Foundation of New Students in Vocational Certificate Program, Pre-Engineering Curriculum สมภาพ พัดจาด, หัสพงษ์ กิติเดช, เมธิยา คูหา, อติสร โอตศรี และ รุ่งกานต์ ลีลาโสภาวุฒิ Sompop Phatchat, Hussapong Kitidet, Metapiya Kooaha, Adisorn Ode-sri and Rungkan Leelasopawut	37-50
การประยุกต์ใช้ซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์สำหรับการเรียนการสอนวิชากลศาสตร์ของไหลระดับปริญญาตรี Application of Computer Software for Teaching Fluid Mechanics to Undergraduate Students วีระยุทธ หล้าอมรชัยกุล, วริศ จิตต์ธรรม ทรงกลด ศรีวัฒนาวรรณ และสมบัติ มงคลชัยชนะ Werayoot Lahamornchaiyakul, Warit Jittham, Songklod Sriwattanawarunyoo, and Sombat Mongkolchaichana	51-70

สภาพปัจจุบัน ปัญหาและความต้องการการบริหารงานเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษาของ
สถานศึกษาอาชีวศึกษาของประเทศไทย
Current Situation, Problems, and Needs in the Management of
Educational Technology and Communication
in Vocational Institutions in Thailand

สุติศา ส่งศรี^{1*}, ชัชวาล ชุมรักษา¹ พัฒนา ศิริกุลพิพัฒน์¹ และ จินตนา กลิ่นนันท¹
Sutisa Songsri^{1*}, Chatchawan Chumraksa¹ Pattana Sirikunpipat¹ and Chintana Kasinant¹

(วันรับบทความ : 20 มกราคม 2568/วันแก้ไขบทความ : 27 มีนาคม 2568/วันตอบรับบทความ : 25 มิถุนายน 2568)
(Received Date : January 20, 2025, Revised Date : March 27, 2025, Accepted Date : June 25, 2025)

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสภาพปัจจุบัน ปัญหาและความต้องการ การบริหารงานเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษาของสถานศึกษาอาชีวศึกษาของประเทศไทย กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ผู้บริหารสถานศึกษา ครูผู้สอนและนักเรียน นักศึกษา สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา รวมทั้งสิ้น 17,151 คน ได้มาจากการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster Random Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบสอบถาม โดยมีค่าความเชื่อมั่น ดังนี้ แบบสอบถามสำหรับผู้บริหาร มีค่า เท่ากับ 0.987 แบบสอบถามสำหรับครูผู้สอน เท่ากับ 0.990 และแบบสอบถามสำหรับนักเรียน นักศึกษา เท่ากับ 0.973 ผลการศึกษพบว่า ผู้บริหาร ครูผู้สอนและนักเรียน นักศึกษามีความคิดเห็นว่า สภาพปัจจุบันมีการดำเนินการมากที่สุด คือ ด้านสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ และด้านที่มีการดำเนินการน้อยที่สุด คือ ด้านความรู้ และทักษะทางวิชาชีพ สำหรับปัญหาการบริหารงานเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษาของสถานศึกษาอาชีวศึกษาของประเทศไทย ผู้บริหารและครูผู้สอนมีความคิดเห็นว่า ปัญหามากที่สุด ได้แก่ ด้านการวิจัย และด้านที่มีปัญหาน้อยที่สุด คือ ด้านสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ ในขณะที่นักเรียน นักศึกษา มีความคิดเห็นว่า ด้านที่มีปัญหามากที่สุด คือ ด้านการวิจัย และด้านที่มีปัญหาน้อยที่สุด คือ ด้านความรู้และทักษะทางวิชาชีพ สำหรับความต้องการการบริหารงานเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษาของสถานศึกษาอาชีวศึกษาของประเทศไทย ผู้บริหารมีความต้องการพัฒนามากที่สุด คือ ด้านความรู้ และด้านที่ต้องการพัฒนาน้อยที่สุด คือ ด้านความรู้และทักษะทางวิชาชีพ ในขณะที่ครูผู้สอนมีความต้องการมากที่สุด คือ ด้านความรู้ และด้านที่มีความต้องการน้อยที่สุด คือ ด้านการวิจัย ในขณะที่ นักเรียน นักศึกษามีความต้องการพัฒนามากที่สุด คือ ด้านความรู้ และ ด้านสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ และด้านที่มีความต้องการพัฒนาน้อยที่สุด คือ ด้านการวิจัย

คำสำคัญ : การบริหาร, งานเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา, สถานศึกษาอาชีวศึกษา

1 การศึกษาดุษฎีบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ

1 Doctor of Education, Educational Technology and Communication, Faculty of Education, Thaksin University

* ผู้นิพนธ์ประสานงาน อีเมล: ssutisa@htc.ac.th

* Corresponding author e-mail: ssutisa@htc.ac.th

Abstract

This research aimed to study the current situation, problems, and needs regarding the management of technology and educational communication in vocational institutions in Thailand. The sample group consisted of 17,151, including school administrators, teachers, and students under the Office of Vocational Education Commission. The samples were selected using cluster random sampling. The research instrument was a questionnaire, with reliability coefficients: 0.987 for administrators, 0.990 for teachers, and 0.973 for students. The findings revealed that 1) administrators, teachers, and students identified the most commonly practiced aspect as the learning environment, while the least practiced aspect was professional knowledge and skills. 2) The administrators and teachers perceived the most significant problem as research, while the learning environment was the least problematic aspect. Conversely, students identified research as the most problematic aspect and professional knowledge and skills as the least problematic. 3) Regarding needs administrators indicated the highest need for development in knowledge, with the lowest need for professional knowledge and skills. Teachers expressed the highest need for development in knowledge and the lowest in research. Students indicated the highest need for development in knowledge and the learning environment, while research was perceived as the least needed area for development.

Keywords : Management, Educational Technology and Communication, Vocational Institutions

บทนำ

ปัจจุบันเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (ICT) เข้ามามีบทบาทสำคัญอย่างยิ่ง ส่งผลให้การศึกษาของประเทศเกิดการเปลี่ยนแปลงไปสู่การศึกษาในรูปแบบดิจิทัล วัฒนธรรมการเรียนรู้มีความเปลี่ยนแปลงจากรูปแบบเดิมที่ครูถ่ายทอดความรู้ให้กับผู้เรียนตามตารางสอนในห้องเรียน มาเป็นการสื่อสาร พูดคุย แลกเปลี่ยนเรียนรู้ผ่านสื่อสังคมออนไลน์ และแพลตฟอร์มต่าง ๆ ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนสามารถเข้าถึงแหล่งความรู้ได้ทุกที่ทุกเวลา นอกจากนี้ ผู้สอนและผู้เรียนยังต้องยอมรับและปรับตัวให้ทันต่อการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีและเครื่องมือดิจิทัลที่พัฒนาอย่างรวดเร็วอย่างต่อเนื่อง เช่น ระบบการจัดการเรียนรู้ (LMS) การเรียนผ่านระบบออนไลน์ การใช้แอปพลิเคชันหรือซอฟต์แวร์เพื่อการเรียนการสอน ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพและประสิทธิผลของกระบวนการจัดการเรียนรู้ให้เกิดขึ้นจริงอย่างมีคุณภาพ (UNESCO, 2020; Phuripanyanon, 2020) ดังนั้น การจัดการศึกษาโดยเฉพาะในระดับอาชีวศึกษา จึงจำเป็นต้องบูรณาการความรู้ด้าน ICT และเทคโนโลยีดิจิทัลใหม่ ๆ เข้าไว้ในหลักสูตร ตลอดจนพัฒนาการเรียนการสอนให้ทันสมัยและสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีในปัจจุบันและอนาคต นอกจากนี้ การพัฒนาการบริหารจัดการด้านเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษายังต้องอาศัยการประเมินความต้องการ (Needs Assessment) เพื่อให้สามารถวางแผนและตัดสินใจด้านนโยบายได้ตรงกับสภาพปัจจุบันและเป้าหมายขององค์กร (Witkin & Altschuld, 1995) โดยแนวคิดการประเมินความต้องการนี้ช่วยชี้ให้เห็นช่องว่างระหว่างสถานการณ์ปัจจุบัน (Current Situation) และสถานการณ์ที่พึงประสงค์ (Desired Situation) ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาหลักสูตร การพัฒนาบุคลากร และการจัดสรรทรัพยากรที่เหมาะสมและสอดคล้องกับบริบทของสถานศึกษาอาชีวศึกษา ดังนั้น การจัดการศึกษาโดยเฉพาะในระดับอาชีวศึกษา จึงจำเป็นต้องบูรณาการความรู้ด้าน ICT และเทคโนโลยีดิจิทัลใหม่ ๆ เข้าไว้ในหลักสูตร ตลอดจนพัฒนาการเรียนการสอนให้ทันสมัยและสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีในปัจจุบันและอนาคตอย่างมีประสิทธิภาพ

การจัดการอาชีวศึกษาเป็นรากฐานสำคัญในการผลิตกำลังคนด้านวิชาชีพอันจะนำไปสู่การพัฒนาประเทศ เศรษฐกิจ สังคม และสามารถตอบสนองความต้องการของการขยายตัวทางด้านธุรกิจและอุตสาหกรรมเพื่อการทำงานและการประกอบอาชีพ โดยพระราชบัญญัติการอาชีวศึกษาได้กล่าวถึงการจัดการอาชีวศึกษา ในมาตรา 6 ซึ่งเป็นการจัดการและการฝึกอบรมวิชาชีพที่สอดคล้องกับแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติและแผนการศึกษาแห่งชาติเพื่อผลิตและ

พัฒนากำลังคนในด้านวิชาชีพระดับฝีมือ ระดับเทคนิค และระดับเทคโนโลยี ทั้งเป็นการยกระดับการศึกษาวิชาชีพให้สูงขึ้น และสอดคล้องกับความต้องการของตลาดแรงงาน จากวิสัยทัศน์ของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษาว่าสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษาเป็นองค์กรผลิตและพัฒนาากำลังคนที่มีคุณภาพและได้มาตรฐานสากลด้วยเทคโนโลยีที่ทันสมัยเพื่อตอบสนองต่อความต้องการของประเทศตามเป้าหมายยุทธศาสตร์ชาติ จึงเป็นที่มาของบทบาทและความสำคัญของเทคโนโลยีต่อการจัดการเรียนการสอนอาชีวศึกษา อย่างไรก็ตาม ถึงแม้ว่าการพัฒนาด้านเทคโนโลยีจะเป็น นโยบาย จุดเน้นและทิศทางการขับเคลื่อนการจัดอาชีวศึกษาเพื่อเตรียมคนไทยสู่ศตวรรษที่ 21 มีการสร้างขีดความสามารถ ด้านการใช้เทคโนโลยีและการผลักดันให้เกิดการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง แต่การจัดอันดับความสามารถในการแข่งขันทาง ดิจิทัล ประจำปี 2564 โดย IMD (2021 IMD World Digital Competitiveness Ranking) พบว่า ความสามารถในการ แข่งขันทางดิจิทัลของประเทศไทยโดยภาพรวมมีการพัฒนาขึ้นโดยเลื่อนอันดับขึ้นจาก 39 ในปี 2563 เป็นอันดับที่ 38 ในปี 2564 (จากทั้งหมด 65 ประเทศ) แต่ถึงแม้ผลการจัดอันดับความสามารถในการแข่งขันทางดิจิทัลของประเทศไทยใน ภาพรวมจะมีการพัฒนาขึ้น แต่เมื่อพิจารณาองค์ประกอบย่อยในเชิงลึกกลับพบว่า มีการจัดอันดับองค์ประกอบในด้านต่าง ๆ ดังนี้ ด้านเงินทุนอยู่ในลำดับที่ 19 ด้านโครงสร้างเทคโนโลยีอยู่ในลำดับที่ 22 ด้านองค์ความรู้อยู่ในลำดับที่ 42 ด้านความพร้อมในภาคต่ออยู่ในลำดับที่ 44 ด้านทัศนคติที่พร้อมปรับตัวอยู่ในลำดับที่ 53 และด้านโครงสร้างพื้นฐาน (การศึกษา) อยู่ในลำดับที่ 56 ซึ่งจะเห็นว่าความสามารถในการแข่งขันทางดิจิทัลของประเทศไทยที่ใช้ในการฝึกอบรม และการศึกษาถูกจัดในอันดับที่ค่อนข้างต่ำ สะท้อนให้เห็นถึงการด้อยพัฒนาทางเทคโนโลยีที่นำมาใช้เพื่อการฝึกอบรมและ การศึกษา (สำนักงานสภานโยบายการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรมแห่งชาติ, 2564) นอกจากนี้ ยังคง สะท้อนให้เห็นว่า เทคโนโลยีการศึกษาของไทยนั้นยังต้องการพัฒนาอย่างเร่งด่วนเพื่อให้ประเทศไทยนั้นมีขีดความสามารถ ด้านเทคโนโลยีที่สูงขึ้นในทุกมิติ ส่งเสริมและพัฒนาคุณภาพด้านเทคโนโลยีอย่างยั่งยืนของประเทศไทย การพัฒนา เทคโนโลยีให้มีประสิทธิภาพในการเสริมสร้างพฤติกรรมที่ส่งเสริมคุณภาพด้านเทคโนโลยีของประเทศเพื่อเป็นแนวทาง สำคัญในการแก้ปัญหาด้านเทคโนโลยีอย่างยั่งยืน

จากความเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษาและคุณลักษณะที่ตรงความต้องการของกำลังคน อาชีวศึกษาที่กล่าวมาทั้งหมดข้างต้น ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษา สภาพปัจจุบัน ปัญหาและความต้องการการบริหารงานเทคโนโลยี และสื่อสารการศึกษาของสถานศึกษาอาชีวศึกษาของประเทศไทย ตามขอบข่ายเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา ตาม แนวคิดของ ตามแนวคิดของ สมาคมสื่อสารและเทคโนโลยีการศึกษาแห่งสหรัฐอเมริกา (Association for Educational Communications and Technology : AECT, 2012) ครอบคลุมถึงองค์ประกอบ 5 มาตรฐาน ได้แก่ 1) ด้านความรู้ (Content Knowledge) 2) ด้านศาสตร์การสอน (Content Pedagogy) 3) ด้านสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ (Learning Environments) 4) ด้านความรู้และทักษะทางวิชาชีพ (Professional Knowledge & Skill) และ 5) ด้านการวิจัย (Research) ผลจากการศึกษานี้จะเป็นข้อมูลพื้นฐานที่สำคัญสำหรับผู้บริหารสถานศึกษา ครูผู้สอน และบุคลากรที่มี หน้าที่พัฒนางานด้านเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา ทั้งในหน่วยงานภาครัฐและเอกชน เพื่อให้สามารถวางแผนการพัฒนา ปรับปรุง และบริหารจัดการเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษาในสถานศึกษาอาชีวศึกษาได้อย่างเหมาะสม มีประสิทธิภาพ และสอดคล้องกับความเป็นไปได้ภายใต้บริบทของประเทศ รวมทั้งสามารถนำผลการวิจัยไปใช้ในการกำหนดนโยบาย วางแผนกลยุทธ์ จัดสรรงบประมาณ พัฒนาบุคลากร ตลอดจนออกแบบกิจกรรมการเรียนการสอนและสิ่งสนับสนุน การเรียนรู้ได้อย่างเป็นรูปธรรมและตอบสนองต่อความต้องการที่แท้จริงของสถานศึกษาในยุคดิจิทัล

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาสภาพปัจจุบัน ปัญหาและความต้องการการบริหารงานเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษาของสถานศึกษา อาชีวศึกษาของประเทศไทย

วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง สภาพปัจจุบัน ปัญหาและความต้องการการบริหารงานเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษาของ สถานศึกษาอาชีวศึกษาของประเทศไทย ซึ่งผู้วิจัยดำเนินการวิจัยตามลำดับหัวข้อ ดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ผู้บริหารสถานศึกษา ครูผู้สอน นักเรียนนักศึกษา สังกัดอาชีวศึกษา ปีการศึกษา 2567 ดังนี้ ผู้บริหารสถานศึกษา จำนวน 1,435 คน ครูผู้สอน จำนวน 16,675 คน และนักเรียน นักศึกษา ปีการศึกษา 2567 จำนวน 490,411 คน รวมทั้งสิ้น 508,521 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ผู้บริหารสถานศึกษา ครูผู้สอนและนักเรียน นักศึกษา สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ปีการศึกษา 2567 รวมทั้งสิ้น 17,151 คน แบ่งออกเป็น ผู้บริหารสถานศึกษาจำนวน 1,180 คน ครูผู้สอน จำนวน 5,415 คนและนักเรียน นักศึกษา จำนวน 10,556 คน ได้มาจากการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยแบ่งกลุ่มสถานศึกษาตามภูมิภาคของประเทศ โดยแบ่งออกเป็น 6 ภูมิภาค ดังนี้ ภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคกลาง ภาคตะวันออก ภาคตะวันตก และภาคใต้ และแบ่งกลุ่มสถานศึกษาในแต่ละภูมิภาคของประเทศ ได้แก่ 1) วิทยาลัยเทคนิค 2) วิทยาลัยอาชีวศึกษา 3) วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยี 4) วิทยาลัยสารพัดช่าง 5) วิทยาลัยการอาชีพ และกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่มโดยใช้ตารางสำเร็จรูปของ (Krejcie & Morgan) จากนั้นใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย (Sample random sampling)

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบสอบถามแบบมาตราส่วนประมาณค่าเกี่ยวกับสภาพปัจจุบัน ปัญหาและความต้องการการบริหารงานเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษาของสถานศึกษาอาชีวศึกษาของประเทศไทย แบ่งเป็น 2 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 สอบถามเกี่ยวกับข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม เป็นแบบตรวจสอบรายการ (Check List) ได้แก่ เพศ ระดับการศึกษา ระยะเวลาการปฏิบัติงาน สถานภาพ หน่วยงานที่สังกัด

ส่วนที่ 2 สอบถามเกี่ยวกับสภาพปัจจุบัน ปัญหาและความต้องการ การบริหารงานเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษาของสถานศึกษาอาชีวศึกษาของประเทศไทย เป็นแบบสอบถามมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Rating scale)

3. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. ศึกษาเอกสารและผลการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสภาพปัจจุบัน ปัญหาและความต้องการการบริหารงานเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษาของสถานศึกษาอาชีวศึกษาของประเทศไทย เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาสร้างเป็นข้อคำถามให้อยู่ภายใต้กรอบแนวคิดในการวิจัยและครอบคลุมตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย

2. สร้างแบบสอบถามเกี่ยวกับสภาพปัจจุบัน ปัญหาและความต้องการการบริหารงานเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษาของสถานศึกษาอาชีวศึกษาของประเทศไทย โดยลักษณะแบบสอบถามเป็นแบบสอบถามชนิดมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) 5 ระดับ

3. นำแบบสอบถามที่สร้างเสร็จแล้วเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อพิจารณาตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่อง ความถูกต้องของสำนวนภาษาและรับข้อเสนอแนะในการนำมาปรับปรุงแก้ไข

4. นำแบบสอบถามให้ผู้เชี่ยวชาญเพื่อตรวจสอบความครอบคลุมของเนื้อหาและความเหมาะสม

5. นำแบบสอบถามที่ผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)

6. นำแบบสอบถามที่ผ่านการตรวจสอบและปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้ (Try out) กับกลุ่มตัวอย่างที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจริง แต่ลักษณะคล้ายกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในศึกษาในการวิจัย ครั้งนี้จำนวน 30 คน นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ หาค่าความเชื่อมั่นของครอนบาค (Cronbach's Alpha Coefficient) ได้ดังนี้

แบบสอบถามความเห็นเกี่ยวกับสภาพปัจจุบัน ปัญหาและความต้องการ การบริหารงานเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษาของสถานศึกษาอาชีวศึกษาของประเทศไทย สำหรับผู้บริหาร มีค่าความเชื่อมั่นของครอนบาค เท่ากับ 0.987

แบบสอบถามความเห็นเกี่ยวกับสภาพปัจจุบัน ปัญหาและความต้องการ การบริหารงานเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษาของสถานศึกษาอาชีวศึกษาของประเทศไทย สำหรับครูผู้สอน ค่าความเชื่อมั่นของครอนบาค เท่ากับ 0.990

แบบสอบถามความเห็นเกี่ยวกับสภาพปัจจุบัน ปัญหาและความต้องการ การบริหารงานเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษาของสถานศึกษาอาชีวศึกษาของประเทศไทย สำหรับนักเรียน นักศึกษา ค่าความเชื่อมั่นของครอนบาค เท่ากับ 0.973

7. นำแบบสอบถามมาพิจารณาค่าความเชื่อมั่นแล้วนำเสนอให้อาจารย์ที่ปรึกษาได้พิจารณาความเห็นชอบ
8. จัดพิมพ์แบบสอบถามเพื่อใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลต่อไป

4.วิธีการเก็บข้อมูล

1. ทำหนังสือเพื่อขออนุญาตเก็บรวบรวมข้อมูลจากบัณฑิตวิทยาลัยเพื่อขอความร่วมมือไปยังกลุ่มตัวอย่างเพื่อขอความอนุเคราะห์ในการเก็บข้อมูลการวิจัย

2. ผู้วิจัยใช้แบบสอบถามรูปแบบออนไลน์เก็บข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่าง ไปยังกลุ่มตัวอย่าง ดังนี้ ผู้บริหาร จำนวน 1,180 ชุด ได้แบบสอบถามคืนมา จำนวน 1,180 ชุด คิดเป็นร้อยละ 100 ครูผู้สอน จำนวน 5,415 ชุด ได้แบบสอบถามคืนมา จำนวน 5,221 ชุด คิดเป็นร้อยละ 96.42 และ นักเรียน นักศึกษา จำนวน 10,556 ชุด ได้แบบสอบถามคืนมา จำนวน 10,556 ชุด คิดเป็นร้อยละ 100

3. ผู้วิจัยนำแบบสอบถามที่ได้มาตรวจสอบความสมบูรณ์

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูปผลการวิเคราะห์ข้อมูลนำเสนอตามลำดับ โดยใช้สถิติการวิเคราะห์การแจกแจงความถี่ (Frequency) ค่าร้อยละ (Percentage) การหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{X}$) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) โดยรวม รายด้านเพื่อนำไปอธิบายข้อมูลในรูปแบบตารางต่อไป

ผลการวิจัย

การวิจัยเรื่องสภาพปัจจุบัน ปัญหาและความต้องการการบริหารงานเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษาของสถานศึกษาอาชีวศึกษาของประเทศไทย ผู้วิจัยสรุปผลการวิจัย ดังนี้

1. ผลการวิเคราะห์สภาพปัจจุบัน การบริหารงานเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษาของสถานศึกษาอาชีวศึกษาของประเทศไทย โดยภาพรวม ผลปรากฏดังตารางที่ 1 ดังนี้

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานสภาพปัจจุบัน การบริหารงานเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษาของสถานศึกษาอาชีวศึกษาของประเทศไทย โดยภาพรวม

ด้านที่	สภาพปัจจุบัน	ความคิดเห็นของผู้บริหาร		ความคิดเห็นของครู		ความคิดเห็นของนักเรียน นักศึกษา	
		$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.
1	ด้านความรู้ (Content Knowledge)	2.93	0.73	2.95	0.75	2.98	0.74
2	ด้านศาสตร์การสอน (Content Pedagogy)	3.08	0.73	3.11	0.72	3.10	0.70
3	ด้านสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ (Learning Environments)	3.11	0.73	3.21	0.71	3.21	0.72
4	ด้านความรู้และทักษะทางวิชาชีพ (Professional Knowledge & Skill)	2.73	0.60	2.78	0.59	2.76	0.56
5	ด้านการวิจัย (Research)	2.78	0.70	2.87	0.68	2.79	0.70
รวม		2.93	0.63	2.97	0.61	2.97	0.62

จากตารางที่ 1 สรุปได้ว่า ผู้บริหารมีความคิดเห็นว่า ปัจจุบันมีการดำเนินการการบริหารงานเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษาของสถานศึกษาอาชีวศึกษาของประเทศไทย ในภาพรวมอยู่ในระดับปานกลาง ($\bar{X} = 2.93$, S.D. = 0.63) เมื่อพิจารณารายด้านพบว่า ด้านที่มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด ได้แก่ ด้านสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ อยู่ในระดับปานกลาง ($\bar{X} = 3.11$,

S.D. = 0.73) และด้านที่มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุดในกลุ่ม คือ ด้านความรู้และทักษะทางวิชาชีพ ($\bar{X}$ = 2.73, S.D. = 0.60) ครูผู้สอนมีความคิดเห็นว่า ในภาพรวมอยู่ในระดับปานกลาง ($\bar{X}$ = 2.97, S.D. = 0.61) เมื่อพิจารณารายด้านพบว่า ด้านที่มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด ได้แก่ ด้านสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ อยู่ในระดับปานกลาง ($\bar{X}$ = 3.21, S.D. = 0.71) และด้านที่มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุดในกลุ่ม คือ ด้านความรู้และทักษะทางวิชาชีพ ($\bar{X}$ = 2.78, S.D. = 0.59) และ นักเรียน นักศึกษามีความคิดเห็นว่า ในภาพรวมอยู่ในระดับปานกลาง ($\bar{X}$ = 2.97, S.D. = 0.62) เมื่อพิจารณารายด้านพบว่า ด้านที่มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด ได้แก่ ด้านสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ อยู่ในระดับปานกลาง ($\bar{X}$ = 3.21, S.D. = 0.70) และด้านที่มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุดในกลุ่ม คือ ด้านความรู้และทักษะทางวิชาชีพ ($\bar{X}$ = 2.76, S.D. = 0.56)

2. ผลการวิเคราะห์สภาพปัญหาการบริหารงานเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษาของสถานศึกษาอาชีวศึกษาของประเทศไทย โดยภาพรวม ผลปรากฏดังตารางที่ 2 ดังนี้

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานปัญหาการบริหารงานเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษาของสถานศึกษาอาชีวศึกษาของประเทศไทย โดยภาพรวม

ด้านที่	สภาพปัญหา	ความคิดเห็นของผู้บริหาร		ความคิดเห็นของครู		ความคิดเห็นของนักเรียน นักศึกษา	
		$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.
1	ด้านความรู้ (Content Knowledge)	3.51	0.53	3.51	0.55	3.50	0.54
2	ด้านศาสตร์การสอน (Content Pedagogy)	3.44	0.66	3.46	0.67	3.45	0.66
3	ด้านสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ (Learning Environments)	3.32	0.48	3.36	0.50	3.38	0.55
4	ด้านความรู้และทักษะทางวิชาชีพ (Professional Knowledge & Skill)	3.52	0.64	3.42	0.56	3.33	0.52
5	ด้านการวิจัย (Research)	3.94	0.62	4.00	0.57	3.93	0.62
	รวม	3.55	0.54	3.54	0.52	3.52	0.53

จากตารางที่ 2 ผู้บริหารมีความคิดเห็นว่าปัญหาการบริหารงานเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษาของสถานศึกษาอาชีวศึกษาของประเทศไทย ในภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ = 3.55, S.D. = 0.54) เมื่อพิจารณารายด้านพบว่า ด้านที่มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด ได้แก่ ด้านการวิจัย อยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ = 3.94, S.D. = 0.62) และด้านที่มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุดในกลุ่ม คือ ด้านสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ ($\bar{X}$ = 3.32, S.D. = 0.48) ครูผู้สอนมีความคิดเห็นว่า ในภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ = 3.54, S.D. = 0.52) เมื่อพิจารณารายด้านพบว่า ด้านที่มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด ได้แก่ ด้านการวิจัย อยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ = 4.00, S.D. = 0.57) และค่าเฉลี่ยต่ำที่สุดในกลุ่ม คือ ด้านสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ อยู่ในระดับปานกลาง ($\bar{X}$ = 3.36, S.D. = 0.50) และนักเรียน นักศึกษา มีความคิดเห็นว่า โดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ = 3.52, S.D. = 0.53) เมื่อพิจารณารายด้านพบว่า ด้านที่มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด ได้แก่ ด้านการวิจัย อยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ = 3.93, S.D. = 0.62) และค่าเฉลี่ยต่ำที่สุดในกลุ่ม คือ ด้านความรู้และทักษะทางวิชาชีพ อยู่ในระดับปานกลาง ($\bar{X}$ = 3.33, S.D. = 0.52)

3. ผลการวิเคราะห์ความต้องการ การบริหารงานเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษาของสถานศึกษาอาชีวศึกษาของประเทศไทย โดยภาพรวม ผลปรากฏดังตารางที่ 3 ดังนี้

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานความต้องการการบริหารงานเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษาของ
สถานศึกษาอาชีวศึกษาของประเทศไทย โดยภาพรวม

ด้านที่	ความต้องการ	ความคิดเห็นของ ผู้บริหาร		ความคิดเห็นของครู		ความคิดเห็นของ นักเรียน นักศึกษา	
		$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.
1	ด้านความรู้ (Content Knowledge)	4.52	0.60	4.86	0.35	4.51	0.64
2	ด้านศาสตร์การสอน (Content Pedagogy)	4.33	0.56	4.32	0.57	4.32	0.57
3	ด้านสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ (Learning Environments)	4.41	0.58	4.42	0.59	4.51	0.61
4	ด้านความรู้และทักษะทางวิชาชีพ (Professional Knowledge & Skill)	3.80	0.46	3.81	0.47	4.40	0.53
5	ด้านการวิจัย (Research)	3.84	0.51	3.77	0.47	3.85	0.50
	รวม	4.18	0.48	4.17	0.49	4.32	0.46

จากตารางที่ 3 ผู้บริหารมีความต้องการการบริหารงานเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษาของสถานศึกษาอาชีวศึกษาของประเทศไทยในภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.18$, S.D. = 0.48) เมื่อพิจารณาารายด้านพบว่า ด้านที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด ได้แก่ ด้านความรู้ อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.52$, S.D. = 0.60) และด้านที่มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดในกลุ่ม คือ ด้านความรู้และทักษะทางวิชาชีพ ($\bar{X} = 3.80$, S.D. = 0.51) ครูผู้สอนมีความคิดเห็นโดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.18$, S.D. = 0.49) เมื่อพิจารณาารายด้านพบว่า ด้านที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด ได้แก่ ด้านความรู้ อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.51$, S.D. = 0.60) และด้านที่มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดในกลุ่ม คือ ด้านการวิจัย ($\bar{X} = 3.77$, S.D. = 0.47) และ นักเรียน นักศึกษา มีความคิดเห็นโดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.32$, S.D. = 0.46) เมื่อพิจารณาารายด้านพบว่า ด้านที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด ได้แก่ ด้านความรู้ อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.51$, S.D. = 0.64) และ ด้านสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.51$, S.D. = 0.61) และด้านที่มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดในกลุ่ม คือ ด้านการวิจัย ($\bar{X} = 3.85$, S.D. = 0.50)

อภิปรายผล

การวิจัยเรื่อง สภาพปัจจุบัน ปัญหาและความต้องการการบริหารงานเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษาของสถานศึกษาอาชีวศึกษาของประเทศไทย มีประเด็นที่สามารถนำมาอภิปรายผลได้ดังนี้

1. จากการศึกษาสภาพปัจจุบันการบริหารงานเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษาของสถานศึกษาอาชีวศึกษาของประเทศไทย พบว่า ภาพรวมอยู่ในระดับปานกลาง โดยด้านที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดคือ สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ ซึ่งบ่งชี้ว่าในปัจจุบันมีการจัดสภาพแวดล้อมทางเทคโนโลยีที่เอื้อต่อการจัดการเรียนการสอน อย่างไรก็ตาม ด้านที่มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดคือ ความรู้และทักษะทางวิชาชีพ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าปัจจุบันยังขาดการสนับสนุนในด้านความรู้และทักษะวิชาชีพของครูในการใช้เทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษาในการจัดการเรียนการสอน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ (Srikun & Uthairat 2020) ได้ศึกษารูปแบบการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศด้านการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาคุณภาพการศึกษา ผลการวิจัย พบว่า สภาพปัจจุบันมีการจัดการเทคโนโลยีด้านการเรียนการสอนมีการจัดสภาพแวดล้อมทางเทคโนโลยี 4 ด้านหลัก ดังนี้ การบริหารสถานศึกษา การจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศด้านการเรียนการสอน ปัจจัยส่งเสริมคุณภาพการศึกษาและคุณภาพการศึกษาของโรงเรียน ด้านที่มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดในกลุ่ม คือ ด้านความรู้และทักษะทางวิชาชีพ สอดคล้องกับงานวิจัย

ของ (Uphaprom & Charuchit 2023) ได้ศึกษา การศึกษาสภาพปัจจุบัน สภาพที่พึงประสงค์และความต้องการจำเป็นในการพัฒนาทักษะวิชาชีพด้านเทคโนโลยีดิจิทัลของสถานศึกษา สังกัดอาชีวศึกษาจังหวัดอุดรธานี ผลการวิจัยพบว่า ปัจจุบันสถานศึกษายังมีการส่งเสริมด้านความรู้และทักษะทางวิชาชีพด้านเทคโนโลยีการศึกษาอยู่ในระดับปานกลาง จึงมีความต้องการจำเป็นในการพัฒนาทักษะวิชาชีพด้านต่างๆ ดังนี้ การเข้าถึงเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา การสร้างและการใช้เทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา และการรู้และการเข้าใจเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา

2. จากการศึกษาเกี่ยวกับปัญหาการบริหารงานเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษาของสถานศึกษาอาชีวศึกษาของประเทศไทย พบว่า ภาพรวมอยู่ในระดับมาก โดยด้านที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดที่สุดคือ การวิจัย ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการวิจัยนั้นมีความสำคัญในกระบวนการพัฒนาเทคโนโลยีและสื่อสารศึกษา ส่วนด้านที่มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุดคือ สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ และ ความรู้และทักษะทางวิชาชีพ เนื่องจากสภาพแวดล้อมการเรียนรู้บางสถานศึกษายังไม่เอื้อต่อการใช้เทคโนโลยีในการเรียนการสอน และครูบางท่านยังขาดความรู้หรือทักษะในการใช้เทคโนโลยีในการสอนอย่างเต็มที่ ผลการศึกษาส่วนใหญ่ชี้ว่า การวิจัย เป็นด้านที่มีปัญหามากที่สุด โดยเฉพาะเรื่องของการขาดความเข้าใจในการทำวิจัยให้มีคุณภาพ และการขาดการสนับสนุนจากผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งเป็นข้อจำกัดสำคัญในการพัฒนางานวิจัยในสถานศึกษาอาชีวศึกษา สอดคล้องกับงานวิจัยของ (Sreewichai & Rahothan 2021) ได้ทำการศึกษาเรื่อง แนวทางการพัฒนาสมรรถนะครูอาชีวศึกษาเพื่อรองรับเขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออก ผลการวิจัยพบว่า ระดับสมรรถนะการปฏิบัติหน้าที่ของครูอาชีวศึกษาเขตพัฒนาพิเศษภาคตะวันออก ด้านการพัฒนาตนเองและพัฒนาวิชาชีพ อยู่ในระดับมาก

3. จากการศึกษาความต้องการในการบริหารงานเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษาของสถานศึกษาอาชีวศึกษาในประเทศไทย พบว่า ภาพรวมอยู่ในระดับมาก โดยด้านความรู้ และ สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ มีค่าเฉลี่ยสูงสุด ซึ่งแสดงถึงความต้องการพัฒนาสภาพแวดล้อมและความรู้ของครูผู้สอนในการใช้เทคโนโลยีอย่างเต็มที่ โดยเฉพาะการให้ความรู้และฝึกอบรมเพื่อเสริมสร้างทักษะในการใช้เทคโนโลยีในการจัดการเรียนการสอน แต่ในขณะเดียวกัน ด้านความรู้และทักษะทางวิชาชีพ และ ด้านการวิจัย ถูกระบุว่าเป็นด้านที่มีความต้องการพัฒนาน้อยที่สุด เนื่องจากครูส่วนใหญ่ยังไม่เห็นความสำคัญของการวิจัย หรือมีข้อจำกัดในการทำวิจัยที่มีคุณภาพ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ (Srikun & Uthairat 2020) ได้ทำการศึกษาเรื่อง รูปแบบการพัฒนาคู่มือการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการจัดการเรียนรู้ในโรงเรียนประถมศึกษา สังกัดสำนักงานศึกษาธิการภาค 11 ผลการวิจัย พบว่า การพัฒนาคู่มือด้านความรู้การใช้เทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษาเป็นหัวใจสำคัญที่สุดและมีองค์ประกอบ 5 ด้าน คือ ทักษะพื้นฐานด้านเทคโนโลยี ทักษะการใช้เทคโนโลยีในการติดต่อสื่อสาร ทักษะการรู้ทัน เทคโนโลยี ทักษะการบูรณาการเทคโนโลยีในการเรียนการสอน และคุณธรรมจรรยาบรรณการใช้ เทคโนโลยี นอกจากนี้ ความต้องการด้านสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ นั้นสอดคล้องกับงานวิจัยของ (Bhuthong, et al., 2022) ได้ทำการศึกษาเรื่อง การพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรมครู สถานศึกษาอาชีวศึกษาในการพัฒนาบทเรียนบนอุปกรณ์พกพาตามรูปแบบระบบนิพจน์บทเรียน การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและประเมินความเหมาะสมรูปแบบการพัฒนาระบบนิพจน์บทเรียน สำหรับสร้างบทเรียนบนอุปกรณ์พกพาและเพื่อพัฒนาและประเมินประสิทธิภาพหลักสูตรฝึกอบรมครูสถานศึกษาอาชีวศึกษา ในการสร้างบทเรียนบนอุปกรณ์พกพาตามรูปแบบระบบนิพจน์บทเรียน กลุ่มเป้าหมายการวิจัย ได้แก่ ผู้บริหารสถานศึกษา หัวหน้าแผนกวิชา ครูผู้สอน และผู้เรียน ผลการวิจัยพบว่า รูปแบบที่พัฒนาขึ้นสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาในการจัดการเรียนการสอนของครูได้นอกจากนี้คะแนนผลสัมฤทธิ์ภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติมีค่าสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดและนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการใช้บทเรียนบนอุปกรณ์พกพาในระดับมากที่สุด ซึ่งการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมนั้นมีผลเชิงบวกกับการจัดการเรียนการสอน ดังนั้นจึงเป็นการส่งเสริมการพัฒนาความรู้ครูผู้สอนในการใช้เทคโนโลยีสร้างสภาพแวดล้อมทางการเรียนที่ส่งผลทางบวกแก่ผู้เรียน นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ (Markchit 2022) ได้ศึกษาเรื่อง การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

ผ่านแบบสอบถามสำหรับวิชาวิทยาการก้าวหน้าทางคอมพิวเตอร์ โดยเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 3 จำนวน 20 คน สาขาคอมพิวเตอร์ศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี ผลการวิจัย พบว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานผ่านแบบสอบถามที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนโดยคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและการประเมินความพึงพอใจในการจัดการเรียนการสอนอยู่ในระดับมาก และสอดคล้องกับงานวิจัยของ (Saypunya 2022) ได้ศึกษาเรื่อง แบบสอบถามสำหรับการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานเพื่อพัฒนาการออกแบบอินโฟกราฟิก กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย ได้แก่ นักศึกษาคณะครุศาสตร์ สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา ชั้นปีที่ 2 ที่ ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนรู้โดยแบบสอบถามสำหรับการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานที่พัฒนาขึ้นหลังการจัดการเรียนรู้มีคะแนนสูงกว่าก่อนเรียน ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่าการใช้แบบสอบถามซึ่งเป็นเทคโนโลยีเพื่อช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจบทเรียนได้ดีขึ้นและสอดคล้องกับงานวิจัยของ (Sakhajun & Chaichomchuen 2022) การพัฒนารูปแบบการเรียนแบบร่วมมือโดยการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีความจริงเสริมเพื่อส่งเสริมทักษะปฏิบัติและความคงทนทางการเรียนสำหรับนักศึกษาหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิตเพื่อพัฒนาและประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการเรียนแบบร่วมมือโดยการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีความจริงเสริมและส่งเสริมทักษะปฏิบัติและความคงทนทางการเรียน ผลการวิจัยพบว่า รูปแบบการเรียน “ARLT MODEL” ได้รับการประเมินความเหมาะสมจากผู้เชี่ยวชาญ ในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุดอย่างไรก็ตามเทคโนโลยีความจริงเสริมอาจไม่สามารถใช้ได้กับทุกรูปแบบที่สังเคราะห์ควรระบุประเภทของเนื้อหาที่เหมาะสมกับการเรียนรู้ เช่น วิชาที่เน้นการรับรู้ทางการมองเห็น หรือวิชาที่มีความซับซ้อนของการนำเสนอแต่สำหรับ เทคโนโลยีความจริงเสริม นั้นเป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่ตีความเหมาะสมกับการเรียนรู้ของนักศึกษาในปัจจุบัน ดังนั้น การใช้เทคโนโลยี เช่น แบบสอบถาม เกม หรือ เทคโนโลยีความจริงเสริม นั้น ครูผู้สอนจำเป็นต้องได้รับองค์ความรู้ที่เหมาะสมในการใช้เทคโนโลยีดังกล่าวอย่างชำนาญและสามารถเลือกใช้เทคโนโลยีต่างๆในการสร้างสภาพแวดล้อมที่ดีในการเรียนได้อย่างเหมาะสมเพื่อให้เทคโนโลยีดังกล่าวเป็นตัวช่วยให้ผู้เรียนมีความรู้ ความเข้าใจเนื้อหาวิชาได้ดีขึ้น

