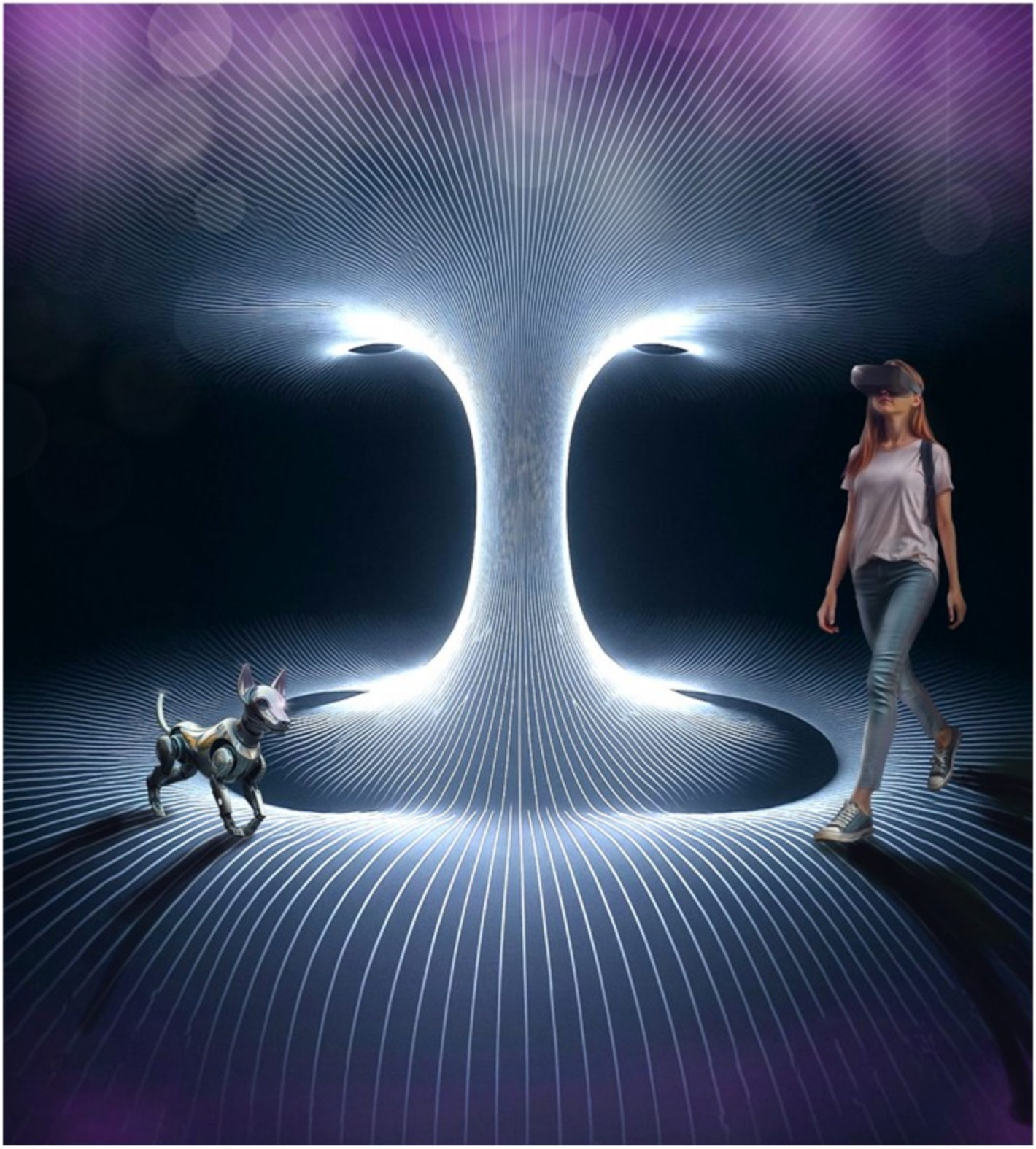
JOURNAL OF
INDUSTRIAL EDUCATION
วารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม

02
JIE

ปีที่ 24 ฉบับที่ 2 เดือน พฤษภาคม-สิงหาคม 2568
2025



ISSN 2985-1890 (0nline)

SCHOOL OF
INDUSTRIAL EDUCATION AND TECHNOLOGY
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

วารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม
JOURNAL OF INDUSTRIAL EDUCATION
ปีที่ 24 ฉบับที่ 2 เดือนพฤษภาคม – สิงหาคม 2568
ISSN 2985 -1890 (Online)

1. ที่ปรึกษา

ศาสตราจารย์ ดร.ปริยาภรณ์ ตั้งคุณานันต์ คณบดีคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี

คณะทำงานวารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม

2. กองบรรณาธิการ

2.1 บรรณาธิการ

รองศาสตราจารย์ ดร.ประเสริฐ เคนพันค้อ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี

2.2 กองบรรณาธิการจากผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก

1. ศาสตราจารย์ ดร.ปรัชญนันท์ นิลสุข	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
2. ศาสตราจารย์ ดร.ศิริชัย กาญจนวาสี	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
3. ศาสตราจารย์ ว่าที่ ร.ท.ดร.พิชัย สดภิบาล	(ข้าราชการเกษียณอายุ) แขวงจันทรเกษม เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร
4. ศาสตราจารย์ สุชาติ เถาทอง	มหาวิทยาลัยกรุงเทพธนบุรี
5. รองศาสตราจารย์ ดร.กัลยาณี จิตต์การุณย์	(ข้าราชการเกษียณอายุ) แขวงบางมด เขตทุ่งครุ กรุงเทพมหานคร
6. รองศาสตราจารย์ ดร.ขจรศักดิ์ บัวระพันธ์	มหาวิทยาลัยมหิดล
7. รองศาสตราจารย์ ดร.คำรณ สิระธนกุล	มหาวิทยาลัยชินวัตร
8. รองศาสตราจารย์ ดร.จรัสดาว อินทรทัศน์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
9. รองศาสตราจารย์ ดร.จิราภา วิทยาภิรักษ์	(ข้าราชการเกษียณอายุ) แขวงสะพานสูง เขตสะพานสูง กรุงเทพมหานคร
10. รองศาสตราจารย์ ดร.ชัยวิชิต เชียรชนะ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
11. รองศาสตราจารย์ ดร.เตือนใจ อาชีวะพนิช	มหาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ศูนย์นนทบุรี
12. รองศาสตราจารย์ ดร.นิรัช สุดสังข์	มหาวิทยาลัยนเรศวร
13. รองศาสตราจารย์ ดร.พรเทพ ถนนแก้ว	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
14. รองศาสตราจารย์ ดร.ไพบูลย์ เกียรติโกมล	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
15. รองศาสตราจารย์ ดร.อุดมวิทย์ ไชยสกุลเกียรติ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์
16. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทศพร แสงสว่าง	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
17. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นรเสฏฐ์ วิชัยพาณิชย์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
18. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปัทมา พัฒนพงษ์	มหาวิทยาลัยมหิดล
19. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เพ็ชรัตน์ สุริยะไชย	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
20. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สืบพงษ์ ปราบใหญ่	นักวิชาการอิสระ ต.บางพึ่ง อ.พระประแดง จ.สมุทรปราการ
21. ดร.สมใจ กลิ่นงาม	มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

2.3 กองบรรณาธิการจากผู้ทรงคุณวุฒิภายใน สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

1. รองศาสตราจารย์ ดร.จตุรงค์ เลาหะเพ็ญแสง
2. รองศาสตราจารย์ ดร.ปิ่นมณี ขวัญเมือง
3. รองศาสตราจารย์ ดร.พัสตราภรณ์ ทิพยโสธร
4. รองศาสตราจารย์ ดร.รัชดากร พลภักดี
5. รองศาสตราจารย์ ดร.วิสุทธิ์ สุนทรกนกพงศ์
6. รองศาสตราจารย์ ดร.สมเกียรติ ตันติวงศ์วาณิช
7. รองศาสตราจารย์ ดร.สันติ ตันตระกูล
8. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กรวรรณ งามวรธรรม
9. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธเนศ ภิรมย์การ
10. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิชญ์สินี มะโน
11. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุธาสินีน์ บุรีคำพันธุ์
12. ดร.ราตรี ศิริพันธุ์

3. ฝ่ายศิลป์และการจัดทำรูปเล่ม

พิสูจน์อักษรภาษาไทย

ผู้ช่วยศาสตราจารย์สรียา ทับทัน

พิสูจน์อักษรภาษาอังกฤษ

รองศาสตราจารย์ ดร.สันติ ตันตระกูล

ฝ่ายออกแบบปก

นายวรากร ทองรัศมี

ฝ่ายระบบสารสนเทศ

นายประยุทธ์ ขุนทอง

นางจันทนี ทรัพย์แสนดี

4. ฝ่ายรับสมาชิกวารสาร

นางจันทนี ทรัพย์แสนดี

5. ฝ่ายทะเบียน

นางจันทนี ทรัพย์แสนดี

6. ฝ่ายผู้ช่วยบรรณาธิการ

นางจันทนี ทรัพย์แสนดี

กำหนดออก : ปีละ 3 ฉบับ
ฉบับที่ 1 เดือนมกราคม – เมษายน
ฉบับที่ 2 เดือนพฤษภาคม – สิงหาคม
ฉบับที่ 3 เดือนพฤษภาคม – ธันวาคม

กำหนดการรับและพิจารณาบทความ : รับพิจารณาบทความอย่างต่อเนื่อง

วัตถุประสงค์ : รับตีพิมพ์บทความด้านครุศาสตร์อุตสาหกรรม ด้านการศึกษาและเทคโนโลยี

เว็บไซต์ : https://ph01.tci-thaijo.org/index.php/JIE

อีเมล : journal.ided@kmitl.ac.th

<u>เจ้าของ</u> : คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เลขที่ 1 ซอยฉลองกรุง 1 แขวงลาดกระบัง เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520
โทรศัพท์ 0 2329 8000 ต่อ 3723
มือถือ 08 6349 6020
โทรสาร 0 2329 8435

“ข้อคิดเห็น เนื้อหา รวมทั้งการใช้ภาษาในบทความถือเป็นความรับผิดชอบของผู้เขียน”

สารบัญ *หน้า*

01	**บทความปริทัศน์** **อนาคตภาพการเรียนรู้กับปัญญาประดิษฐ์ในโลกผสานความเสมือนจริง: ห้องปฏิบัติการมีชีวิตเพื่อความยั่งยืน** THE FUTURE OF LEARNING THROUGH AI AND MIXED REALITY: SUSTAINABLE LIVING LABS *ใจทิพย์ ณ สงขลา ธีรวดี ถังคบุตร และธาดาพัฒน์ ลิมาภรณ์วณิชย์* *Jaitip Na-songkhla, Theeravadee Thangkabutra, and Thadharphut Limapornvanitr*	*A1-A5*
02	**บทวิจารณ์หนังสือ** **บทวิจารณ์หนังสือความจริงเสมือนในด้านการศึกษา: อนาคตของการเรียนรู้** VIRTUAL REALITY IN EDUCATION: THE FUTURE OF LEARNING *ผู้เขียน Avery Nightingale (ปี 2566 จำนวน 29 หน้า)* *วิจารณ์โดย ธนารักษ์ สารเถื่อนแก้ว และสุวิชา ตันติวุฒิคุณ* *Thanarak Santhuenkae and Suwicha Tantevutikun*	*B1-B4*
03	**บทความวิชาการ** **เสริมสร้างความฉลาดรู้ด้านสะเต็มในยุคดิจิทัลผ่านโลกเสมือนจริง** ENHANCING STEM LITERACY IN THE DIGITAL AGE THROUGH VIRTUAL LEARNING ENVIRONMENTS *ธนาวัฒน์ น้อยไธสง สราวุฒิ อุดง และขวัญชนก น้อยไธสง* *Thanawat Noythisong, Sarawut Udong, and Khwanchanok Noythisong*	*C1-C8*
04	**ทักษะแห่งอนาคต เพื่อธุรกิจเสมือนบนโลกเสมือน** FUTURE SKILLS FOR VIRTUAL BUSINESS IN VIRTUAL WORLD *ทิพวรรณ มีพึ่ง* *Tippawan Meepung*	*C9-C19*

	สารบัญ	หน้า
05	**การศึกษาประยุกต์ใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนเพื่อการเรียนภาษาจีนเบื้องต้น: การวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์การศึกษา** A STUDY ON THE APPLICATION OF VIRTUAL REALITY TECHNOLOGY FOR BASIC CHINESE LANGUAGE LEARNING: AN EDUCATIONAL ECONOMICS ANALYSIS *ชาดา เตรียมวิทยา อารีย์ รุ่นพระแสง วัชรินทร์ คงพิบูลย์ และฐณยศ โล่ห์พัฒนานนท์* *Chada Triamvithaya, Aree Roonprasang, Watcharin Kongpiboon, and Thanyod Lopattananont*	C20-C30
	บทความวิจัย	
06	**การพัฒนาสื่อการสอนเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง หน้าที่การทำงานของชิ้นส่วนเครื่องยนต์เล็กแก๊สโซลีน สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างยนต์** DEVELOPMENT OF INSTRUCTIONAL MEDIA AUGMENTED REALITY TECHNOLOGY ON WORKING DUTY OF SMALL GASOLINE ENGINE FOR VOCATIONAL CERTIFICATE LEVEL STUDENTS IN VEHICLE TECHNOLOGY DIVISION *ธวัชชัย หงส์อ่อนสา สุรวุฒิ ยะนิล เมธา อึ่งทอง และวิทวัส ทิพย์สุวรรณ* *Thawatchai Hongonsa, Surawut Yanil, Metha Oungthong, and Wittawat Tipsuwan*	1-12
07	**การพัฒนาหนังสือแบบฝึกที่ผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย** DEVELOPMENT OF PRACTICE BOOK THAT INTEGRATES AUGMENTED REALITY TECHNOLOGY TO ENHANCE THE SPATIAL ABILITIES OF HIGH SCHOOL STUDENTS *อรวี ขุมมิน นิพาดา ไตรรัตน์ และรัฐพล ประดับเวทย์* *Orravee Khummin, Nipada Trirat, and Rathapol Pradubwate*	13-22
08	**นวัตกรรมการเรียนการสอนปฏิบัติการด้านระบบโทรคมนาคมพื้นฐานเพื่อส่งเสริมทักษะการเรียนรู้การลงมือปฏิบัติงานในศตวรรษที่ 21** LABORATORY-BASED LEARNING AND TEACHING INNOVATIONS OF BASIC TELECOMMUNICATION SYSTEM TO PROMOTE PRACTICAL LEARNING SKILLS IN THE 21ST CENTURY *ศิวนาถ ราชชมภู นุชนาฏ ชุ่มชื่น และสมศักดิ์ อรรคทิมากูล* *Siwanat Rachchompoo, Nutchanat Chumchuen, and Somsak Akatimagool*	23-37

	สารบัญ	หน้า
09	**การพัฒนาไลน์แชตบอต “Sparkistics” เพื่อเป็นผู้ช่วยครูสำหรับวิเคราะห์คำตอบและแนะนำวิธีการส่งเสริมสมรรถนะการใช้ตัวแสดงแทนทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์และนำเสนอข้อมูลเชิงคุณภาพ** DEVELOPMENT OF THE LINE CHATBOT “SPARKISTICS” TO ASSIST TEACHERS IN ANALYZING RESPONSES AND RECOMMENDING METHODS TO ENHANCE MATHEMATICAL REPRESENTATION COMPETENCY IN QUALITATIVE DATA ANALYSIS AND PRESENTATION *เมธาสิทธิ์ ธัญรัตนศรีสกุล และชนิศวรา เลิศอมรพงษ์* *Mathasit Tanyarattanasrisakul and Chanisvara Lertamornpong*	38-52
10	**การพัฒนาแอปพลิเคชันวางแผนเส้นทางการท่องเที่ยวแบบหลายจุดหมาย** DEVELOPMENT OF A MULTI-DESTINATION TRAVEL “ROUTE PLANNING” APPLICATION *กวี ภู่พิพัฒน์ บุญฤทธิ์ คุ้มเขต และนรเสฏฐ์ วิชัยพาณิชย์* *Kawee Pupipat, Boonyarit Kumkhet, and Noraset Wichaipanich*	53-66
11	**ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการยอมรับห้องเรียนเสมือนจริงที่ขับเคลื่อนด้วยปัญญาประดิษฐ์ในระดับอุดมศึกษา** FACTORS INFLUENCING THE ACCEPTANCE OF AI-POWERED VIRTUAL CLASSROOMS IN HIGHER EDUCATION *ธีรวุฒิ ตันติอธิมงคล และเกรียงไกร สัจจะหฤทัย* *Theerawut Tantiathimongkhon, and Kriangkrai Satjaharuthai*	67-77
12	**การพัฒนาบทเรียนออนไลน์ เรื่อง การสร้างภาพ AI ด้วยโปรแกรม RECRAFT.AI สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยการสร้างสรรค์ชิ้นงาน** THE DEVELOPMENT OF ONLINE TUTORIALS ON CREATING AI IMAGES WITH RECRAFT.AI BASED ON CONSTRUCTIONISM THEORY FOR GRADE 12 STUDENTS *ภัทราวดี ยังเพ็ง อรอุมา วงคำจันทร์ ลาวัณย์ ดุลยชาติ และสุรจักษ์ พิริยะเชิดชูชัย* *Phattarawadee Youngpeng, Onuma Wongkomjan, Lawan Dulyachart, and Surajak Piriyacherdchoochai*	78-88

สารบัญ

		หน้า
13	**การพัฒนาชุดการสอนออนไลน์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก รายวิชาการศึกษางานสำหรับนักศึกษาปริญญาตรี ชั้นปีที่ 2** THE DEVELOPMENT OF AN ONLINE INSTRUCTIONAL PACKAGE INTEGRATED WITH ACTIVE LEARNING IN THE WORK STUDY COURSE FOR SECOND-YEAR UNDERGRADUATE STUDENTS *อัญญารัตน์ สอนสนาม ภาวินี อ่างบุญตา ธนัช ศรีพนม ศศิธร พยัคฆ์ทอง และสมพร วงษ์เพ็ง* *Anyarat Sonsanam, Parvinee Angboonta, Tanut Sripanom, Sasithorn Payakthong, and Somporn Vongpeang*	89-98
14	**การยอมรับและการใช้ประโยชน์ของผู้สอนต่อระบบติดตามสมาธิจดจ่อของผู้เรียนด้วยปัญญาประดิษฐ์แบบอธิบายได้ในชั้นเรียนออนไลน์แบบประสานเวลา** TEACHER ACCEPTANCE AND USE OF AN EXPLAINABLE AI-BASED STUDENT SUSTAINED ATTENTION MONITORING SYSTEM IN SYNCHRONOUS ONLINE CLASSROOMS *พิชญะ พรมลา และสมคิด แซ่หลี* *Pichaya Promla and Somkid Saelee*	99-110
15	**การพัฒนาพิพิธภัณฑ์เสมือนจริงแบบปฏิสัมพันธ์วัดบางอ้อยช้างจังหวัดนนทบุรีเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ตลอดชีวิต** DEVELOPMENT OF A VIRTUAL MUSEUM INTERACTIVE APPLICATION AT WAT BANG AOI CHANG NONTHABURI PROVINCE FOR PROMOTING LIFELONG LEARNING *นนทนันท์ แย้มวงษ์* *Nonthanun Yamwong*	111-121
16	**การพัฒนาชุดฝึกปฏิบัติการต่อวงจรไฟฟ้าและแสงสว่างภายในบ้าน เพื่อส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาในงานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ** DEVELOPMENT OF A PRACTICAL TRAINING KIT FOR HOUSEHOLD ELECTRICAL AND LIGHTING CIRCUITS TO PROMOTE PROBLEM-SOLVING SKILLS IN ELECTRICAL AND ELECTRONICS WORK FOR VOCATIONAL CERTIFICATE STUDENTS *ศศิกานต์ ครุฑจีน และขนิษฐา หินอ่อน* *Sasikarn Krutgeen and Kanitta Hinon*	122-135

บรรณาธิการแถลง

สวัสดีครับผู้อ่านทุกท่าน วารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรมฉบับนี้ เป็นปีที่ 24 ฉบับที่ 2 บทความในฉบับนี้ประกอบไปด้วยบทความปริทัศน์เรื่อง “อนาคตภาพการเรียนรู้กับปัญญาประดิษฐ์ในโลกผสานความเสมือนจริง: ห้องปฏิบัติการมีชีวิตเพื่อความยั่งยืน” บทวิจารณ์หนังสือเรื่อง “ความจริงเสมือนในด้านการศึกษา: อนาคตของการเรียนรู้” และบทความวิชาการและวิจัยที่ได้ผ่านการพิจารณา ผ่านกระบวนการคุณภาพของวารสารที่มีคุณภาพระดับดีที่สุด ตามข้อเสนอแนะปรับปรุงแก้ไขโดยผู้ทรงคุณวุฒิ และกองบรรณาธิการ คัดสรรบทความที่พร้อมดำเนินการแก้ไขจากผู้เขียน เป็นบทความวิชาการและวิจัยรวมเป็น 16 บทความ นอกจากนี้ถ้าท่านสนใจส่งบทความทางเว็บไซต์ของวารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม www.tci-thaijo.org/index.php/JIE/index ได้แสดงข้อมูลการสมัครและวิธีการส่งบทความไว้ให้โดยละเอียด โดยทั้งนี้ทางวารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม ไม่มีการเก็บค่าธรรมเนียมใด ๆ ทั้งสิ้น

ในนามกองบรรณาธิการวารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ขอบคุณทุกท่านที่ให้ความสนใจ หวังว่าทุกท่านจะได้รับความรู้ และประโยชน์จากผลงานบทความต่าง ๆ ในวารสารฉบับนี้ ขอขอบคุณครับ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ประเสริฐ เคนพันค้อ)
บรรณาธิการวารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม

Review article

อนาคตภาพการเรียนรู้กับปัญญาประดิษฐ์ในโลกผสานความเสมือนจริง: ห้องปฏิบัติการมีชีวิตเพื่อความยั่งยืน

THE FUTURE OF LEARNING THROUGH AI AND MIXED REALITY: SUSTAINABLE LIVING LABS

ใจทิพย์ ณ สงขลา[1*] ธีรวดี ถังคบุตร[1] และธาดาพัฒน์ ลิมาภรณ์วณิชย์[2]
Jaitip Na-songkhla[1*], Theeravadee Thangkabutra[1], and Thadharphut Limapornvanitr[2]
jaitip.n@chula.ac.th, theeravadee.t@chula.ac.th, and thadharphut.li@kmitl.ac.th

[1*]ศูนย์ความเป็นเลิศด้านเทคโนโลยีเปลี่ยนโลกการศึกษา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร 10330 ประเทศไทย
Center of Excellent in Disruptive Innovation Technology in Education, Chulalongkorn University, Bangkok 10330 Thailand
[2]ภาควิชาครุศาสตร์สถาปัตยกรรมและการออกแบบ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520 ประเทศไทย
Department of Architectural and Design Education, School of Industrial Education and Technology,
King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok 10520 Thailand

Journal of Industrial Education. 2025, Vol. 24 (No. 2), **https://doi.org/10.55003/JIE.24201**

Received: August 22, 2025, | **Revised:** August 28, 2025, | **Accepted:** August 29, 2025

Citation reference :
Na-songkhla, J., Thangkabutra, T., & Limapornvanitr, T. (2025). The future of learning through ai and mixed reality: Sustainable living labs. **Journal of Industrial Education, 24**(2), A1-A5.

ABSTRACT

The 21st century is characterized by rapid digital transformation and the pressing need for sustainable development. Education, traditionally centered on the classroom, is being reshaped by immersive technologies such as virtual reality (VR), augmented reality (AR), and mixed reality (MR), alongside artificial intelligence (AI). These innovations are not only tools for instruction but also catalysts for creating dynamic "living labs," where learners of all ages can experiment, co-create, and address real-world problems. This paper argues that the integration of these technologies within lifelong learning frameworks aligned with the Sustainable Development Goals (SDGs) heralds a new paradigm of experiential and personalized education. By examining pedagogical, technological, and ethical dimensions, this study highlights how immersive ecosystems can prepare learners for uncertain futures.

Keywords: Mixed reality, AI, Sustainable living labs

**Corresponding author E-mail: jaitip.n@chula.ac.th* *ISSN: 2985-1890 (Online)*

บทคัดย่อ

ศตวรรษที่ 21 เป็นยุคแห่งการเปลี่ยนแปลงทางดิจิทัลอย่างรวดเร็วและเต็มไปด้วยความท้าทายสภาวะการศึกษาที่ใช้ห้องเรียนเป็นฐานหลักเปลี่ยนโฉมหน้าไปด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง (Virtual Reality: VR) หรือ วีอาร์ ความจริงเสริม หรือ เออาร์ (Augmented Reality: AR) และความจริงผสม หรือ เอ็มอาร์ (Mixed Reality: MR) ควบคู่ไปกับปัญญาประดิษฐ์ หรือ เอไอ (Artificial Intelligence: AI) นวัตกรรมเหล่านี้ไม่เพียงเป็นเครื่องมือการสอน แต่ยังทำหน้าที่เป็นตัวเร่งให้เกิด “ห้องปฏิบัติการที่มีชีวิต” (Living Labs) ที่ผู้เรียนทุกช่วงวัยสามารถทดลอง ร่วมสร้างสรรค์ และแก้ไขปัญหาในโลกแห่งความเป็นจริง บทความนี้เสนอแนวทางการบูรณาการเทคโนโลยีเหล่านี้เข้ากับกรอบการเรียนรู้ตลอดชีวิต ที่สอดคล้องกับเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (Sustainable Development Goals: SDGs) ซึ่งเปิดทางสู่กระบวนทัศน์ใหม่ของการเรียนรู้เชิงประสบการณ์และการเรียนรู้เฉพาะบุคคล โดยวิเคราะห์มิติด้านทฤษฎีการสอน เทคโนโลยี และจริยธรรม ชี้นำระบบนิเวศการเรียนรู้เชิงเสมือนที่สามารถเตรียมผู้เรียนให้พร้อมรับอนาคตที่มุ่งเป้าร่วมกันทั่วโลกในการพัฒนาสู่ความยั่งยืน

คำสำคัญ: ความจริงผสม, ปัญญาประดิษฐ์, ห้องปฏิบัติการมีชีวิตที่ยั่งยืน

จากห้องเรียนสู่ระบบนิเวศการเรียนรู้เชิงเสมือน

เทคโนโลยีเสมือนกำลังเปลี่ยนแปลงวิธีการที่ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับความรู้ **เทคโนโลยีเสมือนจริง หรือวีอาร์ (Virtual Reality: VR)** สร้างสภาพแวดล้อมที่สมจริงและถูกสร้างขึ้นโดยคอมพิวเตอร์ ซึ่งผู้เรียนสามารถโต้ตอบกับวัตถุ สถานการณ์หรือกระบวนการจำลองได้เสมือนอยู่ในสถานที่จริง ในแวดวงการศึกษาวีอาร์ มีคุณค่าอย่างยิ่งในการมอบประสบการณ์ที่ปลอดภัยและดึงดูดความสนใจ โดยเฉพาะในสถานการณ์ที่เสี่ยงอันตรายหรือเข้าถึงได้ยาก เช่น ห้องปฏิบัติการเคมีหรือเขตภัยพิบัติ งานวิจัยชี้ว่าวีอาร์ ช่วยเพิ่มการมีส่วนร่วมและการจดจำความรู้ด้วยการสร้างประสบการณ์ตรงที่ห้องเรียนทั่วไปไม่สามารถให้ได้ (Liu et al., 2017, pp. 2-3 ; Fauville et al., 2020, pp. 255-259)

ความจริงเสริม หรือเออาร์ (AR) ซ้อนทับข้อมูลดิจิทัลลงบนสภาพแวดล้อมจริง เพื่อเพิ่มพูนการรับรู้และการมีปฏิสัมพันธ์ของผู้เรียนกับสิ่งรอบตัว ตัวอย่างเช่น การทัศนศึกษาด้วยการใช้**เออาร์** ช่วยให้ผู้เรียนสามารถเห็นการจำลองโบราณสถานหรือโครงสร้างทางชีววิทยาที่ซ่อนอยู่ในสภาพแวดล้อมจริงได้อย่างชัดเจน การประยุกต์ใช้**เออาร์** จึงช่วยเชื่อมโยงความรู้เชิงนามธรรมกับประสบการณ์จริง กระตุ้นความอยากรู้อยากเห็น และส่งเสริมการเรียนรู้ในบริบท (Matsika & Zhou, 2021, p.1 ; Liu et al., 2017, pp. 3-4)

ความจริงผสม หรือเอ็มอาร์ (MR) ผสานคุณสมบัติของวีอาร์ และ เออาร์ เข้าด้วยกัน ทำให้วัตถุดิจิทัลและสภาพแวดล้อมจริงสามารถโต้ตอบกันได้อย่างไร้รอยต่อ เอ็มอาร์ มีศักยภาพสูงในการสร้างการเรียนรู้เชิงร่วมมือ โดยผู้เรียนจากต่างสถานที่สามารถทำงานร่วมกับวัตถุเสมือนร่วมกันได้ในเวลาจริง ขณะเดียวกันก็ยังอยู่ในสภาพแวดล้อมทางกายภาพของตนเอง พื้นที่ลูกผสมนี้เอื้อต่อการสร้างสรรค์ร่วม การทดลอง และการแก้ปัญหาในรูปแบบ “ห้องปฏิบัติการมีชีวิต” ที่ผู้เรียนสามารถเผชิญกับความท้าทายระดับโลก เช่น การวางผังเมืองเพื่อรับมือการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Dane et al., 2024, p. 13)

สิ่งเหล่านี้สะท้อนถึงการเปลี่ยนแปลงเชิงทฤษฎีการสอน จากโมเดลวัตถุนิยมที่เน้นการถ่ายทอดความรู้จากครูสู่ผู้เรียนไปสู่แนวคิดแบบสร้างองค์ความรู้ (Constructivism) และการเชื่อมโยงเครือข่าย (Connectivism) ที่เน้นการสร้างความรู้ผ่านการปฏิสัมพันธ์และการทำงานร่วมกัน (Jonassen & Reeves, 1996, pp. 695-712; Siemens, 2005, pp. 693-719) ระบบนิเวศดังกล่าวช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะการคิดเชิงวิพากษ์และความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งเป็นหัวใจของการแก้ไขปัญหาและปรับฟื้นด้านความยั่งยืน

ปัญญาประดิษฐ์ในฐานะกลไกขับเคลื่อนการเรียนรู้

ในขณะที่ วีอาร์ เออาร์ และ เอ็มอาร์ สร้างพื้นที่การเรียนรู้เสมือน **ปัญญาประดิษฐ์หรือ เอไอ (AI)** สามารถทำหน้าที่เป็นกลไกขับเคลื่อนที่ช่วยสร้างความเป็นส่วนบุคคลและความยืดหยุ่น ระบบเอไอ สามารถติดตามความก้าวหน้าของผู้เรียน คาดการณ์ความยากลำบาก และแนะนำทรัพยากรที่สอดคล้องกับความต้องการเฉพาะบุคคลได้ (Adaptive and personalized learning) นอกจากนี้ เอไอยังสามารถสร้างองค์ความรู้ใหม่ เช่น การสร้างสื่อการสอนอัตโนมัติ การจำลองสถานการณ์ วิดีโอ และบทเรียนแบบโต้ตอบ อีกทั้งยังเอื้อต่อการทำงานร่วมกันระหว่างวัฒนธรรมผ่านการแปลภาษาและการเชื่อมโยงทางวัฒนธรรม (UNESCO, 2023, p. 20) ดังนั้น AI ไม่ได้เป็นเพียงเครื่องมือ แต่ยังเป็นผู้ร่วมสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ โดยเฉพาะเมื่อบูรณาการกับวีอาร์ เออาร์ และ เอ็มอาร์ ทำให้เกิดระบบนิเวศการเรียนรู้ตลอดชีวิตที่มีพลวัต มุ่งเน้นผู้เรียน และขับเคลื่อนไปสู่ความยั่งยืน (Jonassen, 2000, pp. 109-142; Office of the Teachers' Council of Thailand, 2567, pp. 251-256)

ห้องปฏิบัติการมีชีวิต: โมเดลการเรียนรู้ตลอดชีวิต

แนวคิด “ห้องปฏิบัติการมีชีวิต” เกิดขึ้นตั้งแต่ช่วงต้นคริสตวรรษ 2000 ในงานวิจัยด้านนวัตกรรมและการพัฒนาเมือง หมายถึงระบบนิเวศการสร้างสรรค์เชิงเปิดที่ยึดผู้ใช้เป็นศูนย์กลาง โดยใช้สภาพแวดล้อมจริงในการทดสอบ ร่วมสร้าง และประเมินแนวทางใหม่ ๆ (Bergvall-Kåreborn et al., 2009, p. 3) ห้องปฏิบัติการมีชีวิตแตกต่างจากห้องปฏิบัติการแบบดั้งเดิมตรงที่เน้นความร่วมมือของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียที่หลากหลาย ทั้งนักวิจัย ผู้กำหนดนโยบาย ชุมชน ผู้สอนและผู้เรียน ที่มาร่วมกันแก้ไขปัญหาสังคม สิ่งแวดล้อม หรือเทคโนโลยีที่ซับซ้อน ตัวอย่างในแวดวงอุดมศึกษา เช่น การบริหารจัดการมหาวิทยาลัยอย่างยั่งยืน โครงการออกแบบเมือง หรือการดำเนินการด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ มหาวิทยาลัยในยุโรปและเอเชียได้ทดลองใช้ห้องปฏิบัติการมีชีวิตเพื่อทดสอบระบบพลังงานอัจฉริยะ หรือวางแผนเสริมสร้างความเข้มแข็งของชุมชน เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะการแก้ปัญหาผ่านสถานการณ์จริง เมื่อเชื่อมโยงกับ วีอาร์ เออาร์ และ เอ็มอาร์ ห้องปฏิบัติการมีชีวิตจะกลายเป็นระบบนิเวศทางการศึกษาที่มีศักยภาพสูง เช่น MR สามารถจำลองสถานการณ์การจัดการภัยพิบัติ ขณะที่ เอไอวิเคราะห์ผลลัพธ์และเสนอแนวทางปรับปรุง โมเดลนี้จึงทำหน้าที่เชื่อมโลกจริงกับโลกเสมือน เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ทดสอบและสะท้อนคิดในสภาพแวดล้อมที่ปลอดภัยแต่สมจริง (Dane et al., 2024, p. 3)

แนวคิดห้องปฏิบัติการมีชีวิตยังสอดคล้องกับหลักการเรียนรู้ตลอดชีวิต การศึกษามิได้จำกัดอยู่เพียงในระบบโรงเรียน แต่ขยายตลอดช่วงชีวิต เพื่อการเรียนรู้ใหม่และยกระดับทักษะ (UNESCO, 2023, p. 49) สิ่งนี้มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการบรรลุเป้าหมายการพัฒนาอย่างยั่งยืน (SDGs) เช่น การรับมือการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เมืองที่ยั่งยืน และการศึกษาที่มีคุณภาพ

อนาคตของการเรียนรู้เชิงสถานการณ์

การเรียนรู้ในอนาคตจะขับเคลื่อนด้วยสถานการณ์ โดยใช้เทคโนโลยีเสมือนและเอไอ เพื่อสร้างบริบทที่ผู้เรียนสามารถประยุกต์ความรู้แก้ปัญหาที่ซับซ้อนได้โดยตรง ตัวอย่างเช่น:

- **การออกแบบเมืองชายฝั่งที่ยืดหยุ่น**: นักเรียนในกรุงเทพฯ ร่วมงานกับเพื่อนจากยุโรปผ่าน MR เพื่อออกแบบเมืองชายฝั่งที่รับมือกับระดับน้ำทะเลที่สูงขึ้น เอไอ ทำหน้าที่เป็นครูเสมือน วิเคราะห์แบบจำลองภูมิอากาศ และให้คำแนะนำแบบปรับเหมาะ
- **การพัฒนาทักษะเพื่ออาชีพสีเขียว**: ผู้ใหญ่ที่กำลังเข้าสู่อาชีพพลังงานหมุนเวียน ใช้เอ็มอาร์ ที่ผสานเอไอ เพื่อฝึกการติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์ การฝึกซ้ำในสภาพแวดล้อมเสมือนที่ปลอดภัยช่วยให้เกิดทักษะ ทั้งเชิงเทคนิคและการตระหนักด้านความปลอดภัย
- **มหาวิทยาลัยเสมือนระดับโลก (Metaversity)**: เยาวชนจากทั่วโลกเข้าร่วมในแคมปัสเสมือน MR เพื่อสร้างโครงการด้านความยั่งยืนร่วมกัน เอไอ ช่วยแปลภาษาและเชื่อมโยงความแตกต่างทางวัฒนธรรม ส่งเสริมการมีส่วนร่วมอย่างเท่าเทียม

ความท้าทายและข้อพิจารณาด้านจริยธรรม

แม้จะมีศักยภาพสูง แต่การบูรณาการเทคโนโลยีเสมือนและเอไอ ในการศึกษายังเผชิญความท้าทายที่สำคัญ ความเหลื่อมล้ำในการเข้าถึงยังเป็นอุปสรรค เนื่องจากช่องว่างทางดิจิทัลทั้งระหว่างประเทศและภายในประเทศจำกัดการเข้าถึงอุปกรณ์อินเทอร์เน็ต และทักษะดิจิทัล (Matsika & Zhou, 2021, p. 1) หากปราศจากนโยบายที่รอบคอบ เทคโนโลยีเหล่านี้อาจยิ่งเพิ่มความไม่เท่าเทียมประเด็นความเป็นส่วนตัวและจริยธรรมก็มีความสำคัญ ระบบเอไอ ต้องพึ่งพาข้อมูลจำนวนมหาศาลของผู้เรียน ทำให้เกิดคำถามด้านการยินยอม ความปลอดภัย และการถูกติดตาม ดังที่ UNESCO (2023) เสนอกรอบจริยธรรมที่รับรองให้เอไอในการศึกษาเคารพสิทธิมนุษยชนและเน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง นอกจากนี้ ประเด็นการพัฒนาผู้ใช้งาน ทักษะการคิดขั้นสูง เช่น การคิดเชิงวิพากษ์ การแก้ปัญหา และการใช้เหตุผลเชิงจริยธรรม หากผู้ใช้พึ่งพาเอไอมากเกินไป อาจลดทอนความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของตนเอง แต่ในทางกลับกันการใช้เทคโนโลยีเหล่านี้สามารถส่งเสริมแนวคิด “ภูมิปัญญาร่วมระหว่างมนุษย์และเครื่องจักร” (Human–Machine Collective Wisdom) ที่ผู้เรียนมีทักษะในการตีความ วิพากษ์ และสร้างสรรค์ร่วมกับเอไอ ไม่ใช่เพียงการรับข้อมูลโดยไม่ไตร่ตรอง

บทสรุป

การบรรจบกันของเทคโนโลยีเสมือนและเอไอ กับการเรียนรู้ตลอดชีวิตกำลังพลิกโฉมการศึกษา การสร้างห้องปฏิบัติการมีชีวิตที่เน้นการมีส่วนร่วมและความยั่งยืนจะช่วยให้ผู้เรียนสามารถทดลอง ร่วมสร้าง และแก้ไขปัญหาสำคัญระดับโลก การเรียนรู้เชิงสถานการณ์ที่ขับเคลื่อนด้วย วีอาร์ เออาร์ เอ็มอาร์ และ เอไอ การผสานเทคโนโลยีเสมือนจริงและปัญญาประดิษฐ์ (MR-AI) ช่วยเตรียมผู้เรียนให้พร้อมเผชิญอนาคตที่ไม่แน่นอน และสอดคล้องกับเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน

อย่างไรก็ตาม อนาคตของการศึกษาจะขึ้นอยู่ไม่เพียงแต่การเข้าถึงเทคโนโลยีเหล่านี้ แต่ยังรวมถึงการพัฒนาทักษะการคิดเชิงวิพากษ์ จริยธรรม และความคิดสร้างสรรค์ควบคู่ไปกับระบบอัจฉริยะ การมองวิสัยการเรียนรู้ในฐานะภูมิปัญญาร่วมระหว่างมนุษย์และเครื่องจักรจะทำให้มั่นใจได้ว่าเอไอทำหน้าที่เสริมเติมต่อ มิใช่การแทนที่การตัดสินใจของมนุษย์ ผู้เรียนต้องได้รับการพัฒนาให้มีความสามารถในการตีความ วิพากษ์ และร่วมสร้างสรรค์กับปัญญาประดิษฐ์เพื่อก่อให้เกิดความเข้าใจลึกซึ้งและนวัตกรรมที่อยู่ในแนวทางของความรับผิดชอบและความฉลาดร่วมระหว่างมนุษย์และปัญญาประดิษฐ์ (Human-machine Collective Wisdom)

ในก้าวต่อไป ผู้กำหนดนโยบาย ครู และผู้เรียนจำเป็นต้องร่วมกันออกแบบระบบนิเวศที่ครอบคลุม ลดช่องว่างทางดิจิทัล เคารพมาตรฐานจริยธรรม และเสริมสร้างทักษะการคิดขั้นสูง เพื่อให้การศึกษาสามารถทำหน้าที่เป็นห้องปฏิบัติการมีชีวิตเพื่อความยั่งยืนในศตวรรษที่ 21 และอนาคตต่อไป

เอกสารอ้างอิง

Dane, G., Evers, S., Van Den Berg, P., Klippel, A., Verduijn, T., Wallgrün, J. O., & Arentze, T. (2024). Experiencing the future: Evaluating a new framework for the participatory co-design of healthy public spaces using immersive virtual reality. Computers, Environment and Urban Systems, 114, 102194. https://doi.org/10.1016/j.compenvurbsys.2024.102194.

Fauville, G., Queiroz, A. C. M., Hambrick, L., Brown, B. A., & Bailenson, J. N. (2020). Participatory research on using virtual reality to teach ocean acidification: A study in the marine education community. Environmental Education Research, 27(2), 254–278. https://doi.org/10.1080/13504622.2020.1803797.

sen, D. H. (2000). *Revisiting activity theory as a framework for designing*. In L. Susen & J. David (Eds.), Theoretical foundations of learning environments (pp. 88–121). Lawrence Erlbaum Associates.

Jonassen, D. H., & Reeves, T. C. (1996). *Learning with technology: Using computers as cognitive tools*. In D. H. Jonassen (Ed.), Handbook of research on educational communications and technology (pp. 693–719). Macmillan.

Liu, D., Dede, C., Huang, R., & Richards, J. (2017). Virtual, augmented, and mixed realities in education. Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-10-5490-7.

Matsika, C., & Zhou, M. (2021). Factors affecting the adoption and use of AVR technology in higher and tertiary education. Technology in Society, 67, 101694. https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2021.101694.

Siemens, G. (2005). Connectivism: A learning theory for the digital age. *International Journal of Instructional Technology & Distance Learning, 2(1), 3–10.*

UNESCO. (2023). AI competency framework for teachers. UNESCO. https://www.unesco.org/en/articles/ai competency-framework-teachers.

Office of the Teachers' Council of Thailand (2024). Contemporary Encyclopedia of Education in Honour of His Majesty the King: On the Auspicious Occasion of His Majesty's 6th Cycle Birthday Anniversary, 28 July 2024. Office of the Teachers' Council of Thailand.

Bergvall-Kåreborn, B., Eriksson, C. I., Ståhlbröst, A., & Svensson, J. (2009, December 6–9). A milieu for innovation: Defining living labs. Paper presented at the ISPIM Innovation Symposium, Halmstad University, Halmstad, Sweden.

"ข้อคิดเห็น เนื้อหา รวมทั้งการใช้ภาษาในบทความถือเป็นความรับผิดชอบของผู้เขียน"

Book review

บทวิจารณ์หนังสือความจริงเสมือนในด้านการศึกษา: อนาคตของการเรียนรู้

VIRTUAL REALITY IN EDUCATION: THE FUTURE OF LEARNING

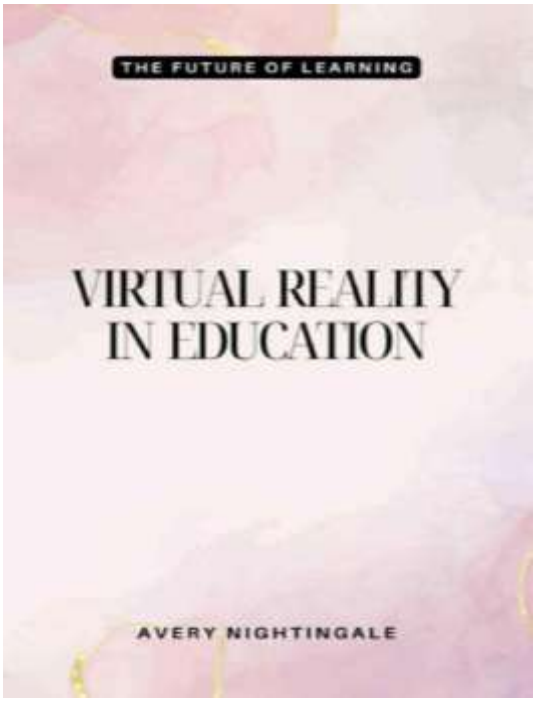
ผู้เขียน Avery Nightingale (ปี 2566 จำนวน 29 หน้า)
วิจารณ์โดย ธนารักษ์ สารเถื่อนแก้ว[1*] และสุวิชา ตันติวุฒิคุณ[2]
Thanarak Santhuenkaew[1]* and Suwicha Tantevutikun
Thanarak.s@rumail.ru.ac.th and batfdfgopo@gmail.com

*ภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง กรุงเทพมหานคร 10240 ประเทศไทย
Department of Educational Technology, Faculty of Education, Ramkhamhaeng University, Bangkok 10240 Thailand
โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยรามคำแหง วิทยาเขตบางนา กรุงเทพมหานคร 10250 ประเทศไทย
Ramkhamhaeng University Demonstration School Bangna Campus, Bangkok 10250 Thailand

Journal of Industrial Education. 2025, Vol. 24 (No. 2), **https://doi.org/10.55003/JIE.24202**

Received: August 22, 2025, | **Revised:** August 23, 2025, | **Accepted:** August 26, 2025

Citation reference :
Santhuenkaew, T., & Tantevutikun, S. (2025). Virtual reality in education: The future of learning. **Journal of Industrial Education, 24**(2), B1-B4.



รูปที่ 1 ปกหนังสือ “Virtual Reality in Education: The Future of Learning”

**Corresponding author E-mail: Thanarak.s@rumail.ru.ac.th* *ISSN: 2985-1890 (Online)*

ABSTRACT

The book Virtual Reality in Education: The Future of Learning presents a comprehensive overview of the application of virtual reality (VR) technology in the field of education. It explains the fundamentals of VR, the supporting theoretical frameworks, and the underlying technologies that enable immersive learning experiences. The author emphasizes that the use of VR can enhance learner engagement, improve content retention, and personalize learning experiences to suit individual learners. Through case studies, the book illustrates the application of VR in subjects such as science, history, and vocational training particularly in fields like medicine and engineering demonstrating how VR can mitigate risks and increase learning efficiency. The author also provides guidelines for designing learner-centered and usability-focused VR content to ensure accessibility for all. Moreover, the future of VR in education is closely tied to developments in the Metaverse and Education 5.0, both of which emphasize flexible, equitable, and open learning. VR is expected to play a pivotal role in democratizing education and building a borderless learning ecosystem. This offers readers valuable perspectives for further developing teaching and learning practices that incorporate technology to support learners with diverse abilities.

บทคัดย่อ

หนังสือเรื่อง “Virtual reality in education: The future of learning” ความจริงเสมือนในด้านการศึกษา: อนาคตของการเรียนรู้ เป็นหนังสือที่ผู้เขียนนำเสนอภาพรวมของการใช้ เทคโนโลยีความจริงเสมือน (Virtual reality: VR) ในด้านการศึกษา โดยอธิบายพื้นฐานของ VR กรอบทฤษฎีที่รองรับ และเทคโนโลยีเบื้องหลังที่ทำให้เกิดประสบการณ์การเรียนรู้แบบ Immersive ผู้เขียนเน้นว่าการใช้ VR ช่วยเพิ่ม Engagement, การจดจำเนื้อหา และสามารถปรับประสบการณ์การเรียนรู้ให้เหมาะกับผู้เรียนแต่ละคนได้ (Personalized learning) ในส่วนของกรณีศึกษา หนังสือเล่มนี้ได้แสดงตัวอย่างการใช้ VR ในวิชาวิทยาศาสตร์ ประวัติศาสตร์ และการฝึกทักษะวิชาชีพ เช่น การแพทย์และวิศวกรรม ซึ่งช่วยลดความเสี่ยงและเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนรู้ และผู้เขียนยังให้แนวทางการ ออกแบบเนื้อหา VR ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางและเน้น Usability เพื่อให้ทุกคนเข้าถึงได้ อย่างไรก็ตาม อนาคตของ VR ในด้านการศึกษาเชื่อมโยงกับ Metaverse และ Education 5.0 ที่มุ่งเน้นการเรียนรู้ที่ยืดหยุ่น เท่าเทียมและเปิดกว้าง โดย VR จะมีบทบาทสำคัญในการ Democratize education และสร้างระบบนิเวศการเรียนรู้ที่ไร้พรมแดน ทำให้ผู้อ่านมีมุมมองที่เป็นประโยชน์สามารถต่อยอดพัฒนาการเรียนการสอนที่เชื่อมโยงกับการนำเทคโนโลยีมาช่วยสนับสนุนผู้เรียนที่มีความถนัดแตกต่างกัน

โดยหนังสือเล่มนี้ผู้เขียนนำเสนอเนื้อหาออกเป็น 8 บท สามารถแสดงรายละเอียดพอสังเขปได้ ดังนี้

บทที่ 1 บทนำ (Virtual Reality) กับการศึกษา

ผู้เขียนได้มีการนำเสนอเนื้อหาสาระเกี่ยวกับภาพรวมของศักยภาพเทคโนโลยี Virtual Reality (VR) และบทบาทที่เพิ่มขึ้นในด้านการศึกษา ผู้เขียนอธิบายความแตกต่างของ VR กับสื่อดิจิทัลแบบเดิม โดยชี้ให้เห็นคุณค่าของการสร้างประสบการณ์เรียนรู้แบบ Immersive ที่ช่วยให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมมากขึ้น นอกจากนี้ยังกล่าวถึงวิวัฒนาการของ VR ตั้งแต่แว่นตาแบบพื้นฐานจนถึงระบบที่เชื่อมต่อกับ AI และ Metaverse ผู้เขียนชี้ให้เห็นว่าการนำ VR มาใช้ต้องมีการปรับตัวทั้งครูและผู้เรียน และเน้นว่าความสำเร็จของการจัดการเรียนรู้ ขึ้นอยู่กับการผสมผสานเทคโนโลยีนี้เข้ากับหลักการเรียนรู้เชิงสร้างสรรค์ (Constructivist pedagogy)

บทที่ 2 กรอบทฤษฎี (Theoretical Framework)

ผู้เขียนได้มีการนำเสนอเนื้อหาสาระเกี่ยวกับทฤษฎีการเรียนรู้ที่สนับสนุนการใช้ VR ผู้เขียนอ้างอิงทฤษฎี Constructivism และ Experiential learning ซึ่งเน้นการเรียนรู้ผ่านการมีส่วนร่วมและการสร้างความรู้ด้วยตนเอง นอกจากนี้ยังกล่าวถึงทฤษฎี Gamification ที่ใช้กลไกเกมสร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้ VR ถูกมองว่าเป็นเครื่องมือที่ช่วยเพิ่ม Engagement และ Retention ในการเรียนรู้ โดยจำลองสภาพแวดล้อมที่ผู้เรียนสามารถโต้ตอบได้จริง ผู้เขียนยังวิเคราะห์ข้อจำกัดของทฤษฎีแบบเดิมเมื่อเทียบกับการเรียนรู้แบบ Immersive ซึ่งเน้นให้ผู้เรียนมีบทบาทเป็นศูนย์กลางและเน้นการเรียนรู้เชิงประสบการณ์มากขึ้น

บทที่ 3 เทคโนโลยีเบื้องหลัง (Technology Behind)

ผู้เขียนได้มีการนำเสนอเนื้อหาสาระเกี่ยวกับเทคโนโลยีที่ทำให้ VR สามารถทำงานได้ร่วมกับฮาร์ดแวร์ เช่น VR headsets, Controllers และ Motion tracking systems ไปจนถึงซอฟต์แวร์ที่ใช้สร้างเนื้อหาแบบ Immersive รวมถึงบทบาทของ AI ที่ช่วยสร้าง Personalized learning experiences และ AR ที่เสริมความสมจริงของ VR นอกจากนี้ยังอธิบายถึงการใช้ Blockchain สำหรับการยืนยันตัวตนและเก็บบันทึกการเรียนรู้ที่ปลอดภัย บทนี้ยังกล่าวถึงความท้าทายด้านเทคนิค และความจำเป็นของระบบเครือข่ายที่มีประสิทธิภาพเพื่อรองรับการเรียนรู้แบบ Collaborative จุดสำคัญคือการเน้นว่าความสำเร็จของ VR ไม่ได้ขึ้นกับฮาร์ดแวร์เพียงอย่างเดียว แต่รวมถึง Ecosystem ของซอฟต์แวร์และโครงสร้างพื้นฐานด้วย

บทที่ 4 กรณีศึกษาและตัวอย่าง (Case Studies and Examples)

ผู้เขียนได้มีการนำเสนอกรณีศึกษาที่หลากหลายของการใช้ VR ในการศึกษา เช่น ห้องทดลองวิทยาศาสตร์เสมือนจริง การทัศนศึกษาเชิงดิจิทัล และ Simulation สำหรับการฝึกทักษะวิชาชีพ (Nightingale, 2023) กรณีศึกษาเหล่านี้ชี้ให้เห็นว่า VR สามารถเพิ่ม Engagement และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้จริง โดยเฉพาะในสาขาที่ต้องใช้การปฏิบัติ เช่น การแพทย์และวิศวกรรม บทนี้ยังสรุปข้อเสนอแนะจากครูและนักเรียนเกี่ยวกับการใช้ VR ในชั้นเรียน เช่น ความตื่นเต้นในการเรียนและความเข้าใจที่ลึกขึ้นในเนื้อหา อย่างไรก็ตาม ผู้เขียนยอมรับว่ายังมีข้อจำกัด เช่น ความพร้อมด้านอุปกรณ์และการฝึกอบรมครู ทำให้ VR ยังไม่สามารถใช้อย่างแพร่หลายได้ในทุกสถาบัน

บทที่ 5 การออกแบบเนื้อหา VR (Designing VR Educational Content)

ผู้เขียนได้มีการนำเสนอเนื้อหาสาระเกี่ยวกับหลักการออกแบบสื่อ VR ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางโดยเน้นการสร้างสภาพแวดล้อมการเรียนที่ Interactive และ Immersive ที่ตอบสนองต่อความต้องการของผู้เรียน ผู้เขียนแนะนำการออกแบบแบบ Scaffolded ที่รองรับผู้เรียนหลายระดับ และเน้น Usability เพื่อให้ผู้เรียนใช้งานได้โดยไม่ซับซ้อน นอกจากนี้ยังกล่าวถึงความสำคัญของ Accessibility เพื่อให้ผู้เรียนทุกคนสามารถเข้าถึงได้อย่างเท่าเทียม การประเมินผลการเรียนรู้จากสื่อ VR ถูกเสนอเป็นส่วนสำคัญของกระบวนการออกแบบเพื่อให้มั่นใจว่าเนื้อหาที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพจริง เน้นความสมดุลระหว่างเทคโนโลยีและหลักการสอน

บทที่ 6 ข้อดีของ VR ในการศึกษา (Benefits of VR in Education)

ผู้เขียนได้มีการนำเสนอเนื้อหาสาระเกี่ยวกับข้อดีของ VR ในการเรียนรู้ เช่น การเพิ่ม Engagement, การปรับเนื้อหาตามผู้เรียน (Personalization) และการช่วยให้นักเรียนจดจำเนื้อหาได้ดีขึ้น VR ยังช่วยพัฒนาทักษะที่ต้องการประสบการณ์จริง เช่น การผ่าตัดหรือการทดลองวิทยาศาสตร์โดยไม่เสี่ยงอันตราย ผู้เขียนเน้นความสามารถของ VR ในการ Democratize education ทำให้ผู้เรียนที่อยู่ห่างไกลหรือมีข้อจำกัดสามารถเข้าถึงประสบการณ์การเรียนรู้คุณภาพสูงได้ ผลการวิจัยที่ยกตัวอย่างชี้ว่าผู้เรียนที่ใช้ VR มีผลสัมฤทธิ์สูงขึ้นและเรียนรู้เร็วขึ้นกว่าวิธีการแบบดั้งเดิม

บทที่ 7 ปัญหาและข้อควรพิจารณา (Challenges and Considerations)

ผู้เขียนได้มีการนำเสนอเนื้อหาสาระเกี่ยวกับข้อจำกัดของ VR ในการศึกษาอย่างรอบด้าน เช่น ค่าใช้จ่ายของอุปกรณ์สูง, ความจำเป็นในการฝึกอบรมครู และปัญหาทางเทคนิค เช่น Cybersickness และ Latency ผู้เขียนย้ำถึง Digital divide ที่อาจสร้างความเหลื่อมล้ำในการเข้าถึงเทคโนโลยี VR นอกจากนี้ยังกล่าวถึงข้อกังวลด้านความเป็นส่วนตัวของข้อมูลผู้เรียนและมาตรการความปลอดภัย และผู้เขียนได้เสนอแนวทางแก้ปัญหา เช่น การใช้ VR แบบแชร์อุปกรณ์และการพัฒนานโยบายด้านความปลอดภัยข้อมูล ชี้ให้เห็นว่าการนำ VR มาใช้อย่างยั่งยืนต้องพิจารณาทั้งมิติเทคนิค เศรษฐกิจ และสังคม

บทที่ 8 อนาคตของ VR ในการศึกษา (Future of VR in Education)

ผู้เขียนได้มีการนำเสนอเนื้อหาสาระเกี่ยวกับคาดการณ์อนาคตของ VR ในบริบทของ Metaverse และ education 5.0 ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางและการเรียนรู้ที่ปรับตามบริบท ผู้เขียนอธิบายบทบาทของ AI และเทคโนโลยี Immersive ในการสร้างระบบนิเวศการเรียนรู้ที่เปิดกว้างและเท่าเทียม เน้นการ Democratize education ให้ทุกคนสามารถเข้าถึงการเรียนรู้คุณภาพสูงได้ไม่ว่าจะอยู่ที่ใด บทนี้สรุปว่าวิสัยทัศน์ของ VR ในอนาคตคือการสร้างประสบการณ์เรียนรู้ที่ไร้ขอบเขต เชื่อมต่อผู้เรียน ครู และเนื้อหาในแบบที่ไม่เคยมีมาก่อน

จากรายละเอียดของเนื้อหาหนังสือจำนวนทั้งหมด 8 บท ผู้วิจารณ์มีความคิดเห็นว่า หนังสือเล่มนี้เป็นแหล่งความรู้ที่แสดงถึงศักยภาพของเทคโนโลยีความจริงเสมือน (VR) ในการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 โดยให้ภาพรวมตั้งแต่พื้นฐานของ VR กรอบทฤษฎีที่สนับสนุน เช่น Constructivism และ Experiential learningไปจนถึงการออกแบบสื่อ VR และกรณีศึกษาจริง VR สามารถสร้างการเรียนรู้แบบ Immersive ที่ช่วยเพิ่ม Engagement, Retention และปรับประสบการณ์ให้เหมาะกับผู้เรียนแต่ละคน (Personalized learning) จุดเด่นของหนังสือ คือการนำเสนอภาพรวมที่เข้าใจง่ายและเป็นระบบ เหมาะสำหรับครู อาจารย์ นักการศึกษา และนักพัฒนาหลักสูตร มีเนื้อหาครอบคลุมทั้งด้านทฤษฎีและปฏิบัติ มีกรณีศึกษาที่แสดงผลลัพธ์จริงและให้แนวทางการออกแบบเนื้อหา VR ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง นอกจากนี้ ผู้เขียนยังมองไปถึงอนาคตข้างหน้าโดเชื่อมโยง VR กับ Metaverse และ Education 5.0 ทำให้เห็นแนวโน้มของการเรียนรู้ในอนาคต ซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นที่ดีสำหรับผู้ที่สนใจประยุกต์ใช้เทคโนโลยีในระบบการเรียนรู้สมัยใหม่

เอกสารอ้างอิง

Nightingale, A. (2023). *Virtual reality in education: The future of learning.* Creative Quill Press.

Academic article

เสริมสร้างความฉลาดรู้ด้านสะเต็มในยุคดิจิทัลผ่านโลกเสมือนจริง

ENHANCING STEM LITERACY IN THE DIGITAL AGE THROUGH VIRTUAL LEARNING ENVIRONMENTS

ธนาวัฒน์ น้อยไธสง[1]* สราวุฒิ อุดง[2] และขวัญชนก น้อยไธสง[2]
Thanawat Noythisong[1]*, Sarawut Udong[2], and Khwanchanok Noythisong[2]
thana.noy1@gmail.com, pa_papa.ii@hotmail.com, khwan.nok1@gmail.com

[1*]วิทยาลัยเทคโนโลยีครัววันดี กรุงเทพมหานคร 10240 ประเทศไทย
Wandee Culinary Technology College, Bangkok 10240 Thailand
[2]โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์ จังหวัดฉะเชิงเทรา 24000 ประเทศไทย
Demonstration School of Rajabhat Rajanagarindra University, Chachoengsao 24000 Thailand

Journal of Industrial Education. 2025, Vol. 24 (No. 2), **https://doi.org/10.55003/JIE.24203**

Received: July 17, 2025, | **Revised:** August 8, 2025, | **Accepted:** August 21, 2025

Citation reference :
Noythisong, T., Udong, S., & Noythisong, K. (2025). Enhancing stem literacy in the digital age through virtual learning environments. **Journal of Industrial Education, 24**(2), C1-C8.

ABSTRACT

In the digital era, STEM literacy has emerged as a crucial competency for equipping learners with the ability to think analytically, solve problems effectively, and create innovative solutions that address real-world challenges. The integration of virtual world technology into STEM education provides a powerful approach to enhancing these competencies. By constructing immersive and realistic learning environments, this technology enables learners to engage closely with knowledge, interact dynamically with complex information, and overcome the physical limitations often present in traditional learning settings. The study revealed that virtual world technology facilitates deeper understanding of intricate concepts, including the simulation of scientific experiments, the design and testing of engineering structures, and the exploration of biological processes in highly detailed three-dimensional formats. Such experiences not only strengthen logical reasoning and creative thinking but also improve learners' practical problem-solving capabilities through iterative experimentation and refinement of their own solutions. The findings further indicate that learners exhibit significantly higher levels of engagement, motivation, and participation when interacting with realistic and context-rich scenarios provided by virtual world environments. Nevertheless, the adoption of virtual world technology in educational contexts faces certain challenges, such as high equipment costs, technological complexity, and the varying readiness of educators to employ these tools effectively. To address these challenges, it is essential to develop content and learning activities tailored to the specific contexts and needs of learners, alongside sustained professional development and technical support for instructors. By doing so, educators can build the capacity and confidence necessary to integrate virtual world technology into STEM instruction, thereby promoting high-quality, engaging, and sustainable STEM education that prepares learners to apply their knowledge and skills effectively in future academic, professional, and societal contexts.

Keywords: STEM literacy, Virtual reality technology, Experiential learning, Educational innovation

**Corresponding author E-mail: thanawat.noy@live.ku.th* *ISSN: 2985-1890 (Online)*

บทคัดย่อ

ในยุคดิจิทัล ความฉลาดรู้ด้านสะเต็มเป็นสมรรถนะสำคัญที่ช่วยให้ผู้เรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ แก้ปัญหา และสร้างสรรค์นวัตกรรมเพื่อตอบสนองต่อความท้าทายในชีวิตจริง การบูรณาการเทคโนโลยีโลกเสมือนจริงเข้ากับการเรียนการสอนด้านสะเต็มถือเป็นแนวทางที่มีศักยภาพสูง เนื่องจากสามารถสร้างสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่สมจริงและมีปฏิสัมพันธ์ ทำให้ผู้เรียนได้มีโอกาสเชื่อมโยงกับองค์ความรู้และเนื้อหาได้อย่างใกล้ชิด โดยไม่ถูกจำกัดด้วยข้อจำกัดทางกายภาพ ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าเทคโนโลยีโลกเสมือนจริงช่วยเสริมสร้างความเข้าใจในแนวคิดที่ซับซ้อน อาทิ การจำลองการทดลองทางวิทยาศาสตร์ การออกแบบและทดสอบโครงสร้างทางวิศวกรรม และการศึกษากระบวนการทางชีววิทยาในรูปแบบสามมิติ ซึ่งประสบการณ์เหล่านี้ช่วยเสริมสร้างทักษะการคิดเชิงตรรกะ ความคิดสร้างสรรค์ และความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงปฏิบัติผ่านการทดลองและปรับปรุงแนวทางแก้ปัญหาด้วยตนเองอย่างต่อเนื่อง อีกทั้งยังพบว่าผู้เรียนมีส่วนร่วม แรงจูงใจ และการมีปฏิสัมพันธ์ในชั้นเรียนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ อย่างไรก็ตาม การนำเทคโนโลยีโลกเสมือนจริงมาใช้ยังคงเผชิญข้อจำกัด เช่น ค่าใช้จ่ายของอุปกรณ์ ความซับซ้อนของระบบ และความพร้อมของครูผู้สอน ดังนั้นจึงควรพัฒนาเนื้อหาและกิจกรรมที่สอดคล้องกับบริบทและความต้องการของผู้เรียน ควบคู่ไปกับการพัฒนาวิชาชีพและสนับสนุนครูผู้สอนอย่างต่อเนื่อง เพื่อเสริมสร้างศักยภาพและความมั่นใจในการใช้เทคโนโลยีโลกเสมือนจริงให้เกิดการจัดการเรียนการสอนด้านสะเต็มที่มีคุณภาพ ยั่งยืน และสามารถเตรียมผู้เรียนให้ประยุกต์ใช้ความรู้และทักษะได้อย่างมีประสิทธิภาพในอนาคต

คำสำคัญ: ความฉลาดรู้ด้านสะเต็ม, เทคโนโลยีโลกเสมือนจริง, การเรียนรู้เชิงปฏิบัติ, นวัตกรรมการศึกษา

1. บทนำ : โลกเสมือนจริงกับการพัฒนา STEM Literacy

การใช้เทคโนโลยีโลกเสมือนจริง (Virtual Reality: VR) ในการศึกษา STEM สามารถสร้างโอกาสใหม่ ๆ ในการพัฒนาการเรียนรู้และส่งเสริมทักษะที่จำเป็นในโลกยุคดิจิทัล ด้วยการจำลองสถานการณ์ต่าง ๆ ที่มีความซับซ้อนหรือไม่สามารถเกิดขึ้นในโลกจริง เช่น การจำลองกระบวนการทางวิศวกรรม การทดสอบอุปกรณ์เทคโนโลยี หรือการทดลองทางวิทยาศาสตร์ที่มีความเสี่ยง (Slater, 2009, p. 210) VR ช่วยให้ผู้เรียนสามารถทดลองสิ่งต่าง ๆ ได้ในสภาพแวดล้อมเสมือนที่ไม่มีผลกระทบในโลกจริง ซึ่งทำให้การเรียนรู้มีความปลอดภัยและสามารถทำการทดลองหลาย ๆ ครั้งเพื่อเข้าใจเนื้อหาได้ดีขึ้น (Freeman et al., 2017, p. 89) ในการนี้ นักเรียนสามารถรับรู้และประยุกต์ใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ในสถานการณ์ที่มีความซับซ้อนได้ ซึ่งการเรียนรู้จากประสบการณ์ตรงนี้สามารถพัฒนาได้ดีกว่าการเรียนรู้จากการดูหรือการฟังเพียงอย่างเดียว

การเรียนรู้ STEM ผ่าน VR ยังช่วยเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์และการแก้ปัญหาอย่างมีระบบ โดยให้นักเรียนมีโอกาสใช้ความรู้ในการแก้ปัญหาจริงในสภาพแวดล้อมที่ปลอดภัยและไม่มีข้อจำกัดจากข้อผิดพลาดในการทดลอง (Makransky et al., 2019, p. 67) สภาพแวดล้อมเสมือนจริงของ VR ทำให้การทดลองหรือการศึกษาในเรื่องที่ซับซ้อน เช่น โครงสร้างโมเลกุล การจำลองทางคณิตศาสตร์ หรือการออกแบบผลิตภัณฑ์ทางวิศวกรรมกลายเป็นเรื่องที่เข้าถึงได้ง่ายขึ้น ด้วยการมองเห็นและสัมผัสได้ในลักษณะที่สามารถเข้าใจได้มากกว่าการเรียนรู้ผ่านตำรา (Pimentel & Johnson, 2012, p. 57) การเรียนรู้ที่ผสมผสานระหว่างทฤษฎีและการปฏิบัติจริงนี้จะช่วยให้นักเรียนสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์จริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ

อย่างไรก็ตาม แม้ว่าเทคโนโลยี VR จะมีศักยภาพในการเสริมสร้าง STEM literacy ได้อย่างมีประสิทธิภาพ แต่ก็ยังมีข้อจำกัดในการใช้งาน เช่น ความจำเป็นในการฝึกอบรมครูผู้สอนเพื่อใช้เทคโนโลยีนี้อย่างมีประสิทธิภาพ และค่าใช้จ่ายที่ค่อนข้างสูงสำหรับการจัดหาผลิตภัณฑ์และอุปกรณ์ VR (Slater, 2009, p. 210) ถึงแม้จะมีข้อจำกัดเหล่านี้ การพัฒนาเทคโนโลยี VR และการลดค่าใช้จ่ายในการใช้งานในอนาคตอาจช่วยให้สามารถใช้เทคโนโลยีนี้ในห้องเรียนได้ในวงกว้างมากขึ้น การปรับปรุงการฝึกอบรมครูและการเตรียมการศึกษาในรูปแบบใหม่ ๆ จะเป็นปัจจัยสำคัญที่ช่วยสนับสนุนการนำ VR ไปใช้ในกระบวนการเรียนรู้ STEM ได้อย่างเต็มที่

นอกจากนี้ VR ยังสามารถมีบทบาทสำคัญในการช่วยนักเรียนที่มีความต้องการพิเศษ เช่น นักเรียนที่มีความบกพร่องทางการเคลื่อนไหวหรือการเรียนรู้ ซึ่งสามารถใช้ VR ในการสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ที่เหมาะสมและเข้าถึงได้ง่ายสำหรับนักเรียนกลุ่มนี้ (Cheng & Tsai, 2019, p. 45) การเรียนรู้ผ่าน VR สามารถปรับให้เหมาะสมกับผู้เรียนแต่ละคน โดยสามารถปรับระดับความยากง่ายของเนื้อหาและการทดลองให้เหมาะสมกับความสามารถของนักเรียนได้ ทั้งนี้ยังช่วยลดอุปสรรคในการเรียนรู้ที่เกิดจากข้อจำกัดทางร่างกายหรือความบกพร่องในด้านต่าง ๆ นักเรียนสามารถสัมผัสประสบการณ์ที่ไม่เคยเกิดขึ้นมาก่อนในโลกจริง แต่ยังคงได้เรียนรู้ผ่านการปฏิบัติจริงในสภาพแวดล้อมเสมือนจริงที่มีการควบคุม

อีกหนึ่งข้อดีที่สำคัญของการใช้ VR คือการช่วยลดความวิตกกังวลของนักเรียนในการเรียนรู้ในสถานการณ์ที่ท้าทาย โดยเฉพาะในกรณีที่ต้องทำการทดลองที่อาจมีความซับซ้อนหรือมีความเสี่ยง (Makransky et al., 2019, p. 70) การใช้ VR ในการเรียนรู้ STEM ช่วยให้ผู้เรียนสามารถทดลองและพัฒนาแนวทางการแก้ปัญหาหรือทฤษฎีที่ยังไม่แน่นอนได้หลายครั้งก่อนที่จะนำไปใช้ในโลกจริง ซึ่งช่วยลดความวิตกกังวลและเพิ่มความมั่นใจในตนเอง แต่โดยรวมแล้ว การนำ VR มาประยุกต์ใช้ในการศึกษา STEM เป็นการเปลี่ยนแปลงที่มีศักยภาพสูงในการทำให้การเรียนรู้มีความหลากหลายและมีประสิทธิภาพมากขึ้น การใช้ VR สามารถช่วยให้นักเรียนพัฒนา STEM literacy ได้อย่างมีคุณภาพ โดยไม่เพียงแค่การถ่ายทอดความรู้ทางทฤษฎี แต่ยังเน้นการเรียนรู้จากประสบการณ์จริงที่สามารถใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ในชีวิตจริงได้ การพัฒนาเทคโนโลยีและการนำ VR มาใช้ในการศึกษา STEM จึงเป็นก้าวสำคัญในการเตรียมนักเรียนให้พร้อมรับมือกับโลกยุคดิจิทัลที่เต็มไปด้วยการเปลี่ยนแปลงและความท้าทายใหม่ ๆ และจากการทบทวนวรรณกรรม กระบวนการบูรณาการเทคโนโลยีโลกเสมือนจริงกับการจัดการเรียนรู้ด้านสะเต็มในรูปแบบใหม่ โดยกำหนดขั้นตอนหลัก 4 ขั้นตอน ได้แก่ (1) การออกแบบสถานการณ์จำลองที่สอดคล้องกับเนื้อหา STEM และบริบทผู้เรียน (2) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงโต้ตอบในสภาพแวดล้อมเสมือนจริง (3) การสะท้อนผลการเรียนรู้และปรับปรุงแนวทางแก้ปัญหา และ (4) การประเมินผลการเรียนรู้ทั้งด้านความรู้ ทักษะ และเจตคติ กระบวนการดังกล่าวมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ประสบการณ์ตรงในการคิดวิเคราะห์และแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ซึ่งเป็นการขยายขอบเขตการใช้ VR ในการศึกษา STEM ให้สอดคล้องกับความต้องการของผู้เรียนและทรัพยากรที่มีในบริบทไทย

2. การเปลี่ยนแปลงของการศึกษาในยุคดิจิทัล

ในยุคดิจิทัลที่มีการพัฒนาเทคโนโลยีอย่างรวดเร็ว การศึกษาในสาย STEM ได้รับการยกระดับและเปลี่ยนแปลงเพื่อรองรับการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น เทคโนโลยีดิจิทัลโดยเฉพาะการใช้ VR ได้เข้ามามีบทบาทสำคัญในการศึกษาด้าน STEM โดยมีการประยุกต์ใช้อย่างกว้างขวางในห้องเรียนทั่วโลก เพื่อสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ที่มีคุณภาพและยกระดับ STEM literacy ให้กับผู้เรียนอย่างมีประสิทธิภาพ (Bailenson, 2018, p. 63)

การใช้ VR ในการศึกษาได้กลายเป็นเครื่องมือที่สำคัญในการเสริมสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ที่มีความสมจริง โดยการจำลองโลกเสมือนจริงที่ช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้เนื้อหาต่าง ๆ ในเชิงลึกที่ไม่สามารถทำได้ในห้องเรียนแบบดั้งเดิม ตัวอย่างเช่น การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ผ่านการจำลองสถานการณ์ที่ไม่สามารถเกิดขึ้นในห้องทดลองจริง ๆ เช่น การจำลองการทดลองทางเคมีในระดับโมเลกุล หรือการศึกษาโครงสร้างทางชีววิทยาของสิ่งมีชีวิตในระดับเซลล์ (Radianti et al., 2020, p. 147) การศึกษาในหลายประเทศ เช่น สหรัฐอเมริกา และ ยุโรป ได้แสดงให้เห็นถึงประโยชน์ของการใช้ VR ในการเรียนการสอน STEM โดยเฉพาะในวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และวิศวกรรมศาสตร์ ซึ่งสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนรู้และช่วยเสริมสร้างความเข้าใจในเนื้อหาที่ยากและซับซ้อนได้อย่างดีเยี่ยม (Klopfer & Squire, 2008, p. 129)

ในสหรัฐอเมริกา โรงเรียนและมหาวิทยาลัยหลายแห่ง ได้นำเทคโนโลยี VR มาใช้ในการเรียนการสอน เพื่อเสริมสร้าง STEM literacy โดยเฉพาะในด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ตัวอย่างเช่น การนำ VR มาใช้ในการศึกษาวงจรไฟฟ้า หรือการจำลองการทดลองทางฟิสิกส์ที่ไม่สามารถทำได้ในห้องเรียนจริง ๆ ซึ่งช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ผ่านการปฏิบัติจริงในโลกเสมือนและสามารถทบทวนประสบการณ์นั้น ๆ ได้ซ้ำแล้วซ้ำอีกโดยไม่ต้องเผชิญกับข้อจำกัดทางด้านเวลาและทรัพยากร (Klopfer & Squire, 2008, p. 129) การนำ VR มาใช้ในโรงเรียนและมหาวิทยาลัยไม่เพียงแต่ช่วยเสริมสร้างความเข้าใจในเนื้อหาที่ซับซ้อนแต่ยังช่วยกระตุ้นความสนใจและความอยากรู้อยากเห็นของนักเรียน โดยสร้างสภาพแวดล้อมที่ท้าทายและเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียน

การศึกษาเปรียบเทียบระหว่างการเรียนรู้แบบดั้งเดิมกับการใช้ VR แสดงให้เห็นถึงผลลัพธ์ที่น่าประทับใจในแง่ของการเสริมสร้างความเข้าใจในเนื้อหาที่ซับซ้อน ตัวอย่างหนึ่งคือการทดลองวิจัยของ Bailenson (2018, p. 63) ที่ได้แสดงให้เห็นว่าผู้เรียนที่ได้เรียนรู้ผ่านโลกเสมือนจริงสามารถเข้าใจและจดจำเนื้อหาวิทยาศาสตร์ได้ดีกว่าผู้เรียนที่เรียนในรูปแบบการสอนแบบดั้งเดิมการเรียนรู้ผ่านการจำลองโลกเสมือนช่วยให้ผู้เรียนสามารถสัมผัสและเห็นภาพที่มีความละเอียดสูงเกี่ยวกับเนื้อหาวิทยาศาสตร์ซึ่งไม่สามารถแสดงในห้องเรียนแบบดั้งเดิมได้

ตัวอย่างจากสหรัฐอเมริกาและยุโรป นำมาใช้ในการศึกษา STEM เช่น การจำลองการเดินทางในอวกาศผ่าน VR เพื่อให้ผู้เรียนได้สัมผัสกับประสบการณ์การเดินทางไปยังดาวต่าง ๆ ในอวกาศ ซึ่งช่วยให้นักเรียนเข้าใจหลักการทางฟิสิกส์ เช่น การเคลื่อนที่ในอวกาศ และผลกระทบที่เกิดขึ้นจากแรงโน้มถ่วง (Radianti et al., 2020, p. 147) นอกจากนี้ยังมีการใช้ VR ในการสอนวิทยาศาสตร์ทางทะเล โดยจำลองการดำน้ำเพื่อศึกษาแนวปะการังและสิ่งมีชีวิตใต้ทะเล ซึ่งช่วยให้นักเรียนสามารถเห็นภาพและเข้าใจได้อย่างละเอียด แม้ว่าจะไม่ได้ไปสัมผัสกับโลกใต้ทะเลจริง ๆ

การนำเทคโนโลยี VR มาใช้ในห้องเรียน STEM ได้รับการยอมรับว่าเป็นหนึ่งในวิธีที่ดีที่สุดในการเสริมสร้าง STEM literacy และกระตุ้นให้นักเรียนสามารถเข้าใจเนื้อหาที่ซับซ้อน โดยที่ไม่ต้องมีข้อจำกัดในการเรียนรู้ตามธรรมชาติของสิ่งที่ศึกษา VR ช่วยให้ผู้เรียนสามารถมีประสบการณ์ที่เป็นมิติจริงและมีความสมจริงสูง ซึ่งช่วยสร้างการเรียนรู้ในเชิงลึกที่ไม่สามารถทำได้จากการเรียนรู้ในห้องเรียนปกติ

3. การใช้ VR ในการเรียนการสอน STEM เพื่อส่งเสริม STEM literacy

ในยุคดิจิทัลที่การพัฒนาเทคโนโลยีเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว การเรียนการสอนในด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ (STEM) จำเป็นต้องปรับตัวให้เข้ากับการเปลี่ยนแปลงเหล่านี้ โดยเฉพาะการบูรณาการเทคโนโลยีเสมือนจริง (VR) เข้ามาเป็นเครื่องมือในการเสริมสร้างการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ การใช้ VR ในการเรียนการสอน STEM สามารถกระตุ้นความคิดสร้างสรรค์และพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาของผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Asanok, 2018, p. 45) ซึ่งเน้นการใช้เทคโนโลยีในการพัฒนาแนวทางการเรียนรู้ที่ตอบโจทย์ความต้องการของผู้เรียนในยุคดิจิทัล

ตารางที่ 1 แสดงตัวอย่างรูปแบบการสอน STEM ด้วยการใช้ VR

รูปแบบการเรียนการสอน	รายละเอียด	การใช้ VR	ตัวอย่างการใช้งาน
Active learning	การเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมต่าง ๆ	การจำลองการทดลองในห้องทดลองเสมือน	จำลองการทดสอบทางวิทยาศาสตร์ที่อาจเสี่ยง เช่น การทดลองทางเคมี
Project-based learning	การเรียนรู้ที่เน้นการทำงานในโครงการจริง	การออกแบบและทดสอบโครงงานใน VR	ออกแบบสะพานหรืออาคารในโลกเสมือน
Inquiry-based learning	การเรียนรู้ผ่านการตั้งคำถามและสำรวจ	การสำรวจและทดลองในโลกเสมือน	การศึกษาความเคลื่อนไหวของวัตถุในฟิสิกส์
Role-playing & gamification	การเรียนรู้ผ่านบทบาทสมมติและเกม	การรับบทบาทเป็นนักวิทยาศาสตร์ใน VR	การจำลองการทำงานในห้องทดลอง หรือการทดลองทางวิศวกรรม
Collaborative learning	การเรียนรู้ร่วมกันในกลุ่ม	การทำงานร่วมกันในโลกเสมือน	แก้ไขปัญหาหรือออกแบบนวัตกรรมในทีม

จากตารางที่ 1 การเรียนการสอน STEM ที่สามารถสร้างความฉลาดรู้ด้านสะเต็มได้ต้องเน้นการเรียนรู้แบบ Active Learning หรือการเรียนรู้ที่ผู้เรียนได้ลงมือทำและมีส่วนร่วมกับเนื้อหาการเรียนการสอนอย่างแท้จริง การใช้ VR ช่วยให้ผู้เรียนสามารถทดลองและประยุกต์ใช้ความรู้ที่ได้เรียนรู้ในห้องเรียนในสภาพแวดล้อมที่สมจริงและปลอดภัย เช่น การจำลองการทดลองทางวิทยาศาสตร์ที่อาจเป็นอันตราย หรือการออกแบบโครงสร้างทางวิศวกรรมในโลกเสมือน (Bailenson, 2018, p. 63) ซึ่งช่วยเพิ่มความเข้าใจและทำให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจแนวคิดที่ซับซ้อนได้ง่ายขึ้น

การเรียนรู้แบบโครงงาน (Project-Based Learning: PBL) เป็นหนึ่งในแนวทางที่สามารถใช้ได้กับการบูรณาการ VR ในการเรียนการสอน STEM โดยการให้นักเรียนใช้ VR ในการออกแบบและทดลองโครงงานที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ เช่น การจำลองสถานการณ์การทดสอบกฎหมายทางฟิสิกส์ในห้องทดลองเสมือน หรือการออกแบบโครงสร้างสะพานในโลกเสมือนจริง (Anderson, 2017, p. 127) การเรียนการสอนในรูปแบบนี้ช่วยให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะการคิดวิเคราะห์และการทำงานเป็นทีม

นอกจากนี้ การเรียนรู้แบบ สืบเสาะหาความรู้ (Inquiry-Based Learning: IBL) ยังสามารถใช้ร่วมกับ VR เพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านสะเต็มได้ โดยให้ผู้เรียนค้นหาคำตอบจากการทดลองและการสำรวจในโลกเสมือน เช่น การศึกษาโครงสร้าง ทางชีววิทยา หรือการจำลองการเคลื่อนที่ของวัตถุในฟิสิกส์ (Anderson, 2017, p. 127) การใช้ VR ในการเรียนการสอนรูปแบบนี้ช่วยส่งเสริมการคิดเชิงวิพากษ์และการตัดสินใจอย่างมีเหตุผล

การเรียนรู้แบบเล่นเป็นบทบาทสมมติ (Role-playing & gamification) ก็เป็นอีกหนึ่งวิธีที่สามารถใช้ VR เพื่อเสริมสร้างการเรียนรู้ด้าน STEM ได้ โดยการให้นักเรียนรับบทบาทสมมติ เช่น นักวิทยาศาสตร์ นักวิศวกร หรือ นักคณิตศาสตร์ เพื่อทดลองและออกแบบโครงงานในโลกเสมือนจริง (Gee, 2003, p. 67) การเรียนรู้ในลักษณะนี้จะช่วยให้ผู้เรียนมีแรงจูงใจในการเรียนและสามารถฝึกฝนทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21

การใช้ VR ในการเรียนการสอน STEM ยังสามารถเสริมสร้างการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Collaborative learning) โดยการให้ผู้เรียนทำงานร่วมกันในโลกเสมือนจริง เพื่อแก้ปัญหาหรือออกแบบนวัตกรรมที่เกี่ยวข้องกับ STEM (Bailenson, 2018, p. 63) การทำงานร่วมกันในสภาพแวดล้อมเสมือนช่วยให้ผู้เรียนได้ฝึกการทำงานเป็นทีม และพัฒนาทักษะการสื่อสารและการทำงานร่วมกันอย่างมีประสิทธิภาพ

อย่างไรก็ตามที่กล่าวมาซึ่งงานวิจัยของ Slater (2009, p. 210) ได้ทำการศึกษาบทบาทของสภาพแวดล้อมโลกเสมือนจริง} ในการสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ พบว่าสามารถเพิ่มความมีส่วนร่วมของผู้เรียนและจำลองสถานการณ์ที่มีความเสี่ยงได้อย่างปลอดภัย Freeman et al. (2017, p. 89) รายงานว่าการเรียนรู้ผ่านเทคโนโลยีโลกเสมือนจริงทำให้ผู้เรียนสามารถทำการทดลองซ้ำได้หลายครั้งโดยไม่มีข้อจำกัดทางกายภาพ ส่งผลให้เกิดความเข้าใจเนื้อหาที่ซับซ้อนมากขึ้น ในขณะเดียวกัน Makransky et al. (2019, p. 67) พบว่าการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ผ่านเทคโนโลยีดังกล่าวช่วยเพิ่มความรู้สึกมีส่วนร่วมและแรงจูงใจของผู้เรียน แม้จะต้องมีการออกแบบกิจกรรมอย่างรอบคอบเพื่อให้เกิดผลลัพธ์เชิงการเรียนรู้สูงสุด ขณะที่ Pimentel and Johnson (2012, p. 57) ชี้ว่าเทคโนโลยีนี้ช่วยให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจโครงสร้างที่ซับซ้อน เช่น โมเดลสามมิติทางชีววิทยาและวิศวกรรมได้ดีกว่าการใช้สื่อการเรียนรู้แบบดั้งเดิม นอกจากนี้ Cheng and Tsai (2019, p. 45) พบว่าเทคโนโลยีโลกเสมือนจริงสามารถปรับให้เหมาะกับความต้องการพิเศษของผู้เรียนแต่ละคน ช่วยลดอุปสรรคด้านร่างกายและการเข้าถึงเนื้อหา ทำให้การเรียนรู้มีความเท่าเทียมมากขึ้น นำไปสู่การบูรณาการ VR ในการเรียนการสอน STEM เป็นการปรับแนวทางการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับการพัฒนาเทคโนโลยีที่รวดเร็วในยุคปัจจุบัน ซึ่งจะช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้เรียนและพัฒนาทักษะที่จำเป็นสำหรับการเติบโตในโลกดิจิทัล แต่ก็มีผลกระทบการนำ VR มาใช้ในการเรียนการสอนยังคงมีข้อจำกัดในเรื่องของค่าใช้จ่ายและความพร้อมของอุปกรณ์และเนื้อหาการเรียนรู้ ดังนั้นการออกแบบการใช้ VR ต้องคำนึงถึงความเหมาะสมของผู้เรียนและสภาพแวดล้อมในการเรียนการสอน

4. ความท้าทายและอุปสรรคในการใช้โลกเสมือนจริงใน STEM

การใช้โลกเสมือนจริง (VR) ในการศึกษาด้าน STEM (วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์) มีศักยภาพในการเสริมสร้าง STEM literacy โดยการสร้างประสบการณ์ที่สมจริงและช่วยให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจเนื้อหาที่ซับซ้อนได้ง่ายขึ้น (Beers, 2011, p. 18) อย่างไรก็ตาม การนำ VR มาใช้ในการศึกษาไม่ได้ปราศจากปัญหาและอุปสรรคที่ต้องเผชิญอยู่ การใช้เทคโนโลยีนี้ต้องการการลงทุนทั้งในด้านค่าใช้จ่ายทางเทคโนโลยี การฝึกอบรมครูผู้สอน และการปรับตัวของนักเรียน ซึ่งอาจเป็นอุปสรรคสำคัญในการขยายการใช้ VR ในระบบการศึกษาทั่วไป

หนึ่งในปัญหาหลักที่เกิดขึ้นคือ การเข้าถึงเทคโนโลยีที่มีค่าใช้จ่ายสูง โดยเฉพาะในบางประเทศที่มีงบประมาณจำกัดหรือในพื้นที่ที่ขาดแคลนอุปกรณ์ที่ทันสมัย การใช้ VR ต้องการอุปกรณ์พิเศษ เช่น แว่น VR, คอมพิวเตอร์ที่มีประสิทธิภาพสูง และซอฟต์แวร์เฉพาะทาง ซึ่งอาจทำให้โรงเรียนและสถาบันการศึกษาต้องใช้ทรัพยากรที่สูงในการลงทุนเริ่มต้น (Wang, 2020, p. 12) นอกจากนี้ยังมีค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาและอัพเดตอุปกรณ์เพื่อให้พร้อมใช้งานอยู่เสมอ การลงทุนเหล่านี้อาจกลายเป็นอุปสรรคสำหรับสถาบันการศึกษาที่มีงบประมาณจำกัด

อุปสรรคอีกประการหนึ่งคือ การฝึกอบรมครูผู้สอน ในการใช้เทคโนโลยี VR อย่างมีประสิทธิภาพ ครูผู้สอนต้องมีทักษะในการใช้งานเครื่องมือ VR และการออกแบบกิจกรรมการเรียนการสอนที่สามารถนำ VR มาใช้ในการสอน STEM ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Pimentel & Johnson, 2012, p. 58) การฝึกอบรมที่ไม่เพียงพออาจทำให้ครูผู้สอนไม่สามารถใช้ VR ในการเสริมสร้าง STEM Literacy ของนักเรียนได้อย่างเต็มที่ นอกจากนี้การขาดทักษะในด้านการใช้เทคโนโลยีอาจทำให้ครูไม่สามารถออกแบบประสบการณ์การเรียนรู้ที่มีความหมายและน่าสนใจสำหรับนักเรียนได้

ในด้านการปรับตัวของนักเรียน ก็เป็นอีกหนึ่งปัญหาที่สำคัญ นักเรียนบางคนอาจไม่คุ้นเคยกับเทคโนโลยี VR และอาจมีความยากลำบากในการปรับตัวเข้ากับวิธีการเรียนรู้ใหม่ที่ใช้เทคโนโลยีเป็นเครื่องมือสำคัญ (Freeman et al., 2017, p. 90) การใช้ VR ในการเรียนการสอน STEM อาจทำให้นักเรียนที่ไม่ได้คุ้นเคยกับเทคโนโลยีเกิดความรู้สึกไม่สบายใจหรือไม่สามารถมีส่วนร่วมในกิจกรรมได้เต็มที่ ดังนั้น การใช้ VR ในห้องเรียนจำเป็นต้องมีการสนับสนุนจากครูผู้สอนในการแนะนำวิธีการใช้งาน และการช่วยเหลือในการปรับตัว

เพื่อให้เห็นภาพที่ชัดเจนเกี่ยวกับความท้าทายในการใช้ VR ในการศึกษาด้าน STEM การศึกษาจาก สถาบันการศึกษาในต่างประเทศ ที่ได้ทดลองใช้งาน VR พบว่าในบางกรณีการใช้ VR ได้ผลดีในการเสริมสร้าง STEM literacy แต่ในบางประเทศหรือบางโรงเรียนยังคงพบอุปสรรคในด้านการเข้าถึงเทคโนโลยีและการฝึกอบรมครูที่ไม่เพียงพอ (Makransky et al., 2019, p. 67) การศึกษาเหล่านี้ได้แสดงให้เห็นถึงความสำคัญของการลงทุนทั้งในด้านอุปกรณ์และการเตรียมความพร้อมให้กับครูผู้สอนและนักเรียน เพื่อให้การใช้ VR เป็นเครื่องมือในการเรียนการสอน STEM มีประสิทธิภาพ

5. การประยุกต์ใช้โลกเสมือนจริงเพื่อเสริมสร้างทักษะในสาขาวิชาชีพ STEM

การใช้โลกเสมือนจริง (VR) ในการศึกษาได้ขยายออกไปในหลากหลายสาขาวิชาชีพในวงการ STEM (วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์) โดยมีศักยภาพในการเสริมสร้างทักษะที่จำเป็นสำหรับการทำงานในอุตสาหกรรมต่าง ๆ VR ช่วยสร้างสภาพแวดล้อมที่สมจริง ซึ่งเป็นเครื่องมือสำคัญในการพัฒนาทักษะที่ไม่สามารถเรียนรู้ได้จากการศึกษาทางทฤษฎีเท่านั้น โดยเฉพาะในสาขาวิชาชีพที่เกี่ยวข้องกับการใช้เทคโนโลยีและการทำงานที่มีความซับซ้อนสูง (Freeman et al., 2017, p. 90)

ตารางที่ 2 แสดงตัวอย่างการใช้ VR ในสาขาวิชาชีพ STEM

สาขาวิชา	การใช้ VR ในการศึกษา	ตัวอย่างการใช้งาน
การแพทย์	การจำลองการผ่าตัดและฝึกทักษะทางการแพทย์	การฝึกการผ่าตัดในสภาพแวดล้อมเสมือนจริง
วิศวกรรม	การจำลองการซ่อมแซมเครื่องจักรหรือการออกแบบระบบ	การจำลองการซ่อมแซมเครื่องจักรในอุตสาหกรรมการผลิต
เทคโนโลยีสารสนเทศ	การฝึกทักษะการพัฒนาโปรแกรมและการทดสอบระบบคอมพิวเตอร์	การจำลองสถานการณ์การจัดการฐานข้อมูลและการทดสอบระบบเครือข่าย
การออกแบบและการทดสอบ	การจำลองการออกแบบโครงสร้างและการทดสอบระบบทางวิศวกรรม	การออกแบบสะพานหรืออาคารในโลกเสมือนและทดสอบการทำงานของระบบ

จากตารางที่ 2 การใช้ VR เพื่อเสริมสร้างทักษะการทำงานในอุตสาหกรรม เช่น การฝึกอบรมในด้าน การแพทย์, วิศวกรรม, และเทคโนโลยีสารสนเทศ เป็นการประยุกต์ใช้ VR ที่มีประสิทธิภาพอย่างมากในปัจจุบัน ในสาขาแพทยศาสตร์, VR ช่วยให้นักศึกษาแพทย์สามารถฝึกฝนทักษะการผ่าตัดผ่านการจำลองการทำหัตถการในสภาพแวดล้อมเสมือนจริง ซึ่งช่วยลดความเสี่ยงจากการฝึกปฏิบัติในสถานการณ์จริง (Mikropoulos & Natsis, 2011, p. 98) ตัวอย่างเช่น, การจำลองการผ่าตัดช่วยให้แพทย์สามารถทำการฝึกซ้อมการผ่าตัดในสถานการณ์ที่มีความเสี่ยงสูงได้โดยไม่ต้องเผชิญกับอันตรายจริง ๆ ทำให้แพทย์สามารถเพิ่มความเชี่ยวชาญและความมั่นใจในทักษะของตนเองได้มากขึ้น

ในสาขาวิศวกรรม VR ช่วยในการจำลองสถานการณ์การซ่อมแซมเครื่องจักรที่ซับซ้อนหรือการออกแบบระบบที่มีรายละเอียดมาก ซึ่งช่วยให้วิศวกรสามารถทดลองและทดสอบวิธีการต่าง ๆ ก่อนที่จะนำไปใช้ในโลกจริง (Slater, 2009, p. 210) เช่น การจำลองการซ่อมแซมเครื่องจักรที่ใช้ในอุตสาหกรรมการผลิต ที่ผู้ฝึกสามารถทดลองสั่งการเครื่องจักรและวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นในระบบ โดยไม่ต้องเสี่ยงกับการทำให้เครื่องจักรเกิดความเสียหายจริง

ในด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ VR ถูกใช้ในการฝึกทักษะการพัฒนาโปรแกรมหรือการจำลองการทำงานของระบบคอมพิวเตอร์ในรูปแบบที่เสมือนจริง เช่น การจำลองสถานการณ์การจัดการฐานข้อมูลขนาดใหญ่หรือการทดสอบระบบเครือข่ายในระดับสูงที่นักพัฒนาสามารถทดสอบโค้ดและระบบในสภาพแวดล้อมที่ใกล้เคียงกับการใช้งานจริง (Makransky et al., 2019, p. 70) สิ่งนี้ช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้และฝึกทักษะที่จำเป็นสำหรับการทำงานในอุตสาหกรรมเทคโนโลยีสารสนเทศ โดยไม่ต้องเผชิญกับข้อจำกัดที่มักพบในสภาพแวดล้อมจริง

การเสริมสร้าง STEM literacy ผ่านการใช้ VR เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะการคิดอย่างมีเหตุผลการแก้ ปัญหาที่ซับซ้อน และการทำงานร่วมกับผู้อื่นในสภาพแวดล้อมที่เสมือนจริง การเรียนรู้ในลักษณะนี้ช่วยให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงทฤษฎีกับการปฏิบัติจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยเฉพาะในสาขาวิชาชีพที่มีการใช้เทคโนโลยีและทักษะ ที่ซับซ้อน (Beers, 2011, p. 18) การประยุกต์ใช้ VR ในการเรียนการสอนและการฝึกอบรมวิชาชีพในสาขา STEM จึงเป็นเครื่องมือสำคัญในการเสริมสร้าง STEM literacy ที่ช่วยให้บุคคลสามารถเตรียมพร้อมสำหรับการทำงานในอุตสาหกรรมที่ต้องการทักษะทางเทคโนโลยีสูงในอนาคต

6. บทสรุป

การใช้เทคโนโลยีโลกเสมือนจริง (VR) ในการศึกษา STEM (วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์) ได้รับการยืนยันจากงานวิจัยหลายชิ้นว่าเป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพในการเสริมสร้างความฉลาดรู้ด้านสะเต็ม (STEM literacy) และทักษะศตวรรษที่ 21 โดยเฉพาะในด้านการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ การแก้ปัญหา และการทำงานร่วมกัน VR ช่วยให้ผู้เรียนได้สัมผัสประสบการณ์การเรียนรู้ที่สมจริงในสภาพแวดล้อมเสมือน ซึ่งสามารถจำลองสถานการณ์ที่ซับซ้อนหรือมีความเสี่ยง เช่น การทดลองทางวิทยาศาสตร์ การออกแบบและทดสอบนวัตกรรมทางวิศวกรรม หรือการจำลองระบบทางคณิตศาสตร์ขั้นสูง ความสามารถในการทำให้เนื้อหาที่เป็นนามธรรมกลายเป็นรูปธรรมนี้ ช่วยเพิ่มการเข้าใจอย่างลึกซึ้งและลดข้อผิดพลาดจากการทดลองจริง

ในบทความนี้ ผู้เขียนนำเสนอ กรอบแนวคิดการบูรณาการ VR กับกิจกรรม STEM ซึ่งออกแบบให้สอดคล้องกับบริบทผู้เรียน โดยเน้น 3 ขั้นตอนหลัก ได้แก่ (1) การออกแบบสถานการณ์เสมือนจริงที่เชื่อมโยงกับปัญหาจริงในท้องถิ่น, (2) การจัดกิจกรรมปฏิบัติการเสมือนที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนทดลอง ปรับปรุง และแก้ปัญหาอย่างต่อเนื่อง และ (3) การสะท้อนผลการเรียนรู้ร่วมกัน เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์จริง กรอบแนวคิดนี้พัฒนาต่อยอดจากแนวทางที่เน้นการปรับประสบการณ์ให้เหมาะกับผู้เรียนแต่ละคน เพื่อเพิ่มความเท่าเทียมในการเข้าถึงเนื้อหา และแนวโน้มการใช้ VR ในการศึกษา STEM มีการขยายตัวอย่างต่อเนื่อง และเทคโนโลยีมีแนวโน้มจะเข้าถึงได้ง่ายขึ้นในอนาคต ทั้งนี้ การประยุกต์ใช้ให้เกิดผลสูงสุดจำเป็นต้องควบคู่กับการพัฒนาและฝึกอบรมครู เพื่อให้สามารถออกแบบเนื้อหาและกิจกรรมที่สอดคล้องกับเป้าหมายการเรียนรู้และความต้องการของผู้เรียน การนำเสนอกรอบแนวคิดใหม่นี้จึงไม่เพียงเสริมสร้าง STEM literacy แต่ยังเป็นแนวทางประยุกต์ใช้ VR ที่ตอบโจทย์ทั้งด้านนวัตกรรมและบริบทการศึกษาไทย

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณคณาจารย์สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ข้าพเจ้าเคยศึกษา ให้แนวคิด ผลักดัน ให้จัดทำบทความวิชาการตลอดจนให้คำแนะนำเผยแพร่ และผู้บริหารวิทยาลัยเทคโนโลยีครัวัวันดีและโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์ ที่ให้การสนับสนุนด้วยดีเสมอ ขอบพระคุณอย่างยิ่ง

เอกสารอ้างอิง

Anderson, J. R. (2017). *Cognitive psychology and its implications* (8th ed.). Worth Publishers.

Asanok, A. (2018). *Development of an instructional model using virtual reality technology to enhance analytical thinking of upper secondary students* [Doctoral dissertation]. Khon Kaen University. (in Thai)

Bailenson, J. N. (2018). *Experience on demand: What virtual reality is, how it works, and what it can do*. W. W. Norton & Company.

Beers, S. Z. (2011). 21st century skills: Preparing students for their future. *The Education Digest, 77*(3), 17–22.

Cheng, K.-H., & Tsai, C.-C. (2019). The interaction of child–parent shared reading with an augmented reality (AR) picture book and parents' conceptions of AR learning. *British Journal of Educational Technology, 50*(2), 617–631.

Freeman, A., Adams Becker, S., Cummins, M., Davis, A., & Hall Giesinger, C. (2017). *NMC Horizon Report: 2017 Higher Education Edition*. The New Media Consortium.

Freeman, A., Cunningham, C., & Tew, M. (2017). Virtual reality: A tool for the future of STEM education. *International Journal of Educational Technology, 12*(3), 78–94.

Gee, J. P. (2003). *What video games have to teach us about learning and literacy*. Palgrave Macmillan.

Klopfer, E., & Squire, K. (2008). Environmental detectives—the development of an augmented reality platform for environmental simulations. *Educational Technology Research and Development, 56*(2), 203–228.

Makransky, G., Terkildsen, T. S., & Mayer, R. E. (2019). Adding immersive virtual reality to a science lab simulation causes more presence but less learning. *Learning and Instruction, 60*, 225–236.

Makransky, G., Terkildsen, T. S., & Mayer, R. E. (2019). Adding VR to a science course enhances learning: A large-scale study. *Computers & Education, 129*, 67–78.

Mikropoulos, T. A., & Natsis, A. (2011). Educational virtual environments: A ten-year review of empirical research (1999–2009). *Computers & Education, 56*(3), 769–780.

Pimentel, J., & Johnson, C. (2012). The role of virtual reality in education: A review of research. *Educational Technology, 52*(1), 54–61.

Pimentel, J. M., & Johnson, A. (2012). The effects of virtual reality learning environment on student learning outcomes. *Journal of Educational Technology Development and Exchange, 5*(2), 57–72.

Radianti, J., Majchrzak, T. A., Fromm, J., & Wohlgenannt, I. (2020). A systematic review of immersive virtual reality applications for higher education: Design elements, lessons learned, and research agenda. Computers & Education, 147, 103778.

Slater, M. (2009). Place illusion and plausibility can lead to realistic behaviour in immersive virtual environments. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences, 364*(1535), 3549–3557.

Wang, X. (2020). The impact of digital technologies on STEM education: Trends and challenges. *Journal of Educational Innovation, 15*(4), 10–23.

“ข้อคิดเห็น เนื้อหา รวมทั้งการใช้ภาษาในบทความถือเป็นความรับผิดชอบของผู้เขียน”

Academic article

ทักษะแห่งอนาคต เพื่อธุรกิจเสมือนบนโลกเสมือน

FUTURE SKILLS FOR VIRTUAL BUSINESS IN VIRTUAL WORLD

ทิพวรรณ มีพึ่ง*
Tippawan Meepung*
tippawan_me@rmutto.ac.th*

สาขาระบบสารสนเทศ คณะบริหารธุรกิจและเทคโนโลยีสารสนเทศ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก เขตพื้นที่จักรพงษภูวนารถ กรุงเทพมหานคร 10900 ประเทศไทย
Department of Information Systems, Faculty of Business Administration and Information Technology
Rajamangala University of Technology Tawan-ok, Chakkraphong Bhuvanath Area, Bangkok 10900 Thailand

Journal of Industrial Education. 2025, Vol. 24 (No. 2), **https://doi.org/10.55003/JIE.24204**

Received: July 25, 2025, | **Revised:** August 15, 2025, | **Accepted:** August 21, 2025

Citation reference :
Meepung, T. (2025). Future skills for virtual business in virtual world. **Journal of Industrial Education, 24**(2), C9-C19.

ABSTRACT

In the present era, education transitions from the 4.0 era to the 5.0 education era: The integration of virtual world technology with the learning process is the main mechanism for developing skills for the digital era. Create an ecosystem that supports the development of education quality, considering the rapidly changing social and technological context. Participatory learning has become essential, while future skills are crucial as guidelines for designing learning that aligns with these needs, and are relevant to both digital entrepreneurship and digital industry labor. The current educational transformation prioritizes people-centeredness, focusing on developing "skills" or practical expertise rather than learning from textbook content alone. This lays a crucial foundation for developing a high-performing workforce capable of competing globally, promoting social equality, creating career opportunities, and reducing social gaps. The Organization for Economic Co-operation and Development (OECD) outlines the implications of workforce and education skills development for future education and skills, including: 1. Cutting-edge digital technology; 2. Lifelong learning for continuous adaptation to change; 3. Emotional and social skill development; 4. Learner-centered learning; and 5. Digital skills development, preparing for work in the digital age. In line with the United Nations Educational, Scientific, and Cultural Organization (UNESCO), an organization that promotes education and skills development for the future, including: 1. digital skills, 2. entrepreneurship skills, 3. analytical thinking and problem-solving skills, 4. communication and collaboration skills, and 5. flexibility and adaptability skills. Developed in line with the 21st century education approach, it covers four educational pillars: 1. Learning to know, 2. Learning to do, 3. Learning to live together, and 4. Learning to be.

