วารสารวิชาการ

ครุศาสตร์อุตสาหกรรมและวิศวกรรมศึกษา

JOURNAL OF TECHNICAL AND ENGINEERING EDUCATION

Vol. 17 No. 1 January - April 2026 ปีที่ 17 ฉบับที่ 1 มกราคม - เมษายน 2569



ISSN 2985-2153 (Online)

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม Faculty of Technical Education
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
King Mongkut's University of Technology North Bangkok

วารสารวิชาการ
ครุศาสตร์อุตสาหกรรมและวิศวกรรมศึกษา
Journal of Technical and Engineering Education
ปีที่ 17 ฉบับที่ 1 มกราคม - เมษายน 2569 Vol. 17 No. 1 January – April 2026

วารสารวิชาการครุศาสตร์อุตสาหกรรมและวิศวกรรมศึกษา
(Journal of Technical and Engineering Education)

ปีที่ 17 ฉบับที่ 1 มกราคม - เมษายน พ.ศ. 2569

นโยบายของวารสาร

วารสารวิชาการครุศาสตร์อุตสาหกรรมและวิศวกรรมศึกษา รับพิจารณาบทความทางวิชาการและบทความวิจัย ทางด้านการสอนและการบริหารอาชีวศึกษา เทคโนโลยีดิจิทัลและคอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษาที่ทันสมัยต่อการเปลี่ยนแปลงของสังคมและเทคโนโลยี 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.ประชาราษฎร์ 1 แขวงวงศ์สว่าง เขตบางซื่อ กรุงเทพฯ 10800
สอบถามข้อมูลเพิ่มเติมได้ที่ฝ่ายประสานงานและจัดการ โทรศัพท์ 0 2555 2000 ต่อ 1804
e-mail: JTechEE@fte.kmutnb.ac.th

บทความที่ลงพิมพ์ในวารสารนี้เป็นข้อคิดเห็นของผู้เขียนเท่านั้น
ผู้เขียนจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบต่อผลทางกฎหมายใด ๆ ที่อาจเกิดขึ้นจากบทความนั้น

วารสารวิชาการ
ครุศาสตร์อุตสาหกรรมและวิศวกรรมศึกษา
Journal of Technical and Engineering Education
ปีที่ 17 ฉบับที่ 1 มกราคม - เมษายน 2569 Vol. 17 No. 1 January – April 2026

วารสารวิชาการครุศาสตร์อุตสาหกรรมและวิศวกรรมศึกษา

เจ้าของ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ที่ปรึกษา อธิการบดีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

	รองศาสตราจารย์ ดร.สมศักดิ์	อรรคทิมากูล	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
หัวหน้ากองบรรณาธิการ	รองศาสตราจารย์ ดร.มนตรี	ศิริปรัชญานันท์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
รองหัวหน้ากองบรรรณาธิการ	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กฤช	สินธนะกุล	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
	รองศาสตราจารย์ ดร.ต้องชนะ	ทองทิพย์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นุชนาฎ	ชุ่มชื่น	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
กองบรรณาธิการ	ศาสตราจารย์ ดร. ปรัชญนันท์	นิลสุข	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
	ศาสตราจารย์ ดร.ปณิตา	วรรณพิรุณ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
	ศาสตราจารย์ ดร.เมธีพจน์	พัฒนศักดิ์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
	รองศาสตราจารย์ ดร.ชัยวิชิต	เชียรชนะ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
	ศาสตราจารย์ ดร.ปริยาภรณ์	ตั้งคุณานันต์	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
	รองศาสตราจารย์ ดร.วินัย	ใจกล้า	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
	ศาสตราจารย์ ดร.สุขสันติ์	หอพิบูลสุข	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
	รองศาสตราจารย์ ดร.ธเนศ	ธนิตย์ธีรพันธ์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อนุศิษฏ์	อันมานะตระกูล	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
	รองศาสตราจารย์ ดร.พินิจ	เนื่องภิรมย์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
	รองศาสตราจารย์ ดร.รุ่งอรุณ	พรเจริญ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
	รองศาสตราจารย์ ดร.ดร.อัคครัตน์	พูลกระจ่าง	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
	ดร.จริยา	เอียบสกุล	สถาบันการอาชีวศึกษาภาคใต้ 2
	รองศาสตราจารย์ ดร.ศิริพล	แสนบุญส่ง	มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา
ฝ่ายประสานงานและจัดการ	นางสาวนิษฐ์กมน	ตีระกิจวัฒนา	
	นางสาวกณิตา	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. 17 No.1 January – April 2026

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

วารสารวิชาการ
ครุศาสตร์อุตสาหกรรมและวิศวกรรมศึกษา
Journal of Technical and Engineering Education
ปีที่ 17 ฉบับที่ 1 มกราคม - เมษายน 2569 Vol. 17 No. 1 January – April 2026

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 — King Mongkut's University of Technology North Bangkok
Assistant Professor Dr.Tongchana Thongtip — King Mongkut's University of Technology North Bangkok
Assistant Professor Dr.Nutchanat Chumchuen — King Mongkut's University of Technology North Bangkok

Editorial Board:
Professor Dr.Prachyanun Nilsook — King Mongkut's University of Technology North Bangkok
Professor Dr.Panita Wannapiroon — King Mongkut's University of Technology North Bangkok
Professor Dr.Matheepot Phattanasak — King Mongkut's University of Technology North Bangkok
Associate Professor Dr.Chaiwichit Chianchana — King Mongkut's University of Technology North Bangkok
Professor Dr.Pariyaporn Tungkunanan — King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
Associate Professor Dr.Winai Jaikla — King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
Professor Dr.Suksun Horpibulsuk — Suranaree University of Technology
Associate Professor Dr.Tanes Tanitteerapan — King Mongkut's University of Technology Thonburi
Assistant Professor Dr.Anusit Anmanatarkul — King Mongkut's University of Technology Thonburi
Associate Professor Dr.Pinit Nuangpirom — Rajamangala University of Technology Lanna
Associate Professor Dr.Rungarun Porncharoen — Rajamangala University of Technology Phra Nakhon
Associate Professor Dr.Akkarat Poolkrajang — Rajamangala University of Technology Thanyaburi
Dr.Jariya Iabsakul — Southern Vocational Education Institute 2
Associate Professor Dr.Siripon Saenboonsong — 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

วารสารวิชาการ
ครุศาสตร์อุตสาหกรรมและวิศวกรรมศึกษา
Journal of Technical and Engineering Education
ปีที่ 17 ฉบับที่ 1 มกราคม - เมษายน 2569 Vol. 17 No. 1 January – April 2026

บรรณาธิการแถลง

วารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรมและวิศวกรรมศึกษา ฉบับนี้เป็นฉบับแรกของปี 2569 ซึ่งเป็นปีที่ 17 ของการดำเนินการของวารสาร วารสารมีวัตถุประสงค์ในการเผยแพร่บทความทางวิชาการและบทความวิจัยทางด้านการสอนและการบริหารอาชีวศึกษา เทคโนโลยีดิจิทัลและคอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษาที่ทันสมัยต่อการเปลี่ยนแปลงของสังคมและเทคโนโลยี 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)

วารสารวิชาการ
ครุศาสตร์อุตสาหกรรมและวิศวกรรมศึกษา
Journal of Technical and Engineering Education
ปีที่ 17 ฉบับที่ 1 มกราคม – เมษายน 2568 Vol. 17 No. 1 January – April 2026

สารบัญ

บทความวิจัย **หน้า**

การพัฒนาและวิเคราะห์ประสิทธิภาพของชุดการสอนวิชาโปรแกรมเอ็นซีพื้นฐานสำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ โดยบูรณาการสอนอิงประสบการณ์กับรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบยึดสมรรถนะ (CBE) **1-17**

Development and Efficiency Analysis of an Instructional Package in Basic NC Programming for Vocational Certificate Students through the Integration of Experiential Teaching and Competency-Based Education (CBE)

กฤษณพล เรืองไพศาล, สุริยา พิลาสันต์, เฉลียว ชาติรัมย์, พลกฤต รุ่งโรจน์ และ สมเกียรติ เติมสุข

Kitsanapol Rungpisaln, Suriya Pilason, Chaliaw Chatram, Phomkrit Rungrod and Somkiat Thermsuk

การพัฒนาชุดฝึกสมองกลฝังตัวและอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง ด้วย Raspberry Pi Pico W เพื่อการเรียนรู้เชิงปฏิบัติ สำหรับผู้เรียนสาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ **18-33**

The Development of an Embedded Systems and Internet of Things Training Kit using Raspberry Pi Pico W for Practical Learning for Information Technology Students

ธฤต ไชยมงคล

Tharit Chaimongkhol

การพัฒนารูปแบบศักยภาพผู้บริหารสถาบันอาชีวศึกษาเอกชนเพื่อผลิตผู้เรียนตามความต้องการของธุรกิจอุตสาหกรรมในยุคดิจิทัล **34-47**

The Development of a Model for Enhancing the Potential of Private Vocational Institution Administrators to Produce Learners in Accordance with the Needs of Industrial Business in the Digital Era

สรวรรธน์ ศิริเสนา, ธีรวัช บุณยโสภณ, ฉัตรชาญ ทองจับ และ ธีรวุฒิ บุณยโสภณ

Sorawat Sirisena, Teerawat Boonyasopon, Chatchan Thongjub and Teravuti Boonyasopon

การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ ACCAR–STEM เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ **48-67**

The Development of ACCAR–STEM Learning Management Model to Develop Problem Solving Skills for Vocational Certificate students

สุปราการ ภักดีงาม

Suprakarn Pukdeengam

การบูรณาการปัญญาประดิษฐ์ในหลักสูตรอุตสาหกรรมก่อสร้างมุมมองจากคณาจารย์มหาวิทยาลัยไทย **68-91**

Integrating Artificial Intelligence into Construction Curricula Insights from University Faculty in Thailand

ปัญกิจ แก้วเหล็ก, ณภัทร ศุกรวรรณ, ธนิดา วงษาเนาว์, นฤมล แสนเสนา, วทัญญู ชุติคามี, กิตติกุล บุญเปลี่ยน และ กชพร วงษาเนาว์

Panyakit Kaewlex, Napat Sukarawan, Thanida Wongsanao, Narumol Sansena, Wathanyu Cutikam, Gittigul Boonplien and Kotchaphorn Wongsanao

การพัฒนาและวิเคราะห์ประสิทธิภาพของชุดการสอนวิชาโปรแกรมเอ็นซีพื้นฐานสำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ โดยบูรณาการสอนอิงประสบการณ์กับรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบยึดสมรรถนะ (CBE)

Development and Efficiency Analysis of an Instructional Package in Basic NC Programming for Vocational Certificate Students through the Integration of Experiential Teaching and Competency-Based Education (CBE)

กฤษณพล เรืองไพศาล [1], สุริยา พิลาสันต์ [1], เฉลียว ชาติรัมย์ [1], พลกฤต รุ่งโรจน์ [1] และ สมเกียรติ เติมสุข [2*]
Kitsanapol Rungpisaln [1], Suriya Pilason [1], Chaliaw Chatram [1], Phomkrit Rungrod [1] and Somkiat Thermsuk[2*]

(วันรับบทความ : 28 สิงหาคม 2568/วันแก้ไขบทความ : 23 มกราคม 2569/วันตอบรับบทความ : 11 กุมภาพันธ์ 2569)
(Received Date : August 28, 2025, Revised Date : January 23, 2026, Accepted Date : February 11, 2026)

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและประเมินชุดการสอนรายวิชา โปรแกรมเอ็นซีพื้นฐาน รหัสวิชา 20102 – 2009 สำหรับผู้เรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างกลโรงงาน ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2562 โดยมุ่งแก้ไขปัญหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่อยู่ในระดับต่ำและการขาดสื่อการเรียนรู้ที่มีคุณภาพและทันสมัยซึ่งสอดคล้องกับความต้องการของสถานประกอบการจริง ชุดการสอนถูกออกแบบบนกรอบแนวคิดการเรียนรู้เชิงสมรรถนะ (Competency-Based Education: CBE) ร่วมกับการพัฒนาทักษะสำคัญในศตวรรษที่ 21 ได้แก่ การคิดวิเคราะห์ การบูรณาการเทคโนโลยีสารสนเทศ และการเรียนรู้จากการปฏิบัติจริง โดยผ่านการประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญ 5 คน และทดลองใช้กับนักเรียนจำนวน 30 คน เครื่องมือวิจัยประกอบด้วยแบบประเมินคุณภาพ แบบทดสอบก่อน – หลังเรียน ใบงาน และแบบสอบถามความพึงพอใจ ผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญพบว่าชุดการสอนมีคุณภาพอยู่ในระดับมาก ($\overline{x}$= 4.42, SD = 0.72) มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ E1/E2 เท่ากับ 80.96/81.45 สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 และมีค่าดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.6584 แสดงให้เห็นว่าผู้เรียนมีความรู้เพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 65.84 ของเนื้อหาทั้งหมด นอกจากนี้ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนอยู่ในระดับมาก ($\overline{x}$= 4.23, SD = 0.32) โดยเฉพาะด้านสื่อและกิจกรรมการเรียนรู้ที่ช่วยกระตุ้นความสนใจ เพิ่มแรงจูงใจ และส่งเสริมการมีส่วนร่วมอย่างต่อเนื่อง โดยสรุป ชุดการสอนที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพและประสิทธิภาพครบถ้วน สามารถเสริมสร้างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะอาชีพ และการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิผล และตอบสนองต่อบริบทของการจัดการเรียนการสอนด้านอาชีวศึกษาและช่างกลโรงงานได้เป็นอย่างดี ทั้งยังสามารถใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาสื่อการเรียนรู้เพื่อรองรับการผลิตกำลังคนสายอาชีพในยุคอุตสาหกรรม 4.0 ได้อย่างเหมาะสม

คำสำคัญ : ชุดการสอน, โปรแกรมเอ็นซีพื้นฐาน, การเรียนรู้แบบอิงประสบการณ์, การเรียนรู้แบบยึดสมรรถนะ

---

1 ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม สาขาช่างกลโรงงาน วิทยาลัยเทคนิคบุรีรัมย์ ประเทศไทย
1 Machine Shop Program, Buriram Technical College, Buriram 31000, Thailand
2* สาขาวิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรมอุตสาหการ, คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น ประเทศไทย
2* Department of Industrial Technical Education, Faculty of Technical Education, Rajamangala University of Technology Isan, Khon Kaen, 40000, Thailand
* ผู้นิพนธ์ประสานงาน โทร. 094-3409444 อีเมล: somkiat.th@rmuti.ac.th
* Corresponding Author, Tel. +66943409444 e-mail: somkiat.th@rmuti.ac.th
Doi: 10.14416/j.ftee.2026.04.01

Abstract

This study aimed to develop and evaluate an instructional package for the Basic NC Programming course (Course Code: 20102–2009) for vocational certificate students in the Machine Shop program, based on the Vocational Certificate Curriculum B.E. 2019 The development was intended to address low learning achievement and the lack of high-quality and up-to-date instructional media that adequately reflect real industrial practices. The instructional package was designed using a Competency-Based Education (CBE) framework, with an emphasis on essential 21st-century skills, including analytical thinking, information technology integration, and learning through hands-on practice. The instructional package was evaluated by five experts and implemented with a sample of 30 vocational students. Research instruments included a quality evaluation form, pre- and post-achievement tests, worksheets, and a learner satisfaction questionnaire. The expert evaluation results indicated that the instructional package was of high quality ($\overline{x}$= 4.42, SD = 0.72). The instructional efficiency met the established criterion, with an E1/E2 value of 80.96/81.45, exceeding the 80/80 benchmark. The effectiveness index (E.I.) was 0.6584, indicating that students' knowledge increased by 65.84% of the total content. In addition, post-test scores were significantly higher than pre-test scores at the 0.05 level, demonstrating the effectiveness of the instructional package in enhancing students' knowledge, understanding, and practical skills. Learner satisfaction was rated at a high level ($\overline{x}$= 4.23, SD = 0.32), particularly regarding instructional media and learning activities that enhanced engagement, motivation, and active participation. Overall, the results indicate that the developed instructional package possesses high quality and effectiveness in improving learning achievement, strengthening vocational skills, and fostering analytical thinking. Moreover, it effectively responds to practical instructional needs in vocational and machine shop education. The findings suggest that this instructional package has strong potential as a guideline for future instructional media development to support the production of competent vocational workforce aligned with the demands of Industry 4.0.

Keyword : Instructional package, Basic NC programming, Experiential learning, Competency-based education

บทนำ

ในยุคอุตสาหกรรม 4.0 ระบบการผลิต เครื่องจักรซีเอ็นซี และระบบอัตโนมัติได้เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ส่งผลให้สถานประกอบการต้องการแรงงานที่มีสมรรถนะสูงและพร้อมปฏิบัติงานจริงในสภาพแวดล้อมทางเทคโนโลยีที่ซับซ้อน [1] – [3] ผู้เรียนสายอาชีวศึกษาจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาทักษะด้านการเขียนโปรแกรมควบคุมเครื่องจักร (CNC Programming) การคิดวิเคราะห์ และการแก้ปัญหาเชิงอุตสาหกรรมอย่างเป็นระบบ [4], [5] อย่างไรก็ตาม งานวิจัยด้านอาชีวศึกษาพบว่าผู้เรียนจำนวนไม่น้อยยังขาดความเข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับโค้ดคำสั่ง การวิเคราะห์ลำดับกระบวนการ และการเชื่อมโยงองค์ความรู้กับสถานการณ์จริง ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชาด้าน NC ยังอยู่ในระดับไม่เพียงพอ [6] – [8] การจัดการเรียนรู้ที่เน้นการปฏิบัติจริงจึงเป็นแนวทางสำคัญต่อการพัฒนาทักษะเชิงลึกในรายวิชาด้านเครื่องมือกล โดยเฉพาะแนวคิดการเรียนรู้จากประสบการณ์ของ Kolb ซึ่งเน้นการเรียนรู้ผ่านประสบการณ์จริง การสะท้อนความคิด และการทดลองปฏิบัติใหม่ งานวิจัยหลายชิ้นยืนยันว่าแนวคิดดังกล่าวช่วยส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหา และความมั่นใจของผู้เรียนในสายเทคนิคได้อย่างมีประสิทธิภาพ [9]–[11] ในขณะเดียวกัน การจัดการเรียนรู้แบบยึดสมรรถนะ (Competency-Based Education: CBE) ได้กลายเป็นกรอบสำคัญในการพัฒนาผู้เรียนอาชีวศึกษาให้มีความพร้อมต่อการทำงานจริง โดยมุ่งเน้นการพัฒนาองค์ความรู้ ทักษะ และคุณลักษณะที่จำเป็นต่อภาคอุตสาหกรรม

[12], [13] แนวคิดดังกล่าวยังสอดคล้องกับหลักสูตรอาชีวศึกษา พ.ศ. 2562 ซึ่งเน้นผลลัพธ์การปฏิบัติงานจริงผ่านภาระงานและการประเมินเชิงแท้จริงเพื่อสะท้อนสมรรถนะของผู้เรียนอย่างเป็นรูปธรรม [14], [15] อย่างไรก็ตาม งานวิจัยด้านเทคนิคหลายชิ้นระบุว่าการจัดการเรียนรู้ในรายวิชาโปรแกรมเอ็นซีพื้นฐานยังขาดการบูรณาการกิจกรรมเชิงประสบการณ์เข้ากับ CBE อย่างเป็นระบบ สื่อการสอนและใบงานยังไม่สอดคล้องกับสภาพงานจริง และการประเมินผลยังไม่สะท้อนสมรรถนะที่แท้จริงของผู้เรียน [16] – [18] นอกจากนี้ งานวิจัยที่เกี่ยวข้องยังชี้ให้เห็นว่าการพัฒนาชุดการสอนเชิงนวัตกรรมที่ผสานกิจกรรมปฏิบัติจริง การใช้ NC Simulation และการประเมินผลเชิงสมรรถนะยังมีจำนวนน้อย และเป็นประเด็นที่ควรได้รับการพัฒนาเพิ่มเติม [19] – [21] จากประเด็นดังกล่าวจึงสะท้อนให้เห็นถึงความจำเป็นในการพัฒนาและประเมินประสิทธิภาพของชุดการสอนรายวิชาโปรแกรมเอ็นซีพื้นฐานที่บูรณาการการเรียนรู้เชิงประสบการณ์และการจัดการเรียนรู้แบบยึดสมรรถนะเข้าด้วยกันอย่างเป็นระบบ เพื่อส่งเสริมสมรรถนะด้านการเขียนโปรแกรม NC การคิดวิเคราะห์ และการแก้ปัญหาเชิงอุตสาหกรรมของผู้เรียนให้สอดคล้องกับความต้องการของภาคอุตสาหกรรมในยุคดิจิทัลอย่างมีประสิทธิภาพ

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนา ชุดการสอนรายวิชา โปรแกรมเอ็นซีพื้นฐาน รหัสวิชา 20102–2009 สำหรับผู้เรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างกลโรงงาน ให้มีความถูกต้อง ครบถ้วน และสอดคล้องกับหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2562 รวมทั้งเกณฑ์มาตรฐานของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา
2. เพื่อประเมินคุณภาพ ของชุดการสอนที่พัฒนาขึ้น โดยผู้เชี่ยวชาญด้านวิชาชีพและการจัดการเรียนการสอนในด้านความเหมาะสม ความสอดคล้องกับหลักสูตร ความถูกต้องของเนื้อหา และความเป็นไปได้ในการนำไปใช้จริงในสถานศึกษา
3. เพื่อประเมินประสิทธิภาพ ของชุดการสอนรายวิชาโปรแกรมเอ็นซีพื้นฐาน โดยใช้เกณฑ์มาตรฐานประสิทธิภาพ E1/E2 = 80/80 ตามแนวทางการวิจัยทางการศึกษา เพื่อยืนยันถึงความสามารถของชุดการสอนในการสร้างการเรียนรู้ที่มีคุณภาพ
4. เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจ ของผู้เรียนที่เรียนด้วยชุดการสอนที่พัฒนาขึ้น โดยพิจารณาจากผลการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นจริง เจตคติ และทัศนคติของผู้เรียนต่อชุดการสอน เพื่อสะท้อนถึงความเหมาะสมและประสิทธิภาพเชิงปฏิบัติของชุดการสอน

วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) โดยใช้รูปแบบการวิจัยแบบกลุ่มเดียววัดก่อนและหลังการทดลอง (One Group Pre-test / Post- test Design) เพื่อศึกษาผลของการใช้ชุดการสอนรายวิชาโปรแกรมเอ็นซีพื้นฐาน รหัสวิชา 20102-2009 ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจของผู้เรียน ทั้งนี้มีการเปรียบเทียบผลการเรียนก่อนเรียน (Pre-test) และหลังเรียน (Post-test) เพื่อประเมินประสิทธิภาพและประสิทธิผลของชุดการสอน

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรและกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ ผู้เรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สาขาวิชาช่างกลโรงงาน วิทยาลัยเทคนิคบุรีรัมย์ ที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชาโปรแกรมเอ็นซีพื้นฐาน รหัสวิชา 20102 - 2009 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) ได้แก่ ผู้เรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาช่างกลโรงงาน วิทยาลัยเทคนิคบุรีรัมย์ จำนวน 30 คน โดยกลุ่มตัวอย่างได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดการสอนที่ผู้วิจัยพัฒนา การทดลองสอนและการเก็บข้อมูลดำเนินในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 – 2567 เพื่อประเมินประสิทธิภาพของชุดการสอนในสภาพการเรียนรู้จริงของผู้เรียน

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและการหาคุณภาพของเครื่องมือ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย ชุดการสอนรายวิชาโปรแกรมเอ็นซีพื้นฐาน รหัสวิชา 20102 - 2009 ที่พัฒนาตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พ.ศ. 2562 ประกอบด้วยคู่มือครู ใบความรู้ ใบงาน และแบบฝึกหัด พร้อมทั้งใช้แบบประเมินคุณภาพชุดการสอน ให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาด้านความถูกต้อง ความครบถ้วน ความสอดคล้องกับหลักสูตรและความเป็นไปได้ในการนำไปใช้จริง นอกจากนี้ ใช้ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 60 ข้อ และ แบบสอบถามความพึงพอใจของผู้เรียน ตามมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Likert Scale) การหา

คุณภาพของเครื่องมือ ผู้วิจัยตรวจสอบ ความตรงเชิงเนื้อหา (IOC) ของชุดการสอนและแบบสอบถามโดยผู้เชี่ยวชาญ 5 คน (ค่ามากกว่า 0.50) ส่วน แบบประเมินคุณภาพ ตรวจสอบความเชื่อมั่นด้วยสถิติ ขณะที่ แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ ผ่านการตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญและทดลองใช้กับกลุ่มนักเรียนที่มีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่าง เพื่อนำมาคำนวณค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่น ทั้งหมดเพื่อยืนยันความถูกต้องและความเหมาะสมของเครื่องมือวิจัย

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บข้อมูลดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้ 1) ทำการทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) โดยใช้แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สร้างขึ้นเพื่อใช้วัดความรู้พื้นฐานและทักษะของผู้เรียนก่อนเข้าสู่กระบวนการเรียนการสอน 2) จัดการเรียนการสอนโดยใช้ชุดการสอนรายวิชาโปรแกรมเอ็นซีพื้นฐาน ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาไว้ โดยเน้นกิจกรรมที่ผู้เรียนมีส่วนร่วม ลงมือปฏิบัติ และฝึกทักษะตามลำดับเนื้อหาอย่างเป็นระบบ 3) ทำการทดสอบหลังเรียน (Post-test) โดยใช้แบบทดสอบชุดเดียวกับ Pre-test เพื่อตรวจสอบและเปรียบเทียบการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนหลังจากได้รับการเรียนการสอนด้วยชุดการสอน 4) ให้ผู้เรียนตอบแบบสอบถามความพึงพอใจต่อชุดการสอน (Likert Scale 5 ระดับ) เพื่อสะท้อนความคิดเห็นและความรู้สึกต่อเนื้อหา กิจกรรม และสื่อการสอน 5) รวบรวมแบบประเมินคุณภาพของชุดการสอนจากผู้เชี่ยวชาญ โดยพิจารณาด้านความถูกต้อง ความครบถ้วน ความสอดคล้องกับหลักสูตร และความเป็นไปได้ในการนำไปใช้จริง เพื่อยืนยันคุณภาพของชุดการสอนก่อนนำไปสรุปผลการวิจัย

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลใช้สถิติเชิงพรรณนาและสถิติเชิงอนุมาน ได้แก่ 1) วิเคราะห์คุณภาพของชุดการสอนโดยหาค่าเฉลี่ย ($\overline{x}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) 2) ประเมินประสิทธิภาพของชุดการสอนด้วยเกณฑ์ E1/E2 (80/80) 3) ทดสอบสมมติฐานผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้ Dependent t-test เพื่อเปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน 4) คำนวณค่าดัชนีประสิทธิผล (Effectiveness Index) เพื่อประเมินผลการเรียนรู้ 5) วิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนด้วยค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน พร้อมแปลผลตามเกณฑ์มาตราส่วนประเมินค่า 5 ระดับ

ผลการวิจัย

ผลการวิจัยเรื่อง การพัฒนาและวิเคราะห์ประสิทธิภาพของชุดการสอนวิชาโปรแกรมเอ็นซีพื้นฐานสำหรับผู้เรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ โดยบูรณาการสอนอิงประสบการณ์กับรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบยึดสมรรถนะ (CBE) ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2562 (ปรับปรุง พ.ศ. 2565) ผู้วิจัยนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับดังนี้ คือ (1) ผลการวิเคราะห์คุณภาพของชุดการสอน (2) ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของชุดการสอน (3) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน และ (4) ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียน

1. ผลการวิเคราะห์หาคุณภาพของชุดการสอน

ผลการวิจัยพบว่า ชุดการสอนที่พัฒนาขึ้นได้รับการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ 5 คน ครอบคลุม 6 ด้าน ได้แก่ องค์ประกอบ จุดประสงค์ เนื้อหา แบบทดสอบ สื่อการเรียนรู้ และการนำไปใช้ โดยผลการประเมินสรุปไว้ในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์หาคุณภาพชุดการสอนวิชาโปรแกรมเอ็นซีพื้นฐาน รหัสวิชา 20102-2009 จำแนกตามรายด้าน

รายการประเมิน	$\overline{x}$	SD	แปลความ
1. องค์ประกอบของชุดการสอน	4.37	0.81	มาก
2. จุดประสงค์การเรียนรู้	4.53	0.70	มากที่สุด
3. เนื้อหา	4.52	0.68	มากที่สุด
4. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	4.23	0.81	มาก
5. สื่อการเรียนรู้	4.25	0.68	มาก
6. ด้านการนำไปใช้ประโยชน์ในการเรียนการสอน	4.60	0.63	มากที่สุด
รวมเฉลี่ย	4.42	0.72	มาก

จากตารางที่ 1 ผลการประเมินคุณภาพชุดการสอนโดยผู้เชี่ยวชาญ 5 คน พบว่า ชุดการสอนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมีคุณภาพอยู่ในระดับ “มาก” ($\overline{X}$ = 4.42, SD = 0.72) ซึ่งครอบคลุมในทุกด้าน ได้แก่ องค์ประกอบ จุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหา แบบทดสอบ สื่อการเรียนรู้ และการนำไปใช้ประโยชน์ โดยเมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่าด้านการนำไปใช้ประโยชน์ มีค่าเฉลี่ยสูงสุด ($\overline{X}$= 4.60, SD = 0.63) รองลงมาคือด้านจุดประสงค์การเรียนรู้ ($\overline{X}$ = 4.53, SD = 0.70) และด้านเนื้อหา ($\overline{X}$ = 4.52, SD = 0.68) สำหรับในส่วนด้านที่มีค่าเฉลี่ยที่น้อยที่สุดคือแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ($\overline{X}$ = 4.23, SD = 0.81) รองลงมา คือด้านสื่อการเรียนรู้ ($\overline{X}$ = 4.25, SD = 0.68) และองค์ประกอบของชุดการสอน ($\overline{X}$ = 4.37, SD = 0.81) แสดงให้เห็นว่าชุดการสอนมีคุณภาพในระดับมากทุกด้านและสามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์หาคุณภาพชุดการสอนวิชาโปรแกรมเอ็นซีพื้นฐาน รหัสวิชา 20102 - 2009 ด้านองค์ประกอบของชุดการสอน

รายการประเมิน	$\overline{X}$	SD	แปลความ
1. องค์ประกอบของชุดการสอน			
1.1 องค์ประกอบชุดการสอน	4.20	1.10	มาก
1.2 โครงการสอน	4.40	0.55	มาก
1.3 คำชี้แจงสำหรับครู	4.20	1.10	มาก
1.4 แผนการจัดการเรียนรู้	4.40	0.55	มาก
1.5 เนื้อหาสำหรับครู	4.80	0.45	มากที่สุด
1.6 รายการประเมินในชุดการสอน	4.20	1.10	มาก
รวมเฉลี่ย	4.37	0.81	มาก

จากตารางที่ 2 ผลการประเมินคุณภาพด้านองค์ประกอบของชุดการสอนรายวิชาโปรแกรมเอ็นซีพื้นฐาน รหัสวิชา 20102 - 2009 โดยผู้เชี่ยวชาญ 5 คน พบว่ามีคุณภาพในระดับ “มาก” ($\overline{X}$ = 4.37, SD = 0.81) โดยข้อที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดคือ เนื้อหาสำหรับครู ($\overline{X}$= 4.80, SD = 0.45) รองลงมาคือโครงการสอนและแผนการจัดการเรียนรู้ ($\overline{X}$ = 4.40, SD = 0.55) ส่วนข้อที่มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด ได้แก่ องค์ประกอบชุดการสอน คำชี้แจงสำหรับครู และรายการประเมินในชุดการสอน ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากันที่ ($\overline{X}$ = 4.20, SD = 1.10) แสดงให้เห็นว่าองค์ประกอบของชุดการสอนมีความเหมาะสมและสามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์หาคุณภาพชุดการสอนวิชาโปรแกรมเอ็นซีพื้นฐาน รหัสวิชา 20102 - 2009 ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้

รายการประเมิน	$\overline{X}$	SD	แปลความ
2. จุดประสงค์การเรียนรู้			
2.1 สอดคล้องถูกต้องตามเนื้อหาหลักสูตร	4.20	1.10	มาก
2.2 ข้อความชัดเจนเข้าใจง่าย	4.60	0.55	มากที่สุด
2.3 มีความเหมาะสมกับผู้เรียน	4.80	0.45	มากที่สุด
รวมเฉลี่ย	4.53	0.70	มากที่สุด

จากตารางที่ 3 ผลการประเมินคุณภาพด้านจุดประสงค์การเรียนรู้ของชุดการสอนรายวิชาโปรแกรมเอ็นซีพื้นฐาน รหัสวิชา 20102-2009 โดยผู้เชี่ยวชาญ 5 คน พบว่ามีคุณภาพอยู่ในระดับ “มากที่สุด” ($\overline{X}$ = 4.53, SD = 0.70) โดยข้อที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดคือ ความเหมาะสมกับผู้เรียน ($\overline{X}$ = 4.80, SD = 0.45) แสดงถึงการออกแบบจุดประสงค์การเรียนรู้ที่สอดคล้องกับความสามารถของผู้เรียนได้อย่างเหมาะสม รองลงมาคือ ข้อความที่ชัดเจนและเข้าใจง่าย ($\overline{X}$ = 4.60, SD = 0.55) ซึ่งช่วยให้ผู้เรียนเข้าถึงเป้าหมายการเรียนรู้ได้ตรงประเด็น ส่วนข้อที่มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดคือ ความสอดคล้องกับเนื้อหาหลักสูตร

($\overline{X}$= 4.20, SD = 1.10) แม้ยังอยู่ในเกณฑ์ “มาก” แต่เป็นประเด็นที่ควรปรับปรุงเพื่อให้ครอบคลุมเนื้อหามากยิ่งขึ้น โดยสรุป จุดประสงค์การเรียนรู้มีความชัดเจน เหมาะสม และสอดคล้องกับผู้เรียน สามารถใช้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์หาคุณภาพชุดการสอนวิชาโปรแกรมเอ็นซีพื้นฐาน รหัสวิชา 20102 - 2009 ด้านเนื้อหา

รายการประเมิน	$\overline{X}$	SD	แปลความ
3. เนื้อหา			
3.1 มีเนื้อหาวิชาครอบคลุมจุดประสงค์รายวิชา สมรรถนะรายวิชา และคำอธิบายรายวิชา	4.00	1.00	มาก
3.2 มีการจัดลำดับขั้นตอนการเรียนรู้ได้เหมาะสมสอดคล้องกับเนื้อหาความรู้และจุดประสงค์	4.80	0.45	มากที่สุด
3.3 มีรายละเอียดเนื้อหาวิชาถูกต้องสมบูรณ์และเหมาะสม	4.40	0.89	มาก
3.4 การลำดับและแบ่งเนื้อหาสาระมีความเหมาะสมและต่อเนื่อง	4.40	0.55	มาก
3.5 โครงการสอนและแผนการจัดการเรียนรู้เหมาะสม	4.60	0.89	มากที่สุด
3.6 รูปภาพมีความสอดคล้องสัมพันธ์กับเนื้อหาสาระมีการอธิบายประกอบชัดเจน	4.40	0.89	มาก
3.7 การจัดการเรียนการสอนชัดเจนเหมาะสม	4.40	0.55	มาก
3.8 ใบงาน แบบฝึกหัดสอดคล้องกับจุดประสงค์ ตรงตามหลักสูตรรายวิชา	4.60	0.55	มากที่สุด
3.9 การใช้สำนวน และภาษา มีความเข้าใจง่าย	4.80	0.45	มากที่สุด
3.10 เวลาที่ใช้ในการเรียนการสอนแต่ละชุดมีความเหมาะสม	4.80	0.45	มากที่สุด
รวมเฉลี่ย	4.52	0.68	มากที่สุด

จากตารางที่ 4 ผลการประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาของชุดการสอนรายวิชาโปรแกรมเอ็นซีพื้นฐาน รหัสวิชา 20102 - 2009 โดยผู้เชี่ยวชาญ 5 คน พบว่ามีคุณภาพอยู่ในระดับ “มากที่สุด” ($\overline{X}$ = 4.52, SD = 0.68) โดยรายการที่ได้ค่าเฉลี่ยสูงสุดคือการจัดลำดับขั้นตอนการเรียนรู้ การใช้สำนวนภาษาที่เข้าใจง่าย และความเหมาะสมของเวลาเรียน ($\overline{X}$= 4.80, SD = 0.45) แสดงว่าเนื้อหาได้รับการออกแบบอย่างเหมาะสม ชัดเจน และเอื้อต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน รองลงมาคือโครงการสอนและแผนการจัดการเรียนรู้ ($\overline{X}$ = 4.60, SD = 0.89) และใบงาน/แบบฝึกหัดที่สอดคล้องกับจุดประสงค์ ($\overline{X}$ = 4.60, SD = 0.55) แสดงให้เห็นว่าสื่อประกอบและกิจกรรมการเรียนรู้ได้รับการออกแบบอย่างครบถ้วนและเหมาะสม รายการที่ได้ค่าเฉลี่ยในระดับ “มาก” ได้แก่ ความถูกต้องสมบูรณ์ของเนื้อหา การลำดับสาระ รูปภาพประกอบ และความชัดเจนของการสอน ($\overline{X}$= 4.00 - 4.40) ซึ่งแม้ยังอยู่ในเกณฑ์ที่ดี แต่เป็นประเด็นที่ควรพัฒนาเพิ่มเติมเพื่อให้เนื้อหามีความครบถ้วนสมบูรณ์ และครอบคลุมยิ่งขึ้น โดยสรุป เนื้อหาของชุดการสอนมีความถูกต้อง ครบถ้วน เหมาะสมต่อผู้เรียน และสามารถใช้ในการจัดการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ตารางที่ 5 ผลการวิเคราะห์หาคุณภาพชุดการสอนวิชาโปรแกรมเอ็นซีพื้นฐาน รหัสวิชา 20102 - 2009 ด้านแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

รายการประเมิน	$\overline{X}$	SD	แปลความ
4. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน			
4.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์ตรงตามเนื้อหาสาระ	4.20	1.10	มาก
4.2 มีความเที่ยงตรงผ่านการวิเคราะห์	4.20	0.45	มาก
4.4 แบบทดสอบเหมาะสมกับความสามารถของผู้เรียน	4.40	0.89	มาก
รวมเฉลี่ย	4.23	0.81	มาก

จากตารางที่ 5 ผลการประเมินคุณภาพด้านแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ของชุดการสอนรายวิชาโปรแกรมเอ็นซีพื้นฐาน รหัสวิชา 20102 - 2009 โดยผู้เชี่ยวชาญ 5 คน พบว่ามีคุณภาพอยู่ในระดับ “มาก” ($\overline{X}$ = 4.23, SD = 0.81) โดยข้อที่มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดคือ ความเหมาะสมกับความสามารถของผู้เรียน ($\overline{X}$= 4.40, SD = 0.89) แสดงให้เห็นว่าแบบทดสอบมีระดับความยากง่ายที่เหมาะสมกับผู้เรียนจริง รองลงมาคือความสอดคล้องกับจุดประสงค์และเนื้อหา ($\overline{X}$ = 4.20, SD = 1.10) และความเที่ยงตรงของแบบทดสอบ ($\overline{X}$ = 4.20, SD = 0.45) สะท้อนว่าเนื้อหาในแบบทดสอบมีความถูกต้องและสามารถวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้อย่างเหมาะสม โดยสรุป แบบทดสอบมีความถูกต้อง เหมาะสม และสามารถใช้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ตารางที่ 6 ผลการวิเคราะห์หาคุณภาพชุดการสอนวิชาโปรแกรมเอ็นซีพื้นฐาน รหัสวิชา 20102 - 2009 ด้านสื่อการเรียนรู้

รายการประเมิน	$\overline{X}$	**SD**	**แปลความ**
5. สื่อการเรียนรู้			
5.1 สอดคล้องตรงกับจุดประสงค์และเนื้อหา	3.60	0.89	มากที่สุด
5.2 เร้าความสนใจของผู้เรียน	4.20	0.84	มาก
5.3 ประหยัดเวลาในการสอน	4.80	0.45	มากที่สุด
5.4 มีความทันสมัย นักเรียนมีส่วนร่วมในการใช้สื่อการเรียนรู้	4.40	0.55	มาก
รวมเฉลี่ย	4.25	0.68	มาก

จากตารางที่ 6 ผลการประเมินคุณภาพด้านสื่อการเรียนรู้ของชุดการสอนรายวิชาโปรแกรมเอ็นซีพื้นฐาน รหัสวิชา 20102 - 2009 โดยผู้เชี่ยวชาญ 5 คน พบว่ามีคุณภาพระดับ “มาก” ($\overline{X}$ = 4.25, SD = 0.68) โดยค่าเฉลี่ยสูงสุดคือ ความสามารถในการประหยัดเวลา ($\overline{X}$ = 4.80, SD = 0.45) รองลงมาคือความทันสมัยและการมีส่วนร่วมของผู้เรียน ($\overline{X}$ = 4.40, SD = 0.55) และการเร้าความสนใจ ($\overline{X}$= 4.20, SD = 0.84) ส่วนที่ต่ำสุดคือความสอดคล้องกับจุดประสงค์และเนื้อหาโดยรวม ($\overline{X}$ = 3.60, SD = 0.89) สะท้อนว่าสื่อการเรียนรู้มีคุณภาพดี แต่ยังมีประเด็นที่ควรพัฒนาให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้มากยิ่งขึ้น เช่น การปรับรูปแบบและเนื้อหาให้ชัดเจน ตรงประเด็น และสนับสนุนการเรียนรู้ของผู้เรียนได้ตรงตามเป้าหมาย โดยสรุป สื่อการเรียนรู้มีคุณภาพเหมาะสม ช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้เรียน และสามารถใช้ในการจัดการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ตารางที่ 7 ผลการวิเคราะห์หาคุณภาพชุดการสอนวิชาโปรแกรมเอ็นซีพื้นฐาน รหัสวิชา 20102 - 2009 ด้านการนำไปใช้ประโยชน์ในการเรียนการสอน

รายการประเมิน	$\overline{X}$	**SD**	**แปลความ**
6. การนำไปใช้ประโยชน์ในการเรียนการสอน			
6.1 การนำไปใช้ในการเรียนการสอนได้ตรงตามหลักสูตร	4.80	0.45	มากที่สุด
6.2 ประโยชน์ต่อผู้เรียน และผู้สอนสามารถใช้ในการเรียนการสอนได้	4.60	0.55	มากที่สุด
6.3 ประโยชน์ต่อการพัฒนาความก้าวหน้าในทางวิชาการ	4.40	0.89	มาก
รวมเฉลี่ย	4.60	0.63	มากที่สุด

จากตารางที่ 7 ผลการประเมินคุณภาพด้านการนำไปใช้ประโยชน์ของชุดการสอนรายวิชาโปรแกรมเอ็นซีพื้นฐาน รหัสวิชา 20102-2009 โดยผู้เชี่ยวชาญ 5 คน พบว่ามีคุณภาพระดับ “มากที่สุด” ($\overline{X}$ = 4.60, SD = 0.63) โดยค่าเฉลี่ยสูงสุดคือความสอดคล้องกับหลักสูตร ($\overline{X}$ = 4.80, SD = 0.45) รองลงมาคือประโยชน์ต่อผู้เรียนและความสามารถของผู้สอน ($\overline{X}$ = 4.60, SD = 0.55) ส่วนที่ต่ำสุดคือประโยชน์ต่อการพัฒนาความก้าวหน้าทางวิชาการ ($\overline{X}$= 4.40, SD = 0.89) โดยภาพรวมสะท้อนว่าชุดการสอนมีศักยภาพสูงในการนำไปใช้จริงในสถานศึกษา ทั้งในด้านความสอดคล้อง ความเหมาะสม และประโยชน์ต่อผู้เรียนและผู้สอน อีกทั้งยังสามารถเป็นแนวทางในการพัฒนาการสอนรายวิชาช่างอุตสาหกรรมให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

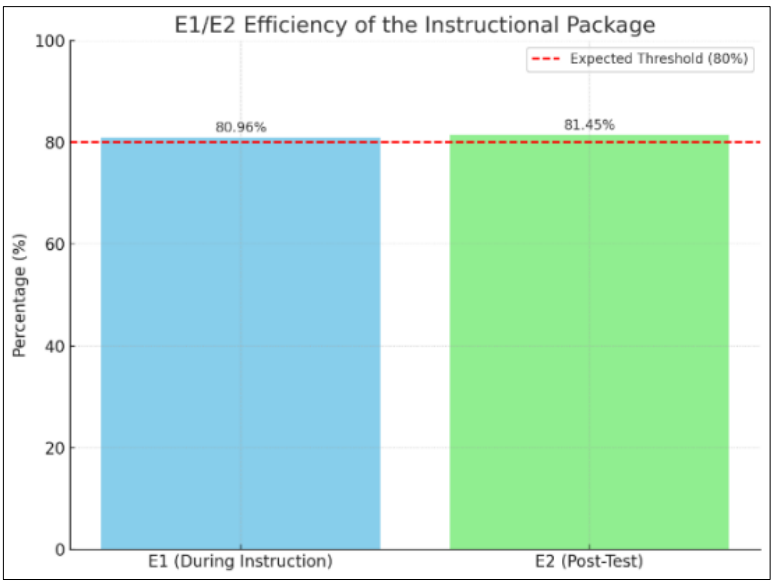
2. ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดการสอน

การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของชุดการสอนใช้เกณฑ์ E1/E2 ตามแนวทางของสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน โดยกำหนดเกณฑ์มาตรฐานไว้ที่ 80/80 ซึ่ง E1 คือค่าเฉลี่ยร้อยละของผลสัมฤทธิ์ระหว่างเรียน (จากแบบฝึกหัดหรือกิจกรรมในแต่ละชุด) และ E2 คือค่าเฉลี่ยร้อยละของผลสัมฤทธิ์หลังเรียน (จากแบบทดสอบหลังเรียนแต่ละหน่วย) หากค่าที่ได้มีค่าเท่ากับหรือสูงกว่า 80/80 ถือว่าชุดการสอนมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน

ตารางที่ 8 วิเคราะห์ข้อมูลผลรวมประสิทธิภาพชุดการสอน (E_1/E_2) รวมชุดการสอนที่ 1 - 5 จำนวนนักเรียน 30 คน

ชุดการสอน	เรื่อง	ผลคะแนนของชุดการสอน	
		คะแนนร้อยละ (E_1)	คะแนนร้อยละ (E_2)
1	เรื่องหลักการทำงานและโครงสร้างของเครื่องเอ็นซี	80.26	81.28
2	การกำหนดตำแหน่งและระบบแนวแกนในงานเอ็นซีโปรแกรม	81.15	80.19
3	องค์ประกอบและโครงสร้างของโปรแกรมเอ็นซีในการใช้คำสั่ง G Code และ M Code สำหรับงานกลึง	81.55	82.46
4	การใช้และเขียนโปรแกรมเอ็นซีซิมมูเลชั่นในการตรวจสอบและแก้ไขสำหรับงานกลึง	80.67	81.38
5	การใช้คำสั่ง G Code และ M Code ในการเขียนโปรแกรมเอ็นซีซิมมูเลชั่นในการตรวจสอบและแก้ไขสำหรับงานกัด	81.15	81.92
คะแนนรวม		404.78	407.23
คะแนนเฉลี่ย		80.96	81.45

จากตารางที่ 8 แสดงผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของชุดการสอนรายวิชาโปรแกรมเอ็นซีพื้นฐาน รหัสวิชา 20102 - 2009 โดยใช้เกณฑ์ E1/E2 ที่กำหนดไว้ที่ 80/80 พบว่าชุดการสอนทั้ง 5 ชุดมีประสิทธิภาพเฉลี่ยเท่ากับ 80.96/81.45 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน ผลการวิเคราะห์ชี้ว่าชุดการสอนที่พัฒนาขึ้นมีความเหมาะสมทั้งระหว่างเรียน (E1) และหลังเรียน (E2) สะท้อนถึงประสิทธิภาพในการส่งเสริมการเรียนรู้ที่มีคุณภาพและสามารถนำไปใช้จริงได้อย่างมีประสิทธิผล



รูปที่ 1 กราฟเปรียบเทียบค่าประสิทธิภาพของชุดการสอนตามเกณฑ์ E1/E2

จากรูปที่ 1 กราฟเปรียบเทียบค่าประสิทธิภาพตามเกณฑ์ E1/E2 แสดงให้เห็นว่าค่า E1 และ E2 มีค่าสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 โดย E1 เท่ากับ 80.96 และ E2 เท่ากับ 81.45 ตอกย้ำว่าชุดการสอนที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพเพียงพอ เหมาะสมต่อการนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนจริง

3. ผลการวิเคราะห์ประสิทธิผลทางการเรียนรู้จากชุดการสอน

การวิเคราะห์ค่าดัชนีประสิทธิผลของชุดการสอนรายวิชาโปรแกรมเอ็นซีพื้นฐาน รหัสวิชา 20102 - 2009 โดยใช้สูตรคำนวณดัชนีประสิทธิผล (Effectiveness Index: E.I.) พบว่าค่าดัชนีประสิทธิผล (E.I.) มีค่าเท่ากับ 0.6584 หรือคิดเป็นร้อยละ 65.84 แสดงว่าผู้เรียนมีความรู้เพิ่มขึ้นหลังการเรียนด้วยชุดการสอนในสัดส่วนที่เหมาะสม สอดคล้องกับหลักการที่ว่าผู้เรียนควรได้รับความรู้เพิ่มขึ้นไม่ต่ำกว่าร้อยละ 50 หลังการเรียนการสอน

$$\text{ดัชนีประสิทธิผล (E.I.)} = \frac{\text{ผลรวมคะแนนทดสอบหลังเรียน} - \text{ผลรวมคะแนนทดสอบก่อนเรียน}}{(\text{จำนวนนักศึกษา} \times \text{คะแนนเต็ม}) - \text{ผลรวมคะแนนทดสอบก่อนเรียน}}$$

$$\text{ดัชนีประสิทธิผล (E.I.)} = \frac{1456 - 793}{(30 \times 60) - 793}$$

$$\text{ดัชนีประสิทธิผล (E.I.)} = 0.6584$$

ผลดังกล่าวสะท้อนให้เห็นว่าชุดการสอนที่พัฒนาขึ้นสามารถเสริมสร้างความรู้ ความเข้าใจ และทักษะที่จำเป็นแก่ผู้เรียนได้จริงอีกทั้งยังสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของรายวิชาและการพัฒนาสมรรถนะตามหลักสูตร ส่งผลต่อการพัฒนาทักษะและความรู้ของผู้เรียนในการปฏิบัติได้อย่างมีประสิทธิภาพ

4. ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของคะแนนก่อนเรียนกับหลังเรียน

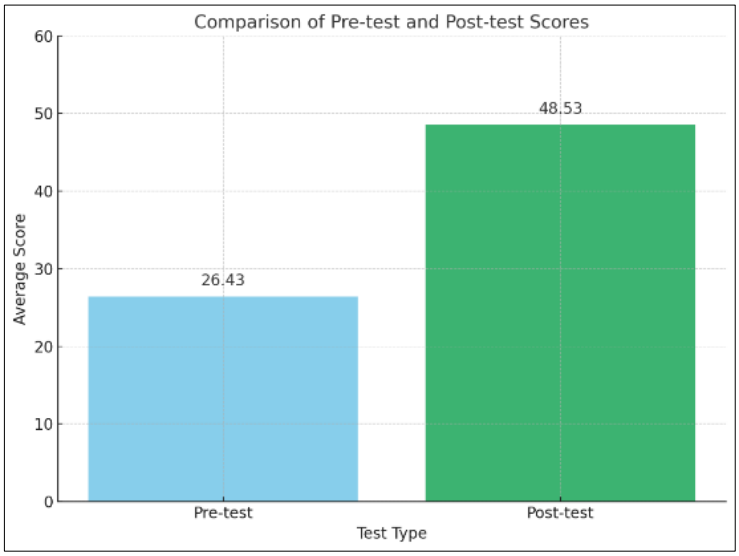
เพื่อประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนจากการใช้ชุดการสอนรายวิชาโปรแกรมเอ็นซีพื้นฐาน รหัสวิชา 20102 - 2009 ผู้วิจัยได้เปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้สถิติ t-test แบบ Dependent Samples

ตารางที่ 9 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน จากการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยชุดการสอน รายวิชาโปรแกรมเอ็นซีพื้นฐาน รหัสวิชา 20102–2009

รายการ	N	$\overline{x}$	SD	ΣD	ΣD^2	df	t
คะแนนทดสอบก่อนเรียน	30	26.43	1.382	793	628,849	29	-37.92
คะแนนทดสอบหลังเรียน	30	48.53	2.374				

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากตารางที่ 9 ผลการวิเคราะห์พบว่า คะแนนเฉลี่ยหลังเรียน ($\overline{x}$ = 48.53, SD = 2.374) สูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน ($\overline{x}$ = 26.43, SD = 1.382) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (t = -37.92, df = 29, Sig. = 0.000) สะท้อนว่าชุดการสอนที่พัฒนาขึ้นสามารถยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยผลต่างที่ชัดเจนระหว่างคะแนนก่อนและหลังเรียน แสดงถึงความเหมาะสมของเนื้อหา วิธีการจัดกิจกรรม และสื่อที่ใช้ในการสอน ซึ่งช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างเป็นระบบ มีความเข้าใจลึกซึ้ง และสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ได้จริง นอกจากนี้ ยังเป็นหลักฐานเชิงประจักษ์ยืนยันถึงคุณภาพและความน่าเชื่อถือของชุดการสอนในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน



รูปที่ 2 กราฟเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียน

จากรูปที่ 2 แสดงให้เห็นอย่างชัดเจนว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนหลังการเรียนด้วยชุดการสอนวิชาโปรแกรมเอ็นซีพื้นฐานมีการพัฒนาเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน (26.43 คะแนน) กับคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน (48.53 คะแนน) พบว่าคะแนนเพิ่มขึ้นเกือบสองเท่า (เพิ่มขึ้น 22.10 คะแนน) สะท้อนให้เห็นถึงประสิทธิภาพของชุดการสอนทั้งในด้านการถ่ายทอดความรู้ ความเข้าใจเชิงแนวคิด และความสามารถในการประยุกต์ใช้ทักษะเชิงปฏิบัติของผู้เรียน ผลดังกล่าวยังสอดคล้องกับผลการทดสอบทางสถิติที่พบว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 ($t = -37.92$, $df = 29$, Sig. = 0.000) ยืนยันว่าการพัฒนาชุดการสอนสามารถยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้จริงและมีความเชื่อถือได้ทางสถิติ ซึ่งเป็นหลักฐานสนับสนุนความมีประสิทธิผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด Experiential Learning และ CBE ที่ใช้ในงานวิจัยนี้

5. ผลการประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดการสอน

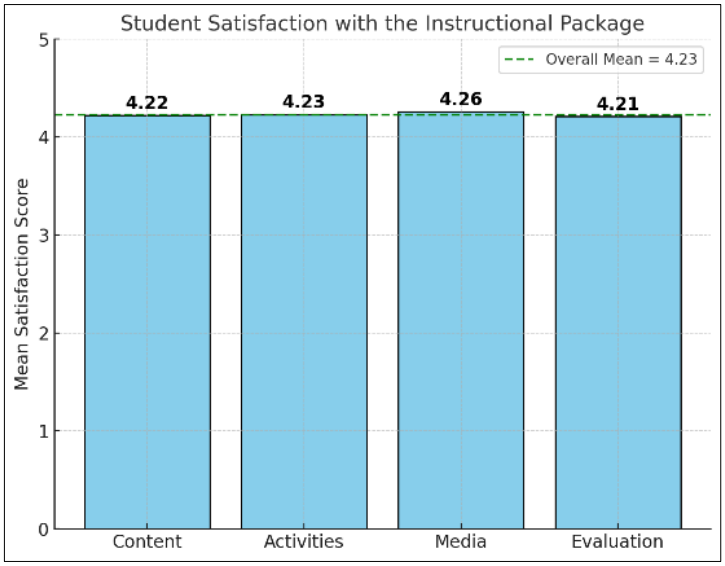
เพื่อสะท้อนความคิดเห็นของนักเรียนต่อการใช้ชุดการสอนรายวิชาโปรแกรมเอ็นซีพื้นฐาน รหัสวิชา 20102 - 2009 ผู้วิจัยได้เก็บข้อมูลหลังสิ้นสุดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้แบบสอบถามความพึงพอใจครอบคลุมด้านเนื้อหา รูปแบบการจัดการเรียนรู้ สื่อประกอบการสอน และการนำไปใช้ของผู้เรียน ผลการประเมินนำมาวิเคราะห์ด้วยค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเพื่อสรุปภาพรวมอย่างเป็นระบบ