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

a. ปัจจุบันการดำเนินการบริหารงานเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษาของสถานศึกษาอาชีวศึกษาของประเทศไทย ผู้บริหาร ครูผู้สอนและนักเรียน นักศึกษามีความคิดเห็นว่า สภาพปัจจุบันมีการปฏิบัติมากที่สุด คือ ด้านสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ และด้านที่มีการปฏิบัติน้อยที่สุด คือ ด้านความรู้และทักษะทางวิชาชีพ แสดงให้เห็นว่า ปัจจุบันยังขาดการปฏิบัติการส่งเสริมด้านความรู้และทักษะทางวิชาชีพ ดังนั้น จึงควรมีแผนการพัฒนา ส่งเสริม ผู้บริหาร ครูผู้สอนและนักเรียนนักศึกษาด้านความรู้และทักษะทางวิชาชีพ

b. ปัญหาการบริหารงานเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษาของสถานศึกษาอาชีวศึกษาของประเทศไทย ผู้บริหารและครูมีความคิดเห็นว่า ด้านมีปัญหามากที่สุด ได้แก่ ด้านการวิจัย และด้านที่มีปัญหาน้อยที่สุด คือ ด้านสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ ในขณะที่นักเรียน นักศึกษา มีความคิดเห็นว่า ด้านที่มีปัญหามากที่สุด คือ ด้านการวิจัย และด้านที่มีปัญหาน้อยที่สุด คือ ด้านความรู้และทักษะทางวิชาชีพ ดังนั้น แสดงให้เห็นว่าควรมีแผนการพัฒนา ส่งเสริม การวิจัยโดยเฉพาะการวิจัยด้านเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา

c. ความต้องการการบริหารงานเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษาของสถานศึกษาอาชีวศึกษาของประเทศไทย ผู้บริหารมีความคิดเห็นว่า ด้านที่มีความต้องการพัฒนามากที่สุด คือ ด้านความรู้ และด้านที่ต้องการพัฒนาน้อยที่สุด คือ ด้านความรู้และทักษะทางวิชาชีพ ในขณะที่ ครูผู้สอนมีความคิดเห็นว่า ด้านที่มีความต้องการมากที่สุด คือ ด้านความรู้ และด้านที่มีความต้องการน้อยที่สุด คือ ด้านการวิจัย ในขณะที่ นักเรียน นักศึกษามีความคิดเห็นว่า ด้านที่มีความต้องการพัฒนามากที่สุด คือ ด้านความรู้ และ ด้านสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ และด้านที่มีความต้องการพัฒนาน้อยที่สุด คือ ด้านการวิจัย ดังนั้น แสดงให้เห็นว่าควรมีแผนการพัฒนา ส่งเสริม ด้านความรู้และด้านสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ด้านเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา

d. แนวทางการแก้ไขปัญหายังเป็นรูปธรรม

ด้านความรู้และทักษะทางวิชาชีพ (Professional Knowledge & Skills) จัดอบรมพัฒนาความรู้และทักษะด้านเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษาแก่ผู้บริหาร ครูผู้สอน และนักเรียน นักศึกษา อย่างต่อเนื่อง โดยเน้นทักษะด้านดิจิทัล เช่น การใช้ Learning Management System (LMS), โปรแกรมออกแบบสื่อการเรียนรู้ และซอฟต์แวร์เฉพาะทางที่เกี่ยวข้องกับสายอาชีพบูรณาการทักษะด้านเทคโนโลยีและการสื่อสารลงในแผนการสอนและกิจกรรมการเรียนรู้ของทุกสาขาวิชา เพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกปฏิบัติจริง และสามารถนำไปใช้ได้ สถานการณ์จริง

ด้านการวิจัย (Research) จัดตั้งหน่วยงานหรือศูนย์วิจัยด้านเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษาในระดับสถานศึกษา เพื่อส่งเสริมให้ครูและนักศึกษาได้มีโอกาสทำวิจัยเกี่ยวกับการใช้เทคโนโลยีในการเรียนการสอน สนับสนุนงบประมาณ อุปกรณ์ และเวลาในการดำเนินโครงการวิจัย รวมถึงจัดอบรมเทคนิคการทำวิจัย เช่น การเก็บข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล การเขียนรายงานวิจัย จัดทำเครือข่ายความร่วมมือด้านการวิจัยระหว่างสถานศึกษาอาชีวศึกษาต่าง ๆ เพื่อแลกเปลี่ยนองค์ความรู้และแนวปฏิบัติที่ดีในการใช้เทคโนโลยีเพื่อการเรียนการสอน

ด้านสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ (Learning Environment) ปรับปรุงและพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ เช่น อินเทอร์เน็ตความเร็วสูง อุปกรณ์คอมพิวเตอร์ แท็บเล็ต และสื่อการเรียนรู้ดิจิทัล เพื่อสนับสนุนการเรียนรู้ของผู้เรียนทั้งในและนอกห้องเรียน จัดสภาพแวดล้อมห้องเรียนให้รองรับการเรียนรู้แบบออนไลน์และ Blended Learning โดยมีพื้นที่สำหรับการเรียนรู้แบบกลุ่มและแบบส่วนตัว รวมถึงจุดให้บริการอุปกรณ์ ICT

ด้านความรู้ (Content Knowledge) พัฒนาหลักสูตรและเนื้อหาการเรียนรู้ให้ทันสมัย สอดคล้องกับเทคโนโลยีและนวัตกรรมที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว เช่น การสอนเกี่ยวกับ AI, IoT, Cloud Computing และ Big Data สนับสนุนการจัดทำสื่อการเรียนรู้ในรูปแบบดิจิทัลที่มีคุณภาพ เช่น วิดีโอการสอน E-learning Modules และ Simulation Software เพื่อเพิ่มความเข้าใจและทักษะของผู้เรียน

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

ควรมีการทำการศึกษากลับมาเกี่ยวกับการบริหารจัดการเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษาที่ตอบสนองความต้องการของครูผู้สอนและผู้เรียนอาชีวศึกษาที่ส่งเสริมการจัดการเรียนการสอนและการฝึกอาชีพของผู้เรียนอาชีวศึกษาในสังคมยุคดิจิทัล

เอกสารอ้างอิง

- Association for Educational Communications and Technology (AECT). (2012). *Educational technology standards*. AECT.
- Bhuthong, K., Stirayakorn, P., & Srisomphan, J. (2022). The development of a training course for vocational teachers to develop instructions in portable devices by using authoring system model. *Technical Education Journal: King Mongkut's University of Technology North Bangkok*, 13(3), 86–95. [in Thai]
- Markchit, S. (2022). Problem-based learning via chatbot for advance topic in computer course. *Journal of Industrial Education*, 21(1), 44–55. [in Thai]
- Phuripanyanon, A. (2020). *Teaching and learning management in the digital era*. Bangkok: Chulalongkorn University Press.
- Saenboonsong, S. (2022). The development of game mobile application to enhance computational thinking skill for primary students under Office of Phranakhon Si Ayutthaya Educational Service Area. *Journal of Industrial Education*, 21(1), 56–66. [in Thai]
- Sakhajun, C., & Chaichomchuen, S. (2022). A development model of cooperative learning by applying augmented reality technology enhances the real practical skills and study durability of bachelor students of engineering. *Technical Education Journal: King Mongkut's University of Technology North Bangkok*, 13(3), 189–196. [in Thai]

- Saypunya, T. (2022). Chatbot for blended learning to develop infographics design. *Technical Education Journal: King Mongkut's University of Technology North Bangkok*, 13(3), 125–134. [in Thai]
- Srikun, K., & Uthairat, W. (2020). An information technology management model of instruction for improving the quality of education in small-scale primary schools, Bangkok Metropolis Vicinity Area. *Journal of Education Studies*, 48(2), 1–17. [in Thai]
- Sreewichai, W., & Rahothan, J. (2021). The guidelines for competency development of vocational teachers to support the Eastern Economic Corridor (EEC). *Rajabhat Maha Sarakham University Journal*, 15(1), 79–91. [in Thai]
- UNESCO. (2020). *Education in a post-COVID world: Nine ideas for public action*. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. Retrieved from <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000373717>
- Uphaiprom, U., & Charuchit, P. (2023). *A study of the current condition, desired condition, and necessary requirements for developing digital technology skills in educational institutions under the vocational education of Udon Thani Province*. Paper presented at The 10th National and the 8th International Conference on Research and Innovation: Research and Innovation Development for Developing Sustainable Communities [Symposium], Online.
- Witkin, B. R., & Altschuld, J. W. (1995). *Planning and conducting needs assessments: A practical guide*. Thousand Oaks, CA: Sage Publications.

การอ้างอิงบทความนี้

- APA Songsri, S., Chumraksa, C., Sirikunpipat, P. & Kasinant, C. (2025). Current Situation, Problems, and Needs in the Management of Educational Technology and Communication in Vocational Institutions in Thailand. *Journal of Technical and Engineering Education*, 16(3), 1-11. Thaijo. <https://doi.org/10.14416/j.ft.2025.12.01>
- MLA Songsri, Sutisa et al. “Current Situation, Problems, and Needs in the Management of Educational Technology and Communication in Vocational Institutions in Thailand” *Journal of Technical and Engineering Education*, vol. 16, no. 3, Dec. 2025, pp. 1-11, <https://doi.org/10.14416/j.ft.2025.12.01>. Thaijo.
- ISO690 S. Songsri, C. Chumraksa, P. Sirikunpipat, & C. Kasinant “Current Situation, Problems, and Needs in the Management of Educational Technology and Communication in Vocational Institutions in Thailand” *Journal of Technical and Engineering Education*, vol. 16, no. 3, pp. 1-11, Dec. 2025, doi: <https://doi.org/10.14416/j.ft.2025.12.01>.

การประเมินประสิทธิภาพชุดฝึกปฏิบัติงานควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า
โดยใช้โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์
Performance Evaluation of Electric Motor Control Practical Training using
Programmable Logic Controller (PLC)

ธนัท ธนอัสวพล¹ และ ฤทัย ประทุมทอง^{1*}
Tanat Tanausavaphol¹ and Ruthai Prathoomthong^{1*}

(วันรับบทความ : 16 มีนาคม 2568/วันแก้ไขบทความ : 4 เมษายน 2568/วันตอบรับบทความ : 24 มิถุนายน 2568)
(Received Date : March 16, 2025, Revised Date : April 4, 2025, Accepted Date : June 24, 2025)

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง ดำเนินการทดลองตามแบบแผนการวิจัย One Shot Case Study โดยมีวัตถุประสงค์ของการวิจัยเพื่อ (1) พัฒนาชุดฝึกปฏิบัติงานควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าโดยใช้โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (2) หาประสิทธิภาพของชุดฝึกปฏิบัติงานควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าโดยใช้โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (3) หาความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการเรียนการสอนด้วยชุดฝึกปฏิบัติงานควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าโดยใช้โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ กลุ่มเป้าหมาย ได้แก่ นักศึกษาระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 3 หลักสูตรสาขาวิชาวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตนครศรีธรรมราช วิทยาเขตนครศรีธรรมราช ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 14 คน ซึ่งได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ (1) ชุดฝึกปฏิบัติงานควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าโดยใช้โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (2) เอกสารประกอบชุดฝึกปฏิบัติ (3) แบบประเมินคุณภาพชุดฝึกปฏิบัติ และ (4) แบบทดสอบปฏิบัติ และแบบประเมินผลสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัยพบว่า (1) ชุดฝึกปฏิบัติงานควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าโดยใช้โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ ที่พัฒนาขึ้น มีโครงสร้างขนาด 100 ซม. X 174 ซม. มีล้อเลื่อน 4 ล้อ และมีอุปกรณ์ประกอบด้วย เมนบอร์ดบอร์ดเกอร์ 3 โพล เซอร์คิตบอร์ดเกอร์ 1 โพล ฟิวส์ สวิตช์เพาเวอร์ซัพพลาย Emergency พร้อมหลอดไฟสัญญาณ รีเลย์หน่วยเวลา หลอดไฟแสดงสถานะ PLC รีเลย์ แมกเนติกคอนแทคเตอร์ และเทอร์มินอลบล็อก อีกทั้งยังประกอบด้วยเอกสารประกอบชุดฝึกปฏิบัติ โดยชุดฝึกปฏิบัติมีคุณภาพอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ =4.60) (2) ชุดฝึกปฏิบัติงานควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าโดยใช้โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพด้านทักษะเท่ากับ 87.43/85.12 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดด้านทักษะเท่ากับ 85/85 (3) ระดับความพึงพอใจของผู้เรียนในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.58) สรุปได้ว่าการพัฒนาชุดฝึกปฏิบัติงาน ใบขึ้นตอนการทำงาน ที่มีรายละเอียดขั้นตอนการทำงานครบถ้วน ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และพัฒนาทักษะการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟสโดยใช้โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ และมีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนด

คำสำคัญ : ชุดฝึกปฏิบัติ, การควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า, โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์

1 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย จังหวัดสงขลา 90000

1 Faculty of Industrial Education and Technology, Rajamangala University of Technology Srivijaya, Songkhla 90000

* ผู้นิพนธ์ประสานงาน อีเมล: ruthai.p@rmutsv.ac.th

* Corresponding author e-mail: ruthai.p@rmutsv.ac.th

Abstract

This research is an experimental study conducted using the One-Shot Case Study design. the objectives of this research are threefold: (1) to develop a practical training set controlling electric motors using a Programmable Logic Controller (PLC), (2) to evaluate the effectiveness of the practical training set controlling electric motors using a Programmable Logic Controller (PLC), (3) to study students' satisfaction with teaching and learning from the use of the practical training set controlling electric motors using a Programmable Logic Controller (PLC). The study targeted 14 third-year undergraduate students enrolled in the Mechatronics Engineering program at the Faculty of Industrial Education and Technology, Rajamangala University of Technology Srivijaya, these participants were purposively selected from those registered in the Servo Motors and Drive Systems course during the first semester of the academic year 2024. The research employed the following instruments: (1) a practical training set for controlling electric motors using a Programmable Logic Controller (PLC). (2) training manual for the set. (3) a quality assessment form for the practical training set evaluated by experts. (4) a practical test and an evaluation form. Data analysis was conducted using descriptive statistics, including percentage, mean, and standard deviation.

The findings of the study revealed that: (1) The developed practical training set for electric motor control using a PLC featured a structure measuring 100 cm x 174 cm with four caster wheels and included components such as a 3-pole main circuit breaker, 1-pole circuit breaker, fuse, switching power supply, emergency stop with indicator light, time delay relay, pilot lamp, PLC, relay, magnetic contactor, and terminal blocks. It was also accompanied by a detailed manual. Received the highest quality rating, with a mean score of 4.60. (2) The effectiveness of the practical training set, measured at 87.43/85.12, meets the predefined standard criterion of 85/85. (3) The overall student satisfaction was highest, with a mean score of 4.58. In conclusion, the development of the training kit, along with detailed step-by-step procedures, effectively facilitated students' learning and skill development in three-phase AC motor control using PLCs, resulting in behavioral changes that aligned with the intended learning outcomes.

Keywords : Practical training set, Electric motor control, Programmable logic controller (PLC)

บทนำ

การเปลี่ยนแปลงของสังคมในศตวรรษที่ 21 ขับเคลื่อนด้วยเทคโนโลยีดิจิทัลขั้นสูง ทำให้ภาคอุตสาหกรรมจำเป็นต้องปรับเปลี่ยนกระบวนการผลิตไปสู่ระบบอัตโนมัติและระบบควบคุมอัจฉริยะอย่างต่อเนื่อง ความต้องการแรงงานที่มีทักษะทางเทคนิคเฉพาะด้านจึงเพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะในสาขาเมคคาทรอนิกส์ ซึ่งเป็นศาสตร์บูรณาการระหว่างวิศวกรรมเครื่องกล ไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์ และระบบควบคุมอัตโนมัติ สอดคล้องกับเป้าหมายของ แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 13 (พ.ศ. 2566 – 2570) ที่เน้นการพัฒนากำลังคนให้มีทักษะในโลกยุคใหม่ ทั้งในด้านเทคนิค พหุติกรรม และคุณลักษณะของพลเมืองที่มีคุณภาพ (Office of the National Economic and Social Development Council, 2023)

หนึ่งในหัวใจสำคัญของระบบอัตโนมัติในอุตสาหกรรม คือการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าผ่าน Programmable Logic Controller (PLC) ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่สามารถเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมลำดับการทำงานของเครื่องจักรกล การใช้ PLC เข้ามาแทนระบบควบคุมแบบรีเลย์แบบเดิม ช่วยเพิ่มความแม่นยำ ความยืดหยุ่น และลดข้อผิดพลาดที่เกิดจากมนุษย์ในสายการผลิต ดังนั้นการฝึกอบรมและพัฒนาทักษะด้านการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าด้วย PLC จึงเป็นสิ่งสำคัญในการผลิตบัณฑิตให้มีสมรรถนะสอดคล้องกับภาคอุตสาหกรรม

แม้ว่าการเรียนการสอนในระดับอุดมศึกษาจะมีการจัดการเรียนรู้ทั้งภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ แต่ปัญหาที่พบคือขาดแคลนสื่อและอุปกรณ์ฝึกปฏิบัติที่มีความทันสมัยและจำลองสถานการณ์ได้อย่างสมจริง ทำให้นักศึกษาไม่มีโอกาส

ได้พัฒนาทักษะที่จำเป็นในสถานการณ์จริง งานวิจัยหลายชิ้นจึงให้ความสำคัญกับการออกแบบและพัฒนาชุดฝึกปฏิบัติที่สอดคล้องกับสภาพแวดล้อมจริงในอุตสาหกรรม เพื่อเป็นสื่อการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการเรียนรู้แบบลงมือปฏิบัติ (hands-on learning) และพัฒนาทักษะอย่างเป็นระบบ ตัวอย่างงานวิจัยของ (Wangworawong et al. 2024) ที่ได้พัฒนาชุดฝึกปฏิบัติการเขียนโปรแกรม PLC ควบคุมระบบนิวเมติกส์ พบว่าชุดฝึกที่พัฒนาขึ้นมีความเหมาะสมทั้งในด้านเนื้อหาและการใช้งาน และช่วยเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอย่างมีนัยสำคัญ งานวิจัยนี้ชี้ให้เห็นว่าชุดฝึกที่มีขั้นตอนชัดเจนและเชื่อมโยงกับงานจริงในอุตสาหกรรม จะช่วยเสริมสร้างทักษะของผู้เรียนให้ตรงตามความต้องการของภาคการผลิตได้อย่างแท้จริง นอกจากนี้งานวิจัยของ (Angsopa et al. 2024) ได้พัฒนาชุดฝึกพื้นฐานสำหรับการเขียนโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์ และควบคุมหุ่นยนต์ พบว่าชุดฝึกที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพเกินเกณฑ์ที่กำหนด (86.70/88.40) และมีระดับความพึงพอใจของผู้เรียนอยู่ในระดับสูงมาก แสดงให้เห็นว่า การพัฒนาเครื่องมือการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับความสามารถของผู้เรียนและสถานการณ์จริง สามารถกระตุ้นความสนใจและส่งเสริมผลลัพธ์การเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในทำนองเดียวกัน (Promseenong et al. 2024) ได้สร้างและประเมินประสิทธิภาพของชุดฝึกปฏิบัติระบบทำความเย็นแบบแยกส่วนตามมาตรฐานฝีมือแรงงานแห่งชาติ ผลการประเมินพบว่าชุดฝึกมีคุณภาพในระดับดีมาก โดยเฉพาะด้านการออกแบบและความเหมาะสมกับการใช้งาน ทำให้สามารถนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการฝึกฝนทักษะของผู้เรียนให้เกิดผลลัพธ์ที่ตรงตามมาตรฐานวิชาชีพ

ด้วยเหตุนี้ ผู้วิจัยในฐานะผู้รับผิดชอบหลักสูตรด้านวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์ จึงเห็นความสำคัญของการพัฒนาชุดฝึกปฏิบัติงานควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าโดยใช้ PLC เพื่อให้ผู้เรียนมีโอกาสได้ฝึกฝนทักษะภายใต้สภาพแวดล้อมที่เสมือนจริง และสามารถประยุกต์ใช้ความรู้เชิงทฤษฎีกับสถานการณ์การทำงานในอุตสาหกรรมได้อย่างมีประสิทธิภาพ งานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นที่การออกแบบและสร้างชุดฝึกปฏิบัติ พร้อมทั้งประเมินคุณภาพ ประสิทธิภาพ และความพึงพอใจของผู้เรียนเพื่อนำไปใช้เป็นต้นแบบในการจัดการเรียนการสอน และส่งเสริมการพัฒนาทักษะวิชาชีพในระดับอุดมศึกษาอย่างยั่งยืน

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาชุดฝึกปฏิบัติงานควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าโดยใช้โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์
2. เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดฝึกปฏิบัติงานควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าโดยใช้โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์
3. เพื่อหาความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการเรียนการสอนด้วยชุดฝึกปฏิบัติงานควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าโดยใช้โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์

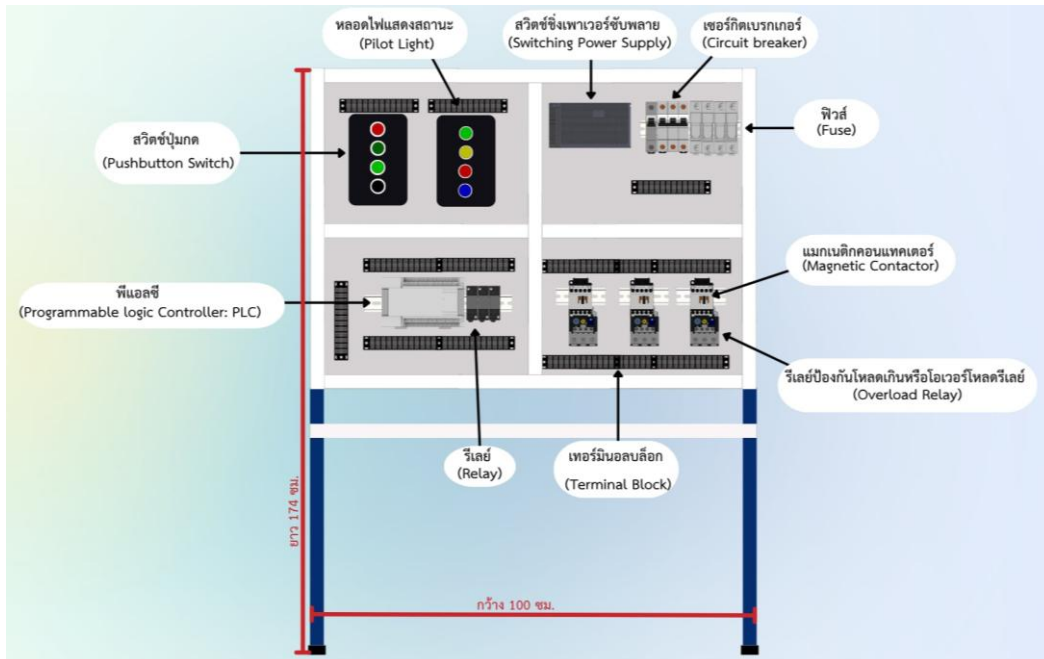
ขอบเขตของการวิจัย

1. กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักศึกษาระดับระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 3 หลักสูตรสาขาวิชาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตนครศรีธรรมราช วิทยาเขตนครศรีธรรมราช ปีการศึกษา 2567 จำนวน 14 คน โดยวิธีการเลือกแบบเจาะจง

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

- 2.1 ชุดฝึกปฏิบัติงานควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าโดยใช้โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์
- 2.2 แบบประเมินคุณภาพชุดฝึกปฏิบัติงานควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าโดยใช้โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์
- 2.3 เอกสารประกอบชุดฝึกปฏิบัติ ประกอบด้วย รายละเอียดชุดฝึกปฏิบัติ ใบขั้นตอนการทำงาน ใบสั่งงาน และใบประเมินผล
- 2.4 แบบทดสอบปฏิบัติ และแบบประเมินผลการปฏิบัติงาน
- 2.5 แบบสอบถามความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อชุดฝึกปฏิบัติงานควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าโดยใช้โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์



รูปที่ 2 แบบร่างชุดฝึกปฏิบัติงานควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าโดยใช้โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์

5) สร้างชุดฝึกปฏิบัติ ประกอบด้วย (1) ชุดฝึกปฏิบัติงานควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าโดยใช้โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ ผู้วิจัยสร้างตามที่ได้ออกแบบไว้ โดยทำการสร้างโครงสำหรับยึดอุปกรณ์ทั้งหมด ติดตั้งอุปกรณ์สำหรับแหล่งจ่ายไฟ ติดตั้งสวิตช์ปุ่มกด หลอดไฟสัญญาณ และรีเลย์หน่วงเวลา ติดตั้งส่วนควบคุมด้วย PLC และรีเลย์ ติดตั้งแมกเนติกคอนแทคเตอร์ และโอเวอร์โหลดรีเลย์ (2) จัดทำเอกสารประกอบชุดฝึกปฏิบัติ ซึ่งประกอบด้วย (2.1) รายละเอียดของชุดฝึกปฏิบัติ (2.2) ใบขั้นตอนการทำงาน (Operation Sheet) (2.3) ใบสั่งงาน (Job Sheet) และ (2.4) ใบประเมินผล (Evaluation Sheet) จำนวน 5 งาน ได้แก่ (1) งานสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้าโดยตรง (2) งานสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้าตามลำดับแบบควบคุมด้วยมือ (3) งานสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้าตามลำดับแบบอัตโนมัติ (4) งานควบคุมการกลับทิศทางการหมุนแบบ Reversing after stop และ (5) งานสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้าแบบสตาร์ท-เดลด้า

6) จัดทำแบบทดสอบปฏิบัติ และแบบประเมินผล จำนวน 4 งาน คือ (1) งานสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้าโดยตรง (2) งานสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้าตามลำดับแบบควบคุมด้วยมือ (3) งานควบคุมการกลับทิศทางการหมุนแบบ Reversing after stop และ (4) งานเริ่มเดินมอเตอร์ไฟฟ้าแบบสตาร์ท-เดลด้า

7) สร้างเครื่องมือสำหรับประเมินคุณภาพชุดฝึกปฏิบัติงานควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าโดยใช้โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ ได้แก่ แบบประเมินคุณภาพชุดฝึกปฏิบัติ ซึ่งเป็นแบบมาตรฐานประมาณค่า 5 ระดับ ประกอบด้วย 3 ด้าน คือ ด้านการออกแบบชุดฝึกปฏิบัติ ด้านเอกสารประกอบชุดฝึกปฏิบัติ และด้านการใช้งานชุดฝึกปฏิบัติ โดยเครื่องมือดังกล่าวได้ผ่านตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือของผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ที่มีความเชี่ยวชาญด้านการจัดทำเอกสารประกอบชุดฝึก จำนวน 1 ท่าน และความเชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนการสอนเรื่องการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า และโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ จำนวน 2 ท่าน

8) ประสานผู้เชี่ยวชาญที่มีคุณวุฒิทางการศึกษาไม่ต่ำกว่าระดับปริญญาตรี หรือเป็นครู อาจารย์ที่มีประสบการณ์ด้านการสอนการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าและโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ จำนวน 5 ท่าน เพื่อนัดวัดเวลา และสถานที่ในการประเมินคุณภาพชุดฝึกปฏิบัติ โดยใช้เครื่องมือสำหรับประเมินคุณภาพชุดฝึกปฏิบัติ

9) ผู้วิจัยนำผลที่ได้จากการประเมินคุณภาพของผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าและโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ จำนวน 5 ท่าน มาทำการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ และนำเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญไปปรับปรุงแก้ไขชุดฝึกปฏิบัติให้เหมาะสมมากยิ่งขึ้น

10) ได้ชุดฝึกปฏิบัติงานควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าโดยใช้โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ และเอกสารประกอบชุดฝึกปฏิบัติที่สมบูรณ์ สามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนกับกลุ่มเป้าหมายเพื่อหาประสิทธิภาพต่อไป

2.2 การหาประสิทธิภาพของชุดฝึกปฏิบัติงานควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าโดยใช้โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ มีรายละเอียดการดำเนินการ ดังนี้

1) ผู้วิจัยได้แนะนำเกี่ยวกับการเรียนการสอนด้วยชุดฝึกปฏิบัติที่จัดทำขึ้น เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจถึงวัตถุประสงค์ของการเรียนการสอนด้วยชุดฝึกปฏิบัติ

2) ดำเนินการสอนด้วยชุดฝึกปฏิบัติงานควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าโดยใช้โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ ผู้วิจัยออกแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ดังนี้

2.1) แบ่งผู้เรียนออกเป็น 5 กลุ่ม กลุ่มละ 3 คน จำนวน 4 กลุ่ม และกลุ่มละ 2 คนจำนวน 1 กลุ่ม

2.2) ผู้สอนใช้วิธีการสอนแบบสาธิตเพื่อสาธิตการต่อวงจรควบคุมมอเตอร์ด้วยชุดฝึกปฏิบัติงานควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าโดยใช้โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ และสาธิตการเขียนแลตเตอร์ไคอะแกรมจำลองการทำงานของโปรแกรมก่อนอัปโหลดแลตเตอร์ไคอะแกรมลงใน PLC เพื่อรันมอเตอร์ไฟฟ้าให้ทำงาน

2.3) ผู้สอนแจกใบขั้นตอนการทำงานและใบสั่งงานให้แก่กลุ่ม โดยกำหนดให้แต่ละกลุ่มเขียนแลตเตอร์ไคอะแกรมลงในโปรแกรมจำลองเพื่อทดสอบการทำงาน กลุ่มที่จำลองการทำงานแล้วถูกต้องตามเงื่อนไขที่กำหนดตามใบสั่งงาน ก็จะได้ไปต่อวงจรอินพุต วงจรเอาต์พุต และวงจรกำลัง ของชุดฝึกปฏิบัติงานควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าโดยใช้โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ โดยกำหนดเวลาที่ใช้ในการต่อวงจรกลุ่มละไม่เกิน 15 นาที เมื่อผู้สอนตรวจสอบความถูกต้องก็ให้ผู้เรียนอัปโหลดโปรแกรมลงใน PLC เพื่อใช้งานจริงในการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า

2.4) ดำเนินการตามข้อ 3) จนครบทั้ง 5 งาน ประกอบด้วย (1) งานสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้าโดยตรง (2) งานเริ่มเดินมอเตอร์ไฟฟ้าตามลำดับขั้นแบบควบคุมด้วยมือ (3) งานเริ่มเดินมอเตอร์ไฟฟ้าตามลำดับขั้นแบบอัตโนมัติ (4) งานควบคุมการกลับทิศทางการหมุนแบบ Reversing after stop และ (5) งานสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้าแบบสตาร์ท-เดลต้า

2.5) ผู้สอนใช้ใบประเมินผลในการตรวจใบสั่งงานแต่ละใบสั่งงานจนครบทั้ง 5 งาน ในแต่ละใบสั่งงานจะทำการประเมินผลทั้งหมด 5 ข้อ เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล (E1)

2.6) ทดสอบปฏิบัติหลังเรียน เมื่อผู้เรียนได้ผ่านการฝึกปฏิบัติครบทุกหัวข้องานแล้วจึงทำการทดสอบปฏิบัติงานควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าโดยใช้โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ จำนวน 4 งาน คือ (1) งานสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้าโดยตรง (2) งานสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้าตามลำดับขั้นแบบควบคุมด้วยมือ (3) งานควบคุมการกลับทิศทางการหมุนแบบ Reversing after stop และ (4) งานสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้าแบบสตาร์ท-เดลต้า ผู้วิจัยรวบรวมข้อมูลจากใบประเมินผลการทดสอบปฏิบัติ (E2)

2.7) นำผลที่ได้จากการฝึกปฏิบัติ และแบบทดสอบปฏิบัติมาวิเคราะห์หาประสิทธิภาพ

3. การวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัย ดังรายละเอียดต่อไปนี้

3.1 วิเคราะห์คุณภาพของชุดฝึกปฏิบัติงานควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าโดยใช้โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ โดยการหาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ด้วยการใช้ค่าเฉลี่ยกับชั้นระดับคุณภาพ ดังนี้

ค่าเฉลี่ยคะแนนตั้งแต่ 4.50-5.00 หมายถึง ดีมาก

ค่าเฉลี่ยคะแนนตั้งแต่ 3.50-4.49 หมายถึง ดี

ค่าเฉลี่ยคะแนนตั้งแต่ 2.50-3.49 หมายถึง พอใช้

ค่าเฉลี่ยคะแนนตั้งแต่ 1.50-2.49 หมายถึง ปานกลาง

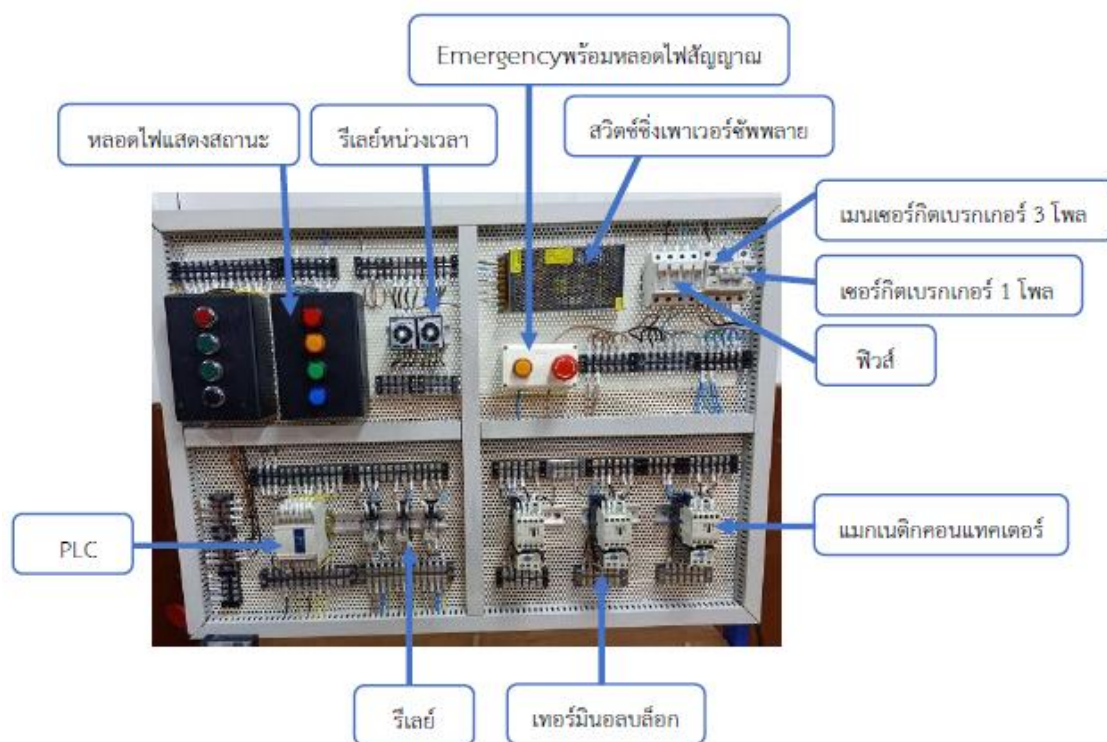
ค่าเฉลี่ยคะแนนตั้งแต่ 1.00-1.49 หมายถึง ควรปรับปรุง

3.2 วิเคราะห์ประสิทธิภาพการเรียนการสอนด้วยชุดฝึกปฏิบัติงานควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ โดยใช้สูตรการหาประสิทธิภาพของ (Promwong 2013) E_1 เป็นประสิทธิภาพของกระบวนการเรียนรู้ (การฝึกปฏิบัติระหว่างเรียน) และ E_2 ประสิทธิภาพของผลลัพธ์การเรียนรู้ในการทดสอบปฏิบัติ นำมาคิดเป็นค่าเฉลี่ยร้อยละ โดยกำหนดเกณฑ์ E_1/E_2 ด้านทักษะเท่ากับ 85/85

ผลการวิจัย

1. ผลการสร้างชุดฝึกปฏิบัติงานควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าโดยใช้โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นประกอบด้วย

1.1 ชุดฝึกปฏิบัติงานควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าโดยใช้โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ มีโครงสร้าง กว้าง 100 เซนติเมตร สูง 174 เซนติเมตร มีล้อเลื่อน 4 ล้อ และมีอุปกรณ์ประกอบ ดังแสดงในรูปที่ 3



รูปที่ 3 ชุดฝึกปฏิบัติงานควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าโดยใช้โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์

1.2 เอกสารประกอบชุดฝึกปฏิบัติงานควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ มีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

1) ส่วนที่ 1 รายละเอียดของชุดฝึกปฏิบัติงานควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าโดยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ จะประกอบด้วย (1) อุปกรณ์ที่ใช้สำหรับชุดฝึกปฏิบัติ (2) สัญลักษณ์ในงานควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า (3) การใช้งานชุดฝึกปฏิบัติ

2) ส่วนที่ 2 ใบขั้นตอนการทำงาน ให้ผู้เรียนใช้เป็นแนวทางในการฝึกปฏิบัติอย่างเป็นขั้นเป็นตอนไม่ให้เกิดความเสียหายทั้งแก่บุคคลและเครื่องมืออุปกรณ์ โดยรายละเอียดของใบขั้นตอนการทำงานแต่ละงานจะประกอบด้วย ขั้นตอนสำคัญในการปฏิบัติงานนั้น ๆ ตั้งแต่เริ่มต้นจนเสร็จสิ้นงานโดยมีการเขียนคำอธิบายพร้อมภาพประกอบ การปฏิบัติงานในแต่ละขั้นตอนอย่างชัดเจนและกระชับ จำนวน 5 ใบขั้นตอนการทำงาน ได้แก่ (1) งานสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้าโดยตรง (2) งานสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้าทำงานตามลำดับแบบควบคุมด้วยมือ (3) งานสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้าทำงานตามลำดับแบบอัตโนมัติ (4) งานควบคุมการกลับทิศทางการหมุนแบบ Reversing after stop และ (5) งานสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้าแบบสตาร์ท-เดลต้า

3) ส่วนที่ 3 ใบสั่งงาน และใบประเมินผล โดยใบสั่งงานจะใช้เพื่อฝึกผู้เรียนให้มีสมรรถนะตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ได้กำหนดไว้ ซึ่งรายละเอียดของใบสั่งงานจะมี แบบงาน คำสั่ง และเงื่อนไขต่าง ๆ ในการปฏิบัติงานอย่างชัดเจน ส่วนใบประเมินผลจะต้องระบุเกณฑ์ให้ชัดเจนว่าสิ่งที่ผู้เรียนฝึกใช้ได้หรือไม่ได้อย่างไร จำนวน 5 ใบสั่งงาน และ 5 ใบประเมินผลตามหัวข้องานของใบขั้นตอนการทำงาน

RUTS รหัสวิชา : 14 122 306 วิชา : เทคโนโลยีระบบควบคุมอัตโนมัติ ภาคเรียน : 1 - 6 - 2 หน่วยกิต : 3 หน่วยกิต วัตถุประสงค์การเรียนรู้ (Learning Objectives) 1. สามารถอธิบายการทำงานของ PLC ได้ 2. สามารถเขียนโปรแกรม PLC ได้ เนื้อหาสาระการเรียนรู้ (Content) 1. ส่วนประกอบของ PLC 2. การเขียนโปรแกรม PLC 3. การเชื่อมต่อ PLC กับอุปกรณ์ภายนอก สื่อการเรียนรู้ (Media) 1. หนังสือเรียน 2. สื่ออิเล็กทรอนิกส์ 3. อุปกรณ์ PLC และอุปกรณ์ภายนอก การวัดและประเมินผล (Assessment) 1. ทดสอบความรู้ก่อนเรียน 2. ทดสอบความรู้หลังเรียน 3. ทดสอบปฏิบัติ	RUTS รหัสวิชา : 14 122 306 วิชา : เทคโนโลยีระบบควบคุมอัตโนมัติ ภาคเรียน : 1 - 6 - 2 หน่วยกิต : 3 หน่วยกิต วัตถุประสงค์การเรียนรู้ (Learning Objectives) 1. สามารถอธิบายการทำงานของ PLC ได้ 2. สามารถเขียนโปรแกรม PLC ได้ เนื้อหาสาระการเรียนรู้ (Content) 1. ส่วนประกอบของ PLC 2. การเขียนโปรแกรม PLC 3. การเชื่อมต่อ PLC กับอุปกรณ์ภายนอก สื่อการเรียนรู้ (Media) 1. หนังสือเรียน 2. สื่ออิเล็กทรอนิกส์ 3. อุปกรณ์ PLC และอุปกรณ์ภายนอก การวัดและประเมินผล (Assessment) 1. ทดสอบความรู้ก่อนเรียน 2. ทดสอบความรู้หลังเรียน 3. ทดสอบปฏิบัติ	RUTS รหัสวิชา : 14 122 306 วิชา : เทคโนโลยีระบบควบคุมอัตโนมัติ ภาคเรียน : 1 - 6 - 2 หน่วยกิต : 3 หน่วยกิต วัตถุประสงค์การเรียนรู้ (Learning Objectives) 1. สามารถอธิบายการทำงานของ PLC ได้ 2. สามารถเขียนโปรแกรม PLC ได้ เนื้อหาสาระการเรียนรู้ (Content) 1. ส่วนประกอบของ PLC 2. การเขียนโปรแกรม PLC 3. การเชื่อมต่อ PLC กับอุปกรณ์ภายนอก สื่อการเรียนรู้ (Media) 1. หนังสือเรียน 2. สื่ออิเล็กทรอนิกส์ 3. อุปกรณ์ PLC และอุปกรณ์ภายนอก การวัดและประเมินผล (Assessment) 1. ทดสอบความรู้ก่อนเรียน 2. ทดสอบความรู้หลังเรียน 3. ทดสอบปฏิบัติ	RUTS รหัสวิชา : 14 122 306 วิชา : เทคโนโลยีระบบควบคุมอัตโนมัติ ภาคเรียน : 1 - 6 - 2 หน่วยกิต : 3 หน่วยกิต วัตถุประสงค์การเรียนรู้ (Learning Objectives) 1. สามารถอธิบายการทำงานของ PLC ได้ 2. สามารถเขียนโปรแกรม PLC ได้ เนื้อหาสาระการเรียนรู้ (Content) 1. ส่วนประกอบของ PLC 2. การเขียนโปรแกรม PLC 3. การเชื่อมต่อ PLC กับอุปกรณ์ภายนอก สื่อการเรียนรู้ (Media) 1. หนังสือเรียน 2. สื่ออิเล็กทรอนิกส์ 3. อุปกรณ์ PLC และอุปกรณ์ภายนอก การวัดและประเมินผล (Assessment) 1. ทดสอบความรู้ก่อนเรียน 2. ทดสอบความรู้หลังเรียน 3. ทดสอบปฏิบัติ
---	---	---	---

รูปที่ 4 ตัวอย่างใบขั้นตอนการทำงาน ใบสั่งงาน และใบประเมินผล

1.3 คุณภาพชุดฝึกปฏิบัติงานควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าโดยใช้โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ ผลการประเมินคุณภาพตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน โดยมีผลการวิเคราะห์ข้อมูล แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการประเมินคุณภาพชุดฝึกปฏิบัติ (n=5)

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
ด้านการออกแบบชุดฝึกปฏิบัติ			
1. ขนาดรูปร่างของชุดฝึกเหมาะสมกับการใช้งาน	4.60	0.55	มากที่สุด
2. ความเหมาะสมในการเลือกวัสดุ อุปกรณ์	4.80	0.45	มากที่สุด
3. ความเหมาะสมในการวางตำแหน่งอุปกรณ์	4.40	0.55	มาก
4. ความประณีตสวยงาม	4.20	0.84	มาก
5. ความเหมาะสมของชุดฝึกปฏิบัติโดยรวม	4.60	0.55	มากที่สุด
เฉลี่ยรวมด้านการออกแบบ	4.52	0.59	มากที่สุด
ด้านเอกสารประกอบชุดฝึกปฏิบัติ			
1. จำนวนใบขั้นตอนการทำงานครอบคลุมเนื้อหาชุดฝึกปฏิบัติ	4.80	0.45	มากที่สุด
2. ใบขั้นตอนการทำงานมีเนื้อหาถูกต้อง	4.80	0.45	มากที่สุด
3. ใบขั้นตอนการทำงานมีความชัดเจนในการอธิบายลำดับขั้นตอนการทำงาน	4.60	0.55	มากที่สุด
4. ความเหมาะสมของใบสั่งงานกับเวลาที่ใช้ในการปฏิบัติงานชุดฝึกปฏิบัติ	4.40	0.55	มาก
5. รูปแบบและรายละเอียดของใบสั่งงานครบถ้วนสมบูรณ์	4.60	0.55	มากที่สุด
6. ความเหมาะสมโดยรวมของเอกสารประกอบชุดฝึกปฏิบัติ	4.60	0.55	มากที่สุด
เฉลี่ยรวมด้านเอกสารประกอบชุดฝึกปฏิบัติ	4.63	0.51	มากที่สุด
ด้านการใช้งานชุดฝึกปฏิบัติ			
1. มีประโยชน์ต่อการจัดการเรียนการสอน	4.80	0.45	มากที่สุด
2. ใช้งานได้ตามวัตถุประสงค์	4.80	0.45	มากที่สุด
3. ความสะดวกในการใช้งาน	4.60	0.89	มากที่สุด
4. ความสะดวกในการเคลื่อนย้าย	4.40	0.55	มาก
เฉลี่ยรวมด้านการใช้งาน	4.65	0.58	มากที่สุด
ภาพรวมคุณภาพของชุดฝึกปฏิบัติ	4.60	0.55	มากที่สุด