Keywords: Education 5.0, Future skills, Transformative learning, Virtual world, Virtual business

**Corresponding author E-mail: tippawan_me@rmutto.ac.th* *ISSN: 2985-1890 (Online)*

บทคัดย่อ

ในยุคปัจจุบันการศึกษาเปลี่ยนผ่านจากยุค 4.0 สู่ยุคการศึกษา 5.0 การบูรณาการเทคโนโลยีโลกเสมือนกับกระบวนการเรียนรู้เป็นกลไกหลักในการพัฒนาทักษะสำหรับยุคดิจิทัล สร้างระบบนิเวศที่สนับสนุนการพัฒนาคุณภาพการศึกษา โดยคำนึงถึงบริบทของสังคมและเทคโนโลยีที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว การเรียนรู้แบบมีส่วนร่วมตอบโจทย์ความต้องการในปัจจุบัน ทักษะแห่งอนาคตเป็นสิ่งสำคัญสำหรับเป็นแนวทางในการออกแบบการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับทิศทางความต้องการมีความสัมพันธ์ทั้งในมิติการเป็นผู้ประกอบการดิจิทัลหรือผู้ใช้แรงงานในอุตสาหกรรมดิจิทัล การเปลี่ยนผ่านการศึกษาในปัจจุบันให้ความสำคัญกับมนุษย์เป็นศูนย์กลาง มุ่งพัฒนา“ทักษะ” (Skill) หรือความเชี่ยวชาญเชิงปฏิบัติมากกว่าการเรียนรู้จากเนื้อหาในตำราเพียงอย่างเดียว วางรากฐานสำคัญสำหรับพัฒนาให้กลายเป็นกำลังคนสรรถนะสูงที่แข่งขันในระดับโลกได้ ส่งเสริมความเท่าเทียมในสังคม สร้างโอกาสทางอาชีพ ลดช่องว่างในสังคม องค์การเพื่อความร่วมมือทางเศรษฐกิจและการพัฒนา (OECD) กล่าวถึง การวางแผนพัฒนาทักษะแรงงานและการศึกษาที่ส่งผลต่อการศึกษาและทักษะในอนาคต โดยเกี่ยวข้องกับ 1. เทคโนโลยีดิจิทัลที่ล้ำสมัย 2. การเรียนรู้ตลอดชีวิตเพื่อการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่อง 3. การพัฒนาทักษะด้านอารมณ์และสังคม 4. การเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง 5. การพัฒนาทักษะดิจิทัล เตรียมพร้อมสำหรับการทำงานในยุคดิจิทัล สอดคล้องกับองค์การการศึกษาวิทยาศาสตร์และวัฒนธรรมแห่งสหประชาชาติ (UNESCO) เป็นองค์กรที่สนับสนุนการศึกษาและพัฒนาทักษะสำหรับอนาคต กล่าวถึง 1. ทักษะด้านดิจิทัล 2. ทักษะด้านการเป็นผู้ประกอบการ 3. ทักษะด้านการคิดวิเคราะห์และการแก้ปัญหา 4. ทักษะด้านการสื่อสารและการทำงานร่วมกัน 5. ทักษะด้านความยืดหยุ่นและการปรับตัว โดยพัฒนาตามแนวทางการจัดการศึกษาในศตวรรษที่ 21 ครอบคลุมเสาหลักด้านการศึกษา 4 ประการ คือ 1. การเรียนรู้เพื่อรู้ (Learning to know) 2. การเรียนรู้เพื่อปฏิบัติได้ (Learning to do) 3. การเรียนรู้ที่จะอยู่ร่วมกัน (Learning to live together) และ 4. การเรียนรู้เพื่อชีวิต (Learning to be)

คำสำคัญ: การศึกษา 5.0, ทักษะแห่งอนาคต, การเรียนรู้สู่การเปลี่ยนแปลง, โลกเสมือน, ธุรกิจเสมือน

1. บทนำ

ทักษะแห่งอนาคตมีความสำคัญต่อผู้ประกอบการธุรกิจเสมือน สำหรับขับเคลื่อนธุรกิจและสร้างแรงงานในยุคดิจิทัล การเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีล้ำสมัยในปัจจุบันเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วและต่อเนื่อง การจัดการศึกษาแบบดั้งเดิมไม่เพียงพอต่อความต้องการแรงงานและการทำธุรกิจเสมือน ประกอบกับการศึกษาเปลี่ยนผ่านสู่ยุค 5.0 ส่งเสริมการเรียนรู้ตลอดชีวิตเพื่อปรับตัวเรียนรู้เทคโนโลยีที่ล้ำสมัยและเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ ยกระดับคุณภาพการศึกษาเตรียมความพร้อมสู่พลเมืองโลก

ตามทิศทางการพัฒนาการศึกษาไทยตามแผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560-2574 มุ่งพัฒนาพลเมืองไทยให้มีคุณลักษณะสอดคล้องกับทักษะสำคัญในศตวรรษที่ 21 ตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ ยุทธศาสตร์ชาติระยะ 20 ปีและทิศทางการพัฒนาประเทศไทย 4.0 เน้นการให้ความสำคัญกับการมีส่วนร่วมและการยอมรับของทุกภาคส่วนที่เกี่ยวข้อง อันจะส่งผลให้การขับเคลื่อนแผนการศึกษาแห่งชาติ ไปสู่การปฏิบัติประสบความสำเร็จ (Office of the Secretary of the Education Council, 2017, pp. 1-46)

สะท้อนถึงหลักการสำคัญของ Education 5.0 ให้ความสำคัญกับการจัดการศึกษาที่มุ่งเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ (Learner centered learning) มีความยืดหยุ่นและปรับเปลี่ยนได้ตามความเหมาะสมเฉพาะบุคคล ตามความหลากหลายและความถนัดที่แตกต่างกัน (Tikhonova & Raitskaya, 2023, pp. 5-11) การเรียนรู้แบบไร้พรมแดนไม่จำกัดเฉพาะในห้องเรียนหรือสถาบันการศึกษา โดยใช้เทคโนโลยีที่ล้ำสมัยเป็นเครื่องมือในการเข้าถึงการเรียนรู้ได้อย่างไร้ขีดจำกัดทุกที่ทุกเวลา (Anywhere, anytime learning) อีกทั้งเป็นเครื่องมือสำหรับพัฒนาทักษะการทำงานในอุตสาหกรรม 5.0 เพื่อรับมือกับการเปลี่ยนแปลงของโลกผ่านการเรียนรู้จากประสบการณ์ (Learning by doing) พัฒนาทักษะแห่งอนาคตและยกระดับคุณภาพการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ สร้างระบบนิเวศทางการศึกษาแบบมีส่วนร่วม สร้างประสบการณ์เรียนรู้ที่ทันสมัย ตอบสนองความต้องการของผู้เรียนยุคใหม่ด้วยวิธีการสอนที่สร้างสรรค์และทักษะการเรียนรู้ที่ปรับใช้ในชีวิตจริงปลูกฝังการพัฒนาความรู้และทักษะในทุกช่วงวัย (Lifelong learning) เทคโนโลยีล้ำสมัยพัฒนาการศึกษาให้มีความทัดเทียมมาตรฐานสากล ผลิตกำลังคนสอดคล้องความต้องการของประเทศ (Thailandpod, 2025, Online) สร้างกำลังคนสู่ความเป็นเลิศจากการส่งเสริมทักษะแห่งอนาคต ขับเคลื่อนธุรกิจให้เกิดการพึ่งพาตนเองและแข่งขันได้ กระบวนการเรียนรู้ที่เป็นกลไกหลัก ประกอบด้วย 1) ด้านความรู้ 2) ด้านทักษะ 3) ด้านคุณลักษณะ และ 4) ด้านคุณค่า ผ่านทักษะทางปัญญาร่วมกับทักษะด้านสังคม-อารมณ์ และทักษะด้านเทคโนโลยีดิจิทัล มุ่งเน้นกิจกรรม

การเรียนรู้ที่ความหลากหลาย (Kodsiri & Kruekamai, 2024, pp. 310-325) ร่วมกับการบูรณาการเทคโนโลยีโลกเสมือนมีความสำคัญต่อผู้ประกอบการธุรกิจเสมือน

บทความวิชาการฉบับนี้ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาบทความวิจัย บทความวิชาการ เอกสารที่เกี่ยวข้อง เพื่อเสนอแนวทางในการจัดการเรียนรู้สู่การเปลี่ยนแปลงทางในบริบทการศึกษา บูรณาการเทคโนโลยีโลกเสมือนสำหรับการทำธุรกิจเสมือนร่วมกับกระบวนการเรียนรู้ เป็นกลไกหลักในการพัฒนาทักษะสำหรับการเป็นผู้ประกอบการยุคดิจิทัล

2. ทักษะแห่งอนาคต

เริ่มต้นจากองค์การอนามัยโลก (WHO) ได้กำหนดทักษะชีวิต (Life skills) ไว้ 10 ประการตั้งแต่ปี 1997 เป็นทักษะที่จำเป็นสำหรับพัฒนาผู้เรียนเข้ากับสังคมและสถานการณ์ปัจจุบันอย่างมีประสิทธิภาพ พัฒนาความสามารถให้ปรับตัวเข้ากับสภาวะของสังคม รู้จักรับผิดชอบต่อหน้าที่ ควบคุมอารมณ์พฤติกรรม รอบรู้และเรียนรู้กับสิ่งรอบตัว ทักษะทั้งหมดจะพาไปสู่ยุคอนาคตหรือโลกแห่งยุคดิจิทัล โดยทักษะชีวิต 10 ประการตาม WHO ประกอบด้วย 1) ทักษะการคิดอย่างมีเหตุผล 2) ทักษะการคิดนอกกรอบ 3) ทักษะการเข้าใจตนเอง 4) ทักษะการเข้าใจผู้อื่น 5) ทักษะการเลือกอย่างมีเหตุผล 6) ทักษะ การจัดการปัญหา 7) ทักษะการสื่อสาร 8) ทักษะการสร้างสัมพันธ์ที่ดี 9) ทักษะการควบคุมอารมณ์ และ 10) ทักษะการรับมือกับความเครียด หรือจะกล่าวได้ว่าทักษะชีวิต (WHO, 1997, Online) เป็นความสามารถในการปรับพฤติกรรมเพื่อจัดการปัญหาในชีวิตประจำวันและเตรียมความพร้อมสำหรับปรับตัวในอนาคต (Na-songkhla & Siridej, 2023, pp. 56-69) กลุ่มทักษะแห่งอนาคตยังครอบคลุมทักษะเหล่านี้ด้วยเช่นกัน 1) ผู้นำแห่งอนาคต 2) การมีผลิตภาพระดับสูง 3) ภาวะผู้นำและการสื่อสาร 4) สภาวะการรู้จักตนเองอารมณ์และสังคม 5) การดำรงตนและสุขภาวะ และ 6) ทักษะเกี่ยวกับความยั่งยืน

กล่าวได้ว่าทักษะแห่งอนาคตเป็นส่วนหนึ่งของทักษะชีวิตที่มีความจำเป็นในการใช้ชีวิตและทำงานในยุคที่เทคโนโลยีมีการเปลี่ยนแปลง ส่งผลกระทบต่อสังคม เศรษฐกิจ การใช้ชีวิตของผู้คนยุคเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์และความต้องการของตลาดแรงงานในหลากหลายด้าน โดยทักษะที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้เพื่อพัฒนาเป็นทักษะแห่งอนาคต ประกอบด้วย 1) ทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม 2) ทักษะด้านดิจิทัลและเทคโนโลยีที่ล้ำสมัย 3) ทักษะด้านอารมณ์และการปรับตัว 4) ทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่น 5) ทักษะด้านการเป็นผู้นำและการบริหารจัดการและ 6) ทักษะด้านอาชีพและการเป็นผู้ประกอบการ การศึกษายุค 5.0 สร้างกำลังคนคุณภาพสูง ส่งเสริมการพัฒนาอิทธิพลเชิงบวก (Soft power) ด้วยการสร้างคุณค่าและอัตลักษณ์ คิดเป็น ทำเป็น มีคุณธรรม สร้างการแลกเปลี่ยนข้ามวัฒนธรรม พัฒนาหลักสูตรนานาชาติ และเผยแพร่วัฒนธรรมเพื่อสังคมและประเทศ

3. การเรียนรู้สู่การเปลี่ยนแปลง

การเรียนรู้สู่การเปลี่ยนแปลง (Transformative learning) มีหลายทฤษฎีประกอบกัน เพื่อให้เกิดการพัฒนาทักษะจากกรอบความคิดตามความเชื่อเมื่อผ่านการตรวจสอบประเมินไตร่ตรองร่วมกับประสบการณ์ในอดีตและปัจจุบัน (Panich, 2015, p. 26) การสะท้อนผลการเรียนรู้ช่วยให้เกิดการเรียนรู้ที่ดียิ่งขึ้นจากการรับรู้ของตนเองและนำไปสู่การวางแผนแก้ไขปัญหาในอนาคต เป็นกระบวนการที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในระดับลึกทั้งด้านความคิดมุมมองและพฤติกรรม โดยมีพื้นฐานจากประสบการณ์ทำให้เปลี่ยนความเข้าใจ พัฒนาจนกลายเป็นสมรรถนะ (Competency) ด้วยการนำความรู้ไปใช้จนเปลี่ยนวิธีคิด ความเข้าใจพฤติกรรมการเรียนรู้ (Phatphon, 2024, p. 11) ปัจจุบันการศึกษามุ่งพัฒนาผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ซึ่งแนวคิดนี้ แจ็ค เมอซิโรว์ได้เริ่มต้นเห็นถึงความสำคัญ พัฒนาให้เกิดการคิดอย่างลึกซึ้งสู่การเปลี่ยนแปลงที่ครอบคลุมหลายมิติ ทั้งด้านพฤติกรรมทางการเรียนรู้ การทำงาน หรือการศึกษา (Mezirow & Marsick, 2011, p. 63) ศตวรรษ 21 เป็นการเรียนเพื่อเปลี่ยนแปลงในระดับความคิด ความเชื่อ การกระทำ เป็นการเปลี่ยนแปลงเริ่มจากภายใน และปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงของโลก มีนักการศึกษาทั้งชาวไทยและชาวต่างประเทศในอดีตและปัจจุบัน ได้กล่าวถึงแนวทางการจัดการเรียนรู้สู่การเปลี่ยนแปลง โดยแสดงดังตารางที่ 1

นักการศึกษา	ขั้นตอน	กระบวนการของการเรียนรู้	การอ้างอิง
Jack Mezirow	4	1. เผชิญวิกฤติ 2. สะท้อนคิดวิพากษ์ 3. ทดลองบทบาทใหม่ 4. บูรณาการมุมมองใหม่	(Mezirow, 1978, pp. 100-110)
Patricia Cranton	5	1. เผชิญเหตุการณ์กระตุ้น 2. สะท้อนตัวเอง 3. อภิปรายแลกเปลี่ยน 4. ทดลองบทบาทใหม่ 5. บูรณาการความเปลี่ยนแปลง	(Cranton, 2023, pp. 50-75)
Edward Taylor	3	1. ประสบการณ์ 2. การไตร่ตรองอย่างมีวิจารณญาณ 3. การแลกเปลี่ยนทางความคิดอย่างมีเหตุผล	(Taylor, 1998, pp. 6-9)
Michael Dix	4	1. ประสบการณ์ 2. การตั้งคำถาม 3. การเปลี่ยนแปลงกรอบความคิด 4. การนำไปใช้ในชีวิตจริง	(Dix, 2016, pp. 45-52)
วิจารณ์ พาณิช	3	1. การสร้างค่านิยมหรือแนวคิดใหม่ 2. การอยู่ร่วมกับความขัดแย้ง 3. การรับผิดชอบต่อการกระทำ	(Panich, 2015, pp. 6-10)

กล่าวได้ว่า การศึกษายุค 5.0 การสร้างการเรียนรู้สู่การเปลี่ยนแปลงเป็นขั้นตอนสำคัญสำหรับเปลี่ยนผ่านการเรียนรู้ร่วมกับการบูรณาการเทคโนโลยีที่ล้ำสมัยและเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ สร้างการเรียนรู้ ได้รับประสบการณ์ใหม่ จนพัฒนาเป็นการเปลี่ยนแปลงวิธีคิดและเปลี่ยนพฤติกรรมการใช้เทคโนโลยีที่ล้ำสมัย

4. การเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้ เพื่อธุรกิจวิถีใหม่ในยุคเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์

การเปลี่ยนผ่านการเรียนรู้สู่การศึกษายุค 5.0 มุ่งเน้นการส่งเสริมการเรียนรู้เชิงรุกร่วมกับเทคโนโลยีที่ล้ำสมัยและเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ เทคโนโลยีที่ล้ำสมัย หมายถึง เทคโนโลยีโลกเสมือน ที่มีคุณสมบัติสามารถสร้าง จำลอง สถานที่เสมือนจริง เหตุการณ์จำลองเสมือนจริง ทำงานร่วมกับอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง อาทิเช่น แว่น VR อุปกรณ์ AR บทบาทเทคโนโลยีโลกเสมือนทางธุรกิจ สามาถสร้างประสบการณ์ทางธุรกิจให้มีความเสมือนจริง (Meepung, 2024, pp. 94-114) การดำเนินธุรกิจในยุคปัจจุบันมีการปรับเปลี่ยนไปจากรูปแบบดั้งเดิมที่มีหน้าร้าน สู่หน้าร้านเสมือนบนแพลตฟอร์มดิจิทัลภายใต้สภาพแวดล้อมเสมือน (Virtual world) ทำงานร่วมกับเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence) ที่ส่งอิทธิพลวงกว้างทุกมิติ

เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับโลกเสมือน เช่น เทคโนโลยีความจริงเสมือน (Virtual reality) ความจริงเสริม (Augmented reality) เทคโนโลยีความจริงผสม (Mixed Reality) และเทคโนโลยีความจริงขยาย (Extended Reality) อย่างไรก็ตามการทำงานของเทคโนโลยีดังกล่าวยังคงพึ่งพาเทคโนโลยีเครือข่ายที่มีประสิทธิภาพสูงและเสถียร สำหรับรองรับการใช้งาน เทคโนโลยี 5G ทำให้ธุรกิจดิจิทัลเกิดการเติบโต จากการเชื่อมโยงถึงกันทั่วโลก รองรับการสื่อสารแบบเรียลไทม์ระหว่างประเทศหรือภูมิภาค กลายเป็นเครือข่ายขนาดใหญ่ รองรับการเชื่อมต่อของอุปกรณ์จำนวนมาก สนับสนุนเทคโนโลยีใหม่ ก่อให้เกิดประโยชน์ในหลายอุตสาหกรรม อาทิเช่น ด้านการแพทย์ ด้านการท่องเที่ยว ด้านอีคอมเมิร์ช ด้านการลงทุนในสินทรัพย์ดิจิทัล หลายบริษัทเริ่มนำเทคโนโลยีโลกเสมือนใช้ในธุรกิจตนเอง (Meepung & Kannikar, 2022, pp. 277-282)

เทคโนโลยีโลกเสมือนก่อให้เกิดระบบเศรษฐกิจดิจิทัลจากการทำธุรกรรมออนไลน์ ผ่านสกุลเงินดิจิทัล (Cryptocurrency) เครื่องมือที่ใช้ทำธุรกรรมในโลกเสมือน โดยมีเทคโนโลยีบล็อคเชน (Blockchain) รับรองความเป็นเจ้าของและความปลอดภัยของสินทรัพย์ดิจิทัล รูปแบบธุรกิจเปิดโอกาสให้ผู้ประกอบการดิจิทัล เข้าถึงลูกค้าได้ทั่วโลกโดยไม่มีข้อจำกัดทางกายภาพ สร้างประสบการณ์ใหม่ให้กับลูกค้าคู่กับความท้าทายด้านความน่าเชื่อถือและการรักษาความปลอดภัยของข้อมูล เป็นการเพิ่มโอกาสทางธุรกิจสำหรับการส่งเสริมการตลาด จัดกิจกรรมทางการตลาดทางโลกเสมือน การโฆษณา การขาย การฝึกอบรม การสร้างแบรนด์ทางธุรกิจรวมถึงการลงทุนแบบใหม่ธุรกิจอุตสาหกรรมหรือการออกแบบพัฒนาผลิตภัณฑ์ ในขณะเดียวกันผู้ประกอบการด้านการท่องเที่ยวสามารถใช้คุณสมบัติของเทคโนโลยีโลกเสมือนในการจำลองสถานที่เสมือนจริง

5. ความหมายของโลกเสมือน

เทคโนโลยีโลกเสมือนเป็นแพลตฟอร์มที่ทำงานโดยอาศัยเทคโนโลยีเครือข่าย สร้างการมีส่วนร่วมและประสบการณ์เสมือนผ่านอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์สำหรับซื้อขายสินค้าออนไลน์ ผู้ใช้งานมีปฏิสัมพันธ์และทำกิจกรรมผ่านตัวแทนเสมือน หรือที่เรียกว่าอวตาร (Avatar) แสดงผลได้ทั้งภาพนิ่ง 2 มิติ ภาพ 3 มิติ หรือภาพเคลื่อนไหว เทคโนโลยี 5G ทำให้เกิดการสื่อสารแบบไร้ข้อจำกัดบนสภาพแวดล้อมเสมือน เพิ่มช่องทางสื่อสาร สร้างประสบการณ์การซื้อเสมือนจริงแทนการซื้อที่หน้าร้าน เป็นการสร้างโอกาสทางธุรกิจ (Meepung & Kannikar, 2022, pp. 277-282)

5.1 เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับโลกเสมือน

1. Augmented Reality: AR หมายถึง เทคโนโลยีความจริงเสริม ผสมผสานโลกเสมือน (Virtual) เข้ากับโลกความจริง (Real) โดยประมวลผลผ่านโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อตอบสนองต่อสภาพแวดล้อมจริง สร้างประสบการณ์การรับรู้ที่น่าสนใจกว่าเทคโนโลยีแบบดั้งเดิม ผู้ใช้งานสามารถรับชมได้ผ่านกล้องสมาร์ทโฟนหรือแว่น AR อุปกรณ์แสดงผลสวมศีรษะเพื่อรับข้อมูลอุปกรณ์สวมใส่ โปรเจกเตอร์และจอแสดงผลแบบโต้ตอบที่พัฒนามาให้มีความสมจริงทั้งภาพและเสียง เปิดโอกาสให้แบรนด์ต่าง ๆ สร้างการมีส่วนร่วมกับลูกค้า เช่น การให้ผู้บริโภคทดลองผลิตภัณฑ์ก่อนซื้อจริง ช่วยลดความไม่แน่นอนก่อนตัดสินใจซื้อสินค้า

2. Virtual Reality: VR หมายถึง เทคโนโลยีความจริงเสมือน สร้างสภาพแวดล้อมจำลองให้ผู้ใช้สัมผัสกับประสบการณ์เสมือนจริงผ่านอุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น แว่น VR คอนโทรลเลอร์ เซ็นเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหว อุปกรณ์สวมใส่ที่มือ อุปกรณ์สำหรับการเคลื่อนไหวในโลกเสมือน อุปกรณ์หูฟัง สมาร์ทโฟน คอมพิวเตอร์ และกล้อง 360 องศา เทคโนโลยีถูกออกแบบให้ตอบสนองต่อการเคลื่อนไหวของผู้ใช้ผ่านอุปกรณ์สำหรับการมีปฏิสัมพันธ์ ร่วมกันบนสภาพแวดล้อมจำลองในรูปแบบการจำลองภาพ 3 มิติ สร้างประสบการณ์เสมือนที่ดื่มด่ำทั้งภาพ เสียง และการสัมผัสผ่านอุปกรณ์ เช่น Hololens 2 และ Vuforia Studio (Boonpong et al., 2024, pp. 15-28)

3. Mixed Reality: MR หมายถึง เทคโนโลยีความจริงผสม ระหว่างความจริงเสริมและความจริงเสมือนเข้าด้วยกันสร้างสภาพแวดล้อมที่ผู้สามารถโต้ตอบกับวัตถุทั้งในโลกจริงและโลกเสมือนได้ในเวลาเดียวกัน ทำให้เกิดการผสมผสานระหว่างประสบการณ์ทางกายภาพและดิจิทัลอย่างไร้รอยต่อ ผู้ใช้สามารถมองเห็นและสัมผัสวัตถุเสมือนในสภาพแวดล้อมจริงได้ เช่น การฝึกอบรมผ่านประสบการณ์ (Experiential training) ช่วยลดความเสี่ยงและป้องกันความผิดพลาดในการทำงานจริง (Teach meBiz, 2022, Online) การใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีความจริงผสม ช่วยให้ลูกค้าโต้ตอบกับสินค้า ทดลองจัดวางเฟอร์นิเจอร์ เลือกสี ขนาด และการออกแบบผลิตภัณฑ์ในสภาพแวดล้อมเสมือนก่อนตัดสินใจสั่งซื้อ (Husár et al., 2024, pp. 137-149)

4. Extended Reality: XR หมายถึง เทคโนโลยีความจริงขยาย เป็นการรวมทุกเทคโนโลยีเสมือนเข้าด้วยกัน เพื่อสร้างประสบการณ์ที่ดื่มด่ำและการมีปฏิสัมพันธ์ ได้ปฏิวัติวงการแพทย์ด้วยการใช้ภาพ 3 มิติที่สมจริงและส่วนเชื่อมต่อแบบไม่สัมผัสสำหรับให้ฝึกปฏิบัติก่อนลงมือผ่าตัดจริง ลดความเสี่ยงในการผ่าตัด มีประโยชน์มากในสภาพแวดล้อมที่ปลอดเชื้อ (Andrews et al., 2019, p.1)

ประโยชน์ของเทคโนโลยีความจริงนอกจากส่งเสริมด้านธุรกิจเสมือนแล้วยังสนับสนุนด้านการฝึกอบรมแพทย์และการผ่าตัดเพื่อให้แพทย์เห็นแบบจำลอง 3 มิติของอวัยวะต่างในร่างกาย เพื่อฝึกผ่าตัดก่อนลงมือจริง เช่น การฝึกผ่าตัดประสาทหัคลอด หรือการศึกษาระบบสุริยะโครงสร้างทางชีววิทยาแบบ 3 มิติ หรือแพลตฟอร์ม zSpace สร้างประสบการณ์การเรียนรู้แบบปฏิสัมพันธ์ทำให้เข้าใจเนื้อหาที่ซับซ้อน ด้านการฝึกอบรมในอุตสาหกรรมยานยนต์ของประเทศญี่ปุ่น เช่น บริษัทนิสสันผลิตรถยนต์ใช้เทคโนโลยีความจริงผสม ใช้ในการฝึกอบรมพนักงานสายผลิต เพื่อลดระยะเวลาและการฝึกอบรม ปัจจุบันรถยนต์ที่ขับเคลื่อนด้วยพลังงานไฟฟ้าได้รับความนิยม การเชื่อมต่อภายในรถยนต์มีความซับซ้อน เทคโนโลยีดังกล่าวช่วยให้พนักงานเรียนรู้ขั้นตอนการประกอบชิ้นส่วนที่ซับซ้อนของรถยนต์ไฟฟ้าและระบบเชื่อมต่อภายในได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Nissan, 2024, Online) การสร้างต้นแบบเสมือนช่วยให้นักออกแบบสามารถสร้างและโต้ตอบกับแบบจำลอง 3 มิติของยานพาหนะก่อนการผลิตจริงช่วยลดเวลาและค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้อง

5.2 องค์ประกอบของเทคโนโลยีโลกเสมือน

เทคโนโลยีโลกเสมือนเป็นนวัตกรรมสมัยใหม่ที่สร้างประสบการณ์การเรียนรู้แบบโต้ตอบและสมจริงเพิ่มการรับรู้ของผู้ใช้สภาพแวดล้อมเสมือนจริงมีความสำคัญในหลายศาสตร์ ได้แก่ ด้านการศึกษา การแพทย์ การออกแบบ การซ่อมบำรุง อุตสาหกรรมความบันเทิงหรืออุตสาหกรรมรถยนต์ โดยมีองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีโลกเสมือน ดังนี้

1. สภาพแวดล้อมเสมือน (Virtual environment) การสร้างสภาพแวดล้อมที่คล้ายหรือจำลองให้มีความใกล้เคียงกับความเป็นจริง เพื่อให้ผู้ใช้รู้สึกเหมือนอยู่ในสถานที่นั้น เช่น ห้องเรียนเสมือน สถานที่ทางประวัติศาสตร์ ห้องทดลอง ห้องผ่าตัด ห้างสรรพสินค้า ร้านขายสินค้า คอนเสิร์ต งานสัมมนา งานแต่งงาน เป็นต้น

2. การโต้ตอบ (Interactivity) การปฏิสัมพันธ์กับวัตถุในสภาพแวดล้อมเสมือนกับผู้อื่นผ่านอวตาร เช่น การโบกทักทาย การเดิน การวิ่ง การจับ การกระโดด การยก การเต้น และการสื่อสารระหว่างผู้ใช้งาน

3. การมีประสบการณ์เสมือนจริง (Immersion) ความรู้สึกสมจริง เสมือนจริงผ่าน ภาพ เสียง ภาพเคลื่อนไหว ดำดิ่งกับการเรียนรู้ในโลกเสมือนหรือมีส่วนร่วมกับประสบการณ์อย่างเต็มที่

4. ตัวแทนผู้ใช้ (Avatar) เป็นตัวแทนดิจิทัลของผู้ใช้งานในโลกเสมือน มีลักษณะเป็นภาพสามมิติหรือตัวละครที่สามารถปรับแต่งได้

5. ช่องทางสื่อสาร (Communication) การสื่อสารระหว่างผู้ใช้งานในโลกเสมือน จากการสนทนาด้วยเสียง การพิมพ์ข้อความหรือสัญลักษณ์ท่าทางต่าง ๆ สร้างประสบการณ์การมีส่วนร่วม

6. โครงสร้างพื้นฐาน (Infrastructure) ระบบเครือข่ายและโครงสร้างพื้นฐานรองรับการทำงานของโลกเสมือน เช่น 5G เทคโนโลยีคลาวด์ การประมวลผลที่ปลายทาง (Edge computing) สนับสนุนการทำงานบนโลกเสมือน

7. อุปกรณ์สำหรับเชื่อมต่อฮาร์ดแวร์ (Human interface) อุปกรณ์สำหรับมีปฏิสัมพันธ์ร่วมกับผู้ใช้งานในโลกเสมือน เช่น แว่น AR แว่น VR เป็นอุปกรณ์หลักที่ใช้สำหรับการแสดงภาพเสมือนจริงช่วยให้ผู้ที่ใช้งานมองเห็นโลก VR ได้แบบ 360 องศา อุปกรณ์มือถือ สมาร์ทโฟน แท็บเล็ต กล้อง เซนเซอร์ คอนโทรลเลอร์ VR อุปกรณ์ที่ช่วยให้ผู้ใช้สามารถมีปฏิสัมพันธ์ กับวัตถุหรือโลกเสมือนจริงได้ด้วยการหยิบ การโยน หรือการสัมผัสวัตถุในเกมหรือการจำลองสถานการณ์ เซ็นเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหว ไมโครโฟนทิศทาง ไบโอเซนเซอร์ต่าง ๆ เช่น เซนเซอร์ความร้อน เซนเซอร์แสงโดยรอบ เมื่อกล้องวิดีโอหันไปทางด้านหน้าและด้านหลังลิงก์ไร้สายเพื่อดาวน์โหลดข้อมูลเซนเซอร์ทั้งหมดและอัปโหลดข้อมูลวิดีโอเพื่อสร้างสภาพแวดล้อมที่สมจริง และไดนามิกแบบเรียลไทม์ อุปกรณ์สวมใส่ที่มือ ถุงมือสำหรับจับการเคลื่อนไหวแบบ Sensor tracking MoCap เพื่อจับการเคลื่อนที่ของนิ้ว มือ การบิดข้อมูล ได้ข้อมูลเป็น Digital motion จับการเคลื่อนที่โดยไม่ต้องพึ่งกล้องถ่ายภาพ ส่งผ่านข้อมูลผ่าน Wireless อุปกรณ์สำหรับการเคลื่อนไหว การเดิน วิ่งในโลกเสมือน (Treadmill VR) ใช้สำหรับการจำลองการเคลื่อนไหวในโลกเสมือน โดยผู้ใช้สามารถเดิน วิ่ง หรือเคลื่อนที่ในทิศทางต่าง ๆ ได้อย่างอิสระ อุปกรณ์นี้ช่วยให้ผู้ใช้รู้สึกเหมือนกำลังเดินหรือวิ่งในสภาพแวดล้อมเสมือนจริง อุปกรณ์หูฟัง (VR headphones or spatial audio) ใช้สร้างประสบการณ์เสียงแบบเสมือนจริง โดยเสียงถูกสร้างให้มีความสัมพันธ์กับการเคลื่อนไหวในโลกเสมือน เช่น เมื่อผู้ใช้งานหันศีรษะ ระบบเสียงจะปรับเปลี่ยนตามทิศทางการใช้งาน

6. การดำเนินธุรกิจร่วมกับเทคโนโลยีโลกเสมือน

ปี 2023 บริษัท ลอลีอัล (L'Oreal) ร่วมมือกับกับบริษัท Pinker ที่มีความเชี่ยวชาญด้านการพิมพ์รอยสักแบบไม่ถาวร สร้างนวัตกรรมเครื่องพิมพ์คิ้วที่ใช้เทคโนโลยีความจริงเสริม เปิดตัวในงาน CES 2023 โดยเครื่องพิมพ์คิ้วออกแบบพร้อมหัวฉีดหมึกขนาดจิ๋วพิมพ์ด้วยความละเอียด 1,200 dpi (จำนวนจุดต่อตารางนิ้ว) มีระบบการทำงานผ่านแอปพลิเคชันที่ชื่อว่า L'Oreal Brow Magic ทำหน้าที่สแกนและวิเคราะห์รูปทรงความหนาของคิ้วผ่านเครื่องอ่านคิ้ว เครื่องทำหน้าที่ประมวลผลเพื่อเลือกคิ้วที่ตรงกับความต้องการ (Beartai, 2023, Online) เป็นการสร้างสรรค์สิ่งใหม่ให้กับอุตสาหกรรมความงามช่วยให้ลูกค้าสามารถทดลองแต่งหน้าด้วยลิปสติกหรือผลิตภัณฑ์แต่งเสมือนจริงผ่านกล้องสมาร์ทโฟน ทดลองสีลิปสติกและผลิตภัณฑ์แต่งหน้าได้แบบเรียลไทม์ (L'Oréal, 2024, Online) สร้างประสบการณ์การตลาดแบบสร้างสรรค์พร้อมทั้งเสริมแรงจูงใจจากผู้ซื้อร่วมกับกลยุทธ์ทางการตลาดที่ให้ผู้บริโภคมีส่วนร่วมกับกิจกรรมผ่าน QR code (Marketing OOPS, 2018, Online) ธุรกิจบนโลกเสมือนเป็นการขยายโอกาสทางธุรกิจแบบไร้พรมแดนช่วยให้เข้าถึงลูกค้าได้ทั่วโลก นอกจากองค์ประกอบพื้นฐานที่ทำงานร่วมกับเทคโนโลยีโลกเสมือนแล้ว ในการทำธุรกิจเกี่ยวกับการซื้อขายสินค้ายังมีความเกี่ยวข้องกับองค์ประกอบที่แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 องค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับการซื้อขายสินค้าบนโลกเสมือน

องค์ประกอบ	การซื้อขายสินค้าบนโลกเสมือน
1. ร้านค้าหรือสินค้าเสมือน	ลูกค้าสามารถเลือกดูสินค้า ทดลองใช้ก่อนตัดสินใจซื้อเสมือนอยู่ในร้านค้าจริง
2. ปฏิสัมพันธ์กับสินค้า	สินค้าแสดงในรูปแบบภาพ 2 มิติหรือ 3 มิติ สามารถหยิบ หมุนหรือทดลองใช้เสมือนจริงได้
3. อวตาร	ตัวแทนเสมือนของผู้ซื้อ ผู้ขาย หรือผู้ใช้งาน
4. ผู้ช่วยเสมือน	ระบบ AI chatbot เป็นผู้ช่วยให้คำแนะนำและตอบคำถามลูกค้า 24 ชม.
5. ทดลองสินค้า	สามารถทดลองสินค้าได้ในร้านค้าเสมือนได้ เช่น ลองใส่เสื้อผ้า ทาสีลิปสติค เลือกเฟอร์นิเจอร์
6. ระบบธุรกรรม	ระบบการชำระเงินในสภาพแวดล้อมเสมือนจริง
7. การปรับแต่งร้านค้าเสมือน	สามารถเปลี่ยนธีม ตกแต่งร้านค้าเสมือนได้ตามเทศกาลเสมือนหน้าร้านจริง
8. วิเคราะห์ข้อมูลลูกค้า	มีระบบจัดเก็บข้อมูลของลูกค้า เพื่อนำมาวิเคราะห์พฤติกรรมการซื้อสินค้า
9. การเชื่อมโยง	สร้างประสบการณ์แบบ omni channel เชื่อมโยงร้านค้าเสมือนผ่านช่องทางออนไลน์ที่หลากหลาย

7. การเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีและการปฏิวัติธุรกิจผ่านโลกเสมือน

การเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีในปัจจุบันส่งผลกระทบต่อธุรกิจแบบดั้งเดิมให้เกิดการเปลี่ยนแปลงก้าวสู่ธุรกิจรูปแบบใหม่ โดยเน้นการมีปฏิสัมพันธ์บนพื้นที่เสมือนจริง การนำเทคโนโลยีเสมือนจริงมาผสานกับกลยุทธ์ธุรกิจช่วยให้เกิดประโยชน์อย่างเต็มศักยภาพ สอดคล้องกับพฤติกรรมของผู้บริโภคในยุคปัจจุบันที่นิยมซื้อสินค้าผ่านทางออนไลน์มากขึ้น นับเป็นโอกาสสำหรับสำหรับเพิ่มช่องทางใหม่สำหรับธุรกิจในสภาพแวดล้อมเสมือน รวมถึงธุรกิจประเภทการท่องเที่ยวเสมือนเป็นการผสมผสานโลกเสมือนกับเทคโนโลยีที่ล้ำสมัย โดยใช้การจำลองประสบการณ์การเดินทางในสภาพที่แวดล้อมที่ถูกสร้างขึ้นแบบ 360 องศา ช่วยให้นักท่องเที่ยวสามารถสำรวจสถานที่ท่องเที่ยวโดยไม่ต้องเดินทางจริง ประสบการณ์เสมือนทำให้นักท่องเที่ยวเกิดความรู้สึกดื่มด่ำเสมือนจริง ในสภาพแวดล้อมที่ถูกจำลองขึ้น ภายในบ้านตนเองด้วยมุมมอง 360 องศา ลดข้อจำกัดการเดินทาง เป็นการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมทางอ้อมช่วยรักษาความสมบูรณ์และความงามของสถานที่ท่องเที่ยวเพื่อคนรุ่นต่อไป

สำหรับประเทศไทย การท่องเที่ยวเสมือนเป็นนวัตกรรมใหม่ที่สะท้อนให้เห็นถึงวิวัฒนาการควบคู่กับความก้าวหน้าในภูมิทัศน์ดิจิทัลและการเปลี่ยนแปลงของนักท่องเที่ยวทั่วโลก ประเทศไทยถือว่าเป็นสถานที่ท่องเที่ยวที่ได้รับความนิยมจากนักท่องเที่ยวทั่วโลก การท่องเที่ยวเสมือนสร้างสรรค์ความงดงามของสถานที่ท่องเที่ยวให้อยู่ในรูปแบบของเทคโนโลยีที่ล้ำสมัย นำเสนอประวัติศาสตร์และวัฒนธรรมของประเทศไทยให้น่าสนใจ หลากหลายรูปแบบตั้งแต่การเยี่ยมชมสถานที่ท่องเที่ยวทางประวัติศาสตร์และวัฒนธรรม พระบรมมหาราชวัง วัดสำคัญ จนถึงการสำรวจธรรมชาติในอุทยานแห่งชาติ และแหล่งท่องเที่ยวทางทะเล (Mourelatos & Vrigkas, 2025, pp. 18-23) รวมถึงการพัฒนาแอปพลิเคชันที่ใช้เทคโนโลยีความจริงเสริม สำหรับอุปกรณ์สมาร์ทโฟน เพื่อสร้างความรู้เกี่ยวกับมรดกทางประวัติศาสตร์และวัฒนธรรมของท้องถิ่น เปิดโอกาสให้ผู้ใช้งานสำรวจข้อมูลเกี่ยวกับรูปปั้นในประวัติศาสตร์อย่างสร้างสรรค์ ผ่านการโต้ตอบกับวิดีโอและแอนิเมชัน 3 มิติ ส่งเสริมการมีส่วนร่วมของผู้ใช้เพิ่มระดับการเรียนรู้เกี่ยวกับมรดกทางประวัติศาสตร์ (Mazeas & Namoano, 2025, pp. 17-22) เทคโนโลยีสนับสนุนการทำงานระยะไกลร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริง เพื่อประเมินประสิทธิภาพในการควบคุมหุ่นยนต์อุตสาหกรรมตรวจสอบงานในสถานการณ์จำลองเพื่อวัดผลด้านประสิทธิภาพ รวมทั้งทางด้านการแพทย์ (Buche et al., 2025, pp. 1-16) การใช้เทคโนโลยีความจริงเสมือน เพื่อลดความวิตกกังวลและภาวะซึมเศร้าในผู้ป่วยมะเร็งได้อย่างมีนัยสำคัญ ช่วยเสริมสร้างประสบการณ์ที่เป็นบวกในภาพแวดล้อมทางธรรมชาติ

8. ทิศทางในอนาคตของเทคโนโลยีโลกเสมือน

จากรายงานของ Krungthai (2024, Online) ประเมินว่าปี 2568 ตลาดการซื้อขายสินค้ามีโอกาสเติบโตต่อเนื่องเฉลี่ยปีละ 9.6% (CAGR ปี 2566-2568) แสดงให้เห็นว่าคนไทยมีการซื้อสินค้าสำหรับตัวเองสูง เป็นสินค้าที่มีอัตราการบริโภคหมุนเวียนเร็ว ปรากฏการณ์นี้สอดคล้องกับการเติบโตอย่างต่อเนื่องของเทคโนโลยีโลกเสมือน (Itthirit Technology, 2025, Online) ที่ทำให้การใช้ชีวิตประจำวันสะดวกสบายมากยิ่งขึ้น ประกอบกับปัจจุบันราคาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ลดลงอย่างมากทำให้ทุกคนสามารถเป็นเจ้าของได้ง่ายขึ้น อีกทั้งยังเป็นโอกาสสำหรับผู้ประกอบการในยุคดิจิทัลที่ใช้เทคโนโลยีเพื่อการเปลี่ยนผ่านธุรกิจสู่ดิจิทัล รวมถึงธุรกิจเกม ธุรกิจบันเทิง ธุรกิจอสังหาริมทรัพย์ดิจิทัล พัฒนาส่วนประสมทางการตลาดผ่านช่องทางจำหน่ายออนไลน์ที่หลากหลายเพื่อเพิ่มโอกาสการเข้าถึงลูกค้าที่มากขึ้นร่วมกับการประชาสัมพันธ์นำเสนอข้อมูลที่น่าสนใจเพื่อสร้างแรงจูงใจ รวมถึงการกำหนดราคาสินค้าอย่างเหมาะสม

รูปที่ 1 ทักษะสำคัญในการเตรียมความพร้อมสำหรับอนาคต

กล่าวได้ว่า เทคโนโลยีโลกเสมือนเป็นเครื่องมือที่เพิ่มโอกาสให้กับการทำธุรกิจและพัฒนาทักษะแห่งอนาคต สนับสนุนการเป็นผู้ประกอบการในด้านด้านที่ 6 มุ่งเน้นทักษะด้านอาชีพและการเป็นผู้ประกอบการ (Career and entrepreneurial skills) ประกอบด้วยองค์ประกอบส่วนที่เกี่ยวข้อง ดังนี้ 1) การเรียนรู้พัฒนาตนเอง 2) การคิดวิเคราะห์เชิงธุรกิจและการเป็นผู้ประกอบการ และ 3) กลยุทธ์การตลาดและการพัฒนาแบรนด์ อีกทั้งในบริบทการศึกษาเทคโนโลยีโลกเสมือนปฏิวัติการเรียนรู้ผ่านประสบการณ์เรียนที่ดื่มด่ำมีการโต้ตอบสร้างแบบจำลองเสมือนจริง เพิ่มการ มีส่วนร่วมแม้ว่าเทคโนโลยีเหล่านี้ยังอยู่ในช่วงพัฒนาและต้องมีการลงทุนสูง พบว่าการนำไปใช้ในภาคการศึกษากำลังเติบโตอย่างรวดเร็วในช่วงไม่กี่ปีที่ผ่านมาโดยใช้ร่วมกับอุปกรณ์ส่วนใส่เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนรู้ (Ansiet al., 2023, pp.1-10). ทางด้านการแพทย์มีการพัฒนาที่ก้าวหน้าด้วยเทคโนโลยีโลกเสมือนสำหรับฝึกผ่าตัดเพื่อลดความเสี่ยงทำให้การ ผ่าตัดมีความแม่นยำมากขึ้นลดข้อจำกัดด้านระยะทาง รวมถึงการฟื้นฟูเพื่อลดความกังวลของผู้ป่วย

9. สรุปและข้อเสนอแนะ

การเปลี่ยนผ่านทางการศึกษายุค 4.0 เน้นการสร้างนวัตกรรม ใช้เทคโนโลยี สู่การศึกษา ยุค 5.0 ที่เน้นมนุษย์เป็นศูนย์กลาง สร้างมูลค่าด้วยการเชื่อมโยงผสมผสานเทคโนโลยีที่ล้ำสมัยและเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ ให้เป็นส่วนหนึ่งในระบบนิเวศการเรียนรู้ เสริมสร้างประสบการณ์ ยืดหยุ่น มุ่งเน้นทักษะด้าน Soft skill ทักษะการปรับตัว ทักษะการคิดเชิงนวัตกรรม ทักษะชีวิตยุคดิจิทัล รวมถึง Soft power ในการใช้ความรู้ วัฒนธรรม และแรงบันดาลใจ ในการสร้างอิทธิพลเชิงบวก

การพัฒนาทักษะแห่งอนาคตส่งเสริมการเป็นบัณฑิตผู้ประกอบการในศตวรรษที่ 21 ผู้สอนเปลี่ยนแปลงบทบาทของตนเองจากผู้ถ่ายทอดความรู้ เป็นผู้ออกแบบประสบการณ์เรียนรู้ที่มีความหมาย ด้วยเทคโนโลยีโลกเสมือนบูรณาการในการประกอบธุรกิจวิถีใหม่ให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงในยุคดิจิทัล 6 กลุ่ม ทักษะแห่งอนาคตที่สำคัญสำหรับเป็นแนวทางให้สถานศึกษาเป็นแนวทางในการพัฒนาบัณฑิต โดยให้ความสำคัญกับ 1) ทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม 2) ทักษะด้านดิจิทัลและเทคโนโลยีที่ล้ำสมัย 3) ทักษะด้านอารมณ์และการปรับตัว 4) ทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่น 5) ทักษะด้านการเป็นผู้นำและการบริหารจัดการ และ 6) ทักษะด้านอาชีพและการเป็นผู้ประกอบการ การเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 มุ่งเปลี่ยนทัศนคติและพฤติกรรมให้เกิดกระบวนการเรียนรู้และการปรับตัว เตรียมพร้อม เสริมสร้างทักษะแห่งอนาคต รองรับตลาดแรงงาน จัดการเรียนรู้โดยผู้สอนยึดตามกรอบแนวคิด TPACK Model ของ LEE S. (Shulman, 1986, pp. 4-14) ร่วมในการออกแบบประสบการณ์อย่างมีความหมาย สิ่งสำคัญสำหรับผู้สอน 1) ความรู้ด้านเทคโนโลยี (Technological Knowledge: TK) 2) ความรู้ด้านวิธีการสอน (Pedagogical Knowledge: PK) และ 3) ความรู้ด้านเนื้อหา (Content Knowledge: CK) ตลอดจนวิธีการ กระบวนการ หรือนวัตกรรม เทคโนโลยีที่ล้ำสมัยและเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ บูรณาการเพื่อให้เกิดการเรียนรู้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ ตามคำกล่าวที่ว่า “ปรับการเรียนเปลี่ยนการสอนเชื่อมโยงชีวิตจริงเข้าสู่โลกแห่งอนาคต”(Kodsiri & Kruekamai, 2024, pp. 310-325) บทบาทของผู้เรียนในยุค 5.0 เปลี่ยนเป็นผู้ร่วมออกแบบกระบวนการเรียนรู้ตอบโจทย์ชีวิตจริงอย่างมีความหมายเกิดการเรียนรู้แบบองค์รวม หลักสูตรปรับปรุงใหม่ทันต่อยุคสมัย เกิดการพัฒนาทักษะที่จำเป็นในการทำงานและการดำเนินชีวิต

การพัฒนาทักษะแห่งอนาคตบัณฑิตผู้ประกอบการในศตวรรษที่ 21 ด้านทักษะด้านอาชีพและการเป็นผู้ประกอบการในยุคดิจิทัลเกิดขึ้นได้จากการเปลี่ยนผ่านการศึกษาสู่ยุค 5.0 ร่วมกับการเรียนรู้ตลอดชีวิต บูรณาการความรู้ พัฒนาทักษะผ่านการปฏิบัติโดยใช้เครื่องมือหรือเทคโนโลยีล้ำสมัยที่ผู้ประกอบการใช้ในการทำธุรกิจจริงในโลกเสมือน เรียนรู้เทคโนโลยีที่ล้ำสมัยและเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ สำหรับพัฒนาสู่การเป็นผู้ประกอบการในยุคดิจิทัลที่สามารถอิทธิพลเชิงบวกและสร้างคุณค่าให้กับสังคม

รูปที่ 2 องค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับการเตรียมความพร้อมสำหรับทักษะแห่งอนาคต

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณคณะบริหารธุรกิจและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก ที่สนับสนุนการเขียนบทความวิชาการเรื่องนี้จนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ขอบคุณผู้ทรงคุณวุฒิทั้งสามท่านสำหรับข้อเสนอที่มีคุณค่าซึ่งเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการพัฒนาบทความวิชาการ และขอขอบคุณทุกท่านที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการเผยแพร่บทความฉบับนี้ ผู้วิจัยขอแสดงความขอบคุณเป็นอย่างสูง

เอกสารอ้างอิง

Al-Ansi, A. M., Jaboob, M., Garad, A., & Al-Ansi, A. (2023). Analyzing augmented reality (AR) and virtual reality (VR) recent development in education. *Social Sciences & Humanities Open*, *8*(1), 1-10.

Andrews, C., Southworth, M. K., Silva, J. N. A., & Silva, J. R. (2019). Extended reality in medical practice. *Current Treatment Options in Cardiovascular Medicine*, *21*(4), 18.

Beartai. (2023). *L'Oreal creates an "eyebrow printer" that uses AR to choose your eyebrow shape in a snap*. https://www.beartai.com/news/itnews/1194596. (in Thai)

Buche, H., Michel, A., & Blanc, N. (2025). Using virtual reality during chemotherapy to support emotional regulation in patients: adding an olfactory reinforcement or not. *Virtual Worlds*, *4*(2), 1-16

Cranton, P. (2023). *Understanding and promoting transformative learning: A guide to theory and practice*. Taylor & Francis.

Dix, M. (2016). The cognitive spectrum of transformative learning. *Journal of Transformative Education*, *14*(2), 45-52.

Krungthai. (2024). *KTB expects thai e-commerce market to grow to 747 billion baht in 2025, recommends 3 marketing approaches to embrace digital trends*. https://www.efinancethai.com/LastestNews/LatestNewsMain.aspx?release=y&ref=M&id=bGVGTWJabDBYMmc9&security=KTB. (in Thai)

Husár, J., Hrehová, S., Knapčíková, L., & Trojanowska, J. (2024). Concept of mixed reality application design for technical solutions, In M. Majernik, N. Daneshjo, & M. bosak (Eds.), *Proceedings of the 8th EAI International Conference on Management of Manufacturing Systems* (pp. 137–149). Springer.

Itthirit Technology. (2025). *Itthirit technology - Thailand IOT Leader*. https://www.itthirit.io/it2025. (in Thai)

Na-songkhla, J., & Siridej, S. (2023). Future skills framework for sustainable development of Thai citizens across all age groups. *Silpakorn University e-Journal (Social Sciences, Humanities, and Arts)*, *43*(5), 56–69. (in Thai)

Kodsiri, C., & Kruekamai, W. (2024). Revolutionary learning management to foster global future skills. *Parichart Journal*, *37*(2), 310-325. (in Thai)

L'Oréal. (2024). Our latest innovation. https://www.loreal.com/en/news/research-innovation/ces.

MarketingOOPS. (2018). *Talk to mindshare to go deep into the story behind Pepsi's groundbreaking campaign, which is the first Thai brand to use AR technology in a major campaign*. https://www.marketingoops.com/campaigns/local-campaigns/pepsi-football-moment-ar-insight-with-mindshare. (in Thai)

Phatphon, M. (2024). *Active learning management to develop competencies and enjoyment in learning*. http://www.curriculumandlearning.com. (in Thai)

Mazeas, D., & Namoano, B. (2025). Study of visualization modalities on Industrial robot teleoperation for inspection in a virtual co-existence space. *Virtual Worlds*, *4*(2), 17-22.

Meepung, T. (2024). A digital learning ecosystem through metaverse experiences to develop modern digital entrepreneurs competencies. *Journal of Education and Learning*, *14*(1), 94-114.

Meepung, T., & Kannikar, P. (2022). Metaverse; virtual world challenges and opportunities for digital business. *Journal of Economics, Business and Management*, *10*(4), 277–282.

Mezirow, J. (1978). Perspective Transformation. *Adult Education*, *28*(2), 100–110.

Mezirow, J., & Marsick, V. (2011). Education for perspective transformation. *Women's Re-entry Programs in Community Colleges* (30), 63.

Mourelatos, C., & Vrigkas, M. (2025). Integrating augmented reality and geolocation for outdoor interactive educational experiences. *Virtual Worlds*, *4*(2), 18-23.

Nissan. (2024, June 26). *Nissan introduces mixed reality (MR) technology to help improve manufacturing efficiency*. https://thailand.nissannews.com/en/releases/how-nissan-production-is-evolving-with-mr-technology.

Office of the Secretary of the Education Council. (2017). *National education plan 2017- 2036*. Prik Wan Graphic. (in Thai)

Boonpong, P., Ho, P., & Sukprasert, P. (2024). Factors influencing teenagers' purchase decisions for virtual reality (VR) products. *Journal of Management Technology*, *5*(2), 15-28. (in Thai)

Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, *15*(2), 4-14.

Taylor, E. W. (1998). The theory and practice of transformative learning: A critical review (Information series no. 374). *Center on Education and Training for Employment.* 6-9.

Teach meBiz. (2022, June 21). *Mixed reality what is it? A new business tool*. https://teachme-biz.com/blog/mixed-reality-technology. (in Thai)

Tikhonova, E., & Raitskaya, L. (2023). Education 4.0: The concept, skills, and research. *Journal of Language and Education*, *9*(1), 5-11. (in Thai)

Thailandpod. (2023). *Guidelines for developing teacher quality*. https://www.thailandpod.org. (in Thai)

World Health Organization. (1997). *Life skill education for children and adolescents in school*. (WHO/MNH/PSF/93.7A.Rev.2).https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/63552/WHO_MNH_PSF_93.7A_Rev.2.pdf.

Panich, W. (2015, November). *Transformative learning. Siam Gammajon Foundation*. https://www.scbfoundation.com/stocks/5d/file/14474044665jjz45d.pdf. (in Thai)

“ข้อคิดเห็น เนื้อหา รวมทั้งการใช้ภาษาในบทความถือเป็นความรับผิดชอบของผู้เขียน”

Academic article

การศึกษาประยุกต์ใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนเพื่อการเรียนภาษาจีนเบื้องต้น: การวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์การศึกษา

A STUDY ON THE APPLICATION OF VIRTUAL REALITY TECHNOLOGY FOR BASIC CHINESE LANGUAGE LEARNING: AN EDUCATIONAL ECONOMICS ANALYSIS

ชาดา เตรียมวิทยา[1] อารีย์ รุ่นพระแสง[1] วัชรินทร์ คงพิบูลย์[2] และฐณยศ โล่ห์พัฒนานนท์[3]*
Chada Triamvithaya[1], Aree Roonprasang[1], Watcharin Kongpiboon[2], and Thanyod Lopattananont[3]*
chada.tr@kmitl.ac.th, aree.ro@kmitl.ac.th, watcharin.ko@kmitl.ac.th, and thanayod.lo@chula.ac.th

[1]ภาควิชาภาษา คณะศิลปศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520 ประเทศไทย
Department of Languages, School of Liberal Arts, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok 10520 Thailand
[2]ภาควิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสากรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520 ประเทศไทย
Department of Industrial Education, School of Education, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok 10520 Thailand
[3*]ศูนย์แม่โขงศึกษา สถาบันเอเชียศึกษา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร 10330 ประเทศไทย
Mekong Studies Center, Institute of Asian Studies Chulalongkorn University, Bangkok 10330 Thailand

Journal of Industrial Education. 2025, Vol. 24 (No. 2), **https://doi.org/10.55003/JIE.24205**

Received: August 15, 2025, | **Revised:** August 19, 2025, | **Accepted:** August 21, 2025

Citation reference :
Triamvithaya, C., Roonprasang, R., Kongpiboon, W., & Lopattananont, T. (2025). A study on the application of virtual reality technology for basic chinese language learning: an educational economics analysis. **Journal of Industrial Education, 24**(2), C20-C30.

ABSTRACT

This article examines the application of Virtual Reality (VR) technology in introductory Chinese language learning through the lens of educational economics. Drawing on human capital theory and cost–benefit analysis, it investigates how VR can enhance learning efficiency, improve the cost-effectiveness of educational investment, and generate long-term returns. The study highlights VR-based learning environments such as virtual marketplaces, immersive classrooms, and cultural simulations designed to foster listening, speaking, and cultural understanding. Case studies, including Duolingo VR modules and Peking University's Virtual Chinese Cultural Tour, illustrate the potential and challenges of integrating VR into language education. The economic analysis highlights both the initial costs of VR hardware, software development, and instructional design, as well as the significant benefits, including reduced learning time, lower costs associated with overseas study, and increased labor market competitiveness. Despite the promising outcomes, barriers such as high initial investment and digital divide issues are acknowledged. The article concludes that VR represents a high-potential investment in education, aligning with economic theories that view education as a means of enhancing human capital. Future implications for the development of accessible VR educational ecosystems are also discussed, providing recommendations for policymakers, educational institutions, and technology developers.

**Corresponding author E-mail: thanayod.lo@chula.ac.th* *ISSN: 2985-1890 (Online)*

Keywords: Virtual reality, Experiential learning, Immersive learning, Basic chinese learning, Human capital theory, ROI/Cost-benefit analysis

บทคัดย่อ

บทความนี้ศึกษาการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน (Virtual Reality: VR) ในการเรียนภาษาจีนเบื้องต้น ผ่านกรอบแนวคิดเศรษฐศาสตร์การศึกษา โดยอิงกรอบทฤษฎีเศรษฐศาสตร์การศึกษา ได้แก่ ทฤษฎีทุนมนุษย์ และ การวิเคราะห์ต้นทุน–ผลตอบแทน เพื่อตรวจสอบว่า VR สามารถเสริมประสิทธิภาพการเรียนรู้ เพิ่มความคุ้มค่าการลงทุนทางการศึกษา และสร้างผลตอบแทนระยะยาวได้อย่างไร บทความนำเสนอการประยุกต์ใช้ VR ในสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ เช่น ตลาดจำลอง ห้องเรียนเสมือนจริง และกิจกรรมจำลองวัฒนธรรมจีน เพื่อพัฒนาทักษะการฟัง พูด และเข้าใจวัฒนธรรมจีนอย่างลึกซึ้ง กรณีศึกษา เช่น โมดูล Duolingo VR และโครงการ Virtual Chinese Cultural Tour ของมหาวิทยาลัยปักกิ่ง แสดงให้เห็นศักยภาพและข้อท้าทายของการนำ VR มาใช้ในระบบการเรียนการสอน ด้านการวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์ บทความชี้ให้เห็นถึงต้นทุนเบื้องต้นของการลงทุนในอุปกรณ์ VR การพัฒนาซอฟต์แวร์ และการออกแบบหลักสูตร ตลอดจนประโยชน์ที่ได้รับ เช่น ลดระยะเวลาเรียน ลดค่าใช้จ่ายการศึกษาในต่างประเทศ และเพิ่มขีดความสามารถทางภาษาในตลาดแรงงาน แม้จะพบอุปสรรค เช่น ต้นทุนเริ่มต้นสูง และปัญหาความเหลื่อมล้ำทางดิจิทัล บทความสรุปว่า VR เป็นการลงทุนด้านการศึกษาที่มีศักยภาพสูง และเสนอแนวทางพัฒนาระบบนิเวศทางการศึกษาเพื่อขยายโอกาสการเข้าถึงในอนาคต

คำสำคัญ: ความเป็นจริงเสมือน, การเรียนรู้จากประสบการณ์, การเรียนรู้เชิงซึมซับประสบการณ์, การเรียนภาษาจีนเบื้องต้น, ทฤษฎีทุนมนุษย์, การวิเคราะห์ต้นทุน-ผลตอบแทน

1. บทนำ

ในยุคที่เทคโนโลยีดิจิทัลเข้ามามีบทบาทสำคัญในทุกมิติของชีวิตมนุษย์ การศึกษาเองก็ได้รับผลกระทบอย่างลึกซึ้ง โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การนำเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน (Virtual Reality: VR) มาใช้เพื่อพัฒนาประสบการณ์การเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม (Immersive learning) ซึ่งได้รับการยอมรับว่าสามารถส่งเสริมการมีปฏิสัมพันธ์ การเรียนรู้อย่างลึกซึ้ง และการสร้างทักษะที่คงทนในระยะยาว (Dede, 2009, p. 66) ในบริบทการเรียนภาษาต่างประเทศ VR ถูกนำมาใช้เพื่อจำลองสภาพแวดล้อมจริงในการฝึกทักษะการฟัง พูด และเข้าใจวัฒนธรรมเป้าหมาย ช่วยลดช่องว่างระหว่างห้องเรียนกับสถานการณ์จริง (Lan, 2020, p. 11) การเรียนภาษาจีนในปัจจุบันได้รับความนิยมเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะภายใต้บริบทโลกและโครงการหนึ่งแถบหนึ่งเส้นทาง (Belt and Road Initiative: BRI) ของจีน การพัฒนาประสิทธิภาพในการเรียนภาษาจีนจึงมีความสำคัญอย่างยิ่งทั้งในด้านการศึกษาและการเสริมสร้างศักยภาพการแข่งขันในตลาดแรงงานระหว่างประเทศ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดเศรษฐศาสตร์การศึกษาที่มองการศึกษาว่าเป็นการลงทุนเพื่อเพิ่มทุนมนุษย์ (Human capital) และสร้างผลตอบแทนในอนาคต (Becker, 1964, p. 17; Psacharopoulos, 1994, p. 1325)

อย่างไรก็ตามการลงทุนในเทคโนโลยีอย่าง VR นั้นมีต้นทุนเริ่มต้นที่สูง จึงจำเป็นต้องมีการวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนอย่างรอบด้าน เพื่อตัดสินใจว่าการนำ VR มาใช้ในการเรียนภาษาจีนเบื้องต้นนั้นคุ้มค่าหรือไม่ ทั้งในแง่ประสิทธิภาพการเรียนรู้ การลดต้นทุนระยะยาว และการเพิ่มโอกาสทางเศรษฐกิจของผู้เรียน เมื่อพิจารณาถึงบทบาทของเทคโนโลยี VR ในอนาคต จึงมีความเป็นไปได้อย่างมากที่เทคโนโลยีนี้จะขยายขอบเขตการประยุกต์ใช้ไปยังภาคการศึกษา โดยเฉพาะในด้านการสร้างสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่มีความสมจริง (Immersive learning environment) เพื่อส่งเสริมการมีส่วนร่วมของผู้เรียน กระตุ้นการเรียนรู้ผ่านประสบการณ์ตรง และลดข้อจำกัดด้านเวลาและสถานที่ อันจะช่วยให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาทักษะต่าง ๆ ได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น โดยเฉพาะในสาขาการเรียนภาษาต่างประเทศ การนำ VR มาใช้จำลองสถานการณ์จริง เช่น ตลาด ร้านอาหาร หรือห้องเรียนในประเทศเจ้าของภาษา จะเป็นแนวทางใหม่ที่ช่วยเสริมสร้างทักษะการสื่อสาร วัฒนธรรม และความเข้าใจในภาษานั้น ๆ ได้อย่างลึกซึ้ง

การทบทวนวรรณกรรมเกี่ยวกับการเรียนรู้ในสภาพแวดล้อมเสมือนจริงพบว่างานวิจัยของ Dede (2009, p. 66) ชี้ให้เห็นว่า การเรียนรู้ในสภาพแวดล้อมเสมือนจริงมีผลอย่างยิ่งต่อการสร้างการมีส่วนร่วมของผู้เรียน และช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะเชิงปฏิบัติผ่านประสบการณ์ตรง นอกจากนี้ในบริบทของการเรียนภาษาต่างประเทศ แนวคิด Interaction hypothesis ของ Long (1985, p. 378) ยังเน้นย้ำว่าการมีปฏิสัมพันธ์ในบริบทที่ใกล้เคียงกับสถานการณ์จริงเป็นปัจจัยสำคัญที่ช่วยพัฒนาทักษะภาษาได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นการบูรณาการเทคโนโลยี VR เข้ากับระบบการศึกษาในอนาคตจึงเป็นโอกาสสำคัญในการยกระดับคุณภาพการเรียนรู้ ทั้งในด้านการสร้างการมีส่วนร่วมของผู้เรียนและการพัฒนาทักษะเชิงปฏิบัติให้สอดคล้องกับความต้องการของผู้เรียนยุคดิจิทัล งานวิจัยชี้ว่า VR สามารถสร้างสภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการฝึกฟัง–พูดในบริบทเสมือนจริง ซึ่งช่วยเพิ่มความมั่นใจและทำให้ผู้เรียนคงทักษะภาษาได้ยาวนานขึ้น เมื่อเชื่อมโยงกับกรอบเศรษฐศาสตร์การศึกษา การลงทุนในเทคโนโลยีการเรียนรู้เช่น VR ไม่เพียงแต่เพิ่มศักยภาพของผู้เรียนรายบุคคล แต่ยังเสริมสร้างทุนมนุษย์ที่สามารถสร้างผลตอบแทนทางสังคมและเศรษฐกิจในวงกว้างได้ การสังเคราะห์องค์ความรู้จากหลายสาขาจึงสะท้อนว่า VR ไม่ใช่เพียงเครื่องมือทางการสอน แต่เป็นการลงทุนเชิงกลยุทธ์ที่ช่วยให้ระบบการศึกษาในศตวรรษที่ 21 มีความยืดหยุ่น ทันสมัย และตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงได้อย่างมีนัยสำคัญ

บทความนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนในการเรียนภาษาจีนเบื้องต้น ภายใต้กรอบแนวคิดเศรษฐศาสตร์การศึกษา โดยเชื่อมโยงกับทฤษฎีทุนมนุษย์ การวิเคราะห์ต้นทุน-ผลตอบแทน และแนวคิดการเรียนรู้แบบสร้างประสบการณ์ (Experiential learning) เพื่อศึกษาว่า VR สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนรู้ภาษาจีน สร้างความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ และส่งเสริมความเข้าใจวัฒนธรรมจีนได้เพียงใด โดยบทความมุ่งตอบคำถามหลักว่า 1) VR ช่วยเสริมผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ได้อย่างไร 2) การใช้ VR คุ้มค่าด้านต้นทุนและผลตอบแทนหรือไม่ และ 3) VR มีศักยภาพในการสร้างการเรียนรู้เชิงวัฒนธรรมในเชิงลึกเพียงใด ขอบเขตของการศึกษาเน้นการวิเคราะห์เชิงทฤษฎีและกรณีศึกษาที่เกี่ยวข้อง มิได้ครอบคลุมการทดลองภาคสนาม แต่เน้นการสังเคราะห์ข้อดี ข้อจำกัด และแนวทางพัฒนาในอนาคต ทั้งนี้ปัญหาสำคัญที่เป็นที่มาของการวิจัย คือ การขาดหลักฐานเชิงเศรษฐศาสตร์ที่ชัดเจนว่าการลงทุนในเทคโนโลยี VR เพื่อการเรียนภาษาให้ความคุ้มค่าเพียงใด รวมทั้งข้อจำกัดด้านความเหลื่อมล้ำทางดิจิทัลและการเข้าถึงอุปกรณ์ที่ยังเป็นอุปสรรคต่อการพัฒนาระบบการเรียนการสอนในบริบทจริงอีกทั้งการศึกษาประเด็นนี้มีความสำคัญเนื่องจากการเรียนภาษาจีนกำลังเป็นที่ต้องการสูงในระดับโลก โดยเฉพาะในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ แต่รูปแบบการเรียนการสอนดั้งเดิมยังคงเผชิญข้อจำกัด การเรียนการสอนแบบดั้งเดิมยังขาดสภาพแวดล้อมจริงและประสบการณ์วัฒนธรรมโดยตรง การนำเทคโนโลยี VR จึงเป็นทางเลือกใหม่ที่สร้างการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วมและสมจริง

2. แนวคิดและความหมายการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนในการเรียนภาษาต่างประเทศ

งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยเอกสาร (Documentary research) โดยใช้แนวทางการศึกษาทบทวนวรรณกรรม (Literature review) ทั้งในและต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน VR ในการเรียนการสอน โดยเฉพาะในด้านการเรียนภาษาต่างประเทศ ขอบเขตของการศึกษาเน้นการรวบรวมข้อมูลจากหนังสือ ตำรา งานวิจัย และบทความวิชาการที่เกี่ยวข้อง อาทิ งานของ Jerald (2015), Dede (2009), Long (1985) และ Lan (2020) จากนั้นนำข้อมูลมาวิเคราะห์เชิงสังเคราะห์ภายใต้กรอบทฤษฎีเศรษฐศาสตร์การศึกษา ได้แก่ ทฤษฎีทุนมนุษย์ (Human capital theory) และการวิเคราะห์ต้นทุน–ผลตอบแทน (Cost–benefit analysis) ร่วมกับแนวคิดการเรียนรู้แบบสร้างประสบการณ์ (Experiential learning) เพื่อสรุปเป็นข้อค้นพบและข้อเสนอแนะเชิงวิชาการ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือแบบบันทึกข้อมูลจากเอกสาร (Document analysis record form) ซึ่งผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อใช้ในการรวบรวมและจัดหมวดหมู่ข้อมูลจากหนังสือ วารสาร บทความ งานวิจัย และเอกสารวิชาการที่เกี่ยวข้อง โดยแบ่งเป็นหัวข้อหลัก ได้แก่ 1) ข้อมูลบรรณานุกรม 2) ประเด็นหรือแนวคิดสำคัญ (Key concepts) 3) ผลการศึกษา และ (4) การเชื่อมโยงกับกรอบทฤษฎีที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ จากนั้นนำข้อมูลดังกล่าวเข้าสู่กระบวนการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (Content analysis) และการสังเคราะห์เชิงประเด็น (Thematic synthesis)

เทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน หรือ VR หมายถึงการจำลองสภาพแวดล้อมสามมิติแบบอินเทอร์แอคทีฟที่ผู้ใช้สามารถมีปฏิสัมพันธ์และดำเนินกิจกรรมภายในโลกเสมือนนั้นได้อย่างสมจริง โดยผ่านอุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น แว่นตา VR, เซนเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหว และคอนโทรลเลอร์ VR (Jerald, 2015, pp. 9-248) การประยุกต์ใช้ VR ในภาคการศึกษา โดยเฉพาะในด้านการเรียนภาษาต่างประเทศ ถือเป็นการพัฒนาแนวทางการเรียนรู้รูปแบบใหม่ที่เน้นการมีส่วนร่วมของผู้เรียนและการเรียนรู้จากประสบการณ์ตรง เพื่อสามารถเพิ่มประสิทธ์ภาพในการสื่อสารด้วยภาษาต่างประเทศได้ดียิ่งขึ้น (Jerald, 2015, pp. 9-248) และการมีปฏิสัมพันธ์กับบริบทที่ใกล้เคียงกับสถานการณ์จริง (Dede, 2009, p. 66) ในการเรียนภาษาต่างประเทศ การสร้างบริบท

การสื่อสารที่สมจริงถือเป็นปัจจัยสำคัญในการพัฒนาทักษะภาษา ตามแนวคิด Interaction hypothesis ของ Long (1985, p. 378) ซึ่งชี้ให้เห็นว่า การมีโอกาสโต้ตอบและสื่อสารในบริบทที่มีความหมาย (Meaningful interaction) เป็นกุญแจสำคัญในการเสริมสร้างความสามารถทางภาษา การนำเทคโนโลยี VR มาใช้ในการเรียนภาษาจึงช่วยให้ผู้เรียนได้ฝึกใช้ภาษาในสถานการณ์สมมติที่ใกล้เคียงกับโลกจริง เช่น การจำลองบทสนทนาในตลาด ร้านอาหาร สนามบิน หรือห้องเรียนในประเทศเจ้าของภาษา นอกจากนี้ VR ยังสามารถสร้างสภาพแวดล้อมที่เอื้อให้ผู้เรียนเข้าใจวัฒนธรรมของภาษาเป้าหมายได้ดียิ่งขึ้น ผ่านการมีประสบการณ์ตรงกับองค์ประกอบทางวัฒนธรรม เช่น ประเพณี ความเชื่อ และมารยาททางสังคม (Lan, 2020, p. 102) ซึ่งถือเป็นปัจจัยเสริมที่ช่วยให้การเรียนภาษาต่างประเทศมีประสิทธิภาพสูงขึ้น ทั้งในด้านทักษะการสื่อสาร การเข้าใจวัฒนธรรม และการใช้ภาษาตามสถานการณ์จริงเพื่อนำภาษาไปใช้ตามสถานการณ์จริงได้อย่างเหมาะสม (Lan, 2020, p. 105) ดังนั้นการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี VR ในการเรียนภาษาต่างประเทศจึงเป็นแนวทางที่ช่วยยกระดับกระบวนการเรียนรู้จากรูปแบบดั้งเดิมสู่การเรียนรู้ที่เน้นการมีประสบการณ์ตรง การมีส่วนร่วม และการโต้ตอบอย่างต่อเนื่อง ซึ่งสอดคล้องกับแนวโน้มการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 และตอบสนองความต้องการของผู้เรียนยุคใหม่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

งานวิจัยร่วมสมัยชี้ว่า VR ไม่ได้เป็นเพียงเครื่องมือช่วยสอนภาษาแต่ยังเป็นนวัตกรรมที่สร้างบริบทการเรียนรู้เสมือนจริง ช่วยพัฒนาทักษะการฟัง–พูด ควบคู่กับการเข้าใจวัฒนธรรมของภาษาเป้าหมาย ทำให้ผู้เรียนสามารถใช้ภาษาได้เหมาะสมกับสถานการณ์จริง อีกทั้งยังยกระดับการเรียนรู้จากรูปแบบดั้งเดิมสู่การเรียนรู้ที่มีประสบการณ์ตรง การมีส่วนร่วม และการโต้ตอบอย่างต่อเนื่อง ซึ่งจำเป็นของผู้เรียนในยุคดิจิทัล 4.0 และเมื่อเชื่อมโยงกับระบบ STEM การใช้ VR ในการเรียนภาษาจึงสามารถผสานความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ เข้ากับการพัฒนาทักษะภาษา สร้างผู้เรียนที่มีทั้งสมรรถนะด้านนวัตกรรมและความสามารถในการสื่อสารในบริบทโลกาภิวัตน์

2.1 เทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนกับการเรียนรู้ในปัจจุบัน

ในยุคเศรษฐกิจดิจิทัล (Digital economy) ที่เทคโนโลยีได้กลายมาเป็นกลไกหลักในการขับเคลื่อนทั้งเศรษฐกิจและสังคม การเรียนรู้ของเยาวชนก็มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญ เทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน VR นับเป็นหนึ่งในนวัตกรรมสำคัญที่เข้ามาเสริมสร้างประสบการณ์การเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม และช่วยพัฒนาทักษะจำเป็นในศตวรรษที่ 21 เพื่อทำความเข้าใจพฤติกรรมการเรียนรู้ในยุคปัจจุบัน จำเป็นต้องพิจารณาลักษณะเฉพาะของแต่ละกลุ่มประชากรตามช่วงอายุหรือเจเนอเรชัน (Generation) ทั้งในระดับสากลและบริบทของประเทศจีน อย่างบริบทประชากรกลุ่มเจเนอเรชันในระดับสากล 1) Generation X (Gen X) ผู้ที่เกิดระหว่างปี 1965–1980 เป็นกลุ่มที่เติบโตมาก่อนการแพร่หลายของเทคโนโลยีดิจิทัล แต่มีการปรับตัวเรียนรู้เทคโนโลยีได้ดี มักเน้นการเรียนรู้แบบดั้งเดิมผสมผสานกับการใช้สื่อดิจิทัลเบื้องต้น 2) Generation Y (Gen Y หรือ Millennials) ผู้ที่เกิดระหว่างปี 1981–1996 เติบโตพร้อมกับอินเทอร์เน็ต มีความคุ้นเคยกับการใช้เทคโนโลยีในการเรียนรู้ และเปิดรับนวัตกรรมใหม่ เช่นการเรียนออนไลน์ และสภาพแวดล้อมเสมือนจริง 3) Generation Z (Gen Z) ผู้ที่เกิดระหว่างปี 1997–2012 เป็นกลุ่ม “Digital native” ตัวจริง มีพฤติกรรมการเรียนรู้แบบเน้นความรวดเร็ว เข้าถึงข้อมูลได้ทันที และมีความคาดหวังต่อประสบการณ์การเรียนรู้ที่มีความเป็นอินเทอร์แอคทีฟสูง อย่าง VR 4) Generation Alpha (Gen α) ผู้ที่เกิดตั้งแต่ปี 2013 เป็นต้นมา เติบโตมาในโลกที่เทคโนโลยีเสมือนจริงปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence: AI) และอินเทอร์เน็ตแห่งสรรพสิ่ง (Internet of Things: IoT) กลายเป็นเรื่องปกติการเรียนรู้ของกลุ่มนี้มีแนวโน้มเน้นการใช้ VR/AR เป็นสื่อการเรียนรู้หลักในอนาคต ซึ่งสอดคล้องในบริบทกลุ่มประชากรตามช่วงวัยในประเทศจีน 1) กลุ่ม 70后 ผู้ที่เกิดหลังปี 1970 เติบโตมาในช่วงเปลี่ยนผ่านจากเศรษฐกิจแบบวางแผนรวมศูนย์ไปสู่การเปิดประเทศและเศรษฐกิจตลาด เป็นกลุ่มที่มีความสามารถในการปรับตัวสูง มีประสบการณ์การเรียนรู้ในระบบการศึกษาดั้งเดิม แต่สามารถรับมือกับเทคโนโลยีดิจิทัลได้ดีในช่วงวัยทำงาน 2) กลุ่ม 80后 ผู้ที่เกิดหลังปี 1980 เป็นกลุ่มที่เติบโตมาพร้อมกับยุคแห่งการเร่งตัวของการพัฒนาเศรษฐกิจจีน มีลักษณะคล้ายกับ Generation Y ของตะวันตก โดยเน้นความก้าวหน้าในอาชีพและเริ่มเปิดรับเทคโนโลยีและวัฒนธรรมต่างประเทศ 3) กลุ่ม 90后ผู้ที่เกิดหลังปี 1990 มีความเป็นปัจเจกสูง เปิดกว้างทางความคิด ยอมรับวัฒนธรรมข้ามชาติ และมีความเชี่ยวชาญในการใช้เทคโนโลยีดิจิทัล เป็นกลุ่มที่เติบโตมากับการขยายตัวของอินเทอร์เน็ตในจีน 4) กลุ่ม 00后 ผู้ที่เกิดหลังปี 2000 เติบโตในยุคที่อินเทอร์เน็ต สมาร์ทโฟน และโซเชียลมีเดียเป็นส่วนหนึ่งของชีวิตประจำวัน มีความคุ้นเคยกับเทคโนโลยีทั้งความเป็นจริงเสมือน (Virtual Reality: VR), ความเป็นจริงเสริม (Augmented Reality: AR) และการเรียนรู้ผ่านแพลตฟอร์มดิจิทัล 5) กลุ่ม10后 ผู้ที่เกิดหลังปี 2010 เป็นกลุ่มที่ระบบการศึกษาเริ่มบูรณาการเทคโนโลยีการเสมือนจริง (VR/AR) และปัญญาประดิษฐ์ หรือ AI เข้ากับการเรียนการสอนอย่างเต็มรูปแบบตั้งแต่ระดับประถมศึกษา และ 6) กลุ่ม 20后 ผู้ที่เกิดหลังปี 2020 เป็นเจเนอเรชันที่ความเป็นจริงเสมือน อวตาร (Avatar) และเมตาเวิร์ส (Metaverse) จะกลาย

เป็นองค์ประกอบธรรมชาติของชีวิตประจำวัน การเรียนรู้ของกลุ่มนี้จะเป็นการเรียนรู้ในสภาพแวดล้อมเสมือนจริงควบคู่ไปกับโลกจริงอย่างสมบูรณ์

2.2 VR กับการสร้างสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ทักษะภาษาในยุคเศรษฐกิจดิจิทัล

ในยุคเศรษฐกิจดิจิทัล (Digital economy) ความสามารถในการใช้ภาษาต่างประเทศ โดยเฉพาะภาษาอังกฤษและภาษาจีน ได้กลายเป็นทักษะเชิงกลยุทธ์ที่จำเป็นสำหรับการแข่งขันในเวทีโลก (Graddol, 2006, p. 132) การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน (Virtual Reality: VR) ในการเรียนภาษาต่างประเทศจึงได้รับความสนใจเพิ่มขึ้น เนื่องจาก VR สามารถสร้างสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่เสมือนจริง (Authentic learning environment) ซึ่งเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีประสบการณ์ตรงในการฝึกปฏิบัติภาษาในสถานการณ์จำลอง เช่น การสนทนาในร้านอาหาร สนามบิน ร้านค้าขายของ หรือสำนักงานนานาชาติ ตามแนวคิด Interaction Hypothesis ของ Long (1985, p. 378) การมีปฏิสัมพันธ์ในบริบทที่มีความหมาย (Meaningful interaction) เป็นปัจจัยสำคัญในการพัฒนาทักษะทางภาษา โดยเฉพาะทักษะการสื่อสาร การใช้ VR ในการจำลองสภาพแวดล้อมที่ใกล้เคียงกับสถานการณ์จริงจึงสามารถส่งเสริมกระบวนการเรียนรู้ภาษาที่เน้นการโต้ตอบอย่างมีประสิทธิภาพมากกว่าวิธีการเรียนรู้แบบดั้งเดิม นอกจากนี้ VR ยังมีศักยภาพในการส่งเสริมการเรียนรู้วัฒนธรรมควบคู่กับภาษา (Immersive cultural learning) ผ่านการสร้างประสบการณ์เสมือนจริงเกี่ยวกับขนบธรรมเนียม ประเพณี และบริบททางสังคมของภาษาเป้าหมาย ซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญในการพัฒนาทักษะการสื่อสารข้ามวัฒนธรรม (Byram, 1997, p. 22)

ในมุมเศรษฐศาสตร์การศึกษาการลงทุนในการพัฒนาทักษะภาษาโดยใช้เทคโนโลยี VR สามารถวิเคราะห์ได้ผ่านกรอบแนวคิดทุนมนุษย์ (Human capital theory) ของ Becker (1964, p. 17) ซึ่งมองว่าการลงทุนในทักษะการศึกษาและการเรียนรู้เทคโนโลยีสมัยใหม่ จะส่งผลต่อศักยภาพในการทำงาน และรายได้ในอนาคต การใช้ VR ในการเรียนภาษาช่วยลดข้อจำกัดทางภูมิศาสตร์ ทำให้ผู้เรียนสามารถเข้าถึงสภาพแวดล้อมภาษาเป้าหมายได้โดยไม่ต้องเดินทางจริง จึงถือเป็นการเพิ่มอัตราผลตอบแทนจากการลงทุนทางการศึกษาในรูปแบบใหม่ (Psacharopoulos, 1994, p. 1325) อย่างไรก็ตาม การออกแบบการเรียนการสอนภาษาต่างประเทศในอนาคตจำเป็นต้องคำนึงถึงพฤติกรรมการเรียนรู้และการเข้าถึงเทคโนโลยีของเยาวชนแต่ละรุ่น เช่น 70后, 80后, 90后, 00后, และ 10后 ในบริบทของประเทศจีน รวมถึงกลุ่มเจน(Gen) X, Y, Z, และ Alpha ในบริบทสากล เพื่อให้การบูรณาการเทคโนโลยี VR เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ และสามารถเสริมสร้างทุนมนุษย์ที่สอดคล้องกับความต้องการของเศรษฐกิจดิจิทัลโลกยุคใหม่ได้อย่างแท้จริง

กรอบแนวคิดเชิงเศรษฐศาสตร์การศึกษาสำหรับใช้เทคโนโลยี VR เพื่อการเรียนภาษาต่างประเทศ

รูปที่ 1 กรอบแนวคิดเชิงเศรษฐศาสตร์การศึกษาสำหรับใช้เทคโนโลยี VR เพื่อการเรียนภาษาต่างประเทศ

จากรูปที่ 1 ได้แสดงกรอบแนวคิดเชิงเศรษฐศาสตร์การศึกษาสำหรับใช้เทคโนโลยี VR บริบทการเรียนภาษาต่างประเทศ คือการลงทุนในการศึกษาและพัฒนาทักษะต่าง ๆ รวมถึงการใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่อย่าง VR เปรียบเสมือนการลงทุนในทุนมนุษย์ ซึ่งจะช่วยเพิ่มศักยภาพในการทำงานและส่งผลให้มีรายได้ที่สูงขึ้นในอนาคต เพื่อการเพิ่มอัตราผลตอบแทนทางการศึกษา โดยการใช้เทคโนโลยี VR ช่วยให้ผู้เรียนเข้าถึงสภาพแวดล้อมทางภาษาได้โดยไม่ต้องเดินทางจริง ซึ่งช่วย ลดข้อจำกัดทางภูมิศาสตร์และค่าใช้จ่ายในการเดินทาง ทำให้การลงทุนด้านการศึกษามีประสิทธิภาพมากขึ้น และสร้างอัตราผลตอบแทนจากการลงทุนที่สูงขึ้นในรูปแบบใหม่ การออกแบบการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับพฤติกรรมแต่ละช่วงวัยเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้ VR การออกแบบหลักสูตรจำเป็นต้องคำนึงถึง พฤติกรรมการเรียนรู้และการเข้าถึงเทคโนโลยีของคนแต่ละเจเนอเรชัน (เช่น Gen X, Y, Z, Alpha) เพื่อให้การบูรณาการเทคโนโลยี VR สามารถเสริมสร้างทุนมนุษย์ที่สอดคล้องกับความต้องการของเศรษฐกิจดิจิทัลได้อย่างแท้จริง

3. แนวคิดเศรษฐศาสตร์การศึกษาสำหรับการประยุกต์ใช้กับเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน

เศรษฐศาสตร์การศึกษา (Economics of education) เป็นสาขาวิชาที่ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการลงทุนในระบบการศึกษาและผลตอบแทนที่เกิดขึ้น ทั้งในมิติทางเศรษฐกิจ เช่น รายได้ตลอดชีวิต (Lifetime earnings) และในมิติทางสังคม เช่น การเพิ่มศักยภาพทางสังคม และการลดความเหลื่อมล้ำ แนวคิดนี้เน้นว่าการศึกษาคือการลงทุนรูปแบบหนึ่งที่สามารถเพิ่มผลิตภาพ (roductivity) ของบุคคลในอนาคตได้ หนึ่งในทฤษฎีหลักของเศรษฐศาสตร์การศึกษาคือ ทฤษฎีทุนมนุษย์ (Human capital theory) ซึ่งเสนอโดย Becker (1964, p. 17) โดยชี้ให้เห็นว่าทักษะ ความรู้ และประสบการณ์ที่ได้จากการศึกษาเปรียบเสมือน “ทุน” ที่สามารถสร้างผลตอบแทนในรูปแบบรายได้และโอกาสทางอาชีพ การลงทุนทางการศึกษาจึงไม่ใช่เพียงค่าใช้จ่าย แต่เป็นการสร้างสินทรัพย์ที่มีมูลค่าเพิ่มในระยะยาว ทฤษฎีทุนมนุษย เป็นแนวคิดสำคัญทางเศรษฐศาสตร์และบริหารจัดการทรัพยากรมนุษย์ที่มองว่า ความรู้ ทักษะ ประสบการณ์ สุขภาพ และคุณลักษณะอื่นๆ ที่อยู่ในตัวบุคคล เป็นเหมือนทุนที่สามารถลงทุนและพัฒนาได้ และการลงทุนในทุนนี้จะนำไปสู่ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจที่สูงขึ้นสำหรับบุคคลและสังคมโดยรวมสำหรับการประเมินความคุ้มค่าของการลงทุนในด้านการศึกษา การวิเคราะห์ต้นทุน-ผลตอบแทน (Cost-benefit analysis : CBA) จึงถูกนำมาใช้เป็นเครื่องมือหลัก โดยเปรียบเทียบต้นทุน เช่น ค่าเล่าเรียน ค่าหนังสือ และค่าพัฒนาสื่อการเรียนการสอน กับผลตอบแทนที่คาดว่าจะได้รับในอนาคต เช่น รายได้ที่สูงขึ้น โอกาสในการมีงานทำที่ดีกว่า และคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น (Psacharopoulos, 1994, p. 1325) ในบริบทของเศรษฐกิจดิจิทัลเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน หรือ VR ได้เข้ามามีบทบาทสำคัญในการปฏิรูปการเรียนรู้ โดยเฉพาะในด้านการเรียนภาษาต่างประเทศ ซึ่งสามารถวิเคราะห์ภายใต้กรอบแนวคิดเศรษฐศาสตร์การศึกษาได้ ดังนี้ 3.1) เสริมประสิทธิภาพการเรียนรู้ เทคโนโลยี VR ช่วยสร้างสภาพแวดล้อมที่มีความเสมือนจริงสูง (High-immersion environment) โดยผู้เรียนสามารถฝึกภาษาผ่านสถานการณ์จำลองที่ใกล้เคียงกับการใช้ภาษาจริง เช่น การสั่งอาหารในร้านอาหารจีนเสมือนจริง หรือการเจรจาธุรกิจในตลาดนัดนานาชาติ กรณีตัวอย่าง Immerse VR ซึ่งเป็นแพลตฟอร์มการเรียนภาษาอังกฤษที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ฝึกโต้ตอบกับผู้สอนเจ้าของภาษาในโลกเสมือน แนวคิดนี้สอดคล้องกับ Interaction hypothesis ของ Long (1985, p. 378) ซึ่งชี้ว่าการมีปฏิสัมพันธ์ในสภาพแวดล้อมที่ใกล้เคียงกับความเป็นจริงสามารถกระตุ้นกระบวนการประมวลผลภาษาในระดับลึก และส่งผลต่อการพัฒนาทักษะการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ตัวอย่างโครงการ Virtual Study Tour ของมหาวิทยาลัยปักกิ่งที่ให้นักศึกษาต่างชาติสำรวจสถานที่ท่องเที่ยวแบบความเป็นจริงเสมือนผ่าน VR และฝึกสนทนาภาษาจีนไปพร้อมกันมหาวิทยาลัยปักกิ่งได้เปิดสอนหลักสูตรภาษาจีนเบื้องต้นบนแพลตฟอร์มออนไลน์ ซึ่งโดดเด่นด้วยฟีเจอร์ที่ให้ผู้เรียนสามารถสำรวจสถานที่ท่องเที่ยวความเป็นจริงเสมือนไปยังสถานที่ต่างๆ ในประเทศจีน เช่น ตลาดดั้งเดิม เพื่อสำรวจสภาพแวดล้อมและซึมซับบรรยากาศฝึกสนทนาภาษาจีนในสถานการณ์จริงภายในสภาพแวดล้อม VR ผู้เรียนจะได้มีปฏิสัมพันธ์กับตัวละครเสมือนจริง เช่น ผู้ขายในตลาด หรือนักท่องเที่ยวคนอื่นๆ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งที่ให้ผู้เรียนได้ใช้ทักษะภาษาจีนที่เรียนมาในการสื่อสาร การถามราคา หรือการสนทนาในชีวิตประจำวัน ได้เรียนรู้คำศัพท์และวลี การมีปฏิสัมพันธ์ในความเป็นจริงเสมือนช่วยให้ได้เรียนรู้และนำคำศัพท์วลี รวมถึงไวยากรณ์ไปใช้ได้จริงในบริบทที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์นั้นๆ ทำให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพและน่าสนใจยิ่งขึ้นในการจำลองสถานการณ์การสนทนาจริงช่วยให้ฝึกฝนทักษะการพูดและการฟังเพิ่มความมั่นใจในการสื่อสารภาษาจีน โครงการนี้เน้นการเรียนรู้ภาษาจีนในสถานการณ์ชีวิตจริงและบทสนทนาประจำวัน โดยไม่จำเป็นต้องเรียนรู้อักษรจีนในขั้นเริ่มต้น ทำให้เป็นทางเลือกที่น่าสนใจสำหรับนักเรียนต่างชาติที่ต้องการเริ่มต้นเรียนภาษาจีนและสัมผัสวัฒนธรรมจีนไปพร้อมกัน 3.2) เพิ่มความคุ้มค่าการลงทุนทางการศึกษา แม้ว่าการติดตั้งระบบ VR ต้องการต้นทุนเริ่มต้น เช่น การซื้อแว่น VR ซอฟต์แวร์ และการพัฒนาหลักสูตร แต่เมื่อเปรียบเทียบกับค่าใช้จ่ายการเดินทางเพื่อเรียนต่อต่างประเทศ หรือการเรียนเสริมแบบเข้าคลาสระยะยาว การเรียนผ่าน VR สามารถลดต้นทุนเหล่านี้ได้อย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้ VR ยังช่วยย่นระยะเวลาในการพัฒนาทักษะภาษา เนื่องจากผู้เรียนได้ฝึกภาษาในสภาพแวดล้อมที่มีความเข้มข้นสูงและต่อเนื่อง ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้เพิ่มขึ้นในระยะเวลาที่สั้นกว่าเดิม กรณีตัวอย่างโปรแกรม Mondly VR สำหรับเรียนภาษาอังกฤษและภาษาต่างประเทศ พบว่าผู้เรียนสามารถพัฒนาทักษะ

การสื่อสารขั้นพื้นฐานได้เร็วกว่าการเรียนผ่านแอปพลิเคชันแบบไม่ใช้ VR ถึง 30% ภายในเวลา 8 สัปดาห์ และ 3.3) สร้างผลตอบแทนในระยะยาว เมื่อผู้เรียนมีทักษะภาษาต่างประเทศที่ดีขึ้น โอกาสในการทำงานในบริษัทข้ามชาติ องค์กรระหว่างประเทศหรือการประกอบอาชีพที่เกี่ยวข้องกับการค้าระหว่างประเทศก็เพิ่มขึ้นตามไปด้วย ส่งผลให้มีรายได้ตลอดชีวิต (lifetime earnings) สูงกว่าผู้ที่ไม่มีทักษะภาษาเพิ่มเติม ตามแนวคิดเรื่อง Human capital theory ของ Becker (1964, p. 17) การลงทุนในทักษะใหม่ ๆ เช่น การเรียนภาษาในความเป็นจริงเสมือน จึงถือเป็นการเพิ่มมูลค่าของตัวผู้เรียนในตลาดแรงงาน และสอดคล้องกับการสร้างกำลังคนที่มีศักยภาพสูงในระบบเศรษฐกิจดิจิทัล (Digital economy) งานวิจัยของ British Council (2021, p. 6) พบว่าผู้ที่มีทักษะภาษาต่างประเทศอย่างน้อย 2 ภาษา มีแนวโน้มได้รับค่าตอบแทนสูงขึ้น 10–20% เมื่อเทียบกับผู้ใช้ภาษาเดียว โดยเฉพาะในอุตสาหกรรมเทคโนโลยีและการบริการระหว่างประเทศ การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน (VR) ในการเรียนภาษาต่างประเทศเมื่อพิจารณาผ่านกรอบเศรษฐศาสตร์การศึกษา พบว่ามีความคุ้มค่าอย่างมีนัยสำคัญ ทั้งในด้านการเสริมประสิทธิภาพการเรียนรู้ การลดต้นทุนการศึกษา และการเพิ่มผลตอบแทนในระยะยาว การลงทุนใน VR เพื่อการศึกษาจึงสอดคล้องกับแนวทางการพัฒนาทุนมนุษย์ที่จำเป็นในเศรษฐกิจดิจิทัล และถือเป็นการลงทุนที่สร้างผลตอบแทนได้อย่างยั่งยืนในระดับบุคคลและสังคม

4. การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน ในสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ภาษาต่างประเทศ

เทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน (VR) ได้เข้ามามีบทบาทสำคัญในการยกระดับประสบการณ์การเรียนรู้ โดยเฉพาะในการเรียนภาษาต่างประเทศที่เน้นการฝึกทักษะการสื่อสารในสถานการณ์จริง (Authentic communication contexts) การประยุกต์ใช้ VR ช่วยให้ผู้เรียนสามารถโต้ตอบกับสภาพแวดล้อมจำลองที่มีความสมจริงสูง ซึ่งส่งผลต่อการเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนรู้ผ่านการมีส่วนร่วมและการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ (Dede, 2009, p. 67) 4.1) ตลาดจำลอง การสร้างสถานการณ์ตลาดจำลอง (Virtual marketplaces) ในความเป็นจริงเสมือนเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ฝึกการสื่อสารภาษาต่างประเทศในบริบทที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน เช่น การต่อรองราคา การถามหาสินค้า หรือการแสดงความต้องการซื้อ การเรียนรู้ในลักษณะนี้ไม่เพียงแต่ช่วยพัฒนาทักษะภาษาเชิงปฏิบัติ แต่ยังเสริมสร้างความเข้าใจในวัฒนธรรมการซื้อขายของประเทศเจ้าของภาษา ตัวอย่างแพลตฟอร์ม Immerse VR มีการสร้าง “ตลาดจำลองในเมืองจีน” ที่ให้ผู้เรียนฝึกซื้อขายเป็นภาษาจีนกับตัวละคร (Non-Player Characters : NPC) แบบโต้ตอบได้จริง การประยุกต์ใช้ VR ในสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ 4.2) ห้องเรียนเสมือนจริง ห้องเรียนเสมือนจริง (Virtual classrooms) ช่วยสร้างพื้นที่สำหรับการเรียนการสอนที่ไม่จำกัดด้วยข้อจำกัดทางภูมิศาสตร์ ผู้เรียนสามารถเข้าร่วมชั้นเรียนภาษาในรูปแบบสามมิติที่จำลองห้องเรียนจริง มีการพูดคุย ถาม-ตอบ และทำกิจกรรมกลุ่มผ่านอวตารของตนเอง การใช้ห้องเรียน VR ช่วยเสริมการเรียนรู้โดยทำให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้มากขึ้นลดความเขินอายในการใช้ภาษาต่างประเทศ และส่งเสริมการเรียนรู้แบบโต้ตอบ (Interactive learning) 4.3) กิจกรรมจำลองวัฒนธรรม VR ยังสามารถนำมาใช้ในการจำลองกิจกรรมทางวัฒนธรรม (Immersive cultural simulations) เช่น การเข้าร่วมเทศกาลพื้นเมือง การเยี่ยมชมพิพิธภัณฑ์เสมือนจริง หรือการมีส่วนร่วมในพิธีการทางวัฒนธรรมของประเทศเจ้าของภาษา การมีประสบการณ์เหล่านี้ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจบริบทวัฒนธรรมที่สัมพันธ์กับภาษา ช่วยเสริมสร้างทักษะการสื่อสารข้ามวัฒนธรรมอย่างมีประสิทธิภาพ กรณีตัวอย่างโครงการ Beijing Virtual Cultural Tour ของมหาวิทยาลัยปักกิ่ง พาผู้เรียนสำรวจพระราชวังต้องห้าม (Forbidden City) และหอฟ้าเทียนถาน (Temple of Heaven) ของกรุงปักกิ่ง ผ่าน VR พร้อมบทเรียนภาษาจีนควบคู่ไปด้วย

5. การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนเพื่อการเรียนภาษาจีนเบื้องต้นในบริบทการศึกษาระดับอุดมศึกษาไทย

ในบริบทของการศึกษาระดับอุดมศึกษาในประเทศไทย โดยเฉพาะในกลุ่มสาขาครุศาสตร์ ศึกษาศาสตร์ และเทคโนโลยีการศึกษา วิชาภาษาจีนเบื้องต้นมีความสำคัญเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ทั้งในเชิงพหุภาษาและการเตรียมความพร้อมสำหรับเศรษฐกิจดิจิทัลที่เชื่อมโยงกับจีนอย่างใกล้ชิด การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน (VR) เพื่อการเรียนภาษาจีนเบื้องต้นจึงสอดคล้องกับแนวโน้มการปฏิรูปการศึกษาในศตวรรษที่ 21 ซึ่งเน้นการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ (Experiential learning) และการมีส่วนร่วมเชิงลึก (Deep engagement) นโยบาย Thailand 4.0 มุ่งเน้นการพัฒนากำลังคนที่มีทักษะดิจิทัล (Digital skills) และทักษะภาษาต่างประเทศ (Foreign language skills) เพื่อตอบสนองตลาดแรงงานยุคใหม่ ซึ่งการนำ VR มาประยุกต์ใช้ในการศึกษาถือเป็นเครื่องมือสำคัญในการสนับสนุนเป้าหมายดังกล่าวอย่างเป็นรูปธรรม การเรียนรู้ผ่าน VR ช่วยส่งเสริมการเรียนรู้เชิงนวัตกรรม (Innovative learning) และเชิงสร้างสรรค์ (Creative learning) พัฒนาทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 ได้แก่ การคิดวิเคราะห์ การแก้ไขปัญหา และการสื่อสารข้ามวัฒนธรรม (Intercultural communication) การใช้ VR ในการเรียนภาษาจีนเบื้องต้น ไม่เพียงช่วยพัฒนาทักษะการใช้ภาษาในบริบทจริงแต่ยังเสริมสร้างความเข้าใจวัฒนธรรม อันเป็นหัวใจสำคัญของ

การสื่อสารในเศรษฐกิจดิจิทัลระหว่างประเทศ นอกจากนี้ การผลิตบัณฑิตครูในสาขาครุศาสตร์ ศึกษาศาสตร์ ที่สามารถบูรณาการ VR ในการจัดการเรียนรู้ภาษาจะมีบทบาทสำคัญในการขับเคลื่อนนวัตกรรมทางการศึกษาและยกระดับความสามารถของผู้เรียนไทยให้พร้อมแข่งขันในเวทีเศรษฐกิจโลก ดังนั้นการสนับสนุนการพัฒนาหลักสูตร การฝึกอบรม และโครงการนำร่องที่บูรณาการการใช้ VR ในการเรียนการสอน จึงเป็นแนวทางสำคัญในการขับเคลื่อนระบบการศึกษาไทยสู่ความยั่งยืนในยุค Thailand 4.0 อย่างแท้จริง

6. การเรียนภาษาจีนเบื้องต้นและความจำเป็นในการฝึกฝนอย่างเข้มข้น

ภาษาจีนกลาง (Mandarin Chinese) นับเป็นภาษาต่างประเทศที่มีโครงสร้างภาษาซับซ้อน และมีความแตกต่างอย่างมากจากภาษาไทยและภาษาตะวันตก ทั้งในด้านเสียงพูด ระบบการเขียน และการใช้ไวยากรณ์จีน ส่งผลให้การเรียนภาษาจีนเบื้องต้นมีลักษณะที่ต้องอาศัยการฝึกฝนอย่างมาก เพื่อให้สามารถสื่อสารได้อย่างมีประสิทธิภาพ 6.1) ความซับซ้อนเฉพาะตัวของภาษาจีนที่ส่งผลต่อการเรียนรู้ 6.1.1) ระบบการออกเสียงและวรรณยุกต์ (Tones) ภาษาจีนเป็นภาษาวรรณยุกต์ (Tonal language) ที่ใช้เสียงสูงต่ำเพื่อแยกความหมายของคำพยางค์เดียวกัน อย่างเช่นเสียง “ba” เมื่อออกเสียงต่างระดับ จะมีความหมายต่างกันถึง 4 แบบ การออกเสียงผิดเพียงเล็กน้อยอาจทำให้ความหมายเปลี่ยนไปโดยสิ้นเชิง ผู้เรียนจำเป็นต้องฝึกฝนการฟังและการเปล่งเสียงอย่างต่อเนื่อง 6.1.2) ระบบตัวอักษร (Characters) ตัวอักษรจีนไม่ใช่ระบบตัวอักษรตามเสียง (Phonetic alphabet) เช่น ภาษาอังกฤษ ภาษาฝรั่งเศส แต่เป็นระบบอักษรภาพ (Logographic system) ซึ่งต้องจดจำตัวอักษรหลายพันตัว รวมถึงลำดับขีด (Stroke order) และองค์ประกอบย่อยของตัวอักษร ผู้เรียนต้องใช้เวลาและการทบทวนซ้ำอย่างมีวินัยเพื่อให้เกิดการจดจำอย่างยั่งยืน 6.1.3) ไวยากรณ์และโครงสร้างประโยค แม้ว่าภาษาจีนจะมีไวยากรณ์ที่ตรงไปตรงมากว่าภาษาอื่นในบางมิติ คือ ไม่มีการเปลี่ยนรูปคำกริยา แต่การจัดลำดับคำ และการใช้ลักษณนามกลับมีความซับซ้อนและจำเป็นต้องอาศัยความเข้าใจที่แม่นยำผ่านการฝึกใช้งานจริง 6.2) เหตุผลที่การฝึกฝนภาษาจีนต้องสม่ำเสมอ 6.2.1) การสร้างความเคยชิน เนื่องจากภาษาจีนมีรูปแบบเสียงและตัวอักษรที่ไม่คุ้นเคย การฝึกฝนสม่ำเสมอจะช่วยให้ผู้เรียนพัฒนากลไกการจำ (Memory automation) และสร้างความเคยชิน (Habitualization) ในการออกเสียงและเขียนได้อย่างเป็นธรรมชาติ 6.2.2) การลดอุปสรรคด้านความเข้าใจวัฒนธรรม ภาษาจีนและวัฒนธรรมจีนมีความเชื่อมโยงกันอย่างแนบแน่น หลายคำหรือสำนวนไม่สามารถแปลตรงตัวได้ การฝึกฝนผ่านสถานการณ์จำลอง (Situational learning) หรือการเรียนผ่านบริบทจริงช่วยเสริมการเข้าใจความหมายเชิงวัฒนธรรมได้ดีขึ้น 6.2.3) การสร้างความมั่นใจในการสื่อสาร ผู้เรียนภาษาจีนเบื้องต้นมักมีความลังเลหรือกลัวการใช้ภาษาผิด การฝึกสนทนาในบริบทเสมือนจริง เช่น ผ่าน VR หรือกิจกรรมบทบาทสมมุติช่วยลดความกลัวและสร้างความมั่นใจในการสื่อสารภาษาจีนอย่างมีประสิทธิภาพ 6.3) แนวทางการออกแบบการเรียนรู้ที่ตอบโจทย์ความจำเป็นในการฝึกฝน 6.3.1) การใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน VR สามารถจำลองสถานการณ์จริง เช่น การซื้อของในตลาดจีน การสั่งอาหาร หรือการขึ้นรถไฟใต้ดินในกรุงปักกิ่ง ซึ่งช่วยให้ผู้เรียนได้ฝึกฝนภาษาในสภาพแวดล้อมที่ใกล้เคียงกับโลกจริง เพิ่มโอกาสในการใช้ภาษาเชิงปฏิบัติ 6.3.2) การเรียนรู้แบบ Active learning และTask-based learning การให้นักเรียนทำภารกิจ (Tasks) เช่น สัมภาษณ์เพื่อนร่วมชั้น หรือสื่อสารในภารกิจจำลองด้วยภาษาจีน จะกระตุ้นการฝึกฝนที่มีเป้าหมายชัดเจน และเสริมสร้างทักษะการใช้ภาษาอย่างเป็นธรรมชาติ ซึ่งแนวทางดังกล่าวสอดคล้องกับแนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบใช้ภารกิจเป็นฐาน (Task-Based Language Teaching: TBLT) ซึ่งเน้นการใช้ภาษาเพื่อการสื่อสารจริงในบริบทที่มีความหมายและมีเป้าหมายชัดเจน 6.3.3) การเรียนรู้แบบ Microlearning และ Spaced repetition การจัดการเรียนรู้เป็นบทเรียนสั้น ๆ (Microlearning) และการทบทวนเนื้อหาแบบเว้นช่วง (Spaced repetition) มีประสิทธิภาพสูงในการเสริมความจำระยะยาวสำหรับตัวอักษรจีนและคำศัพท์ใหม่ ๆ

7. การวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์การศึกษาและข้อพิจารณาการประยุกต์ใช้ VR เพื่อเสริมประสิทธิภาพการเรียนรู้ภาษา

การนำเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน (VR) มาประยุกต์ใช้ในสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ เช่น ตลาดจำลอง ห้องเรียนเสมือนจริง และกิจกรรมจำลองวัฒนธรรม ถือเป็นนวัตกรรมที่มีศักยภาพในการปฏิรูปการเรียนการสอนภาษาต่างประเทศอย่างมีนัยสำคัญ อย่างไรก็ตาม แม้เทคโนโลยีนี้จะมีข้อดีหลายประการ แต่ก็ยังมีข้อจำกัดที่จำเป็นต้องพิจารณาอย่างรอบด้าน การใช้ VR ช่วยสร้างสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่มีความสมจริง (Authentic learning environments) ผู้เรียนสามารถโต้ตอบกับบริบททางภาษาและวัฒนธรรมได้เสมือนอยู่ในสถานการณ์จริง การจำลองตลาด ห้องเรียน หรือกิจกรรมทางวัฒนธรรมช่วยให้การเรียนภาษามีความหมายมากขึ้น (Meaningful learning) และกระตุ้นแรงจูงใจภายใน (Intrinsic motivation) ในการเรียนรู้ (Ryan & Deci, 2000, p. 70) 7.1) พัฒนาทักษะภาษาเชิงปฏิบัติ VR เอื้อให้เกิดการฝึกทักษะการใช้ภาษาในสถานการณ์ที่หลากหลายและมีความซับซ้อน เช่น การสื่อสารในร้านอาหาร สนามบิน หรือพิธีทางวัฒนธรรม ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิด Interaction hypothesis

ของ Long (1985, p. 378) ที่ระบุว่าการเรียนรู้ภาษาจะเกิดขึ้นอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุดเมื่อผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์ในบริบทที่มีความหมาย (Meaningful interaction) 7.2) เสริมสร้างความเข้าใจข้ามวัฒนธรรม การเรียนรู้ภาษาควบคู่กับการสัมผัสวัฒนธรรมจริงผ่าน VR ช่วยพัฒนาความสามารถในการสื่อสารข้ามวัฒนธรรม (Intercultural communicative competence) ตามแนวทางของ Byram (1997, p. 34) ซึ่งเน้นว่าการเข้าใจความแตกต่างทางวัฒนธรรมเป็นองค์ประกอบสำคัญของการใช้ภาษาต่างประเทศอย่างมีประสิทธิภาพ 7.3) สนับสนุนการเรียนรู้แบบ Personalized learning โดย VR ช่วยให้สามารถปรับแต่งสถานการณ์การเรียนรู้ให้เหมาะสมกับระดับทักษะและความสนใจของผู้เรียนแต่ละคน เช่น ผู้เรียนระดับต้นอาจฝึกบทสนทนาง่าย ๆ ในตลาด ในขณะที่ผู้เรียนระดับสูงสามารถฝึกการเจรจาธุรกิจในสำนักงานเสมือน

8. ข้อพิจารณาผลกระทบการใช้ VR เพื่อเสริมประสิทธิภาพการเรียนรู้ภาษา

ในยุคที่เทคโนโลยีดิจิทัลพัฒนาอย่างรวดเร็ว การนำเทคโนโลยีเสมือนจริง VR เข้ามาประยุกต์ใช้ในด้านการศึกษาได้รับความสนใจอย่างแพร่หลาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการเรียนรู้ภาษาต่างประเทศ ซึ่งเป็นทักษะที่ต้องอาศัยทั้งประสบการณ์เชิงปฏิสัมพันธ์และบริบททางวัฒนธรรม VR มีศักยภาพในการสร้างสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่สมจริงและเสริมสร้างประสบการณ์ที่ผู้เรียนอาจไม่สามารถเข้าถึงได้ในโลกจริง อย่างไรก็ตาม การนำ VR มาใช้เพื่อส่งเสริมประสิทธิภาพการเรียนรู้ภาษายังมีข้อพิจารณาทั้งในด้านผลกระทบเชิงบวกและข้อจำกัดที่ควรให้ความสำคัญ การศึกษาในหัวข้อนี้จึงมุ่งวิเคราะห์ผลกระทบของการใช้ VR ทั้งในด้านพฤติกรรมผู้เรียน การพัฒนา 4 ทักษะทางภาษา และความคุ้มค่าทางการศึกษา เพื่อประกอบการพิจารณาเลือกใช้เทคโนโลยีดังกล่าวอย่างเหมาะสม ได้แก่ 8.1) ต้นทุนสูงและการเข้าถึงที่ไม่จนเกิดความเลื่อมล้ำการเรียนรู้ แม้ต้นทุนของอุปกรณ์ VR จะลดลงเมื่อเทียบกับช่วงเริ่มต้นที่ผลิตออกมา แต่ก็ยังคงเป็นอุปสรรคสำหรับผู้เรียนและสถาบันการศึกษาที่มีงบประมาณจำกัด อุปกรณ์ VR เช่น Oculus Quest, HTC Vive หรือการพัฒนาซอฟต์แวร์เฉพาะทาง ยังคงมีราคาต้นทุนที่สูง และต้องการโครงสร้างพื้นฐานทางเทคโนโลยีที่ดี เช่น อินเทอร์เน็ตความเร็วสูง เสถียรภาพของเครือข่ายอินเทอร์เน็ต 8.2) ความเสี่ยงต่อการลดทอนการสื่อสารเชิงอารมณ์ การใช้ VR อาจลดการรับรู้สัญญาณอวัจนภาษา (Non-verbal communication) ที่ละเอียดอ่อน เช่น สีหน้า น้ำเสียง และภาษากาย ซึ่งมีความสำคัญอย่างยิ่งในการสื่อสารในชีวิตจริง โดยเฉพาะในบริบทข้ามวัฒนธรรมที่อารมณ์และกิริยาท่าทางมีความหมายแฝงสูง 8.3) ความจำกัดของเนื้อหาและบริบทการเรียนรู้ เนื้อหาการเรียนรู้ใน VR มักถูกออกแบบให้จำกัดอยู่ในบางสถานการณ์จำลอง ซึ่งอาจไม่สามารถครอบคลุมความหลากหลายของภาษาและวัฒนธรรมได้อย่างครบถ้วน ตัวอย่างเช่น การใช้ภาษาแสลง (Slang) หรือภาษาทางการในบริบทธุรกิจ (Formal business language) มักไม่ได้รับการสอดแทรกอย่างเป็นระบบในสภาพแวดล้อมเสมือน ส่งผลให้ผู้เรียนอาจพลาดโอกาสในการเข้าใจรูปแบบการสื่อสารที่หลากหลายในชีวิตจริง 8.4) ปัญหาด้านสุขภาพและความปลอดภัย การใช้งาน VR เป็นเวลานานอาจก่อให้เกิดปัญหา เช่น อาการเวียนศีรษะจากการเคลื่อนไหวในโลกเสมือน (Motion sickness) หรือปัญหาสายตาจากการจ้องจอนานเกินไป ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพการเรียนรู้ในระยะยาว

9. สรุป

การเรียนภาษาจีนเบื้องต้นมีความสำคัญเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องในบริบทของเศรษฐกิจดิจิทัลและโลกาภิวัตน์ โดยเฉพาะในประเทศไทยที่กำลังขับเคลื่อนเศรษฐกิจด้วยนโยบาย Thailand 4.0 ซึ่งให้ความสำคัญกับการพัฒนากำลังคนที่มีทักษะดิจิทัลควบคู่กับทักษะพหุภาษา การประยุกต์ใช้เทคโนโลยี VR เพื่อการเรียนภาษาจีนเบื้องต้นจึงสอดคล้องกับแนวทางการปฏิรูปการศึกษาในศตวรรษที่ 21 และถือเป็นการลงทุนที่มีความคุ้มค่าในเชิงเศรษฐศาสตร์การศึกษา การใช้ VR เพื่อสร้างสภาพแวดล้อมการเรียนรู้และฝึกฝนภาษาที่สมจริง ช่วยให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาทักษะฟัง พูด อ่าน เขียน รวมถึงการเข้าใจวัฒนธรรมจีนได้อย่างลึกซึ้ง สอดคล้องกับทฤษฎีทุนมนุษย์ (Human capital theory) ของ Becker (1964, p. 17) ที่เสนอว่าการลงทุนในการพัฒนาทักษะที่เป็นที่ต้องการในตลาดแรงงาน จะนำไปสู่การเพิ่มผลิตภาพและรายได้ในอนาคต ซึ่งเป็นแนวคิดสำคัญในสาขาเศรษฐศาสตร์และองค์กรศึกษาที่ให้ความสำคัญกับการลงทุนในมนุษย์ โดยมองว่าทักษะ ความรู้ ประสบการณ์ และสุขภาพของบุคคลเป็นทุนที่สามารถเพิ่มผลิตภาพและสร้างมูลค่าทางเศรษฐกิจได้ แม้ว่า VR จะมีต้นทุนเริ่มต้นสูงในด้านอุปกรณ์และการพัฒนาหลักสูตร แต่ในระยะยาวสามารถลดต้นทุนทางอ้อม เช่น ค่าเดินทางไปต่างประเทศ หรือเวลาในการเรียนรู้ และเพิ่มโอกาสในการเข้าถึงอาชีพที่ต้องการทักษะภาษาจีนและทักษะดิจิทัล สอดคล้องกับแนวคิดการวิเคราะห์ความคุ้มค่าเชิงต้นทุนและผลประโยชน์ทางการศึกษา (Cost-benefit analysis: CBA) Psacharopoulos (1994, p. 1325) ซึ่งเน้นการวิเคราะห์ความคุ้มค่าระหว่างต้นทุนและผลประโยชน์ทางการศึกษา ดังนั้นการส่งเสริมการเรียนภาษาจีนผ่าน VR จึงเป็นแนวทางที่สนับสนุนเป้าหมายของ Thailand 4.0 ในการพัฒนาทุนมนุษย์ที่มีทักษะในศตวรรษที่ 21 โดยเฉพาะในสาขาครุศาสตร์และศึกษาศาสตร์ ซึ่งการผลิตครูที่สามารถออกแบบและใช้ VR เป็นเครื่องมือ

ในการสอนภาษาจะมีบทบาทสำคัญในการยกระดับคุณภาพการศึกษาไทย และเตรียมบุคลากรให้พร้อมสำหรับเศรษฐกิจดิจิทัลและเศรษฐกิจฐานความรู้ในอนาคต

10. ข้อเสนอแนะ

การส่งเสริมการผลิตบัณฑิตครูในสาขาหลัก ได้แก่ กลุ่มวิชาภาษา คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ ให้มีทักษะในการใช้เทคโนโลยี VR เพื่อออกแบบและจัดการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพ สอดคล้องกับแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) จัดการศึกษาในรูปแบบบูรณาการ (Integrate) ความรู้และทักษะจากทั้ง 4 สาขา วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์เข้ากับทักษะศตวรรษที่ 21 เพื่อแก้ไขปัญหาหรือสร้างสรรค์นวัตกรรมผลผลิตใหม่ ๆ การพัฒนาความสามารถของครูในการผลิตสื่อ VR ด้วยเครื่องมือสร้างสรรค์ดิจิทัล เพื่อรองรับการเติบโตของอุตสาหกรรมการศึกษานวัตกรรม และสร้างแรงขับเคลื่อนในภาคการศึกษาให้ตอบสนองกับความต้องการของผู้เรียนยุคใหม่ และภาครัฐควรจัดทำ Roadmap สำหรับการส่งเสริมการใช้ VR ในการเรียนการสอน โดยเฉพาะในรายวิชาภาษาจีนและวิชาหลักในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานและอุดมศึกษา ควรกำหนดเป้าหมายเชิงยุทธศาสตร์ในระยะสั้น กลาง และยาว พร้อมตัวชี้วัด (KPIs) ที่สามารถติดตามผลและประเมินความคืบหน้าได้อย่างเป็นระบบ อย่างระยะที่ 1 (ปีที่ 1–2) พัฒนาและทดลองนำร่อง ในระยะเริ่มต้น ควรมุ่งเน้นการพัฒนาหลักสูตรภาษาจีนเบื้องต้นที่บูรณาการเทคโนโลยี VR เพื่อสร้างสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่มีความเสมือนจริงและเน้นปฏิสัมพันธ์สูง ตอบสนองต่อแนวโน้มของเศรษฐกิจดิจิทัล และการพัฒนาทุนมนุษย์ในศตวรรษที่ 21 ควรดำเนินการควบคู่กับการพัฒนาศักยภาพครูใน 3 กลุ่มสาขาหลัก ได้แก่ กลุ่มภาษา (เช่น ภาษาจีน ภาษาอังกฤษ และภาษาอื่น ๆ) กลุ่มคณิตศาสตร์ และกลุ่มวิทยาศาสตร์ โดยจัดอบรมครูให้มีความเชี่ยวชาญในการใช้ VR เพื่อการจัดการเรียนรู้ที่เน้นประสบการณ์ตรง การแก้ปัญหา และการคิดวิเคราะห์เชิงนวัตกรรม ภายใต้ระยะนี้ ควรจัดตั้ง โครงการนำร่อง (Pilot projects) ภายในมหาวิทยาลัยและคณะด้านครุศาสตร์ศึกษาศาสตร์ หรือสาขาเทคโนโลยีการศึกษา เพื่อทำหน้าที่เป็นศูนย์กลางด้านการทดลองและขยายผลในระดับภูมิภาค โดยควรมีการจัดสรรงบประมาณสำหรับการจัดซื้ออุปกรณ์ VR และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง การพัฒนาทักษะครูแบบเป็นระบบ รวมถึงการผลิตต้นแบบสื่อการเรียนรู้ VR ที่สะท้อนวัฒนธรรมและบริบทท้องถิ่น เพื่อเสริมสร้างอัตลักษณ์ไทยในสภาพแวดล้อมดิจิทัล ระยะที่ 2 (ปีที่ 3-5): ขยายผลและบูรณาการระบบนิเวศการเรียนรู้ใหม่ ในช่วงระยะขยายผลควรผลักดันการใช้เทคโนโลยี VR ในโรงเรียนต้นแบบทั่วประเทศ เพื่อยกระดับคุณภาพการเรียนรู้และขยายโอกาสทางการศึกษาอย่างเท่าเทียม โดยเฉพาะการลดช่องว่างระหว่างโรงเรียนในเขตเมืองกับชนบทในบริบทของเศรษฐกิจดิจิทัล ควรมุ่งพัฒนาทักษะของบัณฑิตครูให้ก้าวข้ามจากการเป็น “ผู้ใช้” เทคโนโลยี ไปสู่การเป็น “ผู้ผลิต” เนื้อหา VR ด้วยตนเอง เช่น การออกแบบห้องเรียนเสมือนจริง ตลาดจำลอง หรือห้องทดลองวิทยาศาสตร์เสมือน เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม และเชิงสร้างสรรค์ โดยเน้น learning by doing และการบูรณาการแนวคิด STEM education อย่างเป็นระบบในบริบทการสอนจริง การ VR ควรถูกบูรณาการอย่างเป็นทางการในหลักสูตรระดับประถมศึกษา มัธยมศึกษา และอุดมศึกษา โดยมุ่งเน้นการพัฒนาทักษะเชิงดิจิทัลของผู้เรียน การคิดวิเคราะห์ การสื่อสาร และการแก้ปัญหา นอกจากนี้ ควรส่งเสริมความร่วมมือระหว่างภาคการศึกษาและภาคอุตสาหกรรมสร้างสรรค์ (Creative industries) เช่น สตูดิโอ VR, EdTech startups, และสถาบันวิจัยนวัตกรรม เพื่อร่วมกันพัฒนาสื่อการเรียนรู้ใหม่และสร้างระบบนิเวศการเรียนรู้ดิจิทัลที่มีชีวิตชีวา รองรับอุตสาหกรรมการศึกษายุคใหม่ ควรมีการสนับสนุนการวิจัยและประเมินผลในมิติเศรษฐศาสตร์การศึกษา (Economics of Education) โดยเฉพาะอย่างยิ่งผ่านการวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทน (CBA) เพื่อให้สามารถประเมินความคุ้มค่าของการลงทุนในเทคโนโลยีทางการศึกษาอย่างรอบด้าน ไม่เพียงเฉพาะด้านทุนทางการเงินเท่านั้น แต่ยังครอบคลุมถึงผลลัพธ์ในเชิงคุณภาพ เช่น การเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การลดความเหลื่อมล้ำทางการศึกษา และการพัฒนาทักษะที่สอดคล้องกับตลาดแรงงานในอนาคต โดยช่วยให้หน่วยงานภาครัฐและผู้มีส่วนเกี่ยวข้องสามารถเลือกแนวทางการลงทุนที่มีประสิทธิภาพสูงสุดในระยะยาว ลดความเสี่ยงของการใช้งบประมาณอย่างไม่มีประสิทธิผล และเพิ่มโอกาสในการสร้างระบบการศึกษาที่ทันสมัยและเท่าเทียมมากยิ่งขึ้น ระยะที่ 3 (ปีที่ 6 เป็นต้นไป): สร้างระบบนิเวศนวัตกรรมการศึกษา ในระยะต่อเนื่องนี้ ควรมุ่งเน้นการสถาปนา ระบบนิเวศนวัตกรรมการศึกษา (Educational innovation ecosystem) ที่ยั่งยืน โดยมีแกนกลางอยู่ที่เทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน (VR) ผ่านการจัดตั้ง ศูนย์นวัตกรรมการศึกษาด้วยเทคโนโลยี VR ภายในมหาวิทยาลัยชั้นนำและเครือข่ายโรงเรียนทั่วประเทศ ศูนย์เหล่านี้จะทำหน้าที่เป็นศูนย์กลางด้านการวิจัย พัฒนา และเผยแพร่นวัตกรรมการเรียนรู้เชิงเทคโนโลยี เพื่อผลักดันการเปลี่ยนผ่านสู่การเรียนรู้แห่งอนาคตอย่างเป็นระบบ นอกจากนี้ ควรส่งเสริมการส่งออกเนื้อหา VR เพื่อการศึกษา ไปยังภูมิภาคอาเซียนและประเทศเพื่อนบ้าน เพื่อเสริมสร้างบทบาทของประเทศไทยในเศรษฐกิจดิจิทัลระดับภูมิภาค อันเป็นโอกาสในการแสดงศักยภาพด้านเทคโนโลยีการเรียนรู้ของไทยบนเวทีโลก ควบคู่ไปกับนั้น

จำเป็นต้องมีการพัฒนาสตาร์ทอัพด้าน VR เพื่อการศึกษา (VR EdTech Startups) ที่ขับเคลื่อนโดยเยาวชนและผู้ประกอบการรุ่นใหม่ สนับสนุนการพัฒนานวัตกรรมการเรียนรู้ที่ตอบโจทย์ความต้องการของสังคมไทยและสอดคล้องกับการพัฒนาทุนมนุษย์ในยุคปัญญาประดิษฐ์ ในมิติของการใช้งาน ควรดำเนินการ พัฒนาและผลิตบัณฑิตครูในสาขาหลัก ได้แก่ ภาษา คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ ให้สามารถบูรณาการ VR เข้ากับการจัดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ที่สมจริงและกระตุ้นการมีส่วนร่วมของนักเรียนในทุกระดับ ในระดับครูปฏิบัติการ ควรส่งเสริม การพัฒนาทักษะการใช้และการผลิตสื่อ VR ทั้งในมิติการปฏิบัติและการออกแบบเชิงสร้างสรรค์ พร้อมทั้งจัดทำ โครงการนำร่องและต้นแบบสื่อ VR ที่เหมาะสมกับบริบทวัฒนธรรมไทย เพื่อลดช่องว่างทางเทคโนโลยีระหว่างภูมิภาค อย่างไรก็ตามการใช้เทคโนโลยี VR ในการเรียนภาษาต่างประเทศช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนรู้ โดยเฉพาะทักษะการฟัง–พูดผ่านสถานการณ์เสมือนจริง อีกทั้งยังเปิดโอกาสให้ผู้เรียนเข้าถึงประสบการณ์วัฒนธรรมของเจ้าของภาษาได้อย่างใกล้เคียงจริง ซึ่งการเรียนการสอนแบบดั้งเดิมไม่สามารถทำได้ ส่งผลให้ผู้เรียนมีแรงจูงใจและความมั่นใจในการใช้ภาษามากขึ้น พร้อมลดความวิตกกังวลในการสื่อสาร แม้การลงทุนเริ่มต้นด้านอุปกรณ์และซอฟต์แวร์มีค่าใช้จ่ายสูง แต่หากเปรียบเทียบกับค่าใช้จ่ายในการเดินทางไปเรียนต่างประเทศ VR สามารถช่วยลดต้นทุนระยะยาวและสร้างความคุ้มค่าได้ อีกทั้งเมื่อมีการใช้ในวงกว้าง ต้นทุนต่อหัวจะลดลงและสร้างผลตอบแทนเชิงสังคม เช่น การเพิ่มศักยภาพแรงงานในตลาดโลก แต่หากพึ่งพา VR มากเกินไป อาจทำให้ผู้เรียนขาดการปฏิสัมพันธ์กับเจ้าของภาษาในชีวิตจริง ส่งผลให้ทักษะด้านการสื่อสารในสถานการณ์ที่ไม่คาดคิดและการตีความนัยทางสังคม–วัฒนธรรมลดลงได้

เอกสารอ้างอิง

Becker, G. S. (1964). *Human capital: A theoretical and empirical analysis, with special reference to education*. University of Chicago Press.