ตารางที่ 10 สรุปผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยชุดการสอนรายวิชาโปรแกรมเอ็นซีพื้นฐาน รหัสวิชา 20102 - 2009 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 กลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน

รายการประเมิน	$\overline{x}$	SD	แปลความ
1. ด้านเนื้อหา	4.22	0.24	มาก
2. ด้านกิจกรรมการสอน	4.23	0.43	มาก
3. ด้านสื่อชุดการสอน	4.26	0.31	มาก
4. การประเมินผล	4.21	0.30	มาก
รวมเฉลี่ย	4.23	0.32	มาก

จากตารางที่ 10 พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยชุดการสอนรายวิชาโปรแกรมเอ็นซีพื้นฐานในภาพรวมอยู่ในระดับ “มาก” ($\overline{x}$ = 4.23, SD = 0.32) แสดงว่าชุดการสอนสามารถตอบสนองความต้องการและสร้างความพึงพอใจได้เป็นอย่างดี โดยค่า SD ต่ำ สะท้อนว่าความคิดเห็นของผู้เรียนมีความสอดคล้องกันสูง เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่าด้านสื่อการเรียนรู้ ได้ค่าเฉลี่ยสูงที่สุด ($\overline{x}$ = 4.26, SD = 0.31) รองลงมาคือ กิจกรรมการสอน ($\overline{x}$ = 4.23, SD = 0.43) และ

เนื้อหา ($\overline{X}$ = 4.22, SD = 0.24) ส่วน การประเมินผล ได้ค่าเฉลี่ยต่ำสุด ($\overline{X}$= 4.21, SD = 0.30) แต่ยังอยู่ในระดับ “มาก” แสดงว่าระบบการประเมินสามารถสะท้อนสมรรถนะผู้เรียนได้เหมาะสม โดยสรุป ผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อชุดการสอนในทุกด้าน โดยเฉพาะด้านสื่อที่ช่วยเพิ่มแรงจูงใจและประสิทธิภาพการเรียนรู้ สะท้อนว่าชุดการสอนมีคุณภาพครบถ้วนทั้งด้านเนื้อหา กิจกรรม การประเมิน และสื่อ สามารถนำไปใช้ได้อย่างเหมาะสมในบริบทอาชีวศึกษา



รูปที่ 3 กราฟแท่งแสดงความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อชุดการสอนจำแนกตามแต่ละด้าน

จากรูปที่ 3 กราฟแท่งแสดงค่าคะแนนเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อชุดการสอนวิชาโปรแกรมเอ็นซีพื้นฐาน จำแนกตามแต่ละด้าน ได้แก่ ด้านเนื้อหา ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านการประเมินผล และด้านสื่อการเรียนรู้ ซึ่งพบว่าทุกด้านมีระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก โดยด้านสื่อการเรียนรู้มีค่าเฉลี่ยสูงสุด

สรุปผลงานวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและประเมินประสิทธิภาพของชุดการสอนรายวิชาโปรแกรมเอ็นซีพื้นฐาน รหัสวิชา 20102 - 2009 สำหรับผู้เรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ กลุ่มสาขาวิชาช่างกลโรงงาน วิทยาลัยเทคนิคบุรีรัมย์ โดยมุ่งเน้นคุณภาพของเนื้อหา กระบวนการเรียนรู้ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อชุดการสอนภายใต้แนวคิดการจัดการเรียนรู้ที่ยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ผลการวิจัยสามารถสรุปได้ดังนี้

1. ผลการพัฒนาและประเมินประสิทธิภาพของชุดการสอน

ผู้เชี่ยวชาญ 5 คน ประเมินคุณภาพของชุดการสอนแล้วพบว่า อยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 4.42, SD = 0.72) ครอบคลุมองค์ประกอบสำคัญอย่างครบถ้วน ได้แก่ โครงสร้างเนื้อหา ความถูกต้องของสาระ รายการประเมิน แบบทดสอบ และสื่อการเรียนรู้ซึ่งสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของรายวิชา ชุดการสอนมีความเหมาะสมต่อการนำไปใช้จริงในชั้นเรียน และช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้อย่างเป็นระบบ อีกทั้งยังส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความรู้ ความเข้าใจ และทักษะการปฏิบัติอย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ ผลการตรวจสอบประสิทธิภาพตามเกณฑ์ E1/E2 (80/80) พบว่า ชุดการสอนมีประสิทธิภาพ 80.96/81.45 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดอย่างชัดเจน สะท้อนถึงความเหมาะสมของกิจกรรม การจัดลำดับของเนื้อหา และ ความต่อเนื่องของกระบวนการเรียนรู้

2. ผลการหาประสิทธิผลชุดการสอน

ค่าดัชนีประสิทธิผลของชุดการสอนเท่ากับ 0.6584 หมายความว่า ผู้เรียนมีความรู้เพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 65.84 ของเนื้อหาทั้งหมด ผลลัพธ์ดังกล่าวชี้ให้เห็นว่าชุดการสอนมีศักยภาพในการพัฒนาความรู้ ความเข้าใจ และการประยุกต์ใช้ทักษะในบริบทของงานช่างอาชีพได้อย่างมีประสิทธิผล

3. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผลการวิเคราะห์คะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้ Dependent t-test พบว่า คะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงให้เห็นว่าชุดการสอนที่พัฒนาขึ้นช่วยเสริมสร้างองค์ความรู้ ทักษะการคิดวิเคราะห์และความเข้าใจในเนื้อหาของผู้เรียนได้อย่างแท้จริง โดยกิจกรรมการเรียนรู้มีความเป็นขั้นตอน กระตุ้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมและสอดคล้องกับแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

4. ผลการประเมินความพึงพอใจ

ผลการประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อชุดการสอน พบว่า โดยรวมผู้เรียนมีความพึงพอใจในระดับมากอย่างเด่นชัดและต่อเนื่อง ($\overline{X}$ = 4.23, SD = 0.32) โดยเฉพาะด้าน สื่อการเรียนรู้และกิจกรรมการเรียนการสอน ซึ่งช่วยกระตุ้นความสนใจ ส่งเสริมความเข้าใจ และทำให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนอย่างต่อเนื่อง นอกจากนี้ ผู้เรียนยังเห็นว่าสาระ เนื้อหาและรูปแบบกิจกรรมมีความเหมาะสม สอดคล้องกับทักษะที่จำเป็นต่อการเรียนรู้สายวิชาชีพ และส่งผลต่อแรงจูงใจในการเรียนรู้ที่ดีขึ้นอย่างชัดเจน

การวิจัยครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าชุดการสอนรายวิชาโปรแกรมเอ็นซีพื้นฐาน รหัสวิชา 20102 – 2009 ที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพและประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด โดยผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$= 4.42, SD = 0.72) และมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ E1/E2 เท่ากับ 80.96/81.45 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 นอกจากนี้ ค่าดัชนีประสิทธิผล (Effectiveness Index) เท่ากับ 0.6584 สะท้อนว่าผู้เรียนมีความรู้เพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 65.84 ของเนื้อหาทั้งหมด ผลการเปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนพบว่าคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ขณะที่ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$= 4.23, SD = 0.32) โดยสรุปชุดการสอนที่พัฒนาขึ้นมีความเหมาะสมต่อการนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนสายอาชีพ และสามารถส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

อภิปรายผล

การอภิปรายผลครั้งนี้เชื่อมโยงผลการศึกษากับแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่ออธิบายความหมายของผลลัพธ์ วิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อคุณภาพและประสิทธิภาพของชุดการสอน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความพึงพอใจของผู้เรียน โดยสะท้อนถึงความเหมาะสมของชุดการสอนต่อการจัดการเรียนการสอนในระดับอาชีวศึกษา ตลอดจนชี้แนะแนวทางการพัฒนาและต่อยอดในเชิงปฏิบัติ

1. ผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ

ผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ 5 คน พบว่า ชุดการสอนมีคุณภาพโดยรวมอยู่ในระดับ “มาก” ($\overline{X}$= 4.42, SD = 0.72) โดยเฉพาะด้านความเหมาะสมในการนำไปใช้ ($\overline{X}$= 4.60) สะท้อนถึงความครบถ้วนและความเป็นไปได้ในการใช้จริงในบริบทอาชีวศึกษา ผลลัพธ์นี้สอดรับกับ Hashimoto et al. [1] และ Kim et al. [2] ที่ระบุว่า การพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพของสื่อการสอนอย่างเป็นระบบช่วยให้สื่อมีโครงสร้างชัดเจน เนื้อหาถูกต้อง ทันสมัย และมีมาตรฐานสูง นอกจากนี้ แนวคิด ARCS (Attention, Relevance, Confidence, Satisfaction) ชี้ว่าการกระตุ้นแรงจูงใจของผู้เรียนส่งผลต่อความมั่นใจ ความมุ่งมั่นและความพึงพอใจในการเรียนรู้ [3] ซึ่งสอดรับกับผลที่พบว่าชุดการสอนสามารถดึงดูดความสนใจและสนับสนุนการเรียนรู้ของผู้เรียนได้จริง อีกทั้งงานของ Luk และ Chan [4] และ Ruhanen et al. [5] รายงานว่าการจัดกิจกรรมที่หลากหลายซึ่งเน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางและมีส่วนร่วม จะช่วยให้ผู้เรียนทำความเข้าใจเนื้อหาได้ลึกซึ้งและพัฒนาทักษะได้ดีขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับผลการประเมินคุณภาพของชุดการสอนในงานนี้

2. ผลด้านประสิทธิผลของชุดการสอน

ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีประสิทธิผลของชุดการสอน (Effectiveness Index: E.I.) เท่ากับ 0.6584 แสดงให้เห็นว่าผู้เรียนมีความรู้เพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 65.84 ของเนื้อหาทั้งหมด ซึ่งอยู่ในระดับสูงตามเกณฑ์มาตรฐานการประเมินสื่อการเรียนรู้ สะท้อนถึงศักยภาพของชุดการสอนในการส่งเสริมความเข้าใจเชิงแนวคิด (Conceptual Understanding) และการประยุกต์ใช้ความรู้ในสถานการณ์จริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ ประสิทธิผลดังกล่าวสามารถอธิบายได้ผ่านกลไกการเรียนรู้ (learning mechanism) ที่เกิดจากการบูรณาการแนวคิดการเรียนรู้เชิงสมรรถนะ (Competency-Based Education: CBE) ร่วมกับกระบวนการเรียนรู้แบบอิงประสบการณ์ (Experiential Learning: EL) โดย CBE มุ่งเน้นให้ผู้เรียนพัฒนาความรู้ ทักษะ

และเจตคติผ่านการลงมือปฏิบัติจริง พร้อมการประเมินผลตามสมรรถนะที่พึงประสงค์ ส่งผลให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ทางทฤษฎีกับการใช้งานจริงได้อย่างเป็นรูปธรรม ขณะที่ EL ตามวงจร Concrete Experience–Reflective Observation–Abstract Conceptualization–Active Experimentation ช่วยส่งเสริมการเรียนรู้เชิงลึกผ่านการสะท้อนคิดและการทดลองใช้ความรู้ด้วยตนเอง นอกจากนี้ การออกแบบชุดการสอนยังผสานแนวคิดแรงจูงใจตามกรอบ ARCS (Attention, Relevance, Confidence, Satisfaction) ซึ่งทำหน้าที่เป็นกลไกเสริม (Motivational Mechanism) ที่ช่วยกระตุ้นความสนใจ ความเชื่อมโยงกับบริบทอาชีพ ความมั่นใจ และความพึงพอใจในการเรียนรู้ ส่งผลให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้สูงขึ้น และเกิดแรงจูงใจภายใน (Intrinsic Motivation) ต่อการเรียนรู้มากขึ้น การผสาน CBE, EL และ ARCS จึงเอื้อต่อการพัฒนาทั้งด้านความรู้เชิงลึก ทักษะเชิงปฏิบัติ และสมรรถนะทางอาชีพอย่างเป็นระบบ ผลการศึกษานี้สอดคล้องกับงานของ Hashimoto et al. [3] และ Carson et al. [4] ที่รายงานว่าการจัดการเรียนรู้เชิงสมรรถนะช่วยยกระดับความเข้าใจและทักษะเชิงปฏิบัติของผู้เรียนได้อย่างมีนัยสำคัญ รวมถึงงานของ Stek และ Schaveling [5] และ Feng et al. [6] ที่ยืนยันว่าการออกแบบกิจกรรมตามกรอบ CBE ช่วยพัฒนาความพร้อมทางวิชาชีพและทักษะการคิดวิเคราะห์ อีกทั้งงานของ Ruhanen et al. [7] และ Luk และ Chan [8] พบว่าการเรียนรู้เชิงประสบการณ์มีบทบาทสำคัญต่อการเพิ่มระดับความมีส่วนร่วมทางการเรียน และการเรียนรู้เชิงลึกของผู้เรียน ตัวอย่างเชิงปฏิบัติของประสิทธิผลดังกล่าวสะท้อนผ่านกิจกรรมการเขียนและตรวจสอบโปรแกรมเอ็นซีด้วยซอฟต์แวร์จำลอง (NC Simulation) ซึ่งผู้เรียนต้องวิเคราะห์โจทย์งานกลึงหรือกัด กำหนดลำดับการทำงาน เลือกใช้คำสั่ง G และ M Code ที่เหมาะสม ตลอดจนตรวจสอบและแก้ไขข้อผิดพลาดด้วยตนเองก่อนนำไปใช้จริง กิจกรรมนี้ช่วยส่งเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหา และความถูกต้องเชิงกระบวนการตามสมรรถนะที่กำหนด ในภาพรวมประสิทธิผลของชุดการสอนที่พัฒนาขึ้นไม่ได้เกิดจากองค์ประกอบใดองค์ประกอบหนึ่งเพียงลำพัง แต่เป็นผลของกลไกการเรียนรู้แบบบูรณาการระหว่าง CBE, EL และ ARCS ซึ่งเสริมพลังกัน (Synergistic Mechanism) และนำไปสู่การพัฒนาความรู้เชิงลึก ทักษะเชิงปฏิบัติ และสมรรถนะทางอาชีพได้อย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืน

3. ผลด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผลการเปรียบเทียบคะแนนก่อนและหลังเรียนแสดงให้เห็นว่าผู้เรียนมีคะแนนหลังเรียนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($\overline{X}$ ก่อนเรียน = 26.43, $\overline{X}$ หลังเรียน = 48.53, t = -37.92, Sig. < 0.05) สะท้อนให้เห็นว่าชุดการสอนมีประสิทธิภาพในการส่งเสริมการสร้างความรู้ ความเข้าใจ และทักษะเชิงปฏิบัติของผู้เรียนในรายวิชาโปรแกรมเอ็นซีพื้นฐานได้อย่างชัดเจน ผลดังกล่าวสอดคล้องกับแนวคิดการจัดการเรียนรู้เชิงสมรรถนะ (Competency-Based Education: CBE) ซึ่งมุ่งให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ ค้นคว้า และสะท้อนผลการเรียนรู้ด้วยตนเอง เพื่อพัฒนาสมรรถนะที่พึงประสงค์ โดยสอดคล้องกับรายงานของ Wittenberg et al. [20] และ Rahmawati et al. [2] ที่ชี้ว่าการจัดกิจกรรมที่เชื่อมโยงกับสถานการณ์จริงช่วยพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์และการนำความรู้ไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพในบริบทอาชีพ นอกจากนี้ ชุดการสอนยังออกแบบภายใต้กรอบแนวคิด ARCS (Attention, Relevance, Confidence, Satisfaction) ซึ่งมีบทบาทต่อการสร้างแรงจูงใจและความมั่นใจในการเรียนรู้ของผู้เรียน โดยงานของ Jin [9] และ Maiti et al. [10] ยืนยันว่ากิจกรรมที่ตอบสนองความสนใจและความต้องการของผู้เรียนสามารถเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้จริงในเชิงกระบวนการเรียนรู้ ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่า การจัดการเรียนรู้แบบเชิงสถานการณ์จริง (Authentic Learning) มีส่วนสำคัญในการเสริมความเข้าใจเชิงลึกและการประยุกต์ใช้ความรู้ในบริบทใหม่ ตามที่ Luk และ Chan [8] และ Vlachopoulos & Makri [14] เสนอว่ากิจกรรมที่เกี่ยวโยงกับสถานการณ์จริงช่วยส่งเสริมทักษะการคิดระดับสูง การประยุกต์ใช้ความรู้ และการมีส่วนร่วมของผู้เรียนอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งสอดคล้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เพิ่มขึ้นในงานวิจัยนี้

4. ผลด้านความพึงพอใจของผู้เรียน

ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนพบว่าอยู่ในระดับ “มาก” ($\overline{X}$= 4.23, SD = 0.32) โดยเฉพาะด้านสื่อการเรียนรู้ที่ได้รับคะแนนเฉลี่ยสูงสุด ($\overline{X}$ = 4.26) สะท้อนให้เห็นว่าชุดการสอนที่พัฒนาขึ้นมีความสอดคล้องกับความต้องการและรูปแบบการเรียนรู้ของผู้เรียนในยุคดิจิทัล และสามารถสร้างประสบการณ์การเรียนรู้เชิงบวกได้อย่างเหมาะสม ความพึงพอใจในระดับสูงดังกล่าวสอดคล้องกับรายงานของ Rahmawati et al. [2] และ Kim et al. [6] ที่ชี้ว่าการออกแบบสื่อและกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีความชัดเจน เข้าถึงง่าย และเชื่อมโยงกับประสบการณ์จริงเป็นปัจจัยสำคัญที่ช่วยเพิ่มแรงจูงใจและการมีส่วนร่วมของผู้เรียน นอกจากนี้การใช้กรอบแนวคิด ARCS (Attention, Relevance, Confidence, Satisfaction)

ยังทำหน้าที่เป็นกลไกด้านแรงจูงใจที่ช่วยเสริมสร้างความมั่นใจ ความเชื่อมโยงกับบริบทอาชีพ และความพึงพอใจในการเรียนรู้ สอดคล้องกับงานของ Jin [9], Li [11] และ Wongmonta [1] ที่ยืนยันว่าการออกแบบการสอนที่ตอบสนองความต้องการของผู้เรียนสามารถเพิ่มแรงจูงใจในการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพในด้านประสบการณ์การเรียนรู้ การจัดกิจกรรมตามแนวคิด Authentic Learning มีส่วนช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเชื่อมโยงระหว่างความรู้กับสถานการณ์จริง ส่งผลให้ทั้งความเข้าใจเชิงลึกและความพึงพอใจเพิ่มขึ้นตามรายงานของ Luk และ Chan [8] และ Vlachopoulos & Makri [14] ซึ่งสอดคล้องกับผลการประเมินในงานวิจัยนี้อย่างสมบูรณ์ โดยภาพรวมความพึงพอใจของผู้เรียนสะท้อนให้เห็นว่าชุดการสอนมีความเหมาะสมต่อการเรียนรู้ของผู้เรียนสายอาชีพในยุคอุตสาหกรรมดิจิทัล และมีศักยภาพในการส่งเสริมทักษะที่ตอบสนองความต้องการของภาคอุตสาหกรรมและตลาดแรงงานในอนาคต

สรุปได้ว่า ชุดการสอนรายวิชาโปรแกรมเอ็นซีพื้นฐานที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพและประสิทธิผลในระดับสูง ทั้งจากการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ ค่าดัชนีประสิทธิผล ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความพึงพอใจของผู้เรียน ซึ่งผลลัพธ์ดังกล่าวสะท้อนให้เห็นถึงความสำเร็จของการออกแบบการเรียนรู้เชิงระบบที่บูรณาการแนวคิดแรงจูงใจแบบ ARCS ร่วมกับแนวทางการเรียนรู้เชิงสมรรถนะ (CBE) และการประเมินเชิงแท้จริง อันส่งผลให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้เชิงลึก เข้าใจสาระสำคัญ และสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในบริบทของงานอาชีพได้อย่างมีประสิทธิภาพ ผลลัพธ์ดังกล่าวสามารถอธิบายได้จากการที่ CBE เน้นสมรรถนะเชิงปฏิบัติผ่านภาระงาน (Performance Tasks) และการประเมินเชิงแท้จริง ซึ่งทำให้การเรียนรู้มีความหมายเชิงบริบท ขณะเดียวกันกรอบ ARCS ทำหน้าที่เป็นกลไกด้านแรงจูงใจที่ช่วยเพิ่มการมีส่วนร่วมของผู้เรียน ส่งผลให้เกิดการเชื่อมโยงระหว่างความรู้เชิงแนวคิดกับการปฏิบัติจริงในสภาพงานอาชีพได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งนี้สอดคล้องกับความต้องการแรงงานทักษะเชิงเทคนิคของภาคอุตสาหกรรมยุคดิจิทัลที่ให้ความสำคัญกับความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหา และการใช้เทคโนโลยีในการทำงานมากขึ้นในช่วงทศวรรษที่ผ่านมา ขณะเดียวกันผลการวิจัยยังสอดคล้องกับงานวิจัยร่วมสมัยช่วงปี 2020 – 2025 ที่ชี้ว่าการพัฒนาชุดการสอนซึ่งบูรณาการทฤษฎีแรงจูงใจ เทคโนโลยีดิจิทัล และสมรรถนะการเรียนรู้สามารถยกระดับคุณภาพผู้เรียนอาชีวศึกษาให้มีทักษะพร้อมใช้ในยุคอุตสาหกรรมดิจิทัล [20], [1], [16] ดังนั้น ชุดการสอนที่พัฒนาขึ้นจึงถือเป็นนวัตกรรมการเรียนการสอนที่มีศักยภาพสูงในการเสริมสร้างสมรรถนะอาชีพและความพร้อมสู่การทำงาน รวมทั้งสามารถต่อยอดสู่การพัฒนา “รูปแบบการเรียนรู้เชิงบูรณาการ” (Integrated Learning Model) ที่มีคุณภาพ ทันสมัย และสอดคล้องกับทิศทางการศึกษายุคใหม่ในอนาคตได้อย่างมั่นคง

ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัยเรื่องการพัฒนาชุดการสอนรายวิชาโปรแกรมเอ็นซีพื้นฐาน รหัสวิชา 20102 – 2009 ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2562 ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สาขาวิชาช่างกลโรงงาน ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะที่สามารถนำไปใช้ในการปรับปรุงการจัดการเรียนการสอน รวมถึงแนวทางในการดำเนินงานวิจัยในอนาคต ดังต่อไปนี้

1. ข้อเสนอแนะจากผลการวิจัย

จากผลการวิจัยพบว่าชุดการสอนที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพและประสิทธิภาพในระดับสูง จึงควรมีการเตรียมความพร้อมของครูผู้สอนให้เข้าใจแผนการสอน คู่มือ และแนวทางการใช้ชุดการสอนอย่างเป็นระบบ เพื่อให้สามารถถ่ายทอดเป้าหมายการเรียนรู้ได้อย่างชัดเจนและสร้างการมีส่วนร่วมของผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ ควรมีการจัดสรรชุดการสอนให้นักเรียนได้รับอย่างทั่วถึงตลอดการเรียนการสอน พร้อมทั้งจัดเตรียมอุปกรณ์และสื่อประกอบ เช่น คอมพิวเตอร์ เครื่องฉายภาพ หรือสื่อมัลติมีเดีย เพื่อเพิ่มความคล่องตัวในการจัดการเรียนรู้และส่งเสริมการทบทวนความรู้ของผู้เรียนอย่างต่อเนื่อง อีกทั้งควรบูรณาการสื่อเสริมและกิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลาย อาทิ คลิปวิดีโอ เกมการเรียนรู้ หรือกิจกรรมออนไลน์ เพื่อรองรับความแตกต่างระหว่างบุคคลและกระตุ้นการมีส่วนร่วมของผู้เรียน รวมถึงควรมีระบบติดตามผลการเรียนรู้เพื่อนำข้อมูลมาใช้ในการปรับปรุงกลยุทธ์การสอนให้มีประสิทธิผลมากยิ่งขึ้น นอกจากนี้ ควรส่งเสริมความร่วมมือระหว่างสถานศึกษาและภาคอุตสาหกรรม เพื่อเชื่อมโยงการเรียนรู้กับบริบทอาชีพจริงและความต้องการทักษะเชิงเทคนิคและทักษะดิจิทัลของตลาดแรงงานในยุคอุตสาหกรรม 4.0 ทั้งนี้เพื่อให้การจัดการเรียนรู้มีความหมายเชิงบริบทและสนับสนุนความพร้อมสู่การทำงานจริงของผู้เรียน

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

จากผลการวิจัยที่ดำเนินการจนบรรลุวัตถุประสงค์ทั้ง 4 ข้อ ผู้วิจัยเห็นควรมีการศึกษาต่อยอดในประเด็น ดังนี้

ประเด็นที่ 1 ควรมีการวิจัยเชิงเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างการใช้ชุดการสอนที่พัฒนาขึ้นกับการสอนแบบบรรยายปกติ หรือกับนวัตกรรมการเรียนรู้รูปแบบใหม่ เช่น e-Learning หรือ Microlearning เพื่อระบุแนวทางการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพสูงสุดสำหรับผู้เรียนแต่ละกลุ่ม

ประเด็นที่ 2 ควรทดลองใช้ชุดการสอนในรายวิชาอื่น โดยเฉพาะรายวิชาที่มีความซับซ้อนเชิงเทคนิคหรือมีผลสัมฤทธิ์ต่ำเพื่อขยายผลการพัฒนาทั้งด้านทฤษฎีและภาคปฏิบัติ ตลอดจนส่งเสริมให้ครูผู้สอนประยุกต์ใช้กระบวนการวิจัยเป็นฐานในการพัฒนาการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง

ประเด็นที่ 3 ควรศึกษาการประยุกต์ใช้ชุดการสอนกับผู้เรียนในระดับการศึกษาที่แตกต่างกัน เช่น ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) หรือระดับอุดมศึกษา รวมทั้งกลุ่มสาขาวิชาอื่นในสายอาชีพ เช่น ช่างไฟฟ้า ช่างอิเล็กทรอนิกส์ และช่างยนต์เพื่อทดสอบความเหมาะสมและศักยภาพในการขยายผลของชุดการสอนในบริบทที่หลากหลายมากยิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

[1] S. Wongmonta, “Revisiting the wage effects of vocational education and training (VET) over the life cycle: The case of Thailand,” *International Journal of Educational Development*, vol. 103, Art. no. 102886, Nov. 2023, https://doi.org/10.1016/j.ijedudev.2023.102886.

[2] S. Rahmawati, S. Prestridge, A. G. Abdullah, and I. Widiaty, “Unpacking the digital competence challenge in vocational education: A case from Indonesia,” *Social Sciences & Humanities Open*, vol. 12, Art. no. 101803, 2025, https://doi.org/10.1016/j.ssaho.2025.101803.

[3] M. Hashimoto, N. Nakamura, N. Sato, and P. Ito, “Development process of a learning program to improve health literacy in social eating situations for adolescents with food allergies,” *Journal of Pediatric Health Care*, vol. 39, no. 5, pp. 750–761, Sept.–Oct. 2025, https://doi.org/10.1016/j.pedhc.2025.02.005.

[4] F. Carson, B. Leishman, K. Hinck, and S. M. Hoffmann, “Identifying the habitual needs of novice strength and conditioning coaches,” *Journal of Hospitality, Leisure, Sport & Tourism Education*, vol. 28, Art. no. 100313, Jun. 2021, https://doi.org/10.1016/j.jhlste.2021.100313.

[5] N. Zhou, D. E. H. Tigelaar, and W. Admiraal, “Vocational teachers’ professional learning: A systematic literature review of the past decade,” *Teaching and Teacher Education*, vol. 119, Art. no. 103856, Nov. 2022, https://doi.org/10.1016/j.tate.2022.103856.

[6] G.-E. Kim, E.-K. Choi, H.-Y. Lee, and Y.-M. Im, “An educational design and development project for pediatric heart transplant recipients and their families,” *Journal of Pediatric Nursing*, vol. 66, pp. e152–e159, Sept.–Oct. 2022, https://doi.org/10.1016/j.pedn.2022.04.009.

[7] L. Ruhanen, M. Axelsen, and L. Bowles, “Engaging students through authentic learning: Connecting with international tourism partners,” *Journal of Hospitality, Leisure, Sport & Tourism Education*, vol. 29, Art. no. 100291, Nov. 2021, https://doi.org/10.1016/j.jhlste.2020.100291.

[8] L. Y. Y. Luk and C. K. Y. Chan, “Assessing student learning in work-integrated learning (WIL): A systematic review on assessment methods and purposes,” *Studies in Educational Evaluation*, vol. 81, Art. no. 101345, Jun. 2024, https://doi.org/10.1016/j.stueduc.2024.101345.

[9] S. Jin, "Optimizing English teaching: ARCS motivation model and task-based language teaching in university," *Learning and Motivation*, vol. 87, Art. no. 102028, Aug. 2024, https://doi.org/10.1016/j.lmot.2024.102028.

[10] M. Maiti, M. Priyaadharshini, and S. Harini, "Design and evaluation of a revised ARCS motivational model for online classes in higher education," *Heliyon*, vol. 9, no. 12, Art. no. e22729, Dec. 2023, https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e22729.

[11] S. Jiang, H. Li, and D. Gan, "Technology acceptance model for online education: Identifying interdisciplinary topics and their evolution based on BERTopic model," *Social Sciences & Humanities Open*, vol. 12, Art. no. 101831, 2025, https://doi.org/10.1016/j.ssaho.2025.101831.

[12] L. McKenna, J. Johnston, R. Cross, J. Austerberry, T. Mathew, and G. McKenzie, "Mathematics anxiety and associated interventions in nursing: A scoping review," *Nurse Education Today*, vol. 112, May 2022, Art. no. 105335, https://doi.org/10.1016/j.nedt.2022.105335.

[13] X. Tan, G. Cheng, and M. H. Ling, "Artificial intelligence in teaching and teacher professional development: A systematic review," *Computers and Education: Artificial Intelligence*, vol. 8, Art. no. 100355, Jun. 2025, https://doi.org/10.1016/j.caeai.2024.100355.

[14] D. Vlachopoulos and A. Makri, "A systematic literature review on authentic assessment in higher education: Best practices for the development of 21st century skills, and policy considerations," *Studies in Educational Evaluation*, vol. 83, Art. no. 101425, Dec. 2024, https://doi.org/10.1016/j.stueduc.2024.101425.

[15] P. X. Lam, P. Q. H. Mai, Q. H. Nguyen, T. Pham, T. H. H. Nguyen, and T. H. Nguyen, "Enhancing educational evaluation through predictive student assessment modeling," *Computers and Education: Artificial Intelligence,* vol. 6, Art. no. 100244, Jun. 2024, https://doi.org/10.1016/j.caeai.2024.100244.

[16] P. Phetsombat and N. Thanwiseth, "Relationship between geographical factors and digital skills development among school administrators: A case study of Pathum Thani Province, Thailand," *Evaluation and Program Planning*, vol. 112, Art. no. 102663, Oct. 2025, https://doi.org/10.1016/j.evalprogplan.2025.102663.

[17] M. Koberstein-Schwarz and A. Meisert, "Pedagogical content knowledge in material-based lesson planning of preservice biology teachers," *Teaching and Teacher Education*, vol. 116, Art. no. 103745, Aug. 2022, https://doi.org/10.1016/j.tate.2022.103745.

[18] A. Ronconi, V. Veronesi, L. Mason, L. Manzione, E. Florit, Ø. Anmarkrud, and I. Bråten, "Effects of reading medium on the processing, comprehension, and calibration of adolescent readers," *Computers & Education*, vol. 185, Art. no. 104520, Aug. 2022, https://doi.org/10.1016/j.compedu.2022.104520.

[19] E. Castelló, C. Santiagovo, J. Ferreira, R. Coniglio, E. Budelli, V. Larnaudie, M. Passeggi, and I. López, "Towards competency-based education in the chemical engineering undergraduate program in Uruguay: Three examples of integrating essential skills," *Education for Chemical Engineers*, vol. 44, pp. 54–62, Jul. 2023, https://doi.org/10.1016/j.ece.2023.05.004.

[20] E. Wittenberg, J. V. Goldsmith, J. Maffucci, L. Burt, E. Szwajnos, and H. G. Lee, "Competency-based education for teaching the concept of communication," *Journal of Professional Nursing*, vol. 61, pp. 54–61, Nov.–Dec. 2025, https://doi.org/10.1016/j.profnurs.2025.08.014.

[21] S. Purohit and A. Dutt, "Pedagogical innovations in management education in the 21st century: A review and research agenda," *The International Journal of Management Education*, vol. 22, no. 2, Art. no. 100976, Jul. 2024, https://doi.org/10.1016/j.ijme.2024.100976.

การอ้างอิงบทความนี้

APA Rungpisaln, K., Pilason, S., Chatram, C., Rungrod, P. & Thermsuk, S., (2026). Development and Efficiency Analysis of an Instructional Package in Basic NC Programming for Vocational Certificate Students through the Integration of Experiential Teaching and Competency-Based Education (CBE). *Journal of Technical and Engineering Education,* 17(1), 1- 1 7 Thaijo. https://doi.org/10.14416/j.ftee.2026.04.01

MLA Rungpisaln, Kitsanapol et al. "Development and Efficiency Analysis of an Instructional Package in Basic NC Programming for Vocational Certificate Students through the Integration of Experiential Teaching and Competency-Based Education (CBE)" *Journal of Technical and Engineering Education*, vol. 17, no. 1, Apr. 2026, pp. 1-17, https://doi.org/10.14416/j.ftee.2026.04.01. Thaijo.

ISO690 K. Rungpisaln, S. Pilason, C. Chatram, P. Rungrod & S. Thermsuk, "Development and Efficiency Analysis of an Instructional Package in Basic NC Programming for Vocational Certificate Students through the Integration of Experiential Teaching and Competency-Based Education (CBE)" *Journal of Technical and Engineering Education*, vol. 1 7 , no. 1, pp. 1-17, Apr. 2026, doi: https://doi.org/10.14416/j.ftee.2026.04.01

การพัฒนาชุดฝึกสมองกลฝังตัวและอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง ด้วย Raspberry Pi Pico W เพื่อการเรียนรู้เชิงปฏิบัติ สำหรับผู้เรียนสาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ

The Development of an Embedded Systems and Internet of Things Training Kit using Raspberry Pi Pico W for Practical Learning for Information Technology Students

ธฤต ไชยมงคล[1*]
Tharit Chaimongkhol[1*]

(วันรับบทความ : 30 สิงหาคม 2568/วันแก้ไขบทความ : 5 กุมภาพันธ์ 2569/วันตอบรับบทความ : 9 กุมภาพันธ์ 2569)
(Received Date : August 30, 2025, Revised Date : February 5, 2026, Accepted Date : February 9, 2026)

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาและประเมินคุณภาพของชุดฝึกสมองกลฝังตัวและอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งด้วย Raspberry Pi Pico W เพื่อการเรียนรู้เชิงปฏิบัติของผู้เรียนสาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ 2) ทดสอบประสิทธิภาพของชุดฝึกตามเกณฑ์มาตรฐาน E1/E2 = 75/75 และ 3) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนก่อนและหลังการใช้ชุดฝึก กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 2 ของสถานศึกษาในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา จำนวน 24 คน ได้มาโดยการเลือกแบบสะดวก (convenience sampling) ใช้แบบแผนการวิจัยแบบกลุ่มเดียววัดก่อนและหลังเรียน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ชุดฝึก ใบงาน และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเชิงพรรณนา และการทดสอบค่าทีสำหรับกลุ่มตัวอย่างที่ไม่เป็นอิสระต่อกัน (t-test for Dependent Samples)

ผลการวิจัยพบว่า 1) ชุดฝึกมีคุณภาพจากการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญในระดับมากที่สุด ($\bar{x}$ = 4.63, SD = 0.41) 2) ประสิทธิภาพของชุดฝึก E1/E2 เท่ากับ 75.15/76.63 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด และ 3) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($t(23) = 15.32$, $p < .001$) โดยมีคะแนนผลต่างเฉลี่ยเท่ากับ 10.45 (95% CI [9.04, 11.86]) และมีขนาดอำนาจผลในระดับใหญ่มาก (Cohen's $d_{(z)} = 3.13$) ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่าชุดฝึกที่บูรณาการโมดูลการเรียนรู้ไว้บนแพลตฟอร์มเดียวช่วยลดภาระด้านฮาร์ดแวร์ ส่งผลให้ผู้เรียนสามารถมุ่งเน้นการเขียนโปรแกรมและการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น และเหมาะสมสำหรับการนำไปใช้จัดการเรียนรู้เชิงปฏิบัติ

คำสำคัญ: สมองกลฝังตัว, อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง, Raspberry Pi Pico W, ชุดฝึก, การจัดการเรียนรู้เชิงปฏิบัติ

1* อาจารย์ สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ วิทยาลัยเทคนิคเชียงใหม่ สถาบันการอาชีวศึกษาภาคเหนือ 1
1* Lecturer, Information Technology Program, Chiang Mai Technical College, Northern Vocational Education Institute 1
* ผู้นิพนธ์ประสานงาน โทร. 099-6314865 อีเมล: tharitc@gmail.com
* Corresponding Author, Tel. +66996314865 e-mail: tharitc@gmail.com
Doi: 10.14416/j.ftee.2026.04.02

Abstract

The objectives of this research were to 1) develop and evaluate the quality of an Embedded Systems and Internet of Things (IoT) training kit using Raspberry Pi Pico W for practical learning of Information Technology students, 2) test the efficiency of the training kit according to the standard criterion E1/E2 = 75/75, and 3) compare the learning achievement of students before and after using the training kit. The sample group consisted of 24 second-year Higher Vocational Certificate students from an institution under the Office of the Vocational Education Commission, selected via convenience sampling. The research employed a one-group pretest-posttest design. The research instruments included the training kit, worksheets, and a learning achievement test. Data were analyzed using descriptive statistics and a t-test for dependent samples.

The results revealed that 1) The training kit had quality as evaluated by experts at the highest level ($\bar{x}$ = 4.63, SD = 0.41). 2) The efficiency of the training kit (E1/E2) was 75.15/76.63, which was higher than the specified criterion. and 3) The post-learning achievement was significantly higher than the pre-learning achievement at the .05 level ($t(23) = 15.32$, $p < .001$), with a mean difference of 10.45 points (95% CI [9.04, 11.86]) and a very large effect size (Cohen's $d_{(z)} = 3.13$). The research results indicate that the training kit, which integrates learning modules onto a single platform, helps reduce hardware complexity. This results in learners being able to focus on programming and problem-solving more efficiently, making it suitable for practical learning management.

Keywords: Embedded Systems, Internet of Things (IoT), Raspberry Pi Pico W, Training Kit, Vocational Education, Learning Achievement.

บทนำ

ในยุคดิจิทัล เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (Internet of Things: IoT) และระบบสมองกลฝังตัว (Embedded Systems) ได้กลายเป็นโครงสร้างพื้นฐานสำคัญของภาคอุตสาหกรรมและบริการสมัยใหม่ โดยจำนวนอุปกรณ์ IoT ทั่วโลกมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง [1] ส่งผลให้ความต้องการบุคลากรที่มีทักษะดิจิทัลขั้นสูงในตลาดแรงงานขยายตัวตามไปด้วย [2] ภายใต้บริบทดังกล่าว สถานศึกษาสายอาชีพจำเป็นต้องมีสื่อการสอนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถลงมือปฏิบัติได้จริง และเชื่อมโยงการทำงานระหว่างฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ได้อย่างเป็นระบบ ซึ่งสอดคล้องกับหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2567 สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ (31901) ของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ที่ได้บรรจุรายวิชาเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้ระบบ IoT ในชีวิตประจำวันไว้เป็นส่วนหนึ่งของการจัดการเรียนการสอน [3]

อย่างไรก็ตาม จากสภาพการจัดการเรียนการสอนจริงในรายวิชาที่ต้องบูรณาการ ระบบสมองกลฝังตัว และ IoT มักพบอุปสรรคที่สำคัญ ได้แก่ ภาระความซับซ้อนในการต่อวงจรฮาร์ดแวร์ การแก้ปัญหาการเชื่อมต่ออุปกรณ์ที่ใช้เวลานานและเวลาที่จำกัดสำหรับการพัฒนาโปรแกรม ส่งผลให้ผู้เรียนไม่สามารถเข้าถึงแก่นของการคิดเชิงอัลกอริทึมและการแก้ปัญหาได้เท่าที่ควร งานวิจัยภายในประเทศสะท้อนความพยายามในการแก้ปัญหานี้อย่างต่อเนื่องผ่านการพัฒนาชุดฝึกในรูปแบบต่าง ๆ อาทิ ชุดแบบฝึกหัดไมโครคอนโทรลเลอร์และหุ่นยนต์ [4] ชุดฝึก PLC–Pneumatic [5] สื่อชุดฝึกอิเล็กทรอนิกส์และเครื่องเสียงในห้องปฏิบัติการ [6] ชุดการสอนควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ด้วย PLC [7] ชุดฝึกเพื่อเกษตรอัจฉริยะ [8] และชุดฝึกด้านทำความเย็นแบบโมดูลาร์ [9] งานเหล่านี้ส่วนใหญ่รายงานผลเชิงบวกเมื่อใช้กระบวนการเรียนรู้เชิงปฏิบัติ (hands-on) ควบคู่กับการประเมินคุณภาพสื่อด้วยเกณฑ์ประสิทธิภาพ E1/E2 นอกจากนี้ ยังมีงานวิจัยร่วมสมัย

ที่นำเสนอชุดกิจกรรมออนไลน์ร่วมกับบอร์ดสมองกลฝังตัว ซึ่งสามารถบรรลุเกณฑ์ E1/E2 และช่วยยกระดับทักษะการพัฒนาโปรแกรมได้จริง [10]

ในระดับสากล แนวทางการใช้ชุดการเรียนรู้ (learning kits) เพื่อยกระดับการเรียนรู้ทางด้านระบบสมองกลฝังตัวและ IoT ได้รับการสนับสนุนจากหลักฐานเชิงประจักษ์ ควบคู่กับความนิยมของแพลตฟอร์ม Raspberry Pi Pico W เนื่องจาก (1) การรองรับภาษา MicroPython ซึ่งลดอุปสรรคในการเริ่มต้นเรียนรู้เมื่อเทียบกับภาษาเชิงระบบแบบดั้งเดิม (2) การมีโมดูล Wi-Fi บนบอร์ด (on-board Wi-Fi) ในรุ่น Pico W ที่เหมาะสมสำหรับการสร้างต้นแบบ IoT ในชั้นเรียน และ (3) ราคาย่อมเยาและเข้าถึงได้ง่าย จึงเหมาะสมกับบริบทของอาชีวศึกษา [11] – [14] อย่างไรก็ดี ในบริบทของประเทศไทยยังขาดแคลนสื่อการสอนที่รวบรวมโมดูลจำเป็นไว้บนบอร์ดเดียวเพื่อลดภาระด้านฮาร์ดแวร์ และลดข้อผิดพลาดจากการต่อวงจร ซึ่งจะช่วยเปิดโอกาสให้ครูและผู้เรียนสามารถทุ่มเทเวลาไปกับการพัฒนาโปรแกรม การแก้จุดบกพร่องของโปรแกรม (debugging) และการแก้ปัญหาเชิงระบบได้อย่างมีประสิทธิภาพ

นอกจากอุปสรรคด้านฮาร์ดแวร์แล้ว ในมิติเชิงนโยบาย การจัดการเรียนการสอนในหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2567 ได้มีการปรับเปลี่ยนทิศทางเพื่อมุ่งเน้นสมรรถนะวิชาชีพที่สอดคล้องกับมาตรฐานสากลโดยเฉพาะในรายวิชา 31901 - 2010 การประยุกต์ใช้ระบบ IoT ในชีวิตประจำวัน ที่กำหนดมาตรฐานการเรียนรู้โดยอ้างอิงมาตรฐานอาชีพของสถาบันคุณวุฒิวิชาชีพ (องค์การมหาชน) ในสาขาอาชีพนักพัฒนาซอฟต์แวร์เพื่ออินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งระดับ 4 (IoT Software Developer Level 4) [3] ซึ่งเน้นทักษะขั้นสูงด้านการพัฒนาซอฟต์แวร์การเชื่อมต่อ API การจัดทำ UML Modeling และการบริหารจัดการระบบนิเวศ IoT (IoT Ecosystem) มากกว่าเพียงแค่การต่อวงจรพื้นฐาน ทว่า รูปแบบการเรียนรู้แบบดั้งเดิมที่ใช้แผงทดลอง (Breadboard) กลับกลายเป็นข้อจำกัดสำคัญ (Gap) ที่ทำให้ผู้เรียนสูญเสียเวลาเรียนรู้ไปกับการแก้ไขปัญหาความผิดพลาดทางไฟฟ้า (Hardware Troubleshooting) ส่งผลให้มีเวลาไม่เพียงพอในการฝึกฝนทักษะด้านการพัฒนาซอฟต์แวร์และการประยุกต์ใช้งานจริงเพื่อให้บรรลุสมรรถนะตามมาตรฐานอาชีพที่กำหนด

ด้วยเหตุผลและความจำเป็นดังกล่าว ผู้วิจัยจึงตระหนักถึงความสำคัญในการแก้ปัญหาการจัดการเรียนรู้โดยการพัฒนาชุดฝึกสมองกลฝังตัวและอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งด้วย Raspberry Pi Pico W ให้เป็นสื่อการเรียนรู้ต้นแบบสำหรับผู้เรียนสาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ โดยมุ่งเน้นการออกแบบฮาร์ดแวร์ในรูปแบบแพลตฟอร์มสำเร็จรูปที่ลดความซับซ้อนของการเชื่อมต่อวงจร เพื่อลดอุปสรรคด้านเทคนิคที่ส่งผลกระทบต่อกระบวนการเรียนรู้ของผู้เริ่มเรียน และส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถมุ่งเน้นไปที่การพัฒนาทักษะด้านการคิดวิเคราะห์ และการเขียนโปรแกรมควบคุมระบบได้อย่างเต็มศักยภาพ การศึกษาวิจัยครั้งนี้จึงมีเป้าหมายหลักเพื่อสร้างเครื่องมือการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพและสามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนให้สูงขึ้น เพื่อให้สอดคล้องกับความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีและความต้องการของหลักสูตรในปัจจุบัน

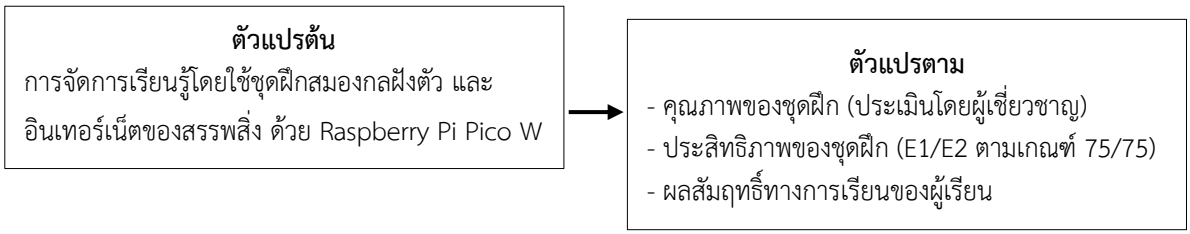
วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาและประเมินคุณภาพของชุดฝึกสมองกลฝังตัวและอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งด้วย Raspberry Pi Pico W เพื่อการเรียนรู้เชิงปฏิบัติของผู้เรียนสาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ
2. เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของชุดฝึกสมองกลฝังตัวและอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง ด้วย Raspberry Pi Pico W ตามเกณฑ์มาตรฐาน E1/E2 = 75/75
3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนก่อนและหลังการใช้ชุดฝึกสมองกลฝังตัวและอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง ด้วย Raspberry Pi Pico W

สมมติฐานการวิจัย

1. ชุดฝึกสมองกลฝังตัวและอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง ด้วย Raspberry Pi Pico W มีประสิทธิภาพเป็นไปตามเกณฑ์ E1/E2 = 75/75
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนหลังเรียนด้วยชุดฝึกสมองกลฝังตัวและอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง ด้วย Raspberry Pi Pico W สูงกว่าก่อนเรียน

กรอบแนวคิดการวิจัย



รูปที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มุ่งศึกษาผลของการใช้ ชุดฝึกสมองกลฝังตัวและอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งด้วย Raspberry Pi Pico W ซึ่งเป็นตัวแปรต้นที่มีต่อตัวแปรตาม ดังแสดงรายละเอียดในรูปที่ 1 ประกอบด้วย 3 ด้าน ได้แก่

1) คุณภาพของชุดฝึกซึ่งประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ

2) ประสิทธิภาพของชุดฝึกตามเกณฑ์มาตรฐาน E1/E2 (75/75)

3) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ เพื่อสะท้อนความสัมพันธ์เชิงเหตุผลของนวัตกรรมต่อการจัดการเรียนรู้เชิงปฏิบัติ

ขอบเขตของการวิจัย

ขอบเขตของการวิจัย เรื่อง การพัฒนาชุดฝึกสมองกลฝังตัวและอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง ด้วย Raspberry Pi Pico W เพื่อการเรียนรู้เชิงปฏิบัติ สำหรับ ผู้เรียนสาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ กำหนดขอบเขตของการวิจัยไว้ ดังนี้

1. ขอบเขตด้านประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากร ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ ของสถานศึกษาในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชา 31901 - 2010 การประยุกต์ใช้ระบบ IoT ในชีวิตประจำวัน ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2568 รวม 2 ห้องเรียน จำนวนทั้งสิ้น 49 คน

1.2 กลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศของสถานศึกษาในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา จำนวน 24 คน ที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชาเดียวกันในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2568 ได้มาโดยวิธีการเลือกแบบสะดวก (convenience sampling) เนื่องจากเป็นชั้นเรียนที่เปิดสอนตามตารางเรียนปกติ มีความพร้อมในการดำเนินกิจกรรมการทดลองตามแผนการวิจัยได้จริง และไม่กระทบต่อโครงสร้างการจัดการเรียนการสอนของสถานศึกษา

อนึ่ง การเลือกกลุ่มตัวอย่างโดยใช้วิธีการเลือกแบบสะดวก (convenience sampling) นี้ อาจมีข้อจำกัดในด้าน ความเป็นตัวแทนของประชากร (Representativeness) ซึ่งส่งผลต่อการนำผลการวิจัยไปใช้อ้างอิงในเชิงทั่วไป (Generalizability) กับประชากรกลุ่มอื่นที่มีบริบทแตกต่างกัน อย่างไรก็ตาม กลุ่มตัวอย่างดังกล่าวมีความเหมาะสมต่อบริบทของการวิจัยเชิงปฏิบัติในชั้นเรียน (Classroom Action Research) ที่มุ่งเน้นการแก้ปัญหาและพัฒนาผู้เรียนในสถานการณ์จริงที่มีข้อจำกัดด้านเวลาและสถานที่

2. ขอบเขตด้านเนื้อหา มุ่งเน้นการพัฒนาทักษะของผู้เรียนด้านการประยุกต์ใช้ ระบบสมองกลฝังตัว และ IoT โดยใช้ภาษา MicroPython บนบอร์ด Raspberry Pi Pico W และภายใต้กิจกรรมเชิงปฏิบัติรวมประมาณ 60 ชั่วโมง โดยแบ่งกลุ่มเนื้อหาตามสัดส่วนความสำคัญ ดังนี้

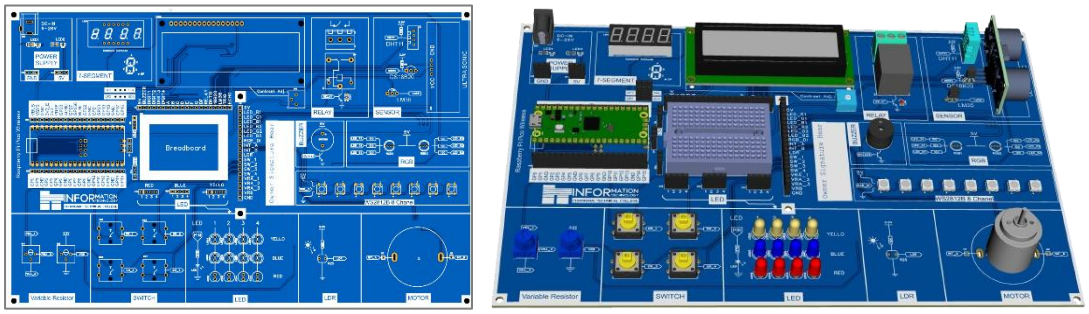
2.1 กลุ่มพื้นฐานอินพุต – เอาต์พุต (Basic I/O) ประมาณ 8 ชั่วโมง ครอบคลุมการเขียนโปรแกรมควบคุมพอร์ตดิจิทัลและอนาล็อก ผ่านอุปกรณ์พื้นฐานบนชุดฝึก ได้แก่ การรับค่าจาก สวิตช์ (Switch) 4 ตัว และ ตัวต้านทานปรับค่าได้ (Variable Resistor) 3 ตัว การควบคุม LED แสดงสถานะ การสร้างเสียงด้วย Buzzer และการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านรีเลย์ (Relay) เพื่อสร้างความเข้าใจพื้นฐานในการเชื่อมต่อและควบคุมฮาร์ดแวร์

2.2 กลุ่มการแสดงผลและเซนเซอร์ (Display and Sensors) ประมาณ 20 ชั่วโมง ครอบคลุมการใช้งานจอแสดงผลแบบ 7-Segment 4 หลัก และ จอ LCD เชื่อมต่อแบบ I2C ร่วมกับการอ่านค่า และประมวลผลข้อมูลจากชุดเซนเซอร์ที่หลากหลาย ได้แก่ เซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้น (DHT11, DS18B20, LM35) เซนเซอร์วัดแสง (LDR) และเซนเซอร์วัดระยะทาง (HC-SR04) เพื่อฝึกทักษะการนำเข้าข้อมูลสิ่งแวดล้อมมาประมวลผลและแสดงผลอย่างเป็นระบบ

2.3 กลุ่มอุปกรณ์ขับเคลื่อนและอุปกรณ์ที่ระบุตำแหน่งได้ (Actuators and Addressable Devices) ประมาณ 16 ชั่วโมง ครอบคลุมการควบคุม มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (DC Motor) ผ่านไอซีไดรเวอร์ L9110S เพื่อเรียนรู้วิธีการควบคุมทิศทางและความเร็ว และการควบคุม แถบไฟ LED RGB แบบระบุตำแหน่งได้ (WS2812B) เพื่อฝึกเขียนโปรแกรมควบคุมอุปกรณ์ขั้นสูงที่มีโปรโตคอลการสื่อสารเฉพาะ

2.4 กลุ่มการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตและการส่งข้อมูลสู่แพลตฟอร์ม IoT ประมาณ 16 ชั่วโมง ครอบคลุมการใช้งานโมดูล Wi-Fi บนบอร์ด Raspberry Pi Pico W เพื่อเชื่อมต่อเครือข่ายอินเทอร์เน็ต การส่งข้อมูลจากเซนเซอร์บนชุดฝึกขึ้นสู่ระบบคลาวด์ (Cloud Platform) และการสั่งงานอุปกรณ์ผ่านเครือข่าย เพื่อประยุกต์ใช้งาน IoT ในชีวิตประจำวันได้อย่างครบวงจร