จากตารางที่ 1 ผลการประเมินคุณภาพของชุดฝึกปฏิบัติโดยผู้เชี่ยวชาญ พบว่าภาพรวมมีคุณภาพอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.60$) เมื่อพิจารณาารายด้านพบว่า ทั้ง 3 ด้านมีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก เรียงลำดับจากค่าเฉลี่ยมากไปน้อย ดังนี้ ด้านการใช้งานชุดฝึกปฏิบัติ ($\bar{X} = 4.65$) ด้านเอกสารประกอบชุดฝึกปฏิบัติ ($\bar{X} = 4.63$) และด้านการออกแบบชุดฝึกปฏิบัติ ($\bar{X} = 4.52$)

2. ผลการหาประสิทธิภาพการเรียนการสอนด้วยชุดฝึกปฏิบัติงานควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าโดยใช้โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์

เมื่อนำชุดฝึกปฏิบัติไปใช้กับกลุ่มเป้าหมาย โดยการฝึกปฏิบัติงานระหว่างเรียนตามใบสั่งงานแล้วเก็บคะแนนตามใบประเมินผลระหว่างเรียนแต่ละหัวข้องาน และการทดสอบปฏิบัติ จากนั้นนำข้อมูลมาวิเคราะห์หาค่าประสิทธิภาพด้านทักษะ รายละเอียดดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลคะแนนฝึกปฏิบัติระหว่างเรียนและทดสอบปฏิบัติ ($n = 14$)

รายการ	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ย	ร้อยละ	เกณฑ์มาตรฐาน
คะแนนฝึกปฏิบัติระหว่างเรียน (E_1)	75	65.57	87.43	85
คะแนนทดสอบปฏิบัติ (E_2)	60	51.07	85.12	85

จากตารางที่ 2 พบว่า ผลการประเมินตามสภาพจริงคะแนนฝึกปฏิบัติระหว่างเรียนที่ทำการประเมินผลจากการปฏิบัติตามใบสั่งงาน (E_1) ของกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 14 คน ได้คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 65.57 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 87.43 ส่วนคะแนนจากการประเมินผลหลังเรียนด้วยการทดสอบปฏิบัติ (E_2) ได้คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 51.07 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 85.12

นอกจากนี้ผลการประเมินตามสภาพจริง พบว่า ใบสั่งงานที่ 1 งานสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้าโดยตรง เป็นงานที่นักศึกษาทุกคนทำได้ เนื่องจากวงจรไม่ซับซ้อน และอุปกรณ์ที่ใช้ในการต่อวงจรมีจำนวนน้อยเมื่อเทียบกับวงจรอื่น ๆ ส่วนใบสั่งงานที่ 5 งานสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้าแบบสตาร์ท-เดลต้า เป็นงานที่นักศึกษาทำแล้วเกิดข้อผิดพลาดมากที่สุด เนื่องจากอุปกรณ์ที่ใช้ในการต่อวงจรมีจำนวนเยอะกว่าทุกวงจร เมื่อเทียบกับเวลาที่กำหนดให้นักศึกษาฝึกปฏิบัติ จึงทำปรับปรุงโดยกำหนดเวลาที่ใช้สำหรับการฝึกปฏิบัติระหว่างเรียนและการสอบปฏิบัติในงานนี้ให้เพิ่มขึ้น

3. ผลการหาความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการเรียนการสอนด้วยชุดฝึกปฏิบัติงานควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าโดยใช้โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ แสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียน ($n=14$)

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
1. ใบขั้นตอนการทำงานใช้ภาษาที่เข้าใจง่ายและชัดเจน	4.50	0.50	มากที่สุด
2. ใบขั้นตอนการทำงานมีรูปภาพสอดคล้องกับคำอธิบาย	4.43	0.49	มาก
3. ใบขั้นตอนการทำงานเรียงลำดับจากง่ายไปยาก	4.43	0.41	มาก
4. ใบสั่งงานใช้คำสั่งที่เข้าใจง่ายและชัดเจน	4.79	0.49	มากที่สุด
5. ใบสั่งงานกำหนดเวลาเหมาะสมกับการฝึกปฏิบัติ	4.43	0.41	มาก
6. ความรู้และทักษะนำไปประยุกต์ใช้ในงานอาชีพได้	4.79	0.41	มากที่สุด
7. กิจกรรมการเรียนการสอนด้วยชุดฝึกปฏิบัติส่งเสริมให้เกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน	4.79	0.41	มากที่สุด
8. กิจกรรมการฝึกปฏิบัติมีลำดับขั้นตอนที่เหมาะสม	4.50	0.50	มากที่สุด
9. ชุดฝึกปฏิบัติช่วยให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาในด้านทักษะ	4.64	0.48	มากที่สุด
10. ชุดฝึกปฏิบัติมีความสะดวกและง่ายต่อการใช้งาน	4.50	0.50	มากที่สุด
ภาพรวม	4.58	0.49	มากที่สุด

จากตารางที่ 3 พบว่าผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการเรียนการสอนด้วยชุดฝึกปฏิบัติงานควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าโดยใช้โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ ความพึงพอใจในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.58$) เมื่อพิจารณารายข้อพบว่าประเด็นที่มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด ได้แก่ หัวข้อใบสั่งงานใช้คำสั่งที่เข้าใจง่ายและชัดเจน หัวข้อความรู้และทักษะนำไปประยุกต์ใช้ในงานอาชีพได้ และหัวข้อกิจกรรมการเรียนการสอนด้วยชุดฝึกปฏิบัติส่งเสริมให้เกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.79$) และเมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยเรียงลำดับเป็นรายข้อได้ดังนี้ ชุดฝึกปฏิบัติช่วยให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาด้านทักษะ ($\bar{X} = 4.64$) ชุดฝึกปฏิบัติมีความสะดวกและง่ายต่อการใช้งาน ($\bar{X} = 4.50$) ใบขั้นตอนการทำงานใช้ภาษาที่เข้าใจง่ายและชัดเจน ($\bar{X} = 4.50$) กิจกรรมการฝึกปฏิบัติมีลำดับขั้นตอนที่เหมาะสม ($\bar{X} = 4.50$) ใบขั้นตอนการทำงานมีรูปภาพสอดคล้องกับคำอธิบาย ($\bar{X} = 4.43$) ใบขั้นตอนการทำงานเรียงลำดับจากง่ายไปยาก ($\bar{X} = 4.43$) และใบสั่งงานกำหนดเวลาเหมาะสมกับการฝึกปฏิบัติ ($\bar{X} = 4.43$) ตามลำดับ

สรุปและอภิปรายผล

จากการศึกษาประสิทธิภาพของชุดฝึกปฏิบัติงานควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าโดยใช้โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์สามารถสรุปและอภิปรายผลในประเด็นที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ดังนี้

1. ผลการพัฒนาชุดฝึกปฏิบัติงานควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าโดยใช้โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ ผู้วิจัยได้ศึกษาข้อมูล ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในการสร้างชุดฝึกปฏิบัติ โดยชุดฝึกปฏิบัติที่ได้สร้างขึ้นประกอบด้วย (1) ชุดฝึกปฏิบัติงานควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าโดยใช้โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ และ (2) เอกสารประกอบการชุดฝึกปฏิบัติงานควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าโดยใช้โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ ประกอบด้วย ส่วนที่ 1 รายละเอียดของชุดฝึกปฏิบัติงาน จะประกอบด้วย (1) อุปกรณ์ที่ใช้สำหรับชุดฝึกปฏิบัติ (2) สัญลักษณ์ในงานควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า และ (3) การใช้งานชุดฝึกปฏิบัติ ส่วนที่ 2 ใบขั้นตอนการทำงาน จำนวน 5 ใบขั้นตอนการทำงาน ได้แก่ (1) งานสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้าโดยตรง (2) งานสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้าทำงานตามลำดับแบบควบคุมด้วยมือ (3) งานสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้าทำงานตามลำดับแบบอัตโนมัติ (4) งานควบคุมการกลับทิศทางการหมุนแบบ Reversing after stop และ (5) งานสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้าแบบสตาร์ท-เดลต้า และส่วนที่ 3 ใบสั่งงาน และใบประเมินผล โดยใบสั่งงานจะใช้เพื่อฝึกผู้เรียนให้มีสมรรถนะตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ได้กำหนดไว้ ซึ่งรายละเอียดของใบสั่งงานจะมี แบบงาน คำสั่ง และเงื่อนไขต่าง ๆ ในการปฏิบัติงานอย่างชัดเจน ส่วนใบประเมินผลจะต้องระบุเกณฑ์ให้ชัดเจนว่าสิ่งที่ผู้เรียนฝึกใช้ได้หรือไม่ได้อย่างไร จำนวน 5 ใบสั่งงาน และ 5 ใบประเมินผลตามหัวข้องานของใบขั้นตอนการทำงาน อีกทั้งผู้วิจัยได้จัดทำแบบทดสอบปฏิบัติ และใบประเมินผล จำนวน 4 งาน คือ (1) งานสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้าโดยตรง (2) งานสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้าตามลำดับแบบควบคุมด้วยมือ (3) งานควบคุมการกลับทิศทางการหมุนแบบ Reversing after stop และ (4) งานสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้าแบบสตาร์ท-เดลต้า ที่ผ่านการศึกษาและวิเคราะห์อย่างเป็นขั้นตอน จึงทำให้ชุดฝึกปฏิบัติงานควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าโดยใช้โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์มีผลการประเมินคุณภาพตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ด้านมีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก เรียงลำดับจากค่าเฉลี่ยมากไปน้อย ดังนี้ ด้านการใช้งานชุดฝึกปฏิบัติ ($\bar{X} = 4.65$) ด้านเอกสารประกอบชุดฝึกปฏิบัติ ($\bar{X} = 4.63$) และด้านการออกแบบชุดฝึกปฏิบัติ ($\bar{X} = 4.52$) ทั้งนี้สอดคล้องกับผลการวิจัยของ (Phanprayoon 2020) ได้ทำการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดทดลองควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าด้วย Programmable Logic Controller สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ปีที่ 2 แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยการอาชีพเชียงราย พบว่า ผลการประเมินคุณภาพของชุดทดลองการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าด้วย Programmable Logic Controller ที่สร้างขึ้น จากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญมีคุณภาพอยู่ในระดับมาก ทั้งนี้เพราะในการจัดทำได้มีการวางแผนการปฏิบัติงานเป็นขั้นตอนชัดเจน ตั้งแต่การออกแบบโครงสร้าง การเลือกใช้วัสดุที่คำนึงถึงความคงทน และแข็งแรง หาซื้อง่าย ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ (Wangworawong et al., 2024) ที่ได้ทำการพัฒนาชุดฝึกปฏิบัติงานเขียนโปรแกรมพีแอลซีควบคุมระบบนิวเมติกส์ โดยผลการประเมินชุดฝึกปฏิบัติ และเอกสารประกอบการสอนที่พัฒนาขึ้นมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก และสอดคล้องกับผลการวิจัยของ (Promseenong et al., 2024) ที่ได้ทำการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกปฏิบัติระบบทำความเย็นและปรับอากาศแบบแยกส่วนตามมาตรฐานฝีมือแรงงานแห่งชาติ มีผลการประเมินคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X} = 4.59$)

2. ผลการหาประสิทธิภาพของชุดฝึกปฏิบัติงานควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าโดยใช้โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์พบว่า ผู้เรียน จำนวน 14 คน มีคะแนนเฉลี่ยจากปฏิบัติระหว่างเรียนโดยการทำให้สัญญาณ 65.57 คะแนน จากคะแนนเต็ม 75 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 87.43 และมีคะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบปฏิบัติ 51.07 คะแนน จากคะแนนเต็ม 60 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 85.12 แสดงว่าชุดฝึกปฏิบัติงานควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพด้านทักษะเท่ากับ 87.43/85.12 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดด้านทักษะเท่ากับ 85/85 แสดงให้เห็นว่าชุดฝึกปฏิบัติงานควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าโดยใช้โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ที่สร้างขึ้นสามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ส่งผลให้ผู้เรียนมีทักษะงานควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์เป็นไปตามเกณฑ์ด้านทักษะ เนื่องจากผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์งานแล้วนำหัวข้องานแต่ละหัวข้อมาวิเคราะห์ความสามารถเพื่อจัดทำใบขั้นตอนการทำงานที่ให้ผู้เรียนใช้ในการฝึกปฏิบัติอย่างเป็นขั้นเป็นตอน พร้อมมีรูปภาพประกอบแต่ละขั้นตอน การจัดเรียงหัวข้องานจะให้ผู้เรียนได้เรียนรู้และฝึกปฏิบัติจากงานที่ง่ายไปสู่งานที่ยาก ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ (Angsopa et al., 2024) ที่ได้ทำการพัฒนาชุดฝึกปฏิบัติการพื้นฐานการเขียนโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์และการควบคุมหุ่นยนต์เบื้องต้น สำหรับนักเรียนในโครงการความร่วมมือทางวิชาการ พบว่า ประสิทธิภาพของชุดฝึกปฏิบัติการเท่ากับ 86.70/88.40 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดมากกว่าหรือเท่ากับ 85/85 อีกทั้งยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ (Wangworawong et al., 2024) ที่ได้ทำการพัฒนาชุดฝึกปฏิบัติงานเขียนโปรแกรมพีแอลซีควบคุมระบบนิวเมติกส์พบว่า การเรียนการสอนปฏิบัติงานเขียนโปรแกรมพีแอลซีควบคุมระบบนิวเมติกส์ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ 84.96/82.40 เพราะว่าชุดฝึกปฏิบัติได้มีการวิเคราะห์งาน (job analysis) โดยแบ่งเป็นรายการย่อย ๆ จำนวน 4 งาน โดยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้และฝึกปฏิบัติทักษะงานเขียนโปรแกรมโดยเริ่มจากงานที่ง่ายไปสู่งานที่ยาก และผู้เรียนได้เรียนรู้จากการปฏิบัติเป็นลำดับขั้น นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ (Srithongboriboon 2020) ผลการวิจัยพบว่าค่าประสิทธิภาพชุดฝึกทักษะปฏิบัติมีค่าเท่ากับ 81.02/80.08 เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด 80/80 เนื่องจากชุดฝึกทักษะปฏิบัติได้สร้างตามขั้นตอนของนักการศึกษาอย่างเป็นระบบมีการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญทุกขั้นตอน สอดคล้องกับงานวิจัยของ (Keawasa et al., 2024) ได้ทำการพัฒนาเพื่อหาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการทดลองผ่านระบบอินเทอร์เน็ต วิชาเครื่องมือและการวัดไฟฟ้าหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร พบว่า ผลคะแนนของนักศึกษาที่วัดได้จากการปฏิบัติในระหว่างเรียน (E1) และผลที่ได้หลังจากเรียน (E2) ผ่านเกณฑ์ 80/80 ของจำนวนนักศึกษาทั้งหมดที่ตั้งไว้ และสอดคล้องกับงานวิจัยของ (Na Ranong et al., 2021) ได้สร้างชุดฝึกปฏิบัติระบบสายพานลำเลียงอัตโนมัติ พบว่า ผลการทดสอบประสิทธิภาพของชุดฝึกปฏิบัติระบบสายพานลำเลียงอัตโนมัติแสดงค่าผลลัพธ์จากการทดสอบประสิทธิภาพ โดยกำหนดตั้งเกณฑ์ประสิทธิภาพอยู่ที่ 80/80 พบว่าประสิทธิภาพของกระบวนการ E1 เท่ากับ 70.49 และประสิทธิภาพของผลลัพธ์ E2 เท่ากับ 81.86 นอกจากนี้ผลการวิจัยยังพบว่า ชุดฝึกปฏิบัติงานที่พัฒนาขึ้นมีความเหมาะสมกับระดับของผู้เรียน และผู้เรียนมีส่วนร่วมในการฝึกปฏิบัติ อีกทั้งชุดฝึกปฏิบัติงานใบขั้นตอนการทำงาน ใบสัญญาณ มีความสอดคล้องกับลักษณะงานจริง ทำให้กระตุ้นความสนใจและสร้างแรงจูงใจในการฝึกทักษะของผู้เรียน ส่งผลให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ และมีทักษะในการเขียนแลดเดอร์โคเดแกรมของ PLC ควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส มากยิ่งขึ้นแต่อย่างไรก็ตาม ในการจัดการเรียนการสอนภาคปฏิบัติจำเป็นต้องมีชุดฝึกปฏิบัติที่เพียงพอสำหรับผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะ การคิดวิเคราะห์ แก้ปัญหา จากการลงมือปฏิบัติ เพื่อเสริมสร้างประสบการณ์ และทักษะอาชีพ

3. ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนหลังจากเรียนด้วยชุดฝึกปฏิบัติงานควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าโดยใช้โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ ความพึงพอใจในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด เมื่อพิจารณารายข้อพบว่าประเด็นที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด ได้แก่ หัวข้อใบสัญญาณใช้คำสั่งที่เข้าใจง่ายและชัดเจน หัวข้อความรู้และทักษะนำไปประยุกต์ใช้ในงานอาชีพได้ และหัวข้อกิจกรรมการเรียนการสอนด้วยชุดฝึกปฏิบัติส่งเสริมให้เกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด และเมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยเรียงลำดับเป็นรายข้อได้ดังนี้ ชุดฝึกปฏิบัติช่วยให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาด้านทักษะชุดฝึกปฏิบัติมีความสะดวกและง่ายต่อการใช้งาน ใบขั้นตอนการทำงานใช้ภาษาที่เข้าใจง่ายและชัดเจน กิจกรรมการฝึกปฏิบัติมีลำดับขั้นตอนที่เหมาะสม ใบขั้นตอนการทำงานมีรูปภาพสอดคล้องกับคำอธิบาย ใบขั้นตอนการทำงานเรียงลำดับจากง่ายไปยาก และใบสัญญาณกำหนดเวลาเหมาะสมกับการฝึกปฏิบัติ ตามลำดับ สามารถอธิบายได้ว่าการพัฒนาชุดฝึกปฏิบัติงานใบขั้นตอนการทำงาน ที่มีรายละเอียดขั้นตอนการทำงานครบถ้วน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และพัฒนาทักษะการควบคุม

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส โดยใช้โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ และมีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนด สอดคล้องกับงานวิจัยของ (Angsopa et al., 2024) กล่าวว่า ความพึงพอใจของผู้เรียนด้วยชุดฝึกปฏิบัติที่พัฒนาขึ้นภาพรวมอยู่ในระดับมาก เหมาะสมกับระดับและความสามารถของผู้เรียน และสามารถอธิบายได้ว่าการพัฒนาชุดฝึกปฏิบัติงานโดยผ่านการประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญสามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ได้ทำให้ผู้เรียนมีความพึงพอใจ สอดคล้องกับงานวิจัยของ (Promseenong et al., 2024) กล่าวว่า ความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อการเรียนการสอนจากการใช้ชุดฝึกปฏิบัติระบบทำความเย็นและปรับอากาศแบบแยกส่วนตามมาตรฐานฝีมือแรงงานแห่งชาติ อยู่ในระดับมากที่สุด เนื่องจากชุดฝึกปฏิบัติผ่านการประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบและด้านการใช้งาน อยู่ในระดับดีมาก

ข้อเสนอแนะ

1. พัฒนาเอกสารประกอบชุดฝึกปฏิบัติให้ครอบคลุมประเภทของมอเตอร์ที่ใช้ในอุตสาหกรรมจริงให้ครบทุกชนิด
2. พัฒนาชุดฝึกปฏิบัติที่ผู้เรียนสามารถฝึกสมรรถนะในงานติดตั้งและประกอบอุปกรณ์ ซึ่งสอดคล้องกับลักษณะงานควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าที่ใช้งานจริงในงานอุตสาหกรรมให้ครบทุกชนิด

เอกสารอ้างอิง

- Angsopa, S., Juikumjorn, K., Pikooltong, T., & Vigromsakulwong, W. (2024). The development of laboratory exercises for the fundamentals of microcontroller programming and basic robotics control for students in academic collaboration program. *Journal of Technical and Engineering Education*, 15(3), 58-69. <https://so10.tci-thaijo.org/index.php/FTEJournal/article/view/1209/783> [in Thai]
- Keawasa, S., Jongruthum, P., Wongsuriya, P., Chara, P., Suntonkanokpong, W., & Pomsuwancharoen, N. (2024). Experimental laboratory set via internet system on electrical instrument and measurement course of higher vocational certificate program of Rajamangala University of Technology Isan, Sakon Nakhon Campus. *Journal of Industrial Education*. 23(2), 88-99. <https://ph01.tci-thaijo.org/index.php/JIE/article/view/254259/172729> [in Thai]
- Na Ranong, C., Botmatra, C., & Faichokchai, K. (2021). Training set for automatic conveyor belt system. *Institute of Vocational Education Southern Region 3 Journal*. 1(2), 109-116. <https://so08.tci-thaijo.org/index.php/KRIS/article/view/3207/2323> [in Thai]
- Phanprayoon, T. (2020). Construction and efficiency verification of the experimental set for electric motor controller with programmable logic controller for the second years students in higher vocational certificate level, electric power division, Chiangrai industrial and community education college. *Journal of Teacher Professional Development*, 1 (1), 75-85. <https://ph02.tci-thaijo.org/index.php/withayajamjournal/article/view/240042/163812> [in Thai]
- Promseenong, P., Sema, P., & Chuenchomnakjad, S. (2024). Creation and efficiency determination of a modular refrigeration and air conditioning practice set according to the national skilled labor standards. *Journal of Technical and Engineering Education*, 15(1), 29-39. <https://so10.tci-thaijo.org/index.php/FTEJournal/article/view/887/696> [in Thai]
- Promwong, C. (2013). Developmental testing of media and instructional package. *Silpakorn Education Research Journal*, 5(1), 7-20. <https://so05.tci-thaijo.org/index.php/suedureasearchjournal/article/view/28419> [in Thai]
- Srithongboriboon, C., (2020). The development of the basic mechanical tool skill practical set in cutting, grinding, and drilling with the MIAP model teaching procedure for the vocational certificate students. *Silpakorn Education Research Journal*, 12(1), 281-296. <https://so05.tci-thaijo.org/index.php/suedureasearchjournal/article/view/238672/167569> [in Thai]

การอ้างอิงบทความนี้

- APA Tanausavaphol, T. & Prathoomthong, R. (2025). Performance Evaluation of Electric Motor Control Practical Training using Programmable Logic Controller (PLC) *Journal of Technical and Engineering Education*, 16(3), 12-24 Thaijo. <https://doi.org/10.14416/j.ftee.2025.12.02>
- MLA Tanausavaphol, Tanat & Prathoomthong, Ruthai “Performance Evaluation of Electric Motor Control Practical Training using Programmable Logic Controller (PLC)” *Journal of Technical and Engineering Education*, vol. 16, no. 3, Dec. 2025, pp. 12-24, <https://doi.org/10.14416/j.ftee.2025.12.02>. Thaijo.
- ISO690 T. Tanausavaphol, & R. Prathoomthong “Performance Evaluation of Electric Motor Control Practical Training using Programmable Logic Controller (PLC)” *Journal of Technical and Engineering Education*, vol. 16, no. 3, pp. 12-24, Dec. 2025, doi: <https://doi.org/10.14416/j.ftee.2025.12.02>.

การพัฒนาชุดกิจกรรมออนไลน์ด้วยบอร์ดสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน
เพื่อพัฒนาทักษะด้าน Coding สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย
A Development of Online Activities Package with Embedded System Board
to Enhance Coding Skill for Elementary Student

ปนัดดา นิลคง^{1*} และ อาจนรงค์ มโนสุทธิฤทธิ์¹
Panadda Nilkong^{1*} and Artnarong Manosuttirit¹

(วันรับบทความ : 6 มกราคม 2568/วันแก้ไขบทความ : 4 มีนาคม 2568/วันตอบรับบทความ : 1 กรกฎาคม 2568)
(Received Date : January 6, 2025, Revised Date : March 4, 2025, Accepted Date : July 1, 2025)

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อศึกษาองค์ประกอบของชุดกิจกรรมออนไลน์ด้วยบอร์ดสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐานเพื่อพัฒนาทักษะด้าน Coding สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย 2) เพื่อพัฒนาชุดกิจกรรมออนไลน์เพื่อพัฒนาทักษะด้าน Coding ให้มีคุณภาพและประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 3) เพื่อศึกษาความก้าวหน้าของผู้เรียนหลังใช้ชุดกิจกรรมออนไลน์เพื่อพัฒนาทักษะด้าน Coding กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัยคือนักเรียนในชุมชนวิทยาศาสตร์ที่มีความพร้อมซึ่งเป็นอาสาที่เกิดจากการสมัครใจ จำนวน 30 คน ได้จากการเลือกแบบเจาะจง สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าร้อยละ และการหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์ E1/E2 องค์ประกอบชุดกิจกรรมออนไลน์ ประกอบด้วย 1) ชื่อชุดกิจกรรม 2) คำแนะนำสำหรับครูและนักเรียน 3) เวลาที่ใช้ 4) จุดประสงค์การเรียนรู้ เป็นส่วนที่ระบุเป้าหมายที่ต้องการให้ผู้เรียนเกิดการการเรียนรู้ 5) แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน 6) ใบความรู้ 7) กิจกรรมการเรียนรู้ 8) สื่อ-วัสดุอุปกรณ์

ผลการวิจัยพบว่า 1) การพัฒนาคุณภาพชุดกิจกรรมมีค่าเฉลี่ย 4.21 2) ชุดกิจกรรมออนไลน์มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์เท่ากับ 82.83/83 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 3) ผลการประเมินทักษะด้าน Coding มีค่าเฉลี่ย 2.62 4) มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มขึ้นร้อยละ 70.26

คำสำคัญ : ชุดกิจกรรมออนไลน์, บอร์ดสมองกลฝังตัว, ทักษะด้าน Coding, โครงงานเป็นฐาน

1 ภาควิชานวัตกรรมและเทคโนโลยีการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

1 Department of Innovation and Educational Technology, Faculty of Education, Burapha University

* ผู้นิพนธ์ประสานงาน อีเมล: 63920246@go.buu.ac.th

* Corresponding author e-mail: 63920246@go.buu.ac.th

Abstract

This research aimed to: 1) study the components of an online activity set using an embedded board using a project as a base to develop Coding skills for late primary school students, 2) develop an online activity set to develop Coding skills with quality and efficiency according to the 80/80 criteria, and 3) study the progress of learners after using the online activity set to develop Coding skills. The sample group used in the research was 30 students in the science club who were ready and volunteered by purposive selection. The statistics used in data analysis were mean, standard deviation, percentage, and efficiency according to the E1/E2 criteria. The components of the online activity set consisted of 1) activity set name, 2) instructions for teachers and students, 3) time used, 4) learning objectives, which are the part that specifies the goals that learners want to learn, 5) pre-test and post-test, 6) knowledge sheet, 7) learning activities, 8) media and equipment.

The results of the research showed that 1) The development of the quality of the activity set had an average of 4.21. 2) The learning activity achieved an effectiveness of 82.83/83, which exceeded the set criteria 3) The results of the Coding skill assessment had an average of 2.62. 4) The learning achievement increased by 70.26 percent.

Keywords : Online Activities Package, Embedded System Board, Coding Skill, Project-based Learning

บทนำ

ความก้าวหน้าของเทคโนโลยี ได้นำสังคมเข้าสู่การเป็นสังคมดิจิทัล เกิดการพัฒนาอุปกรณ์เครื่องมือสื่อสารต่าง ๆ ที่อาศัยโปรแกรมร่วมกับเครื่องคอมพิวเตอร์ที่สามารถแสดงผลข้อมูลได้อย่างรวดเร็วประเทศไทยจึงขับเคลื่อนนโยบายต่าง ๆ เพื่อให้ทันกับความก้าวหน้าของเทคโนโลยี และนำผู้เรียนไปสู่การเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เห็นได้จากแผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560-2579 ที่มุ่งให้ผู้เรียนเกิดคุณลักษณะและทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 (3Rs 8Cs) ที่หมายรวมถึงทักษะด้านการสร้างสรรค์และนวัตกรรม (Creativity and Innovation) ทักษะด้านคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ และการสื่อสาร (Computing and ICT Literacy) สอดคล้องกับมาตรฐานการศึกษาของชาติ พ.ศ. 2561 ที่ต้องการพัฒนาคนไทยให้เป็นบุคคลที่มีคุณลักษณะ 3 ด้าน ได้แก่ 1) ผู้เรียนรู้ ต้องมีทักษะการเรียนรู้ตลอดชีวิตเพื่อก้าวทันโลกดิจิทัลและโลกอนาคต 2) ผู้ร่วมสร้างสรรค์นวัตกรรม เป็นผู้ที่มีทักษะทางปัญญา ทักษะศตวรรษที่ 21 ทักษะการคิดสร้างสรรค์และพัฒนานวัตกรรมทางเทคโนโลยีหรือสังคมเพื่อเพิ่มโอกาสและมูลค่าให้กับตนเองและสังคม 3) พลเมืองที่เข้มแข็ง เป็นผู้ที่มีความรักชาติ รักท้องถิ่น รู้ถูกผิด มีจิตสำนึกเป็นพลเมืองไทยและพลเมืองโลก มีจิตอาสา มีอุดมการณ์ และมีส่วนร่วมในการพัฒนาชาติ (Educational Standards Group, 2019)

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) วิชาวิทยาการคำนวณในระดับประถมศึกษาตอนปลายจะเน้นการเรียนการสอนในการออกแบบและการเขียนโปรแกรมอย่างง่ายเป็นการนำซอฟต์แวร์หรือสื่อการเรียนการสอน เรียนรู้วิธีค้นหาข้อมูลจากอินเทอร์เน็ตอย่างเหมาะสม (The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology, 2019) จากการศึกษาสภาพปัญหาในการจัดการเรียนการสอน การออกแบบและเขียนโปรแกรม (Coding) ผู้เรียนไม่ได้รับการฝึกทักษะและกระบวนการคิดตามหลักการเนื่องจากครูผู้สอนยังขาดความรู้ความเข้าใจที่ชัดเจนในหลักการ ขาดสื่อการเรียนการสอนที่สามารถทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์และตัวชี้วัดได้ทำให้มีปัญหาในการนำสู่การปฏิบัติที่ชัดเจนและไม่บรรลุเป้าหมายการพัฒนาผู้เรียนด้าน Coding นอกจากนี้ผู้เรียนที่ได้รับการฝึกทักษะและเรียนรู้เรื่อง Coding ที่สามารถแสดงผลงานให้เห็นได้ในเชิงประจักษ์ แต่ไม่ได้รับการส่งเสริมสนับสนุนให้ทำกิจกรรมต่อยอดไปใช้ในชุมชนหรือใช้ในโรงเรียนได้อย่างเป็นรูปธรรม (Office of the

Education Council, 2021) ดังนั้น ผู้สอนจึงต้องจัดการเรียนการสอนที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ มากที่สุดโดยผ่านการลงมือทำกิจกรรมต่าง ๆ ด้วยตนเองอย่างมีขั้นตอน จนเกิดทักษะและสามารถนำไปใช้ได้ ซึ่งเทคนิคในการจัดการเรียนการสอนหนึ่งที่จะช่วยให้การเรียนประสบความสำเร็จ คือ การจัดการเรียนการสอนด้วยรูปแบบการใช้โครงงานเป็นฐาน การใช้รูปแบบการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานสามารถส่งเสริมให้เกิดการสร้างผลงานและรู้จักวิธีการคิด วิเคราะห์ปัญหา ตั้งสมมติฐาน แสวงหาความรู้ และมีกระบวนการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบจนได้ชิ้นงานที่มีคุณภาพและมีความคิดสร้างสรรค์ (Theprasit, 2021) เทคนิคนี้จะส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะด้าน Coding แล้วยังส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะในการทำงานเป็นทีมและยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่นและเกิดความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนได้ดีขึ้นอีกด้วย

การนำบอร์ดสมองกลฝังตัวเข้ามาประยุกต์ใช้กับเทคนิคการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน นับเป็นเครื่องมือที่สำคัญช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ผ่านการลงมือปฏิบัติจริง บอร์ดสมองกลฝังตัวถือเป็นเทคโนโลยีหนึ่งที่จะมาเป็นตัวช่วยในการพัฒนาทักษะด้าน Coding ซึ่งบอร์ดสมองกลฝังตัวเป็นระบบหรืออุปกรณ์ที่สามารถทำงานได้อย่างอัตโนมัติตามคำสั่ง (โปรแกรม) ที่ได้กำหนดไว้ล่วงหน้า โดยอาจมีส่วนประกอบของอุปกรณ์ประมวลผล (Human Resource Development in Electronics and Information Technology (HRDS), 2020) บอร์ดสมองกลฝังตัวได้รับการออกแบบมาเพื่อพัฒนารากฐานทางด้านการเขียนโปรแกรมของเด็กในยุคใหม่ นอกจากนี้ยังสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ที่สนุกสนานและมีความสุขกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และพัฒนาตนเองอย่างต่อเนื่องส่งผลให้ผู้เรียนมีทักษะด้าน Coding เพิ่มขึ้นและมีประสิทธิภาพ ทักษะด้าน Coding จะช่วยกระตุ้นกระบวนการคิด เช่น การคิดวิเคราะห์และการแก้ปัญหา ทักษะการคิดสร้างสรรค์ ทักษะการเขียนโปรแกรม ทักษะสื่อสารและทำงานเป็นทีมให้กับเด็ก ในขั้นสูงเมื่อเด็กสามารถเขียนโค้ดหรือเขียนชุดคำสั่งเป็นภาษาคอมพิวเตอร์เพื่อสั่งงานคอมพิวเตอร์ได้ และสามารถบูรณาการร่วมกับวิชาอื่นจนสามารถสร้างสรรค์โปรแกรม แอปพลิเคชันต่าง ๆ ที่เป็นนวัตกรรม สร้างรายได้ให้กับตนเอง และช่วยให้ประเทศพัฒนาขีดความสามารถในการแข่งขันด้านอุตสาหกรรมดิจิทัลในระยะยาว เกิดการพัฒนามูลค่าเพิ่มทางเศรษฐกิจด้วยฐานความรู้ด้านวิจัยและนวัตกรรมในอนาคต ตามยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี พาประเทศมุ่งสู่ไทยแลนด์ 4.0 (Educational Development Group, 2020)

จากสภาพปัญหาดังกล่าวผู้วิจัยมีแนวคิดที่จะจัดการศึกษาเพื่อแก้ปัญหาโดยต้องการพัฒนาทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ของผู้เรียน โดยหากระบวนการใหม่ ๆ ที่จะช่วยให้ผู้เรียนเรียนรู้และนำข้อมูลมาสร้างองค์ความรู้ด้วยตัวเอง เกิดการวิเคราะห์ แก้ปัญหาเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตและการทำงาน จึงควรส่งเสริมทักษะด้าน Coding ผ่านบอร์ดสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน เป็นการเรียนรู้ที่เน้นการปฏิบัติจริงฝึกการเรียนรู้ด้วยการทำงานเป็นทีมร่วมกับผู้อื่น เป็นการเสริมสร้างศักยภาพการเรียนรู้ของแต่ละคนให้ได้รับการพัฒนาได้เต็มขีดความสามารถที่มีอยู่อย่างแท้จริง ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง จากหลักการและเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยต้องการที่จะพัฒนาชุดกิจกรรมออนไลน์ด้วยบอร์ดสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐานเพื่อพัฒนาทักษะด้าน Coding สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย อันจะส่งผลให้ทักษะทางปัญญาด้านการคิดวิเคราะห์สูงขึ้นและมีประสิทธิภาพต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาองค์ประกอบของชุดกิจกรรมออนไลน์ด้วยบอร์ดสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐานเพื่อพัฒนาทักษะ Coding สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย
2. เพื่อพัฒนาชุดกิจกรรมออนไลน์ด้วยบอร์ดสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐานเพื่อพัฒนาทักษะ Coding สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80
3. เพื่อศึกษาความก้าวหน้าของผู้เรียนหลังใช้ชุดกิจกรรมออนไลน์ด้วยบอร์ดสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐานเพื่อพัฒนาทักษะด้าน Coding สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย

ขอบเขตของการวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

a. ประชากรที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้ ได้แก่

นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ถึง 6 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 72 คน โรงเรียนวัดบัวโรย (เฉลิมราชกูรวิทยาการ) สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาสมุทรปราการเขต 2 อำเภอบางเสาธง จังหวัดสมุทรปราการ

b. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้ ได้แก่

นักเรียนในชุมนุมวิทยาศาสตร์ที่มีความพร้อมซึ่งเป็นอาสาสมัครที่เกิดจากการสมัครใจจากประชากรทั้งหมด จำนวน 30 คน

2. ขอบเขตเนื้อหา

กิจกรรมที่ 1 เราคือ Micro:bit

กิจกรรมที่ 1.1 เรียนรู้บอร์ด Micro:bit

กิจกรรมที่ 1.2 รู้จักโปรแกรม Micro:bit

กิจกรรมที่ 2 สนุก Code กับ Micro:bit

กิจกรรมที่ 2.1 เริ่มต้นเขียนโปรแกรม Micro:bit

กิจกรรมที่ 2.2 การวัดอุณหภูมิ

กิจกรรมที่ 3 สร้างสรรค์โครงงานด้วย Micro:bit

กิจกรรม ถึงขยะอัจฉริยะ

3. ระยะเวลาที่ใช้ในงานวิจัย

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 ระยะเวลา 8 สัปดาห์

วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการพัฒนาชุดกิจกรรมออนไลน์ด้วยบอร์ดสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐานเพื่อพัฒนาทักษะด้าน Coding สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย ผู้วิจัยได้ใช้ขั้นตอนการดำเนินงานตามรูปแบบของ ADDIE MODEL โดยมีขั้นตอนดำเนินการ ดังนี้

ขั้นที่ 1 การวิเคราะห์ (Analysis)

ปัญหาการเรียนการสอน ผลคะแนนทางการเรียน เนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้ คุณลักษณะผู้เรียน เทคโนโลยีสำหรับการเรียนการสอน เอกสาร งานวิจัย และทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ขั้นที่ 2 การออกแบบ (Design)

ในการออกแบบชุดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องถึงขยะอัจฉริยะแบ่งเนื้อหาตามแผนการเรียนรู้ออกเป็น 12 ครั้ง เวลา 12 ชั่วโมง ดังนี้

ครั้งที่ 1 แบบทดสอบก่อนเรียน

ครั้งที่ 2 ระบุปัญหาที่เกิดขึ้นในโรงเรียน

ครั้งที่ 3 เรียนรู้บอร์ด micro: bit

ครั้งที่ 4 รู้จักโปรแกรม micro: bit

ครั้งที่ 5 เริ่มต้นเขียนโปรแกรม micro: bit

ครั้งที่ 6 การวัดอุณหภูมิ

ครั้งที่ 7 ออกแบบอัลกอริทึม

ครั้งที่ 8 เขียนโปรแกรมถึงขยะอัจฉริยะ

ครั้งที่ 9 ออกแบบถึงขยะอัจฉริยะ

ครั้งที่ 10 สร้างถึงขยะอัจฉริยะ

ครั้งที่ 11 นำเสนอผลงานถึงขยะอัจฉริยะ

ครั้งที่ 12 แบบทดสอบหลังเรียน

ขั้นที่ 3 การพัฒนา (Development)

1. ดำเนินการสร้างชุดกิจกรรมออนไลน์ตามที่ได้ออกแบบไว้ ผ่านโปรแกรม canva.com จากนั้นนำชุดกิจกรรมออนไลน์ไปประเมินคุณภาพของสื่อโดยผู้เชี่ยวชาญด้านเทคนิคและเนื้อหาจำนวน 3 ท่าน พบว่า ชุดกิจกรรมออนไลน์มีคุณภาพอยู่ในระดับเหมาะสมมาก ($\bar{X} = 4.21$, S.D. = 0.20)

2. สร้างแบบทดสอบก่อน-หลังเรียน

เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก มีจำนวน 20 ข้อ โดยผ่านผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ผลการประเมินพบว่า มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) อยู่ระหว่าง 0.67 – 1.00 ซึ่งแสดงถึงความเที่ยงตรงของเนื้อหาที่ดี จากนั้นนำแบบทดสอบไปทดสอบกับนักเรียนจำนวน 30 คนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อทดสอบค่าความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง 0.20 – 0.80 ค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.20 – 1.00 ซึ่งบ่งชี้ว่าแบบทดสอบมีคุณภาพเหมาะสมสำหรับการนำไปใช้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในการวิจัยนี้

ขั้นที่ 4 การทดลองนำไปใช้งาน

1. ทดลองใช้แบบรายบุคคล ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 3 คน

นำชุดกิจกรรมออนไลน์ไปทดลองใช้กับผู้เรียนจำนวน 3 คน เป็นนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในระดับอ่อน 1 คน ปานกลาง 1 คน และเก่ง 1 คน พบว่า นักเรียนให้ความสนใจและสนุกกับการเรียนรู้มาก รวมถึงพบปัญหาเวลาที่ใช้ทำกิจกรรมไม่เพียงพอเนื่องจากนักเรียนต้องหาดำแหน่งของบล็อกคำสั่ง ตัวอักษรในชุดกิจกรรมออนไลน์ มีขนาดเล็กผู้วิจัยได้สังเกตและบันทึกข้อมูลต่าง ๆ เพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องเพื่อใช้ในการทดลองครั้งต่อไป

2. ทดลองแบบกลุ่มย่อย ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 9 คน

นำชุดกิจกรรมออนไลน์ที่ได้ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 9 คน เป็นนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในระดับอ่อน 3 คน ปานกลาง 3 คน และเก่ง 3 คน พบว่านักเรียนให้ความสนใจและเกิดการเรียนรู้มากขึ้น

3 ทดลองวิธีการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมออนไลน์ เรื่อง ถึงขยะอัจฉริยะ โดยใช้โครงงานเป็นฐานกับผู้เรียนกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน เก็บข้อมูลในชั่วโมงชุมนุมและชั่วโมงกิจกรรมลดเวลาเรียนเพิ่มเวลารู้