British Council. (2021). *The value of language skills in a global economy*. British Council Press.

Byram, M. (1997). *Teaching and assessing intercultural communicative competence*. Multilingual Matters Press.

Dede, C. (2009). Immersive interfaces for engagement and learning. *Science*, *323*(5910), 66–69.

Graddol, D. (2006). *English next: Why global English may mean the end of 'English as a foreign language'*. British Council Press.

Jerald, J. (2015, 29 October). *The VR book: Human-centered design for virtual reality.* researchgate.net/https://www.researchgate.net/publication/316857448_The_VR_Book_Human-Centered_Design_for_Virtual_Reality.

Lan, Y. J. (2020). Immersion, interaction, and experience-oriented learning: Bringing virtual reality into language education. *Language Learning & Technology*, *24*(1), 1–15.

Long, M. H. (1985). Input and second language acquisition theory. In S. M. Gass & C. G. Madden (Eds.), *Input in second language acquisition* (pp. 377–393). Newbury House Press.

Psacharopoulos, G. (1994, September). *Returns to investment in education: A global update*. World Development. sciencedirect.com/ https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0305750X94900078?via%3Dihub.

Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2000). Intrinsic and extrinsic motivations: Classic definitions and new directions. *Contemporary Educational Psychology*, *25*(1), 54–67.

"ข้อคิดเห็น เนื้อหา รวมทั้งการใช้ภาษาในบทความถือเป็นความรับผิดชอบของผู้เขียน"

Research article

การพัฒนาสื่อการสอนเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง หน้าที่การทำงานของชิ้นส่วนเครื่องยนต์เล็กแก๊สโซลีน สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างยนต์

DEVELOPMENT OF INSTRUCTIONAL MEDIA AUGMENTED REALITY TECHNOLOGY ON WORKING DUTY OF SMALL GASOLINE ENGINE FOR VOCATIONAL CERTIFICATE LEVEL STUDENTS IN VEHICLE TECHNOLOGY DIVISION

ธวัชชัย หงษ์อ่อนสา สุรวุฒิ ยะนิล เมธา อึ่งทอง และวิทวัส ทิพย์สุวรรณ*

Thawatchai Hongonsa, Surawut Yanil, Metha Oungthong, and Wittawat Tipsuwan*

Hongonsa_1990@hotmail.com, Surawut.y@fte.kmutnb.ac.th, metha.o@fte.kmutnb.ac.th, and Wittawat.t@fte.kmutnb.ac.th*

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ กรุงเทพมหานคร 10800 ประเทศไทย
Faculty of Technical Education, King Mongkut's University of Technology North Bangkok, Bangkok 10800 Thailand

Journal of Industrial Education. 2025, Vol. 24 (No. 2), **https://doi.org/10.55003/JIE.24206**

Received: May 21, 2025, | **Revised:** June 13, 2025, | **Accepted:** July 22, 2025

Citation reference :
Hongonsa, T., Yanil, S., Oungthong, M., & Tipsuwan, W. (2025). Development of instructional media augmented reality technology on working duty of small gasoline engine for vocational certificate level students in vehicle technology division. **Journal of Industrial Education, 24**(2), 1-12.

ABSTRACT

This research were to develop and make the efficiency assessment of Augmented Reality (AR) technology media in small gasoline engine job, focusing on the functions of small gasoline engine parts and to make the comparative study of the Student's Learning achievement who taught using AR technology media in small gasoline engine job with a criterion group, which consisted of 30 vocational certificate level students. They were selected by cluster random sampling. The instruments used in this research were: 1) AR technology media 2) A learning achievement test in a multiple-choice format with four choices. The index of item-objective congruence (IOC) for each item ranged from 0.60 to 1.00, a difficulty index ranging between 0.40 to 0.67, a discrimination value ranging between 0.20 to 0.87, and a reliability of 0.86. Commonly used statistical analyses, standard deviation, and t-test statistics. The results of the search indicate that: 1) AR technology media in small gasoline engine, focusing on the functions of small gasoline engine parts for vocational certificate students in the Automotive Mechanics Department was a high level of suitability and an efficiency of 81.67/83.89 2) Student's Learning achievement who taught using AR technology was statistically of 80/80 higher than the criterion at .05 level of significance.

Keywords: Instructional media, Augmented reality, Small gasoline engine

**Corresponding author E-mail: Wittawat.t@fte.kmutnb.ac.th* *ISSN: 2985-1890 (Online)*

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการพัฒนาและหาประสิทธิภาพเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ในงานเครื่องยนต์เล็กแก๊สโซลีน เรื่องหน้าที่การทำงานของชิ้นส่วนเครื่องยนต์เล็กแก๊สโซลีนและเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมในงานเครื่องยนต์เล็กแก๊สโซลีนกับเกณฑ์กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพ จำนวน 30 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล 1) สื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีลักษณะเป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก มีค่าดัชนีความสอดคล้องทุกข้อตั้งแต่ 0.6-1.00 ขึ้นไป ค่าความยากง่าย 0.40-0.67 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20-0.87 และค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.86 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลค่าเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สถิติทดสอบที ผลการวิจัยพบว่า 1) สื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ในงานเครื่องยนต์เล็กแก๊สโซลีน เรื่องหน้าที่การทำงานของชิ้นส่วนเครื่องยนต์เล็กแก๊สโซลีน สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างยนต์ มีระดับความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก และมีประสิทธิภาพเท่ากับ 81.67/83.89 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยสื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 อย่างมีระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05

คำสำคัญ: สื่อการสอน, ความเป็นจริงเสริม, เครื่องยนต์เล็กแก๊สโซลีน

1. บทนำ

ทรัพยากรมนุษย์เป็นสิ่งที่สำคัญในการพัฒนาประเทศ การพัฒนาการศึกษาให้กับเยาวชนในชาติให้มีความเข้มแข็งทั้งร่างกาย ความรู้ ทักษะ ความสามารถและจิตนิสัยที่ดี ซึ่งเป็นหน้าที่ของครูที่ต้องมีกลยุทธ์และเทคนิควิธีการสอนที่หลากหลายเพื่อเพิ่มพูนและสร้างบุคลากรที่มีคุณภาพพร้อมออกสู่สังคมจริงและอยู่ได้อย่างมีความสุข ซึ่งจุดมุ่งหมายของการศึกษาได้กำหนดแนวการจัดการศึกษาที่สำคัญเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมตามจุดประสงค์ 3 ด้าน ได้แก่ ด้านความรู้การคิด ด้านเจตคติ และด้านทักษะ ตามพระราชบัญญัติการศึกษา พ.ศ.2542 (แก้ไขเพิ่มเติม ฉบับที่ 2 พ.ศ.2545) กล่าวว่า การศึกษา คือ กระบวนการเรียนรู้เพื่อความเจริญงอกงามของบุคคลและสังคมโดยการถ่ายทอดความรู้ การฝึก การอบรม การสืบสานทางวัฒนธรรม การสร้างสรรค์ การสร้างองค์ความรู้อันเกิดจากการจัดสภาพแวดล้อมสังคม การเรียนรู้และปัจจัยเกื้อหนุนให้บุคคลเรียนรู้อย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต การจัดการศึกษาต้องเป็นไปเพื่อพัฒนาคนไทยให้เป็นมนุษย์ที่สมบูรณทั้งร่างกาย จิตใจ สติปัญญา ความรู้ และคุณธรรม มีจริยธรรมและวัฒนธรรมในการดำรงชีวิต สามารถอยู่รวมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข ตามนโยบายปฏิรูปการศึกษาและการสร้างสังคมแห่งการเรียนรู้ตลอดชีวิต การศึกษาควรมุ่งส่งเสริมให้ผู้เรียนเป็นคนดี มีวินัย ภูมิใจในชาติ รวมทั้งเสริมสร้างศักยภาพตามความถนัด ส่งเสริมการอ่านเพื่อสร้างอนาคตและรายได้พร้อมกับกระจายอำนาจการศึกษาให้ผู้เรียนทุกคนเข้าถึงการเรียนรู้อย่างทั่วถึง โดยจัดหาอุปกรณ์การเรียนที่เหมาะสมกับแต่ละช่วงวัยและประยุกต์ใช้ระบบเทคโนโลยีการศึกษาที่ทันสมัย เพื่อให้ผู้เรียนในทุกช่วงวัยได้รับการพัฒนาอย่างครบถ้วนในทุกมิติตามบริบทของประเทศและสังคมโลก ภายใต้แนวคิด “เรียนดี มีความสุข” (Ministry of Education [MOE], 2023, Online) ซึ่งสอดคล้องกับนโยบายของ สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา (สอศ.) มุ่งเน้นการพัฒนาการอาชีวศึกษาให้มีคุณภาพและตรงกับความต้องการของตลาดแรงงาน โดยเน้นการผลิตและพัฒนากำลังคนให้มีทักษะสูง ส่งเสริมความร่วมมือกับภาคอุตสาหกรรม ขยายการศึกษาระบบทวิภาคี และพัฒนาหลักสูตรให้สอดคล้องกับเทคโนโลยีสมัยใหม่ นอกจากนี้ยังให้ความสำคัญกับการพัฒนาครูและบุคลากร ส่งเสริมการใช้นวัตกรรมและดิจิทัลในการเรียนการสอนขยายโอกาสทางการศึกษาให้แก่ผู้เรียนทุกกลุ่ม รวมถึงยกระดับอาชีวศึกษาสู่มาตรฐานสากลทั้งนี้ ยังมุ่งเน้นการบริหารจัดการอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อสร้างกำลังคนที่ตอบโจทย์การพัฒนาประเทศอย่างยั่งยืน (Office of the Vocational Education Commission [OVEC], 2024, Online)

งานเครื่องยนต์เล็กแก๊สโซลีนเป็นหัวข้อย่อยในรายวิชางานเครื่องยนต์เล็กที่จัดอยู่ในหมวดวิชาชีพ ในกลุ่มของวิชาชีพเลือกประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม สาขาวิชาช่างยนต์ เป็นวิชาพื้นฐานเริ่มต้นในการเรียนของนักเรียนสาขาวิชาช่างยนต์ ผู้เรียนต้องศึกษาและปฏิบัติเกี่ยวกับโครงสร้างของเครื่องยนต์ หลักการทำงานการถอดประกอบ การตรวจสอบชิ้นส่วนของเครื่องยนต์เล็กซึ่งชิ้นส่วนแต่ละชิ้นมีหน้าที่และคุณลักษณะจำเพาะแตกต่างกันออกไป จึงจำเป็นที่ผู้เรียนจะต้องรู้ เข้าใจและสามารถปฏิบัติได้ ดังนั้นรายวิชานี้มีความสำคัญอย่างยิ่งที่ผู้สอนต้องให้ข้อมูลที่เพียงพอแก่นักเรียนเพื่อที่จะนำไปเป็นพื้นฐานในการศึกษาต่อในระดับที่สูงขึ้น ซึ่งผู้เรียนจะต้องได้รับองค์ความรู้อย่างเพียงพอจากรายวิชานี้ (Wanarak, 2024, p. 68) ซึ่งในการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาเครื่องยนต์เล็กแก๊สโซลีน พบว่า พื้นฐานความรู้ ด้านทฤษฎีเบื้องต้นผู้เรียนจะเรียนเกี่ยวกับส่วนประกอบต่าง ๆ ของเครื่องยนต์ อาทิเช่น ชิ้นส่วนที่ไม่เคลื่อนที่ ชิ้นส่วนที่เคลื่อนที่ ซึ่งผู้สอนจะใช้สื่อที่เป็นเครื่องยนต์เล็กแก๊สโซลีนของจริง ผู้เรียนก็จะเห็นแต่ชิ้นส่วนภายนอกของเครื่องยนต์โดยที่ผู้เรียนจะไม่ได้เห็นชิ้นส่วนภายใน จึงส่งผลให้ผู้เรียนไม่สามารถปฏิบัติงานได้อย่าง

ถูกต้องขาดทักษะการปฏิบัติงานเกิดความกลัวเมื่อต้องลงมือปฏิบัติงาน ในปัจจุบันการศึกษาได้มีการพัฒนาไปอย่างต่อเนื่องในการคิดค้นเครื่องมือ อุปกรณ์และวิธีการต่าง ๆ ที่ทันสมัย เป็นสิ่งที่ช่วยให้ผู้สอนสามารถถ่ายทอดความรู้แก่ผู้เรียนให้บรรลุถึงจุดมุ่งหมายได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพอย่างหนึ่ง คือ “อุปกรณ์การสอน” ซึ่งจะเป็นสื่อกลางที่ผู้สอนใช้ถ่ายทอดความรู้ไปสู่ผู้เรียน ซึ่ง การเรียนรู้นั้น คือ การเปลี่ยนแปลงทางพฤติกรรมของผู้เรียน การเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้เมื่อได้สังเกตเห็นว่าบุคคลหรือผู้เรียนสามารถที่จะทำอะไรได้โดยที่ไม่เคยทำได้มาก่อนรู้จักและเข้าใจในสิ่งต่าง ๆ ได้ โดยที่ไม่เคยรู้จักหรือเข้าใจมาก่อน จึงเกิดการเปลี่ยนแปลงขึ้นเมื่อมีการเรียนรู้ และสามารถแสดงออกมาให้เห็นทางพฤติกรรมได้ทำให้ผู้เรียนมีการเปลี่ยนแปลงด้านพฤติกรรมได้ดีที่สุด และทำให้การเรียนการสอนนั้นเป็นไปตามวัตถุประสงค์ของหลักสูตรที่กำหนดไว้ (Yamdit, 2005, p. 417)

เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (Augmented reality) เป็นเทคโนโลยีประเภทหนึ่งที่มีการผสมผสานระหว่างโลกเสมือนจริง (Virtual world) เข้ากับโลกของความจริง (Real world) ซึ่งเป็นการนำภาพภาพเคลื่อนไหว หรือภาพสามมิติมาซ้อนทับกับภาพที่ต้องการ ซึ่งมีการทำงานโดยผ่านอุปกรณ์เชื่อมต่อประเภทต่าง ๆ ส่องไปยังภาพ จอภาพก็จะประมวลผลเพื่อแสดงภาพต่าง ๆ ตามที่ผู้พัฒนาได้สร้างไว้ เพื่อทำให้มองเห็นภาพกลายเป็นวัตถุ 2 มิติ และ 3 มิติ ลอยอยู่เหนือพื้นผิวจริง ดูมีมิติ มีความตื่นเต้นและเร้าใจ รูปแบบการนำเสนอที่ลอยออกจากจอของอุปกรณ์ เป็นการเปลี่ยนแปลงโฉมหน้าสื่อยุคใหม่เมื่อนำเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมมาใช้กับผู้เรียน จะสามารถดึงดูดความสนใจของผู้เรียนทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้จากการปฏิสัมพันธ์หรือการโต้ตอบมากยิ่งขึ้น (Pakorn, 2018, Online) เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เป็นเทคโนโลยีที่ผสมผสานภาพหรือองค์ประกอบดิจิทัล เช่น ภาพสาม มิติ เสียง และสื่อวิดีโอ ซ้อนทับบนภาพในโลกจริง (Doungutha & Reabsakul, 2024, pp. 212-229) โดยผู้ใช้สามารถมองผ่านอุปกรณ์ เช่น แว่นตา AR หรือสมาร์ทโฟนที่มีกล้อง เพื่อเห็นและโต้ตอบกับเนื้อหาเสริมที่ไม่ปรากฏอยู่จริงในพื้นที่ (Waiwanijchakij, 2018, pp. 153–172) ทั้งนี้ เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสามารถปรับแต่งเนื้อหาให้เป็นสองมิติ สามมิติ หรือแบบเคลื่อนไหวขึ้นอยู่กับการออกแบบสื่อ (Chalermdit et al., 2018, pp. 266-279) สื่อการเรียนรู้ไม่ว่าจะเป็นบุคคล วัสดุอุปกรณ์ วิธีการสอน เทคนิคต่าง ๆ ล้วนเป็นสื่อกลางที่ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และที่สำคัญอาจารย์ผู้สอนต้องรู้จักพัฒนาสื่อการสอน ที่จะนำไปให้นักศึกษาเกิดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด จึงต้องมีการพัฒนานวัตกรรมการจัดการเรียนรู้ผ่านโลกออนไลน์ (Online learning) ที่สามารถสนองตอบความแตกต่างระหว่างบุคคล สื่อดิจิทัลกับเทคโนโลยีความจริงเสริมเป็นสื่อทางการศึกษาที่นิยมนำมาใช้ในการเรียนการสอน ข้อดีคือสามารถสื่อสารไปยังคนกลุ่มใหญ่ได้จัดเก็บเป็นข้อมูลหรือรูปแบบไฟล์ดิจิทัลได้ทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ผ่านการได้ยินเสียง การเห็นภาพส่งผลให้เกิดกระบวนการเรียนรู้ (Suksai et al., 2021, pp. 146-158) ซึ่งปัจจุบันสามารถส่งขึ้นไปเป็นไฟล์ออนไลน์อยู่บนระบบอินเทอร์เน็ตได้ เพื่อตอบสนองความต้องการของผู้เรียน ช่วยในด้านการสืบค้นข้อมูล ช่วยลดระยะเวลาที่ใช้ในการเรียนรู้ส่งเสริมการเรียนรู้ ด้วยตนเองเป็นหลักเพื่อนำมาใช้แก้ปัญหาในการจัดการเรียนการสอน ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนาตนเองเต็มศักยภาพตามความแตกต่างระหว่างบุคคล (Arunrangsee, 2018, pp. 79-92)

จากปัญหาดังกล่าว สรุปได้ว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนน้อยขาดทักษะและความมั่นใจในการปฏิบัติงาน ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการสร้างสื่อนวัตกรรม เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพสื่อการสอนความจริงเสริมและเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในงานเครื่องยนต์เล็กแก๊สโซลีน เรื่องหน้าที่การทำงานของชิ้นส่วนเครื่องยนต์เล็กแก๊สโซลีน สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างยนต์ ซึ่งส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียนให้มีประสิทธิภาพ นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มขึ้น เหมาะสมสอดคล้องกับเนื้อหาและสมรรถนะการเรียนรู้รายวิชา โดยเน้นให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยตนเองจากสื่อความเป็นจริงเสริมทั้งส่วนของภาคทฤษฎีและส่วนอธิบายเนื้อหาหัวข้อหน้าที่การทำงานของชิ้นส่วนเครื่องยนต์เล็กแก๊สโซลีนส่งเสริมให้นักเรียนเกิดสมรรถนะการปฏิบัติงานและมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนอันส่งผลดีต่อการจัดการเรียนการสอนเกิดประโยชน์สูงสุดต่อผู้เรียน

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษางานวิจัยที่ผ่านมาพบว่า เทคโนโลยีความจริงเสริมได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้ในการพัฒนาสื่อการเรียนรู้ในหลากหลายสาขาวิชา เป็นแนวทางที่ช่วยเสริมสร้างความเข้าใจของผู้เรียน เพิ่มประสิทธิภาพของการเรียนรู้ สร้างความน่าสนใจในเนื้อหาวิชาและเสริมสร้างทักษะของผู้เรียนอย่างมีนัยสำคัญ งานวิจัยของ Pattanapipat and Meeusah (2022, pp. 15-30) ได้พัฒนาสื่อการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมกระบวนการคิดเชิงสร้างสรรค์ในการสื่อยุคดิจิทัลร่วมกับเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม โดยผลการวิจัยพบว่าคะแนนความคิดสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อสื่อในระดับมาก งานวิจัยของ Kongsanong et al. (2022, pp. 162-172) ได้พัฒนาสื่อความจริงเสริมคำศัพท์ภาษาอังกฤษสำหรับทักษะการอ่านภาษาอังกฤษเพื่อการเรียนคำศัพท์ภาษาอังกฤษในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น พบว่าสื่อมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์กำหนด ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 และนักเรียนมี

ความพึงพอใจในระดับมาก งานวิจัยของ Sangchai et al. (2024, pp. 24-32) ได้พัฒนาสื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์และเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง สมาร์ทฟาร์มโดยผลการวิจัยพบว่า คุณภาพของสื่อการเรียนรู้คุณภาพด้านเนื้อหาประเมินโดยผู้ทรงคุณวุฒิอยู่ในระดับดีมากและคุณภาพด้านการผลิตสื่อผลการประเมินอยู่ในระดับดี สื่อการเรียนรู้มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุดและงานวิจัยของ Chaimongkhol et al. (2020, pp. 80-89) ได้พัฒนาเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม 2 มิติ การตั้งศูนย์ชิ้นงานในงานกัดด้วยเครื่องจักรกลอัตโนมัติ ผลการวิจัยพบว่าสื่อการสอนมีประสิทธิภาพของกระบวนการมีค่าเท่ากับ 81.08 และประสิทธิภาพของผลลัพธ์มีค่าเท่ากับ 83.55 ซึ่งมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ 80/80 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยได้นำแนวทางการวิจัยมากำหนดเป็นกรอบแนวความคิดเพื่อพัฒนาเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมมาใช้กับผู้เรียนในงานเครื่องยนต์เล็กแก๊สโซลีน เรื่องหน้าที่การทำงานของชิ้นส่วนเครื่องยนต์เล็กแก๊สโซลีน เพื่อใช้เป็นสื่อในการเรียนการสอนสำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างยนต์ เพื่อเพิ่มความรู้ความเข้าใจในเนื้อหารายวิชามากยิ่งขึ้น ช่วยให้สามารถปฏิบัติงานได้อย่างถูกต้องและมีทักษะในการปฏิบัติงานของผู้เรียน โดยตั้งสมมุติฐานการวิจัยว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้สื่อการสอนความจริงเสริมในงานเครื่องยนต์เล็กแก๊สโซลีนเรื่องหน้าที่การทำงานของชิ้นส่วนเครื่องยนต์เล็กแก๊สโซลีนมีผลสัมฤทธิ์สูงกว่าเกณฑ์กำหนด 80/80

3. วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยและพัฒนา (Research and Development : R&D) ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตการวิจัยกรอบแนวคิดการวิจัยและขั้นตอนการวิจัยดังนี้

3.1 ขอบเขตการวิจัย

3.1.1 ขอบเขตด้านประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร คือ นักเรียนระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 วิทยาลัยการอาชีพพระสมุทรเจดีย์ ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม สาขาวิชาช่างยนต์ จำนวน 105 คน

กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 วิทยาลัยการอาชีพพระสมุทรเจดีย์ ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม สาขาวิชาช่างยนต์ ได้มาจากการเลือกสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster random sampling) จำนวน 30 คน

3.1.2 ขอบเขตด้านเนื้อหา

สื่อการสอนความเป็นจริงเสริม เรื่องหน้าที่การทำงานของชิ้นส่วนเครื่องยนต์เล็กแก๊สโซลีน สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างยนต์ เป็นรายวิชางานเครื่องยนต์เล็กโดยแบ่งเนื้อหาออกเป็น 3 เรื่อง ได้แก่ 1) ชิ้นส่วนที่เคลื่อนที่ 2) ชิ้นส่วนที่อยู่กับที่และ 3) วิธีการตรวจเช็ค

3.1.3 ขอบเขตด้านตัวแปร

ตัวแปรต้น คือ สื่อการสอนความเป็นจริงเสริมในงานเครื่องยนต์เล็กแก๊สโซลีน เรื่องหน้าที่การทำงานของชิ้นส่วนเครื่องยนต์เล็กแก๊สโซลีน

ตัวแปรตาม คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยสื่อการสอนความจริงเสริมในงานเครื่องยนต์เล็กแก๊สโซลีน เรื่องหน้าที่การทำงานของชิ้นส่วนเครื่องยนต์เล็กแก๊สโซลีน

3.2 กรอบแนวคิดการวิจัย

ส่วนที่ 1 ปัจจัยนำเข้า (Input*)* คือ การนำเทคโนโลยีการใช้โทรศัพท์มือถือประเภทสมาร์ทโฟนที่มีกล้องมาประยุกต์ใช้ร่วมกับแอปพลิเคชั่นเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (AR*)* มาใช้เป็นเครื่องมือในการเรียนการสอนเพื่อให้เกิดความน่าสนใจในการเรียนรู้

ส่วนที่ 2 กระบวนการเรียนรู้ (Process*)* คือ การนำข้อมูลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญมาออกแบบสื่อการสอนด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมและหาประสิทธิภาพของสื่อการสอน โดยแบ่งออกเป็น 3 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านเนื้อหา 2) ด้านการใช้ประโยชน์จากสื่อและ 3) ด้านการออกแบบสื่อการสอน

ส่วนที่ 3 ผลผลิต (Output*)* คือ สิ่งที่ผู้วิจัยคาดหวังว่าเมื่อผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยสื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่องหน้าที่การทำงานของชิ้นส่วนเครื่องยนต์เล็กแก๊สโซลีนที่พัฒนาขึ้น ผู้เรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาที่ได้เรียนสามารถนำความรู้ที่ได้ไปลงมือปฏิบัติงานกับเครื่องจริงได้

รูปที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

3.3 ขั้นตอนการวิจัย

ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอนวิชางานเครื่องยนต์เล็ก

เป็นการศึกษาจากแหล่งข้อมูล ได้แก่ แบบบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ แบบบันทึกผลการเรียนและประเมินผลรายวิชางานเครื่องยนต์เล็ก เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบบันทึกสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอน ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาโดยผู้เชี่ยวชาญ 5 คน เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมและความถูกต้อง พบว่า ทุกประเด็นมีความเหมาะสมถูกต้อง การเก็บรวบรวมข้อมูล โดยผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารจากแหล่งข้อมูลพร้อมบันทึกข้อมูลลงในเครื่องมือและการวิเคราะห์ข้อมูลโดยการวิเคราะห์เนื้อหา

ขั้นตอนที่ 2 ออกแบบ Storyboard สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง หน้าที่การทำงานของชิ้นส่วนเครื่องยนต์เล็กแก๊สโซลีน

แหล่งข้อมูล ได้แก่ เอกสาร แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวกับการออกแบบเชิงวิศวกรรม การออกแบบ Storyboard สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม และหลักการสร้างแบบบันทึก เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล แบบบันทึกการออกแบบ Storyboard ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาโดยใช้ผู้เชี่ยวชาญ 5 คน เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมและความถูกต้อง พบว่า ทุกประเด็นมีความเหมาะสมถูกต้อง การเก็บรวบรวมข้อมูลโดยผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารจากแหล่งข้อมูล พร้อมบันทึกข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูลโดยการวิเคราะห์เนื้อหา

ขั้นตอนที่ 3 พัฒนาสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง หน้าที่การทำงานของชิ้นส่วนเครื่องยนต์เล็กแก๊สโซลีน ประกอบด้วย 5 ขั้นตอนย่อยดังนี้

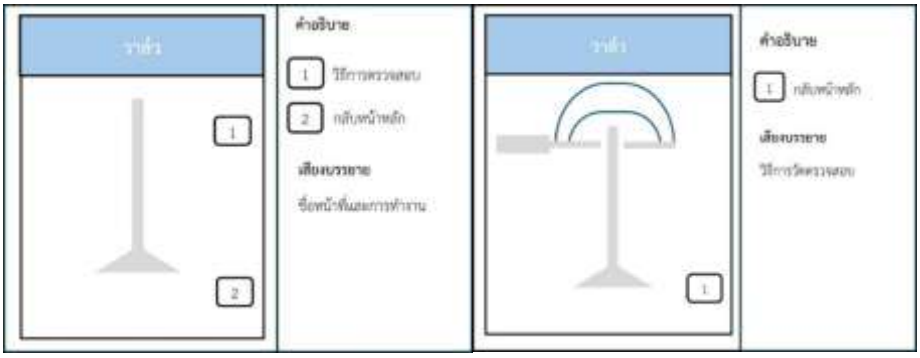
ขั้นตอนย่อยที่ 3.1 พัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ แหล่งข้อมูล เอกสาร แนวคิด ทฤษฎีเกี่ยวกับการ จัดการเรียนรู้และองค์ความรู้เกี่ยวกับชิ้นส่วนเครื่องยนต์เล็กแก๊สโซลีน ใช้ผลการศึกษาข้อมูลในขั้นตอนที่ 1 และ 2 เป็นกรอบในการพัฒนา มีกระบวนการพัฒนาดังนี้ 1) ศึกษาเอกสารจากแหล่งข้อมูล 2) กำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม 3) สร้างแผนการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย 3.1) แผนการสอน 3.2) ใบเนื้อหา 3.3) แบบฝึกหัด 3.4) ใบเฉลยแบบฝึกหัด 3.5) แบบบันทึกคะแนน และ 3.6) แบบบันทึกหลังแผนการสอน ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาโดยใช้ผู้เชี่ยวชาญ 5 คน เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมและความถูกต้อง พบว่า ทุกประเด็นมีความเหมาะสมถูกต้อง

ขั้นตอนย่อยที่ 3.2 พัฒนาสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่องหน้าที่การทำงานของชิ้นส่วนเครื่องยนต์เล็กแก๊สโซลีน แหล่งข้อมูล เอกสาร แนวคิด ทฤษฎีเกี่ยวการทำงานของชิ้นส่วนเครื่องยนต์เล็กแก๊สโซลีนและหลักการสร้างสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ใช้ข้อมูลจากขั้นตอนที่ 1 ขั้นตอนที่ 2 และขั้นตอนย่อยที่ 3.1 โดยกระบวนการพัฒนาสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ดังนี้

1) ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับเนื้อหาเรื่องหน้าที่การทำงานของชิ้นส่วนเครื่องยนต์เล็กแก๊สโซลีนและการใช้งานโปรแกรมสำเร็จรูป Unity ประกอบด้วย 1.1) ศึกษางานวิจัยเกี่ยวกับชิ้นส่วนเครื่องยนต์เล็กแก๊สโซลีนและโปรแกรมสำเร็จรูปและ 1.2) กำหนดขอบเขตเนื้อหาและกรอบในการพัฒนาสื่อการเรียนรู้ โดยใช้ข้อมูลในขั้นตอนที่ 2

2) กำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ประกอบด้วย 2.1) ศึกษาหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2567 2.2) ศึกษาเนื้อหาหน้าที่การทำงานของชิ้นส่วนเครื่องยนต์เล็กแก๊สโซลีนและ 2.3) กำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยใช้ข้อมูลในขั้นตอนที่ 2 และขั้นตอนที่ 3 ขั้นตอนย่อยที่ 3.2

3) ออกแบบเชิงวิศวกรรมและ Storyboard ประกอบด้วย 3.1) นำจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมเป็นกรอบการสร้าง Storyboard 3.2) กำหนดลำดับขั้นตอนของการนำเสนอเนื้อหา และ 3.3) สร้าง Storyboard

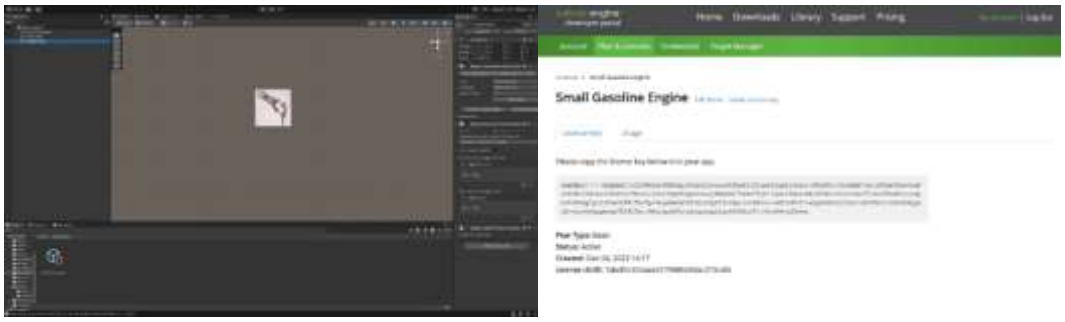


รูปที่ 2 การออกแบบสร้าง Storyboard

4) ออกแบบสร้างโมเดลชิ้นงานตามโครงสร้าง Storyboard ประกอบด้วย 4.1) ศึกษาข้อมูลขั้นตอนตาม Storyboard และ 4.2) สร้างโมเดล 3 มิติ โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยในการออกแบบ

รูปที่ 3 การออกแบบสร้างโมเดลชิ้นงาน

5) สร้างสื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Unity ประกอบด้วย 5.1) สมัครใช้งาน 5.2) เลือกประเภทการตั้งค่าของความเป็นจริงเสริม 5.3) เพิ่ม Image Target เพื่อสแกน Marker ที่กำหนดไว้ 5.4) อัปโหลดโมเดล 3 มิติ และเสียง 5.5) ทดสอบและปรับแต่งการแสดงผล และ 5.6) เผยแพร่เนื้อหา



รูปที่ 4 การสร้างสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป

ขั้นตอนย่อยที่ 3.3 พัฒนาแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องหน้าที่การทำงานของชิ้นส่วนเครื่องยนต์เล็กแก๊สโซลีน แหล่งข้อมูล ข้อมูลจากขั้นตอนที่ 3 ขั้นตอนย่อยที่ 3.1 และ 3.2 การสร้างและหาคุณภาพดังนี้ 1) ศึกษาจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม 2) สร้างตารางวิเคราะห์ข้อสอบ 3) สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามตารางวิเคราะห์ข้อสอบ 4) นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สร้างขึ้นไปตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา โดยผู้เชี่ยวชาญ 5 คน ค่าดัชนีความสอดคล้อง มีค่าอยู่ที่ 0.80-1.00 ทุกข้อ 5) จัดชุดแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 6) ทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง 7) ค่าอำนาจจำแนกรายข้ออยู่ระหว่าง 0.20- 0.87 ค่าความยากง่ายรายข้ออยู่ระหว่าง 0.40-0.67 ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ 0.86 8) ผู้วิจัยคัดเลือกแบบทดสอบที่เหมาะสมที่สุดโดยพิจารณารายข้อจากค่าความยากและค่าอำนาจจำแนก เพื่อใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ และ 9) จัดชุดแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ขั้นตอนย่อยที่ 3.4 พัฒนาคู่มือการใช้สื่อการสอนด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แหล่งข้อมูล เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการพัฒนาคู่มือการใช้สื่อการสอน ประกอบด้วย 1) ศึกษาองค์ประกอบของสื่อการสอน 2) รวบรวมข้อมูลโดยการศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการพัฒนาคู่มือการใช้สื่อการสอน 3) สร้างคู่มือประกอบการใช้งานสื่อการสอนโดยประกอบด้วย ส่วนนำ ส่วนเนื้อหา และส่วนสรุป ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาสื่อการสอน (IOC) โดยผู้เชี่ยวชาญ 5 คน เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมและความถูกต้อง พบว่า ทุกประเด็นมีความเหมาะสมถูกต้อง

ขั้นตอนที่ 4 ศึกษาความเหมาะของสื่อการสอนด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง หน้าที่การทำงานของชิ้นส่วนเครื่องยนต์เล็กแก๊สโซลีน

กลุ่มผู้ให้ข้อมูล คือ ผู้ทรงคุณวุฒิได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง มีเกณฑ์การพิจารณาดังนี้ วุฒิการศึกษาระดับปริญญาเอก กลุ่มที่ 1 สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน จำนวน 4 คน ระดับปริญญาโท กลุ่มที่ 2 สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน จำนวน 2 คน กลุ่มที่ 3 สาขาวิชาคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ จำนวน 1 คน และกลุ่มที่ 4 สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล จำนวน 3 คน รวมจำนวนทั้งหมด 10 คน เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวม แบบประเมินความเหมาะสมของสื่อการสอนเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่องหน้าที่การทำงานของชิ้นส่วนเครื่องยนต์เล็กแก๊สโซลีนเป็นแบบมาตรประมาณค่า (Rating scale) 5 ระดับ มีค่าความตรงเชิงเนื้อหาทุกข้อ ตั้งแต่ 0.80-1.00 การเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยได้ดำเนินการส่งแบบประเมินความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญโดยการประสานและนัดหมายวันและเวลาเพื่อทำการจัดส่งเอกสารทางไปรษณีย์ การวิเคราะห์ข้อมูลโดยคำนวณหาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ขั้นตอนที่ 5 ศึกษาประสิทธิภาพของสื่อการสอนเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง หน้าที่การทำงานของชิ้นส่วนเครื่องยนต์เล็กแก๊สโซลีน มีรายละเอียดดังนี้

กลุ่มทดลอง คือ นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยการอาชีพพระสมุทรเจดีย์ จำนวน 30 คน โดยแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มดังนี้ กลุ่มทดลองที่ 1 การทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว (1:1) จำนวน 3 คน กลุ่มทดลองที่ 2 การทดสอบประสิทธิภาพกลุ่ม (1:10) จำนวน 9 คน กลุ่มทดลองที่ 3 การทดสอบประสิทธิภาพภาคสนาม (1:100) จำนวน 30 คน ทุกกลุ่มทดลองจัดแบบคละความสามารถ เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้ 2) สื่อการสอนเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม และ 3) แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การเก็บรวบรวมข้อมูล ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 ในการหาประสิทธิภาพของสื่อการสอนความเป็นจริงเสริมได้จากคะแนนรวมที่ได้จากกิจกรรมระหว่างเรียนและคะแนนรวมหลังเรียนด้วยสื่อการสอนความเป็นจริงเสริม ผลการทดลอง พบว่า 3.1) การทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว เท่ากับ 53.34/50.24 ไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 ผลการสังเกตการใช้สื่อการสอนเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม พบว่า การเข้าถึงการใช้งานไม่ชัดเจน เมนูการเข้าใช้งานมีรายละเอียดที่ไม่ชัดเจน การเรียงลำดับเนื้อหายังไม่สอดคล้องกับเรื่องที่จะนำเสนอในงาน แบบฝึกหัดไม่ถูกจัดเรียงอย่างเป็นระบบที่ชัดเจน ข้อคำถามไม่ชัด 3.2) การทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่ม เท่ากับ 72.73/66.53 ไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 ผลการสังเกตการใช้สื่อการสอนเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม พบว่า หลังการปรับปรุงแล้วมีความชัดเจน ผู้ใช้เข้าถึงได้ง่าย และน่าสนใจ เมนูต่าง ๆ ชัดเจน อธิบายได้ตามลำดับของเนื้อหาได้เหมาะสม ข้อคำถามชัดเจน เข้าใจง่ายไม่ต้องอธิบายเพิ่มแต่ภาพบางภาพเบลอไม่ชัดเจนทำให้ผู้เรียนสับสน และ 3.3) การทดสอบประสิทธิภาพภาคสนาม เท่ากับ 81.67/83.89 ผลการสังเกตการใช้สื่อการสอนเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม พบว่า มีความชัดเจน ผู้ใช้เข้าถึงได้ง่ายและน่าสนใจ เมนูต่าง ๆ ชัดเจน ภาพชัดเจนคมชัดและอธิบายได้ตามลำดับของเนื้อหาได้อย่างเหมาะสม

ขั้นตอนที่ 6 ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ใช้สื่อการสอนเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่องหน้าที่การทำงานของชิ้นส่วนเครื่องยนต์เล็กแก๊สโซลีน มีรายละเอียดดังนี้

ประชากร คือ นักเรียนระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 1 ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม สาขาวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยการอาชีพพระสมุทรเจดีย์ จำนวน 105 คน กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 1 ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม สาขาวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยการอาชีพพระสมุทรเจดีย์ จำนวน 30 คน ได้มาโดยวิธีสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้ข้อมูล ในขั้นตอนที่ 2 ประกอบด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้ 2) สื่อการสอนเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม และ 3) แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การเก็บรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล การทดสอบคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 80 ของคะแนนเต็ม โดยใช้สถิติทดสอบค่าที (T-test for one sample) ดังรูปที่ 5 ถึงรูปที่ 8

รูปที่ 5 การจัดการเรียนรู้ด้วยสื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม

รูปที่ 6 การใช้สื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม

รูปที่ 7 บทเรียนแสดงชิ้นส่วนที่เคลื่อนที่ ชิ้นส่วนที่อยู่กับที่

รูปที่ 8 บทเรียนแสดงวิธีการตรวจเช็ค

4. ผลการวิจัย

การพัฒนาสื่อการสอนเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง หน้าที่การทำงานของชิ้นส่วนเครื่องยนต์เล็กแก๊สโซลีน สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างยนต์ โดยผู้วิจัยได้เสนอผลการวิจัยตามลำดับดังนี้

1) ผลการประเมินหาความเหมาะสมของสื่อการสอนด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง หน้าที่การทำงานของชิ้นส่วนเครื่องยนต์เล็กแก๊สโซลีน สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างยนต์ ผลการวิเคราะห์ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการประเมินหาความเหมาะสมของสื่อการสอนเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่องหน้าที่การทำงานของชิ้นส่วนเครื่องยนต์เล็กแก๊สโซลีน

รายการประเมิน	ผลการประเมิน		ความเหมาะสม
	$\bar{X}$	SD	
1. ด้านเนื้อหา	4.25	0.56	มาก
2. ด้านการใช้ประโยชน์จากสื่อ	4.45	0.54	มาก
3. ด้านการออกแบบสื่อ	3.98	0.48	มาก
รวม	**4.18**	**0.20**	**มาก**

จากตารางที่ 1 ผลการประเมินความเหมาะสมของสื่อการสอนเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง หน้าที่การทำงานของชิ้นส่วนเครื่องยนต์เล็กแก๊สโซลีน โดยผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ภาพรวมพบว่ามีค่าความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$= 4.18, SD = 0.20)

2) ผลการหาประสิทธิภาพของสื่อการสอนเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง หน้าที่การทำงานของชิ้นส่วนเครื่องยนต์เล็กแก๊สโซลีนสำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างยนต์ ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการหาประสิทธิภาพของสื่อการสอนเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่องหน้าที่การทำงานของชิ้นส่วนเครื่องยนต์เล็กแก๊สโซลีนสำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างยนต์

คะแนน	n	คะแนน		%	เกณฑ์
		คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ย		
กระบวนการ (E_1)	30	40	32.67	81.67	80
ผลลัพธ์ (E_2)		30	25.17	83.89	80

จากตารางที่ 2 ผลการศึกษาประสิทธิภาพของสื่อการสอนเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่องหน้าที่การทำงานของชิ้นส่วนเครื่องยนต์เล็กแก๊สโซลีน พบว่าประสิทธิภาพของกระบวนการ มีค่าเท่ากับ 81.67 และประสิทธิภาพของผลลัพธ์ มีค่าเท่ากับ 83.89 ดังนั้น สื่อการสอนด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ 80/80

3) ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้สื่อการสอนเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง หน้าที่การทำงานของชิ้นส่วนเครื่องยนต์เล็กแก๊สโซลีน ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้สื่อการสอนเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่องหน้าที่การทำงานของชิ้นส่วนเครื่องยนต์เล็กแก๊สโซลีนสำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างยนต์ เทียบกับเกณฑ์ ร้อยละ 80

คะแนน	คะแนนรวม	n	$\bar{X}$	SD	เกณฑ์	t-test	Sig.
ทดสอบหลังเรียน	30	30	25.17	2.71	24	2.35	0.013

จากตารางที่ 3 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบว่านักเรียนจำนวน 30 คน ที่เรียนโดยสื่อการสอนเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่องหน้าที่การทำงานของชิ้นส่วนเครื่องยนต์เล็กแก๊สโซลีน นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยสื่อเทคโนโลยีความจริงเสริม ในงานเครื่องยนต์เล็กแก๊สโซลีน เฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 ของคะแนนเต็มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (t = 2.35, p = 0.013)

5. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

ผลการพัฒนาสื่อการสอนเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่องหน้าที่การทำงานของชิ้นส่วนเครื่องยนต์เล็กแก๊สโซลีน สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างยนต์ พบว่า มีความเหมาะสมอยู่ในระดับ มาก เมื่อพิจารณาความเหมาะสมในแต่ละด้านพบว่าด้านที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดคือ ด้านการใช้ประโยชน์จากสื่อ ($\bar{X}$ = 4.45, SD = 0.54) รองลงมาคือด้านเนื้อหา ($\bar{X}$ = 4.25, SD = 0.56) และในส่วนที่มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุดคือด้านการออกแบบสื่อ ($\bar{X}$ = 3.98, SD = 0.48) และมีประสิทธิภาพ เท่ากับ 81.67/83.89 มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้อาจเนื่องมาจากการออกแบบและพัฒนาสื่อที่เน้นการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับเนื้อหาอย่างชัดเจนซึ่งผู้เรียนสามารถศึกษาได้ด้วยตัวเองได้ตลอดเวลาและส่งผลให้ผู้เรียนมีผลการเรียนที่ดีขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Srichalard and Promchana (2020, pp, 82-92) พบว่า โมบายแอพพลิเคชันมีส่วนช่วยให้สามารถเรียนรู้ได้ดีขึ้น เนื่องจากมีภาพและวิดีโอประกอบ และสามารถเข้าทบทวนความรู้ได้ง่ายจากสมาร์ทโฟนที่ใช้ในชีวิตประจำวันได้ และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Chaimongkhol et al. (2020, pp. 80-89) การลำดับเนื้อหาเนื้อหาบทเรียน และการออกแบบสื่อที่มีความทันสมัย แปลกใหม่ ตื่นตาตื่นใจ ช่วยเพิ่มความสนใจให้กับนักเรียน

ได้ และงานวิจัยของ Pattanapipat and Meeusah (2022, pp. 15-30) ที่ได้พัฒนาสื่อการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงสร้างสรรค์ในการสร้างสื่อยุคดิจิทัลร่วมกับเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม พบว่าเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเข้าใจกระบวนการคิดสร้างสรรค์ได้ง่ายขึ้น กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจในการเรียนรู้ Prasertsung et al. (2021, pp. 25-32) พบว่าขั้นตอนการพัฒนามีการออกแบบและจัดทำกรอบแสดงเรื่องราวอย่างเป็นลำดับนอกจากนี้ยังมีสื่อที่หลากหลายผสมผสานกัน ประกอบด้วยภาพนิ่ง เสียงบรรยาย เสียงประกอบ ภาพเคลื่อนไหวและข้อความ

ผลการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยใช้สื่อการสอนเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่องหน้าที่การทำงานของชิ้นส่วนเครื่องยนต์เล็กแก๊สโซลีน สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างยนต์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 เมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 80 อาจเนื่องมาจากสื่อการสอนด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ได้มีการผ่านกระบวนการ วิธีการ ขั้นตอนการพัฒนาอย่างเป็นระบบ จึงทำให้สื่อการสอนสมัยใหม่สามารถดึงดูดความสนใจของผู้เรียนได้เป็นอย่างดีเพราะเป็นสื่อการสอนที่ทำหน้าที่ให้ความรู้ด้านเนื้อหาเหมือนกับครูผู้สอนจริง ๆ ซึ่งผลการวิจัยสอดคล้องกับงานวิจัยของ Montreesree and Sovajassatakul (2019, pp. 40-47) พบว่า การใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงประกอบกับการนำเสนอเนื้อหามีการนำภาพเคลื่อนไหวมากระตุ้นผู้เรียนให้อยากเรียนรู้และสามารถทดลองปฏิบัติตามและเมื่อผู้เรียนไม่เข้าใจหรือจำขั้นตอนการสร้างงานไม่ได้ผู้เรียนสามารถย้อนวิดีโอกลับไปทบทวนบทเรียนได้โดยไม่จำกัดจำนวนครั้งจนกว่าผู้เรียนจะเข้าใจจึงทำให้ผู้เรียนมีอิสระในการเรียนมากขึ้น และงานวิจัยของ Chaimongkhol et al. (2020, pp. 80-89) พบว่า สื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมช่วยให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้ทุกที่ทุกเวลา สามารถโต้ตอบและมีปฏิสัมพันธ์โดยผ่านการสื่อสารด้วยโทรศัพท์เคลื่อนที่หรือสมาร์โฟนนักเรียนสามารถเลือกเล่นหรือเรียนรู้ด้วยตนเอง ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ Sodajun et al. (2020, pp. 30-38) พบว่าเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมช่วยให้นักเรียนสนใจและให้ความสำคัญต่อการเรียนมากยิ่งขึ้น โดยสังเกตได้จากความกระตือรือร้นในการร่วมกิจกรรมในชั้นเรียนและยังมีความสนใจในเรื่องงานช่างมากยิ่งขึ้น ซึ่งเป็นรายวิชาที่อยู่ในระดับความยากแบบเฉพาะทางและการทำกิจกรรมที่หลากหลายมีความน่าสนใจในการใช้เทคโนโลยี ผู้เรียนส่วนใหญ่ไม่เคยพบเห็นมาก่อนด้วยบทเรียนเป็นสื่อการเรียนที่เข้าถึงได้ง่าย ประกอบกับการนำเสนอเป็นภาพ 3 มิติ สามารถเคลื่อนไหวได้ สามารถเลือกดูภาพในแต่ละส่วนที่ต้องการจะศึกษาได้เมื่อไม่เข้าใจหรือจำไม่ได้ก็สามารถกลับไปทบทวนบทเรียนทำให้เกิดความรู้ ความจำ ความเข้าใจ และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในวิชาอื่น ๆ ได้

6. ข้อเสนอแนะ

การพัฒนาสื่อการสอนเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ในครั้งนี้หากผู้ที่สนใจจะนำผลการวิจัยไปใช้เป็นแนวทางการออกแบบสื่อการจัดการเรียนการสอน แนะนำให้พัฒนาการออกแบบขนาดตัวอักษรให้มีความเหมาะสม โดยเน้นความชัดเจนและง่ายต่อการอ่าน เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเข้าถึงข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพ การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ควรส่งเสริมการมีส่วนร่วมและกระตุ้นทักษะการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียน พร้อมทั้งสร้างสภาพแวดล้อมที่สนับสนุนการเรียนรู้แบบลงมือปฏิบัติ (Learning by doing) ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์จริงได้ และพัฒนารูปแบบเนื้อหาให้ครอบคลุมหน่วยการเรียนรู้ทั้งหมด รวมถึงการพัฒนากิจกรรมการทดลองและแบบฝึกหัดที่มีความหลากหลายและสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างสมรรถนะในการปฏิบัติงานและความเข้าใจในเนื้อหาอย่างรอบด้านอันส่งผลดีต่อการจัดการเรียนการสอน ที่ทำให้ผู้เรียนมีการเปลี่ยนแปลงด้านพฤติกรรม ได้ดีที่สุดและทำให้การเรียนการสอนนั้นเป็นไปตามวัตถุประสงค์เกิดประโยชน์สูงสุดต่อผู้เรียน

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณอาจารย์ประจำคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ทุกท่านที่ได้กรุณาให้ข้อคิดเห็นเสนอแนะแนวทางที่เป็นประโยชน์เพื่อแก้ไขปรับปรุงข้อบกพร่องให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น รวมถึงอาจารย์ทุก ๆ ท่านที่ได้ให้วิชาความรู้ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน ขอขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่ได้กรุณาให้ความอนุเคราะห์ประเมินความเหมาะสม พร้อมทั้งข้อคิดเห็น ข้อเสนอแนะเพื่อนำไปใช้ในการปรับปรุงงานวิจัยให้มีคุณภาพมีความเหมาะสมต่อการวิจัยในครั้งนี้จนมีความถูกต้องสมบูรณ์ ตลอดจนบิดา มารดา และครอบครัวที่สนับสนุนด้านการศึกษาเป็นกำลังใจแก่ผู้วิจัยให้สำเร็จการศึกษา โดยผู้วิจัยได้รับประกาศนียบัตรรับรองการเข้าอบรมในรูปแบบออนไลน์ เรื่องจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์โดยชมรมจริยธรรมการวิจัยในคนในประเทศไทย (FERCIT) ให้ไว้ ณ วันที่ 27 มีนาคม พ.ศ. 2568 คุณค่าและประโยชน์ใด ๆ อันพึงมีจากงานวิจัยฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบให้แด่ บิดา มารดา และครูอาจารย์ทุกท่านด้วยความเคารพยิ่ง หากมีข้อผิดพลาดประการใดผู้วิจัยขออภัยมา ณ ที่นี้ด้วย

เอกสารอ้างอิง

Arunrangsee, M. (2018). Using lesson on website, emphasis on learning process, following Gagne's concept. subject : Writing website with HTML1 Language of 11th grade students, Pakpayoonpittayakarn School. *Journal of Education*, *29*(3), 79-92. (in Thai)

Chalermdit, J., Wittayakhom, N., & Jeerungsuwan, N. (2018). Challenges on augmented reality for education 4.0. *Journal of Education Naresuan University*, *20*(2), 266-279. (in Thai)

Chaimongkhol, N., Oungthong, M., & Sripadit, A. (2020). 2-dimensional augmented reality technology : Milling workpiece alignment using automated machine. *Journal of Industrial Education*, *19*(2), 80-89. (in Thai)

Doungutha, C., & Reabsakul, D. (2024). Creating 3D model for augmented reality case study museum of King Naresuan the great history hall. *Art and Architecture Journal Naresuan University*, *15*(1), 212-229. (in Thai)

Kongsanong, W., Rotchu, P., & Kittisunthonphisarn, N. (2022). Effects of augmented reality media on English vocabulary to enhance reading comprehension ability of Grade 8 students. *Narkbhut paritat Journal*, *14*(2), 162-172. (in Thai)

Ministry of Education. (2023). Education Policy of the Ministry of Education. https://moe360.blog/2023/12/06/p55122/. (in Thai)

Montreesree, S., & Sovajassatakul, T. (2019). A development of augmented reality media on animation creation for Grade 11 students. *Journal of Industrial Education*, *18*(2), 40-47. (in Thai)

Office of the Vocational Education Commission. (2024). Mission and Policy. https://vec.go.th/News/News/Vocational Education Commission's Mission/Vocational Education Commission's Mission Details/tabid/6368/ArticleId/41687/language/th-TH/41687.aspx. (in Thai)

Pakorn, J. (2018). *AR (Augmented Reality) Virtual World Technology Combined The Real World.* https://www.scimath.org/article-technology/item/7755-ar-augmented-reality. (in Thai)

Pattanapipat, B., & Meeusah, N. (2022). The development of instructional media to promote creativity in the creation of digital media with augmented reality technology. *Silpakorn University e-Journal (Social Sciences, Humanities, and Arts)*, *42*(1), 15-30. (in Thai)

Prasertsung, N., Songsriwittaya, A., & Rungsirisakun, R. (2021). The development of augmented reality in laboratory course to enhance undergraduate students learning achievement. *Journal of Information and Learning*, *32*(3), 25-32. (in Thai)

Sangchai, J., Maunsaiyat, S., & Supavarasuwat, P. (2024). Supplementary learning media using microcontroller and augmented reality technology on smart farm. *Journal of Industrial Education*, *23*(1), 24-32. (in Thai)

Sodajun, S., Sovajassatakul, T., & Petsangsri, S. (2020). A development of interactive media with augmented reality on household handcraft for Grade 11 students. *Journal of Industrial Education*, *19*(2), 30-38. (in Thai)

Srichalard, P., & Promchana, A. (2020). The development of constructivist learning on mobile application to develop learning achievement on technology course for Grade 7 students of Phanomthuanchanupatham School. *CMU Journal of Education*, *4*(3), 82-92. (in Thai)

Suksai, L., Hoksuwan, S., Phungphetand, S., & Jadaman, P. (2021). The development of blended learning management innovative model of Chaiyaphum local curriculum "Pandin Thinrak" for education primary students. *Journal of Humanities and Social Sciences Nakhom Phanom University, 11*(3), 146-158. (in Thai)

Waiwanijchakij, P. (2018). The study of virtual reality and augmented reality technology – impact with 5g mobile network. *Journal of Digital Communications*, *2*(2), 153-172. (in Thai)

Wanarak, S. (2024). *Small Engine Job*. Emphan. (in Thai)

Yamdit, C. (2005). *Contemporary teaching techniques and methods.* Lakphim. (in Thai)

“ข้อคิดเห็น เนื้อหา รวมทั้งการใช้ภาษาในบทความถือเป็นความรับผิดชอบของผู้เขียน”

Research article

การพัฒนาหนังสือแบบฝึกที่ผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

DEVELOPMENT OF PRACTICE BOOK THAT INTEGRATES AUGMENTED REALITY TECHNOLOGY TO ENHANCE THE SPATIAL ABILITIES OF HIGH SCHOOL STUDENTS

อรวี ขุมมิน* นิพาดา ไตรรัตน์ และรัฐพล ประดับเวทย์
Orravee Khummin* Nipada Trirat, and Rathapol Pradubwate
orravee.kmn@g.swu.ac.th, nipada@g.swu.ac.th, and rattapol@g.swu.ac.th
ภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินวิโรฒ กรุงเทพมหานคร 10110
Department of Education Technology, Faculty of Education, Srinakarinwirot University, Bangkok 10110 Thailand

Journal of Industrial Education. 2025, Vol. 24 (No. 2), **https://doi.org/10.55003/JIE.24207**
Received: July 7, 2025, | **Revised:** July 23, 2025, | **Accepted:** August 13, 2025

Citation reference :
Khummin, O., Trirat N., & Pradubwate, R. (2025). Development of practice book that integrates augmented reality technology to enhance the spatial abilities of high school students. **Journal of Industrial Education, 24**(2), 13-22.

ABSTRACT

This research aims to develop a practice book integrating augmented reality (AR) technology to enhance the spatial abilities of high school students as well as to investigate the effects of using the developed book. The content focused on 4 aspects of spatial ability: (1) rotation, (2) box folding, (3) assembly, and (4) identifying differences. The sample group consisted of grade 10 students from Watkhienkhet School, divided into an experimental group of 31 students and a control group of 32 students. The findings revealed that the practice book should be designed with content that aligns with AR technology to enhance learners' understanding and learning experience. The book should have a clear structure with strong links to the AR features, ensuring ease of use while promoting analytical thinking and hands-on practice. It should also offer diverse exercises with answer keys for self-assessment. The analysis of results indicated that spatial ability among students improved significantly after using the AR-integrated practice book, with statistical significance at the .05 level (t-test =16.47, p-value = .00). The average pre-test and post-test scores were 24.84 and 38.71, respectively. Moreover, the experimental group scored significantly higher in spatial ability assessments than the control group, also at the .05 level of statistical significance (t-test = 3.22, p-value = .00). The control group had a post-test average that was 8.40 points lower than the experimental group. In addition, the survey results showed that students felt the practice book integrated with augmented reality technology increased their interest in developing spatial ability and enhanced student engagement and learning efficacy.

Keywords: Augmented reality, Practice book, Spatial ability

**Corresponding author E-mail: orravee.kmn@g.swu.ac.th* *ISSN: 2985-1890 (Online)*

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการพัฒนาหนังสือแบบฝึกที่ผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย และศึกษาผลการใช้หนังสือแบบฝึกที่ผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ที่พัฒนาขึ้น ซึ่งเนื้อหาของหนังสือประกอบไปด้วยความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ 4 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านการหมุน 2) ด้านการพับกล่อง 3) ด้านการประกอบ และ 4) ด้านการหาความต่าง โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการเก็บข้อมูลคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนวัดเขียนเขต แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 31 คน และกลุ่มควบคุม 32 คน จากการวิจัยพบว่าหนังสือแบบฝึกที่ผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ควรออกแบบเนื้อหาให้สอดคล้องกับเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อเสริมสร้างความเข้าใจและประสบการณ์เรียนรู้ โดยมีโครงสร้างและจุดเชื่อมโยงเนื้อหากับเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมชัดเจน เข้าใจง่าย กระตุ้นการคิดวิเคราะห์และลงมือปฏิบัติ พร้อมทั้งมีแบบฝึกหัดที่หลากหลาย มีเฉลยเพื่อให้ผู้เรียนสามารถประเมินตนเองได้ และจากการวิเคราะห์ผลการใช้หนังสือแบบฝึกที่พัฒนาขึ้นพบว่าความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนหลังใช้หนังสือแบบฝึกที่ผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสูงขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (t-test =16.47, p-value = .00) โดยมีคะแนนเฉลี่ยก่อนและหลังใช้แบบฝึกอยู่ที่ 24.84 และ 38.71 คะแนนตามลำดับอีกทั้งผู้เรียนกลุ่มทดลองยังมีผลการทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ สูงกว่ากลุ่มควบคุมที่ไม่ได้ใช้หนังสือแบบฝึกที่ผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (t-test =3.22, p-value = .00) โดยกลุ่มควบคุมมีคะแนนเฉลี่ยหลังการทดลองน้อยกว่ากลุ่มทดลองเฉลี่ยอยู่ที่ 8.40 คะแนน และจากการสอบถาม ผู้เรียนคิดว่าหนังสือแบบฝึกที่ผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมทำให้ผู้เรียนมีความสนใจในการพัฒนาความสามารถด้านมิติสัมพันธ์มากขึ้น ช่วยให้การเรียนรู้สนุกและเกิดประโยชน์จริง

คำสำคัญ: เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม, หนังสือแบบฝึก, ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์

1. บทนำ

แผนแม่บทภายใต้ยุทธศาสตร์ชาติ ประเด็นการพัฒนาการเรียนรู้ ได้กำหนดประเด็นยุทธศาสตร์ที่เน้นทั้งการแก้ไขปัญหาในปัจจุบัน และการเสริมสร้างและยกระดับการพัฒนาการศึกษาและการเรียนรู้ โดยการพัฒนาระบบการเรียนรู้ที่ตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงในศตวรรษที่ 21 ควบคู่กับการส่งเสริมการพัฒนาคนไทยตามพหุปัญญาให้เต็มตามศักยภาพ ตลอดจนพัฒนาและรักษากลุ่มผู้มีความสามารถพิเศษของพหุปัญญาแต่ละประเภท (Office of the Basic Education Commission [OBEC], 2022, Online) ดังนั้นการจัดการเรียนรู้จึงควรให้ความสำคัญกับการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับปัญญาในแต่ละรูปแบบ ซึ่งความสามารถด้านมิติสัมพันธ์เป็นด้านหนึ่งในทฤษฎีพหุปัญญาที่ถูกคิดค้นโดยโฮเวิร์ด การ์ดเนอร์ ในปี ค.ศ. 1983 โดยความสามารถด้านนี้จะเป็นความสามารถในการรับรู้ความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ รอบตัวซึ่งอยู่ในชีวิตประจำวัน รวมถึงเป็น พื้นฐานของทักษะด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่เป็นส่วนหนึ่งของเป้าหมายด้านผู้เรียนตามแผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560 – 2579 จากการศึกษาพบว่าความสามารถด้านนี้เป็นพื้นฐานของวิชาการศึกษาตามหลักสูตรพื้นฐานในหลายวิชา เนื่องจากความสามารถด้านมิติสัมพันธ์เป็นพื้นฐานในการนำทักษะการให้เหตุผลมาใช้ในการแก้ปัญหา (Kaewkertmee, 2017, p. 80) อีกทั้งการสอบเข้าศึกษาต่อในระดับมหาวิทยาลัยของไทยอย่างการสอบ Thai General Aptitude Test (TGAT) และการทดสอบความถนัดทางวิชาชีพที่ใช้ข้อสอบ Thai Professional Aptitude Test (TPAT) ก็มีส่วนที่มีการทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์จึงแสดงให้เห็นว่าความสามารถด้านมิติสัมพันธ์นั้นเป็นความสามารถหนึ่งที่สำคัญอย่างยิ่งในการเรียนระดับอุดมศึกษา รวมไปถึงการประกอบอาชีพในอนาคตแต่จากสถิติการสอบเพื่อวัดความถนัดทั่วไป (TGAT) ประจำปี 2566 พบว่าคะแนนเฉลี่ยของการทดสอบสมรรถนะการคิดอย่างมีเหตุผล ซึ่งมีส่วนของการวัดความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ที่อยู่ในข้อสอบ TGAT อยู่ที่ 42.385 คะแนน และฐานนิยมอยู่ที่ 31.250 คะแนน (The Council of University President of Thailand [CUPT] , 2023, Online) แสดงให้เห็นว่าโดยส่วนใหญ่แล้วยังมีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ในระดับค่อนข้างน้อย อาจส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณให้ลดลงตามไปด้วย

เทคโนโลยีหนึ่งที่เหมาะแก่การนำมาใช้ในการพัฒนาความสามารถด้านนี้นั่นคือ เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เนื่องจากเป็นเทคโนโลยีที่สร้างภาพเสมือนขึ้นบนโลกความจริงที่จะช่วยให้ผู้เรียนเห็นภาพได้ชัดเจนมากขึ้น สามารถเชื่อมโยงสิ่งต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพจากการจำลองภาพเสมือนของวัตถุที่ต้องใช้การจินตนาการ ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนได้มีปฏิสัมพันธ์ต่อภาพโดยตรงซึ่งเป็นวิธีหนึ่งในการส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ อีกทั้งจากการศึกษางานวิจัยของ Tosik and Atasoy (2017, pp.31-51) ที่ได้นำศึกษาทักษะด้านมิติสัมพันธ์โดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเทียบกับการเรียนด้วยวัตถุจริงเพียงอย่างเดียว ซึ่งผลการ

ทดลองแสดงให้เห็นว่าทั้งการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม และการใช้วัตถุจริง 3 มิติในสภาพแวดล้อมทางการศึกษาส่งผลดีต่อความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียน แต่คะแนนโดยเฉลี่ยของกลุ่มทดลองเพิ่มขึ้นมากกว่ากลุ่มควบคุมจึงแสดงให้เห็นว่าการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมช่วยเพิ่มประสิทธิภาพทางการเรียนได้ดีกว่าการใช้วัตถุจริง 3 มิติเพียงอย่างเดียว ด้วยเหตุนี้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมจึงเหมาะสมแก่การนำมาใช้ในการพัฒนาความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียน เนื่องจากวิธีการส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ควรออกแบบกิจกรรมให้ผู้เรียนมีปฏิกิริยาต่อภาพโดยตรง (Wongyai, 1999, p. 34)

จากคำกล่าวของ Sheryl Sorby ว่าความสามารถด้านมิติสัมพันธ์สามารถพัฒนาได้ด้วยการฝึกฝนไม่ใช่ความสามารถที่มีมาตั้งแต่กำเนิด (Hill et al., 2010, p. 52) ดังนั้นเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ในความสามารถด้านนี้จึงควรให้ผู้เรียนได้ฝึกฝน และลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ซึ่งแบบฝึกเป็นเครื่องมือหนึ่งที่ช่วยให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ และสามารถทบทวนด้วยตนเองได้ อีกทั้งแบบฝึกยังช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ และสามารถพัฒนาตนเองได้เป็นอย่างดี เมื่อนำแบบฝึกมาผสานกับเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมทำให้ผู้เรียนได้เห็นภาพที่ชัดเจนยิ่งขึ้น และทำให้ผู้เรียนสามารถที่จะสำรวจรูปทรงในแบบต่าง ๆ ถึงความสัมพันธ์ภาพในแบบฝึกได้อย่างง่าย และช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ได้อย่างดียิ่งขึ้น

จากที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นได้ว่าความสามารถด้านมิติสัมพันธ์มีความสำคัญทั้งในชีวิตประจำวัน และด้านการศึกษาเชิงวิชาการรวมไปถึงการทำงานในหลายวิชาชีพ และแม้ว่าจากการศึกษางานวิจัยจะพบว่ามีการนำเทคโนโลยีไปใช้ในการพัฒนาความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนในรูปแบบต่าง ๆ แต่ยังไม่พบการนำมาใช้ร่วมกับหนังสือแบบฝึกมาใช้ในการพัฒนาความสามารถด้านนี้ ดังนั้นผู้วิจัย จึงมีความสนใจที่จะส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาหนังสือแบบฝึกที่ผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย และศึกษาผลการใช้หนังสือแบบฝึกที่พัฒนาขึ้น

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์เป็นหนึ่งในเชาว์ปัญญา 9 ด้านตามทฤษฎีทางปัญญาที่ชื่อว่า “ทฤษฎีพหุปัญญา” ซึ่งถูกคิดค้นโดยโฮเวิร์ด การ์ดเนอร์ ในปี ค.ศ. 1983 โดยเชาวน์ปัญญาด้านมิติสัมพันธ์ (Spatial intelligence) หมายถึง ผู้ที่มีความสามารถในการมองภาพ เข้าใจทิศทางแบบสามมิติ ไวต่อการรับรู้สิ่งต่าง ๆ รอบตัว สามารถจำแนกลักษณะ และเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ เหล่านั้น (Office of the Education Council, 2021, pp. 8-9) อีกทั้งมิติสัมพันธ์ยังเป็นหนึ่งในองค์ประกอบของความสามารถพื้นฐานทางสมอง (Primary mental abilities) ตามทฤษฎีหลายองค์ประกอบ (Multiple - factor theory) ของเธอร์สโตน (Thurstone) ซึ่งเป็นสมรรถภาพสมองในการมองเห็นความสัมพันธ์ทางเรขาคณิต ระหว่างจุด เส้น ความกว้าง ความยาว ความสูง ใกล้-ไกลและสมรรถภาพในการมองเห็นการเปลี่ยนตำแหน่งที่อยู่หรือการเปลี่ยนรูป (Jearjun, 2011, pp. 15-16) และจากทฤษฎีพัฒนาการทางมิติสัมพันธ์ของเพียเจต์ และอินเฮลเดอร์พบว่าความสามารถด้านมิติสัมพันธ์จะถูกพัฒนาต่อเนื่องมาตั้งแต่แรกเกิด โดยเด็กจะเข้าใจในความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ จากการลงมือกระทำกับวัตถุนั้นด้วยตนเองและจะมีความเชื่อมโยงกับระบบประสาทไปจนถึงขั้นการรับรู้จากการคิดมโนภาพ โดยระดับการรับรู้จากการคิดมโนภาพถือได้ว่าเป็นระดับที่สำคัญในการรับรู้ด้านมิติสัมพันธ์ (Hemchayart, 1993, pp. 31-33) ดังนั้นการส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์จึงควรเน้นไปที่การให้ผู้เรียนได้มีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งต่าง ๆ ด้วยกิจกรรมที่สามารถกระตุ้นจินตนาการ การใช้ความคิด เช่นการสำรวจ การคาดเดาหรือคาดคะเนความเชื่อมโยงของวัตถุต่าง ๆ เป็นต้น

จากการศึกษาของ Nanchai (2019, pp. 93-96) ที่ได้ทำการศึกษาผลของการฝึกด้วยเกมการ์ดต่อโมเลกุลเคมีร่วมกับการใช้แบบจำลองโมเลกุลสามมิติสำหรับเพิ่มความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย พบว่าการหมุนโมเลกุล 3 มิติไปยังทิศทางต่าง ๆ ทำให้เกิดการพัฒนาความสามารถด้านมิติสัมพันธ์เชิงสัมพันธ์ นอกจากนี้การแปลความหมายของสัญลักษณ์สูตรเคมี และกิจกรรมที่เน้นการลงมือปฏิบัติ ทำให้ผู้เรียนได้มีการฝึกฝนยังช่วยพัฒนากระบวนการทำงานของสมองส่งผลให้ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์เพิ่มขึ้น อีกทั้ง Rahmawati et al. (2021, pp. 18-19) ได้ทำการศึกษาวิเคราะห์ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียนในการเรียนโดยใช้การแสดงภาพเสมือน 3 มิติในวิชาเคมี โดยศึกษากับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 และพบว่าการแสดงภาพเสมือน 3 มิติ ทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจ และการตีความได้ดีขึ้น อีกทั้งจากการสัมภาษณ์ผู้เรียนยังพบว่าการใช้สื่อเสมือนจริงทำให้ผู้เรียนเกิดความกระตือรือร้นในการเรียนมากขึ้น จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องแสดงให้เห็นว่าการแสดงภาพ 3 มิติและการให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติหรือฝึกฝนนั้นช่วยพัฒนาความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียน ทั้งนี้จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องไม่พบการพัฒนาความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ที่ครอบคลุมเนื้อหาตามแนวข้อสอบ TGAT ซึ่งเป็นการวัดสมรรถนะการคิดอย่างมีเหตุผลที่ใช้ในการเลื่อนระดับจากระดับมัธยมศึกษาไปยังอุดมศึกษา

ผู้วิจัยจึงได้ทบทวนวรรณกรรมและนำแนวคิดจากงานวิจัยที่ศึกษามาต่อยอดเพื่อพัฒนาหนังสือแบบฝึกที่ผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ขึ้น โดยตั้งสมมติฐานงานวิจัยครั้งนี้ คือ ผู้เรียนที่ฝึกแบบฝึกจากหนังสือแบบฝึกที่ผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม มีความสามารถด้านมิติสัมพันธ์สูงกว่าก่อนทดลอง และสูงกว่าผู้เรียนกลุ่มที่ไม่ได้ใช้หนังสือแบบฝึกที่ผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม

3. วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental research) โดยมีแบบแผนการทดลองก่อนเรียนและหลังเรียนแบบมีกลุ่มควบคุม (Pretest-posttest control group design) ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัย ดังนี้

3.1 ขอบเขตงานวิจัย

ขอบเขตด้านประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ประชากรที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนวัดเขียนเขต ที่ลงทะเบียนเรียนในปีการศึกษา 2567 จำนวน 3 ห้องเรียน โดยเป็นกลุ่มตัวอย่างจำนวน 2 ห้องเรียน ได้มาโดยวิธีการสุ่มอย่างง่าย ด้วยการจับฉลาก แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 1 ห้องเรียน และกลุ่มควบคุม 1 ห้องเรียน ซึ่งได้มีการทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ก่อนการทดลอง พบว่าทั้งสองกลุ่มมีคะแนนใกล้เคียงกันโดยไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จึงสามารถใช้เปรียบเทียบผลลัพธ์ภายหลังการทดลองได้

ขอบเขตด้านตัวแปรที่ศึกษา แบ่งเป็นตัวแปรต้น ได้แก่ หนังสือแบบฝึกที่ผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ ซึ่งจะนำไปใช้กับกลุ่มทดลองเท่านั้น และตัวแปรตาม ได้แก่ ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ ซึ่งจะวัดจากการแบบทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ 4 ชุด ชุดละ 15 ข้อตามเนื้อหา 4 ด้าน

ขอบเขตด้านเนื้อหาที่ที่ใช้ในงานวิจัย ได้แก่ เนื้อหาด้านมิติสัมพันธ์เป็นเนื้อหาที่พัฒนาขึ้นตามแนวข้อสอบ TGAT ที่เป็นการสอบเพื่อวัดสมรรถนะทั่วไป โดยมีเนื้อหาด้านมิติสัมพันธ์ 4 แบบ คือ 1) แบบพับกล่อง 2) แบบหมุนภาพ 3) แบบภาพประกอบ และ 4) แบบหาความต่าง ซึ่งเป็นองค์ประกอบของความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ทั้งมิติสัมพันธ์เชิงการมองภาพ มิติสัมพันธ์เชิงทิศทาง และมิติสัมพันธ์เชิงความสัมพันธ์ ทั้งนี้ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ทั้ง 4 แบบนี้จะครอบคลุมมิติย่อยทั้งด้านการมองภาพ การจัดองค์ประกอบ และการเปรียบเทียบวัตถุ เนื้อหาในแบบฝึกแต่ละบทถูกจัดลำดับจากง่ายไปยาก โดยเน้นการกระตุ้นการคิดวิเคราะห์ผ่านการปฏิบัติจริง ร่วมกับเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมที่ช่วยแสดงภาพ 3 มิติและภาพเคลื่อนไหว เพื่อส่งเสริมการเข้าใจเชิงลึกของผู้เรียน

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย มีดังนี้

1. หนังสือแบบฝึกที่ผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยหนังสือหนังสือแบบฝึกที่ผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม นี้จะมีภาพ 2 มิติ ภาพ 3 มิติ และภาพเคลื่อนไหวตามความเหมาะสมของเนื้อหา โดยเนื้อหาจะแบ่งเป็น 4 ส่วน ได้แก่ 1. มิติสัมพันธ์ด้านการหมุน 2. มิติสัมพันธ์ด้านการพับกล่อง 3. มิติสัมพันธ์ด้านการประกอบ และ 4. ด้านการหาความต่าง

2. แบบประเมินคุณภาพหนังสือแบบฝึกที่ผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ผู้วิจัยได้ศึกษาและออกแบบแบบประเมินตามหลักการของลิเคิร์ท (Taweerat, 2000, pp. 107-108) ซึ่งมีลักษณะของแบบประเมินเป็นมาตราส่วนประเมินค่า 5 ระดับ โดยผ่านการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) จากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน โดยผลการประเมินต้องได้ค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป ถือว่ามีความสอดคล้องกันในเกณฑ์ที่ยอมรับได้

3. แบบทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ เป็นแบบปรนัยเลือกตอบ 4 ตัวเลือก และแบบจับคู่ แบ่งเป็น 4 ฉบับแบ่งตามเนื้อหา ซึ่งจะมีแบบวัด 4 ฉบับ คือ แบบพับกล่อง แบบหมุนภาพ แบบภาพประกอบ และแบบหาความต่าง ฉบับละ 30 ข้อ โดยจะอ้างอิงตามข้อสอบ TGAT ซึ่งผู้วิจัยเป็นผู้สร้างขึ้น และได้นำเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence: IOC) จากนั้นนำแบบทดสอบไปทดลองใช้ (Try out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 29 คนเพื่อนำผลการทดลองมาหาคุณภาพของข้อสอบ พบว่าข้อสอบแต่ละฉบับมีข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์จำนวน 15 ข้อ โดยมีค่าค่าดัชนีความยากระหว่าง 0.2-0.8 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป

4. แบบสอบถามหลังการใช้หนังสือแบบฝึกที่ผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เป็นแบบสอบถามปลายเปิดจำนวน 3 ข้อเพื่อศึกษาผลของการใช้หนังสือแบบฝึกที่ผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม โดยผู้วิจัยได้นำแบบสอบถามนี้นำเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่านเพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) แล้วนำไปหาค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC

3.3 วิธีดำเนินการและเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการกับกลุ่มตัวอย่าง โดยมีขั้นตอนในการดำเนินการดังนี้

1. ขั้นก่อนดำเนินการ ผู้วิจัยติดต่อขออนุญาตทำการวิจัย โดยทำหนังสือขออนุญาต เพื่อขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัย

2. ขั้นดำเนินการ ผู้วิจัยอธิบายบทบาทหน้าที่ของผู้เรียน บทบาทของผู้วิจัย ชี้แจงและให้คำแนะนำเกี่ยวกับข้อควรปฏิบัติในการเรียนรู้ด้วยหนังสือเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ ก่อนลงมือปฏิบัติเพื่อให้ผู้เรียนเตรียมความพร้อมของตนเองในการวิจัย จากนั้นให้ผู้เรียนทั้งกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมทำแบบทดสอบก่อนเรียน เมื่อผู้เรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนเรียบร้อยแล้วผู้วิจัยได้มอบหนังสือแบบฝึกจากหนังสือแบบฝึกที่ผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ให้กับผู้เรียนกลุ่มทดลอง นำกลับไปทำนอกเวลาเป็นระยะเวลา 2 สัปดาห์ ส่วนกลุ่มควบคุมจะเรียนรู้ผ่านการทำข้อสอบเก่า หลังจากครบระยะเวลาจึงให้ผู้เรียนทั้ง 2 กลุ่มทำแบบทดสอบหลังเรียน และให้ผู้เรียนกลุ่มทดลองทำแบบสอบถามหลังการใช้หนังสือแบบฝึกจากหนังสือแบบฝึกที่ผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

3. ขั้นหลังการดำเนินการ ผู้วิจัยนำข้อมูลคะแนนความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ มาประมวลผลวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติและเรียบเรียงในรูปแบบความเรียง

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลของการวิจัยในครั้งนี้ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติ ดังนี้

1. การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้หาค่าความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามแต่ละข้อกับจุดประสงค์ IOC โดยใช้เกณฑ์การตัดสินค่า IOC ถ้ามีค่า 0.50 ขึ้นไป แสดงว่า ข้อคำถามนั้นวัดได้ตรงจุดประสงค์ หรือตรงตามเนื้อหานั้น แสดงว่าข้อคำถามข้อนั้นใช้ได้

2. การวิเคราะห์คุณภาพของหนังสือเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์

3. การหาค่าดัชนีความยาก (Item difficulty index) โดยเกณฑ์การตัดสินค่าดัชนีความยาก ถ้ามีค่าอยู่ระหว่าง 0.2-0.8 แสดงว่า ข้อคำถามนั้นวัดได้ตรงจุดประสงค์ หรือตรงตามเนื้อหานั้น แสดงว่า ข้อคำถามข้อนั้นใช้ได้

4. การหาค่าอำนาจจำแนก โดยเกณฑ์การตัดสินค่าอำนาจจำแนก ถ้ามีค่าอยู่ตั้งแต่ 0.2 ให้ถือว่าข้อนั้นมีอำนาจจำแนกเพียงพอ และคัดเลือกไว้ใช้ได้

5. สถิติที่ใช้ในการเปรียบเทียบความแต่กต่างของความสามารถด้านมิติสัมพันธ์จากการฝึกด้วยแบบฝึกจากหนังสือแบบฝึกที่ผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ทั้งก่อนและหลังการฝึกโดยใช้การทดสอบ t-test แบบ Dependent sample

6. สถิติที่ใช้ในการเปรียบเทียบความแตกต่างคะแนนเฉลี่ยระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยการทดสอบ t-test แบบ Independent sample

4. ผลการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อพัฒนาหนังสือแบบฝึกที่ผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย 2) เพื่อศึกษาผลการใช้หนังสือแบบฝึกที่ผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยจะนำเสนอผลการวิเคราะห์เป็น 2 ส่วน ดังนี้

4.1 การพัฒนาหนังสือแบบฝึกที่ผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

หนังสือแบบฝึกผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่พัฒนาขึ้นมีองค์ประกอบ ดังนี้

1. หน้าปก เป็นสิ่งที่บ่งบอกถึงเนื้อหาภายในเล่มนั้น ๆ

2. สารบัญ เป็นส่วนที่แสดงให้เห็นว่าหนังสือแบ่งเนื้อหาออกเป็นกี่บท อย่างไรบ้างและยังช่วยในการค้นหาเนื้อหาที่ต้องการภายในเล่มได้อย่างรวดเร็ว

3. วิธีการใช้งานหนังสือ เนื่องจากเป็นหนังสือที่ผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ส่วนนี้จึงเป็นส่วนที่สำคัญที่ช่วยให้ผู้อ่านใช้งานหนังสือได้อย่างถูกต้องตามวัตถุประสงค์ของหนังสือ

4. แบบทดสอบก่อนทำแบบฝึก เพื่อช่วยให้ผู้ใช้หนังสือแบบฝึกสามารถประเมินความสามารถของตัวเองก่อนเริ่มทำแบบฝึกหัด โดยจะมีทั้งหมด 4 ส่วนก่อนเริ่มทำแบบฝึกแต่ละส่วนตามเนื้อหา

5. เนื้อหา เป็นรายละเอียดของแบบฝึกว่าแบบฝึกนั้นคืออะไร โดยหนังสือนี้แบ่งเนื้อหาออกเป็น 4 ส่วน ดังนี้

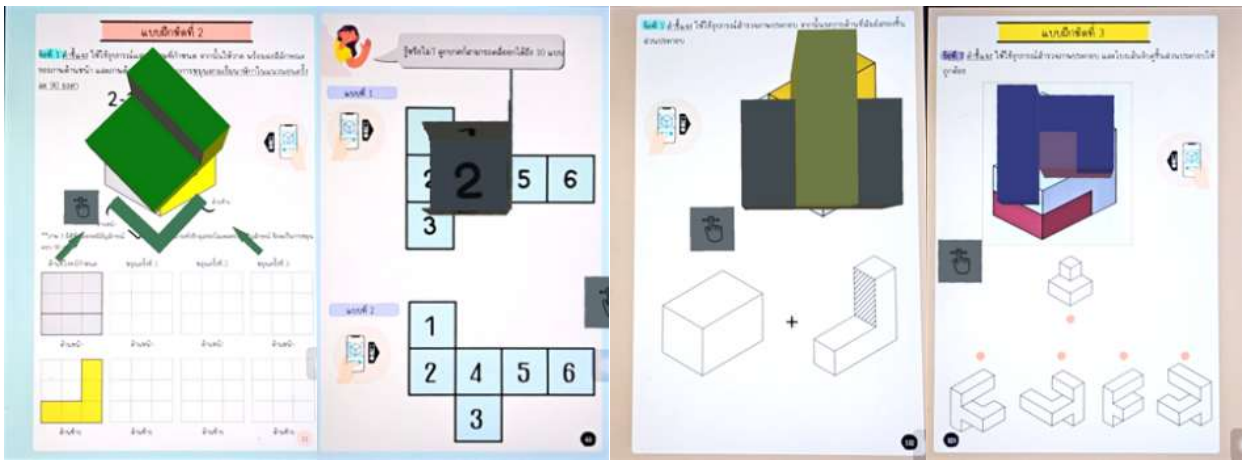
5.1 มิติสัมพันธ์ด้านการหมุน เป็นความสามารถในการจินตนาการและทำความเข้าใจวัตถุที่ถูกหมุนไปในทิศทางต่าง ๆ ซึ่งเป็นทักษะที่จะทำให้ผู้เรียนเข้าใจลักษณะของวัตถุในแต่ละมิติสัมพันธ์ด้านการหมุน ด้านได้ในมุมมองที่หลากหลาย

5.2 มิติสัมพันธ์ด้านการพับกล่อง เป็นความสามารถในการจินตนาการว่ากระดาษหรือแผ่นวัสดุที่แบนราบสามารถพับขึ้นมาเป็นกล่องได้อย่างไร ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนเข้าใจความสัมพันธ์ในแต่ละด้านของพื้นผิวที่เปลี่ยนแปลงเป็นกล่องสามมิติ

5.3 มิติสัมพันธ์ด้านการประกอบ เป็นความสามารถจินตนาการว่าชิ้นส่วนต่าง ๆ จะสามารถนำมาประกอบกันได้อย่างไร หรือการประกอบของวัตถุนั้นเกิดจากชิ้นส่วนใดซึ่งจะทำให้ผู้เรียนเข้าใจความสัมพันธ์ของชิ้นส่วนที่นำมาประกอบกัน

5.4 ด้านการหาความต่าง เป็นความสามารถในการเปรียบเทียบ และวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างวัตถุ ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะการสังเกต และการตรวจสอบข้อผิดพลาดได้อย่างแม่นยำ

6. แบบฝึก ซึ่งเป็นหัวใจหลักของหนังสือนี้ที่จะช่วยพัฒนาความสามารถของผู้ใช้หนังสือตามวัตถุประสงค์ ของหนังสือ โดยจะแบ่งเป็น 4 ส่วนตามเนื้อหา โดยแต่ละส่วนจะมีจำนวนแบบฝึกตามความเหมาะสมของเนื้อหานั้น ๆ



รูปที่ 1 ตัวอย่างแบบฝึกที่ผสามเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม

7. แบบทดสอบหลังทำแบบฝึก เพื่อช่วยให้ผู้ใช้หนังสือแบบฝึกทราบถึงพัฒนาการของตนเองหลังจากการทำแบบฝึกได้ โดยจะมีทั้งหมด 4 ส่วนหลังทำแบบฝึกแต่ละส่วนตามเนื้อหา

8. เฉลยแบบทดสอบและแบบฝึก เพื่อให้ผู้ใช้หนังสือมีความเข้าใจในเนื้อหานั้น ๆ ได้มากยิ่งขึ้น รวมถึงเห็นข้อพลาดของตนเองเพื่อพัฒนาต่อไปได้อย่างตรงจุด

หลังจากสร้างหนังสือแบบฝึกที่ผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ผู้วิจัยได้นำหนังสือแบบฝึกที่ผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมที่พัฒนาขึ้นให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบให้คำแนะนำ และให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีจำนวน 3 ท่าน ประเมินคุณภาพของหนังสือ โดยใช้แบบประเมินคุณภาพหนังสือแบบฝึกที่ผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยผลการประเมินเป็นดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการเปรียบเทียบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนหลังใช้หนังสือแบบฝึกที่ผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

รายการประเมิน	คะแนนเฉลี่ย	SD	คุณภาพอยู่ระดับ
ด้านเนื้อหา			
1. ความถูกต้องตามหลักวิชาการ ทันสมัยและเชื่อถือได้	4.67	0.58	มากที่สุด
2. ความครบถ้วนตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนด	4.33	0.58	มาก
3. ความยากง่ายเหมาะสมกับระดับชั้นของผู้เรียน	4.33	0.58	มาก
4. จำนวนข้อ มีปริมาณที่เหมาะสม	4.00	1.00	มาก
5. รูปแบบ/ลักษณะที่หลากหลาย เหมาะสมกับเนื้อหา	4.67	0.58	มาก
6. เรียงลำดับจากง่ายไปหายาก เป็นไปตามลำดับขั้นตอนการเรียนรู้	5.00	0.00	มากที่สุด
ด้านการออกแบบหนังสือแบบฝึกที่ผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม			
1. ขนาดของหนังสือแบบฝึกฯ มีความเหมาะสม ใช้งานได้สะดวก	4.00	1.00	มาก
2. องค์ประกอบของหนังสือแบบฝึกฯ มีความสมบูรณ์ครบถ้วน	4.33	1.15	มาก
3. การใช้สำนวนภาษาในหนังสือแบบฝึกฯ เข้าใจได้ง่ายเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	4.00	0.00	มาก
4. มีคำอธิบายหรือคำสั่งที่ชัดเจน ง่ายต่อการปฏิบัติ และศึกษาด้วยตนเอง	4.33	0.58	มาก
5. การจัดวางรูปแบบ (Layout) มีความเหมาะสมตามรูปแบบของหนังสือแบบฝึกฯ	4.00	1.00	มาก
6. มีการกำหนดจุด Marker ที่เหมาะสมในแต่ละเนื้อหา เพื่อใช้ในการผสานเข้ากับเทคโนโลยี AR	4.67	0.58	มากที่สุด
7. มีสัญลักษณ์ (AR marker) ที่แสดงการใช้งานร่วมกับสื่อความเป็นจริงเสริมที่ชัดเจน สื่อความหมาย	5.00	0.00	มากที่สุด
8. สื่อความเป็นจริงเสริมมีการแสดงผลที่ถูกต้อง	4.33	1.15	มาก
9. ความรวดเร็วในการแสดงผลสื่อความเป็นจริงเสริม (AR) ของหนังสือแบบฝึกที่ผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม	4.33	1.15	มาก
10. สื่อความเป็นจริงเสริมมีภาพ / เสียง ที่มีคุณภาพ ขนาดชัดเจน สัดส่วนไม่ผิดเพี้ยน	4.33	1.15	มาก
11. สื่อความเป็นจริงเสริมมีความเหมาะสมกับเนื้อหา	5.00	0.00	มากที่สุด
12. หนังสือแบบฝึกที่ผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมมีวิธีการใช้งานที่ง่าย ไม่ซับซ้อน	4.33	0.58	มาก
ด้านการใช้งานหนังสือแบบฝึกที่ผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม			
1. ช่วยให้ผู้เรียนสามารถทบทวนความรู้และเห็นความก้าวหน้าของตนเองได้	5.00	0.00	มากที่สุด
2. ช่วยในการมองภาพ การจินตนการการหมุนการเคลื่อนไหวของวัตถุหรือมิติ ให้เป็นรูปธรรมมากยิ่งขึ้น	5.00	0.00	มากที่สุด
3. ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจและเรียนรู้เนื้อหาด้านมิติสัมพันธ์ได้ง่ายยิ่งขึ้น	5.00	0.00	มากที่สุด
4. สามารถนำไปใช้ประกอบการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ได้จริง	5.00	0.00	มากที่สุด
รวม	**4.53**	**0.53**	**มากที่สุด**

4.2 ผลการใช้หนังสือแบบฝึกที่ผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

4.2.1 ผลการเปรียบเทียบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนหลังใช้หนังสือแบบฝึกที่ผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยใช้การทดสอบ t-test แบบ Dependent sample ปรากฏผลดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการเปรียบเทียบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนหลังใช้หนังสือแบบฝึกที่ผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

การทดสอบ	n	$\overline{x}$	SD	t	p
ก่อนใช้หนังสือแบบฝึกที่ผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม	31	24.84	9.83	16.47*	.00
หลังใช้หนังสือแบบฝึกที่ผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม	31	38.71	9.98		

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 1 พบว่าผลการเปรียบเทียบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนหลังใช้หนังสือแบบฝึกที่ผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย สูงกว่าก่อนทำหนังสือแบบฝึกที่ผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4.2.2 ผลการเปรียบเทียบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนที่ใช้หนังสือแบบฝึกที่ผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย และผู้เรียนที่ไม่ได้ใช้หนังสือแบบฝึกที่ผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยใช้การทดสอบ t-test แบบ Independent sample ปรากฏผลดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการเปรียบเทียบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนที่ใช้ และผู้เรียนที่ไม่ได้ใช้หนังสือแบบฝึกที่ผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

กลุ่มตัวอย่าง	n	$\bar{x}_1$	$\bar{x}_2$	MD	$S_{MD_1-MD_2}$	t	p
กลุ่มทดลอง	31	24.84	38.71	13.87	0.97	3.22*	.00
กลุ่มควบคุม	32	25.50	30.31	4.81			

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 2 พบว่าก่อนการทดลองผู้เรียนกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม มีผลการทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ใกล้เคียงกัน (กลุ่มทดลอง $\bar{x}_1$ = 24.84, กลุ่มควบคุม $\bar{x}_2$ = 25.50) หลังการทดลองพบว่ากลุ่มทดลองซึ่งเป็นผู้เรียนที่ใช้หนังสือแบบฝึกที่ผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม มีผลการทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ด้านมิติสัมพันธ์ สูงกว่ากลุ่มควบคุมซึ่งเป็นผู้เรียนที่ไม่ได้ใช้หนังสือแบบฝึกที่ผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาหนังสือแบบฝึกที่ผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย และศึกษาผลการใช้หนังสือแบบฝึกที่พัฒนาขึ้น สามารถอภิปรายผลได้ดังนี้ จากการผลการประเมินหนังสือแบบฝึกที่ผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม โดยผู้เชี่ยวชาญ พบว่าคุณภาพของหนังสือหนังสือแบบฝึกที่ผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม อยู่ในระดับมากที่สุด (คะแนนเฉลี่ย 4.53, SD = 0.53) ทั้งนี้เนื่องจากหนังสือแบบฝึกฯ ที่พัฒนาขึ้น ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ สังเคราะห์ องค์ประกอบ และโครงสร้างของหนังสือแบบฝึกที่ผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมจากการทบทวนวรรณกรรม จากเอกสาร ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทำให้ได้หนังสือแบบฝึกฯ รวมถึงได้มีการตรวจสอบคุณภาพของหนังสือทั้งจากอาจารย์ที่ปรึกษา ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยี และการนำเครื่องมือไปทดลอง (Try out) กับกลุ่มที่มีความคล้ายกลับกลุ่มตัวอย่าง จนมีคุณภาพที่สามารถนำไปใช้งานได้จริง แล้วจึงนำมาพัฒนาปรับปรุงให้เหมาะสม โดยจากการศึกษาและวิจัยพบว่าหนังสือแบบฝึกที่ผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมควรมีเนื้อหาที่ออกแบบให้สอดคล้องกับการใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เพื่อเสริมสร้างความเข้าใจและเพิ่มประสบการณ์ในการเรียนรู้ โดยเนื้อหาในหนังสือควรมีโครงสร้างชัดเจน จัดลำดับความยากง่าย พร้อมทั้งมีสัญลักษณ์หรือคำแนะนำบอกจุดที่สามารถใช้งานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมได้อย่างชัดเจนเพื่อเข้าถึงเนื้อหาเสริมที่เป็นโมเดล 3 มิติ หรือแอนิเมชัน ทั้งนี้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมควรช่วยให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับเนื้อหาและเข้าใจเนื้อหานั้น ๆ ได้ดีขึ้น ไม่ใช่เพียงเพิ่มความสวยงามเท่านั้น รวมถึงการใช้งานต้องง่ายและเข้าถึงได้สะ ดวกเพื่อให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพและน่าสนใจยิ่งขึ้น นอกจากนี้หนังสือแบบฝึกยังควรควรมีลักษณะที่ส่งเสริมการเรียนรู้อย่างเป็นระบบ คำชี้แจงและแบบฝึกหัดควรมีความชัดเจน เข้าใจง่าย และกระตุ้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการคิด วิเคราะห์ และลงมือปฏิบัติ อีกทั้งยังควรมีความหลากหลายของรูปแบบแบบฝึกหัด พร้อมทั้งมีเฉลยหรือแนวทางการตรวจสอบคำตอบเพื่อให้ผู้เรียนสามารถประเมินผลการเรียนรู้ของตนเองได้ และควรออกแบบให้เหมาะสมกับช่วงวัยและพื้นฐานของผู้เรียน

นอกจากนี้จากผลการศึกษาผลการใช้หนังสือแบบฝึกที่พัฒนาขึ้นพบว่า ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนหลังใช้หนังสือแบบฝึกที่ผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม สูงขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เนื่องจากการใช้หนังสือแบบฝึกร่วมกับเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ผ่านประสบการณ์ตรงสามารถมองเห็น เข้าใจ และโต้ตอบกับวัตถุหรือสถานการณ์ต่าง ๆ ได้ชัดเจนยิ่งขึ้นสอดคล้องกับงานวิจัยของ Yilmaz (2016, pp. 453-486) ที่ชี้ว่าเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมส่งผลให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะการรับรู้เชิงพื้นที่ และมิติสัมพันธ์ในระดับที่สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการเรียนรู้แบบดั้งเดิม และจากการเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมพบว่ากลุ่มทดลองซึ่งเป็นผู้เรียนที่ใช้หนังสือแบบฝึก

ที่ผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม มีผลการทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ สูงกว่ากลุ่มควบคุมซึ่งเป็นผู้เรียนที่ไม่ได้ใช้หนังสือแบบฝึกที่ผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เนื่องจากการใช้หนังสือแบบฝึกที่ผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมทำให้ผู้เรียนรู้จัก และกระตุ้นความสนใจในความสามารถด้านมิติสัมพันธ์มากขึ้น อีกทั้งการใช้หนังสือแบบฝึกที่ผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมยังเป็นการพัฒนาผู้เรียนรายบุคคลโดยตรงจากการทำแบบฝึกด้วยตนเอง จึงทำให้ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนที่ใช้หนังสือแบบฝึกที่ผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสูงกว่าผู้เรียนที่ไม่ได้ใช้ ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ Sahaviriya and Kanchanachaya (2023, pp. 107–118) ที่ได้ทำการวิจัยเรื่อง ผลการใช้หนังสือแบบฝึกทักษะความจริงเสริม (Augmented reality) เรื่องการเขียนตัวอักษรภาษาเกาหลี เพื่อพัฒนาการเขียนตัวอักษรภาษาเกาหลีของผู้เรียนระดับต้น และพบว่าคะแนนของกลุ่มทดลองที่เรียนโดยใช้หนังสือแบบฝึกทักษะความเป็นจริงเสริม สูงกว่ากลุ่มควบคุมที่เรียนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยจากการสอบถามผู้เรียนที่ใช้หนังสือแบบฝึกที่ผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ผู้เรียนส่วนมากคิดว่าหนังสือแบบฝึกที่ผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ทำให้ผู้เรียนมีความสนใจในการพัฒนาความสามารถด้านมิติสัมพันธ์มากขึ้น เนื่องจากหนังสือมีความน่าอ่าน เข้าใจง่าย ใช้งานสะดวกรวมถึงมีสีสันและรูปแบบที่ดึงดูดช่วยให้การเรียนรู้สนุกและเกิดประโยชน์จริงนอกจากนี้ เทคโนโลยีที่นำมาใช้ร่วมกับหนังสือยังช่วยเพิ่มความน่าสนใจของหนังสือและเนื้อหามากยิ่งขึ้น อย่างไรก็ตามยังมีผู้เรียนบางส่วนที่ไม่เห็นความจำเป็นหรือไม่แน่ใจในประโยชน์ของเนื้อหา ส่งผลให้ความสนใจเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยหรือไม่เพิ่มขึ้น อีกทั้งผู้เรียนยังให้ความเห็นว่าหนังสือแบบฝึกช่วยพัฒนาความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ได้ดีขึ้น โดยช่วยให้เข้าใจเรื่องการวิเคราะห์ภาพ การมองภาพสามมิติ การจินตนาการและการสังเกตได้ดียิ่งขึ้น นอกจากนี้ยังช่วยพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหา และการมองภาพอย่างเป็นระบบ ส่งผลให้ผู้เรียนมีความมั่นใจและสามารถทำแบบทดสอบได้แม่นยำมากขึ้น รวมถึงช่วยลดความสับสนในการทำแบบทดสอบ

6. ข้อเสนอแนะ

เนื่องจากการหนังสือแบบฝึกนี้เป็นหนังสือที่ผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมซึ่งจะต้องใช้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์จึงจะเกิดประโยชน์สูงสุด ดังนั้นหากจะนำไปใช้จริงจะต้องจัดเตรียมความพร้อมด้านอุปกรณ์ หรือแน่ใจว่าผู้เรียนมีความพร้อมด้านอุปกรณ์ รวมถึงทำความเข้าใจวิธีการใช้หนังสือแบบฝึกที่ผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ก่อนนำไปใช้ โดยหนังสือแบบฝึกที่ผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับรูปแบบการเรียนการสอนที่ผสมผสาน ทั้งการเรียนในและนอกห้องเรียน เพื่อให้นักเรียนสามารถฝึกทักษะได้อย่างต่อเนื่องทั้งในและนอกเวลาเรียนได้ ทั้งนี้ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่าหนังสือแบบฝึกที่ผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมมีประสิทธิภาพในการส่งเสริมความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายได้ ดังนั้นควรส่งเสริมให้มีการนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาความสามารถด้านนี้สำหรับข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งถัดไปควรศึกษาวิจัยเชิงคุณภาพในการติดตามพัฒนาการในการทำหนังสือแบบฝึกความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียน โดยใช้ระบบบันทึกผลพฤติกรรมการเรียนรู้ เพื่อนำข้อมูลมาช่วยเหลือ และพัฒนาความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของผู้เรียนได้อย่างดียิ่งขึ้น รวมถึงควรศึกษาวิจัยการใช้หนังสือแบบฝึกที่ผสานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมร่วมกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีต่าง ๆ

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยครั้งนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความอนุเคราะห์และความช่วยเหลือจากผู้ที่เกี่ยวข้องหลายฝ่าย ขอขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน ผศ.ดร.เมธา อึ่งทอง ดร.กฤษณพงศ์ เลิศบำรุงชัย และ ผศ.ณรงค์พล เอื้อไพจิตรกุล ที่กรุณาตรวจสอบและให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงเครื่องมือที่ใช้การวิจัย ขอขอบคุณผู้อำนวยการ และครูโรงเรียนวัดเขียนเขตที่อนุญาตให้ทำการทดลองและคอยอำนวยความสะดวกในการเก็บรวบรวมข้อมูลวิจัย ขอขอบคุณนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2567 โรงเรียนวัดเขียนเขต ที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดี ทั้งนี้ผู้วิจัยได้รับประกาศนียบัตรรับรองการเข้าอบรมหลักสูตรหลักจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์จากมหาวิทยาศรีนครินทรวิโรฒ ให้ไว้ ณ วันที่ 3 กรกฎาคม 2565 และรับรองถึงวันที่ 3 กรกฎาคม 2568

เอกสารอ้างอิง

Hemchayart, W. (1993). *Effects of instructional activety organization according to gagne's approach on spatial relation perception ability of kindergarten children.* [Master's Thesis]. Chulalongkorn University. (in Thai)

Hill, C., Corbett, C., & Rose, A. S. (2010). *Why So Few? Women in Science, Technology, Engineering, and Mathematics*. AAUW.

Jearjun, T. (2011). *Spatial Relation Ability of Early Childhood Children Acquired Strips Art Creative Activities.* [Master's thesis]. Srinakharinwirot University. (in Thai)

Kaewkertmee, S. (2017). *The study relation between spatial abilities and the mathematical abilities of pratomsuksa 6 students at Banmakkhaeng school, Meuang district, Udon Thani province*. [Master's thesis]. Rajabhat Maha Sarakham University.

Nanchai, S. (2019). *The effect of a chemical molecule building card game combined with 3D Molecular model training for enhancing the spatial ability of high school students.* [Master's thesis]. Burapha University. (in Thai)

Office of the Basic Education Commission. (2022). *Basic Education Development Plan (2023–2027). Ministry of Education, Thailand.* http://www.secondarytak.go.th/wp-content/uploads/2022/12/แผนพัฒนาการศึกษาขั้นพื้นฐาน-2566-2570-ของ-สพฐ.pdf. (in Thai)

Office of the Education Council. (2021). *Summary Report on the Development of Models and Mechanisms for Enhancing Multiple Intelligences to Foster Learners' Potential*. (1st ed.). S.B.K. Printing Co.ltd. (in Thai)

Rahmawati, Y., Dianhar, H., & Arifin, F. (2021). Analysing students' spatial abilities in chemistry learning using 3D virtual representation. *Education Sciences, 11*(4), 185. https://doi.org/10.3390/educsci11040185.

Sahaviriya, K., & Kanchanachaya, N. (2023). Effects of an Augmented Reality Practice Book on Development of Korean Alphabet Writing for Beginners. *Journal of Humanities, Naresuan University*, *20*(2), 107–118. (in Thai)

Taweerat, P. (2000). *Behavioral and Social Researching Method*. (2nd ed.). Srinakharinwirot University. (in Thai)

The Council of University President of Thailand (CUPT). (2566). *Statistical Summary Report of TGAT/TPAT2–5 Examination Results for the Academic Year 2023*. https://help.mytcas.com/article/ล264-tgat-tpat2-5-2566. (in Thai)

Tosik, E., & Atasoy, B. (2017). The Effects of Augmented Reality on Elementary School Students' Spatial Ability and Academic Achievement. *Education and Science*, *42*(191), 31-51.

Wongyai, W. (1999). *Learning Power in New Paradigm*. Srinakharinwirot University. (in Thai)

Yılmaz, H. B. (2016). On the development and measurement of spatial ability. *International Electronic Journal of Elementary Education, 8*(3), 453-486. https://www.iejee.com/index.php/iejee/article/view/279.

"ข้อคิดเห็น เนื้อหา รวมทั้งการใช้ภาษาในบทความถือเป็นความรับผิดชอบของผู้เขียน"

Research article

นวัตกรรมการเรียนการสอนปฏิบัติการด้านระบบโทรคมนาคมพื้นฐานเพื่อส่งเสริมทักษะการเรียนรู้การลงมือปฏิบัติงานในศตวรรษที่ 21

LABORATORY-BASED LEARNING AND TEACHING INNOVATIONS OF BASIC TELECOMMUNICATION SYSTEM TO PROMOTE PRACTICAL LEARNING SKILLS IN THE 21ST CENTURY

ศิวนาถ ราชชมภู* นุชนาฏ ชุ่มชื่น และสมศักดิ์ อรรคทิมากูล
Siwanat Rachchompoo*, Nutchanat Chumchuen, and Somsak Akatimagool
siwanatchamp@gmail.om, nutchanat.c@fte.kmutnb.ac.th, and somsak.a@fte.kmutnb.ac.th

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ กรุงเทพมหานคร 10800 ประเทศไทย
Faculty of Industrial Education, King Mongkut's University of Technology North Bangkok, Bangkok 10800 Thailand

Journal of Industrial Education. 2025, Vol. 24 (No. 2), **https://doi.org/10.55003/JIE.24208**

Received: July 24, 2025, | **Revised:** August 8, 2025, | **Accepted:** August 17, 2025

Citation reference :
Rachchompoo, S., Chumchuen, N., & Akatimagool, S. (2025). Laboratory-based learning and teaching innovations of basic telecommunication system to promote practical learning skills in the 21st century. **Journal of Industrial Education, 24**(2), 23-37.

ABSTRACT

This research has presented a development of innovative approach to teaching and learning basic telecommunication system laboratory in order to promote students' 21st-century skills. Traditional laboratory-based instructional methods were unable to develop students' practical abilities. It has failed to meet curriculum expectations, primarily due to outdated teaching models, limited integration of digital technology, and inadequate experimental equipment. To address these challenges, the research introduced the SLEDA laboratory-based learning model comprising five stages: Searching, Learning, Exchanging, Doing, and Assessment, alongside the development of modern learning media such as simulation programs, radio transceivers experiment, and antenna. A comprehensive teaching package based on radio communication principles was designed and implemented with 30 undergraduate students in the Industrial Education program, majoring in Electronics and Telecommunications Engineering at Rajamangala University of Technology Isan, Sakonnakhon Campus. Evaluated by 11 experts, the quality of instructional package was rated as highly appropriate ($\overline{X}$ = 4.71, SD = 0.29), and the SLEDA laboratory-based learning model proved effective according to the E1/E2 efficiency standard (75.08/75.57). Student satisfaction was at the highest level ($\overline{X}$= 4.64, SD = 0.22), and their expected learning skills improved significantly, with averaging 84.62%. The research results show that the learning management innovation can effectively and efficiently promote learners' learning achievements in the field of telecommunications engineering. It can be used as a model that can be applied to the development of modern learning innovations that support education in the 4.0 era.