เนื้อหาทั้งหมดถูกออกแบบให้สอดคล้องกับผลการเรียนรู้ของหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2567 และใช้ร่วมกับชุดฝึกแบบบูรณาการบนบอร์ดเดียวที่พัฒนาขึ้น ซึ่งมีโครงสร้างสถาปัตยกรรมดังแสดงในรูปที่ 2 เพื่อช่วยลดภาระเวลาในการต่อวงจรฮาร์ดแวร์และเพิ่มเวลาให้ผู้เรียนได้มุ่งเน้นการพัฒนาโปรแกรมและการแก้ปัญหาเชิงระบบได้อย่างเต็มที่



รูปที่ 2 สถาปัตยกรรมชุดฝึกสมองกลฝังตัวและอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง ด้วย Raspberry Pi Pico W

3. ขอบเขตด้านตัวแปรที่ศึกษา

3.1 ตัวแปรต้น คือ การจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดฝึกสมองกลฝังตัวและอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง ด้วย Raspberry Pi Pico W

3.2 ตัวแปรตาม ประกอบด้วย

3.2.1 ประสิทธิภาพของชุดฝึกสมองกลฝังตัวและอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง ด้วย Raspberry Pi Pico W ที่พัฒนาขึ้น

3.2.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนในรายวิชาการประยุกต์ใช้ระบบ IoT ในชีวิตประจำวัน

4. ขอบเขตด้านระยะเวลา ดำเนินการวิจัยในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2568 ระหว่างเดือนพฤษภาคม ถึง เดือนกันยายน พ.ศ. 2568

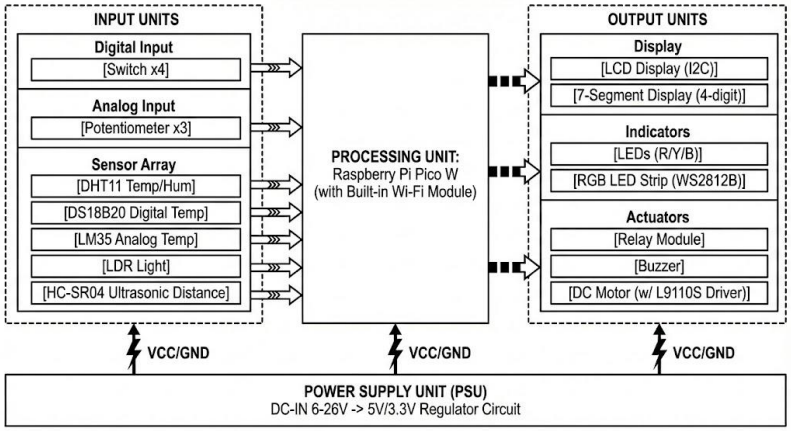
วิธีการดำเนินการวิจัย

การศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi-experimental Research) โดยใช้รูปแบบกลุ่มเดียววัดก่อนและหลังเรียน (One-group Pretest–Posttest Design) มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและศึกษาประสิทธิภาพของชุดฝึกสมองกลฝังตัวและอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งด้วย Raspberry Pi Pico W และเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1.1 ชุดฝึกสมองกลฝังตัวและอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งด้วย Raspberry Pi Pico W เป็นชุดฝึกที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นโดยวิเคราะห์ความสอดคล้องกับคำอธิบายรายวิชาและสมรรถนะรายวิชา 31901 - 2010 การประยุกต์ใช้ระบบ IoT ในชีวิตประจำวัน ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2567 ของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา และผ่านการตรวจสอบคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ชุดฝึกถูกออกแบบให้อยู่ในรูปแบบแพลตฟอร์มแบบบูรณาการบนแผ่นวงจรพิมพ์ (Integrated PCB-based Platform) เพื่อให้ผู้เรียนสามารถใช้งานได้ทันทีโดยไม่ต้องต่อวงจรเพิ่มเติม ลดความซับซ้อนของฮาร์ดแวร์ และเพิ่มเวลาในการพัฒนาทักษะการเขียนโปรแกรมและการแก้ปัญหาเชิงระบบ

1.1.1 ชุดฝึกประกอบด้วยหน่วยประมวลผลกลาง Raspberry Pi Pico W เชื่อมต่อกับโมดูลอินพุต เซนเซอร์ และอุปกรณ์เอาต์พุต อย่างเป็นระบบ รายละเอียดดังแสดงในรูปที่ 3 (Block Diagram)



รูปที่ 3 โครงสร้างการทำงานของชุดฝึกสมองกลฝังตัวและอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง ด้วย Raspberry Pi Pico W

1.1.2 ส่วนประกอบฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์

1) ส่วนประมวลผลหลักใช้บอร์ด Raspberry Pi Pico W รองรับภาษา MicroPython และโมดูล Wi-Fi (802.11n) เหมาะสำหรับการพัฒนาและทดลองต้นแบบระบบ IoT ในบริบทการเรียนรู้เชิงปฏิบัติ

2) อินพุตพื้นฐาน สวิตช์ 4 ตัว, ตัวต้านทานปรับค่าได้ 3 ตัว สำหรับฝึกทักษะการรับค่าสัญญาณดิจิทัลและอนาล็อกพื้นฐาน

3) ชุดเซนเซอร์ ได้แก่ DHT11, DS18B20, LM35, LDR และ HC-SR04 รองรับการฝึกอ่านค่าและประมวลผลข้อมูลสิ่งแวดล้อมที่หลากหลาย

4) ชุดแสดงผล/บ่งชี้สถานะ จอ LCD (I2C) 7-Segment 4 หลัก LED แสดงสถานะ (แดง/เหลือง/น้ำเงิน) LED RGB และ แถบไฟ WS2812B

5) อุปกรณ์ขับเคลื่อน รีเลย์ Buzzer มอเตอร์กระแสตรงพร้อมไดรเวอร์ L9110S (ติดตั้งใต้ PCB) สำหรับฝึกการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าเชิงกล

6) ซอฟต์แวร์ ใช้ MicroPython พร้อมไลบรารีตัวอย่างที่ผู้วิจัยจัดเตรียมไว้เพื่อสนับสนุนการเรียนรู้เชิงปฏิบัติซึ่งสอดคล้องกับแนวโน้มเทคโนโลยีในปัจจุบัน

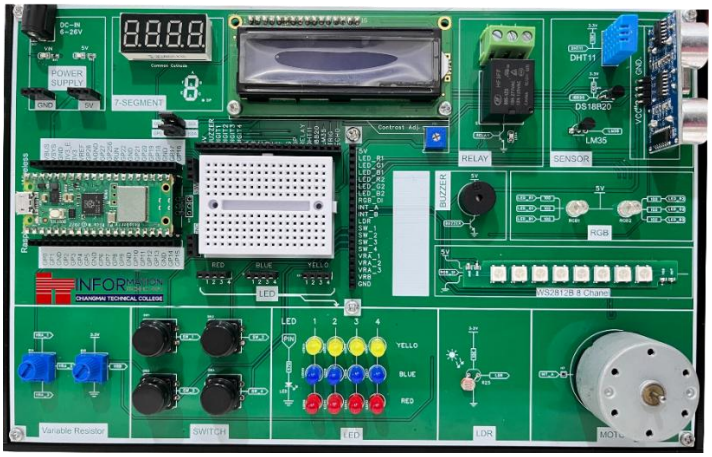
1.1.3 ขั้นตอนการสร้างและพัฒนา ผู้วิจัยดำเนินการสร้างชุดฝึกตามขั้นตอนต่อไปนี้

1) การออกแบบ (Design) วงจร PCB และกำหนดตำแหน่งอุปกรณ์ให้สอดคล้องกับขอบเขตเนื้อหา

2) การประกอบ (Assembly) บัดกรี และติดตั้งอุปกรณ์บน PCB

3) การทดสอบ (Functional Test) ตรวจสอบความถูกต้องของสัญญาณอินพุต/เอาต์พุตและโปรแกรม

4) การปรับปรุงแก้ไข (Improvement) แก้ไขข้อบกพร่องและจัดทำต้นแบบที่สมบูรณ์ดังแสดงในรูปที่ 4



รูปที่ 4 ชุดฝึกสมองกลฝังตัวและอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง ด้วย Raspberry Pi Pico W ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น

1.2 แผนการจัดการเรียนรู้ รายวิชา 31901 - 2010 การประยุกต์ใช้ระบบ IoT ในชีวิตประจำวัน ดำเนินการสอนตลอด 15 สัปดาห์ รวม 75 ชั่วโมง (ทฤษฎี 15 ชั่วโมง ปฏิบัติ 60 ชั่วโมง) โดยกำหนดใบงานและกิจกรรมปฏิบัติพร้อมเกณฑ์ให้คะแนน (Scoring Rubrics) ครอบคลุมด้านความถูกต้อง กระบวนการ และจิตพิสัย ใช้เป็นคะแนนระหว่างเรียนตามเกณฑ์ E1 ทั้งนี้ ใบงานประกอบด้วย 10 ชุดกิจกรรมตามลำดับเนื้อหา โดยแต่ละใบงานประเมิน 3 ด้าน ได้แก่ ความถูกต้องของผลลัพธ์ ขั้นตอนการทำงาน และเจตคติในการเรียนรู้ ตามเกณฑ์การให้คะแนนที่กำหนด เพื่อสะท้อนความก้าวหน้าทางทักษะของผู้เรียนอย่างเป็นระบบ

1.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวนทั้งหมด 30 ข้อ ผ่านการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC) ความยากง่าย (p) อำนาจจำแนก (r) ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ (KR-20) เพื่อนำไปใช้ทดสอบหลังเรียนและนำคะแนนมาคำนวณประสิทธิภาพของผลลัพธ์ E2

1.4 แบบประเมินคุณภาพของชุดฝึก เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ครอบคลุมด้านเนื้อหา ด้านฮาร์ดแวร์/ซอฟต์แวร์ และด้านความเหมาะสมของการใช้งาน

2. การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ ประกอบด้วย 3 ขั้นตอนหลัก

2.1 ขั้นการออกแบบและสร้าง ศึกษาหลักสูตร เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อออกแบบชุดฝึก ใบงาน แผนการสอน และแบบทดสอบ ก่อนสร้างต้นแบบ

2.2 ขั้นการประเมินคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญ นำเครื่องมือที่สร้างขึ้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ซึ่งคัดเลือกโดยวิธีการเจาะจง (Purposive Sampling) ตามเกณฑ์ คือ มีคุณวุฒิระดับปริญญาโทขึ้นไป และมีประสบการณ์สอนด้านระบบสมองกลฝังตัว และ IoT หรือด้านหลักสูตรและการสอน ไม่น้อยกว่า 5 ปี เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ความเหมาะสม และให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุง ผลการประเมินพบว่า ข้อคำถามมีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) อยู่ระหว่าง 0.60 - 1.00 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์การยอมรับที่กำหนดไว้ว่าต้องมีค่าตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป จากนั้นนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไข

2.3 ขั้นการทดลองใช้และหาคุณภาพ นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้กับนักศึกษาที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อวิเคราะห์คุณภาพรายข้อและทั้งฉบับ ผลการวิเคราะห์พบว่า แบบทดสอบมีค่าความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง 0.45 – 0.78 ค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.30 – 0.65 และมีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ (Reliability) โดยคำนวณตามสูตร KR-20 เท่ากับ 0.76 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่ยอมรับได้คือ 0.70 ขึ้นไป จึงจัดทำเป็นเครื่องมือฉบับสมบูรณ์สำหรับเก็บรวบรวมข้อมูล

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลตามขั้นตอนและมาตรการควบคุมตัวแปร ดังนี้

การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยทำหน้าที่เป็นครูผู้สอนจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนด้วยตนเอง เนื่องจากเป็นผู้ที่มีความเชี่ยวชาญ

ในเนื้อหาและเป็นผู้พัฒนาชุดฝึก ทั้งนี้ เพื่อลดอคติของผู้วิจัย (researcher bias) และผลกระทบจากการรับรู้ของผู้เรียนว่าตนเองอยู่ในการทดลอง (Hawthorne effect) ผู้วิจัยได้กำหนดมาตรการดังนี้ 1) ใช้เกณฑ์การประเมินที่ชัดเจน (scoring rubrics) ในการให้คะแนนใบงาน เพื่อลดการตัดสินใจเชิงอัตวิสัย 2) ใช้แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพแล้วเป็นเครื่องมือวัดผลหลังเรียน และ 3) ไม่แจ้งผู้เรียนเกี่ยวกับสมมติฐานการวิจัย เพียงแต่ดำเนินการสอนตามแผนการสอนที่กำหนดไว้ในหลักสูตรปกติ เพื่อให้ผู้เรียนแสดงพฤติกรรมการเรียนรู้ตามธรรมชาติ

3.1 ขั้นก่อนการทดลอง (Pre-test) นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างเพื่อเก็บคะแนนก่อนเรียน

3.2 ขั้นดำเนินการทดลอง (Treatment) จัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดฝึกเป็นสื่อหลัก 15 สัปดาห์ (75 ชั่วโมง) โดยควบคุมตัวแปรแทรกซ้อน เช่น การใช้ห้องปฏิบัติการเดิม ผู้สอนคนเดิม และอุปกรณ์ชุดเดียวกันตลอดการทดลอง พร้อมเก็บผลคะแนนใบงานเพื่อคำนวณ E1

ในระหว่างกระบวนการจัดการเรียนการสอน ผู้เรียนได้ฝึกปฏิบัติเขียนโปรแกรมด้วย MicroPython ทดสอบอุปกรณ์ อินพุต – เอาต์พุต บนชุดฝึกสมองกลฝังตัวและอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งด้วย Raspberry Pi Pico W และตรวจสอบผลการทำงานของระบบตามใบงานที่ใช้ประเมินทักษะกระบวนการ E1 ดังตัวอย่างในรูปที่ 5



รูปที่ 5 ตัวอย่างกิจกรรมปฏิบัติของผู้เรียนระหว่างขั้นตอน Treatment

ในช่วงท้ายของกระบวนการจัดการเรียนการสอน ผู้เรียนได้นำองค์ความรู้และทักษะปฏิบัติที่ได้รับมาบูรณาการเพื่อพัฒนาต้นแบบระบบ IoT ขนาดเล็ก (Mini Project) โดยอาศัยชุดฝึกสมองกลฝังตัวและอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งด้วย Raspberry Pi Pico W เป็นฐานในการพัฒนา พร้อมทั้งทำการสาธิตการทำงานเพื่อสะท้อนให้เห็นถึงความเข้าใจที่ถ่องแท้และสมรรถนะในการสร้างสรรค์นวัตกรรมจากกิจกรรมปฏิบัติ ดังตัวอย่างที่ปรากฏในรูปที่ 6



รูปที่ 6 ตัวอย่างการนำเสนอการประยุกต์ใช้ชุดฝึกสมองกลฝังตัวและอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งด้วย Raspberry Pi Pico W

3.3 ขั้นหลังการทดลอง (Post-test) ทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนด้วยแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฉบับเดียวกับ Pre-test

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดฝึกโดยคำนวณค่าประสิทธิภาพของกระบวนการและผลลัพธ์ E1/E2 เทียบเกณฑ์ 75/75

4.1.1 E1 คือ คะแนนเฉลี่ยร้อยละที่ได้จากใบงานระหว่างเรียน

4.1.2 E2 คือ คะแนนเฉลี่ยร้อยละที่ได้จากแบบทดสอบหลังเรียน

4.2 วิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้สถิติการทดสอบค่าทีสำหรับกลุ่มตัวอย่างที่ไม่เป็นอิสระต่อกัน (*t*-test for Dependent Samples) เพื่อเปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียน – หลังเรียน พร้อมรายงานค่าสถิติ *t* (*t*-statistic) ค่า *p* (*p*-value) ช่วงความเชื่อมั่น 95% (95% CI) ของผลต่างคะแนน (Post – Pre) และขนาดอำนาจผล Cohen's $d_{(z)}$

4.3 การวิเคราะห์คุณภาพเครื่องมือ วิเคราะห์ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ค่าความยากง่าย (*p*) ค่าอำนาจจำแนก (*r*) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ (KR-20) ทั้งนี้ ผลการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือดังกล่าวได้รายงานไว้ในหัวข้อ 2.3 ก่อนนำไปใช้ในการเก็บข้อมูลจริง

5. จากการจัดสัมมนา เพื่อวิพากษ์ ตรวจสอบคุณภาพ และ รับรองการใช้งานของชุดฝึกสมองกลฝังตัวและอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งด้วย Raspberry Pi Pico W ตลอดจนคู่มือประกอบการใช้งาน โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ซึ่งมีคุณวุฒิและประสบการณ์ตรงด้านระบบสมองกลฝังตัว และ IoT และการจัดการเรียนการสอน พบว่า ชุดฝึกที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมีความถูกต้องตามหลักวิชาการ สอดคล้องกับสมรรถนะรายวิชา และสามารถรองรับกิจกรรมการเรียนรู้ เชิงปฏิบัติได้อย่างเหมาะสม ผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นสอดคล้องว่า รูปแบบการบูรณาการอุปกรณ์ลงบนแผ่นวงจรพิมพ์ช่วยลดความซับซ้อนของขั้นตอนฮาร์ดแวร์ และเอื้อต่อการพัฒนาทักษะการเขียนโปรแกรมและการแก้ปัญหาเชิงตรรกะของผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

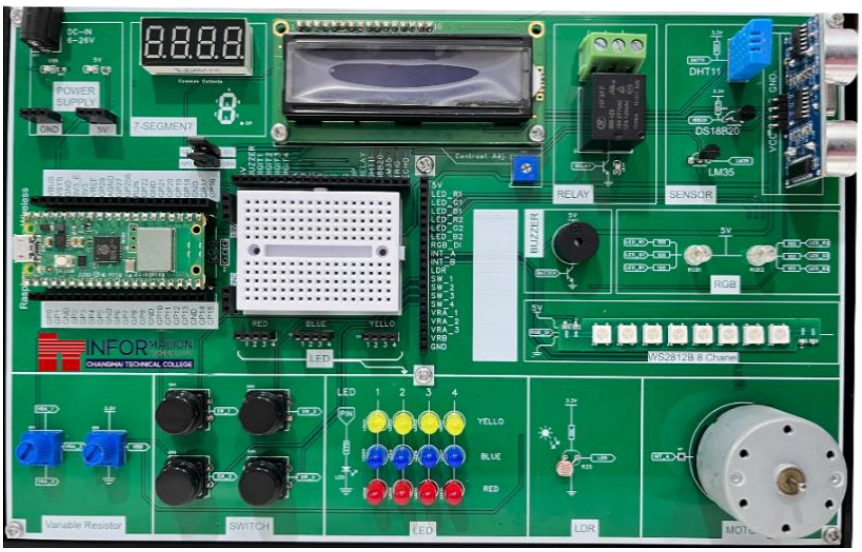
นอกจากนี้ ข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญได้ถูกนำไปปรับปรุงแก้ไขก่อนนำชุดฝึกไปใช้จริง ทำให้ ผู้วิจัยมีความเชื่อมั่นในคุณภาพ ความเหมาะสม และความพร้อมของเครื่องมือสำหรับการนำไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างในขั้นตอนการทดลองต่อไป

ผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ พัฒนาและหาคุณภาพ ศึกษาประสิทธิภาพ และ เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดฝึกสมองกลฝังตัวและอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง ด้วย Raspberry Pi Pico W สำหรับผู้เรียนสาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ โดยผู้วิจัยขอเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับ ดังนี้

1. ผลการพัฒนาและประเมินคุณภาพของชุดฝึกสมองกลฝังตัวและอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง ด้วย Raspberry Pi Pico W

1.1 ผลการพัฒนาชุดฝึกสมองกลฝังตัวและอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งด้วย Raspberry Pi Pico W ผู้วิจัยได้ออกแบบและสร้างชุดฝึกสมองกลฝังตัวและอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งด้วย Raspberry Pi Pico W จนได้ต้นแบบที่สมบูรณ์ มีลักษณะเป็นแพลตฟอร์มบูรณาการบนแผ่นวงจรพิมพ์ (Integrated PCB-based Platform) ที่รวมอินพุต เซนเซอร์ และเอาต์พุตที่จำเป็นต่อการเรียนรู้ไว้บนบอร์ดเดียว เพื่อลดภาระการต่อวงจรและส่งเสริมการฝึกปฏิบัติ ดังปรากฏในรูปที่ 6



รูปที่ 6 ชุดฝึกสมองกลฝังตัวและอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง ด้วย Raspberry Pi Pico W ที่พัฒนาขึ้น

จากรูปที่ 6 ชุดฝึกประกอบด้วยส่วนสำคัญ 4 ด้าน ได้แก่

1) หน่วยประมวลผลกลาง Raspberry Pi Pico W

2) ส่วนอินพุต เช่น สวิตช์ ตัวต้านทานปรับค่า และเซนเซอร์หลายชนิด (DHT11, DS18B20, LM35, LDR, HC-SR04)

3) ส่วนแสดงผล เช่น LCD I2C, 7-Segment, LED, LED-RGB, RGB WS2812B

4) ส่วนขับเคลื่อน เช่น DC Motor พร้อมไดรเวอร์ L9110S, Relay, Buzzer

1.2 ผลการประเมินคุณภาพชุดฝึกโดยผู้เชี่ยวชาญ ผลการประเมินชุดฝึกโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ครอบคลุมด้านเนื้อหา การออกแบบ และประสิทธิภาพการใช้งาน ปรากฏดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการประเมินคุณภาพชุดฝึกสมองกลฝังตัวและอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง ด้วย Raspberry Pi Pico W โดยผู้เชี่ยวชาญ

รายการประเมิน	$\bar{x}$	SD	ระดับความเหมาะสม
1. ด้านเนื้อหา (Content)			
1.1 ความสอดคล้องกับสมรรถนะรายวิชา	4.20	0.45	มาก
1.2 ความถูกต้องและทันสมัยของเนื้อหา	4.60	0.55	มากที่สุด
เฉลี่ยด้านเนื้อหา	4.40	0.50	มาก
2. ด้านการออกแบบ (Design)			
2.1 ความเหมาะสมของการจัดวางอุปกรณ์	4.40	0.55	มาก
2.2 ความสะดวกในการใช้งาน (Usability)	4.80	0.45	มากที่สุด
เฉลี่ยด้านการออกแบบ	4.60	0.50	มากที่สุด
3. ด้านประสิทธิภาพการใช้งาน (Performance)			
3.1 ความถูกต้องของการทำงานของวงจร	5.00	0.00	มากที่สุด
3.2 ประสิทธิภาพในการส่งเสริมการเรียนรู้	4.80	0.45	มากที่สุด
เฉลี่ยด้านประสิทธิภาพการใช้งาน	4.90	0.22	มากที่สุด
รวมเฉลี่ย	4.63	0.41	มากที่สุด

หมายเหตุ: เกณฑ์การแปลความหมายค่าเฉลี่ย (Best, 1981, หน้า 19) [15] ดังนี้ 4.51–5.00 = มากที่สุด, 3.51–4.50 = มาก, 2.51–3.50 = ปานกลาง ,1.51–2.50 = น้อย, 1.00–1.50 = น้อยที่สุด

จากตารางที่ 1 พบว่าผลการประเมินคุณภาพ ชุดฝึกสมองกลฝังตัวและอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง ด้วย Raspberry Pi Pico W โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน โดยภาพรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับ มากที่สุด ($\bar{x}$ = 4.63, SD = 0.41) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ด้านประสิทธิภาพการใช้งาน มีค่าเฉลี่ยสูงสุด ($\bar{x}$ = 4.90, SD = 0.22) สะท้อนให้เห็นว่าชุดฝึกสามารถทำงานได้ถูกต้อง เสถียร และส่งเสริมการเรียนรู้เชิงปฏิบัติของผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ รองลงมา คือ ด้านการออกแบบ ($\bar{x}$ = 4.60, SD = 0.50) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการจัดวางอุปกรณ์และความสะดวกในการใช้งานอยู่ในระดับเหมาะสมต่อการเรียนรู้ ขณะที่ ด้านเนื้อหา มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก ($\bar{x}$ = 4.40, SD = 0.50) บ่งชี้ว่าเนื้อหาของชุดฝึกมีความสอดคล้องกับสมรรถนะรายวิชา มีความถูกต้องและทันสมัยตามบริบทของเทคโนโลยีปัจจุบัน โดยค่าความแปรปรวนที่อยู่ในระดับต่ำถึงปานกลางแสดงให้เห็นว่าผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นสอดคล้องกันในทิศทางเดียวกัน ทั้งนี้ ผลการประเมินดังกล่าวยืนยันว่าชุดฝึกที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพเหมาะสมและสามารถนำไปใช้เป็นสื่อการเรียนรู้เชิงปฏิบัติได้อย่างมีประสิทธิภาพ

นอกจากผลการประเมินเชิงปริมาณดังกล่าวแล้ว ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่านยังได้ให้ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะเชิงคุณภาพที่เป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาชุดฝึกเพิ่มเติม โดยเห็นตรงกันว่า ชุดฝึกสมองกลฝังตัวและอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งด้วย Raspberry Pi Pico W มีความสอดคล้องกับสมรรถนะรายวิชาและวัตถุประสงค์การเรียนรู้ตามหลักสูตรเป็นอย่างดี การออกแบบบอร์ดมีความเหมาะสมต่อการใช้งานจริง สามารถลดความซับซ้อนของขั้นตอนฮาร์ดแวร์และเอื้อต่อการเรียนรู้เชิงปฏิบัติ (Hands-on Learning) ได้อย่างชัดเจน ทั้งนี้ ผู้เชี่ยวชาญได้เสนอแนะเพิ่มเติมว่า ควรจัดทำคู่มือหรือใบงานที่แนะนำลำดับกิจกรรมการเรียนรู้จากระดับง่ายไปสู่ระดับยาก เพื่อสนับสนุนผู้เรียนที่ยังไม่มีพื้นฐานด้านสมองกลฝังตัวและระบบ IoT ให้สามารถเรียนรู้ได้อย่างเป็นระบบและต่อเนื่องมากยิ่งขึ้น

2. ผลการทดสอบประสิทธิภาพของชุดฝึกสมองกลฝังตัวและอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งด้วย Raspberry Pi Pico W

ผลการวิเคราะห์ ประสิทธิภาพของชุดฝึกสมองกลฝังตัวและอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง ด้วย Raspberry Pi Pico W พบว่า คะแนนระหว่างเรียนซึ่งใช้ในการคำนวณประสิทธิภาพของกระบวนการ (E1, คะแนนเต็ม 100 คะแนน) มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 75.15 ส่วนคะแนนหลังเรียนซึ่งใช้ในการคำนวณประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E2, คะแนนเต็ม 30 คะแนน) มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 76.63 เมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐาน 75/75 พบว่าชุดฝึกมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

ผู้วิจัยได้สรุปค่าประสิทธิภาพจากคะแนนการทำใบงานระหว่างเรียน (E1) จำนวน 10 ใบงาน และแบบทดสอบหลังเรียน (E2) ของกลุ่มตัวอย่างจำนวน 24 คน ผลดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพชุดฝึกสมองกลฝังตัวและอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง ด้วย Raspberry Pi Pico W

รายการประเมิน	คะแนนเต็ม	$\bar{x}$	ร้อยละ
ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E1) - คะแนนระหว่างเรียน (ใบงาน)	100	75.15	75.15
ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E2) - คะแนนทดสอบหลังเรียน	30	22.99	76.63

หมายเหตุ E1 = (คะแนนเฉลี่ยระหว่างเรียน ÷ 100) × 100, E2 = (คะแนนเฉลี่ยหลังเรียน ÷ 30) × 100

จากตารางที่ 2 พบว่า ชุดฝึกสมองกลฝังตัวและอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งด้วย Raspberry Pi Pico W มีประสิทธิภาพของกระบวนการ (E1) เท่ากับ 75.15% และประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E2) เท่ากับ 76.63% โดยค่าเฉลี่ยของ E1 (75.15) มาจากคะแนนเต็ม 100 คะแนน และค่าเฉลี่ยของ E2 (22.99) มาจากคะแนนเต็ม 30 คะแนน เมื่อแปลงเป็นร้อยละตามสูตร E1/E2 แล้ว พบว่าชุดฝึกมีประสิทธิภาพโดยรวมเท่ากับ 75.15/76.63 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 75/75 ที่กำหนดไว้

3. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนก่อนและหลังการใช้ชุดฝึกสมองกลฝังตัวและอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งด้วย Raspberry Pi Pico W

เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาก่อนและหลังการใช้ชุดฝึกสมองกลฝังตัวและอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง ด้วย Raspberry Pi Pico W ผู้วิจัยได้นำคะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์มาวิเคราะห์ด้วยสถิติ *t*-test for Dependent Samples ผลการวิเคราะห์ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังการใช้ชุดฝึกสมองกลฝังตัวและอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง ด้วย Raspberry Pi Pico W

การทดสอบ	n	คะแนนเต็ม	$\bar{x}$	SD	*t*	Sig. (2-tailed)
ก่อนเรียน (Pre-test)	24	30	12.54	2.81		
หลังเรียน (Post-test)	24	30	22.99	2.55		
ผลต่าง (Post-Pre)	24	–	Δ = 10.45	–	15.32	$p < .001$

หมายเหตุ: ผล paired *t*-test แสดงว่า $t(23) = 15.32$, $p<.001$; ผลต่างเฉลี่ย *(Post–Pre)* 10.45 คะแนน, 95% CI [9.04, 11.86], และ Cohen's $d_{(z)} = 3.13$ (ขนาดใหญ่มาก)

จากตารางที่ 3 พบว่า คะแนนเฉลี่ยหลังเรียน ($\bar{x}$ = 22.99) สูงกว่าก่อนเรียน ($\bar{x}$ = 12.54) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($t(23) = 15.32$, $p < .001$) โดยมีคะแนนผลต่างเฉลี่ย (Δ) เพิ่มขึ้น 10.45 คะแนน (95% CI [9.04, 11.86])

นอกจากนี้ ขนาดอำนาจผล (Effect Size) แบบ Cohen's $d_{(z)} = 3.13$ จัดอยู่ในระดับ ใหญ่มาก (Very Large Effect Size) ซึ่งสะท้อนถึงแนวโน้มเชิงบวกและศักยภาพของการใช้ชุดฝึกสมองกลฝังตัวและอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งด้วย Raspberry Pi Pico W ที่พัฒนาขึ้นในการส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้เรียน อย่างไรก็ตาม เนื่องจากการวิจัยครั้งนี้ใช้แบบแผนการทดลองแบบกลุ่มเดียววัดก่อน – หลัง ผลลัพธ์ที่ได้จึงควรพิจารณาร่วมกับความเป็นไปได้ของอิทธิพลจากผลของการทดสอบซ้ำ (testing effect) ซึ่งเป็นข้อจำกัดของการวิจัย

อภิปรายผล

การวิจัยและพัฒนาชุดฝึกสมองกลฝังตัวและอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งด้วย Raspberry Pi Pico W มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพ ศึกษาประสิทธิภาพ และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนสาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ ผลการวิจัยสามารถอภิปรายได้ในประเด็นสำคัญ ดังนี้

1. ประเด็นด้านคุณภาพและการลดภาระทางปัญญา ผลการประเมินคุณภาพของชุดฝึกโดยผู้เชี่ยวชาญ พบว่า มีความเหมาะสมโดยรวมอยู่ในระดับ มากที่สุด ($\bar{x}$ = 4.63, SD = 0.41) สะท้อนให้เห็นว่าการออกแบบชุดฝึกในลักษณะแพลตฟอร์มการเรียนรู้แบบบูรณาการ ซึ่งรวมอินพุต - เอาต์พุตและเซนเซอร์ที่จำเป็นไว้บนบอร์ดเดียว มีส่วนช่วยลดความซับซ้อนด้านฮาร์ดแวร์และลดภาระทางปัญญาที่ไม่จำเป็น (Extraneous Cognitive Load) ตามทฤษฎีภาระทางปัญญา (Cognitive Load Theory) ของ Sweller [16] ซึ่งระบุว่าการลดภาระงานที่ไม่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาหลักจะช่วยเพิ่มพื้นที่หน่วยความจำปฏิบัติการ (Working Memory) สำหรับการเรียนรู้ที่แท้จริง (Germane Load) ผู้เรียนจึงสามารถมุ่งความสนใจไปที่การเขียนโปรแกรม การวิเคราะห์การทำงานของระบบ และการแก้ปัญหาเชิงตรรกะได้อย่างมีประสิทธิภาพ ผลดังกล่าวสอดคล้องกับงานวิจัยของ Juikumjorn et al. [4] และ Sornla and Weerasin [8] ที่พบว่าการใช้ชุดฝึกปฏิบัติการสำเร็จรูปช่วยขจัดปัญหาความยุ่งยากและความผิดพลาดในการต่อวงจร (Wiring Errors) ทำให้ผู้เรียนมีสมาธิจดจ่อกับเนื้อหาบทเรียนได้มากขึ้น นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับ Bajracharya et al. [14] ที่ระบุว่าชุดการเรียนรู้ IoT ที่ออกแบบเฉพาะช่วยส่งเสริมความเข้าใจเชิงระบบทั้งในภาคทฤษฎีและปฏิบัติได้อย่างชัดเจน

2. ประเด็นด้านประสิทธิภาพและเส้นโค้งการเรียนรู้ ผลการศึกษาประสิทธิภาพของชุดฝึกมีค่าเท่ากับ 75.15/76.63 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 75/75 ทั้งนี้ ชุดฝึกสามารถส่งเสริมประสิทธิภาพได้สูง โดยมีปัจจัยสำคัญจากสถาปัตยกรรมของบอร์ด Raspberry Pi Pico W ที่รองรับภาษา MicroPython ซึ่งมีโครงสร้างภาษาที่เรียบง่ายและเป็นภาษาระดับสูง (High-level Language) ช่วยลดความซับซ้อนในการเขียนคำสั่งควบคุมฮาร์ดแวร์และการเชื่อมต่อเครือข่าย Wi-Fi เมื่อเทียบกับภาษาในแพลตฟอร์มดั้งเดิม ส่งผลให้เส้นโค้งการเรียนรู้ (Learning Curve) ของผู้เรียนลดลง ผู้เรียนจึงใช้เวลาน้อยลงในการแก้ไขข้อผิดพลาดทางไวยากรณ์ (Syntax Error) และมีเวลามากขึ้นในการทำความเข้าใจกระบวนการคิด

เชิงตรรกะและการแก้ปัญหาเชิงระบบ ผลลัพธ์สอดคล้องกับงานวิจัยของ Doropoulou et al. [13] ที่ระบุว่าการเลือกใช้ MicroPython ร่วมกับ Raspberry Pi Pico ช่วยลดอุปสรรคด้านการเขียนโปรแกรมสำหรับผู้เริ่มต้น ทำให้สามารถพัฒนาชิ้นงาน IoT ได้รวดเร็วขึ้น และสอดคล้องกับ Loker [11] ที่รายงานว่า Raspberry Pi Pico เป็นอุปกรณ์ที่มีความเหมาะสมสำหรับการจัดการเรียนรู้ด้าน IoT ในยุคปัจจุบัน

3. ประเด็นด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความเท่าเทียม ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบว่าคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($t(23) = 15.32$, $p<.001$) และมีขนาดอำนาจผลในระดับใหญ่มาก (Cohen's $d_{(z)} = 3.13$) แสดงให้เห็นว่าชุดฝึกที่พัฒนาขึ้นมีอิทธิพลต่อการเรียนรู้ของผู้เรียนอย่างมีนัยสำคัญ การใช้ชุดฝึกมาตรฐานช่วยให้ผู้เรียนทุกคนได้รับโอกาสในการฝึกปฏิบัติจริงอย่างเท่าเทียมกัน ลดความเหลื่อมล้ำด้านอุปกรณ์การเรียนรู้ (Equity Gap) และสอดคล้องกับแนวคิดการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) โดยเฉพาะแนวคิด Constructionism ของ Papert [17] ที่เน้นว่าการเรียนรู้เกิดขึ้นได้ดีที่สุดเมื่อผู้เรียนได้ลงมือสร้างชิ้นงานที่จับต้องได้ (Learning by Making) รวมถึงงานวิจัยของ Nilkong and Manosuttirit [10] และ Loker [12] ที่ยืนยันศักยภาพของแพลตฟอร์มสมองกลฝังตัวและ IoT ในการพัฒนาทักษะการเขียนโปรแกรมและการคิดเชิงระบบของผู้เรียนได้อย่างเป็นรูปธรรม ผลการวิจัยนี้สะท้อนถึงศักยภาพของชุดฝึกดังกล่าวในการสนับสนุนการจัดการเรียนรู้เชิงปฏิบัติด้านสมองกลฝังตัวและ IoT และบ่งชี้ความเหมาะสมในการนำไปประยุกต์ใช้ประกอบการจัดการเรียนรู้ในรายวิชา 31901 - 2010 การประยุกต์ใช้ระบบ IoT ในชีวิตประจำวัน ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2567 ได้อย่างเป็นรูปธรรม อย่างไรก็ตาม ผลลัพธ์ควรพิจารณาร่วมกับข้อจำกัดของการวิจัยแบบกลุ่มเดียววัดก่อน – หลัง และควรมีการศึกษาซ้ำในบริบทหรือกลุ่มตัวอย่างที่หลากหลายเพื่อตรวจสอบความทั่วไปของผลการวิจัย

ข้อจำกัดของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีข้อจำกัดบางประการที่ควรพิจารณาในการตีความและนำผลไปใช้ ดังนี้

1. การเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบสะดวก (convenience sampling) และการใช้ชั้นเรียนเดิม (intact class) แม้จะเหมาะสมกับบริบทการวิจัยในสถานศึกษาและไม่กระทบต่อโครงสร้างการเรียนการสอน แต่อาจส่งผลต่อความสามารถในการนำผลการวิจัยไปใช้ทั่วไป (generalizability) กับประชากรกลุ่มอื่น ดังนั้น การขยายผลการวิจัยไปยังนักศึกษาสาขาเทคโนโลยีสารสนเทศในสถานศึกษาอื่นควรกระทำด้วยความระมัดระวัง

2. การใช้แบบแผนการวิจัยแบบกลุ่มเดียววัดก่อนและหลังเรียน (one-group pretest-posttest design) โดยไม่มีกลุ่มควบคุม อาจทำให้ไม่สามารถควบคุมตัวแปรแทรกซ้อนบางประการได้อย่างสมบูรณ์ เช่น ผลจากการทดสอบซ้ำ (testing effect) หรือการเรียนรู้ตามธรรมชาติของผู้เรียนตามกาลเวลา (maturation effect) อย่างไรก็ตาม ขนาดอำนาจผลที่สูงมาก (Cohen's $d_{(z)} = 3.13$) บ่งชี้ว่าผลที่ได้รับมีนัยสำคัญเชิงปฏิบัติอย่างแท้จริง

3. ขนาดกลุ่มตัวอย่างค่อนข้างเล็ก (n = 24) แม้จะเพียงพอสำหรับการวิเคราะห์ทางสถิติและให้ผลลัพธ์ที่มีนัยสำคัญ แต่การวิจัยในอนาคตควรขยายขนาดกลุ่มตัวอย่างให้มากขึ้นเพื่อเพิ่มความเชื่อมั่นในผลการวิจัย

4. ผู้วิจัยทำหน้าที่เป็นผู้สอนด้วยตนเองในการทดลองครั้งนี้ ซึ่งอาจมีอคติของผู้วิจัย (researcher bias) ได้ในระดับหนึ่ง อย่างไรก็ตาม เพื่อลดผลกระทบดังกล่าว ผู้วิจัยได้ใช้เกณฑ์การประเมินที่ชัดเจนและเป็นมาตรฐาน (scoring rubrics) ในการให้คะแนนใบงาน และใช้แบบทดสอบปรนัยที่มีเฉลยแน่นอนในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน นอกจากนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่กำหนดไว้อย่างเคร่งครัด โดยไม่แจ้งผู้เรียนเกี่ยวกับสมมติฐานการวิจัย เพื่อให้ผู้เรียนแสดงพฤติกรรมการเรียนรู้ตามธรรมชาติและลดผลกระทบจากการรับรู้ของผู้เรียนว่าตนเองอยู่ในการทดลอง (Hawthorne effect)

ทั้งนี้ แม้จะมีข้อจำกัดดังกล่าว ผลการวิจัยยังคงมีคุณค่าและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในบริบทของการจัดการเรียนการสอนในสถานศึกษาอาชีวศึกษาที่มีลักษณะใกล้เคียงกันได้

ข้อเสนอแนะ

จากการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะเพื่อการนำไปใช้และการวิจัยพัฒนาต่อไป ดังนี้

1. ข้อเสนอแนะเชิงปฏิบัติสำหรับการนำไปใช้ ผู้สอนควรเตรียมความพร้อมด้านเครื่องคอมพิวเตอร์และติดตั้งซอฟต์แวร์ Thonny IDE ให้พร้อมใช้งาน รวมถึงควรศึกษาคู่มือการใช้งานชุดฝึกอย่างละเอียดเพื่อทำหน้าที่เป็นผู้ให้คำแนะนำ (Facilitator) ในช่วงเริ่มต้นของการฝึกปฏิบัติ นอกจากนี้ ชุดฝึกนี้มีความยืดหยุ่นสูง สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในสาขาวิชาอื่น ๆ ภายใต้ประเภทวิชาอุตสาหกรรมดิจิทัลและเทคโนโลยีสารสนเทศได้เป็นอย่างดี โดยเฉพาะ สาขาวิชา 31909 เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ ในรายวิชาที่เน้นการเชื่อมต่ออุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ (Computer Interfacing) และ สาขาวิชา 31906 เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ เพื่อใช้เป็นฐานในการฝึกทักษะการเขียนโปรแกรมภาษา Python สำหรับประยุกต์ใช้งานด้านปัญญาประดิษฐ์ร่วมกับอุปกรณ์ IoT (AIoT) ซึ่งสอดคล้องกับสมรรถนะวิชาชีพในหลักสูตรปัจจุบัน

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยต่อยอดควรมีการพัฒนาชุดฝึกให้รองรับการเชื่อมต่อกับเทคโนโลยีสื่อสารระยะไกลในภาคอุตสาหกรรม เช่น LoRaWAN หรือ NB-IoT เพื่อให้สอดคล้องกับแนวโน้มเทคโนโลยี Smart City ในอนาคต นอกจากนี้ ควรมีการวิจัยเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจระหว่างกลุ่มที่ใช้ชุดฝึกนี้กับกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการจำลองการทำงานบนซอฟต์แวร์ (Simulation) เพื่อยืนยันประสิทธิผลของการเรียนรู้เชิงปฏิบัติ (Hands-on) ให้ชัดเจนยิ่งขึ้น

3. ข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย ผู้บริหารสถานศึกษาและหน่วยงานต้นสังกัดควรมีนโยบายสนับสนุนงบประมาณในการจัดหาสื่อการเรียนรู้ประเภทชุดฝึกปฏิบัติการสำเร็จรูป (Training Kit) ที่มีมาตรฐานให้เพียงพอกับจำนวนผู้เรียน เพื่อลดความเหลื่อมล้ำในการเข้าถึงอุปกรณ์และสร้างสภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการเรียนรู้เชิงปฏิบัติ (Active Learning) อย่างทั่วถึง นอกจากนี้ ควรพิจารณาส่งเสริมให้มีการบูรณาการภาษาโปรแกรมระดับสูง เช่น Python หรือ MicroPython เข้าสู่การเรียนการสอนรายวิชาพื้นฐานด้านไมโครคอนโทรลเลอร์อย่างเป็นรูปธรรม เพื่อเตรียมความพร้อมกำลังคนอาชีวศึกษาให้มีทักษะสอดคล้องกับความต้องการของภาคอุตสาหกรรมดิจิทัลและเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ (AI) ในปัจจุบัน

เอกสารอ้างอิง

[1] Statista Research Department, “Number of Internet of Things (IoT) connected devices worldwide from 2019 to 2030,” 2023. [Online]. Available: https://www.statista.com/statistics/1183457/iot-connected-devices-worldwide/ (Accessed: Dec. 6, 2025).

[2] World Economic Forum, *The Future of Jobs Report 2023*, 2023. [Online]. Available: https://www.weforum.org/reports/the-future-of-jobs-report-2023/ (Accessed: Dec. 6, 2025).

[3] Office of the Vocational Education Commission (VEC), *Higher Vocational Certificate Curriculum B.E. 2567: Information Technology (31901)*, BSQ/VEC, 2024. [Online]. Available: https://bsq.vec.go.th/Portals/9/Course/30/2567/31900/31901v7.pdf (Accessed: Dec. 6, 2025).

[4] K. Juikumjorn, S. Angsopa, T. Pikoolthong, and W. Vigromsakulwong, “The Development of Laboratory Exercises for the Fundamentals of Microcontroller Programming and Basic Robotics Control for Students in Academic Collaboration Programs,” *Journal of Technical and Engineering Education*, vol. 15, no. 3, pp. 58–69, 2024, doi: 10.14416/j.ftee.2024.12.06 (in Thai)

[5] S. Deewanichsakul, W. Wangworawong, A. Binawaekachaeh, U. Janthontapo, and N. Jeenupong, “The Development of Practical Set for PLC Programming to Control a Pneumatic System,” *Journal of Technical and Engineering Education*, vol. 15, no. 1, pp. 49–58, 2024, doi: 10.14416/j.ftee.2024.04.05 (in Thai)

[6] S. Phowong, “The Development of Audio Equipment Competency Training Board SMP 88–96, Audio Equipment Course, code of 20105-2008,” *Journal of Technical and Engineering Education*, vol. 15, no. 3, pp. 82–96, 2024, doi: 10.14416/j.ftee.2024.12.08 (in Thai)

[7] S. Kongsintu and N. Suksong, “Construction of Teaching Package on Servo Motor Control with PLC,” *Journal of Technical and Engineering Education*, vol. 14, no. 2, pp. 16–29, 2023, doi: 10.14416/j.ftee.2023.08.02 (in Thai)

[8] P. Sornla and W. Weerasin, “Development and Training of User Interface Training Kit for Smart Farm Control System,” *Journal of Technical and Engineering Education*, vol. 15, no. 1, pp. 40–48, 2024, doi: 10.14416/j.ftee.2024.04.04 (in Thai)

[9] S. Chuenchomnakjad, P. Promseenong, and P. Sema, “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*, vol. 15, no. 1, pp. 29–39, 2024, doi: 10.14416/j.ftee.2024.04.03 (in Thai)

[10] P. Nilkong and 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, 2025. [Online]. Available: https://so10.tci-thaijo.org/index.php/FTEJournal/article/view/1890 (Accessed: Dec. 6, 2025).

[11] D. R. Loker, “Raspberry Pi Pico as an IoT Device,” in *Proc. ASEE Annu. Conf. & Expo.*, Baltimore, MD, USA, 2023, doi: 10.18260/1-2--44016

[12] D. R. Loker, “Data Acquisition Using the Raspberry Pi Pico W,” in *Proc. ASEE Annu. Conf. & Expo.*, 2024. [Online]. Available: https://peer.asee.org/data-acquisition-using-the-raspberry-pi-pico-w.pdf (Accessed: Dec. 6, 2025).

[13] D. Doropoulou, V. Angelopoulos, P. Amanatidis, T. Lagkas, and D. Karampatzakis, “Teaching Embedded Systems and IoT at the University using MicroPython and Raspberry Pi Pico,” in *Proc. 27th Pan-Hellenic Conf. on Informatics (PCI 2023)*, ACM, 2024, doi: 10.1145/3635059.3635079

[14] B. Bajracharya, V. G. Gondi, and D. Hua, “IoT Education using Learning Kits of IoT Devices,” *Information Systems Education Journal*, vol. 19, no. 6, pp. 40–44, 2021. [Online]. Available: https://isedj.org/2021-19/n6/ISEDJv19n6p40.html (Accessed: Dec. 6, 2025).

[15] J. W. Best, *Research in Education*, 4th ed. Englewood Cliffs, NJ, USA: Prentice-Hall, 1981.

[16] J. Sweller, "Cognitive load during problem solving: Effects on learning," *Cognitive Science*, vol. 12, no. 2, pp. 257–285, 1988, doi: 10.1207/s15516709cog1202_4

[17] S. Papert, *Mindstorms: Children, Computers, and Powerful Ideas*. New York, NY, USA: Basic Books, 1980.

การอ้างอิงบทความนี้

APA Chaimongkhol, T., (2026). The Development of an Embedded Systems and Internet of Things Training Kit using Raspberry Pi Pico W for Practical Learning for Information Technology Students. *Journal of Technical and Engineering Education,* 17(1), 18- 3 3 Thaijo. https://doi.org/10.14416/j.ftee.2026.04.02

MLA Chaimongkhol, Tharit. “The Development of an Embedded Systems and Internet of Things Training Kit using Raspberry Pi Pico W for Practical Learning for Information Technology Students” *Journal of Technical and Engineering Education*, vol. 17, no. 1, Apr. 2026, pp. 18-33, https://doi.org/10.14416/j.ftee.2026.04.02. Thaijo.

ISO690 T. Chaimongkhol, “The Development of an Embedded Systems and Internet of Things Training Kit using Raspberry Pi Pico W for Practical Learning for Information Technology Students” *Journal of Technical and Engineering Education*, vol. 1 7 , no. 1, pp. 18-33, Apr. 2026, doi: https://doi.org/10.14416/j.ftee.2026.04.02

การพัฒนารูปแบบศักยภาพผู้บริหารสถาบันอาชีวศึกษาเอกชนเพื่อผลิตผู้เรียนตามความต้องการของธุรกิจอุตสาหกรรมในยุคดิจิทัล

The Development of a Model for Enhancing the Potential of Private Vocational Institution Administrators to Produce Learners in Accordance with the Needs of Industrial Business in the Digital Era

สรวรรธน์ ศิริเสนา [1*], ธีรวัช บุณยโสภณ [2], ฉัตรชาญ ทองจับ [3] และ ธีรวุฒิ บุณยโสภณ [1]
Sorawat Sirisena [1*], Teerawat Boonyasopon [2], Chatchan Thongjub [3], and Teravuti Boonyasopon [1]

(วันรับบทความ : 4 มีนาคม 2569/วันแก้ไขบทความ : 21 เมษายน 2569/วันตอบรับบทความ : 29 เมษายน 2569)
(Received Date : March 4, 2026, Revised Date : April 21, 2026, Accepted Date : April 29, 2026)

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาองค์ประกอบ พัฒนารูปแบบ และจัดทำคู่มือแนวทางการพัฒนาศักยภาพผู้บริหารสถาบันอาชีวศึกษาเอกชนเพื่อผลิตผู้เรียนตามความต้องการของธุรกิจอุตสาหกรรมในยุคดิจิทัล โดยใช้กรอบแนวคิด POSDCORB เป็นฐานในการกำหนดองค์ประกอบของศักยภาพ การวิจัยนี้ดำเนินการโดยใช้เทคนิคเดลฟาย 3 รอบ และการประชุมสนทนากลุ่ม กลุ่มเป้าหมาย คือ กลุ่มผู้บริหารสถาบันอาชีวศึกษาเอกชน จำนวน 18 คน กลุ่มผู้เชี่ยวชาญและผู้ทรงคุณวุฒิ 2 กลุ่ม ได้แก่ 1) กลุ่มผู้ทรงคุณวุฒิในการประชุมสนทนากลุ่มสำหรับการประเมินรูปแบบ จำนวน 16 คน และ 2) กลุ่มผู้เชี่ยวชาญในการประเมินคู่มือ จำนวน 5 คน โดยในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ ใช้วิธีวิเคราะห์เชิงเนื้อหา การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติโดยใช้ค่ามัธยฐานและค่าพิสัยระหว่างควอไทล์ ผลการวิจัยพบว่า รูปแบบศักยภาพผู้บริหารประกอบด้วย 7 องค์ประกอบหลัก 23 องค์ประกอบย่อย และ 41 ตัวชี้วัด ขณะที่คู่มือการพัฒนาศักยภาพประกอบด้วย 4 ส่วน ได้แก่ (1) บทนำ (2) แนวทางการพัฒนาศักยภาพ 7 หมวด (3) แนวทางการนำรูปแบบไปใช้ และ (4) การประเมินผลตามองค์ประกอบหลักของรูปแบบ ทั้งนี้ ผลการประเมินความเหมาะสมโดยผู้ทรงคุณวุฒิ พบว่า รูปแบบและคู่มือที่พัฒนาขึ้นมีความเหมาะสมและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการพัฒนาผู้บริหารสถาบันอาชีวศึกษาเอกชนเพื่อผลิตผู้เรียนตามความต้องการของธุรกิจอุตสาหกรรมในยุคดิจิทัล ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ: รูปแบบศักยภาพผู้บริหาร, สถาบันอาชีวศึกษาเอกชน, ธุรกิจอุตสาหกรรมในยุคดิจิทัล

1* ภาควิชาการพัฒนาธุรกิจอุตสาหกรรมและทรัพยากรมนุษย์ คณะพัฒนาธุรกิจและอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1* Industrial Business and Human Resource Development, Faculty of Business and Industrial Development, King Mongkut's University of Technology North Bangkok
2 ภาควิชาการจัดการเทคโนโลยีการผลิตและสารสนเทศ วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
2 Department of Information and Production Technology Management, Faculty of Technical Education, King Mongkut's University of Technology North Bangkok
3 ภาควิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมเครื่องต้นกำลัง วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
3 Department of Power Engineering Technology, Faculty of Industrial Technology, King Mongkut's University of Technology North Bangkok
* ผู้นิพนธ์ประสานงาน โทร. 064 - 5426555 อีเมล: s6616011956096@email.kmutnb.ac.th
* Corresponding Author, Tel. +6664 - 5426555 E-mail: s6616011956096@email.kmutnb.ac.th
Doi: 10.14416/j.ftee.2026.04.03

Abstract

This research aims to investigate the components, develop a model, and create a guideline manual for enhancing the potential of executives in private vocational education institutions to produce graduates that meet the needs of industrial businesses in the digital era. The POSDCORB framework was employed as the foundation for defining the potential components. The study was conducted using a three-round Delphi technique and focus group discussions. The target group consisted of 18 executives from private vocational education institutions, along with two groups of experts and specialists: (1) 16 experts participating in focus group discussions to evaluate the model, and (2) 5 experts responsible for evaluating the manual. Qualitative data were analyzed using content analysis, while quantitative data were analyzed using median and interquartile range. The findings revealed that the executive potential model comprises 7 main components, 23 sub-components, and 41 indicators. The potential development manual consists of four parts: (1) Introduction, (2) potential development guidelines across seven categories, (3) guidelines for implementing the model, and (4) evaluation based on the main components of the model. The evaluation results by experts indicated that the developed model and manual are appropriate and can be effectively applied to enhance the competencies of executives in private vocational education institutions to produce graduates that meet the needs of industrial businesses in the digital era.