3.1) ชี้แจงขั้นตอนการเข้าใช้ชุดกิจกรรมออนไลน์ เรื่อง ถึงขยะอัจฉริยะ

ขั้นตอนรายละเอียดของการเรียนรู้ผ่านชุดกิจกรรมออนไลน์ เรื่อง ถึงขยะอัจฉริยะและฝึกทักษะด้าน Coding

3.2) ทดสอบก่อนเรียนเนื้อหาโดยใช้ชุดกิจกรรมออนไลน์ เรื่อง ถึงขยะอัจฉริยะ

3.3) จัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมออนไลน์ เรื่อง ถึงขยะอัจฉริยะ และให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด ผ่านการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน

3.4) ทดสอบหลังเรียนเนื้อหาโดยใช้ชุดกิจกรรมออนไลน์ เรื่อง ถึงขยะอัจฉริยะ ผ่านการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน

ขั้นที่ 5 การประเมินผล (Evaluation)

การวิเคราะห์ข้อมูล

1) หาค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และร้อยละ

สำหรับวิเคราะห์คุณภาพของชุดกิจกรรมออนไลน์ เรื่อง ถึงขยะอัจฉริยะ

2) วิเคราะห์การพัฒนาชุดกิจกรรมออนไลน์ เรื่อง ถึงขยะอัจฉริยะให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80

3) ทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ย

ผลความก้าวหน้าของผู้เรียนก่อนและหลังเรียนรู้ผ่านชุดกิจกรรมออนไลน์ เรื่อง ถึงขยะอัจฉริยะ

ผลการวิจัย

1. ผลการวิเคราะห์ชุดกิจกรรมออนไลน์ ประกอบด้วย 1) ชื่อชุดกิจกรรม เป็นส่วนที่ระบุชื่อกิจกรรมการเรียนรู้ 2) คำแนะนำสำหรับครูและนักเรียน เป็นส่วนที่อธิบายวิธีการดำเนินการเรียนรู้ 3) เวลาที่ใช้ คือ ระยะเวลาในการปฏิบัติกิจกรรมในแต่ละกิจกรรมการเรียนรู้ 4) จุดประสงค์การเรียนรู้ เป็นส่วนที่ระบุเป้าหมายที่ต้องการให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้หลังจากใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ 5) แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน เป็นการทดสอบความสามารถของผู้เรียนก่อนและหลังการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ 6) ใบความรู้ เป็นส่วนที่ระบุเนื้อหาของกิจกรรม 7) กิจกรรมการเรียนรู้เป็นส่วนของกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้เรียนจะต้องปฏิบัติตามเพื่อให้เกิดประสบการณ์มากที่สุด 8) สื่อ - วัสดุ

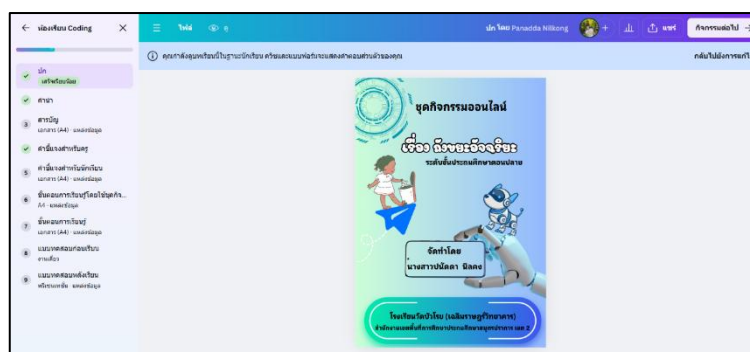
อุปกรณ์ เป็นวัสดุอุปกรณ์ที่ครูนำมาใช้ในกิจกรรมประกอบด้วย บอร์ดไมโครบิต เซอร์โวมอเตอร์ บอร์ดต่อขยาย ถ่านไฟฉาย อัลตราโซนิกเซนเซอร์ ถังขยะขนาดเล็ก

2. ผลการพัฒนาชุดกิจกรรมออนไลน์ด้วยบอร์ดสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐานเพื่อพัฒนาทักษะด้าน Coding สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย

ตารางที่ 1 แสดงผลการประเมินคุณภาพของชุดกิจกรรมออนไลน์

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
ด้านเนื้อหา			
ตอนที่ 1 ส่วนความถูกต้องของเนื้อหา	4.19	0.27	มาก
ตอนที่ 2 ส่วนภาพประกอบและโครงสร้าง	4.33	0.11	มาก
ด้านเทคนิคมาก			
ตอนที่ 1 การออกแบบชุดกิจกรรมออนไลน์	4.16	0.28	มาก
ตอนที่ 2 ส่วนภาพและตัวอักษร	4.19	0.12	มาก
เฉลี่ยโดยรวม	4.21	0.20	มาก

จากตารางที่ 1 ผลการประเมินคุณภาพชุดกิจกรรมออนไลน์เรื่อง ถังขยะอัจฉริยะ พบว่า ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ที่มีต่อชุดกิจกรรมออนไลน์เรื่อง ถังขยะอัจฉริยะ อยู่ในระดับเหมาะสมมาก ($\bar{X} = 4.21$, S.D. = 0.20)



รูปที่ 1 ตัวอย่างชุดกิจกรรมออนไลน์ เรื่อง ถังขยะอัจฉริยะ

3. ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพชุดกิจกรรมออนไลน์ด้วยบอร์ดสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐานเพื่อพัฒนาทักษะด้าน Coding สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย

ตารางที่ 2 แสดงผลการทดสอบประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมออนไลน์ เรื่อง ถังขยะอัจฉริยะ

คะแนนระหว่างเรียน			แบบทดสอบหลังเรียน			ประสิทธิภาพ E1/E2
คะแนนเต็ม	ค่าเฉลี่ย	E1	คะแนนเต็ม	ค่าเฉลี่ย	E2	
40	33.13	82.83	20	16.60	83	82.38/83

จากตารางที่ 2 พบว่า จากการจัดการเรียนการสอนผ่านชุดกิจกรรมออนไลน์ เรื่อง ถังขยะอัจฉริยะ ได้คะแนนระหว่างการจัดการเรียนรู้ คิดเป็นร้อยละ 82.83 และคะแนนหลังการจัดการเรียนรู้ คิดเป็นร้อยละ 83 สรุปได้ว่าชุดกิจกรรมออนไลน์เรื่อง ถังขยะอัจฉริยะ มีประสิทธิภาพ E1/E2 เท่ากับ 82.83/83 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้ แสดงให้เห็นว่า ชุดกิจกรรมที่ถูกออกแบบมาโดยใช้การเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดทักษะด้าน Coding เพิ่มขึ้นจากการเรียนรู้แบบท่องจำ

4. ผลการวิเคราะห์ความก้าวหน้าทางการเรียนด้วยชุดกิจกรรมออนไลน์ เรื่อง ถึงขยะอัจฉริยะ

ตารางที่ 3 แสดงผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน

การทดสอบ	นักเรียน	คะแนนเต็ม	ผลรวมคะแนน	$\bar{X}$	ดัชนีประสิทธิผล	ร้อยละ
ก่อนเรียน	30	20	257	12.85	0.7026	70.26
หลังเรียน	30	20	498	24.9		

จากตารางที่ 3 พบว่า เมื่อผู้เรียนเรียนผ่านชุดกิจกรรมออนไลน์ เรื่อง ถึงขยะอัจฉริยะ ค่าดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.7026 คิดเป็นร้อยละ 70.26 แสดงว่าผู้เรียนที่เรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมออนไลน์ เรื่อง ถึงขยะอัจฉริยะ มีทักษะด้าน Coding เพิ่มขึ้น

5. ผลการประเมินทักษะด้าน Coding ที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมออนไลน์ เรื่อง ถึงขยะอัจฉริยะ

ตารางที่ 4 แสดงผลการประเมินทักษะด้าน Coding ด้วยชุดกิจกรรมออนไลน์ เรื่อง ถึงขยะอัจฉริยะ (n=30)

ทักษะการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์	คะแนนรวม	$\bar{X}$ (เต็ม 3 คะแนน)	ร้อยละ	ระดับ ทักษะ
ด้านที่ 1 ทักษะการคิดวิเคราะห์และการแก้ปัญหา				
ผู้เรียนสามารถวิเคราะห์การเขียนโปรแกรมและสามารถเขียนโปรแกรมเบื้องต้นได้	79	2.63	87.67	ดี
ผู้เรียนมีความเข้าใจและสามารถแก้ไขข้อผิดพลาดของโปรแกรมได้	78	2.6	86.67	ดี
เฉลี่ยรวม	157	2.61	87.17	ดี
ด้านที่ 2 ทักษะการคิดสร้างสรรค์				
ผู้เรียนออกแบบชิ้นงานที่ได้รับมอบหมายได้	81	2.7	90	ดี
ผู้เรียนสามารถผลิตชิ้นงานออกมาได้	75	2.5	83.33	ดี
เฉลี่ยรวม	156	2.6	86.67	ดี
ด้านที่ 3 ทักษะการเขียนโปรแกรม				
ผู้เรียนสามารถอธิบายขั้นตอนการใช้งานโปรแกรม Micro:bit ได้	83	2.77	92.33	ดี
ผู้เรียนสามารถเขียนโปรแกรมด้วย Micro:bit ได้	82	2.73	91	ดี
ผู้เรียนสามารถประยุกต์การเขียนโปรแกรมได้	75	2.5	83.33	ดี
เฉลี่ยรวม	240	2.67	88.87	ดี
ด้านที่ 4 ทักษะการสื่อสารและทำงานเป็นทีม				
วิธีการนำเสนอผลงานอย่างสร้างสรรค์	80	2.67	89	ดี
การมีส่วนร่วมของสมาชิกในกลุ่ม	80	2.67	89	ดี
การยอมรับฟังความคิดเห็นของคนอื่น	75	2.5	83.33	ดี
เฉลี่ยรวม	235	2.61	87	ดี
เฉลี่ยรวมทุกด้าน	187.5	2.62	87.43	ดี

จากตารางที่ 4 ผลการประเมินทักษะด้าน Coding ด้วยชุดกิจกรรมออนไลน์ เรื่อง ถึงขยะอัจฉริยะ พบว่า กลุ่มตัวอย่างมีค่าพัฒนาการสูงที่สุดคือ ด้านทักษะการเขียนโปรแกรม รอลงมาคือ ทักษะด้านการคิดวิเคราะห์และการแก้ปัญหา ทักษะด้านการทำงานเป็นทีม และทักษะด้านความคิดสร้างสรรค์ ตามลำดับ จึงสรุปได้ว่า นักเรียนที่ใช้ชุดกิจกรรมออนไลน์ เรื่อง ถึงขยะอัจฉริยะ มีทักษะด้าน Coding อยู่ในระดับดี

สรุปผล

จากการดำเนินการวิจัยการพัฒนาชุดกิจกรรมออนไลน์ด้วยบอร์ดสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐาน เพื่อพัฒนาทักษะด้าน Coding สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย สรุปผลการวิจัยได้ ดังนี้

1. ผลการศึกษาค้นคว้าประกอบชุดกิจกรรมออนไลน์ เรื่อง ถึงขยะอัจฉริยะ ประกอบด้วย 1) ชื่อชุดกิจกรรม เป็นส่วนที่ระบุชื่อกิจกรรมการเรียนรู้ 2) คำแนะนำสำหรับครูและนักเรียน เป็นส่วนที่อธิบายวิธีการดำเนินการเรียนรู้ 3) เวลาที่ใช้ คือ ระยะเวลาในการปฏิบัติกิจกรรมในแต่ละกิจกรรมการเรียนรู้ 4) จุดประสงค์การเรียนรู้ เป็นส่วนที่ระบุ เป้าหมายที่ต้องการให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้หลังจากใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ 5) แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน เป็นการทดสอบความสามารถของผู้เรียนก่อนและหลังการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ 6) ใบความรู้ เป็นส่วนที่ระบุ เนื้อหาของกิจกรรม 7) กิจกรรมการเรียนรู้ เป็นส่วนของกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้เรียนจะต้องปฏิบัติตามเพื่อให้ เกิดประสบการณ์มากที่สุด 8) สื่อ - วัสดุอุปกรณ์ เป็นวัสดุอุปกรณ์ที่ครูนำมาใช้ในกิจกรรมประกอบด้วย บอร์ดไมโครบิต เซอร์ไวร์มอร์เตอร์ บอร์ดต่อขยาย ถ่านไฟฉาย อัลต้าโซนิคเซนเซอร์ ถึงขยะขนาดเล็ก

2. ผลการพัฒนาชุดกิจกรรมออนไลน์ด้วยบอร์ดสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐานเพื่อพัฒนาทักษะ ด้าน Coding สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย มีกิจกรรมทั้งหมด 3 กิจกรรม คือ 1) เราคือ Micro:bit 2) สนุกCode กับ Micro:bit 3) สร้างสรรค์โครงงานด้วย Micro:bit โดยผู้เชี่ยวชาญประเมินคุณภาพอยู่ในระดับเหมาะสม มาก ($\bar{X} = 4.21$, $SD = 0.20$)

3. ผลการทดสอบประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมออนไลน์ เรื่อง ถึงขยะอัจฉริยะ มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ $E1/E2 = 80/80$ (82.83/83)

4. ผลการทดสอบประสิทธิผลของชุดกิจกรรมออนไลน์ เรื่อง ถึงขยะอัจฉริยะ ค่าดัชนีประสิทธิผล เท่ากับ 0.7026 แสดงว่า ผู้เรียนที่เรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมออนไลน์ เรื่อง ถึงขยะอัจฉริยะ มีความรู้เพิ่มขึ้น 0.7026 หรือคิดเป็นร้อยละ 70.26

5. ผลการศึกษาทักษะด้าน Coding พบว่า ผู้เรียนมีทักษะด้าน Coding อยู่ในระดับดี ($\bar{X} = 2.62$) คิดเป็น ร้อยละ 87.43

อภิปรายผล

1. ผลการพัฒนาชุดกิจกรรมออนไลน์ด้วยบอร์ดสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐานเพื่อพัฒนาทักษะด้าน Coding สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นตามหลักการของ ADDIE Model ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ การวิเคราะห์ (Analysis) การออกแบบ (Design) การพัฒนา (Development) การนำไปใช้ (Implementation) และการประเมินผล (Evaluation) การออกแบบกิจกรรมเป็นการให้ผู้เรียนได้เรียนรู้และลงมือปฏิบัติ กิจกรรมต่าง ๆ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการกระตือรือร้นในการทำกิจกรรม โดยเฉพาะในเรื่องการเขียนโปรแกรมถึงขยะอัจฉริยะ ที่ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ผ่าน ชุดกิจกรรมออนไลน์ เรื่องถึงขยะอัจฉริยะ มีทั้งหมด 3 กิจกรรม ได้แก่ 1. เราคือ Micro:bit ประกอบด้วยกิจกรรมย่อยคือ 1) บอร์ดสมองกลฝังตัว 2) โปรแกรม Micro:bit 2. สนุก Code กับ Micro:bit ประกอบด้วยกิจกรรมย่อยคือ 1) เริ่มต้นเขียนโปรแกรม Micro:bit 2) วัดอุณหภูมิ 3. สร้างสรรค์โครงงานด้วย Micro:bit ประกอบด้วยกิจกรรมย่อยคือ ถึงขยะอัจฉริยะ ใช้เวลาเรียน 12 ชั่วโมง โดยการจัดการเรียนรู้แบบออนไลน์ มีการนำเสนอ กิจกรรมเกม และแบบทดสอบที่ผ่านกระบวนการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ โดยด้านเนื้อหาและด้านเทคนิค รวมไปถึงการ ประเมินคุณภาพของชุดกิจกรรมออนไลน์ เรื่อง ถึงขยะอัจฉริยะ โดยความเหมาะสมจัดอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.21$, $SD = 0.20$) ทำให้ชุดกิจกรรมดังกล่าว มีคุณภาพอยู่ในระดับมาก ซึ่งชุดกิจกรรมประกอบด้วย สื่อ ภาพ และ โครงสร้างของเนื้อหา ที่สามารถให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ผ่านกิจกรรมต่าง ๆ ได้ด้วยตนเอง ดังนั้น ชุดกิจกรรมออนไลน์ เรื่อง ถึงขยะอัจฉริยะ จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเองเมื่อไม่เข้าใจในขั้นตอนหรือกระบวนการก็สามารถ ย้อนกลับมาเรียนรู้ใหม่ได้ รวมไปถึงช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะของตนเองอย่างต่อเนื่อง สอดคล้องกับ (Labhodom et al., 2024) ศึกษาการพัฒนาบทเรียนออนไลน์ร่วมกับกิจกรรมการเรียนรู้แบบผสมผสาน เรื่อง การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ

อย่างปลอดภัย ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย พบว่า ด้านสื่อมีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.18 สอดคล้องกับ (Panthaserm & Pigultong, 2024) ศึกษาการพัฒนาบทเรียนออนไลน์โดยใช้กรณีศึกษาเป็นฐานเพื่อเตรียมความพร้อมก่อนการเรียนรู้ เรื่อง แนวคิดในการแก้ปัญหาชีวิตวิทยาการคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยหลักการออกแบบกระบวนการเรียนรู้ตามขั้นตอนของ ADDIE พบว่าคุณภาพสื่อโดยรวมอยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.50 ผลการประเมินคุณภาพด้านเนื้อหา อยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.58 สอดคล้องกับ (Wattanaklang et al., 2021) ได้ศึกษาการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานและบทเรียนออนไลน์เรื่องการเขียนโปรแกรมด้วยโปรแกรม Scratch สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า คุณภาพด้านของบทเรียนออนไลน์ เรื่อง การเขียนโปรแกรม Scratch ภาพรวม ด้านเนื้อหา และด้านเทคโนโลยีมีผลดีมีเดีย อยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X} = 4.77$, S.D. = 0.05, $\bar{X} = 4.67$, S.D. = 0.13 และ $\bar{X} = 4.87$, S.D. = 0.02)

2. ผลการทดสอบประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมออนไลน์ เรื่อง ถึงขยะอัจฉริยะ มีค่าประสิทธิภาพตามเกณฑ์ $E1/E2 = 82.83/83$ ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 80/80 คะแนนแบบทดสอบระหว่างเรียนของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด คิดเป็นร้อยละ 82.83 และคะแนนแบบทดสอบหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด คิดเป็นร้อยละ 83 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ซึ่งชุดกิจกรรมออนไลน์ได้ผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด 3 ท่าน ในด้านเนื้อหาและด้านเทคนิค แล้วนำกลับมาปรับปรุงแก้ไขให้ดีขึ้นเพื่อให้ผู้เรียนเกิดประสบการณ์การเรียนรู้ใหม่ ๆ อย่างมีประสิทธิภาพ และเป็นไปตามเกณฑ์ 80/80 เนื่องจากในการออกแบบชุดกิจกรรมออนไลน์ เรื่องถึงขยะอัจฉริยะ ผู้วิจัยได้ดำเนินการวางแผนและออกแบบอย่างเป็นระบบมากที่สุด ตามขั้นตอนที่วางไว้ และได้นำเสนอการเรียนรู้ที่ช่วยให้ผู้เรียนสามารถที่จะเนื้อหาได้มากยิ่งขึ้น เช่น กิจกรรมที่ได้ลงมือปฏิบัติ อุปกรณ์การเรียนรู้ที่นำมาสร้างถึงขยะอัจฉริยะ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความสนใจและกระตือรือร้นมากยิ่งขึ้น สอดคล้องกับ (Phueakatai, 2023) ศึกษาการพัฒนาแบบฝึกออนไลน์ที่ส่งเสริมความสามารถในการอ่านและการเขียน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่า ผลการทดลองใช้แบบฝึกออนไลน์ที่ส่งเสริมความสามารถในการอ่านและการเขียน มีคะแนนหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ยังสอดคล้องกับการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน ที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรม เช่นเดียวกับงานวิจัยของ (Wisutthi & Limtasiri, 2022) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจต่อวิชาภาษาอังกฤษของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยบทเรียนออนไลน์มีผลดีมีเดีย มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 สอดคล้องกับ (Saramit, 2024) ศึกษาประสิทธิภาพบทเรียนออนไลน์ เรื่องการแก้ปัญหา ในรายวิชาวิทยาการคำนวณ 1 สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่านักเรียนที่เรียนด้วยการสอนโดยใช้บทเรียนออนไลน์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 อาจเนื่องมาจากชุดกิจกรรมออนไลน์โดยใช้โครงงานเป็นฐาน เน้นผู้เรียนได้ฝึกใช้ทักษะการคิดวิเคราะห์และการแก้ปัญหา ทักษะการคิดสร้างสรรค์ ทักษะการเขียนโปรแกรม และทักษะการสื่อสารและทำงานเป็นทีม ค้นหาข้อมูลด้วยตนเอง กิจกรรมในบทเรียนออกแบบให้นักเรียนได้ฝึกปฏิบัติอย่างง่าย ๆ เน้นกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียนมากกว่าเนื้อหาวิชา เพื่อช่วยให้ผู้เรียนได้สร้างความรู้ให้เกิดขึ้นด้วยตนเองด้วยการลงมือปฏิบัติจริงผ่านสื่อหรือกิจกรรม ซึ่งเป็นการเรียนรู้ตามสภาพจริง ที่มีครูผู้สอนเป็นผู้คอยให้คำแนะนำ หรือคอยอำนวยความสะดวกให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้มากที่สุด

3. ผลการทดสอบประสิทธิผลของชุดกิจกรรมออนไลน์ด้วยบอร์ดสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงงานเป็นฐานเพื่อพัฒนาทักษะด้าน Coding สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย มีค่าดัชนีประสิทธิผล เท่ากับ 0.7026 แสดงว่า ผู้เรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมออนไลน์ เรื่อง ถึงขยะอัจฉริยะ มีความรู้เพิ่มขึ้น 0.7026 หรือคิดเป็นร้อยละ 70.26 เนื่องจากผู้เรียนได้เรียนรู้ตามลำดับมีเนื้อหาที่ชัดเจน เข้าใจง่าย เมื่อผู้เรียนไม่เข้าใจเนื้อหาผู้เรียนสามารถกลับมาทบทวนซ้ำได้ตลอดเวลาและเพื่อเป็นการวัดทักษะและวัดความรู้หลังจากที่ได้เรียนไปแล้วโดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนสูงขึ้นสอดคล้องกับ (Thepprasit, 2021) ศึกษาผลของการฝึกอบรมด้วยระบบสมองกลฝังตัว Micro:bit แบบใช้โครงงานเป็นฐานสำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่าผู้เรียนมีคะแนนเฉลี่ยแบบทดสอบก่อนเรียนเท่ากับ 9.29 ค่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 11.57 ทำให้ค่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน 2.28 และเมื่อนำคะแนนมาเปรียบเทียบกันพบว่าผลสัมฤทธิ์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.01

สอดคล้องกับ (Praphin et al., 2019) ศึกษาการพัฒนาแบบการจัดการเรียนรู้วิชาคอมพิวเตอร์ด้วยการเรียนแบบโครงการเป็นฐานร่วมกับสื่อสังคมออนไลน์ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาตอนปลาย พบว่า นักเรียนมีทักษะการรู้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และสอดคล้องกับ (Karnarun, 2021) ศึกษาผลของการเรียนรู้แบบผสมผสานโดยใช้โครงการเป็นฐานด้วยอุปกรณ์สื่อสารเคลื่อนที่แบบพกพาบนกูเกิลแอฟฟลิเคชันเพื่อส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย พบว่า ผลคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนเรียนมีค่าเฉลี่ย 16.03 และหลังเรียนมีค่าเฉลี่ย 18.65 เมื่อเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

4. ผลการศึกษาทักษะด้าน Coding ด้วยชุดกิจกรรมออนไลน์ เรื่อง ถึงขยะอัจฉริยะ ภาพรวมอยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 87.43 เนื่องจากผู้วิจัยได้ออกแบบชุดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละกิจกรรมให้มีความเหมาะสมกับทักษะด้าน Coding ที่จะเกิดการเรียนรู้แก่ผู้เรียน ซึ่งในแต่ละกิจกรรมและแบบทดสอบได้ออกแบบมาให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของกิจกรรมเป็นอย่างดี โดยเฉพาะกระบวนการสอนที่ใช้โครงการเป็นฐาน เมื่อผู้เรียนเกิดปัญหา หรือเกิดข้อสงสัย อยากสอบถาม ผู้สอนก็จะคอยให้คำปรึกษาตลอดการเรียนรู้ และถ้าหากผู้เรียนไม่เข้าใจในกิจกรรมใดก็สามารถย้อนกลับมาเรียนรู้ใหม่ได้ ส่งผลให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ และแก้ไขข้อผิดพลาดได้ด้วยตนเอง โดยในชุดกิจกรรมการเรียนรู้จามีลำดับขั้นตอนให้ผู้เรียนฝึกปฏิบัติและเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง สอดคล้องกับ (Wongmalee & Sae-Joo, 2022) ศึกษาการพัฒนาบทเรียนบนเครือข่ายตามการเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐาน เรื่อง บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า นักเรียนมีคะแนนการคิดเชิงคำนวณ ร้อยละ 90.63 และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน ($\bar{X} = 24.14$, S.D. = 2.85) สูงกว่าก่อนเรียน ($\bar{X} = 8.91$, S.D. = 2.99) สอดคล้องกับ (Saorayasakun & Sonsilpong, 2021) ศึกษาการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันสำหรับการจัดการเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ วิชาวิทยาการคำนวณ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า นักเรียนมีคะแนนการคิดเชิงคำนวณในระดับผ่านเกณฑ์ คิดเป็นร้อยละ 100 โดยมีคะแนนในส่วนของการจัดรูปแบบและการออกแบบขั้นต้นวิธีสูงสุด คิดเป็นร้อยละ 87.50 และสอดคล้องกับ (Poopuk, 2020) ศึกษาการพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐานร่วมกับบทเรียนบนเครือข่ายและบอร์ดสมองกลฝังตัว KidBright เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์ในการพัฒนาโครงการคอมพิวเตอร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย พบว่า การคิดวิเคราะห์ของผู้เรียนมีนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 คิดเป็นร้อยละ 94.59

ข้อเสนอแนะ

1. ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยพบว่าการพัฒนาชุดกิจกรรมออนไลน์ด้วยบอร์ดสมองกลฝังตัวโดยใช้โครงการเป็นฐาน เพื่อพัฒนาทักษะด้าน Coding สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลาย ทักษะด้านการคิดสร้างสรรค์ ผู้เรียนมีผลการประเมินน้อยสุดเมื่อเทียบกับด้านอื่น ๆ ดังนั้นผู้สอนควรพัฒนาเนื้อหาที่สอดคล้องกับทักษะด้านการคิดสร้างสรรค์ที่หลากหลาย มีตัวอย่างที่ชัดเจน เข้าใจง่ายเพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจการสร้างสรรค์ที่หลากหลายมากขึ้นเพื่อต่อยอดในการเรียนรู้ในอนาคต
2. ควรมีการวิจัยและพัฒนาทักษะด้านการคิดสร้างสรรค์ในรูปแบบที่หลากหลายเข้ากับสภาพแวดล้อมในชีวิตประจำวันของผู้เรียน เพื่อเป็นการกระตุ้นประสบการณ์การเรียนรู้และสร้างทักษะด้านการคิดสร้างสรรค์ได้เป็นอย่างดี
3. ควรมีการวิจัยและพัฒนาชุดกิจกรรมออนไลน์ เพื่อพัฒนาทักษะด้าน Coding สำหรับผู้เรียนในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน เนื่องจากเป็นรากฐานอันนำไปสู่การพัฒนานวัตกรรมด้านต่าง ๆ ได้อย่างเกิดประสิทธิภาพมากที่สุด

เอกสารอ้างอิง

- Educational Development Group. (2020). *Research Report on the Study Project on Coding Teaching Methods*. Regional Education Office No.8. [in Thai]
- Educational Standards Group. (2019). *National Educational Standards 2018 1st Ed.* 21 Century Company Limited. [in Thai]
- Human Resource Development in Electronics and Information Technology (HRDS). (2020). *Training Manual for Electronics and Information Technology Camp Project 1st Ed.* National Electronics and Computer Technology Center. [in Thai]
- Karnarun, S. (2021). *The Effect of Blended Learning Using Project-Based Learning on Mobile with Google Application to Enhance Creative Thinking for Upper Primary School Students* [The Degree of Master of Education in Education Technology Graduate School]. Khon Kaen University. [in Thai]
- Labhodom, M., Rampai, N. & Plangson, B. (2024). Development of Online Lessons with Blended Learning Activity on the Using Information Technology Safety Affecting Learning Achievement of Grade 4 - 6 Students. *MBU Education Journal*, 12(1). 141 - 153. [in Thai]
- Panthaserm, s. & Pigultong, M. (2024). Development of Online Case Study-Based Lesson for Readiness Before Learning a Concept of Problem-Solving in Computing Science for Grade 6 Students. *Mahachula Academic Journal*, 11(1), 104-116. [in Thai]
- Phueakatai, K. (2023). The development online of exercise that enhance ability to read and write of Thai Language Department for primary-6 students. *Journal of the Association of Researchers*, 28(4), 38-53. [in Thai]
- Poopuk, P. (2020). *A Development of Project-Based Learning with Web based instruction and Embedded intelligence board Kidbright to promote analytical Thinking Skill in computer Projects Development of high School Students* [The Degree of Master of Education in Science and Technology Education Graduate School]. Khon Kaen University. [in Thai]
- Praphin, C., Kongmanus, K., Kaewurai, W. & Chiranuparp, C. (2019). The Development of an Instructional Model for Computer Subject Based on Project – Based Learning with Social Media to Enhance Information Communication and Technology Literacy for Upper Primary Students. *Journal of Education Naresuan University*, 21(1). 30-47. [in Thai]
- Saorayasakun, R. & Sonsilpong, S. (2021) The Development of Web Applications Supporting Project-Based Learning to Enhance Computational Thinking in Computing Science Subject of Grad 9th Students. *Journal of Educational Technology and Communications*, 4 (11), 177-191. [in Thai]
- Saramit, S. (2024). A Study of Effective Online Course on Problem Solving in Computing Science 1 for Matthayomsuksa 1 Students. *Journal of MCU Ubon*, 9(1), 407-420. [in Thai]
- Thepprasit, W. (2021) The Results of Training with Embedded Systems Micro:Bit Using Projects-Based Learning for Mathayomsuksa 1 Students. *Graduate School Journal Chiang Rai Rajabhat University*, 14(2), 106-119. [in Thai]
- Wattanaklang, K., Kantathanawat, T. & Tungkunan, P. (2021) Development of Problem-Based Learning Management Plan and E-Learning on Scratch Programming for the Secondary Education Grade 7 Students. *Journal of Industrial Education*, 20(1), 10-18. [in Thai]

Wisutthi, S. & Limtasiri, O. (2022) A Study of Learning Achievement and Satisfaction Towards English of Grad 5 Students Instructed by Multimedia Online Lesson. *Journal of Legal Entity Management and Local Innovation*, 8(10), 63-76. [in Thai]

Wongmalee, L. & Sae - Joo, P. (2022). The Development of On-Line Project-Based Learning on Microcontroller Boards to Enhance Computational Thinking for Grade 9th Students. *Journal of Educational Technology and Communications*, 5(13), 61-76. [in Thai]

การอ้างอิงบทความนี้

- APA Nilkong, P. & Manosuttirit, A. (2025). A Development of Online Activities Package with Embedded System Board to Enhance Coding Skill for Elementary Student. *Journal of Technical and Engineering Education*, 16(3), 25-36 Thaijo. <https://doi.org/10.14416/j.ftee.2025.12.03>
- MLA Nilkong, Panadda & Manosuttirit, Artnarong “A Development of Online Activities Package with Embedded System Board to Enhance Coding Skill for Elementary Student” *Journal of Technical and Engineering Education*, vol. 16, no. 3, Dec. 2025, pp. 25-36, <https://doi.org/10.14416/j.ftee.2025.12.03>. Thaijo.
- ISO690 P. Nilkong, & A. Manosuttirit “A Development of Online Activities Package with Embedded System Board to Enhance Coding Skill for Elementary Student” *Journal of Technical and Engineering Education*, vol. 16, no. 3, pp. 25-36, Dec. 2025, doi: <https://doi.org/10.14416/j.ftee.2025.12.03>.

กลยุทธ์และแนวทางการสอนเพื่อปรับพื้นฐานทางคณิตศาสตร์สำหรับนักศึกษาใหม่

ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ หลักสูตรเตรียมวิศวกรรมศาสตร์

Strategies and Teaching Approaches for Enhancing Mathematical Foundation of New Students in Vocational Certificate Program, Pre-Engineering Curriculum

สมภพ พัดจาด¹, หัสพงษ์ กิติเดช^{1*}, เมธิยา คูหา¹, อติสร โอตศรี¹ และ รุ่งกานต์ ลีลาโสภาวุฒิ¹

Sompop Phatchat¹, Hussapong Kitidet^{1*}, Metapiya Kooaha¹, Adisorn Ode-sri¹ and Rungkan Leelasopawut¹

(วันรับบทความ : 26 ธันวาคม 2567/วันแก้ไขบทความ : 3 มีนาคม 2568/วันตอบรับบทความ : 18 กรกฎาคม 2568)

(Received Date : December 26, 2024, Revised Date : March 3, 2025, Accepted Date : July 18, 2025)

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อกำหนดกลยุทธ์และแนวทางการสอนปรับพื้นฐานทางคณิตศาสตร์แก่นักศึกษาใหม่ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ หลักสูตรเตรียมวิศวกรรมศาสตร์ ปีการศึกษา 2567 นอกจากการทบทวนวรรณกรรมแล้ว ในเชิงคุณภาพคณะผู้วิจัยอาศัย 1) การสัมภาษณ์เชิงลึกที่มีต่อ นศ. 3 ราย ผู้สอน 3 ราย 2) การสัมภาษณ์แบบกลุ่มที่มีต่อคณาจารย์ 1 กลุ่ม (3 ราย) นศ. 1 กลุ่ม (4 ราย) เพื่อการได้มาซึ่งข้อมูล ประเด็นปัญหาและข้อเสนอแนะก่อนนำเข้าสู่กระบวนการวิเคราะห์เชิงวิจักษ์ ถิ่นกรองและกำหนดเป็นกลยุทธ์เชิงความตระหนัก 7 ประการ ซึ่งถือเป็นกลยุทธ์ต้นแบบให้ผู้เกี่ยวข้องใช้เป็นหลักทางการดำเนินการจากนั้นจึงเชื่อมโยงสู่การกำหนดแนวทางการสอนทั้งจากแนวทางเดิม แนวทางเฉพาะกิจและแนวทางที่ออกแบบใหม่ รวม 4 แนวทาง โดยเลือกใช้แนวทางที่ 2 คือ เรียน 4 วัน เวลา 18.00 - 20.00 น. ต่อเนื่อง 3 สัปดาห์ เพราะมีความสัมพันธ์กับทุกกลยุทธ์ สะดวกต่อทุกฝ่ายและการแก้ปัญหาได้มากที่สุด ในเชิงปฏิบัติการมีกลุ่มตัวอย่าง 60 ราย เป็นกลุ่มนักศึกษาที่ได้คะแนนจากการวัดความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ “ก่อนการเรียน (Pre-test)” ต่ำกว่าร้อยละ 50 คือ มีคะแนนเฉลี่ยที่ 8.48 คะแนน และเมื่อเข้าสู่กระบวนการปรับพื้นฐานจนเสร็จสิ้นแล้วจึงได้วัดความรู้ “หลังการเรียน (Post-test)” ปรากฏว่ากลุ่มตัวอย่างมีคะแนนเฉลี่ยที่ 12.75 คะแนน จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน แสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($t = 12.859$, $p < 0.001$) ส่วนผลการประเมินด้านความพึงพอใจที่กลุ่มตัวอย่างมีต่อการเรียนปรับพื้นฐานอยู่ในระดับ “มาก” โดยด้านบุคลิกภาพและความสามารถของผู้สอนได้รับความพึงพอใจ “มากที่สุด” รองลงมา คือ การนำไปใช้และแนวทางการสอน ส่วนที่ “ควรปรับปรุง” คือ ด้านช่วงเวลา เนื่องจากผู้เรียนรู้สึกเหนื่อยล้าจากการเรียนภาคปกติมาแล้ว ผลการวิจัยนี้สามารถใช้เป็นแบบแผนหรือแนวทางเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและกำหนดทิศทางการปรับพื้นฐานทางคณิตศาสตร์สำหรับนักศึกษาใหม่ในหลักสูตรต่าง ๆ ได้

คำสำคัญ : ความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์, หลักสูตรเตรียมวิศวกรรมศาสตร์, กลยุทธ์การสอน, อาชีวศึกษา

1 วิทยาลัยเทคโนโลยีและสหวิทยาการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา

1 College of Integrated Science and Technology, Rajamangala University of Technology Lanna

* ผู้นิพนธ์ประสานงาน อีเมล: hussapong_k@rmutl.ac.th

* Corresponding author e-mail: hussapong_k@rmutl.ac.th

Abstract

This research aimed to develop strategies and teaching approaches for enhancing mathematical foundation of first-year students in Vocational Certificate Program, Pre-Engineering Course, Academic Year 2024. In addition to literature reviews, qualitative methods were employed including: 1) in-depth interviews with 3 students and 3 instructors, and 2) focus group interviews with one group of faculty members (3 participants) and one group of students (4 participants) to gather data, identify problems, and collect recommendations before conducting diagnostic analysis to filter and establish 7 awareness-based strategies. These strategies serve as prototype guidelines for stakeholders to use as operational principles, subsequently connecting to the determination of teaching approaches comprising existing approaches, ad-hoc approaches, and newly designed approaches, totaling 4 approaches. Approach 2 was selected: 4 days per week, 18:00 - 20:00, for 3 consecutive weeks, as it relates to all strategies, is convenient for all parties, and provides the most comprehensive problem-solving capability. In practice, the sample consisted of 60 students who scored below 50% on the basic mathematics knowledge assessment “Pre-test,” with an average score of 8.48. After completing the foundation enhancement process and taking the “Post-test” assessment, the sample group achieved an average score of 12.75 out of 30 total points, showing a statistically significant difference at the .05 level ($t = 12.859$, $p < 0.001$). The satisfaction evaluation results regarding the foundation learning were at a “high” level, with instructor personality and competence receiving the “highest” satisfaction level, followed by application and teaching approaches. The area that “needs improvement” was time scheduling, as students felt tired from regular classes. The research findings can be used as a model or guideline to enhance effectiveness and determine directions for mathematical foundation enhancement for first-year students in various curricula.