Keywords: SLEDA laboratory-based learning model, Simulation program, Radio transceiver experimental set, Antenna

Corresponding author E-mail: siwanatchamp@gmail.com *ISSN: 2985-1890 (Online)*

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้นำเสนอการพัฒนานวัตกรรมการเรียนการสอนปฏิบัติการระบบโทรคมนาคม เพื่อเสริมสร้างทักษะที่จำเป็นให้กับผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 เนื่องจากการสอนด้านปฏิบัติการแบบดั้งเดิมไม่สามารถพัฒนาทักษะปฏิบัติของนักศึกษาได้ตามผลลัพธ์ที่ความคาดหวังของหลักสูตร เพราะขาดรูปแบบการสอนที่ทันสมัย ขาดการเชื่อมโยงกับเทคโนโลยีดิจิทัล และอุปกรณ์ทดลองที่ไม่ทันสมัย เพื่อตอบโจทย์ปัญหานี้จึงได้พัฒนารูปแบบการเรียนรู้เชิงปฏิบัติการ SLEDA ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นการศึกษาค้นคว้า ขั้นการเรียนรู้ ขั้นแลกเปลี่ยนความรู้ ขั้นลงมือปฏิบัติ และขั้นประเมินผล พร้อมทั้งพัฒนาสื่อนวัตกรรมการเรียนรู้ ได้แก่ โปรแกรมจำลอง ชุดทดลองเครื่องรับส่งวิทยุ และสายอากาศ การนำไปจัดการเรียนการสอนด้านปฏิบัติการในบทเรียนเรื่อง หลักการของระบบสื่อสารวิทยุ กับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี จำนวน 30 คน ในสาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร ทั้งนี้ ชุดการสอนที่พัฒนาขึ้นได้รับการประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 11 ท่าน ที่มีค่าความเหมาะสมเฉลี่ยในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.71, SD = 0.29) และรูปแบบการเรียนรู้เชิงปฏิบัติการ SLEDA มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด E1/E2 ที่ระดับ 75.08/75.57 นอกจากนั้น ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.64, SD = 0.22) และผลการประเมินทักษะการเรียนรู้ของผู้เรียนมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 84.62% ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่า นวัตกรรมการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นนี้ สามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ด้านปฏิบัติการในสาขาวิศวกรรมโทรคมนาคมเพิ่มขึ้นและเป็นไปอย่างมี ประสิทธิภาพ และใช้เป็นต้นแบบที่สามารถประยุกต์ใช้ในการพัฒนานวัตกรรมการเรียนรู้ที่ทันสมัยและรองรับกับการศึกษายุค 4.0

คำสำคัญ: รูปแบบการเรียนรู้เชิงปฏิบัติการ SLEDA, โปรแกรมจำลอง, ชุดทดลองเครื่องรับส่งวิทยุ, สายอากาศ

1. บทนำ

การพัฒนานวัตกรรมการเรียนการสอนทั้งในภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติในศตวรรษที่ 21 เป็นสิ่งจำเป็นที่ต้องดำเนินการอย่างต่อเนื่องเพื่อให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงทางด้านเทคโนโลยี เศรษฐกิจ และสังคม การจัดการศึกษามุ่งเน้นการพัฒนาผู้เรียนให้มีสมรรถนะสูงผ่านการพัฒนาหลักสูตร การออกแบบกระบวนการเรียนการสอน การพัฒนานวัตกรรมการเรียนรู้ และระบบการวัดผลที่เสริมสร้างให้ผู้เรียนมีความรู้ (Knowledge) ทักษะ (Skill) จริยธรรม (Ethics) และลักษณะบุคคล (Character) ตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษา พ.ศ. 2565 อย่างไรก็ตาม การจัดการเรียนการสอนด้านปฏิบัติการที่ผ่านมาไม่สามารถพัฒนาทักษะปฏิบัติของผู้เรียนได้ตามผลลัพธ์ที่ความคาดหวังของหลักสูตร รูปแบบการสอนไม่เหมาะสมกับสถานการณ์ในปัจจุบัน ขาดการเชื่อมโยงกับเทคโนโลยีดิจิทัล อุปกรณ์ทดลองที่ไม่ทันสมัย และนวัตกรรมการเรียนรู้ไม่ทันสมัย ดังนั้นการส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะการเรียนรู้ที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 จำเป็นต้องมีวิธีการสอนที่เหมาะสมและนวัตกรรมทางการศึกษาที่ทันสมัยควบคู่ไปกับการบูรณาการเทคโนโลยีดิจิทัลเข้ากับกระบวนการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างทักษะที่สำคัญ เช่น การคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหา การทำงานเป็นทีม การเรียนรู้ตลอดชีวิต เป็นต้น นอกจากนั้นการจัดสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมสามารถสร้างโอกาสให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติ การสร้างปฏิสัมพันธ์ร่วมกัน การแบ่งปันความรู้ และการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างกัน เป็นสิ่งที่สำคัญในการส่งเสริมให้ผู้เรียนมีสมรรถนะสูงและมีทักษะที่จำเป็นตามความต้องการของตลาดแรงงาน (Noimala, 2021, pp. 45-57)

การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้สมัยใหม่ที่บูรณาการร่วมกับนวัตกรรมการเรียนรู้อย่างสร้างสรรค์ มีความสำคัญต่อการจัดการเรียนการสอนทางด้านเทคโนโลยีและวิศวกรรม ดังนั้นหลายปีที่ผ่านมา จึงมีนักวิจัยจำนวนมากได้พัฒนาวิธีการเรียนรู้ในรูปแบบต่าง ๆ มากมาย เช่น การใช้เทคนิคห้องเรียนกลับด้าน (Castaneda & Cuellar, 2020, pp. 159-173) รูปแบบการเรียนการสอนแบบผสมผสาน (Charoenchim & Chaowatthanakun, 2022, pp. 185-202) การพัฒนานวัตกรรมการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างทักษะการคิดขั้นสูง (Kwangmuang et al., 2021, pp. 1-13) เป็นต้น ซึ่งจะเห็นได้ว่าการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนและนวัตกรรมการเรียนรู้ที่ผ่านมา มุ่งเน้นการนำเทคโนโลยีสมัยใหม่มาใช้ในกระบวนเรียนการสอนเพื่อให้การจัดการเรียนการสอนมีประสิทธิภาพสูงสุด และสนับสนุนให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้เพิ่มขึ้น รูปแบบการเรียนการสอนส่วนใหญ่ จะเน้นให้ผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง (Tzenios, 2022, pp. 916-919) ซึ่งเป็นแนวทางที่นำไปสู่การพัฒนาทักษะที่จำเป็นของผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 อันประกอบด้วย 1) ทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม 2) ทักษะด้านข้อมูล สื่อเทคโนโลยี 3) ทักษะด้านชีวิตและอาชีพ อันเป็นการยกระดับและปลูกฝังให้ผู้เรียนเกิดทักษะการเรียนรู้ด้วยตนเอง และทักษะการเรียนรู้ตลอดชีวิต ที่เป็นเป้าหมายที่สำคัญตามนโยบายการจัดการศึกษาของประเทศ

การจัดการเรียนรู้เชิงปฏิบัติการหรือการทดลองเป็นกระบวนการจัดการเรียนการสอนแบบใฝ่รู้ (Active learning) ที่มีความสำคัญมากในระดับอุดมศึกษา เป็นการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนลงมือกระทำกิจกรรมด้วยตนเอง ผู้เรียนมีการเผชิญกับสถานการณ์ที่เป็นปัญหาทำให้เกิดความขัดแย้งทางปัญญา มีการแสดงออกทางพฤติกรรมให้ผู้เรียนมีบทบาทหลัก และมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้ที่ก่อให้เกิดการบูรณาการและเชื่อมโยงความรู้ เพื่อนำไปแก้ไขปัญหาและค้นหาคำตอบตามโจทย์ที่กำหนด โดยผู้สอนจะมีหน้าที่ชี้แนะ คอยกระตุ้น และอำนวยความสะดวก ให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้ผ่านกระบวนการคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ และแก้ไขปัญหาได้ด้วยตัวเอง ตามแนวคิดการจัดการเรียนการสอนให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้จากการปฏิบัติจริง (Learning by doing) อย่างไรก็ตาม การดำเนินการจัดการเรียนการสอนดังกล่าว นักการศึกษาหรือผู้ที่เกี่ยวข้อง จำเป็นต้องพิจารณาถึงการใช้นวัตกรรมการเรียนรู้ที่เหมาะสม ได้แก่ เอกสารการสอน อุปกรณ์และเครื่องมือ สื่อการสอนสมัยใหม่และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นต้น เพื่อให้การเรียนรู้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด

บทความวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนานวัตกรรมการเรียนการสอนปฏิบัติการด้านระบบโทรคมนาคมพื้นฐานเพื่อส่งเสริมทักษะการเรียนรู้การลงมือปฏิบัติงานของผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 โดยมีแนวทางการพัฒนารูปแบบการเรียนรู้เชิงปฏิบัติการที่บูรณาการรูปแบบการสอบทั้งแบบ Simulation-based และ Laboratory-based ควบคู่กับการสร้างสื่อนวัตกรรมการสอนทางด้านเทคโนโลยี (Rohana et al., 2022, pp. 361-367) ที่สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนรู้ และสามารถนำไปใช้ได้ทั้งในการจัดการเรียนการสอนทั้งในห้องเรียนและแบบออนไลน์ เพื่อเสริมสร้างทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 และเตรียมความพร้อมให้ผู้เรียนสามารถแข่งขันได้ในยุคอุตสาหกรรม 4.0 (Suleiman et al., 2022, pp. 1-26)

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Gómez-Tejedor et al. (2020, pp. 1-11) ได้นำเสนอรูปแบบการสอนแบบกลับด้าน (Flipped-classroom model) สำหรับการจัดการศึกษาในระดับอุดมศึกษา โดยมุ่งเน้นให้ผู้เรียนศึกษาข้อมูลทางทฤษฎีและขั้นตอนการทดลองก่อนเข้าชั้นเรียน จากนั้นฝึกปฏิบัติในห้องปฏิบัติการ และสรุปผลลัพธ์การเรียนรู้ ที่พบว่า วิธีการสอนดังกล่าวให้ผลลัพธ์เชิงบวก และผู้สอนมีเวลาในการพัฒนาและส่งเสริมการเรียนรู้ให้ผู้เรียน ผลของงานวิจัยแสดงให้เห็นว่า การพัฒนารูปแบบการสอนและนวัตกรรมการเรียนรู้ด้านปฏิบัติการจำเป็นต้องจัดให้สอดคล้องกับสภาพความแตกต่างของผู้เรียนและสิ่งแวดล้อมในการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนมีสมรรถนะสูง และ Chumchuen and Akatimagool (2024, pp. 1-4) ได้นำเสนอการพัฒนานวัตกรรมการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นการพัฒนาสื่อการสอนที่สนับสนุนทักษะด้านเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์ดิจิทัลผ่านสื่อการเรียนรู้แบบอินเทอร์แอคทีฟ ผลของงานวิจัยพบว่า ผู้เรียนมีความเข้าใจเนื้อหามากขึ้น และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับการเรียนการสอนแบบดั้งเดิม มากไปกว่านั้นสื่อที่พัฒนาขึ้นยังช่วยกระตุ้นความสนใจและสร้างแรงจูงใจในการเรียน ส่งผลให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกระบวนการและกิจกรรมการเรียนรู้มากขึ้น จุดเด่นของงานวิจัยนี้คือ การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีดิจิทัลมาสนับสนุนการเรียนรู้ ทำให้เนื้อหามีความน่าสนใจ ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาง่ายขึ้น และยังช่วยเสริมสร้างการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนและสื่อการสอน ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่ลึกซึ้งอย่างยั่งยืน และมีทักษะที่จำเป็นในยุคดิจิทัล ซึ่งผลของงานวิจัยเป็นประโยชน์ต่อทั้งผู้เรียนและผู้สอนในการพัฒนากระบวนการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับเทคโนโลยีที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว นอกจากนั้น Kwangmuang et al. (2021, pp. 1-13) ได้พัฒนานวัตกรรมการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างทักษะการคิดขั้นสูงสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นของประเทศไทยที่มุ่งพัฒนานวัตกรรมการเรียนรู้เพื่อเสริมทักษะการคิดขั้นสูง โดยผสมผสานการเรียนรู้เชิงปฏิบัติการและสื่อมัลติมีเดียที่เชื่อมโยงกับบริบทท้องถิ่น ซึ่งได้ดำเนินการออกแบบกิจกรรมปัญหาเชิงสถานการณ์ร่วมกับทรัพยากรการเรียนรู้ที่กระตุ้นให้ผู้เรียนมีทักษะการคิดวิเคราะห์ การสร้างสรรค์ การแก้ปัญหา และการคิดเชิงวิพากษ์ รวมถึงใช้การชี้แนะของผู้สอนและกรณีศึกษาเพื่อใช้ในการฝึกฝนผู้เรียน จุดเด่นของงานวิจัยสนับสนุนให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น มีทักษะการคิดวิเคราะห์ขั้นสูง และมีการกระตุ้นความสนใจการเรียนรู้ผ่านนวัตกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น

จากผลงานวิจัยดังกล่าว แสดงให้เห็นว่าการออกแบบรูปแบบการเรียนรู้ที่ทันสมัยและสอดคล้องกับเป้าหมายของการจัดการเรียนรู้เฉพาะทางที่เน้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอนโดยเฉพาะทางด้านการสอนปฏิบัติการเป็นสิ่งที่มีความสำคัญอย่างยิ่ง นอกจากนั้นการพัฒนาสื่อนวัตกรรมการเรียนการสอนที่มุ่งเน้นการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีทั้งทางด้านดิจิทัลและทางด้านวิศวกรรมที่เหมาะสมเป็นสิ่งที่นักวิจัยและนักการศึกษาให้ความสำคัญ เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนมีสมรรถนะการเรียนรู้ตามเป้าหมายการจัดการศึกษาและตามการพัฒนาทักษะตามมาตรฐานอาชีพที่ตลาดแรงงานต้องการ ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงได้ดำเนินการออกแบบรูปแบบการเรียนรู้และพัฒนานวัตกรรมการเรียนการสอนปฏิบัติการด้านระบบโทรคมนาคมพื้นฐาน ที่มุ่งเน้นการส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะการลงมือปฏิบัติการทางด้านเทคโนโลยีในศตวรรษที่ 21 เป็นสำคัญ โดยมีสมมติฐานการวิจัยดังนี้

คุณภาพของรูปแบบการเรียนรู้ SLEDA ที่พัฒนาขึ้น มีความเหมาะสมเฉลี่ยระดับมากขึ้นไป ประสิทธิภาพของชุดการสอนปฏิบัติการเรื่อง หลักการระบบสื่อสารวิทยุ โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้ SLEDA ร่วมกับสื่อนวัตกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น มีค่าตามเกณฑ์ที่กำหนด 75/75 ความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการจัดการเรียนการสอนปฏิบัติการโดยใช้รูปแบบการเรียนรู้ SLEDA ร่วมกับสื่อนวัตกรรมการเรียนรู้ ที่พัฒนาขึ้น มีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ระดับมากขึ้นไป และทักษะการเรียนรู้ทางด้านปฏิบัติการของผู้เรียนที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 มีค่าเฉลี่ยไม่น้อยกว่าร้อยละ 75 หรือสูงกว่าผลลัพธ์การเรียนรู้ที่กำหนด

3. การดำเนินการวิจัย

3.1 ขอบเขตการวิจัย

การพัฒนานวัตกรรมการเรียนการสอนปฏิบัติการด้านระบบโทรคมนาคมพื้นฐานเพื่อส่งเสริมทักษะการเรียนรู้การลงมือปฏิบัติงานของผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 มีขอบเขตวิจัยดังนี้

3.2.1 การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้เชิงปฏิบัติการ SLEDA (Laboratory-based learning model) สำหรับส่งเสริมสมรรถนะทางทักษะปฏิบัติการด้านเทคโนโลยีวิศวกรรมโทรคมนาคม ที่มี 5 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นการศึกษาค้นคว้า (Searching) 2) ขั้นการเรียนรู้ (Learning) 3) ขั้นแลกเปลี่ยนความรู้ (Exchanging) 4) ขั้นลงมือปฏิบัติ (Doing) และ 5) ขั้นประเมินผล (Assessment)

3.2.2 การสร้างสื่อนวัตกรรมการเรียนรู้ทางด้านเทคโนโลยีวิศวกรรมโทรคมนาคม ประกอบด้วย 1) โปรแกรมการคำนวณทางด้านโทรคมนาคมพื้นฐาน 2) ชุดทดลองเครื่องรับและเครื่องส่งวิทยุ และ 3) ชุดสายอากาศ

3.2.3 การสร้างชุดการสอนปฏิบัติการ เรื่อง หลักการระบบสื่อสารวิทยุ โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้เชิงปฏิบัติการ SLEDA ร่วมกับสื่อนวัตกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น ที่ประกอบด้วย 1) คู่มือครู 2) แผนกิจกรรมการจัดการเรียนการสอน 3) ใบเนื้อหา 4) ใบปฏิบัติงาน และ 5) แบบฝึกหัดและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.2.4 ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

3.2.4.1 ประชากร ได้แก่ นักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม หรือสาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ หรือสาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ที่ลงทะเบียนในรายวิชาวิศวกรรมไมโครเวฟ หรือรายวิชาวิศวกรรมสายอากาศ หรือรายวิชาอื่นที่เกี่ยวข้อง ในมหาวิทยาลัยทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

3.2.4.2 กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม ที่ลงทะเบียนในรายวิชาวิศวกรรมสายอากาศ ชั้นปีที่ 3 หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร โดยการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจงด้วยการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างจากประชากรในงานวิจัย และพิจารณาใช้จำนวนผู้เรียนที่มีคุณสมบัติตามเกณฑ์ที่กำหนดและที่ลงทะเบียนในภาคการศึกษาที่ 2/2567 ที่เป็นไปตามสภาพห้องเรียนจริง จำนวนทั้งหมด 30 คน

3.2.5 ตัวแปรในการศึกษา

3.2.5.1 ตัวแปรต้น ได้แก่ รูปแบบการเรียนรู้เชิงปฏิบัติการ SLEDA ชุดสื่อนวัตกรรมการเรียนรู้ทางด้านเทคโนโลยีวิศวกรรมโทรคมนาคม และชุดการสอนปฏิบัติการ เรื่อง หลักการระบบสื่อสารวิทยุ ที่พัฒนาขึ้น

3.2.5.2 ตัวแปรตาม ได้แก่ ระดับความเหมาะสมของรูปแบบการเรียนรู้เชิงปฏิบัติการ SLEDA ประสิทธิภาพของชุดการสอนปฏิบัติการ เรื่อง หลักการระบบสื่อสารวิทยุ ที่พัฒนาขึ้น และระดับความพึงพอใจของผู้เรียน

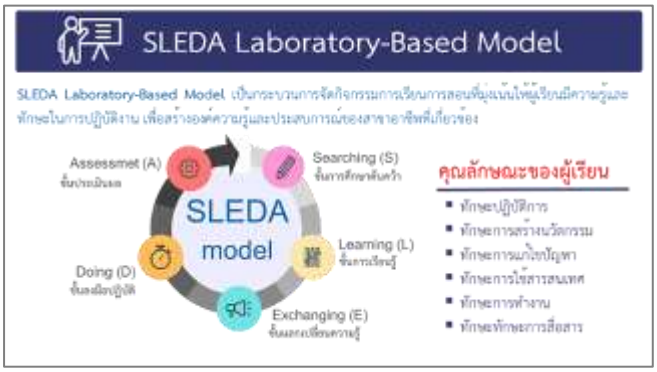
3.2 การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้เชิงปฏิบัติการ

การจัดการเรียนการสอนในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต และหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต ในสาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า หรือสาขาที่เกี่ยวข้อง ของมหาวิทยาลัยทางด้านเทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์ในประเทศไทย ยังคงเผชิญกับความท้าทายหลายประการ จากการสำรวจพบว่า หลักสูตรส่วนใหญ่ขาดนวัตกรรมการเรียนรู้ที่ทันสมัย ขาดสื่อการสอนที่เหมาะสม รวมถึงมีข้อจำกัดด้านกระบวนการเรียนการสอนที่เน้นด้านทฤษฎีเป็นส่วนใหญ่ ผู้เรียนไม่ได้มี

ส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้ อีกทั้งภาวะความเครียดและความเบื่อหน่ายจากกิจกรรมการเรียนรู้ที่ไม่ได้ช่วยกระตุ้นให้เกิดความสนใจ อันส่งผลกระทบต่อผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษา การพัฒนาเทคโนโลยีการเรียนการสอนที่ทันสมัยและการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการใช้สื่อดิจิทัลจึงมีความสำคัญ ดังนั้นการสอนในห้องปฏิบัติการถือเป็นแนวทางสำคัญที่สามารถช่วยพัฒนาทักษะการทำงาน การคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหา และการประยุกต์ใช้ความรู้ในสถานการณ์จริง อีกทั้งยังช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนสามารถจัดระบบการเรียนรู้ของตนเอง มีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนร่วมชั้น และมีการทำงานเป็นทีม ซึ่งเป็นทักษะสำคัญ

ในศตวรรษที่ 21 จุดเด่นของการเรียนรู้ผ่านการปฏิบัติการ ได้แก่ การพัฒนาศักยภาพทางกล้ามเนื้อ การคิดเชิงสร้างสรรค์ การเพิ่มโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมอย่างเต็มที่ในกระบวนการเรียนรู้การสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง การส่งเสริมให้ผู้เรียนมีบทบาทในการสร้างความรู้และปฏิสัมพันธ์ร่วมกันการพัฒนาความรับผิดชอบและวินัยในการทำงาน การสร้างสถานการณ์ที่ส่งเสริมการคิดวิเคราะห์และการแก้ไขปัญหา การเรียนรู้ที่เน้นทักษะการคิดขั้นสูง และการบูรณาการข้อมูลทางเทคโนโลยีและวิทยาศาสตร์ โดยบทบาทของผู้สอนจะมุ่งเน้นการอำนวยความสะดวกให้ผู้เรียนที่สามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง งานวิจัยนี้จึงได้มีการกำหนดกรอบแนวคิดการพัฒนานวัตกรรมการเรียนรู้สำหรับการศึกษาด้านวิศวกรรมศาสตร์ภายในห้องปฏิบัติการและออกแบบกระบวนการเรียนรู้เชิงปฏิบัติการ เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความพร้อมที่จะเรียนรู้ในบทเรียนที่มีเนื้อหาซับซ้อน มีทักษะการปฏิบัติงาน และการใช้สื่อการเรียนรู้ที่เหมาะสมที่สนับสนุนให้ผู้เรียนมีทักษะการเรียนรู้แห่งศตวรรษที่ 21 (Ray et al., 2023, pp. 368-374)

คณะวิจัยจึงได้พัฒนารูปแบบการเรียนรู้เชิงปฏิบัติการ (Laboratory-based learning model) ที่เรียกว่า SLEDA เพื่อการศึกษาด้านเทคโนโลยีวิศวกรรมโทรคมนาคม ดังแสดงในรูปที่ 1 กระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพจะส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถแสวงหาความรู้จากการลงมือฝึกปฏิบัติ (Learning by doing) มีการคิดวิเคราะห์อย่างเป็นระบบ การแลกเปลี่ยนเรียนรู้และการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมอย่างเป็นขั้นตอน รูปแบบการเรียนรู้เชิงปฏิบัติการ SLEDA ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นการศึกษาค้นคว้า (Searching) 2) ขั้นการเรียนรู้ (Learning) 3) ขั้นแลกเปลี่ยนความรู้ (Exchanging) 4) ขั้นลงมือปฏิบัติ (Doing) และ 5) ขั้นประเมินผล (Assessment) เป็นแนวทางที่ช่วยให้ผู้เรียนมีคุณลักษณะที่พึงประสงค์ ได้แก่ ทักษะปฏิบัติการ ทักษะการสร้างนวัตกรรม ทักษะการแก้ไขปัญหา ทักษะการใช้สารสนเทศ ทักษะการทำงาน และทักษะการสื่อสาร ที่สามารถนำความรู้ไปใช้ในสถานการณ์จริงได้อย่างเหมาะสม โดยมีรายละเอียดดังนี้



รูปที่ 1 รูปแบบการเรียนรู้เชิงปฏิบัติการ SLEDA (Laboratory-based model)

1. ขั้นการศึกษาค้นคว้า (Searching) ซึ่งเป็นกระบวนการที่ผู้เรียนแสวงหาข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อตอบปัญหาและทำความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนอย่างลึกซึ้ง โดยเน้นให้ผู้เรียนสามารถศึกษาทบทวนและค้นหาความรู้ด้วยตนเองจากแหล่งข้อมูลที่หลากหลาย เพื่อให้สามารถนำองค์ความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาและประกอบการตัดสินใจ การศึกษาค้นคว้าที่มีคุณภาพช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาอย่างชัดเจนและสามารถสร้างองค์ความรู้ใหม่ที่ตอบสนองต่อความต้องการของกระบวนการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. ขั้นการเรียนรู้ (Learning) ซึ่งเป็นกระบวนการถ่ายทอดความรู้ ทักษะ และทัศนคติในเชิงทฤษฎีและปฏิบัติ ผู้เรียนจะได้รับการฝึกฝนผ่านแบบฝึกหัดและใบงานที่ผู้สอนออกแบบมาโดยเฉพาะ กระบวนการเรียนรู้ในลักษณะนี้ช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะพื้นฐานที่จำเป็นสำหรับการปฏิบัติงาน ทั้งนี้ มีการบูรณาการความรู้ควบคู่ไปกับกิจกรรมที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และทักษะเชิงลึกเพื่อให้ผู้เรียนสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ในบริบทต่าง ๆ

3. ขั้นแลกเปลี่ยนความรู้ (Exchanging) จะเป็นกระบวนการที่ช่วยให้เกิดการสื่อสารและแลกเปลี่ยนความรู้ระหว่างผู้เรียนและผู้สอน ผู้เรียนจะมีโอกาสสรุปและปรับปรุงความรู้ผ่านการสนทนา การแบ่งปันข้อมูล และการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นในชั้นเรียน แนวคิดนี้มีรากฐานจากทฤษฎีการสร้างความรู้ทางสังคม (Social constructivism) และทฤษฎีการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม (Collaborative learning) การแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันช่วยส่งเสริมทักษะการสื่อสาร ความสามารถในการวิเคราะห์และการคิดเชิงระบบ ซึ่งเป็นทักษะที่จำเป็นในโลกของการทำงานจริง

4. ขั้นลงมือปฏิบัติ (Doing) จะช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะเชิงปฏิบัติผ่านการใช้เครื่องมือหรือการทำกิจกรรมที่เน้นประสบการณ์ตรง การปฏิบัติจริงสามารถแบ่งกิจกรรมออกเป็น 4 รูปแบบ ได้แก่ 1) การทดลอง (Experimentations) 2) สถานการณ์จำลอง (Simulation) 3) โครงงานหรือโปรเจกต์ (Project-based learning) และ 4) การฝึกทักษะเฉพาะ (Skill workshops) กระบวนการเรียนรู้ในขั้นนี้ช่วยให้ผู้เรียนสามารถใช้ทฤษฎีที่ได้เรียนรู้ไปปรับใช้กับสถานการณ์จริงที่สามารถเลือกได้ตามความแตกต่างของกลุ่มผู้เรียน ที่แต่ละกิจกรรมสามารถส่งเสริมพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาได้อย่างเป็นระบบ

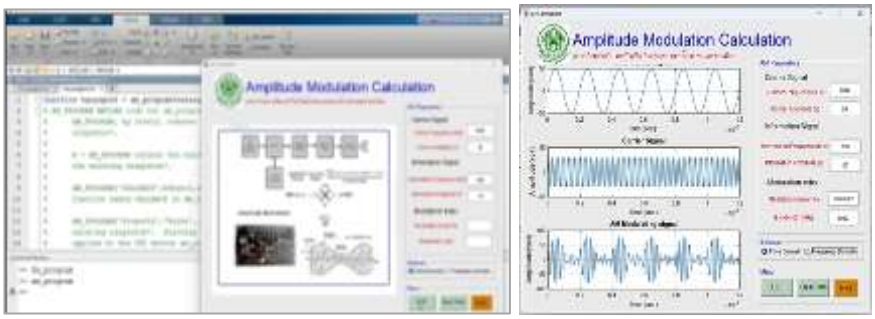
5. ขั้นประเมินผล (Assessment) เป็นกระบวนการที่มุ่งเน้นการตรวจสอบพัฒนาการของผู้เรียนทั้งในด้านความรู้ ทักษะ และทัศนคติ การประเมินผลที่มีประสิทธิภาพจะคำนึงถึงความเที่ยงตรง (Validity) ความเชื่อมั่น (Reliability) และความเที่ยงธรรม (Fairness) เพื่อให้แน่ใจว่าผู้เรียนสามารถบรรลุตามวัตถุประสงค์ของหลักสูตรได้อย่างครบถ้วน วิธีการวัดผลที่หลากหลาย เช่น การลงมือปฏิบัติงาน การทดสอบ การประเมินพฤติกรรมการเรียนรู้ และการให้ข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) ที่ช่วยให้ผู้สอนสามารถปรับปรุงกระบวนการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับผู้เรียนมากขึ้น อีกทั้งยังเป็นเครื่องมือสำคัญที่ช่วยให้ผู้เรียนสามารถสะท้อนการเรียนรู้ของตนเองและปรับปรุงพัฒนาทักษะต่อไป

ดังนั้น รูปแบบการเรียนรู้เชิงปฏิบัติการ SLEDA เป็นแนวทางที่ช่วยให้การจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยมุ่งเน้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในทุกกระบวนการ ตั้งแต่การศึกษาค้นคว้า การเรียนรู้ การแลกเปลี่ยนความรู้ การลงมือปฏิบัติ และการประเมินผล ด้วยแนวทางดังกล่าว ผู้เรียนจะสามารถพัฒนาทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 และสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพทั้งในบริบททางการศึกษาและในโลกของการทำงานที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว

3.3 การสร้างนวัตกรรมสื่อการเรียนรู้ทางด้านเทคโนโลยีวิศวกรรมโทรคมนาคม

ผู้วิจัยได้ดำเนินการออกแบบและพัฒนานวัตกรรมสื่อการเรียนรู้ที่ใช้ในการวิจัย ที่ประกอบด้วย โปรแกรมการคำนวณทางด้านโทรคมนาคมพื้นฐาน ชุดทดลองเครื่องรับส่งวิทยุ และชุดสายอากาศ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.3.1 โปรแกรมจำลองทางวิศวกรรม ที่ใช้ในการศึกษาเพื่อหลีกเลี่ยงข้อผิดพลาดและลดต้นทุนจากความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นในการใช้งานจริง การสร้างโปรแกรมจำลองทางวิศวกรรมสำหรับระบบการสื่อสารโทรคมนาคม ประกอบด้วยการมอดูเลตแบบ AM และ FM และโปรแกรมการออกแบบเสาอากาศ โดยใช้การเขียนด้วยฟังก์ชัน M-file ของโปรแกรม MATLAB พร้อมด้วยการออกแบบหน้าต่างการอินเทอร์เฟสผู้ใช้ทางกราฟิก (Graphic user interface) ดังแสดงในรูปที่ 2

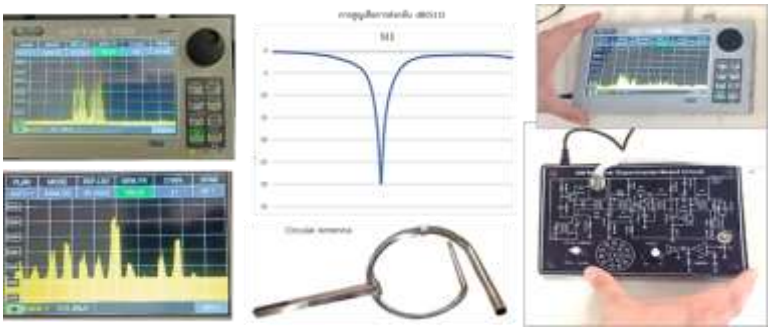


รูปที่ 2 การพัฒนาโปรแกรมจำลองทางวิศวกรรมโทรคมนาคม

3.3.2 ชุดทดลองเครื่องรับส่งวิทยุ เป็นชุดทดลองเครื่องรับและเครื่องส่งสัญญาณวิทยุ AM - FM ดังแสดงในรูปที่ 3 ที่ออกแบบตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของหลักสูตร ประกอบด้วย ชุดทดลองเครื่องรับวิทยุ AM และ FM เครื่องส่งสัญญาณวิทยุ และคู่มือการใช้งาน ผู้เรียนสามารถนำไปใช้ในทางปฏิบัติสำหรับการทดสอบการทำงานของการลดสัญญาณและแก้ไขข้อบกพร่องตามใบงานที่กำหนด

รูปที่ 3 การพัฒนาชุดทดลองเครื่องรับส่งวิทยุ AM และ FM

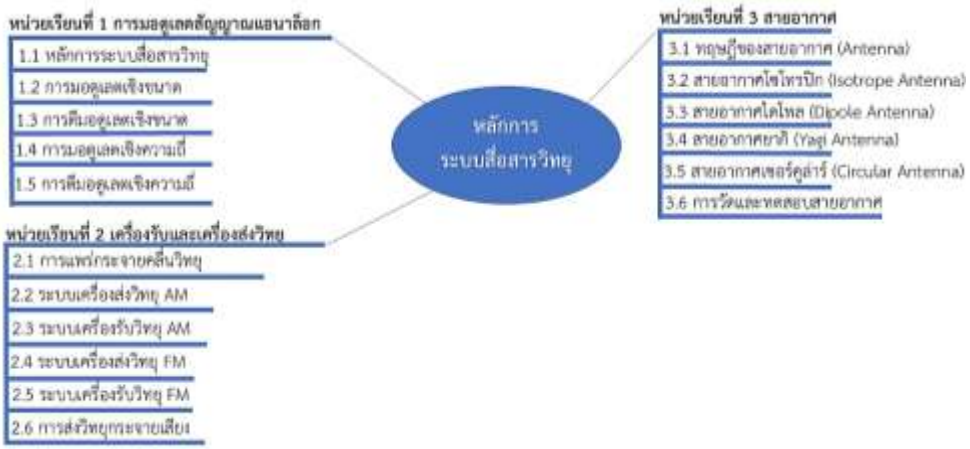
3.3.3 ชุดสายอากาศสำหรับระบบการสื่อสาร เป็นอุปกรณ์สายอากาศที่สร้างขึ้นเพื่อการออกแบบ การทดลอง และการฝึกปฏิบัติการวัดพารามิเตอร์และการทดสอบการทำงานของสายอากาศ ดังนั้น สายอากาศสำหรับระบบการสื่อสารพื้นฐานจึงถูกสร้างขึ้นในความถี่วิทยุ FM ในย่านการทำงานระหว่าง 88-108 MHz และออกแบบโดยใช้ความถี่กลางเท่ากับ 100 MHz ชุดสายอากาศที่พัฒนาขึ้น ประกอบด้วย สายอากาศโมโนโพล สายอากาศไดโพล สายอากาศยากิ สายอากาศทรงกลม ตัวอย่างดังแสดงในรูปที่ 4



รูปที่ 4 การพัฒนาและการทดสอบสายอากาศกับเครื่องรับวิทยุ

3.4 การสร้างชุดการสอนปฏิบัติการ

การจัดการเรียนการสอนที่ใช้รูปแบบการเรียนรู้เชิงปฏิบัติการ SLEDA ที่พัฒนาขึ้น ผู้วิจัยได้วิเคราะห์เนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับความรู้พื้นฐานทางด้านวิศวกรรมโทรคมนาคมของหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม (หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2562) คณะอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี วิทยาเขตสกลนคร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน ในรายวิชาหลักการระบบสื่อสาร ที่ประกอบด้วย การวิเคราะห์สัญญาณในระบบสื่อสาร การมอดูเลตเชิงแอมพลิจูด การมอดูเลตเชิงมุม การมอดูเลตเชิงพัลซ์ การมัลติเพล็กซ์และการดีมัลติเพล็กซ์สัญญาณรบกวนในระบบสื่อสาร ระบบสื่อสารสมัยใหม่ เครื่องส่งและเครื่องรับวิทยุ และในรายวิชาวิศวกรรมสายอากาศ ที่ประกอบด้วย หลักการทำงานของสายอากาศ พารามิเตอร์มูลฐานของสายอากาศ การอินทิกรัลการแผ่พลังงานและฟังก์ชันช่วย สายอากาศเส้นลวดเชิงเส้น สายอากาศบ่วง ไดโพลแถบกว้าง และเทคนิคการแมตซ์สายอากาศ สายอากาศไมโครสตริป แถวลำดับ การวัดและการทดสอบสายอากาศ ดังนั้นผู้วิจัยได้นำเนื้อหาบทเรียนของทั้งสองรายวิชานำมาออกแบบเป็นชุดการสอนแบบโมดูลที่บูรณาการศาสตร์ที่เกี่ยวข้องในหัวข้อเรื่อง หลักการระบบสื่อสารวิทยุ ที่แบ่งออกเป็น 3 หน่วยเรียน ได้แก่ การมอดูเลตสัญญาณแอนาล็อก เครื่องรับและเครื่องส่งวิทยุ และสายอากาศ ดังแสดงในรูปที่ 5



รูปที่ 5 การวิเคราะห์หลักสูตรรายวิชาหลักการระบบสื่อสารและวิศวกรรมสายอากาศ

การสร้างชุดการสอนปฏิบัติการ เรื่อง หลักการระบบสื่อสารวิทยุ ได้ถูกพัฒนาขึ้นโดยจากการวิเคราะห์หัวข้อเรื่องและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่เป็นส่วนหนึ่งของรายวิชาหลักการระบบสื่อสาร และวิศวกรรมสายอากาศ และจัดทำแผนการเรียนรู้แบบบูรณาการศาสตร์ตามรูปแบบการเรียนรู้เชิงปฏิบัติการ SLEDA มีทั้งหมด 5 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นการศึกษาค้นคว้า (Searching) 2) ขั้นการเรียนรู้ (Learning) 3) ขั้นแลกเปลี่ยนความรู้ (Exchanging) 4) ขั้นลงมือปฏิบัติ (Doing) และ 5) ขั้นประเมินผล (Assessment) จากนั้นดำเนินการจัดทำเป็นคู่มือครู เรื่อง หลักการระบบสื่อสารวิทยุ ที่ประกอบไปด้วย 1) แผนการสอน 2) ใบเนื้อหา 3) สื่อโปรแกรมนำเสนอ PPT 4) ใบปฏิบัติงาน และ 5) แบบฝึกหัดและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แสดงดังรูปที่ 6 โดยคู่มือครูจะแสดงแผนการสอน แผนกิจกรรมการปฏิบัติงาน ใบเนื้อหาที่มีจำนวนทั้งหมด 86 หน้า สื่อโปรแกรมนำเสนอ PPT ที่นำเสนอเนื้อหาโดยสรุปสำหรับผู้เรียน รวมทั้งสิ้นจำนวน 108 เฟรม ใบงานสำหรับการลงมือปฏิบัติการ จำนวน 3 ใบงาน และแบบทดสอบแบบปรนัยแบบ 4 ตัวเลือก จำนวน 60 ข้อ นอกจากนั้นมีการพัฒนาและออบแบบใบประเมินผลทางด้านทักษะและเจตคติ ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดเพื่อนำมาใช้ในการวิเคราะห์สมรรถนะของผู้เรียนในศตวรรษที่ 21

รูปที่ 6 คู่มือครูเรื่อง หลักการระบบสื่อสารวิทยุ ที่พัฒนาขึ้น

หลังจากนั้นผู้วิจัยได้นำเครื่องมือวิจัยไปใช้ในกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี จำนวน 30 คน ในภาคเรียนที่ 2/2567 ในหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาวิศกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร ประกอบด้วย ชุดการสอนปฏิบัติการเรื่อง หลักการระบบสื่อสารวิทยุ โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้เชิงปฏิบัติการ SLEDA ร่วมกับชุดสื่อนวัตกรรมการเรียนรู้ ที่ประกอบด้วย โปรแกรมการคำนวณทางด้านโทรคมนาคมพื้นฐาน (Graphic User Interface: GUI) ชุดทดลองเครื่องรับส่งวิทยุ AM – FM และชุดสายอากาศ ซึ่งสภาพบรรยากาศในชั้นเรียนแสดงดังรูปที่ 7

รูปที่ 7 กิจกรรมการเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียนรู้เชิงปฏิบัติการ SLEDA

4. ผลการวิจัย

ผลของงานวิจัยที่ได้จากการนำเครื่องมือวิจัยที่เป็นชุดการสอนปฏิบัติการ เรื่อง หลักการระบบสื่อสารวิทยุ ที่ประกอบด้วย คู่มือครู แผนการสอน ใบกิจกรรม และสื่อนวัตกรรมการเรียนรู้ ไปดำเนินการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียนรู้เชิงปฏิบัติการ SLEDA กับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.1 การประเมินคุณภาพของรูปแบบการเรียนรู้เชิงปฏิบัติการ SLEDA

การประเมินคุณภาพด้านความเหมาะสมของรูปแบบการเรียนรู้เชิงปฏิบัติการ SLEDA โดยใช้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 11 ท่าน ผ่านแบบประเมินคุณภาพแบบ Rating scale 5 ระดับ ที่ประกอบด้วย ด้านรูปแบบการเรียนรู้เชิงปฏิบัติการ SLEDA ด้านกิจกรรมประกอบการเรียนการสอน ด้านสื่อสนับสนุนการเรียนการสอน และด้านการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ แสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการประเมินคุณภาพของรูปแบบการเรียนรู้เชิงปฏิบัติการ SLEDA

ประเด็นคำถาม	ค่าเฉลี่ย	SD	ระดับความเหมาะสม
ด้านรูปแบบการเรียนรู้เชิงปฏิบัติการ SLEDA	**4.45**	**0.20**	**มาก**
1. รูปแบบการเรียนรู้เน้นทักษะปฏิบัติการ ที่สอดคล้องกับทศตวรรษที่ 21	4.36	0.50	มาก
2. รูปแบบการเรียนรู้มีขั้นตอนการเรียนรู้ที่เหมาะสม	4.55	0.52	มากที่สุด
3. รูปแบบการเรียนรู้สามารถนำไปใช้สำหรับการเรียนการสอนทางด้านวิศวกรรม	4.45	0.52	มาก
4. กิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นสามารถปฏิบัติได้จริง ตามระยะเวลาที่กำหนด	4.18	0.60	มาก
5. ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์ มีส่วนร่วมในกิจกรรม และแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน	4.36	0.81	มาก
6. ส่งเสริมการค้นคว้าความรู้ การลงมือปฏิบัติ การทำงานเป็นทีม และการสื่อสาร	4.18	0.60	มาก
7. ขั้นตอนการเรียนการสอนสอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้ด้านปฏิบัติการ	4.45	0.52	มาก
8. ส่งเสริมการเรียนรู้เนื้อหาที่ซับซ้อนและสร้างประสบการณ์จากการปฏิบัติงานได้	4.73	0.47	มากที่สุด
9. รูปแบบและเกณฑ์ของการวัดและประเมินผลการเรียนรู้มีความเหมาะสม	4.73	0.47	มากที่สุด
10. รูปแบบการเรียนการสอนสามารถนำไปสู่การปฏิบัติงานได้ตามสภาพจริง	4.45	0.69	มาก
ด้านกิจกรรมประกอบการเรียนการสอน	**4.71**	**0.29**	**มากที่สุด**
11. กิจกรรมการเรียนการสอนสามารถใช้ในการศึกษาด้านวิศวกรรมโทรคมนาคมได้	4.73	0.47	มากที่สุด
12. กิจกรรมสามารถส่งเสริมกระบวนการเรียนรู้อย่างเป็นขั้นตอนในภาคปฏิบัติ	4.46	0.50	มาก
13. กิจกรรมการเรียนการสอนสามารถนำไปสอนปฏิบัติได้ตามระยะเวลาที่กำหนด	4.82	0.40	มากที่สุด
14. ผู้เรียนได้คิดวิเคราะห์ ลงมือปฏิบัติ และแก้ไขปัญหา	4.73	0.47	มากที่สุด
15. กิจกรรมส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความรู้ ทักษะ และเจตคติในการปฏิบัติงาน	4.64	0.50	มากที่สุด

ตารางที่ 1 (ต่อ) ผลการประเมินคุณภาพของรูปแบบการเรียนรู้เชิงปฏิบัติการ SLEDA

ประเด็นคำถาม	ค่าเฉลี่ย	SD	ระดับความเหมาะสม
ด้านสื่อสนับสนุนการเรียนการสอน	**4.49**	**0.36**	**มาก**
16. สื่อการสอนส่งเสริมให้ผู้เรียนค้นคว้าหาความรู้ และแก้ไขปัญหาได้ด้วยตนเอง	4.55	0.69	มากที่สุด
17. สื่อการสอนมีความเหมาะสม เพียงพอและสอดคล้องกับการการเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียนรู้เชิงปฏิบัติการ SLEDA	4.36	0.50	มาก
18. สื่อการสอนช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้เป็นลำดับและอย่างเป็นขั้นตอน	4.55	0.52	มากที่สุด
19. สื่อการสอนช่วยให้สามารถเรียนรู้ในเนื้อหาที่ซับซ้อนและมีทักษะการปฏิบัติงาน	4.36	0.67	มาก
20. สื่อการสอนช่วยกระตุ้นและส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดเจตคติที่ดีในการศึกษา	4.64	0.50	มากที่สุด
ด้านการวัดและประเมินผลการเรียนรู้	**4.56**	**0.45**	**มากที่สุด**
21. รูปแบบการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ ครอบคลุมและสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของหลักสูตร	4.64	0.50	มากที่สุด
22. วิธีการวัดและการประเมินผลมีความหลากหลาย และสอดคล้องกับรูปแบบการเรียนรู้เชิงปฏิบัติการ SLEDA	4.64	0.50	มากที่สุด
23. เครื่องมือวัดผลสามารถวัดและประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนทั้งทางด้านความรู้ ทักษะ และเจตคติ	4.55	0.52	มากที่สุด
24. แบบทดสอบมีคุณภาพและความชัดเจน และมีเกณฑ์การประเมินผลชัดเจน	4.45	0.52	มาก
25. เครื่องมือวัดผลสามารถวัดและประเมินผู้เรียนได้ตามสภาพห้องเรียนจริง	4.55	0.52	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยรวมทุกด้านทั้งหมด	**4.71**	**0.29**	**มากที่สุด**

จากผลการประเมินคุณภาพด้านความเหมาะสมของรูปแบบการเรียนรู้เชิงปฏิบัติการ SLEDA โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 11 ท่าน พบว่า รูปแบบการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นดังกล่าวมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.71, SD = 0.29) ซึ่งแสดงให้เห็นว่ารูปแบบการเรียนรู้มีคุณภาพที่สามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนด้านเทคโนโลยีวิศวกรรมโทรคมนาคมได้เป็นอย่างดี จากผลการประเมินจะเห็นว่า ด้านกิจกรรมประกอบการเรียนการสอน ได้รับคะแนนสูงสุด ($\overline{X}$ = 4.71) รองลงมาคือ ด้านการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ ($\overline{X}$ = 4.56) และ ด้านสื่อสนับสนุนการเรียนการสอน ($\overline{X}$ = 4.49) ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่ากระบวนการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นสามารถเสริมสร้างให้ผู้เรียนมีทักษะและเจตคติที่ดี โดยจุดเด่นของรูปแบบการเรียนรู้เชิงปฏิบัติการ SLEDA ได้แก่ การเน้นทักษะปฏิบัติที่สอดคล้องกับศตวรรษที่ 21 (Hadiyanto et al., 2021, pp. 6-19) การส่งเสริมการเรียนรู้เชิงรุกผ่านกระบวนการ Learning by doing, Simulation-based และ Project-based การมีสื่อสนับสนุนที่ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาที่ซับซ้อนการวัดผลที่ครอบคลุมทั้งด้านความรู้ ทักษะปฏิบัติ และเจตคติ และการนำไปประยุกต์ใช้กับการเรียนการสอนด้านเทคโนโลยีวิศวกรรมโทรคมนาคมได้จริง อย่างไรก็ตาม จุดอ่อนของรูปแบบนี้คือ ข้อจำกัดด้านระยะเวลาในการฝึกปฏิบัติ ความจำเป็นในการพัฒนาสื่อเพิ่มเติม และการปรับปรุงเครื่องมือวัดผลการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับบริบทของผู้เรียนที่หลากหลาย โดยแนวทางการปรับปรุงในอนาคต ได้แก่ ควรมุ่งเน้นการขยายระยะเวลาในการฝึกปฏิบัติ การพัฒนาเนื้อหาสื่อการสอนให้ครอบคลุมยิ่งขึ้น การปรับปรุงเครื่องมือวัดผลให้สามารถประเมินผลการเรียนรู้ในมิติต่างๆ ได้แม่นยำ และการส่งเสริมการนำเทคโนโลยีใหม่ ๆ เช่น AI-based learning, Virtual Laboratory และ Online simulations มาใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนรู้ของผู้เรียนโดยสรุปรูปแบบการเรียนรู้เชิงปฏิบัติการ SLEDA ถือเป็นรูปแบบการเรียนรู้เชิงปฏิบัติที่มีคุณภาพสูงและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้จริง แต่ยังคงต้องได้รับการปรับปรุงในบางด้าน เช่น การบูรณาการกิจกรรมการเรียนรู้ การกำหนดระยะเวลาการเรียนรู้ที่เหมาะสม เพื่อให้ตอบสนองต่อความต้องการของผู้เรียนที่หลากหลายในอนาคตต่อไป

4.2 ผลการประเมินประสิทธิภาพชุดการสอนปฏิบัติการเรื่อง หลักการระบบสื่อสารวิทยุ

ผลของการพัฒนานวัตกรรมการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียนรู้เชิงปฏิบัติการ SLEDA ได้ออกแบบเป็นชุดการสอนปฏิบัติการเรื่อง หลักการระบบสื่อสารวิทยุ โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้เชิงปฏิบัติการ SLEDA ร่วมกับโปรแกรมการคำนวณทางด้านโทรคมนาคมพื้นฐาน ชุดทดลองเครื่องรับและเครื่องส่งวิทยุ และ ชุดสายอากาศ จากนั้นนำไปทดลองใช้กับนักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม ที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชาวิศวกรรมสายอากาศ ที่เลือกแบบเจาะจง จำนวน 30 คน ผลการทดสอบประสิทธิภาพด้านกระบวนการ (E_1) ผ่านคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบหลังแต่ละหน่วยเรียน แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบประสิทธิภาพด้านกระบวนการ (E_1)

แบบทดสอบหลังหน่วยเรียน	จำนวนผู้เรียน	คะแนนเต็ม	คะแนนรวม	ค่าเฉลี่ย	ร้อยละ
หน่วยเรียนที่ 1	30	20	409	13.63	68.15
หน่วยเรียนที่ 2	30	30	724	24.13	80.43
หน่วยเรียนที่ 3	30	20	465	15.5	77.5
รวมทั้งหมด	**60**	**70**	**1577**	**52.56**	**75.08**

จากตารางที่ 2 พบว่ากลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน ที่ผ่านการเรียนการสอนปฏิบัติการเรื่อง หลักการระบบสื่อสารวิทยุโดยใช้รูปแบบการเรียนรู้เชิงปฏิบัติการ SLEDA ร่วมกับชุดสื่อนวัตกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น โดยคะแนนของแบบทดสอบหลังหน่วยเรียนทั้งหมด 3 หน่วยเรียน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 52.56 จากคะแนนเต็ม 70 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 75.08 ซึ่งถือเป็นค่าของประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 75 โดยคะแนนหน่วยเรียนที่ 2 มีค่าเฉลี่ยสูงสุดที่ระดับ 24.13 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 80.43 และจากการศึกษาทางด้านเครื่องรับและเครื่องส่งวิทยุ AM-FM ที่เน้นผู้เรียนให้มีการลงมือปฏิบัติการ หน่วยเรียนที่ 1 มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด 13.63 คิดเป็นร้อยละ 68.15 เนื่องจากเป็นการคำนวณและวิเคราะห์ข้อมูลที่มีความซับซ้อนทางด้านการมอดูเลตสัญญาณแอนาล็อก ซึ่งผู้เรียนส่วนใหญ่ขาดความรู้ขั้นสูงทางด้านคณิตศาสตร์วิศวกรรม ดังนั้น ผู้สอนควรปรับความรู้พื้นฐานและควรพัฒนาวัตกรรมการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเองตามอัธยาศัยเพื่อรองรับกับเทคโนโลยีทางด้านระบบการสื่อสารสมัยใหม่ที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว สำหรับการวิเคราะห์ประสิทธิภาพชุดการสอนปฏิบัติการเรื่อง หลักการระบบสื่อสารวิทยุ โดยใช้การประเมินประสิทธิภาพด้านกระบวนการ (E_1) ที่ใช้คะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบหลังหน่วยเรียน และด้านผลลัพธ์ (E_2) จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการทดสอบประสิทธิภาพของชุดการสอน

คะแนนแบบทดสอบ	จำนวนผู้เรียน	คะแนนเต็ม	คะแนนรวม	ค่าเฉลี่ย	E_1 / E_2
คะแนนแบบทดสอบหลังหน่วยเรียน	30	70	1577	52.56	75.08
คะแนนการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	30	70	1587	52.9	75.57

จากตารางที่ 3 ผลการทดสอบประสิทธิภาพชุดการสอนปฏิบัติการ เรื่อง หลักการระบบสื่อสารวิทยุ โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้เชิงปฏิบัติการ SLEDA ร่วมกับชุดสื่อนวัตกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น ผลของคะแนนแบบทดสอบแต่ละหน่วยเรียนมีค่าเฉลี่ยร้อยละเท่ากับ 75.08 และผลการวัดสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีค่าเฉลี่ยร้อยละเท่ากับ 75.57 ผลการประเมินประสิทธิภาพของชุดการสอนตามรูปแบบการเรียนรู้เชิงปฏิบัติการ SLEDA มีค่าประสิทธิภาพ E_1/E_2 มีค่าเฉลี่ยร้อยละเท่ากับ 75.08/75.57 ซึ่งสอดคล้องกับตามเกณฑ์ที่กำหนด 75/75 ที่มีค่าคลาดเคลื่อนจากเกณฑ์มาตรฐานไม่เกิน $\pm 2.5\%$ จึงถือว่าชุดการสอนมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดและเป็นไปตามสมมติฐานของการวิจัย

4.3 ผลการประเมินระดับความพึงพอใจของผู้เรียน

การประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนโดยใช้นักศึกษาระดับปริญญาตรี จำนวน 30 คน ซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างที่มีคุณสมบัติตามเกณฑ์ที่กำหนดและตามสภาพห้องเรียนจริง โดยใช้แบบประเมินความพึงพอใจ จำนวน 5 ด้าน ประกอบด้วย ด้านรูปแบบการเรียนรู้เชิงปฏิบัติการ SLEDA ด้านใบเนื้อหา ด้านใบงาน ด้านสื่อการเรียนการสอน และด้านแบบทดสอบ ผลการประเมินระดับความพึงพอใจของผู้เรียนต่อกระบวนการเรียนรู้เชิงปฏิบัติการ SLEDA แสดงดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 การประเมินระดับความพึงพอใจของผู้เรียนต่อกระบวนการเรียนรู้เชิงปฏิบัติการ SLEDA

ประเด็นคำถาม	ค่าเฉลี่ย	SD	ระดับความเหมาะสม
ด้านรูปแบบการเรียนรู้เชิงปฏิบัติการ SLEDA	**4.64**	**0.22**	**มากที่สุด**
1. รูปแบบการเรียนการสอนเน้นให้ผู้เรียนมีทักษะการปฏิบัติการ	4.82	0.40	มากที่สุด
2. มีขั้นตอนการเรียนรู้เหมาะสม	4.73	0.47	มากที่สุด
3. วิธีการประเมินผลมีความเหมาะสม	4.64	0.48	มากที่สุด
4. ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการสอนเพิ่มขึ้น	4.64	0.50	มากที่สุด
5. ส่งเสริมให้ผู้เรียนสร้างนวัตกรรมและเทคโนโลยีได้	4.36	0.67	มาก

ตารางที่ 4 (ต่อ) การประเมินระดับความพึงพอใจของผู้เรียนต่อกระบวนการเรียนรู้เชิงปฏิบัติการ SLEDA

ประเด็นคำถาม	ค่าเฉลี่ย	SD	ระดับความเหมาะสม
ด้านรูปแบบการเรียนรู้เชิงปฏิบัติการ SLEDA	**4.64**	**0.22**	**มากที่สุด**
ด้านใบเนื้อหา	**4.60**	**0.41**	**มากที่สุด**
6. เนื้อหาครอบคลุมวัตถุประสงค์ของหลักสูตร	4.55	0.52	มากที่สุด
7. เนื้อหามีความถูกต้อง	4.45	0.69	มาก
8. ปริมาณเนื้อหาเหมาะสมกับระดับผู้เรียน	4.55	0.52	มากที่สุด
9. เนื้อหาเรียงลำดับได้อย่างเหมาะสม	4.73	0.47	มากที่สุด
10. ภาษาและภาพที่ใช้เหมาะสม	4.73	0.47	มากที่สุด
ด้านใบเนื้อหา	**4.60**	**0.41**	**มากที่สุด**
6. เนื้อหาครอบคลุมวัตถุประสงค์ของหลักสูตร	4.55	0.52	มากที่สุด
7. เนื้อหามีความถูกต้อง	4.45	0.69	มาก
8. ปริมาณเนื้อหาเหมาะสมกับระดับผู้เรียน	4.55	0.52	มากที่สุด
9. เนื้อหาเรียงลำดับได้อย่างเหมาะสม	4.73	0.47	มากที่สุด
10. ภาษาและภาพที่ใช้เหมาะสม	4.73	0.47	มากที่สุด
ด้านใบงาน	**4.58**	**0.38**	**มากที่สุด**
11. ใบงานสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของรายวิชา	4.82	0.40	มากที่สุด
12. เนื้อหารองรับกับการนำไปใช้ในการปฏิบัติงาน	4.64	0.50	มากที่สุด
13. ปริมาณใบงานเหมาะสมกับระดับผู้เรียน	4.36	0.67	มาก
14. ขั้นตอนและการปฏิบัติงานของใบงานมีความเหมาะสม	4.64	0.50	มากที่สุด
15. ใบงานส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะและเจตคติในการทำงาน	4.45	0.82	มาก
ด้านสื่อการเรียนการสอน	**4.78**	**0.28**	**มากที่สุด**
16. สื่อการสอนมีความสอดคล้องกับเนื้อหารายวิชา	4.82	0.40	มากที่สุด
17. ชุดทดลองรูปแบบใช้งานง่ายและมีสีสันสวยงาม	4.64	0.50	มากที่สุด
18. โปรแกรมมีคุณภาพที่ให้ผลการทำงานที่ถูกต้อง	4.82	0.40	มากที่สุด
19. ส่งเสริมการเรียนรู้ในเนื้อหาที่ซับซ้อนให้เข้าใจง่ายขึ้น	4.82	0.40	มากที่สุด
20. ส่งเสริมให้เกิดทักษะการปฏิบัติและการทำงานเป็นทีม	4.82	0.40	มากที่สุด
ด้านแบบทดสอบ	**4.60**	**0.35**	**มากที่สุด**
21. ข้อสอบตรงตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	4.45	0.52	มาก
22. จำนวนข้อสอบมีความเหมาะสม	4.64	0.50	มากที่สุด
23. ข้อคำถามและคำตอบมีความชัดเจนและเหมาะสม	4.64	0.50	มากที่สุด
24. เวลาที่ใช้เหมาะสม	4.73	0.47	มากที่สุด
25. ระดับความยากง่ายเหมาะสม	4.55	0.52	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยรวมทั้งหมด	**4.64**	**0.22**	**มากที่สุด**

จากผลการประเมินระดับความพึงพอใจของผู้เรียนจำนวน 30 คน ที่เรียนรู้ผ่านรูปแบบการเรียนรู้เชิงปฏิบัติการ SLEDA ร่วมกับชุดสื่อนวัตกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น พบว่า ผู้เรียนมีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.64, SD = 0.22) โดยเฉพาะด้านสื่อการเรียนการสอน ซึ่งได้รับคะแนนสูงสุด ($\overline{X}$= 4.78) เนื่องจากสามารถช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาที่ซับซ้อนได้ง่ายขึ้น และส่งเสริมทักษะการปฏิบัติและการทำงานเป็นทีม นอกจากนี้ ด้านรูปแบบการเรียนรู้ ได้รับการประเมินว่า สามารถส่งเสริมทักษะปฏิบัติที่สอดคล้องกับศตวรรษที่ 21 ($\overline{X}$= 4.64) และช่วยให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมเพิ่มขึ้น กิจกรรมการเรียนรู้ถูกออกแบบมาอย่างเหมาะสมและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้จริงในรายวิชาทางด้านเทคโนโลยีวิศวกรรมโทรคมนาคม จุดเด่นของรูปแบบการเรียนรู้นี้ ได้แก่ 1) การเน้นทักษะปฏิบัติและการมีส่วนร่วมของผู้เรียน 2) กระบวนการเรียนรู้ที่เป็นลำดับขั้นตอนและสามารถนำไปใช้ในสถานการณ์จริง 3) สื่อการเรียนการสอนที่มีคุณภาพและตอบโจทย์การเรียนรู้เชิงลึก 4) ใบงานที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของหลักสูตรและส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ และ 5) การประเมินผลสัมฤทธิ์ที่มีความชัดเจนและเหมาะสมกับผู้เรียน อย่างไรก็ตาม จุดอ่อนของงานวิจัยที่พบ ได้แก่ 1) บทเรียนมีความซับซ้อน ทำให้ผู้เรียนต้องมีพื้นฐานความรู้มาก่อน 2) กระบวนการสอนมีหลายขั้นตอนและใช้เวลานาน อาจทำให้การดำเนินการล่าช้าและ 3) ผู้เรียนบางส่วนต้องทบทวนและทำซ้ำกิจกรรมเพื่อให้เข้าใจอย่างถ่องแท้ แนวทางในการปรับปรุงและพัฒนาต่อไป ได้แก่ ควรมีการเน้นการพัฒนาเนื้อหาสนับสนุนเพิ่มเติม เช่น การพัฒนาวิดีโอสื่อการสอน การจัดการเรียนรู้แบบยืดหยุ่นเพื่อลดความซับซ้อนของบทเรียน รวมถึงการออกแบบ

กิจกรรมที่สามารถลดระยะเวลาในการเรียนรู้แต่ยังคงรักษาคุณภาพของการฝึกทักษะ นอกจากนี้การเพิ่มระบบให้คำปรึกษาหรือแหล่งเรียนรู้ออนไลน์ จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถทบทวนความรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น และสามารถนำไปปรับใช้กับการเรียนการสอนเชิงปฏิบัติในระดับที่สูงขึ้นได้

4.4 ผลการประเมินทักษะการเรียนรู้ของผู้เรียนในศตวรรษที่ 21

การจัดการเรียนการสอนรูปแบบการเรียนรู้เชิงปฏิบัติการ SLEDA เป็นแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้รับความรู้และพัฒนาทักษะผ่านการปฏิบัติจริง โดยกระบวนการเรียนรู้ประกอบด้วย ขั้นการศึกษาค้นคว้า (Searching) ขั้นการเรียนรู้ (Learning) ขั้นแลกเปลี่ยนความรู้ (Exchanging) ขั้นลงมือปฏิบัติ (Doing) และขั้นประเมินผล (Assessment) ซึ่งส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะและคุณลักษณะของผู้เรียนที่สำคัญ ได้แก่ ทักษะปฏิบัติการ การสร้างนวัตกรรม การแก้ไขปัญหา การคิดวิเคราะห์ รวมถึงความสามารถในการใช้เทคโนโลยีและการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพ ซึ่งเป็นเป้าหมายสำคัญที่ช่วยให้การเรียนรู้เป็นไปอย่างมีประสิทธิผลและสอดคล้องกับความต้องการของโลกยุคดิจิทัล ผลการประเมินทักษะการเรียนรู้ของผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 ที่กำหนด แสดงรายละเอียดในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ผลการประเมินทักษะการเรียนรู้ของผู้เรียนในศตวรรษที่ 21

ทักษะและคุณลักษณะของผู้เรียน	ค่าที่คาดหวัง	ค่าที่วัดได้	ค่าความแตกต่างจากเกณฑ์มาตรฐานที่คาดหวัง (±%)
1. ทักษะการปฏิบัติการในการลงมือปฏิบัติการ	80 %	80.53 %	+0.53 %
2. ทักษะการสร้างนวัตกรรมและสร้างชิ้นงานหรือการพัฒนางาน	80 %	87.20 %	+7.20 %
3. ทักษะการแก้ปัญหาตามโจทย์และแบบฝึกหัดที่มอบหมาย	75 %	75.08 %	+0.08 %
4. ทักษะการทำงานในการใช้เครื่องมือวัดและทดสอบเฉพาะทาง	75 %	84.04 %	+9.04 %
5. ทักษะการใช้สารสนเทศและโปรแกรมการคำนวณคอมพิวเตอร์	80 %	88.07 %	+8.07 %
6. ทักษะการสื่อสารในการประสานงาน การช่วยเหลือ และนำเสนอข้อมูล	80 %	92.80 %	+12.80 %
ค่าเฉลี่ยรวมทั้งหมด	**78.33 %**	**84.62 %**	**+6.29 %**

ผลการประเมินทักษะการเรียนรู้ของผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้เชิงปฏิบัติการ SLEDA มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 84.62% ที่สูงกว่าค่าที่คาดหวังเท่ากับ 6.29% ซึ่งแสดงให้เห็นถึงสมรรถนะที่โดดเด่นทางด้านทักษะการสื่อสารในการประสานงาน การช่วยเหลือ และนำเสนอข้อมูล มีค่าเท่ากับ 92.80% ซึ่งมีค่าผลการประเมินสูงกว่าค่าที่คาดหวังอย่างมาก ซึ่งแสดงถึงผู้เรียนมีความสามารถในการประสานงาน การช่วยเหลือ การนำเสนอข้อมูลและการใช้เครื่องมือสารสนเทศได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ยังพบว่า ทักษะการสร้างนวัตกรรมและการพัฒนางานมีผลการประเมินสูงถึง 87.20% ซึ่งสะท้อนถึงความสามารถในการคิดสร้างสรรค์และพัฒนาผลงานใหม่ๆ ที่สามารถนำไปใช้แก้ปัญหาได้ ส่วนทักษะการใช้เครื่องมือวัดและทดสอบเฉพาะทาง มีผลการประเมินที่ระดับ 84.04% แสดงให้เห็นถึงความเชี่ยวชาญในการใช้เครื่องมือในทางปฏิบัติ สำหรับทักษะการปฏิบัติการในการลงมือปฏิบัติการและทักษะการแก้ปัญหาตามโจทย์ที่มอบหมายนั้น แม้ว่าผลการประเมินจะสูงกว่าค่าคาดหวัง แต่ยังมีช่องทางในการพัฒนาให้ดีขึ้น โดยเฉพาะทักษะการแก้ปัญหาที่ยังสามารถปรับปรุงให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นได้ โดยสรุปได้ว่าผลการประเมินนี้แสดงถึงความสำเร็จในการพัฒนาสมรรถนะที่สำคัญสำหรับผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 และยังมีพื้นที่ในการพัฒนาเพิ่มเติมเพื่อให้ผู้เรียนพร้อมต่อการเผชิญกับการเปลี่ยนแปลงในอนาคตได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

การวิจัยนี้ได้นำเสนอการพัฒนารูปแบบการเรียนรู้เชิงปฏิบัติการ SLEDA ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นการศึกษาค้นคว้า (Searching) ขั้นการเรียนรู้ (Learning) ขั้นแลกเปลี่ยนความรู้ (Exchanging) ขั้นลงมือปฏิบัติ (Doing) และขั้นประเมินผล (Assessment) สำหรับผลการวิจัยพบว่า กระบวนการเรียนการสอนโดยใช้ชุดการสอน เรื่อง หลักการระบบสื่อสารวิทยุ ร่วมกับชุดสื่อนวัตกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น ที่ประกอบด้วย 3 หน่วยเรียน ได้แก่ การมอดูเลตสัญญาณแอนาล็อก เครื่องรับและเครื่องส่งวิทยุ AM–FM และสายอากาศ พบว่า มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.55, SD = 0.24) ด้านประสิทธิภาพของชุดการสอนเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด (มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 75.08/75.57) และด้านความพึงพอใจของผู้เรียนอยู่ในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.64, SD = 0.22) แสดงให้เห็นว่า รูปแบบการเรียนรู้เชิงปฏิบัติการ SLEDA ที่พัฒนาขึ้นสามารถนำไปใช้ได้จริงภายใต้ระยะเวลาที่กำหนด ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การลงมือปฏิบัติ และการแก้ไขปัญหา โดยใช้กิจกรรมการเรียนการสอนที่ออกแบบตามแนวทางของรูปแบบการเรียนรู้เชิงปฏิบัติการ (Laboratory-based) และการเรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติ (Learning by doing) และมีการออกแบบเกณฑ์การวัดผลทางปฏิบัติการที่เป็นรูปธรรมและมีความชัดเจน นอกจากนั้น

สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางที่สามารถนำไปปรับใช้เพื่อส่งเสริมทักษะปฏิบัติในด้านการศึกษาวิศวกรรมได้เป็นอย่างดี ที่สอดคล้องกับงานวิจัยของ Chumchuen and Akatimagool (2024, pp. 1-4) ที่ได้ออกแบบกระบวนการเรียนรู้โดยเน้นการเรียนรู้ผ่านการปฏิบัติจริงในรายวิชาวงจรดิจิทัล โดยนวัตกรรมการปฏิบัติการได้พัฒนาขึ้นเพื่อให้ผู้เรียนสามารถทดลองและพิสูจน์หลักการทำงานของวงจรดิจิทัล นอกจากนี้ ยังมีการพัฒนาคู่มือครู แผนการสอน และแบบทดสอบ เพื่อช่วยให้กระบวนการเรียนรู้เป็นไปอย่างมีระบบ ซึ่งผลการศึกษาพบว่า ผู้เรียนที่ใช้รูปแบบนวัตกรรมนี้สามารถเพิ่มสมรรถนะในด้านเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์ดิจิทัลที่เป็นไปตามสมรรถนะที่คาดหวัง ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่านวัตกรรมนี้ช่วยพัฒนาผู้เรียนให้สามารถประยุกต์ใช้ความรู้ด้านอิเล็กทรอนิกส์ดิจิทัลกับการทำงานจริงได้

ผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับแนวคิดการเรียนรู้เชิงปฏิบัติการที่เน้นให้ผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ที่พบว่า รูปแบบการเรียนรู้เชิงปฏิบัติการ SLEDA ช่วยให้ผู้เรียนสามารถลงมือปฏิบัติและแก้ไขปัญหาได้อย่างเป็นระบบ กระบวนการเรียนรู้ที่มีโครงสร้างชัดเจนทำให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจเนื้อหาที่ซับซ้อนได้ง่ายขึ้น และสามารถสร้างประสบการณ์จากการปฏิบัติงานจริง นอกจากนี้ การใช้สื่อนวัตกรรมการเรียนรู้ทางเทคโนโลยี การให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติการในการทดลองและทดสอบเครื่องส่งและเครื่องรับวิทยุและสายอากาศ และการพัฒนาเครื่องมือวัดและประเมินผลที่ครอบคลุมวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม สามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความรู้ทักษะ และเจตคติที่ดีในการทำงาน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Uantrai and Akatimagool (2019, pp. 892-902) ที่เน้นการเรียนรู้ผ่านโครงงานเป็นฐาน (Project-based learning) เพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์และการแก้ปัญหาของผู้เรียนผ่านการลงมือปฏิบัติจริง นอกจากนี้ จากการสังเกตบรรยากาศการจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียนโดยใช้รูปแบบการเรียนรู้เชิงปฏิบัติการ SLEDA ที่เน้นการเรียนรู้แบบ Active learning และ Learning by doing พบว่า ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงองค์ความรู้เดิมกับการเรียนรู้ใหม่ได้อย่างมีประสิทธิภาพที่นำไปสู่การพัฒนาให้ผู้เรียนมีทักษะการเรียนรู้ด้วยตนเอง ซึ่งเป็นแนวทางที่ส่งเสริมให้เกิดทักษะอื่น ๆ ที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Tangthong and Akatimagool (2021, pp. 1-4) ที่ได้นำเสนอแนวทางการจัดการเรียนรู้เชิงปฏิบัติการในหลักสูตรวิศวกรรมอากาศยาน โดยรูปแบบการเรียนรู้ที่นำเสนอเน้นการฝึกปฏิบัติผ่านชุดทดลองและโปรแกรมจำลอง ซึ่งช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจหลักการทำงานและนำไปประยุกต์ใช้ในการบำรุงรักษาและซ่อมแซมระบบอิเล็กทรอนิกส์และการบินได้อย่างมีประสิทธิภาพ และผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญและนักศึกษาแสดงให้เห็นว่ารูปแบบการเรียนรู้ดังกล่าวมีประสิทธิภาพสูง นอกจากนี้ การเรียนรู้ผ่านห้องปฏิบัติการยังช่วยลดข้อจำกัดของการเรียนรู้ที่เน้นทฤษฎีเพียงอย่างเดียว และเพิ่มโอกาสให้ผู้เรียนได้ฝึกฝนทักษะที่สามารถนำไปใช้ได้จริงในอุตสาหกรรมการบินแนวทางการพัฒนางานวิจัยต่อไป นักวิจัยควรมุ่งเน้นการปรับปรุงและพัฒนาชุดทดลองและโปรแกรมจำลองให้ทันสมัย เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเข้าถึงเนื้อหาและฝึกปฏิบัติได้สะดวกยิ่งขึ้น นอกจากนี้ ควรมีการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นการใช้เทคโนโลยีเสริม เช่น AI-based learning, Virtual laboratory และ Online simulations เพื่อเพิ่มศักยภาพในการเรียนรู้ของผู้เรียน อีกทั้งควรมีการออกแบบเครื่องมือวัดผลที่สามารถรองรับกับการศึกษาด้วยตนเองและการศึกษาแบบออนไลน์ที่มีประสิทธิภาพ โดยพิจารณาการใช้ Performance-based assessment เพื่อประเมินผลสัมฤทธิ์ทั้งด้านความรู้ ทักษะ และเจตคติของผู้เรียนกล่าวโดยสรุปจะเห็นว่านวัตกรรมการเรียนการสอนในรูปแบบการเรียนรู้เชิงปฏิบัติการ SLEDA และสื่อนวัตกรรมการเรียนรู้ที่นำเสนอในงานวิจัยนี้สามารถใช้เป็นแนวทางและต้นแบบสำหรับการประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอนด้านวิศวกรรมโทรคมนาคม แต่อย่างไรก็ตามยังสามารถพัฒนาให้มีความทันสมัยและรองรับเทคโนโลยีดิจิทัล เพื่อให้สอดคล้องกับความต้องการของภาคอุตสาหกรรมและยุคการศึกษาที่เน้นการปฏิบัติงานในโลกแห่งความเป็นจริงมากขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้ได้ความอนุเคราะห์ในการเก็บข้อมูลงานวิจัยจาก คณะอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี วิทยาเขตสกลนคร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน และมีใบรับรองจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ จากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ เลขที่ KMUTNB-REC-09 ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

เอกสารอ้างอิง

Castaneda D. I., & Cuellar S. (2020). *Knowledge sharing and innovation: A systematic review*. Knowledge and Process Management, 27(3), 159-173.

Charoenchim, S., & Chaowatthanakun, K. (2022). Development of Instructional Model Based on Blended Learning to Enhance Designing Ability of Learning Activities for Teacher Students. *Silpakorn Educational Research Journal, 14*(1), 185-202. (in Thai)

Chumchuen, N., & Akatimagool, S. (2024). Development of Learning Innovations Supporting Digital Electronics Technology Competency. In N. Chumchuen & S. Akatimagool (Eds.), *Conference: 9th International STEM Education Conference (iSTEM-Ed)* (pp. 1-4). Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE).

Gómez-Tejedor, J. A., Vidaurre, A., Tort-Ausina, I., Molina-Mateo, J., Serrano, M.-A., Meseguer-Dueñas, J. M., Martínez Sala, R. M., Quiles, S., & Riera, J. (2020). Effectiveness of flip teaching on engineering students' performance in the physics lab. *Computers & Education, 144*, 1-11.

Hadiyanto, H., Failasofah, F., Armiwati, A., Abrar, M., & Thabran, Y. (2021). Students' practices of 21st century skills between conventional learning. *Journal of University Teaching & Learning Practice 18*(3), 6-19.

Kwangmuang, P., Jarutkamolpong, S., Sangboonraung, W., & Daungtod, S. (2021). The development of learning innovation to enhance higher order thinking skills for students in Thailand junior high schools. *Heliyon, 7*(6), 1-13.

Noimala, W. (2021). The Essential Work Skills of The 21st Century. *Ratanabuth Journal, 3*(1), 45-57. (in Thai)

Ray, S., Mukherjee, S., & Sikdar, D. P. (2023). Challenges of Practice-Teaching Faced by Prospective Teachers: A Review of Empirical Studies. *International Journal of Advanced Scientific Research & Development (IJASRD), 7*(1), 368-374.

Rohana, A. K., Cristyn, R., Nugraha, A. E., Harsanto, K., & Lee, G. (2022). Design of spectrum analyzer Android-based instructional media for vocational high school student. In A. Ma'arif, S. Sunardi, & A. R. Syulistyo (Eds.), *IEEE International Conference on Communication, Networks and Satellite (COMNETSAT)* (pp. 361-367). IEEE Xplore.

Suleiman, Z., Shaikholla, S., Dikhanbayeva, D., Shehab, E., & Turkyilmaz, A. (2022). Industry 4.0: Clustering of *concepts and characteristics. Cogent Engineering, 9*(1), 1-26.

Tangthong, N., & Akatimagool, S. (2021). Management of laboratory-based learning activity on electronic flight instrument system. In P. Srisupundit & W. Khaosai (Eds.), *In 6th International STEM Education Conference (iSTEM-Ed)* (pp. 1-4). Scopus.

Tzenios, N. (2020). Learner-Centered Teaching. International Research Journal of Modernization in *Engineering Technology and Science, 4*(12), 916-919.

Uantrai, P., & Akatimagool, S. (2019). Improvement of Pre-service Teachers' Professional Competencies Using DAPOA Project-Based Learning. In P. Uantrai & S. Akatimagool (Eds.), *Proceedings of International Conference on Interactive Collaborative Learning (ICL2019)* (pp. 892–902). SpringerLink.

"ข้อคิดเห็น เนื้อหา รวมทั้งการใช้ภาษาในบทความถือเป็นความรับผิดชอบของผู้เขียน"

Research article

การพัฒนาไลน์แชตบอต “Sparkistics” เพื่อเป็นผู้ช่วยครูสำหรับวิเคราะห์คำตอบและแนะนำวิธีการส่งเสริมสมรรถนะการใช้ตัวแสดงแทนทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์และนำเสนอข้อมูลเชิงคุณภาพ

DEVELOPMENT OF THE LINE CHATBOT “SPARKISTICS” TO ASSIST TEACHERS IN ANALYZING RESPONSES AND RECOMMENDING METHODS TO ENHANCE MATHEMATICAL REPRESENTATION COMPETENCY IN QUALITATIVE DATA ANALYSIS AND PRESENTATION

เมธาสิทธิ์ ธัญรัตนศรีสกุล[1]* และชนิศวรา เลิศอมรพงษ์[2]
Mathasit Tanyarattanasrisakul[1]* and Chanisvara Lertamornpong[2]
mathasit24@gmail.com[1]* and feducrl@ku.ac.th[2]

[1*]กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนราชินีบูรณะ จังหวัดนครปฐม 73000 ประเทศไทย
Department of Mathematics, Rachineeburana School, Nakhon Pathom 73000 Thailand
[2]สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร 10900 ประเทศไทย
Division of Mathematics, Faculty of Education, Kasetsart University, Bangkok 10900 Thailand

Journal of Industrial Education. 2025, Vol. 24 (No. 2), **https://doi.org/10.55003/JIE.24209**

Received: July 23, 2025, | **Revised:** August 13, 2025, | **Accepted:** August 21, 2025

Citation reference :
Tanyarattanasrisakul, M., Lertamornpong, C. (2025). Development of the line chatbot “sparkistics” to assist teachers in analyzing responses and recommending methods to enhance mathematical representation competency in qualitative data analysis and presentation. **Journal of Industrial Education, 24**(2), 38-52.

ABSTRACT

This research resulted in the development of the LINE chatbot to assist teachers in analyzing students’ responses and recommending effective ways to enhance mathematical representation competency. The LINE chatbot provides individualized feedback and tailored instructional guidance aligned precisely with each student’s answer, thereby enabling teachers to support student learning more precisely and in greater depth. The tools employed in this research included the LINE Official Account, LINE Developer, and Dialogflow, all of which are capable of advanced natural language processing. The development data comprised 148 sets of student responses from assessments on the topic Qualitative Data Analysis and Presentation, collected from Matthayomsuksa 6 students. Of these, 109 sets were used to train the chatbot and 39 sets were used to test its overall performance, along with an associated scoring rubric. Data analysis was conducted using a confusion matrix, average values, and percentages. The research findings revealed that: 1) the LINE chatbot developed in this research, named “Sparkistics”, has the following capabilities: 1.1) facilitating the seamless delivery of important documents related to the assessment, 1.2) analyzing students’ responses through interactive, word-by-word chat interactions, and 1.3) providing concrete and actionable recommendations for promoting students’ mathematical representation competency; and 2) the chatbot’s performance in analyzing responses and assigning proficiency levels showed an average accuracy of 92.36%, precision of 92.36%, recall of 92.71%, and F1-score of 92.36%. The findings indicate that the “Sparkistics” LINE chatbot has sufficient potential for practical application to enhance mathematics teaching and learning in the classroom.

Keywords: LINE chatbot, Mathematical representation competency, Assistant for teachers, Educational technology

**Corresponding author E-mail: mathasit24@gmail.com* *ISSN: 2985-1890 (Online)*

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้ทำให้เกิดไลน์แชตบอตเพื่อเป็นผู้ช่วยครูในการวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนและแนะนำวิธีการส่งเสริมสมรรถนะการใช้ตัวแสดงแทนทางคณิตศาสตร์อย่างมีประสิทธิภาพ ไลน์แชตบอตนี้สามารถให้ข้อเสนอแนะและแนวทางที่สอดคล้องกับคำตอบของนักเรียน ช่วยให้ครูสามารถสนับสนุนการเรียนรู้ของนักเรียนได้ตรงจุดและลึกยิ่งขึ้น เครื่องมือที่ใช้ ได้แก่ LINE official account, LINE developer และ Dialogflow ซึ่งมีความสามารถในการประมวลผลภาษาธรรมชาติ ข้อมูลที่ใช้พัฒนา ได้แก่ คำตอบจากการประเมินสมรรถนะการใช้ตัวแสดงแทนทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์และนำเสนอข้อมูลเชิงคุณภาพ จากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 148 ชุด แบ่งเป็นข้อมูลที่นำมาใช้ในการเรียนรู้ของไลน์แชตบอต จำนวน 109 ชุด และข้อมูลที่นำมาใช้ทดสอบประสิทธิภาพของไลน์แชตบอตจำนวน 39 ชุด และเกณฑ์การให้คะแนนงานทางคณิตศาสตร์ การวิเคราะห์ข้อมูลใช้เมทริกซ์ความสับสน ค่าเฉลี่ยและร้อยละ ผลการวิจัยพบว่า 1) ไลน์แชตบอตที่พัฒนาขึ้นชื่อ “Sparkistics” มีความสามารถดังนี้ 1.1) อำนวยความสะดวกในการจัดส่งไฟล์เอกสารการประเมิน 1.2) วิเคราะห์คำตอบของนักเรียนผ่านการตอบคำถามและการแชตระบุคำตอบของนักเรียนแบบคำต่อคำ และ 1.3) แนะนำวิธีการส่งเสริมสมรรถนะการใช้ตัวแสดงแทนทางคณิตศาสตร์ และ 2) ผลการทดสอบประสิทธิภาพของไลน์แชตบอตในการวิเคราะห์คำตอบและให้ระดับคะแนนพบว่ามีความถูกต้องเฉลี่ยร้อยละ 92.36 ความแม่นยำเฉลี่ยร้อยละ 92.36 การเรียกคืนเฉลี่ยร้อยละ 92.71 และความสมดุลระหว่างความแม่นยำและการเรียกคืนเฉลี่ยร้อยละ 92.36 ผลการวิจัยสะท้อนว่าไลน์แชตบอต “Sparkistics” มีศักยภาพเพียงพอสำหรับการนำไปใช้จริงเพื่อยกระดับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในชั้นเรียน

คำสำคัญ: ไลน์แชตบอต, สมรรถนะการใช้ตัวแสดงแทนทางคณิตศาสตร์, ผู้ช่วยครู, เทคโนโลยีการศึกษา

1. บทนำ

ปัญญาประดิษฐ์ (Artificial intelligence: AI) เป็นเทคโนโลยีที่ช่วยให้เครื่องจักรหรือคอมพิวเตอร์สามารถทำงานที่ต้องการความฉลาดของมนุษย์ได้ เช่น การคิดวิเคราะห์ การเรียนรู้ การตัดสินใจ และการใช้ภาษาธรรมชาติ (Bureau of Academic Affairs and Educational Standards, 2025, p. 6) หรืออธิบายโดยรวมคือการศึกษาวิธีทำให้คอมพิวเตอร์สามารถทำสิ่งที่มนุษย์ทำได้ดีกว่าในปัจจุบัน (Ertel, 2017, p. 1) ซึ่งเป็นความก้าวหน้าทางด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์ ความก้าวหน้านี้ได้ส่งผลกระทบและแรงผลักดันมหาศาลทำให้หลายสาขาวิชาหันมาใช้ประโยชน์จากความชาญฉลาดของ AI เช่นเดียวกับการจัดการศึกษา AI กำลังเปลี่ยนการศึกษาในหลายด้าน เช่น การเรียนรู้ส่วนบุคคล (Personalized learning) ที่ช่วยปรับแผนการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับความต้องการของนักเรียนแต่ละคน หรือการวิเคราะห์ข้อมูลการเรียนรู้ (Learning analytics) ที่ช่วยครูติดตามและวิเคราะห์พัฒนาการของนักเรียน (Bureau of Academic Affairs and Educational Standards, 2025, p. 3) ในทุกรายวิชา รวมทั้งการสอนวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งสามารถนำความชาญฉลาดของ AI ไปใช้ประโยชน์ในฐานะเครื่องมือออกแบบงานทางคณิตศาสตร์ (Mathematical tasks) ที่ลึกซึ้ง หรือใช้ในการพัฒนาการคิดและการมีปฏิสัมพันธ์ของนักเรียนกับแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่ซับซ้อน อีกมุมหนึ่ง AI สามารถนำมาใช้ในงานประเมินผลการเรียนรู้และวิเคราะห์ข้อมูลผลการเรียนคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนานักเรียนเป็นรายบุคคล ช่วยระบุจุดอ่อนและให้การสนับสนุนเพิ่มเติมเพื่อช่วยให้นักเรียนเข้าใจแนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้ดีขึ้น ทั้งยังใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในการทำงานของครูได้อีกด้วย (National Council of Teachers of Mathematics: 2024, p. 1; Opesemowo & Adewuyi, 2024, p. 1) ด้วยเหตุนี้การใช้ AI ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ยุคปัจจุบันจึงมีแนวโน้มที่เพิ่มมากขึ้น (Panqueban & Huincahue, 2024, p. 1)

ช่วงปลายปี พ.ศ. 2567 ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัย เรื่อง การพัฒนางานเพื่อประเมินสมรรถนะการใช้ตัวแสดงแทนทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์และนำเสนอข้อมูลเชิงคุณภาพ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัยทำให้ได้งานทางคณิตศาสตร์สำหรับใช้ประเมินเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ จำนวน 2 งาน แต่ละงานจะมีเกณฑ์การให้คะแนน 3 ด้าน จำนวน 5 ข้อย่อย แต่ละข้อมีระดับคะแนนเป็น 2, 1 และ 0 คะแนน ทำให้เกิดนวัตกรรมใหม่ในการประเมินสมรรถนะการใช้ตัวแสดงแทนทางคณิตศาสตร์ในเนื้อหาเฉพาะ ทว่างานวิจัยเรื่องนี้มีข้อเสนอแนะซึ่งเกิดจากการเก็บรวบรวมข้อมูลกับครูผู้ใช้เกณฑ์การให้คะแนน คือ การพัฒนาเครื่องมือช่วยในการตรวจให้คะแนน เนื่องจากในช่วงแรกของการประเมิน ผู้ประเมินบางส่วนไม่คุ้นเคยกับข้อความในเกณฑ์จึงไม่สามารถตัดสินให้คะแนนนักเรียนจากเกณฑ์ที่กำหนด รวมทั้งอาจพบกับคำตอบของนักเรียนที่ตัดสินใจให้คะแนนได้ยาก จึงควรมีการศึกษาวิจัยเพื่อพัฒนาเครื่องมือที่ช่วยให้ครูสามารถให้คะแนนนักเรียนได้สะดวกยิ่งขึ้น เช่น แชตบอต (Chatbots) ที่สามารถวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนและให้คะแนนได้ในทันที เป็นต้น (Tanyarattanasrisakul et al., 2025, p. 18) จากข้อเสนอแนะข้างต้น ผู้วิจัยได้ทดลองให้ AI สำเร็จรูป ซึ่งเป็นโมเดลปัญญาประดิษฐ์ที่พัฒนาเพื่อการใช้งานทั่วไป วิเคราะห์คำตอบ

ของนักเรียนเพื่อให้คะแนน ถ้า AI สำเร็จรูปสามารถทำได้ ครูผู้ที่นำงานทางคณิตศาสตร์ไปใช้จะสามารถนำ AI เหล่านั้น มาช่วยในการวิเคราะห์คำตอบได้เช่นกัน แต่พบว่าการให้คะแนนจาก AI สำเร็จรูปมีความคลาดเคลื่อนจากความเป็นจริง เนื่องจากเป็นการตัดสินจากเกณฑ์ที่อธิบายความสามารถโดยรวมของนักเรียน เช่น อธิบายได้สมบูรณ์ อธิบายได้ถูกต้องบางส่วน หรือไม่สามารถอธิบายได้ ซึ่งไม่ได้หยั่งลึกไปถึงลักษณะการคิดที่เป็นที่มาของคำตอบนั้น อีกประการหนึ่ง คือ ลักษณะการเขียนตอบของนักเรียนที่อาจไม่ได้คำนึงถึงการเขียนที่ถูกต้องสมบูรณ์และมักจะตอบสั้น ทำให้ AI สร้างความเข้าใจและให้คะแนนผิดพลาด สะท้อนให้เห็นว่าความสามารถในการตัดสินระดับคะแนนในงานที่มีความเฉพาะ จำเป็นต้องมีเครื่องมือ AI โดยเฉพาะสำหรับการใช้งานเช่นกัน ซึ่งแชตบอตถือเป็นเครื่องมือหนึ่งที่ใช้ AI ในการขับเคลื่อน ทั้งยังมีศักยภาพในการพัฒนาการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ (Yi, et al., 2025, p. 1105) และสอดคล้องกับข้อเสนอแนะที่ได้รับ

แชตบอตหรือจักรกลสนทนา เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่มีความสามารถในการประมวลผลภาษาธรรมชาติ (Natural language processing) จากข้อความที่ส่งมาจากผู้ใช้ และสร้างคำตอบที่สอดคล้องกับบริบทการสนทนาเพื่อตอบกลับผู้ใช้ในเรื่องต่าง ๆ โดยสามารถเชื่อมต่อเข้ากับแพลตฟอร์มการส่งข้อความผ่าน Application Programming Interface หรือ API (Khan & Des, 2018, pp. 1-2) เครื่องมือที่ช่วยให้โปรแกรมคอมพิวเตอร์หรือแอปพลิเคชันสามารถสื่อสารผ่านการโต้ตอบด้วยภาษาทั่วไปหรือภาษาที่ใช้ในชีวิตประจำวันและทำงานร่วมกันได้ ซึ่งทำหน้าที่เป็นตัวกลางระหว่างซอฟต์แวร์สองตัวในการส่งข้อมูลหรือเรียกใช้ฟังก์ชันต่าง ๆ ได้โดยไม่ต้องเข้าถึงโค้ดภายในของซอฟต์แวร์นั้นโดยตรง (OpenAI, 2025; Panqueban & Huincahue, 2024, p. 4) ปัจจุบันการสร้างแชตบอตได้พัฒนาไปสู่การใช้การเรียนรู้ของเครื่อง (Machine learning: ML) เป็นตัวจำแนกเพื่อให้ได้คำตอบที่ดีและแม่นยำมากกว่า ซึ่งเกิดจากการตั้งค่าคำตอบล่วงหน้าแล้วจัดประเภทคำตามเจตนา (Intent) เมื่อผู้ใช้สนทนาด้วยคำถามในรูปแบบเดียวกัน แชตบอต จะเข้าใจคำถามหรือบทสนทนานั้นและเลือกการตอบกลับที่เหมาะสม (Biswas, 2018, p. 14)

ด้วยเหตุนี้ ผู้วิจัยจึงเล็งเห็นความสำคัญและสนใจพัฒนาแชตบอตที่เชื่อมต่อกับไลน์ (LINE) ซึ่งเป็นแอปพลิเคชันในการติดต่อสื่อสารและใช้งานกันโดยทั่วไปของครูผู้สอน หรือที่เรียกว่าไลน์แชตบอต (LINE chatbot) เพื่อทำหน้าที่เป็นผู้ช่วยครูในการใช้งานทางคณิตศาสตร์ที่ต้องมีการให้ระดับคะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนด รวมทั้งใช้เป็นเครื่องมือในการส่งเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการใช้งานทางคณิตศาสตร์ และช่วยแสดงแนวทางการพัฒนานักเรียนที่ได้คะแนนในระดับต่าง ๆ มาประกอบการตัดสินใจของครู การวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาไลน์แชตบอตเพื่อเป็นผู้ช่วยครูสำหรับวิเคราะห์คำตอบและแนะนำวิธีการส่งเสริมสมรรถนะการใช้ตัวแสดงแทนทางคณิตศาสตร์ และ 2) ประเมินประสิทธิภาพของไลน์แชตบอตในการวิเคราะห์คำตอบและให้ระดับคะแนนสมรรถนะการใช้ตัวแสดงแทนทางคณิตศาสตร์

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Jančaríik et al. (2023, pp. 285-286) ทำการวิจัยเรื่อง การประยุกต์ใช้แชตบอตปัญญาประดิษฐ์ในการสอนคณิตศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่าแชตบอตสามารถวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนโดยอัตโนมัติจากฐานข้อมูลในแชตบอต ทั้งยังช่วยส่งเสริมการเรียนรู้รายบุคคลได้ อีกมุมหนึ่ง Labadze et al. (2023, p. 1) ได้ทำการวิจัยเรื่อง บทบาทของแชตบอตปัญญาประดิษฐ์ด้านการศึกษา: การทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบ จากงานวิจัยจำนวน 67 เรื่อง ผลการวิจัยแสดงให้เห็นถึงประโยชน์ของการบูรณาการแชตบอตปัญญาประดิษฐ์เข้ากับการศึกษาจากมุมมองของทั้งนักเรียนและครูผู้สอน โดยพบว่านักเรียนได้รับประโยชน์หลัก 3 ด้าน ได้แก่ การช่วยทำการบ้านและทบทวนบทเรียน ประสบการณ์การเรียนรู้ที่เฉพาะบุคคล และการพัฒนาทักษะที่หลากหลาย ประโยชน์ที่สำคัญสำหรับครูผู้สอน คือ ช่วยประหยัดเวลา ช่วยในการประเมินผลการเรียนรู้ และช่วยส่งเสริมการจัดการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น อย่างไรก็ตามพบความท้าทายที่ครูผู้สอนต้องเจอเมื่อนำไปใช้ ได้แก่ ความน่าเชื่อถือความถูกต้องของข้อมูล และประเด็นทางจริยธรรมที่เกี่ยวข้องกับการใช้ปัญญาประดิษฐ์ Opesemowo and Adewuyi (2024, p. 1) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การทบทวนอย่างเป็นระบบเกี่ยวกับการใช้ปัญญาประดิษฐ์ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์: กระแสการเปลี่ยนแปลงจากอุตสาหกรรมยุคที่ 4 จากงานวิจัยจำนวน 10 เรื่อง ผลการวิจัยพบว่าปัญญาประดิษฐ์สามารถใช้เพื่อการเรียนรู้รายบุคคล สนับสนุนการสอนคณิตศาสตร์ ช่วยในการประเมินผลและให้ข้อเสนอแนะแบบทันที (Real-time) ช่วยในการพัฒนาหลักสูตร และช่วยเสริมศักยภาพให้แก่ครูผู้สอนคณิตศาสตร์ได้เป็นอย่างดี ทั้งนี้ ChatGPT เป็นเครื่องมือหลักที่ถูกนำมาใช้ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ และ Panqueban and Huincahue (2024, p. 357) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ปัญญาประดิษฐ์ในคณิตศาสตร์ศึกษา: การทบทวนอย่างเป็นระบบ จากงานวิจัยจำนวน 29 เรื่อง ผลการวิจัยแสดงให้เห็นแนวโน้มการใช้ปัญญาประดิษฐ์เพื่อสร้างระบบการเรียนรู้แบบอัจฉริยะที่ส่งเสริมการเรียนรู้และสนับสนุนการสอน โดยเฉพาะในการประเมินผลแบบออนไลน์

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่าปัญญาประดิษฐ์สามารถส่งเสริมการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ได้ ทั้งในมิติของการจัดการเรียนรู้และการวัดและประเมินผล โดยเฉพาะการประยุกต์ใช้ปัญญาประดิษฐ์ในรูปแบบของระบบสนทนาหรือแชตบอต อย่างไรก็ตาม ยังมีข้อจำกัดด้านความน่าเชื่อถือและความถูกต้องของข้อมูลที่แชตบอตสร้างขึ้น ซึ่งอาจส่งผลต่อคุณภาพของการวิเคราะห์และคำแนะนำในการจัดการเรียนรู้ ดังนั้นการพัฒนาแชตบอตเพื่อช่วยครูในการวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนและให้ข้อเสนอแนะในการส่งเสริมสมรรถนะการใช้ตัวแสดงแทนทางคณิตศาสตร์ จำเป็นต้องมีการตรวจสอบและประเมินประสิทธิภาพของแชตบอตในด้านความถูกต้องและความน่าเชื่อถือของการวิเคราะห์คำตอบ ตลอดจนการให้ระดับคะแนนสมรรถนะอย่างเหมาะสม เพื่อให้แชตบอตที่พัฒนาขึ้นสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ได้อย่างแท้จริง

3. วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย

ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย

1. คำตอบจากการประเมินสมรรถนะการใช้ตัวแสดงแทนทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์และนำเสนอข้อมูลเชิงคุณภาพ จากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยประชากร ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 547 คน ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 ของโรงเรียนราชินีบูรณะ และกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 148 คน ได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยสุ่ม และกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างตามแนวคิดของ Cohen et al. (2018, p. 207) ที่อธิบายว่าสำหรับประชากรประมาณ 500 คน ขนาดกลุ่มตัวอย่างขั้นต่ำ คือ 96 คน ทั้งนี้นักเรียนแต่ละห้องเรียนมีความสามารถคละกันและสนใจเข้าร่วมการประเมินด้วยความเต็มใจ รวม 4 ห้องเรียน จำนวน 148 ชุด แบ่งเป็นข้อมูลที่นำมาใช้ในการเรียนรู้ของไลน์แชตบอตจาก 3 ห้องเรียน จำนวน 109 ชุด และข้อมูลใช้ในการทดสอบความสอดคล้องของผลการวิเคราะห์คะแนนจาก 1 ห้องเรียน จำนวน 39 ชุด คำตอบแต่ละชุดมาจากคำถามในงานทางคณิตศาสตร์ 2 งาน ได้แก่ งานที่ 1 เวลาว่างของวัยรุ่น มีข้อคำถามทั้งหมด 5 ข้อ ประกอบด้วย ข้อ 1 ให้นักเรียนสร้างแผนภูมิรูปวงกลมจากข้อมูลในตารางความถี่ทางเดียวที่กำหนดให้ ข้อ 2.1 ให้นักเรียนระบุจุดเด่นของแผนภูมิรูปวงกลม ข้อ 2.2 ให้นักเรียนระบุจุดด้อยของแผนภูมิรูปวงกลม ข้อ 3.1 ให้นักเรียนอธิบายผลกระทบต่อการตีความข้อมูลจากการสูญเสียข้อมูลเมื่อเปลี่ยนตัวแสดงแทนจากตารางความถี่ทางเดียวเป็นแผนภูมิรูปวงกลม และข้อ 3.2 ให้นักเรียนอธิบายผลกระทบต่อการตีความข้อมูลจากการได้ข้อมูลเพิ่มเมื่อเปลี่ยนตัวแสดงแทนจากตารางความถี่ทางเดียวเป็นแผนภูมิรูปวงกลม และงานที่ 2 แนวภาพยนตร์กับกลุ่มคนต่างวัย มีข้อคำถามทั้งหมด 5 ข้อ ประกอบด้วย ข้อ 1 ให้นักเรียนสร้างตารางความถี่สองทางจากข้อมูลในแผนภูมิแท่งพหุคูณที่กำหนดให้ ข้อ 2.1 ให้นักเรียนระบุจุดเด่นของตารางความถี่สองทาง ข้อ 2.2 ให้นักเรียนระบุจุดด้อยของตารางความถี่สองทาง ข้อ 3.1 ให้นักเรียนอธิบายผลกระทบต่อการตีความข้อมูลจากการสูญเสียข้อมูลเมื่อเปลี่ยนตัวแสดงแทนจากแผนภูมิแท่งพหุคูณเป็นตารางความถี่สองทาง และข้อ 3.2 ให้นักเรียนอธิบายผลกระทบต่อการตีความข้อมูลจากการได้ข้อมูลเพิ่มเมื่อเปลี่ยนตัวแสดงแทนจากแผนภูมิแท่งพหุคูณเป็นตารางความถี่สองทาง

2. เกณฑ์การให้คะแนนงานทางคณิตศาสตร์จากงานวิจัย เรื่อง การพัฒนางานเพื่อประเมินสมรรถนะการใช้ตัวแสดงแทนทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์และนำเสนอข้อมูลเชิงคุณภาพ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เป็นเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริค (Rubric) ตามนิยามของสมรรถนะการใช้ตัวแสดงแทนทางคณิตศาสตร์ ซึ่งหมายถึง ความสามารถในการจัดการกับตัวแสดงแทนทางคณิตศาสตร์ผ่านการตีความ การแปลความหมาย และการสร้างตัวแสดงแทนทางคณิตศาสตร์จากตัวแสดงแทนที่มีอยู่เดิม การพิจารณาจุดเด่นและจุดด้อยของตัวแสดงแทนที่กำหนดให้ รวมทั้งการอธิบายผลกระทบจากการสูญเสียข้อมูลหรือได้ข้อมูลเพิ่มเมื่อเปลี่ยนตัวแสดงแทน โดยกำหนดระดับคะแนนเป็น 2, 1 และ 0 คะแนน ทั้งนี้มีค่าความตรงตามเนื้อหาจากการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์และการวัดประเมินผล จำนวน 5 ท่าน เท่ากับ 1.00 และมีค่าความเชื่อมั่นระหว่างผู้ประเมินอยู่ในช่วง 0.80-1.00 (Tanyarattanasrisakul et al., 2025, pp. 6-14) แสดงเกณฑ์การให้คะแนนงานที่ 1 เวลาว่างของวัยรุ่น ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 เกณฑ์การให้คะแนนงานที่ 1 เวลาว่างของวัยรุ่น

คะแนน	เกณฑ์การพิจารณา
ข้อ 1 การเชื่อมโยงระหว่างตัวแสดงแทน (รวม 2 คะแนน)	
2	สร้างแผนภูมิรูปวงกลมตามเงื่อนไขได้ถูกต้องสมบูรณ์ โดยแสดงสัดส่วนพื้นที่รายการกิจกรรม และจำนวนร้อยละที่ถูกต้องทั้งหมด
1	สร้างแผนภูมิรูปวงกลมตามเงื่อนไขได้ไม่สมบูรณ์ โดยแสดงสัดส่วนพื้นที่และรายการกิจกรรมได้ถูกต้อง แต่มีข้อผิดพลาดในการแสดงข้อมูลเชิงตัวเลข
0	สร้างแผนภูมิรูปวงกลมไม่ตรงตามเงื่อนไข เช่น สร้างแผนภูมิรูปวงกลมแต่แบ่งสัดส่วนไม่ถูกต้องหรือไม่ระบุรายการกิจกรรม หรือไม่ตอบ
ข้อ 2 การระบุจุดเด่นและจุดด้อยของตัวแสดงแทน (รวม 4 คะแนน)	
ข้อ 2.1 การระบุจุดเด่น (2 คะแนน)	
2	ระบุจุดเด่นของแผนภูมิรูปวงกลมชัดเจน ได้แก่ สามารถเปรียบเทียบความแตกต่างจากสัดส่วนหรือจากพื้นที่ได้ง่ายและรวดเร็ว โดยไม่ต้องพิจารณาตัวเลข
1	ระบุจุดเด่นของแผนภูมิรูปวงกลมได้แต่ไม่ตรงประเด็นหรือไม่ใช่จุดเด่นที่สำคัญ เช่น ระบุว่าแผนภูมิรูปวงกลมช่วยให้เข้าใจข้อมูลง่าย หรือเห็นแนวโน้มข้อมูลจากค่าร้อยละ
0	ระบุจุดเด่นของแผนภูมิรูปวงกลมไม่ถูกต้อง โดยเข้าใจผิดว่าช่วยให้เปรียบเทียบจำนวนได้ชัดเจนหรือให้ข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้อง หรือไม่ตอบ
ข้อ 2.2 การระบุจุดด้อย (2 คะแนน)	
2	ระบุจุดด้อยของแผนภูมิรูปวงกลมที่ชัดเจน ได้แก่ หากข้อมูลใกล้เคียงกันจะทำให้สับสนจากขนาดพื้นที่ที่ใกล้เคียงกัน หรือหากมีหลายรายการจะทำให้อ่านข้อมูลได้ยาก
1	ระบุจุดด้อยของแผนภูมิรูปวงกลมได้แต่ไม่ตรงประเด็นหรือไม่ใช่จุดด้อยที่สำคัญ เช่น เป็นการจำแนกข้อมูลที่ไม่ละเอียด หรือต้องใช้การคำนวนหลายขั้นตอน
0	ระบุจุดด้อยของแผนภูมิรูปวงกลมไม่ถูกต้อง เช่น ไม่สามารถระบุความถี่ได้หรือให้ข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้อง หรือไม่ตอบ
ข้อ 3 การอธิบายผลกระทบจากการสูญเสียข้อมูลหรือได้ข้อมูลเพิ่มเมื่อเปลี่ยนตัวแสดงแทน (4 คะแนน)	
ข้อ 3.1 การอธิบายผลกระทบจากการสูญเสียข้อมูลเมื่อเปลี่ยนตัวแสดงแทน (2 คะแนน)	
2	อธิบายได้ถูกต้องชัดเจน โดยระบุว่าข้อมูลที่สูญเสียไปคือความถี่ ส่งผลให้การตีความคลาดเคลื่อนโดยเฉพาะเมื่อร้อยละเกิดจากการปัดเศษทศนิยม ทำให้การเปรียบเทียบค่าความถี่ที่ใกล้เคียงกันทำได้ยาก
1	อธิบายในประเด็นที่ไม่สำคัญ เช่น ระบุว่าข้อมูลที่สูญเสียไปคือความถี่หรือผลรวมความถี่ ทำให้ต้องคำนวณย้อนกลับเพื่อหาจำนวนหรือร้อยละ หรือไม่สามารถระบุจำนวนคนได้
0	อธิบายผลกระทบไม่ถูกต้อง โดยแสดงความเข้าใจผิดว่าข้อมูลที่สูญเสียเป็นค่าขาดหาย (Missing value) ทำให้คำนวณร้อยละผิด หรือระบุเพียงว่าสูญเสียความถี่โดยไม่อธิบายถึงผลกระทบ หรือไม่ตอบ
ข้อ 3.2 การอธิบายผลกระทบจากการได้ข้อมูลเพิ่มเมื่อเปลี่ยนตัวแสดงแทน (2 คะแนน)	
2	อธิบายได้ถูกต้องชัดเจน โดยระบุว่าข้อมูลที่เพิ่มเข้ามาคือการแบ่งส่วนของรูปวงกลมและค่าร้อยละ ซึ่งช่วยให้เปรียบเทียบข้อมูลได้ง่ายหรือแยกประเภทข้อมูลได้ชัดเจน
1	อธิบายในประเด็นที่ไม่สำคัญ เช่น ระบุว่าข้อมูลที่เพิ่มเข้ามาคือค่าร้อยละ ซึ่งไม่ใช่ข้อมูลสำคัญที่ได้มาเมื่อเปลี่ยนตัวแสดงแทนเป็นแผนภูมิรูปวงกลม
0	อธิบายผลกระทบไม่ถูกต้อง โดยแสดงความเข้าใจผิดว่าข้อมูลที่เพิ่มเข้ามาคือข้อมูลโจทย์หรือระบุในสิ่งที่ไม่เกี่ยวข้อง หรือไม่ตอบ

สำหรับเกณฑ์การให้คะแนนงานที่ 2 แนวภาพยนตร์กับกลุ่มคนต่างวัย แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 เกณฑ์การให้คะแนนงานที่ 2 แนวภาพยนตร์กับกลุ่มคนต่างวัย

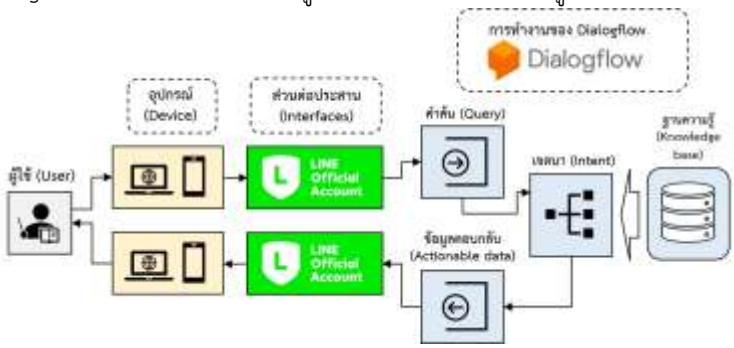
คะแนน	เกณฑ์การพิจารณา
ข้อ 1 การเชื่อมโยงระหว่างตัวแสดงแทน (รวม 2 คะแนน)	
2	สร้างตารางความถี่สองทางที่แสดงข้อมูลในรูปร้อยละได้สมบูรณ์ โดยมีแถวหรือหลักที่แสดงผลรวมร้อยละของแต่ละกลุ่มคนที่ถูกต้อง
1	สร้างตารางความถี่สองทางตามเงื่อนไขได้ไม่สมบูรณ์ โดยเขียนแสดงข้อมูลเชิงกลุ่มได้ครบถ้วนทั้งสองตัวแปร แม้ว่าจะมีการแสดงจำนวนครบแต่ยังมีข้อผิดพลาดอยู่บ้าง
0	สร้างตารางความถี่สองทางได้ไม่ตรงตามเงื่อนไข เช่น ไม่ได้มีร้อยละที่ถูกต้องใน 12 ช่อง หรือสร้างเพียงตารางที่ไม่ได้ระบุข้อความเป็นต้น หรือไม่ตอบ
ข้อ 2.2 การระบุจุดด้อย (2 คะแนน)	
2	ระบุจุดด้อยของตารางความถี่สองทางที่ชัดเจน โดยระบุเกี่ยวกับการนำเสนอข้อมูล 2 ตัวแปร เช่น หากแต่ละตัวแปรถูกแบ่งเป็นหลายกลุ่มจะทำให้พิจารณาข้อมูลยาก หรืออาจสับสนในการพิจารณาข้อมูลเพราะต้องพิจารณาทั้งสองตัวแปรพร้อมกัน เป็นต้น
1	ระบุจุดด้อยของตารางความถี่สองทางได้แต่ไม่ตรงประเด็นหรือไม่ใช่จุดด้อยที่สำคัญ เนื่องจากนำไปเปรียบเทียบกับแผนภูมิแท่งพหุคูณ
0	ระบุจุดด้อยของตารางความถี่สองทางไม่ถูกต้อง เช่น ไม่สามารถระบุความถี่ได้หรือให้ข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้อง หรือไม่ตอบ

ตารางที่ 2 (ต่อ) เกณฑ์การให้คะแนนงานที่ 2 แนวภาพยนตร์กับกลุ่มคนต่างวัย

คะแนน	เกณฑ์การพิจารณา
ข้อ 3 การอธิบายผลกระทบจากการสูญเสียข้อมูลหรือได้ข้อมูลเพิ่มเมื่อเปลี่ยนตัวแสดงแทน (4 คะแนน)	
ข้อ 3.1 การอธิบายผลกระทบจากการสูญเสียข้อมูลเมื่อเปลี่ยนตัวแสดงแทน (2 คะแนน)	
2	อธิบายได้ถูกต้องชัดเจน โดยระบุว่าข้อมูลที่สูญเสียไป คือ ความสูงของแท่งสี่เหลี่ยมมุมฉากทำให้เปรียบเทียบข้อมูลได้ยาก หรืออาจอธิบายว่าทำให้เปรียบเทียบข้อมูลได้ง่ายขึ้น รวมทั้งอาจระบุว่าข้อมูลที่สูญเสียไปคือความถี่ส่งผลให้ตีความคลาดเคลื่อนในกรณีที่มีการปัดเศษทศนิยมหรือผลรวมจำนวนคนแต่ละกลุ่มไม่เท่ากัน
1	อธิบายในประเด็นที่ไม่สำคัญ เช่น ระบุว่าข้อมูลที่สูญเสียไปคือความถี่ ทำให้ต้องคำนวณย้อนกลับเมื่อต้องการทราบหรือไม่สามารถระบุจำนวนคนได้
0	อธิบายผลกระทบไม่ถูกต้อง โดยระบุเพียงว่าสูญเสียความถี่โดยไม่อธิบายถึงผลกระทบหรือแสดงความเข้าใจผิดว่าข้อมูลที่สูญเสียเป็นค่าขาดหายทำให้ค่าร้อยละจะเปลี่ยนแปลงไป หรือไม่ตอบ
3.2 การอธิบายผลกระทบจากการได้ข้อมูลเพิ่มเมื่อเปลี่ยนตัวแสดงแทน (2 คะแนน)	
2	อธิบายได้ถูกต้องชัดเจน โดยระบุว่าข้อมูลที่เพิ่มเข้ามา คือ ร้อยละทำให้ทราบหรือเปรียบเทียบความแตกต่างของข้อมูล 2 ตัวแปรได้รวดเร็วยิ่งขึ้น
1	อธิบายในประเด็นที่ไม่สำคัญ เช่น ระบุว่าข้อมูลที่เพิ่มเข้ามาคือผลรวม ซึ่งเป็นจำนวนที่ทำให้ทราบว่าแต่ละประเภทมีจำนวนรวมเป็นเท่าใดและง่ายต่อการนำไปใช้คำนวณ
0	อธิบายผลกระทบไม่ถูกต้อง โดยแสดงความเข้าใจผิดว่าข้อมูลที่เพิ่มเข้ามาคือข้อมูลโจทย์หรือระบุในสิ่งที่ไม่เกี่ยวข้อง หรือไม่ตอบ

3.2 ขั้นตอนการวิจัย จำแนกเป็น 2 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การออกแบบการทำงานของไลน์แชตบอต (Designing the functionality of the LINE chatbot) ผู้วิจัยออกแบบการทำงานของไลน์แชตบอตผ่าน LINE official account, LINE developer และ Dialogflow เครื่องมือเทคโนโลยีที่มี AI เป็นตัวขับเคลื่อน ช่วยให้สามารถเชื่อมต่อกับผู้ใช้บนเว็บไซต์ แอปพลิเคชันบนสมาร์ตโฟน และแพลตฟอร์มอื่น ๆ ผ่านส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ (User interfaces) ด้วยการสนทนาแบบเสียงและข้อความ (Raj, 2019, p. 63) ทั้งนี้ ผู้วิจัยออกแบบให้เป็นโดเมนแบบปิด (Closed domain) โดยจำกัดการสนทนาในเรื่องการประเมินด้วยงานทางคณิตศาสตร์เพียงเรื่องเดียวเท่านั้น (Biswas, 2018, p. 15) และได้นำข้อมูลคำตอบของนักเรียนทั้ง 2 งาน ระดับคะแนนที่ได้ และวิธีการส่งเสริมสมรรถนะ ให้ Dialogflow ใช้เป็นฐานความรู้ (Knowledge base) สำหรับโต้ตอบกับผู้ใช้ ลักษณะการทำงานดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 ลักษณะการทำงานของไลน์แชตบอตตามที่ออกแบบ ปรับจาก Raj (2019, p. 64)

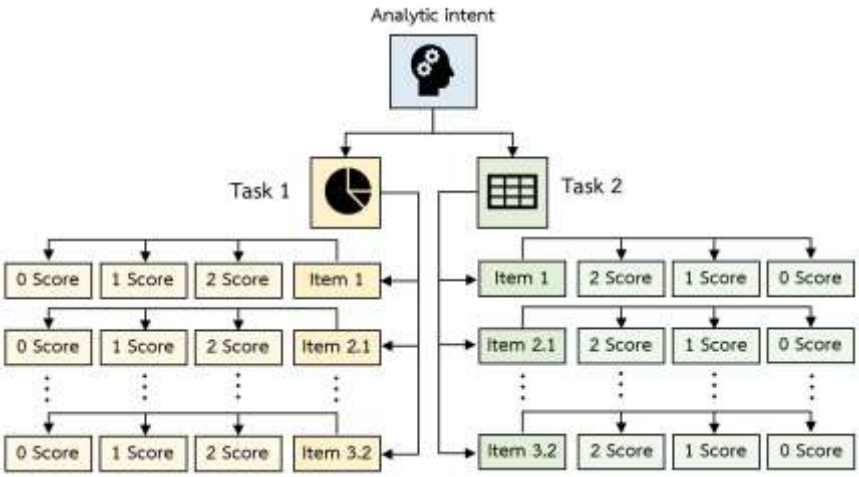
จากรูปที่ 1 การทำงานของไลน์แชตบอตตามที่ออกแบบจะเริ่มต้นจากการที่ผู้ใช้ (User) เข้าสู่อุปกรณ์ (Device) ที่เชื่อมต่อกับแอปพลิเคชันไลน์และเพิ่มไลน์แชตบอตเป็นเพื่อน ซึ่งเป็นส่วนต่อประสาน (Interfaces) จากนั้นส่งข้อความหรือคำค้น (Query) เพื่อสอบถามเกี่ยวกับการวิเคราะห์คะแนนในงานทางคณิตศาสตร์ และการเพิ่มพูนสมรรถนะการใช้ตัวแสดงแทนทางคณิตศาสตร์ ข้อความเหล่านั้นจะเป็นจุดเริ่มต้นการทำงานของ Dialogflow ที่จะตรวจสอบข้อความนั้นกับเจตนา (Intent) ที่ถูกสอน (Train) จากข้อมูลในฐานความรู้ (Knowledge base) ที่มี และตอบกลับด้วยข้อมูลที่ผู้ใช้นำไปใช้ได้ทันที (Actionable data) ไปยังแอปพลิเคชันไลน์ด้วยข้อความ (Text) บนอุปกรณ์ที่จะถูกอ่านโดยผู้ใช้ สำหรับการส่งเอกสารที่ต้องการใช้ในการประเมินด้วยงานทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยออกแบบการทำงานเพิ่มเติมโดยให้ส่งด้วยความสามารถของแอปพลิเคชันไลน์ผ่านการทำเมนูแบบโต้ตอบ (Rich menu) อนึ่งการทำงานของไลน์แชตบอตจะผสมผสานระหว่างทำงานแบบใช้กฎเป็นฐานด้วยการจับคู่ (Rule-based

expression matching) ผ่านการรับข้อความจากผู้ใช้ เปรียบเทียบกับกฎที่ตั้งไว้ และตอบกลับตามกฎที่ตรงกับข้อความนั้น (Biswas, 2018, p. 14; OpenAI, 2025) ร่วมกับการทำงานแบบการเรียนรู้ของเครื่อง (ML)

ในส่วนของเจตนาซึ่งเป็นหัวใจสำคัญของไลน์แชตบอต ผู้วิจัยจำแนกเป็น 3 กลุ่ม ดังนี้

กลุ่มที่ 1 เจตนาสำหรับการโต้ตอบทั่วไป จำนวน 2 เจตนา ได้แก่ การทักทาย (Welcome intent) และการตอบสนองเมื่อข้อความจากผู้ใช้อยู่นอกเหนือการทำงานของไลน์แชตบอต (Fallback intent)

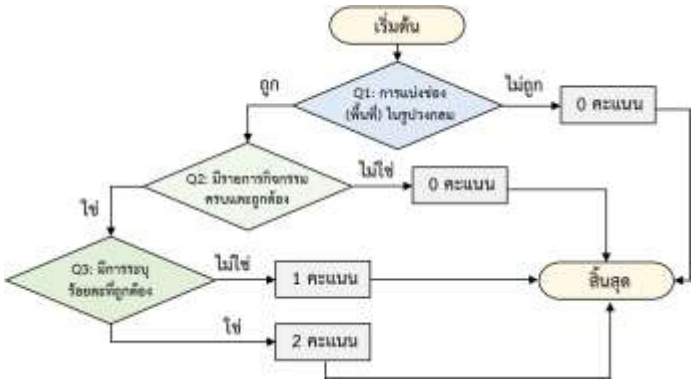
กลุ่มที่ 2 เจตนาสำหรับการวิเคราะห์คำตอบเพื่อให้คะแนน จำนวน 1 เจตนา ได้แก่ การวิเคราะห์ (Analytic intent) จำแนกเป็น 2 งาน โดยแต่ละงานจำแนกเป็น 5 ข้อย่อย แต่ละข้อย่อยจำแนกเป็นการวิเคราะห์คำตอบที่ได้ 2 คะแนน 1 คะแนน และ 0 คะแนน ซึ่งเป็นเจตนาย่อย (Sub-intent) ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 โครงสร้างของเจตนาการวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนเพื่อให้คะแนน

การใช้งาน ผู้ใช้จะต้องระบุเส้นทางของข้อความว่าต้องการวิเคราะห์คำตอบของงานใดและเลือกข้อย่อย จากนั้นจึงสามารถโต้ตอบกับไลน์แชตบอตเพื่อพิจารณาระดับคะแนนได้

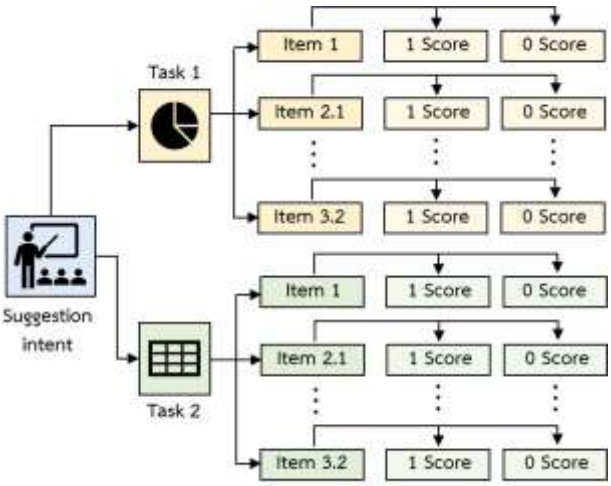
สำหรับข้อ 1 ในแต่ละงาน เนื่องจากคำตอบที่ถูกต้องตามเกณฑ์การให้คะแนนมีโครงสร้างที่ชัดเจน สามารถจำแนกระดับคะแนนได้ด้วยการสอบถามผู้ใช้ด้วย 3 คำถาม ส่วนนี้ผู้วิจัยจึงออกแบบการทำงานแบบใช้กฎเป็นฐานด้วยการจับคู่ แสดงแนวคิดการให้คะแนนข้อ 1 ในงานที่ 1 ไว้เป็นตัวอย่าง ดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 แนวคิดการให้ระดับคะแนนสำหรับข้อ 1 ในงานที่ 1 ผ่านการตอบคำถามของผู้ใช้

แต่สำหรับ ข้อ 2.1, 2.2, 3.1 และ 3.2 ของแต่ละงานซึ่งเป็นคำถามปลายเปิด คำตอบของนักเรียนจึงมีความซับซ้อนและไม่สามารถคาดเดารูปประโยคที่แน่ชัดได้ ผู้วิจัยจึงเลือกใช้การเรียนรู้ของเครื่องเข้ามาช่วยในการจำแนกและให้คะแนน โดยออกแบบให้ผู้ใช้ป้อนข้อความคำตอบของนักเรียนเข้าสู่ไลน์แชตบอตได้แบบคำต่อคำ จากนั้นไลน์แชตบอตจะเทียบเคียงข้อความที่ผู้ใช้ป้อนเข้ากับฐานความรู้ที่ถูกฝึกไว้ และตอบกลับผู้ใช้เป็นระดับคะแนน

กลุ่มที่ 3 เจตนาสำหรับการแสดงแนวทางการส่งเสริมสมรรถนะ จำนวน 1 เจตนา ได้แก่ ข้อเสนอแนะ (Suggestion intent) จำแนกเป็น 2 งาน โดยแต่ละงานจำแนกเป็น 5 ข้อย่อย แต่ละข้อย่อยจำแนกเป็นการวิเคราะห์คำตอบที่ได้ 1 คะแนน และ 0 คะแนน ซึ่งเป็นเจตนาย่อย ดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 โครงสร้างของเจตนาข้อเสนอแนะ

การใช้งานเจตนานี้ ผู้ใช้จะต้องระบุเส้นทางของข้อความว่าต้องการแนวทางการเพิ่มพูนสมรรถนะของงานใด และเลือกข้อย่อย จากนั้นจึงจะสามารถเลือกระดับคะแนนของนักเรียนที่ต้องการได้ การทำงานส่วนนี้ไลน์แชตบอตจะนำข้อมูลที่กำหนดไว้มาตอบกลับผู้ใช้ในรูปแบบข้อความและภาพตามวิธีการทำงานแบบใช้กฎเป็นฐานด้วยการจับคู่