Keywords: Administrator Potential Model, Private Vocational Institution, Industrial Business in the Digital-Era

บทนำ

การศึกษาเป็นรากฐานสำคัญในการพัฒนาสังคมและประเทศชาติ เป็นเครื่องมือในการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ให้มีคุณภาพและศักยภาพ เพื่อรองรับการพัฒนาประเทศในทุกมิติ รัฐบาลไทยตระหนักถึงความสำคัญของการศึกษา จึงได้กำหนดนโยบายส่งเสริมให้เยาวชนไทยมีโอกาสในการเข้าถึงการศึกษาที่มีคุณภาพอย่างทั่วถึงและเท่าเทียม โดยเฉพาะอย่างยิ่งการส่งเสริมการศึกษาในสายอาชีวศึกษา ซึ่งเป็นกำลังสำคัญในการผลิตและพัฒนาแรงงานฝีมือเพื่อตอบสนองความต้องการของภาคการผลิตและบริการของประเทศ [1] ในปัจจุบันการจัดการอาชีวศึกษาในประเทศไทย โดยเฉพาะในภาคเอกชน กำลังเผชิญกับความท้าทายหลายประการ ทั้งในด้านการลดลงของจำนวนผู้เรียน การแข่งขันที่สูงขึ้น และการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วของเทคโนโลยีและความต้องการของตลาดแรงงาน จากข้อมูลของ กระทรวงศึกษาธิการ [2] พบว่า สัดส่วนผู้เรียนในสายอาชีวศึกษาต่อผู้เรียนในสายสามัญศึกษาในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายของไทยยังอยู่ในระดับต่ำ โดยในปีการศึกษา 2567 มีสัดส่วนเพียง 30:70 ซึ่งห่างไกลจากเป้าหมายที่รัฐบาลตั้งไว้ที่ 50:50 สถานการณ์ดังกล่าวสะท้อนให้เห็นถึงปัญหาเชิงโครงสร้างของระบบการศึกษาไทย โดยเฉพาะอย่างยิ่งค่านิยมของสังคมที่มุ่งเน้นการศึกษาต่อในระดับอุดมศึกษา ทำให้การเลือกเรียนในสายอาชีวศึกษาไม่ได้รับความนิยมเท่าที่ควร ทั้งที่ตลาดแรงงานมีความต้องการกำลังคนที่มีทักษะวิชาชีพเป็นจำนวนมาก

ในยุคศตวรรษที่ 21 โลกกำลังเผชิญกับการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วและรุนแรงจากเทคโนโลยีดิจิทัลที่ก่อให้เกิด Digital Disruption ในทุกภาคส่วน ทั้งธุรกิจ อุตสาหกรรม การบริการ และการศึกษา โดย Schwab [3] ชี้ให้เห็นว่าการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวส่งผลให้ความต้องการกำลังคนที่มีทักษะด้านดิจิทัลเพิ่มขึ้นอย่างก้าวกระโดด โดยเฉพาะในภาคอุตสาหกรรมที่กำลังก้าวเข้าสู่ยุคอุตสาหกรรม 4.0 ซึ่งเป็นจุดเปลี่ยนสำคัญของการนำเทคโนโลยีดิจิทัลขั้นสูงมาใช้ในกระบวนการผลิตและการดำเนินธุรกิจ เช่น ปัญญาประดิษฐ์ อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง การวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่ การประมวลผลแบบคลาวด์ และหุ่นยนต์อุตสาหกรรม Hermann et al. [4] ระบุว่าการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวทำให้เกิดความต้องการแรงงานที่มีสมรรถนะใหม่ โดยเฉพาะทักษะดิจิทัล การคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหา และการทำงานร่วมกับ

เทคโนโลยีสมัยใหม่ ส่งผลให้ระบบการศึกษา โดยเฉพาะการอาชีวศึกษา ซึ่งมีบทบาทในการผลิตกำลังคนระดับกลางที่มีทักษะเฉพาะทาง ต้องเผชิญกับความท้าทายในการปรับตัวทั้งด้านหลักสูตร การจัดการเรียนการสอน และการบริหารจัดการ เพื่อให้สามารถผลิตกำลังคนที่สอดคล้องกับความต้องการของตลาดแรงงานในยุคดิจิทัล [5] การผลิตผู้เรียนให้สอดคล้องกับความต้องการของธุรกิจอุตสาหกรรมในยุคดิจิทัลจำเป็นต้องคำนึงถึงบริบทเฉพาะของสถาบันอาชีวศึกษาเอกชน ซึ่งมีลักษณะการดำเนินงานแตกต่างจากสถาบันของรัฐ โดยเฉพาะข้อจำกัดด้านงบประมาณ การพึ่งพาตนเอง และการแข่งขันที่รุนแรงในตลาดการศึกษา จึงต้องบริหารจัดการทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ พร้อมทั้งพัฒนาคุณภาพการศึกษาและสร้างความแตกต่างเพื่อดึงดูดผู้เรียน ส่งผลให้การพัฒนาศักยภาพผู้บริหารต้องมีความต่อเนื่องและทันสมัย โดยกรอบแนวคิด POSDCORB ซึ่งครอบคลุมหน้าที่การบริหารอย่างเป็นระบบ ทั้งการวางแผน การจัดองค์การ การบริหารทรัพยากรบุคคล การอำนวยการ การประสานงาน การรายงาน และการงบประมาณ [6] มีความสอดคล้องกับบทบาทของผู้บริหารที่เน้นการบริหารแบบองค์รวมทั้ง 7 หน้าที่ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในบริบทของสถาบันอาชีวศึกษาเอกชน ซึ่งมีความคล่องตัวและความยืดหยุ่นในการบริหารจัดการสูงกว่าสถาบันของรัฐ จึงมีโอกาสในการปรับตัวและพัฒนานวัตกรรมทางการศึกษาเพื่อตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงได้อย่างรวดเร็ว ขณะที่กรอบภาวะผู้นำอื่นมักมุ่งเน้นพฤติกรรมหรือคุณลักษณะของผู้นำเป็นหลักและยังไม่ครอบคลุมมิติการบริหารเชิงระบบอย่างครบถ้วน ทั้งนี้ Northouse [7] กล่าวว่าศักยภาพของผู้บริหารเป็นปัจจัยสำคัญต่อประสิทธิภาพองค์กร

แม้ว่าจะมีงานวิจัยด้านสมรรถนะผู้บริหารจำนวนมาก แต่ยังไม่มีกรอบที่บูรณาการ POSDCORB กับบริบทอาชีวศึกษาเอกชนในยุคดิจิทัลอย่างเป็นระบบ เพื่อให้ผู้บริหารมีความสามารถในการนำพาสถาบันอาชีวศึกษาเอกชนสู่การเป็นองค์กรแห่งการเรียนรู้ที่สามารถผลิตกำลังคนที่มีคุณภาพ มีทักษะและความสามารถตรงตามความต้องการของอุตสาหกรรมดิจิทัล ซึ่งจะช่วยเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศและสนับสนุนการพัฒนาประเทศไทยสู่ยุคอุตสาหกรรม 4.0 ได้อย่างมั่นคงและยั่งยืน

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาองค์ประกอบของศักยภาพผู้บริหารสถาบันอาชีวศึกษาเอกชน เพื่อผลิตผู้เรียนตามความต้องการของธุรกิจอุตสาหกรรมในยุคดิจิทัล
2. เพื่อพัฒนารูปแบบเสริมสร้างศักยภาพผู้บริหารสถาบันอาชีวศึกษาเอกชนเพื่อผลิตผู้เรียนตามความต้องการของธุรกิจอุตสาหกรรมในยุคดิจิทัล

ทบทวนวรรณกรรม

ทฤษฎีการจัดการ (Management Theories)

การบริการจัดการใช้ทฤษฎีของ Gulick & Urwick อ้างอิงจาก ธิดารัตน์ สืบญาติ [8] เน้นกระบวนการบริหารที่ครอบคลุม 7 ขั้นตอน ได้แก่ Planning, Organizing, Staffing, Directing, Coordinating, Reporting และ Budgeting มีรายละเอียดดังนี้

1) Planning (การวางแผน) เกี่ยวข้องกับการกำหนดเป้าหมาย การวางกลยุทธ์ และการกำหนดการดำเนินการที่จำเป็นเพื่อให้บรรลุเป้าหมายเหล่านั้น กระบวนการนี้เป็นการคิดไปข้างหน้า ซึ่งต้องมีการวิเคราะห์สถานะปัจจุบันขององค์กร การระบุโอกาสและความท้าทาย และการพัฒนาแผนเพื่อใช้ประโยชน์จากโอกาสและเอาชนะความท้าทายต่าง ๆ การวางแผนทำหน้าที่เป็นแผนงานสำหรับกิจกรรมขององค์กรและทำให้มั่นใจว่ามีการจัดสรรทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ

2) Organizing (การจัดองค์การ) เกี่ยวข้องกับการจัดโครงสร้างและจัดการทรัพยากร งาน และบุคลากรภายในองค์กร ซึ่งรวมถึงการสร้างโครงสร้างที่เป็นทางการ การกำหนดบทบาทและความรับผิดชอบ และการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งหรือแผนกต่าง ๆ การจัดระเบียบทำให้มั่นใจว่ามีบุคลากรที่เหมาะสมในบทบาทที่เหมาะสม มีการจัดสรรทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ และมีความชัดเจนในขั้นตอนการทำงานและสายการบังคับบัญชา

3) Staffing (การจัดบุคลากร) ถือเป็นหัวใจสำคัญของการบริหารจัดการ เนื่องจากการมีบุคลากรที่มีคุณภาพและเหมาะสมกับงานเป็นปัจจัยหลักที่ทำให้องค์กรบรรลุเป้าหมาย การจัดบุคลากรครอบคลุมกระบวนการทั้งหมดตั้งแต่การสรรหา (Recruitment) การคัดเลือก (Selection) การแต่งตั้ง (Placement) การฝึกอบรมและพัฒนา (Training and Development) การประเมินผลการปฏิบัติงาน (Performance Evaluation) ตลอดจนการรักษาบุคลากรให้อยู่กับองค์กร

อย่างยั่งยืน (Retention) เมื่อเชื่อมโยงกับการพัฒนาศักยภาพผู้บริหารสถานศึกษาเอกชน จะเห็นได้ว่าเป็นกระบวนการสำคัญที่ผู้บริหารต้องใช้ทักษะ ความรู้ และวิสัยทัศน์ในการคัดเลือก จัดวาง และพัฒนาบุคลากรทางการศึกษา เพื่อให้เกิดคุณภาพและประสิทธิภาพในการจัดการศึกษาในยุคดิจิทัล

4) Directing (การอำนวยการ) หมายถึงกระบวนการชี้นำ กำกับ และสร้างแรงจูงใจให้บุคลากรในองค์กรปฏิบัติงานไปสู่เป้าหมายที่กำหนดไว้ โดยผู้บริหารต้องใช้ทั้งทักษะการสื่อสาร ภาวะผู้นำ (Leadership) และการสร้างแรงบันดาลใจเพื่อกระตุ้นให้บุคลากรทำงานอย่างเต็มความสามารถ การอำนวยการไม่ได้เป็นเพียงการสั่งการเชิงอำนาจ แต่ยังครอบคลุมการชี้แนะแนวทาง (Guidance) การแก้ไขปัญหา

5) Coordinating (การประสานงาน) หมายถึงกระบวนการสร้างความเชื่อมโยงและบูรณาการงานระหว่างบุคคล หน่วยงาน หรือแผนกต่าง ๆ เพื่อให้เกิดความสอดคล้อง ลดความซ้ำซ้อน และป้องกันความขัดแย้งในการดำเนินงาน การประสานงานเป็นเครื่องมือที่ทำให้องค์กรสามารถขับเคลื่อนไปสู่เป้าหมายเดียวกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยผู้บริหารมีบทบาทสำคัญในการกำหนดช่องทางการสื่อสาร การสร้างความร่วมมือ และการจัดการความสัมพันธ์ในองค์กร

6) Reporting (การรายงาน) หมายถึงกระบวนการรวบรวม วิเคราะห์ และสื่อสารข้อมูลเกี่ยวกับผลการดำเนินงานขององค์กรต่อผู้บังคับบัญชา ผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย หรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้เกิดความโปร่งใส ตรวจสอบได้ และนำไปสู่การปรับปรุงและพัฒนาองค์กร การรายงานเป็นกลไกสำคัญที่ช่วยให้ผู้บริหารสามารถประเมินประสิทธิภาพการดำเนินงาน วางแผนพัฒนา และสร้างความน่าเชื่อถือขององค์กรในสายตาของสังคม

7) Budgeting (การงบประมาณ) เป็นหน้าที่ด้านการบริหารที่เกี่ยวข้องกับการวางแผน จัดสรร ควบคุม และตรวจสอบการใช้ทรัพยากรทางการเงินขององค์กรอย่างมีประสิทธิภาพ งบประมาณจึงไม่ใช่เพียงตัวเลขรายรับ-รายจ่ายเท่านั้น แต่เป็นเครื่องมือเชิงกลยุทธ์ที่ช่วยให้ผู้บริหารสามารถกำหนดลำดับความสำคัญของนโยบาย สร้างความโปร่งใส และตรวจสอบความคุ้มค่าในการดำเนินงาน

แนวคิดการจัดการอาชีวศึกษาเอกชนในยุคดิจิทัล

การจัดการอาชีวศึกษาเอกชนในยุคดิจิทัล หมายถึง กระบวนการวางแผน การจัดองค์กร การบริหารทรัพยากร และการพัฒนาหลักสูตรในสถาบันอาชีวศึกษาเอกชน โดยนำเทคโนโลยีดิจิทัลเข้ามาใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนการสอน การบริหารจัดการ และการตอบสนองต่อความต้องการของตลาดแรงงาน

องค์ประกอบของการจัดการอาชีวศึกษาเอกชนในยุคดิจิทัล

การจัดการอาชีวศึกษาเอกชนในยุคดิจิทัลเป็นกระบวนการที่มุ่งเน้นการปรับตัวของสถาบันให้สอดคล้องกับความเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีและความต้องการของตลาดแรงงาน การพัฒนาและปรับปรุงระบบการเรียนการสอนการบริหารทรัพยากรบุคคล การวางแผนหลักสูตร และการใช้ข้อมูลเชิงวิเคราะห์เพื่อสนับสนุนการตัดสินใจ ถือเป็นกลไกสำคัญที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพและคุณภาพของการศึกษา นอกจากนี้ การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีดิจิทัลยังช่วยให้ผู้เรียนสามารถเข้าถึงการเรียนรู้ได้สะดวกมากขึ้น และช่วยให้สถาบันสามารถสร้างความได้เปรียบเชิงการแข่งขันในตลาดการศึกษา [9]

กรพัฒน์ ศรีชนะ และคณะ [11] กล่าวว่า ยุทธศาสตร์การบริหารสถานศึกษาอาชีวศึกษาเอกชนในยุคดิจิทัล ประกอบด้วย 5 ยุทธศาสตร์หลัก ได้แก่

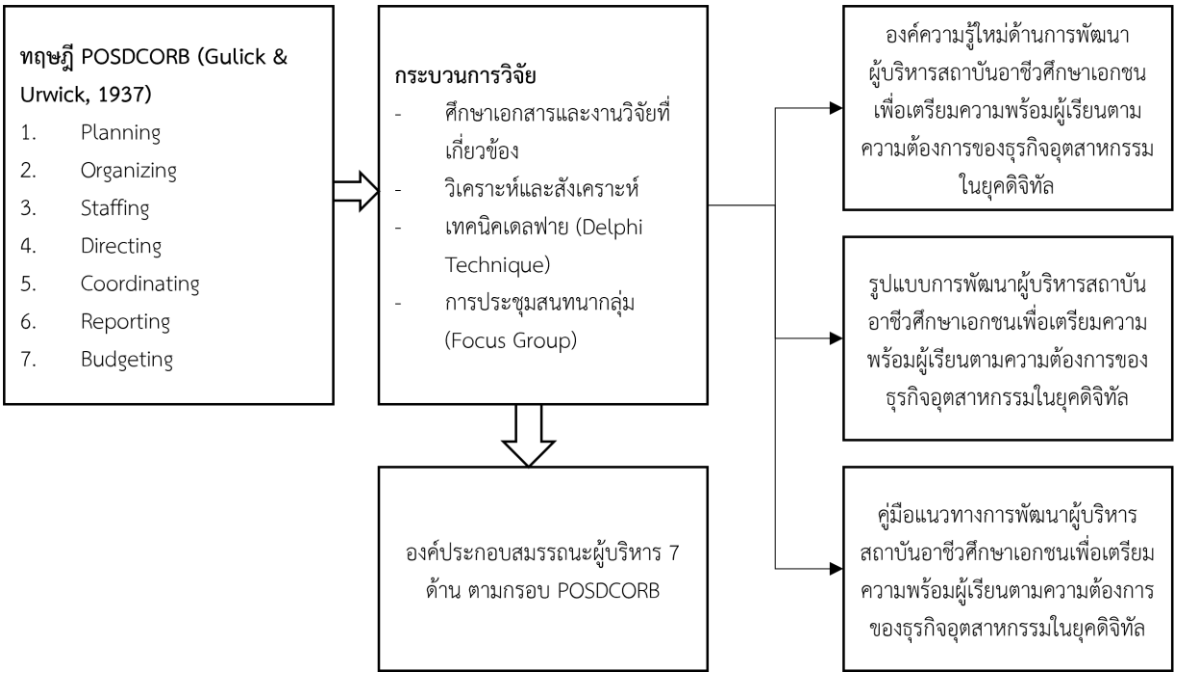
1. การพลิกโฉมบุคลากร มุ่งเน้นการส่งเสริมให้ผู้บริหารและบุคลากรในสถานศึกษามีความรู้ ความสามารถ และใฝ่หาความรู้ใหม่ ๆ อย่างต่อเนื่อง รวมถึงการมีทัศนคติที่ดีในการทำงานและสามารถปรับตัวต่อสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงได้อย่างทันท่วงทีในยุคดิจิทัล
2. การใช้สื่อ เทคโนโลยีใหม่ ๆ อยู่เสมอ เป็นการส่งเสริมให้ผู้บริหารสถานศึกษาและบุคลากรสถานศึกษาอาชีวศึกษาเอกชน มีความสามารถในการใช้สื่อ เทคโนโลยี ในการแสวงหาความรู้จากหลายแหล่ง ผ่านสื่อต่างๆ ที่ทันต่อการเปลี่ยนแปลง
3. สร้างเครือข่ายความร่วมมือที่หลากหลาย ถือเป็นสิ่งที่สำคัญของสถานศึกษาอาชีวศึกษาเอกชน ในการสร้างเครือข่ายพันธมิตรกับสถานศึกษาอื่นตลอดจนกับหน่วยงานอื่นทั้งภาครัฐและเอกชน เพื่อให้เกิดความคล่องตัวในการบริหารสถานศึกษา

4. คุณภาพของผู้สำเร็จการศึกษา ซึ่งเมื่อผู้เรียนสำเร็จการศึกษาควรมีคุณภาพครอบคลุมอย่างน้อย 3 ด้าน ได้แก่ (1) ด้านคุณลักษณะที่พึงประสงค์ (2) ด้านสมรรถนะหลักและสมรรถนะทั่วไป และ (3) ด้านสมรรถนะวิชาชีพ เพื่อให้เป็นผู้สำเร็จการศึกษาที่มีคุณภาพ

5. จัดหาเทคโนโลยีพร้อมกับพัฒนาสภาพแวดล้อมภูมิทัศน์ อาคารสถานที่ ที่เอื้อต่อการเรียนรู้ซึ่งถือเป็นสิ่งที่มีความสำคัญ เพราะเป็นการพัฒนาระบบข้อมูลสารสนเทศและเทคโนโลยี พัฒนาเทคโนโลยีภายในองค์กรให้ทันสมัย พัฒนาสภาพแวดล้อม ภูมิทัศน์ อาคารสถานที่ ที่เอื้อต่อการเรียนรู้ พัฒนาห้องเรียน ห้องปฏิบัติการ มีครุภัณฑ์และสื่อการเรียนการสอนที่สอดคล้องกับยุคดิจิทัล

สรุปได้ว่า องค์ประกอบของการจัดการอาชีวศึกษาเอกชนในยุคดิจิทัลครอบคลุมหลายด้านเพื่อยกระดับคุณภาพผู้เรียนและเพิ่มศักยภาพการแข่งขันของสถานศึกษา ประกอบด้วย การบริหารวิชาการและพัฒนาหลักสูตรที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญและสอดคล้องกับมาตรฐานอุตสาหกรรม การจัดการเรียนการสอนเชิงดิจิทัลที่ใช้เทคโนโลยีและสื่อดิจิทัลสร้างประสบการณ์เรียนรู้แบบมีส่วนร่วม การพัฒนาครูและบุคลากรให้มีทักษะดิจิทัลและสมรรถนะวิชาชีพ การสร้างความร่วมมือกับอุตสาหกรรมและการเรียนรู้ในงานจริงเพื่อเชื่อมโยงกับตลาดแรงงาน การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน ICT และระบบจัดการข้อมูล การประกันคุณภาพและมาตรฐานการศึกษา การบริหารงบประมาณและทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ การกำกับดูแลและใช้ภูมิปัญญาท้องถิ่นควบคู่กับภาคีความร่วมมือ การสนับสนุนนักเรียนและสร้างสมรรถนะเพื่อการจ้างงาน การสร้างเครือข่ายและความร่วมมือระหว่างประเทศ รวมถึงการส่งเสริมความยั่งยืนและความรับผิดชอบทางดิจิทัล ทั้งหมดนี้ถูกบูรณาการเพื่อให้สถานศึกษาอาชีวศึกษาเอกชนสามารถปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีและตลาดแรงงาน สร้างผู้เรียนที่มีสมรรถนะตรงตามความต้องการของสังคมและเศรษฐกิจดิจิทัล

กรอบแนวคิดการวิจัย



รูปภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ใช้เทคนิคเดลฟาย (Delphi Technique) ร่วมกับการประชุมสนทนากลุ่ม (Focus Group Discussion) เนื่องจากเป็นการประเมินความเป็นไปได้และการพยากรณ์อนาคตของการพัฒนารูปแบบศักยภาพผู้บริหารสถาบันอาชีวศึกษาเอกชนเพื่อผลิตผู้เรียนตามความต้องการของธุรกิจอุตสาหกรรมในยุคดิจิทัล

1. กลุ่มเป้าหมายในการวิจัย

กลุ่มผู้เชี่ยวชาญให้ข้อมูลในการวิจัยด้วยเทคนิคเดลฟาย คือ ผู้บริหารสถาบันอาชีวศึกษาเอกชนที่มีผลงานดีเด่นด้านการพัฒนาผู้เรียนด้านดิจิทัล ผู้บริหารจากภาคธุรกิจอุตสาหกรรมในยุคดิจิทัล และผู้กำหนดนโยบายและนักวิชาการด้านการอาชีวศึกษาและการพัฒนากำลังคนดิจิทัล จำนวนทั้งสิ้น 18 คน และกลุ่มผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญประชุมสนทนากลุ่ม จำนวน 16 คน โดยจำนวนของผู้เชี่ยวชาญอ้างอิงจากผลการศึกษาของ Thomas T. Macmillan (1971) [10] กล่าวว่า หากผู้เชี่ยวชาญตั้งแต่ 17 คนขึ้นไป อัตราความคลาดเคลื่อนจะลดน้อยลง ด้วยค่าความคลาดเคลื่อนคงที่ประมาณ 0.02 ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1: การลดลงของค่าความคลาดเคลื่อนตามตามเทคนิควิจัยเดลฟาย

จำนวนผู้เชี่ยวชาญ	ความคลาดเคลื่อน	ความคลาดเคลื่อนที่ลดลง
1-5	1.20-0.70	0.50
5-9	0.70-0.58	0.12
9-13	0.58-0.54	0.04
13-17	0.54-0.50	0.04
17-21	0.50-0.48	0.02
21-25	0.48-0.46	0.02
25-29	0.46-0.44	0.02

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

2.1 เครื่องมือการวิจัยด้วยเทคนิคเดลฟาย

2.1.1 เครื่องมือที่ใช้เทคนิคเดลฟาย รอบที่ 1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบสัมภาษณ์ปลายเปิด (Open-ended Questions) แบบกึ่งโครงสร้าง (Semi-Structured) ในการตรวจสอบคุณภาพของแบบสัมภาษณ์ใช้วิธีการพิจารณาจากความครอบคลุมของเนื้อหา โดยอาจารย์ที่ปรึกษาเป็นผู้ตรวจสอบแบบสัมภาษณ์ และเก็บข้อมูลจากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ และวิเคราะห์ข้อมูลใช้วิธีวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (Content Analysis)

2.1.2 เทคนิคเดลฟาย รอบที่ 2 และรอบที่ 3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบสอบถามแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ [12]

2.2 เครื่องมือที่ใช้เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินความเหมาะสมของรูปแบบศักยภาพผู้บริหารสถาบันอาชีวศึกษาเอกชนเพื่อผลิตผู้เรียนตามความต้องการของธุรกิจอุตสาหกรรมในยุคดิจิทัล เป็นแบบประเมินความเหมาะสมของรูปแบบ

2.3 การตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) โดยประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ของการวิจัยจากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ 5 คน โดยแบ่งการประเมินเป็น 3 ระดับ คือ +1 (สอดคล้อง) 0 (ไม่แน่ใจ) และ -1 (ไม่สอดคล้อง) แล้วนำผลการประเมินแต่ละข้อของผู้เชี่ยวชาญมาหาค่าเฉลี่ย ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ข้อที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง เท่ากับหรือมากกว่า 0.5 ถือว่าข้อคำถามนั้นมีความสอดคล้อง สามารถนำไปใช้ตามวัตถุประสงค์ได้ ซึ่งผลการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญ พบว่า ค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามอยู่ระหว่าง 0.60–1.00

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

3.1 ขั้นตอนที่ 1 การวิจัยด้วยเทคนิคเดลฟาย

3.1.1 เทคนิคเดลฟายรอบที่ 1 การสัมภาษณ์เชิงลึก การเก็บรวบรวมข้อมูลจากการสัมภาษณ์เชิงลึกผู้เชี่ยวชาญ โดยผู้วิจัยดำเนินการเก็บข้อมูลด้วยตนเอง และการถอดข้อความการสัมภาษณ์เชิงลึก วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์เชิงลึกด้วยวิธีการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา

3.1.2 เทคนิคเดลฟายรอบที่ 2 การเก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบสอบถาม ดังนี้

1) นำแบบสอบถามที่จัดทำขึ้นไปเก็บรวบรวมข้อมูลจากผู้เชี่ยวชาญที่เป็นกลุ่มผู้ให้ข้อมูลในการสัมภาษณ์เชิงลึกเดลฟายรอบที่ 1 จำนวน 18 คน

2) รวบรวมข้อมูลและทำการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติมัธยฐาน ค่าพิสัยระหว่างควอไทล์ แสดงตำแหน่งค่ามัธยฐานรวม และตำแหน่งระดับความสำคัญในแบบสอบถามของผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนที่ตอบแบบสอบถามในเดลฟายรอบที่ 2

3.1.3 เทคนิคเดลฟายรอบที่ 3 การเก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบสอบถามผู้เชี่ยวชาญซ้ำ ดังนี้

1) นำแบบสอบถามชุดคำถามเดิม ซึ่งแสดงค่ามัธยฐานในภาพรวมของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ และค่าระดับความสำคัญของแต่ละข้อคำถามตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญรายบุคคลจากการตอบแบบสอบถามในเทคนิคเดลฟายรอบที่ 2 กลับไปให้ผู้เชี่ยวชาญกลุ่มเดิมพิจารณาอีกครั้ง เพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญยืนยันคำตอบเดิม หรือปรับเปลี่ยนคำตอบตามดุลยพินิจ

2) นำข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามเทคนิคเดลฟายรอบที่ 3 มาทำการวิเคราะห์ด้วยสถิติค่ามัธยฐาน กำหนดเกณฑ์ในการเลือกข้อรายการที่มีค่า 3.50 ขึ้นไป และค่าพิสัยระหว่างควอไทล์ กำหนดเกณฑ์ในการเลือกข้อรายการที่ระดับค่าความสอดคล้องไม่เกิน 1.50 ซึ่งมีเกณฑ์การวิเคราะห์ดังตารางที่ 1 และ 2

ตารางที่ 2: เกณฑ์ในการแปลความหมายของระดับคะแนนค่ามัธยฐาน [13]

ค่ามัธยฐาน	ความหมาย
4.50 ขึ้นไป	ข้อความนั้นกลุ่มผู้เชี่ยวชาญเห็นว่ามีความสำคัญ ในระดับมากที่สุด
3.50-4.49	ข้อความนั้นกลุ่มผู้เชี่ยวชาญเห็นว่ามีความสำคัญ ในระดับมาก
2.50-3.49	ข้อความนั้นกลุ่มผู้เชี่ยวชาญเห็นว่ามีความสำคัญ ในระดับปานกลาง
1.50-2.49	ข้อความนั้นกลุ่มผู้เชี่ยวชาญเห็นว่ามีความสำคัญ ในระดับน้อย
น้อยกว่า 1.50	ข้อความนั้นกลุ่มผู้เชี่ยวชาญเห็นว่ามีความสำคัญ ในระดับน้อยที่สุด

ตารางที่ 3: เกณฑ์ในการแปลความหมายของค่าพิสัยระหว่างควอไทล์ [14]

ค่าพิสัยระหว่างควอไทล์	เกณฑ์การพิจารณา
≤ 1.50	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญมีความสอดคล้องกัน
> 1.50	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญไม่มีความสอดคล้องกัน

ผลการวิจัย

1. ผลการศึกษาองค์ประกอบศักยภาพผู้บริหารสถาบันอาชีวศึกษาเอกชนเพื่อผลิตผู้เรียนตามความต้องการของธุรกิจอุตสาหกรรมในยุคดิจิทัล

ผู้วิจัยได้นำแบบสอบถามที่ดำเนินการสัมภาษณ์ผู้บริหารระดับสูงในสถาบันอาชีวศึกษาเอกชน ผู้บริหารระดับสูงจากภาครัฐในหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง และนักวิชาการที่เกี่ยวข้องด้านการศึกษาอาชีวศึกษา ที่มีประสบการณ์ไม่น้อยกว่า 10 ปี จำนวน 18 ท่าน ผลจากการวิเคราะห์แบบสอบถามเดลฟายรอบที่ 2 และรอบที่ 3 โดยแสดงค่ามัธยฐาน (Mdn) และค่าพิสัยระหว่างควอไทล์ (IQR) ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4: แสดงผลการวิเคราะห์องค์ประกอบแบบสอบถามเดลฟายรอบที่ 2 และรอบที่ 3

องค์ประกอบ	รอบ 2		รอบ 3	
	Mdn	IQR	Mdn	IQR
องค์ประกอบที่ 1: การวางแผนพัฒนาสถาบันและความร่วมมือระดับโลก	5.00	0.00	5.00	0.00
องค์ประกอบที่ 2: การวางแผนพัฒนาบุคลากรและผู้เรียนอย่างครบวงจร	5.00	0.00	5.00	0.00
องค์ประกอบที่ 3: การพัฒนาหลักสูตรแบบผลลัพธ์เป็นฐาน	5.00	0.00	5.00	0.00
องค์ประกอบที่ 4: ระบบทวิภาคีและสหกิจศึกษา	5.00	0.00	5.00	0.00
องค์ประกอบที่ 5: การวางแผนงบประมาณ ทรัพยากร และบุคลากร	5.00	1.00	5.00	0.25
องค์ประกอบที่ 6: เทคโนโลยีในการบริหารและการสื่อสาร	5.00	0.00	5.00	0.00
องค์ประกอบที่ 7: สภาพแวดล้อมดิจิทัลและการตลาดออนไลน์	5.00	0.25	5.00	0.00
องค์ประกอบที่ 8: โครงสร้างองค์กรและการทำงานเป็นทีม	5.00	0.25	5.00	0.25
องค์ประกอบที่ 9: ภาวะผู้นำดิจิทัลและภาวะผู้นำระดับโลก	5.00	1.00	5.00	0.25
องค์ประกอบที่ 10: ตำแหน่งหัวหน้าฝ่ายความร่วมมือ	5.00	0.00	5.00	0.00
องค์ประกอบที่ 11: การบริหารการเปลี่ยนแปลงและความเสี่ยง	5.00	1.00	5.00	1.00
องค์ประกอบที่ 12: การบริหารโดยใช้ข้อมูลและการจัดการความรู้	5.00	1.00	5.00	1.00
องค์ประกอบที่ 13: กฎหมายคุ้มครองข้อมูลและเทคโนโลยีเชิงกลยุทธ์	5.00	1.00	5.00	1.00
องค์ประกอบที่ 14: มาตรฐานคุณภาพสถาบันและสิ่งอำนวยความสะดวก	5.00	0.20	5.00	0.00
องค์ประกอบที่ 15: การพัฒนาหลักสูตรตามความต้องการอุตสาหกรรมและทักษะสำคัญ	5.00	0.20	5.00	0.25
องค์ประกอบที่ 16: การบริหารและพัฒนาบุคลากรในยุคดิจิทัล	5.00	1.00	5.00	1.00
องค์ประกอบที่ 17: การปรับตำแหน่งงานและเส้นทางความก้าวหน้า	5.00	1.00	5.00	1.00
องค์ประกอบที่ 18: กฎ ระเบียบ ข้อบังคับในการปฏิบัติงาน	5.00	1.00	5.00	1.00
องค์ประกอบที่ 19: การประเมินผลและค่าตอบแทนที่เป็นธรรม	5.00	1.00	5.00	1.00
องค์ประกอบที่ 20: การให้รางวัลและสวัสดิการ	5.00	0.20	5.00	0.25
องค์ประกอบที่ 21: การพัฒนาสมรรถนะเทคโนโลยีดิจิทัล	5.00	0.20	5.00	0.25
องค์ประกอบที่ 22: การพัฒนาทักษะภาษาต่างประเทศเพื่อการสื่อสารทางเทคนิค	5.00	0.20	5.00	0.00
องค์ประกอบที่ 23: การพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาและการเรียนรู้ตลอดชีวิต	5.00	1.00	5.00	1.00
องค์ประกอบที่ 24: การสั่งการที่ชัดเจนและการสื่อสารสองทาง	5.00	1.00	5.00	1.00
องค์ประกอบที่ 25: การรับฟังความคิดเห็นบุคลากรและนักศึกษา	5.00	1.00	5.00	0.00
องค์ประกอบที่ 26: มีวิสัยทัศน์ความเป็นผู้นำ	5.00	0.00	5.00	0.00
องค์ประกอบที่ 27: คุณธรรม จริยธรรม และความยืดหยุ่นในการบริหาร	5.00	1.00	5.00	1.00
องค์ประกอบที่ 28: การประสานหน่วยงานด้วยเทคโนโลยีและการสื่อสาร	5.00	1.00	5.00	0.25
องค์ประกอบที่ 29: ช่องทางสื่อสารที่สะดวกและตามลำดับขั้น	5.00	1.00	5.00	1.00
องค์ประกอบที่ 30: การประสานงานกับหน่วยงานภาครัฐและเอกชน	5.00	1.00	5.00	1.00
องค์ประกอบที่ 31: เครือข่ายอุตสาหกรรมและความร่วมมือ	5.00	1.00	5.00	0.25
องค์ประกอบที่ 32: การสื่อสารและการปรับภาพลักษณ์	5.00	0.00	5.00	0.00
องค์ประกอบที่ 33: หน่วยงานกลางประสานงาน	5.00	0.00	5.00	0.00
องค์ประกอบที่ 34: การรายงานผลประกอบการและการดำเนินงาน	5.00	0.25	5.00	0.00

ตารางที่ 4: แสดงผลการวิเคราะห์องค์ประกอบแบบสอบถามเดลฟายรอบที่ 2 และรอบที่ 3 (ต่อ)

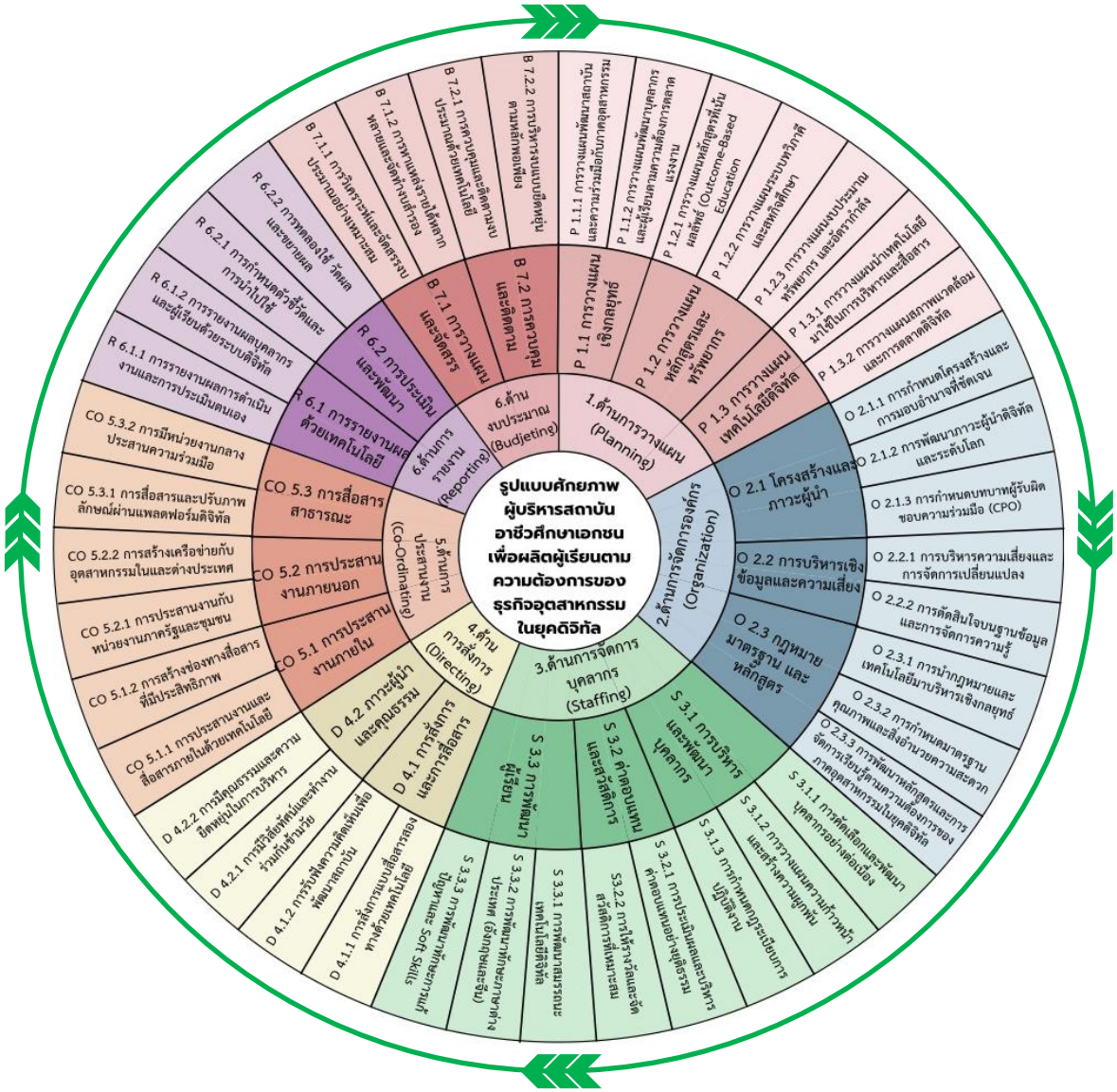
องค์ประกอบ	รอบ 2		รอบ 3	
	Mdn	IQR	Mdn	IQR
องค์ประกอบที่ 35: การรายงานผลสัมฤทธิ์และระบบฐานข้อมูลดิจิทัล	5.00	0.25	5.00	0.00
องค์ประกอบที่ 36: การกำหนดตัวชี้วัดและการนำไปใช้	5.00	1.00	5.00	1.00
องค์ประกอบที่ 37: กระบวนการทดลอง วัดผล และปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง	5.00	0.00	5.00	0.00
องค์ประกอบที่ 38: การวิเคราะห์และจัดสรรงบประมาณตามบริบทสถาบัน	5.00	0.00	5.00	0.00
องค์ประกอบที่ 39: การสร้างแหล่งรายได้หลากหลายตามหลักเศรษฐกิจพอเพียง	5.00	0.00	5.00	0.00
องค์ประกอบที่ 40: การควบคุมและติดตามด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล	5.00	1.00	5.00	1.00
องค์ประกอบที่ 41: การบริหารงบประมาณแบบยืดหยุ่นตามหลักพอเพียง	5.00	0.00	5.00	0.00

จากตารางที่ 4 แสดงสรุปผลการวิเคราะห์องค์ประกอบหลักทั้ง 7 ด้านของผู้บริหารสถาบันอาชีวศึกษาเอกชนเพื่อผลิตผู้เรียนตามความต้องการของธุรกิจอุตสาหกรรมในยุคดิจิทัล ซึ่งผ่านการสอบถามความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญโดยใช้เทคนิคเดลฟาย จำนวน 2 รอบ พบว่า มีองค์ประกอบหลักทั้งหมด 7 องค์ประกอบ รวมทั้งสิ้น 64 รายการ ประกอบด้วย องค์ประกอบที่ 1 ด้านการวางแผน จำนวน 12 รายการ องค์ประกอบที่ 2 ด้าน การจัดองค์กร จำนวน 11 รายการ องค์ประกอบที่ 3 ด้านการจัดการบุคลากร จำนวน 10 รายการ องค์ประกอบที่ 4 ด้านการสั่งการ จำนวน 8 รายการ องค์ประกอบที่ 5 ด้านการประสานงาน จำนวน 9 รายการ องค์ประกอบที่ 6 ด้านการรายงาน จำนวน 7 รายการ และองค์ประกอบที่ 7 ด้านงบประมาณ จำนวน 7 รายการ เมื่อพิจารณาผลการวิเคราะห์จากเทคนิคเดลฟายรอบที่ 2 และรอบที่ 3 พบว่า ค่ามัธยฐาน ของทุกรายการอยู่ที่ระดับ 5 ซึ่งมีค่าสูงกว่า 4.50 ขึ้นไป ทั้งในรอบที่ 2 และรอบที่ 3 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าผู้เชี่ยวชาญให้ความสำคัญกับทุกรายการในระดับสูงสุด สำหรับค่าพิสัยระหว่างควอไทล์ พบว่า ในรอบที่ 2 และรอบที่ 3 มีรายการที่มีค่าอยู่ระหว่าง 0.00-1.00 ซึ่งยืนยันความเห็นสอดคล้องกันของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อความสำคัญขององค์ประกอบหลัก

2. ผลการพัฒนารูปแบบศักยภาพผู้บริหารสถาบันอาชีวศึกษาเอกชนเพื่อผลิตผู้เรียนตามความต้องการของธุรกิจอุตสาหกรรมในยุคดิจิทัล

ผลการพัฒนารูปแบบศักยภาพผู้บริหารสถาบันอาชีวศึกษาเอกชนเพื่อผลิตผู้เรียนตามความต้องการของธุรกิจอุตสาหกรรมในยุคดิจิทัล ที่มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ประกอบด้วย 7 องค์ประกอบหลัก 18 องค์ประกอบย่อย และ 41 รายการ ดังรูปภาพที่ 2

รูปภาพที่ 2 รูปแบบศักยภาพผู้บริหารสถาบันอาชีวศึกษาเอกชนเพื่อผลิตผู้เรียนตามความต้องการของธุรกิจอุตสาหกรรมในยุคดิจิทัล



ความต้องการของธุรกิจอุตสาหกรรมในยุคดิจิทัล

จากผลสรุปของรูปแบบศักยภาพผู้บริหารสถาบันอาชีวศึกษาเอกชนเพื่อผลิตผู้เรียนตามความต้องการของธุรกิจอุตสาหกรรมในยุคดิจิทัล ผู้วิจัยได้นำข้อมูลรายละเอียดของรูปแบบมาจัดทำคู่มือแนวทางการพัฒนาศักยภาพผู้บริหารสถาบันอาชีวศึกษาเอกชนเพื่อผลิตผู้เรียนตามความต้องการของธุรกิจอุตสาหกรรมในยุคดิจิทัล เพื่อประยุกต์ใช้ในการพัฒนาศักยภาพผู้บริหารสถาบันอาชีวศึกษาเอกชน โดยนำองค์ประกอบของรูปแบบศักยภาพตามทฤษฎี POSDCORB 7 องค์ประกอบหลัก มาเป็นหลักในการจัดโครงสร้างเนื้อหา ผลการประเมินคู่มือแนวทางการพัฒนาศักยภาพผู้บริหารสถาบันอาชีวศึกษาเอกชนเพื่อผลิตผู้เรียนตามความต้องการของธุรกิจอุตสาหกรรมในยุคดิจิทัล พบว่า ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 5 คน ให้ความคิดเห็นต่อคู่มือแนวทางการพัฒนาศักยภาพผู้บริหารสถาบันอาชีวศึกษาเอกชนเพื่อผลิตผู้เรียนตามความต้องการของธุรกิจอุตสาหกรรมในยุคดิจิทัลว่า มีความเหมาะสมในทุกด้าน คิดเป็นร้อยละ 100 โดยผู้ทรงคุณวุฒิมีความเห็นว่าคู่มือมีความครอบคลุม มีความชัดเจนในการนำไปใช้ และสามารถประยุกต์ใช้ได้จริงในบริบทของสถาบันอาชีวศึกษาเอกชน ทั้งนี้ เนื้อหาของคู่มือมีรายละเอียดที่เพียงพอต่อการนำไปพัฒนาศักยภาพผู้บริหาร มีการจัดเรียงหัวข้อ

ที่เป็นระบบและเข้าใจง่าย มีรูปแบบและวิธีการพัฒนาศักยภาพที่หลากหลายและเหมาะสมกับบริบทการทำงานของผู้บริหารสถาบันอาชีวศึกษาเอกชน และมีวิธีการประเมินการพัฒนาศักยภาพที่ชัดเจนและสามารถวัดผลได้อย่างเป็นรูปธรรม

อภิปรายและสรุปผล

การศึกษาองค์ประกอบศักยภาพผู้บริหารสถาบันอาชีวศึกษาเอกชนเพื่อผลิตผู้เรียนตามความต้องการของธุรกิจอุตสาหกรรมในยุคดิจิทัล ได้รับความยินยอมจากกลุ่มผู้เชี่ยวชาญผู้ให้ข้อมูล โดยมีหนังสือรับรองการเก็บข้อมูลเลขที่ อว 7111/054 จากทางมหาวิทยาลัย ซึ่งผลการศึกษาวิจัยมีดังนี้

1. ผลการศึกษาองค์ประกอบศักยภาพผู้บริหารสถาบันอาชีวศึกษาเอกชนเพื่อผลิตผู้เรียนตามความต้องการของธุรกิจอุตสาหกรรมในยุคดิจิทัล พบว่า มีจำนวน 7 องค์ประกอบหลัก 18 องค์ประกอบย่อย และ 41 รายการ

1.1 องค์ประกอบหลักที่ 1 ด้านการวางแผน ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบย่อย รวม 7 รายการ ได้แก่ 1) การวางแผนเชิงกลยุทธ์ 2) การวางแผนหลักสูตรและทรัพยากร และ 3) การวางแผนเทคโนโลยีดิจิทัล สอดคล้องกับงานวิจัยของ ภัทรา จรรยาธรรม [15] ที่พบว่า การบริหารสถานศึกษาเอกชนในยุคดิจิทัลควรเน้นการวางแผนที่เหมาะสมกับบริบทการพัฒนาหลักสูตรที่สร้างสรรค์และตอบโจทย์ทักษะศตวรรษที่ 21 และสอดคล้องกับงานวิจัยของ กรพัฒน์ ศรีชนะ และคณะ [16] ที่ระบุว่า ยุทธศาสตร์การบริหารสถานศึกษาอาชีวศึกษาเอกชนในยุคดิจิทัลต้องมีการวางแผนเชิงกลยุทธ์ที่ชัดเจน

1.2 องค์ประกอบหลักที่ 2 ด้านการจัดองค์การ ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบย่อย รวม 8 รายการ ได้แก่ 1) โครงสร้างและภาวะผู้นำ 2) การบริหารเชิงข้อมูลและความเสี่ยง และ 3) กฎหมาย มาตรฐาน และหลักสูตร สอดคล้องกับแนวคิดของ Robbins and Coulter [17] ที่กล่าวว่า การจัดองค์การเป็นกระบวนการจัดโครงสร้าง การกำหนดบทบาทหน้าที่ และการจัดสรรทรัพยากรเพื่อให้บรรลุเป้าหมายขององค์กร ในยุคดิจิทัลนั้น องค์กรต้องมีโครงสร้างที่ยืดหยุ่นและสามารถปรับตัวได้รวดเร็วตามการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยี และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ กรพัฒน์ ศรีชนะ และคณะ [11] ที่ระบุว่า การบริหารสถานศึกษาอาชีวศึกษาเอกชนในยุคดิจิทัลต้องมีการจัดโครงสร้างองค์กรที่รองรับการเปลี่ยนแปลง

1.3 องค์ประกอบหลักที่ 3 ด้านการจัดการบุคลากร ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบย่อย รวม 8 รายการ ได้แก่ 1) การบริหารและพัฒนาบุคลากร 2) ค่าตอบแทนและสวัสดิการ และ 3) การพัฒนาผู้เรียน สอดคล้องกับแนวคิดของ Dessler [18] เกี่ยวกับการบริหารทรัพยากรมนุษย์ที่เน้นการสรรหา การพัฒนา การประเมินผล และการสร้างแรงจูงใจให้กับบุคลากร โดยเฉพาะในยุคดิจิทัลที่ต้องเน้นการพัฒนาทักษะด้านเทคโนโลยีดิจิทัลและการเรียนรู้ตลอดชีวิต

1.4 องค์ประกอบหลักที่ 4 ด้านการอำนวยการ ประกอบด้วย 2 องค์ประกอบย่อย รวม 4 รายการ ได้แก่ 1) การสั่งการและการสื่อสาร และ 2) ภาวะผู้นำและคุณธรรม สอดคล้องกับแนวคิดของ Kotter [19] เกี่ยวกับภาวะผู้นำการเปลี่ยนแปลง (Transformational Leadership) ที่เน้นการสื่อสารวิสัยทัศน์ การสร้างแรงบันดาลใจ และการเป็นแบบอย่างที่ดีให้กับผู้ตาม ในยุคดิจิทัลผู้บริหารต้องมีความสามารถในการนำพาองค์กรผ่านการเปลี่ยนแปลงและสร้างวัฒนธรรมดิจิทัลให้เกิดขึ้นในองค์กร ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ Leithwood and Jantzi [20] ที่พบว่า ผู้บริหารที่แสดงออกถึงภาวะผู้นำเชิงการเปลี่ยนแปลงมีอิทธิพลเชิงบวกต่อความพึงพอใจของครู และยังส่งผลทางอ้อมต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1.5 องค์ประกอบหลักที่ 5 ด้านการประสานงาน ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบย่อย รวม 6 รายการ ได้แก่ 1) การประสานงานภายใน 2) การประสานงานภายนอก และ 3) การสื่อสารสาธารณะ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Porter and Kramer [21] เกี่ยวกับ Creating Shared Value ที่เน้นการสร้างคุณค่าร่วมกันระหว่างองค์กรและสังคม ซึ่งต้องอาศัยการประสานงานและความร่วมมือจากหลายภาคส่วน

1.6 องค์ประกอบหลักที่ 6 ด้านการรายงาน ประกอบด้วย 2 องค์ประกอบย่อย รวม 4 รายการ ได้แก่ 1) การรายงานผลด้วยเทคโนโลยี และ 2) การประเมินและพัฒนา สอดคล้องกับ วรินทร ชัยสัมพันธ์สกุล และนันทิยา น้อยจันทร์ [22] กล่าวว่าการรายงาน เป็นตัวชี้วัดถึงผลสำเร็จ ปัญหาอุปสรรคของการบริหารงาน ทั้ง 4 ฝ่าย การรายงานผลเป็นขั้นตอนที่ทำให้ฝ่ายบริหารนั้นทราบถึงการดำเนินงานต่าง ๆ การรายงานนอกจากจะสามารถทำให้ผู้บังคับบัญชาทราบผลการดำเนินการแล้ว ยังเป็นการป้องกันบุคลากรไม่ให้เพิกเฉยต่อการปฏิบัติงานเป็นการควบคุมการทำงานของผู้ใต้บังคับบัญชาได้ทางหนึ่ง

1.7 องค์ประกอบหลักที่ 7 ด้านงบประมาณ ประกอบด้วย 2 องค์ประกอบย่อย รวม 4 รายการ ได้แก่ 1) การวางแผนและจัดสรร และ 2) การควบคุมและติดตาม สอดคล้องกับ วันชนะ บุญบรรเจิด และ อดิเรก ฟั่นเขียว [23] กำกับติดตามการบริหารงบประมาณอย่างมีประสิทธิภาพ การติดตามและประเมินผลการเบิกจ่ายงบประมาณ และใช้งบประมาณถูกต้องเหมาะสมเป็นไปตามระเบียบกฎหมาย และบูรณาการดำเนินงานร่วมกับหน่วยงานภาคีเครือข่ายเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของโครงการ

2. ผลการพัฒนารูปแบบศักยภาพผู้บริหารสถาบันอาชีวศึกษาเอกชนเพื่อผลิตผู้เรียนตามความต้องการของธุรกิจอุตสาหกรรมในยุคดิจิทัล รูปแบบศักยภาพที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วย 7 องค์ประกอบหลัก 18 องค์ประกอบย่อย และ 41 ตัวชี้วัด สอดคล้องกับงานวิจัยของ ชิรวัฒน์ นิจเนตร [24] ที่นำเสนอกรอบแนวคิดเชิงระบบที่ระบุว่า รูปแบบการพัฒนาที่มีประสิทธิผลต้องประกอบด้วยองค์ประกอบหลักหลายมิติที่เชื่อมโยงกันอย่างเป็นระบบ รูปแบบที่พัฒนาขึ้นมีความสมบูรณ์และครอบคลุมในทุกมิติ ไม่เน้นเพียงทักษะเทคนิคด้านเทคโนโลยี แต่ยังครอบคลุมทักษะการบริหารจัดการทักษะด้านมนุษย์สัมพันธ์ และคุณลักษณะส่วนบุคคล โดยสรุป รูปแบบที่พัฒนาขึ้นมีความสมบูรณ์ ครอบคลุม มีพื้นฐานทางทฤษฎีที่มั่นคง ผ่านกระบวนการพัฒนาที่เข้มงวด และได้รับการยอมรับจากผู้ทรงคุณวุฒิ ทำให้มีความน่าเชื่อถือและสามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาศักยภาพผู้บริหารสถาบันอาชีวศึกษาเอกชนได้อย่างมีประสิทธิภาพ รูปแบบนี้ไม่เพียงตอบโจทย์ความต้องการในปัจจุบัน แต่ยังมีความยืดหยุ่นและสามารถปรับใช้ได้ในอนาคตเมื่อเทคโนโลยีและความต้องการของภาคธุรกิจอุตสาหกรรมเปลี่ยนแปลงไป

3. ผลการจัดทำคู่มือแนวทางการพัฒนาศักยภาพผู้บริหารสถาบันอาชีวศึกษาเอกชนเพื่อผลิตผู้เรียนตามความต้องการของธุรกิจอุตสาหกรรมในยุคดิจิทัล พบว่า คู่มือที่พัฒนาขึ้นมีความสมบูรณ์และครอบคลุมทุกองค์ประกอบของรูปแบบศักยภาพผู้บริหาร โดยจัดเป็น 4 ส่วนหลัก ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Dick [25] เกี่ยวกับการออกแบบการสอนแบบระบบ (Systematic Instructional Design) ที่เน้นการวิเคราะห์ความต้องการ การออกแบบ การพัฒนาการนำไปใช้ และการประเมินผล โดยคู่มือที่พัฒนาขึ้นมีการนำเสนอเนื้อหาที่เป็นระบบ เริ่มจากการชี้แจงบริบทและความจำเป็น การนำเสนอกรอบแนวคิดและรูปแบบศักยภาพ การให้แนวทางการพัฒนาที่ชัดเจนและสามารถปฏิบัติได้จริง และการประเมินผลที่วัดผลได้อย่างเป็นรูปธรรม และการจัดทำคู่มือในครั้งนี้ยังมีการนำเสนอตัวอย่างการปฏิบัติที่เป็นรูปธรรมและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้จริง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Merrill [26] เกี่ยวกับหลักการพื้นฐานของการสอน (First Principles of Instruction) ที่เน้นการให้ผู้เรียนได้เห็นตัวอย่างปัญหาจริงและวิธีการแก้ปัญหา การให้โอกาสผู้เรียนได้นำความรู้ไปใช้ และการให้ข้อมูลป้อนกลับเพื่อการปรับปรุง โดยคู่มือที่พัฒนาขึ้นมีลักษณะครบถ้วนตามหลักการดังกล่าว ทำให้สามารถใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาศักยภาพผู้บริหารได้อย่างมีประสิทธิภาพ

การพัฒนาศักยภาพผู้บริหารสถาบันอาชีวศึกษาเอกชนในยุคดิจิทัลประกอบด้วย 7 องค์ประกอบหลัก ได้แก่ การวางแผน การจัดองค์การ การจัดการบุคลากร การอำนวยการ การประสานงาน การรายงาน และงบประมาณ รวม 18 องค์ประกอบย่อย และ 41 ตัวชี้วัด ซึ่งครอบคลุมทั้งด้านการบริหารจัดการ เทคโนโลยีดิจิทัล และการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ โดยรูปแบบที่พัฒนาขึ้นมีลักษณะเป็นระบบ เชื่อมโยงองค์ประกอบอย่างเป็นองค์รวม สอดคล้องกับแนวคิดการบริหารและภาวะผู้นำในยุคดิจิทัล มีความยืดหยุ่นสามารถปรับใช้ตามบริบทที่เปลี่ยนแปลง และได้รับการยืนยันความเหมาะสมจากผู้ทรงคุณวุฒิ ส่งผลให้มีความน่าเชื่อถือและสามารถนำไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ขณะเดียวกันคู่มือที่พัฒนาขึ้นมีความครบถ้วน เป็นระบบ และสามารถนำไปปฏิบัติได้จริง ครอบคลุมตั้งแต่การวิเคราะห์ ออกแบบ พัฒนา นำไปใช้ และประเมินผล นอกจากนี้ องค์ความรู้ใหม่ที่ค้นพบคือความเชื่อมโยงของทั้ง 7 องค์ประกอบในลักษณะองค์รวม ซึ่งสะท้อนว่าการพัฒนาผู้บริหารไม่สามารถเน้นเพียงด้านใดด้านหนึ่ง โดยเฉพาะในบริบท VUCA (Volatility, Uncertainty, Complexity, Ambiguity) ที่ต้องบูรณาการตัวชี้วัดด้านเทคโนโลยี เช่น AI และ Data Literacy เข้ากับกระบวนการบริหาร เพื่อให้สามารถปรับตัวและบริหารจัดการได้อย่างมีประสิทธิภาพในอนาคต

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้ประโยชน์

1.1 ผู้บริหาร ครู บุคลากร และภาคธุรกิจอุตสาหกรรม ควรร่วมกันนำรูปแบบและคู่มือไปประยุกต์ใช้ในการพัฒนา

ศักยภาพทั้งในระดับบุคคลและองค์กร โดยผู้บริหารควรวางแผนพัฒนาตนเองให้สอดคล้องกับบริบทที่เปลี่ยนแปลงครูและบุคลากรพัฒนาทักษะที่จำเป็น และภาคธุรกิจมีส่วนร่วมในการพัฒนาหลักสูตรและการจัดการเรียนการสอน เพื่อผลิตผู้เรียนที่ตรงตามความต้องการของภาคอุตสาหกรรม

1.2 ควรนำผลการวิจัยไปใช้เป็นแนวทางในการกำหนดนโยบายและบูรณาการความร่วมมือ เพื่อพัฒนาศักยภาพผู้บริหารให้สอดคล้องกับบริบทเศรษฐกิจและสังคมในยุคดิจิทัล โดยเน้นการจัดทำมาตรฐานศักยภาพ การสนับสนุนทรัพยากรและโครงสร้างพื้นฐานด้านเทคโนโลยี การพัฒนาทักษะกำลังคน และการเชื่อมโยงความร่วมมือกับภาคอุตสาหกรรมอย่างเป็นระบบ

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยในครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการพัฒนาเครื่องมือและหลักสูตรสำหรับการประเมินและพัฒนาศักยภาพผู้บริหารตามรูปแบบที่พัฒนาขึ้น โดยเน้นความเป็นมาตรฐาน ความยืดหยุ่น และสามารถประยุกต์ใช้ได้ในหลากหลายบริบท

2.2 ควรมีการวิจัยเชิงทดลองหรือกึ่งทดลองเพื่อศึกษาผลของการนำรูปแบบไปใช้จริง โดยประเมินผลลัพธ์ทั้งด้านศักยภาพผู้บริหาร ประสิทธิภาพองค์กร และผลลัพธ์ทางการศึกษา เพื่อนำไปปรับปรุงรูปแบบให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

2.3 ควรมีการศึกษาวิจัยเชิงเปรียบเทียบและเชิงบริบท รวมถึงการวิเคราะห์ปัจจัยแห่งความสำเร็จ อุปสรรค และการพัฒนารูปแบบสนับสนุน เช่น ระบบพี่เลี้ยง เพื่อให้การนำรูปแบบไปใช้มีความเหมาะสมและยั่งยืนในบริบทที่แตกต่างกัน

เอกสารอ้างอิง

[1] Office of the Secretariat of the Council of Education, Report on the Development of School Administrators in the 21st Century. Bangkok, Prikwan Graphic, 2020.