Keywords : Mathematical foundation, Pre-Engineering Course, Teaching strategies, Vocational Education

บทนำ

งานวิจัยของ (Worapin, 2019) ระบุว่า “ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนเป็นสิ่งที่ต้องเร่งพัฒนาและส่งเสริมให้เกิดขึ้นในการจัดการเรียนการสอนรายวิชาคณิตศาสตร์เพื่อเตรียมความพร้อมให้กับนักเรียนที่จะสามารถเผชิญปัญหาหรือโจทย์ปัญหาที่พบในชีวิตประจำวัน” คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อความสำเร็จในการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 “การศึกษาคณิตศาสตร์จึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องเพื่อให้ทันสมัยและสอดคล้องกับสภาพเศรษฐกิจ สังคม และความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็วในยุคโลกาภิวัตน์” (Office of the Basic Education Commission, 2017) โดยเฉพาะอย่างยิ่งในด้านการพัฒนานวัตกรรมและเทคโนโลยีด้วยเพราะ “หลักของนวัตกรรมทั้งหมดเกิดจากการบูรณาการของคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์เป็นส่วนใหญ่แล้วจึงเกิดนวัตกรรมจนกลายเป็นเทคโนโลยี ต่อมา มีการนำเทคโนโลยีมาบูรณาการกับวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์จึงเกิดนวัตกรรมใหม่ต่อยอดไปเรื่อย ๆ โดยใช้กระบวนการทางวิศวกรรมในการสร้างนวัตกรรม” (Nuangjamnong et al., 2020) นั่นเอง นอกจากนี้ในมิติของระบบความคิด “คณิตศาสตร์ช่วยให้มนุษย์มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือ สถานการณ์ได้อย่างรอบคอบและถี่ถ้วน ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหา ได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม และสามารถนำไปใช้ในชีวิตจริง

ได้อย่างมีประสิทธิภาพ” (Mintan & Chaipichit, 2020) คณิตศาสตร์จึงเป็นเครื่องมือสำคัญสำหรับเหล่าเยาวชน ผู้ใหญ่มั่น
อยากเป็นวิศวกรเพื่อช่วยพัฒนาทักษะสามารถทางการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์และมีประสิทธิภาพประการหนึ่ง

วิทยาลัยเทคโนโลยีและสหวิทยาการ (วทส.) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา (มทร. ล้านนา) มีนโยบาย
จัดการศึกษาเพื่อการเตรียมความพร้อมทั้งด้านความรู้ ทักษะ ประสบการณ์แก่นักศึกษาและผลิตตัวบ่มที่มีคุณภาพสูง
ให้แก่สถาบันอุดมศึกษาทั่วประเทศซึ่งกำลังประสบปัญหาด้านความรู้พื้นฐานเฉพาะทางที่ไม่เพียงพอของนักศึกษาใหม่
โดยเฉพาะวิชาคณิตศาสตร์ อ้างอิงตามการรายงานของสถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (สทศ.) ที่แสดงให้เห็นถึง
การลดลงของคะแนนเฉลี่ยวิชาคณิตศาสตร์ในการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินี้ขั้นพื้นฐาน (O-NET) ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในช่วง 5 ปีที่ผ่านมา (2019 - 2023) มีค่าคะแนนเฉลี่ยอยู่ในระดับต่ำกว่าร้อยละ 30 มาอย่างต่อเนื่อง
(National Institute of Educational Testing Service, 2023) และเป็นแนวโน้มที่สอดคล้องกับผลการประเมินสมรรถนะ
ระดับนานาชาติของนักเรียนอายุ 15 ปี เพื่อวัดความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้และทักษะในชีวิตจริง การประเมินนี้
จัดทำขึ้นทุก 3 ปี หรือที่เรียกว่า การทดสอบ PISA (Programme for International Student Assessment) สำหรับด้าน
คณิตศาสตร์ คะแนนเฉลี่ยของไทยลดลงจาก 419 คะแนนในปี 2018 เหลือเพียง 394 คะแนนในปี 2022 ซึ่งยังคงต่ำกว่า
ค่าเฉลี่ย OECD ที่ 472 คะแนนอย่างมีนัยสำคัญ (OECD, 2023) งานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นกระบวนการวิธีการเข้าถึงข้อมูลต้นทาง
เพื่อระบุรากของปัญหาแล้วนำมาวิเคราะห์ ถิ่นกรอง กำหนดเป็นกลยุทธ์และแนวทางการจัดการปัญหาในการปรับปรุง
ความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ให้แก่นักศึกษาที่ผ่านการคัดเลือกเข้ามาศึกษาต่อในหลักสูตรเตรียมวิศวกรรมศาสตร์
ให้มีความพร้อมทางการเรียนรู้ที่มากขึ้นโดยยึดตั้งอยู่บนหลักของการ “ให้ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางแห่งความตระหนัก”

ผลลัพธ์ที่คาดหวัง คือ การเชื่อมโยงความรู้จากระดับมัธยมศึกษาสู่การเรียนรู้ในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพและ
หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะมีการนำผลการวิจัยนี้ไปสู่การใช้งานต่อยอดที่เป็นรูปธรรมทางการยกระดับทักษะทางคณิตศาสตร์ของ
ผู้เรียนซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญสำหรับการศึกษาในสาขาวิชาวิศวกรรมศาสตร์ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแขนงต่าง ๆ ต่อไป

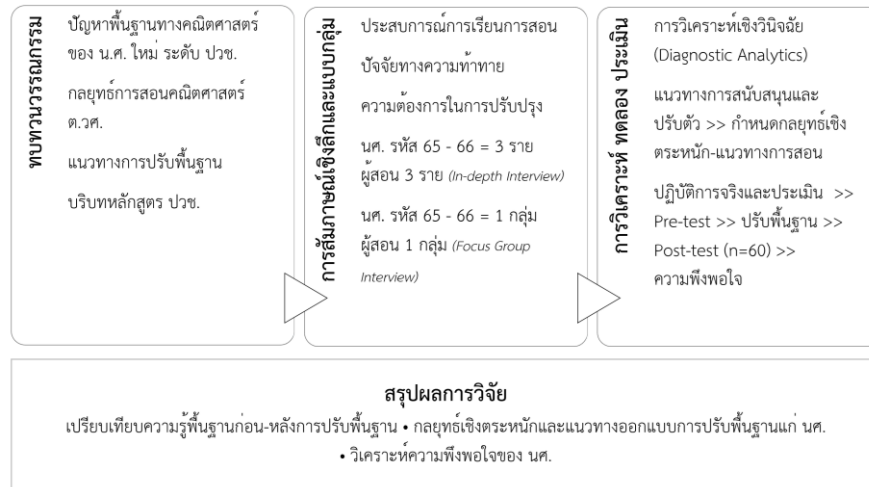
วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. ศึกษา วิเคราะห์และกำหนดกลยุทธ์สำหรับการสอนปรับพื้นฐานทางคณิตศาสตร์สำหรับนักศึกษาใหม่
ระดับ ปวช. ชั้นปีที่ 1 หลักสูตรเตรียมวิศวกรรมศาสตร์ โดยอาศัยประสบการณ์จริงของกลุ่มผู้เรียนเดิมและคณาจารย์ผู้สอน
2. ศึกษา วิเคราะห์และพัฒนาแนวทางการสอนปรับพื้นฐานสำหรับนักศึกษาใหม่ ระดับ ปวช. ชั้นปีที่ 1 หลักสูตร
เตรียมวิศวกรรมศาสตร์ ความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่มีประสิทธิภาพ
3. ศึกษาพัฒนาการด้านความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาใหม่ ระดับ ปวช. ชั้นปีที่ 1 หลักสูตรเตรียม
วิศวกรรมศาสตร์ โดยอาศัยการเปรียบเทียบผลการทดสอบก่อนและหลังการเรียนปรับพื้นฐานรวมถึงการวิเคราะห์
ความพึงพอใจของกลุ่มเป้าหมายหรือผู้เรียนเพื่อนำไปสู่การพัฒนาต่อไป

ระเบียบวิธีวิจัย

การวิจัยนี้ใช้กระบวนการทัศนการวิจัยแบบผสมผสาน (Mixed Methods Research) โดยมีการทบทวนวรรณกรรม
ที่เกี่ยวข้องเพื่อกำหนดกรอบทางทฤษฎีแล้วจึงเข้าสู่ขั้นตอนเชิงคุณภาพ คือ 1) สัมภาษณ์เชิงลึก (In-depth Interview)
และ 2) การสัมภาษณ์กลุ่ม (Focus Group Interview) เพื่อศึกษาประสบการณ์ รับฟังข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะในบริบท
ที่เกี่ยวข้อง ทั้งนี้ เป็นไปตามกระบวนการวิเคราะห์เชิงวินิจฉัย (Diagnostic Analytics) ที่จะใช้ร่วมหาสาเหตุรากฐานของ
ปัญหาก่อนนำไปสู่การพัฒนากลยุทธ์เชิงตระหนักและแนวทางการสอน สำหรับกระบวนการเชิงปริมาณและ
การเปรียบเทียบอาศัยการทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) การเรียนการสอนเพื่อปรับพื้นฐานตามหัวข้อการเรียนรู้อ้างอิงจาก
“หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานตามความต้องการเฉพาะของหลักสูตร ปวช. เตรียมวิศวกรรมศาสตร์ ร่วมกับ
ผลการวิเคราะห์ความรู้พื้นฐานกลุ่มวิชาคณิตศาสตร์” (Jaiboon & Srisuk, 2018) การทดสอบหลังเรียน (Post-test) และ

การประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการปรับพื้นฐาน เหล่านี้ถือเป็นส่วนของกระบวนการเชิงปฏิบัติการเพื่อแสวงหาผลลัพธ์ที่จำเป็นต่อการแปรผลและสรุปผลการวิจัย



รูปที่ 1 แผนผังกระบวนการวิจัยอย่างสังเขป

ขอบเขตการวิจัย

มีกำหนด ดังนี้: 1) ด้านเนื้อหา – หัวข้อการปรับพื้นฐาน คือ จำนวนเต็ม เศษส่วน ทศนิยม เลขยกกำลัง กรณที่ที่สอง อัตราส่วนร้อยละ สมการและระบบสมการ 2) ด้านประชากร - เชิงปริมาณกลุ่มตัวอย่าง คือ น.ศ.ใหม่ หลักสูตร ต.ว.ศ. ชั้นปีที่ 1 ปีการศึกษา 2567 ที่มีผลคะแนน Pre-test น้อยกว่าร้อยละ 50 จำนวน 60 ราย 3) ผู้ให้/กลุ่มผู้ให้ข้อมูล - เชิงคุณภาพ แบ่งเป็น การสัมภาษณ์เชิงลึก ที่มีต่อ น.ศ.รหัสปี 2565 - 2566 จำนวน 3 ราย ผู้สอน จำนวน 3 ราย และการสัมภาษณ์กลุ่มที่มีต่อ น.ศ.รหัสปี 2565-2566 จำนวน 1 กลุ่ม (4 ราย) ผู้สอน จำนวน 1 กลุ่ม (3 ราย) 4) ด้านเวลา - 3 สัปดาห์แรก ภาคการศึกษาที่ 1 ปีการศึกษา 2567

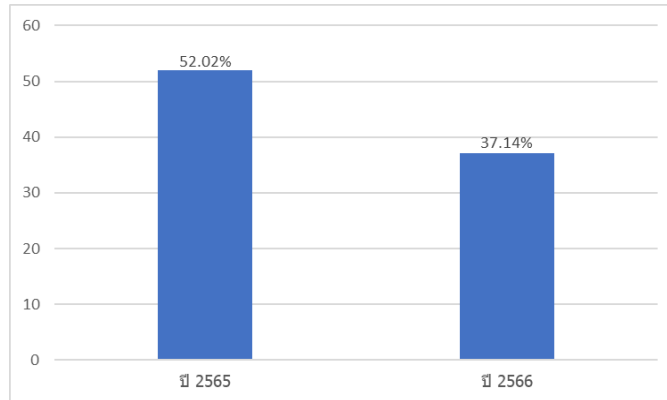
เครื่องมือวิจัย

ประกอบด้วย: 1) แบบทดสอบวัดความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ - จากแบบทดสอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 60 ข้อ คัดเลือกโดยยึดเกณฑ์ค่าความยากง่ายเหลือ จำนวน 30 ข้อ เพื่อใช้เป็นแบบทดสอบ Pre-test และ Post-test 2) แบบสัมภาษณ์เชิงลึกและการสัมภาษณ์กลุ่ม – สำหรับเก็บข้อมูลเชิงคุณภาพจากผู้ให้ข้อมูลและกลุ่มผู้ให้ข้อมูล 3) แบบสอบถามความพึงพอใจต่อการเรียนปรับพื้นฐาน – อ้างตาม Likert Scale ประเมินค่า 5 ระดับ เพื่อประเมินความพึงพอใจของนักศึกษา จำนวน 5 ด้าน ทั้งนี้ แบบสอบถามและแบบสัมภาษณ์ได้รับการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา การใช้ภาษา ความชัดเจนและปรับแก้ตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ราย แล้ว

หลักสูตรเตรียมวิศวกรรมศาสตร์ มทร. ล้านนา และสถานการณ์เกี่ยวกับความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ของตัวป้อน

หลักสูตรเตรียมวิศวกรรมศาสตร์เป็น 1 ใน 4 หลักสูตรระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ที่วิทยาลัยเทคโนโลยีและสหวิทยาการ (วทส.) หน่วยงานระดับเทียบเท่าคณะภายใต้การกำกับของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา (มทร. ล้านนา) ได้จัดให้มีการเปิดการเรียนการสอนขึ้น เมื่อนักศึกษาเข้ามาศึกษาในระดับ ชั้นปวช. ปีที่ 1 ผู้เรียนจะยังไม่แยกสาขาที่เรียนและวิชาส่วนใหญ่ที่เรียนจะเป็นวิชาสามัญศึกษาที่มีความเข้มข้นเป็นพิเศษกว่าการเรียนในสายเทคนิคและอาชีวโดยทั่วไปควบคู่ไปกับการปูพื้นฐานทักษะการทำโครงการเชิงนวัตกรรมนับตั้งแต่ปีแรกเพื่อประโยชน์ทางการวัดแวน การหาตัวตน ความชอบและความถนัด ที่ผู้เรียนอาจแสวงพบได้ด้วยตนเองหรือผ่านการชี้แนะของบุคคลผู้มีส่วนร่วมทางการตัดสินใจอื่น อาทิ คณาจารย์ เพื่อนนักศึกษา ผู้ปกครอง เป็นต้น หลังจากนั้นจึงจะมีสิทธิ์เลือกสาขาก่อนที่จะเข้าสู่

การเรียนในชั้นปีที่ 2 ซึ่ง วทส. มทร. ลำปาง ได้จัดทางเลือกไว้ทั้งสิ้น จำนวน 4 สาขา คือ 1) สาขาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ 2) สาขาโยธา 3) สาขาเครื่องกล และ 4) สาขาแมคคาทรอนิกส์



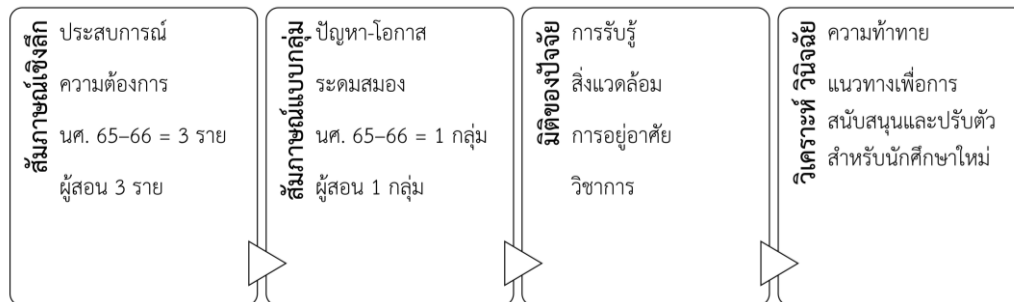
รูปที่ 2 ความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ของ นศ. ใหม่ ชั้นปีที่ 1 หลักสูตรเตรียมวิศวกรรมศาสตร์
เปรียบเทียบระหว่างปีการศึกษา 2565 และ 2566

ในส่วนของตัวบ่อนที่ วทส. มทร. ลำปาง จะรับเข้าศึกษาต่อในรอบทั่วไปนั้นผู้สมัครจะต้องจบการศึกษาชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยสมบูรณ์ซึ่งถือว่าเป็นคุณสมบัติสำคัญจะขาดไปไม่ได้ ข้อกังวลประการหนึ่งที่เชื่อว่าสถานศึกษาที่เปิดการสอนในระดับเดียวกันและเทียบเท่าต้องเผชิญในปัจจุบัน คือ ตัวเล็กน้อยและตัวบ่อนไม่มีคุณภาพ สถานการณ์ดังกล่าวเป็นมิติที่คณะผู้วิจัยเฝ้าติดตาม สังเกตการณ์และประเมินผลมาตลอดระยะเวลา 2 ปี ก่อนเริ่มดำเนินการวิจัยซึ่งพบว่า “ผลการทดสอบความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาใหม่ ชั้นปีที่ 1 ปีการศึกษา 2565 มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 52.02 ส่วนปีการศึกษา 2566 มีคะแนนเฉลี่ยเพียงร้อยละ 37.14 หรือตัวบ่อนมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 14.88” ผลดังกล่าวแสดงเปรียบเทียบในรูปที่ 2 ทั้งนี้ในบริบทของแนวโน้มและทิศทางถือว่า “ลดลง” สอดคล้องกับรายงานของสถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (สทศ.) เกี่ยวกับการลดลงของคะแนนเฉลี่ยวิชาคณิตศาสตร์ในการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติด้านพื้นฐาน (O-NET) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในช่วง 5 ปีที่ผ่านมา (2019 - 2023) และผลคะแนนเฉลี่ยทางด้านคณิตศาสตร์ซึ่งจัดโดย PISA ในปี 2022 ดังที่ได้ยกมากล่าวอ้างไว้ตอนต้น เพียงว่าหากแนวโน้มยังคงเป็นเช่นนี้ นักศึกษาใหม่ที่เข้ามาศึกษาต่อในปีการศึกษา 2567 และปีการศึกษาถัดไปอาจมีความเสี่ยงที่จะติด F หรืออาจรุนแรงถึงขั้นพ้นสภาพนักศึกษาไปเนื่องจากไม่สามารถสอบผ่านหรือทำผลการเรียนเฉลี่ยรวมได้ไม่ดีเพียงพอในรายวิชาที่เกี่ยวข้องกับการใช้หลักทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงหรือประยุกต์ใช้ จึงมีความจำเป็นที่จะต้องเร่งหามาตรการแก้ไขปัญหาดังกล่าวมารองรับเพื่อมาพัฒนาทักษะทางคณิตศาสตร์ขั้นพื้นฐานให้แก่ นักศึกษาใหม่ ปีการศึกษา 2567

จาก “ความเข้าใจ” สู่ “การสนับสนุนในระยะเปลี่ยนผ่าน (Transition)” แก่ นักศึกษา

แม้ว่าจะมีการรายงานข้อมูลระดับชาติจากสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา (Matichon Online, 2024) ว่ามี “ยอดการรับนักเรียน นักศึกษา สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา (สอศ.) ปีการศึกษา 2567 รวม 381,606 คน คิดเป็นสัดส่วนผู้เรียนสายสามัญกับอาชีวะ จาก 63.76 ต่อ 36.24 เพิ่มขึ้น 61.87 ต่อ 38.63 เมื่อเทียบกับปีการศึกษา 2566 โดยมีผู้เข้าเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) 210,489 คน ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) 165,847 คน และระดับปริญญาตรีเทคโนโลยีบัณฑิต 5,270 คน” เหมือนจะเป็นตัวเลขที่ดี แต่การศึกษาระดับ ปวช. ในหลักสูตร ต.วศ. ของ วทส. มทร. ลำปาง ดูเหมือนจะมีปัจจัยซึ่งสามารถมองให้เป็นได้ทั้งความพิเศษและอุปสรรคต่อการตัดสินใจเข้ามาศึกษาต่อของกลุ่มเป้าหมายและด้วยความที่มีได้อยู่ในกำกับของ สอศ.

เพราะขึ้นตรงกับ มทร. ล้านนา ซึ่งเป็นสถาบันในระดับอุดมศึกษาจึงไม่มีความสัมพันธ์โดยตรงต่อจำนวนการรับสมัครดังกล่าว นอกจากนี้ศึกษาระดับ ปวช. ทั้ง 3 ชั้นปี ของ วทส. จะต้องมีการปรับตัวให้เหมาะสมโดยเฉพาะนักศึกษาชั้นปีที่ 1 ซึ่งเป็นสิ่งที่ วทส. ตระหนักใส่ใจอย่างมีระบบพร้อมให้การสนับสนุนตลอดระยะเปลี่ยนผ่าน (Transition) ทั้งนี้ “การเปลี่ยนผ่านสามารถเข้าใจได้ว่าเป็นกระบวนการภายในจิตใจที่เกิดขึ้นเมื่อนักศึกษาต้องเผชิญกับการเปลี่ยนแปลงและก้าวผ่านจากสิ่งที่คุ้นเคยไปสู่สิ่งที่ไม่คุ้นเคย โดยต้องตอบสนองต่อความท้าทายทางวัฒนธรรม สังคม และการรับรู้” (Perry & Allard, 2003; Prescott & Hellstén, 2005, as cited in Cheng et al., 2023)



รูปที่ 3 กระบวนการวิเคราะห์เชิงวิจนัยเพื่อหาแนวทางการสนับสนุน
และปรับตัวสำหรับนักศึกษาใหม่ในลักษณะโรงเรียนประจำ (กรณีศึกษา วทส. มทร. ล้านนา)

ในที่นี้ได้ประยุกต์ใช้กระบวนการวิเคราะห์เชิงการวิจนัยตามรูปที่ 3 มาร่วมกลั่นกรองผลที่ได้รับจากเครื่องมือเชิงคุณภาพคือ 1) สัมภาษณ์เชิงลึก (In-depth Interview) ที่มีตอนศ.รหัสปี 2565-2566 จำนวน 3 ราย ผู้สอนจำนวน 3 ราย และ 2) การสัมภาษณ์กลุ่ม (Focus Group Interview) ที่มีต่อคณาจารย์ 1 กลุ่ม (3 ราย) นศ. รหัสปี 2565-2566 จำนวน 1 กลุ่ม (4 ราย) เพื่อศึกษาประสบการณ์ รับฟังข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะใน 4 มิติที่เกี่ยวข้องคือ การรับรู้ สิ่งแวดล้อม การอยู่อาศัยและวิชาการ เพื่อวิเคราะห์หาความท้าทายและแนวทางการสนับสนุนที่คณาจารย์ครูหอพัก รุ่นพี่ นักจิตวิทยาประจำ วทส. ผู้ปกครอง ญาติหรือเพื่อน สามารถปฏิบัติหรือแนะนำแก่นศ. ใหม่ในแต่ละปีได้หรือให้ตัว นศ. ใหม่ ปรับใช้เป็นแนวทางการเริ่มต้นดำเนินชีวิตสำหรับระยะเปลี่ยนผ่านที่ต้องเข้ามาเป็น นศ. ในสถานศึกษาตามลักษณะของโรงเรียนประจำ วทส. มทร. ล้านนา อันอาจช่วยประคับประคองผลักดันให้นศ. ชั้นปีที่ 1 สามารถอยู่ในระบบการศึกษา เสาเรียนและใช้ชีวิตร่วมกับผู้อื่นได้อย่างเป็นปกติจนสำเร็จการศึกษาตามหลักสูตรได้ ตามที่ระบุไว้ในตารางที่ 1 เป็นเพียงตัวอย่างและข้อพิจารณาประกอบอย่างสังเขปเท่านั้นซึ่งยังมีมิติอื่น ๆ ที่ยังสามารถนำมาจัดให้เป็นข้อตระหนักได้อีกอย่างหลากหลาย อาทิ การรับรู้ของสังคม ความภาคภูมิใจในตัวเองสถาบัน ชื่อเสียงของสถาบันผ่านการเปรียบเทียบ สิ่งอำนวยความสะดวก ปัจจัยด้านการเงิน เป็นต้น อนึ่ง “โรงเรียนประจำ” ในรูปแบบของ วทส. มทร. ล้านนา หมายถึง โรงเรียนที่เป็นทั้งสถานศึกษาและพักอาศัย ตั้งแต่วันจันทร์ - ศุกร์ และแม้จะเป็นการเรียนในระดับ ปวช. แต่รูปแบบการจัดการศึกษา สิ่งแวดล้อม กระบวนการเรียนการสอน คณาจารย์ การจัดการเชิงระบบ กฎเกณฑ์เงื่อนไขจะค่อนข้างไปในลักษณะเดียวกับการจัดการศึกษาในระดับปริญญาแม้จะมีข้อแตกต่างในเชิงเนื้อหาและวิชาการที่เรียนเพราะการที่เข้ามาเป็นนักศึกษาในหลักสูตรนี้เสมือนด้วยว่าได้เอาตัวเองมาเป็นนักศึกษาของมหาวิทยาลัยแล้วจึงเป็นที่มาของการเป็น “โรงเรียนเตรียมอุดมฯ - หลักสูตรเตรียมวิศวกรรมศาสตร์” ซึ่งเป็นไปเพื่อเตรียมตัวให้ผู้เรียนมีความพร้อมมากกว่าผู้ที่อยู่ในสถานศึกษาทั่วไปทั้งในสายสามัญหรืออาชีวและเทคนิคศึกษา จุดนี้จึงเป็นอัตลักษณ์พิเศษเฉพาะของหลักสูตรนี้และอาจจัดเป็นอุปสรรคหนึ่งสำหรับการขยายกลุ่มเป้าหมายให้กว้างขวางขึ้นมีลักษณะเฉพาะตัวที่พิเศษกว่าที่อื่น มักจะทำให้ผู้คนหวาดกลัวมองว่าเป็นสิ่งยากไปเสีย เว้นแต่กลุ่มคนที่มองว่าเป็นเรื่องของมาตรฐานที่ดี คุณภาพที่ดี และเป็นความท้าทายที่น่าเข้ามาเสริมสร้างประสบการณ์จึงจะเข้ามาให้ความสนใจ

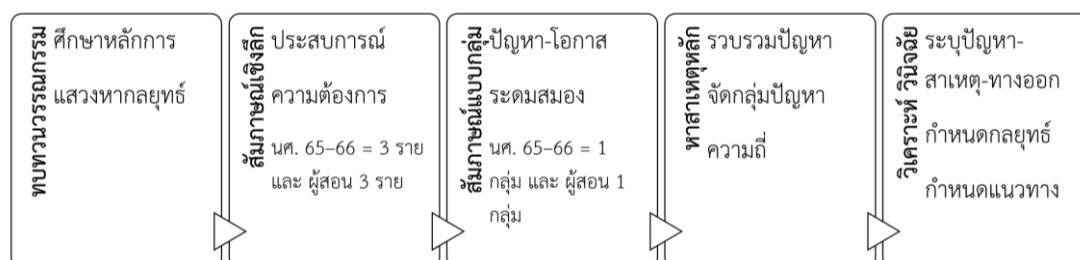
ตารางที่ 1 แนวทางการสนับสนุนเพื่อการปรับตัวสำหรับนักศึกษาใหม่

มิติของปัจจัย	ความท้าทาย	แนวทางการสนับสนุนหรือรับมือ
การรับรู้	คนมักเข้าใจว่าโรงเรียนประจำ ไม่มีอิสระ เป็นโรงเรียนสำหรับเด็กมีปัญหา น่าเบื่อ มีชีวิตซ้ำซากในชีวิตต่างกับเพื่อนในวัยเดียวกัน	สร้างความเข้าใจให้ถูกต้อง ไม่ได้เป็น ร.ร. สำหรับมีเด็กปัญหาแต่เป็น ร.ร. สำหรับคนมีฝัน ตั้งใจและเด็ดเดี่ยว ชี้ให้เห็นข้อดี อาทิ โอกาสในการใช้ชีวิตวัยเรียน ทุ่มเกี่ยวกับการเรียนอย่างเต็มที่ มีกิจกรรมให้เลือกทำ
สิ่งแวดล้อม	รู้สึกห่างไกล คิดถึงบ้าน คิดถึงเพื่อนในรูปแบบเดิม กลัวที่จะเริ่มใหม่ ไม่อยากปรับตัว	จัดกิจกรรมละลายพฤติกรรม กิจกรรมทางจิตวิทยา สร้างความเข้าใจ เสริมสร้างกระบวนการคิดอย่างสร้างสรรค์เพื่อการจัดการความรู้ ความเท่าทันต่ออารมณ์และความคิด การจัดวางเป้าหมายชีวิต
การอยู่อาศัย	มีความคาดหวังสูง กลัวความผิดหวัง วิตกกังวล รู้สึกไม่เป็นส่วนตัว รู้สึกไม่ใช่พื้นที่ของตน	จัดกิจกรรมทั้งในห้องเรียน นอกห้องเรียนและหอพัก เพื่อสร้างความคุ้นเคย เปิดให้มีการขอคำปรึกษา สร้างการสื่อสารที่ดี
วิชาการ	มีพื้นฐานแตกต่างกัน มีระดับความรู้ที่เหลื่อมล้ำกัน สับสน กัดดัน นำไปสู่ความเครียด ความกลัวและขาดความมั่นใจ	จัดให้มีการสอนปรับพื้นฐาน ดิวหลังเลิกเรียน อาจจะจำแนกแบ่งกลุ่มเรียนตามพื้นฐานของความรู้เดิม จัดชั้นเรียนให้มีสภาพแวดล้อมที่เป็นมิตร และ มีวัฒนธรรมที่เอื้อให้เห็นออกเห็นใจระหว่างกัน

จากข้อมูลข้างต้นจะเห็นได้ว่าการเข้ามาศึกษาในหลักสูตร ต.วศ. ย่อมประกอบด้วยการเปลี่ยนผ่านที่หลากหลายทั้งในมิติของการต้องเปลี่ยนแปลงความเป็นอยู่แบบใหม่จากที่เคยต้องอยู่กับครอบครัวก็ต้องมาอยู่กับเพื่อนนักศึกษา การต้องละทิ้งหรือห่างไกลจากความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลที่อาจเคยคุ้นเคยมาแล้วก่อนหน้านี้เพื่อการพบเจอครั้งใหม่ และมิติที่สำคัญที่สุด ก็คือ เรื่องของความรู้และทักษะทางวิชาการที่คณะผู้วิจัยให้ความสำคัญในส่วนของวิชาคณิตศาสตร์เป็นอย่างยิ่งเพราะนักศึกษาใหม่ที่เข้ามาในแต่ละปีจำนวนไม่น้อยกว่ายังมีความรู้ที่ต่ำกว่าเกณฑ์ซึ่งจำเป็นที่จะต้องได้รับการสนับสนุนเชิงวิชาการในระยะเปลี่ยนผ่าน คือ “จากระดับมัธยมต้นสามัญทั่วไป สู่ ระดับเตรียมอุดมศึกษาเทคโนโลยีฐานวิทย์” อย่างเป็นพิเศษและเข้มข้นโดยเฉพาะผ่านกระบวนการการจัดให้มีการเรียนปรับพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ขึ้น

กลยุทธ์และแนวทางการสอนปรับพื้นฐานวิชาคณิตศาสตร์: นักศึกษา ปวช. หลักสูตรเตรียมวิศวกรรมศาสตร์ ชั้นปีที่ 1

ท่ามกลางความกังวลสากลต่อกรออกจากระบบการศึกษากลางคันของเยาวชนเป็นจำนวนมาก วทส. มทร. ล้านนา ก็มีความตระหนักต่อปัญหาดังกล่าวเป็นพิเศษสำหรับ นศ. หลักสูตร ต.วศ. ที่มีแนวโน้มต้องออกจากระบบการศึกษากลางคันเพราะมีผลการเรียนต่ำกว่าเกณฑ์ ทั้งนี้ เป็นไปตามระเบียบที่เข้มงวดของมหาวิทยาลัยด้วยเหตุผลทางการรักษาคุณภาพและมาตรฐานทางการศึกษาซึ่งเป็นเรื่องที่ไม่มิผู้ใดอยากให้เกิดขึ้นเพราะ นศ. ระดับ ปวช. ส่วนมากเป็นเยาวชนที่ยังไม่บรรลุนิติภาวะ หากต้องเผชิญเหตุการณ์ตามข้อกังวล ย่อมส่งผลทั้งทางจิตใจและการใช้ชีวิตโดยอาจเชื่อมโยงกลายเป็นปัญหาสังคมได้อีกด้วย วิชาที่มีส่วนสำคัญทางการทวนร้งเกรตเฉลี่ยรวมโดยมากจะไม่พ้นวิชาคณิตศาสตร์และวิชาที่มีส่วนสัมพันธ์กับการใช้หลักคณิตศาสตร์เข้าไปร่วมแก้ไขปัญหาและเพื่อระวังป้องปรามปีการศึกษา 2567 คณะผู้วิจัยจึงเข้าไปมีส่วนร่วมจัดให้มีการปรับความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ขึ้น ทั้งนี้เพื่อร่วมบรรลุมัตถุประสงค์ทาง การวิจัยและสนับสนุน นศ. ใหม่ หลักสูตร ต.วศ. ชั้นปีที่ 1 ในระยะเปลี่ยนผ่านโดยดำเนินการตามกรอบกลยุทธ์เชิงความตระหนัก 7 ประการ เพื่อช่วยกำหนดทิศทางทางการดำเนินการที่ยังไม่เคยมีการกำหนดขึ้นมาก่อนในการดำเนินการปรับพื้นฐานของ วทส. ทั้งนี้ คณะผู้วิจัยศึกษาและรวบรวมข้อมูลด้วยเครื่องมือเชิงคุณภาพ คือ 1) อ่างอิงวรรณกรรม 2) สัมภาษณ์เชิงลึก และ 3) สัมภาษณ์แบบกลุ่ม ที่มีผู้ให้/กลุ่มผู้ให้ข้อมูลเป็นบุคคล/กลุ่มบุคคลชุดเดียวกับประเด็นก่อนหน้า



รูปที่ 4 กระบวนการวิเคราะห์เชิงวิจัยเพื่อกำหนดกลยุทธ์และแนวทางการสอนปรับพื้นฐาน

การเลือกใช้เครื่องมือทั้ง 3 เพื่อให้การวิเคราะห์ผสมผสานผ่านมุมมองทางวิชาการควบคู่กับการเก็บข้อมูลผ่านการรับฟังประสบการณ์ ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะ จากผู้คนที่เคยเป็นและยังคงเป็นผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย การรวบรวมจำแนกปัญหา พิจารณาความถี่ของทักษะที่ถูกกล่าวถึงแล้ววิเคราะห์หากลั่นกรองกำหนดเป็น “กลยุทธ์เชิงความตระหนัก” ที่คณะผู้วิจัย หมายถึง กลยุทธ์ที่มีผู้เรียนเป็นศูนย์กลางประกอบด้วยความพยายามที่จะแก้ปัญหา หาทางออกและสร้างชั้นเรียนปรับพื้นฐานประสิทธิภาพสูงแก่ผู้เรียน ผ่านกระบวนการการวิเคราะห์เชิงวินิจัยตามรูปที่ 4 ประกอบด้วย

- กลยุทธ์เชิงความตระหนัก 1: สร้างแรงจูงใจแก่ผู้เรียนเพื่อการใช้เวลาอย่างมีประสิทธิภาพเพื่อการเปลี่ยนแปลง
- กลยุทธ์เชิงความตระหนัก 2: เสริมสร้างความรู้พื้นฐานที่จำเป็นเตรียมความพร้อมสำหรับการเรียนที่ซับซ้อนยิ่งขึ้น
- กลยุทธ์เชิงความตระหนัก 3: ไม่มีค่าใช้จ่ายทางการเงินแต่มีค่าใช้จ่ายทางเวลา ทุกคนมีโอกาสและเข้าถึงได้
- กลยุทธ์เชิงความตระหนัก 4: ให้พื้นฐานความรู้ที่ดีแก่ผู้เรียนลดปัญหาการตกออกหรือเรียนไม่ทัน
- กลยุทธ์เชิงความตระหนัก 5: มุ่งพัฒนาทักษะการเรียนรู้ด้วยตนเองและทักษะการคิดวิเคราะห์แก้ปัญหา
- กลยุทธ์เชิงความตระหนัก 6: บริหารวิชาการผสมผสานกิจกรรมลดกดดันและภาวะความเบื่อหน่าย
- กลยุทธ์เชิงความตระหนัก 7: สร้างช่วงเวลาที่มีความหมายและให้ผู้เรียนเป็นเจ้าของการเรียนรู้อย่างมีส่วนร่วม

กลยุทธ์ที่ 1 และ 3 เป็นการวิเคราะห์และตกผลึกจากการทบทวนวรรณกรรม โดยกลยุทธ์ที่ 1 พัฒนาจาก “การเปลี่ยนแปลงเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นกับผู้คนโดยพวกเขาอาจจะเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยกับการเปลี่ยนแปลงนั้นก็ได้ ในขณะที่การเปลี่ยนแปลงสามารถเกิดขึ้นได้อย่างรวดเร็วแต่การปรับตัวให้เข้ากับการเปลี่ยนแปลงอย่างมีประสิทธิภาพนั้นมักจะใช้เวลาานานกว่า” (Cheng et al., 2023) ส่วนกลยุทธ์ที่ 3 พัฒนาจาก “ความแตกต่างเหลื่อมล้ำของสถาบันการศึกษาชั้นพื้นฐานจากการกระจายโอกาสที่ไม่เท่าเทียมกัน” (Worapitaksanond & Charoenratana, 2022) กลยุทธ์ที่ 2 และ 5 เกิดจากความถี่ของคำหรือประโยคซ้ำ ๆ ที่ถูกกล่าวถึงโดยผู้ให้ข้อมูลและกลุ่มผู้ให้ข้อมูลทั้งที่เป็นผู้สอนและนักศึกษา ส่วนกลยุทธ์ที่เหลือคณะผู้วิจัยเน้นหนักตามการระบุสาเหตุหลักของปัญหาและข้อเสนอเกี่ยวกับการหาทางออกของทั้งนักศึกษาผู้ให้ข้อมูลและกลุ่มนักศึกษาผู้ให้ข้อมูลแล้วทำการวิเคราะห์กำหนดเป็นยุทธศาสตร์เพราะประสงค์ให้เป็นกลยุทธ์ที่มีความต้องการของนักศึกษาเป็นศูนย์กลางเป็นหลักตามเจตนาตั้งต้น ต่อมาเพื่อการได้มาซึ่งแนวทางการสอนปรับพื้นฐาน 4 แนวทาง ตามตารางที่ 2 เกิดจากกระบวนการเดียวกันจากรูปที่ 4 แต่ต่างชุดคำถามเพราะมีการแสวงหาคำตอบและข้อมูลต่างประเด็นกัน รวมถึงไม่ใช่อ้างอิงจากวรรณกรรมเข้าร่วมในการกำหนดแนวทาง ข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์อาทิ แนวทางที่ 1 และ 3 เป็นแนวทางเดิมที่เคยใช้มาในปีการศึกษา 2565 และ 2566 ตามลำดับแต่ยังไม่เป็นที่พึงพอใจของทั้งฝ่ายผู้ให้ข้อมูล/กลุ่มผู้ให้ข้อมูลทุกฝ่าย ด้วยเหตุผลทำนองว่า “เบียดบังเวลาพักผ่อน/ต้องการพักผ่อน อัดแน่นเกินไป หรือ เรียน/สอนนานเกินไปน่าเบื่อ” แนวทางที่ 4 ผู้ให้ข้อมูล/กลุ่มผู้ให้ข้อมูล ให้คำตอบในทิศทางเดียวกันเพราะเหมาะสำหรับการเลือกใช้เฉพาะสถานการณ์พิเศษ การเรียนคณิตศาสตร์แบบออนไลน์อาจไม่ช่วยให้พัฒนาศักยภาพได้ดีเท่ากับการเรียนรู้ในชั้นเรียนปกติ การจัดชั้นเรียนตามการร้องขอของกลุ่มผู้มีปัญหาพิเศษยังมีความจำเป็น เป็นต้น

ตารางที่ 2 แนวทางการจัดการเรียนการสอนปรับพื้นฐานความรู้ทางคณิตศาสตร์บนฐานเวลา

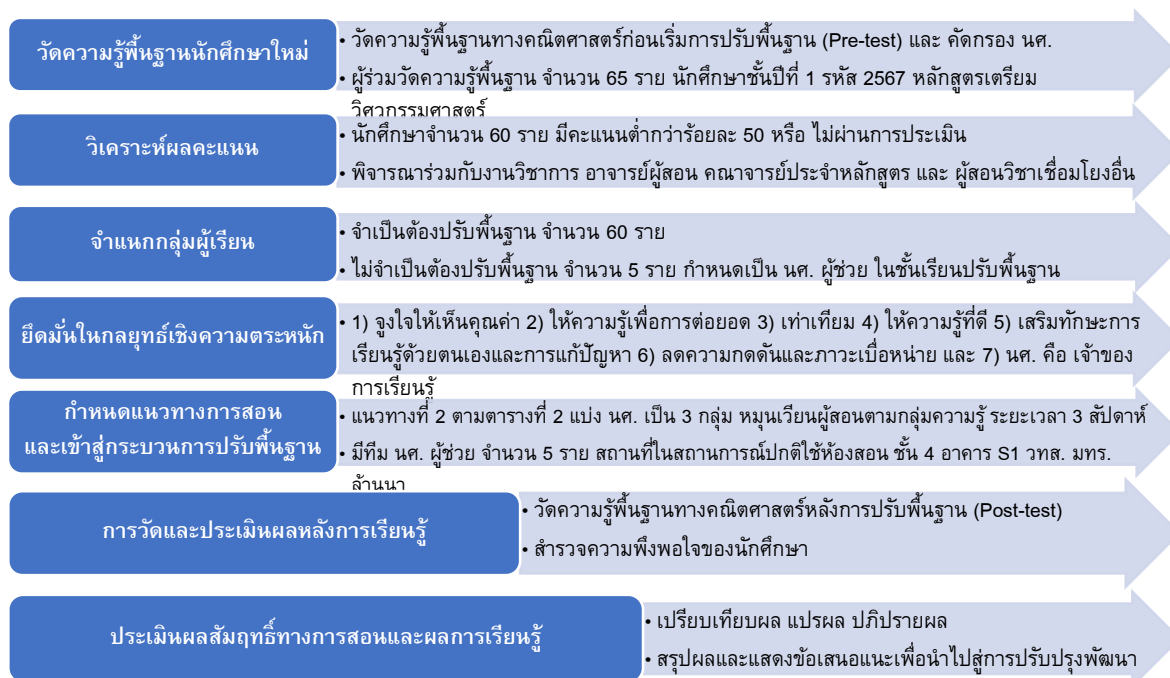
แนวทาง	เงื่อนไขทางเวลา	เงื่อนไขประกอบ	ข้อตระหนักตามการวิเคราะห์เชิงวินิจัย
1	1 สัปดาห์ ก่อนเปิดภาคเรียนที่ 1 (7 วัน)	- เวลา 08.30 – 16.00 น. - ใช้มาจนถึง ปี 2565	มีระยะเวลาจำกัดเร่งรัดอัดแน่นเกินไปและเป็นภาระสำหรับผู้เรียนที่เป็นเยาวชนซึ่งมีกิจกรรมชีวิตค่อนข้างหลากหลาย นศ. มักเกิดความเบื่อหน่าย
2	3 สัปดาห์แรกหลังเปิดภาคเรียน (จันทร์ – พฤหัสบดี)	- เวลา 18:00 - 20:00 น. - ใช้ ปี 2567 แบ่ง 3 กลุ่ม เวียนเรียนกับผู้สอนในแต่ละหัวข้อจนครบ มี นศ. ผู้ช่วย	พัฒนาจาก 1 และ 3 นศ. บางส่วนมองว่าเป็นประโยชน์และบางส่วนมองเป็นภาระหลังเลิกเรียนแต่เป็นเพียงระยะสั้น ต้องสร้างแรงจูงใจในแง่ของคุณค่าแห่งการดำเนินการที่จะก่อให้เกิดผลกระทบเชิงบวกแก่ นศ. ได้ในระยะยาว
3	2 สัปดาห์แรกหลังเปิดภาคเรียนที่ 1 (เสาร์ - อาทิตย์)	- เวลา 09:00 - 12:00 น. - ใช้เมื่อ ปีการศึกษา 2566	นศ. ไม่ได้กลับบ้านในช่วงสุดสัปดาห์ ระยะเวลาสั้นเกินไปและเกินกว่าจะหวังผลสัมฤทธิ์ในระดับสูงได้
4	ตามวันและเวลาที่ตกลง	- สถานการณ์พิเศษ	พิจารณาใช้ในกรณีพิเศษ หรือ มีร้องขอจากกลุ่มนักศึกษา

ส่วนเหตุผลประกอบในการเลือกแนวทางที่ 2 เพราะเป็นการพัฒนามาจากแนวทางที่ 1 และ 3 เพื่อนำมาใช้ในปีการศึกษา 2567 หรือปีตามการศึกษาของงานวิจัย เป็นไปตามข้อเสนอแนะของกลุ่มผู้ให้ข้อมูลและผู้ให้ข้อมูลที่ระบุว่าช่วงเวลาในการปรับพื้นฐานสำหรับวิชาคณิตศาสตร์ควรอยู่ระหว่าง 1.5 – 2 ชั่วโมง/วัน โดยให้รวมเวลาการทำโจทย์หรือทำแบบฝึกหัดด้วยตนเองไปด้วยและขอให้ผู้สอนยังอยู่ในชั้นเรียนเพื่อโอกาสทางการแสดงคำถามและปรึกษา (อิงกลยุทธ์ที่ 5) การกำหนดช่วงวันเป็นวันจันทร์ - พฤหัสบดี เพราะอาจารย์มาทำงานและผู้เรียนก็อยู่ประจำเป็นความสะดวกร่วมกัน 2 ฝ่าย ผู้ให้/กลุ่มให้ข้อมูลฝ่าย นศ. บางส่วนเห็นแย้งเชิงสอบถามว่า “จะเป็นภาระแก่ผู้เรียนหลังการเรียนภาคปกติหรือไม่?” เช่นเดียวกับประเด็นระยะเวลา 3 สัปดาห์แรกหลังเปิดภาคเรียนที่ 1 ที่อาจดูยาวนานเกินไปแต่จำเป็นต้องรับฟังผู้สอนเป็นหลักเพราะมีส่วนของความสอดคล้องกันระหว่างระยะเวลากับแผนการสอนและหัวข้อการเรียนรู้ที่ต้องครบถ้วนมาเกี่ยวข้อง ดังนั้น จึงมีการร่วมแสวงหาทางออกด้วยวิธีการสร้างความเข้าใจ สร้างแรงจูงใจแก่ผู้เรียนให้เห็นคุณค่าและประโยชน์ อาทิ การเชิญรุ่นพี่เข้าร่วมแบ่งปันประสบการณ์ ผู้สอนร่วมผลักดันชี้ให้เห็นประโยชน์ เป็นต้น (อิงกลยุทธ์ที่ 1 และ 7) รวมถึงใช้กิจกรรมหรือเกมส์เข้าร่วมในการจัดการชั้นเรียนเพื่อบรรเทาความน่าเบื่อและภาวะกดดันทางการเรียน (อิงกลยุทธ์ที่ 6) ทั้งนี้ เป็นการปรับพื้นฐานที่มีได้มีค่าใช้จ่าย นศ. ทุกคนสามารถเข้าถึงได้อย่างเท่าเทียมและในเชิงผลลัพธ์ย่อมเป็นไปได้เพื่อเตรียมความรู้ที่จำเป็นสำหรับการเรียนที่ซับซ้อนยิ่งขึ้นและร่วมลดปัญหาการต้อออกหรือเรียนไม่ทันของผู้เรียนอีกด้วย (อิงกลยุทธ์ที่ 2, 3 และ 4)