ขั้นตอนที่ 2 การตรวจสอบความแม่นยำของไลน์แชตบอตในการวิเคราะห์คะแนน (Verifying the accuracy of score analysis in the LINE chatbot) หลังจากที่ได้ไลน์แชตบอตตามที่ออกแบบในขั้นตอนที่ 1 ผู้วิจัยทำการฝึกไลน์แชตบอตด้วยข้อมูลคำตอบจากงานวิจัย เรื่อง การพัฒนางานเพื่อประเมินสมรรถนะการใช้ตัวแสดงแทนทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์และนำเสนอข้อมูลเชิงคุณภาพ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในส่วนเจตนาการวิเคราะห์ ที่จำเป็นต้องมีความแม่นยำสูงและเป็นข้อมูลแบบพลวัต (Dynamic) ซึ่งไม่คงที่ เนื่องจากคำตอบของนักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงของรูปประโยค ทั้งนี้ผู้วิจัยทำการฝึกโดยนำข้อความคำตอบเข้าสู่ช่วงการฝึก (Training phase) ใน Dialogflow จำนวน 109 ชุด วิเคราะห์ประสิทธิภาพการให้คะแนนและปรับปรุงด้วยเทคนิคการเพิ่มปริมาณข้อมูล (Data augmentation) (Pellicer et al., 2023, pp. 3-4) โดยการสร้างข้อมูลจากคำสำคัญ (Keywords) ที่อยู่ในเกณฑ์การให้คะแนนและคำตอบของนักเรียนที่อยู่ในชุดการฝึก ได้แก่ คำกิริยา คำนาม และคำวิเศษณ์ เช่น “ระบุจุดเด่นของตารางความถี่สองทาง คือ นำเสนอและเปรียบเทียบชุดข้อมูลที่มี 2 ตัวแปรได้ง่าย” มีคำกิริยา ได้แก่ นำเสนอและเปรียบเทียบ คำนาม ได้แก่ ข้อมูล 2 ตัวแปร และคำวิเศษณ์ ได้แก่ ง่าย จึงสร้างข้อมูลได้เป็น 1) นำเสนอข้อมูล 2 ตัวแปร ได้ง่าย และ 2) เปรียบเทียบข้อมูล 2 ตัวแปร ได้ง่าย เป็นต้น เพื่อช่วยชี้นำให้การแยกแยะข้อความมีความแม่นยำยิ่งขึ้น จากนั้นทดสอบประสิทธิภาพของไลน์แชตบอตกับข้อมูลจำนวน 39 ชุด

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยจัดสอบทีละ 1 ห้องเรียน ในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2568 ใช้เวลาสอบห้องละ 40 นาที

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

ใช้การวิเคราะห์เมทริกซ์ความสับสน (Confusion matrix) ตรวจสอบประสิทธิภาพการให้คะแนนของไลน์แชตบอต (Fahmy, 2023, pp. 1-10; Russell, 2018, pp. 39-41) จากค่าสถิติจำนวน 4 ค่า ได้แก่ 1) ความถูกต้อง (Accuracy: A) หมายถึง สัดส่วนของการทำนายที่ถูกต้องเมื่อเทียบกับจำนวนข้อมูลทั้งหมด 2) ความแม่นยำ (Precision: P) หมายถึง สัดส่วนของการทำนายว่าอยู่ในระดับคะแนนใดระดับหนึ่งแล้วตรงกับระดับคะแนนจริง 3) การเรียกคืน (Recall: R) หมายถึง ความสามารถในการจับข้อมูลได้ตรงตามระดับคะแนน และ 4) F1-Score (F1) หมายถึง ค่าเฉลี่ยฮาร์โมนิกระหว่างความแม่นยำและการเรียกคืนในแต่ละระดับคะแนน ซึ่งการวิเคราะห์ในกรณีมีคะแนน 3 ระดับ หรือ 3 คลาส คือ 0, 1 และ 2 คะแนน มีสูตรการคำนวณดังต่อไปนี้

สำหรับเมทริกซ์ความสับสน $C = \begin{bmatrix} c_{00} & c_{01} & c_{02} \\ c_{10} & c_{11} & c_{12} \\ c_{20} & c_{21} & c_{22} \end{bmatrix}$ เมื่อ c_{ij} แทน จำนวนที่เป็นคลาส i แต่ทำนายเป็นคลาส j

และจำนวนข้อมูลทั้งหมด $N = \sum_{i=0}^{2}\sum_{j=0}^{2} c_{ij}$ โดยแต่ละคลาส $k \in \{0,1,2\}$ จะได้ $A = \sum_{k=0}^{2} c_{kk} / N$,

$P_k = \frac{c_{kk}}{c_{0k} + c_{1k} + c_{2k}}$, $R_k = \frac{c_{kk}}{c_{k0} + c_{k1} + c_{k2}}$ และ $F1_k = \frac{2P_kR_k}{P_k + R_k}$

จากนั้นนำมาคำนวณค่าเฉลี่ย (Average) (Lynch, 2013, p. 40) และแปลงให้อยู่ในรูปร้อยละ (Percentage) การวิจัยนี้ผู้วิจัยได้กำหนดเป้าหมายการพัฒนาจากเกณฑ์ คือ ค่าสถิติทั้ง 4 ค่า ไม่น้อยกว่า 0.80 หรือร้อยละ 80

4. ผลการวิจัย

4.1 ผลการพัฒนาไลน์แชตบอต ทำให้ได้ไลน์แชตบอตที่มีชื่อว่า “Sparkistics” เกิดจากการผสมของคำว่า “Sparkle” ที่แปลว่าประกายแห่งความคิด และ “Statistics” ซึ่งแปลว่าสถิติ “Sparkistics” จึงหมายถึง ประกายความคิดของนักเรียนเกี่ยวกับการเรียนรู้สถิติ มีการใช้งาน 3 ลักษณะ ดังนี้

1. การส่งเอกสารที่ต้องการใช้ในการประเมินด้วยงานทางคณิตศาสตร์ การใช้งานในลักษณะนี้สามารถเรียกใช้ได้ผ่านเมนูการโต้ตอบที่สร้างขึ้น ได้แก่ เมนูใบงานที่ 1 และเมนูใบงานที่ 2 จะส่งไฟล์ใบงานที่ใช้สำหรับนักเรียน เมนูเกณฑ์การให้คะแนนจะส่งไฟล์เกณฑ์การให้คะแนนที่ใช้สำหรับงานทางคณิตศาสตร์ทั้ง 2 งาน ดังรูปที่ 5

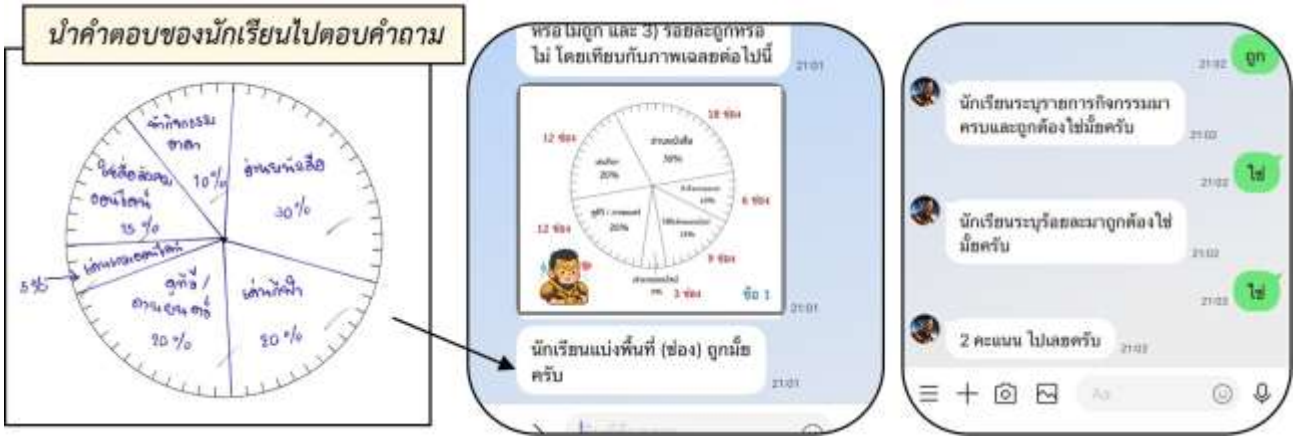
รูปที่ 5 การใช้งานเพื่อส่งเอกสารที่ต้องการใช้ในการประเมินด้วยงานทางคณิตศาสตร์

จากรูปที่ 5 เมื่อกดเลือกเมนูใบงานที่ 2 Sparkistics จะส่งใบงานที่ 2 สำหรับนำไปใช้ประเมินนักเรียนให้ผู้ใช้ในรูปแบบของลิงก์ให้ดาวน์โหลด และเมื่อผู้ใช้กดเลือกเมนู “เกณฑ์การให้คะแนน” ซึ่งเสมือนผู้ใช้ถาม Sparkistics จากนั้น Sparkistics จะตอบโดยสอบถามผู้ใช้ถึงงานทางคณิตศาสตร์ที่ต้องการพร้อมแสดงปุ่มตอบแบบเร็ว (Quick reply) ให้ผู้ใช้เลือก เมื่อผู้ใช้เลือกงานทางคณิตศาสตร์ Sparkistics จะส่งเกณฑ์สำหรับงานนั้นให้ผู้ใช้ในรูปแบบลิงก์ให้ดาวน์โหลดเช่นเดียวกัน นอกจากนี้ ผู้วิจัยได้สร้างเมนูวิธีการแชตที่จะอธิบายวิธีการใช้งาน Sparkistics เมนูเรียนรู้เพิ่มเติมสำหรับเป็นความรู้เสริมให้กับผู้ใช้ พร้อมทั้งเมนูติดต่อผู้จัดทำสำหรับกรณีที่เกิดปัญหาติดขัดกับการใช้งานทางคณิตศาสตร์ไว้ด้วย

2. การวิเคราะห์คำตอบ การใช้งานลักษณะนี้ทำได้ผ่านการแชตหรือพิมพ์ข้อความ “วิเคราะห์คะแนน” หรือ “วิเคราะห์” หรือเลือกจากเมนูวิธีการแชต จากนั้น Sparkistics จะโต้ตอบกับผู้ใช้ตามกระแสบทสนทนา (Dialog) ที่ออกแบบ แสดงตัวอย่างดังรูปที่ 6

รูปที่ 6 วิธีการเรียกใช้เจตนาการวิเคราะห์

การวิเคราะห์คะแนนข้อ 1 ในงานทางคณิตศาสตร์แต่ละงาน ผู้ใช้สามารถนำคำตอบของนักเรียนมาเปรียบเทียบกับภาพเฉลย และแชตตอบ 3 คำถามกับ Sparkistics ตัวอย่างการแชตเพื่อวิเคราะห์คะแนนข้อ 1 สำหรับงานที่ 1 เวลาว่างของวัยรุ่น ดังรูปที่ 7

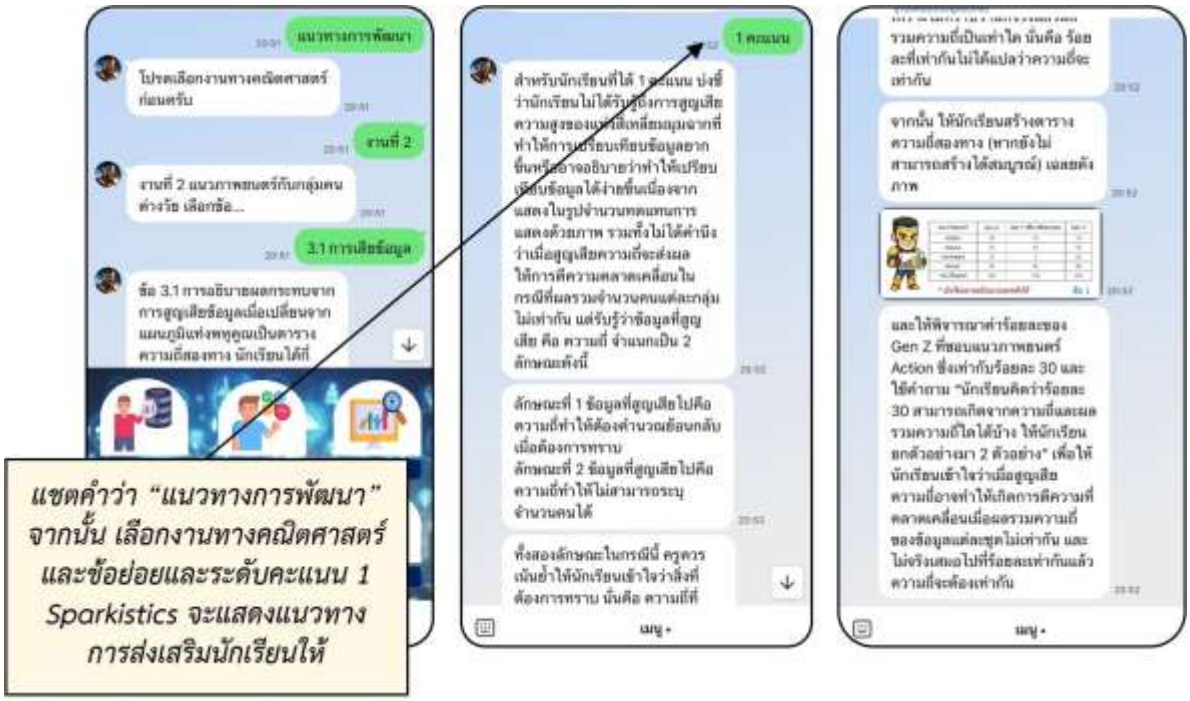


รูปที่ 7 การแชตเพื่อวิเคราะห์คะแนนข้อ 1 สำหรับงานที่ 1 เวลาว่างของวัยรุ่น

การวิเคราะห์คะแนนข้อ 2.1, 2.2, 3.1 และ 3.2 ในงานทางคณิตศาสตร์แต่ละงาน ผู้ใช้สามารถนำคำตอบของนักเรียนมาแชตกับ Sparkistics ได้ทันที ตัวอย่างการแชตเพื่อวิเคราะห์คะแนนข้อ 3.1 สำหรับงานที่ 1 เวลาว่างของวัยรุ่น ดังรูปที่ 8

รูปที่ 8 การแชตเพื่อวิเคราะห์คะแนนข้อ 3.1 สำหรับงานที่ 1 เวลาว่างของวัยรุ่น

3. การแนะนำวิธีการส่งเสริมสมรรถนะการใช้ตัวแสดงแทนทางคณิตศาสตร์ การใช้งานลักษณะนี้ทำได้ผ่านการแชตข้อความ “แนวทางการพัฒนา” หรือ “แนวทาง” หรือเลือกจากเมนูวิธีการแชต จากนั้น Sparkistics จะโต้ตอบกับผู้ใช้ตามกระแสบทสนทนา เช่นเดียวกับการวิเคราะห์คะแนน ตัวอย่างการแชตเพื่อรับวิธีการส่งเสริมสมรรถนะสำหรับนักเรียนที่ได้ 1 คะแนน ในข้อ 3.1 งานที่ 2 แนวภาพยนตร์กับกลุ่มคนต่างวัย แสดงดังรูปที่ 9



รูปที่ 9 การแชตเพื่อรับวิธีการส่งเสริมสมรรถนะสำหรับนักเรียนที่ได้ 1 คะแนน
ข้อ 3.1 งานที่ 2 แนวภาพยนตร์กับกลุ่มคนต่างวัย

4.2 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของการวิเคราะห์คะแนนหลังการเรียนรู้ของเครื่อง

หลังจากผู้วิจัยฝึกเจตนาการวิเคราะห์เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ของเครื่องด้วยข้อมูลจำนวน 109 ชุด เมื่อนำมาทดสอบวิเคราะห์คำตอบและให้ระดับคะแนนกับข้อมูลคำตอบของนักเรียนจำนวน 39 ชุด แสดงผลการทดสอบดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของการวิเคราะห์คะแนนหลังสร้างการเรียนรู้ของเครื่อง

ข้อ	คะแนน	ความถูกต้อง	ความแม่นยำ	การเรียกคืน	F1-Score
งานที่ 1 เวลาว่างของวัยรุ่น					
2.1	2	0.90	0.93	0.81	0.87
	1		0.86	0.93	0.89
	0		0.90	1.00	0.95
2.2	2	0.90	1.00	1.00	1.00
	1		0.87	0.95	0.91
	0		0.93	0.82	0.87
3.1	2	0.95	1.00	1.00	1.00
	1		0.96	0.96	0.96
	0		0.92	0.92	0.92
3.2	2	0.95	0.93	0.93	0.93
	1		1.00	1.00	1.00
	0		0.86	0.86	0.86
งานที่ 2 แนวภาพยนตร์กับกลุ่มคนต่างวัย					
2.1	2	0.92	0.92	0.92	0.92
	1		0.93	1.00	0.96
	0		0.91	0.83	0.87
2.2	2	0.95	0.94	0.94	0.94
	1		1.00	1.00	1.00
	0		0.95	0.95	0.95
3.1	2	0.90	0.80	0.80	0.80
	1		1.00	0.86	0.92
	0		0.85	0.94	0.89
3.2	2	0.92	0.94	0.89	0.91
	1		0.83	1.00	0.91
	0		0.94	0.94	0.94

จากตารางที่ 3 พบว่าประสิทธิภาพของไลน์แชตบอตในส่วนการวิเคราะห์คำตอบและให้ระดับคะแนนงานทางคณิตศาสตร์ด้านความถูกต้องของการวิเคราะห์อยู่ในช่วง 0.90-0.95 ด้านความแม่นยำของการวิเคราะห์แต่ละข้ออยู่ในช่วง 0.80-1.00 ด้านการเรียกคืนหรือการตรวจจับข้อความตามระดับคะแนนอยู่ในช่วง 0.80-1.00 และด้านความสมดุลระหว่างความแม่นยำและการเรียกคืน (F1-Score) อยู่ในช่วง 0.80-1.00 ซึ่งคิดเป็นค่าเฉลี่ยร้อยละ 92.36, 92.36, 92.71 และ 92.36 ตามลำดับ

5. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

ไลน์แชตบอตที่พัฒนาขึ้นชื่อว่า “Sparkistics” เกิดจากการผสมของคำว่า “Sparkle” ที่แปลว่าประกายแห่งความคิด และ “Statistics” ซึ่งแปลว่าสถิติ มีความสามารถดังนี้ 1) อำนวยความสะดวกในการจัดส่งไฟล์เอกสารการประเมิน 2) วิเคราะห์คำตอบของนักเรียนผ่านการตอบคำถามและการแชตระบุคำตอบของนักเรียนแบบคำต่อคำ และ 3) แนะนำวิธีการส่งเสริมสมรรถนะการใช้ตัวแสดงแทนทางคณิตศาสตร์ นอกจากนี้ผลการทดสอบประสิทธิภาพของไลน์แชตบอตในการวิเคราะห์คำตอบและให้ระดับคะแนนพบว่ามีความถูกต้องเฉลี่ยร้อยละ 92.36 ความแม่นยำเฉลี่ยร้อยละ 92.36 การเรียกคืนเฉลี่ยร้อยละ 92.71 และความสมดุลระหว่างความแม่นยำและการเรียกคืนเฉลี่ยร้อยละ 92.36

Sparkistics ที่พัฒนาขึ้น สามารถอำนวยความสะดวกในการจัดส่งไฟล์เอกสารการประเมินสมรรถนะการใช้ตัวแสดงแทนทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์และนำเสนอข้อมูลเชิงคุณภาพ สามารถวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนผ่านการตอบคำถามและการแชตระบุคำตอบแบบคำต่อคำ และแนะนำเกี่ยวกับวิธีการส่งเสริมสมรรถนะการใช้ตัวแสดงแทนทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์และนำเสนอข้อมูลเชิงคุณภาพ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ตรงตามที่ออกแบบ และสอดคล้องกับความต้องการในการใช้งาน ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ลักษณะการใช้งานภายใต้ข้อมูลคำตอบของนักเรียนที่มีและเกณฑ์การให้คะแนน จากนั้นจึงออกแบบการทำงานให้สอดคล้องกัน โดยผสมผสานทั้งการทำงานแบบใช้กฎเป็นฐานด้วยการจับคู่และการทำงานแบบการเรียนรู้ของเครื่อง จึงทำให้ Sparkistics ทำงานได้ตามที่ต้องการ สอดคล้องกับแนวคิดของ Adelusi (2022, p. 1) ที่อธิบายว่าการนำทั้งสองแนวทางมาใช้ในการพัฒนาแชตบอตหรือที่เรียกว่าแนวทางผสมผสาน (Hybrid approach) เป็นการรวมจุดแข็งของทั้งสองวิธีเข้าด้วยกัน การใช้กฎที่กำหนดไว้ล่วงหน้าทำให้แชตบอตมีความแม่นยำโดยสมบูรณ์แต่ขาดความสามารถในการปรับตัวเพื่อจัดการกับบริบทของการสนทนาที่หลากหลาย ในขณะที่การใช้การเรียนรู้ของเครื่องจะช่วยให้แชตบอตสามารถเรียนรู้จากข้อมูลและปรับตัวให้เหมาะสมกับสถานการณ์ที่ไม่สามารถคาดเดาล่วงหน้าได้ แต่ต้องการข้อมูลการฝึกฝนจำนวนมากและขาดความสามารถในการทำนายที่แน่นอน ซึ่งการใช้แนวทางผสมผสานจะทำให้แชตบอตทำงานได้ดีกว่า อีกประการหนึ่งอาจเนื่องมาจากผู้วิจัยได้ใช้วิธีการสนทนาเพื่อให้คะแนนข้อ 1 ในแต่ละงาน ผ่านการตอบ 3 คำถาม ซึ่งเกิดจากการมองโครงสร้างของเกณฑ์การให้คะแนนและนำมาจำแนกเป็นเงื่อนไขของการได้รับคะแนนในระดับต่าง ๆ ทำให้การวิเคราะห์ในส่วนนี้ปราศจากความคลาดเคลื่อน ซึ่งเรียกว่าเทคนิคต้นไม้การตัดสินใจ (Decision tree) ในทางคอมพิวเตอร์ สอดคล้องกับแนวคิดของ Raj (2019, pp. 21-22) ที่อธิบายว่าสำหรับการพัฒนาแชตบอต แม้ว่า AI จะพัฒนาไปอย่างมาก แต่ยังไม่สามารถเรียนรู้จากข้อมูลจำนวนมากและทำงานได้แม่นยำ 100 เปอร์เซ็นต์ ในหลายกรณียังต้องมีการกำหนดตรรกะและกฎ ที่ทำให้แชตบอตตอบสนองไปตามเงื่อนไข ซึ่งต้นไม้การตัดสินใจจะเข้ามาช่วยเติมเต็มในจุดที่การเรียนรู้ของเครื่องยังไม่สามารถทำงานได้อย่างอัตโนมัติทั้งหมด นอกจากนี้การวิเคราะห์คำตอบและให้ระดับคะแนนของ Sparkistics มีความถูกต้องโดยรวมเฉลี่ยร้อยละ 92.36 ความแม่นยำเฉลี่ยร้อยละ 92.36 การเรียกคืนเฉลี่ยร้อยละ 92.71 และความสมดุลระหว่างความแม่นยำและการเรียกคืนเฉลี่ยร้อยละ 92.36 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่เป็นเป้าหมายของการวิจัยครั้งนี้ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากผู้วิจัยได้ใช้ข้อมูลคำตอบของนักเรียนจำนวนมากแบบคละความสามารถ ทำให้ข้อมูลที่นำมาฝึกให้กับ Sparkistics มีความหลากหลายและครอบคลุมคำตอบของนักเรียนส่วนมาก อย่างไรก็ตาม การฝึกฝนช่วงแรกที่ใช้เฉพาะข้อมูลคำตอบของนักเรียนเพียงอย่างเดียว พบว่าความถูกต้องอยู่ที่เฉลี่ยร้อยละ 67.25 เท่านั้น ผู้วิจัยจึงใช้เทคนิคการเพิ่มปริมาณข้อมูลจากคำสำคัญที่อยู่ในเกณฑ์ เช่น เกณฑ์การให้คะแนนสำหรับงานที่ 1 ข้อ 2 การระบุจุดเด่นของแผนภูมิรูปวงกลม ระดับ 2 คะแนน ที่กำหนดว่า “ระบุจุดเด่นของแผนภูมิรูปวงกลมชัดเจน ได้แก่ สามารถเปรียบเทียบความแตกต่างจากสัดส่วนหรือจากพื้นที่ได้ง่ายและรวดเร็ว โดยไม่ต้องพิจารณาตัวเลข” ผู้วิจัยได้ดึงคำสำคัญ ได้แก่ “เปรียบเทียบ” “สัดส่วน” และ “พื้นที่” มาสร้างเป็นประโยคเพิ่มเติมสำหรับฝึก ได้แก่ 1) เปรียบเทียบจากสัดส่วนได้ง่าย 2) เปรียบเทียบจากพื้นที่ได้ง่าย 3) เปรียบเทียบจากสัดส่วนได้รวดเร็ว และ 4) เปรียบเทียบจากพื้นที่ได้รวดเร็ว เมื่อข้อความเหล่านี้ถูกประมวลผลรวมกับคำตอบของนักเรียนจำนวนมากจึงช่วยให้ Sparkistics จำแนกและให้คะแนนได้แม่นยำขึ้น เช่นเดียวกับคำตอบของนักเรียนที่ใช้ในการฝึก หากมีคำสำคัญที่แตกต่างออกไปจากเดิม ผู้วิจัยจะดึงคำนั้นมาสังเคราะห์ประโยคและเพิ่มลงไปในชุดการฝึก สอดคล้องกับแนวคิดของ Pellicer et al. (2023, pp. 3-4) ที่อธิบายว่าการเรียนรู้ของเครื่องจะมีความแม่นยำมากขึ้นหากมีชุดข้อมูลที่เพียงพอ แต่ในทางปฏิบัติอาจไม่สามารถเก็บรวบรวมข้อมูลหรือสร้างชุดข้อมูลทั้งหมดได้อย่างครอบคลุม ดังนั้น แนวทางหนึ่งในการชักนำหรือช่วยให้การเรียนรู้ของเครื่องแสดงพฤติกรรมที่สอดคล้องกับคุณลักษณะโดยไม่จำเป็นต้องเก็บข้อมูลใหม่ คือ การขยายชุดข้อมูลหรือการเพิ่มปริมาณข้อมูลการฝึกด้วยข้อความสังเคราะห์ที่สร้างขึ้นผ่านการแปลงซึ่งยังคงความหมายเดิมตามหลักการของความไม่เปลี่ยนแปลง (Invariance) ทั้งยังเป็นแนวทางที่เหมาะสมกับลักษณะของข้อมูลที่เป็นภาษา และสอดคล้องกับข้อจำกัดด้านปริมาณข้อมูลที่มีอยู่ กระนั้น แม้ว่าการเพิ่มปริมาณข้อมูลที่ผู้วิจัยนำมาใช้จะได้ผลดีและทำให้เจตนาการวิเคราะห์มีความแม่นยำสูงขึ้นมาก แต่เมื่อทดสอบกับคำตอบของนักเรียนที่ไม่เคยพบมาก่อน พบว่าบางคำตอบของนักเรียนที่ใช้คำต่างออกไปจะทำให้การบอกคะแนนคลาดเคลื่อนไปบ้าง เช่น คำตอบของนักเรียนคนหนึ่งที่เขียนว่า “ในส่วนข้อมูลที่หายไปคือ จำนวนคนหรือจำนวนสิ่งของหาย เพราะถูกแปลงมาเป็นร้อยละในแผนภูมิรูปวงกลม” ซึ่งในคำตอบมีคำว่า “สิ่งของหาย” ที่ไม่ได้ปรากฏอยู่ในข้อมูลที่ใช้ฝึก เป็นต้น แม้แต่การที่นักเรียนใช้คำว่า “แตกต่างจากความเป็นจริง” แทนที่จะใช้คำว่า “คลาดเคลื่อน” เหมือนกับคำตอบของนักเรียนในข้อมูลที่ใช้ฝึกก็มีส่วนทำให้การบอกคะแนนคลาดเคลื่อนเช่นกัน

6. ข้อเสนอแนะ

ผลการวิจัยนี้ทำให้ได้ไลน์แชตบอตที่มีความเฉพาะในด้านการประเมินสมรรถนะการใช้ตัวแสดงแทนทางคณิตศาสตร์ ดังนั้น เมื่อมีการนำงานทางคณิตศาสตร์ทั้ง 2 งาน ไปใช้ ควรนำไลน์แชตบอตไปช่วยในงานประเมิน และนำแนวทางการส่งเสริมไปใช้พัฒนานักเรียน ซึ่งจะเป็นการใช้ไลน์แชตบอตอย่างเต็มศักยภาพ และแม้ว่าการวิจัยนี้จะพัฒนาให้ไลน์แชตบอตมีความถูกต้องและแม่นยำในการวิเคราะห์ระดับคะแนน แต่ความสามารถนี้เป็นเพียงตัวช่วยที่จะเสนอข้อมูลมาประกอบการพิจารณาของคุณครู อำนาจในการตัดสินใจที่จะให้ระดับคะแนนจึงเป็นของคุณครู เมื่อความคิดเห็นของคุณครูและ Sparkistics ไม่สอดคล้องกัน ควรใช้วิธีการสัมภาษณ์นักเรียนเพิ่มเติม เพื่อให้ผลการประเมินแม่นยำและเกิดประโยชน์สูงสุดกับนักเรียน

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงลงได้ ผู้วิจัยขอขอบคุณนักเรียนที่เข้าร่วมในการประเมินและให้ข้อมูลคำตอบ ซึ่งเป็นข้อมูลสำคัญสำหรับการฝึกและทดสอบระบบไลน์แชตบอต รวมถึงขอขอบคุณคุณครูที่เอื้อเฟื้อเวลา อำนวยความสะดวก และให้ข้อเสนอแนะอันเป็นประโยชน์ซึ่งทำให้การวิจัยนี้เกิดขึ้น ขอขอบคุณนักพัฒนาและผู้ให้บริการแพลตฟอร์ม ได้แก่ LINE official account, LINE developer และ Dialogflow ที่เป็นเครื่องมือสำคัญในการพัฒนาไลน์แชตบอต “Sparkistics” สำหรับการวิเคราะห์คำตอบและแนะนำวิธีการส่งเสริมสมรรถนะการใช้ตัวแสดงแทนทางคณิตศาสตร์ นอกจากนี้ขอขอบคุณเจ้าของหนังสือ ตำรา และเอกสารทางวิชาการที่ผู้วิจัยได้นำมาใช้ในการศึกษา อ้างอิง และพัฒนาเนื้อหาในงานวิจัยฉบับนี้ ซึ่งมีส่วนสำคัญในการสร้างองค์ความรู้และกรอบแนวคิดที่ชัดเจนในการดำเนินการวิจัย ขอขอบคุณบุคคลสำคัญ ได้แก่ บิดาและมารดาเป็นอย่างยิ่ง ที่เป็นกำลังใจและแรงสนับสนุนทั้งทางด้านจิตใจและการใช้ชีวิตตลอดระยะเวลาของการทำวิจัย สุดท้ายนี้ผู้วิจัยขอขอบพระคุณคณาจารย์ที่ปรึกษา ที่ให้คำแนะนำทั้งในด้านวิชาการและแนวทางการวิจัยตลอดระยะเวลาของการดำเนินงาน อันเป็นแรงสนับสนุนสำคัญที่ทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี อนึ่ง ผู้วิจัยได้ผ่านการอบรมจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์เบื้องต้นจากมหาวิทยาลัยนเรศวร หมายเลขใบรับรอง a25377c314bc44c9a8c9d94102ae2ea7 และผ่านการอบรมจริยธรรมปัญญาประดิษฐ์จากสถาบันพัฒนาบุคลากรแห่งอนาคต หมายเลขใบรับรอง NSTDA-2025003428

เอกสารอ้างอิง

Adelusi, J. B. (2022). *Hybrid rule-based and machine learning chatbots*. https://www.researchgate.net/publication/387669510_Hybrid_Rule-Based_and_Machine_Learning_Chatbots.

Biswas, M. (2018). *Beginning AI bot frameworks: Getting started with bot development*. Apress.

Bureau of Academic Affairs and Educational Standards. (2025). *AI usage guide for teachers, students, schools, and parents in Thailand, B.E. 2568*. Office of the Basic Education Commission. (in Thai)

Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2018). *Research methods in education*. Taylor & Francis.

Ertel, W. (2017). *Introduction to artificial intelligence*. Springer.

Fahmy, M. M. (2023). Confusion matrix in three-class classification problems: A Step-by-step tutorial. *Journal of Engineering Research, 7*(1), 1-11.

Jančarík, A., Michal, J., & Novotná, J. (2023). Using AI Chatbot for Math Tutoring. *Journal of Education Culture and Society, 2*, 285-296.

Khan, R., & Des, A. (2018). *Build better chatbots: A complete guide to getting started with chatbots*. Apress.

Labadze, L., Grigolia, M., & Machaidze, L. (2023). Role of AI chatbots in education: systematic literature review. *International Journal of Educational, 20*(56), 1-17.

Lynch, S. M. (2013). *Using statistics in social research*. Springer.

National Council of Teachers of Mathematics. (2024). *Artificial intelligence and mathematics teaching: A position of the National Council of Teachers of Mathematics.* https://www.nctm.org/uploadedFiles/Standards _and_Positions/Position_Statements/NCTM_AI_Position_Statement.pdf.

OpenAI. (2025). *ChatGPT (Version 4.0) [Large language model]*. https://chat.openai.com.

Opesemowo, O. A. G., & Adewuyi, H. O. (2024). A systematic review of artificial intelligence in mathematics education: The emergence of 4IR. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education, 20*(7), 1-11.

Panqueban, D. P., & Huincahue, J. (2024). Artificial intelligence in mathematics education: A systematic review. *Uniciencia, 38*(1), 1-17.

Pellicer, L. F. A. O., Ferreira, T. M., & Costa, A. H. R. (2023). Data augmentation techniques in natural language processing. *Applied Soft Computing, 132*, 1-20.

Raj, S. (2019). *Building chatbots with python: Using natural language processing and machine learning*. Apress.

Russell, R. (2018). *Machine learning: Step-by-step guide to implement machine learning algorithms with python*. https://eprints.triatmamulya.ac.id.

Tanyarattanasrisakul, M., Lertamornpong, C., Kasemsukpipat, W., & Somchaipeng, T. (2025). *Development of tasks to assess mathematical representation competency on "qualitative data analysis and presentation" for Matthayomsuksa 6 students,* n. p. (in Thai)

Yi, L., Liu, D., Jiang, T., & Xian, Y. (2025). The Effectiveness of AI on K-12 Students' Mathematics Learning: A Systematic Review and Meta-Analysis. *International Journal of Science and Mathematics Education, 23*, 1105–1126.

"ข้อคิดเห็น เนื้อหา รวมทั้งการใช้ภาษาในบทความถือเป็นความรับผิดชอบของผู้เขียน"

Research article

การพัฒนาแอปพลิเคชันวางแผนเส้นทางการท่องเที่ยวแบบหลายจุดหมาย

DEVELOPMENT OF A MULTI-DESTINATION TRAVEL "ROUTE PLANNING" APPLICATION

กวี ภู่พิพัฒน์[1] บุญฤทธิ์ คุ้มเขต[2] และนรเสฏฐ์ วิชัยพาณิชย์[2]*
Kawee Pupipat[1], Boonyarit Kumkhet[2], and Noraset Wichaipanich[2]*
kawee_pupipat@hotmail.com, boonyarit_k@rmutt.ac.th, and noraset_w@rmutt.ac.th

[1]สาขาวิชาท่องเที่ยวและนันทนาการ คณะศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ วิทยาเขตอ่างทอง
จังหวัดอ่างทอง 14140 ประเทศไทย
Department of Tourism and Recreation, Faculty of Liberal Arts, National Sports University Ang Thong Campus,
Ang Thong 14140 Thailand
[2*]ภาควิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
จังหวัดปทุมธานี 12110 ประเทศไทย
Department of Electronics and Telecommunication Engineering, Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology
Thanyaburi, Pathum Thani 12110 Thailand

Journal of Industrial Education. 2025, Vol. 24 (No. 2), **https://doi.org/10.55003/JIE.24210**

Received: July 31, 2025, | **Revised:** August 15, 2025, | **Accepted:** August 22, 2025

Citation reference :
Pupipat, K., Kumkhet, B., & Wichaipanich, N. (2025). Development of a multi-destination travel "route planning" application. **Journal of Industrial Education, 24**(2), 53-66.

ABSTRACT

This research presents the development of a multi-destination travel route planning application using the geospatial data from Longdo map, an online map service designed for use in Thailand. The developed application, titled "Route Planning", was implemented using JavaScript, HTML, and CSS for the user interface, and Kotlin for Android mobile platform development. The core functionality of the application enables users to search for points of interest within specific categories, namely Temples, Restaurants, cafes, and tourist attractions, within a 10-kilometer radius from the user's current location, and to automatically generate optimized travel routes across multi-destination. The application was tested in three locations, namely Rajamangala University of Technology Thanyaburi (Khlong Luang District, Pathum Thani Province), Wat Thanyaphon (Lam Luk Ka District, Pathum Thani Province), and Pratu Chai area (Phra Nakhon Si Ayutthaya District, Phra Nakhon Si Ayutthaya Province). Experimental results showed that the application successfully searched for multi-destination across five distinct categories and accurately generated the corresponding travel routes. The difference in route distance compared to Google Maps ranged from 2 to 75%, depending on the routing algorithms used by each application. The sample group consisted of experts and tourists who tested the application in all three locations. The research instrument was a satisfaction evaluation questionnaire, and the data were analyzed based on the level of user satisfaction with the application using mean and standard deviation. An evaluation of the application's suitability by 6 experts indicated a high level of satisfaction ($\bar{x}$ = 4.21,

**Corresponding author E-mail: noraset_w@rmutt.ac.th* *ISSN: 2985-1890 (Online)*

SD = 0.56). Similarly, a user satisfaction survey with 40 general users also revealed a high level of satisfaction ($\bar{x}$ = 3.94, SD = 0.48). The researchers hope that this application will support "Route Planning" for multi-destination tourism in the future.

Keywords: Application, Route planning, Navigation, Tourism, Multi-destination

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้นำเสนอการพัฒนาแอปพลิเคชันวางแผนเส้นทางท่องเที่ยวแบบหลายจุดหมาย (Multi-destination) โดยใช้ฐานข้อมูลภูมิสารสนเทศจาก Longdo map ซึ่งเป็นบริการแผนที่ออนไลน์ที่รองรับการใช้งานของประเทศไทย แอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้นมีชื่อว่า "Route Planning" ถูกพัฒนาด้วยภาษา JavaScript, HTML และ CSS สำหรับส่วนติดต่อผู้ใช้งาน และใช้ภาษา Kotlin ในการพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับอุปกรณ์เคลื่อนที่ระบบแอนด์ดรอยน์ โดยมีฟังก์ชันหลักในการค้นหาสถานที่ในหมวดหมู่ที่เกี่ยวข้องกับการท่องเที่ยว ได้แก่ วัด ร้านอาหาร ร้านกาแฟ และสถานที่ท่องเที่ยว ภายในรัศมีไม่เกิน 10 กิโลเมตรจากตำแหน่งปัจจุบันของผู้ใช้งาน พร้อมทั้งแสดงเส้นทางการเดินทางแบบหลายจุดหมายโดยอัตโนมัติ การทดสอบแอปพลิเคชันดำเนินการในพื้นที่ 3 แห่ง ได้แก่ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี (อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี), วัดธัญญผล (อำเภอลำลูกกา จังหวัดปทุมธานี) และบริเวณประตูชัย (อำเภอพระนครศรีอยุธยา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา) ผลการทดลองพบว่าแอปพลิเคชันสามารถค้นหาแบบหลายจุดหมายปลายทางตามหมวดหมู่ต่าง ๆ ได้จำนวน 5 แห่งและแสดงเส้นทางได้อย่างถูกต้อง โดยมีความคลาดเคลื่อนของระยะทางเมื่อเปรียบเทียบกับ Google Maps อยู่ในช่วง 2–75% ขึ้นอยู่กับอัลกอริทึมการกำหนดเส้นทางของแต่ละแอปพลิเคชัน กลุ่มตัวอย่างคือผู้เชี่ยวชาญและนักท่องเที่ยวที่ทดลองใช้งานแอปพลิเคชันในทั้ง 3 พื้นที่ เครื่องมือวิจัยคือแบบประเมินความพึงพอใจ และวิเคราะห์ข้อมูลด้วยระดับความพึงพอใจที่มีต่อแอปพลิเคชันโดยใช้ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การประเมินผลด้านความเหมาะสมโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 6 คน บ่งชี้ว่ามีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ($\bar{x}$ = 4.21, SD = 0.56) เช่นเดียวกันกับการประเมินความพึงพอใจด้านการใช้งานโดยผู้ใช้ทั่วไปจำนวน 40 คน แสดงความพึงพอใจอยู่ในระดับมากเช่นกัน ($\bar{x}$ = 3.94, SD = 0.48) คณะผู้วิจัยหวังว่าแอปพลิเคชันนี้จะมีสนับสนุนการวางแผนเส้นทางการท่องเที่ยวแบบหลายจุดหมายปลายทางในอนาคต

คำสำคัญ: แอปพลิเคชัน, การวางแผนเส้นทาง, การนำทาง, การท่องเที่ยว, หลายจุดหมายปลายทาง

1. บทนำ

ในยุคปัจจุบัน เทคโนโลยีดิจิทัลและสารสนเทศมีบทบาทสำคัญในการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของนักท่องเที่ยว โดยเฉพาะในบริบทของประเทศไทยซึ่งอุตสาหกรรมการท่องเที่ยวเป็นกลไกหลักในการขับเคลื่อนเศรษฐกิจ ทั้งในด้านการสร้างรายได้ การส่งเสริมการจ้างงาน และการกระจายผลประโยชน์สู่ชุมชนท้องถิ่น (World Tourism Organization [UNWTO], 2022, Online) นักท่องเที่ยวยุคใหม่มีแนวโน้มพึ่งพาแอปพลิเคชันบนอุปกรณ์พกพาในการเข้าถึงข้อมูลแบบเรียลไทม์ (Dias & Afonso, 2021, pp. 113-120) โดยเฉพาะแอปพลิเคชันที่สามารถระบุตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ ค้นหาสถานที่ใกล้เคียง และแสดงเส้นทางผ่านแผนที่เชิงโต้ตอบ (Interactive map) ซึ่งได้กลายเป็นเครื่องมือสำคัญที่ตอบสนองต่อความต้องการของผู้ใช้งานในยุคดิจิทัล (Chung et al. 2015, pp. 588-599) ส่งผลให้แอปพลิเคชันประเภทนำทางได้รับความนิยมเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องในหมู่นักท่องเที่ยวทั้งในและต่างประเทศ (TAT Intelligence Center, 2025, Online)

แม้ว่าบริการแผนที่นำทาง เช่น Google Maps (Suardinata et al., 2022, pp. 496–505) จะมีความสามารถในการแสดงเส้นทางได้อย่างแม่นยำและครอบคลุมพื้นที่จำนวนมาก แต่ยังคงมีข้อจำกัดในด้านการวางแผนเส้นทางแบบหลายจุดหมายปลายทาง (Multi-destination planning) อย่างเป็นระบบและยืดหยุ่น ผู้ใช้งานมักต้องดำเนินการปรับแต่งเส้นทางด้วยตนเอง ซึ่งอาจส่งผลต่อความสะดวกในการใช้งาน นอกจากนี้ การค้นหาข้อมูลประกอบการท่องเที่ยว เช่น สถานที่น่าสนใจ ร้านอาหาร หรือจุดแวะพัก มักต้องใช้งานแอปพลิเคชันเพิ่มเติม อาทิ Wongnai หรือ TripAdvisor ซึ่งเพิ่มความซับซ้อนในการใช้งาน และไม่สอดคล้องกับพฤติกรรมของนักท่องเที่ยวในยุคดิจิทัล ที่มีแนวโน้มเลือกใช้แอปพลิเคชันที่รวมฟังก์ชันหลากหลายไว้ในระบบเดียว (All-in-one application) เพื่อความสะดวกและประหยัดเวลา (Kim & Fesenmaier, 2016, pp. 17-29)

เพื่อแก้ไขข้อจำกัดของระบบแผนที่นำทางในปัจจุบัน งานวิจัยนี้ได้นำแนวคิดการวางแผนเส้นทางแบบหลายจุดหมาย (Multi-destination routing) มาประยุกต์ใช้ร่วมกับเทคโนโลยีแผนที่เชิงโต้ตอบ โดยใช้ฐานข้อมูลจาก Longdo map ซึ่งเป็นแหล่งข้อมูลภูมิสารสนเทศที่บริการแผนที่ออนไลน์อีกรูปแบบหนึ่ง (Longdo map, 2024, Online) การพัฒนาแอปพลิเคชันดังกล่าวดำเนินการผ่านการผสานเทคโนโลยีเว็บและแอปพลิเคชัน ได้แก่ JavaScript, HTML และ CSS สำหรับพัฒนาส่วนติดต่อผู้ใช้งาน (Frontend) และใช้ภาษา Kotlin สำหรับรองรับการทำงานบนอุปกรณ์พกพาที่ใช้ระบบปฏิบัติการ Android โดยแอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้นมีความสามารถในการค้นหาสถานที่ตามหมวดหมู่ที่กำหนด ได้แก่ วัดหรือสถานที่ทางศาสนา ร้านอาหาร, ร้านกาแฟ และ สถานที่ท่องเที่ยวทั่วไป ภายในรัศมีที่กำหนด พร้อมทั้งประมวลผลและแสดงเส้นทางที่เหมาะสมโดยอัตโนมัติ เพื่อสนับสนุนการวางแผนการเดินทางให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น และตอบสนองต่อพฤติกรรมการท่องเที่ยวที่ต้องการความสะดวก รวดเร็ว และแม่นยำในยุคดิจิทัล

วัตถุประสงค์ของการวิจัยนี้คือ (1) เพื่อพัฒนาแอปพลิเคชันวางแผนเส้นทางการท่องเที่ยวแบบหลายจุดหมาย และ (2) เพื่อศึกษาและประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้แอปพลิเคชันวางแผนเส้นทางการท่องเที่ยวแบบหลายจุดหมาย โดยแอปพลิเคชันดังกล่าวสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในพื้นที่ต่าง ๆ เพื่อส่งเสริมการท่องเที่ยวเชิงพื้นที่ (Place-based tourism) ที่มีส่วนช่วยในการกระตุ้นเศรษฐกิจระดับชุมชนอย่างยั่งยืน อีกทั้งยังสอดคล้องกับเป้าหมายการพัฒนาอย่างยั่งยืนขององค์การสหประชาชาติ (Sustainable Development Goal: SDG 8)

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการทบทวนวรรณกรรม พบว่ามีงานวิจัยจำนวนมากที่มุ่งเน้นการพัฒนาแอปพลิเคชันเพื่อส่งเสริมการท่องเที่ยวในระดับชุมชนหรือท้องถิ่น โดยมีลักษณะการใช้งานที่ครอบคลุมพื้นที่เฉพาะ เช่น งานวิจัยของ Khieoklai et al. (2019, pp. 783–792) ซึ่งพัฒนาแอปพลิเคชันนำเที่ยวสำหรับ 5 อำเภอชายแดนในจังหวัดตาก และศึกษาความพึงพอใจของนักท่องเที่ยวที่ใช้งานแอปพลิเคชันดังกล่าว พัฒนาแอปฯ ด้วยโปรแกรม Android Studio ร่วมกับระบบฐานข้อมูล MySQL และโปรแกรมภาษา JavaScript ขณะที่ใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน โดยพบว่าผู้ใช้งานมีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.53 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation: SD) เท่ากับ 0.03 ส่วนงานวิจัยของ Sitthiwiset et al. (2019, pp. 117–128) พัฒนาโมบายแอปพลิเคชันเพื่อการท่องเที่ยวด้วยตนเองในตำบลนางแล จังหวัดเชียงราย ซึ่งมีฟังก์ชันการคำนวณระยะทางและรองรับหลายภาษาเพื่อตอบสนองนักท่องเที่ยวกลุ่มต่างประเทศ ผลการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญและผู้ใช้งานโมบายแอปพลิเคชันมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ในขณะที่ Wongamornwit and Chinawaro (2021, pp. 152–162) ใช้วิธีวิจัยเชิงคุณภาพในการพัฒนาเครือข่ายและแอปพลิเคชันส่งเสริมการท่องเที่ยวในอำเภอสีคิ้ว จังหวัดนครราชสีมา โดยเน้นบทบาทของแอปพลิเคชันในการส่งเสริมการมีส่วนร่วมของชุมชนและการพัฒนาอย่างยั่งยืน นอกจากนี้งานวิจัยของ Nuyod et al. (2022, pp. 96–106) พัฒนาแอปพลิเคชันท่องเที่ยวจังหวัดจันทบุรีด้วย React Native และ Golang เพื่อให้รองรับการทำงานบนระบบปฏิบัติการทั้ง Android และ iOS โดยผลการประเมินประสิทธิภาพอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.09 ขณะที่ Jitkosol (2023, pp. 47–73) เสนอแนวทางการพัฒนาแอปพลิเคชัน “ไกด์ทิพย์” เพื่อการท่องเที่ยวโดยชุมชนในจังหวัดอุบลราชธานี โดยเน้นการออกแบบส่วนติดต่อผู้ใช้งานและฟังก์ชันการใช้งานที่ตอบโจทย์นักท่องเที่ยวยุคใหม่ นอกจากนี้ Nakphan et al. (2024, pp. 66–81) ได้พัฒนาแอปพลิเคชันท่องเที่ยวสำหรับอำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก โดยใช้กระบวนการพัฒนาระบบ (Software Development Life Cycle : SDLC) ครอบคลุมฟังก์ชันการเดินทาง ร้านอาหาร และ One day trip พร้อมทั้งประเมินความพึงพอใจโดยรวมของผู้ใช้งานจำนวน 50 คน พบว่าอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.52 ขณะที่งานวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาแอปพลิเคชันที่สามารถวางแผนเส้นทางการเดินทางแบบหลายจุดหมาย (Multi-destination) เช่น งานวิจัยของ Chowdhury & Giacaman. (2015, pp. 31-45) นำเสนอการวางแผนเส้นทางการเดินทางด้วยขนส่งสาธารณะหลายจุดหมายปลายทางโดยใช้สมาร์ทโฟนในโอ๊คแลนด์ ประเทศนิวซีแลนด์ เป็นต้น

จากการวิเคราะห์งานวิจัยที่เกี่ยวข้องข้างต้น พบว่าส่วนใหญ่มีขอบเขตการพัฒนาแอปพลิเคชันในลักษณะเฉพาะพื้นที่ หรือเน้นส่งเสริมการท่องเที่ยวในเขตจังหวัดหรืออำเภอใดอำเภอหนึ่ง ซึ่งมีข้อจำกัดเมื่อนักท่องเที่ยวเดินทางออกนอกพื้นที่ที่กำหนด ผู้ใช้งานจะไม่สามารถเข้าถึงข้อมูลหรือฟังก์ชันของแอปพลิเคชันได้อย่างมีประสิทธิภาพ งานวิจัยนี้จึงเสนอแนวทางการพัฒนาแอปพลิเคชันที่สามารถวางแผนเส้นทางการเดินทางแบบหลายจุดหมาย (Multi-destination) โดยเฉพาะสถานที่ใกล้ตำแหน่งปัจจุบันของผู้ใช้งาน ซึ่งครอบคลุมสถานที่ประเภทวัด ร้านอาหาร ร้านกาแฟ และสถานที่ท่องเที่ยวจำนวนไม่เกิน 5 แห่ง ภายในรัศมี 10 กิโลเมตรจากจุดเริ่มต้น ทั้งนี้ เพื่อตอบสนองต่อพฤติกรรมนักท่องเที่ยวยุคใหม่ที่ต้องการความยืดหยุ่นในการเดินทางและข้อมูล

เชิงพื้นที่แบบเรียลไทม์ นอกจากนี้ งานวิจัยนี้เลือกใช้ฐานข้อมูลจาก Longdo map แทนการใช้ Google Maps ซึ่งมีข้อจำกัดด้านค่าใช้จ่ายและการเข้าถึงเชิงพาณิชย์ เพื่อให้สามารถพัฒนาแอปพลิเคชันได้อย่างยั่งยืนและสอดคล้องกับการใช้งานภายในประเทศ

3. วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 กรอบแนวคิดการวิจัย

งานวิจัยนี้มีกรอบแนวคิดมุ่งเน้นการพัฒนาแอปพลิเคชันวางแผนเส้นทางการท่องเที่ยวแบบหลายจุดหมาย (Multi-destination) โดยใช้ฐานข้อมูลภูมิสารสนเทศจาก Longdo Map แอปพลิเคชันถูกออกแบบให้สามารถค้นหาและแนะนำสถานที่ท่องเที่ยวตามหมวดหมู่ ได้แก่ วัด ร้านอาหาร ร้านกาแฟ และสถานที่ท่องเที่ยวทั่วไป พร้อมทั้งแสดงเส้นทางที่เหมาะสมแบบเรียลไทม์

3.2 ขอบเขตการวิจัย

3.2.1 แอปพลิเคชันรองรับการค้นหาสถานที่สูงสุด 5 แห่ง ภายในรัศมีไม่เกิน 10 กิโลเมตรจากตำแหน่งผู้ใช้

3.2.2 ระบบสามารถใช้งานได้ทั้งบนเว็บไซต์และอุปกรณ์เคลื่อนที่ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

3.2.3 การพัฒนาระบบยึดตามวงจรการพัฒนาระบบ SDLC (System Development Life Cycle)

3.3 ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรต้น ได้แก่ ประสิทธิภาพแอปพลิเคชันวางแผนเส้นทางการท่องเที่ยวแบบหลายจุดหมาย หรือแอปพลิเคชัน “Route Planning”

ตัวแปรตาม ได้แก่ ระดับความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญและนักท่องเที่ยวที่ใช้งานแอปพลิเคชัน

3.4 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร คือ นักท่องเที่ยวที่เดินทางมาท่องเที่ยวภายใน 3 พื้นที่ ได้แก่ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี (อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี) วัดธัญญผล (อำเภอลำลูกกา จังหวัดปทุมธานี) และประตูชัย (อำเภอพระนครศรีอยุธยา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา) โดยใช้โทรศัพท์มือถือระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

กลุ่มตัวอย่าง แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ

1 .กลุ่มผู้เชี่ยวชาญจำนวน 6 คน ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญด้านการพัฒนาแอปพลิเคชัน 3 คน ผู้เชี่ยวชาญด้านระบบนำทาง 1 คน และผู้เชี่ยวชาญด้านการท่องเที่ยว 2 คน โดยใช้โทรศัพท์มือถือระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

2 .กลุ่มผู้ใช้ทั่วไป คือ นักท่องเที่ยวโดยใช้โทรศัพท์มือถือระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ จำนวน 40 คน จาก 3 พื้นที่ แบ่งเป็นจากเขตอำเภอคลองหลวง 16 คน เขตอำเภอลำลูกกา 12 คน และเขตจังหวัดพระนครศรีอยุธยา 12 คน โดยมีความแตกต่างทางเพศ ระดับการศึกษา (ต่ำกว่า≤ป.ตรี≤สูงกว่า) อายุแบ่งเป็น 5 ช่วงได้แก่ 15-25 ปี, 26-35 ปี, 36-45 ปี, 46-55 ปี และมากกว่า 55 ปี เพื่อวิเคราะห์ความแตกต่างการใช้งานของกลุ่มผู้ใช้ทั่วไป

3.5 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.5.1 แบบสอบถามประเมินความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญและผู้ใช้ทั่วไป ครอบคลุมด้านการออกแบบ ฟังก์ชันการใช้งาน ความถูกต้องของระบบ และประโยชน์ที่ได้รับ

3.5.2 การประเมินใช้มาตราส่วนลิเคิร์ท 5 ระดับ (Likert scale) ตามแนวทางของ Srisaard (2018, pp. 64-70)

3.5.3 ค่าที่ใช้ในการวิเคราะห์ ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)

3.6 ขั้นตอนการวิจัย

3.6.1 ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ศึกษาทฤษฎีและแนวทางการพัฒนาแอปพลิเคชัน รวมถึงงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวางแผนเส้นทางการท่องเที่ยวและเทคโนโลยีแผนที่ดิจิทัล โดยเฉพาะการใช้ภาษา JavaScript ร่วมกับ HTML และ CSS เพื่อพัฒนาเว็บไซต์ (Mikelopster, 2025, Online) รวมถึงศึกษาการใช้งาน Longdo Map API สำหรับแสดงแผนที่และค้นหาเส้นทาง และการพัฒนาแอปพลิเคชันบนระบบปฏิบัติการ Android โดยใช้ภาษา Kotlin (Android developer, 2025, Online)

3.6.2 การวิเคราะห์ความต้องการ

ศึกษาและทำการสำรวจความต้องการของกลุ่มผู้ใช้งานเป้าหมาย โดยเน้นฟังก์ชันที่เกี่ยวข้องกับการวางแผนเส้นทางแบบหลายจุดหมายปลายทาง การแสดงแผนที่แบบเรียลไทม์ และการคัดเลือกสถานที่ที่น่าสนใจ ได้แก่ วัด ร้านอาหาร ร้านกาแฟ และสถานที่ท่องเที่ยว

3.6.3 การออกแบบระบบ

สำหรับงานวิจัยนี้ ระบบได้รับการออกแบบส่วนประสานต่อผู้ใช้งานให้รองรับการใช้งานบนอุปกรณ์ที่มีระบบปฏิบัติการ Android หลากหลายประเภท เช่น สมาร์ทโฟนและแท็บเล็ต การออกแบบมุ่งเน้นความเรียบง่าย ใช้งานสะดวก และสอดคล้องกับพฤติกรรมของผู้ใช้งาน โดยมีองค์ประกอบสำคัญ ได้แก่ แผนที่ดิจิทัลที่เชื่อมต่อกับ Longdo Map API แถบค้นหาสถานที่ เมนูเลือกหมวดหมู่ (วัด ร้านอาหาร ร้านกาแฟ และสถานที่ท่องเที่ยว) ปุ่มเพิ่ม/ลบ/จัดลำดับจุดหมาย และแผงแสดงผลเส้นทาง นอกจากนี้ยังได้ออกแบบโครงสร้างข้อมูลและพัฒนาระบบเชื่อมต่อกับ Longdo Map API เพื่อประมวลผลเส้นทางและแสดงข้อมูลแผนที่อย่างมีประสิทธิภาพ

3.6.4 การพัฒนาระบบเว็บไซต์

ระบบถูกพัฒนาขึ้นโดยใช้ภาษา HTML และ CSS สำหรับสร้างโครงสร้างและออกแบบส่วนติดต่อผู้ใช้งาน ขณะที่ JavaScript ใช้ในการประมวลผลฟังก์ชันหลัก เช่น การเรียกใช้ข้อมูลจากแผนที่ การค้นหาเส้นทาง การโต้ตอบกับผู้ใช้ และการแสดงตำแหน่งแบบเรียลไทม์ องค์ประกอบของเว็บไซต์ประกอบด้วย (1) หน้าแสดงแผนที่หลัก สำหรับการนำทาง (2) แถบค้นหาเพื่อระบุสถานที่หรือจุดหมาย (3) เมนูหมวดหมู่ (Category menu) สำหรับการเลือกประเภทของสถานที่ (4) หน้าต่างรายละเอียดสถานที่ที่แสดงข้อมูลเพิ่มเติม และ (5) ส่วนจัดการเส้นทาง (Route management panel) สำหรับเพิ่ม ลบ หรือจัดลำดับสถานที่ ระบบสามารถค้นหาเป้าหมายได้สูงสุด 5 แห่ง ภายในรัศมี 10 กิโลเมตรจากตำแหน่งเริ่มต้น พร้อมแสดงเส้นทางที่สั้นที่สุด รวมถึงสามารถปรับการค้นหาแบบจำแนกประเภท (เช่น เฉพาะวัด) หรือแบบรวมทุกประเภท และแสดงตำแหน่งพิกัด GPS แบบเรียลไทม์ผ่านสัญลักษณ์บนแผนที่

3.6.5 การพัฒนาแอปพลิเคชันมือถือ

ใช้ภาษา Kotlin พัฒนาระบบบน Android Studio (Teachtarget, 2023, Online) โดยเชื่อมต่อกับเว็บไซต์ผ่าน WebView หรือ REST API (Demeter, 2025, Online) เพื่อให้สามารถใช้งานทุกฟังก์ชันผ่านแอปพลิเคชัน โดยงานวิจัยนี้ตั้งชื่อแอปพลิเคชันว่า ““Route Planning””

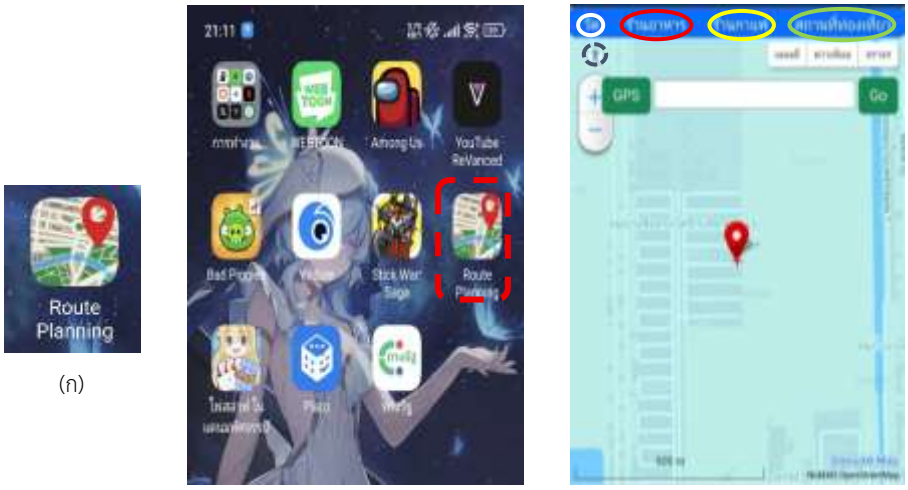
3.6.6 การทดสอบและประเมินผล

ดำเนินการทดสอบแอปพลิเคชันกับกลุ่มผู้เชี่ยวชาญและผู้ใช้งานทั่วไป โดยใช้แบบสอบถามเพื่อประเมินคุณภาพจากกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ และประเมินความพึงพอใจจากกลุ่มผู้ใช้งานทั่วไป ข้อมูลที่ได้ถูกวิเคราะห์ด้วยสถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) นอกจากนี้ ได้ทำการทดสอบเปรียบเทียบประสิทธิภาพของแอปพลิเคชัน “Route Planning” กับ Google Maps เพื่อวิเคราะห์ความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นจากความแตกต่างของเส้นทางและระยะทางที่ระบบทั้งสองแสดงผล

4. ผลการวิจัย

4.1 ผลการพัฒนาแอปพลิเคชันวางแผนเส้นทางการท่องเที่ยว

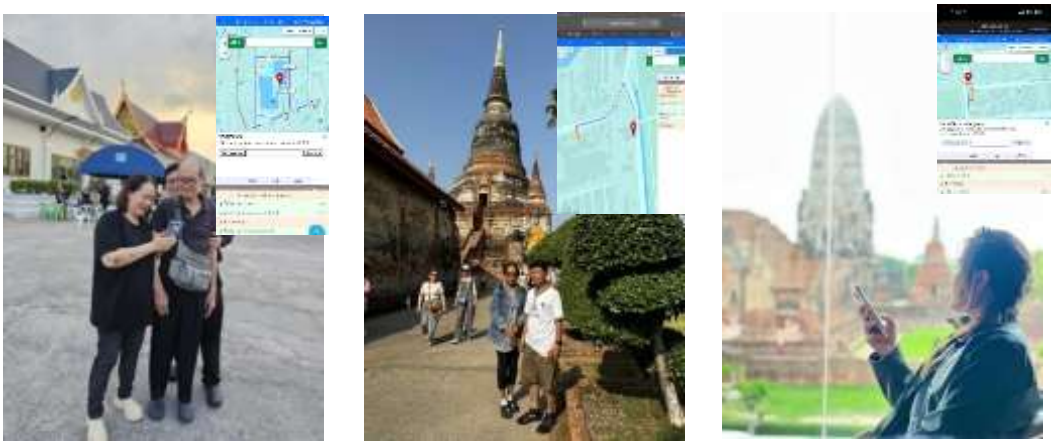
ผลการพัฒนาแอปพลิเคชันวางแผนเส้นทางการท่องเที่ยวสามารถแสดงข้อมูลสถานที่ในหมวดหมู่หลัก ได้แก่ วัด ร้านอาหาร ร้านกาแฟ และสถานที่ท่องเที่ยว พร้อมแสดงตำแหน่งพิกัด GPS แบบเรียลไทม์ผ่านระบบแผนที่ ภายหลังการพัฒนาได้ดำเนินการทดสอบแอปพลิเคชันผ่านการส่งออกไฟล์ในรูปแบบ .apk และติดตั้งลงบนอุปกรณ์ที่ใช้ระบบปฏิบัติการ Android ภายใต้ชื่อ “Route Planning” ดังแสดงในรูปที่ 1 (ก)–(ค) นอกจากนี้ ผู้ใช้งานยังสามารถทดลองใช้แอปพลิเคชันผ่านเว็บเบราว์เซอร์ได้ทางเว็บไซต์ที่อยู่ URL: https://travelmap-7e845.web.app/



(ก) (ข) (ค)

รูปที่ 1 (ก) หน้าตาไอคอน (ข) ตัวอย่างการติดตั้งบนมือถือ (ค) หน้าต่างหลักของแอปพลิเคชัน “Route Planning”

จากรูปที่ 1 (ก) แสดงไอคอนของแอปพลิเคชันวางแผนเส้นทางการท่องเที่ยวที่พัฒนาขึ้นในชื่อ “Route Planning” รูปที่ 1 (ข) แสดงหน้าจอของแอปพลิเคชันเมื่อทำการติดตั้งบนอุปกรณ์ที่ใช้ระบบปฏิบัติการ Android และรูปที่ 1 (ค) แสดงหน้าต่างหลักของแอปพลิเคชัน ซึ่งออกแบบให้ผู้ใช้สามารถเลือกหมวดหมู่ของสถานที่ท่องเที่ยวที่ต้องการได้อย่างชัดเจน โดยใช้สัญลักษณ์รูปวงกลมสีต่าง ๆ ได้แก่ วงกลมสีขาวสำหรับเลือกเฉพาะวัด วงกลมสีแดงสำหรับร้านอาหาร วงกลมสีเหลืองสำหรับร้านกาแฟ และวงกลมสีเขียวสำหรับสถานที่ท่องเที่ยวทั่วไป นอกจากนี้ ยังมีไอคอนรูปคนพร้อมเส้นประสีน้ำเงินซึ่งใช้สำหรับรีเซ็ตตำแหน่งเริ่มต้นของผู้ใช้งาน ในกรณีที่ผู้ใช้ต้องการค้นหาสถานที่แบบรวมทุกหมวดหมู่ สามารถกดปุ่ม “Go” เพื่อให้ระบบดำเนินการค้นหาสถานที่ในแต่ละหมวดหมู่จำนวน 5 แห่งภายในรัศมีที่กำหนด พร้อมแสดงเส้นทางการเดินทางแบบอัตโนมัติ รายละเอียดของผลการทดสอบจะแสดงในหัวข้อถัดไป



รูปที่ 2 ตัวอย่างกลุ่มผู้ใช้งานในพื้นที่จังหวัดปทุมธานี และจังหวัดพระนครศรีอยุธยา

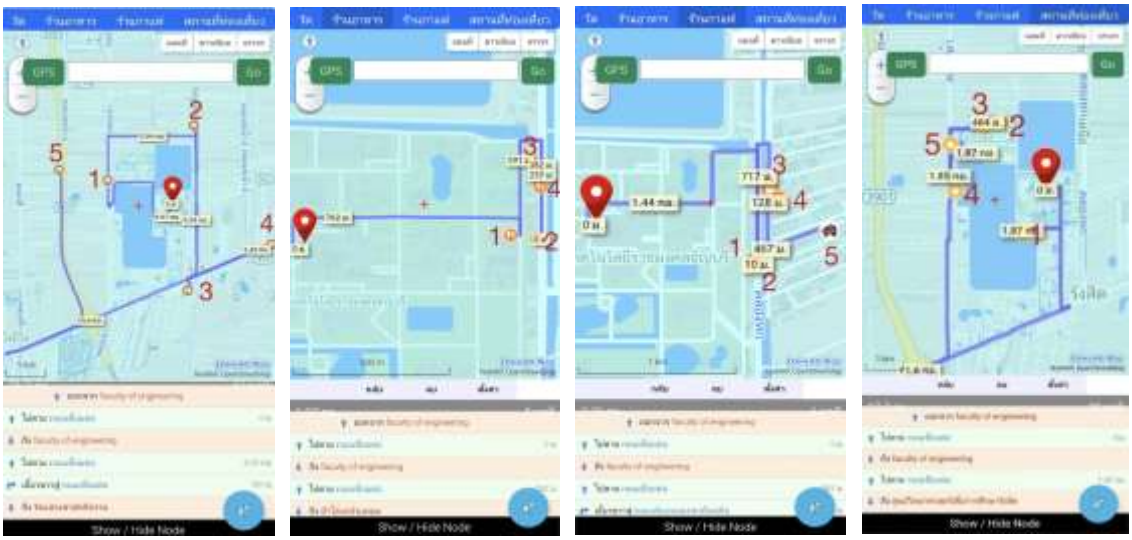
จากรูปที่ 2 แสดงตัวอย่างกลุ่มผู้ใช้งาน โดยรูปด้านซ้ายมือแสดงการใช้งาน ณ วัดหว่านบุญ อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี รูปกลางแสดงตัวอย่างกลุ่มผู้ใช้งานแอปฯ ณ วัดใหญ่ชัยมงคล จังหวัดพระนครศรีอยุธยา และรูปด้านขวาแสดงตัวอย่างผู้ใช้งานแอปฯ ณ พันธ์ไทย สาขาวัดราชบูรณะ จังหวัดพระนครศรีอยุธยา

4.2 ผลการทดสอบแอปพลิเคชัน “Route Planning”

การทดสอบประสิทธิภาพการใช้งานของแอปพลิเคชันวางแผนเส้นทางการท่องเที่ยว หรือ “Route Planning” นอกจากถูกทดสอบเกี่ยวกับการค้นหาสถานที่ และเส้นทางจาก 3 แห่งดังที่ได้กล่าวข้างต้นแล้ว ยังรวมถึงการทดสอบการเปรียบเทียบระหว่างแอปพลิเคชัน “Route Planning” กับ Google Maps อีกด้วย ผลการทดสอบแบ่งตามหัวข้อต่าง ๆ ได้ดังนี้

4.2.1 ผลการทดสอบแอปพลิเคชัน “Route Planning” ณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี

ตัวอย่างผลการทดสอบแอปพลิเคชัน “Route Planning” เพื่อค้นหาสถานที่และเส้นทางเฉพาะประเภทของสถานที่ทั้ง 4 รูปแบบได้แก่ วัด ร้านอาหาร ร้านกาแฟ และสถานที่ท่องเที่ยว แสดงดังรูปที่ 3



(ก) (ข) (ค) (ง)

รูปที่ 3 ตัวอย่างการค้นหาสถานที่และเส้นทางในโหมดเฉพาะ (ก) วัด (ข) ร้านอาหาร (ค) ร้านกาแฟ และ (ง) สถานที่ท่องเที่ยว

จากรูปที่ 3 แสดงตัวอย่างการทดสอบการใช้งานแอปพลิเคชัน “Route Planning” โดยกำหนดจุดเริ่มต้นเป็นอาคารภาควิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี โดยในรูปที่ 3 (ก) เป็นผลการค้นหาและแสดงเส้นทางเฉพาะในหมวดวัด จำนวน 5 แห่ง ได้แก่ วัดแสวงสามัคคี วัดหว่านบุญ วัดลานบุญ วัดนาบุญ และวัดพระศรีนาคาทรุคาเทวี ส่วนรูปที่ 3 (ข) แสดงผลการค้นหาในหมวดร้านอาหาร ได้แก่ ป้าโอ่งกล้วยทอด กาแฟสดอัลคาฮ์วา ร้านอาหารเฮือนอร่อย และร้านข้าวมันไก่ริมคลอง สำหรับรูปที่ 3 (ค) แสดงตัวอย่างการค้นหาเฉพาะร้านกาแฟ ได้แก่ คาเฟ่อเมซอน ประตู 3 มทร.ธัญบุรี, ร้านชานมหมีพ่นไฟ สาขาราชมงคล, สตีฟเลอร์คาเฟ่, เพลินกะนม และกาแฟพันธุ์ไทย สาขารังสิตคลอง 6 และรูปที่ 3 (ง) แสดงตัวอย่างผลการค้นหาเฉพาะสถานที่ท่องเที่ยว ได้แก่ ศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษารังสิต, พิพิธภัณฑ์พระราม 9, องค์การพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ, สระเก็บน้ำพระราม 9 และพิพิธภัณฑ์แห่งชาติเทคโนธานี

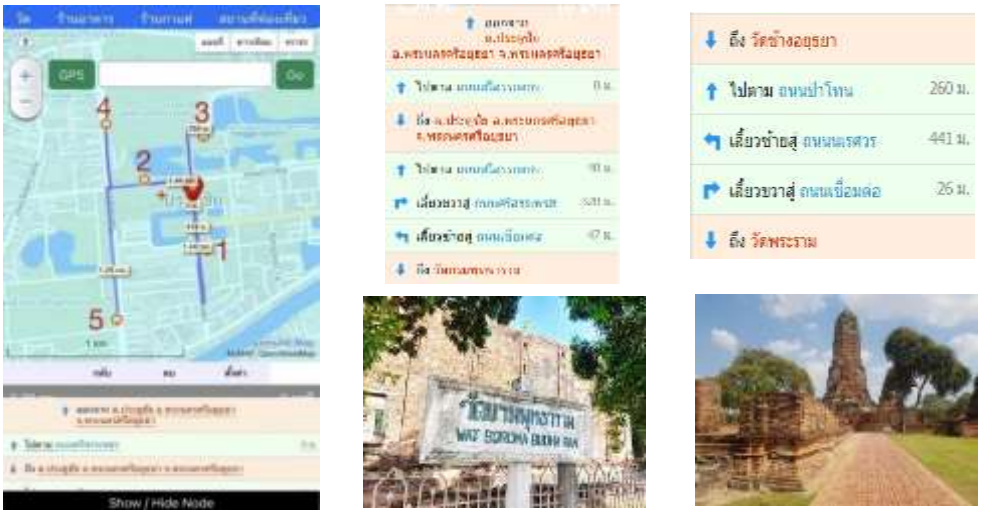
ผลการทดสอบเบื้องต้นพบว่า แอปพลิเคชันสามารถระบุตำแหน่งเริ่มต้นได้อย่างถูกต้อง รวมถึงสามารถค้นหา แสดงเส้นทางและนำทางในหมวดวัดและสถานที่ท่องเที่ยวได้อย่างแม่นยำ อย่างไรก็ตาม ปัญหาที่พบจากการใช้งานจริง ได้แก่ 1) การปักหมุดของสถานที่ในระบบ Longdo map บางกรณีไม่สอดคล้องกับหมวดหมู่ เช่น ร้านกาแฟบางแห่งถูกจัดประเภทเป็นร้านอาหาร ส่งผลต่อความถูกต้องในการค้นหา 2) ข้อมูลบางส่วนใน Longdo map ไม่ได้รับการปรับปรุงให้เป็นปัจจุบัน เช่น สถานที่ที่ปิดกิจการแล้วแต่ยังปรากฏอยู่ในระบบ 3) ความคลาดเคลื่อนของเส้นทางที่แสดงในระบบ เช่น เส้นทางบางส่วนไม่สามารถสัญจรได้จริง แต่ยังแสดงเป็นเส้นทางใช้งานได้ในแผนที่ ยิ่งไปกว่านั้นจากการสุ่มทดสอบสถานที่ในหมวดร้านอาหารและร้านกาแฟจำนวน 20 แห่งบริเวณใกล้มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี พบว่ามีประมาณ 3–5 แห่งที่ปิดกิจการหรือมีการเปลี่ยนแปลงข้อมูลแต่ยังคงปรากฏในฐานข้อมูลเดิม ซึ่งส่งผลกระทบต่อความถูกต้องในการใช้งานของผู้ใช้จริง

4.2.2 ผลการทดสอบแอปพลิเคชัน “Route Planning” ในรัศมี 10 กิโลเมตรจากจุดเริ่มต้น

รูปที่ 4 แสดงตัวอย่างการค้นหาและแสดงผลเส้นทางของสถานที่ในหมวดหมู่ “สถานที่ท่องเที่ยว” ภายในรัศมีไม่เกิน 10 กิโลเมตรจากตำแหน่งเริ่มต้น โดยเลือกวัดธัญญผล อำเภอลำลูกกา จังหวัดปทุมธานี เป็นจุดเริ่มต้นในการทดสอบเพื่อเปรียบเทียบกับกรณีก่อนหน้า ระบบสามารถค้นหาและแสดงเส้นทางการเดินทางไปยังสถานที่ท่องเที่ยวจำนวน 5 แห่ง ได้แก่ 1) บึงไมตรีจิต 2) สวนน้ำลำลูกกา 3) สกายวอล์ก ลำลูกกา 4) ไร่องุ่นคุณอุ่น และ 5) สวนสัตว์รังสิต

รูปที่ 4 ตัวอย่างการวางแผนเส้นทางประเภทสถานที่ท่องเที่ยวในระยะรัศมี 10 กิโลเมตรจากจุดเริ่มต้น

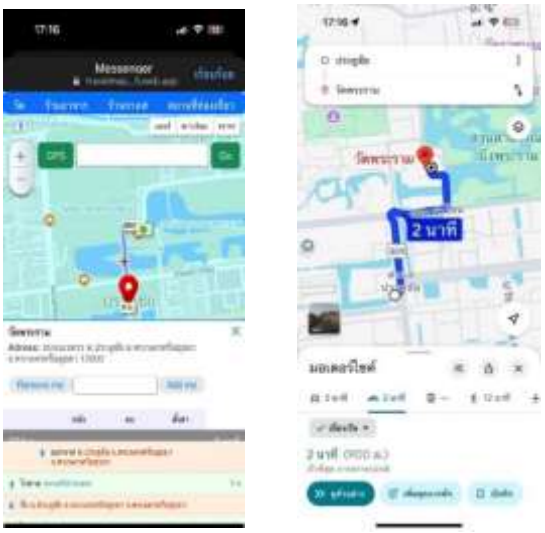
ผลการทดสอบโดยการเดินทางจริงพบว่า แอปพลิเคชันสามารถนำทางไปยังสถานที่ต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้องและมีความแม่นยำในการแสดงเส้นทาง อย่างไรก็ตาม ในกรณีที่ค้นหาสถานที่ภายในรัศมีกว้าง เช่น 10 กิโลเมตร ระบบใช้เวลาในการประมวลผลโดยเฉลี่ยประมาณ 10–15 วินาที เพื่อดึงข้อมูลสถานที่ กำหนดจุดหมายปลายทาง และสร้างเส้นทางการเดินทางแบบหลายจุดหมายอย่างครบถ้วน



(ก) (ข) (ค)

รูปที่ 5 ตัวอย่างการวางแผนเส้นทางประเภทวัดในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา (ก) วัดที่ค้นหาทั้ง 5 แห่งจากแอปฯ (ข) จุดเริ่มต้นถึงวัดบรมพุทธาราม และ (ค) วัดช้างอยุธยาถึงวัดพระราม

4.2.3 ผลการทดสอบแอปพลิเคชัน “Route Planning” ณ ศาลหลักเมือง จังหวัดพระนครศรีอยุธยา รูปที่ 5 แสดงตัวอย่างการวางแผนเส้นทางประเภทวัด โดยใช้ประตูชัย จังหวัดพระนครศรีอยุธยาเป็นตำแหน่งเริ่มต้น จากการค้นหาสถานที่จุดหมายปลายทาง เส้นทาง และการนำทางของแอปพลิเคชันจากจุดเริ่มต้น ไปยังวัดต่าง ๆ จำนวน 5 วัด ได้แก่ 1) วัดบรมพุทธาราม 2) วัดช้างอยุธยา 3) วัดพระราม 4) วัดพระศรีสรรเพชญ์ และ 5) วัดเจ้าพราหมณ์ และจากการทดลองเดินทางตามเส้นทางที่สร้างขึ้นพบว่าสามารถไปยังจุดหมายปลายทางทั้ง 5 แห่งได้อย่างถูกต้อง



(ก) (ข)

รูปที่ 6 ตัวอย่างการเปรียบเทียบระยะทางระหว่าง (ก) แอปพลิเคชัน “Route Planning” กับ (ข) Google Maps

4.2.4 ผลการเปรียบเทียบระหว่างแอปพลิเคชัน “Route Planning” กับ Google Maps

รูปที่ 6 แสดงผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการนำทางของแอปพลิเคชัน “Route Planning” ที่พัฒนาขึ้นกับ Google Maps โดยเปรียบเทียบระยะทางจากจุดเริ่มต้นที่ประตูชัย ไปยังวัดพระราม อำเภอพระนครศรีอยุธยา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ผลการทดสอบพบว่า แอปพลิเคชัน “Route Planning” ระบุระยะทางเท่ากับ 664 เมตร ขณะที่ Google Maps ระบุระยะทางเท่ากับ 900 เมตร คิดเป็นความแตกต่างด้านระยะทางร้อยละ 26.2 ซึ่งเป็นผลมาจากการกำหนดเส้นทางที่แตกต่างกันระหว่างสองแอปพลิเคชัน

อย่างไรก็ตาม เมื่อเส้นทางที่สร้างโดยทั้งสองแอปพลิเคชันมีความใกล้เคียงกัน พบว่าความแตกต่างของระยะทางลดลงเหลือเพียงร้อยละ 2 โดยประมาณ ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงอิทธิพลของฐานข้อมูลแผนที่และอัลกอริธึมที่ใช้ในการคำนวณเส้นทางของแต่ละแอปพลิเคชัน

จากการทดลองในหลายกรณี พบว่า Google Maps มีแนวโน้มให้ระยะทางสั้นกว่า “Route Planning” ซึ่งอาจเกิดจากความแตกต่างของฐานข้อมูลแผนที่ โดย “Route Planning” ใช้ข้อมูลจาก Longdo map ซึ่งอาจยังไม่ทันสมัยเทียบเท่ากับ Google Maps ส่งผลให้การเลือกเส้นทางมีความแม่นยำต่างกัน

4.3 ผลการประเมินประสิทธิภาพของแอปพลิเคชันวางแผนเส้นทางการท่องเที่ยว

4.3.1 ผลการประเมินประสิทธิภาพของแอปพลิเคชัน “Route Planning” โดยผู้เชี่ยวชาญ

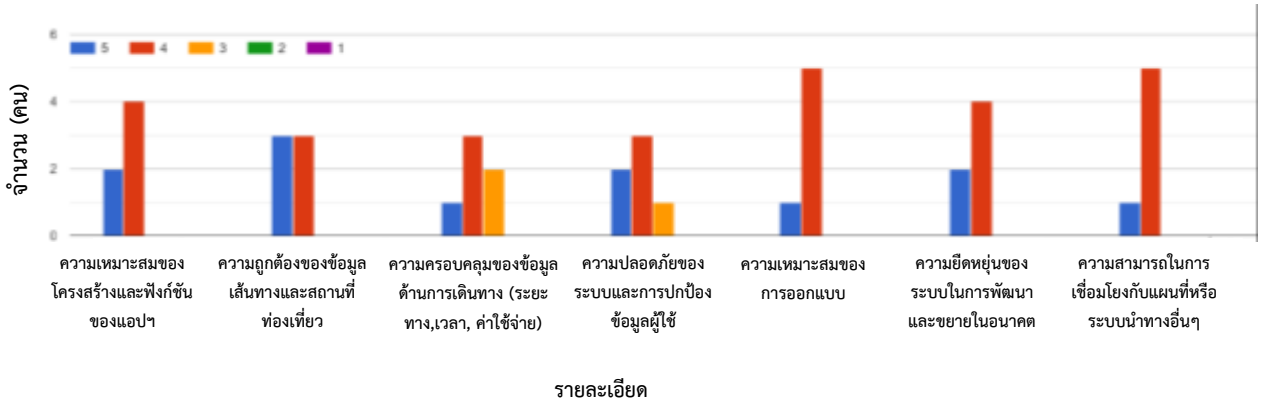
จากการเก็บข้อมูลในกลุ่มผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับการพัฒนาแอปพลิเคชันวางแผนเส้นทางการท่องเที่ยวโดยมีผู้เชี่ยวชาญด้านการพัฒนาแอปพลิเคชัน 3 ท่าน ด้านระบบนำทาง 1 ท่าน และด้านการท่องเที่ยว 2 ท่าน รวมทั้งสิ้น 6 ท่าน แยกเป็นเพศชาย 5 ท่าน (ร้อยละ 83.3) และเพศหญิง 1 ท่าน (ร้อยละ 16.7) การศึกษาระดับปริญญาเอกทั้ง 6 ท่าน (ร้อยละ 100) และแบ่งเป็นช่วงอายุระหว่าง 36-45 ปี 4 ท่าน (ร้อยละ66.67) 46-55 ปี 1 ท่าน (ร้อยละ 16.67) และ 26-35 ปี 1 ท่าน (ร้อยละ 16.67) ผลการวิเคราะห์ประเมินประสิทธิภาพเป็นการประเมินความสามารถของแอปพลิเคชัน “Route Planning” จากผู้เชี่ยวชาญแสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญในการใช้งานแอปพลิเคชัน “Route Planning”

รายละเอียด	ระดับความพึงพอใจ		
	$\bar{x}$	SD	แปลผล
1. ความถูกต้องของข้อมูลเส้นทางและสถานที่ท่องเที่ยว	4.50	0.55	ดี
2. ความเหมาะสมของโครงสร้างและฟังก์ชันของแอปพลิเคชัน	4.33	0.52	ดี
3. ความยืดหยุ่นของระบบในการพัฒนาและขยายในอนาคต	4.33	0.52	ดี
4. ความเหมาะสมของการออกแบบ	4.17	0.41	ดี
5. ความสามารถในการเชื่อมโยงกับแผนที่หรือระบบนำทางอื่น ๆ	4.17	0.41	ดี
6. ความปลอดภัยของระบบและการปกป้องข้อมูลผู้ใช้	4.17	0.75	ดี
7. ความครอบคลุมของข้อมูลด้านการเดินทาง (ระยะทาง, เวลา, ค่าใช้จ่าย)	3.83	0.75	ดี
รวมทุกด้าน	**4.21**	**0.56**	**ดี**

จากตารางที่ 1 ผลการประเมินความพึงพอใจด้านความเหมาะสมของแอปพลิเคชัน “Route Planning” โดยกลุ่มผู้เชี่ยวชาญจำนวน 6 คน ครอบคลุม 7 หัวข้อหลัก พบว่าหัวข้อที่ได้รับคะแนนเฉลี่ยสูงสุดคือ “ความถูกต้องของข้อมูลเส้นทางและสถานที่ท่องเที่ยว” โดยมีค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) เท่ากับ 4.50 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) เท่ากับ 0.55 ขณะที่หัวข้อที่ได้รับคะแนนเฉลี่ยต่ำสุดคือ “ความครอบคลุมของข้อมูลด้านการเดินทาง (ระยะทาง เวลา ค่าใช้จ่าย)” โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.83 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.75 ระดับคะแนนที่ต่ำในหัวข้อดังกล่าว สืบเนื่องจากแอปพลิเคชันสามารถแสดงข้อมูลเฉพาะระยะทาง แต่ยังไม่ครอบคลุมการแสดงผลด้านเวลาและค่าใช้จ่ายในการเดินทาง

เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยรวมจากทั้ง 7 หัวข้อ พบว่าความพึงพอใจโดยรวมอยู่ในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.21 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.56 ผลการประเมินสะท้อนว่าแอปพลิเคชัน “Route Planning” ที่พัฒนาขึ้นสามารถตอบสนองความต้องการในด้านความแม่นยำและการใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยคะแนนความพึงพอใจในรายหัวข้อของผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่านสามารถดูได้จากรูปที่ 7



รูปที่ 7 ระดับความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญในการใช้งานแอปพลิเคชัน “Route Planning”

นอกจากนี้ผู้เชี่ยวชาญได้ให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงแอปพลิเคชัน ดังนี้ 1) ควรเพิ่มข้อมูลรายละเอียดจำเพาะของแต่ละสถานที่ 2) พัฒนาเพิ่มรูปแบบการค้นหาจากแหล่งท่องเที่ยวนิยม เช่น ร้านลับ ร้านท้องถิ่น สายมู เป็นต้น 3) ลดระยะเวลาในการค้นหาให้รวดเร็วขึ้น 4) พัฒนาบนฐานข้อมูลของ Google Maps รวมถึงให้ความเห็นว่าแอปฯ ที่พัฒนาขึ้นนี้มีความน่าสนใจในการต่อยอดนวัตกรรม และเป็นแอปฯ ที่สามารถใช้ในการวางแผนเส้นทางได้จริง

4.3.2 ผลการประเมินประสิทธิภาพของแอปพลิเคชัน “Route Planning” โดยผู้ใช้งานทั่วไป

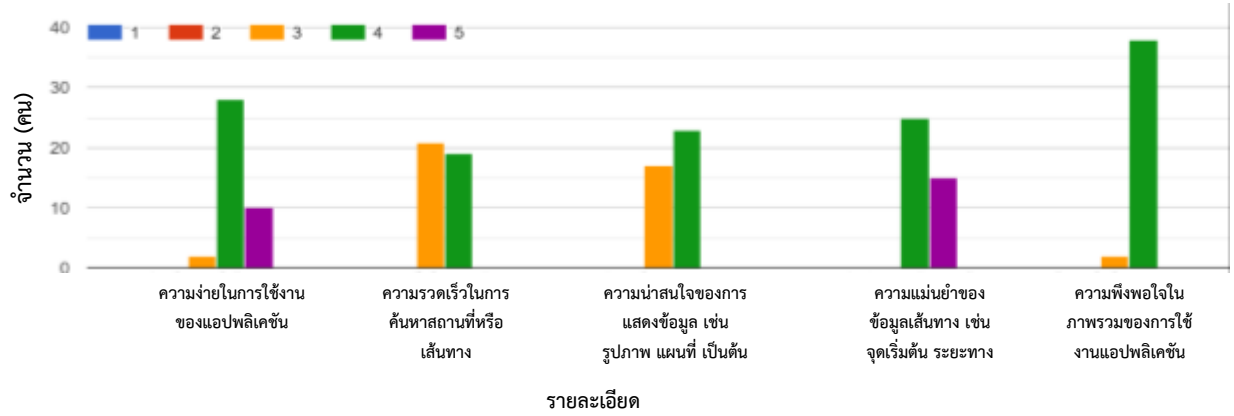
สำหรับการเก็บข้อมูลในกลุ่มผู้ใช้งานทั่วไป (Users) ที่ได้ทดลองใช้แอปพลิเคชัน “Route Planning” และทำแบบทดสอบเพื่อประเมินความพึงพอใจการใช้งานแอปฯ ด้านต่าง ๆ ของแอปพลิเคชันจำนวนทั้งสิ้น 5 ข้อ โดยมีผู้ใช้งานทั้งสิ้น 40 ท่าน แยกเป็นเพศชาย 23 คน (ร้อยละ 57.5) และเพศหญิง 17 คน (ร้อยละ 42.5) การศึกษาระดับต่ำกว่าปริญญาตรีคิดเป็นร้อยละ 22.5 ระดับปริญญาตรีร้อยละ 45 และสูงกว่าปริญญาตรีร้อยละ 32.5 โดยแบ่งเป็นช่วงอายุระหว่าง 15-25 ปีคิดเป็นร้อยละ 25 อายุ 26-35 ปีร้อยละ 22.5 อายุ 36-45 ปีร้อยละ 15 อายุ 46-55 ปีร้อยละ17.5 และอายุ 56-60 ปีขึ้นไปร้อยละ 20 ผลการวิเคราะห์เพื่อประเมินความพึงพอใจในการใช้งานจากผู้ใช้งานทั่วไปแสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานทั่วไปในการใช้งานแอปพลิเคชัน “Route Planning”

รายละเอียด	ระดับความพึงพอใจ		
	$\bar{x}$	SD	แปลผล
1. ความแม่นยำของข้อมูลเส้นทาง เช่น จุดเริ่มต้น ระยะทาง	4.38	0.49	ดี
2. ความง่ายในการใช้งานของแอปพลิเคชัน	4.20	0.52	ดี
3. ความพึงพอใจในภาพรวมของการใช้งานแอปพลิเคชัน	4.05	0.39	ดี
4. ความน่าสนใจของการแสดงข้อมูล เช่น รูปภาพ แผนที่ เป็นต้น	3.58	0.50	ดี
5. ความรวดเร็วในการค้นหาสถานที่ท่องเที่ยวหรือเส้นทาง	3.48	0.51	ปานกลาง
รวมทุกด้าน	**3.94**	**0.48**	**ดี**

จากตารางที่ 2 แสดงผลการประเมินความพึงพอใจด้านการใช้งานของแอปพลิเคชัน “Route Planning” โดยกลุ่มผู้ใช้งานทั่วไปจำนวน 40 คน ครอบคลุม 5 หัวข้อหลัก ผลการประเมินพบว่าหัวข้อที่ได้รับคะแนนเฉลี่ยสูงสุดคือ “ความแม่นยำของข้อมูลเส้นทาง เช่น จุดเริ่มต้นและระยะทาง” โดยมีค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) เท่ากับ 4.38 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) เท่ากับ 0.49 ขณะที่หัวข้อที่ได้คะแนนเฉลี่ยต่ำสุดคือ “ความรวดเร็วในการค้นหาสถานที่ท่องเที่ยวหรือเส้นทาง” ซึ่งอยู่ในระดับปานกลาง โดยมีค่าเฉลี่ย $\bar{x}$ เท่ากับ 3.48 และ SD เท่ากับ 0.51 การที่หัวข้อนี้มีคะแนนเฉลี่ยต่ำ สืบเนื่องจากผู้ใช้งานกลุ่มอายุ 15–25 ปีให้คะแนนน้อย เนื่องจากกระบวนการประมวลผลเพื่อค้นหาสถานที่ยังใช้เวลา อย่างไรก็ตาม ผู้ใช้งานกลุ่มอายุ 46 ปีขึ้นไปแสดงระดับความพึงพอใจในช่วงคะแนน 4–5 ซึ่งสะท้อนว่าปัญหาดังกล่าวไม่ส่งผลกระทบต่อการรับรู้ของผู้ใช้งานในกลุ่มอายุดังกล่าว

เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยรวมจากทุกหัวข้อการประเมิน พบว่าผู้ใช้งานทั่วไปมีระดับความพึงพอใจต่อแอปพลิเคชันอยู่ในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 3.94 และ SD เท่ากับ 0.48 ทั้งนี้ รายละเอียดคะแนนความพึงพอใจของผู้ใช้งานแต่ละรายสามารถดูได้จากรูปที่ 8 ซึ่งสะท้อนถึงศักยภาพของแอปพลิเคชัน “Route Planning” ในการตอบสนองต่อการใช้งานจริงในบริบทของผู้ใช้ทั่วไป



รูปที่ 8 ระดับความพึงพอใจของผู้ใช้งานทั่วไปจำนวน 40 คนในการใช้งานแอปพลิเคชัน “Route Planning”

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมจากผู้ใช้งานทั่วไปที่เข้าร่วมการประเมินแอปพลิเคชัน “Route Planning” สะท้อนถึงแนวทางในการพัฒนาฟังก์ชันและเนื้อหาในอนาคต โดยมีข้อเสนอแนะหลัก ได้แก่ 1) เพิ่มสถานที่ชอปปิ้งที่น่าสนใจ, 2) เพิ่มประเภทสถานที่ออกกำลังกาย เช่น สนามฟุตบอล, 3) ปรับปรุงรายละเอียดข้อมูลแหล่งท่องเที่ยวให้ครบถ้วนมากขึ้น, 4) เพิ่มข้อมูลโรงแรมและห้องน้ำสาธารณะ, 5) เพิ่มสวนสาธารณะหรือสนามกีฬา, 6) เพิ่มจุดถ่ายภาพที่น่าสนใจ, 7) เพิ่มร้านนวดเพื่อสุขภาพ, 8) ปรับปรุงประสิทธิภาพการค้นหาให้รวดเร็วขึ้น และ 9) พัฒนาอินเทอร์เฟซให้ทันสมัยยิ่งขึ้น

นอกจากนี้ จากการวิเคราะห์ผลตามช่วงอายุของผู้ใช้งาน พบว่าผู้ใช้งานในกลุ่มอายุ 15–25 ปี มีระดับความพึงพอใจในหัวข้อความรวดเร็วในการค้นหาสถานที่อยู่ในระดับปานกลาง (คะแนนเฉลี่ย 2.51–3.50) เนื่องจากพบว่าระยะเวลาในการค้นหาและสร้างเส้นทางโดยเฉลี่ยอยู่ที่ประมาณ 5–10 วินาที ซึ่งส่งผลต่อประสบการณ์การใช้งาน ขณะที่กลุ่มผู้ใช้งานอายุ 45 ปีขึ้นไปให้การประเมินในระดับมาก (คะแนนเฉลี่ย 3.51–4.50) ทั้งในด้านความรวดเร็วและความน่าสนใจของการแสดงข้อมูล เช่น แผนที่และภาพประกอบ

ความแตกต่างนี้สะท้อนให้เห็นถึงพฤติกรรมและความคาดหวังที่แตกต่างกันตามช่วงอายุ โดยกลุ่มวัยรุ่นมักให้ความสำคัญกับความเร็วในการทำงานของระบบและการออกแบบส่วนติดต่อผู้ใช้ที่มีความทันสมัย ขณะที่กลุ่มผู้ใช้งานสูงอายุให้ความสำคัญกับความถูกต้อง ความเรียบง่าย และความสะดวกในการใช้งานมากกว่า

5. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

ผลการวิจัยพบว่า แอปพลิเคชันวางแผนเส้นทางการท่องเที่ยวแบบหลายจุดหมายที่พัฒนาขึ้นสามารถตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะในการค้นหาและแสดงเส้นทางของสถานที่ท่องเที่ยวในหมวดหมู่ที่กำหนด ได้แก่ วัด ร้านอาหาร ร้านกาแฟ และสถานที่ท่องเที่ยวทั่วไป โดยสามารถค้นหาสถานที่จำนวน 5 แห่งภายในรัศมี 10 กิโลเมตรจากตำแหน่งเริ่มต้นของผู้ใช้งานตามขอบเขตที่ตั้งไว้ พร้อมทั้งสามารถประมวลผลและสร้างเส้นทางเพื่อนำทางได้อย่างถูกต้องแม่นยำบนฐานข้อมูลของ Longdo map ส่งผลให้ช่วยลดระยะเวลาในการค้นหาสถานที่และเพิ่มความสะดวกในการวางแผนการเดินทาง ผลการประเมินความพึงพอใจด้านความเหมาะสมของแอปพลิเคชันจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 6 ท่าน พบว่าค่าเฉลี่ยความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ($\bar{x}$ = 4.21, SD = 0.56) เช่นเดียวกับผลการประเมินพึงพอใจในด้านการใช้งานจากผู้ใช้งานทั่วไปจำนวน 40 คน ซึ่งมีค่าเฉลี่ยความพึงพอใจอยู่ในระดับมากเช่นกัน ($\bar{x}$ = 3.94, SD = 0.48)

อย่างไรก็ตาม จากการเปรียบเทียบเส้นทางที่ได้จากแอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้นกับ Google Maps พบว่าเส้นทางที่สร้างโดย Google Maps มีระยะทางสั้นกว่าระบบที่พัฒนาขึ้น ซึ่งอาจเป็นผลมาจากความถี่ในการอัปเดตข้อมูลและความครอบคลุมของฐานข้อมูลที่เหนือกว่า โดยระบบของ Google Maps มีการตรวจสอบเส้นทางอย่างต่อเนื่องผ่านการถ่ายภาพจากรถสำรวจ (Street view), การเก็บข้อมูลจราจรแบบเรียลไทม์ และการเรียนรู้จากพฤติกรรมการเดินทางจริงของผู้ใช้งานจำนวนมากทั่วโลก ขณะที่แอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้นในการวิจัยนี้ใช้ฐานข้อมูลจาก Longdo map ยังมีข้อจำกัดบางประการในด้านความครอบคลุมและความทันสมัยของข้อมูลภูมิสารสนเทศ ในขณะที่ผลการประเมินด้านความเร็วในการประมวลผลของระบบอยู่ในระดับปานกลาง อันเนื่องมาจากการที่ระบบต้องคำนวณเส้นทางและประมวลผลข้อมูลสถานที่จำนวน 5 แห่งพร้อมกัน ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Suardinata et al. (2022, pp. 496–505) ที่ชี้ให้เห็นว่า ความเร็วในการให้บริการของแอปพลิเคชันมีผลโดยตรงต่อประสบการณ์ของผู้ใช้งานในด้านการวางแผนการเดินทาง ส่วนการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานในภาพรวมอยู่ในระดับมาก ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Nuyod et al. (2022, pp. 96–106) และ Sitthiwiset et al. (2019, pp. 117–128) ที่พบว่าความพึงพอใจต่อการใช้งานแอปพลิเคชันท่องเที่ยวอยู่ในระดับมากเช่นกัน ($3.51 < \bar{x} < 4.50$) ดังนั้น การออกแบบฟังก์ชันที่สามารถรองรับการประมวลผลข้อมูลเส้นทางแบบหลายจุดหมายได้อย่างมีประสิทธิภาพ ถือเป็นแนวทางสำคัญที่ควรได้รับการพัฒนาเพิ่มเติมในงานวิจัยลำดับถัดไป

6. ข้อเสนอแนะ

ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่า แอปพลิเคชันวางแผนเส้นทางการท่องเที่ยวแบบหลายจุดหมายสามารถพัฒนาศักยภาพได้ หากมีการปรับปรุงฐานข้อมูล Longdo Map ให้ทันสมัย หรือพิจารณาใช้ฐานข้อมูลจาก Google Maps เพื่อเพิ่มฟีเจอร์ใหม่และยกระดับส่วนติดต่อผู้ใช้ให้มีความทันสมัยและตอบสนองต่อความต้องการมากขึ้น อีกทั้งควรปรับปรุงประสิทธิภาพการค้นหาและสร้างเส้นทางให้รวดเร็วขึ้น พร้อมทั้งขยายประเภทสถานที่และคำค้นหา เช่น ร้านนวดแผนไทย สนามกีฬา ห้องน้ำสาธารณะ และร้านอาหารเฉพาะกลุ่ม ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญและผู้ใช้งาน เพื่อเพิ่มความหลากหลายและความน่าสนใจของระบบการนำผลวิจัยไปใช้สามารถประยุกต์ใช้ในการพัฒนาแอปพลิเคชันวางแผนเส้นทางเชิงพาณิชย์และบริการสาธารณะ รวมถึงการบูรณาการกับระบบสารสนเทศด้านการท่องเที่ยวของหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เพื่อยกระดับคุณภาพและประสบการณ์การท่องเที่ยว ส่วนการนำผลวิจัยไปใช้สำหรับงานวิจัยครั้งต่อไปควรขยายกลุ่มตัวอย่างผู้ใช้งานให้มีความหลากหลายมากขึ้น ทั้งในด้านช่วงอายุ อาชีพ และลักษณะการเดินทาง เพื่อสะท้อนความต้องการของผู้ใช้งานได้ครอบคลุมยิ่งขึ้น นอกจากนี้ควรพิจารณาการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของฐานข้อมูลจากผู้ให้บริการรายอื่น เช่น OpenStreetMap หรือ Here Maps รวมถึงการบูรณาการเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence: AI) และการเรียนรู้ของเครื่อง (Machine learning) เพื่อเพิ่มศักยภาพในการวิเคราะห์เส้นทางการคาดการณ์เวลาเดินทาง การประเมินค่าใช้จ่าย และการแนะนำเส้นทางที่เหมาะสมต่อผู้ใช้งานในสภาวะต่าง ๆ

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณผู้ตอบแบบสอบถามทุกท่านเป็นอย่างยิ่ง สำหรับความร่วมมือในการให้ข้อมูลและข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินงานวิจัย อีกทั้งขอแสดงความขอบคุณนายศุภกิจ สุขวัฒนะ นายไววิทย์ มณเฑียร และนายกันตพงศ์ วงษ์วิไลวารินทร์ นักศึกษาภาควิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี สำหรับความร่วมมือในการพัฒนาแอปพลิเคชัน “Route Planning” และการเก็บข้อมูลการใช้งานอย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งนี้ คณะผู้วิจัยได้ผ่านการอบรมหลักสูตรการพัฒนาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ด้านวิทยาศาสตร์และด้านสังคมศาสตร์ (GCP/HSP) เมื่อวันที่ 25 พฤษภาคม พ.ศ. 2567

เอกสารอ้างอิง

Android Developer. (2025). *Learn the Kotlin programming language.* https://developer.android.com/kotlin/learn.

Chowdhury, S., & Giacaman, N. (2015). En-route planning of multi-destination public-transport trips using smartphones. *Journal of Public Transportation*, *18*(4), 31-45. https://doi.org/10.5038/2375-0901.18.4.3.

Chung, N., Han, H., & Joun, Y. (2015). Tourists’ intention to visit a destination: The role of augmented reality (AR) application for a heritage site. *Computers in human behavior*, *50*, 588-599. https://doi.org/10.1016/j.chb.2015.02.068.

Demeter. (2025, May 29). *What is API*. https://dmit.co.th/th/zendesk-updates-th/what-is-api/.

Dias, S., & Afonso, V. A. (2021). Impact of mobile applications in changing the tourist experience. *European Journal of Tourism, Hospitality and Recreation*, *11*(1), 113-120. http://dx.doi.org/10.2478/ejthr-2021-0011.

Jitkosol, Y. (2023). Guidelines for the development of the ‘Guide Thip’ mobile application for community-based tourism in Ubon Ratchathani province. *Inthanin Thaksin Journal*, *18*(3), 47–73. (in Thai)

Kim, J., & Fesenmaier, D. R. (2016). Tourism experience and tourism design. In *Design science in tourism: Foundations of destination management* (pp. 17-29). Cham: Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-42773-7_2.

Khieoklai, C., Nanthajai, T., & Thongthammachat, T. (2019). The Development of tourism application for five Border districts in Tak province. *Proceeding of the 8th National and 1st International Conference on Innovative Management Science for Sustainable Society* (pp. 783-792), 8 February 2019, Nakornsawan, Thailand. (in Thai)

LONGDO Map. (2024). *Introduction.* https://map.longdo.com/docs/. (in Thai)

Mikelopster. (2025). *Web Development 101*. https://docs.mikelopster.dev/c/web101/intro. (in Thai)

Nakphan, W., Wilailkham, F., & Suksosot, N. (2024). Development of a tourism application for Mueang District, Phitsanulok Province. *National Library Academic Journal*, *12*(2), 66–81. (in Thai)

Nuyod, W., Singthongchai, J., & Singthongchai, M. (2022). Development of a tourism application in Chanthaburi Province. *Science and Technology Nakhon Sawan Rajabhat University Journal*, *14*(19), 96–106. (in Thai)

Sitthiwiset, S., Tungkawet, W., Nantaphoom, S., Yomchinda, C., & Theppabandit, C. (2019). Development of a Mobile Application to Promote Self-Guided Tourism Along Community-Based Routes in Nang Lae Subdistrict, Mueang Chiang Rai District, Chiang Rai Province. *Mangrai Saan Journal of Humanities and Social Science*, *7*(1), 117–128. (in Thai)

Srisaard, B. (2018). Data interpretation based on responses collected using a Likert scale instrument. *The Journal of Educational Measurement Mahasarakham University*, *2*(1), 64-70. (in Thai)

Suardinata, S., Rusmi, R., & Lubis, M. A. (2022). Determining travel time and fastest route using Dijkstra Algorithm and google map. *Sistemasi*, *11*(2), 496-505. http://dx.doi.org/10.32520/stmsi.v11i2.1836.

TAT Intelligence Center. (2025). *Thailand Tourism Situation*. https://intelligencecenter.tat.or.th/articles/28844. (in Thai)

Teachtarget. (2023, January 23). *Android Studio*. https://www.techtarget.com/searchmobilecomputing/definition/Android-Studio.

Wongamornwit, C., & Chinawaro, P. K. N. (2021). Development of a tourism application for Sikhio District, Nakhon Ratchasima Province. *Journal of Nakhon Lampang Buddhist College, 10*(1), 152–162. (in Thai)

World Tourism Organization. (2022). Tourism and the Sustainable Development Goals – Journey to 2030. https://www.unwto.org/sustainable-development.

“ข้อคิดเห็น เนื้อหา รวมทั้งการใช้ภาษาในบทความถือเป็นความรับผิดชอบของผู้เขียน”

Research article

ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการยอมรับห้องเรียนเสมือนจริงที่ขับเคลื่อนด้วยปัญญาประดิษฐ์ในระดับอุดมศึกษา

FACTORS INFLUENCING THE ACCEPTANCE OF AI-POWERED VIRTUAL CLASSROOMS IN HIGHER EDUCATION

ธีรวุฒิ ตันติอธิมงคล* และเกรียงไกร สัจจะหฤทัย
Theerawut Tantiathimongkhon* and Kriangkrai Satjaharuthai
theerawut.ta@spu.ac.th and kriangkrai.sa@spu.ac.th
คณะการสร้างเจ้าของธุรกิจ มหาวิทยาลัยศรีปทุม กรุงเทพมหานคร 10900 ประเทศไทย
School of Entrepreneurship, Sripatum University, Bangkok 10900 Thailand

Journal of Industrial Education. 2025, Vol. 24 (No. 2), **https://doi.org/10.55003/JIE.24211**

Received: July 31, 2025, | **Revised:** August 8, 2025, | **Accepted:** August 24, 2025

Citation reference :
Tantiathimongkhon, T., & Satjaharuthai, K. (2025). Factors influencing the acceptance of ai-powered virtual classrooms in higher education. **Journal of Industrial Education, 24**(2), 67-77.

ABSTRACT

This study investigated key factors influencing Thai higher education students' acceptance of AI-powered virtual classrooms using the UTAUT model and four context-specific variables. Data were collected from 709 students through a validated questionnaire (Cronbach's α = 0.922), and analyzed using Structural Equation Modeling. The model demonstrated excellent fit (CFI = 0.998, RMSEA = 0.048). The findings revealed that trust in AI showed the strongest and most statistically significant effect on students' behavioral intention ($p < .001$), followed by immersion ($p < .001$) and interactivity ($p < .01$). These results suggest that students' perceptions of system credibility and their feeling of being "present" in the learning environment are critical to sustained engagement. Interestingly, although facilitating conditions significantly influenced behavioral intention, their relationship with attitude toward AI-based learning was negative ($p < .05$), indicating that structural readiness alone may not foster positive perception. The study highlights the importance of designing virtual classrooms that prioritize emotional engagement and trustworthiness over technical availability. It also suggests that AI systems should be optimized for courses that require a high degree of interaction, such as languages, design, and programming. The results offer valuable insights for institutions and developers aiming to implement inclusive and sustainable AI-enhanced virtual learning environments in higher education.