[2] Ministry of Education, “Educational Indicators Report by Region 1–18,” 2024. [Online]. Available: https://www.moe.go.th/wp-content/uploads/2024/09/bf8fa18b-34a1-4d41-a19f-e8ffa4f7f321-1.pdf

[3] K. Schwab, *The Fourth Industrial Revolution*. New York, NY, USA: Crown Business, 2017.

[4] M. Hermann, T. Pentek, and B. Otto, “Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios,” in *2016 49th Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS)*, Koloa, HI, USA, pp. 3928–3937, 2016.

[5] UNESCO, *A Guide for Ensuring Inclusion and Equity in Education*. Paris, France: UNESCO Publishing, 2017.

[6] L. Gulick and L. Urwick, *Papers on the Science of Administration*. New York, NY, USA: Institute of Public Administration, 1937.

[7] P. G. Northouse, *Leadership: Theory and Practice*, 9th ed. Thousand Oaks, CA, USA: Sage Publications, 2021.

[8] T. Suebyart, “Applying POSDCoRB Principles to Analyze the Process of Requesting Academic Positions for Academic Personnel in Higher Education Institutions,” *Journal of Political Science Mahamakut Buddhist University*, vol. 4, no. 4, pp. 282–295, 2024.

[9] K. C. Laudon and J. P. Laudon, *Management Information Systems: Managing the Digital Firm*, 16th ed. New York, NY, USA: Pearson, 2020.

[10] T. T. Macmillan, “The Delphi Technique,” presented at the *Annu. Meeting Calif. Junior Coll. Assoc. Comm. Res. Develop.*, Monterey, CA, USA, May 3–5, 1971. [Online]. Available: https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED064302.pdf

[11] K. Srichana, P. Langka and J. Pakotang, “The Administration Strategies of Private Vocational Schools in the Digital Era,” *Journal of MCU Peace Studies*, vol. 11, no. 5, pp. 1910–1921, 2023.

[12] R. Likert, “A Technique for the Measurement of Attitude,” *Arch. Psychol.*, vol. 22, pp. 5–55, 1932.

[13] S. Kanjanawasee, *Classical Test Theory*, 7th ed. Bangkok, Thailand: Chulalongkorn University Press, 2013.

[14] C.-C. Hsu and B. A. Sandford, “The Delphi Technique: Making Sense of Consensus,” *Pract. Assess. Res. Eval.*, vol. 12, no. 10, pp. 1–8, 2007.

[15] P. Janyatham, “Private Educational Institution Administration in the Digital Age,” Ph.D. dissertation, Dept. Educ. Admin., Silpakorn Univ., Nakhon Pathom, Thailand, 2021.

[16] K. Srichana, P. Langka and J. Pakotang, “The Administration Strategies of Private Vocational Schools in the Digital Era,” *Journal of MCU Peace Studies*, vol. 11, no. 5, pp. 1910–1921, 2023.

[17] S. P. Robbins and M. Coulter, *Management*, 15th ed. New York, NY, USA: Pearson, 2020.

[18] G. Dessler, *Human Resource Management*, 15th ed. New York, NY, USA: Pearson, 2019.

[19] J. P. Kotter, *Leading Change*. Boston, MA, USA: Harvard Business School Press, 2012.

[20] K. Leithwood and D. Jantzi, “Transformational Leadership,” in *The Essentials School Leadership*, B. Davies, Ed., London, UK: Paul Chapman, pp. 31–43, 2005.

[21] M. E. Porter and M. R. Kramer, “Creating Shared Value,” *Harvard Business Review*, vol. 89, no. 1/2, pp. 62–77, 2011.

[22] W. Chaisamphansakun and N. Noichan, “Application of POSDCoRB Theory to Promote Educational Institutions Administration Process,” in *Proc. Graduate School Conf.*, vol. 5, no. 1, pp. 1013–1021, 2023.

[23] W. Boonbunjerd and A. Funkhiaw, “Guidelines for Project Management Development According to the Annual Operational Plan of Sukhothai Province,” *J. Admin. Manag. Sustain. Develop.*, vol. 3, no. 3, pp. 1050–1064, 2025.

[24] C. Nijaneat, “Model Development Research in Social Sciences and Education,” *Suratthani Rajabhat J.*, vol. 4, no. 2, pp. 71–102, 2017.

[25] W. Dick, L. Carey and J. O. Carey, *The Systematic Design of Instruction*, 8th ed. New York, NY, USA: Pearson, 2015.

[26] M. D. Merrill, “First Principles of Instruction,” *Educ. Technol. Res. Dev.*, vol. 50, no. 3, pp. 43–59, 2002.

การอ้างอิงบทความนี้

APA Sirisena, S., Boonyasopon, T., Thongjub, C. & Boonyasopon, T., (2026). The Development of a Model for Enhancing the Potential of Private Vocational Institution Administrators to Produce Learners in Accordance with the Needs of Industrial Business in the Digital Era. *Journal of Technical and Engineering Education,* 17(1), 34-47 Thaijo. https://doi.org/10.14416/j.ftee.2026.04.03

MLA Sirisena, Sorawat et al. “The Development of a Model for Enhancing the Potential of Private Vocational Institution Administrators to Produce Learners in Accordance with the Needs of Industrial Business in the Digital Era” *Journal of Technical and Engineering Education*, vol. 17, no. 1, Apr. 2026, pp. 34-47, https://doi.org/10.14416/j.ftee.2026.04.03. Thaijo.

ISO690 S. Sirisena, T. Boonyasopon, C. Thongjub & T. Boonyasopon, “The Development of a Model for Enhancing the Potential of Private Vocational Institution Administrators to Produce Learners in Accordance with the Needs of Industrial Business in the Digital Era” *Journal of Technical and Engineering Education*, vol. 17, no. 1, pp. 34-47, Apr. 2026, doi: https://doi.org/10.14416/j.ftee.2026.04.03

การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ ACCAR–STEM เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ

The Development of ACCAR–STEM Learning Management Model to Develop Problem Solving Skills for Vocational Certificate students

สุปราการ ภักดีงาม
Suprakarn Pukdeengam

(วันรับบทความ : วันที่ 22 ตุลาคม 2568/วันแก้ไขบทความ : 27 เมษายน 2569/วันตอบรับบทความ : 30 เมษายน 2569)
(Received Date : October 22, 2025, Revised Date : April 27, 2026, Accepted Date : April 30, 2026)

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาข้อมูลพื้นฐาน 2) สร้างรูปแบบ 3) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการแก้ปัญหา และ 4) ประเมินความพึงพอใจ งานวิจัยเป็นรูปแบบการวิจัยและพัฒนา (Research and Development : R&D) ใช้แบบแผนการทดลองแบบ One-Group Pretest-Posttest Design กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 2 ของวิทยาลัยเทคนิคชลบุรี จำนวน 12 คน ได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) เครื่องมือที่ใช้ คือ รูปแบบการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์และแบบวัดทักษะการแก้ปัญหา สถิติที่ใช้ คือ การทดสอบค่าทีแบบกลุ่มตัวอย่างที่สัมพันธ์กัน (Paired Samples t–test) ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัยพบว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้มี 4 องค์ประกอบ ได้แก่ หลักการของรูปแบบ วัตถุประสงค์ของรูปแบบ กระบวนการจัดการเรียนรู้และการวัดและประเมินผล กระบวนการจัดการเรียนรู้มี 5 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นกระตุ้นการเรียนรู้และทบทวนความรู้เดิม (Activate : A) 2) ขั้นท้าทายความคิดพิชิตปัญหา (Challenge : C) โดยบูรณาการความรู้ในการแก้ปัญหาตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) และกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม 3) ขั้นเชื่อมโยงความรู้ (Connect Knowledge : C) 4) ขั้นการประยุกต์ใช้ (Application : A) และ 5) ขั้นการสะท้อนคิดและประเมินผลการเรียนรู้ (Reflection and Evaluation : R) ประสิทธิภาพของรูปแบบมีค่า 82.21/81.05 ผู้เรียนมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ขนาดอิทธิพลมีค่าเท่ากับ 3.87 และ 6.84 ตามลำดับ แสดงว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้มีอิทธิพลในระดับสูงมาก ผู้เรียนมีความพึงพอใจระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.74, SD = .086) และครูมีความพึงพอใจระดับมากที่สุดเช่นเดียวกัน ($\bar{X}$ = 4.67, SD = .113) ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่ารูปแบบการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นสามารถช่วยพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาให้กับผู้เรียนอาชีวศึกษาได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ : รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ ACCAR–STEM, ทักษะการแก้ปัญหา, นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ

---

[1] แผนกวิชาสามัญสัมพันธ์ วิทยาลัยเทคนิคชลบุรี สถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออก
[1] General Education Department Chonburi Technical College The Eastern Institute of Vocational Technology.
[*] ผู้นิพนธ์ประสานงาน โทร 097-9414196 อีเมล: supra_karn@hotmail.com
[*] Corresponding author, Tel 097-9414196 e-mail: supra_karn@hotmail.com
Doi: 10.14416/j.ftee.2026.04.04

Abstract

This study aimed to: 1) investigate fundamental information for developing a learning management model, 2) develop the model, 3) compare academic achievement and problem–solving skills and 4) examine satisfaction. The study employed a Research and Development (R&D) approach using a one–group pretest–posttest design. The sample consisted of 12 second–year vocational certificate students at Chonburi Technical College, selected through cluster random sampling. The research instruments included the model, a learning achievement test, and a problem–solving skill assessment. Data were analyzed using a paired samples t–test, mean and standard deviation. The results revealed that the model comprised four components: principles, objectives, learning management process and measurement and evaluation. The process consisted of five steps: 1) Activate (A), 2) Challenge (C) by integrating problem–solving knowledge based on the STEM Education concept and Engineering Design Process, 3) Connect Knowledge (C), 4) Application (A), and 5) Reflection and Evaluation (R). The efficiency of the model was 82.21/81.05. Students' mean scores in academic achievement and problem–solving skills after the implementation were significantly higher than those before the implementation ($p < .01$). The effect sizes were 3.87 and 6.84, respectively, indicating very large effects. Additionally, both students ($\bar{X}$ = 4.74, SD = .086), and teachers ($\bar{X}$ = 4.67, SD = .113) reported the highest level of satisfaction. These findings suggest that the model provides an effective approach for developing problem–solving skills in vocational education.

Keyword : The ACCAR–STEM Learning Model, Problem Solving Skills, Vocational Certificate students

บทนำ

การจัดการอาชีวศึกษาเป็นการจัดการศึกษาในด้านวิชาชีพ โดยมีภารกิจที่สำคัญคือการจัดการศึกษาเพื่อผลิตและพัฒนากำลังคนด้านวิชาชีพในระดับฝีมือ โดยการยกระดับคุณภาพและมาตรฐานการผลิตและพัฒนากำลังคนด้านวิชาชีพให้สอดคล้องกับความต้องการของสถานประกอบการและการประกอบอาชีพอิสระ มีคุณภาพได้มาตรฐานในระดับสากล [1] จากรายงาน "Trends in New Qualifications and Competencies for TVET" โดย UNEVOC (International Centre for Technical and Vocational Education and Training) หรือศูนย์การศึกษาและฝึกอบรมด้านเทคนิคและอาชีวศึกษาในสังกัด UNESCO (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization) ได้กล่าวถึงอนาคตของตลาดแรงงานว่าจะเกิดตำแหน่งงานใหม่และอาชีพใหม่ในอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีดิจิทัล โทรคมนาคม การตลาด การเงินและการให้บริการ โดยจะมีการใช้หุ่นยนต์ เครื่องจักร หรือระบบอัตโนมัติเข้ามาใช้ในการทำงานมากขึ้น ดังนั้นจุดมุ่งหมายของการศึกษาอาชีวศึกษาสมัยใหม่จึงควรทำให้ผู้เรียนเอาชนะเครื่องจักรด้วยการเติมทักษะทางสังคมและความเป็นมนุษย์ ส่งเสริมทักษะในการดำรงชีวิต โดยเฉพาะทักษะการแก้ปัญหา ซึ่งเป็นทักษะที่สำคัญในศตวรรษที่ 21 [2]

ทักษะการแก้ปัญหา (Problem Solving skill) เป็นทักษะสำคัญในกลุ่มทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม และเป็นตัวชี้วัดความพร้อมของผู้เรียนในการปรับตัวเข้าสู่โลกการทำงานที่มีความซับซ้อนและเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่อง จากรายงานการวิจัยของ อรรถพล สังขวาสี, พา อักษรเสือ และชัยยุทธ ศิริสุทธิ์ [3] ได้ศึกษาอนาคตการอาชีวศึกษาไทยในทศวรรษหน้า (2565–2574) โดยระบุถึงสภาพปัญหาในการจัดการศึกษาด้านอาชีวศึกษาในประเทศไทยด้านผู้เรียนและผู้สำเร็จการศึกษา พบว่าผู้เรียนมีสมรรถนะไม่สอดคล้องกับความต้องการของสถานประกอบการ รวมทั้งขาดทักษะความรู้พื้นฐานที่จำเป็น สอดคล้องกับข้อมูลรายงานผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติด้านอาชีวศึกษา (V-NET) ของสถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน) หรือ สทศ. ในปีการศึกษา 2564

พบว่าการทดสอบในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 3 ซึ่งมีจำนวนนักเรียนเข้าสอบทั้งประเทศ 49,878 คน ผลคะแนนขององค์ประกอบด้านสมรรถนะที่จำเป็นในการเข้าสู่อาชีพ ได้แก่ ความรู้พื้นฐานด้านอาชีพ การทำงานเป็นทีม การปฏิบัติตามคำสั่ง การวางแผนและการจัดตารางเวลาการทำงาน การคิดเป็นระบบ และการแก้ปัญหาและการตัดสินใจ มีคะแนนเฉลี่ย 41.90 จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน และในปีการศึกษา 2565 มีนักเรียนเข้าสอบทั้งประเทศ จำนวน 79,708 คน มีคะแนนเฉลี่ยองค์ประกอบด้านสมรรถนะที่จำเป็นในการเข้าสู่อาชีพ 41.02 ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดสอบของวิทยาลัยเทคนิคชลบุรี ซึ่งเป็นวิทยาลัยในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา นั่นคือในปีการศึกษา 2564 มีนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 3 ของวิทยาลัยเทคนิคชลบุรีเข้าสอบจำนวน 494 คน พบว่าองค์ประกอบด้านสมรรถนะที่จำเป็นในการเข้าสู่อาชีพ มีคะแนนเฉลี่ย 50.43 และในปีการศึกษา 2565 มีนักเรียนเข้าสอบจำนวน 462 คน มีคะแนนเฉลี่ยองค์ประกอบด้านสมรรถนะที่จำเป็นในการเข้าสู่อาชีพ 47.68 ซึ่งผลการทดสอบแสดงให้เห็นถึงคะแนนเฉลี่ยที่มีแนวโน้มลดลงและค่อนข้างต่ำ ดังนั้นการหารูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาสมร รถนะที่จำเป็นในการเข้าสู่อาชีพให้กับผู้เรียนอาชีวศึกษา โดยเฉพาะการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาจึงมีความจำเป็นและสำคัญอย่างยิ่ง

วิชาวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาอาชีพช่างอุตสาหกรรม เป็นวิชาหนึ่งในหมวดวิชาสมรรถนะแกนกลาง ที่บรรจุในหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราชการ 2562 (ปรับปรุง พ.ศ. 2565) สำหรับผู้เรียนประเภทวิชาอุตสาหกรรม การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้กับผู้เรียนกลุ่มนี้ต้องมุ่งเน้นเพื่อพัฒนาให้ผู้เรียนมีความรู้ ทักษะและประสบการณ์ในงานอาชีพสอดคล้องกับมาตรฐานวิชาชีพ สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการปฏิบัติงานอาชีพได้อย่างมีประสิทธิภาพ เน้นทักษะการคิดวิเคราะห์และการแก้ปัญหา แต่ข้อมูลจากการรายงานผลการจัดการเรียนการสอนรายวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาอาชีพช่างอุตสาหกรรมของฝ่ายวิชาการ วิทยาลัยเทคนิคชลบุรี ในปีการศึกษา 2564–2565 พบว่ามีร้อยละของผู้เรียนที่มีระดับผลการเรียนตั้งแต่ 2.00 ขึ้นไป ค่อนข้างต่ำ โดยภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564 มีผู้เรียนที่มีระดับผลการเรียนตั้งแต่ 2.00 ขึ้นไป จำนวน 35 คน จากจำนวนผู้เรียนวิชานี้ทั้งหมด 53 คน คิดเป็นร้อยละ 66.04 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 มีจำนวน 97 คน จากจำนวนผู้เรียนวิชานี้ทั้งหมด 230 คน คิดเป็นร้อยละ 42.17 และภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 มีจำนวน 10 คน จากจำนวนผู้เรียนวิชานี้ทั้งหมด 21 คน คิดเป็นร้อยละ 47.61 จากการสอบถามผู้เรียนถึงปัญหาจากการเรียนในรายวิชานี้พบว่า ผู้เรียนไม่ชอบวิชาคำนวณ ส่งผลให้เมื่อต้องมาเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการคำนวณจึงเกิดความรู้สึกไม่ชอบ และไม่อยากเรียน บางเนื้อหาครูไม่มีกิจกรรมการทดลองให้ผู้เรียนปฏิบัติ เน้นการสอนแบบบรรยาย ทำให้ผู้เรียนไม่เข้าใจเนื้อหา ขาดทักษะกระบวนการคิดแก้ปัญหาและไม่สามารถบอกได้ว่าจะนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่เรียนไปใช้ในวิชาชีพหรือชีวิตประจำวันได้อย่างไร

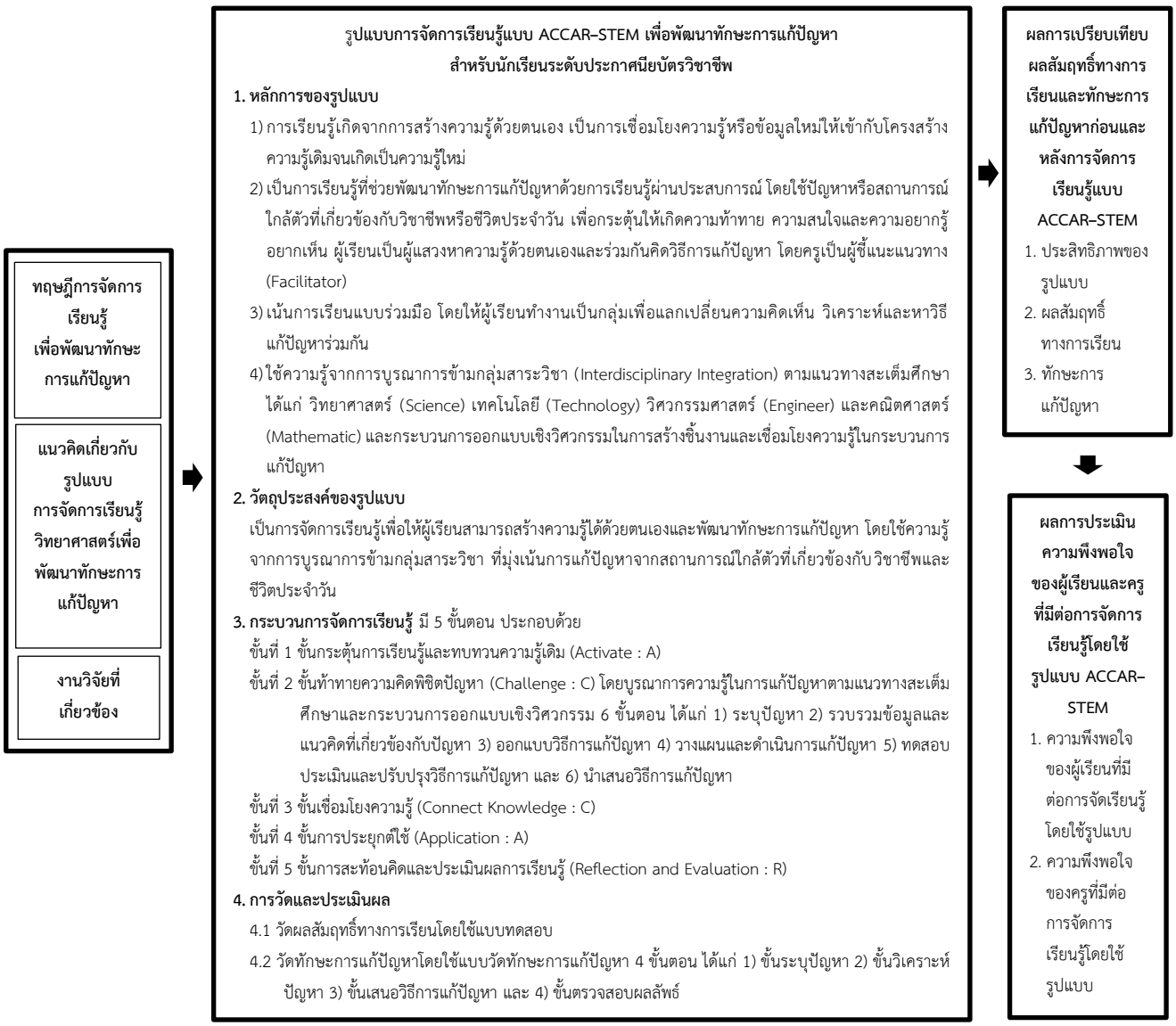
จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบประเด็นช่องว่างทางการวิจัยที่สำคัญ 3 ประเด็นได้แก่ 1) การพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาของผู้เรียนอาชีวศึกษายังขาดกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่สามารถเชื่อมโยงความรู้ทางวิทยาศาสตร์กับการประยุกต์ใช้ในวิชาชีพและชีวิตประจำวันได้อย่างชัดเจน [3], [4] 2) ขาดรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการแนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมอย่างเป็นระบบและเหมาะสมกับบริบทผู้เรียนอาชีวศึกษา [5] และ 3) การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาในบริบทอาชีวศึกษายังไม่สามารถพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาได้อย่างเป็นระบบ เนื่องจากยังเน้นการสร้างชิ้นงานมากกว่าการเชื่อมโยงองค์ความรู้ [6], [7] จากเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยจึงสนใจพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ ACCAR–STEM เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ เพื่อให้ได้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งให้ผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยตนเอง พัฒนาทักษะการแก้ปัญหาด้วยการเรียนรู้ผ่านประสบการณ์ เน้นการเรียนแบบร่วมมือและบูรณาการความรู้ในการแก้ปัญหาตามแนวทางสะเต็มศึกษาและกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เพื่อเชื่อมโยงองค์ความรู้กับการแก้ปัญหาได้อย่างเป็นระบบ อีกทั้งส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในวิชาชีพและชีวิตประจำวัน อันจะนำไปสู่การบรรลุเป้าหมายของหลักสูตรและการพัฒนาคุณลักษณะที่สอดคล้องกับความต้องการของสถานประกอบการต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาข้อมูลพื้นฐานสำหรับการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ ACCAR–STEM เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ
2. เพื่อสร้างรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ ACCAR–STEM เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ
3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการแก้ปัญหาก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ ACCAR–STEM เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพที่ระดับนัยสำคัญ .01
4. เพื่อประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนและครูที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ ACCAR–STEM เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ

กรอบแนวคิดการวิจัย

ผู้วิจัยพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ ACCAR–STEM โดยการสังเคราะห์ทฤษฎีการจัดการเรียนรู้และรูปแบบการจัดการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่มุ่งพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ โดยหลักการและวัตถุประสงค์ของรูปแบบสอดคล้องกับทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) ที่เน้นให้ผู้เรียนเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ ร่วมกับการเรียนรู้ผ่านปัญหาและสถานการณ์จริงตามรูปแบบการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-based Learning : PBL) และรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ความท้าทายเป็นฐาน (Challenge Based Learning : CBL) ที่ส่งเสริมการคิดวิเคราะห์และการแก้ปัญหา อีกทั้งยังอยู่บนพื้นฐานของการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Collaborative Learning) และการบูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชาตามแนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เพื่อให้ผู้เรียนสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ในการแก้ปัญหาได้อย่างเป็นระบบ กระบวนการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นกระตุ้นการเรียนรู้และทบทวนความรู้เดิม (Activate : A) มุ่งกระตุ้นความสนใจและเชื่อมโยงความรู้เดิมของผู้เรียน ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้ของกานเย (Gagne) รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ และวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น 2) ขั้นท้าทายความคิดพิชิตปัญหา (Challenge : C) มุ่งให้ผู้เรียนเผชิญสถานการณ์ปัญหา ออกแบบและปรับปรุงแนวทางการแก้ปัญหาด้วยการบูรณาการความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาและกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ซึ่งเมื่อพิจารณาร่วมกับทฤษฎีและรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยการสร้างสรรค์ชิ้นงาน ทฤษฎีการเรียนรู้ของบรูเนอร์ ทฤษฎีการเรียนรู้แบบร่วมมือ รูปแบบสืบเสาะหาความรู้และวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น รูปแบบโมเดลซิปปา รูปแบบการเรียนรู้โดยใช้ความท้าทายเป็นฐาน รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน และรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ SSCS จะเห็นได้ว่าแนวคิดเหล่านี้มีจุดร่วมในการส่งเสริมการเรียนรู้ผ่านการลงมือปฏิบัติ การสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองและการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ 3) ขั้นเชื่อมโยงความรู้ (Connect Knowledge: C) 4) ขั้นการประยุกต์ใช้ (Application : A) และ 5) ขั้นการสะท้อนคิดและประเมินผลการเรียนรู้ (Reflection and Evaluation : R) มุ่งให้ผู้เรียนเชื่อมโยงองค์ความรู้ นำไปใช้ และสะท้อนผลการเรียนรู้ ซึ่งสอดคล้องกับรูปแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น รวมถึงแนวคิดของกานเยและบรูเนอร์ ทั้งนี้จากการสังเคราะห์งานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่าส่วนใหญ่รายงานผลไปในทิศทางเดียวกันว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมสามารถส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ [7], [8]-[13] เนื่องจากเป็นกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนเผชิญปัญหาที่ใกล้เคียงกับสถานการณ์จริง และใช้ความรู้แบบบูรณาการในการออกแบบและปรับปรุงแนวทางแก้ไขอย่างเป็นระบบ ดังนั้นรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ ACCAR–STEM ที่พัฒนาขึ้นจึงเป็นการสังเคราะห์จุดร่วมของทั้งแนวคิดทางทฤษฎีและผลการวิจัย โดยออกแบบกระบวนการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงอย่างเป็นลำดับขั้น ตั้งแต่การกระตุ้นความรู้เดิม การเผชิญและแก้ปัญหา การเชื่อมโยงองค์ความรู้ ไปจนถึงการประยุกต์ใช้และสะท้อนผลการเรียนรู้ ซึ่งจะช่วยพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนได้อย่างเป็นระบบ โดยผู้วิจัยได้กำหนดกรอบแนวคิดการวิจัย ดังแสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยนี้แบ่งการวิจัยเป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาข้อมูลพื้นฐานสำหรับการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ ACCAR–STEM เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ

ขั้นที่ 1.1 ศึกษาแนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ ACCAR–STEM เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ

1.1.1 ขอบเขตด้านแหล่งข้อมูล ได้แก่ แนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ ทฤษฎีการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา แนวคิดเกี่ยวกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา แนวคิดเกี่ยวกับทักษะการแก้ปัญหาและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1.1.2 ตัวแปรที่ศึกษา ได้แก่ องค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ ACCAR–STEM เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ

ขั้นที่ 1.2 ศึกษาสภาพปัจจุบัน ปัญหา และแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบ ACCAR–STEM เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ

1.2.1 กลุ่มผู้ให้ข้อมูล ได้แก่ ครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ จำนวน 10 คน จากสถานศึกษาในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา จำนวน 10 แห่ง ซึ่งได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

1.2.2 ตัวแปรที่ศึกษา ได้แก่ สภาพปัจจุบัน ปัญหา และแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบ ACCAR–STEM เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ

ขั้นที่ 1.3 ประเมินความต้องการจำเป็นการจัดการเรียนรู้แบบ ACCAR–STEM เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ

1.3.1 ขอบเขตด้านแหล่งข้อมูล

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ที่เคยเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาอาชีพช่างอุตสาหกรรม ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 ของสถานศึกษาในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ที่เคยเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาอาชีพช่างอุตสาหกรรม ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 ของวิทยาลัยเทคนิคชลบุรี ซึ่งได้มาจากการสุ่มหลายขั้นตอน (Multi-Stage Random Sampling) โดยมีขั้นตอนการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง 2 ขั้นตอน ได้แก่ ใช้การสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) สุ่มสาขาวิชา ได้จำนวน 3 สาขาวิชา และสุ่มแบบแบ่งชั้นภูมิ (Stratified Random Sampling) ตามสัดส่วนของระดับผลการเรียน 1–4 เพื่อให้ได้กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 144 คน

1.3.2 ตัวแปรที่ศึกษา ได้แก่ ความต้องการจำเป็นการจัดการเรียนรู้แบบ ACCAR–STEM เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ

ขั้นตอนที่ 2 สร้างรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ ACCAR–STEM เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ

ขั้นที่ 2.1 ยกร่างรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ ACCAR–STEM เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ

2.1.1 ขอบเขตด้านแหล่งข้อมูล

กลุ่มผู้ให้ข้อมูล คือ ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 11 คน ได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) โดยการสนทนากลุ่ม (Focus Group discussion)

ขอบเขตด้านเนื้อหา คือ เนื้อหาในรายวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาอาชีพช่างอุตสาหกรรม รหัสวิชา 20000-1302 จำนวน 9 หน่วยการเรียนรู้ ได้แก่ 1) เวกเตอร์ 2) แรง 3) แรงเสียดทาน 4) สมดุลของวัตถุ 5) การเคลื่อนที่แนวเส้นตรง 6) การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ 7) งาน พลังงานและกำลัง 8) คลื่นและสมบัติของคลื่น และ 9) คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

2.1.2 ตัวแปรที่ศึกษา ได้แก่ ร่างรูปแบบ ร่างคู่มือการใช้รูปแบบ และร่างแผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ ACCAR–STEM เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ

ขั้นที่ 2.2 ตรวจสอบคุณภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ ACCAR–STEM เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ

2.2.1 กลุ่มผู้ให้ข้อมูล คือ ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน ได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

2.2.2 ตัวแปรที่ศึกษา ได้แก่ ความเหมาะสมและความเป็นไปได้ของรูปแบบ ความเหมาะสมของคู่มือการใช้รูปแบบและแผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ

ขั้นที่ 2.3 ทดลองใช้ (try out) เพื่อหาประสิทธิภาพของรูปแบบ และปรับปรุงแก้ไขรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ ACCAR–STEM เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ

2.3.1 กลุ่มผู้ให้ข้อมูล ได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) จากนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาอาชีพช่างอุตสาหกรรม ในปีการศึกษา 2565 และปีการศึกษา 2566 ของวิทยาลัยเทคนิคชลบุรี ประกอบด้วย การทดลอง 3 ระยะ ได้แก่

1) ระยะที่ 1 การทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว (1 : 1) ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 กลุ่มผู้ให้ข้อมูล คือ นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ แผนกวิชาช่างกลโรงงาน ชั้นปีที่ 2 จำนวน 3 คน

2) ระยะที่ 2 การทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่ม (1 : 10) ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 กลุ่มผู้ให้ข้อมูล คือ นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง ชั้นปีที่ 2 จำนวน 9 คน

3) ระยะที่ 3 การทดสอบประสิทธิภาพภาคสนาม (1 : 100) ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 กลุ่มผู้ให้ข้อมูล คือ นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ แผนกวิชาช่างกลโรงงาน ชั้นปีที่ 2 จำนวน 37 คน

2.3.2 ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรต้น ได้แก่ รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ ACCAR–STEM เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ

ตัวแปรตาม ได้แก่ ประสิทธิภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ ACCAR–STEM เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ

ขั้นตอนที่ 3 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการแก้ปัญหาก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ ACCAR–STEM เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ

ขั้นที่ 3.1 ขอบเขตด้านแหล่งข้อมูล

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาอาชีพช่างอุตสาหกรรม ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567 ของสถานศึกษาในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาอาชีพช่างอุตสาหกรรม ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567 ของวิทยาลัยเทคนิคชลบุรี ได้แก่ นักเรียนแผนกวิชาช่างเมคคาทรอนิกส์ ชั้นปีที่ 2 กลุ่ม 1 จำนวน 12 คน จำนวน 1 ห้องเรียน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยในการสุ่มเลือกกลุ่มตัวอย่าง เนื่องจากการจัดการเรียนการสอนในสถานศึกษามีการจัดผู้เรียนเป็นกลุ่มห้องเรียนอย่างชัดเจน การสุ่มเลือกทั้งห้องเรียนจึงช่วยให้สามารถดำเนินการจัดการเรียนรู้และเก็บรวบรวมข้อมูลได้สะดวกและสอดคล้องกับบริบทของการวิจัยในชั้นเรียน นอกจากนี้ขนาดของกลุ่มตัวอย่างยังเป็นไปตามสภาพจริงของห้องเรียนที่ใช้ในการทดลองจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น

ขั้นที่ 3.2 ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรต้น ได้แก่ รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ ACCAR–STEM เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ

ตัวแปรตาม ได้แก่ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบ

ขั้นตอนที่ 4 ประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนและครูที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ ACCAR–STEM เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ

ขั้นที่ 4.1 ประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ ACCAR–STEM

4.1.1 ขอบเขตด้านแหล่งข้อมูล

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาอาชีพช่างอุตสาหกรรม ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567 ของสถานศึกษาในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาอาชีพช่างอุตสาหกรรม ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567 ของวิทยาลัยเทคนิคชลบุรี ได้แก่

นักเรียนแผนกวิชาช่างเมคคาทรอนิกส์ ชั้นปีที่ 2 กลุ่ม 1 จำนวน 12 คน จำนวน 1 ห้องเรียน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling)

4.1.2 ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรต้น ได้แก่ รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ ACCAR–STEM

ตัวแปรตาม ได้แก่ ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ ACCAR–STEM

ขั้นที่ 4.2 ประเมินความพึงพอใจของครูที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ ACCAR–STEM

4.2.1 กลุ่มผู้ให้ข้อมูล ได้แก่ ครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่นำรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ ACCAR–STEM ไปใช้ในการจัดการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาอาชีพช่างอุตสาหกรรม ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 20 คน ได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

4.2.2 ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรต้น ได้แก่ รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ ACCAR–STEM

ตัวแปรตาม ได้แก่ ผลการประเมินความพึงพอใจของครูที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ ACCAR–STEM

วิธีการดำเนินการวิจัย

ผู้วิจัยดำเนินการวิจัยในลักษณะของการวิจัยและพัฒนา (Research and Development : R&D) โดยใช้ระเบียบการวิธีวิจัยแบบผสมผสานวิธี (Mixed Methods Research) ด้วยการศึกษาวิธีการเชิงปริมาณ (Quantitative Methods) เสริมด้วยวิธีการเชิงคุณภาพ (Qualitative Methods) ใช้แบบแผนการทดลองแบบ One-Group Pretest-Posttest Design ซึ่งเป็นรูปแบบการทดลองที่เหมาะสำหรับการศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบที่พัฒนาขึ้นกับกลุ่มตัวอย่างเพียงกลุ่มเดียว โดยทำการวัดผลก่อนเรียนและหลังเรียน เพื่อนำผลที่ได้มาเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น รูปแบบการวิจัยนี้เหมาะสมสำหรับการศึกษาประสิทธิผลของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ในบริบทของชั้นเรียน และช่วยให้สามารถประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการแก้ปัญหาของผู้เรียนหลังการทดลองใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ได้อย่างชัดเจน นอกจากนี้ยังเหมาะสมกับบริบทของการวิจัยทางการศึกษาในชั้นเรียน ซึ่งมักมีข้อจำกัดด้านจำนวนกลุ่มตัวอย่างและการจัดกลุ่มควบคุม ทำให้สามารถศึกษาผลของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ได้อย่างเหมาะสมและสอดคล้องกับสภาพจริงของการจัดการเรียนรู้

กลุ่ม	ทดสอบก่อนเรียน	ทดลอง	ทดสอบหลังเรียน
E	T_1	X	T_2

เมื่อ E แทน กลุ่มทดลอง

X แทน การจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ ACCAR–STEM

T_1 แทน การทดสอบก่อนเรียน (Pretest)

T_2 แทน การทดสอบหลังเรียน (Posttest)

การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ

การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือวิจัย โดยการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) จากผู้เชี่ยวชาญซึ่งเป็นผู้มีคุณวุฒิการศึกษาระดับปริญญาเอก ในสาขาเกี่ยวกับการวัดผลและประเมินผลการศึกษา สาขาการวิจัยและสถิติหรือสาขาที่เกี่ยวข้อง จำนวน 5 คน โดยมีรายละเอียดเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ตัวแปรที่ศึกษา และผลการวิเคราะห์คุณภาพเครื่องมือ ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ตัวแปรที่ศึกษา และผลการวิเคราะห์คุณภาพเครื่องมือ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	ตัวแปรที่ศึกษา	ผลการวิเคราะห์คุณภาพเครื่องมือ
1. แบบบันทึกข้อมูลการศึกษาและสังเคราะห์ข้อมูล	องค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ ACCAR–STEM	มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.80 ถึง 1.00
2. แบบสัมภาษณ์ครูผู้สอนวิทยาศาสตร์	สภาพปัจจุบัน ปัญหา และแนวทางการจัดการเรียนรู้	มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.80 ถึง 1.00
3. แบบสอบถามประเมินความต้องการจำเป็นการจัดการเรียนรู้แบบ ACCAR–STEM	ความต้องการจำเป็นการจัดการเรียนรู้แบบ ACCAR–STEM	มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.80 ถึง 1.00 ค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.404–0.785 และค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามทั้งฉบับเท่ากับ 0.934
4. รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ ACCAR–STEM เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ	รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ ACCAR–STEM เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ	พิจารณาและปรับปรุงแก้ไข โดยการสนทนากลุ่ม (Focus Group discussion) จากผู้เชี่ยวชาญ 11 คน
5. คู่มือการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ ACCAR–STEM เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ	คู่มือการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ ACCAR–STEM เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ	พิจารณาและปรับปรุงแก้ไข โดยการสนทนากลุ่ม (Focus Group discussion) จากผู้เชี่ยวชาญ 11 คน
6. แผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ ACCAR–STEM	แผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ ACCAR–STEM	พิจารณาและปรับปรุงแก้ไข โดยการสนทนากลุ่ม (Focus Group discussion) จากผู้เชี่ยวชาญ 11 คน
7. แบบบันทึกการสนทนากลุ่ม	ผลการพิจารณาและปรับปรุงแก้ไขรูปแบบ	มีค่า IOC เท่ากับ 1.00 ทุกรายการ
8. แบบตรวจสอบความเหมาะสมและความเป็นไปได้ของรูปแบบ	ความเหมาะสมและความเป็นไปได้ของรูปแบบ	มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.80 ถึง 1.00
9. แบบตรวจสอบความเหมาะสมของคู่มือการใช้รูปแบบ	ความเหมาะสมของคู่มือการใช้รูปแบบ	มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.60 ถึง 1.00
10. แบบตรวจสอบความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ	ความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ	มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.80 ถึง 1.00
11. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.60 ถึง 1.00 ค่าความยากง่าย ระหว่าง 0.33–0.77 ค่าอำนาจจำแนก 0.246–0.835 และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับเท่ากับ 0.995
12. แบบวัดทักษะการแก้ปัญหา	ทักษะการแก้ปัญหา	มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.60 ถึง 1.00 ค่าความยากง่าย ระหว่าง 0.23–0.80 ค่าอำนาจจำแนก 0.241–0.849 และค่าความเชื่อมั่นของ แบบวัดทั้งฉบับเท่ากับ 0.993

ตารางที่ 1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ตัวแปรที่ศึกษา และผลการวิเคราะห์คุณภาพเครื่องมือ (ต่อ)

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	ตัวแปรที่ศึกษา	ผลการวิเคราะห์คุณภาพเครื่องมือ
13. แบบสอบความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ ACCAR–STEM	ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียน	มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.60 ถึง 1.00 ค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.563–0.928 และค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามทั้งฉบับเท่ากับ 0.902
14. แบบสอบถามความพึงพอใจของครูที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ ACCAR–STEM	ผลการประเมินความพึงพอใจของครู	มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.60 ถึง 1.00 ค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.224–0.853 และค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามทั้งฉบับเท่ากับ 0.920

ผลการวิจัย

1. ผลการศึกษาข้อมูลพื้นฐานสำหรับการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ ACCAR–STEM เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ

ผลการศึกษาแนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ ACCAR–STEM ประกอบด้วย 4 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) หลักการของรูปแบบ (Concept) 2) วัตถุประสงค์ของรูปแบบ (Objectives) 3) กระบวนการจัดการเรียนรู้ (Learning Management Procedure) และ 4) การวัดและประเมินผล (Evaluation)

ผลการศึกษาสภาพปัจจุบัน ปัญหาและแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบ ACCAR–STEM เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ พบว่าบริบทสภาพการจัดการเรียนรู้ของแต่ละสถานศึกษาไม่แตกต่างกัน ด้านปัญหาการจัดการเรียนรู้ในรายวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อพัฒนาอาชีพช่างอุตสาหกรรม พบว่าครูผู้สอนขาดความเชี่ยวชาญในด้านการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้เรียนบางคนขาดทักษะในการคิดคำนวณและไม่ชอบวิชาคำนวณ ส่งผลให้เกิดความเบื่อหน่าย ไม่สนใจเรียน ผู้เรียนไม่ชอบเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เพราะคิดว่าเป็นวิชาที่เข้าใจยาก ไม่น่าสนใจ ขาดความตระหนักและไม่ให้ความสำคัญกับวิชาวิทยาศาสตร์ ไม่รู้สึกสนุกกับการทำกิจกรรมที่ครูสร้างขึ้น สำหรับแนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา ควรมีวิธีการหรือรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ช่วยเน้นกระบวนการคิดวิเคราะห์ เน้นการแก้ไขปัญหาจากสถานการณ์จริงหรือสถานการณ์เกี่ยวกับวิชาชีพของผู้เรียน เน้นการจัดการเรียนรู้เชิงรุก (Active learning) รูปแบบการจัดการเรียนรู้ควรสามารถนำไปใช้ได้ง่าย สามารถเชื่อมโยงความรู้จากกิจกรรมการเรียนรู้สู่เนื้อหาได้ สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในวิชาชีพและชีวิตประจำวันได้ ควรใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่มีการสร้างชิ้นงาน เช่น รูปแบบการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เนื่องจากช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะการคิด การแก้ปัญหา และนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์จริง

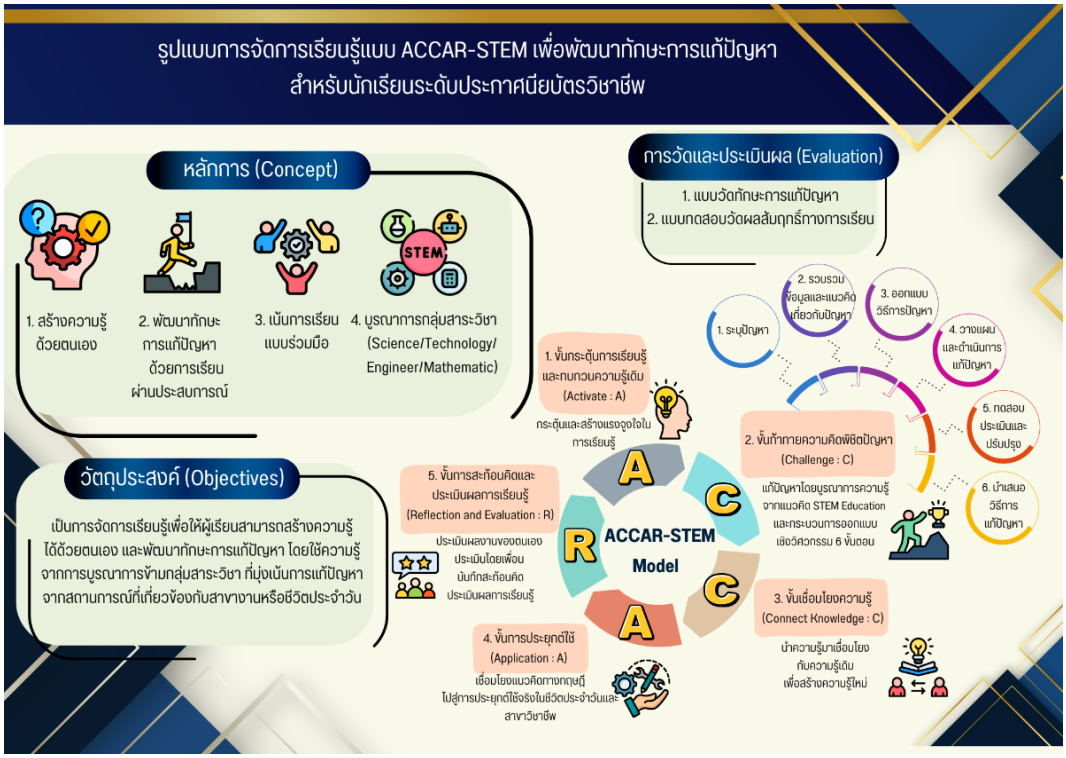
ผลการประเมินความต้องการจำเป็นการจัดการเรียนรู้แบบ ACCAR–STEM โดยวิธีหาค่าดัชนีการจัดลำดับความต้องการจำเป็น (Modified Priority Need Index : $PNI_{modified}$) ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและความต้องการจำเป็นการจัดการเรียนรู้แบบ ACCAR–STEM เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ

รายการ	สภาพที่เป็นจริงในปัจจุบัน			สภาพที่คาดหวัง			$PNI_{modified}$	ลำดับ
	$\bar{X}$	SD	ระดับ	$\bar{X}$	SD	ระดับ		
1. ด้านหลักการของรูปแบบ	2.47	.468	น้อย	4.58	.342	มากที่สุด	0.85	4
2. ด้านวัตถุประสงค์ของรูปแบบ	2.40	.462	น้อย	4.73	.272	มากที่สุด	0.97	3
3. ด้านกระบวนการจัดการเรียนรู้	2.30	.322	น้อย	4.75	.271	มากที่สุด	1.07	1
4. ด้านการวัดและประเมินผล	2.36	.466	น้อย	4.73	.307	มากที่สุด	1.00	2
รวม	**2.36**	**.246**	**น้อย**	**4.71**	**.194**	**มากที่สุด**	**1.00**	

จากตารางที่ 2 พบว่าด้านที่มีความต้องการจำเป็นมากที่สุด คือ ด้านกระบวนการจัดการเรียนรู้ รองลงมา คือ ด้านการวัดและประเมินผลด้านวัตถุประสงค์ของรูปแบบ และด้านหลักการของรูปแบบ สะท้อนให้เห็นว่ากระบวนการจัดการเรียนรู้เป็นองค์ประกอบสำคัญในการกำหนดรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ส่งผลต่อการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาให้กับผู้เรียน

2. ผลการสร้างรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ ACCAR–STEM เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ดังแสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 2 รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ ACCAR–STEM เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ

จากรูปที่ 2 ผลการสร้างรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ ACCAR–STEM เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพประกอบด้วย 4 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) หลักการของรูปแบบ (Concept) 2) วัตถุประสงค์ของรูปแบบ (Objectives) 3) กระบวนการจัดการเรียนรู้ (Learning Management Procedure) และ 4) การวัดและประเมินผล (Evaluation) โดยมีขั้นตอนกระบวนการการจัดการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นกระตุ้นการเรียนรู้และทบทวนความรู้เดิม (Activate : A) 2) ขั้นท้าทายความคิดพิชิตปัญหา (Challenge : C) โดยบูรณาการความรู้ในการแก้ปัญหาตามแนวทางสะเต็มศึกษาและกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม 6 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นระบุปัญหา ขั้นรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ขั้นออกแบบวิธีการแก้ปัญหา ขั้นวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา ขั้นทดสอบ ประเมินและปรับปรุงวิธีการแก้ปัญหา และขั้นนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา 3) ขั้นเชื่อมโยงความรู้ (Connect Knowledge : C) 4) ขั้นการประยุกต์ใช้ (Application : A) และ 5) ขั้นการสะท้อนคิดและประเมินผลการเรียนรู้ (Reflection and Evaluation : R) สะท้อนให้เห็นถึงรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ออกแบบกระบวนการเรียนรู้โดยเชื่อมโยงอย่างเป็นลำดับขั้น ตั้งแต่การกระตุ้นความรู้เดิม การเผชิญและแก้ปัญหา การเชื่อมโยงองค์ความรู้ ไปจนถึงการประยุกต์ใช้และสะท้อนผลการเรียนรู้ ซึ่งจะช่วยพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนได้อย่างเป็นระบบ

ผลการตรวจสอบคุณภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ ACCAR–STEM เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชี ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ความเหมาะสมและความเป็นไปได้ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ ACCAR–STEM เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

รายการประเมิน	n = 5		ระดับความเหมาะสม	n = 5		ระดับความเป็นไปได้
	μ	σ		μ	σ	
1. หลักการของรูปแบบ	4.92	.179	มากที่สุด	4.88	.179	มากที่สุด
2. วัตถุประสงค์ของรูปแบบ	4.88	.110	มากที่สุด	4.80	.141	มากที่สุด
3. กระบวนการจัดการเรียนรู้	4.96	.089	มากที่สุด	4.92	.110	มากที่สุด
4. การวัดและประเมินผล	4.72	.415	มากที่สุด	4.68	.414	มากที่สุด
รวม	**4.87**	**.076**	**มากที่สุด**	**4.82**	**.120**	**มากที่สุด**

จากตารางที่ 3 พบว่าความเหมาะสมของรูปแบบตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ โดยรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด (μ = 4.87, σ = .076) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่าด้านกระบวนการจัดการเรียนรู้ มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด (μ = 4.96, σ = .089) รองลงมาคือด้านหลักการของรูปแบบ (μ = 4.92, σ = .179) ด้านวัตถุประสงค์ของรูปแบบ (μ = 4.88, σ = .110) และด้านการวัดและประเมินผล (μ = 4.72, σ = .415) ผลการตรวจสอบความเป็นไปได้ของรูปแบบโดยรวมมีความเป็นไปได้อยู่ในระดับมากที่สุด (μ = 4.82, σ = .120) โดยด้านกระบวนการจัดการเรียนรู้มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด (μ = 4.92, σ = .110) รองลงมาคือด้านหลักการของรูปแบบ (μ = 4.88, σ = .179) ด้านวัตถุประสงค์ของรูปแบบ (μ = 4.80, σ = .141) และด้านการวัดและประเมินผล(μ = 4.68, σ = .414) สะท้อนให้เห็นว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นมีความเหมาะสมและสามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาให้กับผู้เรียนอาชีวศึกษาได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ผลการทดลองใช้ (try out) เพื่อหาประสิทธิภาพของรูปแบบ พบว่าผลการทดลองใช้ระยะที่ 1 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 62.74/61.60 ผลการทดลองใช้ระยะที่ 2 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 73.77/72.18 และผลการทดลองใช้ระยะที่ 3 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 81.10/80.04

3. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการแก้ปัญหาก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ ACCAR–STEM เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ

ผลการทดสอบประสิทธิภาพของรูปแบบ โดยการทดสอบประสิทธิภาพสอนจริงในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567 พบว่าโดยเฉลี่ยมีประสิทธิภาพของรูปแบบเท่ากับ 82.21/81.05 เป็นไปตามเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้

ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและคะแนนทักษะการแก้ปัญหาก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบ ACCAR–STEM โดยใช้สถิติทดสอบ t-test ผู้วิจัยตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้น ในการใช้สถิติทดสอบ t–test แบบกลุ่มตัวอย่างที่ไม่เป็นอิสระต่อกัน (Paired Samples t–test) ก่อนดำเนินการวิเคราะห์ เนื่องจากกลุ่มตัวอย่างมีจำนวนน้อยกว่า 30 คน โดยการพิจารณาการแจกแจงของข้อมูลจากค่าความเบ้ (Skewness) และค่าความโด่ง (Kurtosis) ของคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน หากค่าความเบ้และค่าความโด่งอยู่ในช่วงระหว่าง -2 ถึง +2 แสดงว่าข้อมูลมีการแจกแจงปกติและสามารถให้สถิติทดสอบ t–test ในการวิเคราะห์ข้อมูลได้ ผลการตรวจสอบพบว่าคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนมีค่าความเบ้ -.615 และค่าความโด่ง .473 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนมีค่าความเบ้ -.330 และค่าความโด่ง -.465 คะแนนทักษะการแก้ปัญหาก่อนเรียนมีค่าความเบ้ .526 และค่าความโด่ง -.280 คะแนนทักษะการแก้ปัญหาหลังเรียนมีค่าความเบ้ -.810 และค่าความโด่ง -.432 แสดงว่าข้อมูลมีการแจกแจงปกติและสามารถใช้สถิติทดสอบ t-test ในการวิเคราะห์ข้อมูลได้ โดยรายละเอียดผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ย ดังแสดงในตารางที่ 4-5

ตารางที่ 4 ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ ACCAR–STEM เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ

ผลการใช้รูปแบบ	n	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	SD	t	p	Effect size (Cohen's $d_{(z)}$)
ก่อนเรียน	12	60	26.75	5.545	13.415**	.000	3.87
หลังเรียน	12	60	47.67	5.694			

**$p < .01$

จากตารางที่ 4 พบว่าผู้เรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ ACCAR–STEM มีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ค่าขนาดอิทธิพล (Effect size) โดยใช้ Cohen's $d_{(z)}$ มีค่าเท่ากับ 3.87 สะท้อนให้เห็นว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ ACCAR–STEM มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนในระดับสูงมาก ซึ่งยืนยันถึงประสิทธิภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ส่งผลต่อการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนอาชีวศึกษาได้เป็นอย่างดี

ตารางที่ 5 ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยทักษะการแก้ปัญหาก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ ACCAR–STEM เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ

ผลการใช้รูปแบบ	n	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	SD	t	p	Effect size (Cohen's $d_{(z)}$)
ก่อนเรียน	12	180	61.83	12.691	23.693**	.000	6.84
หลังเรียน	12	180	147.33	21.555			

**$p < .01$

จากตารางที่ 5 พบว่าผู้เรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ ACCAR–STEM มีคะแนนเฉลี่ยทักษะการแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ค่าขนาดอิทธิพล (Effect size) โดยใช้ Cohen's $d_{(z)}$ มีค่าเท่ากับ 6.84 สะท้อนให้เห็นว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ ACCAR–STEM มีอิทธิพลต่อทักษะการแก้ปัญหาของผู้เรียนในระดับสูงมาก ซึ่งยืนยันถึงประสิทธิภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่มีกลไกสำคัญที่ช่วยพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาของผู้เรียนอาชีวศึกษาอย่างเป็นระบบ

4. ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนและครูที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ ACCAR–STEM เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ดังแสดงในตารางที่ 6–7

ตารางที่ 6 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ ACCAR–STEM เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ

รายการประเมิน	n = 12		ระดับ
	$\bar{X}$	SD	ความพึงพอใจ
1. ด้านวัตถุประสงค์ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้	4.78	.206	มากที่สุด
2. ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	4.81	.108	มากที่สุด
3. ด้านครูผู้สอน	4.69	.234	มากที่สุด
4. ด้านการวัดและประเมินผล	4.67	.256	มากที่สุด
รวม	**4.74**	**.086**	**มากที่สุด**

จากตารางที่ 6 พบว่าผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ ACCAR–STEM โดยรวมมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.74, SD = .086) โดยด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.81, SD = .108) รองลงมาคือด้านวัตถุประสงค์ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้

($\bar{X}$ = 4.78, SD = .206) ด้านครูผู้สอน ($\bar{X}$ = 4.69, SD = .234) และด้านการวัดและประเมินผล ($\bar{X}$ = 4.67, SD = .256) สะท้อนให้เห็นว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ ACCAR–STEM สามารถตอบสนองความต้องการของผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการมีส่วนร่วมและลงมือปฏิบัติ ทำให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ เข้าใจเนื้อหาได้ง่ายและพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาได้อย่างเป็นรูปธรรม ส่งผลให้ผู้เรียนมีทัศนคติที่ดีต่อการเรียนรู้และเกิดความพึงพอใจในระดับสูง

ตารางที่ 7 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความพึงพอใจของครูที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ ACCAR–STEM เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ

รายการประเมิน	n = 20		ระดับความพึงพอใจ
	$\bar{X}$	SD	
1. ด้านวัตถุประสงค์ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้	4.75	.182	มากที่สุด
2. ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	4.71	.155	มากที่สุด
3. ด้านผู้เรียน	4.65	.349	มากที่สุด
4. ด้านการวัดและประเมินผล	4.58	.276	มากที่สุด
รวม	**4.67**	**.113**	**มากที่สุด**

จากตารางที่ 7 พบว่าผลการประเมินความพึงพอใจของครูที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ ACCAR–STEM โดยรวมมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.67, SD = .113) โดยด้านวัตถุประสงค์ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.75, SD = .182) รองลงมา คือด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ($\bar{X}$ = 4.71, SD = .155) ด้านผู้เรียน ($\bar{X}$ = 4.65, SD = .349) และด้านการวัดและประเมินผล ($\bar{X}$ = 4.58, SD = .276) สะท้อนให้เห็นว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ ACCAR–STEM มีความเหมาะสมและสามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะด้านวัตถุประสงค์ของรูปแบบและการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ทั้งนี้เนื่องจากรูปแบบที่พัฒนาขึ้นช่วยให้ผู้เรียนสามารถคิดวิเคราะห์ วางแผนและแก้ปัญหาได้อย่างเป็นขั้นตอน ซึ่งสะท้อนถึงกลไกของการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ และบทบาทของครูในฐานะผู้อำนวยความสะดวก (Facilitator)

สรุปและอภิปรายผล

1. ผลการศึกษาข้อมูลพื้นฐานสำหรับการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ ACCAR–STEM เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ พบว่าการจัดการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันแม้จะมีรูปแบบที่หลากหลายและมุ่งเน้นทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แต่ยังไม่สามารถพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้อย่างเต็มที่ เนื่องจากการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ยังไม่สอดคล้องกับลักษณะผู้เรียนและบริบทการเรียนรู้ ส่งผลให้ผู้เรียนไม่สามารถเชื่อมโยงความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในวิชาชีพและชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งสะท้อนข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้ที่ยังไม่เอื้อต่อการสร้างความรู้ด้วยตนเองตามแนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) ที่เน้นให้ผู้เรียนเชื่อมโยงประสบการณ์เดิมกับความรู้ใหม่ผ่านการลงมือปฏิบัติและการมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม นอกจากนี้ผลการประเมินความต้องการจำเป็นในการจัดการเรียนรู้พบว่าด้านกระบวนการจัดการเรียนรู้มีความสำคัญมากที่สุด รองลงมาคือด้านการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ ทั้งนี้สามารถอธิบายได้ว่ากระบวนการจัดการเรียนรู้เป็นกลไกหลักที่กำหนดลักษณะประสบการณ์การเรียนรู้ของผู้เรียนหากกระบวนการไม่ส่งเสริมการคิดวิเคราะห์และการเผชิญปัญหาอย่างเป็นระบบ จะไม่สามารถนำไปสู่การพัฒนาทักษะขั้นสูงได้ สอดคล้องแนวคิดของ สิรินภา กิจเกื้อกูล [14] ที่ชี้ให้เห็นว่าการออกแบบการเรียนรู้ควรเชื่อมโยงหลักสูตรสู่การปฏิบัติจริง โดยจัดประสบการณ์ให้ผู้เรียนได้ฝึกคิดและแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่ใกล้เคียงความเป็นจริง รวมทั้งสอดคล้องกับแนวคิดของทิศนา แขมมณี [15] ที่อธิบายว่าการพัฒนาการเรียนรู้ระดับสูง เช่น การวิเคราะห์และสังเคราะห์ จำเป็นต้องใช้วิธีการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนเผชิญสถานการณ์ปัญหา เช่น การใช้กรณีตัวอย่าง ซึ่งเป็นกลไกสำคัญในการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา ขณะเดียวกันผลการศึกษานี้ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ อรรถพล สังขวาสี, พา อักษรเสือ

และชัยยุทธ ศิริสุทธิ์ [3] ที่พบว่าการจัดการเรียนการสอนอาชีวศึกษายังไม่เน้นการพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์อย่างเพียงพอ ส่งผลให้ผู้เรียนไม่สามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในงานอาชีพได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่าการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่มีกระบวนการชัดเจน เน้นการลงมือปฏิบัติ และเชื่อมโยงกับบริบทวิชาชีพ จึงเป็นแนวทางสำคัญในการยกระดับทั้งผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการแก้ปัญหาของผู้เรียนอาชีวศึกษา

2. ผลการสร้างรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ ACCAR–STEM เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ประกอบด้วย 4 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) หลักการของรูปแบบ (Concept) 2) วัตถุประสงค์ของรูปแบบ (Objectives) 3) กระบวนการจัดการเรียนรู้ (Learning Management Procedure) และ 4) การวัดและประเมินผล (Evaluation) กระบวนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นกระตุ้นการเรียนรู้และทบทวนความรู้เดิม (Activate : A) 2) ขั้นท้าทายความคิดพิชิตปัญหา (Challenge : C) โดยบูรณาการความรู้ในการแก้ปัญหาตามแนวทางสะเต็มศึกษาและกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม 6 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นระบุปัญหา ขั้นรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ขั้นออกแบบวิธีการแก้ปัญหา ขั้นวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา ขั้นทดสอบ ประเมินและปรับปรุงวิธีการแก้ปัญหา และขั้นนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา 3) ขั้นเชื่อมโยงความรู้ (Connect Knowledge : C) 4) ขั้นการประยุกต์ใช้ (Application : A) และ 5) ขั้นการสะท้อนคิดและประเมินผลการเรียนรู้ (Reflection and Evaluation : R) รูปแบบการจัดการเรียนรู้นี้มีลักษณะเป็นระบบการเรียนรู้เชิงกระบวนการ ที่ออกแบบให้ผู้เรียนค่อย ๆ พัฒนาความรู้และทักษะผ่านลำดับขั้นตอนอย่างมีเหตุผล กล่าวคือ ขั้นกระตุ้นการเรียนรู้และทบทวนความรู้เดิม (Activate : A) ทำหน้าที่กระตุ้นและเชื่อมโยงความรู้เดิม ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้ของกานเย (Gagne) ที่เน้นการเตรียมความพร้อมทางสติปัญญา ขณะที่ขั้นท้าทายความคิดพิชิตปัญหา (Challenge : C) เป็นกลไกสำคัญของรูปแบบ เนื่องจากเปิดโอกาสให้ผู้เรียนเผชิญปัญหาจริงและบูรณาการความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาและกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมในการคิดแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สอดคล้องกับทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) และแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-based Learning Model : PBL) และการเรียนรู้โดยใช้ความท้าทายเป็นฐาน (Challenge Based Learning Model : CBL) ซึ่งช่วยกระตุ้นการคิดวิเคราะห์และการสร้างองค์ความรู้จากประสบการณ์ ในขณะที่ขั้นเชื่อมโยงความรู้ (Connect Knowledge : C) และขั้นการประยุกต์ใช้ (Application : A) ทำหน้าที่เป็นกลไกสำคัญในการถ่ายโอนความรู้ (Transfer of Learning) โดยผู้เรียนเชื่อมโยงองค์ความรู้และนำไปประยุกต์ใช้ในบริบทใหม่ สอดคล้องกับแนวคิดของบรูเนอร์ (Bruner) ที่เน้นการเรียนรู้ผ่านการค้นพบ (Discovery Learning) และการนำความรู้ไปใช้จริง ส่วนขั้นการสะท้อนคิดและประเมินผลการเรียนรู้ (Reflection and Evaluation : R) ช่วยให้ผู้เรียนประเมินและพัฒนาความเข้าใจของตนเอง ซึ่งเป็นกระบวนการสำคัญของการเรียนรู้ระดับสูงและการกำกับตนเอง (Self-regulated Learning) [14] นอกจากนี้การออกแบบกิจกรรมที่เน้นการทำงานเป็นกลุ่มยังสอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Collaborative Learning) ซึ่งส่งเสริมการแลกเปลี่ยนเรียนรู้และการสร้างความเข้าใจร่วมกัน ขณะที่การบูรณาการความรู้ในการแก้ปัญหาตามแนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเป็นกลไกสำคัญที่ทำให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ข้ามกลุ่มสาระวิชา (Interdisciplinary Integration) และนำไปใช้แก้ปัญหาได้อย่างเป็นรูปธรรม ผลการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญพบว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้ คู่มือการใช้รูปแบบและแผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมและมีความเป็นไปได้อยู่ในระดับมากที่สุด สะท้อนให้เห็นว่าการพัฒนารูปแบบที่อาศัยทั้งการสังเคราะห์ทฤษฎี การวิเคราะห์บริบทผู้เรียน และความต้องการจำเป็นทางการเรียนรู้ ส่งผลให้รูปแบบมีความสอดคล้องทั้งเชิงแนวคิดและเชิงปฏิบัติ ทั้งนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ วรัตถ์พัชร ทวีเจริญกิจ และวิชิต สุรัชเรืองชัย [5] ที่พบว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาบนฐานทฤษฎีการสร้างความรู้สามารถนำไปใช้ได้จริงและช่วยพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการแก้ปัญหาก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ ACCAR–STEM เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ พบว่ารูปแบบมีประสิทธิภาพเท่ากับ 82.21/81.05 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ แสดงให้เห็นว่ารูปแบบมีความเหมาะสมในการนำไปใช้จัดการเรียนรู้ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการพัฒนารูปแบบมีพื้นฐานจากแนวคิด “SPIE Model” ของทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน [16] ร่วมกับแนวคิดการพัฒนารูปแบบของ รัตนะ บัวสนธ์ [17] ซึ่งเป็นกระบวนการพัฒนารูปแบบที่มีความเป็นระบบและมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ผลการวิจัยยังพบว่าผู้เรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะ

การแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และมีขนาดอิทธิพล (Effect size) เท่ากับ 3.87 และ 6.84 ตามลำดับ ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้มีอิทธิพลต่อการพัฒนาผู้เรียนในระดับสูงมาก ผลดังกล่าวสามารถอธิบายได้ว่า รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ ACCAR–STEM มีกลไกสำคัญที่ส่งเสริมการเรียนรู้อย่างเป็นระบบ โดยเฉพาะขั้นท้าทายความคิดพิชิตปัญหา (Challenge : C) ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนเผชิญสถานการณ์ปัญหาออกแบบและปรับปรุงวิธีการแก้ปัญหาผ่านกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ส่งผลให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้เชิงลึก (deep learning) และสามารถเชื่อมโยงองค์ความรู้ไปสู่การประยุกต์ใช้ได้จริง ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) ที่อธิบายว่าการเรียนรู้เกิดจากการลงมือปฏิบัติและมีการปฏิสัมพันธ์กับสถานการณ์จริง อีกทั้งยังสอดคล้องกับแนวคิดของ บรูเนอร์ (Bruner) ที่เน้นการค้นพบความรู้ด้วยตนเองด้วย นอกจากนี้การบูรณาการความรู้ในการแก้ปัญหาตามแนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมยังช่วยให้ผู้เรียนได้ใช้ความรู้ข้ามกลุ่มสาระวิชา (Interdisciplinary Integration) ในการวิเคราะห์และแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอน ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดการเรียนรู้แบบบูรณาการและการเรียนรู้ผ่านประสบการณ์ (Experiential Learning) ที่เน้นการสร้างความเข้าใจจากการลงมือปฏิบัติจริง ประกอบกับการจัดกิจกรรมแบบร่วมมือ (Collaborative Learning) ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและร่วมกันแก้ปัญหา จึงช่วยเสริมสร้างทั้งทักษะการคิดวิเคราะห์และทักษะการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ ผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับแนวคิดของ กมลฉัตร กล่อมอิ่ม [18] และงานวิจัยของ Rahim and Mahmud [8] ที่รายงานว่าการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมช่วยให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้เพื่อแก้ไขปัญหาในชีวิตจริงได้อย่างเป็นระบบและช่วยพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ ยิ่งลักษณ์ และคณะ [7], Syukri et al. [9], Khan [10], Malcok and Ceylan [11], Ondes [12], Yulianti et al. [13], และ วิชุดา ผาทอง [19] ที่พบว่าการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ส่งผลเชิงบวกต่อการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผลการวิจัยนี้ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ อภิญญา สิงโต [20] ที่รายงานว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ช่วยพัฒนาความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของผู้เรียนได้อย่างมีนัยสำคัญ เช่นเดียวกับรายงานการวิจัยของ ศิวรรณ อะวะตา และญาณภัทร สีหะมงคล [21] ซึ่งเสนอให้จัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาของผู้เรียน ผลการวิจัยเหล่านี้สะท้อนให้เห็นว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการลงมือปฏิบัติ การบูรณาการความรู้และการเผชิญสถานการณ์ปัญหาจริง สามารถพัฒนาทั้งผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการแก้ปัญหาของผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

4. ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนและครูที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ แบบ ACCAR–STEM เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด โดยด้านที่มีระดับความพึงพอใจมากที่สุด คือด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ รองลงมาคือด้านวัตถุประสงค์ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ด้านครูผู้สอน และด้านการวัดและประเมินผล ทั้งนี้ผู้เรียนเห็นว่ากิจกรรมการเรียนรู้เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง เชื่อมโยงความรู้ทางวิทยาศาสตร์กับวิชาชีพและชีวิตประจำวัน ส่งผลให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาได้ง่ายขึ้นและสามารถพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาได้อย่างเป็นรูปธรรม ลักษณะดังกล่าวสอดคล้องกับทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) ที่อธิบายว่าผู้เรียนจะเกิดความเข้าใจอย่างลึกซึ้งเมื่อได้สร้างความรู้จากประสบการณ์ตรง รวมทั้งสอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้ของบรูเนอร์ (Bruner) ที่เน้นการเรียนรู้ผ่านการค้นพบ ซึ่งช่วยกระตุ้นแรงจูงใจและความสนใจในการเรียนรู้ นอกจากนี้การจัดกิจกรรมแบบกลุ่มยังส่งเสริมการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและการเรียนรู้ร่วมกัน เป็นไปตามแนวคิดการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Collaborative Learning) ในส่วนของครูผู้สอนพบว่ามีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด โดยเฉพาะด้านวัตถุประสงค์ของรูปแบบและการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ทั้งนี้เนื่องจากรูปแบบที่พัฒนาขึ้นช่วยให้ผู้เรียนสามารถคิดวิเคราะห์ วางแผนและแก้ปัญหาได้อย่างเป็นขั้นตอน ซึ่งสะท้อนถึงกลไกของการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ และบทบาทของครูในฐานะผู้อำนวยความสะดวก (Facilitator) สอดคล้องกับแนวคิดของ สิทธิพล อาจอินทร์ [22] ที่เสนอว่าการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนเผชิญปัญหาจริง ลงมือปฏิบัติ สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง และมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคม ซึ่งจะนำไปสู่การเรียนรู้อย่างมีความหมาย (Meaningful Learning) และความสุขในการเรียนรู้ (Happy Learning) นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ Kartini et al. [23] และ ยิ่งลักษณ์ และคณะ [7] ที่พบว่าการจัดการเรียนรู้ตามแนวทาง

สะเต็มศึกษาร่วมกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ช่วยส่งเสริมการบูรณาการความรู้ การแก้ปัญหา และการประยุกต์ใช้ความรู้ในสถานการณ์จริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นการที่ผู้เรียนและครูมีความพึงพอใจในระดับสูง จึงสะท้อนให้เห็นว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ ACCAR–STEM มีกลไกการจัดการเรียนรู้ที่เอื้อต่อการมีส่วนร่วม การลงมือปฏิบัติ และการเชื่อมโยงสู่การใช้จริง ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อการพัฒนาการแก้ปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพ

งานวิจัยเรื่องการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ ACCAR–STEM เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ มีคุณค่าทั้งในเชิงทฤษฎีและปฏิบัติ โดยในเชิงทฤษฎี งานวิจัยได้สังเคราะห์ทฤษฎีการเรียนรู้ ที่สำคัญ ได้แก่ ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง ทฤษฎีการสร้างความรู้ผ่านการสร้างสรรค์ชิ้นงาน ทฤษฎีการเรียนรู้ของกานเย บรูเนอร์ และทฤษฎีการเรียนรู้แบบร่วมมือ จนเกิดเป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับบริบทของผู้เรียนอาชีวศึกษา ช่วยขยายองค์ความรู้ด้านการออกแบบการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา ซึ่งเป็นสมรรถนะสำคัญของกำลังคนด้านอุตสาหกรรม ส่วนในเชิงปฏิบัติ รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ ACCAR–STEM เป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่สามารถนำไปใช้ได้จริงในการจัดการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์ โดยสามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการแก้ปัญหาของผู้เรียนได้อย่างมีนัยสำคัญ อีกทั้งยังสนับสนุนบทบาทของครูทั้งสายสามัญและครูสายวิชาชีพในการออกแบบการเรียนรู้เชิงสมรรถนะที่เชื่อมโยงความรู้กับวิชาชีพและชีวิตประจำวัน และสามารถขยายผลสู่การพัฒนาหลักสูตรและการผลิตกำลังคนอาชีวศึกษาให้สอดคล้องกับความต้องการของตลาดแรงงานในศตวรรษที่ 21 ได้อย่างเป็นระบบ

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 การจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ ACCAR–STEM เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ในขั้นการสะท้อนคิดและประเมินผลการเรียนรู้ (Reflection and Evaluation : R) อาจแทรกอยู่ในขั้นตอนอื่น ๆ ได้ เนื่องจากการสะท้อนคิดและการประเมินผลจะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจว่ากำลังเรียนเรื่องอะไรและมีความเข้าใจมากน้อยเพียงใด สิ่งเหล่านี้ครูผู้สอนสามารถสังเกตได้จากการตั้งคำถาม การประเมินตนเองของผู้เรียน หรือการประเมินโดยเพื่อน โดยให้ข้อมูลย้อนกลับ ซึ่งอาจแทรกในขั้นท้าทายความคิดพิชิตปัญหา (Challenge : C) ขั้นเชื่อมโยงความรู้ (Connect Knowledge : C) หรือขั้นการประยุกต์ใช้ (Application : A)

1.2 ในการนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ไปใช้ ครูผู้สอนควรวางแผนและกำกับการใช้เวลาในการทำกิจกรรมการเรียนรู้ให้เหมาะสมและไม่เกินเวลาที่กำหนดไว้ เนื่องจากกิจกรรมในแต่ละขั้น โดยเฉพาะขั้นท้าทายความคิดพิชิตปัญหา (Challenge : C) ซึ่งเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ ทดลอง และแก้ปัญหาด้วยตนเอง อาจทำให้ผู้เรียนเกิดความสนุกสนานและใช้กระบวนการลองผิดลองถูกเป็นระยะเวลานาน ส่งผลให้เวลาไม่เพียงพอต่อการดำเนินกิจกรรมในขั้นต่อไป ดังนั้นครูควรกำหนดกรอบเวลาในแต่ละกิจกรรมอย่างชัดเจน พร้อมทั้งติดตามและให้คำแนะนำอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้การจัดการเรียนรู้เป็นไปตามแผนและบรรลุวัตถุประสงค์ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรศึกษาการนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ ACCAR–STEM มาใช้เพื่อพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 ด้านอื่น ๆ เช่น การพัฒนาความคิดเชิงสร้างสรรค์ การคิดวิเคราะห์หรือการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เป็นต้น

2.2 ควรพัฒนาเครื่องมือวัดทักษะการแก้ปัญหาที่มีความหลากหลายและสอดคล้องกับบริบทของผู้เรียนอาชีวศึกษา เพื่อให้การวัดผลสะท้อนระดับทักษะการแก้ปัญหาของผู้เรียนได้อย่างแท้จริง

2.3 ควรศึกษาปัจจัยด้านการจัดการเรียนรู้ที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ ACCAR–STEM เพื่อนำไปใช้ในการออกแบบการวิจัยที่สามารถเปรียบเทียบหรือควบคุมตัวแปร เพื่อให้ได้แนวทางการนำรูปแบบไปใช้ได้อย่างเหมาะสมและเกิดประโยชน์สูงสุด

ข้อจำกัดของการวิจัย

การวิจัยเรื่องการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ ACCAR–STEM เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ มีข้อจำกัดบางประการที่ควรพิจารณา ดังนี้

1. กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพจากวิทยาลัยเทคนิคชลบุรี ซึ่งเป็นสถานศึกษาแห่งเดียว ทำให้ผลการวิจัยอาจสะท้อนบริบทเฉพาะด้านผู้เรียน สภาพแวดล้อม และลักษณะการจัดการเรียนรู้ของวิทยาลัยเทคนิคชลบุรีเท่านั้น จึงควรใช้ความระมัดระวังในการนำผลการวิจัยไปอ้างอิงหรือขยายผลในบริบทอื่น

2. การดำเนินการทดลองใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้มีระยะเวลาจำกัด ส่งผลให้การประเมินผลมุ่งเน้นผลลัพธ์ระยะสั้น โดยยังไม่สามารถสะท้อนความคงทนของทักษะการแก้ปัญหาและผลกระทบระยะยาวต่อการเรียนรู้ของผู้เรียนได้อย่างชัดเจน

3. การประเมินทักษะการแก้ปัญหาอาศัยเครื่องมือที่พัฒนาขึ้นตามกรอบแนวคิดของงานวิจัย ซึ่งแม้จะผ่านการตรวจสอบคุณภาพแล้ว แต่อาจยังไม่ครอบคลุมมิติของทักษะการแก้ปัญหาในสถานการณ์การทำงานจริงทั้งหมด นอกจากนี้ การนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ ACCAR–STEM ไปใช้ยังขึ้นอยู่กับความพร้อมและสมรรถนะของครูผู้สอน ทั้งด้านความเข้าใจเกี่ยวกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมและทักษะในการออกแบบกิจกรรมเชิงรุก (Active Learning) ซึ่งอาจส่งผลต่อความแตกต่างของผลลัพธ์เมื่อมีการนำไปใช้ในบริบทที่หลากหลาย

เอกสารอ้างอิง

[1] Office of the Vocational Education Commission, Ministry of Education, *Vocational Education Development Plan 2017-2036,* Bangkok: Office of the Vocational Education Commission, p. 1, 2017. (in Thai)

[2] UNESCO-UNEVOC, *Trends in New Qualifications and Competencies for TVET: Perspectives of the European UNEVOC Network,* Germany: UNESCO-UNEVOC International Centre, p. 11, 2020.

[3] A. Sangkawasee, P. Ansonsua and C. Sirisuthi. “The Scenario of Thai Vocational Education in the Next,” *Dhammathas Academic Journal,* vol. 21, no. 4, pp. 221–233, 2021. (in Thai)

[4] Office of the Education Council, Ministry of Education, *Essential Future Skills to Prepare Thai People of All Ages to Cope with The Rapid Disruption of The 21st Century World: Study Results and Promotion Guidelines*, Bangkok: Phetkasem Printing Group Company Limited, p. 144, 2021. (in Thai)

[5] W. Thaweecharoenkij and V. Suratreungchai, “The Development of instruction model to promote the problem solving skill thinking of vocational students based on theory of constructionism,” *Ratchaphruek Journal,* vol. 17, no. 1, pp. 86–93, 2019. (in Thai)

[6] W. Noiwong, “Learning Management for Enhancing Critical Thinking and Problem Solving Skills of Learners in the 21st Century,” *Journal of Research For Learning Reform,* vol. 5, no. 2, pp. 54–69, 2022. (in Thai)

[7] Y. Termkla, K. Wuttisela, C. Tanahoung and S. Wuttiprom, “Enhancing Problem–Solving Skills and Achievement in Motion through Real–Life Context–Based STEM+5Es Learning,” *Journal of Research Unit on Science, Technology and Environment for Learning*, vol. 16, no. 2, pp. 174–186, 2025, doi: 10.14456/jstel.2025.12. (in Thai)

[8] R. A. Rahim and S. N. D. Mahmud, “Integrating the Engineering Design Process (EDP) in Stem Classroom: A Systematic Literature Review of Impacts and Challenges,” *International Journal of Academic Research in Progressive Education and Development,* vol. 14, no. 3, pp. 1661–1679, 2025, doi: 10.6007/IJARPED/v14-i3/26304.

[9] M. Syukri, F. Haya, S. Maghfirah, F. Herliana, M. S. Rasul and H. Pratama, "STEM-Based Engineering Design Process Models in Physics Learning: Systematic Literature Review," *European Journal of STEM EDUCATION*, vol. 11, no.1, pp. 1–15, 2026, doi: 10.20897/ejsteme/17784.

[10] A. A. Khan, "Problem–Solving Skills Development Through STEM Education: A Systematic Review," *Kashmir Journal of Academic Research and Development*, vol. 1, no. 4, pp. 11–21, 2025.

[11] B. A. Malcok and R. Ceylan, "Does Stem Education have an impact on Problem Solving Skill?," *The Journal of Kesit Academy*, vol. 25, no. 25, pp. 21–40, 2020, doi: 10.29228/kesit.46371.

[12] R. N. Ondes, "Effects of STEM Practices on Students Problem–Solving Skills: A Meta–Analysis," *International Journal of Education in Mathematics, Science, and Technology (IJEMST)*, vol. 13, no. 2, pp. 439–461, 2025, doi: 10.46328/ijemst.4697.

[13] D. R. Yulianti, A. R. Amalia, I. Nurasiah, A. Sutisnawati and D. A. Uswatun, "Development of STEM EDP (Engineering Design Process) Based E–Module To Improve Elementary School Students' Problem Solving Skills," *Eduproxima: Journal Ilmiah Pendidikan IPA*, vol. 7, no. 4, pp. 1846–1858, 2025, doi: 10.29100/.v7i4.8644.

[14] S. Kijkuakul, *Science Learning Management*, 2nd ed. Phitsanulok: Naresuan University publishing house, pp. 72-73, 2023. (in Thai)

[15] T. Khammanee, *Teaching Sciences,* Bangkok: Chulalongkorn University publishing house, p. 381, 2023. (in Thai)

[16] S. Phusee-orn, *Research and Development in Education,* 4th ed. Mahasarakham: Taksila publishing house, pp. 7–12, 2024. (in Thai)

[17] R. Buosonte, *Research and Development for Educational Innovation*, 9th ed. Bangkok: Chulalongkorn University publishing house, pp. 1–3, 2024. (in Thai)

[18] K. Klomim, *Development of STEM Educational Curriculum,* 2nd ed. Phitsanulok: Rattanasuwan publishing house, p. 9, 2023. (in Thai)

[19] W. Phathong, "The Relationship Between STEM Education and The Development of Problem–Solving Skills," *Journal of Kwan Phayao*, vol. 1, no. 5, pp. 46–53, 2024. (in Thai)

[20] A. Singto, " The Development of STEM Education Learning Activities to Enhance Problem Solving Thinking Ability for Mathayomsuksa 1," *Journal of MCU Nakhondhat,* vol. 7, no. 7, pp. 387–398, 2020. (in Thai)

[21] S. Awata and Y. Seehamongkon, "The causal Factors and Development Guidelines on Creative Problem–Solving of Grade Ten Students, under the Secondary Educational Service Area Office 21," *Journal of Educational Measurement, Mahasarakham University*, vol. 26, no. 1, pp. 239–256, 2020. (in Thai)

[22] S. Art-in, *The Art and Science of Learning Management in the 21st Century*, 3th ed. Khon Kaen: Faculty of Education Khon Kaen University, p. 72, 2021. (in Thai)

[23] F. S. Kartini, A. Widodo, N. Winarno and L. Astuti, " Promoting Student's Problem-Solving Skills through STEM Project-Based Learning in Earth Layer and Disasters Topic," *Journal of Science Learning*, vol. 4, no. 3, pp. 257–266, 2021, doi: 10.17509/jsl.v4i3.27555.

การอ้างอิงบทความนี้

APA Pukdeengam, S., (2026). The Development of ACCAR–STEM Learning Management Model to Develop Problem Solving Skills for Vocational Certificate students. *Journal of Technical and Engineering Education,* 17(1), 48-67 Thaijo. https://doi.org/10.14416/j.ftee.2026.04.04

MLA Pukdeengam, Suprakarn. "The Development of ACCAR–STEM Learning Management Model to Develop Problem Solving Skills for Vocational Certificate students" *Journal of Technical and Engineering Education*, vol. 17, no. 1, Apr. 2026, pp. 48-67, https://doi.org/10.14416/j.ftee.2026.04.04. Thaijo.

ISO690 S. Pukdeengam, "The Development of ACCAR–STEM Learning Management Model to Develop Problem Solving Skills for Vocational Certificate students" *Journal of Technical and Engineering Education*, vol. 17, no. 1, pp. 48-67, Apr. 2026, doi: https://doi.org/10.14416/j.ftee.2026.04.04

การบูรณาการปัญญาประดิษฐ์ในหลักสูตรอุตสาหกรรมก่อสร้าง มุมมองจากคณาจารย์มหาวิทยาลัยไทย

Integrating Artificial Intelligence into Construction Curricula Insights from University Faculty in Thailand

ปัญกิจ แก้วเหล็ก [1*], ณภัทร ศุกรวรรณ [1], ธนิดา วงษาเนาว์ [2], นฤมล แสนเสนา [3], วทัญญู ชุติคามี [3], กิตติกุล บุญเปลี่ยน [4] และ กชพร วงษาเนาว์ [4]
Panyakit Kaewlex [1*], Napat Sukarawan [1], Thanida Wongsanao [2], Narumol Sansena [3], Wathanyu Cutikam [3] Gittigul Boonplien [4] and Kotchaphorn Wongsanao [4]

(วันรับบทความ : 7 ตุลาคม 2569/วันแก้ไขบทความ : 3 พฤษภาคม 2569/วันตอบรับบทความ : 6 พฤษภาคม 2569)
(Received Date : October 7, 2026, Revised Date : May 3, 2026, Accepted Date : May 6, 2026)

บทคัดย่อ

อุตสาหกรรม AECO กำลังเผชิญการเปลี่ยนผ่านสู่ยุคปัญญาประดิษฐ์ (AI) อย่างรวดเร็ว อย่างไรก็ตามการบูรณาการ AI ในหลักสูตรไทยยังขาดข้อมูลเชิงประจักษ์ งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ระดับความคิดเห็นและประเมินความพร้อมในการบูรณาการ AI โดยใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงสำรวจจากกลุ่มตัวอย่างคณาจารย์ในสาย AECO ทั่วประเทศจำนวน 87 คน เครื่องมือวิจัยคือแบบสอบถามที่มีค่าความเชื่อมั่น Cronbach's Alpha เท่ากับ 0.92 ผลการวิจัยพบว่าคณาจารย์เห็นด้วยกับการบูรณาการ AI ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$= 4.52, SD = 0.48) โดยทักษะด้านการวิเคราะห์และการคาดการณ์ (Analytical & Predictive AI) เป็นส่วนที่ต้องการเน้นย้ำสูงสุด นัยสำคัญของงานวิจัยชี้ให้เห็นว่าสถาบันการศึกษาจำเป็นต้องเร่งปรับปรุงโครงสร้างพื้นฐานและทักษะผู้สอนเพื่อให้สอดคล้องกับแผนแม่บทปัญญาประดิษฐ์แห่งชาติ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินระดับความสำคัญของการประยุกต์ใช้ AI และสำรวจระดับความเชี่ยวชาญของคณาจารย์ในหมวดหมู่ทักษะที่แตกต่างกัน ในบริบทของหลักสูตรด้านอุตสาหกรรมก่อสร้างในประเทศไทย รวมไปถึงการจัดลำดับความสำคัญของปัจจัยขับเคลื่อนและปัจจัยคงที่ที่มีอิทธิพลต่อการบูรณาการ AI ในหลักสูตร เพื่อเสนอแนวทางเชิงนโยบายสำหรับการพัฒนาการอุดมศึกษาให้สอดคล้องกับแผนยุทธศาสตร์ AI แห่งชาติ พ.ศ. 2565–2570 การวิจัยใช้แบบสอบถามออนไลน์เป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากคณาจารย์จำนวน 87 คน จากสถาบันอุดมศึกษาที่เปิดสอนในสาขาวิศวกรรมโยธา สถาปัตยกรรม ครุศาสตร์อุตสาหกรรม และการบริหารงานก่อสร้าง โดยทำการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และการวิเคราะห์ขนาดอิทธิพล (Effect Size)

คำสำคัญ: ปัญญาประดิษฐ์, การเรียนการสอน, อุตสาหกรรมก่อสร้าง, ปัจจัยขับเคลื่อน, ปัจจัยคงที่

1* ภาควิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม, คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
1* Department of Technical Education, Faculty of Technical Education, Rajamangala University of Technology Thanyaburi
2 สาขาวิชาสถาปัตยกรรมภายใน, คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการออกแบบ, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์
2 Department of Interior Architecture, Faculty of Architecture and Design, Rajamangala University of Technology Rattanakosin
3 สาขาวิชาเทคโนโลยีสถาปัตยกรรม, คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
3 Department of Architecture, Faculty of Architecture, Rajamangala University of Technology Thanyaburi
4 สาขาวิชาสถาปัตยกรรมภายใน, คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
4 Department of Interior Architecture, Faculty of Architecture, Rajamangala University of Technology Thanyaburi
* ผู้นิพนธ์ประสานงาน โทร. 061-5897451 อีเมล: Panyakit_k@rmutt.ac.th
* Corresponding Author, Tel. +66615897451 e-mail: Panyakit_k@rmutt.ac.th
Doi: 10.14416/j.ftee.2026.04.05

บทคัดย่อ (ต่อ)

ผลการวิจัยพบว่าคณาจารย์ให้ความสำคัญต่อการใช้ AI ในการเรียนการสอนโดยรวมในระดับสูง โดยเฉพาะปัญญาประดิษฐ์เชิงวิเคราะห์และพยากรณ์ ด้านการประมวลผลภาษาและการจัดการเอกสารเพื่อสนับสนุนการวิจัย มีค่าเฉลี่ยสูงสุดในระดับสูง $\bar{X}$ = 3.70 และ SD = 1.03 ระดับความเชี่ยวชาญด้าน AI ของคณาจารย์ส่วนใหญ่อยู่ในระดับ L3 สัดส่วนร้อยละ 34.48 แสดงถึงความสามารถในการบูรณาการ AI เข้ากับการเรียนการสอนได้ สำหรับปัจจัยขับเคลื่อนที่มีอิทธิพลสูงสุดคือความจำเป็นของกรอบจริยธรรมและกฎระเบียบด้าน AI ($\bar{X}$ = 4.24, SD = 0.89) ในขณะที่ปัจจัยคงที่ที่สำคัญที่สุดคือความยืดหยุ่นของหลักสูตรต่อการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยี ($\bar{X}$ = 4.33, SD = 0.74) ทั้งคู่จัดอยู่ในระดับสูงและการวิเคราะห์ขนาดอิทธิพลชี้ให้เห็นว่า มิติด้านความต้องการแรงงานและความเร็วของเทคโนโลยีมีนัยสำคัญเชิงปฏิบัติสูงสุด d = 0.41 สะท้อนให้เห็นถึงแรงบีบคั้นจากสภาวะภายนอกและอัตราเร่งของเทคโนโลยีว่าเป็นเงื่อนไขเชิงโครงสร้างที่ส่งผลกระทบต่อการทำงานมากกว่าแรงจูงใจในการปรับตัว ขณะที่มิติด้านงบประมาณ ทรัพยากร และการปรับปรุงหลักสูตรมีขนาดอิทธิพลอยู่ในระดับเล็ก d = 0.20 ถึง 0.25 บ่งชี้ว่าข้อจำกัดเชิงโครงสร้างเป็นอุปสรรคที่ชัดเจนกว่าปัจจัยขับเคลื่อนเชิงนโยบาย ในขณะที่มิติด้านนโยบายระดับสถาบันและระดับชาติถูกมองว่ามีความสำคัญสอดคล้องกันโดยมีนัยสำคัญแตกต่างกันน้อยมาก d = 0.05 นอกจากนี้งานวิจัยชิ้นนี้ยังมีการรวบรวมข้อเสนอแนะของคณาจารย์ โดยพบว่าคณาจารย์หลายท่านได้เสนอให้ภาครัฐและมหาวิทยาลัยจัดทำกรอบสมรรถนะด้าน AI ที่ชัดเจน การสนับสนุนงบประมาณ รวมถึงการพัฒนาทักษะความสามารถในการใช้งานเทคโนโลยี AI ให้สำหรับอาจารย์เพื่อเตรียมพร้อมต่อการเปลี่ยนแปลงในอนาคต ผลการวิจัยนี้ชี้ให้เห็นถึงความจำเป็นในการการขับเคลื่อน AI ในอุดมศึกษาสายอุตสาหกรรมก่อสร้างไม่ควรพึ่งพาเพียงทักษะเฉพาะบุคคล แต่ต้องอาศัยการปรับเปลี่ยนเชิงโครงสร้างผ่านระบบนิเวศการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงระหว่างภาครัฐ มหาวิทยาลัย และอุตสาหกรรม ข้อค้นพบนี้ส่งผลต่อการกำหนดนโยบายเพื่อสร้างแนวปฏิบัติทางจริยธรรมที่ชัดเจนและการจัดสรรงบประมาณสนับสนุน เพื่อยกระดับหลักสูตรให้มีความยืดหยุ่นและตอบสนองต่อความต้องการของภาคอุตสาหกรรมในยุคดิจิทัลได้อย่างยั่งยืน

คำสำคัญ: ปัญญาประดิษฐ์, การเรียนการสอน, อุตสาหกรรมก่อสร้าง, ปัจจัยขับเคลื่อน, ปัจจัยคงที่

1* ภาควิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม, คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
1* Department of Technical Education, Faculty of Technical Education, Rajamangala University of Technology Thanyaburi
2 สาขาวิชาสถาปัตยกรรมภายใน, คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการออกแบบ, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์
2 Department of Interior Architecture, Faculty of Architecture and Design, Rajamangala University of Technology Rattanakosin
3 สาขาวิชาเทคโนโลยีสถาปัตยกรรม, คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
3 Department of Architecture, Faculty of Architecture, Rajamangala University of Technology Thanyaburi
4 สาขาวิชาสถาปัตยกรรมภายใน, คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
4 Department of Interior Architecture, Faculty of Architecture, Rajamangala University of Technology Thanyaburi
* ผู้นิพนธ์ประสานงาน โทร. 061-5897451 อีเมล: Panyakit_k@rmutt.ac.th
* Corresponding Author, Tel. +66615897451 e-mail: Panyakit_k@rmutt.ac.th
Doi 10.14416/j.ftee.2026.04.05

Abstract

The Architecture, Engineering, Construction, and Operations (AECO) industry is undergoing a rapid transition toward the era of Artificial Intelligence (AI). However, empirical evidence regarding AI integration in Thailand's AECO curricula remains limited. This study aims to analyze the perspectives and assess the readiness for AI integration using a survey research methodology. Data were collected from a nationwide sample of 87 AECO faculty members. The research instrument was a questionnaire with a Cronbach's Alpha reliability coefficient of 0.92. The findings indicate that faculty members strongly agree with AI integration at the highest ($\bar{X}$ = 4.52, SD = 0.48), with Analytical and Predictive AI skills being the most emphasized areas. The research significance suggests that educational institutions must urgently improve infrastructure and instructor competencies to align with the Thailand National AI Strategy and Action Plan.

The aim of this study was to assess the level of importance of artificial intelligence (AI) applications and to examine the levels of expertise across different competency categories among faculty members teaching in construction-related programs in Thailand. In addition, the study prioritizes the key driving and sustaining factors that influence AI integration into curricula in order to propose policy-oriented recommendations for higher education development aligned with the National Artificial Intelligence Strategy (2022–2027). An online questionnaire was employed to collect data from 87 faculty members across higher education institutions offering programs in civil engineering, architecture, industrial education, and construction management. The collected data were analyzed using descriptive statistics, including mean ($\bar{X}$) standard deviation (SD) and effect size analysis to determine practical significance.

The findings indicate that faculty members place a high level of importance on AI integration in teaching and learning, particularly in the domain of analytical and predictive AI, which is mainly associated with the language processing and document management that support research and data-driven practices, which reached a high level with the highest average score ($\bar{X}$ = 3.70, SD = 1.03). Most respondents reported an AI proficiency level at L3, accounting for 34.48%, indicating the ability to integrate AI tools into instructional activities. Among the driving factors, the need for clear ethical governance and regulatory frameworks for AI emerged as the most influential ($\bar{X}$ = 4.24, SD = 0.89), while curriculum flexibility in response to rapid technological change was identified as the most critical constant factor ($\bar{X}$ = 4.33, SD = 0.74), these results highlight. Effect size analysis revealed that dimensions of labor market demand and technological velocity exhibited the highest practical significance (d = -0.41), reflecting that external pressures and technological acceleration act as structural conditions with a more profound impact than mere adaptation incentives. Dimensions concerning budget, resources, and curriculum improvement showed small effect sizes (d = -0.20 to -0.25), indicating that structural constraints are more distinct obstacles than policy-driven catalysts. Conversely, institutional and national policies showed a negligible difference (d = 0.05).

These findings emphasize the necessity of a systemic approach, connecting government, universities, and industry to create clear ethical guidelines and budgetary support, ensuring sustainable AI integration that responds to the evolving demands of the digital era.

Keywords: Artificial Intelligence, Teaching and Learning, Construction Industry, Drivers, Constants

บทนำ

อุตสาหกรรมสถาปัตยกรรม วิศวกรรม การก่อสร้าง และการดำเนินงาน (Architecture, Engineering, Construction) หรือเรียกว่าอุตสาหกรรมเออีซีโอ (AECO) เป็นหนึ่งในภาคเศรษฐกิจที่มีบทบาทสำคัญต่อการพัฒนาประเทศ [1] แต่ปัจจุบันหลายอุตสาหกรรมรวมถึงอุตสาหกรรมนี้กำลังเผชิญการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วจากกระแสดิจิทัลและเทคโนโลยีอัจฉริยะ โดยเฉพาะเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ (AI) ที่กำลังเข้ามามีบทบาทสำคัญในทุกมิติ ตั้งแต่การออกแบบ การวิเคราะห์ข้อมูลโครงการ การบริหารจัดการ รวมไปถึงการตรวจสอบและบำรุงรักษาอาคารผ่านระบบการมองเห็นของหุ่นยนต์และระบบการมองเห็นของคอมพิวเตอร์ (Robotics & Computer Vision) [2], [3] ภายใต้บริบทข้างต้นเมื่อพิจารณาจากภาคการศึกษาในสายอุตสาหกรรมเออีซีโอ (AECO) ซึ่งเป็นแหล่งผลิตกำลังคนสำคัญของอุตสาหกรรมจำเป็นต้องเร่งปรับตัวให้สอดคล้องกับทิศทางเทคโนโลยีใหม่ เพื่อพัฒนาศักยภาพบัณฑิตให้ตอบโจทย์ความต้องการของตลาดแรงงานที่เปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่อง

แม้ว่างานวิจัยในระดับนานาชาติจะสะท้อนให้เห็นถึงบทบาทของ AI ต่อการยกระดับการเรียนการสอนและการพัฒนาหลักสูตรในสาขาที่เกี่ยวข้องกับการก่อสร้างและวิศวกรรม [4] แต่ในบริบทของประเทศไทย งานวิจัยเชิงประจักษ์ที่มุ่งศึกษาการบูรณาการ AI ในหลักสูตรอุดมศึกษาด้านอุตสาหกรรมเออีซีโอ (AECO) ยังมีอยู่อย่างจำกัดโดยเฉพาะงานที่สะท้อนมุมมอง ความพร้อม และบทบาทของคณาจารย์ผู้สอน ช่องว่างดังกล่าวทำให้ยังขาดความเข้าใจเชิงระบบเกี่ยวกับประเภทของการใช้ AI ระดับความเชี่ยวชาญของผู้สอน ตลอดจนปัจจัยเชิงโครงสร้างและเชิงนโยบายที่เอื้อต่อหรือเป็นอุปสรรคต่อการเปลี่ยนผ่านสู่หลักสูตรที่บูรณาการ AI อย่างเป็นรูปธรรมในสถาบันอุดมศึกษาไทย อย่างไรก็ตาม การนำเทคโนโลยี AI เข้าสู่กระบวนการเรียนรู้ในการศึกษาระดับอุดมศึกษานั้น ยังคงเป็นเรื่องที่ใหม่มากต่อสถาบันการศึกษาในไทยทั้งในด้านการใช้เทคโนโลยี ความพร้อมของอาจารย์ นโยบายสนับสนุนและโครงสร้างพื้นฐานดิจิทัล ซึ่งสอดคล้องกับรายงานขององค์การเพื่อความร่วมมือทางเศรษฐกิจและการพัฒนา (OECD) [5] ที่ระบุว่าขีดความสามารถของ AI ยังเป็นสิ่งที่เข้าใจได้ยากและท้าทายต่อการวางนโยบายในระดับสากล ปัจจัยเหล่านี้สะท้อนให้เห็นถึงความซับซ้อนของการเปลี่ยนผ่านสู่หลักสูตรที่บูรณาการ เข้ากับเทคโนโลยี AI ที่ไม่สามารถพิจารณาเพียงมิติทางด้านเทคนิคได้ แต่ต้องคำนึงถึงระบบการศึกษาภาพรวม ซึ่งครอบคลุมไปถึงมิติเรื่องทักษะความสามารถในการใช้งานเทคโนโลยี AI ของอาจารย์ผู้สอน (AI Competency) ที่เป็นแรงขับเคลื่อนนโยบายและจริยธรรมของสถาบันการศึกษา ในบริบทของประเทศไทยข้อมูลจากแผนนโยบายแผนปฏิบัติการด้านปัญญาประดิษฐ์แห่งชาติเพื่อการพัฒนา [6] การศึกษาของประเทศไทยได้กำหนดทิศทางการพัฒนาเทคโนโลยี AI เพื่อเศรษฐกิจและสังคมที่ครอบคลุมถึงมิติการศึกษา โดยส่งเสริมให้มหาวิทยาลัยสร้างหลักสูตรที่บูรณา-การเทคโนโลยี AI และยกระดับศักยภาพบุคลากรทางการศึกษาให้มีความพร้อมต่อการใช้เทคโนโลยีอย่างรับผิดชอบและมีจริยธรรม อย่างไรก็ดีงานวิจัยในระดับประเทศที่มุ่งสำรวจความพร้อมของคณาจารย์สายอุตสาหกรรมเออีซีโอ (AECO) ต่อการบูรณาการเทคโนโลยี AI ในการเรียนการสอนยังมีข้อจำกัด เนื่องจากอาจารย์ผู้สอนถือเป็นผู้ที่มีบทบาทสำคัญที่สุดในการกำหนดทิศทางของการพัฒนาหลักสูตรและการสร้างทักษะดิจิทัลให้กับบัณฑิต

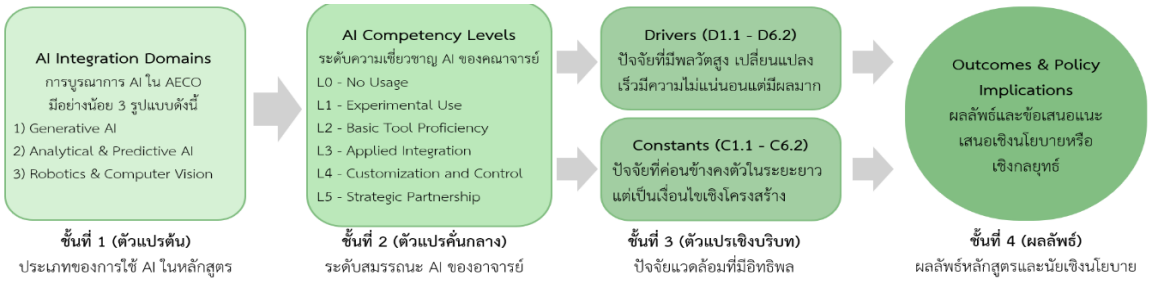
งานวิจัยนี้จึงมุ่งศึกษาการบูรณาการเทคโนโลยี AI ในการเรียนการสอนของคณาจารย์ในสาขาวิชาที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมเออีซีโอ (AECO) ในประเทศไทย โดยมีเป้าหมายเพื่อพัฒนากรอบแนวทางและเครื่องมือเชิงกลยุทธ์ สำหรับประเมินสถานภาพและความพร้อมของสถาบันอุดมศึกษาไทย ต่อการเปลี่ยนผ่านสู่การเรียนรู้ยุคเทคโนโลยี AI เครื่องมือวิจัยถูกออกแบบบนพื้นฐานของการจำแนกเชิงหน้าที่ของ AI (Functional Taxonomy) และเทคโนโลยี AI ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 หมวด ได้แก่ ปัญญาประดิษฐ์เชิงสร้างสรรค์ (Generative AI) ปัญญาประดิษฐ์เชิงวิเคราะห์และพยากรณ์ (Analytical & Predictive AI) หุ่นยนต์และระบบการมองเห็นของคอมพิวเตอร์ พร้อมกับการประเมินระดับความเชี่ยวชาญของอาจารย์ (L0–L5) และการวิเคราะห์ปัจจัยขับเคลื่อน (Drivers) และปัจจัยคงที่ (Constants) ตามกรอบแนวคิดอนาคตศาสตร์ ดังนั้นจากการทบทวนวรรณกรรมพบว่า แม้จะมีงานวิจัยเกี่ยวกับ AI ในการศึกษาเพิ่มขึ้น แต่ยังขาดการศึกษาที่ระบุถึงกลไกเชิงระบบ (Systemic Mechanisms) ในบริบทของคณะด้านการก่อสร้างในประเทศไทยโดยตรง งานวิจัยฉบับนี้จึงมุ่งเติมเต็มช่องว่างดังกล่าวด้วยการวิเคราะห์ผ่านกรอบแนวคิด 4 มิติ เพื่อสร้างแนวทางปฏิบัติที่ใช้ได้จริงมากกว่าเพียงแค่การรับรู้เทคโนโลยีทั่วไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อวิเคราะห์ระดับความคิดเห็นของคณาจารย์ต่อการบูรณาการ AI ในการจัดการเรียนการสอนด้านอุตสาหกรรมเออีซีโอ (AECO)
2. เพื่อประเมินความเหมาะสมของการบูรณาการ AI ในการจัดการเรียนการสอนอุตสาหกรรมเออีซีโอ (AECO) ตามผลการวิเคราะห์ความคิดเห็นของคณาจารย์
3. เพื่อสังเคราะห์แนวทางการพัฒนาหลักสูตรอุตสาหกรรมเออีซีโอ (AECO) ที่บูรณาการ AI ในระดับอุดมศึกษา