กระบวนการเชิงปฏิบัติการและการปรับพื้นฐาน

คณะผู้วิจัยได้นำแนวทางการจัดการเรียนการสอนปรับพื้นฐานความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ได้วิเคราะห์ ออกแบบ และกำหนดไว้มาเข้าสู่กระบวนการทางการปฏิบัติจริง (Implementation) เพื่อทำศึกษาและทำความเข้าใจต่อปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการนำกลยุทธ์และแนวทางการจัดการเรียนการสอนปรับพื้นฐานที่ได้ออกแบบไว้ไปใช้ อันจะนำไปสู่การได้มาซึ่งข้อเสนอแนะของงานวิจัยและแนวทางการพัฒนาที่เหมาะสม มีประสิทธิภาพและยั่งยืนยิ่งขึ้น จากกรอบการวางแผนเชิงกระบวนการตามรูปที่ 5 แสดงให้เห็นถึงกระบวนการปฏิบัติที่เป็นระบบเริ่มต้นจากการวัดความรู้พื้นฐาน นศ. ใหม่เพื่อประเมินระดับความรู้และคัดกรอง นศ. เข้าสู่การปรับพื้นฐาน (Pre-test) โดยมีผู้ร่วมวัดความรู้พื้นฐาน จำนวน 65 ราย และมี นศ. จำนวน 60 ราย มีคะแนนต่ำกว่าร้อยละ 50 หรือไม่ผ่านการประเมินซึ่งจัดเป็นกลุ่มที่ต้องเข้ารับการปรับพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ ทั้งนี้ การสอนปรับพื้นฐานได้ดำเนินการความตามกรอบกลยุทธ์เชิงความตระหนัก 7 ประการ เช่นกัน สำหรับแนวทางการจัดการเรียนการสอนได้รับการออกแบบให้มีรูปแบบที่สะท้อนกลยุทธ์ทั้ง 7 ข้อ ผ่านการจัดการเรียนการสอนแบบแบ่งกลุ่มหมุนเวียนโดยแบ่ง นศ. ออกเป็น 3 กลุ่ม หมุนเวียนผู้สอนตามกลุ่มหัวข้อการเรียนรู้ มีระยะเวลาทางการดำเนินการ 3 สัปดาห์แรกหลังเปิดภาคเรียน ตั้งแต่วันจันทร์ – พฤหัสบดี ระหว่างเวลา 18.00 - 20.00 น. แม้จะรบกวนเวลาพักผ่อนหลังจากเวลาเลิกเรียนตามปกติแต่เป็นเพียงช่วงระยะเวลาสั้นๆ ประกอบกับนักศึกษาใช้เวลาพักผ่อนมาแล้วอย่างน้อยประมาณ 2 ชั่วโมงก่อนเข้าสู่ชั้นเรียนปรับพื้นฐาน

ผนวกกับการสร้างความเข้าใจโดยการแบ่งปันประสบการณ์จากกลุ่มนักศึกษารุ่นพี่และอาจารย์ผู้สอนจึงช่วยให้กลุ่มเป้าหมายเกิดความเข้าใจถึงประโยชน์และคุณค่าของการปรับพื้นฐานทั้งนี้เป็นไปเพื่อการต่อยอดใช้ในวิชาคณิตศาสตร์หรือรายวิชาการอื่นรวมถึงการลดความเสี่ยงของการติด F หรือมีผลการเรียนไม่ผ่านการประเมินและการต้องพ้นจากสภาพความเป็นนักศึกษาเนื่องจากมีผลการเรียนเฉลี่ยรวมที่ไม่ถึงเกณฑ์ การวัดและประเมินผลหลังการเรียนรู้ครอบคลุมการทดสอบความรู้พื้นฐานภายหลังการปรับพื้นฐานและการสำรวจความพึงพอใจของนักศึกษาเป็นสำคัญเพื่อการประเมินประสิทธิผลของกลยุทธ์เชิงความตระหนักทั้ง 7 ข้อ ตลอดจนแนวทางการสอนปรับพื้นฐานทางคณิตศาสตร์สำหรับนักศึกษาใหม่ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ หลักสูตรเตรียมวิศวกรรมศาสตร์ ที่กำหนดเป็นบริบทใช้ผ่านการเปรียบเทียบ วิเคราะห์ แปรผลและการวางข้อเสนอแนะเพื่อกำหนดทิศทางการพัฒนาปรับปรุงต่อไป



รูปที่ 5 แสดงกรอบการวางแผนเชิงกระบวนการอย่างสังเขปทางปฏิบัติการ

ผลการวิจัย

จากการทดสอบวัดความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ก่อนการปรับพื้นฐาน และหลังจากที่ผ่านกระบวนการเรียนปรับพื้นฐานเป็นเวลา 3 สัปดาห์ นำผลคะแนนที่ได้มาคำนวณด้วยค่าสถิติที (t-test) แบบจับคู่ เพื่อเปรียบเทียบผลการทดสอบก่อนและหลังการปรับพื้นฐาน ปรากฏผลตามตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 3 แสดงการวิเคราะห์ผลการทดสอบวัดความรู้พื้นฐานก่อนและหลังการเรียนปรับพื้นฐาน

การทดสอบ	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ค่าเฉลี่ยของความแตกต่าง	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความแตกต่าง	t	P
ก่อนเรียน	8.483333	4.060941	4.266667	2.570146	12.858981	น้อยกว่า 0.001
หลังเรียน	12.750000	3.921367				

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตามแบบสอบถามที่ใช้มาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ตามมาตรวัดของลิเคิร์ท (Likert Scale) เพื่อประเมินความพึงพอใจของ นศ. ต่อการเรียนปรับพื้นฐานโดยครอบคลุม 5 ประเด็นสำคัญ คือ ระยะเวลา แนวทางการสอน แรงกระตุ้นในการปรับพื้นฐาน บุคลิกภาพของอาจารย์ผู้สอนรวมถึงด้านประโยชน์และการนำไปใช้ มีผลสำรวจ ดังนี้

ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ด้านระยะเวลาและการจัดการเรียนการสอน

หัวข้อ	$\bar{X}$	S.D.	ระดับ
1 ระยะเวลาโดยรวมของการปรับพื้นฐานมีความเหมาะสม	3.72	0.95	มาก
2 จำนวนชั่วโมงเรียนต่อวันมีความเหมาะสม	3.78	0.98	มาก
3 การจัดสรรเวลาสำหรับแต่ละหัวข้อมีความเหมาะสม	3.80	0.93	มาก
4 มีเวลาเพียงพอสำหรับการทำแบบฝึกหัดและทบทวน	3.68	0.97	มาก
5 การจัดลำดับเนื้อหามีความต่อเนื่องและเหมาะสม	3.93	0.87	มาก
6 มีการจัดสอนเสริมนอกเวลาสำหรับผู้ที่ต้องการความช่วยเหลือเพิ่มเติม	3.85	1.05	มาก

ตารางที่ 4 แสดงถึงความพึงพอใจของ นศ. ต่อระยะเวลาและการจัดการเรียนการสอนในระดับมากที่สุดที่ค่าเฉลี่ย 3.68 - 3.93 มีมติที่พึงพอใจสูงสุด คือ “การจัดลำดับเนื้อหามีความต่อเนื่องและเหมาะสม” (ค่าเฉลี่ย 3.93) ตามด้วย “มีการจัดสอนเสริมนอกเวลาสำหรับผู้ที่ต้องการความช่วยเหลือเพิ่มเติม” (ค่าเฉลี่ย 3.85) ขณะที่หัวข้อ “มีเวลาเพียงพอสำหรับการทำแบบฝึกหัดและทบทวน” มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด คือ 3.68 สะท้อนถึง นศ. ต้องการเวลาในการฝึกฝนและทบทวนเพิ่มขึ้น

ตารางที่ 5 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ด้านแนวทางการสอนและสื่อการเรียนรู้

หัวข้อ	$\bar{X}$	<i>S.D.</i>	ระดับ
1 วิธีการสอนช่วยให้เข้าใจเนื้อหาได้ง่ายขึ้น	4.38	0.73	มาก
2 มีการใช้สื่อการสอนที่หลากหลายและน่าสนใจ	4.05	0.92	มาก
3 มีการยกตัวอย่างที่ชัดเจนและเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน	3.93	1.00	มาก
4 มีการเปิดโอกาสให้ซักถามและแสดงความคิดเห็น	4.30	0.78	มาก
5 มีการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการสอนอย่างเหมาะสม	4.23	0.76	มาก
6 เอกสารประกอบการสอนมีความชัดเจนและเข้าใจง่าย	4.18	0.76	มาก
7 มีการใช้เกมหรือกิจกรรมเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้	4.05	0.94	มาก
8 มีการสอนเทคนิคการแก้โจทย์ปัญหาที่หลากหลาย	4.22	0.80	มาก

ส่วนตารางที่ 5 ทำให้ทราบว่า นศ. พึงพอใจต่อแนวทางการสอนและสื่อการเรียนรู้ระดับมากที่สุดมีค่าเฉลี่ย 3.93 - 4.38 หัวข้อที่ได้รับความพึงพอใจสูงสุดคือ “วิธีการสอนช่วยให้เข้าใจเนื้อหาได้ง่ายขึ้น” (ค่าเฉลี่ย 4.38) และ “มีการเปิดโอกาสให้ซักถามและแสดงความคิดเห็น” (ค่าเฉลี่ย 4.30) แสดงให้เห็นว่าการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนและผู้เรียนเป็นปัจจัยสำคัญในการสร้างความพึงพอใจ ในขณะที่หัวข้อที่ได้รับความพึงพอใจต่ำสุดคือ “มีการยกตัวอย่างที่ชัดเจนและเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน” (ค่าเฉลี่ย 3.93) ซึ่งแสดงให้เห็นว่า ควรเพิ่มตัวอย่างทางคณิตศาสตร์ที่มีการประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน

ตารางที่ 6 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ด้านแรงจูงใจและการกระตุ้นการเรียนรู้

หัวข้อ	$\bar{X}$	<i>S.D.</i>	ระดับ
1 กิจกรรมการเรียนการสอนมีความน่าสนใจ	4.00	0.84	มาก
2 การปรับพื้นฐานช่วยสร้างแรงจูงใจในการเรียนคณิตศาสตร์	3.82	0.92	มาก
3 รู้สึกมั่นใจในการเรียนคณิตศาสตร์มากขึ้นหลังการปรับพื้นฐาน	3.87	0.94	มาก
4 มีการให้ข้อมูลย้อนกลับ (feedback) ที่เป็นประโยชน์	4.07	0.81	มาก
5 มีการยกย่องชมเชยเมื่อทำได้	4.17	0.82	มาก
6 บรรยากาศในการเรียนเอื้อต่อการเรียนรู้	3.98	1.04	มาก
7 รู้สึกสนุกกับการเรียนคณิตศาสตร์มากขึ้น	3.88	0.88	มาก

สำหรับตารางที่ 6 พบว่า นศ. พึงพอใจต่อด้านแรงจูงใจและการกระตุ้นการเรียนรู้ในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ยระหว่าง 3.82 - 4.17 หัวข้อที่ได้รับความพึงพอใจสูงสุด คือ “มีการยกย่องชมเชยเมื่อทำได้” (ค่าเฉลี่ย 4.17) และ “มีการให้ข้อมูลย้อนกลับ (feedback) ที่เป็นประโยชน์” (ค่าเฉลี่ย 4.07) ในขณะที่หัวข้อ “การปรับพื้นฐานช่วยสร้างแรงจูงใจในการเรียนคณิตศาสตร์” ได้คะแนนต่ำสุด (ค่าเฉลี่ย 3.82) บ่งชี้ว่าการสร้างแรงจูงใจภายในต่อวิชาคณิตศาสตร์ยังต้องการการพัฒนาเพิ่มเติม

ตารางที่ 7 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ด้านบุคลิกภาพและความสามารถของอาจารย์ผู้สอน

หัวข้อ	$\bar{X}$	<i>S.D.</i>	ระดับ
1 อาจารย์มีความรู้ความสามารถในการถ่ายทอดความรู้	4.65	0.54	มากที่สุด
2 อาจารย์มีความเป็นกันเองและเข้าถึงได้ง่าย	4.57	0.64	มากที่สุด
3 อาจารย์ให้ความสนใจและช่วยเหลือนักศึกษาอย่างทั่วถึง	4.50	0.70	มาก
4 อาจารย์มีความกระตือรือร้นในการสอน	4.52	0.67	มากที่สุด
5 อาจารย์มีความสามารถในการอธิบายเนื้อหาที่ซับซ้อนให้เข้าใจง่าย	4.45	0.76	มาก
6 อาจารย์มีความอดทนและเต็มใจตอบคำถาม	4.55	0.74	มากที่สุด
7 อาจารย์มีการเตรียมการสอนมาเป็นอย่างดี	4.73	0.51	มากที่สุด
8 อาจารย์สามารถควบคุมชั้นเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ	4.45	0.72	มาก

จากตารางที่ 7 พบว่า นศ. พึงพอใจต่อบุคลิกภาพและความสามารถของผู้สอนในระดับมากถึงมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยระหว่าง 4.45 - 4.73 ซึ่งเป็นด้านที่ได้รับคะแนนสูงที่สุดในการวิจัยครั้งนี้ หัวข้อที่ได้รับความพึงพอใจสูงสุด คือ “อาจารย์มีการเตรียมการสอนมาเป็นอย่างดี” (ค่าเฉลี่ย 4.73) รองลงมา คือ “อาจารย์มีความรู้ความสามารถในการถ่ายทอดความรู้” (ค่าเฉลี่ย 4.65) ผลนี้สะท้อนให้เห็นว่าคุณภาพของผู้สอนเป็นปัจจัยหลักที่สร้างความพึงพอใจให้แก่ผู้เรียน

ตารางที่ 8 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ด้านประโยชน์และการนำไปใช้

หัวข้อ	$\bar{X}$	S.D.	ระดับ
1 เนื้อหาที่เรียนสามารถนำไปใช้ในการเรียนวิชาอื่นๆ ได้	4.28	0.71	มาก
2 การปรับพื้นฐานช่วยเตรียมความพร้อมสำหรับการเรียนในหลักสูตร	4.38	0.69	มาก
3 ได้รับความรู้และทักษะที่จำเป็นสำหรับการเรียนวิศวกรรมศาสตร์	4.27	0.79	มาก
4 สามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้	4.03	0.86	มาก
5 รู้สึกว่าการปรับพื้นฐานมีประโยชน์ต่อการเรียนในอนาคต	4.28	0.80	มาก

และลำดับสุดท้ายตารางที่ 8 พบว่า นศ. พึงพอใจต่อประโยชน์และการนำไปใช้ในระดับมากมีค่าเฉลี่ยระหว่าง 4.03 - 4.38 มิติที่พึงพอใจสูงสุด คือ “การปรับพื้นฐานช่วยเตรียมความพร้อมสำหรับการเรียนในหลักสูตร” (ค่าเฉลี่ย 4.38) ซึ่งสอดคล้องกับวัตถุประสงค์หลักของการเรียนปรับพื้นฐาน ขณะที่ “สามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้” มีคะแนนต่ำสุด (ค่าเฉลี่ย 4.03) แสดงให้เห็นว่าการเชื่อมโยงความรู้กับชีวิตประจำวันยังมีพื้นที่ในการพัฒนา

สรุปและอภิปรายผล

การปรับพื้นฐานในฐานะหนึ่งในกระบวนการเพื่อการเปลี่ยนผ่าน - จากการวิเคราะห์และสังเกตการณ์พบว่า ประสิทธิภาพของการจัดการปรับพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ใน “ระยะเปลี่ยนผ่าน” ของกลุ่มตัวอย่างสอดคล้องกับสิ่งที่ (Cheng et al., 2023) ได้ชี้ให้เห็น คือ แม้การเปลี่ยนแปลงจะเกิดขึ้นได้อย่างรวดเร็วแต่การปรับตัวให้เข้ากับการเปลี่ยนแปลงอย่างมีประสิทธิภาพนั้นต้องใช้เวลาซึ่งช่วงเวลาของการเปลี่ยนผ่านนี้เป็นโอกาสอันดีในการหล่อหลอมพฤติกรรมการเรียนรู้ การที่นักศึกษาใหม่ต้องเผชิญกับการเปลี่ยนแปลงในหลายมิติแต่กลับมีส่วนส่งผลให้นักศึกษาแสดงออกถึงความตั้งใจและการยอมรับในกระบวนการปรับพื้นฐานทางคณิตศาสตร์อย่างเด่นชัดโดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อผู้สอนชี้ให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิชาคณิตศาสตร์กับรายวิชาอื่น ๆ ซึ่งจะมีผลโดยตรงต่อความสำเร็จทางการศึกษาและมีส่วนทางการหล่อหลอมพฤติกรรมการเรียนรู้ที่พึงประสงค์สำหรับการศึกษาในระดับที่สูงขึ้นได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ผลของกระบวนการปรับพื้นฐานและแนวทางการปรับปรุง - แม้คะแนนเฉลี่ยของการทดสอบหลังการปรับพื้นฐานจะสามารถแสดงถึงความพร้อมของนักศึกษาที่มากขึ้นระดับหนึ่งในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ทว่า คะแนนที่ยังคงต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 50 สะท้อนให้เห็นถึงประเด็นประสิทธิภาพที่ต้องพิจารณา จากการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนได้รับผลทางขึ้นว่า “ควรปรับปรุง” ในด้านของเวลาที่สามารรถตีความเชื่อมโยงกับภาระทางปัญญา (Cognitive Load) เนื่องจากกลุ่มตัวอย่างเรียนในหลักสูตรที่มีความเข้มข้นสูง การเรียนปรับพื้นฐานเพิ่มเติมจึงมีส่วนนำพาให้ผู้เรียนเผชิญกับข้อมูลที่มากขึ้นในกรอบเวลาอันจำกัด “ผลจากการที่มีข้อมูลเกินข้อจำกัดจะทำให้เกิดภาวะสมองตันและทำให้ข้อมูลที่รับมาสูญหายหรือเกิดการลืม” (Thammabut & Wonganu, 2024) กลุ่มตัวอย่างเป็นผู้มีพื้นฐานอ่อนการสร้างความรู้ความเข้าใจจึงต้องอาศัยเวลาและการขยายเวลาเป็นทางเลือกหนึ่งสำหรับกระจายเนื้อหาให้เบาบางลงเช่นกัน จากการสังเกตพฤติกรรมพบว่านักศึกษาบางส่วนรีบทำแบบทดสอบให้เสร็จซึ่งอาจเกิดจากการขาดแรงจูงใจ จุดนี้หากสามารถบูรณาการนำผลคะแนนจากการทดสอบเข้าไปเป็นคะแนนเก็บตามวิชาอาจเป็นประโยชน์สำหรับการดำเนินการในอนาคต

กลยุทธ์เชิงความตระหนัก 7 ประการ และแนวทางการสอน - กลยุทธ์เชิงความตระหนักทำหน้าที่เชื่อมโยงระหว่าง “ปัญหา” กับ “การแก้ปัญหา” มีที่มาจากกระบวนการเชิงคุณภาพและกระบวนการวิเคราะห์เชิงวินิจัยเพื่อการเข้าถึงรากของปัญหาและแนวทางการแก้ไขผ่านการศึกษาจากข้อเท็จจริง ประสบการณ์และข้อเสนอแนะของผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย เป็นประโยชน์ทางการก้าวข้ามการลองผิดลองถูกซึ่งอาจส่งผลทางความสิ้นเปลืองทรัพยากรโดยเฉพาะเวลาและโอกาสของนักศึกษา การกำหนดกลยุทธ์ฯ จึงเป็นการกำหนดทิศทางและกรอบการทำงานก่อนนำไปสู่การกำหนด

แนวทางการสอน การเข้าสู่กระบวนการปรับพื้นฐานและเป็นก้าวสำคัญที่แตกต่างจากการปฏิบัติเดิมที่อาจมุ่งเน้นเพียงการส่งมอบเนื้อหาโดยขาดความตระหนักในความสำคัญของการมีผู้เรียนเป็นศูนย์กลางในทุก ๆ มิติ ดังนั้น แนวทางการสอนที่ได้รับการเลือกใช้ใน ปีการศึกษา 2567 จึงมีความเข้าใจสอดคล้องกับธรรมชาติและความต้องการของผู้เรียนมากที่สุด แม้ยังปรากฏข้อบกพร่องก็ตาม เมื่อพิจารณาจากผลลัพธ์ของการปรับพื้นฐานความรู้ทางคณิตศาสตร์ ปี 2567 จะเห็นได้ว่ากลยุทธ์การสร้างแรงจูงใจและการเสริมสร้างความรู้พื้นฐาน มีส่วนช่วยเพิ่มประสิทธิภาพที่ดีโดยสะท้อนผ่านการเพิ่มขึ้นของคะแนนเฉลี่ย การแบ่งปันประสบการณ์และชี้ให้เห็นประโยชน์: กลยุทธ์ที่ 1 ได้ร่วมสร้างความเข้าใจที่ชัดเจนแก่นักศึกษาแม้จะมีแรงต้านจากนักศึกษาบางส่วนที่มองว่าเป็นภาระหลังเลิกเรียนซึ่งสะท้อนผ่านความพึงพอใจด้านเวลาที่ต้องปรับปรุง กลยุทธ์การเสริมสร้างความรู้พื้นฐานและลดปัญหาการตกออก (กลยุทธ์ที่ 2 และ 4) วัดผ่านการเชื่อมโยงกับแนวทางการสอนแบบหมุนเวียน 3 กลุ่ม ช่วยให้ผู้สอนปรับการสอนตามระดับความรู้ของนักศึกษาได้อย่างเฉพาะเจาะจงขณะที่กลยุทธ์การเข้าถึงโดยไม่มีค่าใช้จ่าย: กลยุทธ์ที่ 3 ตามหลักความเท่าเทียมแต่ “ค่าใช้จ่ายทางเวลา” กลับกลายเป็นอุปสรรคที่สำคัญ การพัฒนาทักษะการเรียนรู้ด้วยตนเอง: กลยุทธ์ที่ 5 นักศึกษามีความพึงพอใจในส่วนของการมีเวลาในการทบทวนและการทำแบบฝึกหัด “ต่ำที่สุด” แต่ทำให้ทราบว่ากลุ่มตัวอย่างมีความต้องการที่สอดคล้องกับกลยุทธ์นี้ คือต้องการให้ผู้สอนอยู่ในชั้นเรียนเพื่อโต้ตอบกับผู้เรียนและปรึกษาได้ทันที บริหารวิชาการผสมกิจกรรม: กลยุทธ์ที่ 6 ถึงแม้จะใช้เกมส์/กิจกรรมช่วยลดความเบื่อหน่ายแต่ยังขาดการประเมินเชิงลึกว่ากิจกรรมเหล่านี้ส่งผลต่อการเรียนรู้หรือไม่ และการสร้างช่วงเวลาที่มีความหมายและการมีส่วนร่วม: กลยุทธ์ที่ 7 ได้รับการปฏิบัติผ่านแนวทางการเรียน 4 วัน ระหว่างเวลา 18.00-20.00 น. เป็นเวลา 3 สัปดาห์ สร้างจังหวะการเรียนรู้ที่สม่ำเสมอแต่ยังคงมีจุดอ่อนด้านความเหนื่อยล้าของผู้เรียน สิ่งที่น่าสนใจ คือ การเชื่อมโยงระหว่างกลยุทธ์กับแนวทางการสอนแสดงให้เห็นถึงความสอดคล้องของแนวคิดกับการปฏิบัติจริง แม้ด้านการจัดการเวลาและการสร้างแรงจูงใจที่ยั่งยืนยังคงต้องปรับปรุง

ความพึงพอใจของนักศึกษาต่อการเรียนปรับพื้นฐาน – นักศึกษามีความพึงพอใจโดยเฉพาะอย่างยิ่งด้านบุคลิกภาพและความสามารถของผู้สอนที่ได้รับคะแนน “มากที่สุด” รองลงมาคือ ด้านประโยชน์และการนำไปใช้แสดงให้เห็นถึงการมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนปรับพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ สอดคล้องกับงานวิจัยของ (Koongaew et al., 2024) ที่พบว่า “ปัจจัยที่มีอิทธิพลทางตรงต่อผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินั้นพื้นฐานวิชาคณิตศาสตร์ คือเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์” ส่วนประเด็นที่ควรปรับปรุง เช่น ระยะเวลาในการปรับพื้นฐานซึ่งได้รับคะแนนความพึงพอใจต่ำกว่าด้านอื่น ๆ โดยเฉพาะในหัวข้อการมีเวลาเพียงพอสำหรับการทำแบบฝึกหัดและทบทวนที่มีค่าเฉลี่ยความพึงพอใจต่ำที่สุด รองลงมา คือ หัวข้อระยะเวลาโดยรวมของการปรับพื้นฐาน

เอกสารอ้างอิง

- Cheng, M., Barnes, G. P., Edwardas, C., Valyrakis, M., Corduneanu, R., & Koukou, M. (2023). *Transition skills and Strategies: Transition models and how students experience change*. Quality Assurance Agency for Higher Education. <https://www.enhancementthemes.ac.uk/docs/ethemes/student-transitions/transition-models-and-how-students-experience-change.pdf>
- Jaiboon, D., & Srisuk, K. (2018). Construction of Mathematics Fundamental Knowledge Test of Vocational Education Level in B.E. 2556. *CMU Journal of Education*, 2(2), 47-57. [in Thai]
- Koongaew, K., Kumyoung, A., & Inyai, C. (2024). The causal factors influencing the Mathematics Ordinary National Educational Test scores of Matthayomsueksa 3 in school under the Secondary Educational Service Area Office Loei Nong Bua Lam Phu. *Journal of Srinakharinwirot Research and Development (Humanities and Social Sciences)*, 16(31), Article 272067. [in Thai]
- Matichon Online. (2024, July 1). *Big OVEC delighted with vocational education enrollment in 2024, over 380,000 students, confident in job placement*. Matichon. https://www.matichon.co.th/education/news_4655864 [in Thai]



- Mintan, A., & Chaipichit, D. (2020). Developing 6th grade students' mathematical problem solving skill basing on Polya concept of problem solving process together with STAD technique of cooperative learning management process. *Journal of Modern Learning Development*, 5(4), 145-158. [in Thai]
- National Institute of Educational Testing Service. (2023). *O-NET score reports 2019-2023*. NIETS. <https://www.niets.or.th/>. [in Thai]
- Nuangjamnong, C., Sopaaauthsawaporn, P., & Thaneepearn, A. (2020). The 21st century learning skills framework and project based learning. *Journal of Suvarnabhumi Institute of Technology*, 6(1), 623-640. [in Thai]
- OECD. (2023). *PISA 2022 results (Volume I): The state of learning and equity in education*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/53f23881-en>.
- Office of the Basic Education Commission. (2017). *Indicators and core learning content for mathematics learning strand (Revised B.E. 2560) according to the basic education core curriculum B.E. 2551*. http://academic.obec.go.th/images/document/1580786328_d_1.pdf. [in Thai]
- Perry, C., & Allard, A. (2003). Making the connections: Transition experiences for first-year education students. *Journal of Educational Enquiry*, 4(2), 74-89.
- Prescott, A., & Hellstén, M. (2005). Hanging together even with non-native speakers: The international student transition experience. In *Internationalizing higher education*, 75-95. Springer.
- Thammabut, T., & Wonganu, P. (2024). The design of learning media to reduce cognitive load using the split-attention principle. *Journal of Information and Learning*, 35(2), 170-178. <https://so04.tci-thaijo.org/index.php/jil/article/view/271465/184902> [in Thai]
- Worapin, K. (2019). The study of obstacles in mathematics problem solving of lower secondary students. *Technical Education Journal: King Mongkut's University of Technology North Bangkok*, 10(3), 60-66. [in Thai]
- Worapitaksanond, T., & Charoenratana, S. (2022). Impact of inequality on higher education admissions of Thai students. *The Journal of Research and Academics*, 5(6), 203-216. [in Thai]

การอ้างอิงบทความนี้

- APA Phatchat, S., Kitidet, H., Kooha M., Ode-sri, A., & Leelasopawut R., (2025). Strategies and Teaching Approaches for Enhancing Mathematical Foundation of New Students in Vocational Certificate Program, Pre-Engineering Curriculum. *Journal of Technical and Engineering Education*, 16(3), 37-50 Thaijo. <https://doi.org/10.14416/j.ft ee.2025.12.04>
- MLA Phatchat, Sompop et al. "Strategies and Teaching Approaches for Enhancing Mathematical Foundation of New Students in Vocational Certificate Program, Pre-Engineering Curriculum" *Journal of Technical and Engineering Education*, vol. 16, no. 3, Dec. 2025, pp. 37-50, <https://doi.org/10.14416/j.ft ee.2025.12.04>. Thaijo.
- ISO690 S. Phatchat, H. Kitidet, M. Kooha, A. Ode-sri & R. Leelasopawut "Strategies and Teaching Approaches for Enhancing Mathematical Foundation of New Students in Vocational Certificate Program, Pre-Engineering Curriculum" *Journal of Technical and Engineering Education*, vol. 16, no. 3, pp. 37-50, Dec. 2025, doi: <https://doi.org/10.14416/j.ft ee.2025.12.04>.

การประยุกต์ใช้ซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์สำหรับการเรียนการสอนวิชากลศาสตร์ของไหล ระดับปริญญาตรี

Application of Computer Software for Teaching Fluid Mechanics to Undergraduate Students

วีระยุทธ หล้าอมรชัยกุล^{1*}, วริศ จิตต์ธรรม¹ ทรงกลด ศรีวัฒนารัญญ¹ และสมบัติ มงคลชัยชนะ¹
Werayoot Lahamornchaiyakul^{1*}, Warit Jittham¹, Songklod Sriwattanawarunyo¹, and Sombat Mongkolchaichana¹

(วันรับบทความ : 25 ธันวาคม 2567/วันแก้ไขบทความ : 7 มีนาคม 2568/วันตอบรับบทความ : 18 กันยายน 2568)
(Received Date : December 25, 2024, Revised Date : March 7, 2025, Accepted Date : September 18, 2025)

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบผลลัพธ์การคำนวณด้วยมือและการใช้ซอฟต์แวร์ทางพลศาสตร์ของไหลในการคำนวณหาแรงกระทำของน้ำ 2) เพื่อหาประสิทธิภาพของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมต่อการเรียนการสอนในรายวิชากลศาสตร์ของไหลสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี กลุ่มตัวอย่างนักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา พิษณุโลก จำนวน 30 คน โดยเลือกแบ่งนักศึกษาออกเป็น 2 กลุ่มละ 15 คน เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยประกอบไปด้วย 1) ซอฟต์แวร์คำนวณผลเชิงพาณิชย์ทางพลศาสตร์ของไหล 2) แบบทดสอบก่อนและหลังเรียนเรื่องทฤษฎีบทของโมเมนตัมและสมการพลังงานในการคำนวณแรงกระทำของน้ำที่ไหลออกจากหัวฉีดน้ำและวิ่งเข้ากระบอกผนัง 3) แบบสอบถามความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อการประยุกต์ใช้ซอฟต์แวร์สำหรับการเรียนการสอน สถิติที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

ผลการศึกษาพบว่า นักศึกษาทั้งสองกลุ่มมีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน แสดงให้เห็นว่ากระบวนการจัดการเรียนการสอนมีผลต่อการพัฒนาความรู้ของผู้เรียน การประเมินคุณภาพสื่อการสอนในด้านการประเมินแบบจำลองเชิงตัวเลขที่ใช้สำหรับการคำนวณเพื่อการออกแบบ มีค่าเฉลี่ย 4.59 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.52 ขณะที่คุณภาพของสื่อด้านใบงานและแบบฝึกหัดมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.60 โดยมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.42 และ 0.50 ตามลำดับ นอกจากนี้การทดลองกับกลุ่มตัวอย่างนักศึกษาจำนวน 15 คน ในกลุ่มที่ 2 พบว่าผลการทำใบงานและแบบฝึกหัด (E1) มีความถูกต้องเฉลี่ยร้อยละ 80.13 และคะแนนผลสัมฤทธิ์หลังเรียน (E2) มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 82.77 การวิเคราะห์ประสิทธิภาพโดยรวมแสดงให้เห็นว่าค่าทั้งหมดสูงกว่าร้อยละ 80 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 อีกทั้งนักศึกษายังมีความพึงพอใจต่อการเรียนรู้ในรูปแบบดังกล่าวในระดับดีมาก ผลการวิจัยจึงชี้ให้เห็นว่าการประยุกต์ใช้ซอฟต์แวร์ทางพลศาสตร์ของไหลร่วมกับการเรียนรู้เชิงปฏิบัติการสามารถส่งเสริมความเข้าใจเชิงลึกในแนวคิดกลศาสตร์ของไหลและช่วยยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ : การประยุกต์ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน, คอมพิวเตอร์ช่วยในการคำนวณทางวิศวกรรม, กลศาสตร์ของไหล

¹ สาขาครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา พิษณุโลก จังหวัดพิษณุโลก 65000

¹ Department of Industrial Education and Technology, Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology Lanna Phitsanulok 65000 Thailand

* ผู้นิพนธ์ประสานงาน อีเมล: werayootmutl@gmail.com

* Corresponding author e-mail: werayootmutl@gmail.com

Abstract

The primary objectives of this study were (1) to analyze and compare the outcomes of manual calculations and computational fluid dynamics (CFD) simulations in determining the forces exerted by water flow and (2) to evaluate the effectiveness of a mathematical model as a pedagogical tool for teaching fluid mechanics to undergraduates. The sample included 30 mechanical engineering undergraduates from the Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology Lanna, Phitsanulok, divided into two groups of 15 students each. Research instruments comprised (1) commercial CFD software for fluid force calculations, (2) pre- and post-tests assessing students' understanding of momentum and energy equations in water jet impact, and (3) a questionnaire measuring satisfaction with software integration in the learning process. Data were analyzed using descriptive statistics (mean and standard deviation).

The findings showed that both groups achieved higher post-test scores than pre-test scores, indicating a positive impact on knowledge development. The quality evaluation of instructional media in terms of numerical modeling for design calculation yielded a mean score of 4.59 with a standard deviation of 0.52. Likewise, instructional worksheets and exercises received mean scores of 4.60, with standard deviations of 0.42 and 0.50, respectively. An experimental trial with 15 students in Group 2 revealed that the average accuracy in completing worksheets and exercises (E1) was 80.13%, while the average post-test score (E2) was 82.77%. Efficiency analysis confirmed that all values exceeded the 80% criterion, and post-test scores were significantly higher than pre-test scores at the 0.05 level. Students' satisfaction with the instructional approach was also rated as "very high." Overall, the results demonstrate that integrating CFD software with practice-based learning effectively enhances students' understanding of fluid mechanics and improves academic performance.

Keyword : Computer-assisted instruction; Computer Aided Engineering, Fluid Mechanics

บทนำ

การระบาดของเชื้อไวรัสโควิด-19 (COVID-19) ในช่วงหลายปีที่ผ่านมา ได้ส่งผลกระทบเป็นวงกว้างอย่างไม่เคยปรากฏมาก่อนในประวัติศาสตร์ของประเทศไทยและของโลก ซึ่งผลกระทบของการระบาดดังกล่าวที่สามารถเห็นภาพได้ชัดเจน จะประกอบไปด้วยปัญหาหลักทั้งหมด 3 ด้านดังนี้คือ ผลกระทบในด้านของสุขภาพ สังคม และด้านเศรษฐกิจซึ่งผลกระทบในด้านของสุขภาพได้ส่งผลทำให้ประชาชนเจ็บป่วยและเสียชีวิตเป็นจำนวนมาก ส่วนด้านสังคมทำให้เกิดความตระหนัก ตื่นกลัวเกิดขึ้นในสังคมเมืองและชนบทที่ยังขาดการเรียนรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับโรคอย่างถูกต้อง และด้านของเศรษฐกิจนั้นได้ส่งผลกระทบอย่างมากในด้านการชะลอตัวของธุรกิจหลากหลายประเภทที่เกิดขึ้น ทั้งที่เป็นธุรกิจขนาดใหญ่ไปจนถึงธุรกิจกลางและขนาดเล็ก รวมไปถึงธุรกิจการท่องเที่ยวที่มีความซบเซาเกิดขึ้นในพื้นที่การท่องเที่ยวที่สำคัญในแต่ละจังหวัด จากเหตุผลดังกล่าวทำให้ GDP ของประเทศไทยลดลงอย่างมากในช่วงการเกิดโรคระบาด จากผลกระทบทั้ง 3 ด้านในข้างต้น ยังได้ส่งผลกระทบต่อภาคการศึกษาของประเทศ ทำให้ระบบการศึกษาที่มีการเรียนการสอนในโรงเรียน วิทยาลัย และมหาวิทยาลัย ต้องมีการปรับเปลี่ยนไปอย่างมาก ทำให้นักเรียนและนักศึกษาต้องหันมาเรียนในรูปแบบการเรียนการสอนแบบออนไลน์แทน ซึ่งปัญหาดังกล่าวอาจกล่าวได้ว่าเป็นปัญหาทางสังคมรูปแบบหนึ่ง ที่ทำให้ประชากร ในสังคมการเรียนรู้รวมไปถึงสังคมของการทำงานไม่สามารถใช้ชีวิตได้ตามปกติในช่วงของการเกิดโรคระบาดของเชื้อไวรัสโควิด-19 ในช่วงเวลาที่ผ่านมา ด้วยรูปแบบการเรียนการสอนในรูปแบบออนไลน์ ได้ส่งผลกระทบต่อสภาพการศึกษาไปทั่วโลกโดยเฉพาะกลุ่มของนักเรียนและนักศึกษาของประเทศไทย ทำให้ดัชนีชี้วัดการเรียนรู้และการศึกษาของเด็กไทยมีค่าที่ต่ำลงอย่างเห็นได้ชัด โดยเฉพาะกลุ่มของวิชาการคำนวณและวิชาการปฏิบัติ เป็นต้น อย่างไรก็ตามรูปแบบ

การเรียนแบบออนไลน์ในประเทศไทย มิได้เกิดจากการระบาดของเชื้อไวรัสโควิด-19 (COVID-19) เพียงปัจจัยเดียวเท่านั้น แม้สถานการณ์การแพร่ระบาดจะเป็นตัวเร่งสำคัญที่ทำให้สถาบันการศึกษาทุกระดับจำเป็นต้องปรับรูปแบบการเรียนการสอนสู่ระบบออนไลน์อย่างเร่งด่วน แต่ในความเป็นจริงแล้วในปัจจุบัน การเรียนออนไลน์ยังเป็นผลมาจากการพัฒนาอย่างรวดเร็วของเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร การเข้าถึงอินเทอร์เน็ตความเร็วสูง และการแพร่หลายของอุปกรณ์ดิจิทัลที่เอื้อต่อการเรียนรู้ทุกที่ทุกเวลา อีกทั้งยังสอดคล้องกับแนวทางการเรียนรู้แบบยืดหยุ่น (Flexible Learning) ที่ตอบสนองต่อวิถีชีวิตของผู้เรียนยุคใหม่ นอกจากนี้ นโยบายของภาครัฐที่ส่งเสริมการใช้เทคโนโลยีเพื่อยกระดับคุณภาพการศึกษา และความจำเป็นในการขจัดข้อจำกัดด้านภูมิศาสตร์เพื่อเพิ่มโอกาสทางการศึกษาในพื้นที่ห่างไกล ก็ล้วนเป็นปัจจัยร่วมที่ผลักดันให้การเรียนออนไลน์เกิดขึ้นและพัฒนาอย่างต่อเนื่อง

แม้ว่าการจัดการเรียนการสอนในรูปแบบออนไลน์จะมีข้อดีในหลายด้าน แต่รูปแบบดังกล่าวยังไม่สามารถนำมาใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพกับการเรียนการสอนในทุกรายวิชา โดยเฉพาะอย่างยิ่งในรายวิชาที่ต้องอาศัยการฝึกปฏิบัติหรือทักษะเฉพาะทาง ซึ่งต้องการการเรียนรู้จากประสบการณ์ตรงและการมีปฏิสัมพันธ์กับเครื่องมือหรือสถานการณ์จริง ข้อจำกัดดังกล่าวปรากฏให้เห็นอย่างเด่นชัดในช่วงการแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโควิด-19 ซึ่งสถานศึกษาทุกระดับต้องเปลี่ยนรูปแบบการเรียนการสอนเป็นระบบออนไลน์ ส่งผลให้นักเรียนในระดับโรงเรียน วิทยาลัยอาชีวศึกษา และมหาวิทยาลัย ขาดความรู้ความเข้าใจที่ชัดเจนในเนื้อหาวิชาที่เน้นทักษะการปฏิบัติหรือการคิดคำนวณ จากการสำรวจความคิดเห็นของอาจารย์ผู้สอนรายวิชาทางด้านวิศวกรรมศาสตร์ในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา พบว่า เมื่อนักเรียนที่เคยเรียนในระบบออนไลน์ในช่วงการระบาดของโรค ได้เข้าสู่ระดับอุดมศึกษา นักศึกษากลุ่มนี้มีปัญหาในการเรียนรู้รายวิชาที่ต้องใช้ความเข้าใจเชิงลึก เช่น วิชาที่เกี่ยวข้องกับการคิดคำนวณและการวิเคราะห์โจทย์ ซึ่งจำเป็นต้องอาศัยทั้งการมองภาพรวมของปัญหาและการฝึกฝนอย่างต่อเนื่อง ปัญหาดังกล่าวส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยเฉพาะในกลุ่มนักศึกษาที่มีผลการเรียนระดับปานกลางถึงต่ำ ซึ่งไม่สามารถทำคะแนนได้ตามเป้าหมายทางวิชาการที่คาดหวังไว้

จากปัญหาการศึกษาที่เกิดขึ้นจึงทำให้ครูและอาจารย์ รวมไปถึงนักวิจัยทางการศึกษาจำนวนมากได้ทำการประดิษฐ์สื่อการสอนเพื่อแก้ปัญหาการเรียนการสอนในรูปแบบดังกล่าวโดยเฉพาะงานวิจัยของ (Thaisit, 2021) ซึ่งมุ่งเน้นการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในรายวิชา คอมพิวเตอร์ช่วยงานเขียนแบบ ในหัวข้อ การใช้คำสั่งในการสร้างภาพสามมิติในโปรแกรม SolidWorks สำหรับนักศึกษาสาขาวิศวกรรมเครื่องกล งานวิจัยดังกล่าวได้นำหลักการทางวิศวกรรมมาประยุกต์ใช้ในกระบวนการเรียนการสอน ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 นอกจากนี้ งานวิจัยของ (Mekkaew & Thaisit, 2024) ได้ศึกษาการพัฒนาสื่อคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในรายวิชา GEN133 เขียนแบบวิศวกรรม หัวข้อ หลักการของภาพฉายระบบมุมที่ 1 ผลการวิจัยพบว่ากลุ่มตัวอย่างมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนอยู่ในระดับดีมากขณะเดียวกัน งานวิจัยของ (Khamphira, 2023) ได้ศึกษาผลการเรียนรู้ผ่านระบบจัดการเรียนการสอน Thai MOOC ในรายวิชา KMUTT001 การอ่านแบบเขียนแบบทางวิศวกรรมโยธา ซึ่งผลการศึกษาพบว่าผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนการสอนออนไลน์ในระบบเปิดของรายวิชาดังกล่าว โดยมีค่าเฉลี่ย 4.39 (SD = 0.75) นอกเหนือจากงานวิจัยทั้งสามฉบับข้างต้น คณะผู้วิจัยยังพบว่า มีงานวิจัยอื่นที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาสื่อการเรียนการสอนในรูปแบบเดียวกันอีกหลายฉบับ อาทิ งานวิจัยของ (Chonpairot et al., 2026) (Santiwes et al., 2022) และ (Sittisak et al., 2022) ซึ่งต่างมุ่งเน้นการออกแบบและพัฒนาสื่อการเรียนรู้ที่ช่วยส่งเสริมความเข้าใจของผู้เรียนในเนื้อหาวิชาทางวิศวกรรม ส่วนของงานวิจัยที่นำเทคนิคการวิเคราะห์ผลทางพลศาสตร์ของไหล (Computational Fluid Dynamics: CFD) มาใช้ในการอธิบายและแก้ไขปัญหาการไหลในรายวิชาการศาสตร์ของไหล พบว่ามียานศึกษาที่น่าสนใจของ (Li & Cheung, 2025) ที่ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับหลักสูตร CFD ที่เน้นการเรียนรู้เป็นศูนย์กลาง จุดเด่นของหลักสูตรประกอบด้วยแนวทางการเรียนรู้แบบโครงงานและกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการประเมินผลในทำนองเดียวกัน (Tian & Abraham, 2014) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาแบบจำลองพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ (CFD) ของเครื่องยนต์จุดระเบิดด้วยประกายไฟ (SI) และการประยุกต์ใช้แบบจำลองเครื่องยนต์ในหลักสูตรการเผาไหม้ภายใน (IC) ระดับปริญญาตรี ขณะที่ (Wang & Gao, 2017) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับหลักสูตรวิศวกรรมเครื่องจักรกลของไหลและจุดอ่อนของการสอนแบบดั้งเดิมร่วมกับเทคนิค CFD ซึ่งนำมาใช้ในการสอนในชั้นเรียนและจำลองส่วนประกอบของไหลโดยใช้ซอฟต์แวร์ CFD นอกจากนี้ งานวิจัยของ (Stern et al., 2006) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการประเมิน

หลักสูตรที่มีประสิทธิภาพสำหรับนักศึกษาในการเรียนรู้พลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ (CFD) ในหลักสูตรห้องปฏิบัติการระดับเบื้องต้นและระดับกลาง ทั้งในระดับปริญญาตรีและระดับบัณฑิตศึกษา เป็นต้น

จากปัญหาและผลกระทบที่เกิดขึ้นในการเรียนการสอนรายวิชาพลศาสตร์ของไหลในปัจจุบัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกลุ่มนักศึกษาที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในระดับปานกลางและต่ำในระดับปริญญาตรี ซึ่งมีประสบการณ์ในการทำความเข้าใจภาพการไหลและจินตนาการโจทย์เชิงพลศาสตร์ของไหล คณะผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการประยุกต์ใช้ซอฟต์แวร์คำนวณเชิงพาณิชย์โซลิดเวิร์กโฟลว์ซิมูเลชัน เข้ามาเป็นสื่อกลางในการพัฒนากระบวนการเรียนรู้ ควบคู่ไปพร้อมกับการคำนวณผลลัพธ์ด้วยมือโดยใช้สมการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งแตกต่างจากงานวิจัยที่ผ่านมา เช่น (Alnaimat & Mathew, 2024) และ (Li & Cheung, 2025) ที่เน้นเพียงการใช้ซอฟต์แวร์ CFD เพื่อสร้างภาพจำลองและสนับสนุนการเรียนรู้เชิงมองภาพโดยไม่บูรณาการกับวิธีการคำนวณแบบดั้งเดิม งานวิจัยนี้จึงมีจุดเด่นที่มุ่งเน้นการออกแบบการเรียนรู้แบบผสมผสาน (blended learning) ระหว่างทฤษฎีและปฏิบัติ โดยเฉพาะสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรีที่มีพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ไม่แข็งแรง เพื่อช่วยเสริมสร้างความเข้าใจเชิงลึกเกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของของไหลผ่านการเปรียบเทียบผลการจำลองกับการคำนวณด้วยมือ ซึ่งสามารถใช้เป็นแนวทางในการออกแบบการเรียนการสอนที่ทันสมัยและมีประสิทธิภาพสำหรับวิชาทางวิศวกรรมเครื่องกลในระดับอุดมศึกษาต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบผลลัพธ์การคำนวณด้วยมือและการใช้ซอฟต์แวร์ทางพลศาสตร์ของไหลในการคำนวณหาแรงกระทำของน้ำ
2. เพื่อหาประสิทธิภาพของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมต่อการเรียนการสอนในรายวิชาพลศาสตร์ของไหลสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี

สมมุติฐานของงานวิจัย

1. นักศึกษาที่เรียนด้วยการประยุกต์ใช้ซอฟต์แวร์ทางพลศาสตร์ของไหลโซลิดเวิร์กโฟลว์ซิมูเลชัน (SOLIDWORKS Flow Simulation) ร่วมกับการคำนวณด้วยมือ จะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักศึกษาที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบดั้งเดิม
2. แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่นำมาใช้ในการคำนวณแรงกระทำของน้ำจะมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80
3. ผู้เรียนมีความพึงพอใจในรูปแบบการเรียนการสอนโดยประยุกต์ใช้แบบจำลอง CFD ช่วยในการจำลองการไหลของน้ำที่ไหลออกจากหัวฉีดร่วมกับการคำนวณด้วยสมการทางคณิตศาสตร์ (คำนวณด้วยมือ) ในระดับมาก

กรอบแนวคิดงานวิจัยและทฤษฎี

ในงานวิจัยนี้ คณะผู้วิจัยต้องการประยุกต์ใช้ซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์สำหรับการเรียนการสอนวิชาพลศาสตร์ของไหลระดับปริญญาตรี สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล สาขาครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี เพื่อให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 ซึ่งจะส่งผลให้ผู้เรียนเกิดความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาวิชาพลศาสตร์ของไหลและส่งผลให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้น จากหลักการดังกล่าวสอดคล้องกับงานวิจัยของ (Khamprawat et al., 2024) ซึ่งศึกษาชุดทดลองราคาประหยัดที่นักเรียนสามารถ สร้างขึ้นเอง เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ในหัวข้อพลศาสตร์ของไหลสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษา ผลการทดลองระบุว่าชุดทดลองดังกล่าวให้ผลลัพธ์ที่สอดคล้องกับหลักการทางทฤษฎี นอกจากนี้ การประเมินคุณภาพของชุดทดลองโดยผู้เชี่ยวชาญ ครูผู้สอน และนักเรียน พบว่ามีคุณภาพอยู่ในระดับดีมากในทุกด้าน ได้แก่ ลักษณะทางกายภาพ การใช้งาน การบำรุงรักษาและซ่อมแซม และความเหมาะสมในการจัดการเรียนการสอน ดังนั้นกรอบแนวคิดในงานวิจัยนี้สำหรับการประยุกต์ใช้บทเรียนซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์สำหรับการเรียนการสอนวิชาพลศาสตร์ของไหลระดับปริญญาตรี สามารถแสดงได้ ดัง ตารางที่ 1

ตารางที่ 1 กรอบแนวคิดในงานวิจัย

ตัวแปร	แนวคิด
ตัวแปรอิสระ	การประยุกต์ใช้ซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์สำหรับการเรียนการสอนวิชากลศาสตร์ของไหลระดับปริญญาตรี สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล สาขาครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี วิทยาเขต
ตัวแปรตาม	ประสิทธิภาพการใช้ซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์สำหรับการเรียนการสอนวิชากลศาสตร์ของไหลในระดับปริญญาตรี ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษากับการประยุกต์ใช้ซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์สำหรับการเรียนการสอนวิชากลศาสตร์ของไหล

ในงานวิจัยนี้ เป็นงานวิจัยประยุกต์ที่ใช้องค์ความรู้แบบบูรณาการทางด้านวิศวกรรมและการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการออกแบบและคำนวณผลทาง CFD เข้ามาช่วยในการจำลองสนามการไหลของน้ำที่ไหลออกจากหัวฉีดน้ำ ซึ่งกรณีศึกษาดังกล่าว เป็นกรณีศึกษาที่มีลักษณะเป็นโจทย์พื้นฐานที่สามารถวิเคราะห์ได้โดยใช้สมการทางคณิตศาสตร์ในส่วนของการโมเมนต์สำหรับการไหลควบคู่กับการจำลองทาง CFD แนวทางการศึกษาในงานวิจัยนี้เริ่มจากการวิเคราะห์และคำนวณการไหลของของไหลด้วยวิธีเชิงวิเคราะห์ (Analytical Method) โดยใช้สมการทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับกลศาสตร์ของไหล จากนั้นจึงทำการจำลองสถานการณ์เดียวกันโดยใช้ซอฟต์แวร์โซลิดเวิร์กโพลีซีมูลेशन เพื่อประเมินพฤติกรรมของการไหลในรูปแบบเชิงตัวเลข (Numerical Method) และเปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้จากทั้งสองวิธี ทั้งนี้เพื่อประเมินความสอดคล้องของค่าที่ได้ ตลอดจนตรวจสอบความแม่นยำและความเหมาะสมของการใช้เครื่องมือจำลอง CFD ในการวิเคราะห์โจทย์ปัญหาทางวิศวกรรมเบื้องต้น ซึ่งรายละเอียดทางทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยมีรายละเอียดดังนี้

1. ความสามารถของโซลิดเวิร์กโพลีซีมูลेशन

ซอฟต์แวร์โซลิดเวิร์กโพลีซีมูลेशन เป็นซอฟต์แวร์สำเร็จรูปเชิงพาณิชย์ที่ถูกนำมาประยุกต์ใช้ในการออกแบบงานทางด้านวิศวกรรมเครื่องกล วิศวกรรมเกษตร และวิศวกรรมในสาขาอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องทางด้านเครื่องกล ซึ่งมีความสามารถในการจำลองสนามการไหลของของไหลได้หลายรูปแบบ เช่น การจำลองการไหลของของเหลวและก๊าซ การจำลองของไหลทั้งที่อัดตัวไม่ได้และอัดตัวได้ การจำลองการไหลแบบระบบปิด (Internal) และระบบเปิด (External) การจำลองการไหลได้ทั้งแบบคงตัว (Steady State) และแบบไม่ขึ้นกับเวลา (Transient) การจำลองการไหลแบบราบเรียบ (Laminar) และแบบปั่นป่วน (Turbulence) การจำลองของเหลวที่มีพฤติกรรมแบบนิวโตเนียน (Newtonian) และนอน-นิวโตเนียน (Non-Newtonian) จำลองการไหลผ่านวัสดุรูพรุน (Porous Media) จำลองการวิเคราะห์การไหลผ่านใบพัดกังหันลมและน้ำที่มีการหมุน จำลองการวิเคราะห์การนำความร้อนภายในก้อนชิ้นงาน (Conduction) จำลองวิเคราะห์การถ่ายเทความร้อนระหว่างก้อนชิ้นงานกับของไหล และการจำลองวิเคราะห์การแผ่รังสีระหว่างก้อนชิ้นงาน (Radiation) เป็นต้น (SOLIDWORKS, 2024)

2. ทฤษฎีพื้นฐานทางกลศาสตร์ของไหล

สมการความต่อเนื่อง คือ ระบบสมการที่ใช้สำหรับการอธิบายการเคลื่อนย้ายของปริมาณบางปริมาณ ซึ่งสามารถแสดงความสัมพันธ์ได้ดังสมการที่ (1)

$$\frac{\partial(\rho u_i)}{\partial x_i} + \frac{\partial(\rho v_i)}{\partial y_i} = 0 \quad (1)$$

โดยที่ ρ คือ ความหนาแน่นของไหล มีหน่วยเป็น กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ส่วนของ u_i, v_i คือ ความเร็วของของไหลในทิศทางแกน x_i และ y_i มีหน่วยเป็น เมตรต่อวินาที และ x_i และ y_i คือ พิกัดเชิงพื้นที่ (Spatial coordinates) มีหน่วยเป็นเมตร (Lahamornchaiyakul & Lonphan, 2023)

สมการโมเมนต์สำหรับการไหล คือ ระบบสมการที่ใช้อธิบายหรือการทำนายปรากฏการณ์ของการเคลื่อนที่ของวัตถุ ซึ่งมีค่าเท่ากับผลคูณระหว่างมวลและความเร็วของวัตถุที่ต้องการศึกษา โดยงานวิจัยนี้จะทำการยกตัวอย่างของสมการโมเมนต์สำหรับการไหลในทิศทางแนวแกน x และ y ดังนี้

สมการโมเมนต์สำหรับการไหลในแนวแกน x สามารถแสดงความสัมพันธ์ได้ดังสมการที่ (2)

$$\frac{\partial(\rho u_i u_j)}{\partial x_j} + \frac{\partial(\rho v_i v_j)}{\partial y_j} = -\frac{\partial p}{\partial x_i} + \left[\frac{\partial}{\partial x_i} \mu \left[\frac{\partial u_i}{\partial x_i} \right] + \frac{\partial}{\partial y_j} \mu \left[\frac{\partial u_i}{\partial y_j} \right] \right] \quad (2)$$

สมการโมเมนต์สำหรับการไหลในแนวแกน y สามารถแสดงความสัมพันธ์ได้ดังสมการที่ (3)

$$\frac{\partial(\rho u_i v_j)}{\partial x_j} + \frac{\partial(\rho v_i v_j)}{\partial y_j} = -\frac{\partial p}{\partial y_i} + \left[\frac{\partial}{\partial x_i} \mu \left[\frac{\partial v_i}{\partial x_i} \right] + \frac{\partial}{\partial y_j} \mu \left[\frac{\partial v_i}{\partial y_j} \right] \right] + (\rho - \rho_0)g \quad (3)$$

โดยที่ ρ คือ ค่าความดันในสนามการไหล มีหน่วยเป็น ปาสคาล ซึ่ง μ คือ สัมประสิทธิ์ความหนืด มีหน่วยเป็น ปาสคาล.วินาที ในขณะที่ u_i, u_j, v_i, v_j คือ เทอมของสมการโมเมนต์สำหรับการไหลของน้ำ มีหน่วย และ g คือ ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก มีหน่วยเป็น เมตรต่อวินาทีกำลังสอง ส่วนของ ρ_0 คือ ความหนาแน่นอ้างอิง มีหน่วยเป็น กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร นอกจากนี้ $(\rho - \rho_0)g$ คือ เทอมของแรงลอยตัว มีหน่วยเป็น นิวตันต่อลูกบาศก์เมตร

จากสมการโมเมนต์ที่แสดงในสมการที่ (2) พิจารณาให้เทอมด้านซ้ายมือเป็นการเปลี่ยนแปลงของโมเมนต์ส่วนทางขวามือเป็นเทอมที่แสดงพจน์ของความดันและความหนืด ส่วนสมการที่ (3) พิจารณาถึงการเปลี่ยนแปลงของโมเมนต์ในทิศทางแกน y โดยจะมีการเพิ่มพจน์แรงลอยตัว ซึ่งสมการทั้ง 2 จัดอยู่ในรูปแบบของสมการเชิงอนุพันธ์ (Differential Equations) เมื่อทำการอินทิเกรตสมการที่ (2) และ (3) โดยใช้ทฤษฎีบทของ Gauss (Divergence Theorem) เปลี่ยนจากอินทิกรัลเชิงปริมาตรเป็นอินทิกรัลเชิงพื้นที่ จะได้รูปแบบสมการโมเมนต์ทั่วไปที่พิจารณาเฉพาะแรงรวมในแนวแกนได้ตามสมการที่ (4) เมื่อพจน์ของ $(m = \rho Q)$

$$F_{x,y} = \dot{m}(V_2 - V_1) \quad (4)$$

โดยที่ $F_{x,y}$ คือ แรงกระทำในแนวแกน x และ y มีหน่วยเป็น นิวตัน ในขณะที่ตัวแปร $\dot{m}$ คือ มวลการไหล มีหน่วยเป็น กิโลกรัมต่อวินาที ส่วนตัวแปร Q คือ อัตราการไหลของน้ำที่ออกจากหัวฉีด มีหน่วยเป็น ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที และ V_1 และ V_2 คือ ความเร็วของไหลในทิศทางเข้าและทางออก มีหน่วยเป็น เมตรต่อวินาที

สมการพลังงานสำหรับการไหล คือ ระบบสมการต่าง ๆ ที่ใช้ในงานด้านฟิสิกส์และงานทางวิศวกรรม เพื่ออธิบายปรากฏการณ์ของการอนุรักษ์พลังงานที่เกิดขึ้นในรูปแบบต่าง ๆ สามารถแสดงความสัมพันธ์ได้ดังสมการที่ (5)

$$\rho c_p \left[\frac{\partial(u_i T_j)}{\partial x_i} + \frac{\partial(v_i T_j)}{\partial y_j} \right] = \frac{\partial}{\partial x_i} \left[k \frac{\partial T_j}{\partial x_i} \right] + \frac{\partial}{\partial y_j} \left[k \frac{\partial T_j}{\partial y_j} \right] \quad (5)$$

ความหนืดของไหล คือ ค่าการต้านทานการไหลของของไหลในรูปแบบต่าง ๆ ดังนั้นในงานวิจัยนี้ผู้เขียนจึงขอยกตัวอย่างค่าความหนืดที่มีความสัมพันธ์ในด้านของสนามความเค้นที่เกิดขึ้นบนพื้นที่การไหล โดยสามารถแสดงพฤติกรรมในรูปแบบของค่าความเค้นเฉลี่ยเนื่องจากการหนืด $\bar{\tau}_{ij}$ ได้ดังแสดงในสมการที่ (6)

$$\bar{\tau}_{ij} \cong \mu \left[\frac{\partial u_i}{\partial x_j} + \frac{\partial u_j}{\partial x_i} \right] \quad (6)$$

โดยตัวแปร μ ในสมการที่ (6) คือ ค่าความหนืดแบบราบเรียบ ดังนั้น ค่าความเค้นเฉลี่ยเรย์โนลด์หรือเทนเซอร์ความเค้นเชิงหนืด $\bar{\tau}_{ij}$ ที่มีหน่วยเป็น ปาสคาล จึงถูกนำมาเขียนได้ใหม่ดังสมการที่ (7) ขั้นตอนการพิจารณาถึงค่าความเค้น

เฉลี่ยเรย์โนลด์ $\bar{t}_{ij}$ พบว่า เป็นค่าตัวแปรซึ่งยังไม่ทราบค่า จึงส่งผลทำให้เกิดปัญหาในการแก้ระบบของสมการไหล ดังนั้นจึงต้องอาศัยแบบจำลองความปั่นป่วนชนิด $k-\varepsilon$ ในการหาค่าตัวแปรความเค้นเฉลี่ยเรย์โนลด์ ซึ่งจะขอกกล่าวในหัวข้อถัดไป

$$\bar{t}_{ij} = \overline{\rho u_i' u_j'} \quad (7)$$

โดยที่ C_p คือ ความร้อนจำเพาะที่ความดันคงที่ (Specific heat capacity) มีหน่วยเป็น จูลต่อกิโลกรัม.เคลวิน ซึ่ง T_j คือ อุณหภูมิ มีหน่วยเป็น เคลวิน ในขณะที่ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน (Thermal conductivity) คือ มีหน่วยเป็น วัตต์ต่อเมตร.เคลวิน ในส่วนของเทอม $\overline{u_i' u_j'}$ คือ ความผันผวนของความเร็วเชิงสถิติ และถูกนำมาพิจารณาใช้ในแบบจำลอง Reynolds-averaged Navier–Stokes (RANS)

3. แบบจำลองความปั่นป่วน

แบบจำลองความปั่นป่วน เป็นแบบจำลองที่ถูกพัฒนาขึ้นมาเพื่อใช้ในการแก้ระบบสมการที่ไม่ทราบค่าในสนามการไหลที่ทำการวิเคราะห์ ในซอฟต์แวร์โซลิดเวิร์กโฟลว์ซิมูเลชัน ได้ทำการบรรจุแบบจำลองดังกล่าวเอาไว้เพื่อใช้ในการวิเคราะห์สนามการไหลต่าง ๆ (SOLIDWORKS, 2024) ดังนั้นแบบจำลองความปั่นป่วน $k-\varepsilon$ ที่ใช้ในการแก้สมการเทอมของความเค้นเฉลี่ยเรย์โนลด์ จะถูกสร้างเป็นความสัมพันธ์เชิงเส้นกับอัตราความเครียดเฉลี่ย (Mean Stress Rate) ซึ่งค่าตัวแปรของความหนืดไหลวน (Eddy Viscosity) จะถูกกำหนดให้มีความสัมพันธ์กับค่าพลังงานจลน์ปั่นป่วน (Turbulent Kinetic Energy, k) และค่าอัตราการกระจายตัว (Dissipation Rate, ε) โดยใช้หลักการของ Bossiness's approximation ดังนั้นแบบจำลองความปั่นป่วน $k-\varepsilon$ สามารถแสดงได้ดังสมการที่ (8)

$$\frac{\partial}{\partial x_j} (\rho u_j \varepsilon) = \frac{\partial}{\partial x_j} \left[\frac{u_e}{\sigma_k} + \frac{\partial k}{\partial x_j} \right] + \frac{\varepsilon}{k} (C_{\varepsilon 1} G - C_{\varepsilon 2} \rho \varepsilon) \quad (8)$$

โดยที่ G คือ อัตราการสร้างพลังงานจลน์ปั่นป่วน (Generation Rate of Turbulent Kinetic Energy) มีหน่วยเป็น นิวตันต่อตารางเมตร.วินาที ซึ่งพบว่าเกี่ยวข้องกับอัตราการเฉือนของความเร็ว ซึ่งตัวแปร ε คือ ค่าอัตราการกระจายตัวที่เกิดจากการสูญเสียพลังงานปั่นป่วน มีหน่วยเป็น ตารางเมตรต่อวินาทีกำลังสาม ในขณะที่ k คือ พลังงานจลน์ปั่นป่วน มีหน่วยเป็น ตารางเมตรต่อวินาทีกำลังสอง ส่วนตัวแปร μ_e คือ ความหนืดเชิงเทอร์บูเลนต์ (Eddy viscosity) มีหน่วยเป็น ปาสคาล.วินาที และตัวแปร $C_{\varepsilon 1}, C_{\varepsilon 2}$ คือ ค่าคงที่เชิงประจักษ์ (Empirical constants) ดังนั้นเทอมของ G จึงถูกเขียนความสัมพันธ์ของสมการได้ดังสมการที่ (9)

$$G = u_e \left[\left(\frac{\partial u_i}{\partial x_j} + \frac{\partial u_j}{\partial x_i} \right) \frac{\partial u_i}{\partial x_j} \right] \quad (9)$$

ส่วนค่าเงื่อนไขขอบเขต (Boundary Condition) สำหรับค่าตัวแปรต่าง ๆ ของความปั่นป่วนที่ใช้พิจารณาบริเวณพื้นผิวใกล้เคียงของสนามการไหล สามารถคำนวณค่าได้จากฟังก์ชันผนัง (Wall Function) ซึ่งจะประกอบไปด้วยค่าคงที่ที่เกี่ยวข้องกับค่าสมการต่าง ๆ ที่กล่าวถึงในข้างต้นดังนี้คือ $\sigma_k=1.0$, $\sigma_\varepsilon=1.3$, $C_{\varepsilon 1}=1.44$, $C_{\varepsilon 2}=1.92$, และ $C_\mu=0.09$ เป็นค่าคงที่ โดยที่ $u_e = u_i + u$ (Lahamornchaiyakul and Lonphan, 2023)

4. คำนวณหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์

ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ (Index of Item–Objective Congruence) สามารถคำนวณได้จากสมการที่ (10) (Lawshe, 1975)

$$IOC_i = \frac{\sum_{j=1}^N X_{ij}}{N} \quad (10)$$

โดยที่ IOC_i คือ ค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อที่ i ขณะที่ X_{ij} คือ คะแนนที่ผู้เชี่ยวชาญคนที่ j ให้กับข้อที่ i (มีค่าเป็น -1, 0, หรือ +1) และ N จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

5. การคำนวณหาประสิทธิภาพสื่อการสอน

การคำนวณหาประสิทธิภาพของสื่อการสอน จะประกอบไปด้วย 2 วิธีการหลักคือ การคำนวณหาประสิทธิภาพของสื่อการสอนตามหลักเชิงเหตุผล (Rational Approach) และ การคำนวณหาประสิทธิภาพของสื่อการสอนตามหลักเชิงประจักษ์ (Empirical Approach) ดังนั้นตามหลักการใช้งานของ 2 วิธีการเพื่อคำนวณหาประสิทธิภาพของสื่อการสอนควรทำไปพร้อมกัน เพื่อความมั่นใจในการหาประสิทธิภาพของสื่อการสอนและเพื่อการยอมรับในการทำวิจัย

การคำนวณหาประสิทธิภาพของสื่อการสอนตามหลักเชิงเหตุผล คือ กระบวนการหาประสิทธิภาพโดยใช้หลักการความรู้และเหตุผลในการตัดสินคุณค่าของสื่อการสอน และจะอาศัยผู้เชี่ยวชาญในสาขาวิชาการต่าง ๆ เป็นผู้พิจารณาตัดสินและประเมินคุณค่าของสื่อการสอนต่าง ๆ สมการที่ใช้ในการคำนวณด้วยวิธีการดังกล่าวสามารถแสดงได้ดังสมการที่ (11)

$$CVR = \frac{2N_e}{N} - 1 \quad (11)$$

เมื่อค่าตัวแปร CVR คือ ประสิทธิภาพเชิงเหตุผล ส่วนตัวแปร N_e คือ จำนวนผู้เชี่ยวชาญที่ยอมรับ (Number of panelists who had agreement) และตัวแปร N คือ จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด (Total number of panelists)

การคำนวณหาประสิทธิภาพของสื่อการสอนตามหลักเชิงประจักษ์ คือ กระบวนการหาประสิทธิภาพโดยจะนำสื่อที่สร้างขึ้นมาใช้กับกลุ่มของนักเรียนและนักศึกษาเป้าหมาย ซึ่งวิธีการนี้ประสิทธิภาพที่ทำการวัดส่วนใหญ่จะถูกพิจารณาจากเปอร์เซ็นต์การทำแบบฝึกหัดหรือกระบวนการเรียน หรือแบบทดสอบย่อยต่าง ๆ (Ng et al., 2022) โดยจะทำการแสดงรูปแบบตัวเลข 2 ตัว เช่น $E_1/E_2 = 80/80$ หรือ $E_1/E_2 = 90/90$ เป็นต้น ซึ่งสมการที่ใช้คำนวณหาประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) สามารถคำนวณได้จากสมการที่ (12) ส่วนสมการที่ใช้คำนวณหาประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) สามารถคำนวณได้จากสมการที่ (13)

$$E_1 = \frac{\frac{\sum X}{N} \times 100}{A} \quad (12)$$

โดยที่ E_1 คือ ประสิทธิภาพของกระบวนการ
 $\sum X$ คือ คะแนนของแบบฝึกหัดหรือแบบทดสอบย่อยทุกชุดรวมกัน
 A คือ คะแนนเต็มของแบบฝึกหัดหรือแบบทดสอบย่อยทุกชุดรวมกัน
 N คือ จำนวนนักศึกษาทั้งหมด

$$E_2 = \frac{\frac{\sum Y}{N} \times 100}{B} \quad (13)$$

โดยที่ E_2 คือ ประสิทธิภาพของผลลัพธ์
 $\sum Y$ คือ คะแนนรวมของแบบทดสอบหลังเรียน
 B คือ คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน
 N คือ จำนวนนักศึกษาทั้งหมด

ขอบเขตงานวิจัย

1. ขอบเขตทางด้านเนื้อหา

ขอบเขตของเนื้อหาในงานวิจัยนี้คือการมุ่งเน้นเพื่อศึกษาประสิทธิภาพการเรียนการสอนจากการใช้ซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์โซลิดเวิร์กโพล์ซิมูเลชันเพื่อการคำนวณในรายวิชาการกลศาสตร์ของไหลมาใช้ในการเรียนการสอนด้านการคำนวณด้วยสมการทางคณิตศาสตร์ (คำนวณด้วยมือ) ด้วยวิธีการปกติ

2. กลุ่มประชากรในงานวิจัย

กลุ่มประชากรในงานวิจัยนี้ได้กำหนดให้เป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สาขาวิศวกรรมเครื่องกล ที่ได้เรียนในรายวิชา กลศาสตร์ของไหล รหัส TEDME902 ในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา พิษณุโลก โดยใช้กลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive sampling)

3. ระยะเวลาในการเก็บข้อมูล

ระยะเวลาในการเก็บข้อมูลคือปีการศึกษา 2567 โดยเลือกพื้นที่ในการเก็บข้อมูลคือ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา พิษณุโลก

วิธีการดำเนินการวิจัย

1. กำหนดผู้เชี่ยวชาญและกลุ่มตัวอย่างในงานวิจัย

ในงานวิจัยนี้ทีมผู้วิจัยได้ทำการกำหนดผู้เชี่ยวชาญในรายวิชาการกลศาสตร์ของไหลและการประยุกต์ใช้การคำนวณด้วยซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์โซลิดเวิร์กโพล์ซิมูเลชัน จำนวน 5 ท่าน ที่อยู่ในสังกัดกระทรวงการอุดมศึกษาวิจัยและนวัตกรรมซึ่งมีประสบการณ์สอนไม่น้อยกว่า 10 ปี

กลุ่มประชากรตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัยนี้ได้ทำการกำหนดให้เป็นกลุ่มนักศึกษาระดับปริญญาตรี หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา พิษณุโลก จำนวน 30 คน โดยเริ่มต้นจากการให้เรียนด้วยวิธีการปกติโดยใช้สมการทางคณิตศาสตร์ในการคำนวณโจทย์ปัญหาทางด้านกลศาสตร์ของไหล หลังจากนั้นจะทำการกำหนดให้เรียนการคำนวณด้วยซอฟต์แวร์โซลิดเวิร์กโพล์ซิมูเลชันในการคำนวณโจทย์ปัญหาทางกลศาสตร์ของไหล ซึ่งงานวิจัยนี้จะเลือกใช้วิธีการแบบเจาะจงจากนักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชา กลศาสตร์ของไหล รหัส TEDME902 และใช้แผนการทดลองจริงในรูปแบบทดลองที่มีกลุ่มควบคุมโดยเก็บข้อมูลเฉพาะหลังการดำเนินโครงการ (Posttest only control group design)

2. การสร้างเครื่องมือสำหรับการวิจัย

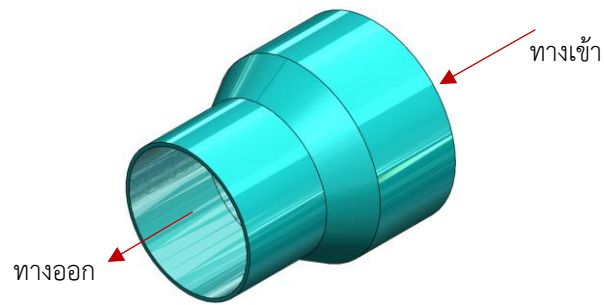
ในงานวิจัยนี้ได้ทำการสร้างเครื่องมือในงานวิจัยซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ในงานวิจัยนี้คณะผู้วิจัยได้ทำการออกแบบขั้นตอนการวิจัยไว้ 2 ส่วน คือ ส่วนแรกจะเป็นการประเมินผลการเรียนรู้ของนักศึกษา ก่อนเรียนตามหน่วยเรียนที่กำหนดและประเมินผลหลังการเรียนการประยุกต์ใช้ซอฟต์แวร์คำนวณผลเชิงพาณิชย์โซลิดเวิร์กโพล์ซิมูเลชัน เพื่อคำนวณหาค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนระหว่างการคำนวณด้วยมือกับการใช้ซอฟต์แวร์ ส่วนที่สองจะทำการออกแบบแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของหัวฉีดน้ำและกระแสน้ำโดยใช้ซอฟต์แวร์ออกแบบ 3 มิติ โซลิดเวิร์ก (SOLIDWORKS) เพื่อใช้ในการจำลองสนามการไหลของน้ำที่ออกจากหัวฉีดด้วยเทคนิคทางพลศาสตร์ของไหล และนำผลการคำนวณที่ได้มาเพื่อเปรียบเทียบกับผลการคำนวณด้วยสมการทางคณิตศาสตร์ (การคำนวณด้วยมือ) ซึ่งรายละเอียดของขั้นตอนการวิจัยในครั้งนี้ จะประกอบไปด้วยข้อมูล 2 ส่วน ซึ่งสามารถแสดงได้ดังนี้

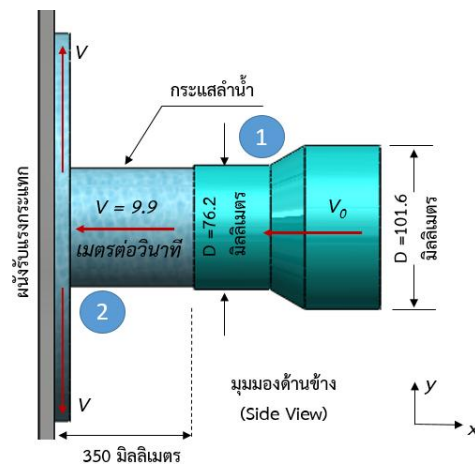
ส่วนที่ 1 เป็นการประเมินผลการเรียนรู้ของนักศึกษา ก่อนเรียนและหลังการเรียน

- นำเนื้อหาของบทเรียนที่ต้องการศึกษา มาทำการกำหนดรูปแบบของระดับคะแนนในแต่ละหัวข้อ
- นำเนื้อหาของบทเรียนที่ได้มาทำการกำหนดเนื้อหา ก่อนและหลัง

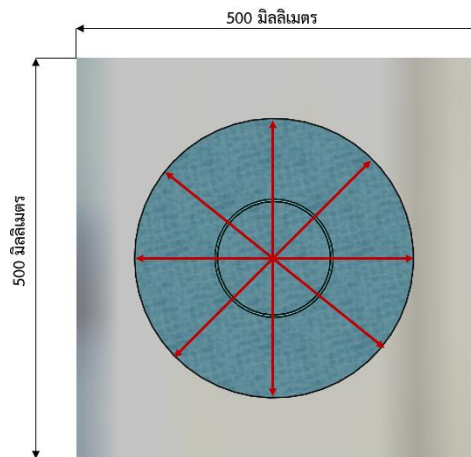
- เมื่อได้ข้อมูลของเนื้อหาก่อนและหลังแล้ว หลังจากนั้นจึงทำการเขียนจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
 - จัดทำเอกสารตามเนื้อหาที่กำหนดไว้ในเบื้องต้น เพื่อนำเนื้อหาดังกล่าวมาใช้ในการประกอบการเรียนการสอน เช่น ฤกษ์การคำนวณหาอัตราการไหลของน้ำเริ่มต้น การคำนวณหาความดันตกที่หัวฉีดน้ำ การคำนวณหาแรงกระทำของน้ำที่ผนัง เป็นต้น
 - ขั้นตอนการคำนวณผลลัพธ์ด้วยสมการทางคณิตศาสตร์ ในการคำนวณสำหรับงานวิจัยนี้ คณะผู้วิจัย จะทำการกำหนดขนาดสัดส่วนของหัวฉีดน้ำจำลองให้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางทางเข้าของหัวฉีดน้ำ (รูปที่ 1) ให้มีขนาด 101.6 มิลลิเมตร หรือ 0.1016 เมตร และเส้นผ่านศูนย์กลางทางออกเท่ากับ 76.2 มิลลิเมตร หรือ 0.0762 เมตร พร้อมทั้งทำการกำหนดค่าความเร็วน้ำเฉลี่ยที่ทางเข้าเท่ากับ 9.9 เมตรต่อวินาที หลังจากนั้นทำการกำหนดปริมาตรควบคุมสำหรับการคำนวณและพิจารณาการไหลเข้าและการไหลออกของน้ำที่ไหลออกจากหัวฉีด พร้อมทั้งตั้งสมการโมเมนตัม ในแนวแกน x และแกน y เพื่อคำนวณหาแรงในแนวแกน x และแกน y ผลจากการคำนวณด้วยสมการทางคณิตศาสตร์ (ด้วยมือ) พบว่าค่าอัตราการไหลที่ความเร็ว 9.9 เมตรต่อวินาทีมีค่าเท่ากับ 0.045 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที และค่าแรงที่ได้รับมี ค่าเท่ากับ 447 นิวตัน ตามลำดับ
 - ออกแบบชุดทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนเพื่อใช้ในการประเมินผล
- ส่วนที่ 2 เป็นการจำลองผลลัพธ์เชิงตัวเลขทางพลศาสตร์ของไหล
- การออกแบบแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของหัวฉีดน้ำและกระแสน้ำ
- ขั้นตอนแรก คณะผู้วิจัยสอนนักศึกษาทำการออกแบบแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของหัวฉีดน้ำและกระแสน้ำ โดยเริ่มต้นจากการเปิดซอฟต์แวร์โซลิดเวิร์ก หลังจากนั้นเข้าสู่โมดูลพาร์ท (Part) เพื่อสร้างองค์ประกอบชิ้นงาน 3 มิติ ของแบบจำลองการวิเคราะห์ดังแสดงในรูปที่ 1
- ขั้นตอนการกำหนดเงื่อนไขการคำนวณ
- หลังจากนั้น คณะผู้วิจัยได้สอนนักศึกษาทำการกำหนดเงื่อนไขขอบเขตการคำนวณ (Boundary Condition) ดังนี้คือ 1) ทำการคำนวณอัตราการไหลที่ทางเข้า 0.045 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาทีโดยทำการพิจารณาจากความเร็วเริ่มต้น 9.9 เมตรต่อวินาที 2) กำหนดค่าความดันที่ทางออกเป็นแบบความดันทั่วไป (Environment Pressure) ที่มีค่าเท่ากับ 101,325 ปาสคัล (SOLIDWORKS, 2024) เหตุผลที่เลือกใช้ความดันทั่วไป เนื่องจากต้องการให้ซอฟต์แวร์โซลิดเวิร์กโพลี ซิมูเลชันคิดค่าตัวแปรที่เลือกไปใช้คำนวณก่อนเพื่อหาตัวแปรที่เหมาะสมให้แบบจำลองต่อไป 3) กำหนดค่า Substance Concentration เป็นน้ำ 4) ทำการกำหนดชนิดของการวิเคราะห์เป็นแบบการวิเคราะห์ผลภายนอก (External Flow) หลังจากนั้น 5) คลิกถูกที่หน้าผิวอิสระ (Free Surface) ขึ้นอยู่กับเวลา (Time dependent) และทำการกำหนดแรงโน้มถ่วงของโลก (Gravity) ในทิศทางแกน y ซึ่งองค์ประกอบการคำนวณดังแสดงในรูปที่ 2 ขั้นตอนการคำนวณผลลัพธ์ทางพลศาสตร์ของไหลดังกล่าว คณะผู้วิจัยจะสอนนักศึกษาโดยใช้เทคนิคการปรับเมชเอลิเมนต์ให้เหมาะสมต่อการคำนวณ เพื่อคำตอบที่ลู่เข้า (Convergent) รายละเอียดของการปรับเมชเอลิเมนต์สามารถดำเนินการได้โดยเริ่มต้นจากการกำหนดค่ารูปแบบในส่วนของ Global และ Local Mesh Setting จากนั้นเลือกใช้งาน Region ที่ต้องการและกำหนดรูปแบบของขอบเขตการสร้างเมชเอลิเมนต์เป็นแบบ Cuboid โดยมีระยะอ้างอิงดังนี้ ทิศทาง +x และ -x เท่ากับ 0.16 เมตร, ทิศทาง +y และ -y เท่ากับ 0.086 เมตร, และทิศทาง +z และ -z เท่ากับ 0.25 เมตร และ 0.06 เมตร ตามลำดับ นอกจากนี้ ยังได้กำหนดค่าความละเอียดของเมชเอลิเมนต์ในส่วน Refining Cell โดยเลือกใช้ระดับความละเอียดเท่ากับ 4 5 6 และ 7 ตามลำดับ ผลลัพธ์ของการปรับเมชดังกล่าวแสดงให้เห็นในรูปที่ 3 จากรูปที่ 3 เหตุผลที่เลือกปรับระดับเมชเอลิเมนต์ เท่ากับ 4 5 6 และ 7 เนื่องจากเหมาะสมกับทรัพยากรคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในงานวิจัยนี้ อย่างไรก็ตามภายในซอฟต์แวร์โซลิดเวิร์กโพลีซิมูเลชันสามารถปรับระดับความละเอียดของ Refining Cell ได้สูงสุดถึง 9 ระดับ



รูปที่ 1 แบบจำลองหัวฉีดน้ำสำหรับงานวิจัย

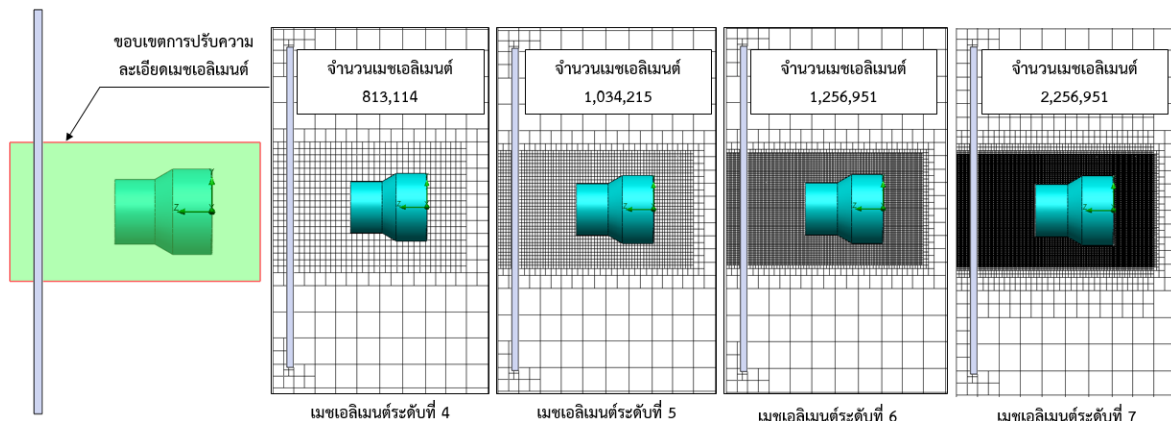


(ก) มุมมองด้านข้าง (Side View)



(ข) มุมมองด้านหลัง (Back View)

รูปที่ 2 การกำหนดเงื่อนไขการคำนวณสำหรับงานวิจัย



รูปที่ 3 ผลลัพธ์การสร้างเมชเอลิเมนต์ด้วยซอฟต์แวร์โซลิดเวิร์กโพลีซิมูเลชัน

- ขั้นตอนการคำนวณผลทางพลศาสตร์ของไหล

หลังจากที่ได้กำหนดเงื่อนไขขอบเขตการวิเคราะห์ตามรูปที่ 2 ต่อมาคณะผู้วิจัยจะทำการคำนวณผลลัพธ์ทางพลศาสตร์ของไหล โดยกำหนดช่วงเวลาที่ทำการทดสอบทั้งหมด 10 วินาที โดยกำหนดช่วงเวลาในการเก็บผลลัพธ์เท่ากับ 0.01 วินาที

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในส่วนนี้ผู้วิจัยจะทำการแบ่งนักศึกษาออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 15 คน กลุ่มแรกให้ทำการเรียนทฤษฎีการคำนวณเรื่องโมเมนต์และสมการพลังงานในการไหลอย่างเดียว ส่วนกลุ่มที่ 2 ให้เรียนทฤษฎีการคำนวณเรื่องโมเมนต์และสมการพลังงานในการไหลไปพร้อมกับการประยุกต์ซอฟต์แวร์โซลิดเวิร์กโพลีซิมูเลชัน โดยมีขั้นตอนการวิจัยดังนี้

- ทำการทดสอบก่อนเรียนกับนักศึกษาในกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม จำนวน 30 คน โดยใช้แบบทดสอบก่อนเรียนในเนื้อหาเรื่อง “โมเมนต์และสมการพลังงานในการไหล” ที่ผ่านการประเมินความยากง่ายและความเชื่อมั่นของข้อมูลจากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 30 ข้อ หลังจากนั้นทำการสอนภาคทฤษฎีในเนื้อหาดังกล่าว ให้กับนักศึกษาทั้ง 2 กลุ่ม

- ทำการทดสอบหลังเรียนสำหรับนักศึกษาในกลุ่มแรกด้วยข้อสอบที่ผ่านการประเมินความยากง่ายและความเชื่อมั่น จำนวน 30 ข้อ หลังผ่านการเรียนการสอนภาคทฤษฎี

- ทำการสอนขั้นตอนการใช้งาน ในส่วนของการประยุกต์ใช้ซอฟต์แวร์คำนวณผลทางพลศาสตร์ของไหลโซลิดเวิร์กโพลีซิมูเลชันให้นักศึกษากลุ่มที่ 2

- หลังจากนั้นคณะผู้วิจัยจึงทำการศึกษาและสังเคราะห์ข้อมูลเนื้อหาเกี่ยวกับเรื่อง “โมเมนต์และสมการพลังงานในการไหล” และเริ่มทำการคำนวณผลลัพธ์ด้วยสมการทางคณิตศาสตร์ ไปพร้อมกับการประยุกต์ใช้ซอฟต์แวร์คำนวณผลทางพลศาสตร์ของไหลโซลิดเวิร์กโพลีซิมูเลชัน เพื่อคำนวณแรงของน้ำที่เกิดขึ้นและเทียบผลลัพธ์กับการคำนวณด้วยสมการทางคณิตศาสตร์ (คำนวณด้วยมือ) เพื่อหาผลเฉลี่ยของค่าตอบ

- ทำการทดสอบหลังเรียนกับนักศึกษากลุ่มที่ 2 เพื่อทดสอบความเข้าใจในภาคการเรียนทฤษฎีและทดสอบการประยุกต์ใช้งานซอฟต์แวร์ด้วยแบบทดสอบการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษาเรื่อง “โมเมนต์และสมการพลังงานในการไหล” ที่ผ่านการประเมินความยากง่าย ความเชื่อมั่นของข้อมูลจากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 30 ข้อ ทำการแจกแบบสอบถามความพึงพอใจของนักศึกษาทั้ง 2 กลุ่ม ในรายวิชาการศาสตร์ของไหล รหัส TEDME902 ในเรื่องของโมเมนต์และสมการพลังงานในการไหล ซึ่งแบบประเมินดังกล่าวมีรูปแบบเป็นไปตามงานวิจัยของ (Haarsa, 2024) และ (Verawahyuni, 2022)

- ซึ่งมีรูปแบบของการประเมินที่ 5 ระดับตามหลักของ Likert scale

- ทำข้อมูลของคะแนนที่ผ่านการทดสอบก่อนและหลังเรียนของนักศึกษาทั้ง 2 กลุ่ม มาทำการวิเคราะห์ทางสถิติและทำการสรุปผลการทดสอบในลำดับต่อไป

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

สำหรับงานวิจัยครั้งนี้ คณะผู้วิจัยจะอาศัยการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ โดยมีขั้นตอนวิธีการดังนี้คือ

- สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้รับจากแบบสอบถามของนักศึกษาและผลการตอบแบบสอบถามในส่วนของความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อการเรียนเนื้อหาทางภาคทฤษฎีและการประยุกต์ใช้ซอฟต์แวร์คำนวณผลทางพลศาสตร์ของไหล ซึ่งจะใช้วิธีการหาค่าเฉลี่ย (Mean)
- สำหรับการคำนวณหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) จะอาศัยข้อมูลที่ได้รับมาจากการตอบแบบสอบถามในส่วนของความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อการเรียนเนื้อหาทางภาคทฤษฎีและการประยุกต์ใช้ซอฟต์แวร์คำนวณผลทางพลศาสตร์ของไหล
- สำหรับข้อมูลผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้อีกก่อนและหลังเรียน จะอาศัยการคำนวณตามรูปแบบทางสถิติทดสอบ (T-test dependent) เพื่อทำการวิเคราะห์และหาผลลัพธ์ของ IOC ในลำดับถัดไป สำหรับเกณฑ์การพิจารณา IOC พบว่าเป็นเกณฑ์ที่นิยมใช้ในงานวิจัยด้านการศึกษาและการพัฒนาสื่อ รวมไปถึงแบบทดสอบ ซึ่งจะใช้ประเมินความตรงระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้ กล่าวคือ หลักการนำไปใช้คือ ให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินว่าแต่ละข้อเหมาะสมกับวัตถุประสงค์หรือไม่ (คะแนนอยู่ใน -1, 0, 1) หลังจากนั้นจะถูกคำนวณเป็น IOC (ข้อที่ $IOC \geq 0.50$ ถือว่าผ่านเกณฑ์ความตรงเชิงเนื้อหา) ตามเกณฑ์ของ Lawshe (1975)
- สำหรับการคำนวณหาประสิทธิภาพเนื้อหาทางภาคทฤษฎีของรายวิชาการศาสตร์ของไหล TEDME902 และการประยุกต์ใช้ซอฟต์แวร์คำนวณผลทางพลศาสตร์ของไหล จะใช้วิธีการทางสถิติ E_1/E_2 (Chuenchomnakjad et al., 2024)

ผลการวิจัย

ผลลัพธ์ที่ได้จากงานวิจัยในส่วนของผลการศึกษารายวิชาการศาสตร์ของไหล รหัส TEDME902 ของนักศึกษาระดับปริญญาตรี เรื่อง “โมเมนตัมและสมการพลังงานในการไหล” ร่วมกับการประยุกต์ใช้ซอฟต์แวร์โซลิดเวิร์กโฟลว์ซิมูเลชันช่วยในการจำลองสถานการณ์การไหลของน้ำที่พุ่งออกจากหัวฉีดกระบอกผนัง โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนวิชาการศาสตร์ของไหล จำนวน 30 คน ที่ผ่านการแบ่งกลุ่มออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 15 คน ซึ่งกลุ่มแรกให้ทำการเรียนทฤษฎีการคำนวณเรื่องโมเมนตัมและสมการพลังงานในการไหลอย่างเดียว ส่วนกลุ่มที่ 2 ให้ทำการเรียนทฤษฎีการคำนวณเรื่องโมเมนตัมและสมการพลังงานในการไหลไปพร้อมกับการประยุกต์ซอฟต์แวร์โซลิดเวิร์กโฟลว์ซิมูเลชัน ผลที่ได้พบว่านักศึกษาในกลุ่มที่ 2 สามารถทำความเข้าใจและได้รับคะแนนหลังจากได้รับการทดสอบหลังเรียนที่ดีกว่านักศึกษาในกลุ่มแรก ซึ่งสามารถแสดงข้อมูลเชิงเปรียบเทียบได้ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการเปรียบเทียบคะแนนก่อน – หลังเรียน เรื่อง โมเมนตัมและสมการพลังงานในการไหล ของนักศึกษาระดับปริญญาตรี จำนวน 2 กลุ่ม (n=30)

กลุ่มนักศึกษา	วิธีการเรียนรู้	คะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน	คะแนนเฉลี่ยหลังเรียน	การเปลี่ยนแปลง	ข้อสังเกตในระหว่างการวิจัย
กลุ่มที่ 1 (15 คน)	คำนวณผลลัพธ์ด้วยสมการทางคณิตศาสตร์เรื่องโมเมนตัมและสมการพลังงานในการไหล	16.1	21.0	+4.9	ความเข้าใจพื้นฐานเพิ่มขึ้น แต่ยังพบว่ามีปัญหาในด้านการเชื่อมโยงทางทฤษฎีกับสถานการณ์จริง
กลุ่มที่ 2 (15 คน)	คำนวณผลลัพธ์ด้วยสมการทางคณิตศาสตร์เรื่องโมเมนตัมและสมการพลังงานในการไหล และใช้ซอฟต์แวร์ประกอบการเรียนรู้	15.8	26.2	+10.4	นักศึกษาเข้าใจภาพรวมของการไหลเพิ่มขึ้น และสามารถทำการเชื่อมโยงข้อมูลทางทฤษฎีกับสถานการณ์จริงได้ดีกว่า

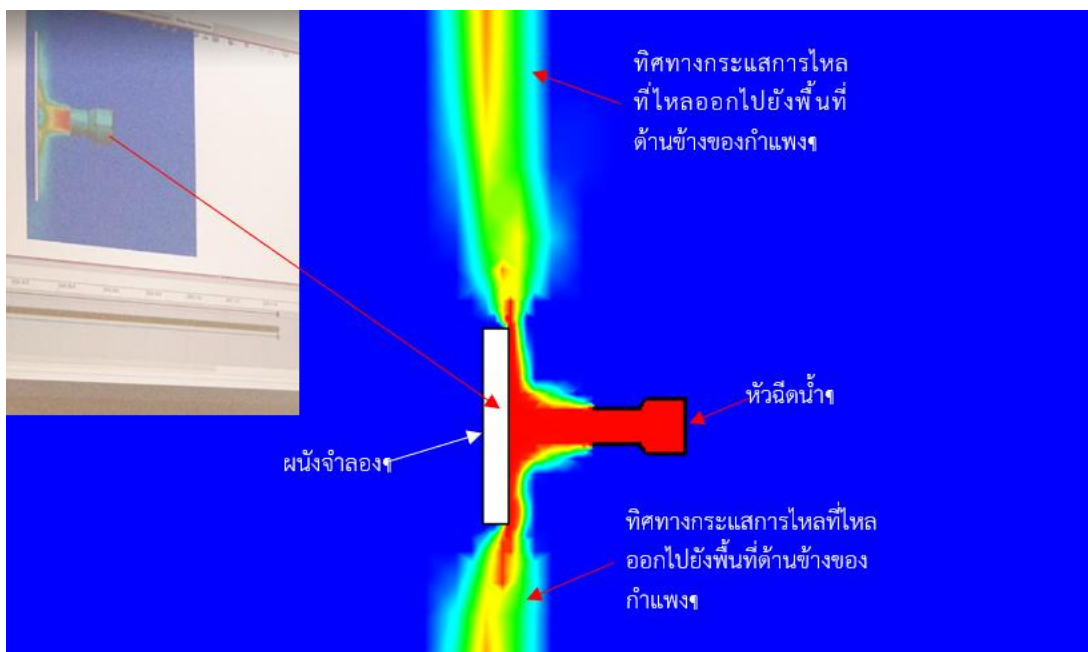
จากตารางที่ 2 พบว่านักศึกษาทั้งสองกลุ่มมีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ซึ่งบ่งชี้ว่ากระบวนการสอนมีผลต่อการพัฒนาความรู้ของนักศึกษา โดยกลุ่มที่ 2 มีค่าการเปลี่ยนแปลงของคะแนนเฉลี่ย (+3.2) สูงกว่ากลุ่มที่ 1 (+1.9) ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่าการประยุกต์ใช้ซอฟต์แวร์จำลองพลศาสตร์ของไหลควบคู่กับการเรียนการสอนที่อิงสมการคำนวณช่วยให้นักศึกษาเข้าใจเนื้อหาเชิงลึกและมองเห็นภาพรวมของกระบวนการได้ชัดเจนยิ่งขึ้น หลังจากนั้นผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาและวัดผลการเรียนรู้จากการวัดผลการเรียนรู้อีกก่อนเรียนและวัดผลหลังการเรียน เพื่อหาประสิทธิภาพของการเรียนการสอนในรูปแบบดังกล่าว ตามเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด พร้อมทั้งทำการจำลองภาพรูปแบบของแรงน้ำที่มีการเคลื่อนที่ออกจากหัวฉีดน้ำไปพร้อมกับอธิบายรูปแบบการคำนวณผลลัพธ์ด้วยมือ ผลการการศึกษามีผลลัพธ์ดังนี้

1. การจำลองผลเชิงตัวเลขทางพลศาสตร์ของไหล

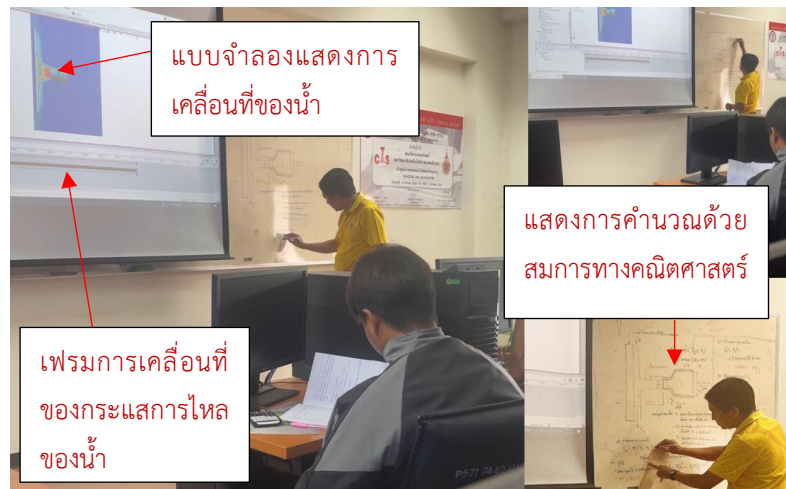
การจำลองผลเชิงตัวเลขทางพลศาสตร์ของไหลโดยประยุกต์ใช้ซอฟต์แวร์โซลิดเวิร์กโฟลว์ซิมูเลชัน โดยทำการปรับการสร้างขอบเขตรูปแบบเมชเอลิเมนต์ในส่วนของ Local Mesh Setting และ Global Mesh Setting ที่ระดับ 4, 5, 6 และ 7 ตามที่แสดงในรูปที่ 3 ผลลัพธ์ความเร็วของน้ำที่ได้พบว่ามีค่าเท่ากับ 550, 537, 512 และ 490 นิวตัน ตามลำดับ ซึ่งการปรับรูปแบบของเมชเอลิเมนต์ในระดับ 7 ที่มีความละเอียดสูงพบว่า จะทำให้ผลลัพธ์มีความใกล้เคียงกับการคำนวณด้วยสมการทางคณิตศาสตร์มากที่สุด เมื่อพิจารณาเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนพบว่ามีค่าเท่ากับ 8.77 เปอร์เซ็นต์ ผลลัพธ์จากการจำลองเชิงตัวเลขด้วยซอฟต์แวร์โซลิดเวิร์กโฟลว์ซิมูเลชันสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 4

จากรูปที่ 4 ผลลัพธ์เชิงตัวเลขที่ได้รับจากการซอฟต์แวร์โซลิดเวิร์กโฟลว์ซิมูเลชัน เป็นการแสดงผลภาพในรูปแบบ Plot contour ที่แสดงให้เห็นถึงค่าความเร็วน้ำที่วิ่งออกจากหัวฉีดน้ำและเข้าปะทะกับผนังจำลอง หลังจากนั้นกระแสน้ำของลำน้ำดังกล่าวจะเกิดการแยกตัวของกระแสน้ำและมีความเร็วและทิศทางการไหลแยกตัวออกไปยังพื้นที่ของกำแพงด้านข้างตามลำดับ จากปรากฏการณ์ดังกล่าวเมื่อนำมาจำลองเป็นภาพเคลื่อนไหวตามช่วงเวลาในแต่ละเฟรมที่กำหนดให้การคำนวณ จะสามารถแสดงให้เห็นถึงการเคลื่อนที่จากช่วงเวลาเริ่มต้นไปยังช่วงเวลาที่เกิดทิศทางการกระแสน้ำที่ไหลออกไปยังพื้นที่ด้านข้างของกำแพงได้อย่างชัดเจน ผลลัพธ์เชิงตัวเลขที่เกิดขึ้นจะช่วยให้นักศึกษาเห็นภาพพฤติกรรมของการเคลื่อนที่ในช่วงเวลาดังกล่าวได้ชัดเจนและทำให้เกิดความเข้าใจในสนามการไหลของของไหลได้ดียิ่งขึ้น

จากรูปที่ 5 แสดงถึงบรรยากาศในระหว่างการเรียนการสอนวิชาการพลศาสตร์ของไหล โดยการประยุกต์ใช้ซอฟต์แวร์โซลิดเวิร์กโฟลว์ซิมูเลชันเพื่ออธิบายสนามการไหลของน้ำที่วิ่งเข้าปะทะกับผนังในแต่ละเฟรมการเคลื่อนที่ ไปพร้อมกับการคำนวณด้วยสมการทางคณิตศาสตร์ (คำนวณด้วยมือ)



รูปที่ 4 ผลลัพธ์การจำลองเชิงตัวเลขของกระแสลำน้ำที่ไหลจากหัวฉีดที่ได้จากซอฟต์แวร์โซลิดเวิร์กโฟลว์ซิมูเลชัน



รูปที่ 5 บรรยากาศในระหว่างการเรียนการสอนในรายวิชาการครุศาสตร์ของไหลและการประยุกต์ใช้ซอฟต์แวร์สำหรับการอธิบายรูปแบบและพฤติกรรมของการไหลของน้ำ

2. ผลการหาคุณภาพสื่อช่วยสอน

จากตารางที่ 3 ผลการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน โดยพิจารณาจากข้อมูลด้านการออกแบบบทเรียน การคำนวณโดยการประยุกต์ใช้ซอฟต์แวร์โซลิดเวิร์กโฟลว์ซิมูเลชัน เพื่อหาค่าเฉลี่ยการประเมินจากคำถาม 5 ข้อ พบว่ามีค่าเฉลี่ยในช่วง 4.50-4.75 จากช่วงของข้อมูลตัวเลขที่ได้รับสามารถนำมาใช้เพื่อแปลผลลัพธ์ของการประเมินได้ในระดับดีมากและดีมากที่สุด และพบว่ามีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.59 และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.52 ซึ่งเป็นตัวเลขเฉลี่ยที่แสดงถึงค่าคุณภาพการประเมินจากการแปลผลในเกณฑ์ระดับมาก ผลการประเมินในระดับดีมากและดีมากที่สุดนี้ แสดงให้เห็นว่าการออกแบบบทเรียนมีความเหมาะสมทั้งในด้านเนื้อหาและการประยุกต์ใช้ซอฟต์แวร์อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งสะท้อนถึงความเป็นไปได้ในการนำไปใช้จริงในชั้นเรียนเพื่อยกระดับการเรียนรู้ของนักศึกษาได้อย่างมีคุณภาพ

ตารางที่ 3 ผลการประเมินของแบบจำลองเชิงตัวเลขที่ใช้ในการคำนวณ (ด้านการออกแบบ)

ข้อที่	รายการประเมิน	$\bar{x}$	SD	แปลผล
1	มีรูปร่าง ขนาดของแบบจำลอง 3 มิติที่ชัดเจน	4.60	0.52	มากที่สุด
2	รูปแบบการกำหนดเงื่อนไขการวิเคราะห์เชิงตัวเลขที่ไม่ซับซ้อน	4.50	0.53	มากที่สุด
3	ความสะดวกในการใช้ประกอบการสอน	4.50	0.50	มาก
4	สามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอน	4.75	0.53	มาก
5	แบบจำลอง 3 มิติก่อให้เกิดแรงจูงใจในการเรียน	4.60	0.42	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ย		4.59	0.52	มาก

ตารางที่ 4 ผลการประเมินของแบบจำลองเชิงตัวเลขที่ใช้ในการคำนวณ (ด้านใบงาน)

ข้อที่	รายการประเมิน	$\bar{x}$	SD	แปลผล
6	มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่ได้ตั้งเป้าหมาย	4.80	0.32	มากที่สุด
7	มีขั้นตอนการปฏิบัติการทดลองตามคู่มือ	4.50	0.53	มาก
8	มีการกำหนดกิจกรรมที่ก่อให้เกิดทักษะพิสัย	4.50	0.40	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ย		4.60	0.42	มากที่สุด

จากตารางที่ 4 ผลการประเมินด้านใบงาน จากคำถาม 3 ข้อ พบว่ามีค่าเฉลี่ยในช่วง 4.50-4.80 จากช่วงของข้อมูลตัวเลขที่ได้รับสามารถนำมาใช้เพื่อแปลผลลัพธ์ของการประเมินได้ในระดับดีมากและดีมากที่สุด และพบว่ามีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.60 และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.42 ซึ่งบ่งชี้ว่าคุณภาพการประเมินอยู่ในเกณฑ์ระดับมากที่สุด ผลการประเมินใบงานที่อยู่ในระดับดีมากถึงดีมากที่สุดดังกล่าว แสดงให้เห็นว่าใบงานมีความชัดเจน เหมาะสมกับเนื้อหา และส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ อีกทั้งยังสะท้อนถึงความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของบทเรียนและการประยุกต์ใช้ซอฟต์แวร์ได้อย่างเหมาะสม

ตารางที่ 5 ผลการประเมินของแบบจำลองเชิงตัวเลขที่ใช้ในการคำนวณ (ด้านแบบฝึกหัด)

ข้อที่	รายการประเมิน	$\bar{x}$	SD	แปลผล
9	เนื้อหา มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์	4.70	0.42	มากที่สุด
10	เนื้อหา มีการใช้ภาษาที่เข้าใจง่าย	4.60	0.52	มาก
11	เนื้อหา มีการเรียงลำดับจากง่ายไปหายาก	4.50	0.53	มากที่สุด
12	เนื้อหา มีการกำหนดกิจกรรมที่ทำให้เกิดทักษะที่สอดคล้องกับทฤษฎีที่กำหนด	4.60	0.52	มาก
	ค่าเฉลี่ย	4.60	0.50	มากที่สุด

จากตารางที่ 5 ผลการประเมินด้านฝึกหัด จากคำถาม 4 ข้อ พบว่ามีค่าเฉลี่ยในช่วง 4.50-4.70 จากช่วงของข้อมูลตัวเลขที่ได้รับสามารถนำมาใช้เพื่อแปลผลลัพธ์ของการประเมินได้ในระดับดีมากและดีมากที่สุด และพบว่ามีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.60 และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.50 ซึ่งเป็นตัวเลขเฉลี่ยที่แสดงถึงค่าคุณภาพการประเมินจากการแปลผลในเกณฑ์ระดับมากที่สุด ผลการประเมินแบบฝึกหัดในระดับดีมากถึงดีมากที่สุดนี้ ได้สะท้อนให้เห็นว่ากิจกรรมฝึกหัดที่ออกแบบมีความเหมาะสมกับเนื้อหา ช่วยเสริมสร้างความเข้าใจเชิงลึก และสามารถกระตุ้นการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ได้ อย่างมีประสิทธิภาพ ตรงตามเป้าหมายการเรียนรู้ของรายวิชา

จากงานวิจัยนี้พบว่า ขั้นตอนของการประเมินความเหมาะสมของแบบจำลองเชิงตัวเลขและสื่อการสอน โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน แสดงผลเป็นค่าเฉลี่ยรวมทั้ง 3 ด้าน ได้แก่ ด้านการออกแบบ ด้านใบงาน และด้านแบบฝึกหัด เท่ากับ 4.596 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์คุณภาพสูงสุด นอกจากนี้ การตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาโดยใช้ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อ เนื้อหากับวัตถุประสงค์ พบว่าค่า IOC ของแต่ละข้อและเนื้อหาอยู่ระหว่าง 0.67-1.00 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (≥ 0.50) แสดงให้เห็นว่าแบบจำลองเชิงตัวเลขและสื่อการสอนมีความเหมาะสมทั้งเชิงเนื้อหาและได้รับการยอมรับจากผู้เชี่ยวชาญและเป็นไปตามหลักการทางวิชาการ

3. ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพ

ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพการประยุกต์ใช้ซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์สำหรับการเรียนการสอนวิชาการศาสตร์ของไหลในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้ทำการเก็บข้อมูลจากงานแบบฝึกหัด (E_1) และผลสัมฤทธิ์ที่ได้จากการวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียน (E_2) สามารถแสดงการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพดังกล่าวได้ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพการประยุกต์ใช้ซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์สำหรับการเรียนการสอนวิชาการศาสตร์ของไหล

รายการคะแนน	N	คะแนนเต็ม	Σx	Σy	ร้อยละ
คะแนนแบบฝึกหัดและใบงาน (E_1)	30	50	1,202	-	80.13
คะแนนผลสัมฤทธิ์หลังเรียน (E_2)	30	30	-	745	82.77

จากตารางที่ 6 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพการประยุกต์ใช้ซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์สำหรับการเรียนการสอนวิชาการศาสตร์ของไหล ได้แสดงให้เห็นว่านักศึกษาที่นำมาใช้เป็นกลุ่มตัวอย่างจำนวน 15 คน ที่อยู่ในกลุ่มที่ 2 สามารถทำคะแนนใบงานและคะแนนจากแบบฝึกหัด (E_1) ได้ถูกต้องเฉลี่ยร้อยละเท่ากับ 80.13 ส่วนคะแนนผลสัมฤทธิ์หลังเรียน (E_2) นักศึกษาได้ตอบถูกเฉลี่ยร้อยละเท่ากับ 82.77 ซึ่งผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพทั้งสองพบว่าคะแนนรวมทั้งหมดมีค่าสูงกว่าร้อยละ 80 ดังนั้นจากผลการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าการประยุกต์ใช้ซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์

สำหรับการเรียนการสอนวิชากลศาสตร์ของไหลมีประสิทธิภาพเป็นไปตามเกณฑ์ของวัตถุประสงค์ที่ได้ตั้งเป้าหมายไว้ที่ 80/80 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 ดังกล่าว ได้แสดงให้เห็นว่าการประยุกต์ใช้ซอฟต์แวร์โซลิดเวิร์กโพลีซีมูลชัน ช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ของนักศึกษาได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งในด้านการฝึกปฏิบัติและผลสัมฤทธิ์หลังเรียน ซึ่งแสดงถึงความเหมาะสมของเครื่องมือในการสนับสนุนการเรียนการสอนเชิงวิศวกรรมที่เน้นทั้งทฤษฎีและการประยุกต์ใช้จริง

สรุปและอภิปรายผล

การประยุกต์ใช้ซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์สำหรับการเรียนการสอนวิชากลศาสตร์ของไหลในงานวิจัยนี้ คณะผู้วิจัยมีวัตถุประสงค์หลักคือเพื่อประยุกต์ใช้ซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์โซลิดเวิร์กโพลีซีมูลชันในรายวิชากลศาสตร์ของไหลให้ได้ประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 และเพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนการสอนของนักศึกษาที่ทดลองเรียนบนการคำนวณด้วยซอฟต์แวร์โซลิดเวิร์กโพลีซีมูลชันไปพร้อมกับการคำนวณด้วยสมการทางคณิตศาสตร์ (คำนวณด้วยมือด้วยตามวิธีการเรียนแบบดั้งเดิม) บนพื้นฐานการเรียนแบบปกติ ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยเลือกใช้วิธีการแบบเจาะจงกับนักศึกษาระดับปริญญาตรีที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชากลศาสตร์ของไหล (รหัส TEDME902) และใช้แผนการทดลองจริงในรูปแบบการทดลองที่มีกลุ่มควบคุม โดยเก็บข้อมูลเฉพาะหลังการดำเนินโครงการ ผลการศึกษาพบว่าคะแนนหลังเรียนของนักศึกษาทั้งสองกลุ่มสูงกว่าก่อนเรียน ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่ากระบวนการสอนมีผลต่อการพัฒนาความรู้ของนักศึกษาอย่างมีนัยสำคัญ โดยกลุ่มที่ 2 มีค่าการเปลี่ยนแปลงของคะแนนเฉลี่ย (+3.2) สูงกว่ากลุ่มที่ 1 (+1.9) แสดงให้เห็นว่าการประยุกต์ใช้ซอฟต์แวร์โซลิดเวิร์กโพลีซีมูลชันควบคู่กับการเรียนการสอนที่อิงสมการคำนวณช่วยให้นักศึกษาเข้าใจเนื้อหาเชิงลึกและเห็นภาพรวมของกระบวนการได้ชัดเจนยิ่งขึ้น ข้อมูลดังกล่าวสนับสนุนแนวคิดที่ว่า การใช้เครื่องมือดิจิทัลสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนรู้ได้ดีกว่าการสอนแบบดั้งเดิมเพียงอย่างเดียว

นอกจากนี้ ผลจากการศึกษาในงานวิจัยครั้งนี้ จะประกอบไปด้วยผลลัพธ์ที่สำคัญ 3 ส่วนคือ การจำลองผลเชิงตัวเลขทางพลศาสตร์ของไหลโดยประยุกต์ใช้ซอฟต์แวร์โซลิดเวิร์กโพลีซีมูลชัน การประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ การพิจารณาความเหมาะสมและการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพสื่อการสอน ผลจากการวิจัยนี้พบว่า การจำลองเชิงตัวเลขโดยทำการปรับรูปแบบเมชเอลิเมนต์ในส่วนของ Local Mesh Setting และ Global Mesh Setting ที่ระดับ 4 5 6 และ 7 จะได้ผลลัพธ์แรงกระทำของน้ำ 550 537 512 และ 490 นิวตัน ตามลำดับ ซึ่งสะท้อนแนวโน้มว่าค่าของแรงกระทำลดลงเมื่อระดับความละเอียดของเมชเพิ่มขึ้น อันเป็นผลจากการที่โครงสร้างเมชที่ละเอียดขึ้นสามารถแทนที่รูปทรงเรขาคณิตของของไหลได้แม่นยำกว่าเดิม ทำให้ค่าที่คำนวณได้มีเสถียรภาพและใกล้เคียงกับสภาวะจริงมากขึ้น ส่วนผลจากการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ได้แสดงผลลัพธ์เป็นค่าเฉลี่ยของการประเมินในแต่ละด้านของแบบจำลองเชิงตัวเลขที่ใช้ในการคำนวณ ซึ่งได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.60 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์คุณภาพระดับมากที่สุด ขณะที่การตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาโดยใช้ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อ เนื้อหากับวัตถุประสงค์ พบว่าค่า IOC ของแต่ละข้อและเนื้อหาอยู่ระหว่าง 0.67–1.00 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (≥ 0.50) แสดงให้เห็นว่าแบบจำลองเชิงตัวเลขและสื่อการสอนมีความเหมาะสมทั้งเชิงเนื้อหาและได้รับการยอมรับจากผู้เชี่ยวชาญ อีกทั้งผลลัพธ์จากการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพการประยุกต์ใช้ซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์ร่วมกับทฤษฎีสำหรับการเรียนการสอนวิชากลศาสตร์ของไหล ได้แสดงให้เห็นว่านักศึกษานำมาใช้เป็นกลุ่มตัวอย่างจำนวน 15 คน ในกลุ่มที่ 2 สามารถทำคะแนนใบงานและคะแนนจากแบบฝึกหัด (E1) ได้ถูกต้องเฉลี่ยร้อยละเท่ากับ 80.13 ส่วนคะแนนผลสัมฤทธิ์หลังเรียน (E2) นักศึกษาได้ตอบถูกเฉลี่ยร้อยละเท่ากับ 82.77 ซึ่งผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพทั้งสองพบว่าคะแนนรวมทั้งหมดมีค่าสูงกว่าร้อยละ 80 ผลลัพธ์จากการศึกษาและวิจัยในครั้งนี้ ได้ส่งผลทำให้นักศึกษาในรายวิชากลศาสตร์ของไหล รหัส TEDME902 ในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี พิชญะโลก มีผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษาที่เพิ่มมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ผลการวิจัยดังกล่าวชี้ให้เห็นว่า การใช้ซอฟต์แวร์สำหรับการจำลองเชิงตัวเลขช่วยให้นักศึกษามีความเข้าใจเชิงลึกมากขึ้น สามารถมองเห็นการเคลื่อนไหวของการไหลของน้ำจากหัวฉีดที่ปะทะกับผนังได้อย่างชัดเจน และสามารถเชื่อมโยงความเข้าใจจากการคำนวณด้วยมือเข้ากับการจำลองเชิงวิศวกรรมได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งนี้ การเก็บข้อมูลคะแนนก่อนและหลังเรียนเพื่อการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่ได้เกี่ยวข้องกับข้อมูลด้านสุขภาพหรือข้อมูลส่วนบุคคลที่อ่อนไหว อีกทั้งผู้เข้าร่วมการวิจัยได้ให้ความยินยอม

โดยสมัครใจ ข้อมูลทั้งหมดถูกรายงานในลักษณะภาพรวมโดยไม่เปิดเผยตัวตนของผู้เข้าร่วม ดังนั้นการวิจัยครั้งนี้จึงเป็นไปตามหลักจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ และไม่ก่อให้เกิดผลกระทบเชิงลบต่อผู้เข้าร่วมโครงการวิจัยแต่อย่างใด

จากผลการวิจัยนี้สามารถนำไปต่อยอดโดยการขยายการประยุกต์ใช้ซอฟต์แวร์ CFD ในรายวิชาที่เกี่ยวข้องพร้อมพัฒนาโมดูลการเรียนรู้แบบออนไลน์ร่วมกับการจำลองเชิงตัวเลข รวมถึงการติดตามผลสัมฤทธิ์ระยะยาวและการบูรณาการเทคโนโลยีสมัยใหม่ เช่น ปัญญาประดิษฐ์ (AI) และความเป็นจริงเสมือน (VR) เพื่อวิเคราะห์พฤติกรรมการเรียนรู้ นอกจากนี้ ยังสามารถพัฒนาเครื่องมือประเมินเฉพาะด้านเพื่อวัดความเข้าใจในการใช้ซอฟต์แวร์อย่างเป็นระบบในอนาคต งานวิจัยลักษณะนี้อาจต่อยอดสู่การสร้างแพลตฟอร์มการเรียนรู้แบบอัจฉริยะที่ผสาน CFD กับ AI และสื่อการเรียนรู้เชิงโต้ตอบในรูปแบบ VR/AR เพื่อเสริมสร้างความเข้าใจเชิงลึก ตลอดจนประยุกต์ใช้สนับสนุนการวิจัยและการสอนด้านวิศวกรรมอุตสาหกรรม เช่น การออกแบบเครื่องจักรกล ระบบพลังงานทดแทน และกระบวนการผลิต ซึ่งจะช่วยขยายการใช้งานซอฟต์แวร์ CFD จากระดับห้องเรียนสู่ภาคอุตสาหกรรมได้อย่างเป็นรูปธรรม

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณสาขาครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี รวมทั้งคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา พิชญ์โลก ที่ให้การสนับสนุนด้านอุปกรณ์สำหรับการเก็บข้อมูล ตลอดจนงบประมาณบางส่วนในการพัฒนางานวิจัยและสื่อการสอน จนทำให้การดำเนินงานครั้งนี้บรรลุผลสำเร็จอย่างสมบูรณ์

เอกสารอ้างอิง

- Alnaimat, F., & Mathew, B. (2024). Improved teaching and education of engineering students using computational fluid dynamics. *Human Factors in Design, Engineering, and Computing*, 159, 1921–1927. <http://doi.org/10.54941/ahfe1005759>.
- Chonpairot, C., Khansila, P., and Nongharnpituk, P. (2024). Development of a Lesson on Prisms and Cylinders using the CPA Approach with Geogebra to Enhance Learning Achievement for Grade 8 Students. *Journal of Industrial Education*, 23(2), 15-26. <https://doi.org/10.55003/JIE.23205>. [in Thai]
- Chuenchomnakjad, S., Sema, P., Tantrabandit, M., Yingyuen, W., and Promseenong, P. (2024). Teaching and Learning Development for Enhance of Electric Vehicle Technology Competency. *Journal of Technical and Engineering Education*, 15(3), 1-9. <https://so10.tci-thaijo.org/index.php/FTEJournal/article/view/1000/833>. [in Thai]
- Haarsa, P. (2024). Solving Bernoulli's Equations Using Python: Enhancing Student Understanding Through Inquiry-Based Learning. *Unnes Journal of Mathematics Education*, 13(3), 210-219. <https://doi.org/10.15294/ujme.v13i3.14283>.
- Khamphira, I. (2023, 24-26 May. 2023). The result online learning on Thai Massive Open Online Course in Civil Engineering Drawing and Reading course. *2023 28th National Convention on Civil Engineering*. (pp. CEE07-1–CEE07-5). Faculty of Engineering Prince of Songkla University Hat Yai Campus. <https://conference.thaince.org/index.php/ncce28/article/view/2478/1359>. [in Thai]
- Khamprawat, B., Tipparach, U., Piromjitpong, T., Wuttisela, K., and Wuttirom, S. (2025). Student-Constructed Low-Cost Experimental Kits for Enhancing Inquiry-Based Learning in High School Fluid Dynamics. *Journal of Science and Science Education*, 8(1), 24-31. <https://doi.org/10.14456/jsse.2025.03>. [in Thai]
- Lahamornchaiyakul, W., & Lonphan, K. (2023). Numerical simulation of small water turbine generator using k-epsilon and k-omega model. *Journal of Engineering and Innovation*, 16(1), 168-182. https://ph02.tci-thaijo.org/index.php/eng_ubu/article/view/243351/168730. [in Thai]

- Lawshe, C. H. (1975). A quantitative approach to content validity. *Personnel Psychology*, 28(4), 563–575. <https://doi.org/10.1111/j.1744-6570.1975.tb01393.x>.
- Li, X., & Cheung, S. C. (2025). A learning-centred computational fluid dynamics course for undergraduate engineering students. *International Journal of Mechanical Engineering Education*, 53(2), 256–276. <https://doi.org/10.1177/03064190231224334>.
- Mekkaew, C., and Thaisit, P. (2024). The Development of Computer Assisted Instruction of GEN 133: Graphic Engineering on Orthographic Projection First Angle. *Journal of Industrial Education*, 23(3), 48–58. <https://ph01.tci-thaijo.org/index.php/JIE/article/view/254511/173998>. [in Thai]
- Ng, P.M.L., Chan, J.K.Y. & Lit, K.K. (2022). Student learning performance in online collaborative learning. *Education and Information Technologies*, 27(6), 8129–8145. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-10923-x>.
- Santiwes, S., Charoenpong, T., and Srihiran, K. (2022). Computer Software Development for Color Matching in Architectural Design. *Journal of Building Energy & Environment*, 5(1), 24–41. <https://ph03.tci-thaijo.org/index.php/bee/article/view/74/44>. [in Thai]
- Sittisak, R., Aroonsiwagool, A., Bangtho, K., Jai-on, K., & Damsri, C. (2022). Developing Computational Thinking of Elementary School Students with Scratch Program. *Suratthani Rajabhat Journal*, 9(1), 140–158. <https://so05.tci-thaijo.org/index.php/srj/article/view/247443/174664>. [in Thai]
- SOLIDWORKS. (2024). *What's New in SOLIDWORKS 2024: Load SOLIDWORKS Flow Simulation Modules*. https://help.solidworks.com/2024/English/WhatsNew/c_wn_flow.htm.
- Stern, F., Xing, T., Yarbrough, D. B., Rothmayer, A., Rajagopalan, G., Prakashotta, S., & Moeykens, S. (2006). Hands-on CFD educational interface for engineering courses and laboratories. *Journal of Engineering Education*, 95(1), 63–83. <https://doi.org/10.1002/j.2168-9830.2006.tb00878.x>
- Thaisit, P. (2021). The Development of Computer-Assisted Instruction: Computer-Aided Drawing Subject on 3d Image Creation With Tools in SOLIDWORKS Software. *Journal of Industrial Education*, 20(3), 101–111. <https://ph01.tci-thaijo.org/index.php/JIE/article/view/245037/168081>. [in Thai]
- Tian, Z. F., & Abraham, J. (2014). Application of computational fluid dynamics (CFD) in teaching internal combustion engines. *International Journal of Mechanical Engineering Education*, 42(1), 73–83. <https://doi.org/10.7227/IJMEE.42.1>.
- Verawahyuni, H. (2022). Implementation of the Guided Inquiry Model Learning to Reduce Misconceptions of Static Fluid Materials Students of State Junior High School 19 Samarinda Semester II, 2019/2020 Academic Year. *JPPIPA (Jurnal Penelitian Pendidikan IPA)*, 7(1), 1–9. <https://doi.org/10.26740/jppipa.v7n1.p1-9>.
- Wang, Z., & Gao, D. (2017, 29–30 May. 2017). The Application of CFD in Teaching of Fluid Machinery. In *3rd International Conference on Arts, Design and Contemporary Education (ICADCE 2017)*. (pp. 554–557). Published by Atlantis Press. <https://www.atlantis-press.com/proceedings/icadce-17/25881373>.

การอ้างอิงบทความนี้

- APA Lahamornchaiyakul, W., Jittham, W., Sriwattanawarunyoo, S. & Mongkolchaichana, S., (2025). Application of Computer Software for Teaching Fluid Mechanics to Undergraduate Students. *Journal of Technical and Engineering Education*, 16(3), 51-70 Thaijo. <https://doi.org/10.14416/j.ftce.2025.12.05>
- MLA Lahamornchaiyakul, Werayoot et al. "Application of Computer Software for Teaching Fluid Mechanics to Undergraduate Students" *Journal of Technical and Engineering Education*, vol. 16, no. 3, Dec. 2025, pp. 51-70, <https://doi.org/10.14416/j.ftce.2025.12.05> Thaijo.
- ISO690 W. Lahamornchaiyakul, W Jittham, S Sriwattanawarunyoo & S Mongkolchaichana "Application of Computer Software for Teaching Fluid Mechanics to Undergraduate Students" *Journal of Technical and Engineering Education*, vol. 16, no. 3, pp. 51-70, Dec. 2025, doi: <https://doi.org/10.14416/j.ftce.2025.12.05>

วารสารวิชาการครุศาสตร์อุตสาหกรรมและวิศวกรรมศึกษา
Journal of Technical and Engineering Education: JTechEE



วารสารวิชาการครุศาสตร์อุตสาหกรรมและวิศวกรรมศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 ถนนประชาชื่น 1 แขวงวงศ์สว่าง เขตบางซื่อ กรุงเทพมหานคร 10800
โทรศัพท์ 02-555-2000 ต่อ 1804 อีเมล : JTechEE@fte.kmutnb.ac.th