Keywords: Virtual classroom, Artificial intelligence, Behavioral intention, UTAUT, trust in AI

**Corresponding author E-mail: theerawut.ta@spu.ac.th* *ISSN: 2985-1890 (Online)*

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ ศึกษาปัจจัยสำคัญที่มีอิทธิพลต่อการยอมรับห้องเรียนเสมือนจริงที่ขับเคลื่อนด้วยปัญญาประดิษฐ์ในกลุ่มนักศึกษาระดับอุดมศึกษาในประเทศไทย โดยใช้กรอบแนวคิด UTAUT ร่วมกับตัวแปรเฉพาะ ข้อมูลถูกรวบรวมจากนักศึกษา 709 คน ผ่านแบบสอบถามที่ผ่านการตรวจสอบความเที่ยง (Cronbach's α = 0.922) และวิเคราะห์ด้วยโมเดลสมการเชิงโครงสร้าง ซึ่งพบว่าโมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลในระดับดีเยี่ยม (CFI = 0.998, RMSEA = 0.048) ผลการวิเคราะห์พบว่า ความไว้วางใจใน AI เป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อความตั้งใจในการใช้งานของผู้เรียนอย่างชัดเจนที่สุด ($p < .001$) รองลงมา คือ ความรู้สึกมีส่วนร่วม ($p < .001$) และปฏิสัมพันธ์กับระบบ ($p < .01$) ซึ่งสะท้อนว่า ความเชื่อมั่นในระบบและการรู้สึกมีตัวตนอยู่ในสภาพแวดล้อมการเรียนรู้มีบทบาทสำคัญต่อการมีส่วนร่วมอย่างต่อเนื่อง ทั้งนี้ แม้สภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการใช้งานจะส่งผลเชิงบวกต่อความตั้งใจใช้งานโดยรวม แต่กลับมีความสัมพันธ์เชิงลบกับทัศนคติต่อการเรียนรู้ผ่าน AI ($p < .05$) ซึ่งบ่งชี้ว่า แค่มีความพร้อมด้านโครงสร้างอาจไม่เพียงพอในการสร้างการรับรู้เชิงบวก งานวิจัยนี้ จึงเน้นย้ำถึงความสำคัญของการออกแบบห้องเรียนเสมือนที่ให้ความสำคัญกับความรู้สึกมีส่วนร่วมและความน่าเชื่อถือของระบบมากกว่าการเน้นเพียงการเข้าถึงทางเทคนิค พร้อมเสนอว่า ระบบปัญญาประดิษฐ์ ควรถูกปรับให้เหมาะสมกับรายวิชาที่มีลักษณะการโต้ตอบสูง เช่น ภาษา การออกแบบ และการเขียนโปรแกรม ทั้งนี้ ผลการวิจัยให้ข้อมูลเชิงลึกที่เป็นประโยชน์ต่อสถาบันการศึกษาและนักพัฒนาระบบในการออกแบบสภาพแวดล้อมการเรียนรู้เสมือนที่มีความยั่งยืนและครอบคลุมสำหรับการศึกษาในระดับอุดมศึกษา

คำสำคัญ: ห้องเรียนเสมือนจริง, ปัญญาประดิษฐ์, ความตั้งใจในการใช้งาน, UTAUT, ความไว้วางใจใน AI

1. บทนำ

ในยุคเทคโนโลยีดิจิทัลมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ประกอบกับช่วงหลังสถานการณ์วิกฤตโควิด-19 ซึ่งส่งผลกระทบต่อสถาบันด้านการศึกษาทั่วโลก ต้องปรับตัวสู่การเรียนรู้ทางไกลและการจัดการเรียนการสอนผ่านระบบออนไลน์อย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ ซึ่งการเปลี่ยนแปลงนี้ไม่เพียงต่อส่งกระทบต่อนโยบายของสถาบันการศึกษา แต่ยังครอบคลุมถึงโครงสร้างพื้นฐานระบบจัดการการเรียนรู้ และพฤติกรรมของผู้เรียนที่ต้องปรับตัวให้ทันกับบริบทใหม่ของการศึกษา (Xu & Zhang, 2023, pp. 1-8) หนึ่งในแนวโน้มสำคัญที่เกิดขึ้น คือการนำเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์มาผสานกับเทคโนโลยีโลกเสมือน (Virtual Reality: VR) เพื่อสร้าง ห้องเรียนเสมือนจริงที่สามารถจำลองสถานการณ์การเรียนรู้ได้เสมือนจริง สร้างปฏิสัมพันธ์แบบเรียลไทม์ และปรับเนื้อหาให้ตรงกับ ความต้องการของผู้เรียนแต่ละคน (Sari et al., 2024, pp. 21-31; Weng et al., 2024, pp. 1420-1450)

ระบบห้องเรียนเสมือนจริงที่ประยุกต์ใช้ปัญญาประดิษฐ์ ช่วยให้เกิดกระบวนการเรียนรู้เฉพาะรายบุคคลมากยิ่งขึ้น โดยสามารถวิเคราะห์พฤติกรรมและลักษณะเฉพาะของผู้เรียนได้มีประสิทธิภาพ เพื่อนำเสนอเนื้อหาหรือกิจกรรมการเรียนที่เหมาะสมกับจุดแข็ง จุดอ่อน และรูปแบบการเรียนของแต่ละคนได้อย่างแม่นยำ จะส่งผลให้การเรียนรู้สัมฤทธิผลได้ (Gupta, 2024, pp. 458-464; Yassin & Mabanja, 2024, pp. 1-13) ด้วยความสามารถของเทคโนโลยีในปัจจุบัน ยังมีศักยภาพในการขับเคลื่อนเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน โดยเฉพาะเป้าหมายที่ 4 (Sustainable Development Goal: SDG4) ซึ่งมุ่งเน้นเรื่องการจัดการศึกษาที่มีคุณภาพเท่าเทียมและครอบคลุมในทุกระดับ ส่งเสริมโอกาสในการเรียนรู้ตลอดชีวิต ซึ่งสามารถช่วยลดปัญหาความเหลื่อมล้ำทางการศึกษาได้อย่างเป็นรูปธรรม ไม่ว่า จะเป็นการเรียนรู้ในโรงเรียน การฝึกอบรมอาชีพ หรือการเรียนรู้จากประสบการณ์จริง (Saini et al., 2022, pp. 2031–2069)

อย่างไรก็ตาม แม้จะมีงานวิจัยด้านการยอมรับเทคโนโลยีเพื่อการศึกษาอย่างแพร่หลาย มักใช้แบบจำลองการยอมรับเทคโนโลยี (Technology Acceptance Model: TAM) และทฤษฎีการยอมรับและการใช้เทคโนโลยีแบบรวม (Unified Theory of Acceptance and Use of Technology: UTAUT) เพื่อเป็นเครื่องมือในการตรวจสอบปัจจัยที่ส่งผลต่อพฤติกรรมผู้เรียนในการใช้งาน ระบบจัดการการเรียนรู้ การเรียนรู้อิเล็กทรอนิกส์ และการเรียนรู้ผ่านอุปกรณ์เคลื่อนที่ (Venkatesh et al., 2012, pp. 157-178) อย่างไรก็ตามยังมีงานวิจัยจำนวนน้อยที่ผนวกแนวคิดเรื่องการยอมรับเทคโนโลยี ปัญญาประดิษฐ์และเทคโนโลยีโลกเสมือนจริง เข้ากับบริบทของห้องเรียนเสมือนจริง รวมถึงการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีในการ เฉพาะด้าน เพิ่มมากขึ้น โดยเฉพาะเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์กับการเรียนภาษา (Tantiathimongkhon et al., 2025, pp. 1-6) ในกลุ่มนักศึกษาระดับอุดมศึกษาในประเทศไทย ยิ่งไปกว่านั้น งานศึกษาของ Makransky and Lilleholt (2018, pp. 1141–1164) และ Radianti et al. (2020, pp. 1-29) ยังชี้ให้เห็นว่า ปัจจัยด้านประสบการณ์การมีส่วนร่วมในโลกเสมือนจริง (Immersion: IM)

และระดับปฏิสัมพันธ์กับระบบ (Interactivity: IY) ล้วนมีผลต่อความตั้งใจในการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญ โดยเฉพาะเมื่อผู้เรียนรู้สึกว่า ตนเองมีส่วนร่วมอยู่ในสภาพแวดล้อมเสมือนนั้นจริง ๆ ซึ่งยังเป็นประเด็นที่ขาดการศึกษาเชิงลึกในมุมมองของพฤติกรรมผู้ใช้

ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงออกแบบกรอบแนวคิดโดยอิงทฤษฎีการยอมรับและการใช้เทคโนโลยีแบบรวม (UTAUT) เป็นกรอบหลักร่วมกับตัวแปรเฉพาะที่สะท้อนบริบทของการเรียนรู้ในห้องเรียนเสมือนจริง ที่ขับเคลื่อนด้วยเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence: AI) การเก็บรวบรวมข้อมูลดำเนินการในกลุ่มนักศึกษาในระดับอุดมศึกษาในประเทศไทย และวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสมการเชิงโครงสร้าง (Structural Equation Modeling: SEM) เพื่อประเมินความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทั้งหมดอย่างเป็นระบบ จึงคาดหวังว่า ผลการศึกษาจะสามารถเติมเต็มช่องว่างทางองค์ความรู้ พร้อมทั้งสนับสนุนการออกแบบนโยบายด้านการศึกษา และพัฒนาห้องเรียนเสมือนให้ตอบสนองต่อพฤติกรรมและความต้องการของผู้เรียนยุคใหม่ได้อย่างเหมาะสมสอดคล้องกับแนวทาง ของการพัฒนาที่ยั่งยืนในระยะยาว

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

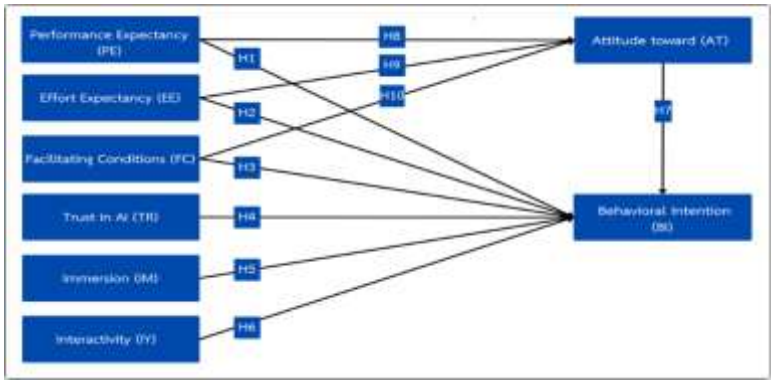
การศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการยอมรับเทคโนโลยีทางการศึกษา ได้รับความสนใจอย่างแพร่หลายในช่วงหลายปีที่ผ่านมา โดยเฉพาะสถานการณ์การแพร่ระบาดของโรคโควิด-19 ซึ่งส่งผลให้กระบวนการในการเรียนรู้เปลี่ยนผ่านสู่รูปแบบอิเล็กทรอนิกส์หรือออนไลน์และโลกเสมือนจริงอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ งานวิจัยหลากหลายชิ้นจึงให้ความสำคัญกับการวิเคราะห์พฤติกรรมของผู้เรียนผ่านการใช้เทคโนโลยี (Ali & Warraich, 2023, pp. 965–977; Robinos et al., 2024, pp. 619-626) โดยเฉพาะการประยุกต์ใช้กรอบแนวคิดทฤษฎีการยอมรับและการใช้เทคโนโลยี (UTAUT) มาใช้ในการวิเคราะห์ ซึ่งเป็นกรอบแนวคิดที่ได้รับการยอมรับในการศึกษาพฤติกรรม การยอมรับการใช้เทคโนโลยี (Xu et al., 2024, pp. 1-13) โดยตัวแปรที่สำคัญ เช่น ความคาดหวังต่อผลสัมฤทธิ์ (Performance Expectancy: PE) ความคาดหวังต่อความง่ายในการใช้งาน (Effort Expectancy: EE) และสภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการใช้งาน (Facilitating Conditions: FC) ซึ่งตัวแปรเหล่านี้ มีอิทธิพลโดยตรงต่อพฤติกรรมความตั้งใจในการใช้งานเทคโนโลยี (Behavioral Intention: BI) (Kalinkara & Özdemir, 2023, pp. 319–336; Jang et at., 2024, pp. 101–113) ตัวแปรความคาดหวังต่อผลสัมฤทธิ์ (PE) และความคาดหวังต่อความง่ายในการใช้งาน (EE) นั้นมักนำไปประยุกต์ใช้ในงานวิจัย ที่หลากหลาย และยังเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลอย่างชัดเจนต่อความตั้งใจของผู้เรียนในการใช้งานระบบต่าง ๆ ในส่วนของสภาพ แวดล้อมที่เอื้อต่อการใช้งาน (FC) มักสัมพันธ์กับพฤติกรรมการใช้งานจริงอย่างต่อเนื่อง (Du & Liang, 2024, pp. 1-7) นอกจากนี้ งานวิจัยในปัจจุบันจะให้ความสนใจกับประสบการณ์การเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ (AI) เพิ่มมากขึ้น รวมถึงการนำไปขับเคลื่อนการเรียนรู้ผ่านห้องเรียนเสมือนจริง (Zaharuddin et al., 2024, pp. 1-8) โดยชี้ให้เห็นว่า ปัจจัยด้าน ความรู้สึกมีส่วนร่วม (IM) และการปฏิสัมพันธ์ (IY) เป็นองค์ประกอบสำคัญที่ส่งผลต่อความตั้งใจในการใช้งานระบบ (BI) อย่างมีนัยสำคัญ ระบบการเรียนรู้แบบปรับตัวที่ใช้เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์สามารถกระตุ้นแรงจูงใจในการเรียนรู้ของผู้เรียน เพิ่มความสามารถในการโต้ตอบกับเนื้อหาได้มากขึ้น รวมถึงสามารถเชื่อมโยงผู้เรียนกับผู้สอนผ่านรูปแบบของอวตาร ช่วยยกระดับประสบการณ์การเรียนรู้แบบเสมือนจริง (Nasir et al., 2024, pp. 187–200) เมื่อเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ (AI) ผนวกเข้ากับเทคโนโลยีโลกเสมือน ยิ่งเพิ่มศักยภาพในการเปลี่ยนแปลงการเรียนรู้จากแบบเน้นการรับข้อมูล ไปสู่การเรียนรู้เชิงรุกที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีบทบาทเพิ่มมากขึ้น (Alnasib, 2023, pp. 465-491; Sangarsu, 2023, pp. 1439-1442) ขณะเดียวกัน การยอมรับเทคโนโลยีในกลุ่มอาจารย์และอบุคลากรในระดับอุดมศึกษาก็มีความสำคัญไม่น้อย โดยงานของ Makransky and Lilleholt (2018, pp. 1141–1164) และ Ofosu-Ampong (2024, pp. 1-16) ชี้ให้เห็นว่าการสนับสนุนจากสถาบันอุดมศึกษา เช่น การอบรมและการ ส่งเสริมการใช้เทคโนโลยีมีผลต่อการยอมรับของอาจารย์โดยตรง ขณะที่ Zaragoza (2023, pp. 157–168) และ Perez (2024, pp. 32-50) ระบุว่าปัจจัยทางสังคมการรับรู้ถึงประโยชน์ และความง่ายในการใช้งานของเทคโนโลยี ปัญญาประดิษฐ์ ส่งผลต่อการตัดสินใจของทั้งอาจารย์ และนักศึกษา

จากการทบทวนวรรณกรรมงานวิจัยที่ผ่านมา พบว่า ปัจจัยหลักจากกรอบแนวคิด UTAUT ได้แก่ ความคาดหวังต่อผลสัมฤทธิ์ (PE) ความคาดหวังต่อความง่ายในการใช้งาน (EE) และสภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการใช้งาน (FC) ยังคงเป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลสำคัญต่อพฤติกรรมการยอมรับเทคโนโลยี ไม่ว่าจะเป็นระบบการเรียนรู้ออนไลน์ ระบบการสอนอัตโนมัติ ไปจนถึงเทคโนโลยีการเรียนรู้เสมือนจริงอย่างเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ (AI) และเทคโนโลยีโลกเสมือน (VR) โดยเฉพาะอย่างยิ่งในบริบทของห้องเรียนเสมือนจริงตัวแปรที่สะท้อนประสบการณ์ของผู้เรียน เช่น ความรู้สึกมีส่วนร่วมในโลกเสมือนจริง (IM) และระดับของปฏิสัมพันธ์ในระบบการเรียนรู้ออนไลน์ (IY) ได้รับการยืนยันอย่างต่อเนื่องจากงานวิจัยหลายชิ้นว่ามีอิทธิพลเชิงบวกต่อความตั้งใจในการใช้งาน (BI) ของผู้เรียน (Nasir et al., 2024, pp. 187–200; Almusaed et al., 2023, pp. 1-24) นอกจากนี้ ปัจจัยด้านความไว้วางใจในเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ (TR) ก็เป็นอีกหนึ่งองค์ประกอบที่มีบทบาทสำคัญในการตัดสินใจเปิดรับเทคโนโลยี โดยเฉพาะเมื่อระบบสามารถให้ข้อมูลที่โปร่งใสและเชื่อถือได้ (Robinos et al., 2024, pp. 619-626) รวมถึงทัศนคติต่อการเรียนรู้ผ่านเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ (AT) ซึ่งสะท้อนมุมมองทางจิตวิทยาของผู้เรียนและผู้สอนที่เคยมีประสบการณ์กับระบบเหล่านี้โดยตรง งานวิจัยฉบับนี้ จึงมุ่งศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร ได้แก่ ความคาดหวังต่อผลสัมฤทธิ์ (PE) ความคาดหวังต่อความง่ายในการใช้งาน (EE) สภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการใช้งาน (FC) ความรู้สึกมีส่วนร่วมในโลกเสมือนจริง (IM) ระดับของปฏิสัมพันธ์ในระบบการเรียนรู้ออนไลน์ (IY) ความไว้วางใจในปัญญาประดิษฐ์ (TR) และทัศนคติต่อการเรียนรู้ (AT) กับพฤติกรรมความตั้งใจในการใช้งานห้องเรียนเสมือนจริงที่ขับเคลื่อนด้วยเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ (BI) โดยใช้วิธีการวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้าง ซึ่งจะช่วยให้สามารถวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงระหว่างตัวแปรต่าง ๆ ได้มีประสิทธิภาพและให้ข้อมูลเชิงลึกที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการพัฒนาแนวทางการออกแบบห้องเรียนเสมือนจริงที่สอดคล้องกับความต้องการของผู้เรียนในยุคดิจิทัลอย่างแท้จริง

3. วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 กรอบแนวคิดการวิจัย

งานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้ประยุกต์ใช้กรอบแนวคิดทฤษฎีการยอมรับและการใช้เทคโนโลยีแบบรวม (UTAUT) ในการศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความตั้งใจในการใช้งานห้องเรียนเสมือนจริงที่ขับเคลื่อนด้วยเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ ให้มีความเหมาะสมกับบริบทของเทคโนโลยีการศึกษาร่วมสมัย โดยการผสมผสานตัวแปรดั้งเดิมจากทฤษฎีการยอมรับและการใช้เทคโนโลยีแบบรวม ซึ่งประกอบด้วย ความคาดหวังต่อผลสัมฤทธิ์ (PE) ความคาดหวังต่อความง่ายในการใช้งาน (EE) และสภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการใช้งาน (FC) เข้ากับตัวแปรใหม่ที่ได้รับการพัฒนาขึ้นเฉพาะเจาะจงสำหรับเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์และโลกเสมือนจริง ได้แก่ ความไว้วางใจในปัญญาประดิษฐ์ (TR) ซึ่งสะท้อนถึงระดับความเชื่อมั่นของผู้ใช้ต่อความสามารถและความปลอดภัยของระบบ AI ทัศนคติต่อการเรียนรู้ (AT) ที่แสดงถึงแนวโน้มทางจิตใจของผู้เรียนที่มีต่อการเรียนรู้ผ่านสื่อดิจิทัล ความมีส่วนร่วมในโลกเสมือนจริง (IM) ที่วัดระดับการหลงใหลและความรู้สึกเป็นส่วนหนึ่งของสภาพแวดล้อมเสมือนจริง และปฏิสัมพันธ์ในระบบการเรียนรู้ออนไลน์ (IY) ที่ครอบคลุมถึงคุณภาพและความหลากหลายของการปฏิสัมพันธ์ในสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ดิจิทัล โดยมีความตั้งใจในการใช้งานระบบ (BI) เป็นตัวแปรตาม เป็นการศึกษาระหว่างทฤษฎีการยอมรับเทคโนโลยีกับการทำความเข้าใจพฤติกรรมของผู้ใช้เทคโนโลยีการศึกษาสมัยใหม่ในบริบทของห้องเรียนเสมือนจริงที่ขับเคลื่อนด้วยเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ ซึ่งแสดงรายละเอียดไว้ในรูปที่ 1 ซึ่งจะมีประโยชน์ต่อการพัฒนานโยบายและกลยุทธ์การนำเทคโนโลยีมาใช้ในการศึกษาระดับอุดมศึกษาอย่างมีประสิทธิภาพ



รูปที่ 1 กรอบแนวคิดงานวิจัย

3.2 ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยนี้ ผู้วิจัยดำเนินการเก็บข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาระดับอุดมศึกษาในประเทศไทยจำนวนทั้งสิ้น 709 คน โดยเก็บข้อมูลระหว่างเดือนมีนาคมถึงเดือนเมษายน พ.ศ.2568 ซึ่งคำนวณขนาดกลุ่มตัวอย่างตามหลักเกณฑ์ของ Hair et al. (2010, p. 761) ที่แนะนำให้มีขนาด 10-20 เท่าของจำนวนข้อคำถาม ซึ่งงานวิจัยนี้มี 24 ข้อ จึงกำหนดกลุ่มตัวอย่างขั้นต่ำที่ 240-480 คน ผู้วิจัยใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบไม่อาศัยความน่าจะเป็นด้วยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบสมัครใจ โดยเผยแพร่แบบสอบถามออนไลน์รวมถึงส่งต่อลิงก์ไปยังเครือข่ายในสถาบันอุดมศึกษาต่างๆ ทั่วประเทศ มีการเก็บข้อมูลเกี่ยวกับภูมิภาคที่สถาบันการศึกษาตั้งอยู่ (ภาคเหนือ ภาคกลาง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคตะวันออก และภาคใต้) ได้แบบสอบถามที่สมบูรณ์ทั้งสิ้น 709 ฉบับ ซึ่งเครื่องมือที่ใช้เป็นแบบสอบถามออนไลน์ แบ่งเป็น 2 ส่วน คือ ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบ และข้อคำถามเกี่ยวกับปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการยอมรับห้องเรียนเสมือนจริงที่ขับเคลื่อนด้วยปัญญาประดิษฐ์ ในรูปแบบมาตราส่วนลิเคิร์ต 5 ระดับ (Likert scale) ซึ่งครอบคลุมตัวแปรทั้งหมด 8 ตัว โดยใช้ข้อคำถามรวมทั้งสิ้น 24 ข้อ รายละเอียดตารางที่ 1 โดยแบบสอบถามได้ผ่านการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาจากผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีการศึกษา และด้านเทคโนโลยี 3 ท่าน มีค่า IOC รายข้ออยู่ระหว่าง 0.67-1.00 และค่าเฉลี่ย IOC ทั้งฉบับเท่ากับ 0.89 และผลการตรวจสอบความเชื่อมั่นของเครื่องมือโดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์อัลฟาของครอนบาค (Cronbach's alpha) เท่ากับ 0.922 ซึ่งอยู่ในระดับความเชื่อมั่นสูงมาก และเหมาะสมต่อการนำไปใช้ในงานวิจัยเชิงปริมาณ

ตารางที่ 1 ข้อคำถาม

ตัวแปรแฝง (Latent variable)	รายการข้อคำถาม (Observed items)
PE	PE1: ห้องเรียนเสมือนจริงช่วยให้ฉันเรียนรู้ได้ดีขึ้น
	PE2: ระบบช่วยให้ฉันทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น
	PE3: การใช้ระบบช่วยเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของฉัน
EE	EE1: การเรียนรู้วิธีใช้ห้องเรียนเสมือนจริงเป็นเรื่องง่ายสำหรับฉัน
	EE4: การใช้ระบบนี้ไม่ซับซ้อน
	EE5: ฉันสามารถใช้ระบบนี้ได้โดยไม่ต้องมีความช่วยเหลือมากนัก
FC	FC1: ฉันมีทรัพยากรที่จำเป็นเพียงพอในการใช้งานระบบ
	FC2: ฉันสามารถเข้าถึงความช่วยเหลือทางเทคนิคเมื่อจำเป็น
	FC5: สภาพแวดล้อมสนับสนุนการใช้งานระบบนี้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ
BI	BI2: ฉันมีความตั้งใจที่จะใช้งานห้องเรียนเสมือนจริงในอนาคต
	BI4: ฉันยินดีที่จะใช้งานระบบนี้อีกในภายหลัง
	BI5: ฉันจะแนะนำระบบนี้ให้ผู้อื่นใช้งาน
AT	AT1: ฉันมีทัศนคติเชิงบวกต่อการใช้ระบบที่ขับเคลื่อนด้วย AI
	AT2: การเรียนรู้ผ่านระบบนี้เป็นเรื่องที่ฉันเห็นด้วย
	AT4: ฉันเชื่อว่าการใช้ AI ในการเรียนเป็นสิ่งที่เหมาะสม
TR	TR2: ฉันไว้วางใจว่าระบบ AI ให้ข้อมูลที่น่าเชื่อถือ
	TR3: ฉันเชื่อว่าระบบมีความปลอดภัยต่อข้อมูลส่วนบุคคลของฉัน
	TR5: ฉันรู้สึกว่าระบบ AI มีความโปร่งใสในการให้คำแนะนำ
IY	IY2: ฉันสามารถโต้ตอบกับเนื้อหาได้อย่างเหมาะสม
	IY4: ระบบช่วยให้ฉันสื่อสารกับผู้สอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ
	IY5: ฉันสามารถมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนร่วมชั้นผ่านระบบได้ดี
IM	IM3: ฉันรู้สึกเหมือนมีส่วนร่วมอยู่ในห้องเรียนเสมือนจริง
	IM4: ระบบช่วยให้ฉันรู้สึกมีประสบการณ์ที่สมจริง
	IM5: ฉันรู้สึกเหมือนอยู่ในสภาพแวดล้อมการเรียนรู้จริง

3.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลในงานวิจัยนี้ ได้แก่ การวิเคราะห์โมเดลการวัด (Measurement model) และการวิเคราะห์โมเดลสมการเชิงโครงสร้าง โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปสำหรับการวิเคราะห์โมเดลสมการเชิงโครงสร้าง (SEM) ทั้งนี้การวิเคราะห์โมเดลการวัดจะใช้เพื่อประเมินคุณภาพของตัวชี้วัดแต่ละตัวแปรแฝง โดยพิจารณาค่าน้ำหนักองค์ประกอบ (Factor loading) ค่าเฉลี่ยความแปรปรวนที่อธิบายได้ (AVE) และค่าความเชื่อมั่นรวม (CR) เพื่อยืนยันความตรงเชิงโครงสร้าง และความเที่ยงของเครื่องมือ ส่วนการวิเคราะห์โมเดลสมการเชิงโครงสร้างจะใช้เพื่อทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแฝงตามกรอบแนวคิดที่กำหนด โดยประเมินความกลมกลืนของโมเดลกับข้อมูลด้วยดัชนีความสอดคล้องกลมกลืน (Model fit indices) เช่น ค่า χ^2/df, CFI, TLI, RMSEA, SRMR เป็นต้น และพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์ทางสถิติ (Path coefficients) เพื่อยืนยันหรือปฏิเสธสมมติฐานของการวิจัย

4. ผลการวิจัย

4.1 ผลวิเคราะห์ข้อมูลของกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วยเพศชายจำนวน 240 คน เพศหญิงจำนวน 381 คน และผู้ที่ไม่ประสงค์ระบุเพศจำนวน 88 คน โดยมีช่วงอายุของกลุ่มตัวอย่าง ส่วนใหญ่มีอายุน้อยกว่า 30 ปี จำนวน 316 คน รองลงมาคือช่วงอายุ 30–39 ปี จำนวน 218 คน และช่วงอายุ 40–49 ปี จำนวน 109 คน ขณะที่ช่วงอายุ 50–60 ปี จำนวน 39 คน และมากกว่า 60 ปี จำนวน 19 คน โดยมีผู้ไม่ประสงค์ระบุอายุ จำนวน 8 คน ในด้านระดับการศึกษา พบว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีวุฒิการศึกษาระดับปริญญาตรี จำนวน 281 คน รองลงมาคือระดับต่ำกว่าหรือกำลังศึกษาปริญญาตรี จำนวน 184 คน และระดับปริญญาโท จำนวน 135 คน ขณะที่ผู้มีวุฒิระดับปริญญาเอก จำนวน 70 คน และผู้ที่ไม่ประสงค์ระบุระดับการศึกษา จำนวน 39 คน

4.2 ผลการวิเคราะห์แบบจำลองสมการเชิงโครงสร้าง

ตารางที่ 2 ค่าดัชนี Heterotrait–Monotrait Ratio (HTMT) ของตัวแปรแฝง

ตัวแปร	PE	EE	FC	BI	AT	TR	IY	IM
PE	1.000							
EE	0.703	1.000						
FC	0.833	0.658	1.000					
BI	0.754	0.589	0.889	1.000				
AT	0.744	0.496	0.643	0.620	1.000			
TR	0.818	0.724	0.770	0.748	0.596	1.000		
IY	0.784	0.749	0.551	0.533	0.404	0.676	1.000	
IM	0.889	0.698	0.615	0.614	0.588	0.719	0.842	1.000

เพื่อประเมินความตรงจำแนก (Discriminant validity) ระหว่างตัวแปรแฝงในแบบจำลองการวัด งานวิจัยนี้ได้ใช้ดัชนี HTMT ซึ่งเป็นเกณฑ์ที่ได้รับการยอมรับในวงกว้างจากงานของ Henseler et al. (2015, pp. 115 -135) โดยค่า HTMT ที่เหมาะสมควรมีค่าน้อยกว่า 0.90 เพื่อแสดงว่าตัวแปรแฝงแต่ละตัวสามารถแยกแยะจากกันได้อย่างชัดเจน จากผลการวิเคราะห์ พบว่า ค่าดัชนี HTMT ของทุกคู่ตัวแปรในแบบจำลองอยู่ในช่วงระหว่าง 0.404 ถึง 0.889 ซึ่งต่ำกว่า เกณฑ์ที่กำหนดทั้งหมด จึงสามารถสรุปได้ว่าโมเดลการวัดมีความตรงจำแนกที่ดี และไม่มีปัญหาความซ้ำซ้อนของแนวคิด ระหว่างตัวแปรแฝงต่าง ๆ ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของตัวแปร (CFA)

Latent	Item	Mean	SD	R^2	Cronbach's **α**	McDonald's **ω**	Factor Loading	AVE	CR
PE	PE1	4.140	0.688	0.700	0.918	0.918	0.836	0.351	0.764
	PE2	4.110	0.722	0.669	0.918	0.918	0.818		
	PE3	4.050	0.774	0.483	0.919	0.92	0.695		
EE	EE1	4.110	0.874	0.728	0.918	0.919	0.853	0.695	0.826
	EE4	4.100	0.871	0.814	0.917	0.919	0.902		
	EE5	4.070	0.884	0.753	0.918	0.919	0.868		
FC	FC1	3.960	0.760	0.574	0.918	0.919	0.758	0.442	0.727
	FC2	4.040	0.715	0.672	0.918	0.919	0.820		
	FC5	3.970	0.781	0.590	0.918	0.919	0.768		
BI	BI2	4.020	0.760	0.595	0.918	0.919	0.772	0.638	0.813
	BI4	3.930	0.777	0.627	0.918	0.919	0.791		
	BI5	4.00	0.79	0.643	0.918	0.919	0.801		
AT	AT1	4.210	0.725	0.672	0.919	0.920	0.82	0.638	0.813
	AT2	4.170	0.732	0.587	0.919	0.919	0.766		
	AT4	4.170	0.730	0.656	0.919	0.920	0.810		
TR	TR2	4.030	0.780	0.588	0.919	0.920	0.767	0.518	0.697
	TR3	4.00	0.807	0.597	0.918	0.919	0.773		
	TR5	3.860	0.910	0.601	0.919	0.920	0.775		
IY	IY2	3.960	0.883	0.615	0.919	0.920	0.784	0.579	0.697
	IY4	4.200	0.754	0.570	0.920	0.921	0.755		
	IY5	4.100	0.844	0.551	0.920	0.921	0.742		
IM	IM3	4.070	0.752	0.785	0.918	0.919	0.886	0.769	0.694
	IM4	4.150	0.729	0.781	0.92	0.921	0.884		
	IM5	3.930	0.781	0.793	0.918	0.919	0.890		

การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory Factor Analysis: CFA) ใช้เพื่อตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือวัดในเชิงโครงสร้าง โดยพิจารณาจากค่าน้ำหนักองค์ประกอบ (Factor loading) ค่าความเชื่อมั่น (Cronbach's **α** และ McDonald's **ω**) ค่าความแปรปรวนที่อธิบายได้ (R^2) ค่าความแปรปรวนเฉลี่ยที่สกัดได้ (AVE) และค่าความเชื่อมั่นรวมของตัวแปรแฝง (CR) จากผลการวิเคราะห์พบว่า ค่าน้ำหนักองค์ประกอบ (Factor loading) ของข้อคำถามทั้ง 24 ข้ออยู่ระหว่าง 0.695 ถึง 0.902 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำที่แนะนำ (>0.60) แสดงถึงคุณภาพของตัวชี้วัด ค่าความเชื่อมั่นของแต่ละตัวแปรแฝงอยู่ในระดับดีถึงดีมาก โดยค่าความเชื่อมั่น (Cronbach's **α** และ McDonald's **ω**), ส่วนใหญ่มากกว่า 0.70 สำหรับค่า AVE ของตัวแปรส่วนใหญ่ เช่น EE, FC, BI, AT และ IM มีค่าเกิน 0.50 ตามเกณฑ์มาตรฐาน ขณะที่ตัวแปร PE มีค่าความแปรปรวนเฉลี่ยที่สกัดได้ (AVE) เท่ากับ 0.351 ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์ แต่ค่าความเชื่อมั่นรวมของตัวแปรแฝง (CR) ยังอยู่ในเกณฑ์ดีที่ 0.764 และค่าน้ำหนักองค์ประกอบ (Factor loading) อยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสม จึงสามารถยอมรับได้ว่าแบบสอบถามมีความตรงเชิงโครงสร้างที่ดีในภาพรวม ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 4 ดัชนีความสอดคล้องกลมกลืนของแบบจำลองการวัด

ดัชนี	เกณฑ์ที่ใช้พิจารณา	ค่าที่ได้	ผลการพิจารณา
χ^2 / df	< 3.00	2.830	ผ่านเกณฑ์
GFI	> 0.80	0.846	ผ่านเกณฑ์
AGFI	> 0.80	0.812	ผ่านเกณฑ์
CFI	> 0.90	0.998	ผ่านเกณฑ์
NFI	> 0.90	0.994	ผ่านเกณฑ์
NNFI (TLI)	> 0.90	0.997	ผ่านเกณฑ์
RMSEA	< 0.08	0.048	ผ่านเกณฑ์

นอกจากนี้ ได้ทำการประเมินความกลมกลืนของโมเดลการวัดกับข้อมูลเชิงประจักษ์โดยใช้ดัชนีความสอดคล้องกลมกลืนของโมเดล (Model fit indices) โดยผลการวิเคราะห์พบว่าโมเดลมีค่าดัชนี χ^2/df เท่ากับ 2.83 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ (น้อยกว่า 3.00) ตามเกณฑ์ของ Hu and Bentler (1999, pp. 1-55) และ Hair et al. (2014, pp. 106-121) ส่วนค่า RMSEA เท่ากับ 0.048 และดัชนีค่า ความพอดีเชิงเปรียบเทียบ ได้แก่ ค่า CFI = 0.998, TLI = 0.997, IFI = 0.998 และ NFI = 0.994 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 0.90 แสดงให้เห็นว่า โมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลในระดับดีมาก ดัชนี GFI = 0.846 และ AGFI = 0.812 ก็อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้เช่นกัน โมเดลการวัดของงานวิจัยนี้มีความกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ในระดับดีมาก ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 5 ผลการทดสอบสมมติฐาน

สมมติฐาน	ค่าสัมประสิทธิ์ (β)	ค่า p-value	ผลการทดสอบ
H1: PE -> BI	-0.911	0.009**	สนับสนุนสมมติฐาน
H2: EE -> BI	0.406	0.018*	สนับสนุนสมมติฐาน
H3: FC -> BI	0.465	< .001***	สนับสนุนสมมติฐาน
H4: AT -> BI	0.427	0.012*	สนับสนุนสมมติฐาน
H5: IM -> BI	0.614	< .001***	สนับสนุนสมมติฐาน
H6: TR -> BI	0.938	< .001***	สนับสนุนสมมติฐาน
H7: IY -> BI	0.479	0.004**	สนับสนุนสมมติฐาน
H8: PE -> AT	0.971	< .001***	สนับสนุนสมมติฐาน
H9: EE -> AT	0.304	0.037*	สนับสนุนสมมติฐาน
H10: FC -> AT	-1.839	0.034*	**ไม่สนับสนุนสมมติฐาน**

หมายเหตุ * p < .05, ** p < .01, *** p < .001

จากผลการวิเคราะห์แบบจำลองสมการเชิงโครงสร้าง พบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแฝงส่วนใหญ่มีนัยสำคัญทางสถิติในระดับ 0.05 โดยตัวแปรที่ส่งผลต่อความตั้งใจในการใช้งานห้องเรียนเสมือนจริง (BI) อย่างมีนัยสำคัญ ได้แก่ ความคาดหวังต่อผลสัมฤทธิ์ (PE) (β = -0.911, p < 0.01) ความคาดหวังต่อความง่ายในการใช้งาน (EE) (β = 0.406, p < 0.05) สภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการใช้งาน (FC) (β = 0.465, p < 0.001) ทัศนคติต่อการเรียนรู้ผ่านระบบ AI (AT) (β = 0.427, p < 0.05) ความมีส่วนร่วมในโลกเสมือนจริง (IM) (β = 0.614, p < 0.001) ความไว้วางใจในระบบ AI (TR) (β = 0.938, p < 0.001) และปฏิสัมพันธ์ในระบบการเรียนรู้ (IY) (β = 0.479, p < 0.01) ขณะที่ความคาดหวังต่อผลสัมฤทธิ์ (PE) ความคาดหวังต่อความง่ายในการใช้งาน (EE) และสภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการใช้งาน (FC) ยังส่งผลทางอ้อมต่อความตั้งใจใช้งานผ่านตัวแปรทัศนคติ (AT) ด้วย โดยเฉพาะเส้นทาง H8: PE -> AT (β = 0.971, p < 0.001) และ H9: EE -> AT (β = 0.304, p < 0.05) ที่มีผลเชิงบวกอย่างมี นัยสำคัญขณะที่เส้นทาง H10: FC -> AT กลับพบค่าสัมประสิทธิ์เป็นลบ (β = -1.839, p < 0.05) ซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมติฐานที่ ตั้งไว้ ทำให้สมมติฐานดังกล่าวไม่ได้รับการสนับสนุน สรุปได้ว่า สมมติฐานส่วนใหญ่ของการวิจัยได้รับการยืนยันเชิงสถิติ ดังตารางที่ 5

5. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

จากการวิเคราะห์ข้อมูลของกลุ่มตัวอย่างนักศึกษาระดับอุดมศึกษาในประเทศไทยจำนวน 709 คน พบว่า ตัวแปรที่ส่งผลต่อความตั้งใจในการใช้งานห้องเรียนเสมือนจริงที่ขับเคลื่อนด้วยเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์อย่างมีนัยสำคัญ ได้แก่ ความคาดหวังต่อความง่ายในการใช้งานซึ่งส่งผลทั้งทางตรงต่อความตั้งใจใช้งาน และทางอ้อมผ่านทัศนคติของผู้เรียน สภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการใช้งานส่งผลโดยตรงต่อความตั้งใจใช้งานแต่ไม่ส่งผลต่อทัศนคติ ขณะที่ทัศนคติต่อระบบมีอิทธิพลต่อความตั้งใจใช้งานอย่างชัดเจน นอกจากนี้ยัง พบว่า ความมีส่วนร่วมในโลกเสมือนจริง ความไว้วางใจในเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์และปฏิสัมพันธ์ ในการเรียนรู้ต่างส่งผลในเชิงบวกต่อความตั้งใจใช้งานเช่นกัน ผลลัพธ์นี้สะท้อนให้เห็นว่าแบบจำลองการวิจัยสามารถอธิบายพฤติกรรมของผู้เรียนได้อย่างครอบคลุม โดยเฉพาะในบริบทของการใช้เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ และสภาพแวดล้อมเสมือนจริงเพื่อการศึกษา

เมื่อพิจารณารายละเอียดเพิ่มเติม พบว่า สมมติฐานที่ได้รับการสนับสนุนมีความสอดคล้องกับข้อคำถามที่ผู้เรียน ตอบในระดับเห็นด้วยสูง เช่น “ระบบช่วยให้ฉันทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น” และ “การเรียนรู้วิธีใช้ห้องเรียนเสมือนจริงเป็นเรื่องง่ายสำหรับฉัน” ซึ่งสะท้อนถึงความมั่นใจของผู้เรียนที่มีต่อประโยชน์ของระบบและความง่ายในการใช้งาน ปัจจัยเหล่านี้มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการยอมรับเทคโนโลยีการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิดของ Venkatesh et al. (2012, pp. 157-178) และได้รับการยืนยันจาก Gupta (2024, pp. 458-464) ที่ชี้ว่า ความคาดหวังต่อผลสัมฤทธิ์และความง่ายในการใช้งานเป็น ตัวทำนายหลักของการยอมรับนวัตกรรมในสภาพแวดล้อมการศึกษาแบบดิจิทัล ขณะเดียวกัน ความไว้วางใจในระบบ AI ก็เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ได้รับการสนับสนุนอย่างชัดเจน โดยผู้เรียนแสดงความเชื่อมั่น ในด้านความปลอดภัยและความน่าเชื่อถือของระบบผ่านข้อคำถาม เช่น “ฉันเชื่อว่าระบบมีความปลอดภัยต่อ ข้อมูลส่วนบุคคลของฉัน” ซึ่งผลนี้สอดคล้องกับข้อค้นพบของ Nasir et al. (2024, pp. 187–200) ที่เน้นบทบาทของความไว้วางใจในระบบ AI ในการส่งเสริมพฤติกรรมการใช้งานเทคโนโลยี การเรียนรู้โดยเฉพาะเมื่อระบบนั้นมีระดับของความเป็นอัตโนมัติสูงและเกี่ยวข้องกับข้อมูลส่วนบุคคล นอกจากนี้ ความมีส่วนร่วมในโลกเสมือนจริง และปฏิสัมพันธ์ในระบบการเรียนรู้ก็แสดงอิทธิพลอย่างมีนัยสำคัญต่อความตั้งใจในการใช้งาน ซึ่งสอดคล้องกับข้อคำถามที่เกี่ยวข้องกับการรู้สึกเป็นส่วนหนึ่งของห้องเรียนและการมีปฏิสัมพันธ์กับเนื้อหาและผู้อื่น เช่น “ฉันรู้สึกเหมือนมีส่วนร่วมอยู่ในห้องเรียนเสมือนจริง” และ “ฉันสามารถโต้ตอบกับเนื้อหาได้อย่างเหมาะสม” ผลลัพธ์นี้ยืนยันแนวคิดของ Kalinkara and Özdemir (2023, pp. 319–336) ที่กล่าวว่า ประสบการณ์การมีส่วนร่วม และปฏิสัมพันธ์ในระดับสูงช่วยเสริมสร้าง ความผูกพันของผู้เรียนกับระบบ และกระตุ้นให้เกิดการใช้งานต่อเนื่อง ในขณะที่สมมติฐานเดียวที่ไม่ได้รับการสนับสนุนคือ ความสัมพันธ์ระหว่างสภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการใช้งานกับทัศนคติ ซึ่งแสดงผลในทิศทางลบ ทั้งที่ข้อคำถาม เช่น “สภาพแวดล้อมสนับสนุนการใช้งานระบบนี้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ” ได้รับค่าคะแนนเฉลี่ยในระดับค่อนข้างสูง ปรากฏการณ์นี้อาจเกิดจากการที่ผู้เรียนรับรู้ถึงการมีเครื่องมือหรือการสนับสนุนภายนอกในเชิงโครงสร้าง แต่สิ่งเหล่านั้นไม่ได้ส่งผลโดยตรงต่อความรู้สึกเชิงบวกต่อระบบมากเท่ากับประสบการณ์การใช้งานที่เกิดขึ้นจริงภายในระบบ เช่น ความสนุก ความมั่นใจ หรือการเห็น ประโยชน์ทันที ข้อค้นพบนี้จึงชี้ให้เห็นว่า ในการออกแบบระบบห้องเรียนเสมือนจริงที่ขับเคลื่อนด้วยปัญญาประดิษฐ์ ไม่ควรมุ่งเน้นเพียงการ เตรียมพร้อมด้านเทคโนโลยีหรือโครงสร้างพื้นฐานเท่านั้น แต่ต้องคำนึงถึงประสบการณ์ของผู้เรียนในมิติที่เป็นอารมณ์ ความเชื่อมั่น และคุณค่าทางจิตใจร่วมด้วย

6. ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัยนี้ ผู้วิจัยเสนอแนะให้มีการพัฒนาระบบห้องเรียนเสมือนจริงที่ขับเคลื่อนด้วยปัญญาประดิษฐ์ ให้ตอบสนองความต้องการของผู้เรียนได้ลึกซึ้งยิ่งขึ้น โดยเฉพาะในรายวิชาที่มีลักษณะเฉพาะ เช่น รายวิชาด้านภาษา การออกแบบ หรือการเขียนโปรแกรม ซึ่งมีความต้องการสูงด้านการโต้ตอบและคำแนะนำเฉพาะบุคคล งานวิจัยในอนาคตควรทดลองออกแบบระบบที่ผสานเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์เข้ากับสถานการณ์จำลอง หรือระบบการเรียนรู้แบบอิงบริบท เพื่อเพิ่มระดับการมีส่วนร่วมของผู้เรียนและส่งเสริมทัศนคติเชิงบวกต่อเทคโนโลยีการเรียนรู้ นอกจากนี้ควรมีการศึกษาวิจัยในกลุ่มตัวอย่างที่เฉพาะเจาะจงมากขึ้น เช่น นักศึกษาระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 1 ซึ่งยังไม่มีประสบการณ์กับเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์หรือผู้เรียนในสาขาวิชาที่ใช้เทคโนโลยีอย่างเข้มข้น เช่น วิศวกรรมศาสตร์หรือ นิเทศศาสตร์ เพื่อเปรียบเทียบการตอบสนองต่อห้องเรียนเสมือนจริงในแต่ละบริบท อีกทั้งควรพัฒนาเกณฑ์การประเมินระบบที่หลากหลายมากขึ้นในอนาคต เช่น ความไว้วางใจระยะยาว ความรู้สึกเป็นเจ้าของในระบบหรือแนวโน้มการกลับมาใช้งานซ้ำ เพื่อใช้เป็นกรอบในการพัฒนาแพลตฟอร์มการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพและยั่งยืน สอดคล้องกับพฤติกรรมผู้เรียนในโลกยุคดิจิทัล

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้ผ่านการพิจารณาจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคน มหาวิทยาลัยศรีปทุม ตามหนังสือรับรองจริยธรรมการวิจัยในคน เลขที่ COA. No. SPUIRB-2024-0139 เมื่อวันที่ 15 ตุลาคม พ.ศ. 2567 คณะวิจัยขอขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิและผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่าน ในการสนับสนุนทุกด้านเพื่อให้การวิจัยฉบับนี้สำเร็จ

เอกสารอ้างอิง

Ali, I., & Warraich, N. F. (2023). Use and acceptance of technology with academic and digital libraries context: A meta-analysis of UTAUT model and future direction. *Journal of Librarianship and Information Science, 56*(4), 965-977.

Almusaed, A., Almssad, A., Yitmen, I., & Homod, R. Z. (2023). Enhancing student engagement: Harnessing "AIED"'s power in hybrid education—A review analysis. *Education Sciences, 13*(7), 1-24.

Alnasib, B. N. M. (2023). Factors affecting faculty members' readiness to integrate artificial intelligence into their teaching practices: A study from the Saudi higher education context. *International Journal of Learning Teaching and Educational Research, 22*(8), 465-491.

Du, W., & Liang, R. Y. (2024). Teachers' continued VR technology usage intention: An application of the UTAUT2 model. *SAGE Open*. *14*(1), 1-17.

Gupta, T. R. (2024). Adaptive learning systems: harnessing ai to personalize educational outcomes. *International Journal For Science Technology And Engineering*. 12(9), 458-464.

Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., & Anderson, R. E. (2010). *Multivariate data analysis* (7th ed.). Pearson.

Hair Jr, J. F., Hult, G. T. M., Ringle, C., & Sarstedt, M. (2014). Partial least squares structural equation modeling (PLS-SEM): An emerging tool in business research. *European Business Review, 26*(2), 106-121.

Henseler, J., Ringle, C. M., & Sarstedt, M. (2015). A new criterion for assessing discriminant validity in variance-based structural equation modeling. *Journal of the Academy of Marketing Science, 43*, 115-135.

Hu, L. T., & Bentler, P. M. (1999). Cutoff criteria for fit indexes in covariance structure analysis: Conventional criteria versus new alternatives. *Structural Equation Modeling, 6*, 1-55.

Jang, S., Kang, H., Chen, Y., & Kim, H. (2024). The impact of UTAUT2-based artificial intelligence technology on user satisfaction through actual system use. *Global Convergence Research Academy, 3*(2), 101-113.

Kalınkara, Y., & Özdemir, O. (2023). Anatomy in the metaverse: Exploring student technology acceptance through the UTAUT2 model. *Anatomical Sciences Education, 17*(2), 319-336.

Makransky, G., & Lilleholt, L. (2018). A structural equation modeling investigation of the emotional value of immersive virtual reality in education. *Educational Technology Research and Development, 66*(5), 1141-1164.

Nasir, S. M., Hashim, M. E. A. H., Chee, K. N., Kamaruddin, N. H., Wibawanto, W., & Hanapiah, M. L. H. M. (2024). Enhancing student engagement in learning management systems through exploration of avatars in virtual classrooms: A systematic review. *Journal of Advanced Research in Applied Sciences and Engineering Technology. 61*(4), 187-200.

Ofosu-Ampong, K. (2024). Beyond the hype: Exploring faculty perceptions and acceptability of AI in teaching practices. *Discover Education, 3*(1), 1-16.

Perez, R. C. L. (2024). AI in higher education: Faculty perspective towards artificial intelligence through UTAUT approach. *Ho Chi Minh City Open University Journal of Science - Social Sciences, 14*(4), 32-50.

Perez, R. C. L. (2024). AI in higher education: Faculty perspective towards artificial intelligence through UTAUT approach. *Ho Chi Minh City Open University Journal of Science - Social Sciences, 14*(4), 32-50.

Radianti, J., Majchrzak, T. A., Fromm, J., & Wohlgenannt, I. (2020). A systematic review of immersive virtual reality applications for higher education: Design elements, lessons learned, and research agenda. *Computers & Education, 147*, 1-29.

Robinos, J. R., Binhamza, M. H., Casyao, I. M., Combis, H., Melgar, S. M., Sora, L., & Austria, M. G. (2024). Examining attitudes and perceived usefulness of AI integration in teaching and learning processes. *Journal of Interdisciplinary Perspectives, 2*(12), 619-626.

Saini, M., Sengupta, E., Singh, M., Singh, H., & Singh, J. (2022). Sustainable development goal for quality education (SDG 4): A study on SDG 4 to extract the pattern of association among the indicators of SDG 4 employing a genetic algorithm. *Education and Information Technologies, 28*(2), 2031-2069.

Sangarsu, R. R. (2023). Enhancing student engagement in learning with modern web and AI technologies. *International Journal of Science and Research (IJSR), 12*(10), 1439-1442.

Sari, H., Tumanggor, B., & Efron, D. (2024). Improving educational outcomes through adaptive learning systems using AI. *International Transactions on Artificial Intelligence*. *3*(1), 21-31.

Tantiathimongkhon, T., Ketcham, M., & Rattanasiriwongwut, M. (2025). AI-driven language learning platform for Thai learners: A design thinking approach. In *2025 IEEE International Conference on Cybernetics and Innovations (ICCI)* (pp. 1-6). IEEE.

Venkatesh, V., Thong, J. Y. L., & Xu, X. (2012). Consumer acceptance and use of information technology: Extending the unified theory of acceptance and use of technology. *MIS Quarterly, 36*(1), 157-178.

Weng, X., Ye, H., Dai, Y., & Ng, O. (2024). Integrating artificial intelligence and computational thinking in educational contexts: A systematic review of instructional design and student learning outcomes. *Journal of Educational Computing Research*. *62*(6), 1420-1450.

Xu, S., Chen, P., & Zhang, G. (2024). Exploring Chinese university educators' acceptance and intention to use AI tools: An application of the UTAUT2 model. *SAGE Open, 14*(4), 1-13.

Yassin, A. A., & Mabanja, A. (2024). Integrating information processing theory with artificial intelligence for enhanced learning outcomes. *1*(1), 1–13.

Zaharuddin, N., Yu, N. C., & Yao, G. (2024). Enhancing student engagement with AI-driven personalized learning systems. *International Transactions on Education Technology (ITEE), 3*(1), 1-8.

Zaragoza, Z. L. (2023). Faculty awareness and attitudes towards ChatGPT integration in higher education. *International Multidisciplinary Research Journal, 5*(4), 157-168.

“ข้อคิดเห็น เนื้อหา รวมทั้งการใช้ภาษาในบทความถือเป็นความรับผิดชอบของผู้เขียน”

Research article

การพัฒนาบทเรียนออนไลน์ เรื่อง การสร้างภาพ AI ด้วยโปรแกรม RECRAFT.AI สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยการสร้างสรรค์ชิ้นงาน

THE DEVELOPMENT OF ONLINE TUTORIALS ON CREATING AI IMAGES WITH RECRAFT.AI BASED ON CONSTRUCTIONISM THEORY FOR GRADE 12 STUDENTS

ภัทราวดี ยังเพ็ง* อรอุมา วงคำจันทร์ ลาวัณย์ ดุลยชาติ และสุรจักษ์ พิริยะเชิดชูชัย
Phattarawadee Youngpeng*, Onuma Wongkomjan, Lawan Dulyachart, and Surajak Piriyacherdchoochai
Phattarawadee.yo@ksu.ac.th, Onuma.wn@ksu.ac.th, Lawan.du@ksu.ac.th, and Surajak.pi@ksu.ac.th
วิชาเอกคอมพิวเตอร์ สาขาวิชานวัตกรรมการจัดการเรียนรู้ คณะศึกษาศาสตร์และนวัตกรรมการศึกษา มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์ จังหวัดกาฬสินธุ์ 46230 ประเทศไทย
Computer Major, Program in Learning Management Innovation, Faculty of Education and Educational Innovation, Kalasin University, Kalasin Province, Kalasin 46230 Thailand

Journal of Industrial Education. 2025, Vol. 24 (No. 2), **https://doi.org/10.55003/JIE.24212**
Received: July 23, 2025, | **Revised:** August 14, 2025, | **Accepted:** August 24, 2025

Citation reference :
Youngpeng, P., Wongkomjan, O., Dulyachart, L., & Piriyacherdchoochai, P. (2025). The development of online tutorials on creating ai images with recraft.ai based on constructionism theory for grade 12 students. **Journal of Industrial Education, 24**(2), 78-88.

ABSTRACT

This research aimed to develop and evaluate the quality of online lessons on AI image creation using the Recraft.AI program, based on constructionism theory, for Grade 12 students. It also aims to compare students' learning achievement before and after engaging with the lesson. Additionally, the study examined the appropriateness of the online lesson and the students' satisfaction with it. The lesson was developed following the addie model and presented in various multimedia formats, including text, still images, animations, videos, and narrated audio, aligned with the constructionism approach. The sample group consisted of 20 grade 12 students selected through cluster random sampling. This learning management format can increase the sample group's interest in learning, enjoyment, enthusiasm for learning, and creativity in creating images with AI. The research instruments included the online lesson, an appropriateness evaluation form, a learning achievement test, and a student satisfaction questionnaire. The findings revealed that the overall quality of the online lesson was rated at a good level ($\bar{x}$ = 4.21, SD = 0.43). The efficiency index of the lesson was 83.00/83.00, meeting the specified criteria. Students' post-learning achievement scores ($\bar{x}$ = 8.30) were significantly higher than their pre-learning scores ($\bar{x}$ = 6.10) at the 0.5 statistical significance level. Furthermore, student satisfaction with the online lesson was at the highest level ($\bar{x}$ = 4.93, SD = 0.24).

Keywords: Online tutorials, AI Image creation, Recraft.AI, Constructionism theory, Grade 12 students

**Corresponding author E-mail: Phattarawadee.yo@ksu.ac.th* *ISSN: 2985-1890 (Online)*

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและประเมินคุณภาพของบทเรียนออนไลน์ เรื่อง การสร้างภาพ AI ด้วยโปรแกรม Recraft.AI ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยการสร้างสรรค์ชิ้นงาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยมุ่งเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนรวมทั้งศึกษาความเหมาะสมของบทเรียนออนไลน์และศึกษาความพึงพอใจของบทเรียนออนไลน์ พัฒนารูปแบบบทเรียนตามกระบวนการ Addie model บทเรียนออนไลน์ เรื่อง การสร้างภาพ AI ด้วยโปรแกรม Recraft.AI นำเสนอตามรูปแบบทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยการสร้างสรรค์ชิ้นงาน แสดงผลในรูปแบบข้อความ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว วีดิทัศน์ เสียงบรรยาย กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 20 คน โดยใช้วิธีการสุ่มแบบกลุ่ม การจัดการเรียนรู้ในรูปแบบนี้ สามารถทำให้กลุ่มตัวอย่างเกิดความสนใจในการเรียน ความสนุกสนาน มีความกระตือรือร้นในการเรียน เกิดความคิดสร้างสรรค์ในการสร้างภาพด้วย AI เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ บทเรียนออนไลน์ แบบประเมินความเหมาะสม แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียน ผลการวิจัยพบว่า ผลการประเมินคุณภาพบทเรียนออนไลน์ อยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ = 4.21, SD = 0.43) ผลการหาประสิทธิภาพบทเรียนออนไลน์ มีค่าดัชนีประสิทธิภาพเท่ากับ 83.00/83.00 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน ($\bar{X}$ = 8.30) สูงกว่าคะแนนก่อนเรียน ($\bar{X}$ = 6.10) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.5 และความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนรู้ด้วยบทเรียน อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.93, SD = 0.24).

คำสำคัญ: บทเรียนออนไลน์, ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยการสร้างสรรค์ชิ้นงาน, การสร้างภาพ AI, โปรแกรม Recraft.AI, มัธยมศึกษาปีที่ 6

1. บทนำ

ในยุคปัจจุบัน เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ (Artificial intelligence: AI) ได้เข้ามามีบทบาทสำคัญในหลากหลายด้าน หนึ่งในนั้นคือการสร้างภาพด้วย AI ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมต่าง ๆ เช่น การออกแบบกราฟิก การสร้างสื่อบันเทิง การแพทย์ และการศึกษา Phulsawat (2017, p. 5) กล่าวว่า การจัดการศึกษามุ่งเน้นให้ผู้เรียนทุกคนเรียนรู้ด้วยตนเองอย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต เรียนรู้ได้ ทุกเวลาทุกสถานที่ เรียนรู้ได้จากสื่อ และแหล่งการเรียนรู้ทุกประเภท โดยเน้นสื่อที่นักเรียนใช้ศึกษา ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง ลักษณะสื่อการเรียนรู้ที่จะนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ในปัจจุบัน มีการเชื่อมโยงกับระบบการสื่อสารที่เรียกว่า ICT ซึ่งผู้ใช้งานจะมีการเข้าถึงข้อมูลจากที่ใดก็ได้ในโลก เช่น เครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่เป็นแหล่งรวมความรู้ในรูปแบบของเอกสาร ไฮเปอร์เท็กซ์ บนเครือข่าย WWW (World wide web) ทำให้เกิดห้องเสมือน (Virtual library) ขนาดใหญ่ของโลก นอกจากนี้ แล้วเครือข่ายอินเทอร์เน็ตยังเป็นเครื่องมือที่ช่วยในการสื่อสาร ที่สะดวก รวดเร็ว กับบุคคลได้ทั่วโลก เครือข่ายอินเทอร์เน็ตจึงกลายเป็นเครื่องมือที่สำคัญในการเรียนการสอนแบบออนไลน์ (Online learning) ซึ่งเป็นรูปแบบของการเรียนการสอนในรายวิชา หรือตลอดหลักสูตรและแนวโน้มการนำ เทคโนโลยีเครือข่ายอินเทอร์เน็ตมาเป็นเครื่องมือในการจัดการเรียนการสอนแบบออนไลน์ เพิ่มในอัตราที่รวดเร็ว

จากที่ผู้วิจัยได้สัมภาษณ์ครูผู้สอน ประจำรายวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ ในปีการศึกษา 2566 ที่โรงเรียนห้วยผึ้งพิทยา ตำบลนิคมห้วยผึ้ง อำเภอห้วยผึ้ง จังหวัดกาฬสินธุ์ ผู้ศึกษาได้สำรวจบริบทในการจัดการเรียนการสอนของโรงเรียนเบื้องต้น พบว่าโรงเรียนมีศักยภาพความพร้อมด้านการเข้าถึงเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้โดยรอบบริเวณโรงเรียนเป็นอย่างดี แต่พบปัญหาว่าครูผู้สอนขาดเวลาในการพัฒนาสื่อ และสื่อไม่ตรงจุดประสงค์ของการเรียนการสอน เนื่องจากครูผู้สอนมีภาระงานด้านอื่นของโรงเรียนที่ต้องรับผิดชอบจำนวนมาก ผลที่ได้คือทำให้นักเรียนขาดความสนใจในบทเรียน ขาดความรู้ในบทเรียนใหม่ ๆ และนักเรียนยังติดโทรศัพท์มือถือ เล่นอินเทอร์เน็ต และเฟซบุ๊ค ทางโรงเรียนจึงมีความต้องการสื่อการเรียนการสอน เพื่อสร้างแรงจูงใจและกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน จึงต้องการบทเรียนออนไลน์เพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้ และทำให้นักเรียนได้มีความคิดสร้างสรรค์

จากสภาพบริบท ปัญหา ความต้องการของโรงเรียน ผู้วิจัยจึงมีวัตถุประสงค์ที่จะพัฒนาบทเรียนออนไลน์ เรื่อง การสร้างภาพ AI ด้วยโปรแกรม Recraft.AI ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 ศึกษาค่าดัชนีประสิทธิภาพของบทเรียนออนไลน์ เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังใช้กระบวนการการจัดการเรียนรู้แบบทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยการสร้างสรรค์ชิ้นงาน ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับโดยใช้การเรียนรู้แบบสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยการสร้างสรรค์ชิ้นงาน

จากหลักการที่กล่าวมาข้างต้นผู้วิจัยจึงพัฒนาบทเรียนออนไลน์ เรื่องการสร้างภาพ AI ด้วยโปรแกรม Recraft.AI ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยการสร้างสรรค์ชิ้นงาน (Constructionism) เพื่อให้นักเรียนมีความสนใจในบทเรียนสามารถนำไปศึกษานอกเวลาเรียนเองได้ด้วยตนเอง และทำให้ผู้เรียนสามารถมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเรื่องการสร้างภาพ AI ด้วยโปรแกรม Recraft.AI อันจึงส่งผลให้ผู้เรียนมีการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษาที่สูงขึ้นต่อไป

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

บทเรียนออนไลน์ เรื่อง การสร้างภาพ AI ด้วยโปรแกรม Recraft.AI ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยการสร้างสรรค์ชิ้นงาน การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องโดย Tovichit and Sirisamphan (2024, pp. 1-17) ได้กล่าวว่า ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยการสร้างสรรค์ชิ้นงาน (Constructionism) ครูจะต้องกระตุ้นให้นักเรียนถามคำถามใหม่ ๆ และแสวงหาความสัมพันธ์ใหม่ ๆ เมื่อพวกเขาค้นพบจุดประสงค์ที่ลึกซึ้งยิ่งขึ้นในการเรียนรู้ การคิดเชิงระบบให้อำนาจแก่นักเรียนในฐานะผู้สร้างการเปลี่ยนแปลงที่รู้ว่าพวกเขาสามารถส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงในเชิงบวกทั้งในปัจจุบันและอนาคต ดังนั้น ครูจึงมีส่วนร่วมในการบูรณาการความคิดของเด็กอย่างมีความหมายเข้ากับการเรียนรู้ในห้องเรียนให้ประสบการณ์ที่เป็นรูปธรรมมากขึ้นสำหรับผู้เรียน เน้นฝึกให้ผู้เรียนได้คิด Khetbanjong and Mawan (2021, Online) ได้ศึกษาทำการวิจัยเกี่ยวกับเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ AI กับการแบ่งกลุ่มข้อมูลผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้วิธีการเรียนรู้การแบ่งกลุ่มข้อมูลชนิด K-mean การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเพื่อศึกษาผลการจัดกลุ่มข้อมูลโดยใช้เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ A แบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างเป็น กลุ่มเก่ง กลุ่มปานกลาง กลุ่มอ่อน และเพื่อศึกษาผลการจัดกลุ่มข้อมูลโดยใช้ เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ AI แบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของรายวิชาเป็น กลุ่มเด่น กลุ่มกลาง กลุ่มด้อย กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ปี เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ AI โดยใช้วิธีการเรียนรู้การแบ่งกลุ่มข้อมูลชนิด K-mean ผลการวิจัย พบว่า การแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างเป็น กลุ่มเก่ง 11 คน กลุ่มปานกลาง 11 คน กลุ่มก่อน 11 คน และการ แบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของรายวิชาเป็น กลุ่มเด่น 4 รายวิชา กลุ่มกลาง 3 รายวิชา กลุ่มด้อย 3 รายวิชา โดยมีรายวิชาที่เด่นสุดคือ วิชาประวัติศาสตร์ รองลงมาคือ วิชาการงานอาชีพ และรายวิชาที่ด้อยสุดคือ วิชาภาษาอังกฤษ Nasongkhla (2021, pp. 112-128) ได้อธิบายว่าบทเรียนออนไลน์ที่มีประสิทธิภาพต้องคำนึงถึงการออกแบบที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ มีการสร้างปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับเนื้อหา ผู้สอน และเพื่อนร่วมชั้น รวมถึงมีกิจกรรมที่ส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ และการสร้างความรู้ด้วยตนเอง

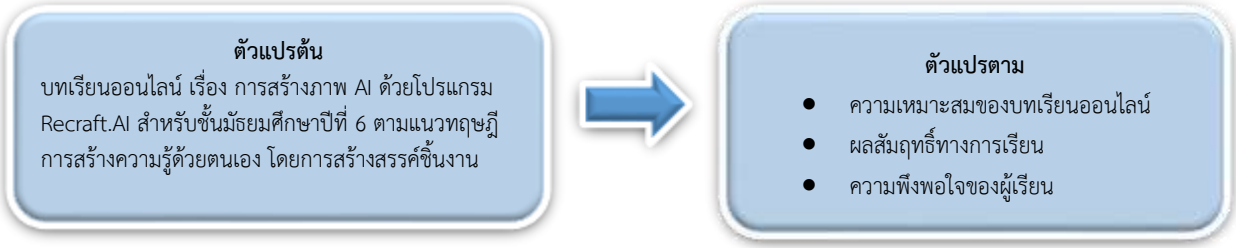
สมมติฐานการวิจัยประกอบด้วย คุณภาพของบทเรียนออนไลน์ เรื่องการสร้างภาพ AI ด้วยโปรแกรม Recraft.AI ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยการสร้างสรรค์ชิ้นงาน ที่สร้างขึ้นอยู่ในระดับดีขึ้นไป ประสิทธิภาพของบทเรียนออนไลน์ที่สร้างขึ้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด E1/E2 ไม่น้อยกว่า 80/80 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนออนไลน์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนออนไลน์ อยู่ในระดับมากขึ้นไป

3. วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi-experimental research) ดำเนินการทดลองแบบ One group pretest-posttest โดยดำเนินการตามขั้นตอนวิจัย ดังนี้

3.1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

การพัฒนาบทเรียนออนไลน์ เรื่อง การสร้างภาพ AI ด้วยโปรแกรม Recraft.AI สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยการสร้างสรรค์ชิ้นงาน ผู้วิจัยได้กำหนดกรอบแนวคิดในการวิจัยดังรูปที่ 1 ดังนี้



รูปที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนห้วยผึ้งพิทยา อำเภอห้วยผึ้ง จังหวัดกาฬสินธุ์ จำนวน 2 ห้องเรียน รวมทั้งหมด 53 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/1 โรงเรียนห้วยผึ้งพิทยา อำเภอห้วยผึ้ง จังหวัดกาฬสินธุ์ จำนวน 20 คน ได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่มตัวอย่าง เหตุเพราะมีความพร้อมด้านทักษะคอมพิวเตอร์ และความเหมาะสมเชิงเวลาและทรัพยากร

3.3 ของเขตด้านเนื้อหา

บทเรียนออนไลน์ เรื่อง การสร้างภาพ AI ด้วยโปรแกรม Recraft.AI สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยการสร้างสรรค์ชิ้นงาน ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ปีการศึกษา 2566 ใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้ 2 วัน (2 ชั่วโมง/วัน)

3.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. บทเรียนออนไลน์ เรื่อง การสร้างภาพ AI ด้วยโปรแกรม Recraft.AI

2. แบบประเมินความเหมาะสมของบทเรียนออนไลน์ เรื่อง การสร้างภาพ AI ด้วยโปรแกรม Recraft.AI ซึ่งผ่านการตรวจสอบคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ผลการประเมินความเหมาะสมของบทเรียนออนไลน์จากผู้เชี่ยวชาญมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.21 ความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก

3. แบบประเมินชิ้นงานผู้เรียนของบทเรียนออนไลน์ เรื่อง การสร้างภาพ AI ด้วยโปรแกรม Recraft.AI

4. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน บทเรียนออนไลน์ เรื่อง การสร้างภาพ AI ด้วยโปรแกรม Recraft.AI แบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 10 ข้อ ประเมินคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน รายการประเมิน เช่น ความชัดเจนของคำชี้แจงแบบทดสอบ ความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับเนื้อหา จำนวนข้อของแบบทดสอบ ชนิดของแบบทดสอบ ความเหมาะสมของตัวลวง และการสรุปผลคะแนนรวมหลังแบบทดสอบ ผลการประเมินแบบทดสอบของบทเรียนออนไลน์จากผู้เชี่ยวชาญมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.50 ความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด

5. แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนออนไลน์ เรื่อง การสร้างภาพ AI ด้วยโปรแกรม Recraft.AI กำหนดค่าคะแนนเป็น 5 ระดับตามวิธีของลิเคิร์ต (Likert scale) จำนวน 5 ด้าน เช่น เนื้อหาและการดำเนินเรื่อง ภาพ ภาษาและเสียง แบบทดสอบและการจัดการบทเรียน ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบสอบถามวัดความพึงพอใจเพื่อใช้เป็นแนวทางในการออกแบบและสร้างแบบสอบถาม จากนั้นจึงจัดทำแบบสอบถามและนำเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน เพื่อพิจารณา และนำข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญมาปรับปรุงแก้ไขก่อนนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย

3.5 การพัฒนาบทเรียนออนไลน์

ผู้วิจัยพัฒนาบทเรียนออนไลน์ เรื่อง การสร้างภาพ AI ด้วยโปรแกรม Recraft.AI สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยการสร้างสรรค์ชิ้นงาน ด้วยวิธีการเชิงระบบ Addie model ซึ่งเป็นรูปแบบหนึ่งที่ได้รับการยินยอมอย่างกว้างขวาง ในการพัฒนาสื่อการเรียนการสอน โดยมีขั้นตอนในการพัฒนาบทเรียนออนไลน์ดังกล่าว ดังนี้

ขั้นที่ 1 การวิเคราะห์ (Analysis)

1) วิเคราะห์หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน คู่มือการสอน เอกสารการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับ เรื่อง การสร้างภาพ AI ด้วยโปรแกรม Recraft.AI

2) ศึกษาแนวคิดทฤษฎีงานวิจัย ที่เกี่ยวกับการพัฒนาบทเรียนออนไลน์ และทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยการสร้างสรรค์ชิ้นงาน

3) วิเคราะห์นักเรียน ศึกษาบริบทปัญหา ทรัพยากรของโรงเรียน และความต้องการของนักเรียนโรงเรียนห้วยผึ้งพิทยา ตำบลนิคมห้วยผึ้ง อำเภอห้วยผึ้ง จังหวัดกาฬสินธุ์

ขั้นที่ 2 การออกแบบ (Design)

1) จัดทำโครงสร้างเนื้อหาบทเรียนออนไลน์ เรื่อง การสร้างภาพ AI ด้วยโปรแกรม Recraft.AI สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยการสร้างสรรค์ชิ้นงาน ให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความถูกต้องและข้อเสนอแนะในการปรับปรุงแก้ไข

2) ออกแบบโครงสร้างและบทดำเนินเรื่อง บทเรียนออนไลน์ เรื่อง การสร้างภาพ AI ด้วยโปรแกรม Recraft.AI โดยใช้โปรแกรม Adobe dreamweaver 2020 ในการสร้างบทเรียนออนไลน์ ออกแบบระบบโดยใช้ภาษา PHP ใช้โปรแกรม Appserv (phpmyadmin) ในการจัดการฐานข้อมูลที่ใช้เก็บข้อมูลของเว็บไซต์

ขั้นที่ 3 การพัฒนา (Development)

1) ดำเนินการพัฒนาบทเรียนออนไลน์ เรื่อง การสร้างภาพ AI ด้วยโปรแกรม Recraft.AI ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยการสร้างสรรค์ชิ้นงาน มี 4 ขั้นตอน ดังนี้ 1. ขั้นที่1 ขั้นสำรวจตรวจค้น (Explore) เป็นหน้ากระตุ้นความสนใจโดยมี Motion graphic วิดีโอประกอบการอธิบายเนื้อหาเรื่อง การสร้างภาพ AI และไฟล์ PDF 2. ขั้นที่ 2 ขั้นการทดลอง (Experiment) เป็นหน้าวิดีโอสาธิตประกอบการอธิบายเนื้อหา พร้อมทั้งทดลองใช้งานโปรแกรม Recraft.AI 3. ขั้นที่ 3 ขั้นเรียนรู้จากการกระทำ (Learning by doing) เป็นหน้าใบงาน สร้างชิ้นงาน 1 (ทำตามโจทย์ที่กำหนด) 4. ขั้นที่ 4 ขั้นการทำเพื่อที่จะทำให้เกิดการเรียนรู้ (Doing by learning) เป็นหน้าใบงาน สร้าวชิ้นงาน 2 (สร้างสรรค์ชิ้นงาน)

2) นำบทเรียนออนไลน์ เรื่องการสร้างภาพ AI ด้วยโปรแกรม Recraft.AI ที่พัฒนาขึ้นเสนออาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความเหมาะสม นำมาปรับปรุงแก้ไขจนเหมาะสม

3) นำบทเรียนออนไลน์ เรื่อง การสร้างภาพ AI ด้วยโปรแกรม Recraft.AI ที่แก้ไขเหมาะสมแล้ว เสนอผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่านประเมิน โดยประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา 1 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญด้านคอมพิวเตอร์ 2 ท่าน เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสม จากนั้นปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

ขั้นที่ 4 การทดลองใช้ (Implementation)

1) การทดลองใช้ขั้นต้น เพื่อหาข้อบกพร่องหรือปัญหาที่เกิดขึ้นของบทเรียนออนไลน์ ดำเนินการทดลองใช้ขั้นต้นโดยผู้ศึกษา

2) การทดลองใช้กับกลุ่มย่อย โดยการดำเนินการทดลองใช้บทเรียนออนไลน์ซึ่งไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจริง คือนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนห้วยผึ้งพิทยา ตำบลนิคมห้วยผึ้ง อำเภอห้วยผึ้ง จังหวัดกาฬสินธุ์ เพื่อหาข้อบกพร่องของบทเรียนในด้านต่าง ๆ จำนวน 3 คน ระยะเวลาในการทดลองใช้บทเรียน 2 ชั่วโมง

3) การทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างคือ มัธยมศึกษาปีที่ 6/1 โรงเรียนห้วยผึ้งพิทยา ตำบลนิคมห้วยผึ้ง อำเภอห้วยผึ้ง จังหวัดกาฬสินธุ์ จำนวน 20 คน ได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่มตัวอย่าง ระยะเวลาในการทดลองใช้บทเรียน 1 ชั่วโมง

ขั้นที่ 5 การประเมินผล (Evaluation)

1) การประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นการประเมินการใช้บทเรียนด้วยแบบทดสอบก่อนเรียน หลังเรียนและประเมินชิ้นงานด้วยใบงานตามเกณฑ์รูบริค มีเกณฑ์ประเมินผ่าน 60% จากชิ้นงาน

2) การประเมินผลสรุป (Summative evaluation) เป็นการประเมินหลังการใช้บทเรียน ด้วยบททดสอบหลังเรียนเพื่อนำคะแนนไปประกอบหาค่าประสิทธิภาพ (E1/E2) และการหาค่า t-test

3) การประเมินความพึงพอใจ (Satisfaction evaluation) เป็นการประเมินความพึงพอใจหลังการใช้บทเรียนออนไลน์ที่พัฒนาขึ้น

3.6 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาด้วยตนเอง โดยทำการใช้วิธีการสุ่มแบบกลุ่ม แล้วไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/1 โรงเรียนห้วยผึ้งพิทยา ตำบลนิคมห้วยผึ้ง อำเภอห้วยผึ้ง จังหวัดกาฬสินธุ์ จำนวน 20 คน ปีการศึกษา 2566 เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนหลังจากที่เรียนบทเรียนออนไลน์ที่พัฒนาขึ้น โดยมีลำดับขั้นตอนในการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

1. ขอหนังสือจากทางมหาวิทยาลัยเพื่อขอความอนุเคราะห์ในการเก็บข้อมูล
2. ชี้แจงให้นักเรียนทราบถึงกระบวนการใช้บทเรียนออนไลน์ที่พัฒนาขึ้น
3. จัดกระบวนการเรียนรู้ด้วยบทเรียนออนไลน์ที่พัฒนาขึ้นจนครบทุกเนื้อหา
4. ดำเนินการวัดผลสัมฤทธิ์นักเรียนจากการทำแบบทดสอบก่อนเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน
5. สอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนออนไลน์ด้วยแบบสอบถามความพึงพอใจที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น
6. รวบรวมข้อมูลที่ได้จากการทดลองนำไปวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติต่อไป

3.7 วิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้ประมวลผล ดังนี้

1. วิเคราะห์ผลการประเมินความเหมาะสมของบทเรียนออนไลน์และความพึงพอใจของผู้เรียน วิเคราะห์ระดับความเหมาะสมโดยใช้ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ในการวิเคราะห์จะใช้ค่าเฉลี่ยเทียบกับเกณฑ์การประเมิน ดังนี้

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.50 – 5.00 หมายความว่า มีความเหมาะสมมากที่สุด
ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.50 – 4.49 หมายความว่า มีความเหมาะสมมาก
ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.50 – 3.49 หมายความว่า มีความเหมาะสมปานกลาง
ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.50 – 2.49 หมายความว่า มีความเหมาะสมน้อย
ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.00 – 1.49 หมายความว่า มีความเหมาะสมที่สุด

2. วิเคราะห์ดัชนีประสิทธิภาพของบทเรียนออนไลน์ ที่พัฒนาขึ้นมาดำเนินการทดลองใช้ และเก็บข้อมูลวิเคราะห์ และสรุปการทดลองของกลุ่มตัวอย่างจากการทดลองใช้บทเรียนออนไลน์ โดยใช้เกณฑ์ประสิทธิภาพ E1/E2

3. วิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน จากการเปรียบเทียบข้อมูลคะแนนการทดสอบก่อนเรียนละหลังเรียน โดยใช้สถิติทดสอบค่าที (Paired-samples t-test) กำหนดระดับค่าความเชื่อมั่นที่ร้อยละ 95%

4. ผลการวิจัย

จากการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล โดยเรียงตามวัตถุประสงค์การวิจัย มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.1 ผลการพัฒนาบทเรียนออนไลน์ เรื่อง การสร้างภาพ AI ด้วยโปรแกรม Recraft.AI ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยการสร้างสรรค์ชิ้นงาน สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80

บทเรียนออนไลน์ เรื่อง การสร้างภาพ AI ด้วยโปรแกรม Recraft.AI สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยการสร้างสรรค์ มีส่วนประกอบสำคัญ 2 ส่วน คือส่วนของผู้เรียนและผู้ดูแลระบบ

4.1.1 ส่วนระบบผู้เรียน

รูปที่ 2 ส่วนของผู้เรียน หน้าแรก และหน้าสมัครสมาชิกของบทเรียนออนไลน์

รูปที่ 3 ส่วนของผู้เรียน หน้าคำชี้แจง และหน้าส่งงานของบทเรียนออนไลน์

4.1.2 ส่วนผู้ดูแลระบบ แสดงข้อมูลของผู้เรียน ดังนี้

รูปที่ 4 ส่วนของผู้ดูแลระบบ หน้าข้อมูลผู้เรียนของบทเรียนออนไลน์

4.1 ผลการศึกษาประสิทธิภาพของบทเรียนออนไลน์ เรื่อง การสร้างภาพ AI ด้วยโปรแกรม Recraft.AI สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยการสร้างสรรค์

ตารางที่ 1 ผลการหาค่าประสิทธิภาพของบทเรียนออนไลน์ เรื่องการสร้างภาพ AI ด้วยโปรแกรม Recraft.AI สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยการสร้างสรรค์

การทดสอบ	กลุ่มตัวอย่าง	คะแนนเต็ม	คะแนนรวม	คะแนนเฉลี่ย	ประสิทธิภาพ
กิจกรรมระหว่างเรียน (Event หรือ E1)	20	10	166	8.3	83
แบบทดสอบหลังเรียน (Event หรือ E2)	20	10	166	8.3	83

จากตารางที่ 1 พบว่าผลการประเมินประสิทธิภาพของบทเรียนออนไลน์ เรื่อง การสร้างภาพ AI ด้วยโปรแกรม Recraft.AI สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยการสร้างสรรค์ มีประสิทธิภาพของกิจกรรม ระหว่างเรียน (E1) = 83.00 และค่าประสิทธิภาพจากการทำแบบทดสอบหลังเรียน (E2) = 83.00 เป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ (80/80)

4.2 ผลการวิเคราะห์ความเหมาะสมของบทเรียนออนไลน์ เรื่อง การสร้างภาพ AI ด้วยโปรแกรม Recraft.AI สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยการสร้างสรรค์

ตารางที่ 2 ผลการประเมินความเหมาะสมของบทเรียนออนไลน์ เรื่องการสร้างภาพ AI ด้วยโปรแกรม Recraft.AI สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยการสร้างสรรค์

รายการประเมิน	$\bar{x}$	SD	ระดับความเหมาะสม
1. ด้านเนื้อหาและการดำเนินเรื่อง	4.17	0.45	มาก
2. ด้านภาพ ภาษา และเสียง	4.17	0.38	มาก
3. ด้านตัวอักษร และสี	4.06	0.24	มาก
4. ด้านแบบทดสอบ	4.50	0.51	มากที่สุด
5. ด้านการจัดการบทเรียน	4.19	0.40	มาก
ค่าเฉลี่ยรวม	**4.21**	**0.43**	**มาก**

จากตารางที่ 2 พบว่าผลการประเมินความเหมาะสมของบทเรียนออนไลน์ เรื่อง การสร้างภาพ AI ด้วยโปรแกรม Recraft.AI สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยการสร้างสรรค์ โดยรวมอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{x}$ = 4.21, SD = 0.43) และเมื่อพิจารณาแต่ละรายการพบว่า รายการที่มีคุณภาพด้านเนื้อหาและเทคนิคผลิตสื่ออยู่ในระดับดีมากที่สุด คือ ด้านแบบทดสอบ ($\bar{x}$ = 4.50, SD = 0.51) ส่วนรายการที่มีคุณภาพด้านเนื้อหาและเทคนิคการผลิตสื่ออยู่ในระดับดีมาก คือ ด้านการจัดการบทเรียน ($\bar{x}$ = 4.19, SD = 0.40) และด้านเนื้อหาและการดำเนินเรื่อง ($\bar{x}$ = 4.17, SD = 0.45)

4.3 ผลการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของบทเรียนออนไลน์ เรื่อง การสร้างภาพ AI ด้วยโปรแกรม Recraft.AI สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยการสร้างสรรค์

ตารางที่ 3 ผลการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของบทเรียนออนไลน์ เรื่องการสร้างภาพ AI ด้วยโปรแกรม Recraft.AI สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยการสร้างสรรค์

การทดสอบ	n	$\bar{x}$	SD	df	t	p
คะแนนหลังเรียน	20	8.30	1.218	19	3.895	.001
คะแนนก่อนเรียน	20	6.10	1.997			

จากตารางที่ 3 พบว่าค่า t มีค่า 3.895 p < .001 สรุปได้ว่านักเรียนที่เรียนบทเรียนออนไลน์ เรื่อง การสร้างภาพ AI ด้วยโปรแกรม Recraft.AI สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยการสร้างสรรค์ มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน (8.30) สูงกว่าคะแนนก่อนเรียน (6.10) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยกำหนดค่าความเชื่อมั่นที่ร้อยละ 95

4.4 ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนออนไลน์ เรื่อง การสร้างภาพ AI ด้วยโปรแกรม Recraft.AI สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยการสร้างสรรค์

ตารางที่ 4 ผลความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนออนไลน์ เรื่องการสร้างภาพ AI ด้วยโปรแกรม Recraft.AI สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยการสร้างสรรค์

ข้อที่	รายการประเมิน	$\bar{x}$	SD	ระดับความพึงพอใจ
1	ลำดับขั้นในการนำเสนอเนื้อหา	4.90	0.30	มากที่สุด
2	ความน่าสนใจในการดำเนินเรื่อง	4.90	0.30	มากที่สุด
3	ภาพประกอบมีความสวยงามคมชัด	4.90	0.30	มากที่สุด
4	การนำเสนอเนื้อหากำลังดี ไม่มาก ไม่น้อยเกินไป	4.95	0.22	มากที่สุด
5	รูปแบบของตัวอักษรที่ใช้ในการนำเสนอ	4.95	0.22	มากที่สุด
6	ปุ่มต่าง ๆ มีการจัดวางเหมาะสม ใช้งานได้ง่าย	4.95	0.22	มากที่สุด
7	การใช้งานบทเรียนง่าย และสะดวกไม่มีข้อติดขัด	4.95	0.22	มากที่สุด
8	สีสันของบทเรียน และความสวยงามบนหน้าจอ	4.95	0.22	มากที่สุด
9	แบบทดสอบใช้ง่าย	4.95	0.22	มากที่สุด
10	ระยะเวลาในการศึกษาบทเรียน	4.95	0.22	มากที่สุด

ตารางที่ 4 (ต่อ) ผลความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนออนไลน์ เรื่องการสร้างภาพ AI ด้วยโปรแกรม Recraft.AI สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยการสร้างสรรค์

ข้อที่	รายการประเมิน	$\bar{x}$	SD	ระดับความพึงพอใจ
11	ความถูกต้องของเนื้อหาที่ใช้	4.95	0.22	มากที่สุด
12	การแบ่งหัวข้อของเนื้อหาชัดเจนไม่สับสน	4.95	0.22	มากที่สุด
13	เสียงดนตรีที่ใช้ประกอบบทเรียน	4.90	0.30	มากที่สุด
14	การปฏิสัมพันธ์ภายในบทเรียน	4.95	0.22	มากที่สุด
15	ท่านได้ความรู้เพิ่มขึ้นหลังจากศึกษาบทเรียนออนไลน์ เรื่อง การสร้างภาพ AI ด้วยโปรแกรม Recraft.AI สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยการสร้างสรรค์ชิ้นงาน	4.95	0.22	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยรวม		**4.93**	**0.24**	**มากที่สุด**

จากตารางที่ 4 พบว่าความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนออนไลน์ เรื่องการสร้างภาพ AI ด้วยโปรแกรม Recraft.AI สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยการสร้างสรรค์ชิ้นงาน จัดอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x}$ = 4.93, SD = 0.24)

5. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

สรุปผลการพัฒนาบทเรียนออนไลน์ เรื่องการสร้างภาพ AI ด้วยโปรแกรม Recraft.AI สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยการสร้างสรรค์ชิ้นงาน พบว่าบทเรียนออนไลน์ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น มี 2 ส่วน คือ 1) ส่วนของผู้เรียนจำนวน 18 หน้า 2) ส่วนของผู้ดูแลระบบ จำนวน 3 หน้า ผลการศึกษาคุณภาพของบทเรียนออนไลน์ เรื่อง การสร้างภาพ AI ด้วยโปรแกรม Recraft.AI พบว่า บทเรียนออนไลน์ที่ผู้ศึกษาพัฒนาขึ้นมีความเหมาะสมโดยรวมอยู่ในระดับมาก ผลการวิเคราะห์ดัชนีประสิทธิภาพของบทเรียนออนไลน์ เรื่อง การสร้างภาพ AI ด้วยโปรแกรม Recraft.AI พบว่าค่าประสิทธิภาพของบทเรียนออนไลน์เป็นไปตามเกณฑ์ E1/E2 เท่ากับ 83.00/83.00 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ (80/80) ผลการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบว่าค่า t มีค่า 3.895 สรุปได้ว่านักเรียนที่เรียนบทเรียนออนไลน์ผู้ศึกษาพัฒนาขึ้นมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน ($\bar{x}$ = 8.30) สูงกว่าคะแนนก่อนเรียน ($\bar{x}$ = 6.10) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยกำหนดค่าความเชื่อมั่นที่ร้อยละ 95 ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนออนไลน์ เรื่อง การสร้างภาพ AI ด้วยโปรแกรม Recraft.AI พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจต่อบทเรียนออนไลน์ที่ผู้ศึกษาพัฒนาขึ้น โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุดซึ่งสอดคล้องตามสมมติฐานการวิจัย

สามารถอภิปรายผลได้ดังนี้ บทเรียนออนไลน์ เรื่อง การสร้างภาพ AI ด้วยโปรแกรม Recraft.AI สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยการสร้างสรรค์ชิ้นงาน ที่มีดัชนีประสิทธิภาพของบทเรียนออนไลน์เป็นไปตามเกณฑ์ E1/E2 เท่ากับ 83.00/83.00 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ (80/80) เหตุที่เป็นเช่นนี้อาจเพราะว่าบทเรียนออนไลน์มีการกำหนดเนื้อหาที่ครอบคลุม เข้าใจง่าย สามารถกระตุ้นความสนใจให้อยากเรียนรู้ ออกแบบสื่อตามกระบวนการ Addie model (Branch, 2009, p. 2) แลทฤษฎีการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยการสร้างสรรค์ชิ้นงาน (Constructionism) จึงส่งผลต่อการทำกิจกรรม การเรียนรู้ของนักเรียนทำให้คะแนนใบงาน และคะแนนแบบทดสอบหลังเรียนอยู่ในระดับสูง ส่งผลต่อการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของบทเรียนออนไลน์ที่พัฒนาขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ Dulyachart and Piriyacherdchuchai (2023, pp. 8-14) ได้ศึกษาวิจัยเรื่องการส่งเสริมทักษะศตวรรษที่ 21 (4Cs) ด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการแก้ปัญหา ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์เป็นฐาน ผลการวิจัยพบว่า 1. ความเหมาะสมของแผนส่งเสริมทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาในศตวรรษที่ 21 (4Cs) ของแผนการเรียนรู้ที่เน้นความคิดสร้างสรรค์อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x}$= 476, SD= 0.44) 2. ผลการทดลองของแผนการจัดการเรียนรู้ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 มี 3 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) ดัชนีความรู้ด้านประสิทธิผล เท่ากับ 0.70 หรือร้อยละ 70 2) ทักษะการคิดวิเคราะห์และการแก้ปัญหาอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x}$= 4.76, SD= 0.39) และ 3) ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 (4Cs) อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x}$= 4.83, SD= 0.38) ความเหมาะสมของบทเรียนออนไลน์ เรื่อง การสร้างภาพ AI ด้วยโปรแกรม Recraft.AI สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยการสร้างสรรค์ชิ้นงาน พบว่า ความเหมาะสมของบทเรียนออนไลน์ เรื่องการสร้างภาพ AI ด้วยโปรแกรม Recraft.AI สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยการสร้างสรรค์ชิ้นงาน โดยรวมพบว่ามีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{x}$ = 4.21, SD = 0.43) เนื่องจากผู้วิจัยได้ออกแบบด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อให้มีความสอดคล้อง ครอบคลุม

กับจุดมุ่งหมาย ได้รับการตรวจสอบและแก้ไขโดยผู้ทรงคุณวุฒิ บทเรียนออนไลน์มีการกำหนดเนื้อหาและวัตถุประสงค์ ทำการออกแบบตามแนวกระบวนการเรียนรู้ศึกษาโดยใช้รูปแบบของ Addie model คือการออกแบบระบบการเรียนการสอน คือกระบวนการพัฒนาการสอน จากจุดเริ่มต้นจนถึงจุดสิ้นสุดมีแบบจำลองจำนวนมากมายที่นำมาใช้ เพื่อให้เป็นไปตามความประสงค์ทางการสอนต่าง ๆ และผ่านการประเมินจากอาจารย์ที่ปรึกษา และผู้เชี่ยวชาญ ปรับปรุงแก้ไขจนสามารถนำไปใช้ทดลองได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Rongphon (2022, Online) ได้ศึกษาวิจัย เรื่อง การพัฒนาสื่อบทเรียนออนไลน์เรื่อง การออกแบบ การผลิตและการประยุกต์ใช้สื่อเทคโนโลยีดิจิทัลเพื่อการเรียนรู้ โดยใช้ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองในการสร้างสรรค์ชิ้นงาน ผลการศึกษาพบว่า ผลการประเมินคุณภาพของบทเรียนออนไลน์ เรื่อง การออกแบบ การผลิตและการประยุกต์ใช้สื่อเทคโนโลยีดิจิทัลเพื่อการเรียนรู้ โดยผู้เชี่ยวชาญ มีคุณภาพโดยรวมอยู่ในระดับมาก($\bar{X}$ = 4.36, SD = 0.55) ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของบทเรียนออนไลน์ เรื่อง การสร้างภาพ AI ด้วยโปรแกรม Recraft.AI สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยการสร้างสรรค์ชิ้นงาน พบว่า ค่า t มีค่า 3.895 p < .001 สรุปได้ว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยบทเรียนออนไลน์ หลังเรียนสูงกว่าหลังเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 โดยการทดสอบก่อนเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.10 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.997 การทดสอบหลังเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8.30 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.218 เนื่องจากบทเรียนออนไลน์ที่พัฒนาขึ้น มีการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้เรียนได้เรียนบทเรียนออนไลน์ ที่มีการเรียนรู้ผ่านคลิปวีดีโอ ไฟล์ PDF และใบงานที่ฝึกปฏิบัติใช้โปรแกรม Recraft.AI อีกทั้งมีการทำแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน สอดคล้องกับงานวิจัยของ Prasertsangk and Thepnaw (2024, Online) ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง การพัฒนาบทเรียนออนไลน์ผ่าน Google Classroom เรื่องการทำงานของระบบคอมพิวเตอร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนออนไลน์ เรื่อง การสร้างภาพ AI ด้วยโปรแกรม Recraft.AI สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยการสร้างสรรค์ชิ้นงาน พบว่า ความพึงพอใจของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนห้วยผึ้งพิทยา อำเภอห้วยผึ้ง จังหวัดกาฬสินธุ์ จำนวน 20 คน ต่อบทเรียนออนไลน์ เรื่องการสร้างภาพ AI ด้วยโปรแกรม Recraft.AI สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยการสร้างสรรค์ชิ้นงาน จัดอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$= 4.93, SD = 0.24) โดยสอดคล้องกับแนวคิดของ Muekhuntod (2016, p. 4) กล่าวว่าความพึงพอใจของมนุษย์ เป็นการแสดงออกทางพฤติกรรมที่เป็นนามธรรม ไม่สามารถมองเห็นเป็นรูปร่างได้ การที่เราจะทราบว่า บุคคลมีความพึงพอใจหรือไม่ สามารถสังเกตโดยการแสดงออกที่ค่อนข้างสลับซับซ้อน และต้องมีสิ่งที่ตรงต่อความต้องการของบุคคลจึงจะทำให้บุคคลเกิดความพึงพอใจ ดังนั้นการสร้างสิ่งเร้าจึงเป็นแรงจูงใจของบุคคลทำให้เกิดความพึงพอใจในงานนั้นบทเรียนออนไลน์จึงเป็นสื่อการเรียนที่นักเรียนสนใจและมีความพึงพอใจเป็นอย่างมาก

6. ข้อเสนอแนะ

ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะว่าการพัฒนาบทเรียนออนไลน์ ควรมีความหลากหลายมากยิ่งขึ้นทั้งเนื้อหา ภาพ วิดีโอ และเสียง ควรคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลของนักเรียน ควรมีการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างที่หลากหลายขึ้น มีการวิเคราะห์ระดับความยากง่ายของเนื้อหาที่เหมาะสมกับนักเรียนแต่ละบุคคล เพื่อการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ ควรคำนึงถึงเวลาที่ใช้ในบทเรียนออนไลน์ให้มีความเหมาะสมกับการฝึกปฏิบัติใช้งานของโปรแกรม Recraft.AI มีการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของโปรแกรม Recraft.AI กับ เครื่องมือ AI อื่น ๆ และควรนำบทเรียนออนไลน์ ไปพัฒนาต่อยอดโดยการทำเป็นเว็บไซต์ที่รวบรวมข้อมูลสื่อการเรียนการสอนเพื่อให้สื่อการเรียนสอนใช้งานได้ง่ายและสะดวก

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยในครั้งนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยดีนั้น ต้องขอขอบพระคุณผู้บริหารและคณะครูที่โรงเรียนห้วยผึ้งพิทยา จังหวัดกาฬสินธุ์ ที่อำนวยความสะดวกให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีในการรวบรวมข้อมูล และขอขอบใจนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ทุกคนที่ให้ความร่วมมือในการทดลองเพื่อหาคุณภาพของเครื่องมือและการทดลองเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลในการศึกษาโครงการพิเศษด้านคอมพิวเตอร์ศึกษาครั้งนี้ ทั้งนี้ผู้วิจัยได้รับประกาศนียบัตรรับรองการเข้าอบรมจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ ซึ่งได้รับเมื่อวันที่ 12 กุมภาพันธ์ 2567 ที่จัดอบรมออนไลน์ โดยคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ สมาคมนิติศาสตร์และรัฐศาสตร์ร่วมกับบริษัทที่ปรึกษากฎหมาย ธุรกิจ และการวิจัย ไวท์ ไทเกอร์ จำกัด ผู้วิจัยใคร่ขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

เอกสารอ้างอิง

Branch, R. M., & Varank, İ. (2009). Instructional design: The Addie approach (Vol. 722, p. 84). New York: Springer. (in Thai)

Dulyachart, L., & Piriyacherdchuchai, S. (2023). Promoting 21st (4Cs) Century Skills in Critical Thinking and Problem Solvingin Creativity-Based Learning. *Journal of applied information technology, 9*(1), 113-128. (in Thai)

Khetbanjong, S., & Mawan, W. (2021). Artificial intelligence (ai) technology and the categorization of fifth grade students'academic achievements using k-means clustering learning algorithm. https://digital.car.chula.ac.th/educujournal/vol49/iss2/15/. (in Thai)

Muekhuntod, J. (2016). Satisfaction of the community on public park services at nangrongmunicipality, nangrongdistrict,burirum province. [Master's thesis]. Suranaree University of Technology. (in Thai)

Nasongkhla, J. (2021). Interactive online learning environments: Principles and practices. *Journal of Education Studies*, 18(3), 112-128. (in Thai)

Phulsawat, M. (2017). The Development of online learning on data communication and network for Mathayomsuksa 2 students. *Ocial sciences research and academic journal*, *11*(33), 131-142. (in Thai)

Prasertsangk, Y., & Thepnaw, N. (2023). The Development of online Lessons with Google Classroom Application on Computer System Operation for Secondary 2 (Grade 8) Students. *Sripatum chonburi academic journal, 20*(3), 1-10. (in Thai)

Rongphon, K. (2022). Development of online Lessons on Design, Production, and Application of Digital Technology Medie for Educational Purposes by Using the Theory of Constructionism to Create the Work for Second-Year Undergraduate Student, Nakhon Si Thammarat College of Dramatics Arts. *Journal of Buddhistic sociology, 7*(1), 1-14. (in Thai)

Sirisamphan, O. (2024). Effects of Surrounding Environment Learning Activities Based on Constructionism Theory Toward Systematic Thinking Ability for Second Grade Students. *The Journal of Institute of Trainer Monk Development*, *7*(4), 1-17. (in Thai)

"ข้อคิดเห็น เนื้อหา รวมทั้งการใช้ภาษาในบทความถือเป็นความรับผิดชอบของผู้เขียน"

Research article

การพัฒนาชุดการสอนออนไลน์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก รายวิชาการศึกษางาน สำหรับนักศึกษาปริญญาตรี ชั้นปีที่ 2

THE DEVELOPMENT OF AN ONLINE INSTRUCTIONAL PACKAGE INTEGRATED WITH ACTIVE LEARNING IN THE WORK STUDY COURSE FOR SECOND-YEAR UNDERGRADUATE STUDENTS

อัญญารัตน์ สอนสนาม ภาวินี อ่างบุญตา ธนัช ศรีพนม ศศิธร พยัคฆ์ทอง และสมพร วงษ์เพ็ง*
Anyarat Sonsanam, Parvinee Angboonta, Tanut Sripanom, Sasithorn Payakthong, and Somporn Vongpeang*
anyarat_p@rmutt.ac.th, duangkamol_a@rmutt.ac.th, and tanutt_s@rmutt.ac.th, sasithorn_p@rmutt.ac.th and somporn_v@rmutt.ac.th

ภาควิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี 12110 ประเทศไทย
Department of Industrial Education, Faculty of Industrial Education, Rajamangala University of Technology Thanyaburi, Pathumthani 12110 Thailand

Journal of Industrial Education. 2025, Vol. 24 (No. 2), **https://doi.org/10.55003/JIE.24213**

Received: July 31, 2025, | **Revised:** August 18, 2025, | **Accepted:** August 24, 2025

Citation reference :
Sonsanam, A., Angboonta, P., Sripanom, T., Payakthong, P. & Vongpeang, S. (2025). The development of an online instructional package integrated with active learning in the work study course for second-year undergraduate students. **Journal of Industrial Education, 24**(2), 89-98

ABSTRACT

The study developed an online instructional package integrated with active learning on the work study course for second-year undergraduate students. Accessible via smartphones, tablets, or computers, the package includes content, exercises, and assessments. Creative activities and educational games were employed to promote student interest and engagement. The sample group consisted of 25 second-year students enrolled in the bachelor of industrial education program in industrial engineering, during the second semester of the academic year 2024. The research instruments included: (1) the developed online instructional package with active learning activities, (2) a learning achievement test, and (3) a satisfaction questionnaire. Data were analyzed using frequency, percentage, mean, standard deviation, and dependent t-test. The results revealed that the developed instructional package was of high quality, with an overall appropriateness rating at a high level ($\bar{X}$ = 4.06, SD = 0.28). Students' post-test scores were significantly higher than their pre-test scores at the .05 level. Moreover, student satisfaction with the instructional package was at the highest level ($\bar{X}$ = 4.74, SD = 0.53). In conclusion, the online instructional package integrated with active learning for the Work Study course effectively enhanced student learning achievement and satisfaction, demonstrating its strong potential for improving instructional quality in higher education.

Keywords: Online instructional package, Active learning, Work study course, Learning achievement, Student satisfaction

**Corresponding author E-mail: somporn_v@rmutt.ac.th* *ISSN: 2985-1890 (Online)*

บทคัดย่อ

งานวิจัยเรื่องการพัฒนาชุดการสอนออนไลน์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก รายวิชาการศึกษางาน สำหรับนักศึกษาปริญญาตรี ชั้นปีที่ 2 ได้จัดทำชุดการเรียนรู้ที่ผู้เรียนสามารถเข้าถึงได้ผ่านสมาร์ตโฟน แท็บเล็ต หรือคอมพิวเตอร์ พร้อมทั้งมีเนื้อหา แบบฝึกหัด แบบทดสอบ ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกที่ประกอบด้วยกิจกรรมสร้างสรรค์และเกมส์การเรียนรู้ ที่สามารถกระตุ้นความสนใจและการมีส่วนร่วมของผู้เรียน โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ได้แก่ นักศึกษาหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ ชั้นปีที่ 2 ภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 25 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ 1) ชุดการสอนออนไลน์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก รายวิชาการศึกษางาน 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และ 3) แบบประเมินความพึงพอใจ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และ t-test dependent ผลการวิจัยพบว่าชุดการสอนออนไลน์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก รายวิชาการศึกษางาน มีผลการประเมินคะแนนความเหมาะสมรวมทุกด้าน ($\bar{X}$ = 4.06, SD = 0.28) อยู่ในระดับมีคุณภาพมาก ผู้เรียนที่เรียนด้วยชุดการสอนที่สร้างขึ้นมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีความพึงพอใจโดยภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.74, SD = 0.53) สรุปได้ว่าชุดการสอนออนไลน์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก รายวิชาการศึกษางาน มีประโยชน์อย่างยิ่งต่อการจัดการเรียนการสอน โดยช่วยยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน และสร้างความพึงพอใจในการเรียนในระดับสูง

คำสำคัญ: ชุดการสอนออนไลน์, การจัดการเรียนรู้เชิงรุก, รายวิชาการศึกษางาน, ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน, ความพึงพอใจของผู้เรียน

1. บทนำ

การศึกษาระดับอุดมศึกษาถือเป็นการจัดการศึกษาขั้นสูงที่มุ่งเน้นการจัดการเรียนการสอนโดยยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง และเชื่อมโยงกับผลลัพธ์การเรียนรู้ตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาใน 5 ด้านหลัก ได้แก่ ด้านคุณธรรมและจริยธรรม ด้านความรู้ ด้านทักษะทางปัญญา ด้านทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความรับผิดชอบ และด้านทักษะการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสาร และการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ทั้งนี้สอดคล้องกับแผนด้านการอุดมศึกษาเพื่อผลิตและพัฒนากำลังคนของประเทศ พ.ศ. 2564 – 2570 ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2566 – 2570 ซึ่งมียุทธศาสตร์สำคัญ 3 ประการ หนึ่งในนั้นคือ การผลิตพัฒนาศักยภาพคน ให้ความสำคัญกับการเรียนรู้ตลอดชีวิต เปิดโอกาสให้ประชาชนเข้าถึงเรียนรู้ ยกระดับคุณภาพการอุดมศึกษาและสมรรถนะกำลังคนตอบสนองทิศทางการพัฒนาประเทศ (Ministry of Higher Education, Science, Research and Innovation, 2023, Online; Rungrudesombatkit & Rungrudesombatkit, 2024, p. 35) ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ การมีสื่อการสอนออนไลน์ จึงเป็นทางเลือกที่สนับสนุนการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง ผู้เรียนสามารถเข้าถึงและทบทวนเนื้อหาได้ทุกที่ทุกเวลา สอดคล้องกับแนวคิดการศึกษาตลอดชีวิต (Lifelong education) ที่มุ่งเน้นความเสมอภาคในการเรียนรู้ตลอดช่วงชีวิต แนวคิดดังกล่าวช่วยพัฒนาศักยภาพของบุคคลให้สามารถปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีและสภาพสังคมเศรษฐกิจที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ส่งผลให้สามารถดำรงชีวิตในสังคมโลกได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Chonpracha, 2019, pp. 164-169)

การจัดการเรียนรู้เชิงรุก (Active learning) เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ผู้เรียนมีส่วนร่วมลงมือ ปฏิบัติทั้งในการฟัง พูด อ่าน คิด เขียน ส่งเสริมปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้สอน ผู้เรียนกับผู้เรียน และพัฒนาทักษะการคิดของผู้เรียนไปสู่การคิดขั้นสูง ผู้เรียนได้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ดังนั้นการจัดการเรียนรู้เชิงรุกจึงมีความสำคัญในกระบวนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดการสร้างสรรค์ทางปัญญา (Constructivism) ที่เน้นกระบวนการเรียนรู้มากกว่าเนื้อหาวิชา เพื่อช่วยให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้หรือสร้างความรู้ให้เกิดขึ้นในตนเอง ด้วยการลงมือปฏิบัติจริงผ่านสื่อหรือกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีครูผู้สอนเป็นผู้แนะนำ กระตุ้นหรืออำนวยความสะดวกให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ขึ้น โดยกระบวนการคิดขั้นสูง (Higher order thinking) กล่าวคือ ผู้เรียนมีการวิเคราะห์สังเคราะห์ และการประเมินค่าจากสิ่งที่ได้รับจากกิจกรรมการเรียนรู้ ทำให้การเรียนรู้เป็นไปอย่างมีความหมายและนำไปใช้ในสถานการณ์อื่น ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Phapatsaro et al., 2023, pp. 111-120; Poowanna et al., 2023, pp. 217-218; Tanpan et al., 2023, pp. 646-647) จากงานวิจัยของ Hoai and Phuseerit (2023, pp. 11-14) ซึ่งได้พัฒนาการจัดการเรียนรู้เชิงรุกร่วมกับช่องทางการเรียนรู้ออนไลน์ส่งเสริมความสามารถการอ่านภาษาเวียดนามเพื่อความเข้าใจของนิสิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม พบว่าผู้เรียนมีความพึงพอใจภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด เนื่องจากการจัดการเรียนรู้เชิงรุกร่วมกับช่อง

ทางการเรียนรู้ออนไลน์เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลาย เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ผ่านการปฏิบัติและเรียนรู้วิธีทำงานกลุ่ม รวมทั้งส่งเสริมให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในทุกขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ รู้จักทำงานและมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น ทำให้ผู้เรียนรู้สึกสนุกกับกระบวนการเรียนรู้ สร้างแรงจูงใจและมีความมั่นใจมากขึ้น เช่นเดียวกับงานวิจัยของ Kasetiam et al. (2023, pp. 159-160) ที่ได้พัฒนาบทเรียนออนไลน์รูปแบบจักรวาลนฤมิตร่วมกับกระบวนการจัดการเรียนรู้เชิงรุก รายวิชาออกแบบ และเทคโนโลยีเรื่องเทคโนโลยีแก้ปัญหา พบว่าผู้เรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 และความพึงพอใจของผู้เรียนอยู่ในระดับมาก เนื่องจากการใช้บทเรียนออนไลน์ดังกล่าวร่วมกับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ทำให้ที่ผู้เรียนรู้สึกแปลกใจและตื่นเต้น ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ผ่านบทเรียนออนไลน์ได้ด้วยตนเอง เข้าใช้งานได้ง่าย เข้าได้ทุกที่ทุกเวลา และทันสมัยกับการเรียนรู้ในยุคปัจจุบันมากกว่าสื่อแบบกระดาษ

ในรายวิชาการศึกษางาน รหัสวิชา 02251321 ของนักศึกษาหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี เป็นรายวิชาชีพบังคับที่มีความสำคัญ เนื่องจากมุ่งเน้นการลดเวลาและการเคลื่อนไหวที่ไม่จำเป็นในกระบวนการผลิต ตลอดจนเพิ่มประสิทธิภาพการดำเนินงานในโรงงานอุตสาหกรรม อย่างไรก็ตามปัญหาที่พบในการจัดการเรียนการสอน ได้แก่ ข้อมูลเนื้อหาบางส่วนไม่ครบถ้วน สื่อการสอนล้าสมัย และรูปแบบการสอนที่เน้นการบรรยาย ส่งผลต่อการมีส่วนร่วมของผู้เรียน จากผลการประเมินผู้สอน พบว่าผู้เรียนส่วนใหญ่แนะนำให้ปรับเปลี่ยนรูปแบบการเรียนการสอนให้ทันสมัยมากขึ้น โดยเน้นการใช้สื่อเทคโนโลยี กิจกรรมที่น่าสนใจ และการมีส่วนร่วมของผู้เรียน

จากปัญหาดังกล่าวจึงเป็นที่มาของการวิจัยครั้งนี้ เพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมทักษะการเรียนรู้อย่างเต็มศักยภาพ โดยมีวัตถุประสงค์ดังนี้ 1) เพื่อพัฒนาชุดการสอนออนไลน์ที่สามารถเข้าถึงได้ผ่านสมาร์ตโฟน แท็บเล็ต หรือคอมพิวเตอร์ พร้อมทั้งมีเนื้อหาทันสมัย แบบฝึกหัด แบบทดสอบ ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกที่ประกอบด้วยกิจกรรมสร้างสรรค์และเกมส์การเรียนรู้ ที่สามารถกระตุ้นความสนใจและการมีส่วนร่วมของผู้เรียน 2) เพื่อประเมินคุณภาพของชุดการสอนออนไลน์ร่วมกันการจัดการเรียนรู้เชิงรุกรายวิชาการศึกษางาน และ 3) เพื่อประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจของผู้เรียน ซึ่งผลจากการวิจัยสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการพัฒนาการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ลดความเหลื่อมล้ำทางการเรียนรู้ในยุควิถีชีวิตใหม่ และส่งเสริมแนวคิดการศึกษาตลอดชีวิต

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Sowajassatagul and Sowajassatagul (2024, p. 41) ได้พัฒนาบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยการเรียนรู้แบบร่วมมือเรื่องการถ่ายภาพบุคคล วิชาพื้นฐานการถ่ายภาพ สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี เพื่อแก้ปัญหาความรู้สึกเบื่อหน่ายกับบทเรียนของนักศึกษา ความแตกต่างระหว่างบุคคลของตัวนักศึกษา ระยะเวลาของการเรียนรู้ เกิดการทำงานร่วมกัน ช่วยเหลือซึ่งกันและกัน และปลูกฝังให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตัวเอง โดยผู้เรียนสามารถศึกษาได้ทุกที่ทุกเวลาเพื่อเสริมสร้างความเข้าใจในตัวเนื้อหาบทเรียนมากยิ่งขึ้น ผลจากงานวิจัยพบว่าบทเรียนดังกล่าวสามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนและเกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้น Kruegantha and Saiplang (2023, p. 123) ได้พัฒนาบทเรียนบนเว็บ โดยใช้การเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน ผลการทดลองพบว่านักศึกษากลุ่มทดลองที่เรียนด้วยวิธีการสอนโดยใช้บทเรียนบนเว็บมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักศึกษากลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ .05 และนักศึกษามีความพึงพอใจต่อบทเรียนบนเว็บโดยใช้การเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน ภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด Lapkhuntod et al. (2021, pp. 7-8) ได้พัฒนาบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง การเชื่อมอะลูมิเนียม เพื่อพัฒนาความสามารถ การคิดวิเคราะห์ องค์ความรู้ทางด้านการเชื่อมอะลูมิเนียม ผลการหาประสิทธิภาพบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต พบว่าผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างผู้เรียนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต และผู้เรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 Anusith et al. (2021, pp. 19-29) ได้จัดการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์เป็นฐานร่วมกับบทเรียนอีเลิร์นนิ่งผ่านทาง Google classroom มาประยุกต์ใช้ในรายวิชาองค์ประกอบศิลป์สำหรับงานคอมพิวเตอร์ เรื่อง การใช้งานกลุ่มเครื่องมือปากกาและการดราฟภาพ เพื่อช่วยให้นักเรียนที่มีปัญหาทางการเรียนสามารถเรียนและทบทวนความรู้ได้ด้วยตนเอง ในทุกที่ทุกเวลา ช่วยแก้ปัญหาด้านเวลาเรียนที่มีจำกัดไม่เพียงพอ เอื้อให้เกิดการเรียนรู้ให้นักเรียนที่มีศักยภาพทางการเรียนที่ค่อนข้างน้อย สามารถเรียน ทำกิจกรรม และแบบฝึกหัดร่วมไปกับนักเรียนคนอื่นในห้องเรียนได้อย่างราบรื่น ผลวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านทักษะของนักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 Poowanna et al. (2023, p.216) ได้รายงานว่าการเรียนรู้เชิงรุกเป็นเครื่องมือสำคัญ

ในการปรับปรุงระบบการศึกษาให้เข้ากับการเปลี่ยนแปลงของสังคมและกระบวนการเรียนรู้ที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วในปัจจุบัน ไม่เพียงแค่เพิ่มคุณค่าให้กับกระบวนการเรียนรู้ แต่ยังช่วยส่งเสริมพลังทักษะทางทัศนคติ การแก้ไขปัญหาและความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่น ผ่านการใช้เครื่องมือต่าง ๆ เช่น การประเมินตนเอง แผนผังความคิด และการประเมินโดยเพื่อนร่วมเรียน ทั้งนี้เพื่อให้ผู้เรียนได้รับการเรียนรู้ที่มีคุณภาพและสอดคล้องกับความต้องการของสังคมที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว Sonsanam et al. (2022, p. 327) ได้พัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ซึ่งประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ ได้แก่ การเตรียมการสอน การจัดการเรียนรู้ และการสนับสนุนการเรียนรู้ มีผลการประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยผู้เชี่ยวชาญภาพรวมอยู่ในระดับมาก นักศึกษาที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และผู้เรียนมีความพึงพอใจโดยภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด

จากงานวิจัยข้างต้นเห็นได้ชัดว่าชุดการเรียนการสอนออนไลน์และการจัดการเรียนรู้เชิงรุกมีความสัมพันธ์กันอย่างเกื้อหนุน โดยระบบออนไลน์เป็นช่องทางที่เอื้อต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลาย ขณะเดียวกันการเรียนรู้เชิงรุกเป็นแนวทางที่ช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วม คิดวิเคราะห์ และเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ เมื่อนำทั้งสองแนวทางมาผสมผสานกัน จะช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ด้วยตนเอง เพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และพัฒนาทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 ได้อย่างมีประสิทธิผล

3. วิธีดำเนินการวิจัย

แนวคิดในการวิจัย

ผู้วิจัยได้นำกรอบแนวคิดรูปแบบการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ คือ (1) การเตรียมการสอน (2) การจัดการเรียนการเรียนสอน ได้แก่ การศึกษาความรู้ การจัดการความรู้ การประยุกต์ความรู้ การนำเสนอผลงาน และการประเมินผล และ (3) การสนับสนุนการเรียนรู้ (Sonsanam et al., 2022, pp. 333-335) และทฤษฎีที่เกี่ยวข้องมาสังเคราะห์องค์ประกอบของการพัฒนาชุดการสอน สามารถแสดงกรอบแนวคิดในการวิจัยได้ ดังรูปที่ 1

รูปที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัยการพัฒนาชุดการสอนออนไลน์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก รายวิชาการศึกษางาน สำหรับนักศึกษาปริญญาตรี ชั้นปีที่ 2

ขอบเขตการวิจัย

ขอบเขตด้านประชากร เป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 2 ปีการศึกษา 2567 หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี จำนวน 40 คน ซึ่งนักศึกษาทั้งหมดนี้ แบ่งเป็น 2 ห้อง ห้องที่ 1 มีนักศึกษาจำนวน 25 คน เรียนวิชาการศึกษางานในภาคเรียนที่ 2/2567 ห้องที่ 2 มีนักศึกษาจำนวน 15 คน เรียนวิชาการศึกษางานในภาคเรียนที่ 1/2567 ซึ่งงานวิจัยนี้เริ่มดำเนินงานในภาคเรียนที่ 2/2567 ดังนั้นกลุ่มตัวอย่างในงานวิจัยนี้จึงเป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหการที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชาการศึกษางาน ภาคเรียนที่ 2/2567 จำนวน 25 คน

ขอบเขตด้านตัวแปรที่ศึกษาในงานวิจัย ตัวแปรต้น คือ ชุดการสอนออนไลน์วิชาการศึกษางานร่วมกับการจัดการเรียนรู้เชิงรุกสำหรับนักศึกษาปริญญาตรี ชั้นปีที่ 2 ตัวแปรตาม คือ คุณภาพของชุดการสอนออนไลน์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความพึงพอใจของนักศึกษามีต่อชุดการสอนออนไลน์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก รายวิชาการศึกษางาน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. ชุดการสอนออนไลน์วิชาการศึกษางาน สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567 หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ ประกอบด้วยแผนการสอน สื่อการสอนนำเสนอผ่านเว็บแอปพลิเคชัน แบบทดสอบ และกิจกรรมท้ายบทเรียน ร่วมกับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ คือ (1) การเตรียมการสอน (2) การจัดการเรียนการเรียนรู้ ได้แก่ การศึกษาความรู้ การจัดการความรู้ การประยุกต์ความรู้ การนำเสนอผลงาน และการประเมินผล และ (3) การสนับสนุนการเรียนรู้

2. แบบประเมินคุณภาพของชุดการสอนออนไลน์ จำนวน 4 แบบประเมิน เป็นแบบประเมินมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ซึ่งทุกแบบประเมินข้อคำถามทุกข้อมีค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Consistency : IOC) 0.60 ขึ้นไป ประกอบด้วย 1) แบบประเมินคุณภาพด้านเนื้อหา 2) แบบประเมินด้านสื่อมัลติมีเดีย 3) แบบประเมินด้านแบบทดสอบ และ 4) แบบประเมินด้านเว็บแอปพลิเคชัน

3. แบบประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา เพื่อวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์เป็นแบบทดสอบการวัดความสามารถแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 70 ข้อ

4. แบบสอบถามความพึงพอใจ เป็นแบบประเมินมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ จำนวน 15 ข้อ โดยข้อคำถามแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) กำหนดค่าคะแนนเป็น 5 ระดับ

ขั้นตอนการวิจัย

1. วิเคราะห์ลักษณะวิชา กำหนดวัตถุประสงค์ ออกแบบและพัฒนาชุดการสอนออนไลน์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก รายวิชาการศึกษางาน

2. หาคุณภาพของชุดการสอนออนไลน์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก รายวิชาการศึกษางาน โดยนำชุดการสอนให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ประเมินคุณภาพทั้งหมด 4 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านเนื้อหา 2) ด้านสื่อมัลติมีเดีย 3) ด้านแบบทดสอบ และ 4) ด้านเว็บแอปพลิเคชัน จากนั้นทำการวิเคราะห์โดยการหาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

3. สร้างเครื่องมือประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนด้วยชุดการสอนออนไลน์ โดยเป็นแบบทดสอบแบบปรนัยแบบ 4 ตัวเลือก จำนวน 70 ข้อ จากนั้นนำแบบทดสอบมาให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบหาความสอดคล้องระหว่างเครื่องมือกับวัตถุประสงค์หรือเนื้อหา พบว่าจากข้อสอบปรนัย จำนวน 70 ข้อ มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.60 ขึ้นไป สามารถนำไปใช้ได้ และมีค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.78

4. ทดสอบกับผู้เรียนโดยใช้แบบทดสอบก่อนเรียน (Pretest) จากนั้นให้ผู้เรียนศึกษาและทำกิจกรรมตามชุดการสอนที่ผู้สอนอธิบายวิธีการใช้งานไปแล้ว เมื่อครบกำหนดเวลาเรียน ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน (Posttest) ด้วยแบบทดสอบวัดผลสมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้แบบทดสอบ จำนวน 70 ข้อ

5. แจกแบบสอบถามความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อชุดการสอนออนไลน์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก รายวิชาการศึกษางาน

6. นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติและสรุปผล ดังนี้

วิเคราะห์คะแนนระดับคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ค่าเฉลี่ย (Mean) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) และการวิเคราะห์เนื้อหาเชิงพรรณนา (Content analysis) มีค่าคะแนนการประเมิน ดังนี้ (Srisa-ard, 2002, p. 107)

ค่าคะแนน 4.51 – 5.00 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้ มีคุณภาพมากที่สุด
ค่าคะแนน 3.51 – 4.50 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้ มีคุณภาพมาก
ค่าคะแนน 2.51 – 3.50 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้ มีคุณภาพพอใช้
ค่าคะแนน 1.51 – 2.50 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้ มีคุณภาพน้อย
ค่าคะแนน 1.00 – 1.50 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้ ควรพัฒนา

วิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนโดยใช้ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าทางสถิติ t-test ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05

วิเคราะห์ความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และการวิเคราะห์เนื้อหาเชิงพรรณนา มีค่าคะแนนการประเมิน ดังนี้ (Srisa-ard, 2002, p. 112)

คะแนน 4.51 – 5.00 หมายถึง ความพึงพอใจระดับมากที่สุด
คะแนน 3.51 – 4.50 หมายถึง ความพึงพอใจระดับมาก
คะแนน 2.51 – 3.50 หมายถึง ความพึงพอใจระดับปานกลาง
คะแนน 1.51 – 2.50 หมายถึง ความพึงพอใจระดับน้อย
คะแนน 1.00 – 1.50 หมายถึง ความพึงพอใจระดับน้อยที่สุด

4. ผลการวิจัย

ผลการพัฒนาชุดการสอนออนไลน์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก รายวิชาการศึกษางาน

ชุดการสอนออนไลน์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก รายวิชาการศึกษางาน ประกอบด้วยเนื้อหาหลัก (Content) ได้แก่ 1) บทเรียน (Topic) 2) แบบทดสอบก่อนและหลังเรียน (Test) 3) งานที่ผู้สอนมอบหมาย (Assignment) 4) แหล่งข้อมูลสำหรับให้หาความรู้เพิ่มเติม (Class resources) 5) ช่องทางที่นักศึกษาสามารถเข้าพบผู้สอน (Meet the teacher) 6) ปฏิทินการเรียนการสอน (Class calendar) การสอบ ตลอดจนการเปลี่ยนแปลงเวลาเรียนต่าง ๆ ดังรูปที่ 2

(ก) หน้าแรกของบทเรียนบนเว็บแอปพลิเคชัน (ข) หน้าต่างหัวข้อบทเรียนในเมื่อผู้เรียนกดเลือก Topic

รูปที่ 2 ตัวอย่างหน้าต่างชุดการสอนออนไลน์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก รายวิชาการศึกษางาน

ผลการประเมินคุณภาพชุดการสอนออนไลน์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก รายวิชาการศึกษางาน