กรอบแนวความคิด

จากการทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่าการบูรณาการเทคโนโลยีอุบัติใหม่เข้าสู่หลักสูตรการศึกษาไม่ได้ขึ้นอยู่กับตัวเทคโนโลยีเพียงอย่างเดียว แต่เป็นปฏิสัมพันธ์เชิงระบบระหว่างประเภทเครื่องมือ สมรรถนะส่วนบุคคลของผู้สอน และเงื่อนไขเชิงบริบทสถาบัน จึงทำการสังเคราะห์องค์ประกอบดังกล่าวผ่านทฤษฎีการยอมรับเทคโนโลยี (TAM) และแนวคิดการมองอนาคตเชิงยุทธศาสตร์ (Strategic Foresight) เพื่อระบุกลไกที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงหลักสูตร AECO ระยะยาว นำมาสร้างกรอบแนวคิดการวิจัยที่มีโครงสร้างการวิเคราะห์แบบบูรณาการ ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 กรอบแนวคิดการบูรณาการ AI ในหลักสูตร AECO ของมหาวิทยาลัยไทย

กรอบแนวคิดการวิจัยข้างต้นอธิบายความสัมพันธ์เชิงระบบของการบูรณาการ AI ในหลักสูตรสายอุตสาหกรรมเออีซีโอ (AECO) โดยมีโครงสร้าง 4 ชั้น ที่เชื่อมโยงกันโดยในชั้นที่ 1 คือตัวแปรต้นที่ระบุประเภทของการบูรณาการ AI ในหลักสูตร ได้แก่ ปัญญาประดิษฐ์เชิงสร้างสรรค์ ปัญญาประดิษฐ์เชิงวิเคราะห์และพยากรณ์ หุ่นยนต์และ ระบบการมองเห็นของคอมพิวเตอร์ เพื่อระบุถึงรูปแบบการใช้เทคโนโลยีในกระบวนการเรียนการสอน ถัดไปคือชั้นที่ 2 ตัวแปรคั่นกลาง คือระดับสมรรถนะด้าน AI ของคณาจารย์ (L0–L5) ทำหน้าที่เป็นตัวแปรสื่อกลางที่กำหนดความลึกและประสิทธิผลของการประยุกต์ใช้ AI จากนั้นชั้นที่ 3 คือตัวแปรเชิงบริบทประกอบด้วยปัจจัยขับเคลื่อน และปัจจัยคงที่ที่เป็นเงื่อนไขเชิงนโยบาย โครงสร้าง และบริบทสถาบันที่ส่งผลต่อทิศทางและความสามารถในการปรับตัวของหลักสูตร ซึ่งส่วนนี้มาจากหลักการแนวคิดการสร้างและวิเคราะห์ฉากทัศน์แห่งอนาคต (Future Scenario Building and Analysis) และชั้นสุดท้ายขั้นที่ 4 คือผลลัพธ์เชิงหลักสูตรและนัยเชิงนโยบายที่เกิดจากปฏิสัมพันธ์ของทั้งสามชั้นก่อนหน้า ทำให้สามารถวิเคราะห์ได้ว่าประเภทการใช้ AI และระดับสมรรถนะของผู้สอน ภายใต้บริบทเชิงโครงสร้างและนโยบายจะนำไปสู่รูปแบบการพัฒนาหลักสูตรและข้อเสนอเชิงกลยุทธ์ที่แตกต่างกันในระบบการอุดมศึกษาไทย

ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ดำเนินการภายใต้กรอบขอบเขตที่ชัดเจนเพื่อให้ได้ข้อมูลที่สอดคล้องกับบริบทของอุตสาหกรรมก่อสร้างและภาคการศึกษาดังนี้

1) ขอบเขตด้านเนื้อหา

การศึกษาจำกัดขอบเขตอยู่ที่หลักสูตรระดับอุดมศึกษาในอุตสาหกรรมก่อสร้างของประเทศไทย ซึ่งสามารถจำแนกออกเป็น 3 กลุ่มหลัก ได้แก่ กลุ่มที่ 1 ได้แก่ หลักสูตรด้านการออกแบบ ครอบคลุมสาขาสถาปัตยกรรมหลัก

และสถาปัตยกรรมภายใน กลุ่มที่ 2 ประกอบได้ด้วย หลักสูตรด้านวิชาชีพวิศวกรรมและการศึกษา ครอบคลุมสาขาวิศวกรรมโยธาและครุศาสตร์อุตสาหกรรม (สาขาวิศวกรรมโยธา) และกลุ่มที่ 3 ประกอบด้วย หลักสูตรด้านการบริหารและธุรกิจ ครอบคลุมสาขาการบริหารงานก่อสร้างและการจัดการอสังหาริมทรัพย์

2) ขอบเขตเนื้อหาและตัวแปรที่ศึกษา

ประกอบด้วย ตัวแปรที่ 1 ประเภทหรือหมวดหมู่การใช้เทคโนโลยี AI ตัวแปรที่ 2 ระดับความเชี่ยวชาญในการใช้ AI ของอาจารย์ L0–L5 ตัวแปรที่ 3 ปัจจัยขับเคลื่อน D1.1–D6.2 และตัวแปรที่ 4 ปัจจัยคงที่ C1.1–C6.2 ซึ่งสังเคราะห์มาจากกรอบแนวคิดอนาคตศาสตร์ในทิศทางของนโยบายระดับชาติและนานาชาติ เพื่อสะท้อนโครงสร้างและพลวัตของระบบการศึกษาไทยสายอุตสาหกรรมเออีซีโอ (AECO)

3) ขอบเขตด้านระเบียบวิธีวิจัย

เป็นการวิจัยเชิงปริมาณแบบสำรวจโดยใช้แบบสอบถามลิเคิร์ท (Likert Scale) 5 ระดับ เก็บข้อมูลด้วยการคัดเลือกแบบเจาะจง (Purposive) ผ่านอีเมลของคณาจารย์ที่ประกาศบนเว็บไซต์หน่วยงาน และเก็บข้อมูลระหว่างวันที่ 9-20 สิงหาคม พ.ศ. 2568

วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงปริมาณ (Quantitative Research) โดยใช้การออกแบบการวิจัยแบบสำรวจ (Survey Research Design) เนื่องจากเป็นระเบียบวิธีวิจัยที่ช่วยให้ผู้วิจัยสามารถเข้าถึงกลุ่มตัวอย่างคณาจารย์จากหลากหลายสถาบันทั่วประเทศได้อย่างครอบคลุมภายใต้ข้อจำกัดด้านระยะเวลาและทรัพยากร อีกทั้งยังช่วยในการจัดระบบข้อมูลความคิดเห็นที่มีความเป็นนามธรรมให้กลายเป็นข้อมูลเชิงประจักษ์ที่นำมาเปรียบเทียบกันได้ เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลจากคณาจารย์ในสาขาที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมก่อสร้างในระดับอุดมศึกษาของประเทศไทย โดยเลือกใช้สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistics) ซึ่งเป็นสถิติที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการอธิบายลักษณะพื้นฐานและสรุปภาพรวมของข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างขนาดใหญ่ที่มีความหลากหลาย โดยเน้นการวัดตัวแปรเชิงทัศนคติและการรับรู้ที่อยู่ในรูปมาตราส่วนประมาณค่า (Likert Scale) ผ่านการคำนวณค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ความถี่ ร้อยละ และการวิเคราะห์ระดับความสำคัญระหว่างปัจจัยต่าง ๆ เพื่อสะท้อนระดับความสำคัญของปรากฏการณ์ที่ศึกษาได้อย่างเที่ยงตรง และช่วยให้ผู้วิจัยสามารถระบุรูปแบบแนวโน้มรวมถึงจัดลำดับความสำคัญของปัจจัยขับเคลื่อนและปัจจัยคงที่ต่าง ๆ ที่ส่งผลต่อการบูรณาการปัญญาประดิษฐ์ในหลักสูตร AECO ได้อย่างเป็นรูปธรรม การดำเนินการวิจัยมีรายละเอียดดังนี้

1) ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง (Population and Sample)

ประชากรเป้าหมายของการวิจัยนี้ คือคณาจารย์ในสถาบันอุดมศึกษาไทยที่สอนในสาขาวิชาที่เกี่ยวข้องกับภาคอุตสาหกรรมก่อสร้าง ซึ่งครอบคลุมหลายสาขาวิชา ได้แก่ สถาปัตยกรรม สถาปัตยกรรมภายใน วิศวกรรมโยธา วิศวกรรมก่อสร้าง การจัดการงานก่อสร้าง การจัดการอสังหาริมทรัพย์ และสาขาที่ครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยีในด้านวิศวกรรมโยธาและสถาปัตยกรรม

การสุ่มตัวอย่าง (Sampling Frame) รวยรวมจากรายชื่อคณาจารย์ที่เผยแพร่สู่สาธารณะบนเว็บไซต์ทางการของคณะหรือภาควิชาในสถาบันอุดมศึกษาทั่วประเทศ โดยใช้อีเมลที่ประกาศอย่างเป็นทางการเป็นช่องทางหลักในการเชิญเข้าร่วมตอบแบบสอบถาม การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างใช้วิธีการสุ่มแบบเจาะจง (Purposive Sampling) ที่ตามวิจารณญาณของทีมวิจัยและความสะดวกในการเข้าถึงข้อมูล [7] โดยเริ่มจากการสำรวจข้อมูลคณาจารย์จาก 34 มหาวิทยาลัยที่เปิดการเรียนการสอนในสาขาที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมเออีซีโอ (AECO) ในประเทศไทย จากการรวบรวมข้อมูลสาธารณะบนเว็บไซต์อย่างเป็นทางการของคณะหรือภาควิชา พบคณาจารย์ที่สามารถติดต่อได้ผ่านอีเมลจำนวนทั้งสิ้น 468 คน ครอบคลุม 36 สาขาวิชา จาก 34 สถาบันอุดมศึกษา โดยเก็บรวบรวมข้อมูลผ่านแบบสอบถามอิเล็กทรอนิกส์ระหว่างวันที่ 9–20 สิงหาคม พ.ศ. 2568 ได้รับข้อมูลกลับมาทั้งสิ้น 87 คน เพื่อนำมาใช้ในการวิเคราะห์ผล ถือเป็นกลุ่มตัวอย่างที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลของการวิจัยครั้งนี้ อย่างไรก็ตาม การเลือกตัวอย่างวิธีนี้มีข้อจำกัดด้านการเป็นตัวแทนของประชากร (Representativeness) เนื่องจากเป็นการเก็บข้อมูลจากคณาจารย์ที่สามารถติดต่อได้ผ่านช่องทางออนไลน์และมีความสมัครใจในการตอบแบบสอบถามในช่วงเวลาที่กำหนดเท่านั้น

ซึ่งอาจส่งผลให้เกิดความลำเอียงในการคัดเลือก (Selection Bias) โดยกลุ่มตัวอย่างอาจมีความตื่นตัวหรือความสนใจในเทคโนโลยี AI สูงกว่าคณาจารย์ทั่วไปในประชากรทั้งหมด ทำให้การสรุปอ้างอิงผลการวิจัยไปสู่ภาพรวมของคณาจารย์ด้าน AECO ทั้งประเทศต้องกระทำด้วยความระมัดระวัง

2) เครื่องมือวิจัย

เครื่องมือวิจัยเป็นแบบสอบถามที่พัฒนาขึ้นเพื่อสำรวจมุมมองต่อการบูรณาการ AI ในหลักสูตร AECO โดยอ้างอิงจากกรอบแนวคิดเชิงระบบตามมาตรฐานสากลและแผนยุทธศาสตร์ชาติ แบ่งออกเป็น 4 หมวดหลัก ได้แก่ ประเภทของการบูรณาการเทคโนโลยี AI (AI Integration Types) ระดับความเชี่ยวชาญของคณาจารย์ด้านเทคโนโลยี AI (AI Competency Levels) ปัจจัยขับเคลื่อนเป็นตัวแปรที่ส่งผลต่อความพร้อมและแรงผลักดันในการบูรณาการเทคโนโลยี AI และปัจจัยคงที่เป็นองค์ประกอบเชิงโครงสร้างของระบบการศึกษาที่มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนผ่านดังกล่าว

กรอบแนวคิดในการพัฒนาเครื่องมือนี้อ้างอิงจากรายงานขององค์การการศึกษา วิทยาศาสตร์และวัฒนธรรมแห่งสหประชาชาติ หรือองค์การยูเนสโก (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization: UNESCO) ปี 2023 [8] เรื่องคำแนะนำสำหรับเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์เชิงสร้างสรรค์ในการศึกษาและการวิจัย (Guidance for Generative AI in Education and Research) ร่วมกับรายงานขององค์การเพื่อความร่วมมือและการพัฒนาทางเศรษฐกิจ หรือ องค์การโออีซีดี (Organization for Economic Co-operation and Development: OECD) ในปี 2022, 2023 และ 2025 [2], [3], [5] ในชุดเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์และทักษะอนาคต (AI and the Future of Skills) และตัวบ่งชี้ความสามารถเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ (AI Capability Indicators) รวมถึงนโยบายแผนปฏิบัติการด้านปัญญาประดิษฐ์แห่งชาติเพื่อการพัฒนาประเทศไทย พ.ศ. 2565–2570 ของกระทรวงดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม [6] และเพื่อให้เครื่องมือมีความตรงเชิงเนื้อหา แบบสอบถามได้รับการตรวจสอบโดยผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน ซึ่งประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านสถาปัตยกรรมและการออกแบบภายใน ผู้เชี่ยวชาญด้านวิศวกรรมโยธาและการบริหารงานก่อสร้าง และผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีการศึกษาและนวัตกรรมการเรียนรู้ โดยผู้เชี่ยวชาญทุกท่านเป็นผู้มีตำแหน่งทางวิชาการและมีประสบการณ์การสอนระดับอุดมศึกษาไม่น้อยกว่า 10 ปี

3) วิธีการวิเคราะห์ข้อมูลและการแปลผล

ข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามถูกนำมาวิเคราะห์ด้วยสถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) เพื่ออธิบายระดับความคิดเห็นของคณาจารย์ต่อการบูรณาการเทคโนโลยี AI ในการเรียนการสอนด้านอุตสาหกรรมเออีซีโอ (AECO) โดยใช้มาตราส่วนประมาณค่าแบบลิเคิร์ท 5 ระดับ (1.00–5.00) ตามเกณฑ์มาตรฐาน

แบบสอบถามใช้มาตราส่วนประมาณค่าแบบลิเคิร์ท 5 ระดับ โดยกำหนดคะแนนตั้งแต่ 1 ถึง 5 ตามระดับความคิดเห็นของผู้ตอบแบบสอบถาม จากนั้นนำค่าคะแนนที่ได้มาคำนวณค่าเฉลี่ย

$$\bar{x} = \frac{\sum X}{N}$$

เมื่อ $\bar{x}$ = ค่าเฉลี่ยของคะแนน

$\sum X$ = ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

N = จำนวนผู้ตอบแบบสอบถาม

เพื่อให้การแปลผลค่าเฉลี่ยมีความสอดคล้อง เป็นมาตรฐานเดียวกัน และสามารถเปรียบเทียบผลระหว่างตัวแปรและตารางต่าง ๆ ได้อย่างเป็นระบบ งานวิจัยนี้กำหนดเกณฑ์การแปลผลค่าเฉลี่ยออกเป็น 5 ระดับดังนี้

ค่าเฉลี่ยระหว่าง 1.00 - 1.49 หมายถึง ระดับต่ำมาก

ค่าเฉลี่ยระหว่าง 1.50 - 2.49 หมายถึง ระดับต่ำ

ค่าเฉลี่ยระหว่าง 2.50 - 3.49 หมายถึง ระดับปานกลาง

ค่าเฉลี่ยระหว่าง 3.50 - 4.49 หมายถึง ระดับสูง

ค่าเฉลี่ยระหว่าง 4.50 - 5.00 หมายถึง ระดับสูงมาก

เกณฑ์ดังกล่าวถูกนำมาใช้ในการแปลผล เพื่อให้การตีความผลการวิจัยมีความชัดเจน สอดคล้องกัน และสามารถใช้เป็นฐานในการอภิปรายผลเชิงเปรียบเทียบได้อย่างมีระบบ และงานวิจัยนี้ได้นำค่าขนาดอิทธิพล (Effect Size) มาใช้ในการวิเคราะห์เพื่อประเมินระดับความสำคัญเชิงปฏิบัติความแตกต่างระหว่างปัจจัยขับเคลื่อน (Drivers) และปัจจัยคงที่ (Constants) ที่มีต่อการบูรณาการเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ (AI) ในระดับอุดมศึกษา โดยใช้สถิติ Cohen's d เพื่อสะท้อนขนาดความแตกต่างเชิงสัมพัทธ์ของตัวแปรในแต่ละมิติ ทั้งนี้ การวิเคราะห์ดังกล่าวมุ่งเน้นการตีความเชิงปฏิบัติ โดยไม่ได้ทดสอบนัยสำคัญทางสถิติ แต่ใช้เพื่ออธิบายระดับอิทธิพลของปัจจัยในบริบทการตัดสินใจเชิงนโยบายและการพัฒนาหลักสูตร

แม้ว่าข้อมูลในงานวิจัยนี้จะไม่ได้เป็นการเปรียบเทียบกลุ่มตัวอย่างอิสระโดยตรง แต่การใช้ Cohen's d ในที่นี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินขนาดความแตกต่างของค่าเฉลี่ยในระดับตัวแปรเชิงแนวคิด (construct-level comparison) ซึ่งช่วยให้สามารถตีความนัยสำคัญเชิงปฏิบัติของปัจจัยเชิงระบบได้อย่างชัดเจน โดยสมการที่ใช้ในการคำนวณมีดังนี้

$$d = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{SD_{pooled}}$$

$$SD_{pooled} = \sqrt{\frac{SD_1^2 + SD_2^2}{2}}$$

เมื่อ d = ค่าขนาดอิทธิพล

$\bar{x}_1 - \bar{x}_2$ = ความแตกต่างของค่าเฉลี่ย

SD_{pooled} = ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานรวม

เกณฑ์การแปลผลตามมาตรฐานของ Cohen

$d \approx 0.2$ ขนาดอิทธิพลระดับเล็ก (Small) มีความแตกต่างแต่ไม่มากนักในเชิงปฏิบัติ

$d \approx 0.5$ ขนาดอิทธิพลระดับปานกลาง (Medium) มีความแตกต่างที่สังเกตได้และมีผลต่อการตัดสินใจ

$d \approx 0.8$ ขนาดอิทธิพลระดับใหญ่ (Large) มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญสูงมากในเชิงปฏิบัติ

สำหรับการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดสอบความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) โดยผู้ทรงคุณวุฒิ และทดสอบความเชื่อมั่น (Reliability) กับกลุ่มตัวอย่างที่มีลักษณะใกล้เคียงจำนวน 13 คน โดยคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์อัลฟาของครอนบัค (Cronbach's Alpha Coefficient) ซึ่งผลการทดสอบได้ค่าความเชื่อมั่นรวมเท่ากับ 0.92 ถือว่าเครื่องมือวิจัยมีความสอดคล้องภายในและมีความน่าเชื่อถือในระดับสูงมาก พร้อมสำหรับการนำไปจัดเก็บข้อมูลจริง

4) การแบ่งประเภทของ AI ในการบูรณาการในการสอน

งานวิจัยนี้ได้สังเคราะห์กรอบแนวคิดและคำจำกัดความของเทคโนโลยี AI จากเอกสารระดับนานาชาติและงานวิจัยเฉพาะสาขาที่เกี่ยวข้อง ทั้งจากองค์กรกำหนดนโยบาย ประกอบด้วย UNESCO, OECD และ Thailand Ministry of Digital Economy and Society และวารสารวิชาการในสาขาการศึกษา วิศวกรรม สถาปัตยกรรม และการบริหารงานก่อสร้าง เพื่อนำมาสร้างหมวดคำถามด้านประเภทของการใช้เทคโนโลยี AI ในการสอนแบบสอบถามจึงอ้างอิงการจำแนกประเภทเทคโนโลยี AI ตามการจำแนกเชิงหน้าที่ของ AI (Functional Taxonomy) ที่แบ่งออกเป็น 3 หมวด ได้แก่ ปัญญาประดิษฐ์เชิงสร้างสรรค์ ปัญญาประดิษฐ์เชิงวิเคราะห์และพยากรณ์ และหุ่นยนต์และระบบการมองเห็นของคอมพิวเตอร์ ซึ่งเป็นการจำแนกที่สอดคล้องกับกรอบการใช้เทคโนโลยี AI ในการเรียนการสอนขององค์การยูเนสโกในปี 2023 และการประเมินความสามารถของเทคโนโลยี AI ตามรายงานขององค์การโออีซีดี ในปี 2022 และ 2025 โดยตารางที่ 1 แสดงแหล่งที่มา คำจำกัดความ และตัวอย่างการบูรณาการเทคโนโลยี AI ในการเรียนการสอน ซึ่งถูกนำมาใช้เป็นฐานเชิงแนวคิดในการออกแบบแบบสอบถามส่วนที่ 1 ของงานวิจัยนี้ เพื่อให้ครอบคลุมมิติต่าง ๆ ของการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี AI ในสาขาอุตสาหกรรมเออีซีโอ AECO ได้อย่างครบถ้วน

ตารางที่ 1 แหล่งที่มาของการจำแนกประเภทของ AI และการบูรณาการในการสอน

หมวดหมู่ AI	คำจำกัดความ/ลักษณะเฉพาะ	การบูรณาการในการสอน	อ้างอิง
Generative AI (GenAI)	เทคโนโลยีที่สร้างเนื้อหาใหม่โดยอัตโนมัติ เช่น ข้อความ ภาพ วิดีโอ หรือโค้ด ผ่านโมเดลเชิงลึกอย่าง LLMs และ GANs ซึ่งเรียนรู้จากข้อมูลจำนวนมากเพื่อผลิตเนื้อหาที่มีลักษณะคล้ายมนุษย์	ใช้ ChatGPT, Midjourney และ Sora เพื่อสนับสนุนการสอน โดยทำหน้าที่เป็นผู้ร่วมออกแบบหลักสูตร หรือผู้ช่วยสอนด้วย AI รวมถึงช่วยออกแบบรายวิชาและส่งเสริมการเรียนรู้เฉพาะบุคคลผ่านระบบการเรียนรู้แบบปรับตัว รวมถึงระบบสอนอัจฉริยะ สำหรับการสอนด้านสถาปัตยกรรมที่ขับเคลื่อนด้วยข้อมูล	[3], [8]-[12]
Analytical & Predictive AI	ระบบที่วิเคราะห์ข้อมูล ระบุรูปแบบ และคาดการณ์ผลลัพธ์ โดยใช้สถิติ Machine Learning และ Optimization เพื่อ ตัด สินใจหรือให้คำแนะนำ โดยมีข้อมูลรองรับ	ใช้ในระบบวิเคราะห์การเรียนรู้ เพื่อคาดการณ์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนและช่วยระบุนักศึกษาที่มีความเสี่ยงไม่ผ่านการเรียนรู้ ในหลักสูตรด้านการก่อสร้าง รวมถึงใช้ในการวิเคราะห์ตารางเวลาโครงการ การประเมินความเสี่ยง (การปรับปรุงห่วงโซ่อุปทาน และการสร้างแบบจำลองคาดการณ์ต้นทุน	[2], [3], [13]-[16]
Robotics & Computer Vision	เทคโนโลยีที่ทำให้เครื่องจักรมองเห็น และเข้าใจภาพหรือวิดีโอ ผ่าน image classification, object detection, image segmentation; Robotics คือระบบที่สามารถทำงานซับซ้อนได้อัตโนมัติในสภาพแวดล้อมจริง	ใช้ในการเรียนการสอนภาคปฏิบัติ เช่น โครงงานแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) เกี่ยวกับการเพิ่มประสิทธิภาพของแขนกลหุ่นยนต์และการจำลองสถานการณ์ด้วยระบบการมองเห็นของคอมพิวเตอร์ เพื่อฝึกฝนความปลอดภัยในไซต์งาน รวมถึงการพัฒนารายงานประจำวันอัตโนมัติจากวิดีโองานก่อสร้าง	[2], [5], [10], [16]-[18]

จากตารางที่ 1 การจำแนกประเภทเทคโนโลยี AI ทั้ง 3 หมวดในตารางข้างต้น ชี้ให้เห็นถึงพัฒนาการของการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีในบริบทการศึกษา โดยเริ่มตั้งแต่การสร้างสื่อและเนื้อหาปัญญาประดิษฐ์เชิงสร้างสรรค์ พัฒนาไปที่การวิเคราะห์และคาดการณ์ข้อมูล ปัญญาประดิษฐ์เชิงวิเคราะห์และพยากรณ์ ไปจนถึงการประยุกต์ใช้ในสภาพแวดล้อมจริง โดยใช้หุ่นยนต์และระบบการมองเห็นของคอมพิวเตอร์ กรอบแนวคิดนี้เป็นฐานสำหรับการออกแบบแบบสอบถามส่วนที่ 2 ของงานวิจัยเพื่อวัดระดับความสำคัญของการใช้เทคโนโลยี AI ในแต่ละประเภทของกระบวนการเรียนการสอน กรอบการจำแนกเทคโนโลยี AI ทั้งหมดข้างต้นนี้เป็นพื้นฐานสำหรับการกำหนดระดับความเชี่ยวชาญของอาจารย์ในการใช้เทคโนโลยี AI ในการสอน ซึ่งนำไปสู่การพัฒนาโครงสร้างระดับ (L0–L5) ดังตารางที่ 2

5) การพัฒนาระดับความเชี่ยวชาญด้าน AI ของอาจารย์

การพัฒนาระดับความเชี่ยวชาญของอาจารย์ด้านเทคโนโลยี AI ได้รับการออกแบบจากกรอบสมรรถนะและความรู้เท่าทันด้านปัญญาประดิษฐ์ (AI Literacy and Competency Framework) ที่พัฒนาขึ้นโดยองค์การยูเนสโกในปี 2023 [8] และองค์การโออีซีดี ในปี 2025 [5] เพื่อประเมินระดับความพร้อมของบุคลากรในการใช้เทคโนโลยี AI อย่างมีประสิทธิภาพในบริบทการเรียนรู้และการวิจัย กรอบดังกล่าวถูกประยุกต์ให้เข้ากับบริบทของอาจารย์มหาวิทยาลัยไทย โดยผสานแนวคิดจากรายงานตัวชี้วัดสมรรถนะด้านปัญญาประดิษฐ์ (AI Capability Indicators) ขององค์การโออีซีดี ในปี 2025 [5] กรอบเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ในการศึกษา (AI in Education) ขององค์การยูเนสโก ในปี 2023 [8] และงานวิจัยด้านความพร้อมของเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ (AI Readiness) ในสาขาวิศวกรรมและการศึกษา [14], [19], [20]

ตารางที่ 2 แนวคิดและแหล่งที่มาของการพัฒนาระดับความเชี่ยวชาญด้าน AI ของอาจารย์

ระดับ	คำอธิบาย	แนวคิดที่สัมพันธ์กับงานวิจัย
L0 No Usage	ยังไม่คุ้นเคยหรือไม่เคยใช้เครื่องมือ AI	สอดคล้องกับแนวคิด *Uncertainty and Experimentation* [21] ที่ผู้สอนยังไม่แน่ใจในการใช้งาน AI
L1 Experimental Use	เริ่มทดลองใช้เครื่องมือพื้นฐาน เช่น ChatGPT, Midjourney	สอดคล้องกับ *Superficial Knowledge* [22] และ *initial exploration phase* [23]
L2 Basic Tool Proficiency	ใช้เครื่องมือ AI อย่างต่อเนื่องในงานเฉพาะ เช่น การสร้างสื่อหรือเอกสาร	ใกล้เคียงกับระดับ *AI Literacy* ตามกรอบ UNESCO ที่เน้นการใช้เพื่อสนับสนุนการสอน [8]
L3 Applied Integration	บูรณาการ AI เข้ากับกระบวนการสอน เช่น การออกแบบบทเรียนอัจฉริยะหรือกิจกรรมเชิงสร้างสรรค์	สอดคล้องกับ *AI-supported, learner-as-collaborator paradigm* [14]
L4 Customization and Control	ใช้เทคนิคเชิงลึก เช่น Prompt Engineering เพื่อปรับแต่งผลลัพธ์อย่างมีประสิทธิภาพ	ใกล้เคียงกับแนวคิด *AI pedagogy transformation* [19]
L5 Strategic Partnership	มอง AI เป็นพันธมิตรเชิงกลยุทธ์ โดยใช้ร่วมในกระบวนการวิจัย ออกแบบระบบ หรือพัฒนาหลักสูตรใหม่	ตรงกันกับ *AI-empowered, learner-as-leader paradigm* [14] และ *strategic digital transformation* [20]

จากตารางที่ 2 การสำรวจระดับความเชี่ยวชาญนี้ช่วยให้สามารถจำแนกศักยภาพของคณาจารย์ในการใช้เทคโนโลยี AI ได้อย่างเป็นระบบ ตั้งแต่ระดับการรู้จักและทดลองใช้ ไปจนถึงระดับการสร้างคุณค่าเชิงกลยุทธ์ในระดับสถาบันการศึกษา กรอบนี้จึงเป็นพื้นฐานสำหรับการออกแบบแบบสอบถามส่วนที่ 2 ของงานวิจัย เพื่อประเมินศักยภาพของคณาจารย์ในการใช้เทคโนโลยี AI เพื่อการเรียนการสอนในสาขาอุตสาหกรรมก่อสร้าง

6) แนวคิดอนาคตศาสตร์ ปัจจัยขับเคลื่อน และปัจจัยคงที่

การพัฒนาแบบสอบถามในส่วนของปัจจัยขับเคลื่อนและปัจจัยคงที่ได้รับอิทธิพลจากแนวคิดอนาคตศาสตร์ (Futures Studies) ซึ่งมุ่งวิเคราะห์แนวโน้มของอนาคตที่เป็นไปได้ เพื่อใช้ในการออกแบบนโยบายและการตัดสินใจเชิงกลยุทธ์ในระยะยาว อนาคตศาสตร์มีจุดเน้นที่การมองอนาคตในเชิงระบบ โดยถือว่าอนาคตไม่ใช่สิ่งที่แน่นอนเพียงอย่างเดียว แต่สามารถเกิดขึ้นได้หลายรูปแบบ ขึ้นอยู่กับตัวแปรเชิงโครงสร้างและพลวัตของสังคมเทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม

แนวคิดนี้แบ่งอนาคตออกเป็นหกประเภทหลัก ได้แก่ 1) อนาคตจากการคาดการณ์ (Projected Future) คือ อนาคตที่มีสภาพเหมือนกับสถานการณ์ปัจจุบัน (Business as usual) หรือสามารถคาดการณ์ได้จากข้อมูลในอดีตและในปัจจุบัน ข้อสังเกต คือ อนาคตจากการคาดการณ์จะเป็นเพียงสิ่งเดียว (Singularity) เนื่องจากเกิดจากสมมุติฐานที่ว่าอนาคตจะไม่เปลี่ยนแปลงไปจากปัจจุบัน ยกตัวอย่าง เช่น การประมาณการรายรับและรายจ่ายของบริษัทในแต่ละไตรมาส เป็นต้น 2) อนาคตที่มีความเป็นไปได้ (Probable Futures) คือ อนาคตที่มีความเป็นไปได้สูงที่จะเกิดขึ้นจากการวิเคราะห์เชิงปริมาณหรือเชิงสถิติ แต่ระดับความเป็นไปได้ไม่สูงเท่ากับอนาคตจากการคาดการณ์ (Projected Futures) จึงทำให้การนำเสนออนาคตที่มีความเป็นไปได้ที่มักจะนำเสนอได้หลากหลาย โดยระบุช่วงค่าความเชื่อถือเชื่อมั่น (Confidence Interval) 3) อนาคตที่สามารถเกิดขึ้นได้ (Plausible Futures) หมายถึง อนาคตที่คิดว่าอาจเกิดขึ้นได้ (Could Happen) จากทฤษฎีและองค์ความรู้ที่มีอยู่ในปัจจุบัน 4) อนาคตที่อาจเกิดขึ้นได้ (Possible Futures) หมายถึง อนาคตที่อาจเกิดขึ้นได้ แต่ยังไม่มีทฤษฎีหรือองค์ความรู้ที่ได้รับการยอมรับอย่างกว้างขวางเพื่อยืนยันโอกาสที่อนาคตนั้นอาจจะเกิดขึ้น ตัวอย่างเช่นการเดินทางข้ามกาลเวลา เป็นต้น สำหรับอนาคตประเภทนี้สามารถนำเสนอได้หลากหลายรูปแบบได้เช่นเดียวกับอนาคตที่สามารถเกิดขึ้นได้

5) อนาคตที่เป็นไปไม่ได้ (Preposterous Futures) หมายถึงอนาคตที่ไม่ตั้งอยู่บนพื้นฐานความเป็นจริงและไม่มีโอกาสเกิดขึ้น ยกตัวอย่างเช่น เทคโนโลยีที่ทำให้มนุษย์ล่องหนได้ หรืออากาศที่หนาวเย็นจนหิมะตกที่กรุงเทพมหานคร เป็นต้น และ 6) อนาคตที่พึงปรารถนา (Preferable Futures) หมายถึง อนาคตที่ควรจะเกิดขึ้น เป็นแนวคิดเชิงปทัสถาน (Normative Idea) หรือการออกแบบ (Design) แตกต่างจากแนวคิดอนาคตที่กล่าวมาข้างต้นซึ่งเป็นแนวคิดที่เกิดจากกระบวนการคิด (Cognitive Process) ยกตัวอย่างเช่น สภาพแวดล้อมความเป็นอยู่ที่พึ่งพาเทคโนโลยีและองค์ความรู้ที่ประหยัดพลังงานและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติ เป็นต้น [24]

ในงานวิจัยนี้ การมองอนาคตมุ่งเน้นไปที่ช่วงระยะเวลา 3–5 ปี ซึ่งสอดคล้องกับกรอบของการปรับปรุงหลักสูตรในระยะเวลา 5 ปี จึงถือเป็นช่วงเวลาระยะสั้นถึงปานกลาง (Short-term Probable Futures) ที่สามารถใช้ข้อมูลเชิงประจักษ์จากปัจจุบันมาประกอบการคาดการณ์ได้อย่างมีเหตุผล กรอบเวลานี้สอดคล้องกับการประเมินการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยี AI ในการศึกษาและอุตสาหกรรมก่อสร้างที่มีการพัฒนาอย่างรวดเร็ว [5], [9] เพื่อวิเคราะห์ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อฉากทัศน์อนาคตของการบูรณาการเทคโนโลยี AI ในหลักสูตร งานวิจัยนี้ใช้เครื่องมือจากแนวทางของสำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ [24] ซึ่งกำหนดขั้นตอนของการสร้างและวิเคราะห์ฉากทัศน์แห่งอนาคต (Future Scenario Building and Analysis) ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การกำหนดหัวข้อหรือประเด็นคำถาม (Defining Research Focus) 2) การเลือกขอบเขตเวลา (Time Horizon) ในงานวิจัยนี้กำหนดไว้ 5 ปี 3) การวิเคราะห์ปัจจัยที่มีอิทธิพล (Influential Factor Analysis) แยกเป็นปัจจัยขับเคลื่อนและปัจจัยคงที่ 4) การสังเคราะห์ผลลัพธ์และแนวโน้มอนาคตที่อาจเกิดขึ้น (Future Implications)

7) แนวคิดของปัจจัยขับเคลื่อน (Drivers) และปัจจัยคงที่ (Constants)

การวิเคราะห์ฉากทัศน์ในเชิงอนาคตศาสตร์ มุ่งพิจารณาปัจจัยสำคัญ 2 ประเภท ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของระบบ ได้แก่ 1) ปัจจัยขับเคลื่อนหมายถึงปัจจัยที่มีพลวัตสูงและมีความไม่แน่นอนสูง แต่มีอิทธิพลต่อ อนาคตสูง ปัจจัยเหล่านี้อาจเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วและกำหนดทิศทางของระบบ เช่น นโยบายใหม่ เทคโนโลยีเกิดใหม่ หรือการยอมรับของผู้ใช้ และ 2) ปัจจัยคงที่หมายถึง ปัจจัยที่มีความแน่นอนสูง และมีอิทธิพลต่ออนาคตสูง เช่น นโยบายระดับชาติ โครงสร้างทางเศรษฐกิจ หรือแนวโน้มสังคมที่ดำรงอยู่ต่อเนื่อง โดยการพิจารณาใช้ตารางไขว้ (Cross-Impact Matrix) ที่ประเมินตามสองมิติ คือระดับอิทธิพลและระดับความไม่แน่นอนเพื่อระบุตัวแปรที่จัดอยู่ในปัจจัยขับเคลื่อนและปัจจัยคงที่อย่างเป็นระบบ [24] ข้อมูลในตารางที่ 3 แสดงตัวอย่างหมวดหมู่ของปัจจัยขับเคลื่อนและปัจจัยคงที่ที่ได้รับการสังเคราะห์และนำมาพัฒนาเป็นหมวดคำถามในแบบสอบถามส่วนที่ 3 และส่วนที่ 4 ของงานวิจัยนี้

ตารางที่ 3 สรุปแนวคิดและแหล่งที่มาของปัจจัยขับเคลื่อนและปัจจัยคงที่

ประเภท	คำจำกัดความ/ลักษณะเฉพาะ	ตัวอย่างปัจจัยในงานวิจัย	แหล่งที่มา
ปัจจัยขับเคลื่อน	ปัจจัยที่มีความไม่แน่นอนสูงและมีอิทธิพลต่ออนาคตสูง (High Uncertainty–High Impact) มักเกิดจากการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วของเทคโนโลยี นโยบาย และพฤติกรรมของผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง	การยอมรับของอาจารย์ต่อการใช้ AI (D1), นโยบายและแนวทางการกำกับดูแล AI ในสถาบันอุดมศึกษา (D2), ความร่วมมือกับภาคอุตสาหกรรม (D4), ประเด็นจริยธรรมและความไว้วางใจในการใช้ AI (D5)	[2], [8], [24]
ปัจจัยคงที่	ปัจจัยที่มีความแน่นอนสูงแต่ยังคงมีอิทธิพลสูงต่ออนาคต (High Certainty–High Impact) เป็นโครงสร้างพื้นฐานที่กำหนดกรอบการเปลี่ยนแปลงในระยะยาว	ความต้องการแรงงานดิจิทัลในภาคอุตสาหกรรมก่อสร้าง (C1), ข้อจำกัดงบประมาณและทรัพยากรของสถาบัน (C2), ความยืดหยุ่นของหลักสูตรและการเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีอย่างรวดเร็ว (C3), นโยบายระดับชาติ เช่น Thailand AI Master Plan (C4), รอบการปรับปรุงหลักสูตรที่นาน (C5)	[6], [8], [24]

จากตารางที่ 3 การนำแนวคิดอนาคตศาสตร์มาประยุกต์ใช้ในการพัฒนาแบบสอบถามที่เชื่อมโยงระหว่างพลวัตของการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีและโครงสร้างพื้นฐานระบบการศึกษาได้อย่างชัดเจนว่า ปัจจัยใดเป็นตัวกำหนดทิศทางการบูรณาการเทคโนโลยี AI ในอนาคตและปัจจัยใดเป็นเงื่อนไขเชิงโครงสร้างที่ต้องจัดการอย่างต่อเนื่อง

8) การสังเคราะห์ปัจจัยขับเคลื่อนและปัจจัยคงที่สำหรับแบบสอบถาม

เพื่อให้การออกแบบแบบสอบถามสามารถสะท้อนพลวัตของการเปลี่ยนแปลง และโครงสร้างเชิงระบบของการบูรณาการเทคโนโลยี AI ในหลักสูตรอุดมศึกษา งานวิจัยนี้ได้สังเคราะห์ตัวแปร จากกรอบแนวคิดการมองอนาคตด้วยการสร้างและวิเคราะห์ฉากทัศน์ [23] ร่วมกับแนวทางกรอบนโยบายและจริยธรรมด้าน AI ขององค์การยูเนสโกในปี 2023 และตัวชี้วัดสมรรถนะด้าน AI ขององค์การโออีซีดีในปี 2025 การสังเคราะห์แบ่งเป็น 2 หมวด ได้แก่ ปัจจัยขับเคลื่อน (D1.1–D6.2) ปัจจัยขับเคลื่อนที่มีพลวัตสูงและมีผลต่อทิศทางการเปลี่ยนแปลงของการบูรณาการเทคโนโลยี AI และปัจจัยคงที่ (C1.1 – C6.2) ปัจจัยคงที่ที่สะท้อนกรอบเชิงโครงสร้างระบบการศึกษาในระยะยาว ตัวแปรทั้งสองอยู่ในรูปแบบคำถามมาตราส่วน 5 ระดับ (Likert Scale) ตั้งแต่ 1 หมายถึง น้อยที่สุด ถึง 5 หมายถึง มากที่สุด โดยสังเคราะห์คำสำคัญ จากเอกสารนโยบายและงานวิจัยเชิงระบบ เพื่อให้สอดคล้องกับบริบทของมหาวิทยาลัยไทยด้านอุตสาหกรรมก่อสร้าง

ตารางที่ 4 โครงสร้างการสังเคราะห์ปัจจัยขับเคลื่อนและปัจจัยคงที่สำหรับแบบสอบถาม

หมวด	รหัส	ประเด็นหลัก	แนวคิดเชิงทฤษฎี /แหล่งที่มา
ปัจจัยขับเคลื่อน	D1.1	การยอมรับ AI ของอาจารย์เป็นตัวแปรสำคัญในการบูรณาการ AI ในหลักสูตร	[3]
	D1.2	ความลังเลหรือขาดแรงจูงใจของอาจารย์เป็นอุปสรรคต่อการพัฒนา	[8]
	D2.1	การมีนโยบายหรือแนวทางปฏิบัติที่ชัดเจนของมหาวิทยาลัยช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ AI	[5]
	D2.2	การขาดกฎระเบียบที่ชัดเจนอาจนำไปสู่ปัญหาจริยธรรมและความเหลื่อมล้ำ	[8]
	D3.1	ความก้าวหน้ารวดเร็วของ Generative AI และ Simulation เป็นแรงผลักดันหลัก	[3]
	D3.2	หากหลักสูตรไม่อัปเดตทันเวลา จะเกิดช่องว่างทักษะกับภาคอุตสาหกรรม	[3], [6]
	D4.1	ความต้องการบัณฑิตที่มีทักษะ AI จากภาคอุตสาหกรรมส่งผลโดยตรงต่อหลักสูตร	[16]
	D4.2	ความร่วมมือเชิงกลยุทธ์ระหว่างมหาวิทยาลัยกับภาคอุตสาหกรรมช่วยเร่งการบูรณาการ	[15]
	D5.1	ประเด็นจริยธรรม เช่น bias และการลอกเลียน เป็นความท้าทายสำคัญ	[8]
	D5.2	ระบบกำกับดูแลด้านจริยธรรมที่เข้มแข็งช่วยเพิ่มความไว้วางใจต่อ AI	[5]
	D6.1	นักศึกษาที่คุ้นเคยกับ AI เป็นแรงขับให้อาจารย์ต้องปรับตัว	[14]
	D6.2	ความเหลื่อมล้ำทักษะดิจิทัลระหว่างนักศึกษาอาจส่งผลต่อการเรียนรู้ AI	[8], [10]
ปัจจัยคงที่	C1.1	ความต้องการแรงงานที่เชี่ยวชาญเทคโนโลยีดิจิทัลเป็นปัจจัยพื้นฐานต่อเนื่อง	[2], [6]
	C1.2	มหาวิทยาลัยต้องตอบสนองความต้องการแรงงานดังกล่าวอย่างเป็นระบบ	[5]
	C2.1	ข้อจำกัดงบประมาณในการจัดหา software/hardware ส่งผลต่อคุณภาพการสอน	[3]
	C2.2	งบประมาณจำกัดยังกระทบต่อการอบรมและวิจัยด้าน AI	[8], [15]
	C3.1	ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีเกิดขึ้นรวดเร็วและต่อเนื่อง	[2], [9]
	C3.2	หลักสูตรจำเป็นต้องยืดหยุ่นและปรับตัวต่อเทคโนโลยี	[8]
	C4.1	การดำเนินนโยบาย AI แห่งชาติ (พ.ศ. 2565–2570) เป็นแรงผลักเชิงโครงสร้าง	[6]
	C4.2	นโยบายระดับชาติมีผลโดยตรงต่อทิศทางการปรับหลักสูตรในมหาวิทยาลัย	[5], [6]
	C5.1	การปรับหลักสูตรใช้เวลานาน (5–10 ปี) เป็นข้อจำกัดเชิงโครงสร้าง	[24]
	C5.2	ความล่าช้าในการปรับหลักสูตรเพิ่มความเสี่ยงต่อการล้าสมัย	[5]
	C6.1	การ Reskill/Upskill แรงงานเป็นความจำเป็นถาวรของระบบการศึกษา	[6], [8]
	C6.2	มหาวิทยาลัยต้องสนับสนุนการเรียนรู้ตลอดชีวิต (Lifelong Learning)	[3], [8]

จากตารางที่ 4 สามารถจำแนกองค์ประกอบสำคัญที่ส่งผลต่อการปรับตัวของสถาบันอุดมศึกษาภายใต้กระแสเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ (AI) ออกเป็นสองมิติ คือปัจจัยขับเคลื่อน (Drivers) และปัจจัยคงที่ (Constants) ซึ่งปัจจัยขับเคลื่อนคือ จุดที่สำคัญที่สุดคือทัศนคติและการยอมรับของอาจารย์ผู้สอน ซึ่งหากขาดแรงจูงใจหรือมีความลังเลใจย่อมกลายเป็นอุปสรรคสำคัญ ขณะเดียวกันแรงกดดันจากภายนอกอย่างความก้าวหน้าอย่างรวดเร็วของ Generative AI และ Simulation ได้ส่งผลให้สถาบันการศึกษาต้องเร่งปรับตัวเพื่อปิดช่องว่างทางทักษะ (Skill Gap) ระหว่างบัณฑิตและภาคอุตสาหกรรม นอกจากนี้ ประเด็นทางจริยธรรม เช่น ความลำเอียงของข้อมูล (Bias) และการคัดลอกผลงาน ยังเป็นปัจจัยท้าทายที่บังคับให้สถานศึกษาต้องวางระบบกำกับดูแลที่เข้มแข็งเพื่อสร้างความไว้วางใจในการใช้เทคโนโลยี ส่วนปัจจัยคงที่ คือรากฐานและข้อจำกัดเชิงระบบที่สถาบันต้องบริหารจัดการอย่างต่อเนื่อง ปัจจัยเหล่านี้รวมถึงข้อจำกัด

ด้านงบประมาณในการจัดหาซอฟต์แวร์และฮาร์ดแวร์ที่มีราคาสูง รวมถึงนโยบายระดับชาติอย่างแผนปฏิบัติการด้าน AI (พ.ศ. 2565–2570) ที่วางกรอบทิศทางไว้ชัดเจน แต่อุปสรรคเชิงโครงสร้างที่เห็นได้ชัดคือระยะเวลา เนื่องจากการปรับปรุงหลักสูตรตามรอบปกติอาจใช้เวลาถึง 5–10 ปี ซึ่งไม่สอดคล้องกับความรวดเร็วเทคโนโลยีที่เปลี่ยนแปลง สถาบันต้องมุ่งเน้นไปที่การสร้างการเรียนรู้ตลอดชีวิต (Lifelong Learning) และการ Reskill/Upskill เพื่อรักษาความยืดหยุ่นในระยะยาว

9) การตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบถาม

แบบสอบถามได้รับการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) โดยผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน ผ่านการคัดเลือกแบบวิธีเจาะจง ได้แก่ คณาจารย์ผู้แทนจากสาขาบริหารงานก่อสร้าง คณาจารย์ผู้แทนจากสาขาวิศวกรรมโยธา และคณาจารย์ผู้แทนจากสาขาสถาปัตยกรรม โดยประเมินข้อคำถามครอบคลุมทั้งมิติด้านวิศวกรรม การออกแบบ และการบริหารจัดการ ใช้ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามและวัตถุประสงค์ของการวิจัย (IOC) กำหนดเกณฑ์การยอมรับที่ IOC ≥ 0.80 แสดงให้เห็นว่าข้อคำถามทุกข้อนั้นสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของการวิจัย [26]

ผลการวิจัย

ผลการวิจัยที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย 1 เพื่อวิเคราะห์ระดับความคิดเห็นของคณาจารย์ต่อการบูรณาการ AI ในการจัดการเรียนการสอนด้านอุตสาหกรรมเออีซีโอ AECO ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 และ 2

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม การศึกษาครั้งนี้ได้เก็บรวบรวมข้อมูลจากคณาจารย์จำนวนทั้งสิ้น 87 คน จากสถาบันอุดมศึกษาทั่วประเทศที่เปิดการเรียนการสอนในสาขาที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมเออีซีโอ (AECO) จำนวน 31 มหาวิทยาลัย จาก 5 ภูมิภาค ได้แก่ ภาคกลาง ภาคเหนือ ภาคตะวันออก ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคใต้ ข้อมูลพื้นฐานผู้ตอบแบบสอบถามถูกนำเสนอเพื่อทำความเข้าใจลักษณะประชากรวิจัยที่อาจมีผลต่อทัศนคติและการรับรู้ต่อการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี AI ในการเรียนการสอน โดยพิจารณาจากตำแหน่งทางวิชาการ ช่วงอายุ ประสบการณ์การทำงาน บทบาทหลักในหลักสูตร และสาขาวิชาที่รับผิดชอบ ดังแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม (N=87)

รายการ	ตัวเลือก	จำนวน (n)	ร้อยละ
ตำแหน่งทางวิชาการ	อาจารย์	30	34.48
	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ (ผศ.)	41	47.13
	รองศาสตราจารย์ (รศ.)	15	17.24
	ศาสตราจารย์ (ศ.)	1	1.15
	อื่น ๆ	0	0.00
	รวม	87	100
ช่วงอายุ	ต่ำกว่า 30 ปี	0	0.00
	30-39 ปี	33	37.93
	40-49 ปี	37	42.53
	50-59 ปี	17	19.54
	60 ปีขึ้นไป	0	0.00
	รวม	87	100
ประสบการณ์	น้อยกว่า 5 ปี	13	14.94
	5-10 ปี	26	29.89
	11-20 ปี	27	31.03
	มากกว่า 20 ปี	21	24.14
	รวม	87	100
บทบาทหลัก	ผู้บริหารระดับสูง / คณบดี / รองคณบดี	5	5.75
	ประธานหลักสูตร / หัวหน้าสาขาวิชา	16	18.39
	กรรมการประจำหลักสูตร / อาจารย์ประจำหลักสูตร	32	36.78
	อาจารย์ผู้สอน	32	36.78
	อาจารย์พิเศษ	2	2.30
	รวม	87	100

ตารางที่ 5 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม (N=87) (ต่อ)

รายการ	ตัวเลือก	จำนวน (n)	ร้อยละ
หลักสูตร/สาขาวิชา	สถาปัตยกรรมหลัก/เทคโนโลยีสถาปัตยกรรม	17	19.54
	สถาปัตยกรรมภายใน	15	17.24
	การออกแบบภายใน	2	2.30
	วิศวกรรมโยธา / วิศวกรรมก่อสร้าง	33	37.93
	ครุศาสตร์อุตสาหกรรม สาขาวิศวกรรมโยธา/ครุศาสตร์โยธา	5	5.75
	การบริหารงานก่อสร้าง/การจัดการงานก่อสร้าง	9	10.34
	การจัดการอสังหาริมทรัพย์	3	3.45
	เทคโนโลยีโยธา / เทคโนโลยีก่อสร้าง	1	1.15
	อื่น ๆ	2	2.30
	รวม	87	100

จากตารางพบว่าผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เป็นผู้ช่วยศาสตราจารย์ร้อยละ 47 รองลงมาคืออาจารย์ร้อยละ 34 และรองศาสตราจารย์ร้อยละ 17 สะท้อนให้เห็นถึงการมีส่วนร่วมของคณาจารย์ที่มีระดับตำแหน่งทางวิชาการปานกลางถึงสูง ส่งผลให้ข้อมูลที่ได้รับมีความน่าเชื่อถือในเชิงประสบการณ์และความเข้าใจในเชิงนโยบายการศึกษาในด้านอายุ พบว่าผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่อยู่ในช่วงอายุ 40-49 ปี ร้อยละ 43 และ 30-39 ปี ร้อยละ 38 ส่วนใหญ่เป็นกลุ่มอาจารย์วัยทำงานที่มีความเชี่ยวชาญทางวิชาชีพและมีแนวโน้มเปิดรับเทคโนโลยีใหม่ ขณะที่กลุ่มอายุ 50 – 59 ปี มีสัดส่วนเพียงร้อยละ 20 และไม่พบผู้ตอบแบบสอบถามที่มีอายุต่ำกว่า 30 ปีหรือเกินกว่า 60 ปี แสดงให้เห็นว่ากลุ่มเป้าหมายส่วนใหญ่คือคณาจารย์ในช่วงวัยกลางคนที่มีบทบาทหลักในการพัฒนาหลักสูตรและการสอนในระดับมหาวิทยาลัย ในส่วนของประสบการณ์การทำงานในสายวิชาการ พบว่า กลุ่มที่มีประสบการณ์ 11-20 ปี มีสัดส่วนสูงสุด ร้อยละ 31 รองลงมา คือ 5-10 ปี ร้อยละ 30 และมากกว่า 20 ปี ร้อยละ 24 บ่งบอกถึงการมีส่วนร่วมของอาจารย์ที่มีความต่อเนื่องในสายวิชาชีพและมีประสบการณ์ในด้านการจัดการเรียนการสอนอย่างลึกซึ้ง เมื่อพิจารณาถึงบทบาทหลักในหลักสูตร พบว่า อาจารย์ผู้สอนและกรรมการประจำหลักสูตร/อาจารย์ประจำหลักสูตรมีสัดส่วนเท่ากันที่ร้อยละ 37 ขณะที่ประธานหลักสูตรหรือหัวหน้าสาขาวิชามีสัดส่วนร้อยละ 18 และผู้บริหารระดับสูงเพียงร้อยละ 6 ซึ่งแสดงให้เห็นว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นผู้มีส่วนเกี่ยวข้องโดยตรงกับกระบวนการเรียนการสอนและพัฒนาหลักสูตร มากกว่าผู้บริหารระดับนโยบาย ในส่วนของสาขาวิชา พบว่า กลุ่มวิศวกรรมโยธาและวิศวกรรมก่อสร้างมีสัดส่วนสูงที่สุดที่ร้อยละ 38 รองลงมาคือสถาปัตยกรรมหลักและเทคโนโลยีสถาปัตยกรรม และสถาปัตยกรรมภายในมีสัดส่วนร้อยละ 20 และร้อยละ 17 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่มีพื้นฐานทางด้านวิศวกรรมและสถาปัตยกรรม ซึ่งเป็นกลุ่มสาขาที่เกี่ยวข้องโดยตรง

ส่วนที่ 2 แบ่งออกเป็นสองส่วนประกอบด้วยระดับความเชี่ยวชาญของคณาจารย์ด้านเทคโนโลยี AI ในส่วนที่ 2.1 ระดับความสำคัญของการใช้เทคโนโลยี AI ในการเรียนการสอน เป็นการสำรวจความคิดเห็นของคณาจารย์ต่อระดับความสำคัญของการใช้เทคโนโลยี AI ในการเรียนการสอนมีวัตถุประสงค์เพื่อทำความเข้าใจลักษณะการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี AI ในบริบทของอุตสาหกรรมก่อสร้างและสาขาที่เกี่ยวข้อง โดยแบ่งประเภทของการใช้เทคโนโลยี AI ออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ 1 ปัญญาประดิษฐ์เชิงสร้างสรรค์ กลุ่มที่ 2 ปัญญาประดิษฐ์เชิงวิเคราะห์และพยากรณ์ และกลุ่มที่ 3 หุ่นยนต์และระบบการมองเห็นของคอมพิวเตอร์ การแปลผลค่าเฉลี่ยของความคิดเห็นใช้เกณฑ์มาตราส่วนประมาณค่าแบบลิเคิร์ต 5 ระดับ ระดับต่ำมาก ระดับต่ำ ระดับปานกลาง ระดับสูง และระดับสูงมาก ทั้งนี้เพื่อให้การตีความผลการวิเคราะห์ข้อมูลมีความสอดคล้อง เป็นมาตรฐานเดียวกัน สามารถเปรียบเทียบผลระหว่างตารางได้อย่างเป็นระบบ ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ระดับความคิดเห็นต่อการใช้ AI ในการเรียนการสอน (N=87)