การประเมินคุณภาพของชุดการสอนออนไลน์ แบ่งออกเป็น 4 ด้าน แสดงผลดังตารางที่ 1 พบว่าคุณภาพด้านเนื้อหามีผลการประเมินผลอยู่ในระดับคุณภาพมาก ($\bar{X}$ = 4.33, SD = 0.24) ด้านสื่อมัลติมีเดียมีผลการประเมินผลอยู่ในระดับคุณภาพมาก ($\bar{X}$ = 4.00, SD = 0.26) ด้านแบบทดสอบมีผลการประเมินผลอยู่ในระดับคุณภาพมาก ($\bar{X}$ = 4.13, SD = 0.32) และด้านเว็บแอปพลิเคชันมีผลการประเมินผลอยู่ในระดับคุณภาพมาก ($\bar{X}$ = 3.78, SD = 0.30) โดยสรุปผลการประเมินชุดการสอนออนไลน์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก รายวิชาการศึกษางาน รวมทุกด้าน ($\bar{X}$ = 4.06, SD = 0.28) อยู่ในระดับมีคุณภาพมาก

ตารางที่ 1 ผลการประเมินคุณภาพชุดการสอนออนไลน์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก รายวิชาการศึกษางาน

ประเด็นการประเมิน	$\bar{X}$	SD	ความหมาย
1. ด้านเนื้อหา	4.33	0.24	มีคุณภาพมาก
2. ด้านสื่อมัลติมีเดีย	4.00	0.26	มีคุณภาพมาก
3. ด้านแบบทดสอบ	4.13	0.32	มีคุณภาพมาก
4. ด้านเว็บแอปพลิเคชัน	3.78	0.30	มีคุณภาพมาก
รวม	**4.06**	**0.28**	**มีคุณภาพมาก**

ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนตามชุดการสอนออนไลน์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก รายวิชาการศึกษางาน

ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนด้วยชุดการสอนออนไลน์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก รายวิชาการศึกษางาน แสดงดังตารางที่ 2 พบว่าคะแนนก่อนเรียนของนักศึกษา มีค่า $\bar{X}$ เท่ากับ 35.92 มีค่า SD เท่ากับ 3.068 และคะแนนหลังเรียน มีค่า $\bar{X}$ เท่ากับ 52.48 มีค่า SD เท่ากับ 4.593 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติแสดงได้ว่าค่า Sig. มีค่าเท่ากับ 0.000 ซึ่งน้อยกว่า 0.05 จึงสามารถสรุปได้ว่า ค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนด้วยชุดการสอนออนไลน์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก รายวิชาการศึกษางาน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ตารางที่ 2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนด้วยชุดการสอนออนไลน์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก รายวิชาการศึกษางาน

การทดสอบ	N	$\bar{X}$	SD	t	p-Value
ก่อนเรียน (Pre-Test)	25	35.92	3.068	-23.49	0.000
หลังเรียน (Post-Test)	25	52.48	4.593		

มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาชุดการสอนออนไลน์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก รายวิชาการศึกษางาน

ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาชุดการสอนออนไลน์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก รายวิชาการศึกษางาน แสดงดังตารางที่ 3 พบว่าความพึงพอใจของนักศึกษาทุกประเด็น ได้แก่ บทเรียนค้นหาเนื้อหาได้ง่ายและตรงตามความต้องการ ($\bar{X}$ = 4.85, SD = 0.49) ความเหมาะสมของการใช้สี ภาพ และตัวอักษร ($\bar{X}$ = 4.75, SD = 0.44) ความน่าสนใจและดึงดูดความสนใจ ($\bar{X}$ = 4.70, SD = 0.57) ภาษาที่ใช้ในสื่อการสอน เข้าใจง่าย ($\bar{X}$ = 4.70, SD = 0.57) เนื้อหามีความถูกต้อง และทันสมัย ($\bar{X}$ = 4.70, SD = 0.57) โดยสรุปนักศึกษามีความพึงพอใจมากที่สุดในชุดการสอนออนไลน์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก รายวิชาการศึกษางาน ($\bar{X}$ = 4.74, SD = 0.53)

ตารางที่ 3 ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อชุดการสอนออนไลน์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก รายวิชาการศึกษางาน

ประเด็นการประเมิน	$\bar{X}$	SD	ความหมาย
1. บทเรียนค้นหาเนื้อหาได้ง่ายและตรงตามความต้องการ	4.85	0.49	พึงพอใจมากที่สุด
2. ความเหมาะสมของการใช้สี ภาพ และตัวอักษร	4.75	0.44	พึงพอใจมากที่สุด
3. ความน่าสนใจและดึงดูดความสนใจ	4.70	0.57	พึงพอใจมากที่สุด
4. ภาษาที่ใช้ในสื่อการสอน เข้าใจง่าย	4.70	0.57	พึงพอใจมากที่สุด
5. เนื้อหามีความถูกต้อง และทันสมัย	4.70	0.57	พึงพอใจมากที่สุด
รวม	**4.74**	**0.53**	**พึงพอใจมากที่สุด**

5. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิจัยสามารถอภิปรายได้ว่า ชุดการสอนออนไลน์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก รายวิชาการศึกษางาน ที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพในภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ = 4.06, SD = 0.28) ทั้งด้านเนื้อหา สื่อมัลติมีเดีย แบบทดสอบ และเว็บแอปพลิเคชัน ทั้งนี้เนื่องจากผู้วิจัยได้ศึกษาโครงสร้างหลักสูตร ได้ดำเนินการวิเคราะห์หลักสูตร สาระสำคัญและสาระการเรียนรู้ ได้ศึกษาสภาพการเรียนการสอนปัจจุบัน ปัญหาและความต้องการด้านการจัดการเรียนรู้ ทั้งจากการสอบถามข้อคิดเห็นข้อเสนอแนะของผู้เรียน สังเกตพฤติกรรมการเรียน ผลการเรียนและผลการประเมินการสอนของผู้เรียนในภาคการศึกษาที่ผ่านมา จากนั้นผู้วิจัยจึงได้ศึกษาวิเคราะห์เอกสาร แนวคิด ทฤษฎี งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง นำมาออกแบบสร้างชุดการสอนออนไลน์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก

ให้ถูกต้องตามหลักวิชาการที่บูรณาการร่วมกัน รวมถึงการจัดลำดับเนื้อหา กิจกรรม ให้เหมาะสม น่าสนใจ ทันสมัยและมีความสอดคล้องเชื่อมโยงกัน ผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ จึงทำให้ชุดการสอนออนไลน์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้เชิงรุกที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพมาก เมื่อผู้วิจัยได้นำชุดการสอนดังกล่าวไปใช้กับผู้เรียน จึงทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนด้วยชุดการสอนออนไลน์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก มีค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสาคัญทางสถิติที่ .05 และเมื่อศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาต่อการจัดการเรียนการสอนด้วยชุดการสอนออนไลน์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก รายวิชาการศึกษางาน พบว่าความพึงพอใจของนักศึกษาทุกประเด็นอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.74, SD = 0.53) ได้แก่ บทเรียนค้นหาเนื้อหาได้ง่ายและตรงตามความต้องการ ความเหมาะสมของการใช้สี ภาพ และตัวอักษร ความน่าสนใจและดึงดูดความสนใจ ภาษาที่ใช้ในสื่อการสอน เข้าใจง่าย เนื้อหามีความถูกต้องและทันสมัย จากผลการวิจัยทั้งหมดพบว่ามีสอดคล้องกับบทความวิชาการของ Tanpan et al. (2023, p. 654) ที่ได้รายงานว่าการเรียนรู้เชิงรุกเป็นกลยุทธ์การเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนมีบทบาทในกระบวนการเรียนรู้และส่งเสริมการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยผู้เรียนมีบทบาทในกิจกรรมที่ต้องทำในกระบวนการเรียนรู้เพื่อกระตุ้นการคิดและการแก้ปัญหาของผู้เรียน เช่น ผู้เรียนมีกิจกรรมหรืองานที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาการเรียนรู้ ผู้เรียนมีบทบาทในการตั้งคำถามเพื่อสำรวจเนื้อหาและเรียนรู้จากการค้นหาข้อมูลเพิ่มเติม แลกเปลี่ยนและพูดคุยกัน ตลอดจนใช้เทคโนโลยีและทรัพยากรออนไลน์ สอดคล้องกับงานของ Phapatsaro et al. (2023, p. 120) ที่กล่าวว่าการเรียนรู้เชิงรุกเป็นรูปแบบการเรียนรู้ยุคใหม่ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีกระบวนการเรียนรู้สูงสุดและเป็นเทคนิคการสอนที่ผู้เรียนสามารถจัดกระบวนการเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง อาทิ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้ผู้เรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง ผ่านกิจกรรมต่างๆ ด้วยการลงมือปฏิบัติ สะท้อนความคิดเห็นของตนเองต่อสิ่งที่เรียนรู้ เพื่อนำไปสู่ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เน้นบทบาทของผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยมีผู้สอนเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการจัดการเรียนรู้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Sonsanam et al. (2023, pp. 500-502) ที่ได้พัฒนาสื่อการสอนชุดจำลองแขนกลอุตสาหกรรมร่วมกับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ในกระบวนการผลิตระบบอัตโนมัติ รายวิชาวัสดุอุตสาหกรรมและการผลิต มีผลการประเมินความเหมาะสมของสื่อการสอนโดยผู้เชี่ยวชาญภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด นักศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีความพึงพอใจโดยภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด เนื่องจากในการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนรู้เชิงรุกร่วมกับสื่อการสอนชุดจำลองแขนกลอุตสาหกรรม นักศึกษาสามารถศึกษาและทบทวนความรู้ด้วยตนเองได้ตลอดเวลา ทั้งยังมีลิงก์จากเว็บไซต์ วีดิทัศน์ ที่เกี่ยวข้องให้นักศึกษาได้เรียนรู้ และข้อมูลมีความทันสมัย น่าสนใจ นอกจากนี้นักศึกษาได้เห็นของจริง ทดลองใช้งานจริง มีการลงมือปฏิบัติกิจกรรมร่วมกัน ได้แลกเปลี่ยนความคิด มีการวิเคราะห์ สร้างแนวทางแก้ไขปัญหา นำเสนอผลงาน ประเมินผลงานร่วมกัน สอดคล้องกับ Sri-iam (2024, pp. 38-39) ที่ได้พัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบผสมผสานร่วมกับการเรียนรู้เชิงรุก เรื่องชนิดของคำ มีความคิดเห็นของผู้เรียนที่มีผลต่อชุดกิจกรรมมีค่าเฉลี่ยความเหมาะสมในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยความเหมาะสมของชุดกิจกรรมอยู่ในระดับมากที่สุด ทั้งนี้เป็นเพราะสื่อที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนมีหลากหลาย เช่น เกม เพลงชนิดของคำ การใช้บัตรคำ สื่อออนไลน์ การทบทวนความรู้ผ่านการจัดทำเนื้อหาในรูปแบบบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ ทำให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้จากสื่อที่หลากหลาย และสามารถเรียนรู้ได้ทั้งในห้องเรียนและนอกห้องเรียนตามเวลาที่ผู้เรียนสามารถเข้าถึงสื่อในรูปแบบออนไลน์ได้ สอดคล้องกับ Tantiwong et al. (2023, p. 68) ที่ได้สร้างสื่อบทเรียนดิจิทัลร่วมกับการจัดการเรียนรู้เชิงรุกเพื่อส่งเสริมการสร้างผลงานสื่ออินโฟกราฟิกของนักศึกษาระดับปริญญาตรี พบว่าผลการประเมินคุณภาพของสื่อมีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก นักศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยมีคะแนนสอบหลังเรียนสูงกว่าคะแนนสอบก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีความพึงพอใจต่อสื่อบทเรียนอยู่ในระดับมาก สอดคล้องกับ Hoai and Phuseerit (2023, pp. 11-14) ที่ได้พัฒนาการจัดการเรียนรู้เชิงรุกร่วมกับช่องทางการเรียนรู้ออนไลน์ ที่ส่งเสริมความสามารถการอ่านภาษาเวียดนามเพื่อความเข้าใจของนิสิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม พบว่าผู้เรียนมีความพึงพอใจภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด เนื่องจากการจัดการเรียนรู้เชิงรุกร่วมกับช่องทางการเรียนรู้ออนไลน์เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลายพร้อมการนำสื่อการเรียนรู้ที่มีความเหมาะสมกับความต้องการของผู้เรียนมาประยุกต์ใช้ เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ผ่านการปฏิบัติและเรียนรู้วิธีทำงานกลุ่ม รวมทั้งยังส่งเสริมให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในทุกขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ รู้จักทำงานและมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น ส่งผลทำให้ผู้เรียนรู้สึกสนุกกับกระบวนการเรียนรู้ สร้างแรงจูงใจและมีความมั่นใจมากขึ้น เช่นเดียวกับงานวิจัยของ Kasetiam et al. (2023, pp. 159-160) ซึ่งได้พัฒนาบทเรียนออนไลน์รูปแบบจักรวาลนฤมิตร่วมกับกระบวนการจัดการเรียนรู้เชิงรุก รายวิชาออกแบบและเทคโนโลยี เรื่องเทคโนโลยีแก้ปัญหา พบว่าผู้เรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 และความพึงพอใจของผู้เรียนอยู่ในระดับมาก เนื่องจากการใช้บทเรียนออนไลน์ดังกล่าวร่วมกับกระบวนการจัดการเรียนรู้เชิงรุก ทำให้ที่ผู้เรียนรู้สึกแปลกใจและตื่นเต้น บทเรียนออนไลน์มีคู่มือการใช้งานที่อธิบายเนื้อหาและขั้นตอนการเข้าเรียน ทำให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ผ่านบทเรียนออนไลน์แบบเสมือนจริงได้ด้วยตนเอง เข้าใช้งานได้ง่าย เข้าได้ทุกที่ ทุกเวลา และทันสมัยกับการเรียนรู้ในยุคปัจจุบัน

มากกว่าสื่อแบบกระดาษ สอดคล้องกับแนวคิดของ Poowanna et al. (2023, p. 224) ที่ได้กล่าวว่าการจัดการเรียนรู้เชิงรุกส่งผลให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นในกระบวนการเรียนรู้ ช่วยสร้างสัมพันธภาพที่ดีระหว่างครูและผู้เรียน การเรียนแบบนี้ช่วยกระตุ้นความรู้สึกของผู้เรียนต่อการเรียนรู้ในลักษณะที่มีความน่าสนใจและมีคุณค่า ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนเชิงรุกจึงช่วยเสริมสร้างทักษะและความสามารถที่จำเป็นในการดำเนินชีวิตในสังคมที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว นอกจากนี้ยังเป็นการสร้างความเพลิดเพลินในการเรียนรู้และเสริมความคิดริเริ่ม ทำให้ผู้เรียนมีความพร้อมที่จะเรียนรู้ตลอดชีวิต และเตรียมพร้อมสู่อนาคตที่เต็มไปด้วยความท้าทายและโอกาสใหม่ ๆ

สรุปได้ว่าการพัฒนาชุดการสอนออนไลน์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้เชิงรุก รายวิชาการศึกษางาน สำหรับนักศึกษาปริญญาตรีชั้นปีที่ 2 มีประโยชน์อย่างยิ่งต่อการจัดการเรียนการสอน โดยช่วยยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สร้างความพึงพอใจในการเรียนในระดับสูง เพิ่มบทบาทและการมีส่วนร่วมของผู้เรียนในกระบวนการเรียนรู้ ส่งเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์ การเรียนรู้ด้วยตนเอง และการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ตลอดจนเอื้อต่อการเรียนรู้ที่ยืดหยุ่น ทันสมัย และสอดคล้องกับบริบทของผู้เรียนในยุคปัจจุบัน

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความกรุณาจากผู้เชี่ยวชาญสาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม ทุกท่านที่กรุณาให้คำปรึกษาให้คำแนะนำตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องมาโดยตลอดและได้ให้คำแนะนำตรวจสอบเครื่องมือวิจัยเพื่อให้เครื่องมือมีประสิทธิภาพ ขอขอบคุณนักศึกษาชั้นปีที่ 2 หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ ที่เป็นกลุ่มทดลองในการวิจัย และผู้เกี่ยวข้องทุกท่านที่ให้ความร่วมมือและให้ความช่วยเหลือเป็นอย่างดีจนทำให้งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ทั้งนี้ผู้วิจัยได้รับประกาศนียบัตรรับรอง “การพัฒนาจริยธรรมด้านวิทยาศาสตร์สุขภาพและด้านสังคมศาสตร์” (GCP/HSP) สำหรับจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ ผ่านการอบรมแบบออนไลน์ โดยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ร่วมกับมูลนิธิ SIDCER-FERCAP และมูลนิธิส่งเสริมการศึกษาวิจัยในคนในประเทศไทย ในวันที่ 23 กรกฎาคม 2568 ผู้วิจัยใคร่ขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาส นี้

เอกสารอ้างอิง

Anusith, P., Tuntiwongwanich, S., & Kantathanawat, T. (2021). The effect of creativity-based learning with e-learning on pen tool group and image drafting for the certificate level. *Journal of Industrial Education*, *20*(1), 19–29. (in Thai)

Chonpracha, S. (2019). Lifelong education. *AL-NUR Journal of Graduate School, 14*(26), 159–175. (in Thai)

Hoai, N. T., & Phuseerit, T. (2023). The development of active learning and online tools for supporting Vietnamese comprehensive reading ability of Mahasarakham University students. *Journal of Education Mahasarakham University*, *17*(3), 1–16. (in Thai)

Kasetiam, N., Roungrong, P., & Roungbundit, T. (2024). Development of an online metaverse lesson using with active learning approach titled “Technology for solving problems” in design and technology course, of 9th grade students. *Journal of Education and Innovation*, *26*(1), 152–162. (in Thai)

Kruegantha, N., & Saiplang, J. (2023). The developing web-based instruction using project-based learning on the engineering design process for first-year student in the bachelor of technology program. *Journal of Industrial Education*, *22*(3), 122–132. (in Thai)

Lapkhuntod, K., Kaewkuekool, S., & Peasura, P. (2021). The learning management with problem based learning together web based instruction on aluminum welding for production technology education students. *Journal of Industrial Education, 20*(2), 1–11. (in Thai)

Ministry of Higher Education, Science, Research and Innovation. (2023). Thailand's higher education plan for human resource production and development (2021–2027), revised edition (2023–2027). https://www.mhesi.go.th/index.php/news-and-announce-all/pr/announcement-news/8464-2564- 2570-2566-2570.html. (in Thai)

Phapatsaro, D., Phra., Fangkham, B., Changkan, P. Phra., & Srisanga, S. Phra. (2023). The design of active learning management activities. *Journal of MCU Ubon Review*, *8*(2), 109–122. (in Thai)

Poowanna, B., Supakesorn, B., & Poowanna, R. (2023). Empowering learning through active learning: Inspiring and enhancing learner skills in the teaching-learning process. *Journal of Bovorn Multi-Education and Human Social Sciences*, *4*(2), 216–227. (in Thai)

Rungrudesombatkit, S., & Rungrudesombatkit, W. (2024). Comparison of learning outcomes on 7 QC tools between undergraduate students studying with blended learning and traditional learning. *Journal of Industrial Education, 23*(1), 33–42. (in Thai)

Sonsanam, A., Vongpeang, S., & Sripanom, T. (2023). The development of instructional media with active learning: Industrial robotic arm simulator kit in automation process for industrial engineering students. *Journal of Modern Learning Development, 8*(10), 493–504. (in Thai)

Sonsanam, A., Vongpeang, S., Angboonta, P., Bootchai, S., & Sripanom, T. (2022). The development of active learning model together through Google Sites for industrial materials and manufacturing course. *Journal of Modern Learning Development, 7*(9), 327–340. (in Thai)

Sowajassatagul, N., & Sowajassatagul, T. (2024). A development of web-based instruction on portrait photography for second year photography students stioning. *Journal of Industrial Education*, *23*(2), 40–51. (in Thai)

Sri-iam, S. (2024). Development of a blended learning activity set in conjunction with active learning on word types for grade 6 students in Pathum Thani province. *Valaya Alongkorn Review Journal*, *14*(2), 27–41. (in Thai)

Srisa-ard, B. (2002). *Basic research* (7th ed.). Suweeriyasarn. (in Thai)

Tanpan, S., Kositpimanvach, E., & Somprach, K. (2023). Active learning. *Journal of Mani Chettha Ram Wat Chommani*, *6*(5), 642–656. (in Thai)

Tantiwong, W., Jirachai, P., & Meejaleurn, S. (2023). The creation of digital lesson media with active learning to enhance the production of infographic media. *Journal of Learning Innovation and Technology*, *3*(11), 68–82. (in Thai)

"ข้อคิดเห็น เนื้อหา รวมทั้งการใช้ภาษาในบทความถือเป็นความรับผิดชอบของผู้เขียน"

Research article

การยอมรับและการใช้ประโยชน์ของผู้สอนต่อระบบติดตามสมาธิจดจ่อของผู้เรียนด้วยปัญญาประดิษฐ์แบบอธิบายได้ในชั้นเรียนออนไลน์แบบประสานเวลา

TEACHER ACCEPTANCE AND USE OF AN EXPLAINABLE AI-BASED STUDENT SUSTAINED ATTENTION MONITORING SYSTEM IN SYNCHRONOUS ONLINE CLASSROOMS

พิชญะ พรมลา[1]* และสมคิด แซ่หลี[2]
Pichaya Promla* and Somkid Saelee
pichaya.promla@gmail.com* and somkid.l@fte.kmutnb.ac.th

[1]*แผนกวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ วิทยาลัยเทคนิคเลย จังหวัดเลย 42000 ประเทศไทย
Department of Information Technology, Loei Technical College, Loei 42000 Thailand
[2]ภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ กรุงเทพมหานคร 10800 ประเทศไทย
Department of Computer Education, Faculty of Technical Education, King Mongkut's University of Technology North Bangkok, Bangkok 10800 Thailand

Journal of Industrial Education. 2025, Vol. 24 (No. 2), **https://doi.org/10.55003/JIE.24214**

Received: July 23, 2025, | **Revised:** August 15, 2025, | **Accepted:** August 26, 2025

Citation reference :
Promla, P., & Saelee, S. (2025). Teacher acceptance and use of an explainable ai-based student sustained attention monitoring system in synchronous online classrooms. **Journal of Industrial Education, 24**(2), 99-110.

ABSTRACT

This study presented a student sustained attention monitoring system for synchronous online learning that integrated computer vision with explainable artificial intelligence (XAI) to display real-time behavioral information supporting teachers' decisions to adjust instruction appropriately. The monitoring system consisted of YOLO-based models to detect facial expressions, blinking rate, eye opening and closure, and signs of fatigue, and employed a Random Forest model to assess sustained attention levels; results were summarized through a user interface designed according to XAI principles that emphasized interpretability and traceability. The sample consisted of 25 teachers from five subject areas who used the system in synchronous online classes for at least a 60-minutes and then completed a user-experience questionnaire. The research instrument was a questionnaire adapted from the System Usability Scale (SUS), covering three aspects: perceived usefulness, ease of use, and user confidence. Descriptive statistics, percentage, mean ($\bar{x}$) and standard deviation (SD) were used to analyze the data. The findings showed that teachers' satisfaction with the system was high ($\bar{x}$=4.45, SD=0.20), reflecting the system's potential to effectively support teacher decision-making in synchronous online instruction and to strengthen confidence in employing digital technologies to enhance teaching and learning.

Keywords: Sustained attention monitoring system, Synchronous online learning, Computer vision, Explainable artificial intelligence

**Corresponding author E-mail: pichaya.promla@gmail.com* *ISSN: 2985-1890 (Online)*

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้นำเสนอระบบติดตามสมาธิจดจ่อของผู้เรียนในชั้นเรียนออนไลน์แบบประสานเวลาโดยใช้เทคนิคคอมพิวเตอร์วิทัศน์ร่วมกับปัญญาประดิษฐ์แบบอธิบายได้ (Explainable artificial intelligence: XAI) เพื่อแสดงข้อมูลพฤติกรรมของผู้เรียนแบบเรียลไทม์สำหรับสนับสนุนการตัดสินใจของผู้สอนในการปรับกิจกรรมการเรียนรู้ให้เหมาะสม ระบบติดตามประกอบด้วยตัวแบบ YOLO สำหรับตรวจจับสีหน้า อัตราการกระพริบตา การปิด เปิดดวงตา และอาการเมื่อยล้า ใช้ตัวแบบ Random Forest สำหรับประเมินระดับสมาธิจดจ่อ โดยสรุปผลผ่านส่วนติดต่อผู้ใช้ตามแนวคิด XAI ที่เน้นความเข้าใจง่ายและตรวจสอบที่มาได้ กลุ่มตัวอย่างประกอบด้วยผู้สอนจำนวน 25 คน จาก 5 กลุ่มสาระวิชา ใช้งานระบบในชั้นเรียนออนไลน์เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 60 นาที จากนั้นตอบแบบสอบถามประสบการณ์การใช้งาน เครื่องมือวิจัยคือแบบสอบถามที่ปรับปรุงจาก System Usability Scale (SUS) ครอบคลุม 3 ด้าน ได้แก่ ความมีคุณค่าของระบบ ความสะดวกในการใช้งาน และความมั่นใจในการใช้งาน สถิติที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูลประกอบด้วย ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ผลการวิจัยพบว่าผู้สอนมีความพึงพอใจต่อระบบในระดับมาก ($\bar{X}$ = 4.45, SD = 0.20) สะท้อนถึงศักยภาพของระบบที่สามารถสนับสนุนการตัดสินใจของผู้สอนในบริบทการสอนออนไลน์แบบประสานเวลาได้อย่างมีประสิทธิภาพ และเสริมความเชื่อมั่นในการใช้เทคโนโลยีดิจิทัลเพื่อยกระดับการจัดการเรียนการสอน

คำสำคัญ: ระบบติดตามสมาธิจดจ่อ, การเรียนรู้ออนไลน์แบบประสานเวลา, คอมพิวเตอร์วิทัศน์, ปัญญาประดิษฐ์แบบอธิบายได้

1. บทนำ

การเรียนรู้ออนไลน์แบบประสานเวลา (Synchronous online learning) เป็นการจัดการเรียนรู้ในห้องเรียนเสมือน (Virtual classroom) ผ่านแอปพลิเคชันการประชุมทางไกล (Video conference) ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลาย โดยเฉพาะช่วงการแพร่ระบาดของโรคโควิด-19 และยังคงมีบทบาทสำคัญในปัจจุบัน ทั้งในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน ระดับอุดมศึกษา และการอบรมพัฒนาทักษะในองค์กรทั้งภาครัฐและเอกชน (Pham et al., 2021, pp. 19–24) การเรียนรู้ในรูปแบบนี้ส่งเสริมการเรียนรู้ตลอดชีวิต และเป็นหนึ่งในกลไกขับเคลื่อนการพัฒนาอย่างยั่งยืน (Torres, 2011, Online; Vieira, 2019, pp. 1–9) อย่างไรก็ตาม การที่ผู้สอนไม่สามารถสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนได้โดยตรงในชั้นเรียนออนไลน์ทำให้มีข้อมูลไม่เพียงพอสำหรับประเมินสภาวะของผู้เรียน เช่น การมีสมาธิจดจ่อ (Sustained attention) หรือการมีส่วนร่วม (Engagement) ซึ่งส่งผลต่อประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้ ทั้งนี้เพราะในสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ออนไลน์ผู้เรียนมีโอกาสถูกรบกวนจากสิ่งเร้าภายนอกได้ง่าย ทำให้เกิดการเสียสมาธิ ส่งผลต่อการรับรู้และจดจำเนื้อหาลดลง และอาจเกิดสภาวะผลตกค้างของความสนใจ (Attention residue effect) ซึ่งทำให้ผู้เรียนต้องใช้เวลานานในการกลับมามีสมาธิกับเนื้อหาอีกครั้ง (Junco & Cotten, 2012, pp. 505–214; Leroy, 2009, pp. 168–181; Ophir et al., 2009, pp. 155831–15587)

เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว ได้มีการนำเทคนิคทางคอมพิวเตอร์วิทัศน์ (Computer vision: CV) ซึ่งเป็นเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ประเภทหนึ่ง (Artificial intelligence: AI) ที่ช่วยให้คอมพิวเตอร์สามารถรับรู้และแปลความหมายของภาพดิจิทัลได้เช่นเดียวกับมนุษย์ (Brownlee, 2019, Online) มาใช้ในการตรวจติดตามพฤติกรรมของผู้เรียนแบบเรียลไทม์ เช่น การแสดงสีหน้า การกระพริบตา การมองหน้าจอ และท่าทางของร่างกายส่วนบน โดยข้อมูลเหล่านี้สามารถนำมาวิเคราะห์สภาวะของผู้เรียนได้อย่างแม่นยำ (Cabada et al., 2018, pp. 611–628; Dewan et al., 2018, pp. 1895–1902; Faria et al., 2017, pp. 824–837; He et al., 2018, pp. 185–194; Ma et al., 2022, pp. 1–25) อย่างไรก็ตาม การนำข้อมูลเหล่านี้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุดในชั้นเรียนยังคงเป็นความท้าทาย โดยเฉพาะในด้านความเข้าใจและความเชื่อมั่นของผู้สอนที่มีต่อผลการวิเคราะห์ของปัญญาประดิษฐ์ เนื่องจากข้อมูลมักอยู่ในรูปแบบที่ซับซ้อน ตีความได้ยาก ขาดความแม่นยำ หรือขาดความชัดเจนสำหรับนำไปใช้งาน

จากสาเหตุดังกล่าว ผู้วิจัยจึงมีความสนใจในการพัฒนาระบบติดตามสมาธิจดจ่อของผู้เรียนด้วยเทคนิคทางคอมพิวเตอร์วิทัศน์ที่แสดงผลตามแนวทางปัญญาประดิษฐ์แบบอธิบายได้ (Explainable artificial intelligence: XAI) ซึ่งเป็นวิธีการที่มีบทบาทสำคัญในการทำให้ผลลัพธ์ที่ได้จากปัญญาประดิษฐ์ มีความโปร่งใส ตีความได้ และสามารถอธิบายเหตุผลที่อยู่เบื้องหลังการวิเคราะห์ได้อย่างชัดเจน (Kim & Doshi–Velez, 2021, pp. 47–52) ซึ่งถือเป็นปัจจัยสำคัญทำให้เกิดการยอมรับและส่งเสริมการนำไปใช้งานจริงในบริบททางการศึกษา ระบบที่พัฒนาขึ้นถูกออกแบบให้แสดงข้อมูลเชิงพฤติกรรมของผู้เรียนในลักษณะที่เข้าใจได้ง่าย เช่น การใช้กราฟแนวโน้มสมาธิจดจ่อ การใช้สีเน้นบนข้อความแจ้งเตือน และการใช้รูปภาพแทนพฤติกรรมเด่นในชั้นเรียน เพื่อให้ผู้สอนสามารถใช้ข้อมูลเหล่านี้ประกอบการตัดสินใจและปรับเปลี่ยนกิจกรรมการเรียนรู้ได้อย่างทันท่วงทีและมีประสิทธิภาพ

งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาระบบติดตามสมาธิจดจ่อของผู้เรียนสำหรับชั้นเรียนออนไลน์แบบประสานเวลาที่ใช้วิธีการทางคอมพิวเตอร์วิทัศน์ร่วมกับเทคนิคปัญญาประดิษฐ์แบบอธิบายได้ และ 2) ศึกษาผลการใช้ระบบของผู้สอนโดยประเมินการยอมรับในมิติการรับรู้ประโยชน์ ความเข้าใจต่อข้อมูล และความเชื่อมั่นต่อระบบ เพื่อสะท้อนศักยภาพของระบบในฐานะเครื่องมือสนับสนุนการตัดสินใจระหว่างการสอนและแนวทางพัฒนาต่อยอดสำหรับการใช้งานจริง ขอบเขตการวิจัยครอบคลุมการจัดการเรียนรู้ออนไลน์แบบประสานเวลา โดยให้ผู้สอนใช้ระบบที่พัฒนาขึ้นเพื่อติดตามสมาธิจดจ่อของผู้เรียนในระหว่างจัดการเรียนรู้ออนไลน์แบบประสานเวลาอย่างน้อย 60 นาที ทั้งนี้ ไม่ควบคุมและไม่วิเคราะห์เนื้อหาบทเรียน วิธีสอน หรือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน มุ่งเน้นเฉพาะการใช้ข้อมูลพฤติกรรมแบบเรียลไทม์ผ่านระบบเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจของผู้สอน กลุ่มตัวอย่างประกอบด้วยผู้สอน 25 คนที่คัดเลือกแบบเฉพาะเจาะจงตามเกณฑ์มีประสบการณ์สอนออนไลน์ ใช้อุปกรณ์ดิจิทัลพื้นฐานได้ ยินยอมเข้าร่วมการวิจัย และครอบคลุมความหลากหลายเชิงวิชา แบ่งตาม 5 กลุ่มสาระวิชา กลุ่มละ 5 คน โดยผู้เรียนในชั้นเรียนจริงมีบทบาทเป็นผู้ให้ข้อมูลพฤติกรรมผ่านกล้องเท่านั้น มิได้เป็นหน่วยวัดผลรายบุคคลและไม่มีการเปิดเผยตัวตน ตัวแปรผลที่ศึกษาเป็นการยอมรับระบบของผู้สอน 3 ด้าน ได้แก่ การรับรู้ประโยชน์ (Perceived usefulness) ความสะดวกในการใช้งาน (Perceived ease of use) และความเชื่อมั่นในการใช้งานระบบ (User confidence/Trust) เครื่องมือวิจัยเป็นแบบสอบถามที่ปรับปรุงจาก System Usability Scale (SUS) ให้สอดคล้องกับบริบทของระบบ และวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

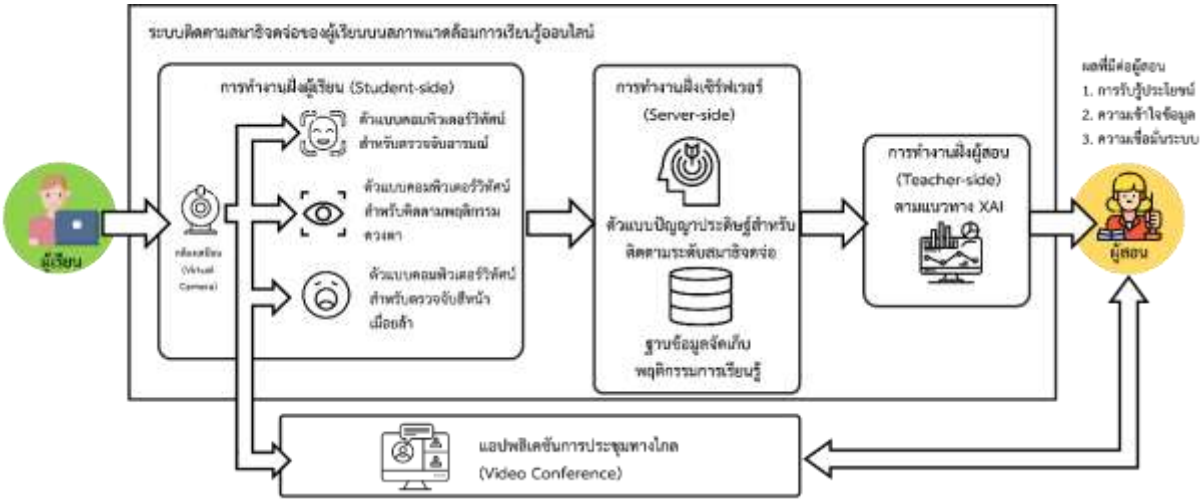
2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่าสมาธิจดจ่อเป็นปัจจัยพื้นฐานที่สัมพันธ์กับคุณภาพการเรียนรู้ การควบคุมตนเอง ความสามารถทางสติปัญญา และสุขภาพจิตของผู้เรียน งานวิจัยเกี่ยวกับการฝึกสมาธิในบริบทต่าง ๆ รายงานผลสอดคล้องกันว่าสามารถยกระดับความตั้งใจ ความสนใจ สมาธิในการเรียน การสะท้อนตน และความพึงพอใจชีวิตได้ (Juthawan, 2019, Online; Pragya et al., 2021, pp.1–9; Yun et al., 2020, pp. e61–e68) แสดงให้เห็นถึงความสำคัญของการติดตามสมาธิจดจ่อในชั้นเรียนออนไลน์แบบประสานเวลาเพื่อยกระดับประสิทธิภาพการเรียนรู้ของผู้เรียน ในด้านเทคนิค พบว่ามีงานวิจัยจำนวนมากประยุกต์ใช้คอมพิวเตอร์วิทัศน์เพื่อติดตามพฤติกรรมผู้เรียนโดยไม่รบกวนกระบวนการเรียนรู้ และไม่ต้องใช้อุปกรณ์เฉพาะทางเพิ่มเติม เช่น การวิเคราะห์สีหน้า การติดตามการเคลื่อนไหวของใบหน้า ดวงตา และร่างกายส่วนบน ซึ่งสะท้อนระดับความสนใจและสภาวะการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Ahuja et al., 2019, pp. 71:1–71:26; Cha & Kim, 2015, pp. 46–51; Dewan et al., 2018, pp. 1895–1902; Hutt et al., 2021, pp. 1–14; Ma et al., 2022, pp. 1–25; Murali et al., 2021, pp. 1–13) งานวิจัยกลุ่มนี้ชี้ให้เห็นว่าข้อมูลจากการตรวจติดตามด้วยคอมพิวเตอร์วิทัศน์สามารถใช้ประกอบการตัดสินใจของผู้สอนเพื่อปรับกิจกรรมการเรียนรู้ให้เหมาะสม โดยเฉพาะเมื่อนำมาออกแบบการสื่อสารตามแนวคิดปัญญาประดิษฐ์แบบอธิบายได้ (Explainable AI: XAI) ที่ระบุว่าควรยึดผู้ใช้เป็นศูนย์กลาง นำเสนอข้อมูลที่เข้าใจได้ง่าย ทำให้เห็นภาพรวมของผลการวิเคราะห์ได้อย่างชัดเจน และอธิบายเหตุผลของระบบได้อย่างโปร่งใสเพื่อส่งเสริมความไว้วางใจและการยอมรับ (Khosravi et al., 2022, p. 100074; Holstein & Aleven., 2022, pp. 230-248; Long & Magerko, 2020) โดยตัวแปรหลักที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้อ้างอิงกรอบยอมรับเทคโนโลยีและงานต่อเนื่อง ได้แก่ การรับรู้ประโยชน์ (Perceived usefulness: PU) และความสะดวกในการใช้งาน (Perceived ease of use: PEOU) เพื่อสะท้อนการใช้ประโยชน์จริง ภาระการเรียนรู้ของผู้ใช้ ควบคู่กับความเชื่อมั่นต่อระบบ (Trust/User confidence)

อย่างไรก็ตาม ยังมีช่องว่างในด้านประสบการณ์การใช้จริงของผู้สอนระหว่างจัดการเรียนรู้ ซึ่งมีความสำคัญไม่น้อยกว่าความแม่นของโมเดลเพียงอย่างเดียว งานวิจัยนี้จึงออกแบบระบบให้สื่อสารสัญญาณเชิงพฤติกรรมแบบเรียลไทม์ในระดับชั้นเรียนและรายผู้เรียน พร้อมประเมินการยอมรับจากผู้สอนในชั้นเรียนออนไลน์แบบประสานเวลา เพื่อเติมเต็มช่องว่างดังกล่าว และสะท้อนศักยภาพรวมทั้งข้อจำกัดเชิงปฏิบัติที่ต้องพิจารณา เช่น การบูรณาการกับแพลตฟอร์มการประชุมออนไลน์ ความล่าช้า (Latency) และความเที่ยงตรงของตัวชี้วัด อย่างเป็นระบบ

3. วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ดำเนินการตามกรอบแนวคิดที่ประยุกต์ใช้เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์แบบอธิบายได้และการวิเคราะห์พฤติกรรมผู้เรียนผ่านคอมพิวเตอร์วิทัศน์ ระบบที่พัฒนาขึ้นทำหน้าที่ตรวจติดตามพฤติกรรมของผู้เรียน ประกอบด้วย การแสดงสีหน้าแสดงอารมณ์ อัตราการกระพริบตาต่อนาที การหลับตา และการแสดงสีหน้าแสดงความเหนื่อยล้า เพื่อนำมาวิเคราะห์ระดับสมาธิจดจ่อ (Sustained attention) และแสดงผลในรูปแบบที่เข้าใจง่ายผ่านโปรแกรมฝั่งผู้สอนตามแนวทาง XAI ซึ่งผู้สอนสามารถใช้ข้อมูลเหล่านี้ในการปรับกิจกรรมการเรียนรู้ได้อย่างเหมาะสม ทำการประเมินผลระบบใน 3 ด้าน ได้แก่ การรับรู้ประโยชน์ในการจัดการเรียนรู้ (Perceived usefulness) ความเข้าใจต่อข้อมูลที่ระบบแสดงผล (Comprehensibility) และความเชื่อมั่นต่อระบบ (Trust in system)



รูปที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

การดำเนินการวิจัยแบ่งออกเป็น 2 ระยะ ได้แก่ การออกแบบและพัฒนาระบบ และการศึกษาผลการใช้ระบบของผู้สอน รายละเอียดการดำเนินงานแต่ละระยะมีดังนี้

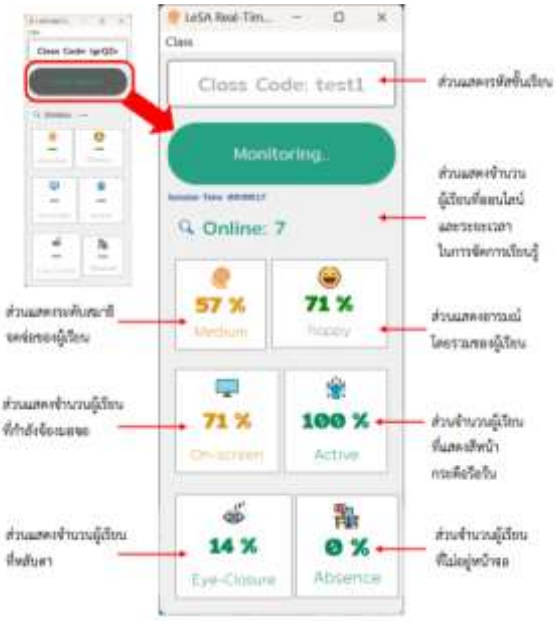
3.1 การออกแบบและพัฒนาระบบ

3.1.1 การฝึกตัวแบบคอมพิวเตอร์วิทัศน์ฝั่งผู้เรียน ดำเนินการโดยพัฒนาตัวแบบคอมพิวเตอร์วิทัศน์ด้วยเทคนิคการถ่ายโอนความรู้ (Transfer learning) จากตัวแบบ YOLO (You only look once) ซึ่งเป็นหนึ่งในสถาปัตยกรรมโครงข่ายประสาทเทียมเชิงลึก (Deep neural network) ที่มีประสิทธิภาพสูงสำหรับการตรวจจับวัตถุแบบเรียลไทม์ มีจุดเด่นด้านความเร็ว ความแม่นยำ สามารถประมวลผลและระบุตำแหน่งของวัตถุในภาพได้พร้อมกันหลายประเภท ทำให้เหมาะสำหรับการใช้งานที่ต้องการความต่อเนื่อง

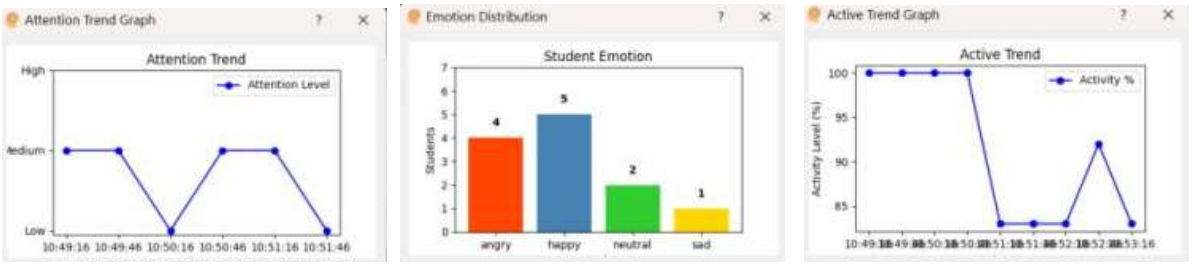
ตัวแบบคอมพิวเตอร์วิทัศน์ที่พัฒนาขึ้น ประกอบด้วย ตัวแบบสำหรับตรวจจับอารมณ์จากสีหน้า ตัวแบบสำหรับติดตามพฤติกรรมการเคลื่อนไหวของดวงตา และตัวแบบสำหรับตรวจจับสีหน้าเหนื่อยล้า ข้อมูลพฤติกรรมที่ตรวจติดตามได้จะถูกส่งไปใช้ในการวิเคราะห์ระดับสมาธิจดจ่อของผู้เรียนด้วยตัวแบบปัญญาประดิษฐ์บนโปรแกรมฝั่งเซิร์ฟเวอร์ต่อไป

3.1.2 การฝึกตัวแบบปัญญาประดิษฐ์ฝั่งเซิร์ฟเวอร์ พัฒนาตัวแบบด้วยอัลกอริทึม Random forest ซึ่งมีจุดเด่นด้านความแม่นยำสูง สามารถจัดการข้อมูลที่มีลักษณะซับซ้อน และใช้ทรัพยากรในการประมวลผลต่ำ ตัวแบบวิเคราะห์ข้อมูลพฤติกรรม 14 รายการที่ได้รับจากตัวแบบคอมพิวเตอร์วิทัศน์ฝั่งผู้เรียน และจัดเก็บไว้ในฐานข้อมูลพฤติกรรมการเรียนรู้เพื่อใช้นำเสนอในโปรแกรมฝั่งผู้สอน เพื่อให้ผู้สอนใช้ประกอบการตัดสินใจในการปรับกิจกรรมการเรียนรู้และเสริมแรงผู้เรียนต่อไป

3.1.3 การพัฒนาโปรแกรมฝั่งผู้สอนตามแนวทางปัญญาประดิษฐ์แบบอธิบายได้ (XAI) โปรแกรมฝั่งผู้สอนได้รับการออกแบบให้แสดงผลข้อมูลภาพรวมของชั้นเรียนในลักษณะที่เข้าใจง่าย ประกอบด้วยจำนวนผู้เรียนที่ออนไลน์ ระดับสมาธิจดจ่อ อารมณ์ส่วนใหญ่ของผู้เรียน จำนวนผู้เรียนที่กำลังมองหน้าจอ จำนวนผู้เรียนที่แสดงสีหน้ากระตือรือร้น จำนวนผู้เรียนที่หลับตา และจำนวนผู้เรียนที่ไม่อยู่หน้าจอ หากผู้สอนต้องการข้อมูลเชิงลึกสามารถเลือกดูกราฟแนวโน้มระดับสมาธิจดจ่อของชั้นเรียน กราฟแสดงการกระจายอารมณ์ของผู้เรียน กราฟแสดงสีหน้ากระตือรือร้น กราฟแสดงแนวโน้มการมองหน้าจอของผู้เรียน ผู้เรียนที่หลับตา และผู้เรียนที่ไม่อยู่หน้าจอเพื่อใช้วิเคราะห์แนวโน้มพฤติกรรมของชั้นเรียนได้อย่างละเอียด



รูปที่ 2 โปรแกรมแสดงข้อมูลฝั่งผู้สอน



รูปที่ 3 ตัวอย่างข้อมูลเชิงลึกที่โปรแกรมแสดงผล

3.1.3 การทดสอบและทดลองใช้งาน เมื่อการพัฒนาระบบเสร็จสมบูรณ์ผู้วิจัยดำเนินการทดสอบความถูกต้องของระบบ (Function test) เพื่อประเมินประสิทธิภาพและความแม่นยำของการทำงาน ประกอบด้วยการทดสอบการตรวจติดตามพฤติกรรมของผู้เรียน การทดสอบการวิเคราะห์ระดับสมาธิจดจ่อของผู้เรียน และการทดสอบการแสดงผลข้อมูลบนโปรแกรมฝั่งผู้สอน จากนั้นทำการปรับปรุงแก้ไขระบบในส่วนที่มีการทำงานผิดพลาดหรือมีความคลาดเคลื่อน แล้วนำไปให้กลุ่มตัวอย่างทดลองใช้งานเพื่อศึกษาผลกระทบของการใช้ระบบต่อไป

3.2 การศึกษาผลการใช้ระบบของผู้สอน

ดำเนินการโดยทดสอบการยอมรับจากผู้ใช้ (User acceptance) ระบบที่พัฒนาเสร็จสิ้นถูกนำไปให้กลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นผู้สอนที่มีประสบการณ์จัดการเรียนรู้ออนไลน์แบบประสานเวลาจำนวน 25 คน ได้จากการสุ่มแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive sampling) ตามลักษณะวิชาที่สอนจำนวน 5 กลุ่ม กลุ่มละ 5 คน ประกอบด้วย

1) กลุ่มผู้สอนด้านคอมพิวเตอร์ เทคโนโลยีสารสนเทศ และเทคโนโลยีดิจิทัล
2) กลุ่มผู้สอนด้านวิชาการบรรยาย เช่น สังคมศาสตร์ และภาษาศาสตร์
3) กลุ่มผู้สอนด้านวิชาการคำนวณ เช่น คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์
4) กลุ่มผู้สอนด้านอาชีวศึกษาหรือกลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพ
5) กลุ่มผู้สอนด้านการฝึกวิชาชีพระยะสั้น หรือวิทยากรในการจัดการอบรม

กลุ่มตัวอย่างและนักเรียน นักศึกษาที่เข้าร่วมการวิจัยทุกคนได้รับคำชี้แจงเกี่ยวกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย นโยบายคุ้มครองข้อมูลส่วนบุคคลตามหลักจริยธรรมในการวิจัย โดยสามารถแสดงความยินยอมหรือปฏิเสธการเข้าร่วมได้โดยอิสระ ทั้งนี้นักเรียน นักศึกษาไม่ได้รับทราบถึงรายละเอียดขั้นตอนการทำงานของระบบ เพื่อลดอคติที่อาจมีผลต่อพฤติกรรมระหว่างการทดลองใช้งาน

หลังจากแสดงความยินยอม กลุ่มตัวอย่างและนักเรียนนักศึกษาที่เข้าร่วมได้รับคำแนะนำเกี่ยวกับขั้นตอนการติดตั้งและใช้งานระบบซึ่งแตกต่างกันตามบริบทของผู้ใช้งาน จากนั้นดำเนินการจัดการเรียนรู้ออนไลน์โดยใช้ระบบที่พัฒนาขึ้นเป็นเวลาอย่างน้อย 60 นาที เมื่อสิ้นสุดการทดลองใช้งาน กลุ่มตัวอย่างตอบแบบสอบถามการยอมรับระบบโดยใช้แบบประเมินที่พัฒนาจากแบบประเมินความสามารถในการใช้งานของระบบ (System usability scale: SUS) (Brooke, 1996, pp. 189–194) ที่ถูกปรับให้เหมาะสมกับบริบทของการวิจัยครั้งนี้ โดยแบบประเมินเป็นแบบประมาณค่า 5 ระดับ มีจำนวนรายการประเมิน 15 รายการ แบ่งออกเป็นสามด้าน ดังนี้

1) ด้านความมีคุณค่าของระบบ ประกอบด้วยรายการประเมิน 5 รายการ
2) ด้านความสะดวกในการใช้งาน ประกอบด้วยรายการประเมิน 5 รายการ
3) ด้านความมั่นใจในการใช้งาน ประกอบด้วยรายการประเมิน 5 รายการ

รูปที่ 4 โปรแกรมฝั่งผู้สอนขณะทดลองใช้งานจริง

การวิเคราะห์ข้อมูลใช้สถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ค่าร้อยละ สำหรับศึกษาลักษณะของผู้ตอบแบบสอบถาม ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation: SD) สำหรับวิเคราะห์ระดับความคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อระบบ โดยกำหนดเกณฑ์การประเมินตามเกณฑ์วัดประเมินค่า (Rating Scale) แบบลิเคิร์ท (Likert Scale) ดังนี้

ค่าเฉลี่ย	4.51-5.00	หมายถึง ได้รับความพึงพอใจ/ได้รับการยอมรับ/เห็นด้วยในระดับมากที่สุด
	3.51-4.50	หมายถึง ได้รับความพึงพอใจ/ได้รับการยอมรับ/เห็นด้วยในระดับมาก
	2.51-3.50	หมายถึง ได้รับความพึงพอใจ/ได้รับการยอมรับ/เห็นด้วยในระดับมาก
	3.51-4.50	หมายถึง ได้รับความพึงพอใจ/ได้รับการยอมรับ/เห็นด้วยในระดับปานกลาง
	1.51-2.50	หมายถึง ได้รับความพึงพอใจ/ได้รับการยอมรับ/เห็นด้วยในระดับน้อย
	1.00-1.50	หมายถึง ได้รับความพึงพอใจ/ได้รับการยอมรับ/เห็นด้วยในระดับน้อยที่สุด

4. ผลการวิจัย

หลังจากดำเนินการวิจัยเสร็จสิ้น ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้รับเพื่อศึกษาผลการใช้ระบบติดตามสมาธิจดจ่อของผู้เรียนด้วยเทคนิคปัญญาประดิษฐ์แบบอธิบายได้ ว่ามีผลต่อการตัดสินใจของผู้สอนในการจัดการเรียนรู้ออนไลน์แบบประสานเวลาอย่างไร โดยลักษณะทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถามแสดงไว้ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม	จำนวน (คน)	ร้อยละ
1. เพศ		
1.1 ชาย	14	56.00
1.2 หญิง	7	28.00
1.3 ไม่ระบุ	4	16.00
รวม	**25**	**100.00**
2. อายุ		
2.1 ต่ำกว่า 25 ปี	2	8.00
2.2 26-35 ปี	11	44.00
2.3 36-45 ปี	12	48.00
2.4 46 ปีขึ้นไป	0	0.00
รวม	**25**	**100.00**
3. ประสบการณ์จัดการเรียนรู้ออนไลน์แบบประสานเวลา		
3.1 ต่ำกว่า 5 ปี	2	8.00
3.2 5-15 ปี	6	24.00
3.3 16-25 ปี	10	40.00
3.4 มากกว่า 25 ปี	7	28.00
รวม	**25**	**100.00**
4. ประเภทวิชาหรือกลุ่มสาระที่สอน		
4.1 กลุ่มวิชาคอมพิวเตอร์ เทคโนโลยีสารสนเทศ หรือเทคโนโลยีดิจิทัล	5	20.00
4.2 กลุ่มวิชาทางด้านภาษา หรือสังคมศึกษา	5	20.00
4.3 กลุ่มวิชาทางด้านคณิตศาสตร์ หรือวิทยาศาสตร์	5	20.00
4.4 กลุ่มวิชาทางด้านอาชีวศึกษา หรือกลุ่มสาระการงานอาชีพ	5	20.00
4.5 กลุ่มวิชาหลักสูตรระยะสั้น หรือการจัดอบรมที่มีระยะเวลาไม่เกิน 75 ชั่วโมงต่อหลักสูตร	5	20.00
รวม	**25**	**100.00**

จากตารางที่ 1 พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เป็นเพศชายร้อยละ 56.00 เพศหญิงร้อยละ 28.00 และไม่ระบุเพศร้อยละ 16.00 ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่อยู่ในช่วงอายุ 36-45 ปี (ร้อยละ 48.00) รองลงมาคือ กลุ่มอายุ 26-35 ปี (ร้อยละ 44.00) มีเพียงร้อยละ 8.00 ที่อายุต่ำกว่า 25 ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่มีประสบการณ์ในการจัดการเรียนรู้ออนไลน์แบบประสาน 16-25 ปี (ร้อยละ 40.00) รองลงมาคือกลุ่มที่มีประสบการณ์มากกว่า 25 ปี (ร้อยละ 28.00) และมีเพียงร้อยละ 8.00เท่านั้นที่มีประสบการณ์น้อยกว่า 5 ปี และผู้ตอบแบบสอบถามมีความหลากหลายทางด้านวิชาที่สอนโดยมีสัดส่วนแต่ละกลุ่มวิชาเท่ากันที่ร้อยละ 20 ปี ซึ่งแสดงให้เห็นว่าผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เป็นผู้ที่มีประสบการณ์ด้านการสอนและการจัดการเรียนรู้ออนไลน์

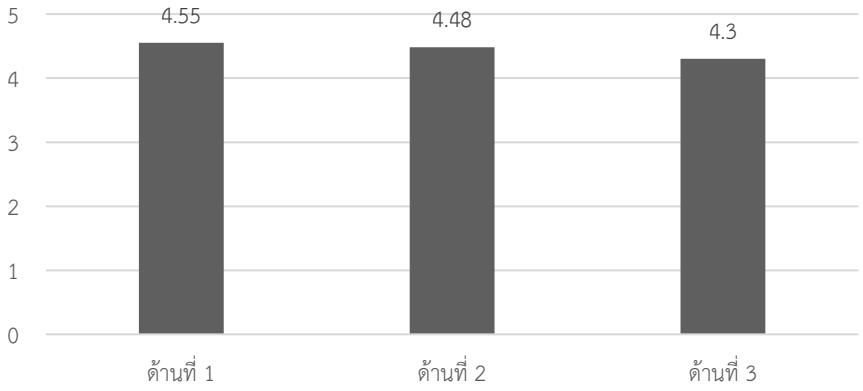
สำหรับการยอมรับระบบของผู้สอน วิเคราะห์จากระดับความพึงพอใจในการใช้งานโดยมีรายละเอียดผลการวิเคราะห์แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลความพึงพอใจของผู้สอนที่มีต่อระบบ

รายการประเมิน	$\bar{x}$	SD	**ระดับความคิดเห็น**
ด้านที่ 1 ด้านความมีคุณค่าของระบบ			
1.1 โปรแกรมตรงต่อความต้องการของผู้ใช้	4.52	0.57	มากที่สุด
1.2 โปรแกรมช่วยให้การติดตามและวิเคราะห์สมาธิจดจ่อของผู้เรียนเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ	4.76	0.43	มากที่สุด
1.3 โปรแกรมช่วยสนับสนุนการปรับเปลี่ยนกระบวนการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับสภาวะของผู้เรียน	4.68	0.61	มากที่สุด
1.4 ความเร็วในการทำงานเพียงพอต่อการติดตามพฤติกรรมของผู้เรียนแบบเรียลไทม์	4.16	0.54	มาก
1.5 โปรแกรมช่วยให้การจัดการเรียนรู้ออนไลน์แบบประสานเวลามีประสิทธิภาพมากขึ้น	4.64	0.48	มากที่สุด
ภาพรวมด้านที่ 1	**4.55**	**0.22**	**มากที่สุด**
ด้านที่ 2 ด้านความสะดวกในการใช้งาน			
2.1 ส่วนติดต่อกับผู้ใช้มีความสะดวก เข้าใจได้ง่าย	4.28	0.72	มาก
2.2 โปรแกรมใช้งานได้ง่าย ไม่ซับซ้อน	4.60	0.49	มากที่สุด
2.3 โปรแกรมสามารถให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อการสอน	4.60	0.49	มากที่สุด
2.4 สามารถใช้งานโปรแกรมได้โดยไม่ต้องเรียนรู้เพิ่มเติม	4.36	0.48	มาก
2.5 สามารถเรียนรู้ได้ง่ายโดยไม่ต้องอาศัยความช่วยเหลือจากผู้เชี่ยวชาญทางเทคนิค	4.56	0.50	มากที่สุด
ภาพรวมด้านที่ 2	**4.48**	**0.13**	**มาก**
ด้านที่ 3 ด้านความมั่นใจในการใช้งาน			
3.1 โปรแกรมสามารถทำงานได้อย่างราบรื่น มีความเสถียรภาพ	4.28	0.60	มาก
3.2 โปรแกรมสามารถทำงานได้ต่อเนื่องโดยไม่เกิดความล่าช้าหรือข้อผิดพลาดที่ส่งผลกระทบต่อการใช้งาน	4.20	0.80	มาก
3.3 การทำงานร่วมกันของฟังก์ชันต่าง ๆ ภายในโปรแกรมมีความสอดคล้องและสมบูรณ์	4.56	0.57	มากที่สุด
3.4 โปรแกรมสามารถทำงานได้โดยไม่ส่งผลกระทบต่อแอปพลิเคชันการประชุมทางไกล	4.12	0.65	มาก
3.5 ความมั่นใจในการใช้งานโปรแกรมสำหรับติดตามพฤติกรรมของผู้เรียน	4.36	0.69	มาก
ภาพรวมด้านที่ 3	**4.30**	**0.15**	**มาก**
ภาพรวมทั้งหมด	**4.45**	**0.20**	**มาก**

จากตารางที่ 2 พบว่าผู้สอนมีความพึงพอใจต่อระบบโดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{x}$ = 4.45, SD = 0.20) ด้านที่ได้รับความพึงพอใจสูงสุดคือด้านที่ 1 ความมีคุณค่าของระบบที่ได้รับความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x}$ = 4.55, SD = 0.22) ตามด้วยด้านที่ 2 ด้านความสะดวกในการใช้งานได้รับความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ($\bar{x}$ = 4.48, SD = 0.13) และด้านที่ 3 ด้านความมั่นใจในการใช้งานระบบซึ่งได้รับความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ($\bar{x}$ = 4.30, SD = 0.15)

เมื่อพิจารณาเป็นรายประเด็นพบว่า ประเด็นที่ได้รับความพึงพอใจสูงสุดคือ 1.2 โปรแกรมสามารถช่วยให้การติดตามและวิเคราะห์สมาธิจดจ่อของผู้เรียนเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพได้รับความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x}$ = 4.76, SD = 0.43) ตามด้วย 1.3 โปรแกรมช่วยสนับสนุนการปรับเปลี่ยนกระบวนการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับสภาวะของผู้เรียน ได้รับความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุดเช่นเดียวกัน ($\bar{x}$ = 4.68, SD = 0.61) และ 1.5 โปรแกรมช่วยให้การจัดการเรียนรู้ออนไลน์แบบประสานเวลามีประสิทธิภาพมากขึ้น ได้รับความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x}$ = 4.64, SD = 0.48) ทั้งนี้ประเด็นที่ได้รับความพึงพอใจต่ำสุดคือ 3.4 โปรแกรมสามารถทำงานได้โดยไม่ส่งผลกระทบต่อแอปพลิเคชันการประชุมทางไกล ได้รับความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ($\bar{x}$ = 4.12, SD = 0.65)



รูปที่ 5 กราฟแสดงผลการวิเคราะห์การยอมรับระบบของผู้สอน (User acceptance)

5. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่า ระบบติดตามสมาธิจดจ่อของผู้เรียนที่พัฒนาขึ้นได้รับการยอมรับในระดับที่ดีจากผู้สอน โดยมีความพึงพอใจโดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ = 4.45, SD = 0.20) สะท้อนให้เห็นว่าระบบสามารถใช้เป็นเครื่องมือสนับสนุนการตัดสินใจของผู้สอนในการปรับวิธีการจัดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เมื่อพิจารณารายด้านพบว่าด้านความมีคุณค่าของระบบ ($\bar{X}$ = 4.55, SD = 0.22) ได้รับความพึงพอใจสูงสุด โดยเฉพาะความสามารถของระบบในการช่วยติดตามและวิเคราะห์สมาธิจดจ่อของผู้เรียน ($\bar{X}$ = 4.76, SD = 0.43) ซึ่งสะท้อนว่าผู้สอนรับรู้ว่าระบบมีประโยชน์โดยตรงต่อการจัดการเรียนการสอน ผู้วิจัยเห็นว่าเกิดจากระบบที่สามารถสรุปสัญญาณเชิงพฤติกรรมให้เป็นข้อมูลสำหรับใช้ปรับการสอนแบบทันทีได้จริง จึงลดภาระการสังเกตของครูในชั้นเรียนออนไลน์แบบประสานเวลา และทำให้การตัดสินใจเปลี่ยนกิจกรรมการสอนมีหลักฐานรองรับมากขึ้น ไม่ใช่เพียงความรู้สึก โดยเฉพาะอย่างยิ่งการสรุปผลแบบเรียลไทม์ที่ส่งผลให้ครูเห็น เข้าใจ และลงมือได้ในทันที

ด้านความสะดวกในการใช้งานได้รับความพึงพอใจในระดับมาก ($\bar{X}$ = 4.48, SD = 0.13) โดยเฉพาะความสามารถของระบบที่แสดงข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อการสอน ($\bar{X}$ = 4.60, SD = 0.49) สามารถเข้าใจข้อมูล และใช้งานได้ง่าย ($\bar{X}$ = 4.60, SD = 0.49) ได้รับความพึงพอใจในระดับมากที่สุด แสดงให้เห็นว่าผู้สอนสามารถเข้าถึงข้อมูล แปลความหมายข้อมูลได้ง่าย ผู้วิจัยสรุปได้ว่ารูปแบบการสื่อสารตามแนว XAI ที่เน้นสรุปภาพรวมก่อนแล้วจึงแสดงรายละเอียดเชิงลึก ช่วยให้ผู้สอนสามารถตีความข้อมูลได้เอง ระบบถูกออกแบบให้มีภาษาที่กระชับ ชัดเจน มีกราฟเรียบง่าย ใช้ภาพสัญลักษณ์และสีที่สอดคล้องกับสถานะ ทำให้ ระยะเรียนรู้ระบบสั้น ไม่ก่อให้เกิดภาระในการใช้งานระบบ สอดคล้องกับแนวคิดของ Khosravi et al. (2022 p. 100074) ที่ระบุว่าปัญญาประดิษฐ์ที่อธิบายได้ในการศึกษาควรออกแบบเพื่อช่วยให้ครูสามารถตัดสินใจในระหว่างการสอนได้ทันที และสนับสนุนเป้าหมายด้านการสอนอย่างมีประสิทธิภาพ เช่นเดียวกับ Long and Magerko (2020, pp. 1–16) ซึ่งพบว่าระบบแสดงข้อมูลพฤติกรรมของผู้เรียนแบบเรียลไทม์ช่วยให้ครูตัดสินใจได้รวดเร็วและแม่นยำยิ่งขึ้น และ Altuwairqi et al. (2018, pp. 99–109) ที่เสนอว่าปัญญาประดิษฐ์ในการศึกษาควรออกแบบให้เข้าถึงง่ายแม้กับผู้สอนที่ไม่มีพื้นฐานทางเทคนิคเพื่อให้เกิดการนำไปใช้อย่างแพร่หลาย ในขณะที่ด้านความมั่นใจในการใช้งานระบบได้รับความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ = 4.30, SD = 0.15) แต่มีค่าเฉลี่ยที่ต่ำกว่าสองด้านแรก ผู้วิจัยสังเกตว่าอาจเกิดจากปัจจัยเชิงปฏิบัติ เช่น ความหน่วงในการสื่อสาร ทรัพยากรของเครื่องผู้สอน ความแปรผันของแสง กล้องของผู้เรียน และการทำงานร่วมกับแอปพลิเคชันประชุมออนไลน์ ปัจจัยเหล่านี้กระทบความรู้สึกเชื่อถือผลวิเคราะห์ในบางช่วงของการสอน ทำให้ครูยังไม่เชื่อมั่นและเลือกใช้ระบบเป็นผู้ช่วยไม่ใช่ตัวตัดสินเพียงลำพัง ข้อสังเกตนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ Barredo Arrieta et al. (2020, pp. 82–155) ที่ระบุว่า XAI มีบทบาทสำคัญในการสร้างความสมดุลระหว่างความไว้วางใจกับความเข้าใจของผู้ใช้ (Trust calibration) และหากพิจารณาประเด็นในด้านสามารถของระบบในการทำงานร่วมกับแอปพลิเคชันการประชุมทางไกลซึ่งได้รับคะแนนต่ำสุด ($\bar{X}$ = 3.12, SD = 0.65) สะท้อนให้เห็นถึงข้อจำกัดในการใช้งานจริง เช่นเดียวกับ Dewan et al. (2018, pp. 1895–1902) และ Sun et al. (2019, pp.1183–1202) ที่ระบุว่าการรวมระบบติดตามพฤติกรรมผู้เรียนเข้ากับแพลตฟอร์มการเรียนรู้ออนไลน์ยังคงเป็นความท้าทาย ทั้งในแง่ของทรัพยากร ความประสิทธิภาพการทำงาน ความเสถียร และความเข้ากันได้ของระบบ นอกจากนี้ Murali et al., 2021, pp. 1–13 ยังพบว่าความล่าช้า (Latency) ในการประมวลผลอาจส่งผลต่อ

ประสบการณ์ใช้งานของผู้สอนและความเชื่อมั่นในระบบได้ โดยรวมผู้วิจัยเห็นว่ารูปแบบข้อมูลที่ตีความได้ง่ายและลงมือได้ทันที เป็นปัจจัยสำคัญของการยอมรับระบบในชั้นเรียนออนไลน์แบบประสานเวลามากกว่าความซับซ้อนของอัลกอริทึม ตัวระบบจึงควรรักษา ความเรียบง่ายที่อธิบายได้ ควบคู่กับการแก้คอขวดเชิงเทคนิคเพื่อยกระดับความเชื่อมั่นในระยะยาว

6. ข้อเสนอแนะ

ในการนำผลการวิจัยไปใช้งาน ควรบูรณาการระบบเป็นส่วนเสริมเข้ากับแอปพลิเคชันการประชุมทางไกล ลดความหน่วง ปรับแดชบอร์ดตามหลัก XAI ให้มีคำอธิบายเชิงเหตุผลที่ลงมือได้ทันที และกำหนดแนวปฏิบัติด้านความเป็นส่วนตัวอย่างชัดเจน สำหรับข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป ควรต่อยอดในทางทฤษฎีโดยทดสอบแบบจำลองความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะ XAI ความเข้าใจข้อมูล (Comprehensibility) การรับรู้ประโยชน์ และความเชื่อมั่น ตรวจสอบข้อจำกัดที่พบในงานวิจัยครั้งนี้ เช่น ความหน่วงหรือคุณภาพของสัญญาณต่อความไว้วางใจ การเปรียบเทียบรูปแบบคำอธิบายจากภาพและข้อความ ตลอดจนตรวจสอบความเที่ยงตรงของตัวชี้วัดสมาธิจดจ่อร่วมกับการขยายกลุ่มตัวอย่างให้หลากหลายขึ้น เพื่อคุณค่าในงานวิจัย

กิตติกรรมประกาศ

ก่อนการดำเนินงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้ผ่านการอบรมจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์จากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคนมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ เมื่อวันที่ 22 มิถุนายน 2567 ผู้วิจัยขอขอบคุณครูผู้สอนและนักเรียนจากสถานศึกษาที่เข้าร่วมในการทดลองใช้ระบบ รวมถึงผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคโนโลยีการศึกษาที่กรุณาให้ข้อเสนอแนะอันมีคุณค่า ซึ่งเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการพัฒนาและปรับปรุงงานวิจัยให้มีคุณภาพยิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

Ahuja, K., Kim, D., Xhakaj, F., Varga, V., Xie, A., Zhang, S., Townsend, J. E., Harrison, C., Ogan, A., & Agarwal, Y. (2019). EduSense: Practical Classroom Sensing at Scale. In *Proceedings of the ACM on Interactive, Mobile, Wearable and Ubiquitous Technologies*, *3*(3), 71:1-71:26. Association for Computing Machinery.

Altuwairqi, K., Jarraya, S. K., Allinjawi, A., & Hammami, M. (2018). A new emotion–based affective model to detect student's engagement. *Journal of King Saud University - Computer and Information Sciences*, *33*(1), 99–109.

Barredo Arrieta, A., Díaz-Rodríguez, N., Del Ser, J., Bennetot, A., Tabik, S., Barbado, A., Garcia, S., Gil-Lopez, S., Molina, D., Benjamins, R., Chatila, R., & Herrera, F. (2020). Explainable Artificial Intelligence (XAI): Concepts, taxonomies, opportunities and challenges toward responsible AI. *Information Fusion*, *58*, 82–115.

Brooke, J. (1996). SUS - a quick and dirty usability scale. In *Usability Evaluation in Industry* (pp. 189–194). Taylor and Francis.

Brownlee, J. (2019). *A Gentle Introduction to Computer Vision*. https://machinelearningmastery.com/what-is-computer-vision/.

Cabada, R. Z., Estrada, M. L. B., Hernández, F. G., Bustillos, R. O., & Reyes-García, C. A. (2018). An affective and Web 3.0-based learning environment for a programming language. *Telematics and Informatics*, *35*(3), 611–628.

Cha, S., & Kim, W. (2015). Concentration analysis by detecting face features of learners. *2015 IEEE Pacific Rim Conference on Communications, Computers and Signal Processing (PACRIM)*, 46–51. IEEE Xplore.

Dewan, M. A. A., Lin, F., Wen, D., Murshed, M., & Uddin, Z. (2018). A Deep Learning Approach to Detecting Engagement of Online Learners. In *2018 IEEE SmartWorld, Ubiquitous Intelligence Computing, Advanced Trusted Computing, Scalable Computing Communications, Cloud Big Data Computing, Internet of People and Smart City Innovation (SmartWorld/SCALCOM/UIC/ATC/CBDCom/IOP/SCI)*, 1895–1902. IEEE Xplore.

Faria, A. R., Almeida, A., Martins, C., Gonçalves, R., Martins, J., & Branco, F. (2017). A global perspective on an emotional learning model proposal. *Telematics and Informatics*, *34*(6), 824–837.

He, H., She, Y., Xiahou, J., Yao, J., Li, J., Hong, Q., & Ji, Y. (2018). Real-Time Eye-Gaze Based Interaction for Human Intention Prediction and Emotion Analysis. In *Proceedings of Computer Graphics International 2018*, 185–194. Association for Computing Machinery.

Holstein, K. & Aleven, V. (2022). Designing for human–AI complementarity in K-12 education. *AI Magazine*, *43*(2), 230-248.

Hutt, S., Krasich, K., R. Brockmole, J., & K. D'Mello, S. (2021). Breaking out of the Lab: Mitigating Mind Wandering with Gaze-Based Attention-Aware Technology in Classrooms. In *Proceedings of the 2021 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 1–14. Association for Computing Machinery.

Junco, R., & Cotten, S. R. (2012). No A 4 U: The relationship between multitasking and academic performance. *Computers and Education*, *59*(2), 505–514.

Juthawan, E. (2019). *The Effects of Using a Guidance Activities Package Together with Buddhist Meditation Practice to Develop Work Commitment Behavior of Mathayom Suksa II Students of Wattanapruksa school in Nonthaburi Province.* [Master's Thesis]. Sukhothai Thammathirat Open University. (in Thai)

Khosravi, H., Shum, S. B., Chen, G., Conati, C., Tsai, Y.-S., Kay, J., Knight, S., Martinez-Maldonado, R., Sadiq, S., & Gašević, D. (2022). Explainable Artificial Intelligence in education. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, *3*, 100074.

Kim, B., & Doshi-Velez, F. (2021). Machine Learning Techniques for Accountability. *AI Magazine*, *42*(1), 47–52.

Leroy, S. (2009). Why is it so hard to do my work? The challenge of attention residue when switching between work tasks. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, *109*(2), 168–181.

Long, D., & Magerko, B. (2020). What is AI Literacy? Competencies and Design Considerations. In *Proceedings of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 1–16. Association for Computing Machinery.

Ma, S., Zhou, T., Nie, F., & Ma, X. (2022). Glancee: An Adaptable System for Instructors to Grasp Student Learning Status in Synchronous Online Classes. In *Proceedings of CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 1–25. Association for Computing Machinery.

Murali, P., Hernandez, J., McDuff, D., Rowan, K., Suh, J., & Czerwinski, M. (2021). AffectiveSpotlight: Facilitating the Communication of Affective Responses from Audience Members during Online Presentations. In *Proceedings of the 2021 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 1–13. Association for Computing Machinery.

Ophir, E., Nass, C., & Wagner, A. D. (2009). Cognitive control in media multitaskers. In *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *106*(37), 15583–15587. PNAS.

Pham, A. T. V., Kieu, N. V., & Vu, T. T. T. (2021). Synchronous Online Teaching amid the Covid-19: An After Action Review from Teachers. In *Proceedings of 2021 International Conference on Advanced Enterprise Information System (AEIS)*, 19–24. IEEE.

Pragya, S. U., Mehta, N. D., Abomoelak, B., Uddin, P., Veeramachaneni, P., Mehta, N., Moore, S., Jean-Francois, M., Garcia, S., Pragya, S. C., & Mehta, D. I. (2021). Effects of Combining Meditation Techniques on Short-Term Memory, Attention, and Affect in Healthy College Students. *Frontiers in Psychology*, *12*, 1–9.

Sun, P.-C., Tsai, R. J., Finger, G., Chen, Y.-Y., & Yeh, D. (2008). *What drives a successful e-Learning? An empirical investigation of the critical factors influencing learner satisfaction. Computers and Education, 50*(4), 1183–1202.

Torres, R. M. (2011). *Lifelong learning: Moving beyond Education for All (EFA)*. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000192081.

Vieira, D. (2019). Lifelong Learning and its Importance in Achieving the Sustainable Development Goals. In W. Leal Filho, A. M. Azul, L. Brandli, P. G. Özuyar, & T. Wall (Eds.), *Quality Education* (pp. 1–9). Springer International Publishing.

“ข้อคิดเห็น เนื้อหา รวมทั้งการใช้ภาษาในบทความถือเป็นความรับผิดชอบของผู้เขียน”

Research article

การพัฒนาพิพิธภัณฑ์เสมือนจริงแบบปฏิสัมพันธ์วัดบางอ้อยช้างจังหวัดนนทบุรี เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ตลอดชีวิต

DEVELOPMENT OF A VIRTUAL MUSEUM INTERACTIVE APPLICATION AT WAT BANG AOI CHANG NONTHABURI PROVINCE FOR PROMOTING LIFELONG LEARNING

นนทนันท์ แย้มวงษ์*
Nonthanun Yamwong
nonthanun.y@pnru.ac.th

สาขาวิชาบรรณารักษศาสตร์และสารสนเทศศาสตร์
คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร กรุงเทพมหานคร 10220 ประเทศไทย
Program in Library and Information Science Faculty of Humanities and Social Sciences
Phranakhon Rajabhat University, Bangkok 10220 Thailand

Journal of Industrial Education. 2025, Vol. 24 (No. 2), **https://doi.org/10.55003/JIE.24215**

Received: August 4, 2025, | **Revised:** August 22, 2025, | **Accepted:** August 28, 2025

Citation reference :
Yamwong, N. (2025). Development of a virtual museum interactive application at wat bang aoi chang nonthaburi province for promoting lifelong learning. **Journal of Industrial Education, 24**(2), 111-121.

ABSTRACT

This study focused on the development of the Bang Aoi Chang Temple Virtual Museum in Nonthaburi Province to promote lifelong learning. The research employed a research and development approach using the ADDIE model, which consisted of five phases: Analysis, Design, Development, Implementation, and Evaluation. The sample group included 400 participants, selected using a stratified random sampling. The research instruments comprised the Bang Aoi Chang Temple Virtual Museum, an evaluation form to assess the virtual museum's effectiveness, and a user satisfaction questionnaire. Data were analyzed using frequency, percentage, mean, standard deviation, and content analysis. This study found that, the developed virtual museum included content on the temple's history, significant antiquities, mural paintings, and cultural rituals. The presentation was delivered through a 360-degree interactive format incorporating multimedia elements. The effectiveness evaluation was conducted by experts rated the virtual museum at a very high level ($\bar{x}$ = 4.65, SD = 0.38). User satisfaction was at the highest level ($\bar{x}$ = 4.72, SD = 0.41). Users expressed the view that the virtual museum effectively supports lifelong learning and contributes to the preservation of local cultural heritage.

Keywords: Virtual museum, Digital cultural heritage, Lifelong learning, ADDIE model, Augmented reality

**Corresponding author E-mail: nonthanun.y@pnru.ac.th* *ISSN: 2985-1890 (Online)*

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาพัฒนาพิพิธภัณฑ์เสมือนจริงวัดบางอ้อยช้างจังหวัดนนทบุรีเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ตลอดชีวิต โดยใช้รูปแบบการวิจัยและพัฒนาตามกระบวนการ ADDIE model ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ การวิเคราะห์ การออกแบบ การพัฒนา การนำไปใช้ และการประเมินผล โดยกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยจำนวน 400 คน ซึ่งได้มาโดยใช้วิธีการสุ่มแบบแบ่งชั้น เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วยพิพิธภัณฑ์เสมือนจริงวัดบางอ้อยช้างจังหวัดนนทบุรี แบบประเมินประสิทธิภาพพิพิธภัณฑ์เสมือนจริงวัดบางอ้อยช้างจังหวัดนนทบุรี และแบบสอบถามความพึงพอใจพิพิธภัณฑ์เสมือนจริงวัดบางอ้อยช้างจังหวัดนนทบุรี วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าความถี่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการวิเคราะห์เนื้อหา ผลการวิจัยพบว่า 1) พิพิธภัณฑ์เสมือนจริงวัดบางอ้อยช้างที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วยเนื้อหาเกี่ยวกับประวัติความเป็นมา โบราณวัตถุที่สำคัญ จิตรกรรมฝาผนัง และพิธีกรรมทางวัฒนธรรมของวัด มีการนำเสนอในรูปแบบ 360 องศา และสื่อมัลติมีเดียที่มีปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้ ผลการประเมินประสิทธิภาพโดยผู้เชี่ยวชาญอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X}$ = 4.65, SD = 0.38) และความพึงพอใจของผู้ใช้งานอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.72, SD = 0.41) โดยผู้ใช้มีความคิดเห็นว่าพิพิธภัณฑ์เสมือนจริงช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ตลอดชีวิตและการอนุรักษ์มรดกทางวัฒนธรรมของท้องถิ่นได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ: พิพิธภัณฑ์เสมือนจริง, มรดกวัฒนธรรมดิจิทัล, การเรียนรู้ตลอดชีวิต, แบบจำลอง ADDIE, เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม

1. บทนำ

พิพิธภัณฑ์วัดบางอ้อยช้างจังหวัดนนทบุรี เป็นแหล่งมรดกวัฒนธรรมที่สำคัญของจังหวัดนนทบุรี และชุมชนใกล้เคียงซึ่งตั้งอยู่ภายในวัดบางอ้อยช้างเป็นอาคาร 2 ชั้น ซึ่งภายในจัดแสดงวัตถุต่าง ๆ เพื่อให้ความรู้เกี่ยวกับที่มาของความเป็นอยู่อาศัยชาวจังหวัดนนทบุรีรวมถึงสิ่งของที่มีคุณค่าทางจิตใจ และของมีค่าที่ไม่สามารถหาทดแทนได้เก็บรวบรวมสะสมไว้ แต่สภาพปัญหาเกิดขึ้นบ่อยครั้ง ได้แก่ ปัญหาด้านสภาพแวดล้อมผู้ชมไม่สามารถเข้าไปในอาคารไม่สามารถเข้าถึงข้อมูลได้ เรื่องความปลอดภัยของอาคารที่ไม่มีการป้องกันการโจรกรรมของวัตถุที่แสดงในพิพิธภัณฑ์ และการขาดการเตรียมการให้บริการที่พอเพียงทั้งในเรื่องอุปกรณ์อำนวยความสะดวก เป็นต้น นอกจากนี้ การนำชมที่ไม่มีผู้ที่นำชมอย่างเป็นทางการซึ่งนำไปสู่ความไม่ต่อเนื่องในการจัดการและดำเนินการพิพิธภัณฑ์ (Kleepphueng, 2024) อีกทั้งการศึกษาตลอดชีวิตเป็นแนวคิดสำคัญในยุคดิจิทัลที่เน้นการเรียนรู้อย่างต่อเนื่องและการเข้าถึงความรู้ที่ไม่จำกัดด้วยอายุหรือสถานที่ อย่างไรก็ตาม ปัญหาการลดลงของผู้เข้าชมพิพิธภัณฑ์ในพื้นที่และข้อจำกัดในการเข้าถึงข้อมูลทางการศึกษาในชุมชนท้องถิ่นยังคงเป็นอุปสรรคสำคัญ วัดบางอ้อยช้างในจังหวัดนนทบุรีซึ่งเป็นแหล่งเรียนรู้ทางประวัติศาสตร์และวัฒนธรรมที่มีคุณค่า ก็ประสบปัญหาในการดึงดูดผู้เข้าชมและการถ่ายทอดความรู้สู่ชุมชนในวงกว้าง การพัฒนาพิพิธภัณฑ์เสมือนจริงจึงเป็นทางเลือกที่น่าสนใจในการแก้ไขปัญหาดังกล่าว โดยใช้เทคโนโลยีดิจิทัลเพื่อสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ที่เข้าถึงได้ง่าย ทันสมัย และสามารถเชื่อมโยงความรู้ทางประวัติศาสตร์และวัฒนธรรมไปสู่การส่งเสริมการเรียนรู้ตลอดชีวิตในชุมชนอย่างมีประสิทธิภาพ

การวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาพิพิธภัณฑ์เสมือนจริงวัดได้พัฒนาจากแบบดั้งเดิมที่เน้นการสำรวจทางโบราณคดี (Gomes et al., 2014, Online) การวิจัยเอกสาร และการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ สู่วิธีการสมัยใหม่ที่ใช้เทคโนโลยีขั้นสูงอย่างการสแกนเลเซอร์ 3 มิติ โฟโตแกรมเมทรี การถ่ายภาพด้วยโดรน (Barba et al., 2019, Online) และการสร้างแบบจำลองเสมือนจริงแบบมีปฏิสัมพันธ์ (Fernández-Palacios et al., 2017, p.42) ควบคู่กับการให้ชุมชนมีส่วนร่วม (Ott & Pozzi, 2011, p. 1367) และการพัฒนาเพื่อรองรับอุปกรณ์เคลื่อนที่ (Hammady et al., 2020, p. 355) ทั้งนี้ โมเดลการพัฒนาที่นิยมใช้มีหลายรูปแบบ ได้แก่ ADDIE model (Rahaman & Tan, 2011, p. 111) Agile development (Younan & Treadaway, 2015, p. 245) รวมถึงการออกแบบโดยยึดผู้ใช้เป็นศูนย์กลาง (Pavlidis et al., 2018, p. 243) ซึ่งนำไปสู่การสร้างพิพิธภัณฑ์เสมือนจริงที่มีประสิทธิภาพ และตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ได้ดียิ่งขึ้น

การพัฒนาพิพิธภัณฑ์เสมือนจริงวัดบางอ้อยช้างจังหวัดนนทบุรีเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ตลอดชีวิต ประยุกต์ใช้ ADDIE model ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเริ่มจากการวิเคราะห์ความต้องการของผู้ใช้และบริบทของพิพิธภัณฑ์ (Styliani et al., 2009, p. 522) ตามด้วยการออกแบบประสบการณ์ผู้ใช้ที่เหมาะสม (Sylaiou et al., 2010, pp. 247-249) การพัฒนาด้วยเทคโนโลยีที่เลือกสรร (Carrozzino & Bergamasco, 2010, pp. 456-457) การนำไปใช้ที่คำนึงถึงการฝึกอบรมเจ้าหน้าที่และการประชาสัมพันธ์ (Pallud & Straub, 2014, pp. 368-370) และการประเมินผลอย่างต่อเนื่องเพื่อการปรับปรุง ซึ่งขั้นตอนทั้งหมดนี้ช่วยให้พิพิธภัณฑ์เสมือนจริงมีประสิทธิภาพทั้งในด้านการให้ความรู้และสร้างประสบการณ์ที่น่าประทับใจแก่ผู้ใช้ นอกจากนี้ ยังสามารถแก้ไขข้อจำกัดในการเข้าถึงทรัพยากรทางวัฒนธรรมที่มีอยู่ในพิพิธภัณฑ์แบบดั้งเดิม (Styliani et al., 2009, p. 525) ช่วยตอบสนองความคาดหวัง

ของผู้ชมที่ต้องการประสบการณ์แบบมีปฏิสัมพันธ์มากขึ้น (Carrozzino & Bergamasco, 2010, pp. 453-454) สนับสนุนการอนุรักษ์วัตถุทางวัฒนธรรมที่เปราะบางผ่านการจัดเก็บข้อมูลดิจิทัล (Pavlidis et al., 2007, pp. 246-247) เปิดโอกาสให้เข้าถึงแหล่งเรียนรู้ได้แม้ในสถานการณ์วิกฤต เช่น การระบาดของโควิด-19 เป็นต้น (Samaroudi et al., 2020, pp. 345-347) และสร้างโอกาสทางธุรกิจรูปแบบใหม่สำหรับสถาบันวัฒนธรรม (Wojciechowski et al., 2004, pp. 135-137) ซึ่งผลักดันให้เกิดการวิจัยและพัฒนานวัตกรรมพิพิธภัณฑ์เสมือนจริงอย่างต่อเนื่องเพื่อยกระดับการเข้าถึง และการอนุรักษ์มรดกทางวัฒนธรรมในโลกยุคใหม่ นอกจากนี้ การเรียนรู้ของคนไม่ได้ถูกจำกัดเฉพาะอยู่แต่ในห้องเรียนแต่เป็นห้องเรียนที่ไม่มีขอบเขตเกิดการมีส่วนร่วมโดยชุมชนบทบาทสำคัญของเทคโนโลยีที่มีต่อการเรียนรู้ในพิพิธภัณฑ์สำคัญมากขึ้นอย่างเห็นได้ชัดเทคโนโลยีถูกปรับเปลี่ยนและพัฒนาร่วมกับความก้าวหน้าของการเรียนรู้ในพิพิธภัณฑ์ การเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ในพิพิธภัณฑ์มีส่วนในการพัฒนาทักษะการเรียนรู้ตลอดชีวิตแบบไม่มีขอบเขตหรือข้อจำกัดให้กับผู้ชมเทคโนโลยี ถูกนำมาใช้ในพื้นที่การเรียนรู้แบบเปิดอย่างกว้างขวางเพื่อสนับสนุนกิจกรรมการเรียนรู้ในพิพิธภัณฑ์ให้มีประสิทธิภาพการมีส่วนร่วมในสังคมของพิพิธภัณฑ์ สนับสนุนการรักษาและการเผยแพร่มรดกทางวัฒนธรรมต่อชุมชน (Limapornvanitr, 2022, p. C2)

ดังนั้นการวิจัยครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อพัฒนาพิพิธภัณฑ์เสมือนจริงวัดบางอ้อยช้าง จังหวัดนนทบุรี โดยประยุกต์ใช้แบบจำลอง ADDIE เป็นกรอบการดำเนินงานวิจัยอย่างเป็นระบบ ร่วมกับเทคนิค Virtual museum โดยการจำลองภาพสามมิติ (3D modeling) การนำเสนอเนื้อหาแบบมีปฏิสัมพันธ์ และการออกแบบการนำทางที่เหมาะสม เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ตลอดชีวิตและประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งาน โดยมีขอบเขตการศึกษาครอบคลุมการพัฒนาระบบที่เอื้อให้ผู้ชมสามารถเข้าถึงข้อมูลและวัตถุโบราณภายในอาคารได้อย่างไร้ขีดจำกัดด้านเวลาและสถานที่ ซึ่งคาดหวังว่าผลการพัฒนาดังกล่าวจะช่วยเสริมสร้างประสบการณ์การเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ที่ลึกซึ้งผ่านเทคโนโลยีดิจิทัลล้ำสมัย (Carrozzino & Bergamasco, 2010, p. 455) สนับสนุนการอนุรักษ์และเผยแพร่วัตถุโบราณที่มีคุณค่าโดยไม่ทำลายต้นฉบับ (Pavlidis et al., 2007, p. 261) ส่งเสริมการเข้าถึงองค์ความรู้ทางวัฒนธรรมสำหรับผู้ที่สนใจอย่างเท่าเทียมกัน (Styliani et al., 2009, p. 526) รวมถึงเพิ่มโอกาสในการสร้างรายได้และความยั่งยืนให้แก่สถาบันทางวัฒนธรรมในยุคดิจิทัล (Wojciechowski et al., 2004, p. 136) อันจะนำไปสู่การอนุรักษ์และส่งต่อมรดกทางวัฒนธรรมสู่คนรุ่นต่อไปอย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืน

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยเกี่ยวกับพิพิธภัณฑ์เสมือนจริงสามารถจัดกลุ่มได้เป็น 5 กลุ่มหลัก ได้แก่ กลุ่มการศึกษาและประเมินเว็บไซต์พิพิธภัณฑ์ (Boneva, 2023; Tatlı et al., 2023) ที่เน้นการวิเคราะห์และเปรียบเทียบแพลตฟอร์มดิจิทัลของพิพิธภัณฑ์ กลุ่มการประยุกต์ใช้เพื่อการศึกษา (Aristeidou et al., 2023; Hu & Hwang, 2024) ที่มุ่งเน้นการพัฒนาและประเมินประสิทธิผลของแอปพลิเคชันพิพิธภัณฑ์เสมือนจริงสำหรับการเรียนการสอน กลุ่มการอนุรักษ์มรดกทางวัฒนธรรม (Shih, 2023; Rashwan, 2019; Chan & Cai, 2023) ที่ใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงเพื่อรักษาและถ่ายทอดมรดกทางวัฒนธรรมทั้งที่จับต้องได้ และจับต้องไม่ได้ กลุ่มการประยุกต์ใช้เฉพาะทาง (AL-Makhadmah, 2020) ที่นำพิพิธภัณฑ์เสมือนจริงไปใช้ในบริบทเฉพาะเช่นการท่องเที่ยวเชิงศาสนา และกลุ่มการศึกษาแนวคิดและปรากฏการณ์ (Myna et al., 2023) ที่วิเคราะห์ผลกระทบของเทคโนโลยีดิจิทัลต่อวงการพิพิธภัณฑ์และปรากฏการณ์มรดกดิจิทัลในภาพรวม

จากผลการศึกษาการพัฒนาพิพิธภัณฑ์เสมือนจริงวัดบางอ้อยช้างจังหวัดนนทบุรี พบว่าเกี่ยวข้องกับงานวิจัยในหลายกลุ่มที่นำเสนอในบทความนี้ โดยเฉพาะกลุ่มการประยุกต์ใช้เพื่อการศึกษาและกลุ่มการอนุรักษ์มรดกทางวัฒนธรรม ซึ่งแสดงให้เห็นว่าพิพิธภัณฑ์เสมือนจริงมีความเหนือกว่าเว็บไซต์หรือแอปพลิเคชันทั่วไปในหลายประการ ได้แก่ ความสามารถในการส่งเสริมการเรียนรู้ตลอดชีวิตอย่างมีประสิทธิภาพสูงกว่าเว็บไซต์พิพิธภัณฑ์แบบดั้งเดิมที่ Boneva (2023) ระบุว่ามีข้อจำกัดในการจัดนิทรรศการและการมีปฏิสัมพันธ์กับผู้ชม การที่ผู้ใช้งานทุกช่วงวัยสามารถใช้งานได้ง่ายนั้นเหนือกว่าแอปพลิเคชันทัวร์พิพิธภัณฑ์ที่ Aristeidou et al. (2023) พบปัญหาด้านการเข้าถึงและความยากในการโต้ตอบกับเมนูแก้ไข ประสิทธิภาพการเรียนรู้ที่ไม่แตกต่างจากการเรียนรู้แบบดั้งเดิมแต่เข้าถึงได้ทุกที่ทุกเวลาทำให้เหนือกว่าเว็บไซต์ทั่วไปที่ Tatlı et al. (2023) วิเคราะห์พบว่าส่วนใหญ่ยังขาดการสนับสนุนความเป็นจริงเสมือนที่เพียงพอ และความสามารถในการอนุรักษ์และถ่ายทอดมรดกทางวัฒนธรรมอย่างครบถ้วนเหมือน Chan and Cai (2023) ที่เน้นการรวบรวมองค์ประกอบทั้งหมดของมรดกในพื้นที่เสมือนจริงเดียว ซึ่งเป็นสิ่งที่เว็บไซต์หรือแอปพลิเคชันทั่วไปไม่สามารถทำได้อย่างมีประสิทธิภาพเท่ากัน นอกจากนี้ การพัฒนาพิพิธภัณฑ์เสมือนจริงวัดบางอ้อยช้างใช้แนวคิดหลักจากงานวิจัยในกลุ่มการประยุกต์ใช้เพื่อการศึกษาของ Aristeidou et al. (2023) และ Hu and Hwang (2024) ในการออกแบบการเรียนรู้แบบดื่มด่ำ รวมกับแนวคิดการอนุรักษ์มรดกทางวัฒนธรรมจาก Chan and Cai (2023) ที่เน้นการรวบรวมองค์ประกอบ

มรดกทั้งหมดในพื้นที่เสมือนจริงเดียว โดยนำข้อจำกัดที่ Boneva (2023) และ Tatlı et al. (2023) ชี้ให้เห็นในเว็บไซต์พิพิธภัณฑ์แบบดั้งเดิมมาเป็นแนวทางในการพัฒนาระบบที่สามารถส่งเสริมการเรียนรู้ตลอดชีวิต เข้าถึงได้ง่ายสำหรับทุกกลุ่มวัย และอนุรักษ์ถ่ายทอดมรดกวัฒนธรรมได้อย่างครบถ้วนมากกว่าแพลตฟอร์มดิจิทัลทั่วไป

3. วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยและพัฒนา (Research and development) เพื่อสร้างระบบพิพิธภัณฑ์เสมือนจริงวัดบางอ้อยช้าง จังหวัดนนทบุรีเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ตลอดชีวิต

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักท่องเที่ยว นักเรียน นักศึกษา และประชาชนทั่วไปที่เป็นชาวไทยซึ่งมีความสนใจในการเรียนรู้เกี่ยวกับพิพิธภัณฑ์วัดบางอ้อยช้าง จังหวัดนนทบุรี การกำหนดประชากรเป็นชาวไทยเป็นหลักในระยะแรกของการพัฒนานี้ เนื่องจากระบบถูกออกแบบมาเพื่อรองรับการใช้งานในภาษาไทยและเนื้อหาทางวัฒนธรรมที่เหมาะสมกับผู้ใช้ชาวไทย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 400 คน โดยประยุกต์ใช้วิธีการสุ่มแบบแบ่งชั้น (Stratified random sampling) เพื่อให้ได้กลุ่มตัวอย่างที่มีความหลากหลายและเป็นตัวแทนที่ดีของประชากร การแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 4 กลุ่มหลัก มีรายละเอียด ดังนี้ 1) นักท่องเที่ยว จำนวน 200 คน (50%) เหตุผลในการเลือก เป็นกลุ่มเป้าหมายหลักของระบบ เนื่องจากการอนุรักษ์มรดกทางวัฒนธรรมและการถ่ายทอดความรู้แก่ผู้มาเยือนเป็นจุดประสงค์สำคัญของการพัฒนาระบบ รายละเอียดกลุ่มตัวอย่าง อายุ 18-65 ปี ระดับการศึกษาตั้งแต่มัธยมศึกษาตอนปลายขึ้นไป มีประสบการณ์การใช้สมาร์ทโฟนและแอปพลิเคชัน เคยมีประสบการณ์การท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมมาแล้ว 2) นักเรียนระดับมัธยมศึกษา จำนวน 75 คน (18.75%) เหตุผลในการเลือก เป็นกลุ่มที่มีความสามารถในการปรับตัวต่อเทคโนโลยีใหม่ได้เร็ว และเป็นกลุ่มที่จะได้รับการถ่ายทอดความรู้ด้านมรดกทางวัฒนธรรมเพื่อสืบต่อไปในอนาคต รายละเอียดกลุ่มตัวอย่าง อายุ 15-18 ปี กำลังศึกษาในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย มีทักษะการใช้เทคโนโลยีดิจิทัลในระดับดี สนใจในเรื่องประวัติศาสตร์และวัฒนธรรมไทย 3) นักศึกษาระดับอุดมศึกษา จำนวน 75 คน (18.75%) เหตุผลในการเลือก มีความรู้พื้นฐานและความสามารถในการวิเคราะห์ระบบเทคโนโลยี รวมทั้งสามารถให้ข้อเสนอแนะเชิงลึกสำหรับการปรับปรุงระบบ รายละเอียดกลุ่มตัวอย่าง อายุ 18-25 ปี กำลังศึกษาในระดับปริญญาตรี หรือปริญญาโท มีประสบการณ์การใช้เทคโนโลยี AR/VR หรือแอปพลิเคชันการเรียนรู้ มีความรู้พื้นฐานด้านศิลปะ วัฒนธรรม หรือเทคโนโลยี 4) ชาวบ้านในท้องถิ่นและประชาชนทั่วไป จำนวน 50 คน (12.5%) เหตุผลในการเลือก เป็นผู้ที่มีความรู้เรื่องราวและประวัติศาสตร์ของวัดบางอ้อยช้างจังหวัดนนทบุรี สามารถประเมินความถูกต้องและครบถ้วนของเนื้อหาในระบบได้ รายละเอียดกลุ่มตัวอย่าง อายุ 30-70 ปี ประกอบด้วยชาวบ้านที่อาศัยในบริเวณใกล้เคียงวัดบางอ้อยช้าง (60%) และประชาชนทั่วไปที่สนใจในมรดกทางวัฒนธรรม (40%) มีประสบการณ์การใช้สมาร์ทโฟนในระดับพื้นฐาน มีความรู้และเรื่องราวเกี่ยวกับวัดบางอ้อยช้างจังหวัดนนทบุรีจากการสืบทอดหรือการศึกษาด้วยตนเอง

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้มี 3 ประเภท คือ แบบประเมินประสิทธิภาพ แบบสอบถามความพึงพอใจและแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง

1) แบบประเมินการใช้สื่อพิพิธภัณฑ์เสมือนจริงและการเข้าถึงพิพิธภัณฑ์เสมือนจริงวัดบางอ้อยช้าง ผู้เขียนศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในประเทศและต่างประเทศที่เกี่ยวกับแบบประเมินการใช้สื่อพิพิธภัณฑ์เสมือนจริงและการเข้าถึง เพื่อนำมาพัฒนาข้อคำถาม จากนั้นนำตรวจสอบ ความถูกต้องของเนื้อหา ภาษา และความชัดเจนในคำถาม แล้วจึงนำแบบประเมินการใช้สื่อพิพิธภัณฑ์เสมือนจริงและการเข้าถึงให้ผู้เชี่ยวชาญ ตรวจสอบความตรงตามเนื้อหา จำนวน 3 ท่าน ที่มีความรู้ความเชี่ยวชาญ และประสบการณ์ทางด้านการพัฒนาสภาพแวดล้อมเสมือนจริง พิพิธภัณฑ์ศึกษา และการจัดการสารสนเทศดิจิทัล แล้วนำแบบประเมินการใช้สื่อพิพิธภัณฑ์เสมือนจริงและการเข้าถึงมาคำนวณค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ ผู้เขียนคัดเลือกเฉพาะข้อคำถามที่ได้คะแนน IOC ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป รวมทั้งสิ้น มีจำนวน 28 ข้อ

2) แบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อพิพิธภัณฑ์เสมือนจริงวัดบางอ้อยช้าง จังหวัดนนทบุรี ผู้เขียนศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในประเทศและต่างประเทศที่เกี่ยวกับแบบสอบถามความพึงพอใจเพื่อนำมาพัฒนา ข้อคำถาม

จากนั้นนำตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา ภาษา และความชัดเจนในคำถาม แล้วจึงนำแบบสอบถามความพึงพอใจ ให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความตรงตามเนื้อหา จำนวน 3 ท่าน ซึ่งเป็นอาจารย์สถาบันอุดมศึกษาที่มีความรู้ ความเชี่ยวชาญ และประสบการณ์ทางด้านการพัฒนาสภาพแวดล้อมเสมือนจริง พิพิธภัณฑ์ศึกษา และการจัดการสารสนเทศดิจิทัล แล้วนำแบบสอบถามความพึงพอใจมาคำนวณค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ ผู้เขียนคัดเลือกเฉพาะข้อคำถามที่ได้คะแนน IOC ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป รวมทั้งสิ้น มีจำนวน 19 ข้อ

3.3 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

1) ผู้เขียนดำเนินการวิจัยในการพัฒนาพิพิธภัณฑ์เสมือนจริงวัดบางอ้อยช้างจังหวัดนนทบุรีเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ตลอดชีวิต ผู้วิจัยดำเนินการสร้างตามขั้นตอนของ ADDIE model โดยมีขั้นตอน ดังนี้

1.1 ขั้นวิเคราะห์ (Analysis) ผู้เขียนศึกษาเนื้อหา วิเคราะห์ และรวบรวมข้อมูลจากตำรา หนังสือ เอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวกับพิพิธภัณฑ์เสมือนจริง การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีกับพิพิธภัณฑ์ จากนั้นศึกษาความต้องการของวัดบางอ้อยบางช้าง เทศบาลตำบลบางสีทองจังหวัดนนทบุรี โดยสัมภาษณ์ผู้ที่เกี่ยวข้องกับพิพิธภัณฑ์วัดบางอ้อยช้าง ทั้งยังศึกษาโปรแกรมสำหรับการพัฒนาพิพิธภัณฑ์เสมือนจริงโปรแกรม 3D vista virtual tour และศึกษาเนื้อหา วิเคราะห์ กำหนดขอบเขต จุดประสงค์และโครงสร้างของพิพิธภัณฑ์เสมือนจริง

1.2 ขั้นออกแบบ (Design) ผู้เขียนสร้างสตอรี่บอร์ดเพื่อกำหนดรูปแบบและลำดับขั้นตอนการนำเสนอสื่อพิพิธภัณฑ์เสมือนจริงและการเข้าถึง รวมถึงระบบปฏิสัมพันธ์

1.3 ขั้นพัฒนา (Developing) ผู้เขียนจัดทำเนื้อหา ภาพ และกราฟิก นำมาประกอบเป็นพิพิธภัณฑ์เสมือนจริงวัดบางอ้อยช้างจังหวัดนนทบุรีโดยเขียนในรูปแบบของแผนผังงาน (Flow chart)

จากนั้นนำเนื้อหาที่ได้ให้ผู้เชี่ยวชาญซึ่งเป็นอาจารย์สถาบันอุดมศึกษาที่มีความรู้ ความเชี่ยวชาญ และประสบการณ์ทางด้านการพัฒนาสภาพแวดล้อมเสมือนจริง พิพิธภัณฑ์ศึกษา และการจัดการสารสนเทศดิจิทัล และผู้ดูแลรับผิดชอบพิพิธภัณฑ์ วัดบางอ้อยช้าง จังหวัดนนทบุรี ตรวจสอบความเหมาะสมและความถูกต้องจากนั้นนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไข และนำเนื้อหาที่ได้ลงในโปรแกรมซึ่งลักษณะสื่อนำเสนอพิพิธภัณฑ์เสมือนจริงเป็นส่วน ๆ ทั้งอาคารพิพิธภัณฑ์ซึ่งมีจำนวน 2 ชั้น มีรูปแบบการนำเสนอเนื้อหาเป็นระบบเรียงกันไปผู้เข้าชมจะต้องศึกษาตามลำดับที่วางไว้ ประกอบด้วย 5 โซนหลัก ได้แก่ ประวัติวัดบางอ้อยช้าง โบราณวัตถุและศิลปวัตถุ สถาปัตยกรรม จิตรกรรมฝาผนัง และประเพณีวัฒนธรรมท้องถิ่น บนพื้นฐานมาตรฐานและแนวทางปฏิบัติที่ใช้ในการสร้างและจัดการพิพิธภัณฑ์ในรูปแบบดิจิทัล ประกอบด้วยมาตรฐานด้านเทคนิคที่กำหนดรูปแบบและฟังก์ชันการทำงาน มาตรฐานด้านเนื้อหาและการจัดการเอกสารเพื่อให้มีความเป็นระเบียบและเข้าถึงได้ง่าย มาตรฐานด้านลิขสิทธิ์ในการใช้งานสื่อที่หลากหลาย มาตรฐานด้านการเข้าถึงและการใช้งานที่เหมาะสมกับผู้ใช้ทุกกลุ่ม และมาตรฐานด้านการอนุรักษ์และการจัดเก็บข้อมูลดิจิทัลให้คงอยู่ในระยะยาว ทั้งหมดนี้มีจุดประสงค์เพื่อให้พิพิธภัณฑ์ดิจิทัลสามารถให้บริการที่มีคุณภาพเป็นมาตรฐานและตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ในยุคดิจิทัลได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.4 ขั้นสร้าง (Implementation) ผู้เขียนสร้างสื่อสามมิติระบบปฏิสัมพันธ์ จากนั้นทำการสมัครสมาชิกเพื่อเข้าใช้งาน และดำเนินการพัฒนาพิพิธภัณฑ์เสมือนจริง พัฒนาสื่อการเรียนรู้เรื่องการแนะนำพิพิธภัณฑ์เสมือนจริงวัดบางอ้อยช้างจังหวัดนนทบุรีโดยรวมข้อมูลและจัดทำเป็นสื่อดิจิทัล จากนั้นออกแบบองค์ประกอบให้สอดคล้องกับความต้องการที่ได้รวบรวมและผลการวิเคราะห์ข้อมูลซึ่งผู้วิจัยได้ออกแบบวัตถุสัญลักษณ์ (Marker) และพัฒนาเครื่องมือให้สามารถใช้งานได้จริง ซึ่งผู้วิจัยได้ออกแบบและผลิตให้เป็นภาพเสมือนจริงและวัตถุภายในพิพิธภัณฑ์เป็นสามมิติ และนำวัตถุสัญลักษณ์ที่จัดทำมาลงในโปรแกรมเพื่อจัดทำสื่อที่เตรียมมาให้เป็นพิพิธภัณฑ์เสมือนจริง และทดสอบการทำงานของพิพิธภัณฑ์เสมือนจริงวัดบางอ้อยช้างจังหวัดนนทบุรี

1.5 ขั้นประเมินผล (Evaluation) ผู้เขียนนำพิพิธภัณฑ์เสมือนจริง ที่สร้างขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบและปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะให้ผู้เชี่ยวชาญ จากนั้นปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ และนำไปทดลองใช้งานพิพิธภัณฑ์เสมือนจริงวัดบางอ้อยช้างจังหวัดนนทบุรีกับกลุ่มตัวอย่างที่มีลักษณะใกล้เคียงเพื่อนำผลทดสอบมาแก้ไขให้ออกมาสมบูรณ์ที่สุด และนำผลการประเมินเครื่องมือที่ได้มาปรับปรุง และนำไปให้กลุ่มตัวอย่างทดลองใช้

รูปที่ 1 ระบวนการพัฒนาพิพิธภัณฑ์เสมือนจริงวัดบางอ้อยช้าง จังหวัดนนทบุรี ตามขั้นตอนของ ADDIE model

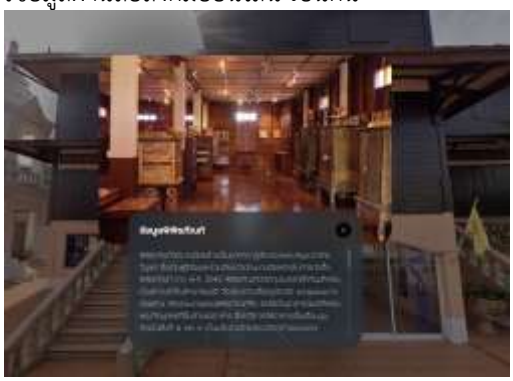
3.3 การเก็บรวบรวมและการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้เขียนทำบันทึกข้อความขอความอนุเคราะห์ในการรวบรวมข้อมูลจากสำนักงานวัดบางอ้อยช้าง จังหวัดนนทบุรี และดำเนินการขอรับรองจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ หมายเลขโครงการ 01.028/67 คณะกรรมการวิชาการและจริยธรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร การเก็บรวบรวมข้อมูลดำเนินการเป็นระยะเวลา 5 เดือน (21 สัปดาห์) ตั้งแต่วันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ. 2567 ถึง วันที่ 31 มีนาคม พ.ศ. 2568 โดยทำการเก็บข้อมูลสัปดาห์ละ 2-3 ครั้ง ประมาณ 19-20 คนต่อสัปดาห์ เพื่อให้ได้ข้อมูลครบ 400 ชุด ในการเก็บข้อมูลมีการควบคุมตัวแปรแทรกซ้อนโดยกำหนดสถานที่และสภาพแวดล้อมในการทดลองให้เหมือนกัน ควบคุมระยะเวลาในการใช้งานพิพิธภัณฑ์เสมือนจริง 30-45 นาที คัดกรองกลุ่มตัวอย่างให้มีความหลากหลายในด้านอายุ เพศ และระดับการศึกษา และให้คำแนะนำเบื้องต้นแก่ผู้เข้าร่วมทุกคนในลักษณะเดียวกัน กลุ่มตัวอย่างประเมินโดยใช้แบบประเมินการใช้สื่อพิพิธภัณฑ์เสมือนจริงและการเข้าถึง และแบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อพิพิธภัณฑ์เสมือนจริงวัดบางอ้อยช้าง จังหวัดนนทบุรี เมื่อได้ข้อมูลจำนวน 400 ชุด ผู้เขียนวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ค่าความถี่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ส่วนข้อมูลความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเกี่ยวกับพิพิธภัณฑ์เสมือนจริงวัดบางอ้อยช้าง จังหวัดนนทบุรีนั้นผู้เขียนได้นำมาสรุปเป็นความเรียง

4. ผลการวิจัย

4.1 ผลการพัฒนาพิพิธภัณฑ์เสมือนจริงวัดบางอ้อยช้าง จังหวัดนนทบุรี

พิพิธภัณฑ์เสมือนจริงวัดบางอ้อยช้างที่พัฒนาขึ้นมีลักษณะเป็นแพลตฟอร์มการเรียนรู้แบบปฏิสัมพันธ์ (Interactive learning platform) ที่นำเสนอข้อมูลและภาพเสมือนจริงแบบ 360 องศา แพลตฟอร์มการเรียนรู้แบบปฏิสัมพันธ์ที่ครบถ้วนและทันสมัย ช่วยให้ผู้ใช้สามารถสำรวจสถาปัตยกรรม ศิลปกรรม และโบราณวัตถุต่าง ๆ ของวัดได้อย่างใกล้เคียงกับการเข้าชมจริง พร้อมทั้งระบบข้อมูลแบบปฏิสัมพันธ์ที่ช่วยให้ผู้เรียนสามารถเข้าถึงความรู้ทางประวัติศาสตร์และวัฒนธรรมได้อย่างยืดหยุ่นตามความสนใจ ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้นี้ไม่เพียงแต่ตอบสนองวัตถุประสงค์ในการอนุรักษ์และเผยแพร่มรดกทางวัฒนธรรมเท่านั้น แต่ยังเป็นการสร้างนวัตกรรมทางการศึกษาที่สามารถขยายการเข้าถึงให้กับผู้ที่ไม่สามารถเดินทางไปยังสถานที่จริงได้ และสร้างช่องทางการเรียนรู้ใหม่ที่มีประสิทธิภาพสำหรับการศึกษาและการส่งเสริมการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมพิพิธภัณฑ์เสมือนจริงรองรับการใช้งานบนอุปกรณ์หลากหลายประเภท ทั้งคอมพิวเตอร์ แท็บเล็ต สมาร์ทโฟน และแว่น VR โดยมีฟังก์ชันการใช้งานที่สำคัญ ได้แก่ การนำชมแบบอัตโนมัติ (Guided tour) การเลือกสำรวจด้วยตนเอง (Self exploration) การค้นหาข้อมูล การขยายภาพ การโต้ตอบกับวัตถุ 3 มิติ การแชร์ข้อมูลผ่านสื่อสังคมออนไลน์ เป็นต้น



รูปที่ 2 ข้อมูลพิพิธภัณฑ์เสมือนจริงวัดบางอ้อยช้าง จังหวัดนนทบุรี

รูปที่ 3 บริเวณภายนอกพิพิธภัณฑ์เสมือนจริงวัดบางอ้อยช้าง จังหวัดนนทบุรี

รูปที่ 4 พิพิธภัณฑ์เสมือนจริงวัดบางอ้อยช้าง จังหวัดนนทบุรี

ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ผลการวิจัย พบว่า การวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถามจำนวน 400 คนพบว่า การกระจายตัวของกลุ่มตัวอย่าง มีความเหมาะสมและสะท้อนถึงการออกแบบงานวิจัยที่มีเป้าหมายชัดเจน โดยกลุ่มนักท่องเที่ยวถูกกำหนดให้เป็นกลุ่มหลักด้วยสัดส่วน 50% เนื่องจากเป็นผู้ใช้งานหลักของระบบ ขณะที่นักเรียนและนักศึกษาแต่ละกลุ่มมีสัดส่วน 18.75% ซึ่งเป็นกลุ่มที่มีทักษะเทคโนโลยีสูง และสามารถให้ข้อมูลป้อนกลับเชิงลึกได้ ส่วนชาวบ้านท้องถิ่นและประชาชนทั่วไปแม้จะมีสัดส่วนน้อยที่สุด 12.5% แต่มีบทบาทสำคัญในการตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาเนื่องจากมีความรู้เฉพาะด้านเรื่องวัดบางอ้อยช้างจังหวัดนนทบุรี การกระจายตัวตามช่วงอายุครอบคลุมตั้งแต่ 15-70 ปี ทำให้ได้ข้อมูลจากผู้ใช้ที่มีความหลากหลายทั้งในด้านประสบการณ์ชีวิต ระดับการศึกษา และทักษะเทคโนโลยี ซึ่งจะช่วยให้การประเมินประสิทธิภาพของระบบมีความครอบคลุมและสามารถนำไปพัฒนาระบบให้ตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ที่แตกต่างกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ตารางที่ 1 การประเมินประสิทธิภาพของพิพิธภัณฑ์เสมือนจริงวัดบางอ้อยช้าง

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น			
	$\bar{x}$	SD	แปลผล	ลำดับ
1. ด้านเนื้อหาและการนำเสนอ	4.60	0.45	มากที่สุด	1
2. ด้านการออกแบบและการใช้งาน	4.55	0.50	มากที่สุด	2
3. ด้านเทคโนโลยีและการแสดงผล	4.48	0.52	มากที่สุด	3
4. ด้านการส่งเสริมการเรียนรู้ตลอดชีวิต	4.45	0.47	มากที่สุด	4
รวมทั้งหมด	4.52	0.49	มากที่สุด	-

ผลการประเมินประสิทธิภาพของพิพิธภัณฑ์เสมือนจริงวัดบางอ้อยช้างโดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน พบว่า ประสิทธิภาพโดยรวมอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{x}$ = 4.52, SD = 0.49) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า 3 ด้านแรกที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด ได้แก่ด้านเนื้อหาและการนำเสนอ ($\bar{x}$ = 4.60, SD = 0.45) ด้านการออกแบบและการใช้งาน ($\bar{x}$ = 4.55, SD = 0.50) และด้านเทคโนโลยีและการแสดงผล ($\bar{x}$ = 4.48, SD = 0.52) ตามลำดับ

ตารางที่ 2 ผลการศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีต่อพิพิธภัณฑ์เสมือนจริงวัดบางอ้อยช้าง

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น			
	$\bar{x}$	SD	แปลผล	ลำดับ
1. ด้านเนื้อหาและการนำเสนอ	4.70	0.40	มากที่สุด	1
2. ด้านการออกแบบและการใช้งาน	4.65	0.43	มากที่สุด	2
3. ด้านประโยชน์และการนำไปใช้	4.72	0.38	มากที่สุด	3
รวมทั้งหมด	**4.45**	**0.47**	**มากที่สุด**	4

ผลการศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีต่อพิพิธภัณฑ์เสมือนจริงวัดบางอ้อยช้าง จำนวน 400 คน พบว่า ความพึงพอใจโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x}$= 4.67, SD = 0.41) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า 3 ด้านแรกที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด ได้แก่ ด้านประโยชน์และการนำไปใช้ ($\bar{x}$ = 4.72, SD = 0.38) ด้านเนื้อหาและการนำเสนอ ($\bar{x}$ = 4.70, SD = 0.40) และ ด้านการออกแบบและการใช้งาน ($\bar{x}$ = 4.65, SD = 0.43) ตามลำดับ

เมื่อวิเคราะห์ความพึงพอใจตามกลุ่มตัวอย่าง พบว่า กลุ่มนักท่องเที่ยว มีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด ($\bar{x}$ = 4.69, SD = 0.40) โดยประเด็นที่ได้คะแนนสูงสุด คือ การเข้าถึงข้อมูลได้ทุกที่ทุกเวลา กลุ่มนักเรียนระดับมัธยมศึกษา มีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด ($\bar{x}$ = 4.75, SD = 0.38) โดยประเด็นที่ได้คะแนนสูงสุด คือ ความสนุกสนานในการเรียนรู้ กลุ่มนักศึกษาระดับอุดมศึกษา มีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด ($\bar{x}$ = 4.63, SD = 0.42) โดยประเด็นที่ได้คะแนนสูงสุด คือ การนำเสนอข้อมูลเชิงลึกที่น่าสนใจ กลุ่มประชาชนทั่วไป มีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด ($\bar{x}$ = 4.60, SD = 0.44) โดยประเด็นที่ได้คะแนนสูงสุด คือ การอนุรักษ์และเผยแพร่มรดกทางวัฒนธรรม ผลการสัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่างเพิ่มเติม พบว่า ผู้ใช้งานส่วนใหญ่เห็นว่าพิพิธภัณฑ์เสมือนจริงวัดบางอ้อยช้างช่วยสร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้ เปิดโอกาสให้เข้าถึงความรู้ได้อย่างไม่มีข้อจำกัด และทำให้เกิดความตระหนักถึงคุณค่าของมรดกทางวัฒนธรรมมากขึ้น นอกจากนี้ ยังมีข้อเสนอแนะให้เพิ่มฟังก์ชันการแปลภาษาต่างประเทศการพัฒนาแอปพลิเคชันบนสมาร์ทโฟน และการเพิ่มกิจกรรมการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วมให้มากขึ้น รวมถึงการนำพิพิธภัณฑ์สมือนจริง นอกจากนี้จากผลการศึกษา พบว่าระบบสามารถทดแทนวิธีเดิมได้เกินกว่าร้อยละ 50 โดยดูจากผลการวิจัยความพึงพอใจด้านประโยชน์และการนำไปใช้สูงสุด 4.72 หรือ 94.4% การเข้าถึงข้อมูลได้ทุกที่ทุกเวลาเป็นจุดเด่นที่เหนือกว่าการเดินเข้าอาคารจริง ผู้ใช้เห็นว่าช่วยเปิดโอกาสให้เข้าถึงความรู้ได้อย่างไม่มีข้อจำกัด

5. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

การพัฒนาพิพิธภัณฑ์เสมือนจริงวัดบางอ้อยช้าง จังหวัดนนทบุรี เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ตลอดชีวิต มีผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้ พิพิธภัณฑ์เสมือนจริงวัดบางอ้อยช้างที่พัฒนาขึ้นมีลักษณะเป็นแพลตฟอร์มการเรียนรู้แบบปฏิสัมพันธ์ที่นำเสนอข้อมูลและภาพเสมือนจริงแบบ 360 องศา ประกอบด้วย 5 โซนหลัก ได้แก่ ประวัติวัดบางอ้อยช้าง โบราณวัตถุและศิลปวัตถุ สถาปัตยกรรม จิตรกรรมฝาผนัง และประเพณีวัฒนธรรมท้องถิ่น รองรับการใช้งานบนอุปกรณ์หลากหลายประเภทและมีฟังก์ชันการใช้งานที่หลากหลาย พิพิธภัณฑ์เสมือนจริงวัดบางอ้อยช้างมีประสิทธิภาพโดยรวมอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{x}$ = 4.52, SD = 0.48) โดยด้านเนื้อหาและการนำเสนอมีคะแนนสูงสุด รองลงมาคือด้านการออกแบบและการใช้งาน ด้านเทคโนโลยีและการแสดงผล และด้านการส่งเสริมการเรียนรู้ตลอดชีวิต ตามลำดับ ผู้ใช้งานมีความพึงพอใจต่อพิพิธภัณฑ์เสมือนจริงวัดบางอ้อยช้างโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x}$ = 4.67, SD = 0.41) โดยด้านประโยชน์และการนำไปใช้มีคะแนนสูงสุด รองลงมาคือด้านเนื้อหาและการนำเสนอ และด้านการออกแบบและการใช้งาน ตามลำดับ โดยกลุ่มนักเรียนระดับมัธยมศึกษามีความพึงพอใจสูงสุด รองลงมาคือกลุ่มนักท่องเที่ยว กลุ่มนักศึกษาระดับอุดมศึกษา และกลุ่มประชาชนทั่วไป ตามลำดับ ผลการสัมภาษณ์พบว่า ผู้ใช้งานเห็นว่าพิพิธภัณฑ์เสมือนจริงช่วยสร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้ เปิดโอกาสให้เข้าถึงความรู้ได้อย่างไม่มีข้อจำกัด และทำให้เกิดความตระหนักถึงคุณค่าของมรดกทางวัฒนธรรมมากขึ้น การพัฒนาพิพิธภัณฑ์เสมือนจริงวัดบางอ้อยช้าง จังหวัดนนทบุรีโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนและภาพ 360 องศา ช่วยให้ผู้ใช้สามารถเข้าถึงข้อมูลและสถานที่จริงได้โดยไม่มีข้อจำกัดด้านเวลาและสถานที่ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Bekele et al. (2018, p. 33) ที่กล่าวว่า พิพิธภัณฑ์เสมือนจริงเป็นเครื่องมือสำคัญในการรักษาและเผยแพร่มรดกทางวัฒนธรรมในยุคดิจิทัล และยัง นำเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนมาประยุกต์ใช้ในการอนุรักษ์มรดกทางวัฒนธรรม ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการนำเสนอและการเข้าถึงข้อมูลได้อย่างมีนัยสำคัญ การเรียนรู้แบบปฏิสัมพันธ์ที่ครบถ้วน และทันสมัย ช่วยให้ผู้ใช้สามารถสำรวจสถาปัตยกรรม ศิลปกรรม และโบราณวัตถุต่าง ๆ ของวัดได้อย่างใกล้เคียงกับการเข้าชมจริง พร้อมทั้งระบบข้อมูลแบบปฏิสัมพันธ์ที่ช่วยให้ผู้เรียนสามารถเข้าถึงความรู้ทางประวัติศาสตร์และวัฒนธรรมได้อย่างยืดหยุ่นตามความสนใจ

ทำให้ผู้ใช้สามารถเรียนรู้ได้อย่างเป็นระบบและครอบคลุมทุกมิติของวัดบางอ้อยช้าง สอดคล้องกับหลักการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดของ Dewey (1998, p. 36) ที่เน้นการเรียนรู้จากประสบการณ์และการเชื่อมโยงความรู้กับบริบทจริง นอกจากนี้ การออกแบบให้รองรับการใช้งานบนอุปกรณ์หลากหลายประเภทและมีฟังก์ชันการใช้งานที่หลากหลาย ทั้งการนำชมแบบอัตโนมัติ การเลือกสำรวจด้วยตนเอง การค้นหาข้อมูล และการประเมินความรู้ผ่านเกมและแบบทดสอบช่วยตอบสนองความต้องการ และรูปแบบการเรียนรู้ที่แตกต่างของผู้ใช้ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดการออกแบบเพื่อคนทั้งมวล (Universal design for learning) ของ Rose and Meyer (2002, p. 19) ที่เน้นการสร้างโอกาสการเรียนรู้ที่เท่าเทียมสำหรับผู้เรียนทุกคน นอกจากนี้ยังมีทฤษฎีการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์ที่ให้ผู้เรียนสร้างความรู้ผ่านการโต้ตอบกับสภาพแวดล้อมเสมือนจริง ทฤษฎีการประมวลผลข้อมูลที่ช่วยจัดการภาระทางปัญญาผ่านการออกแบบ UI ที่เป็นมิตร และทฤษฎีการเรียนรู้จากประสบการณ์ที่ครอบคลุมการสังเกตการไตร่ตรอง และการทดลองใช้ ในเชิงปฏิบัติ ผลลัพธ์นี้ชี้ให้เห็นความจำเป็นในการบูรณาการพิพิธภัณฑ์เสมือนจริงเข้ากับหลักสูตรการศึกษา การพัฒนาบุคลากรด้านเทคโนโลยี และการขยายผลไปสู่มรดกทางวัฒนธรรมอื่น ๆ เพื่อสร้างการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพและยั่งยืน รวมถึงประสิทธิภาพของพิพิธภัณฑ์เสมือนจริงวัดบางอ้อยช้าง

ผลการประเมินประสิทธิภาพของพิพิธภัณฑ์เสมือนจริงวัดบางอ้อยช้างโดยผู้เชี่ยวชาญ พบว่า มีประสิทธิภาพโดยรวมอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X}$ = 4.52, SD = 0.48) โดยเฉพาะด้านเนื้อหาและการนำเสนอมีคะแนนสูงสุด ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่า การนำเสนอข้อมูลที่ถูกต้อง ครบถ้วน และเป็นระบบเป็นปัจจัยสำคัญในการพัฒนาพิพิธภัณฑ์เสมือนจริง สอดคล้องกับงานวิจัยของ Myna et al. (2023, Online); Tatlı (2023, pp. 8945-8973) ที่พบว่าความถูกต้องและความครอบคลุมของเนื้อหาเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้ดิจิทัล ประสิทธิภาพด้านการออกแบบและการใช้งานอยู่ในระดับดีมาก โดยเฉพาะความสวยงามของการออกแบบ ความเสมือนจริงของภาพและเสียง และความสะดวกในการนำทาง สอดคล้องกับแนวคิดของ Norman (2013, p. 48) ที่กล่าวว่าการออกแบบที่ดีต้องคำนึงถึงความสวยงามและความง่ายในการใช้งาน (Aesthetic and usability) และงานวิจัยของ Hammady et al. (2019, p. 367) ที่พบว่า การออกแบบส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ (User interface) ที่เป็นมิตรและการนำทางที่ชัดเจนมีผลต่อการยอมรับ และความพึงพอใจของผู้ใช้งานพิพิธภัณฑ์เสมือนจริง ประสิทธิภาพด้านการส่งเสริมการเรียนรู้ตลอดชีวิตอยู่ในระดับดีมาก โดยเฉพาะการกระตุ้นความสนใจในการเรียนรู้การส่งเสริมการเรียนรู้ด้วยตนเอง และการเชื่อมโยงความรู้กับชีวิตประจำวัน สอดคล้องกับแนวคิดการเรียนรู้ตลอดชีวิตของ UNESCO (2023, p. 35) ที่เน้นการเรียนรู้ที่ยืดหยุ่น ตอบสนองความต้องการของผู้เรียน และเชื่อมโยงกับชีวิตจริง ความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีต่อพิพิธภัณฑ์เสมือนจริงวัดบางอ้อยช้าง จังหวัดนนทบุรี ผลการศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีต่อพิพิธภัณฑ์เสมือนจริงวัดบางอ้อยช้างพบว่า มีความพึงพอใจโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.67, SD = 0.41) โดยเฉพาะด้านประโยชน์และการนำไปใช้มีคะแนนสูงสุด สะท้อนให้เห็นว่า ผู้ใช้งานเห็นคุณค่าของพิพิธภัณฑ์เสมือนจริงในการส่งเสริม การเรียนรู้ตลอดชีวิตและการอนุรักษ์มรดกทางวัฒนธรรม สอดคล้องกับงานวิจัยของ Rashwan (2019, p. 33) ที่พบว่าการใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนในพิพิธภัณฑ์ช่วยเพิ่มความตระหนัก และความเข้าใจในคุณค่าของมรดกทางวัฒนธรรม เมื่อพิจารณาความพึงพอใจตามกลุ่มตัวอย่าง พบว่า กลุ่มนักเรียนระดับมัธยมศึกษามีความพึงพอใจสูงสุด ($\bar{X}$ = 4.75, SD = 0.38) โดยเฉพาะประเด็นความสนุกสนานในการเรียนรู้ สะท้อนให้เห็นว่า พิพิธภัณฑ์เสมือนจริงสามารถกระตุ้นความสนใจและสร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้สำหรับเยาวชนได้เป็นอย่างดี สอดคล้องกับแนวคิดของ Prensky (2001, p. 1) ที่กล่าวว่า Digital natives หรือผู้ที่เติบโตมาพร้อมกับเทคโนโลยีดิจิทัลจะมีรูปแบบการเรียนรู้ที่แตกต่างจากคนรุ่นก่อน โดยชอบการเรียนรู้ผ่านสื่อมัลติมีเดียและการมีปฏิสัมพันธ์ นอกจากนี้ ผลการสัมภาษณ์ยังพบว่า ผู้ใช้งานเห็นว่าพิพิธภัณฑ์เสมือนจริงช่วยสร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้ เปิดโอกาสให้เข้าถึงความรู้ได้อย่างไม่มีข้อจำกัด และทำให้เกิดความตระหนักถึงคุณค่าของมรดกทางวัฒนธรรมมากขึ้น สอดคล้องกับแนวคิดการเรียนรู้ตลอดชีวิตของ Delors (1996, pp. 37, 85-97) ที่เน้นการเรียนรู้เพื่อรู้ (Learning to know) การเรียนรู้เพื่อปฏิบัติได้จริง (Learning to do) การเรียนรู้เพื่อชีวิต (Learning to be) และการเรียนรู้เพื่ออยู่ร่วมกัน (Learning to live together)

กิตติกรรมประกาศ

ขอกราบขอบพระคุณคณะกรรมการวิชาการและจริยธรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร ที่ให้การรับรองจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์หมายเลขโครงการ 01.028 / 67 และงานวิจัยนี้ได้ทุนอุดหนุนการวิจัยจากกองทุนวิจัย ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2567 ครั้งที่ 4 / 2567 สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร ผู้เขียนขอขอบพระคุณไว้ ณ โอกาสที่ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยครั้งนี้ รวมถึงกลุ่มตัวอย่างทุกคน ที่สละเวลาอันมีค่ายิ่งในการให้ข้อมูลย้อนกลับ และขอขอบพระคุณสถานที่สำคัญ คือ วัดบางอ้อยช้าง จังหวัดนนทบุรี ที่ได้ให้การช่วยเหลือในทุก ๆ อย่างตลอดเวลาในการลงพื้นที่เพื่อเก็บข้อมูล และถ่ายทำสถานที่เพื่อการแปลงพิพิธภัณฑ์ให้เป็นพิพิธภัณฑ์เสมือนจริง

เอกสารอ้างอิง

AL-Makhadmah, I.M., (2020). The role of virtual museum in promoting religious tourism in jordan. *GeoJournal of Tourism and Geosites*, *28*(1), 268-274.