กลุ่ม AI	รายการ	$\bar{x}$	SD
Generative AI	G1: การสร้างสื่อทัศนภาพ	3.35	1.03
(ตัวย่อ G)	G2: การสร้างข้อความ เขียนโค้ด ค้นหาข้อมูล	3.61	1.11
	G3: การสร้างแบบจำลอง 3 มิติ	3.38	1.10
Analytics &	A1: การวิเคราะห์ข้อมูล/จัดการโครงการ	3.48	1.02
Predictive AI	A2: การจำลองและหาค่าเหมาะสมที่สุด	3.64	1.10
(ตัวย่อ A)	A3: การประมวลผลภาษาและเอกสาร	3.70	1.03
Robotics & Computer	R1: การตรวจสอบ/ติดตามผลด้วยภาพ	3.46	1.00
Vision (ตัวย่อ R)	R2: ระบบอัตโนมัติและหุ่นยนต์ก่อสร้าง	3.38	0.97

หมายเหตุ: การแปลผลค่าเฉลี่ยใช้เกณฑ์ 5 ระดับ ได้แก่ 1.00–1.49 = ต่ำมาก 1.50–2.49 = ต่ำ 2.50–3.49 = ปานกลาง 3.50–4.49 = สูง และ 4.50–5.00 = สูงมาก

จากตารางที่ 6 พบว่าคณาจารย์ในสาขาที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมก่อสร้างให้ความสำคัญกับการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี AI ในระดับค่อนข้างมาก โดยมีค่าเฉลี่ยรวมทุกกลุ่มอยู่ในช่วง 3.35–3.70 สะท้อนให้เห็นถึงการรับรู้ถึงความจำเป็นของการนำเทคโนโลยีดังกล่าวมาใช้ในการพัฒนาและปรับปรุงการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับแนวโน้มอุตสาหกรรมสมัยใหม่ในกลุ่มเทคโนโลยี AI ทั้งสามกลุ่ม พบว่า กลุ่มปัญญาประดิษฐ์เชิงวิเคราะห์และพยากรณ์ มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด ($\bar{x}$ = 3.61) โดยเฉพาะข้อ A3 การประมวลผลภาษาและเอกสาร ($\bar{x}$ = 3.70, SD = 1.03) แสดงถึงการให้ความสำคัญต่อการใช้เทคโนโลยี AI เพื่อสนับสนุนกระบวนการวิจัย การเขียนเอกสารวิชาการ และการวิเคราะห์ข้อมูลในระดับอุดมศึกษา ตัวอย่างของเครื่องมือที่ได้รับความนิยมในกลุ่มนี้ เช่น คอนเซนซัส (Consensus) ไซสเปส (SciSpace) ซึ่งช่วยให้คณาจารย์สามารถเข้าถึงแหล่งข้อมูลทางวิชาการ วิเคราะห์บทความ และสังเคราะห์องค์ความรู้ได้อย่างรวดเร็วและแม่นยำมากขึ้น ขณะที่กลุ่มปัญญาประดิษฐ์เชิงสร้างสรรค์เช่น แชทจีพีที (ChatGPT) จีมิไน (Gemini) และมิดเจอนี่ (Midjourney) ก็ได้รับความสนใจในสัดส่วนที่สูงเช่นกัน กลุ่มนี้ส่วนใหญ่ถูกนำมาใช้ในการสร้างสื่อ ประกอบการสอน เขียนโค้ดเบื้องต้น หรือสร้างภาพจำลองสำหรับการออกแบบโครงสร้างและสถาปัตยกรรม ในขณะที่กลุ่มหุ่นยนต์และระบบการมองเห็นของคอมพิวเตอร์ แม้จะมีค่าเฉลี่ยน้อยกว่าเล็กน้อย แต่ยังคงเป็นเทคโนโลยีที่ได้รับการยอมรับในบริบทของการตรวจสอบและติดตามงานก่อสร้าง เช่น การใช้โดรนและระบบตรวจสอบภาพ (OpenSpace.ai) ซึ่งมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในสถาบันที่มีความเชี่ยวชาญด้านวิศวกรรม

ผลการวิจัยที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย 2 เพื่อประเมินความเหมาะสมของการบูรณาการ AI ในการจัดการเรียนการสอนอุตสาหกรรมเออีซีโอ AECO ตามผลการวิเคราะห์ความคิดเห็นของคณาจารย์ ประกอบด้วย 4 ส่วนดังนี้ ส่วนที่ 3, 4, 5 และ 6 มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ส่วนที่ 3 ระดับความเชี่ยวชาญของคณาจารย์ด้านเทคโนโลยี AI ส่วนนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบความพร้อมของบุคลากรด้านการสอนในยุคดิจิทัล งานวิจัยนี้ได้ประเมินระดับความเชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยี AI ของอาจารย์ โดยใช้เกณฑ์จำแนกเป็น 6 ระดับ (L0–L5) ตั้งแต่ไม่เคยใช้ AI (L0) จนถึงระดับเชิงกลยุทธ์ที่สามารถใช้เทคโนโลยี AI เป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการสอนอย่างบูรณาการ (L5) ดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ระดับความเชี่ยวชาญด้าน AI ของอาจารย์ (N=87)

ระดับ (Level)	ความหมาย	จำนวน (คน)	ร้อยละ
L0	ไม่เคยใช้ AI	3	3.45
L1	ใช้ AI พื้นฐานในงานง่าย ๆ	17	19.54
L2	ใช้ AI สม่ำเสมอในงานที่เฉพาะเจาะจง	23	26.44
L3	สามารถบูรณาการ AI เข้ากับการสอนได้	30	34.48
L4	ใช้ในระดับปรับแต่งและควบคุม ร่วมกับเทคนิคขั้นสูง เช่น Prompt Engineering	8	9.20
L5	ใช้ AI เป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการใหม่และใช้ในการสำรวจปัญหายากและท้าทายซึ่งไม่สามารถทำได้ด้วยวิธีการดั้งเดิม	6	6.90

หมายเหตุ: การแปลผลค่าเฉลี่ยใช้เกณฑ์ 5 ระดับ ได้แก่ 1.00–1.49 = ต่ำมาก 1.50–2.49 = ต่ำ 2.50–3.49 = ปานกลาง 3.50–4.49 = สูง และ 4.50–5.00 = สูงมาก

จากตารางที่ 7 พบว่าคณาจารย์ส่วนใหญ่มีระดับความเชี่ยวชาญในการใช้เทคโนโลยี AI อยู่ในช่วง ระดับ L2–L3 โดยระดับ L3 (ประยุกต์ใช้ในงาน) มีสัดส่วนสูงที่สุด จำนวน 30 คน คิดเป็น ร้อยละ 34 ซึ่งหมายความว่าอาจารย์สามารถบูรณาการเทคโนโลยี AI เข้ากับกระบวนการเรียนการสอนได้อย่างเป็นระบบ เช่น การใช้เทคโนโลยี AI เพื่อสร้างสื่อการสอน วิเคราะห์ข้อมูลของนักศึกษา หรือเป็นส่วนหนึ่งของกิจกรรม ในชั้นเรียน ในขณะเดียวกัน ระดับ L2 มีจำนวน 23 คน (ร้อยละ 26) สะท้อนให้เห็นถึงการใช้เทคโนโลยี AI ในงานเฉพาะด้านอย่างต่อเนื่อง เช่น การสร้างเนื้อหาการสอน การค้นคว้าข้อมูล หรือการเขียนรายงาน ส่วนระดับ L1 มีสัดส่วนร้อยละ 20 ซึ่งส่วนใหญ่เป็นอาจารย์รุ่นใหม่ที่เริ่มต้นเรียนรู้การใช้เทคโนโลยี AI เบื้องต้น เช่น แชทจีพีที (ChatGPT) จีมิไน (Gemini) อย่างไรก็ตามสัดส่วนของอาจารย์ที่มีความเชี่ยวชาญในระดับสูง ได้แก่ L4 และ L5 รวมกันเพียงร้อยละ 16 แสดงให้เห็นว่ายังมีความจำเป็นในการพัฒนาศักยภาพอาจารย์ก้าวสู่การใช้เทคโนโลยี AI เชิงลึกมากขึ้น

ส่วนที่ 4 การประเมินความสำคัญของปัจจัยขับเคลื่อนข้อมูลที่แสดงในตารางที่ 8 แสดงผลการสำรวจความคิดเห็นของคณาจารย์เกี่ยวกับปัจจัยขับเคลื่อนที่มีผลต่อการบูรณาการเทคโนโลยี AI ในหลักสูตรอุดมศึกษา โดยมุ่งเน้นปัจจัยเชิงนโยบาย การบริหารจัดการ การยอมรับทางสังคม และความพร้อมด้านบุคลากร

ตารางที่ 8 ระดับความคิดเห็นต่อปัจจัยขับเคลื่อน (Drivers) (N=87)

ปัจจัย	ข้อคำถาม	$\bar{x}$	SD
D1.1	ทัศนคติการยอมรับ AI ของอาจารย์เป็นตัวแปรสำคัญที่กำหนดความสำเร็จในการบูรณาการ AI ในหลักสูตร	4.01	0.83
D1.2	การขาดความเต็มใจหรือความลังเลของอาจารย์ อาจกลายเป็นอุปสรรคสำคัญต่อการพัฒนาหลักสูตร	3.83	1.03
D2.1	การมีนโยบายหรือแนวทางปฏิบัติที่ชัดเจนจากมหาวิทยาลัย/คณะ มีผลโดยตรงต่อการใช้ AI อย่างมีประสิทธิภาพและความรับผิดชอบ	4.02	0.91
D2.2	หากปราศจากกฎระเบียบที่เป็นรูปธรรม การใช้ AI อาจก่อให้เกิดปัญหาด้านจริยธรรม ความไม่แน่นอน และความเหลื่อมล้ำในการตีความ	4.24	0.89
D3.1	ความก้าวหน้าที่รวดเร็วของ Generative AI, Simulation & Optimization และ Robotics ทำให้หลักสูตรจำเป็นต้องปรับตัวอย่างเร่งด่วน	4.00	0.84
D3.2	หากหลักสูตรไม่สามารถอัปเดตได้ทันเวลา อาจเกิดช่องว่างทักษะระหว่างบัณฑิตกับความต้องการจริงของภาคอุตสาหกรรม	3.79	0.97
D4.1	ความต้องการบัณฑิตที่มีทักษะ AI จากภาคอุตสาหกรรมก่อสร้าง มีอิทธิพลอย่างมากต่อการปรับปรุงหลักสูตร	3.80	0.94
D4.2	ความร่วมมือเชิงกลยุทธ์ระหว่างมหาวิทยาลัยกับภาคอุตสาหกรรม สามารถเร่งการบูรณาการ AI ในการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิผล	3.94	0.88
D5.1	ปัญหาด้านจริยธรรม เช่น ความลำเอียงของข้อมูล, การละเมิดลิขสิทธิ์, และการลอกเลียนผลงาน เป็นความท้าทายสำคัญที่ต้องจัดการ	4.14	0.90
D5.2	หากสามารถสร้างระบบกำกับดูแลด้านจริยธรรมที่เข้มแข็ง จะช่วยเพิ่มความไว้วางใจและการยอมรับ AI ในวงการศึกษาได้มากขึ้น	4.10	0.88
D6.1	นักศึกษาที่คุ้นเคยกับ AI และเทคโนโลยีดิจิทัล ช่วยผลักดันให้อาจารย์และหลักสูตรต้องปรับตัวให้ทัน	4.01	0.91
D6.2	ความเหลื่อมล้ำด้านความรู้ ทักษะดิจิทัลระหว่างนักศึกษา อาจทำให้การเรียนรู้และการใช้ AI เกิดความไม่สมดุล	3.84	0.89
	ค่าเฉลี่ยกลุ่มที่ 1 ปัจจัยขับเคลื่อน (Drivers)	**3.98**	**0.91**

หมายเหตุ: การแปลผลค่าเฉลี่ยใช้เกณฑ์ 5 ระดับ ได้แก่ 1.00–1.49 = ต่ำมาก, 1.50–2.49 = ต่ำ, 2.50–3.49 = ปานกลาง, 3.50–4.49 = สูง, และ 4.50–5.00 = สูงมาก

จากตารางที่ 8 พบว่าผู้ตอบแบบสอบถามมีความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก ($\bar{x}$ = 3.84–4.24, SD = 0.83–1.03) สะท้อนให้เห็นว่าทุกปัจจัยมีบทบาทสำคัญต่อความสำเร็จของการบูรณาการเทคโนโลยี AI ในการเรียนการสอน ทั้งนี้ข้อที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดคือ D2.2 หากปราศจากกฎระเบียบที่เป็นรูปธรรม การใช้เทคโนโลยี AI อาจก่อให้เกิดปัญหาด้านจริยธรรม ความไม่แน่นอน และความเหลื่อมล้ำในการตีความ ($\bar{x}$ = 4.24, SD = 0.89) รองลงมาคือ D5.1 ปัญหาด้านจริยธรรม เช่น ความลำเอียงของข้อมูล และการละเมิดลิขสิทธิ์เป็นความท้าทายสำคัญที่ต้องจัดการ ($\bar{x}$ = 4.14, SD = 0.90) ผลดังกล่าวชี้ให้เห็นว่ามิติทางจริยธรรมและการกำกับดูแลมีความสำคัญต่อความยั่งยืนของการใช้เทคโนโลยี AI ในภาคการศึกษาอย่างยิ่ง ซึ่งสอดคล้องกับแนวทางขององค์การยูเนสโกในปี 2021 ที่เน้นการพัฒนาเทคโนโลยี AI ที่มีจริยธรรมสำหรับการศึกษา (Ethical AI for Education) และปฏิบัติจริยธรรม AI [25] ที่กำหนดให้สถาบันการศึกษาต้องส่งเสริมการใช้เทคโนโลยี AI อย่างมีความรับผิดชอบ นอกจากนี้ ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับความร่วมมือระหว่างมหาวิทยาลัย

และภาคอุตสาหกรรม D4.2 ได้ค่าเฉลี่ย 3.94 สะท้อนให้เห็นถึงการรับรู้ถึงความสำคัญของเครือข่ายเชิงกลยุทธ์ ซึ่งสอดคล้องกับแนวนโยบายขององค์การโออีซีดี ในปี 2023 ที่ระบุว่าการพัฒนาหลักสูตรดิจิทัลจำเป็นต้องขับเคลื่อนโดยภาคการศึกษาและภาคเอกชนร่วมกัน

ส่วนที่ 5 การประเมินความสำคัญของปัจจัยคงที่ส่วนนี้มุ่งสำรวจปัจจัยที่คงที่และมีอิทธิพลอย่างต่อเนื่องต่อการบูรณาการเทคโนโลยี AI ในการสอน การออกแบบและปรับปรุงหลักสูตรในระยะยาว ข้อมูลสำรวจแสดงในตารางที่ 9

ตารางที่ 9 ระดับความคิดเห็นต่อปัจจัยคงที่ (Constants) (N=87)

ปัจจัย	ข้อคำถาม	$\bar{x}$	SD
C1.1	ความต้องการแรงงานที่เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีดิจิทัล (เช่น BIM, Digital Twin, AI) จากภาคอุตสาหกรรมก่อสร้าง เป็นปัจจัยพื้นฐานที่ยังคงมีอยู่ต่อเนื่องและมีอิทธิพลสูงต่อการออกแบบหลักสูตร	4.16	0.79
C1.2	มหาวิทยาลัยควรตอบสนองต่อความต้องการดังกล่าวอย่างเป็นระบบเพื่อผลิตบัณฑิตที่สอดคล้องกับทิศทางอุตสาหกรรม	4.18	0.76
C2.1	การจัดสรรงบประมาณเพื่อจัดหา software, hardware และเครื่องมือ AI มักมีข้อจำกัด ซึ่งส่งผลโดยตรงต่อคุณภาพของการจัดการเรียนการสอน	4.16	0.90
C2.2	ข้อจำกัดทางงบประมาณยังสะท้อนถึงความสามารถในการจัดอบรม พัฒนาศักยภาพคณาจารย์ และการสนับสนุนโครงการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับ AI	4.10	0.92
C3.1	ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี โดยเฉพาะด้าน AI เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องและรวดเร็ว เป็นเงื่อนไขที่หลีกเลี่ยงไม่ได้สำหรับระบบการศึกษา	4.32	0.74
C3.2	หลักสูตรจำเป็นต้องมีความยืดหยุ่นและสามารถปรับตัวได้อย่างทันท่วงทีเพื่อให้ทันต่อการเปลี่ยนแปลง	4.33	0.74
C4.1	การดำเนินการตามแผนปฏิบัติการด้าน AI แห่งชาติ (พ.ศ. 2565–2570) และนโยบาย Thailand 4.0 เป็นแรงผลักที่มั่นคงและหลีกเลี่ยงไม่ได้	3.98	0.85
C4.2	นโยบายระดับชาติเหล่านี้มีผลโดยตรงต่อการกำหนดทิศทางการปรับปรุงหลักสูตรในสถาบันอุดมศึกษา	4.00	0.81
C5.1	กระบวนการปรับปรุงหลักสูตรในระดับอุดมศึกษามักใช้เวลานาน (5–10 ปี) ซึ่งเป็นข้อจำกัดเชิงโครงสร้างที่คงที่	3.97	0.88
C5.2	ความล่าช้าในการปรับหลักสูตรทำให้การบูรณาการ AI มีความเสี่ยงที่จะไม่ทันต่อการเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยี	3.95	0.87
C6.1	ความจำเป็นในการ Reskill และ Upskill แรงงานก่อสร้างเพื่อให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของอุตสาหกรรมเป็นปัจจัยถาวร	4.10	0.82
C6.2	มหาวิทยาลัยต้องปรับบทบาทจากการสอนเฉพาะนักศึกษาเต็มเวลา ไปสู่การสนับสนุนการเรียนรู้ตลอดชีวิต	4.17	0.80
	ค่าเฉลี่ยกลุ่มที่ 2 ปัจจัยขับคงที่ (Constants)	**4.12**	**0.82**

หมายเหตุ: การแปลผลค่าเฉลี่ยใช้เกณฑ์ 5 ระดับ ได้แก่ 1.00–1.49 = ต่ำมาก 1.50–2.49 = ต่ำ 2.50–3.49 = ปานกลาง 3.50–4.49 = สูง และ 4.50–5.00 = สูงมาก

จากตารางที่ 9 พบว่าผู้ตอบมีความคิดเห็นในระดับมาก เช่นเดียวกัน ($\bar{x}$ = 3.95–4.33, SD = 0.74–0.92) สะท้อนถึงการรับรู้ถึงความสำคัญของบริบทเชิงโครงสร้างและนโยบายต่อการพัฒนาเทคโนโลยี AI ในสถาบันอุดมศึกษา โดยปัจจัยที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดคือ C3.2 หลักสูตรจำเป็นต้องมีความยืดหยุ่นและสามารถปรับตัวได้อย่างทันท่วงทีเพื่อให้ทันต่อการเปลี่ยนแปลง ($\bar{x}$ = 4.33, SD = 0.74) และ C3.1 ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี โดยเฉพาะด้าน AI เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องและรวดเร็ว เป็นเงื่อนไขที่หลีกเลี่ยงไม่ได้สำหรับระบบการศึกษา ($\bar{x}$ = 4.32, SD = 0.74) ผลลัพธ์ดังกล่าวชี้ให้เห็นว่าคณาจารย์ส่วนใหญ่ตระหนักถึงความจำเป็นในการสร้างหลักสูตรที่ยืดหยุ่นและสามารถปรับเปลี่ยนได้ตามการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยี ซึ่งสอดคล้องกับ Thailand AI Master Plan พ.ศ. 2565–2570 ที่มุ่งเน้น AI for Education & Workforce Transformation และแนวคิดของ UNESCO (2023) ที่เสนอให้การศึกษายุคใหม่ต้องเป็น Lifelong Learning Ecosystem เมื่อพิจารณาด้านโครงสร้างงบประมาณ (C2.1–C2.2) พบว่าข้อจำกัดด้านทรัพยากรทางเทคนิคและการจัดหาเครื่องมือเทคโนโลยี AI ยังคงเป็นอุปสรรคสำคัญ ($\bar{x}$ = 4.10–4.16) ผลการสำรวจสอดคล้องกับงานวิจัยของ OECD Education 2030 Framework ที่ชี้ว่าการลงทุนในโครงสร้างพื้นฐานดิจิทัลและการพัฒนาทักษะของครูผู้สอนเป็นเงื่อนไขสำคัญต่อความสำเร็จของการใช้เทคโนโลยี AI อย่างยั่งยืน และที่สำคัญพบว่าคณาจารย์ให้ความสำคัญกับปัจจัยสนับสนุน สูงกว่าปัจจัยอื่น ซึ่งมีเหตุผลเชิงกลไกมาจากความจำเป็นในการได้รับการสนับสนุนด้านทรัพยากรซอฟต์แวร์และคลาวด์คอมพิวติ้ง ซึ่งเป็นโครงสร้างพื้นฐานสำคัญในการรันโมเดล AI

ที่ซับซ้อนสอดคล้องกับทฤษฎีการยอมรับเทคโนโลยี (TAM) ที่ระบุว่าการรับรู้ถึงความง่ายในการใช้งานและการสนับสนุนจากองค์กรเป็นตัวแปรต้นที่ส่งผลต่อความสำเร็จในการบูรณาการเทคโนโลยีใหม่เข้าสู่ระบบเดิม

ส่วนที่ 6 การวิเคราะห์ข้อมูลโดยการนำค่าขนาดอิทธิพล (Effect Size) มาเปรียบเทียบระหว่างปัจจัยขับเคลื่อน (Drivers) และปัจจัยคงที่ (Constants) เพื่อแสดงให้เห็นนัยสำคัญเชิงปฏิบัติ โดยเริ่มต้นด้วยการวิเคราะห์ขนาดอิทธิพลของคู่ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์เชิงกลไกระหว่างแรงขับเคลื่อนและเงื่อนไขเชิงโครงสร้างในการพัฒนาหลักสูตร AECO ดังแสดงในตารางที่ 10 และตารางที่ 11 การวิเคราะห์เปรียบเทียบนัยสำคัญเชิงปฏิบัติระหว่างปัจจัยขับเคลื่อน (Drivers) และปัจจัยคงที่ (Constants) ใน 6 มิติหลัก ตามลำดับดังนี้

ตารางที่ 10 การวิเคราะห์ขนาดอิทธิพล (Effect Size) ของคู่ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์เชิงกลไก ระหว่างแรงขับเคลื่อนและเงื่อนไขเชิงโครงสร้างในการพัฒนาหลักสูตร AECO

มิติ (Dimension)	ปัจจัยขับเคลื่อน (Drivers, $\bar{X}_1$)	ปัจจัยคงที่ (Constants, $\bar{X}_2$)
ด้านความต้องการแรงงาน	D4.1 (ความต้องการบัณฑิตจากอุตสาหกรรม)	C1.1 (ความต้องการแรงงานดิจิทัลที่เป็นปัจจัยพื้นฐาน)
ด้านงบประมาณและทรัพยากร	D4.2 (ความร่วมมือกับอุตสาหกรรมเพื่อเร่ง AI)	C2.1 (ข้อจำกัดงบประมาณซอฟต์แวร์/ฮาร์ดแวร์)
ด้านความเร็วของเทคโนโลยี	D3.1 (ความก้าวหน้าของ Gen AI เป็นแรงผลัก)	C3.1 (ความก้าวหน้าเทคโนโลยีเงื่อนไขที่หลีกเลี่ยงไม่ได้)
ด้านนโยบายและแผนชาติ	D2.1 (นโยบายมหาวิทยาลัยช่วยเพิ่มประสิทธิภาพ)	C4.1 (นโยบาย AI แห่งชาติเป็นแรงผลักเชิงโครงสร้าง)
ด้านการปรับปรุงหลักสูตร	D3.2 (ช่องว่างทักษะหากอัปเดตไม่ทัน)	C5.1 (ข้อจำกัดเวลาในการปรับหลักสูตร 5-10 ปี)
ด้านการพัฒนาบุคลากร	D1.1 (การยอมรับ AI ของอาจารย์)	C6.1 (ความจำเป็นในการ Reskill/Upskill ถาวร)

จากตารางที่ 10 พบว่าการจัดกลุ่มและจับคู่ปัจจัยในลักษณะนี้ สามารถวิเคราะห์ได้ว่าในแต่ละมิติของการขับเคลื่อนหลักสูตรนั้น ปัจจัยที่เป็นตัวแปรต้นเชิงพฤติกรรม (Drivers) หรือปัจจัยเชิงบริบทที่คงที่ (Constants) มีนัยสำคัญเชิงปฏิบัติเหนือกว่ากัน ซึ่งจะนำไปสู่การเสนอแนะเชิงกลยุทธ์ที่สอดคล้องกับสภาพการณ์จริงของสถาบันอุดมศึกษาไทยต่อไป และในขั้นถัดไปคือการวิเคราะห์เปรียบเทียบนัยสำคัญเชิงปฏิบัติ (Practical Significance) ระหว่างปัจจัยขับเคลื่อน (Drivers) และปัจจัยคงที่ (Constants) ใน 6 มิติหลัก โดยใช้ค่าขนาดอิทธิพล ของ Cohen's *d*

ตารางที่ 11 การวิเคราะห์เปรียบเทียบนัยสำคัญเชิงปฏิบัติ (Practical Significance) ระหว่างปัจจัยขับเคลื่อน (Drivers) และปัจจัยคงที่ (Constants) ใน 6 มิติหลัก

มิติ (Dimension)	ปัจจัยขับเคลื่อน (Drivers, $\bar{X}_1$)	ปัจจัยคงที่ (Constants, $\bar{X}_2$)	ส่วนต่างค่าเฉลี่ย	SD *pooled*	Cohen's *d*	ระดับนัยสำคัญเชิงปฏิบัติ
ด้านความต้องการแรงงาน	3.80	4.16	0.36	0.87	0.41	ระดับเล็ก
ด้านงบประมาณและทรัพยากร	3.94	4.16	0.22	0.89	0.25	ระดับเล็ก
ด้านความเร็วของเทคโนโลยี	4.00	4.32	0.32	0.79	0.41	ระดับเล็ก
ด้านนโยบายและแผนชาติ	4.02	3.98	0.05	0.88	0.05	ระดับน้อยมาก
ด้านการปรับปรุงหลักสูตร	3.79	3.97	0.17	0.87	0.20	ระดับเล็ก
ด้านการพัฒนาบุคลากร	4.01	4.10	0.09	0.82	0.11	ระดับน้อยมาก
ภาพรวม	**3.98**	**4.12**	**0.14**	**0.63**	**0.23**	**ระดับเล็ก**

จากตารางที่ 11 พบว่ามิติด้านความต้องการแรงงาน และด้านความเร็วของเทคโนโลยี ทั้งสองมิตินี้มีค่าขนาดอิทธิพลสูงที่สุดเท่ากันคือ 0.41 ซึ่งอยู่ในระดับเล็กและมีแนวโน้มเข้าสู่ระดับปานกลาง สะท้อนให้เห็นว่าในเชิงปฏิบัติคณาจารย์รับรู้ถึงแรงบีบคั้นจากสภาวะภายนอกและอัตราเร่งของเทคโนโลยีว่าเป็นเงื่อนไขที่ส่งผลกระทบต่อการทำงานมากกว่าเพียงแค่ การเป็นแรงจูงใจในการปรับตัว มิติด้านนโยบายและแผนชาติ เป็นเพียงมิติเดียวที่ปัจจัยขับเคลื่อนมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าปัจจัยคงที่ ($\bar{X}_1$= 4.02, $\bar{X}_2$ = 3.98) อย่างไรก็ตาม ค่า *d* = 0.05 จัดอยู่ในระดับน้อยมาก ชี้ให้เห็นว่าในมิตินี้นโยบายระดับสถาบันและนโยบายระดับชาติถูกมองว่ามีความสำคัญสอดคล้องกันและแทบไม่มีความแตกต่างกันในเชิงปฏิบัติ

ส่วนมิติด้านงบประมาณ ทรัพยากร และการปรับปรุงหลักสูตร มีค่าขนาดอิทธิพลอยู่ในช่วง 0.20 ถึง 0.25 ซึ่งอยู่ในระดับเล็ก นัยสำคัญนี้บ่งชี้ว่าข้อจำกัดเชิงโครงสร้าง เช่น งบประมาณและความล่าช้าของ**กระบวนการ** เป็นอุปสรรคที่ชัดเจนกว่าปัจจัยขับเคลื่อนที่พยายามจะเร่งให้เกิดการเปลี่ยนแปลง

ผลการวิจัยที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย 3 เพื่อสังเคราะห์แนวทางการพัฒนาหลักสูตรอุตสาหกรรมเออีซีโอ AECO ที่บูรณาการ AI ในระดับอุดมศึกษา ประกอบด้วย 1 ส่วน คือส่วนที่ 7 โดยมีรายละเอียดดังนี้

ส่วนที่ 7 ข้อเสนอแนะและความคิดเห็นเพิ่มเติม โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้การวิเคราะห์มีมิติที่ครอบคลุมมากขึ้น โดยรวบรวมข้อเสนอแนะจากคำถามปลายเปิดจากคณาจารย์ผู้ตอบแบบสอบถามทั้ง 87 คน โดยมุ่งเน้นความคิดเห็นเชิงนโยบาย แนวทางการบูรณาการเทคโนโลยี AI ในหลักสูตร และปัจจัยเชิงสนับสนุนที่มีผลต่อการพัฒนาหลักสูตรอุตสาหกรรมก่อสร้าง ข้อเสนอแนะข้างต้นได้รับการจัดกลุ่มออกเป็น 4 หมวดหลัก ได้แก่ 1) ปัจจัยขับเคลื่อน 2) ปัจจัยคงที่ 3) ปัจจัยกำหนดอนาคตของการบูรณาการ AI และ 4) แนวทางเพิ่มประสิทธิภาพการบูรณาการเทคโนโลยี AI ในหลักสูตร ดังแสดงในตารางที่ 11

ตารางที่ 11 ข้อเสนอแนะจากคณาจารย์ผู้ตอบแบบสอบถาม (N = 87)

หมวดข้อเสนอแนะ	ประเด็นสำคัญที่สรุปได้
1. ปัจจัยขับเคลื่อน	- การขับเคลื่อน AI ต้องพิจารณาร่วมทั้งปัจจัยภายใน - ภายนอกและปัจจัยขัดขวาง - การใช้ AI อย่างมีจริยธรรมต้องอาศัยการคิดวิเคราะห์และการตรวจสอบผลลัพธ์ - ความพร้อมของผู้สอนและนักศึกษามีผลต่อความสำเร็จของการใช้ AI - ภาครัฐควรกำหนดนโยบายกลางเกี่ยวกับ AI เพื่อไม่ให้แต่ละสถาบันตีความต่างกัน
2. ปัจจัยคงที่	- ปัจจัยคงที่มีอิทธิพลต่อปัจจัยอื่น เช่น งบประมาณและโครงสร้างระบบ - Lifelong Learning ต้องอาศัย Ecosystem ที่พร้อมและเชื่อมโยงทุกภาคส่วน - การปรับหลักสูตรควรลดขั้นตอนเอกสารและเปิดโอกาสให้ปรับรายวิชาได้รวดเร็ว - การ Re-skill และ Up-skill ต้องได้รับแรงสนับสนุนจากภาคอุตสาหกรรมจริง
3. ปัจจัยกำหนดอนาคตของการบูรณาการ AI	- การพัฒนา AI ต้องอยู่บนฐานหลักสูตรที่เน้นการคิด วิเคราะห์ และการแก้ปัญหา - ควรมีกลุ่มผู้เชี่ยวชาญกลางกำหนดกรอบมาตรฐานการใช้ AI เพื่อป้องกันการใช้ผิดทาง - ปัญหาความเหลื่อมล้ำระหว่างมหาวิทยาลัยในเมืองและภูมิภาคยังคงชัดเจน - ปัจจัยเชิงโครงสร้าง เช่น โครงสร้างพื้นฐานดิจิทัล รายได้ของผู้ใช้ และนโยบายภาครัฐ มีผลต่อความเท่า เทียมทางการศึกษา
4. แนวทางเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการบูรณาการ AI	- AI ควรบูรณาการในรายวิชาได้ทันทีโดยไม่ต้องรอปรับหลักสูตร- ผู้สอนควรได้รับการอบรมและมีความเข้าใจใน AI ก่อนถ่ายทอดให้ผู้เรียน - ควรมีนโยบายและมาตรฐานจริยธรรมการใช้ AI ในระดับสถาบันและระดับชาติ - การเรียนการสอนควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนใช้ AI อย่างอิสระภายใต้กรอบที่เหมาะสม - การร่วมมือกับภาคอุตสาหกรรมจะช่วยให้หลักสูตรตอบโจทย์ตลาดแรงงานจริง

จากตารางที่ 11 พบว่าความคล่องตัวเชิงนโยบาย ในการเสนอให้ภาครัฐและสถาบันเร่งกำหนดมาตรฐานจริยธรรมและแนวปฏิบัติที่เป็นไปในทิศทางเดียวกัน เพื่อลดช่องว่างความเหลื่อมล้ำระหว่างมหาวิทยาลัย พร้อมทั้งปฏิรูปกระบวนการบริหารหลักสูตรให้ลดขั้นตอนเอกสาร เพื่อให้สามารถบูรณาการ AI เข้าสู่รายวิชาได้ทันทีโดยไม่ต้องรอกรอบเวลาปรับปรุงหลักสูตรปกติ ในด้านการจัดการเรียนการสอน คณาจารย์ยังเน้นย้ำเรื่องความพร้อมของบุคลากรที่ต้องได้รับการอบรมให้เท่าทันเทคโนโลยีก่อนถ่ายทอด โดยมุ่งใช้ AI เป็นเครื่องมือส่งเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์และแก้ปัญหามากกว่าการพึ่งพาเพียงอย่างเดียว นอกจากนี้ยังต้องสร้างระบบการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงกับภาคอุตสาหกรรมจริง เพื่อให้การ Reskill/Upskill บัณฑิตตอบโจทย์ตลาดแรงงานและส่งเสริมการเรียนรู้ตลอดชีวิตอย่างเป็นรูปธรรม

สรุปและอภิปรายผล

ผลการวิจัยสรุปได้ว่าการบูรณาการ AI ในหลักสูตรระดับอุดมศึกษาสายอุตสาหกรรมก่อสร้างของประเทศไทยอยู่ในระดับสูง โดยประเด็นสำคัญคือการนำเสนอมุมมองเชิงระบบในระดับประเทศซึ่งเป็นการสำรวจมิติด้านนโยบายและโครงสร้างพื้นฐานในการจัดการเรียนการสอนด้าน AECO ของประเทศไทย ที่ยังพบได้ไม่มากนักในงานวิจัยเดิม โดยการบูรณาการเทคโนโลยี AI เข้าสู่หลักสูตรด้านอุตสาหกรรมก่อสร้างในประเทศไทยซึ่งเป็นข้อมูลนำเข้าในชั้นที่ 1 ของกรอบแนวคิด พบว่าอยู่ในระดับค่อนข้างสูง โดยจากการประเมินระดับความคิดเห็นของคณาจารย์ต่อการใช้ AI ในการเรียนการสอนพบว่ากลุ่มปัญญาประดิษฐ์เชิงวิเคราะห์และพยากรณ์ มีค่าเฉลี่ยสูงสุด ($\bar{X}$ = 3.70, SD. = 1.03) จัดอยู่ในระดับสูง ตามเกณฑ์การแปลผลแบบมาตราส่วน 5 ระดับ สะท้อนว่าคณาจารย์ให้ความสำคัญกับการใช้ AI เพื่อสนับสนุนการวิเคราะห์ข้อมูล การประมวลผลเอกสาร และการตัดสินใจเชิงวิชาการมากกว่าการสร้างสื่อเพียงอย่างเดียว เมื่อพิจารณาระดับความเชี่ยวชาญด้าน AI ของคณาจารย์ในชั้นที่ 2 พบว่าส่วนใหญ่กระจุกตัวอยู่ในระดับ L2–L3 คิดเป็นร้อยละ 60 โดยเฉพาะระดับ L3 ซึ่งมีจำนวนมากที่สุด (30 คน หรือร้อยละ 34.48) แสดงให้เห็นว่าคณาจารย์สามารถนำ AI มาบูรณาการกับการเรียนการสอนได้ในเชิงปฏิบัติ แม้ว่าสัดส่วนผู้ที่มีความเชี่ยวชาญระดับสูง (L4–L5) จะยังมีจำนวนน้อย ซึ่งชี้ถึงความจำเป็นในการพัฒนาสมรรถนะเชิงลึกด้าน AI สำหรับคณาจารย์ในระยะต่อไป นอกจากนี้ในชั้นที่ 3 ของกรอบแนวคิดส่วนของการวิเคราะห์ปัจจัยขับเคลื่อนพบว่ากฎระเบียบและจริยธรรมการใช้เทคโนโลยี AI (D2.2, D5.1) เป็นตัวแปรสำคัญที่ได้รับคะแนนเฉลี่ยสูงสุดโดยมี $\bar{X}$ = 4.24 และ 4.10 ตามลำดับ สะท้อนถึงความจำเป็นในการกำกับดูแลการใช้ AI ที่ชัดเจนและโปร่งใส ซึ่งสอดคล้องกับกรอบแนวคิดขององค์การยูเนสโก ในปี 2023 ที่เน้นปัญญาประดิษฐ์ที่ยึดมนุษย์เป็นศูนย์กลางและมีจริยธรรม (Human-Centered and Ethical AI) และนโยบายแผนปฏิบัติการด้านปัญญาประดิษฐ์แห่งชาติเพื่อการพัฒนาประเทศไทย พ.ศ. 2565 – 2570 ที่กำหนดให้ภาคการศึกษาเป็นแกนหลักของการพัฒนาทุนมนุษย์ด้วยเทคโนโลยี AI ในด้านปัจจัยคงที่ค่าคะแนนเฉลี่ยส่วนใหญ่มากกว่า 4.00 แสดงให้เห็นว่าผู้ตอบมีความคิดเห็นตรงกันในเรื่องความก้าวหน้าของเทคโนโลยี (C3.1–C3.2) และความจำเป็นของการเรียนรู้ตลอดชีวิต (C6.1–C6.2) ว่าเป็นพื้นฐานสำคัญของการพัฒนาหลักสูตรสมัยใหม่ อย่างไรก็ตามข้อจำกัดเชิงโครงสร้าง เช่น กระบวนการอนุมัติหลักสูตรที่ใช้เวลานาน (C5.1–C5.2) และข้อจำกัดงบประมาณ (C2.1–C2.2) ยังคงเป็นอุปสรรคต่อการปรับตัวของสถาบันอุดมศึกษา

ในส่วนของการวิเคราะห์ขนาดอิทธิพล (Effect Size) ซึ่งเป็นการสังเคราะห์ในชั้นที่ 4 ของกรอบแนวคิด พบว่าค่าขนาดอิทธิพลโดยรวมอยู่ในระดับเล็ก (d = 0.23) แสดงให้เห็นว่า Drivers และ Constants มีอิทธิพลใกล้เคียงกันในเชิงปฏิบัติ อย่างไรก็ตามมิติด้านความต้องการแรงงานและความเร็วของเทคโนโลยีมีค่า *d* สูงที่สุด (*d* = 0.41) สะท้อนกลไกสำคัญว่าแรงกดดันจากภายนอก เช่น ความต้องการของอุตสาหกรรมและการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยี มีบทบาทผลักดันการเปลี่ยนแปลงมากกว่าแรงจูงใจภายในองค์กร ในทางกลับกัน มิติด้านนโยบายมีค่า *d* ต่ำมาก (*d* = 0.05) ซึ่งบ่งชี้ว่าความแตกต่างระหว่างนโยบายระดับสถาบันและระดับชาติมีความสอดคล้องกันอยู่แล้วในเชิงการรับรู้ จึงไม่ใช่ปัจจัยที่สร้างความแตกต่างในการขับเคลื่อน แต่ทำหน้าที่เป็นโครงสร้างรองรับมากกว่า

ผลการวิจัยข้างต้นสะท้อนถึงรูปแบบแนวโน้มที่สามารถใช้คาดการณ์ทิศทางการเปลี่ยนแปลงของการจัดการศึกษาในสายอุตสาหกรรมเออีซีโอ (AECO) ในอนาคตได้โดยการที่คณาจารย์ส่วนใหญ่ให้ความสำคัญต่อปัญญาประดิษฐ์เชิงวิเคราะห์และพยากรณ์ชี้ให้เห็นว่า การออกแบบหลักสูตรในระยะถัดไป มีแนวโน้มมุ่งเน้นการพัฒนาทักษะการวิเคราะห์ข้อมูลการตัดสินใจเชิงระบบ และการใช้ AI เพื่อสนับสนุนการวิจัยและการบริหารจัดการโครงการมากกว่าการใช้เพื่อการสร้างสื่อเพียงอย่างเดียว ขณะเดียวกันอิทธิพลของนโยบาย AI ระดับชาติในฐานะปัจจัยเชิงโครงสร้างสะท้อนว่าการพัฒนาหลักสูตรและสมรรถนะดิจิทัลของคณาจารย์ไม่ควรเกิดขึ้นแค่ในระดับรายวิชา แต่ต้องเชื่อมโยงกับการวางแผนเชิงระบบของสถาบัน ทั้งในด้านการพัฒนาบุคลากร โครงสร้างพื้นฐาน และกรอบจริยธรรม เพื่อเตรียมความพร้อมของบัณฑิตให้สอดคล้องกับความต้องการของอุตสาหกรรมเออีซีโอในยุคดิจิทัล

การอภิปรายผลในภาพรวมแสดงให้เห็นได้ชัดเจนว่าการพัฒนาหลักสูตรจำเป็นต้องอาศัยการเชื่อมโยงผ่าน 3 กลไกเชิงระบบ ซึ่งแสดงในส่วนสุดท้ายของกรอบแนวคิดส่วนของผลลัพธ์หลักสูตรและนัยเชิงนโยบายในชั้นที่ 4 ได้แก่

1) ระดับที่ด่วนที่สุดคือการกำหนดนโยบายและกรอบจริยธรรม AI ระดับชาติที่ชัดเจนและเป็นเอกภาพ เพื่อป้องกันปัญหาความเหลื่อมล้ำและจริยธรรมข้อมูลที่อาจเกิดขึ้นจากการขาดกฎระเบียบที่เป็นรูปธรรม 2) ระดับเร่งด่วนในการจำเป็น

ต้องยกระดับสมรรถนะผู้สอนไปสู่ระดับที่สูงมากขึ้นในสถาบันการศึกษา โดยพัฒนาคณาจารย์ให้สามารถใช้งาน AI เพื่อปรับแต่งและใช้เป็นพันธมิตรเชิงกลยุทธ์ (L4-L5) ควบคู่ไปกับการสร้างความยืดหยุ่นเชิงโครงสร้างของหลักสูตร เพื่อให้สามารถปรับตัวต่อความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็วได้อย่างทันท่วงที และ 3) ระดับปานกลาง คือการสร้างความร่วมมือระหว่าง 3 ภาคส่วน ทั้งมหาวิทยาลัย ภาคอุตสาหกรรม และภาครัฐ เพื่อให้การใช้ AI ในการเรียนการสอนด้านสถาปัตยกรรม วิศวกรรม และการก่อสร้าง (AECO) มีความต่อเนื่อง มีจริยธรรม และตอบสนองต่อความต้องการของเศรษฐกิจฐานความรู้ในระยะยาว

คุณค่าหรือองค์ความรู้ใหม่ของงานวิจัย

งานวิจัยนี้สร้างองค์ความรู้ใหม่ผ่านการสังเคราะห์กรอบแนวคิดการบูรณาการปัญญาประดิษฐ์ (AI) ที่มีความเฉพาะเจาะจงต่อบริบทของประเทศไทย โดยชี้ให้เห็นถึงความเชื่อมโยงเชิงระบบระหว่างปัจจัยสนับสนุนและข้อจำกัดในคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์ ผลลัพธ์ที่ได้ไม่เพียงแต่เป็นฐานข้อมูลเชิงประจักษ์สำหรับงานวิจัยในอนาคต แต่ยังส่งผลต่อการกำหนดทิศทางเชิงนโยบายที่สำคัญ อาทิ การจัดทำแผนพัฒนาบุคลากร ให้มีทักษะด้าน AI ที่ตรงกับความต้องการของอุตสาหกรรมก่อสร้างยุคใหม่ และการจัดสรรงบประมาณด้านเทคโนโลยีและโครงสร้างพื้นฐานดิจิทัลในระดับสถาบันให้มีประสิทธิภาพและตรงจุดมากขึ้น เพื่อยกระดับมาตรฐานการศึกษาด้าน AECO ของไทยให้สอดคล้องกับมาตรฐานสากลและแผนแม่บทปัญญาประดิษฐ์แห่งชาติอย่างเป็นรูปธรรม

ข้อจำกัดของการวิจัย

1) ข้อจำกัดด้านตัวแทนของกลุ่มตัวอย่าง เนื่องจากการศึกษานี้ใช้การสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling) จากคณาจารย์ที่สามารถติดต่อได้ผ่านช่องทางออนไลน์และมีความสมัครใจในการตอบแบบสอบถามกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่จึงอาจเป็นผู้ที่มีความตื่นตัวหรือมีความสนใจในเทคโนโลยี AI สูงกว่าค่าเฉลี่ยของประชากรทั่วไปซึ่งอาจส่งผลต่อการสรุปอ้างอิง ไปยังคณาจารย์ด้าน AECO ทั้งประเทศที่ต้องทำด้วยความระมัดระวัง

2) ข้อจำกัดด้านเครื่องมือวิจัย การใช้แบบสอบถามมาตราส่วนประมาณค่า (Likert Scale) เป็นเพียงการสะท้อนการรับรู้และทัศนคติของผู้ตอบในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่งเท่านั้น จึงอาจมีความคลาดเคลื่อนจากพฤติกรรมการใช้งานจริงในชั้นเรียน หรือข้อจำกัดด้านความเข้าใจในนิยามทางเทคนิคของ AI ที่แตกต่างกันในแต่ละบุคคล

3) ข้อจำกัดด้านมิติของการศึกษา งานวิจัยนี้เน้นการสำรวจมุมมองเชิงระบบจากฝั่งคณาจารย์และผู้สอนเป็นหลักโดยไม่ได้ครอบคลุมถึงมุมมองของผู้เรียนและสถานประกอบการ ซึ่งเป็นผู้มีส่วนได้ส่วนเสียสำคัญในห่วงโซ่การผลิตบัณฑิต

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1) ควรมีการศึกษาเชิงลึกระดับสาขาวิชาโดยการศึกษาลงสู่ระดับหลักสูตรเฉพาะทาง เช่น สาขาครุศาสตร์อุตสาหกรรม สาขาสถาปัตยกรรมสาขาวิศวกรรมโยธา หรือการบริหารงานก่อสร้าง เพื่อวิเคราะห์รูปแบบการนำ AI ไปประยุกต์ใช้ที่แตกต่างกันตามบริบทของศาสตร์นั้น ๆ

2) ด้านการวิจัยเชิงคุณภาพและการมีส่วนร่วมโดยเพิ่มการสำรวจข้อมูลเชิงคุณภาพผ่านการสัมภาษณ์เชิงลึก (In-depth Interview) หรือการสนทนากลุ่ม (Focus Group) ร่วมกับผู้บริหารหลักสูตรและตัวแทนภาคอุตสาหกรรม เพื่อสังเคราะห์แบบจำลองการพัฒนาหลักสูตร (Curriculum Development Model) ที่สามารถนำไปใช้เป็นต้นแบบในระดับมหาวิทยาลัยหรือระดับชาติ

3) ควรมีการศึกษาแบบบูรณาการผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในอนาคต โดยเชื่อมโยงความต้องการของภาคอุตสาหกรรม (Market Demand) กับสมรรถนะดิจิทัลของนักศึกษา เพื่อประเมินช่องว่างของทักษะ (Skill Gap) และนำมาออกแบบแนวทางการพัฒนาศักยภาพบุคลากรและการจัดสรรโครงสร้างพื้นฐานให้มีประสิทธิภาพสูงสุด

เอกสารอ้างอิง

[1] M. A. Rahman, "Exploring the current status of Digital Technology adoption in the New Zealand Architecture-Engineering-Construction-Operation (AECO) industry," in *Proc. 8th New Zealand Built Environment Research Symposium (NZBERS)*, Auckland, New Zealand, pp. 1-15, 2025

[2] Organisation for Economic Co-operation and Development, *AI and the Future of Skills, Volume 1: Capabilities and Assessments*. Paris, France: OECD Publishing, Nov. 2021. [Online]. Available: https://doi.org/10.1787/5ee71f34-en

[3] Organisation for Economic Co-operation and Development, *Is Education Losing the Race with Technology? Educational Research and Innovation*. Paris, France: OECD Publishing, Mar. 2023. [Online]. Available: https://doi.org/10.1787/73105f99-en

[4] J.-Y. Cheng, A. Devkota, M. Gheisari, I. Jeelani, and B. W. Franz, "AI Integration in Construction Education: A Survey on Awareness, Attitudes, and Implementation of AI among US and International Faculties," *Journal of Civil Engineering Education.*, vol. 151, no. 4, May 2025, doi: 10.1061/JCEECD.EIENG-2223.

[5] Organisation for Economic Co-operation and Development, *Introducing the OECD AI Capability Indicators*. Paris, France: OECD Publishing, Jun. 2025. [Online]. Available: https://doi.org/10.1787/be745f04-en

[6] National Science and Technology Development Agency, *Thailand National AI Strategy and Action Plan* (2022–2027), Aug. 2023. [Online]. Available: https://oecd-ai.case-api.buddyweb.fr/storage//policy-initiatives/Jul2025/fu_f9p3ak9cb8w2qhv.pdf

[7] S. Osiri, “Statistics in Endodontics Part 3: Sampling Methods,” *Thai Endodontic Journal*, vol. 3, no. 2, pp. 131–142, Dec. 2024.

[8] L. Banh and G. Strobel, “Generative artificial intelligence,” *Electronic Markets*, vol. 33, no. 63, pp. 1 – 17, 2023.

[9] UNESCO, *Guidance for Generative AI in Education and Research*. Paris, France: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, Jul. 2023. [Online]. Available: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000386693

[10] R. Maalek, “Integrating Generative Artificial Intelligence and Problem-Based Learning into the Digitization in Construction Curriculum,” *Buildings*, vol. 14, no. 11, pp. 1–18, 2024.

[11] M. B. Jelodar, “Generative AI, Large Language Models, and ChatGPT in Construction Education, Training, and Practice,” *Buildings*, vol. 15, no. 6, pp. 1–39, 2025.

[12] N. Arochasiri, “The Value of AI Artificial Intelligence Intelligent Mechanical Brain to Create Limitless Works of Art,” *Journal of Fine Arts Research and Applied Arts*, vol. 11, no. 2, pp. 65–79, 2024. (in Thai)

[13] V. Kumar and M. L. Garg, “Predictive Analytics: A Review of Trends and Techniques,” *International Journal of Computer Applications*, vol. 182, no. 1, pp. 31 – 37, 2018.

[14] F. Ouyang, M. Wu, L. Zheng, L. Zhang and P. Jiao, “Integration of artificial intelligence performance prediction and learning analytics to improve student learning in online engineering course,” *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, vol. 20, no. 1, pp. 1–23, 2023.

[15] A. O. Adeloye, O. Diekola, K. Delvin and C. Gbenga, "Applications of Artificial Intelligence (AI) in the construction industry: A review of Observational Studies," *Applied Sciences Research Periodicals*, vol. 1, no. 4, pp. 28–38, 2023.

[16] J. C. Sun and T. L. Pratt, "Navigating AI Integration in Career and Technical Education: Diffusion Challenges, Opportunities, and Decisions," *Education Sciences*, vol. 14, no. 12, pp. 1–12, 2024.

[17] C. Che, C. Li and Z. Huang, "The integration of generative artificial intelligence and computer vision in industrial robotic arms," *International Journal of Computer Science and Information Technology*, vol. 2, no. 3, pp. 1–9, 2024.

[18] A. F. Almaz, E. A. El-azim El-Agouz, M. T. Abdelfatah and I. R. Mohamed, "The Future Role of Artificial Intelligence (AI) Design's Integration into Architectural and Interior Design Education is to Improve Efficiency, Sustainability, and Creativity," *Civil Engineering and Architecture*, vol. 12, no. 3, pp. 1749–1772, 2024.

[19] M. Bearman and R. Ajjawi, "Learning to work with the black box: Pedagogy for a world with artificial intelligence," *British Journal of Educational Technology*, vol. 54, no. 5, pp. 1160–1173, 2023.

[20] M. Shen, B. Li, S. Liu and H. Zhang, "Research on the Path of Talent Cultivation Model for New Engineering Disciplines in the Era of Artificial Intelligence," *Journal of Contemporary Educational Research*, vol. 9, no. 3, pp. 34–39, 2025.

[21] T. Pham, B. Nguyen, S. Ha and T. Ng. Ngoc, "Digital transformation in engineering education: Exploring the potential of AI-assisted learning," *Australasian Journal of Educational Technology*, vol. 39, no. 5, pp. 1–19, 2023.

[22] R. Salhab and M. M. Aboushi, "Influence of AI literacy and 21st-century skills on the acceptance of generative artificial intelligence among college students," *Frontiers in Education*, vol. 10, no. 1, pp. 1–12, 2025.

[23] Y. Walter, "Embracing the future of Artificial Intelligence in the classroom: the relevance of AI literacy, prompt engineering, and critical thinking in modern education," International Journal *of Educational Technology in Higher Education*, vol. 21, no. 15, pp. 1–29, 2024.

[24] National Innovation Agency, *Foresight Tools*. Bangkok, Thailand: NIA Publishing, Apr. 2019. [Online]. Available: https://nia.or.th/pdf/books/(Foresight%20Tools).pdf (in Thai)

[25] Ministry of Digital Economy and Society, *Digital Thailand: AI Ethics Guideline*, Jul. 2021. [Online]. Available: https://www.etda.or.th/getattachment/9d370f25-f37a-4b7c-b661-48d2d730651d/Digital-Thailand-AI-Ethics-Principle-and-Guideline.pdf.aspx?lang=th-TH (in Thai)

[26] Y. Damrongmanee, P. Siribanpitak and S. Narintarangkul Na Ayudhaya, "The development of elements and indicators of school administration under the foundation of the church of christ in thailand in accordance with the concept of essential future work skills," *The University of Management and Technology Poly Journal,* vol. 18, no. 1, pp. 461–476, 2021. (in Thai)

การอ้างอิงบทความนี้

APA Kaewlex, P., Sukarawan, N., Wongsanao, T., Sansena, N., Cutikam, W., Boonplien, G., & Wongsanao, K., (2026). Integrating Artificial Intelligence into Construction Curricula Insights from University Faculty in Thailand. *Journal of Technical and Engineering Education,* 17(1), 68-91 Thaijo. https://doi.org/10.14416/j.ftee.2026.04.05

MLA Kaewlex, Panyakit et al. "Integrating Artificial Intelligence into Construction Curricula Insights from University Faculty in Thailand" *Journal of Technical and Engineering Education*, vol. 17, no. 1, Apr. 2026, pp. 68-91, https://doi.org/10.14416/j.ftee.2026.04.05. Thaijo.

ISO690 P. Kaewlex, N. Sukarawan, T. Wongsanao, N. Sansena, W. Cutikam, G. Boonplien, & K. Wongsanao, "Integrating Artificial Intelligence into Construction Curricula Insights from University Faculty in Thailand" *Journal of Technical and Engineering Education*, vol. 17, no. 1, pp. 68-91, Apr. 2026, doi: https://doi.org/10.14416/j.ftee.2026.04.05

วารสารวิชาการครุศาสตร์อุตสาหกรรมและวิศวกรรมศึกษา
Journal of Technical and Engineering Education : JTechEE

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