Aristeidou, M., Orphanoudakis, T., Kouvara, T., Karachristos C., & Spyropoulou N., (2023). *Evaluating the usability and learning potential of a virtual museum tour application for schools*. https://oro.open.ac.uk/88201/1/ARISTEIDOU2023EVA.pdf.

Barba, S., Barbarella, M., Di Benedetto, A., Fiani, M., & Limongiello, M. (2019). Quality assessment of UAV photogrammetric archaeological survey. *https://isprs-archives.copernicus.org/articles/XLII-2-W9/93/2019/isprs-archives-XLII-2-W9-93-2019.pdf*.

Bekele, M. K., Pierdicca, R., Frontoni, E., Malinverni, E. S., & Gain, J. (2018). A survey of augmented, virtual, and mixed reality for cultural heritage. *Journal of Computing and Cultural Heritage (JOCCH)*, *11*(2), 1-36**.**

Boneva, V. (2023). The website as a virtual host of the museum: A comparative study three national museums meet digital audiences. *KIN Journal*, *9*(2), 24-37.

Carrozzino, M., & Bergamasco, M. (2010). Beyond virtual museums: Experiencing immersive virtual reality in real museums. *Journal of Cultural Heritage, 11*(4), 452-458.

Chan, S. C., & Cai, S. (2023). *Preserving and Exhibiting Intangible Cultural Heritage via Virtual Museum: A Case Study of the Hungry Ghosts Festival in Hong Kong*. https://isprs-archives.copernicus.org/articles/XLVIII-M-2-2023/405/2023/isprs-archives-XLVIII-M-2-2023-405-2023-metrics.html.

Delors, J. (1996*). Learning: The treasure within*. UNESCO.

Gomes, L., Pereira Bellon, O. R., & Silva, L. (2014). *3D reconstruction methods for digital preservation of cultural heritage: A survey*. https://www.researchgate.net/publication/262566180_3D_Reconstruction_Methods_for_Digital_Preservation_of_Cultural_Heritage_A_Survey.

Hammady, R., Ma, M., & Powell, A. (2020). User experience of markerless augmented reality applications in cultural heritage museums: 'MuseumEye' as a case study. In M. Rauterberg (Ed.), *Culture and computing* (pp. 349-370). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-50267-6_26.

Hu, Y., & Hwang, G. J. (2024). Promoting students' higher order thinking in virtual museum contexts: A self-adapted mobile concept mapping-based problem posing approach. *Education and Information Technologies. 29(3)*, 2741–2765.

Kleepphueng, T. (2024, September 26). Personal communication. (in Thai)

Limapornvanitr, T. (2022). Enhanced Technology in Museum Learning. *Journal of Industrial Education. 21*(2), C1-C15. (in Thai)

Myna, Z., Banakh, V., & Nahirnyak, A. (2023). *Virtual Museum and the Phenomenon of Digital Heritage: Challenges of the 21st Century*. https://ceur-ws.org/Vol-3608/paper12.pdf.

Norman, D. A. (2013). *The design of everyday things: Revised and expanded edition*. Basic Books.

Ott, M., & Pozzi, F. (2011). Towards a new era for cultural heritage education: Discussing the role of ICT. *Computers in Human Behavior, 27*(4), 1365-1371.

Pallud, J., & Straub, D. W. (2014). Effective website design for experience-influenced environments: The case of high culture museums. *Information & Management, 51*(3), 359-373.

Pavlidis, G., Markantonatou, S., Moumoutzis, N., Sifakis, Y., & Ioannidis, Y. (2018). Personalized, interactive edutainment experiences using a user-centered semantic approach. In F. Liarokapis, A. Voulodimos, N. Doulamis, & A. Doulamis (Eds.), *Visual computing for cultural heritage* (pp. 243-264). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-37191-3_12.

Rahaman, H., & Tan, B. K. (2011). Interpreting digital heritage: A conceptual model with end-users' perspective. *International Journal of Architectural Computing, 9*(1), 99-113.

Prensky, M. (2001). Digital natives, digital immigrants. *On the Horizon, 9*(5), 1-6.

Rashwan, K., (2019). The Role of Virtual Museums in Preserving Protected Areas: The Case of Wadi Degla Virtual Museum. *Journal of Association of Arab Universities for Tourism and Hospitality*. *17*(3), 18-35.

Rose, D. H., & Meyer, A. (2002). *Teaching every student in the digital age: Universal design for learning*. Association for Supervision and Curriculum Development.

Shih, H. *Heritage Museum Evolution: Virtual Realitizing Heritage Museums in Taiwan with An Exploratory Virtual Reality Museum Project*. https://ieeexplore.ieee.org/document/10314973.

Styliani, S., Fotis, L., Kostas, K., & Petros, P. (2009). Virtual museums, a survey and some issues for consideration. *Journal of Cultural Heritage, 10*(4), 520-528.

Sylaiou, S., Liarokapis, F., Kotsakis, K., & Patias, P. (2010). Virtual museums, a survey and some issues for consideration. *Journal of Cultural Heritage, 11*(3), 245-250.

Tatlı, Z., Çelenk, G. & Altınışık, D. (2023). Analysis of virtual museums in terms of design and perception of presence. *Education and Information Technologies*. *28*, 8945–8973.

UNESCO. (2023). *Lifelong learning for all: Guidelines for policy and practice* (2nd ed.). UNESCO Institute for Lifelong Learning.

Younan, S., & Treadaway, C. (2015). Digital 3D models of heritage artefacts: Towards a digital dream space. *Digital Applications in Archaeology and Cultural Heritage, 2*(4), 240-247.

“ข้อคิดเห็น เนื้อหา รวมทั้งการใช้ภาษาในบทความถือเป็นความรับผิดชอบของผู้เขียน”

Research article

การพัฒนาชุดฝึกปฏิบัติการต่อวงจรไฟฟ้าและแสงสว่างภายในบ้าน เพื่อส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาในงานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ

DEVELOPMENT OF A PRACTICAL TRAINING KIT FOR HOUSEHOLD ELECTRICAL AND LIGHTING CIRCUITS TO PROMOTE PROBLEM-SOLVING SKILLS IN ELECTRICAL AND ELECTRONICS WORK FOR VOCATIONAL CERTIFICATE STUDENTS

ศศิกานต์ ครุฑจีน* และขนิษฐา หินอ่อน
Sasikarn Krutgeen* and Kanitta Hinon
s6602025856109@email.kmutnb.ac.th* and kanittah@kmutnb.ac.th

สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ กรุงเทพมหานคร 10800 ประเทศไทย
Electrical Engineering, Faculty of Technology Education, King Mongkut's University of Technology North Bangkok, Bangkok 10800 Thailand

Journal of Industrial Education. 2025, Vol. 24 (No. 2), **https://doi.org/10.55003/JIE.24216**

Received: August 22, 2025, | **Revised:** August 26, 2025, | **Accepted:** August 29, 2025

Citation reference :
Krutgeen, S., & Hinon, K (2025). Development of a practical training kit for household electrical and lighting circuits to promote problem-solving skills in electrical and electronics work for vocational certificate students. **Journal of Industrial Education, 24**(2), 122-135.

ABSTRACT

This research focused on the development of a practical training kit for electrical circuits and home lighting, aiming to enhance problem-solving skills in electrical and electronics work among vocational certificate students. The developed training kit consisted of a home lighting and electrical circuit assembly set, lesson plans, content handouts, practice worksheets, presentation media, post-learning tests, learning achievement tests, a problem-solving skills assessment form in electrical and electronics work, and a satisfaction questionnaire. The sample group comprised 20 first-year vocational certificate students in the Electrical Program at Phra Nakhon Si Ayutthaya Technical College, who were enrolled in the Basic Electrical and Electronics course in the first semester of the 2024 academic year, selected through cluster random sampling. Data were analyzed using mean ($\bar{x}$), standard deviation (SD), percentage (%), quality assessment of the training kit, and the E1/E2 efficiency index. The research findings revealed that the developed training kit was rated at a high level of appropriateness by experts ($\bar{x}$ = 4.38, SD = 0.31). Its efficiency was measured at 84.50/82.17, which was higher than the set criterion of 80/80. Students' problem-solving skills were assessed at a very good level, accounting for 85.00%. Furthermore, student satisfaction toward the training kit was at the highest level ($\bar{x}$ = 4.63, SD = 0.17). These results indicate that the developed training kit effectively promotes problem-solving skills and achieves a high level of learner satisfaction.

Keywords: Practice kit, Problem-solving skills, Electrical and electronics

**Corresponding author E-mail: s6602025856109@email.kmutnb.ac.th* *ISSN: 2985-1890 (Online)*

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มุ่งเน้นการพัฒนาชุดฝึกปฏิบัติการต่อวงจรไฟฟ้าและแสงสว่างภายในบ้านเพื่อส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาในงานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชุดฝึกปฏิบัติที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วย ชุดฝึกปฏิบัติการต่อวงจรไฟฟ้าและแสงสว่างภายในบ้าน แผนการจัดการเรียนรู้ ใบเนื้อหา ใบปฏิบัติงาน สื่อนำเสนอ แบบทดสอบหลังเรียน แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบประเมินทักษะการแก้ปัญหาในงานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ และแบบประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อชุดฝึกปฏิบัติ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาช่างไฟฟ้า วิทยาลัยเทคนิคพระนครศรีอยุธยา ที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชางานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 20 คน ซึ่งได้มาด้วยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ค่าร้อยละ (%) ค่าคุณภาพของชุดฝึกปฏิบัติ และ ค่า E1/E2 ประสิทธิภาพของชุดฝึกปฏิบัติ ผลการวิจัยพบว่า ชุดฝึกปฏิบัติการต่อวงจรไฟฟ้าและแสงสว่างภายในบ้านที่พัฒนาขึ้นผ่านการประเมินความเหมาะสมจากผู้เชี่ยวชาญ อยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ = 4.38, SD = 0.31) มีประสิทธิภาพเท่ากับ 84.50/82.17 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ที่ 80/80 ผู้เรียนมีคะแนนประเมินทักษะการแก้ปัญหาในระดับดีมาก (คิดเป็นร้อยละ 85.00) และผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนต่อชุดฝึกปฏิบัติการต่อวงจรไฟฟ้าและแสงสว่างภายในบ้าน อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.63, SD = 0.17) แสดงให้เห็นว่าชุดฝึกปฏิบัติที่พัฒนาขึ้นสามารถส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาและได้รับความพึงพอใจจากผู้เรียนในระดับมากที่สุด

คำสำคัญ: ชุดฝึกปฏิบัติ, ทักษะการแก้ปัญหา, งานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

1. บทนำ

แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามสถานการณ์การเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีและพลวัตรของโลกยุคใหม่ นั้นมีแนวคิดสำคัญที่มุ่งให้ผู้เรียนทุกช่วงวัยได้รับการศึกษาที่มีคุณภาพตามมาตรฐาน และส่งเสริมกระบวนการเรียนรู้แบบ Active learning โดยมุ่งเน้นให้ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนรู้ ผู้เรียนจะมีส่วนร่วม ในทุกกระบวนการการจัดการเรียนการสอนเพื่อให้ ได้รับการพัฒนาไปสู่ศักยภาพสูงสุดของแต่ละบุคคล และเพื่อให้มีทักษะที่จำเป็นของโลกอนาคตสามารถแก้ปัญหา ปรับตัว สื่อสาร และทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ อย่างมีประสิทธิผล มีวินัย มีนิสัยใฝ่เรียนรู้อย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต การนำหลักการของยุทธศาสตร์ชาติ พ.ศ. 2561 – 2580 มาประยุกต์ในการใช้ขับเคลื่อนพัฒนาการศึกษา ผ่านการกำหนดแผนพัฒนาการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560 - 2579 การจัดการศึกษามุ่งเน้นจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เสริมสร้างความรู้ ความเข้าใจ ฝึกทักษะการคิด ทักษะการใช้เหตุผล ทักษะปฏิบัติ บูรณาการองค์ความรู้เพื่อสร้างสังคมแห่งการเรียนรู้ที่ยั่งยืนให้ผู้เรียนมีทักษะ ความรู้ ความสามารถ สมรรถนะตามมาตรฐานการศึกษามาตรฐานวิชาชีพในโลกศตวรรษที่ 21 พัฒนาคุณภาพชีวิตได้ตามศักยภาพ มีคุณธรรม จริยธรรม มีวินัย จิตสาธารณะ และพฤติกรรมที่พึงประสงค์ (Independent Committee for Education Reform, 2019, pp. 9-11) นอกจากนี้ พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 มาตรา 24 (Office of the Permanent Secretary, Ministry of Education, 2023, pp. 6-8) ยังเน้นฝึกทักษะ กระบวนการคิด การจัดการ การเผชิญสถานการณ์ และประยุกต์ความรู้มาใช้เพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหา อีกทั้งยังจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้เรียนจากประสบการณ์จริง ฝึกปฏิบัติให้คิดเป็นทำเป็น ในการจัดการเรียนการสอนโดยผสมผสานสาระความรู้ด้านต่าง ๆ โดยยึดหลักในการจัดให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ เป็นคนเก่ง คนดี มีสุข ที่มีนโนบายสอดคล้องกับบริบทของสังคมในปัจจุบัน คือมีความมุ่งหวังให้ผู้เรียนมีทักษะ การเรียนรู้ที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 เป็นการให้ความสำคัญเกี่ยวกับการพัฒนาศักยภาพมนุษย์ให้มีทักษะการเรียนรู้ตลอดชีวิต ช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ และสามารถแสวงหาความรู้ได้ด้วยตนเองในการเรียนและทุกโอกาส (Satawut, 2004, pp. 86-88)

ในปัจจุบันผู้เรียนนำความรู้จากการศึกษาและการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนเพื่อการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนั้นไม่เพียงพอต่อการเรียนรู้ และเพื่อให้ผู้เรียนเพรียบพร้อมทั้ง สมรรถนะ ทักษะการเรียนรู้สำหรับศตวรรษที่ 21 และมีสมรรถนะสอดคล้องกับความต้องการของสังคมแรงงาน การเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการศึกษา ปรับเปลี่ยนกระบวนการเรียนรู้ให้เอื้อต่อการพัฒนาทักษะสำหรับผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 จึงเป็นสิ่งที่สำคัญในการจัดการเรียนรู้ซึ่งได้แก่ ทักษะในการแก้ปัญหา (Problem solving) เพื่อนำมาใช้ในการกลั่นกรองข้อมูลและการนำไปใช้ในการดำเนินชีวิตและการพัฒนาตนเอง (Office of the Education Council, 2017, pp. 3-9) นับเป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เริ่มต้นจากปัญหาที่เกิดขึ้นโดยสร้างความรู้จากกระบวนการทำงาน เพื่อแก้ปัญหาจากสถานการณ์เกี่ยวกับชีวิตประจำวันและมีความสำคัญต่อผู้เรียน การฝึกเรียนรู้ปัญหาจะเป็นตัวกระตุ้น การพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา ด้วยเหตุผลนี้การเรียนรู้จึงควรมุ่งเน้นพัฒนาผู้เรียนในด้านทักษะและกระบวนการเรียนรู้และพัฒนาผู้เรียนให้สามารถเรียนรู้โดยการชี้นำตนเองซึ่งผู้เรียนจะได้ฝึกฝนการสร้างองค์ความรู้โดยผ่านกระบวนการคิดด้วย

การแก้ปัญหาอย่างมีความหมายต่อผู้เรียน (Office of the Education Council, 2017, pp. 7-13) ตลอดจนเป็นเครื่องมือในการช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ตามเป้าหมาย โดยผู้สอนมีหน้าที่ช่วยฝึกกระบวนการคิดวิเคราะห์ปัญหา แก้ปัญหาร่วมกันเป็นกลุ่มช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจปัญหานั้นอย่างชัดเจนได้เห็นทางเลือกและวิธีการที่หลากหลายในการแก้ปัญหานั้น รวมทั้งให้ผู้เรียนเกิดความใฝ่รู้เกิดทักษะกระบวนการคิดและกระบวนการแก้ปัญหาต่าง ๆ (Khammani, 2010, pp. 1-5) สอดคล้องกับงานวิจัยของ Thongson (2018, pp. 1-90) ที่ได้ศึกษาการพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนโดยประยุกต์ใช้กระบวนการเรียนรู้ปัญหาเป็นฐานเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา กลุ่มสาระ การเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนาและวัฒนธรรม ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัย พบว่า ทักษะการแก้ปัญหาที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียน โดยประยุกต์ใช้กระบวนการเรียนรู้ปัญหาเป็นฐาน ได้ผลหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

ระบบการศึกษาระดับอาชีวศึกษาตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พ.ศ. 2567 เพื่อให้ผู้เรียนมีทักษะในการปฏิบัติงาน การพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาถือเป็นหัวใจสำคัญของการเรียนการสอน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกลุ่มอาชีพพลังงาน ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ สาขาวิชาช่างไฟฟ้า ซึ่งมีบทบาทสำคัญต่อการพัฒนาเศรษฐกิจและอุตสาหกรรมของประเทศ (Office of the Vocational Education Commission, 2024, pp. 2-18) ทำให้การจัดการเรียนรู้ที่เน้นการแก้ปัญหาและการลงมือปฏิบัติจริงจะช่วยให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ทางทฤษฎีกับการประยุกต์ใช้ในงานจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในการจัดการศึกษากลุ่มสมรรถนะวิชาชีพพื้นฐานในรายวิชา 20100-1005 งานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้นของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) โดยจะมีการเรียนการสอนทั้งภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ โดยเฉพาะภาคปฏิบัติจะเป็นการฝึกปฏิบัติทักษะ ที่เกี่ยวกับงานไฟฟ้า เช่น วงจรไฟฟ้าเบื้องต้น วงจรไฟฟ้าแสงสว่าง เป็นต้น ซึ่งการศึกษาระบบวงจรไฟฟ้าและแสงสว่างภายในบ้านถือเป็นพื้นฐานสำคัญในการพัฒนาทักษะที่จำเป็นสำหรับการทำงานในสายอาชีพช่างไฟฟ้าอย่างมาก อย่างไรก็ตาม นักเรียนส่วนใหญ่ยังขาดโอกาสในการฝึกปฏิบัติบนชุดอุปกรณ์ที่มีลักษณะและฟังก์ชันใกล้เคียงกับสภาพการทำงานจริง ส่งผลให้ผู้เรียนขาดทั้งความชำนาญและความมั่นใจในการฝึกทักษะด้านการต่อวงจรไฟฟ้าและการตรวจสอบระบบไฟฟ้า โดยเฉพาะอย่างยิ่งงานต่อวงจรไฟฟ้าแสงสว่างภายในบ้าน ซึ่งมักเกี่ยวข้องกับการติดตั้งและต่อวงจรสวิตช์และดวงโคมชนิดต่าง ๆ และการตรวจสอบความต่อเนื่องของวงจรหรือการหาจุดขัดข้อง หากขาดการฝึกบนอุปกรณ์ที่ใกล้เคียงของจริง ผู้เรียนมักไม่สามารถแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในงานจริงได้ ดังนั้น จึงมีความจำเป็นต้องจัดให้มีสื่อการเรียนการสอนที่ใช้ชุดอุปกรณ์จริง ชุดสาธิต หรือชุดฝึกปฏิบัติเสมือนจริงที่สามารถจำลองสถานการณ์และปัญหาที่เกิดขึ้นจริง เพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกแก้ไขและตัดสินใจภายใต้เงื่อนไขที่ใกล้เคียงการทำงานในสถานประกอบการมากที่สุด สอดคล้องกับงานวิจัยของ Laroatphotawatana (2019, pp. 49-56) ได้ศึกษาการพัฒนาและหาประสิทธิภาพชุดสาธิตและฝึกปฏิบัติวงจรไฟฟ้ารถจักรยานยนต์ Honda Wave 110i ที่พบว่า ชุดสาธิตและชุดฝึกปฏิบัติ เป็นสื่อการสอนที่มีประสิทธิภาพทางการเรียน 87.45/89.61 และผลการทดสอบหลังเรียนสูงกว่าผลการทดสอบก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Wongsuriya and Sinpaitoon (2020, pp. 68-74) ได้ศึกษาการพัฒนาชุดฝึกพื้นฐานวงจรไฟฟ้าและเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน รายวิชาการทำความเย็นและการปรับอากาศ พบว่าผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อการใช้ชุดฝึกอยู่ในระดับมากแสดงให้เห็นว่าสื่อการสอนประเภทชุดฝึกปฏิบัติเป็นเครื่องมือสำคัญที่ช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี

ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดและเห็นถึงความสำคัญในการพัฒนาชุดฝึกปฏิบัติการต่อวงจรไฟฟ้าและแสงสว่างภายในบ้าน ที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนรู้ผ่านการฝึกปฏิบัติจริง ให้กับผู้เรียนสามารถเรียนรู้หลักการทำงานของระบบไฟฟ้าในลักษณะที่เป็นรูปธรรมมากขึ้น อีกทั้งยังมุ่งส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาการต่อวงจรและการติดตั้งระบบไฟฟ้า ซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญสำหรับการประกอบวิชาชีพด้านไฟฟ้าในอนาคต โดยการวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและสร้างชุดฝึกปฏิบัติการต่อวงจรไฟฟ้าและแสงสว่างภายในบ้านที่มีประสิทธิภาพ ตลอดจนประเมินผลการใช้ชุดฝึกทั้งในด้านประสิทธิภาพของชุดฝึก ประเมินทักษะการแก้ปัญหาในงานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ และความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการใช้ชุดฝึก เพื่อให้ได้เครื่องมือการเรียนการสอนที่สามารถยกระดับความรู้และทักษะของผู้เรียนได้อย่างแท้จริง

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำมาใช้เป็นแนวทางในการออกแบบและการพัฒนาชุดฝึกปฏิบัติการต่อวงจรไฟฟ้าและแสงสว่างภายในบ้าน เพื่อส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาในงานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ โดยสามารถสรุปสาระสำคัญของงานวิจัยที่เกี่ยวข้องได้ดังนี้ Laroatphotawatana (2019, pp. 49-56) ได้ทำงานวิจัย เรื่อง การพัฒนาและหาประสิทธิภาพชุดสาธิตและฝึกปฏิบัติวงจรไฟฟ้ารถจักรยานยนต์ Honda Wave 110i โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับ ปวช.2 กลุ่ม 1 สาขาวิชาช่างยนต์ จำนวน 17 คน ผลการวิจัยพบว่า 1) ชุดสาธิตและฝึกปฏิบัติวงจรไฟฟ้า

รถจักรยานยนต์ Honda wave 110i และสื่อประกอบการสอนมีประสิทธิภาพทางการเรียน E1/E2 เท่ากับ 87.45/89.61 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดคือ 80/80 2) ผลของการทดสอบหลังเรียนของนักเรียนสูงกว่าผลการทดสอบก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่.05 และสอดคล้องกับ งานวิจัยของ Phelawan (2025, pp. 64-74) ที่ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจของนักเรียนต่อการใช้ชุดปฏิบัติการทดลองการต่อวงจรไฟฟ้า ในรายวิชางานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร กลุ่มตัวอย่างจำนวน 20 คน ผลการวิจัยพบว่า ชุดปฏิบัติการฯ มีคุณภาพด้านเนื้อหาอยู่ในระดับดี คุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่ออยู่ในระดับดี มีประสิทธิภาพ E1/E2 เท่ากับ 78.6/82.1 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด และความพึงพอใจของผู้เรียนอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.54, SD = 0.42) และนอกจากนี้งานวิจัยของ Thongson (2018, pp. 1-90) ได้ทำงานวิจัย เรื่อง การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนโดยประยุกต์ใช้กระบวนการเรียนรู้ปัญหาเป็นฐานเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหากลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนาและวัฒนธรรม ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบ้านหินวงสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาชลบุรี เขต 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2559 จำนวนนักเรียน 30 คน ผลการวิจัยพบว่า 1) ชุดกิจกรรมการเรียน โดยประยุกต์ใช้กระบวนการเรียนรู้ปัญหาเป็นฐาน มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ 82.33/82.89 2) คะแนนการเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียน โดยประยุกต์ใช้กระบวนการเรียนรู้ปัญหาเป็นฐาน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) ทักษะการแก้ปัญหา ที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนโดยประยุกต์ใช้กระบวนการเรียนรู้ปัญหาเป็นฐาน หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

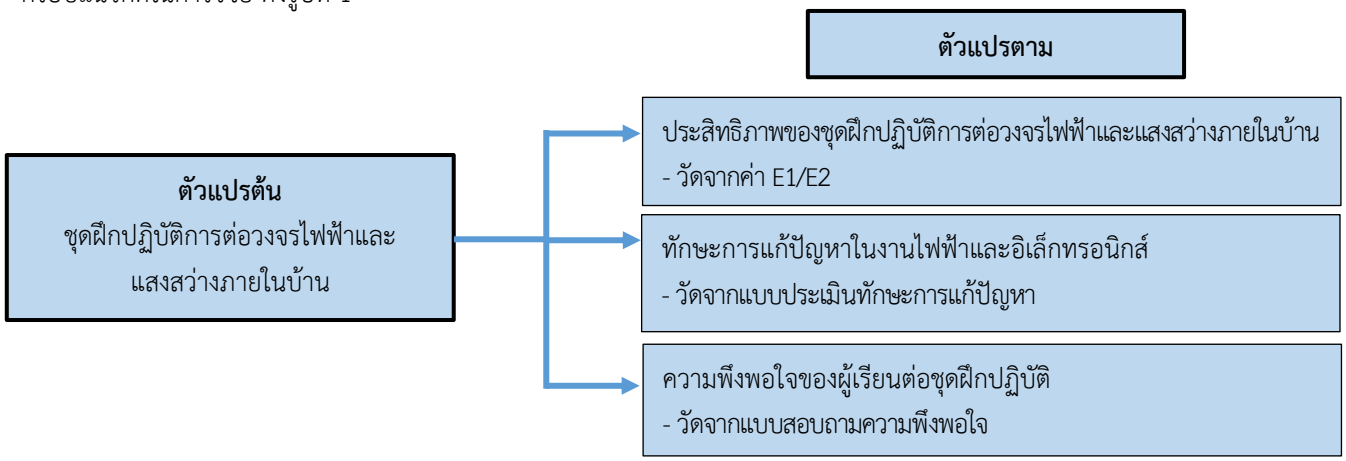
จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องข้างต้น แสดงให้เห็นถึงแนวโน้มและความสำคัญของการพัฒนาชุดฝึกปฏิบัติการที่เน้น สอดคล้องกับสภาพการทำงานจริง และสามารถเสริมสร้างทักษะการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งเป็นแนวทางที่เหมาะสมกับการจัดการเรียนรู้ในรายวิชางานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ในระดับอาชีวศึกษา

3. วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi-experimental research) โดยผู้วิจัยดำเนินการวิจัยตามขั้นตอนดังนี้

3.1 กรอบแนวคิดการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ได้นำแนวคิดที่เกี่ยวข้องมาใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาเครื่องมือและดำเนินการวิจัย โดยสามารถแสดงกรอบแนวคิดในการวิจัย ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

3.2 ขอบเขตการวิจัย

ขอบเขตด้านประชากรและกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย ประชากรที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 วิทยาลัยเทคนิคพระนครศรีอยุธยา สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง จำนวน 144 คน กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 วิทยาลัยเทคนิคพระนครศรีอยุธยา ที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชางานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 20 คน ด้วยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) เนื่องจากการสุ่มเลือกทั้งกลุ่มเอื้อต่อความสะดวกในการเก็บข้อมูล ตลอดจนช่วยให้ผู้วิจัยสามารถควบคุมเงื่อนไขการทดลองและดูแลกระบวนการวิจัยได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ขอบเขตด้านเนื้อหา เนื้อหารายวิชาที่นำมาใช้ในการวิจัย ได้แก่ รายวิชา 20100-1005 รายวิชางานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น เรื่อง วงจรไฟฟ้าแสงสว่าง ซึ่งเป็นหัวข้อที่มีความสำคัญพื้นฐานต่อการปฏิบัติงานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ เนื้อหามีความสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดในหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2567 ประกอบด้วย เนื้อหาดังนี้

1. อุปกรณ์ที่ใช้ในวงจรไฟฟ้าแสงสว่าง (Components used in lighting circuit)
2. ประเภทของวงจรไฟฟ้าภายในบ้าน (Types of electrical circuits)
3. การวัดปริมาณทางไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้าและแสงสว่าง (Electrical measurement and testing in lighting circuits)

ขอบเขตด้านตัวแปรในการวิจัย ตัวแปรต้น คือ ชุดฝึกปฏิบัติการต่อวงจรไฟฟ้าและแสงสว่างภายในบ้าน และตัวแปรตาม คือ ประสิทธิภาพของชุดฝึกปฏิบัติการต่อวงจรไฟฟ้าและแสงสว่างภายในบ้าน, ทักษะการแก้ปัญหาในงานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์, ความพึงพอใจของผู้เรียนต่อชุดฝึกปฏิบัติที่พัฒนาขึ้น

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยการพัฒนาชุดฝึกปฏิบัติการต่อวงจรไฟฟ้าและแสงสว่างภายในบ้าน เพื่อส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาในงานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ประกอบด้วย เครื่องมือภาคปฏิบัติ ได้แก่ ชุดฝึกปฏิบัติการต่อวงจรไฟฟ้าและแสงสว่างภายในบ้าน ใบปฏิบัติงาน และภาคทฤษฎี ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ ใบเนื้อหา สื่อนำเสนอพาวเวอร์พอยต์ เครื่องมือวัดและประเมินผล ได้แก่ แบบทดสอบหลังเรียนในแต่ละหัวข้อเรื่อง แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบประเมินทักษะการแก้ปัญหา

3.3.1 ชุดฝึกปฏิบัติการต่อวงจรไฟฟ้าและแสงสว่างภายในบ้าน

ชุดฝึกนี้ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อให้มีความสอดคล้องกับการเรียนการสอนในรายวิชางานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น โดยเน้นการฝึกปฏิบัติและการแก้ไขปัญหาจริงในสภาพแวดล้อมที่จำลองสถานการณ์ภายในบ้าน เพื่อให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้งานจริงในอนาคตได้อย่างมีประสิทธิภาพและปลอดภัย

ผู้วิจัยได้พัฒนาชุดฝึกปฏิบัติ โดยได้ออกแบบให้ผู้เรียนสามารถฝึกการต่อวงจรไฟฟ้าแสงสว่าง วงจรเต้ารับไฟฟ้า การติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้า และการวัดค่าปริมาณทางไฟฟ้าในวงจรแสงสว่างด้วยเครื่องมือวัด ได้แก่ มัลติมิเตอร์ แคลมป์ออนมิเตอร์ และดิจิตอลกิโลวัตต์อาวมิเตอร์ โดยในการพัฒนาชุดฝึก ผู้วิจัยให้ความสำคัญกับการดำเนินการด้านความปลอดภัย โดยดำเนินการดังนี้

1. ออกแบบให้ชุดฝึกใช้ระบบแรงดันไฟฟ้าต่ำเพื่อลดความเสี่ยงจากอันตรายที่อาจเกิดขึ้นระหว่างการปฏิบัติงาน
2. เลือกใช้อุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้าที่ได้มาตรฐานอุตสาหกรรม ได้แก่ เซอร์กิตเบรกเกอร์ชนิด MCB และ RCBO ซึ่งสามารถตัดวงจรอัตโนมัติเมื่อเกิดกระแสลัดวงจรหรือกระแสรั่วไหล
3. เดินสายไฟด้วยสายที่มีฉนวนหุ้มและติดตั้งในรางเพื่อป้องกันการสัมผัสโดยตรงและเพิ่มความเป็นระเบียบในการใช้งาน
4. จัดทำคู่มือการใช้งานพร้อมทั้งอบรมผู้เรียนก่อนการทดลอง โดยเน้นวิธีการใช้เครื่องมือวัดไฟฟ้า การปฏิบัติที่ถูกต้อง และแนวทางการทำงานอย่างปลอดภัย

โดยดำเนินการดังกล่าวสะท้อนถึงการออกแบบและสร้างเครื่องมือวิจัยที่คำนึงถึงความปลอดภัยของผู้เรียนเป็นสำคัญ เพื่อให้การใช้งานชุดฝึกมีความเหมาะสมและปลอดภัยต่อการเรียนการสอนในรายวิชาที่เกี่ยวข้อง

รูปที่ 2 การออกแบบชุดฝึกปฏิบัติการต่อวงจรไฟฟ้า และแสงสว่างภายในบ้าน

3.3.2 ใบปฏิบัติงานการต่อวงจรไฟฟ้าและแสงสว่างภายในบ้าน

ผู้วิจัยสร้างใบปฏิบัติงานขึ้นใหม่ ให้สอดคล้องกับแต่ละหน่วยการเรียน โดยเน้นให้ผู้เรียนปฏิบัติจริงกับชุดฝึก และเพื่อให้สอดคล้องกับการสอนในรายวิชางานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น ในหัวข้อเรื่อง วงจรไฟฟ้าแสงสว่าง ได้แก่ ใบปฏิบัติงานที่ 1 การต่อวงจรไฟฟ้าแสงสว่างควบคุมหลอดไฟด้วยสวิตช์ทางเดียว, ใบปฏิบัติงานที่ 2 การต่อวงจรไฟฟ้าแสงสว่างควบคุมหลอดไฟด้วยสวิตช์สองทาง (สวิตช์บันได) และ ใบปฏิบัติงานที่ 3 การต่อวงจรเต้ารับไฟฟ้า โดยใช้ชุดฝึกร่วมกับการทำใบปฏิบัติงาน เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจหลักการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้า การต่อใช้งานอุปกรณ์ไฟฟ้า และเห็นถึงความสัมพันธ์ขององค์ประกอบในวงจรไฟฟ้าแสงสว่าง และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์จริงได้

3.3.3 แผนการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) สาขาวิชาช่างไฟฟ้า รายวิชา 20100-1005 งานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น จำนวน 2 หน่วยกิต ใช้ในการจัดการเรียนการสอน 4 ชั่วโมง/สัปดาห์ โดยวิเคราะห์จุดประสงค์รายวิชา โครงสร้างรายวิชา และหน่วยการเรียนรู้ แบ่งเนื้อหาเป็นหน่วยการเรียนที่สอดคล้องกับแผนการสอน เพื่อให้สอดคล้องกับผลลัพธ์การเรียนรู้ที่คาดหวัง

3.3.4 ใบเนื้อหา และสื่อนำเสนอ

ผู้วิจัยได้จัดทำใบเนื้อหา สื่อนำเสนอ ให้สอดคล้องกับหน่วยการเรียน เรื่อง วงจรไฟฟ้าแสงสว่าง โดยเน้นการนำเสนอเนื้อหาที่ครอบคลุมทั้งความรู้พื้นฐานและตัวอย่างประกอบ เพื่อช่วยให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงเนื้อหาทางทฤษฎีกับการปฏิบัติจริง และสร้างความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้าแสงสว่าง เนื้อหาในใบเนื้อหาประกอบด้วย อุปกรณ์ที่ใช้ในวงจรไฟฟ้าแสงสว่าง ประเภทของวงจรไฟฟ้าภายในบ้าน และการวัดปริมาณทางไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้าและแสงสว่าง

3.3.5 แบบประเมินความเหมาะสมและคุณภาพของชุดฝึกปฏิบัติโดยประเมินคุณภาพและความสอดคล้องเกี่ยวกับชุดฝึกปฏิบัติการต่อวงจรไฟฟ้าและแสงสว่างภายในบ้าน แบบประเมินมีทั้งหมด 5 ด้าน ดังนี้ ด้านเนื้อหา ด้านแบบทดสอบ ด้านใบปฏิบัติงานด้านประสิทธิภาพของชุดฝึก และด้านสื่อการสอน

3.3.6 แบบทดสอบหลังเรียน และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แบบทดสอบหลังเรียนแบบปรนัย 4 ตัวเลือก โดยใช้แบบทดสอบหลังเรียนประเมินผลหลังการทำใบปฏิบัติงาน ในหัวข้อเรื่องการต่อวงจรไฟฟ้าแสงสว่างควบคุมหลอดไฟด้วยสวิตช์ทางเดียว จำนวน 10 ข้อ, การต่อวงจรไฟฟ้าแสงสว่างควบคุมหลอดไฟด้วยสวิตช์สองทาง (สวิตช์บันได) จำนวน 10 ข้อ และ การต่อวงจรเต้ารับไฟฟ้า จำนวน 10 ข้อ รวมทั้งสิ้น 30 ข้อ สำหรับแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ โดยออกแบบให้ครอบคลุมวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของบทเรียน จากนั้นนำแบบทดสอบเสนอให้ผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่านตรวจสอบความเหมาะสมของเนื้อหาและความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ พร้อมทั้งคำนวณค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) พบว่ามีค่าระหว่าง 0.80–1.00 แสดงว่าแบบทดสอบมีความตรงเชิงเนื้อหาในระดับเหมาะสม และผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง และวิเคราะห์คุณภาพของข้อสอบ พบว่าค่าความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง 0.62–0.74 และค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.28–0.42 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่ยอมรับได้ และได้รับการปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญให้มีความถูกต้องชัดเจน และสามารถวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3.3.7 แบบประเมินทักษะการแก้ปัญหาในงานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ใช้การประเมินแบบรูบริก (Rubric) เพื่อประเมินสมรรถนะการแก้ปัญหาของผู้เรียน กำหนดเป็นเกณฑ์ผ่าน/ไม่ผ่าน โดยประเมินทักษะการแก้ปัญหาตามหัวข้อประเมินการวิเคราะห์และระบุปัญหา, การวางแผนแก้ไขปัญหา, การดำเนินการแก้ไขปัญหา และการตรวจสอบผลการแก้ปัญหา (Somphon, 2019, pp. 1-11) ซึ่งมีการกำหนดเกณฑ์การตัดสินเป็นระดับคุณภาพ ดีมาก ดี พอใช้ ปรับปรุง โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน 4 ระดับ ดังนี้ ระดับ 4 ดีมาก มีคะแนนอยู่ระหว่าง 13 - 16 คะแนน ระดับ 3 ดี ได้คะแนนอยู่ระหว่าง = 9 - 12 คะแนน ระดับ 2 พอใช้ ได้คะแนนอยู่ระหว่าง 5 - 8 คะแนน และระดับ 1 ปรับปรุง ได้คะแนนอยู่ระหว่าง 1 - 4 คะแนน โดยเกณฑ์การผ่านประเมินทักษะการแก้ปัญหาในงานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ผู้เรียนต้องมีระดับคุณภาพ ระดับดี ขึ้นไปถือว่าผ่าน

3.3.8 แบบประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อชุดฝึก ทำการสร้างแบบประเมินความพึงพอใจขึ้น โดยถามความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อชุดฝึกปฏิบัติวงจรไฟฟ้าและแสงสว่างภายบ้าน 3 ด้าน ดังนี้ ด้านกิจกรรมการเรียนการสอนด้านความเหมาะสมของเนื้อหา ด้านการออกแบบและคุณภาพชุดฝึก โดยแบ่งระดับของความพึงพอใจของผู้เรียน มีลักษณะเป็นแบบสอบถามแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) 5 ระดับ ตามวิธีของลิเคิร์ท (Srisaard, 2002, pp. 100-125)

3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการในการเก็บรวบรวมข้อมูลตามขั้นตอน ดังนี้

3.4.1 คัดเลือกกลุ่มตัวอย่างจำนวน 20 คนด้วยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) ซึ่งเป็นนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 วิทยาลัยเทคนิคพระนครศรีอยุธยา ที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชางานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567

3.4.2 ก่อนนำชุดฝึกปฏิบัติการไปใช้จริง ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองใช้ (Try-out) กับกลุ่มทดลองที่มีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่าง เพื่อประเมินความเหมาะสมและคุณภาพของชุดฝึก รวมถึงรับข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญ จากนั้นปรับปรุงชุดฝึกให้สมบูรณ์ก่อนนำไปใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่าง

3.4.4 ผู้วิจัยดำเนินการนำชุดฝึกปฏิบัติไปใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่าง

นำชุดฝึกปฏิบัติการวงจรไฟฟ้าและแสงสว่างภายในบ้านที่ผ่านการปรับปรุงไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของชุดฝึก ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน และวิเคราะห์ทักษะการแก้ปัญหาด้านงานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ และความพึงพอใจของผู้เรียน โดยดำเนินการจัดการเรียนรู้ในหน่วยการเรียนรู้เรื่องวงจรไฟฟ้าแสงสว่าง ณ ห้องเรียนแผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคพระนครศรีอยุธยา ในสัปดาห์ที่ 7 ของภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567

รูปที่ 3 กลุ่มตัวอย่างใช้ชุดฝึกปฏิบัติการต่อวงจรไฟฟ้าและแสงสว่างภายในบ้าน

3.4.5 ให้กลุ่มตัวอย่างทำใบปฏิบัติงานที่ 1-3 โดยใช้ชุดฝึกปฏิบัติการต่อวงจรไฟฟ้าและแสงสว่างภายในบ้าน ดังรูปที่ 3 แล้วบันทึกผลการทดลอง ตามใบปฏิบัติงาน และครูผู้สอนประเมินทักษะการแก้ปัญหาในงานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ขณะกลุ่มตัวอย่างปฏิบัติงาน เมื่อปฏิบัติงานเสร็จสิ้นแล้วให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบหลังเรียนหลังจากทำใบปฏิบัติงาน

3.4.6 ให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 30 ข้อ แล้วให้กลุ่มตัวอย่างประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อชุดฝึกปฏิบัติ

3.4.7 นำคะแนนจากการทำใบปฏิบัติงาน แบบทดสอบหลังเรียนในแต่ละหัวข้อรื่อง และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมาหาประสิทธิภาพของชุดฝึกโดยใช้คะแนนที่ได้จากกลุ่มตัวอย่าง มาเปรียบเทียบประสิทธิภาพ E1/E2

3.4.8 นำข้อมูลจากแบบประเมินทักษะการแก้ปัญหาในงานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ของผู้เรียน มาวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติ

3.4.9 นำข้อมูลจากแบบประเมินความพึงพอใจที่ได้มาวิเคราะห์หาความพึงพอใจของผู้เรียน ด้วยวิธีการทางสถิติ

3.4.10 นำข้อมูลที่ได้ทั้งหมดมาอภิปรายผลและสรุปผลการวิจัย

3.5 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

3.5.1 การหาค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และ ค่าร้อยละ (%)

3.5.2 การหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)

3.5.3 การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาประสิทธิภาพของชุดฝึก E1/E2 ตามเกณฑ์ 80/ 80

3.5.4 การหาค่าความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม (IOC)

4. ผลการวิจัย

4.1 ผลการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

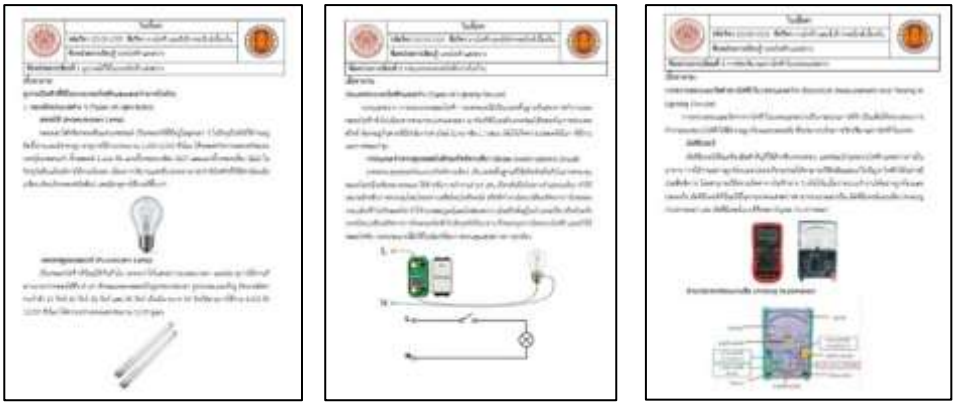
ผลการสร้างชุดฝึกปฏิบัติการต่อวงจรไฟฟ้าและแสงสว่างภายในบ้าน จากผลการดำเนินการสร้างชุดฝึก พบว่า สามารถพัฒนาชุดฝึกปฏิบัติการต่อวงจรไฟฟ้าและแสงสว่างภายในบ้าน ได้จำนวน 1 ชุด ซึ่งสามารถนำไปใช้เป็นสื่อประกอบการเรียนการสอน

รูปที่ 4 ชุดฝึกปฏิบัติการต่อวงจรไฟฟ้าและแสงสว่างภายในบ้าน

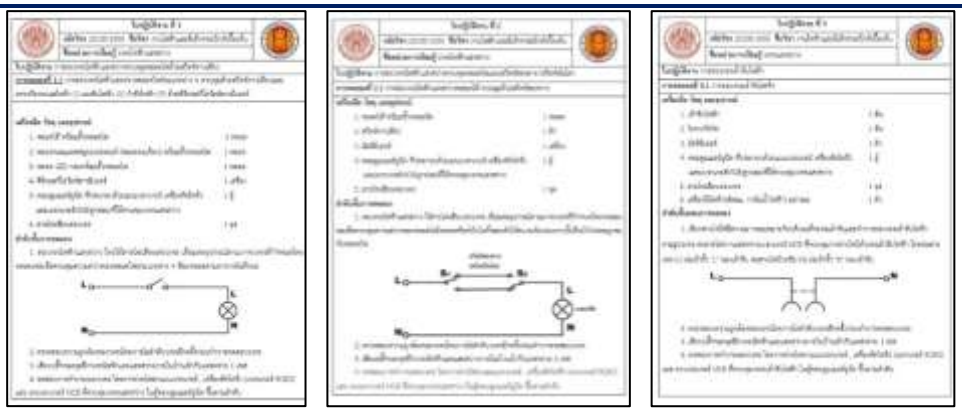
แผนการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย แผนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน สื่อนำเสนอ ใบเนื้อหา ใบปฏิบัติงานการต่อวงจรไฟฟ้าแสงสว่างภายในบ้าน แบบทดสอบหลังเรียน แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 30 ข้อ เป็นข้อสอบแบบปรนัย และแบบประเมินทักษะการแก้ปัญหาในงานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ โดยรูปเล่มแผนการจัดการเรียนรู้ รายวิชางานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น ดังรูปที่ 5-10

รูปที่ 5 แผนการจัดการเรียนรู้

รูปที่ 6 สื่อนำเสนอ



รูปที่ 7 ใบเนื้อหา



รูปที่ 8 ใบปฏิบัติงานการต่อวงจรไฟฟ้าแสงสว่างภายในบ้าน

รูปที่ 9 แบบทดสอบหลังเรียน และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

รูปที่ 10 แบบประเมินทักษะการแก้ปัญหาในงานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

4.2 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของชุดฝึกปฏิบัติการต่อวงจรไฟฟ้าและแสงสว่างภายในบ้าน

เมื่อนำชุดฝึกปฏิบัติการต่อวงจรไฟฟ้าและแสงสว่างภายในบ้านเพื่อส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาในงานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ที่พัฒนาขึ้นไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 20 คนและให้กลุ่มตัวอย่างทำใบปฏิบัติงาน แบบทดสอบหลังเรียนในแต่ละหัวข้อเรื่องและทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดฝึกมีดังนี้

4.2.1 ผลการวิเคราะห์คะแนนใบปฏิบัติงานและแบบทดสอบหลังเรียน

การวิเคราะห์หาค่าประสิทธิภาพของชุดฝึก และเกณฑ์ประสิทธิภาพของชุดฝึกปฏิบัติการต่อวงจรไฟฟ้าและแสงสว่างภายในบ้านที่ใช้คือ 80/80 โดย“80” ตัวแรก (E1) หมายถึง ร้อยละของค่าเฉลี่ยคะแนนระหว่างเรียน (คะแนนใบปฏิบัติงานและแบบทดสอบหลังเรียนในแต่ละหัวข้อ) “80” และตัวหลัง (E2) หมายถึง ร้อยละของค่าเฉลี่ยคะแนนหลังเรียน (คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน) การวิเคราะห์คะแนนระหว่างเรียนคิดจากคะแนนใบปฏิบัติงานและแบบทดสอบหลังเรียนแสดงได้ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์คะแนนใบปฏิบัติงานและแบบทดสอบหลังเรียน

รายการ	จำนวนผู้เรียน	คะแนนเต็ม	ผลรวมคะแนน	$\bar{X}$	ร้อยละ (%)
ใบปฏิบัติงาน เรื่อง การต่อวงจรไฟฟ้าแสงสว่างควบคุมหลอดไฟด้วยสวิตช์ทางเดียว	20	20	347	17.35	86.75
แบบทดสอบหลังเรียน เรื่อง การต่อวงจรไฟฟ้าแสงสว่างควบคุมหลอดไฟด้วยสวิตช์ทางเดียว	20	10	160	8.00	80.00
ใบปฏิบัติงาน การต่อวงจรไฟฟ้าแสงสว่างควบคุมหลอดไฟด้วยสวิตช์สองทาง (สวิตช์บันได)	20	20	336	16.80	84.00
แบบทดสอบหลังเรียน เรื่อง การต่อวงจรไฟฟ้าแสงสว่างควบคุมหลอดไฟด้วยสวิตช์สองทาง (สวิตช์บันได)	20	10	161	8.05	80.50
ใบปฏิบัติงาน การต่อวงจรเต้ารับไฟฟ้า	20	20	350	17.50	87.50
แบบทดสอบหลังเรียน เรื่อง การต่อวงจรเต้ารับไฟฟ้า	20	10	167	8.35	83.50
รวม	**20**	**90**	**1521**	**76.05**	**84.50**

จากตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์คะแนนระหว่างเรียน กลุ่มตัวอย่างจำนวน 20 คน คะแนนเต็ม 90 คะแนน พบว่า ผลรวมคะแนนระหว่างเรียนทั้งหมด 1,521 คะแนน ค่าเฉลี่ย 76.05 คิดเป็นร้อยละ 84.50 โดยผลคะแนนใบปฏิบัติงาน เรื่อง การต่อวงจรไฟฟ้าแสงสว่างควบคุมหลอดไฟด้วยสวิตช์ทางเดียว คะแนนเต็ม 20 คะแนน มีผลรวมคะแนน 347 ค่าเฉลี่ย 17.35 คิดเป็นร้อยละเท่ากับ 86.75 ผลคะแนนแบบทดสอบหลังเรียน เรื่อง การต่อวงจรไฟฟ้าแสงสว่างควบคุมหลอดไฟด้วยสวิตช์ทางเดียว คะแนนเต็ม 10 คะแนน มีผลรวมคะแนน 160 ค่าเฉลี่ย 8.00 คิดเป็นร้อยละเท่ากับ 80.00 และผลคะแนนใบปฏิบัติงาน การต่อวงจรไฟฟ้าแสงสว่างควบคุมหลอดไฟด้วยสวิตช์สองทาง (สวิตช์บันได) คะแนนเต็ม 20 คะแนน มีผลรวมคะแนน 336 ค่าเฉลี่ย 16.80 คิดเป็นร้อยละเท่ากับ 84.00 ผลคะแนน แบบทดสอบหลังเรียน เรื่อง การต่อวงจรไฟฟ้าแสงสว่างควบคุมหลอดไฟด้วยสวิตช์สองทาง (สวิตช์บันได) คะแนนเต็ม 10 คะแนน มีผลรวมคะแนน 161 ค่าเฉลี่ย 8.05 คิดเป็นร้อยละเท่ากับ 80.50 และได้ผลคะแนนใบปฏิบัติงาน ใบปฏิบัติงาน การต่อวงจรเต้ารับไฟฟ้า คะแนนเต็ม 20 คะแนน มีผลรวมคะแนน 350 ค่าเฉลี่ย 17.50 คิดเป็นร้อยละเท่ากับ 87.50 ผลคะแนน แบบทดสอบหลังเรียน เรื่อง การต่อวงจรเต้ารับไฟฟ้า คะแนนเต็ม 10 คะแนน มีผลรวมคะแนน 167 ค่าเฉลี่ย 8.35 คิดเป็นร้อยละเท่ากับ 83.50

4.2.2 ผลการวิเคราะห์คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผลการวิเคราะห์คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแสดงได้ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

หัวข้อ	จำนวนผู้เรียน	คะแนนเต็ม	ผลรวมคะแนน	$\bar{X}$	ร้อยละ(%)
คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์	20	30	493	24.65	82.17

จากตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มตัวอย่างจำนวน 20 คน คะแนนเต็ม 30 คะแนน พบว่า ผลรวมคะแนนจากการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งหมด 493 คะแนน ค่าเฉลี่ย 24.65 คิดเป็นร้อยละเท่ากับ 82.17

4.2.3 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดฝึกปฏิบัติ

ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดฝึกปฏิบัติการต่อวงจรไฟฟ้าและแสงสว่างภายในบ้าน แสดงได้ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดฝึกปฏิบัติ

หัวข้อ	จำนวนผู้เรียน	คะแนนเต็ม	ผลรวมคะแนน	$\bar{X}$	ร้อยละ(%)
คะแนนระหว่างเรียน	20	90	1521	76.05	84.50
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์	20	30	493	24.65	82.17

จากตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดฝึกปฏิบัติการต่อวงจรไฟฟ้าและแสงสว่างภายในบ้าน กลุ่มตัวอย่างจำนวน 20 คน พบว่า ผลรวมคะแนนระหว่างเรียนทั้งหมด 1,521 คะแนน ค่าเฉลี่ย 76.05 คิดเป็นร้อยละเท่ากับ 84.50 และผลรวมคะแนนจากการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทั้งหมด 493 คะแนน ค่าเฉลี่ย 24.65 คิดเป็นร้อยละเท่ากับ 82.17 ดังนั้นชุดฝึกปฏิบัติการต่อวงจรไฟฟ้าและแสงสว่างภายในบ้านเพื่อส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาในงานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 84.50/82.17 ซึ่งมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด 80/80

4.3 ผลการประเมินทักษะการแก้ปัญหาในงานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ของผู้เรียน

เมื่อนำแบบประเมินทักษะการแก้ปัญหาในงานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ที่สร้างขึ้นไปประเมินทักษะการแก้ปัญหาของกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 20 คน โดยประเมินทักษะการแก้ปัญหาขณะทำใบปฏิบัติงานโดยใช้ชุดฝึกปฏิบัติการต่อวงจรไฟฟ้าและแสงสว่างภายในบ้าน ผลการประเมินทักษะการแก้ปัญหาแสดงได้ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลการประเมินทักษะการแก้ปัญหาในงานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ของผู้เรียน

หัวข้อ	จำนวนผู้เรียน	ร้อยละ (%)
ผู้เรียนมีทักษะการแก้ปัญหา “ผ่านเกณฑ์”	17 คน	85.00
ผู้เรียนมีทักษะการแก้ปัญหา “ไม่ผ่านเกณฑ์”	3 คน	15.00

จากตารางที่ 4 พบว่า จากกลุ่มตัวอย่าง 20 คน มีผู้ที่มีคะแนนประเมินทักษะการแก้ปัญหาผ่านเกณฑ์ จำนวน 17 คน คิดเป็นร้อยละ 85.00 โดยผู้ผ่านเกณฑ์จะต้องมีคะแนนในระดับดีมากขึ้นไป และผู้ที่ไม่ผ่านเกณฑ์จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 15.00 โดยผู้เรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์จะต้องมีคะแนนในระดับต่ำกว่าระดับดี

4.4 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อชุดฝึกปฏิบัติ

เมื่อนำชุดฝึกปฏิบัติการต่อวงจรไฟฟ้าและแสงสว่างภายในบ้าน ที่พัฒนาขึ้นใช้งานจริงกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 20 คน ซึ่งเป็นนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชางานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น ปีการศึกษา 2567 ผลการประเมินความพึงพอใจแสดงได้ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อชุดฝึกปฏิบัติ

ข้อที่	ข้อคำถามความคิดเห็น	$\bar{X}$	SD	ระดับความพึงพอใจ
ด้านกิจกรรมการเรียนการสอน				
1	เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม	4.45	0.69	มาก
2	ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะการปฏิบัติ	4.85	0.37	มากที่สุด
3	ช่วยส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาในงานไฟฟ้า	4.75	0.55	มากที่สุด
4	ช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ด้วยตนเอง	4.65	0.59	มากที่สุด
5	ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียนรู้	4.70	0.57	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยด้านกิจกรรมการเรียนการสอน		4.68	0.15	มากที่สุด
ด้านความเหมาะสมของเนื้อหา				
1	เนื้อหาของชุดฝึกปฏิบัติสามารถทำให้เข้าใจเรื่องวงจรไฟฟ้าแสงสว่างภายในบ้านได้	4.65	0.67	มากที่สุด
2	เนื้อหามีประโยชน์ต่อผู้เรียน และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้	4.60	0.60	มากที่สุด
3	เนื้อหาครอบคลุมวัตถุประสงค์ของบทเรียน	4.50	0.69	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยด้านความเหมาะสมของเนื้อหา		4.58	0.08	มากที่สุด
ด้านการออกแบบและคุณภาพชุดฝึก				
1	วัสดุอุปกรณ์ ที่ใช้ในการสร้างชุดฝึกมีความเหมาะสม	4.65	0.67	มากที่สุด
2	ชุดฝึกมีขนาดที่เหมาะสมต่อการใช้งาน	4.60	0.75	มากที่สุด
3	ความสะดวกในการเคลื่อนย้ายและจัดเก็บชุดฝึก	4.30	0.80	มาก
4	ชุดฝึกก่อให้เกิดทักษะพื้นฐานด้านการต่อวงจรไฟฟ้า	4.90	0.31	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยด้านการออกแบบและคุณภาพชุดฝึก		4.61	0.25	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยภาพรวมทั้งหมด		**4.63**	**0.17**	**มากที่สุด**

จากตารางที่ 5 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนต่อชุดฝึกปฏิบัติการต่อวงจรไฟฟ้าและแสงสว่างภายในบ้าน ในภาพรวม พบว่า $\bar{X}$ = 4.63, SD = 0.17 อยู่ในระดับมากที่สุด ด้านกิจกรรมการเรียนการสอนมี $\bar{X}$ = 4.68, SD = 0.15 โดยหัวข้อที่ได้คะแนนสูงสุดคือการช่วยส่งเสริมทักษะการปฏิบัติ รองลงมาคือการส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาในงานไฟฟ้า และการกระตือรือร้นในการเรียนรู้ ด้านความเหมาะสมของเนื้อหามี $\bar{X}$ = 4.58, SD = 0.08 โดยผู้เรียนเห็นว่าเนื้อหาช่วยให้เข้าใจเรื่อง

วงจรไฟฟ้าแสงสว่างภายในบ้านและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ ด้านการออกแบบและคุณภาพชุดฝึกมี $\bar{X}$ = 4.61, SD = 0.25 โดยชุดฝึกช่วยให้เกิดทักษะพื้นฐานด้านการต่อวงจรไฟฟ้า และมีวัสดุอุปกรณ์ที่เหมาะสม สรุปได้ว่าผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อชุดฝึกในทุกด้านอยู่ในระดับมากที่สุด

5. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

ผลการพัฒนาชุดฝึกปฏิบัติการต่อวงจรไฟฟ้าและแสงสว่างภายในบ้านเพื่อส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาในงานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ได้ชุดฝึกปฏิบัติการต่อวงจรไฟฟ้าและแสงสว่างภายในบ้านที่ประกอบด้วย ชุดฝึกปฏิบัติ จำนวน 1 ชุด แผนการจัดการเรียนรู้ ใบเนื้อหา สื่อนำเสนอ ใบปฏิบัติงานที่ 1 การต่อวงจรไฟฟ้าแสงสว่างควบคุมหลอดไฟด้วยสวิตช์ทางเดียว ใบปฏิบัติงานที่ 2 การต่อวงจรไฟฟ้าแสงสว่างควบคุมหลอดไฟด้วยสวิตช์สองทาง ใบปฏิบัติงานที่ 3 การต่อวงจรไฟฟ้าวงจรเต้ารับไฟฟ้า แบบทดสอบหลังเรียนในแต่ละหัวข้อเรื่อง แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นข้อสอบแบบปรนัย โดยมีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) มีค่าอยู่ระหว่าง 0.80–1.00 แสดงว่าแบบทดสอบมีความตรงเชิงเนื้อหาในระดับเหมาะสม และการวิเคราะห์คุณภาพของข้อสอบ พบว่าค่าความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง 0.62–0.74 และค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.28–0.42 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่ยอมรับได้ ชุดฝึกทักษะมีประสิทธิภาพ 84.50/82.17 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 80/80 สำหรับผลการประเมินทักษะการแก้ปัญหาในงานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ หลังจากที่ได้เรียนผ่านชุดฝึกฯ จากกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 20 คน มีกลุ่มตัวอย่างจำนวน 17 คน ที่มีคะแนนประเมินทักษะการแก้ปัญหาผ่านเกณฑ์คิดเป็นร้อยละ 85.00 โดยผู้ที่ผ่านเกณฑ์มีคะแนนในระดับดีมากขึ้นไป และผู้ที่ไม่ผ่านเกณฑ์จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 15.00 ด้านผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อชุดฝึกปฏิบัติ ปรากฏว่าความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อชุดฝึกฯ อยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.63

ผลการพัฒนาชุดฝึกปฏิบัติการต่อวงจรไฟฟ้าและแสงสว่างภายในบ้าน พบว่ามีประสิทธิภาพ 84.50/82.17 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 แสดงถึงคุณภาพของชุดฝึกที่พัฒนาขึ้นเกิดจากการออกแบบชุดฝึกอย่างเป็นระบบ สอดคล้องกับหลักสูตร เนื้อหา และระดับความสามารถของผู้เรียน เน้นการเรียนแบบลงมือปฏิบัติจริงและลำดับเนื้อหาจากง่ายไปยาก ส่งเสริมความสนใจและความกระตือรือร้นของผู้เรียน อีกทั้งการจัดกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติจริงที่ช่วยให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมายและยั่งยืน และมีการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับหลักสูตร เนื้อหา และทักษะที่ต้องการพัฒนา ทั้งนี้ผู้เรียนมีความสนใจและกระตือรือร้นในการฝึกปฏิบัติ ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ Oyphandee (2018, pp. 83-93) และ Laroatphotawatana (2019, pp. 49-56) ที่พบว่าชุดฝึกที่พัฒนาอย่างเหมาะสมสามารถส่งเสริมประสิทธิภาพการเรียนรู้ได้จริง ผู้เรียนมีคะแนนทักษะการแก้ปัญหาเฉลี่ยร้อยละ 85.00 เนื่องจากชุดฝึกเปิดโอกาสให้ผู้เรียนอภิปรายปัญหา ค้นคว้า และเลือกวิธีแก้ปัญหาที่เหมาะสม ส่งผลให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Thongson (2018, pp. 84-90) ที่พบว่าที่ชี้ว่าการใช้กระบวนการแก้ปัญหาเป็นฐานสามารถพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ ด้านความพึงพอใจที่อยู่ในระดับมากที่สุดเกิดจากการที่ชุดฝึกตอบโจทย์ความต้องการผู้เรียน ใช้ประโยชน์ได้จริง และสอดคล้องกับรายวิชา มีการตรวจสอบและปรับปรุงโดยผู้เชี่ยวชาญอย่างรอบด้านซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ (Khammani, 2010, pp. 1-5) และงานวิจัยของ Wongsuriya and Sinpaitoon (2020, pp. 68-74) ที่พบว่าชุดฝึกที่พัฒนาจากความต้องการผู้เรียนช่วยส่งเสริมทั้งผลสัมฤทธิ์และความพึงพอใจของผู้เรียนอย่างมีนัยสำคัญ อย่างไรก็ตาม ยังมีผู้เรียนจำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 15.00 ที่ไม่ผ่านเกณฑ์ ซึ่งอาจเนื่องมาจากความแตกต่างด้านพื้นฐานความรู้และทักษะเดิม ความสนใจและแรงจูงใจในการเรียนรู้ ตลอดจนระยะเวลาในการฝึกปฏิบัติที่ยังไม่เพียงพอ ปัจจัยเหล่านี้สอดคล้องกับแนวคิดทางการศึกษาของ Khammani (2010, pp. 1-5) ที่ชี้ให้เห็นว่าผู้เรียนแต่ละคนมีความแตกต่างระหว่างบุคคล และการเรียนรู้เชิงปฏิบัติการจำเป็นต้องอาศัยการฝึกซ้ำ ทั้งนี้ ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อชุดฝึกฯ อยู่ในระดับมากที่สุด ที่สะท้อนให้เห็นถึงความเหมาะสมของชุดฝึกปฏิบัติที่พัฒนาขึ้นต่อการเรียนการสอนในรายวิชาพื้นฐานด้านไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

6. ข้อเสนอแนะ

การพัฒนาชุดฝึกปฏิบัติการต่อวงจรไฟฟ้าและแสงสว่างภายในบ้านเป็นแนวทางหนึ่งในการส่งเสริมการเรียนรู้ที่เน้นการปฏิบัติจริงและพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาในงานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ดังนั้น ควรมีการนำชุดฝึกดังกล่าวไปทดลองใช้กับกลุ่มผู้เรียนในบริบทที่หลากหลายมากขึ้น เพื่อยืนยันประสิทธิภาพและความเหมาะสม รวมทั้งควรมีการวิจัยต่อยอดเพื่อพัฒนาชุดฝึกในระดับที่สูงขึ้น และขยายขอบเขตเนื้อหาให้สอดคล้องกับการใช้งานจริงในสถานประกอบการ อีกทั้งยังควรพัฒนาชุดฝึกสำหรับวงจรไฟฟ้าประเภทอื่น ๆ เพื่อให้ผู้เรียนสาขาช่างไฟฟ้ากำลังได้พัฒนาทักษะทั้งด้านวิชาชีพและทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 ได้แก่ ทักษะชีวิตและอาชีพ ทักษะการคิดวิเคราะห์ และทักษะการทำงานร่วมกัน ซึ่งจะช่วยยกระดับคุณภาพผู้เรียนให้มีความรู้และทักษะที่ครอบคลุมและพร้อมต่อการทำงานในโลกแห่งอาชีพได้ดียิ่งขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยในครั้งนี้ สำเร็จได้ด้วยความกรุณาและความช่วยเหลือและการให้คำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญ นายประเสริฐ แสงโป่ นายโภควินท์ สำราญมาก และนายสมมาตร์ แก้วจินดา ที่ให้คำแนะนำและช่วยตรวจสอบความเหมาะสมของเนื้อหาและเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย รวมถึงให้คำชี้แนะแนวทางปรับปรุงคุณภาพเครื่องมือวิจัย ขอขอบคุณ อาจารย์ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ที่ส่งเสริม สนับสนุน ให้คำปรึกษาเป็นอย่างดี ทั้งนี้ผู้วิจัยได้รับประกาศนียบัตรรับรองการอบรมจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ Certificate of completion จาก National Research Council of Thailand (NRCT) เมื่อวันที่ 21 เมษายน 2568

เอกสารอ้างอิง

Independent Committee for Education Reform. (2019). *National education reform plan.* https://human.skru.ac.th/assets/img/office/plans_budgets/file/p_st62.pdf , 9-11. (in Thai)

Khammani, T. (2010). *The art of teaching: Knowledge for effective learning process management.* (13th ed.). Chulalongkorn University Press. (in Thai)

Laroatphotawatana, P. (2019). The development and finding the efficiency of demonstration and practice set of electrical circuit in motorcycle: Honda Wave 110i. *Vocational Education Central Region Journal*, *3*(1), 49–57. (in Thai)

Office of the Education Council, Ministry of Education. (2007). *Learner-centered learning management: Problem-based learning approach*. Bangkok: Cooperative Printing House of Agricultural Cooperatives, 3-9. (in Thai)

Office of the Education Council. (2017). *The national education plan B.E. 2560–2579* (1st ed.). Bangkok: Prikwarn Graphic Co., Ltd, 7-13. (in Thai)

Office of the Permanent Secretary, Ministry of Education. (2023). *National Education*. https://ops.moe.go.th/wp-content/uploads/2023/03/5พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ-พ.ศ.2542-ฉ.4.pdf, 6-8. (in Thai)

Office of the Vocational Education Commission. (2024). *2024 certificate of vocational education curriculum: Industrial program, electrical power major*. https://www.dsd.go.th/it/Doc/ShowDetails/8768, 2-18. (in Thai)

Oyphandee, P. (2018). *The development of a training package on household electrical maintenance for inmates at Suphanburi Provincial Prison* [Master's thesis]. Sukhothai Thammathirat Open University. 83-93. (in Thai)

Phelawan, J., Keawkomsorn, M., Chaiyawong, K., Keawasa, S., Sunthonkanokpong, W., & Pornsuwancharoen, N. (2025). An Experimental Learning Kit for Electrical Circuits to Be Used in the Instruction of the Basic Electrical and Electronics Course under the Vocational Certificate Program at Rajamangala University of Technology Isan Sakon Nakhon Campus. *Journal of Industrial Education*, *24*(1), 64–74. https://doi.org/10.55003/JIE.24109.

Satawut, N. (2004). Learner-centered learning management. *Wongkarnkru Journal*, *1*(7), 86-88. (in Thai)

Somphon, P. (2019). *Summary on developing learners' 21st-century skills: Critical thinking and problem-solving skills*. https://web.tpp.ac.th/60/wp-content/uploads/2020/10/ด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ-และ ทักษะในการแก้ปัญหา.pdf, 1-11. (in Thai)

Srisaard, B. (2002). *Introduction to research (7th ed.)*. Suwiriyasarn, 120-125. (in Thai)

Thongson, P. (2018). *The development of learning activity packages applying problem-based learning process to enhance problem-solving skills in social studies, religion and culture for Prathomsuksa 5 students* [Master's thesis]. Burapha University, 1-90. (in Thai)

Wongsuriya, W., & Sinpaitoon, P. (2020). The development of electrical circuit training package of split type air conditioning on refrigeration and air conditioning. *Journal of Industrial Education*, *19*(1), 68–74. (in Thai)

แบบฟอร์มใบนำส่งบทความวารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

1. ชื่อ-สกุลเจ้าของบทความ หรือผู้แทนส่งบทความ.....

☐ **บุคคลภายในสถาบัน** บุคลากรภายใน สจล.
หน่วยงาน.....คณะ.....

☐ **บุคคลภายนอกสถาบัน**
บุคลากรภายนอก (บุคคลทั่วไป)
สังกัดหน่วยงาน.....ตำแหน่ง.....

☐ นักศึกษาระดับ ❐ป.ตรี / ❐ป.โท /❐ ป.เอก (ที่เป็นนักศึกษาในสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง)
ชื่อหลักสูตร.....ภาควิชา.....

☐ นักศึกษาระดับ ❐ป.ตรี / ❐ป.โท /❐ ป.เอก (ที่ไม่ใช่นักศึกษาในสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง)
สาขาวิชา.....ภาควิชา.....ชื่อสถานศึกษา.....

2. ประเภทบทความกาถูกหน้าช่องสี่เหลี่ยม ☐ **บทความวิจัย** ☐ **บทความวิชาการ**

3. ชื่อบทความ ☐ ภาษาไทย.....

ชื่อบทความ ☐ ภาษาอังกฤษ.....

4. ลายมือชื่อ/สกุล ผู้เขียนบทความ และผู้เขียนร่วม ยินยอมนำส่งบทความ (ใส่ชื่อผู้เขียนได้ตามจำนวนต้องการ) เพิ่มช่องผู้เขียนร่วมได้ไม่กำหนด
(กรุณาลงลายมือชื่อและลายเซ็นของผู้เขียนร่วมครบทุกท่าน กรณีเป็นนักศึกษาให้เขียนดังนี้ (หมายเลข ๑ ผู้เขียนบทความหรือชื่อนักศึกษา) (หมายเลข ๒ ๓ ๔ ๕ ลงนามผู้เขียนร่วมทุกท่าน)

ชื่อ-สกุล (ภาษาไทย ตัวบรรจง)	ลายเซ็น	โทรศัพท์	ชื่อย่อหน่วยงาน	E-mail
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				

5. การรับรองบทความ (รับรองโดยผู้เชี่ยวชาญภาษาอังกฤษ / เจ้าของภาษา / อาจารย์ที่สอนภาษาอังกฤษ) (ไม่ใช่อาจารย์ที่ปรึกษา)

ข้าพเจ้าขอรับรองว่าได้ผ่านการตรวจสอบความถูกต้อง (ภาษาอังกฤษ)
ทั้งนี้ได้ลงนามไว้เป็นหลักฐาน (เจ้าของภาษาหรืออาจารย์ที่สอนภาษาเป็นผู้ลงนาม)
(ชื่อ-สกุล).....(เขียนหรือพิมพ์ให้ชัดเจน)
(คุณวุฒิที่จบการศึกษา).....(เขียนตัวบรรจงให้ชัดเจน)
(หน่วยงานที่สังกัด/อาชีพ).....
.....
(เบอร์โทร).....
(วัน / เดือน/ ปี) ที่ตรวจบทความ.....
☑ ยืนยันให้ตรวจสอบผู้รับรองความถูกต้องภาษาอังกฤษ

ผู้เขียนบทความได้ตรวจสอบความถูกต้องการเขียนแล้วดังนี้ (ภาษาไทย)
☐ การสะกดคำตามหลักไวยากรณ์
☐ การเขียนอ้างอิงถูกต้อง (ตามแบบฟอร์มการเขียนของวารสารครุศาสตร์)
ข้าพเจ้าขอรับรองว่าได้ตรวจสอบความถูกต้องเรียบร้อยแล้ว
ทั้งนี้ได้ลงนามไว้เป็นหลักฐาน
(ชื่อ-สกุล).....(เขียนหรือพิมพ์ให้ชัดเจน)
ผู้ส่งบทความ

6. กรณีเป็นบทความวิจัย ท่านได้รับทุนวิจัยจากหน่วยงานใด.....

7. การรับรองบทความ

☐ ขอรับรองว่าบทความต้นฉบับนี้ยังไม่เคยได้รับการเผยแพร่และตีพิมพ์ที่ใดมาก่อน

☐ ขอรับรองว่าบทความต้นฉบับนี้เคยได้รับการเผยแพร่และตีพิมพ์ที่อื่นแล้วคิดเป็น.....
ชื่อสิ่งตีพิมพ์.....ปีที่.....ฉบับที่.....เล่มที่.....เดือน.....ปี.....

8. แบบฟอร์มนำส่งฉบับนี้ ข้าพเจ้าได้แนบเอกสารและได้ส่งบทความตามรายการต่อไปนี้ครบถ้วนแล้ว

☐ บทความฉบับสมบูรณ์ ส่งเข้าทางระบบ **เว็บไซต์ :** http://www.tci-thaijo.org/index.php/JIE

ขอรับรองว่าข้อความดังกล่าวข้างต้นเป็นจริงทุกประการ

ลงชื่อ.....เจ้าของบทความหรือผู้แทนส่งบทความ
วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

หมายเหตุ 1. กรอกแบบฟอร์มนำส่งบทความวารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรมให้ถูกต้องสมบูรณ์ตามที่กำหนด
2. ในกรณีผู้ส่งบทความปลอมแปลงเอกสารใด ๆ และทำการคัดลอกผลงานวิชาการ กองบรรณาธิการจะแจ้งหนังสือเรียนถึงต้นสังกัดสถานศึกษาปฏิเสธการตีพิมพ์บทความของผู้ส่งบทความตลอดไป

****ในกรณีไม่ดำเนินการให้ถูกต้อง กองบรรณาธิการวารครุศาสตร์อุตสาหกรรม จะไม่รับพิจารณาบทความและไม่ดำเนินการใด ๆ ทั้งสิ้น****

(ข้อมูลใบนำส่ง ใช้ 1 ใบเท่านั้น)

ระบุประเภทบทความ (ภาษาอังกฤษ)

ชื่อเรื่องภาษาไทย (ตัวอักษร TH SarabunPSK ขนาด 16 ตัวหนา) ตัวพิมพ์ใหญ่ทั้งหมด

ชื่อเรื่องภาษาอังกฤษ (ตัวอักษร TH SarabunPSK ขนาด 15 ตัวหนา) ตัวพิมพ์ใหญ่ทั้งหมด

เว้น 1 บรรทัด ขนาดตัวอักษร 15

ชื่อผู้เขียน* ชื่อผู้เขียนร่วม ขนาดตัวอักษร 13 ตัวหนา (ภาษาไทย)
ชื่อผู้เขียน* ชื่อผู้เขียนร่วม ขนาดตัวอักษร 13 ตัวหนา (ภาษาอังกฤษ)
E-mail: (ระบุทุกคน)

เว้น 1 บรรทัด ขนาดตัวอักษร 15

หน่วยงานที่สังกัด (ภาษาไทย)
หน่วยงานที่สังกัด (ภาษาอังกฤษ)

Journal of Industrial Education. 2024, Vol.....(No.....,) **DOI: 10.55003/JIE.....(กองบรรณาธิการจะดำเนินการใส่ให้เมื่อตีพิมพ์)**

Received: | **Revised:** | **Accepted:** **(กองบรรณาธิการจะดำเนินการใส่ให้เมื่อตีพิมพ์)**

เว้น 1 บรรทัด ขนาดตัวอักษร 15 ตัวปกติ

ABSTRACT (ขนาดตัวอักษร 16)

เนื้อหาบทคัดย่อภาษาอังกฤษ (เนื้อหา ขนาดตัวอักษร 14 ตัวปกติ)

Keywords (ให้ใช้เครื่องหมายคอมม่าคั่นระหว่างคำ ขนาดตัวอักษร 14 ตัวปกติ คั่นด้วยเครื่องหมาย ,)

เว้น 1 บรรทัด ขนาดตัวอักษร 10 ตัวปกติ

เว้น 1 บรรทัด ขนาดตัวอักษร 15 ตัวปกติ

บทคัดย่อ (ขนาดตัวอักษร 16)

เนื้อหาบทคัดย่อภาษาไทย (เนื้อหา ขนาดตัวอักษร 14 ตัวปกติ)

เว้น 1 บรรทัด ขนาดตัวอักษร 15 ตัวปกติ

คำสำคัญ: (ให้ใช้เครื่องหมายคอมม่าคั่นระหว่างคำ ขนาดตัวอักษร 14 ตัวปกติ คั่นด้วยเครื่องหมาย , แต่ละคำเคาะวรรค 2 ครั้ง)

เว้น 1 บรรทัด ขนาดตัวอักษร 14 ตัวปกติ

1. บทนำ (ตัวอักษรขนาด 16 ตัวหนา)

เคาะ 1

(เคาะ ตัวอักษร)(เนื้อหา ขนาดตัวอักษร 14 ตัวปกติ)

เว้น 1 บรรทัด ขนาดตัวอักษร 14 ตัวปกติ

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง วิธีดำเนินการวิจัย ผลการวิจัย สรุปและอภิปรายผลการวิจัย (ขนาดตัวอักษร 16 ตัวหนา)

(เคาะ 5 ตัวอักษร)(เนื้อหา ขนาดตัวอักษร 14 ตัวปกติ)

เว้น1 บรรทัด ขนาดตัวอักษร 14 ตัวปกติ

**Corresponding author E-mail: .....* *ISSN: 2985-1890 (Online)*

3. รูปแบบการจัดตารางและรูปภาพ (ขนาดตัวอักษร 16 ตัวหนา)

3.1 ตาราง (คำบรรยาย รายละเอียดในตาราง ใช้ตัวอักษรขนาด 12 ตัวหนา)
(หัวข้อในตารางตัวหนา) (ให้สร้างตารางในคอลัมน์เท่านั้น) (ตารางแบบเปิด)

เว้น 1 บรรทัด ขนาดตัวอักษร 5 ตัวปกติ

ตารางที่ 1 (ชื่อตาราง ขนาดตัวอักษร 12 ตัวอักษร)

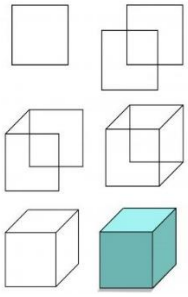
หัวข้อ (ใช้ตัวอักษรขนาด 12 ตัวหนา)	**หัวข้อ**	**หัวข้อ**	**หัวข้อ**	**หัวข้อ**
เนื้อหา (ขนาดตัวอักษร 12 ตัวปกติ)	เนื้อหา	เนื้อหา	เนื้อหา	เนื้อหา
เนื้อหา	เนื้อหา	เนื้อหา	เนื้อหา	เนื้อหา

เว้น 1 บรรทัด ขนาดตัวอักษร 3 ตัวปกติ

คำอธิบายจากตาราง.....(ขนาดตัวอักษร 14)

3.2 รูปภาพ (ขนาดตัวอักษร 14 ตัวหนา)

คำว่า **"รูปที่"** ใช้ตัวหนา ขนาดอักษร 13 ถ้ามีตัวอักษรในรูปใช้ขนาดอักษร 12 และต้องชัดเจน



รูปที่ 1 ..... (ตัวอักษร ขนาด 13 ตัวปกติ จัดกึ่งกลางหน้า)

4. หัวข้อใหญ่ ขนาดตัวอักษร 16 ตัวหนา

4.1 หัวข้อย่อย (ขนาดตัวอักษร 14 ตัวหนา)
(เคาะ 6 ตัวอักษร).....(เนื้อหา ขนาดตัวอักษร 14 ตัวปกติ)
.....

4.2 หัวข้อย่อย (ขนาดตัวอักษร 14 ตัวหนา)
(เคาะ 6 ตัวอักษร).....(เนื้อหา ขนาดตัวอักษร 14 ตัวปกติ)
.....

(ระหว่างหัวข้อไม่ต้องเว้นวรรค)

เว้น 1 บรรทัด ขนาดตัวอักษร 14 ตัวปกติ

5. ข้อเสนอแนะ (ถ้ามี)

กิตติกรรมประกาศ (ถ้ามี) (ขนาดตัวอักษร 16 ตัวหนา)

(เคาะ 6 ตัวอักษร).....(เนื้อหา ขนาดตัวอักษร 14 ตัวปกติ)
.....

เว้น 1 บรรทัด ขนาดตัวอักษร 14 ตัวปกติ

<u>เอกสารอ้างอิง</u> (ขนาดอักษร 16 ตัวหนา)
ดูคู่มือการเขียนอ้างอิงวารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรมที่หน้าเว็บไซต์

คำแนะนำในการเตรียมบทความเพื่อลงตีพิมพ์ในวารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

1. หัวข้อหลักบทความวิจัย

ส่วนที่ 1 ประกอบด้วย

1. **ชื่อบทความ** ภาษาไทยและภาษาอังกฤษ
   สั้นกะทัดรัดให้แสดงชี้ถึงเป้าหมายหลักของการวิจัย

2. **ชื่อผู้เขียนบทความ** ภาษาไทยและภาษาอังกฤษ
   ชื่อผู้เขียนหลักและผู้เขียนร่วม ระบุชื่อและนามสกุลโดยไม่ต้องมีคำนำหน้านาม ทำตัวเลขไว้หลังชื่อ
   กรณีอยู่คนละสังกัดหน่วยงาน (เขียนข้อมูลอีเมลของผู้รับผิดชอบบทความหลัก และหน่วยงานใส่ข้างล่างหน้าแรก)

3. ABSTRACT **บทคัดย่อ** ภาษาอังกฤษและภาษาไทย
   เขียนแบบย่อหน้าเดียว สั้นตรงประเด็น (ไม่นำเสนอวัตถุประสงค์) ให้นำเสนอสิ่งที่ค้นพบวิธีการวิจัยที่ปรับปรุง/ใหม่ ผลการวิจัยโดยสรุป เพื่อให้ผู้อ่านเห็นข้อมูลสำคัญของการวิจัย
   บทคัดย่อภาษาอังกฤษ และภาษาไทยต้องมีคำตั้งแต่ 250 คำ และไม่เกิน 300 คำ

4. Keywords **คำสำคัญ** ภาษาอังกฤษและภาษาไทย
   เลือกคำสำคัญที่เกี่ยวข้องกับบทความอย่างน้อย 3 คำขึ้นไป ไม่เกิน 5 คำ
   แต่ละคำคั่นด้วยเครื่องหมาย , เว้นวรรค 2 เคาะ

ส่วนที่ 2 เนื้อหาประกอบด้วย

1. **บทนำ ประกอบด้วย 4 ย่อหน้า**
   ย่อหน้าที่ 1 ความสำคัญและมูลเหตุที่นำไปสู่การวิจัยผู้นำเสนอผลงาน ควรสั้นตรงประเด็น
   ย่อหน้าที่ 2 วิธีการวิจัยเก่า/ปัจจุบัน ที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยครั้งนี้ ควรสั้นตรงประเด็น
   ย่อหน้าที่ 3 วิธีการวิจัย เก่า/ปัจจุบัน/ใหม่ ที่นำมาใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ควรสั้นตรงประเด็น
   ย่อหน้าที่ 4 วัตถุประสงค์ของการวิจัย เพื่อให้เห็นภาพรวมทั้งฉบับ (ไม่เขียนเป็นข้อ ๆ) ให้เขียนแบบบรรยาย

2. **งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง**
   ประกอบด้วย 2 ย่อหน้า
   ย่อหน้าที่ 1 ข้อมูลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ที่ผ่านมาจนถึงปัจจุบัน และใช้ในการอ้างอิงในการวิจัยครั้งนี้
   ย่อหน้าที่ 2 ข้อมูลงานวิจัย สมมุติฐานการวิจัย ที่นำมาใช้หรือพัฒนาในการวิจัยครั้งนี้

3. **วิธีดำเนินการวิจัย**
   แนวความคิดในการวิจัย ขอบเขตการวิจัย ขั้นตอนการวิจัย ควรสั้นตรงประเด็นเนื้อหา ประกอบไปด้วยรูป และหรือตาราง ที่เกี่ยวข้อง

4. ผลการวิจัย

แสดงผลการวิจัยที่พบอย่างชัดเจนสมบูรณ์ แสดงผลการวิจัยในรูปแบบตารางเป็นหลัก ทั้งนี้อาจจะประกอบด้วยรูปภาพ และมีข้อมูลรายละเอียดครบถ้วน

5. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย *ทำเป็นสองย่อหน้าเท่านั้น*

ย่อหน้าที่ 1 คือ สรุปผลการวิจัย

สรุปผลการวิจัยที่ได้จากผลการวิจัย โดยไม่ต้องมีหัวข้อย่อย หรือเขียนเป็นข้อ ๆ

ย่อหน้าที่ 2 คือ อภิปรายผลการวิจัย

อธิบายผลการวิจัยที่เกิดขึ้นตามข้อสังเกต และการเปรียบเทียบพร้อมอ้างอิงจากงานวิจัยอื่น ๆ โดยไม่ต้องมีหัวข้อย่อย หรือเขียนเป็นข้อ ๆ

6. ข้อเสนอแนะ (ถ้ามี)

เสนอแนะที่เกี่ยวข้องกับผลการวิจัย ควรสั้นตรงประเด็น

เขียนเป็นหนึ่งย่อหน้าเท่านั้น และไม่ต้องมีหัวข้อย่อยหรือเขียนเป็นข้อ ๆ

กิตติกรรมประกาศ

ไม่ต้องใส่หมายเลขกำกับหน้าหัวข้อ ใช้ตัวอักษรขนาดเดียวกัน

วิธีการเขียน (เรียงความแบบย่อหน้าเดียว)

- ในกรณีบทความที่มีการวิจัยในมนุษย์ ใส่ข้อมูลการรับรอง หรือการผ่านการอบรมจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์อย่างใดอย่างหนึ่งหรือทั้งสองอย่าง **พร้อมระบุวันที่** (ไม่เกิน 2 ปี) ใบรับรองการเข้าอบรมจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์
- ไม่กล่าวขอบคุณบุคคลที่เป็นผู้มีรายชื่อร่วมเขียนในบทความ และไม่ควรจะกล่าวถึงอาจารย์ที่ปรึกษา การกล่าวคำขอบคุณต้องเป็นบุคคลอื่นที่ไม่มีในรายชื่อผู้เขียนเท่านั้น

ส่วนที่ 3 อ้างอิง

เอกสารอ้างอิง

ไม่ต้องใส่หมายเลขกำกับหน้าหัวข้อ ใช้รูปแบบการอ้างอิงแบบ APA 7th (ดูในหน้าเว็บไซต์เท่านั้น) ตามแบบที่วารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรมกำหนดอย่างเคร่งครัด ควรใช้รายการเอกสารอ้างอิงไม่น้อยกว่า 7 รายการ (ยกเว้นเป็นเรื่องใหม่ ๆ เท่านั้น) และเขียนรายการเอกสารอ้างอิงท้ายบทความให้เขียนเฉพาะเอกสารที่นำมาอ้างอิงในเนื้อหาเท่านั้น

****ทั้งนี้ผู้เขียนบทความต้องรับผิดชอบความถูกต้องของเอกสารที่นำมาอ้างอิงทั้งหมด****

2. รูปแบบการพิมพ์

1. รูปแบบการพิมพ์

การตั้งค่าหน้ากระดาษ จำนวนหน้าทั้งหมด 6 - 15 หน้า (ไม่เกิน 15 หน้า)

- รูปแบบตัวอักษร แบบตัวอักษรใช้ Th SarabunPSK New เท่านั้น
- ระยะขอบ ด้านบน (Top) และด้านล่าง (Bottom) 1 นิ้ว
  ด้านซ้าย (Left และด้านขวา (Right) 1 นิ้ว
  หัวกระดาษและท้ายกระดาษ 1 นิ้ว
  ระยะห่างระหว่างบรรทัด (Line spacing) 0.8 นิ้ว

2. ชื่อเรื่องบทความ

ชื่อภาษาอังกฤษใช้ตัวพิมพ์ใหญ่ทั้งหมด (ขนาด 16 ตัวหนา)

3. ชื่อผู้เขียนหลักและผู้เขียนร่วม

ชื่อผู้แต่งขึ้นต้นด้วยตัวพิมพ์ใหญ่ และตามด้วยตัวพิมพ์เล็ก

ใส่ชื่อครบทุกชื่อ ระบุผู้รับผิดชอบบทความ พร้อมอีเมล (ขนาด 13 ตัวหนา)

4. บทคัดย่อ (ABSTRACT)

บทคัดย่อ (ABSTRACT) ใช้ตัวอักษรขนาด 16 ตัวหนา จัดตรงกลางบทความ คำว่า **ABSTRACT**

ให้ใช้ตัวพิมพ์ใหญ่ตัวหนา และเนื้อความใช้อักษร ขนาด 14 ตัวปกติ จัดพิมพ์ 1 คอลัมน์ เขียนย่อหน้าเดียว

5. คำสำคัญ (Keywords): ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ

ใช้ตัวอักษรขนาด 14 ตัวปกติ คั่นด้วยเครื่องหมาย , แต่ละคำเคาะวรรค 2 ครั้ง

ตัวอย่างเช่น

คำสำคัญ: ภูมิปัญญาพื้นบ้าน, หัตถกรรมไม้ตาล, ภูมิปัญญาพื้นบ้านด้านการผลิต, การพัฒนาเชิงพาณิชย์

Keywords: Folk wisdom, Tan wood handicrafts, Folk wisdom of production. Commercial development

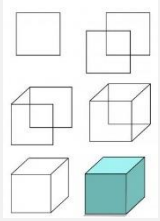
6. ส่วนของเนื้อหา

ส่วนของเนื้อหาให้จัดพิมพ์เป็น 1 คอลัมน์ หัวข้อใหญ่ใช้ตัวอักษร 16 ตัวหนา หัวข้อย่อย ขนาดอักษร 14 ตัวหนา เนื้อความใช้ตัวอักษรขนาด 14 ตัวปกติ โดยเคาะ 5 ครั้ง

7. รูปภาพ และตาราง

ภาพประกอบต้องเป็นภาพที่มีความคมชัด ความสูงของภาพต้องไม่น้อยกว่ากว่า 6 ซม.

7.1 ไม่ใส่กรอบ คำว่า **"รูปที่"** ใช้ตัวหนา ขนาดอักษร 13 ถ้ามีตัวอักษรในรูปใช้ขนาดอักษร 12 และต้องชัดเจน



รูปที่ 1 .....(ตัวอักษร ขนาด 13 ตัวปกติ จัดกึ่งกลางหน้า)

หมายเหตุ ต้องมีการอ้างอิงแหล่งที่มาของรูปภาพ ถ้ารูปภาพนั้นมีลิขสิทธิ์

7.2 ก่อนแทรกข้อมูลตารางให้เว้น 1 บรรทัด และหลังจากแทรกตารางให้เว้น 1 บรรทัดก่อนพิมพ์คำบรรยายท้ายตาราง

7.3 คำว่า “**ตารางที่** ...” **ตัวหนา** ให้พิมพ์ชิดขอบกระดาษด้านซ้ายสุด โดยใช้ตัวอักษรขนาด 12 ตัวหนา

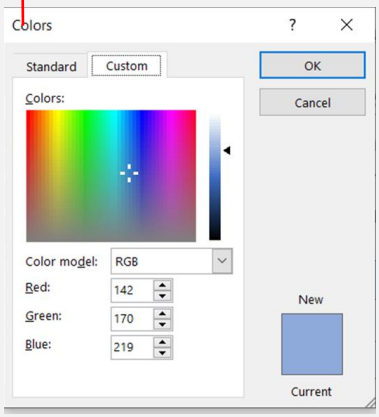
7.4 ชื่อตาราง ให้ใช้ตัวอักษรขนาด 12 ปกติ และถ้าหากคำบรรยายยาวเกินกว่า 1 บรรทัด ให้พิมพ์ตัวอักษรตัวแรกของบรรทัดที่สอง หรือบรรทัดถัด ๆ ไป ให้ตรงกับตัวอักษรตัวแรกของชื่อตารางในบรรทัดที่หนึ่ง

7.5 ให้สร้างตารางในตัวบทความเท่านั้น ไม่สามารถสำเนาเป็นรูปภาพหรือตารางจากแหล่งข้อมูลอื่น ๆ

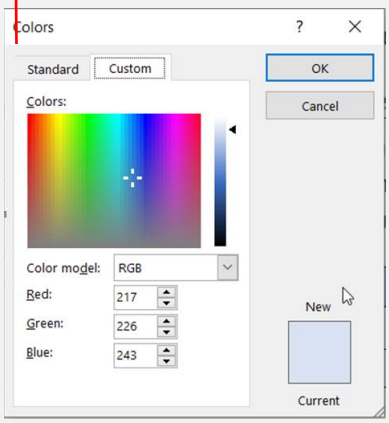
7.6 ให้ใช้รูปแบบ**ตารางแบบเปิดซ้าย-ขวา และใช้สีพื้นตามรหัสสีที่กำหนดให้เท่านั้น**

ตารางที่ 1 (ชื่อตาราง ขนาดตัวอักษร 12 ตัวอักษร)

หัวข้อ ขนาดตัวอักษร 12	หัวข้อ	หัวข้อ	หัวข้อ	หัวข้อ
เนื้อหา	เนื้อหา	เนื้อหา	เนื้อหา	เนื้อหา
เนื้อหา	เนื้อหา	เนื้อหา	เนื้อหา	เนื้อหา



ตัวเลขระบุสีหัวข้อตาราง บรรทัดที่ 1



ตัวเลขระบุสีในส่วนของตาราง เริ่มบรรทัดที่ 2

8. ผลการวิจัย ตัวหนา หัวข้อขนาดตัวอักษร 16

จัดชิดซ้ายคอลัมน์ เนื้อความ โดยให้บรรทัดแรกของทุกย่อหน้าเยื้อง 4 ตัวอักษร (เนื้อหาขนาดอักษร 14 ตัวปกติ)

9. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย ตัวหนา หัวข้อขนาดตัวอักษร 16

จัดชิดซ้ายคอลัมน์ เนื้อความ โดยให้บรรทัดแรกของย่อหน้าเยื้อง ตัวอักษร 4

(ขนาดตัวอักษรเนื้อหา (ตัวปกติ 14

10. ข้อเสนอแนะ ตัวหนา หัวข้อขนาดตัวอักษร 16

ไม่ต้องใส่หมายเลขกำกับหน้าหัวข้อ (ขนาดตัวอักษรเนื้อหา 14 ตัวปกติ)

11. กิตติกรรมประกาศ ตัวหนา หัวข้อขนาดตัวอักษร 16

ไม่ต้องใส่หมายเลขกำกับหน้าหัวข้อ (ขนาดตัวอักษรเนื้อหา 14 ตัวปกติ)

12. การเขียนรายการเอกสารอ้างอิงท้ายบทความ (เอกสารอ้างอิง) ตัวหนา ไม่ต้องมีเลขกำกับหน้าคำว่าเอกสารอ้างอิง หัวข้อขนาดตัวอักษร 16 (ขนาดตัวอักษรเนื้อหา 14 ตัวปกติ)

13. การพิมพ์ตัวเอ็กบาร์

- กำหนดใช้เอ็กบาร์ที่กำหนดเท่านั้น $\bar{x}$ และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น SD
- การเขียน**เว้นวรรค**ตามตัวอย่าง ($\bar{x}$ = 4.14, SD = 0.73)

14. การพิมพ์ตาราง (กรณีขึ้นตารางใหม่ ในหน้าถัดไป) ดังตัวอย่าง

ตารางที่ 1 พฤติกรรม ลีลาการเรียนรู้ และกลวิธีการเรียนรู้ที่เหมาะสมของแต่ละบุคลิกภาพ

กระบวนการคิด	กลุ่มรับรู้สิ่งเร้าภายนอก (Extraversion)	กลุ่มรับรู้สิ่งเร้าภายใน (Introversion)
1. การรับรู้ด้วยรายละเอียด (Sensing)	Extraverted sensing (Se) พฤติกรรม : รับรู้สิ่งเร้าภายนอกด้วยรายละเอียด ลีลาการเรียนรู้ : เรียนรู้ผ่านชุดประสบการณ์ เช่น การสังเกต การลงมือ ทำที่มีรายละเอียดและแปลกใหม่	Introverted sensing (Si) พฤติกรรม : รับรู้สิ่งเร้าภายใน เช่น ความทรงจำประสบการณ์ ซึ่งมีรายละเอียดเสมือนจริง ลีลาการเรียนรู้ : เรียนรู้ผ่านข้อมูลที่มีรายละเอียดเปรียบเทียบกับประสบการณ์ในอดีต เชื่อมโยงความรู้เดิมเข้ากับความรู้ใหม่ได้ดี

ตารางที่ 1 (ต่อ) พฤติกรรม ลีลาการเรียนรู้ และกลวิธีการเรียนรู้ที่เหมาะสมของแต่ละบุคลิกภาพ

กระบวนการคิด	กลุ่มรับรู้สิ่งเร้าภายนอก (Extraversion)	กลุ่มรับรู้สิ่งเร้าภายใน (Introversion)

15. หลักการเขียนภาษาอังกฤษในตัวบทความ เขียนแบบ APA

การเขียนคำทั่วไป หรือ **ชื่อเฉพาะ** เช่น Google Sheets, Microsoft Teams, และ PowerPoint เป็นต้น ขึ้นต้นอักษรแรกด้วยตัวพิมพ์ใหญ่ หลังจากนั้นใช้ตัวพิมพ์เล็กทั้งหมด

ตัวอย่าง (Concept generation and selection), Computer assisted instruction

ยกเว้น คำที่มีคำย่อต่อท้าย เช่น (Computer Assisted Instruction: CAI),
Computer Assisted Instruction (CAI)

หมายเหตุ ในตัวเนื้อหาบทความ หลังจากใช้คำย่อ CAI แล้ว ห้ามใช้คำเต็ม Computer Assisted Instruction อีก ให้ใช้เฉพาะคำย่อ CAI เท่านั้น

การเตรียมต้นฉบับ /การส่งต้นฉบับบทความ

การส่งต้นฉบับบทความ เพื่อให้กระบวนการการพิจารณาบทความ และการดำเนินการจัดพิมพ์วารสารเป็นไปอย่างเรียบร้อย รวดเร็ว และถูกต้อง จึงจำเป็นต้องให้ผู้เขียนบทความปฏิบัติตามข้อกำหนดอย่างเคร่งครัดดังนี้

1. กำหนดให้พิมพ์ผลงานทางวิชาการด้วยกระดาษ A4 พิมพ์หน้าเดียว จำนวน 6-15 หน้า แบบคอลัมน์เดียว โดยจัดพิมพ์ด้วย ** Microsoft Word (.doc หรือ .docx) ** โดยใช้ชนิดและขนาดของตัวอักษรตามที่กำหนด เพื่อให้การดำเนินการจัดพิมพ์บทความเป็นไปอย่างเรียบร้อยรวดเร็ว และถูกต้อง จึงจำเป็นต้องให้ผู้เขียนบทความปฏิบัติตามรายละเอียดที่กำหนดให้อย่างเคร่งครัด

2. โดยมีรายละเอียดเอกสาร และไฟล์บทความส่งเข้าระบบมีดังนี้
(https://www.tci-thaijo.org/index.php/JIE/index)
การเตรียมเอกสาร/การส่งต้นฉบับบทความวารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม
<u>เอกสารที่ 1</u> ใบนำส่งบทความ พิมพ์และลงนามชื่อผู้เขียนร่วมให้ละเอียด
ส่งในรูปแบบไฟล์ PDF 1 ไฟล์
<u>เอกสารที่ 2</u> ไฟล์บทความ (ฉบับมีชื่อ และต้นสังกัด ตามแบบฟอร์ม)
ส่งในรูปแบบไฟล์ WORD 1 ไฟล์ เลือกเป็น Article Text
<u>เอกสารที่ 3</u> ในกรณีบทความที่มีการวิจัยในมนุษย์ให้จัดส่งใบผ่านการอบรมจริยธรรม หรือ เอกสารรับรองจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ (ผู้ใดผู้หนึ่งที่ร่วมงานวิจัย)
ส่งในรูปแบบไฟล์ PDF 1 ไฟล์

3. บทความต้องมีความชัดเจนทั้งเนื้อหาและรูปภาพประกอบบทความ

4. บทความที่ตีพิมพ์ต้องไม่เคยตีพิมพ์หรือเผยแพร่ที่ใดมาก่อน

5. ต้นฉบับบทความที่ส่งมาให้ผู้เขียนบทความตรวจสอบความถูกต้องของตัวสะกด และรูปแบบการจัดพิมพ์บทความให้ถูกต้องตามที่กำหนด

6. กรอกแบบฟอร์มนำส่งบทความวารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรมให้ครบถ้วนตามที่กำหนด พร้อมทั้งลงนามผู้เขียนทุกคน

7. ต้นฉบับบทความจะต้องเป็นบทความที่จัดรูปแบบได้ถูกต้องตามที่กำหนดเท่านั้น หากบทความที่ส่งมาไม่ถูกต้องตามข้อกำหนด กองบรรณาธิการจะไม่ดำเนินการใด ๆ ในขั้นตอนต่อไป

8. การจัดส่งบทความต้นฉบับให้ส่งทางเว็บไซต์วารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรมเท่านั้น โดยเข้าสู่ URL http://www.tci-thaijo.org/index.php/JIE (ดูคู่มือวิธีใช้ทางเว็บไซต์)

9. การเขียนชื่อและสังกัดผู้เขียนเป็นภาษาอังกฤษและภาษาไทย ขนาดตัวอักษร 13 (หน้าที่ 1 ของบทความเท่านั้น)

ติดต่อสอบถามโดยตรงที่

นางจันทนี ทรัพย์แสนดี
ผู้ช่วยบรรณาธิการวารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม
โทรศัพท์ มือถือ 08 6349 6020
โทรสาร 0 2329 8435

ที่อยู่ งานวารสารวิชาการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เลขที่ 1 ซอยฉลองกรุง 1 แขวงลาดกระบัง เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520 ประเทศไทย

เว็บไซต์: https://www.tci-thaijo.org/index.php/JIE/index
E-mail: Journal.ided@kmitl.ac.th
QR code: วารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม