

JOURNAL OF
**INDUSTRIAL
EDUCATION**

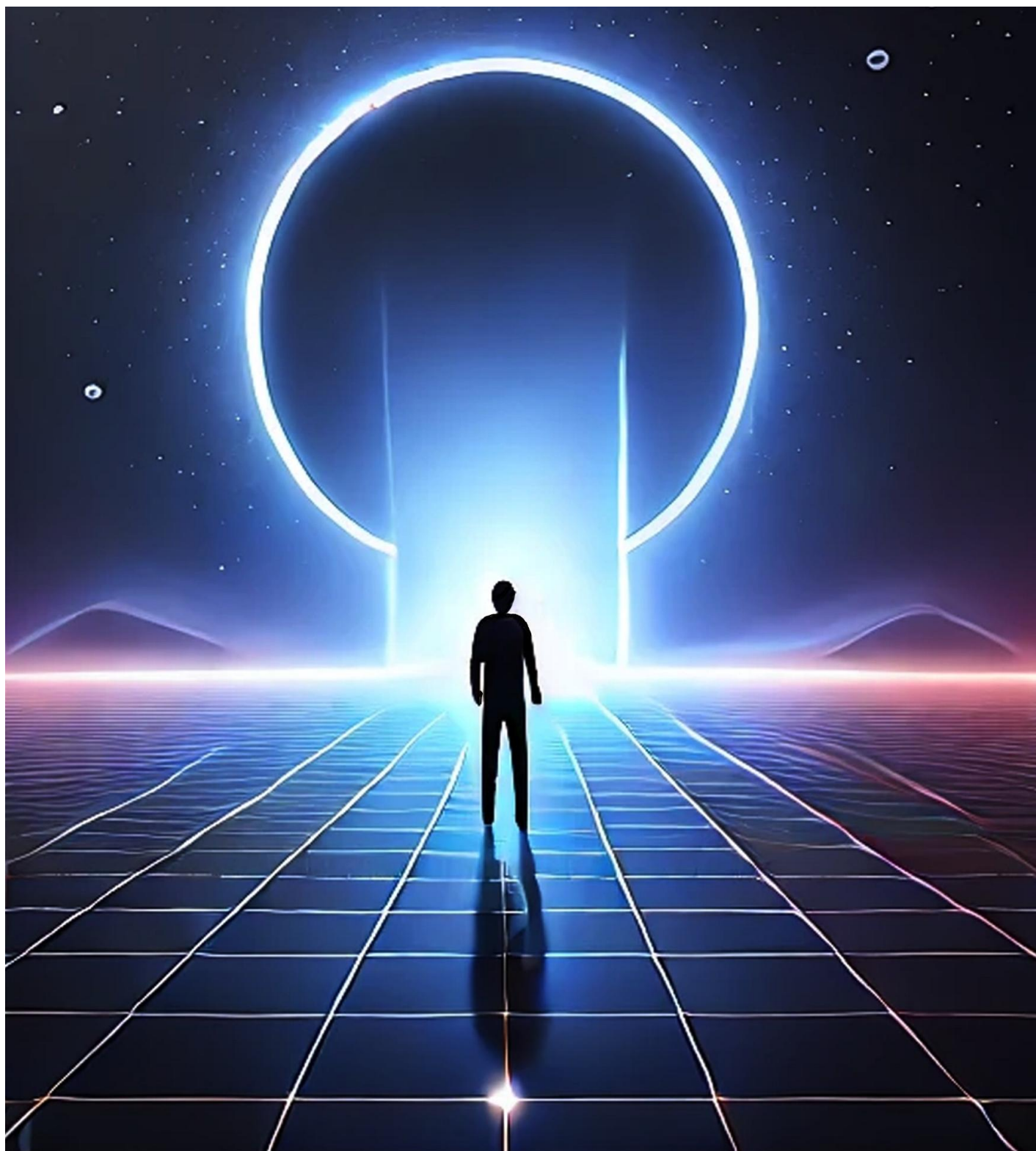
วารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม

ปีที่ 24 ฉบับที่ 1 เดือน มกราคม-เมษายน 2568

01

JIE

2025



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

ISSN 2985-1890 (Online)



วารสารศึกษาศาสตร์อุตสาหกรรม

JOURNAL OF INDUSTRIAL EDUCATION

ปีที่ 24 ฉบับที่ 1 เดือนมกราคม – เมษายน 2568

ISSN 2985 -1890 (Online)

1. ที่ปรึกษา

ศาสตราจารย์ ดร.ปริยาภรณ์ ตั้งคุณานันต์ คณบดีคณะศึกษาศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี

คณะทำงานวารสารศึกษาศาสตร์อุตสาหกรรม

2. กองบรรณาธิการ

2.1 บรรณาธิการ

รองศาสตราจารย์ ดร.ประเสริฐ เคนพันค้อ คณะศึกษาศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี

2.2 กองบรรณาธิการจากผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก

- | | |
|---|--|
| 1. ศาสตราจารย์ ดร.ปรัชญนันท์ นิลสุข | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ |
| 2. ศาสตราจารย์ ดร.ศิริชัย กาญจนวาสี | จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย |
| 3. ศาสตราจารย์ ว่าที่ ร.ท.ดร.พิชัย สดภิบาล | (ข้าราชการเกษียณอายุ) |
| | แขวงจันทระเกษม เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร |
| 4. ศาสตราจารย์ สุชาติ เกาทอง | มหาวิทยาลัยกรุงเทพธนบุรี |
| 5. รองศาสตราจารย์ ดร.กัลยาณี จิตต์การุณย์ | (ข้าราชการเกษียณอายุ) |
| | แขวงบางมด เขตทุ่งครุ กรุงเทพมหานคร |
| 6. รองศาสตราจารย์ ดร.ขจรศักดิ์ บัวระพันธ์ | มหาวิทยาลัยมหิดล |
| 7. รองศาสตราจารย์ ดร.คำรณ สิริธนกกุล | มหาวิทยาลัยชินวัตร |
| 8. รองศาสตราจารย์ ดร.จรัสดาว อินทรทัศน์ | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี |
| 9. รองศาสตราจารย์ ดร.จิราภา วิทยากรักษ์ | (ข้าราชการเกษียณอายุ) |
| | แขวงสะพานสูง เขตสะพานสูง กรุงเทพมหานคร |
| 10. รองศาสตราจารย์ ดร.ชัยวิจิตต์ เขียวชนะ | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ |
| 11. รองศาสตราจารย์ ดร.เตือนใจ อาชีวะพนิช | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ศูนย์นนทบุรี |
| 12. รองศาสตราจารย์ ดร.นิรัช สุดสังข์ | มหาวิทยาลัยนเรศวร |
| 13. รองศาสตราจารย์ ดร.พรเทพ ถนอมแก้ว | มหาวิทยาลัยขอนแก่น |
| 14. รองศาสตราจารย์ ดร.ไพบูลย์ เกียรติโกมล | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี |
| 15. รองศาสตราจารย์ ดร.อุดมวิทย์ ไชยสกุลเกียรติ | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ |
| 16. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทศพร แสงสว่าง | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี |
| 17. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นรเศรษฐ์ วิชัยพาณิชย์ | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี |
| 18. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปัทมา พัฒนพงษ์ | มหาวิทยาลัยมหิดล |
| 19. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เพชรรัตน์ สุริยะไชย | มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ |
| 20. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สืบพงษ์ ปราบใหญ่ | นักวิชาการอิสระ |
| | ต.บางฟุ้ง 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.พัสดราภรณ์ ทิพย์โสธร
4. รองศาสตราจารย์ ดร.รัชดากร พลภักดี
5. รองศาสตราจารย์ ดร.วิสุทธิ์ สุนทรกนกพงศ์
6. รองศาสตราจารย์ ดร.สมเกียรติ ตันตวงค์วานิช
7. รองศาสตราจารย์ ดร.สันติ ตันตระกูล
8. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กรวรรณ งามวรรณ
9. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธเนศ ภิรมย์การ
10. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิชญ์สินี มะโน
11. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุธาสินี บุรีคำพันธ์
12. ดร.ราตรี ศิริพันธ์

3. ฝ่ายศิลป์และการจัดทำรูปเล่ม

พิสูจน์อักษรภาษาไทย

ผู้ช่วยศาสตราจารย์สรียา ทับทัน

พิสูจน์อักษรภาษาอังกฤษ

รองศาสตราจารย์ ดร.สันติ ตันตระกูล

ฝ่ายออกแบบปก

นายวราร ทองรัมย์

ฝ่ายระบบสารสนเทศ

นายประยุทธ์ ขุนทอง

นางจันทน์ ทรัพย์แสนดี

4. ฝ่ายรับสมาชิกวารสาร

นางจันทน์ ทรัพย์แสนดี

5. ฝ่ายทะเบียน

นางจันทน์ ทรัพย์แสนดี

6. ฝ่ายผู้ช่วยบรรณาธิการ

นางจันทน์ ทรัพย์แสนดี

กำหนดออก : ปีละ 3 ฉบับ

ฉบับที่ 1 เดือนมกราคม – เมษายน

ฉบับที่ 2 เดือนพฤษภาคม – สิงหาคม

ฉบับที่ 3 เดือนพฤษภาคม – ธันวาคม

กำหนดการรับและพิจารณาบทความ : รับพิจารณาบทความอย่างต่อเนื่อง

วัตถุประสงค์ : รับผิดชอบบทความด้านเศรษฐศาสตร์อุตสาหกรรม ด้านการศึกษาและเทคโนโลยี

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

อีเมล : journal.ided@kmitl.ac.th

เจ้าของ : คณะเศรษฐศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี

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”

บรรณาธิการแถลง

วารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรมฉบับนี้ เป็นปีที่ 24 ฉบับที่ 1 บทความในฉบับนี้ประกอบไปด้วยบทความปริทัศน์ เรื่อง “นวัตกรรมเพื่ออนาคตการศึกษา” บทวิจารณ์หนังสือเรื่อง “เทคโนโลยีเพื่อการเรียนรู้สำหรับการวิจัยทางการศึกษา ในการเปลี่ยนผ่านทางดิจิทัล” บทความที่ผ่านการพิจารณา ผ่านกระบวนการคุณภาพในการพิจารณา ตามข้อเสนอแนะ ปรับปรุงแก้ไขโดยผู้ทรงคุณวุฒิ และกองบรรณาธิการ คัดสรรบทความที่พร้อมดำเนินการแก้ไขจากผู้เขียน เป็นบทความ วิจัยและวิชาการรวมเป็น 10 บทความ นอกจากนี้ถ้าท่านสนใจส่งบทความทางเว็บไซต์ของวารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม ได้แสดงข้อมูลการสมัครและวิธีการส่งบทความไว้โดยละเอียด โดยทั้งนี้ทางวารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม ไม่มีการเก็บ ค่าธรรมเนียมใด ๆ ทั้งสิ้น

ในนามกองบรรณาธิการวารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สถาบัน เทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ขอขอบคุณทุกท่านที่ให้ความสนใจ สำหรับท่านที่สนใจบทความที่ตีพิมพ์ เผยแพร่ในวารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม ท่านสามารถเข้าไปอ่านได้ฟรีทางเว็บไซต์ของวารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม www.tci-thaijo.org/index.php/JIE/index หวังว่าทุกท่านจะได้รับความรู้ และประโยชน์จากผลงานบทความต่าง ๆ ในวารสารฉบับนี้ ขอขอบคุณครับ



(รองศาสตราจารย์ ดร.ประเสริฐ เคนพันค้อ)
บรรณาธิการวารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สารบัญ		หน้า
01	บทความปริทัศน์ นวัตกรรมเพื่ออนาคตการศึกษา INNOVATION FOR THE FUTURE OF EDUCATION ปรัชญนันท์ นิลสุข Prachyanun Nilsook	A1-A6
02	บทวิจารณ์หนังสือ บทวิจารณ์หนังสือเทคโนโลยีเพื่อการเรียนรู้สำหรับการวิจัยทางการศึกษาในการเปลี่ยนผ่านทางดิจิทัล TECHNOLOGY TO LEARNING FOR EDUCATIONAL RESEARCH IN DIGITAL TRANSFORMATION ผู้เขียน เขมณัฏฐ์ มิ่งศิริธรรม (ปี 2565 จำนวน 277 หน้า) วิจารณ์โดย ธนารักษ์ สารเถื่อนแก้ว Thanarak Santhuenkaew	B1-B4
03	บทความวิชาการ สถานการณ์และแนวโน้มการประยุกต์ใช้อินเทอร์เน็ตประสานสรรพสิ่งสำหรับฟาร์มปลูกพืชอัจฉริยะในประเทศไทย SITUATION AND TRENDS OF APPLICATION INTERNET OF THINGS INTEGRATION (IoT) FOR SMART PLANT FARMS IN THAILAND ภูกิจ คงเปี่ยม และธนพล แพร่งกระโทก Pukit Khongpeim and Thanapon Prangkratok	C1-C10
04	<u>บทความวิจัย</u> การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ร่วมกับเทคนิค K-W-D-L ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 THE DEVELOPMENT OF MATHEMATICS LEARNING ACTIVITIES BY USING A CONSTRUCTIVIST APPROACH WITH K-W-D-L FOR MATTHAYOM SUEKSA SIX STUDENTS กิริณา จิรโชติเดโช Ghirana Jirachotdaecho	1-10

	สารบัญ	หน้า
05	ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และทักษะการทำงานเป็นทีมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 THE EFFECTS OF STEAM EDUCATION APPROACH ON SCIENTIFIC CREATIVE THINKING AND TEAMWORK SKILLS OF 9TH GRADE STUDENTS ศักดิ์สิทธิ์ เหมแก้ว Saksit Hemkaew	11-22
06	การเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน เรื่อง การบวก ลบ คูณ หาร จำนวนเต็ม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 GAME-BASED LEARNING ON ADDITION, SUBTRACTION, MULTIPLICATION AND DIVISION OF INTEGERS FOR GRADE 7 STUDENTS ธีรพันธุ์ นันชะดี, ปวีณา ชันธศิลา, และประภาพร หนองหารพิทักษ์ Thirapan Nanchadee, Paweena Khansila, and Prapaporn Nongharnpituk	23-33
07	นวัตกรรมหุ่นจำลองทางการแพทย์เพื่อการเรียนการสอน : หุ่นจำลองสำหรับฝึกดูแลแผลทวารเทียม INNOVATION IN SIMULATION FOR CLINICAL TEACHING AND LEARNING: AN OSTOMY CARE SIMULATOR บุญเสริม วัฒนกิจ, พูลพงศ์ สุขสว่าง, อรวีรียา นามสวัสดิ์, การุณย์ อินทवास, และอุทัย หวังพัชรพล Boonserm Watanakit, Poonpong Suksawang, Ornwiriya Namsawat, Karoon Intavas, and Uthai Wangpatcharapon	34-48
08	การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 2 โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเกมมิฟิเคชันร่วมกับโปรแกรม GeoGebra. THE DEVELOPMENT OF MATHEMATICS LEARNING ACHIEVEMENT ON THE TOPIC OF THE PYTHAGOREAN THEOREM FOR 8th GRADE STUDENTS THROUGH GAMIFICATION-BASED LEARNING COMBINED WITH GEOGEBRA กัญติกา จรัสแผ้ว, ปวีณา ชันธศิลา, และประภาพร หนองหารพิทักษ์ Kantika Charatphaeo, Paweena Khansila, and Prapaporn Nongharnpituk	49-63

	สารบัญ	หน้า
09	ชุดปฏิบัติการทดลองวงจรไฟฟ้าเพื่อใช้ประกอบการจัดการเรียนการสอนวิชางานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร 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 จีรภา เพลาวัน, เมธาวี แก้วคำสอน, ขอบคุณ ไชยวงษ์, สุริยา แก้วอาษา, วิสุทธิ์ สุนทรนกพงศ์ และนิธิโรจน์ พรสุวรรณเจริญ Jeerapha Phelawan, Metawee Keawkomsorn, Kobkhun Chaiyawong, Suriya Keawasa, Wisuit Sunthonkanokpong, and Nithiroth Pornsuwancharoen	64-74
10	การพัฒนาการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการหมุนเวียนฐานเพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทักษะการทำงานเป็นทีม ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาที่มีความบกพร่องทางสติปัญญา DEVELOPING INQUIRY-BASED LEARNING INTEGRATED WITH STATION ROTATION TO PROMOTE ACADEMIC ACHIEVEMENT AND TEAMWORK SKILLS AMONG HIGH SCHOOL STUDENTS WITH INTELLECTUAL DISABILITIES อภิสิทธิ์ บุญมาก, กัญยรัตน์ ศรีวิสุทธิกุล, ทนงศักดิ์ โสวัจัสสตากุล, ลีรัตน์ มัชฌิมาดิлок และพูลศรี เวศย์อุฬาร Aphisit Boonmark, Kanyarat Sriwisathiyakun, Thanongsak Sovajassatakul, Sirirat Mutchimadilok, and Poonsri Vate-U-Lan	75-86
11	การศึกษาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 A STUDY OF ANALYTICAL THINKING FOR MATTHAYOMSUKSA 2 STUDENTS สัจจพร รัตน์ะ Satjaphon Rattana	87-98
12	การพัฒนาบทเรียนออนไลน์ เรื่อง อินเทอร์เน็ต ตามรูปแบบการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 THE DEVELOPMENT OF ONLINE LESSONS ON THE INTERNET ACCORDING TO THE INQUIRY-BASED LEARNING MODEL FOR GRADE 8 วงศ์ตะวัน ยุระพันธ์, บัณฑิตา สครรัมย์, สุรจักษ์ พิริยะเชิดชูชัย, และลาวัญญ์ ดุลยชาติ Wongtawan yuraphan, Banthita Sakornram, Surajak Piriyacherdchoochai, and Lawan Dulyachart	99-110

Review article

นวัตกรรมเพื่ออนาคตการศึกษา

INNOVATION FOR THE FUTURE OF EDUCATION

ปรัชญนันท์ นิลสุข*

Prachyanun Nilsook*

prachyanun@hotmail.com*

ภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยีและสารสนเทศ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ กรุงเทพมหานคร 10800 ประเทศไทย

Department of Education Technology and Information, Faculty of Technical Education

King Mongkut's University of Technology North Bangkok (KMUTNB), Bangkok 10800 Thailand

Journal of Industrial Education. 2025, Vol. 24 (No. 1), <https://doi.org/10.55003/JIE.24101>

Received: April 28, 2025, | Revised: April 28, 2024, | Accepted: April 29, 2025

ABSTRACT

The study of innovations for the future of education is a synthesis of content from interviews with AI through chat rooms which key informants were specifically selected from ChatGPT, Copilot, Gemini, Deepseek, and Grok, with the same interview questions. The research results found that innovations for the future have three characteristics: new innovations, specific innovations, and continuous innovations from the present. It reflects that the data from AI interviews provide fast, clear, and reliable results that are consistent with general searchable data. It is useful for the future of education.

Keywords: Educational innovation, Educational future, AI chat

บทคัดย่อ

การศึกษานวัตกรรมเพื่ออนาคตการศึกษาเป็นการสังเคราะห์เนื้อหาจากการสัมภาษณ์ ปัญญาประดิษฐ์ผ่านห้องสนทนา ผู้ให้ข้อมูลสำคัญได้จากการเลือกแบบเจาะจง ChatGPT, Copilot, Gemini, Deepseek และ Grok โดยคำสัมภาษณ์ที่เหมือนกัน ผลการวิจัยพบว่า นวัตกรรมสำหรับอนาคตจะมี 3 ลักษณะ ประกอบด้วย นวัตกรรมที่เป็นสิ่งใหม่ นวัตกรรมที่เป็นเรื่องเฉพาะ และนวัตกรรมที่ต่อเนื่องจากปัจจุบัน สะท้อนคิดให้เห็นว่าข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์ปัญญาประดิษฐ์ให้ผลที่รวดเร็ว ชัดเจน และเชื่อถือได้สอดคล้องกับข้อมูลที่สืบค้นได้อยู่ทั่วไป เป็นประโยชน์สำหรับอนาคตทางการศึกษา

คำสำคัญ: นวัตกรรมการศึกษา, อนาคตทางการศึกษา, ห้องสนทนาปัญญาประดิษฐ์

บทนำ

ความพยายามที่จะหยั่งรื้ออนาคตเพื่อเตรียมรับสถานการณ์ที่เกิดขึ้น จึงเกิดคำถามที่จะถูกถามบ่อย ๆ (Frequency Ask Questions : FAQ) ว่า นวัตกรรมเพื่ออนาคตการศึกษาคือนวัตกรรมอะไรบ้าง เมื่อโดนคำถามลักษณะนี้บ่อย ๆ ก็มักจะต้องหาบรรดาครูและผู้รู้ผู้เชี่ยวชาญที่จะพยากรณ์อนาคตภาพให้เห็นชัด บรรดาผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญทั้งหลายก็หาเวลาว่างมาให้สัมภาษณ์ได้ยาก ถ้าจะต้องใช้เวลาสัมภาษณ์และถอดความก็ต้องใช้เวลานาน จะต้องใช้เทคนิคการวิเคราะห์เนื้อหา (Content analysis) มาจัดเรียงลำดับ อีกทั้งต้องยืนยันความถูกต้องของเนื้อหาที่เป็นข้อสรุปอีกครั้ง ต้องใช้เวลาและความพยายามอย่างมาก ในช่วงเวลาที่จำกัดและเครื่องมือสมัยใหม่ที่เข้ามาช่วยในการค้นคว้าอย่างจริงจัง การนำปัญญาประดิษฐ์มาหาคำตอบสามารถดำเนินการได้อย่างรวดเร็ว ได้ข้อมูลที่สามารถสรุปได้อย่างรวดเร็ว ประหยัดเวลาและแม่นยำในการพยากรณ์ ดังนั้นการวิจัยครั้งนี้จึงใช้เทคนิคการสัมภาษณ์ห้องสนทนาปัญญาประดิษฐ์ (AI Chat) โดยเริ่มด้วยการตั้งคำถามว่า “AI Chat ที่ได้รับความนิยมมากที่สุด 5 ลำดับคืออะไร”

การเริ่มเสาะหาห้องสนทนาปัญญาประดิษฐ์เบื้องต้นได้สอบถาม Cluade (2025) ก็ได้รับคำตอบ 5 ลำดับได้แก่ ChatGPT, Cluade, Copilot, Gemini, Perplexity เพื่อตัดความลำเอียงเข้าข้างตนเองของ Cluade จึงใช้คำถามเดิมมาสัมภาษณ์ Perplexity (2025) ได้คำตอบว่า การสัมภาษณ์ AI Chat ที่ได้รับความนิยมมากที่สุดในปี 2025 มีดังนี้

ChatGPT (OpenAI) : เป็น AI Chat ที่ได้รับความนิยมสูงสุด มีความสามารถรอบด้านในการสนทนา สร้างเนื้อหา และการวิเคราะห์ข้อมูล

Gemini (Google) : มีความสามารถในการเรียนรู้แบบเรียลไทม์ และมีความแม่นยำสูงในด้านเทคนิค เหมาะสำหรับนักวิจัยและนักวิเคราะห์ข้อมูล

Microsoft Copilot : เป็น AI ที่ช่วยในการพัฒนาโค้ดและเพิ่มประสิทธิภาพการทำงาน เหมาะสำหรับนักพัฒนาและองค์กรที่ใช้ Microsoft 365

DeepSeek มีความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงลึก เหมาะสำหรับงานวิจัยและวิเคราะห์ข้อมูลในด้านกฎหมาย การเงิน และวิทยาศาสตร์

Grok AI (xAI) : มีความสามารถในการวิเคราะห์แนวโน้มและข่าวสารเรียลไทม์ เหมาะสำหรับนักข่าวและนักวิเคราะห์ข้อมูล

การสัมภาษณ์ปัญญาประดิษฐ์ผ่านห้องสนทนาจึงได้เริ่มต้นขึ้น โดยการใช้คำถามเดียวกันในการศึกษา จากนั้นนำคำตอบจากห้องสนทนามาทำตารางวิเคราะห์เพื่อสรุปนวัตกรรมเพื่ออนาคตการศึกษาจากมุมมองต่าง ๆ ทำให้ได้ข้อสรุปเป็นแนวคิดถึงการจัดการศึกษาในอนาคตที่จะต้องคำนึงถึงนวัตกรรมที่จะเกิดขึ้น ด้วยการวิเคราะห์ของปัญญาประดิษฐ์ที่รวบรวมข้อมูลต่าง ๆ จากเอกสารและงานวิจัยทั่วโลกปรากฏดังต่อไปนี้

นวัตกรรมเพื่ออนาคตการศึกษามุมมองของ ChatGPT

นวัตกรรมเพื่ออนาคตการศึกษา ตามความเห็นของ ChatGPT (2025) สามารถสรุปได้เป็นแนวทางสำคัญดังนี้:

1. เทคโนโลยีการเรียนรู้ดิจิทัล (Digital learning technology) - เช่น AI (Artificial Intelligence), VR (Virtual Reality)/AR (Augmented Reality) และแพลตฟอร์มออนไลน์ที่ช่วยให้

การศึกษาเข้าถึงได้ง่ายขึ้นและเป็นส่วนตัวมากขึ้น

2. การเรียนรู้แบบส่วนบุคคล (Personalized learning) - ใช้ AI วิเคราะห์ข้อมูลนักเรียนเพื่อปรับหลักสูตรและวิธีการสอนให้เหมาะสมกับบุคคล

3. ห้องเรียนเสมือนและไฮบริด (Virtual & hybrid classrooms) - รวมการเรียนรู้แบบออนไลน์และออฟไลน์เพื่อความยืดหยุ่นในการศึกษา

4. เกมฟิเคชันและบันเทิงการศึกษา Gamification และ Edutainment - ใช้เกมและสื่อบันเทิงในการสอนเพื่อเพิ่มแรงจูงใจและความสนุกในการเรียน

5. ห่วงโซ่หน่วยข้อมูล และการรับรองการเรียนรู้แบบเฉพาะ Blockchain และ Micro-credentials-ใช้ Blockchain ในการจัดเก็บวุฒิการศึกษาและระบบ Micro-credentials เพื่อให้การเรียนรู้เป็นแบบต่อเนื่องและยืดหยุ่น

6. สตรีมศึกษา และโครงการเป็นฐาน (STEAM education & Project-based learning) - เน้นการสอนที่บูรณาการศาสตร์ต่าง ๆ เช่น วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม ศิลปะ และคณิตศาสตร์ พร้อมการเรียนรู้ผ่านโครงการจริง

17. ปัญญาประดิษฐ์และจักรกลภาษาปราศัย (AI และ Chatbots) ในการศึกษา - ใช้ AI และแชทบอทเป็นผู้ช่วยสอนและตอบคำถามนักเรียนได้ตลอดเวลา
18. การศึกษาเพื่อทักษะอนาคต (Future Skills Education) - มุ่งเน้นทักษะที่จำเป็นสำหรับอนาคต เช่น การคิดวิเคราะห์ ความคิดสร้างสรรค์ และการแก้ปัญหา
19. การวิเคราะห์การเรียนรู้และการศึกษาขับเคลื่อนด้วยข้อมูล (Learning analytics & Data-driven education) - ใช้ข้อมูลวิเคราะห์พฤติกรรมการเรียนรู้เพื่อปรับปรุงการสอนให้มีประสิทธิภาพ
10. เทคโนโลยีการศึกษาและการเรียนรู้ตลอดชีวิต (Lifelong learning) - พัฒนาแพลตฟอร์ม EdTech ที่ช่วยให้การเรียนรู้เกิดขึ้นได้ทุกช่วงเวลาและทุกที่

นวัตกรรมเพื่ออนาคตการศึกษามุมมองของ Copilot

ความเห็นของ Copilot (2025) ที่เป็นเอไอของ Microsoft ก็จะได้แนวคิดโดยสรุปของนวัตกรรมที่สำคัญสำหรับอนาคตของการศึกษา ประกอบด้วยหลายประเด็นที่สามารถพัฒนาและเปลี่ยนแปลงการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ได้แก่:

1. การเรียนรู้ส่วนบุคคล (Personalized learning) : ใช้เทคโนโลยีเพื่อปรับการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับความต้องการและความสามารถของนักเรียนแต่ละคน.
2. การเรียนรู้ออนไลน์และแบบผสมผสาน (Blended and online learning) : การรวมการเรียนในห้องเรียนแบบดั้งเดิมกับการเรียนรู้ออนไลน์เพื่อสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ที่ยืดหยุ่น
3. การใช้ปัญญาประดิษฐ์ (Artificial intelligence) : AI สามารถช่วยวิเคราะห์ข้อมูลการเรียนรู้ของนักเรียนและแนะนำวิธีการสอนที่เหมาะสม.
4. การเรียนรู้แบบเล่นเกม (Gamification): การใช้กลไกเกมเพื่อเพิ่มความน่าสนใจและความมุ่งมั่นในการเรียนรู้.
5. การพัฒนาเทคโนโลยีเสมือนจริง (Virtual and augmented reality) : ใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงเพื่อสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ที่มีความเข้าใจและมีส่วนร่วมมากขึ้น.
6. การพัฒนาทักษะชีวิตและทักษะศตวรรษที่ 21 (Life skills and 21st century skills): เน้นการพัฒนาทักษะที่จำเป็นสำหรับการทำงานและการใช้ชีวิตในโลกที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว

นวัตกรรมเพื่ออนาคตการศึกษามุมมองของ Gemini

เมื่อใช้คำถามเดียวกันในการสัมภาษณ์ Gemini (2025) ของ Google ที่เปลี่ยนชื่อมาจาก Bard ในแบบที่ยังไม่จ่ายเงินและไม่เอาแบบ Advanced ก็ได้คำตอบว่า นวัตกรรมเพื่ออนาคตของการศึกษารอบคลุมแนวคิดและเทคโนโลยีหลากหลายที่มุ่งเน้นการปรับปรุงและเปลี่ยนแปลงรูปแบบการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพและตอบโจทย์อนาคตมากขึ้น ดังนี้:

- เทคโนโลยีเสมือนจริง (VR/AR) :
 - ช่วยสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ที่สมจริงและน่าสนใจ เช่น การจำลองสถานที่ทางประวัติศาสตร์หรือการทดลองทางวิทยาศาสตร์
- ปัญญาประดิษฐ์ (AI) :
 - ใช้ในการปรับการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับผู้เรียนแต่ละคน (Personalized Learning)
 - ช่วยประเมินผลและให้ข้อเสนอแนะแบบอัตโนมัติ
- เกมมิฟิเคชัน (Gamification) :
 - นำหลักการออกแบบเกมมาใช้ในการเรียนการสอน เพื่อเพิ่มความสุขสนุกสนานและแรงจูงใจในการเรียนรู้
- การเรียนรู้แบบออนไลน์และผสมผสาน (Online and blended learning):
 - เปิดโอกาสให้ผู้เรียนเข้าถึงแหล่งความรู้ได้ทุกที่ทุกเวลา
 - ผสมผสานการเรียนรู้ออนไลน์และแบบพบปะในห้องเรียน
- การเรียนรู้แบบร่วมมือ (Collaborative learning) :
 - ส่งเสริมการทำงานร่วมกันระหว่างผู้เรียนผ่านแพลตฟอร์มออนไลน์และเครื่องมือดิจิทัล
 - ส่งเสริมการเรียนรู้แบบกลุ่ม

- การเรียนรู้แบบปรับตัว (Adaptive learning) :
 - ระบบการเรียนรู้ที่ปรับเปลี่ยนเนื้อหาและวิธีการสอนตามความก้าวหน้าและความต้องการของผู้เรียนแต่ละคน
- การใช้สื่อการเรียนการสอนแบบวิดีโอ:
 - ผู้เรียนสามารถกลับมาทบทวนซ้ำได้ตามต้องการ

นวัตกรรมเพื่ออนาคตการศึกษามุมมองของ Deepseek

เมื่อไปสัมภาษณ์กับน้องใหม่ไฟแรงอย่าง DeepSeek (2025) ของจีนก็จะได้ข้อมูลที่น่าสนใจในอีกแบบหนึ่ง นวัตกรรมสำหรับอนาคตของการศึกษา (Innovation for the future of education) ครอบคลุมแนวทางและเทคโนโลยีใหม่ ๆ ที่จะเปลี่ยนแปลงและพัฒนากระบวนการศึกษาให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยมีข้อสรุปหลัก ๆ ดังนี้:

1. เทคโนโลยีดิจิทัลและแพลตฟอร์มออนไลน์
 - การใช้เครื่องมือเช่น AI, VR, AR เพื่อสร้างประสบการณ์การเรียนรู้แบบ Immersive
 - แพลตฟอร์มอีเลิร์นนิงที่เข้าถึงได้ทุกที่ทุกเวลา
2. การเรียนรู้แบบ Personalized learning
 - ระบบที่ปรับเนื้อหาและวิธีการสอนให้เหมาะกับความต้องการและความสามารถของแต่ละบุคคล
 - การใช้ข้อมูล (Data analytics) เพื่อติดตามและพัฒนาผู้เรียน
3. การเรียนรู้ตลอดชีวิต (Lifelong learning)
 - การส่งเสริมให้ผู้คนเรียนรู้ได้ตลอดชีวิต เพื่อปรับตัวกับโลกที่เปลี่ยนแปลงเร็ว
 - คอร์สออนไลน์แบบไมโครเลิร์นนิง (Micro learning)
4. การเรียนรู้แบบร่วมมือและสังคม (Collaborative & social learning)
 - การใช้เทคโนโลยีเพื่อสร้างชุมชนการเรียนรู้และแลกเปลี่ยนความรู้
 - แพลตฟอร์มที่สนับสนุนการทำงานเป็นทีมและการสื่อสาร
5. การศึกษาแบบผสมผสาน (Hybrid learning)
 - การรวมการเรียนรู้ในห้องเรียนและการเรียนออนไลน์เข้าด้วยกัน
 - ความยืดหยุ่นในการเลือกวิธีการเรียนรู้
6. การพัฒนาทักษะแห่งศตวรรษที่ 21
 - การเน้นทักษะเช่น การคิดวิเคราะห์ ความคิดสร้างสรรค์ การทำงานเป็นทีม และทักษะดิจิทัล
 - การเตรียมผู้เรียนให้พร้อมสำหรับตลาดงานในอนาคต
7. การใช้ข้อมูลและ AI เพื่อพัฒนาการศึกษา
 - การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อปรับปรุงหลักสูตรและวิธีการสอน
 - การใช้ AI เพื่อสร้างแบบฝึกหัดและข้อสอบที่เหมาะสมกับผู้เรียน
8. การศึกษาเพื่อความยั่งยืน (Education for sustainability)
 - การสอนเกี่ยวกับการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมและสังคม
 - การสร้างความตระหนักรู้เกี่ยวกับเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (SDGs)

นวัตกรรมเพื่ออนาคตการศึกษามุมมองของ Grok

คำถามเดียวกันเมื่อถาม Grok (2025) ที่เป็นเอไอตัวใหม่ล่าสุดของ อีลอนมัส สัมภาษณ์ที่ grok.com ก็ได้คำตอบออกมา 5 ด้าน

1. เทคโนโลยีดิจิทัลและการเรียนรู้ออนไลน์
 - แพลตฟอร์มการเรียนรู้ผ่านอินเทอร์เน็ต เช่น คอร์สออนไลน์ (MOOCs) หรือระบบ LMS (Learning Management Systems)
 - การใช้ VR และ AR เพื่อสร้างประสบการณ์การเรียนรู้แบบ Immersive
2. การเรียนรู้ส่วนบุคคล (Personalized learning)
 - การใช้ AI และอัลกอริทึมเพื่อปรับเนื้อหาการเรียนให้เหมาะกับความสามารถและความสนใจของผู้เรียนแต่ละคน
 - Adaptive learning tools ที่ปรับระดับความยากง่ายตามผู้เรียน

3. ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21
- เน้นการสอนทักษะอย่างการคิดวิเคราะห์ (Critical thinking), การแก้ปัญหา (Problem-solving), และการทำงานร่วมกัน (collaboration)
 - การผสมผสาน STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, Math) เข้ากับหลักสูตร
4. การเข้าถึงการศึกษาทั่วถึง (Inclusive education)
- เทคโนโลยีที่ช่วยลดช่องว่าง เช่น อินเทอร์เน็ตราคาถูกหรืออุปกรณ์พกพา เพื่อให้ทุกคนเข้าถึงการศึกษาได้
 - การพัฒนาเนื้อหาสำหรับผู้พิการหรือกลุ่มด้อยโอกาส
5. การเรียนรู้ตลอดชีวิต (Lifelong learning)
- ส่งเสริมการเรียนรู้ต่อเนื่องนอกเหนือจากระบบโรงเรียนแบบดั้งเดิม เช่น การฝึกอบรมทักษะใหม่ ๆ สำหรับผู้ใหญ่
 - Micro-credentials หรือใบรับรองระยะสั้นสำหรับการเรียนรู้เฉพาะด้าน

ตารางที่ 1 แสดงการสังเคราะห์แนวโน้มการศึกษามาจากการสัมภาษณ์ห้องสนทนาปัญญาประดิษฐ์

	Chat GPT	Copilot	Gemini	Deepseek	Grok	สรุปผู้เขียน
เทคโนโลยีการเรียนรู้ดิจิทัล /AR/VR/MR (Digital learning technology)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
การเรียนรู้แบบส่วนบุคคล (Personalized learning)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
ห้องเรียนเสมือนและไฮบริด/ออนไลน์ผสมผสาน (Virtual & hybrid classrooms)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
เกมิฟิเคชันและบันเทิงการศึกษา (Gamification และ Edutainment)	✓	✓	✓	✓		✓
ห่วงโซ่หน่วยข้อมูล และการรับรองการเรียนรู้แบบเฉพาะ (Blockchain และ Micro-credentials)	✓				✓	
สตรีมศึกษาและโครงการเป็นฐาน (STEAM education & Project-Based Learning (PjBL))	✓			✓	✓	
ปัญญาประดิษฐ์และจักรกลโอกาสปราศรัย (AI และ Chatbots) ทางการศึกษา	✓	✓	✓	✓	✓	✓
การศึกษาเพื่อทักษะอนาคต (Future skills education)	✓	✓		✓	✓	✓
การวิเคราะห์การเรียนรู้และการศึกษาขับเคลื่อนด้วยข้อมูล (Learning analytics & Data-driven education)	✓			✓		
การพัฒนาทักษะชีวิตและทักษะศตวรรษที่ 21 (Life skills and 21st century skills)	✓			✓	✓	
การเรียนรู้ตลอดชีวิต (Lifelong learning)					✓	✓
การเรียนรู้แบบร่วมมือ (Collaborative learning)				✓	✓	✓
การเรียนรู้แบบปรับตัว (Adaptive learning)				✓	✓	✓
การศึกษาเพื่อความยั่งยืน (Education for sustainability) / SDG					✓	

ผลการสังเคราะห์

เมื่อสัมภาษณ์ปัญญาประดิษฐ์ผ่านห้องสนทนาอดิมนิจนได้ข้อมูลครบถ้วนแล้ว ก็ได้ข้อสรุปถึงนวัตกรรมเพื่ออนาคตทางการศึกษาที่มีความเห็นสอดคล้องกันในสามลักษณะได้แก่

ลักษณะแรก นวัตกรรมที่เป็นสิ่งใหม่ สำหรับอนาคตทางการศึกษา เห็นตรงกันอย่างชัดเจน ประกอบด้วย เทคโนโลยี การเรียนรู้ผ่านสื่อดิจิทัลในโลกเสมือนจริง การเรียนรู้ส่วนบุคคล ห้องเรียนเสมือน ห้องเรียนไฮบริด การเรียนรู้ออนไลน์แบบผสมผสาน เกมมิฟิเคชัน บันเทิงศึกษา ปัญญาประดิษฐ์ทางการศึกษา จักรกลโอภาปราศรัย และการศึกษาเพื่อทักษะในอนาคต

ลักษณะที่สอง นวัตกรรมที่เป็นเรื่องเฉพาะสำหรับอนาคต ประกอบด้วย ห่วงโซ่หน่วยข้อมูล การรับรองการเรียนรู้แบบเฉพาะ สตรีมศึกษา โครงการเป็นฐาน การวิเคราะห์การเรียนรู้ การศึกษาขับเคลื่อนด้วยข้อมูล

ลักษณะที่สาม นวัตกรรมต่อเนื่องจากปัจจุบันสู่อนาคตที่ ประกอบด้วย การพัฒนาทักษะชีวิตและทักษะในศตวรรษที่ 21 การเรียนรู้ตลอดชีวิต การเรียนรู้แบบร่วมมือ การเรียนรู้แบบปรับตัว และการศึกษาเพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน

รายละเอียดของประเด็นหลักในแต่ละเรื่อง เป็นสิ่งที่ต้องขยายความและนำไปสู่การปฏิบัติอย่างแท้จริง นวัตกรรมหลายสิ่งปรากฏให้เห็นชัดและจะเพิ่มมากขึ้นจนกลายเป็นเทคโนโลยีทางการศึกษาไปในที่สุด นวัตกรรมบางอย่างกำลังอยู่ในระหว่างเรียนรู้ และทำความเข้าใจในการใช้ประโยชน์เพื่อการศึกษา นวัตกรรมที่ใช้อยู่แล้วในปัจจุบันและยังต่อเนื่องไปในอนาคตก็จะกลายเป็นแกนหลักของการจัดการศึกษาที่จะต้องคำนึงถึงตลอดไป

บทสรุป

ความน่าเชื่อถือของบรรดานวัตกรรมที่จะเป็นที่ยอมรับใช้ในอนาคตทางการศึกษา ย่อมเกิดจากการสรุปข้อมูลจากบรรดาปัญญาประดิษฐ์ที่ร่วมในการสนทนาและสัมภาษณ์ เป็นความสอดคล้องกันของข้อมูลที่เหล่าปัญญาประดิษฐ์ได้รังสรรค์ร้อยเรียงข้อมูล ตามวิธีการในการจัดชุดข้อมูลของแต่ละแหล่ง จะพบความซ้ำกันของข้อมูลเฉพาะนวัตกรรมหลัก ๆ แต่คำอธิบายเหตุผลที่นวัตกรรมเหล่านั้นจะถูกนำมาใช้ในอนาคตยังให้เหตุผลที่แตกต่างกัน วิญญาณที่เป็นมนุษย์ย่อมตัดสินใจได้ด้วยตนเองว่า นวัตกรรมแห่งอนาคตทางการศึกษาที่พยากรณ์โดยปัญญาประดิษฐ์ไม่ได้แตกต่างไปจากความคิดของมนุษย์มากนัก เนื่องจากการได้มาของข้อมูลและข้อสรุปในปัญญาประดิษฐ์ เกิดจากการที่มนุษย์ได้ฝึกและสอนปัญญาประดิษฐ์ให้รู้จักคิดแบบมนุษย์ ถ้าจะบอกว่าการสรุปข้อมูลของเหล่าปัญญาประดิษฐ์ไม่ถูกต้อง ย่อมแสดงว่าวิธีการคิดของมนุษย์เองต่างหากที่บอกวิธีการไม่ถูกต้อง เมื่อเป็นเช่นนั้นบทสรุปสัมภาษณ์เหล่านี้น่าจะเป็นข้อมูลที่เป็นประโยชน์ แสดงให้เห็นถึงนวัตกรรมที่เราต้องเตรียมให้พร้อมต่อการเปลี่ยนผ่านในอนาคต

รายการอ้างอิง

- ChatGPT. (2025). Prachyanun Nilsook interviewer. What is the Innovation for the future of education. <https://chatgpt.com>.
- Cluade. (2025). Prachyanun Nilsook interviewer. What are the 5 most popular AI Chats.<https://claude.ai>.
- Copilot. (2025). Prachyanun Nilsook interviewer. What is the Innovation for the future of education. <https://copilot.microsoft.com>.
- Deepseek. (2025). Prachyanun Nilsook interviewer. What is the Innovation for the future of education. <https://chat.deepseek.com>.
- Gemini. (2025). Prachyanun Nilsook interviewer. What is the Innovation for the future of education. <https://gemini.google.com/app>.
- Grok. (2025). Prachyanun Nilsook interviewer. What is the Innovation for the future of education.<https://grok.com>.
- Perplexity. (2025). Prachyanun Nilsook interviewer. What are the 5 most popular AI Chats. <https://www.perplexity.ai>.

“ข้อคิดเห็น เนื้อหา รวมทั้งการใช้ภาษาในบทความถือเป็นความรับผิดชอบของผู้เขียน”

Book review

บทวิจารณ์หนังสือเทคโนโลยีเพื่อการเรียนรู้สำหรับการวิจัยทางการศึกษาในการเปลี่ยนผ่านทางดิจิทัล

TECHNOLOGY TO LEARNING FOR EDUCATIONAL RESEARCH IN DIGITAL TRANSFORMATION

ผู้เขียน เขมณัฏฐ์ มิ่งศิริธรรม (ปี 2565 จำนวน 277 หน้า)

วิจารณ์โดย ธนารักษ์ สารเถื่อนแก้ว*

Thanarak Santhuenkaew*

หลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีดิจิทัลและนวัตกรรมการเรียนรู้ ภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง กรุงเทพมหานคร 10240 ประเทศไทย

Master of Education Program in Digital Technology and Learning Innovation, Department of Educational
Technology, Faculty of Education, Ramkhamhaeng University, Bangkok 10240 Thailand

Journal of Industrial Education. 2025, Vol. 24 (No. 1), <https://doi.org/10.55003/JIE.24102>

Received: April 25, 2025, | Revised: April 26, 2025, | Accepted: April 27, 2025



รูปที่ 1 ปกหนังสือเทคโนโลยีเพื่อการเรียนรู้สำหรับการวิจัยทางการศึกษาในการเปลี่ยนผ่านทางดิจิทัล

ABSTRACT

The book "Technology to learning for Educational Research in Digital Transformation" is written with the author's strong intention to share knowledge and experience as an educational technologist and communicator. Drawing from extensive research in media design and organization, the author synthesizes and organizes insights into the use of technology for learning in educational research, aligning with the needs of digital transformation. Upon reading the original book, I recognized its value in effectively conveying knowledge and research examples that benefit various audiences, including researchers, instructional designers, academics, and students. These readers must adapt their teaching methods to modern approaches, particularly technology enhanced learning. The book provides valuable content and insights that help readers achieve their expected learning outcomes through the research process, fostering the development of new knowledge. Moreover, the book offers a useful perspective on improving teaching and learning by integrating technology to support diverse learners. This results in research that is highly beneficial for those interested in the field.

บทคัดย่อ

หนังสือเรื่อง “เทคโนโลยีเพื่อการเรียนรู้สำหรับการวิจัยทางการศึกษาในการเปลี่ยนผ่านทางดิจิทัล” เป็นหนังสือที่ผู้เขียนมีความตั้งใจที่จะถ่ายทอดความรู้และประสบการณ์ในฐานะเป็นนักเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษาและประสบการณ์ที่ได้ทำวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบและจัดระบบสื่อมาอย่างต่อเนื่อง มาสังเคราะห์เรียบเรียงเป็นองค์ความรู้เกี่ยวกับการใช้เทคโนโลยีเพื่อการเรียนรู้ในการวิจัยทางการศึกษาที่เหมาะสมกับการเปลี่ยนผ่านทางดิจิทัล เมื่อได้อ่านต้นฉบับหนังสือเล่มนี้ ได้เห็นถึงคุณค่าของหนังสือที่สามารถส่งผ่านความรู้ และตัวอย่างงานวิจัยที่เป็นประโยชน์ต่อผู้อ่านไม่ว่าจะเป็นนักวิจัย นักออกแบบการเรียนการสอน นักวิชาการ ตลอดจนนักศึกษา ที่ต้องปรับเปลี่ยนวิธีการเรียนการสอนให้ทันสมัยมากขึ้นซึ่งเป็นการเรียนรู้ผ่านเทคโนโลยี โดยสามารถนำเนื้อหาสาระและองค์ความรู้ต่าง ๆ ไปประยุกต์ใช้เพื่อผลลัพธ์การเรียนรู้ที่คาดหวัง โดยอาศัยกระบวนการวิจัยเป็นกระบวนการที่ได้มาซึ่งองค์ความรู้ใหม่ ทำให้ผู้อ่านมีมุมมองที่เป็นประโยชน์สามารถต่อยอดพัฒนาการเรียนการสอนที่เชื่อมโยงกับการนำเทคโนโลยีที่สนับสนุนผู้เรียนที่มีความแตกต่างกัน ทำให้เกิดงานวิจัยที่มีประโยชน์กับผู้สนใจเป็นอย่างดี

บทที่ 1 ภาพรวมของวิจัยทางการศึกษาในการเปลี่ยนผ่านทางดิจิทัล

ผู้เขียนได้มีการนำเสนอเนื้อหาสาระเกี่ยวกับภาพรวมของการวิจัยทางการศึกษาในการเปลี่ยนผ่านทางดิจิทัล ว่ามี พัฒนาการอย่างไรโดยจำแนกตามวิวัฒนาการสื่อตั้งแต่ยุค 1.0 2.0 3.0 และ 4.0 ซึ่งพัฒนาการของ สื่อจะสอดคล้องกับพฤติกรรมของคนแต่ละช่วงวัยในปัจจุบันตามสภาพแวดล้อมและเทคโนโลยี ที่มีการเปลี่ยนแปลง ทำให้การออกแบบการวิจัยทางการศึกษาสามารถผสมผสานความรู้ กิจกรรม และเทคโนโลยีเข้าด้วยกัน สามารถเข้าถึงกลุ่มเป้าหมายแต่ละกลุ่มได้สะดวกรวดเร็วขึ้น

บทที่ 2 แหล่งข้อมูลดิจิทัล

ผู้เขียนได้มีการนำเสนอเนื้อหาสาระเกี่ยวกับแหล่งข้อมูลดิจิทัลซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญสำหรับการวิจัย แหล่งข้อมูล ต่าง ๆ ได้ถูกนำไปใช้ในรูปแบบดิจิทัลมากขึ้น ไม่ว่าจะเป็นสื่อสิ่งพิมพ์ เอกสาร งานวิจัยต่าง ๆ เป็นต้น ที่เชื่อมโยงแหล่งข้อมูลหลากหลายทั่วโลกไว้บนอินเทอร์เน็ต โดยแบ่งแหล่งข้อมูลออกเป็น 2 แหล่ง ได้แก่ 1) แหล่งข้อมูลปฐมภูมิ ซึ่งได้จากการรวบรวมข้อมูลจากผู้ให้ข้อมูลหรือแหล่งที่มาโดยตรง และ 2) แหล่งข้อมูลทุติยภูมิ ซึ่งได้จากการที่ผู้อื่นรวบรวมไว้แล้ว ซึ่งการนำเทคโนโลยีเข้ามาช่วยทำให้การจัดการแหล่งข้อมูลต่าง ๆ ทำให้การรวบรวมข้อมูลสะดวกรวดเร็วขึ้น โดยเทคโนโลยีที่นำมาใช้ ผู้วิจัยสามารถเรียนรู้ และประยุกต์ใช้ได้ด้วยตนเอง

บทที่ 3 ยุบิควิตส์ : สภาพแวดล้อมการเรียนรู้เสมือนสำหรับการวิจัยทางการศึกษา

ผู้เขียนได้มีการนำเสนอเนื้อหาสาระเกี่ยวกับสภาพแวดล้อมการเรียนรู้เสมือนสำหรับการวิจัยทางการศึกษา ซึ่งสภาพแวดล้อมยุบิควิตส์ เป็นสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ในยุคแห่งการเปลี่ยนแปลงในศตวรรษที่ 21 ที่ช่วยอำนวยความสะดวกในการทำงานให้หลากหลายมากขึ้น เข้าถึงได้ทุกที่ทุกเวลาบนหลากหลายอุปกรณ์ โดยมีการยกตัวอย่างสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ 6 สภาพแวดล้อม ได้แก่ สภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบผสมผสาน สภาพแวดล้อมการเรียนรู้เสมือนจริง สภาพแวดล้อมการเรียนรู้โมบาย สภาพแวดล้อมการเรียนรู้บนคลาวด์ สภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบปรับเหมาะ และสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน ซึ่งในแต่ละสภาพแวดล้อมมีการอธิบายแต่ละสภาพแวดล้อมชัดเจนมากยิ่งขึ้น พร้อมยกตัวอย่างงานวิจัยแต่ละด้านพร้อมภาพประกอบเพื่อให้ผู้อ่านเห็นภาพได้อย่างเป็นรูปธรรม

บทที่ 4 เทคโนโลยีเพื่อสนับสนุนการเรียนรู้สำหรับการวิจัยทางการศึกษา

ผู้เขียนได้มีการนำเสนอเนื้อหาสาระเกี่ยวกับเทคโนโลยีที่สนับสนุนการเรียนรู้สำหรับการวิจัยทางการศึกษาที่ผู้สอนส่วนใหญ่เลือกใช้โดยประยุกต์ใช้จากสิ่งที่มีอยู่แล้ว โดยแบ่งออกเป็น 2 รูปแบบ ได้แก่ เทคโนโลยีเพื่อการเรียนการสอนและเทคโนโลยีเพื่อการวัดและประเมินผล พร้อมตัวอย่างเทคโนโลยี จุดเด่นของระบบและตัวอย่างการนำไปใช้ในงานวิจัย

บทที่ 5 การเรียนการสอนเชิงรุกที่ใช้ร่วมกับเทคโนโลยีสำหรับการวิจัยทางการศึกษา

ผู้เขียนได้มีการนำเสนอเนื้อหาสาระเกี่ยวกับการเรียนการสอนแนวใหม่ที่เน้นให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการคิดและทักษะ มีส่วนร่วมในการเรียนรู้ “การเรียนรู้เชิงรุก” ซึ่งเป็นการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนแสวงหาความรู้สร้าง ความเข้าใจด้วยตนเอง และสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองเพื่อให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการคิดอย่างยั่งยืน โดยยกตัวอย่างการเรียนรู้เชิงรุก 2 รูปแบบ ได้แก่ เกมมิฟิเคชันและการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ซึ่งแต่ละรูปแบบมีรายละเอียดและตัวอย่างงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

บทที่ 6 การออกแบบนวัตกรรมสำหรับการวิจัยทางการศึกษาในการเปลี่ยนผ่านทางดิจิทัล

ผู้เขียนได้มีการนำเสนอเนื้อหาสาระเกี่ยวกับการออกแบบนวัตกรรมสำหรับการวิจัยในการเปลี่ยนผ่านทางดิจิทัล โดยเน้นการวิจัยเชิงการออกแบบ ซึ่งเป็นวิธีวิทยาการวิจัยเพื่อปรับปรุงการปฏิบัติงานโดยอาศัยความรู้ ร่วมมือระหว่างผู้วิจัยและผู้ปฏิบัติ ซึ่งเป็นวิธีวิจัยที่ใช้กับบริบทการเรียนรู้ที่มีสื่อเทคโนโลยีเข้ามาเกี่ยวข้อง โดยมีการเปรียบเทียบการวิจัยเชิงการออกแบบกับการวิจัยแบบเดิม ลักษณะสำคัญและการประยุกต์ใช้ในการออกแบบนวัตกรรมการศึกษา

บทที่ 7 จริยธรรมสำหรับการวิจัยดิจิทัล

ผู้เขียนได้มีการนำเสนอเนื้อหาสาระเกี่ยวกับจริยธรรมสำหรับการวิจัยดิจิทัล ซึ่งเป็นสิ่งที่จำเป็นสำหรับผู้วิจัยเป็นอย่างมาก ในการ ทำวิจัยในการเปลี่ยนผ่านทางดิจิทัลซึ่งมีข้อมูลมากมายมหาศาลให้เลือกใช้บน อินเทอร์เน็ต ผู้วิจัยจำเป็นต้องใช้วิจารณญาณในการเลือกใช้ข้อมูลที่มาจกหลากหลายช่องทางให้ถูกต้อง การจัดการข้อมูลต่าง ๆ อย่างมีวิจารณญาณจะทำให้ผู้วิจัยใช้ข้อมูลได้อย่างถูกต้อง โดยแบ่ง ออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ จริยธรรมการวิจัยและจริยธรรมการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ซึ่ง 2 ส่วนนี้ นักวิจัยจำเป็นต้องกระทำอย่างถูกต้อง ซื่อสัตย์ รับผิดชอบวังและรับผิดชอบต่อสิ่งที่ได้กระทำ เพื่อให้ได้คำตอบของงานวิจัยที่สะท้อนความจริงและไม่ส่งผลกระทบต่อความปลอดภัยของผลงานวิจัยในระบบสารสนเทศที่นำมาใช้กันอย่างแพร่หลาย

บทที่ 8 แนวโน้มการวิจัยทางการศึกษาในการเปลี่ยนผ่านทางดิจิทัล

ผู้เขียนได้มีการนำเสนอเนื้อหาสาระเกี่ยวกับการวิจัยทางการศึกษาในการเปลี่ยนผ่านทางดิจิทัล มีแนวโน้มที่พัฒนาในหลากหลายรูปแบบ ให้สอดคล้องกับทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 นำไปสู่การเปลี่ยนแปลงทางความคิด ความเชื่อ และวิธีการเรียนรู้ ทั้งการยกระดับการศึกษาให้ผู้เรียนได้รับการศึกษาที่เท่าเทียมกันและสามารถศึกษาได้ตลอดชีวิต โดยบูรณาการองค์ความรู้ให้สอดคล้องกับความก้าวหน้าของเทคโนโลยีที่เปลี่ยนแปลงไป เพื่อการพัฒนาผู้เรียนให้เป็นผู้มีทักษะการเรียนรู้ สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง เป็นครูมีอาชีพที่สนับสนุนการเรียนรู้ของผู้เรียนอย่างสร้างสรรค์ และสามารถนำองค์ความรู้ที่ได้จากงานวิจัยมาใช้ประโยชน์ได้จริง ตอบสนองกับความต้องการของสังคมต่อไป

จากรายละเอียดของเนื้อหาหนังสือจำนวนทั้งหมด 8 บท ผู้วิจารณ์มีความคิดเห็นว่า หนังสือเล่มนี้เป็นแหล่งความรู้ที่ครอบคลุมทั้งด้านทฤษฎีและการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเพื่อการเรียนรู้สำหรับการวิจัยทางการศึกษาในยุคการเปลี่ยนผ่านสู่ดิจิทัล ผู้เขียนได้อธิบายประเด็นสำคัญในแต่ละบทอย่างชัดเจนและเป็นระบบ เนื้อหามีความทันสมัย เหมาะสำหรับครู อาจารย์ นักวิชาการ นักศึกษา รวมถึงผู้ที่สนใจด้านเทคโนโลยีเพื่อการเรียนรู้และการวิจัยทางการศึกษา โครงสร้างของหนังสือมีการเรียบเรียงอย่างเป็นระเบียบ เข้าใจง่าย โดยแต่ละบทมีการอธิบายเนื้อหาอย่างละเอียด พร้อมยกตัวอย่างงานวิจัยที่เป็นประโยชน์ ซึ่งช่วยเสริมสร้างความเข้าใจและเปิดมุมมองใหม่ให้กับผู้อ่านได้เป็นอย่างดี หนังสือเล่มนี้จึงถือเป็นคู่มือสำคัญสำหรับผู้ที่ต้องการพัฒนาทักษะด้านการใช้เทคโนโลยีเพื่อสนับสนุนการเรียนรู้และการวิจัยทางการศึกษาในยุคดิจิทัลอย่างมีประสิทธิภาพ

เอกสารอ้างอิง

Mingsiritham, K. (2022). Technology to learning for Educational Research in Digital Transformation. (in Thai)

“ข้อคิดเห็น เนื้อหา รวมทั้งการใช้ภาษาในบทความถือเป็นความรับผิดชอบของผู้เขียน”

Academic article

สถานการณ์และแนวโน้มการประยุกต์ใช้อินเทอร์เน็ตประสานสรรพสิ่งสำหรับฟาร์มปลูกพืชอัจฉริยะในประเทศไทย

SITUATION AND TRENDS IN THE APPLICATION OF INTERNET OF THINGS (IoT)
INTEGRATION FOR SMART PLANT FARMS IN THAILAND

ภูกิจ คงเปี่ยม และธนพล แพร่งกระโทก*

Phukit Khongpeim and Thanapon Prangkratok*

E-mail: phukit.k@dru.ac.th and thanapon.p@dru.ac.th

สาขาการจัดการเกษตรยั่งยืน คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี กรุงเทพมหานคร 10600 ประเทศไทย
Sustainable Agricultural Management Program, Faculty of Science and Technology, Dhonburi Rajabhat University,
Bangkok 10600 Thailand

Journal of Industrial Education. 2025, Vol. 24 (No. 1), <https://doi.org/10.55003/JIE.24103>

Received: March 31, 2025, | Revised: April 20, 2025, | Accepted: April 30, 2025

ABSTRACT

This review article explores the applications of the Internet of Things (IoT) in smart plant farming in Thailand. In the face of challenges such as climate change, labor shortages, and rising production costs, IoT technology plays a vital role in transforming Thai agriculture toward more efficient and sustainable precision farming. IoT systems consist of environmental, soil, plants and irrigation sensors, communication networks, data processing unit, and automated control platforms. In Thailand, practical applications include weather and soil monitoring systems, automated irrigation and fertilization systems, climate-controlled greenhouses, and the use of aerial and satellite imaging technologies. Case studies indicate that IoT technology can improve productivity by 15-25% and reduce operational costs by 20-30%. However, limitations remain, including underdeveloped digital infrastructure, high initial investment costs, and a lack of digital literacy among farmers. Recommended development strategies include supportive government policies, cross-sector collaboration, human resource development, and establishment of suitable business models. Future trends point toward the integration of emerging technologies such as 5G, blockchain, and artificial intelligence (AI), which are expected to enhance competitiveness and improve the quality of life for Thai farmers.

Keywords: Internet of things, Smart agriculture, Precision agriculture, Smart farm, Smart plant farm

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการประยุกต์ใช้อินเทอร์เน็ตประสานสรรพสิ่ง (IoT) สำหรับฟาร์มผลิตพืชอัจฉริยะในประเทศไทย ท่ามกลางปัญหาจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ การขาดแคลนแรงงาน และต้นทุนการผลิตที่สูงขึ้น เทคโนโลยี IoT จึงมีบทบาทสำคัญในการปฏิรูปภาคเกษตรไทยสู่การทำเกษตรแม่นยำที่มีประสิทธิภาพและยั่งยืน ระบบ IoT ประกอบด้วยเซ็นเซอร์ตรวจวัดสภาพแวดล้อม ดิน พืชและระบบชลประทาน ระบบเครือข่ายการสื่อสาร การประมวลผลข้อมูล และแพลตฟอร์มควบคุมอัตโนมัติ การประยุกต์ใช้ IoT ในไทยมีหลากหลายรูปแบบ ทั้งระบบตรวจวัดสภาพอากาศและดิน ระบบให้น้ำและปุ๋ยอัตโนมัติ ระบบควบคุมสภาพแวดล้อมในโรงเรือน และการใช้เทคโนโลยีภาพถ่ายทางอากาศและดาวเทียม กรณีศึกษาบางชี้ให้เห็นว่าเทคโนโลยี IoT สามารถปรับปรุงผลผลิตให้เพิ่มขึ้นในพืชบางชนิดได้ถึงร้อยละ 15-25 และลดต้นทุนร้อยละ 20-30 แต่อย่างไรก็ตาม ยังคงมีข้อจำกัดอยู่ เช่น โครงสร้างพื้นฐานดิจิทัล ต้นทุนเริ่มต้นสูง และการขาดความรู้ของเกษตรกร แนวทางพัฒนาประกอบด้วยนโยบายสนับสนุนจากภาครัฐความร่วมมือระหว่างภาคส่วนต่าง ๆ การพัฒนาทรัพยากรมนุษย์และรูปแบบธุรกิจที่เหมาะสม แนวโน้มในอนาคตมุ่งเน้นการบูรณาการกับเทคโนโลยีใหม่ เช่น 5G บล็อกเชน และปัญญาประดิษฐ์ เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแข่งขันและยกระดับคุณภาพชีวิตของเกษตรกรไทย

คำสำคัญ: อินเทอร์เน็ตประสานสรรพสิ่ง, เกษตรอัจฉริยะ, เกษตรแม่นยำสูง, ฟาร์มอัจฉริยะ, ฟาร์มผลิตพืชอัจฉริยะ

1. บทนำ

ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรมที่มีความสำคัญต่อเศรษฐกิจมาอย่างยาวนาน โดยภาคเกษตรกรรมมีส่วนกว่าร้อยละ 8.6 ของผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศ (GDP) และมีประชากรที่ทำงานในภาคเกษตรกรรมประมาณร้อยละ 31 ของแรงงานทั้งหมด ประเทศไทยยังเป็นผู้ส่งออกสินค้าเกษตรรายสำคัญของโลก โดยเฉพาะข้าว มันสำปะหลัง ยางพารา และผลไม้เมืองร้อน ซึ่งสร้างรายได้จากการส่งออกกว่า 1.2 ล้านล้านบาทในปี 2023 (Ministry of Commerce, 2024, pp. 78-79) อย่างไรก็ตาม ภาคเกษตรกรรมไทยกำลังเผชิญกับความท้าทายหลายประการที่ส่งผลกระทบต่อความสามารถในการแข่งขันและความยั่งยืน ปัญหาสำคัญประกอบด้วย การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่ทวีความรุนแรงมากขึ้น อาทิ ภัยแล้ง น้ำท่วม และการระบาดของโรคและแมลงศัตรูพืชที่เปลี่ยนแปลงรูปแบบไป นอกจากนี้ยังมีปัญหาการลดลงของแรงงานภาคเกษตร เนื่องจากการเคลื่อนย้ายแรงงานสู่ภาคอุตสาหกรรมและบริการ รวมถึงการเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุของประเทศไทย ทำให้อายุเฉลี่ยของเกษตรกรสูงขึ้นเป็น 58 ปี (Thailand Development Research Institute, 2024, pp. 72-89) ในขณะเดียวกัน ต้นทุนปัจจัยการผลิตทางการเกษตร เช่น ปุ๋ย สารเคมี เมล็ดพันธุ์ และพลังงาน มีแนวโน้มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ส่งผลให้เกษตรกรประสบปัญหาด้านรายได้และภาระหนี้สิน ท่ามกลางปัญหาเหล่านี้ แนวคิดเกษตรอัจฉริยะ (Smart farming) ได้รับความสนใจอย่างกว้างขวางในฐานะแนวทางที่มีศักยภาพในการแก้ไขปัญหาและยกระดับภาคเกษตรกรรมไทย โดยเฉพาะการนำเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตประสานสรรพสิ่ง (Internet of Things : IoT) มาประยุกต์ใช้ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิต ลดต้นทุน และสร้างความยั่งยืนทางการเกษตร เทคโนโลยี IoT ช่วยให้เกษตรกรสามารถติดตาม ควบคุม และบริหารจัดการกระบวนการผลิตได้อย่างแม่นยำและมีประสิทธิภาพมากขึ้น ผ่านการเชื่อมโยงอุปกรณ์ต่าง ๆ เข้ากับระบบอินเทอร์เน็ต เช่น เซ็นเซอร์วัดสภาพแวดล้อม ระบบชลประทานอัตโนมัติ โดรนสำรวจพื้นที่เกษตร และแพลตฟอร์มวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจ

แผนพัฒนาดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคมของประเทศไทย และนโยบาย Thailand 4.0 ได้ให้ความสำคัญกับการพัฒนาเกษตรอัจฉริยะเป็นหนึ่งในเป้าหมายสำคัญ โดยมุ่งเน้นการใช้นวัตกรรมและเทคโนโลยีดิจิทัลเพื่อเพิ่มมูลค่าสินค้าเกษตรและยกระดับคุณภาพชีวิตของเกษตรกร (Digital Economy and Society Ministry, 2024, pp. 112-126) ในช่วงที่ผ่านมา ได้มีการริเริ่มโครงการนำร่องและการลงทุนในโครงสร้างพื้นฐานดิจิทัลเพื่อสนับสนุนการพัฒนาเกษตรอัจฉริยะในหลายพื้นที่ของประเทศ เช่น โครงการเกษตรแม่นยำสูง (Precision agriculture) ในพื้นที่ปลูกข้าว โครงการโรงเรือนอัจฉริยะสำหรับการปลูกผักและไม้ผล และระบบการจัดการน้ำอัจฉริยะในพืชไร่ ดังนั้นบทความวิชาการนี้ผู้เขียนมีวัตถุประสงค์ในการเขียนบทความเพื่อนำเสนอภาพรวมของสถานการณ์และแนวโน้มการประยุกต์ใช้อินเทอร์เน็ตประสานสรรพสิ่งสำหรับฟาร์มผลิตพืชอัจฉริยะในประเทศไทย

2. พื้นฐานของอินเทอร์เน็ตประสาทรพสิ่ง (IoT) สำหรับฟาร์มผลิตพืช

2.1 นิยามและองค์ประกอบของ IoT

อินเทอร์เน็ตประสาทรพสิ่ง (Internet of Things : IoT) หมายถึง เครือข่ายของอุปกรณ์ทางกายภาพที่มีการติดตั้งเซ็นเซอร์ ซอฟต์แวร์ และเทคโนโลยีอื่น ๆ เพื่อเชื่อมต่อและแลกเปลี่ยนข้อมูลกับอุปกรณ์และระบบอื่น ๆ ผ่านทางอินเทอร์เน็ต (Tzounis et al., 2017, pp. 31-48) แนวคิดนี้เป็นการขยายความสามารถของเครือข่ายอินเทอร์เน็ตให้เชื่อมต่อกับอุปกรณ์ต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน เพื่อให้อุปกรณ์เหล่านั้นสามารถส่งและรับข้อมูล ตลอดจนควบคุมการทำงานได้โดยอัตโนมัติและจากระยะไกล

ในบริบทของเกษตรกรรม เทคโนโลยี IoT ได้กลายเป็นองค์ประกอบสำคัญของระบบเกษตรอัจฉริยะ (Smart farming) ซึ่งหมายถึง การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่ในการบริหารจัดการฟาร์มเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต ลดต้นทุนและการใช้ทรัพยากร รวมถึงลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม (Muangprathub et al., 2019, p. 470) ลักษณะสำคัญของ IoT ในภาคเกษตรประกอบด้วย การเชื่อมต่อ (Connectivity) อุปกรณ์ต่าง ๆ สามารถเชื่อมต่อและสื่อสารกันได้ การเก็บข้อมูลแบบเรียลไทม์ (Real-time data collection) เก็บข้อมูลจากสภาพแวดล้อมและกระบวนการเกษตรแบบต่อเนื่อง การวิเคราะห์ข้อมูล (Data analytics) ประมวลผลข้อมูลเพื่อให้ได้สารสนเทศที่มีประโยชน์ การควบคุมอัตโนมัติ (Automation) และระบบที่สามารถตัดสินใจและดำเนินการได้โดยอัตโนมัติตามเงื่อนไขที่กำหนด

2.2 องค์ประกอบหลักของระบบ IoT สำหรับฟาร์มผลิตพืชอัจฉริยะ

อุปกรณ์เซ็นเซอร์และการเก็บข้อมูลในฟาร์มอัจฉริยะ เทคโนโลยี IoT ได้กลายเป็นส่วนสำคัญในการพัฒนาฟาร์มอัจฉริยะ (Smart farming) โดยมีเซ็นเซอร์เป็นองค์ประกอบพื้นฐานที่มีความสำคัญที่สุดในระบบนี้ ทำหน้าที่เก็บรวบรวมข้อมูลจากสภาพแวดล้อมและส่งต่อไปยังระบบประมวลผล เพื่อนำไปวิเคราะห์และตัดสินใจในการจัดการฟาร์มอย่างมีประสิทธิภาพ (Farooq et al., 2020, pp. 1-23) เซ็นเซอร์ด้านสภาพแวดล้อม (Environmental sensors) ทำหน้าที่ตรวจวัดปัจจัยด้านสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช ได้แก่

เซ็นเซอร์อุณหภูมิและความชื้นในอากาศที่ช่วยในการติดตามสภาพอากาศที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช และป้องกันความเสียหายจากสภาพอากาศที่รุนแรง (Elijah et al., 2018, p. 3760) เซ็นเซอร์วัดความเข้มแสงที่ตรวจวัดปริมาณแสงที่พืชได้รับซึ่งสำคัญต่อกระบวนการสังเคราะห์แสง เซ็นเซอร์วัดความเร็วลมและทิศทางลมที่ช่วยในการพยากรณ์อากาศในระดับพื้นที่เพื่อสามารถวางแผนการจัดการฟาร์มได้อย่างเหมาะสม เซ็นเซอร์วัดปริมาณน้ำฝนที่ติดตามปริมาณน้ำฝนเพื่อวางแผนการให้น้ำและการระบายน้ำในฟาร์ม และเซ็นเซอร์วัดรังสี UV ที่ตรวจวัดระดับรังสี UV ซึ่งมีผลต่อการเจริญเติบโตและอาจเป็นอันตรายต่อพืชหากมีมากเกินไป (Khanna & Kaur, 2019, pp. 218-231)

เซ็นเซอร์ด้านดิน (Soil sensors) ทำหน้าที่ตรวจวัดคุณสมบัติของดินที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช ประกอบด้วยเซ็นเซอร์วัดความชื้นในดินที่ช่วยในการบริหารจัดการน้ำให้เหมาะสมกับความต้องการของพืช เซ็นเซอร์วัด pH ของดินที่ตรวจวัดความเป็นกรด-ด่างของดินซึ่งมีผลต่อการดูดซึมธาตุอาหารของพืช เซ็นเซอร์วัดธาตุอาหารในดินที่ตรวจวัดปริมาณธาตุอาหารสำคัญ เช่น ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และธาตุอื่น ๆ (Vila-Aiub et al., 2021, p. 1643) เซ็นเซอร์วัดค่าการนำไฟฟ้าของดิน (Electrical Conductivity : EC) ที่บ่งชี้ถึงความสามารถในการปลดปล่อยธาตุอาหารที่จำเป็นสำหรับพืช และเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิดินที่ตรวจวัดอุณหภูมิของดินซึ่งมีผลต่อการงอกของเมล็ดและการเจริญเติบโตของรากพืช

เซ็นเซอร์ด้านพืช (Plant sensors) ทำหน้าที่ตรวจวัดสุขภาพและการเจริญเติบโตของพืชโดยตรง ได้แก่ เซ็นเซอร์วัดอัตราการเจริญเติบโตที่ติดตามการเติบโตของพืชเพื่อประเมินผลผลิต เซ็นเซอร์วัดความเครียดของพืชที่ตรวจวัดความเครียดของพืชจากปัจจัยต่าง ๆ เช่น การขาดน้ำ โรค หรือแมลงศัตรูพืช กล้องตรวจจับโรคและแมลงศัตรูพืชที่ใช้เทคโนโลยีการประมวลผลภาพเพื่อตรวจจับโรคและแมลงศัตรูพืชในระยะเริ่มต้น (Sishodia et al., 2020, pp. 1-31) เซ็นเซอร์ Long Range Wide Area Network (LoRaWAN) ที่ประเมินสุขภาพพืชโดยวัดการสะท้อนแสงในช่วงคลื่นที่ต่างกัน เซ็นเซอร์วัดการคายน้ำที่ตรวจวัดอัตราการคายน้ำของพืชซึ่งเป็นตัวบ่งชี้สำคัญของสุขภาพพืช (Khanna & Kaur, 2019, pp. 218-231) และเซ็นเซอร์วัดการสังเคราะห์แสงที่ตรวจวัดอัตราการสังเคราะห์แสงของพืชเพื่อประเมินประสิทธิภาพในการเจริญเติบโต (Saiz-Rubio & Rovira-Más, 2020, pp. 1-21) เซ็นเซอร์ด้านน้ำและการชลประทาน (Water and irrigation sensors) ทำหน้าที่ตรวจวัดและควบคุมการให้น้ำแก่พืช ประกอบด้วยเซ็นเซอร์วัดระดับน้ำที่ติดตามระดับน้ำในแหล่งเก็บน้ำหรือระบบชลประทาน เซ็นเซอร์วัดคุณภาพน้ำที่ตรวจวัดค่า pH ค่าการนำไฟฟ้า (EC) ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ (Dissolved Oxygen : DO) เพื่อให้มั่นใจว่าคุณภาพน้ำเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช เซ็นเซอร์วัดอัตราการไหลของน้ำที่ตรวจวัดปริมาณน้ำที่ไหลผ่านระบบชลประทาน เซ็นเซอร์วัดความดันน้ำที่ตรวจวัดความดันในระบบชลประทานเพื่อให้มั่นใจว่าระบบทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ และเซ็นเซอร์ตรวจจับการรั่วซึมที่ตรวจจับการรั่วซึมในระบบชลประทานเพื่อลดการสูญเสีย

2.3 ระบบเครือข่ายและการสื่อสาร

เซ็นเซอร์ในฟาร์มอัจฉริยะมักเชื่อมต่อกับระบบประมวลผลผ่านเทคโนโลยีการสื่อสารไร้สายต่าง ๆ เช่น LoRaWAN ที่เหมาะสำหรับการส่งข้อมูลระยะไกลที่ใช้พลังงานต่ำหรือ Zigbee ที่เหมาะสำหรับการสร้างเครือข่ายเซ็นเซอร์ที่มีความซับซ้อนในพื้นที่ขนาดเล็กถึงปานกลาง ในขณะที่ WiFi จะเหมาะสำหรับการส่งข้อมูลที่มีปริมาณมากในระยะใกล้ ส่วน Bluetooth Low Energy (BLE) จะเหมาะสำหรับการสื่อสารระยะใกล้ที่ใช้พลังงานต่ำ และ Cellular (4G/5G) เหมาะสำหรับพื้นที่ห่างไกลที่ไม่มีโครงสร้างพื้นฐานการสื่อสารอื่น โดยข้อมูลที่เก็บรวบรวมจากเซ็นเซอร์จะถูกส่งไปยังระบบประมวลผล ซึ่งอาจเป็นระบบคลาวด์หรือเซิร์ฟเวอร์ท้องถิ่น เพื่อวิเคราะห์และแปลงให้เป็นข้อมูลที่มีความหมายสำหรับเกษตรกร การวิเคราะห์ข้อมูลอาจใช้เทคโนโลยีต่าง ๆ เช่น การวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่ (Big data analytics) ที่วิเคราะห์ข้อมูลปริมาณมากเพื่อหาแนวโน้มและรูปแบบปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence : AI) และการเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning : ML) ที่พัฒนาโมเดลการทำนายและการตัดสินใจอัตโนมัติและการประมวลผลภาพ (Image processing) ที่วิเคราะห์ภาพจากกล้องเพื่อตรวจจับโรคหรือแมลงศัตรูพืช เป็นต้น การเลือกใช้เทคโนโลยีการสื่อสารขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ เช่น ระยะทาง ความต้องการด้านพลังงาน ปริมาณข้อมูล ความถี่ในการส่งข้อมูล และสภาพแวดล้อมของพื้นที่เพาะปลูก

การใช้เซ็นเซอร์และระบบ IoT ในฟาร์มอัจฉริยะมีประโยชน์หลายประการ ได้แก่ การเพิ่มผลผลิตโดยการจัดการฟาร์มที่แม่นยำช่วยเพิ่มผลผลิตต่อหน่วยพื้นที่ การลดต้นทุนโดยลดการใช้ทรัพยากร เช่น น้ำ ปุ๋ย และสารเคมีกำจัดศัตรูพืช การลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมโดยการใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ การตัดสินใจได้ดีขึ้นโดยใช้ข้อมูลที่แม่นยำและเป็นปัจจุบัน และการปรับให้เข้ากับการเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศที่ช่วยให้เกษตรกรรับมือกับความไม่แน่นอนของสภาพอากาศ (Saiz-Rubio & Rovira-Más, 2020, pp. 1-21) แม้ว่าเทคโนโลยีเซ็นเซอร์และ IoT จะมีประโยชน์มาก แต่ก็มีความท้าทายหลายประการ เช่น ค่าใช้จ่ายที่อาจสูงสำหรับเกษตรกรรายย่อย ความเชื่อถือได้ของเซ็นเซอร์ที่อาจทำงานผิดพลาดหรือเสียหายได้ในสภาพแวดล้อมที่รุนแรง การเชื่อมต่อในพื้นที่ห่างไกลที่อาจมีข้อจำกัด และความรู้และทักษะของเกษตรกรที่อาจขาดความรู้ในการใช้เทคโนโลยีที่ซับซ้อน แนวโน้มในอนาคตของเซ็นเซอร์และ IoT ในฟาร์มอัจฉริยะ เช่น การพัฒนาเซ็นเซอร์ที่มีความแม่นยำสูงขึ้นและใช้พลังงานต่ำลง การบูรณาการกับหุ่นยนต์และโดรนในการเก็บข้อมูลและปฏิบัติงานในฟาร์ม การวิเคราะห์ข้อมูลที่ซับซ้อนขึ้นโดยใช้ AI และ ML ในการวิเคราะห์ข้อมูลและตัดสินใจอัตโนมัติ และระบบแบบ Edge computing ที่ประมวลผลข้อมูลบางส่วนที่อุปกรณ์เพื่อลดการส่งข้อมูลและตอบสนองได้เร็วขึ้น (Villa-Henriksen et al., 2020, pp. 60-84)

2.4 การประมวลผลข้อมูลและการวิเคราะห์

ในระบบฟาร์มอัจฉริยะข้อมูลที่รวบรวมจากเซ็นเซอร์ต่าง ๆ จะผ่านกระบวนการประมวลผลและวิเคราะห์เพื่อสร้างสารสนเทศที่มีคุณค่าต่อการตัดสินใจในการจัดการฟาร์มสมัยใหม่โดยอาศัยโครงสร้างพื้นฐานการประมวลผลหลายรูปแบบเพื่อรองรับความต้องการที่หลากหลายการประมวลผลข้อมูลในระบบฟาร์มอัจฉริยะสามารถดำเนินการได้หลายระดับ ทั้ง Edge Computing ที่ประมวลผลข้อมูลใกล้แหล่งกำเนิด ช่วยลดการส่งข้อมูลไปยังคลาวด์และลดความล่าช้าในการตอบสนอง (Jawad et al., 2020, pp. 1-45) ในขณะที่ Fog computing ที่ทำหน้าที่เป็นชั้นกลางระหว่าง Edge และ Cloud ช่วยกระจายภาระการประมวลผลและการจัดเก็บข้อมูล และ Cloud computing ที่รองรับการประมวลผลและจัดเก็บข้อมูลขนาดใหญ่ การวิเคราะห์ข้อมูลในฟาร์มอัจฉริยะมีหลายระดับความซับซ้อน ตั้งแต่การวิเคราะห์เชิงพรรณนาที่อธิบายเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น การวิเคราะห์เชิงวินิจฉัยที่ค้นหาสาเหตุของปัญหา การวิเคราะห์เชิงทำนายที่ใช้แบบจำลองทางสถิติและการเรียนรู้ของเครื่องเพื่อคาดการณ์เหตุการณ์ในอนาคต ไปจนถึงการวิเคราะห์เชิงกำหนดที่แนะนำแนวทางปฏิบัติที่เหมาะสม เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์และการเรียนรู้ของเครื่องมีบทบาทสำคัญในการยกระดับการวิเคราะห์ข้อมูลจากฟาร์มอัจฉริยะ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการใช้ Deep learning วิเคราะห์ภาพเพื่อตรวจจับโรคพืช การใช้ Neural networks พยากรณ์ผลผลิต การประยุกต์ใช้ Reinforcement learning เพื่อหาแผนการให้น้ำและปุ๋ยที่เหมาะสมที่สุด และการวิเคราะห์อนุกรมเวลาเพื่อศึกษารูปแบบสภาพอากาศและผลกระทบต่อการใช้ยาปราบศัตรูพืช เป็นต้น

2.5 แพลตฟอร์มควบคุมและการตัดสินใจอัตโนมัติ

แพลตฟอร์มควบคุมเป็นองค์ประกอบสำคัญที่ทำหน้าที่เป็นศูนย์กลางในการบริหารจัดการและควบคุมอุปกรณ์ต่าง ๆ ภายในระบบฟาร์มอัจฉริยะ ระบบนี้ประมวลผลข้อมูลจากการวิเคราะห์เพื่อนำไปสู่การตัดสินใจและสั่งการอุปกรณ์อย่างมีประสิทธิภาพ (Mahdavinnejad et al., 2018, p. 164) โดยมีองค์ประกอบหลักที่ทำงานร่วมกันเพื่อสร้างระบบการจัดการที่ครบวงจร แพลตฟอร์มควบคุมประกอบด้วยส่วนติดต่อผู้ใช้ที่ออกแบบเพื่อการแสดงผลข้อมูลและสถานะฟาร์มผ่านแดชบอร์ดที่เข้าใจง่าย รวมถึงแอปพลิเคชันบนอุปกรณ์เคลื่อนที่และเว็บแอปพลิเคชันที่ช่วยให้เกษตรกรสามารถควบคุมและติดตามการทำงานของฟาร์มได้จากระยะไกล พร้อมทั้งระบบแจ้งเตือนที่ส่งสัญญาณผ่านช่องทางต่าง ๆ เมื่อเกิดเหตุการณ์ที่ต้องให้ความสนใจระบบควบคุม

อัตโนมัติทำงานโดยอาศัยการประสานกันระหว่างอุปกรณ์เซ็นเซอร์และแอคชูเอเตอร์ เพื่อจัดการกับกระบวนการที่สำคัญ เช่น การให้น้ำอัตโนมัติที่ปรับเปลี่ยนตามความชื้นในดินและสภาพอากาศ การจัดการระบบให้ปุ๋ยที่ตอบสนองต่อความต้องการทางโภชนาการของพืช การควบคุมสภาพแวดล้อมในโรงเรือนให้เหมาะสมกับการเจริญเติบโต และการจัดการศัตรูพืชอย่างมีประสิทธิภาพ (Bacco et al., 2019, pp. 1-13)

การตัดสินใจในระบบฟาร์มอัจฉริยะอาศัยส่วนประมวลผลที่ทำงานบนพื้นฐานของระบบฐานข้อมูล แบบจำลองการตัดสินใจ ระบบสนับสนุนการตัดสินใจ และระบบตรรกะเงื่อนไขที่ซับซ้อน เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลจากหลากหลายแหล่ง ทั้งเซ็นเซอร์ภายในฟาร์ม ภาพถ่ายจากโดรนและดาวเทียม ข้อมูลสภาพอากาศทั้งปัจจุบันและการพยากรณ์ ข้อมูลเชิงพื้นที่และข้อมูลเฉพาะของพันธุ์พืช การตัดสินใจอัตโนมัติในฟาร์มอัจฉริยะดำเนินการตามหลักการเกษตรแบบแม่นยำที่มุ่งเน้นการจัดการทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด ตัวอย่างเช่น ระบบสามารถควบคุมการให้น้ำโดยพิจารณาจากความชื้นในดินและการพยากรณ์ฝน ปรับสูตรปุ๋ยให้เหมาะสมกับสภาพดินและระยะการเจริญเติบโต ควบคุมสภาพแวดล้อมในโรงเรือนให้เหมาะสมที่สุดสำหรับพืชแต่ละชนิด และจัดการศัตรูพืชด้วยวิธีที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม เช่น การปล่อยศัตรูธรรมชาติหรือการพ่นสารชีวภัณฑ์เมื่อตรวจพบการระบาดของโรคในระยะเริ่มต้น (Talavera et al., 2017, pp. 283-297)

3. สถานการณ์การประยุกต์ใช้ IoT ในฟาร์มผลิตพืชอัจฉริยะในประเทศไทย

การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตประสาทรอบรู้ (IoT) ในภาคเกษตรกรรมของไทยได้รับการพัฒนาอย่างต่อเนื่องในช่วงทศวรรษที่ผ่านมา โดยมีการนำมาใช้ในหลายรูปแบบทั้งในระบบการตรวจวัดสภาพแวดล้อม ระบบควบคุมและจัดการฟาร์มอัตโนมัติและระบบติดตามและคาดการณ์ผลผลิต การตรวจวัดสภาพอากาศในแปลงเพาะปลูกด้วยเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายได้รับความนิยมในการติดตามปัจจัยสำคัญ เช่น อุณหภูมิ ความชื้น ปริมาณแสง และปริมาณน้ำฝน ซึ่งสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) ได้ดำเนินโครงการ "เกษตรอัจฉริยะ" ติดตั้งสถานีตรวจวัดในพื้นที่นำร่อง 6 จังหวัด เพื่อทำนวยความเสียหายของการระบาดของโรคพืชและแมลงศัตรูพืช ด้านการตรวจวัดและวิเคราะห์คุณภาพดิน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ร่วมกับภาคเอกชนได้พัฒนาเซ็นเซอร์วัดความชื้นในดินและค่า pH ที่มีต้นทุนต่ำ ขณะที่สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตรสนับสนุนการพัฒนา "ชุดตรวจวัดดินอัจฉริยะแบบพกพา" ที่วิเคราะห์ธาตุอาหารในดินและส่งข้อมูลไปยังสมาร์ตโฟนได้ทันที

ในด้านระบบการให้น้ำอัตโนมัติได้รับความนิยมมากที่สุด เนื่องจากช่วยประหยัดน้ำและแรงงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ บริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน) ร่วมกับพันธมิตรพัฒนาระบบการให้น้ำอัจฉริยะสำหรับมันสำปะหลังในจังหวัดนครราชสีมา ซึ่งช่วยลดการใช้น้ำลงได้ถึงร้อยละ 30 และเพิ่มผลผลิตขึ้นร้อยละ 20-25 (Smart Farming Technology Center, 2022, pp. 52-68) การควบคุมสภาพแวดล้อมในโรงเรือนอัจฉริยะกำลังได้รับความนิยมสำหรับพืชมูลค่าสูง ตัวอย่างความสำเร็จ ได้แก่ โครงการ "โรงเรือนปลูกผักอัจฉริยะ" ของบริษัท ไทยคอม อะกริเทค จำกัด และ "Smart Farm KKU" ของมหาวิทยาลัยขอนแก่นสำหรับปลูกเมล่อนและสตรอเบอร์รี่ (Khon Kaen University, 2023, Online) การให้ปุ๋ยแบบแม่นยำช่วยเพิ่มประสิทธิภาพและลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม โดย NECTEC ร่วมกับมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์พัฒนาระบบ "FarmGuide" วิเคราะห์ความต้องการปุ๋ยของข้าวและแนะนำสูตรปุ๋ยที่เหมาะสม

เทคโนโลยีการสำรวจระยะไกลผ่านภาพถ่ายทางอากาศและดาวเทียมได้รับการประยุกต์ใช้โดย GISTDA พัฒนาแอปพลิเคชัน "G-AGRO" ให้ข้อมูลแผนที่ดัชนีพืชพรรณสำหรับพืชเศรษฐกิจ (Geo-Informatics and Space Technology Development Agency, 2022, pp. 28-42) การประมวลผลภาพและคอมพิวเตอร์วิชันถูกนำมาใช้ในการประเมินสุขภาพพืช นักวิจัยจากมหาวิทยาลัยเชียงใหม่พัฒนาแอปพลิเคชันวินิจฉัยโรคในข้าวด้วย AI การพยากรณ์ผลผลิตด้วย AI และ ML เป็นเทคโนโลยีขั้นสูงที่สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำร่วมกับมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์พัฒนาแบบจำลองการพยากรณ์ผลผลิตข้าวในพื้นที่ลุ่มน้ำเจ้าพระยา ซึ่งมีความแม่นยำมากกว่าร้อยละ 85 (Hydro-Informatics Institute, 2022, pp. 35-47)

การประยุกต์ใช้เทคโนโลยี IoT ในภาคเกษตรกรรมไทยได้แสดงให้เห็นถึงความสำเร็จที่ในหลายพื้นที่ เช่น โครงการนาแปลงใหญ่อัจฉริยะจังหวัดสุพรรณบุรี เป็นความร่วมมือระหว่างเกษตรกร กรมการข้าว และ สวทช. บนพื้นที่กว่า 2,000 ไร่ ที่ติดตั้งระบบ IoT แบบครบวงจร ส่งผลให้ผลผลิตข้าวเพิ่มขึ้นร้อยละ 15-20 ขณะที่ต้นทุนลดลงร้อยละ 20-30 (Sustainable Agriculture Association of Thailand, 2024, pp. 43-59) ในจังหวัดเชียงใหม่ บริษัท ฟาร์มเทค จำกัด ได้พัฒนาโรงเรือนอัจฉริยะสำหรับปลูกผักไฮโดรโปนิคส์ด้วยระบบ IoT ควบคุมปัจจัยการผลิตทั้งหมด ทำให้สามารถผลิตผักคุณภาพสูงได้ตลอดปีโดยไม่ขึ้นกับสภาพอากาศภายนอก (Sustainable Agriculture Association of Thailand, 2024, pp. 43-59) ส่วน "สวนอัจฉริยะ" ของมูลนิธิชัยพัฒนาที่จังหวัดเพชรบุรี ได้นำ IoT มาจัดการสวนผลไม้ทั้งระบบน้ำ ปุ๋ย และการเฝ้าระวังโรคและแมลง โดยเน้นการใช้พลังงานทดแทนและการอนุรักษ์ทรัพยากรน้ำ (King's Chaipattana Foundation, 2023 pp. 28-42) นอกจากนี้ยังมีแปลงสาธิตอ้อย

อัจฉริยะในจังหวัดกาญจนบุรีที่ใช้เซ็นเซอร์เครือข่าย 5G ร่วมกับอุปกรณ์ IoT ในการให้น้ำและปุ๋ย ทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นร้อยละ 15-20 และลดการใช้น้ำได้ร้อยละ 25 ในขณะที่นิคมเกษตรอุตสาหกรรมภาคใต้ได้ใช้เทคโนโลยี IoT จัดการสวนทุเรียนและมังคุดแบบแม่นยำสูง ช่วยควบคุมคุณภาพและเพิ่มสัดส่วนผลไม้มัดส่งออก รวมทั้งสวนทุเรียนในจันทบุรีได้นำโดรนรองรับ 5G และเซ็นเซอร์ IoT มาวิเคราะห์สภาพภูมิอากาศระดับจุลภาค ช่วยตรวจจับโรคและแมลงศัตรูพืชแต่เริ่มแรกของการระบาดด้วยภาพถ่ายความละเอียดสูงที่ประมวลผลด้วย AI ทำให้ลดการใช้จ่ายฆ่าแมลงลงร้อยละ 22 และเพิ่มคุณภาพผลไม้อย่างมีนัยสำคัญ (Sustainable Agriculture Association of Thailand, 2024, pp. 43-59)

4. แนวทางการส่งเสริมและพัฒนการใช้ IoT ในฟาร์มผลิตพืชของประเทศไทย

การส่งเสริมและพัฒนการใช้ IoT ในฟาร์มผลิตพืชไทยจำเป็นต้องได้รับการสนับสนุนจากทุกภาคส่วน โดยภาครัฐมีบทบาทสำคัญในการกำหนดนโยบายและมาตรการสนับสนุน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ได้จัดทำแผนแม่บทเกษตรอัจฉริยะ (พ.ศ. 2566-2570) เพื่อส่งเสริมการใช้เทคโนโลยี IoT ผ่านมาตรการสนับสนุนทางการเงิน การยกเว้นภาษีนำเข้าอุปกรณ์ และการสนับสนุนเงินกู้ดอกเบี้ยต่ำแก่เกษตรกรและผู้ประกอบการ (Ministry of Agriculture and Cooperatives [MOAC], 2023, pp. 23-41) ขณะที่สำนักงานส่งเสริมเศรษฐกิจดิจิทัล (DEPA) ได้จัดสรรงบประมาณกว่า 500 ล้านบาทในปี 2567 เพื่อพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานดิจิทัลในพื้นที่เกษตรกรรม ครอบคลุมการขยายเครือข่ายอินเทอร์เน็ตความเร็วสูงและการติดตั้งสถานีฐาน IoT ในพื้นที่ชนบทด้านการวิจัยและพัฒนา สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (สวก.) ได้สนับสนุนทุนวิจัยแก่สถาบันการศึกษาและเอกชนในการพัฒนาเทคโนโลยี IoT ต้นทุนต่ำที่เหมาะสมกับบริบทของเกษตรกรไทย โดยมุ่งเน้นการลดการนำเข้าและเพิ่มการพึ่งพาเทคโนโลยีภายในประเทศ

ความร่วมมือระหว่างภาคส่วนต่าง ๆ เป็นกุญแจสำคัญในการขับเคลื่อนการใช้ IoT ในภาคเกษตร โครงการ "เกษตรก้าวไกล ไทยก้าวหน้า" เป็นความร่วมมือระหว่างกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กระทรวงดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม และสภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย ในการพัฒนาพื้นที่นำร่องเกษตรอัจฉริยะใน 10 จังหวัด เพื่อเป็นแหล่งเรียนรู้และถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่เกษตรกร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรีได้ร่วมมือกับบริษัท ทรู คอร์ปอเรชั่น จำกัด (มหาชน) พัฒนาหลักสูตร "นวัตกรรมเกษตรอัจฉริยะ" เพื่อสร้างบุคลากรที่มีความเชี่ยวชาญทั้งด้านเกษตรและเทคโนโลยีในระดับนานาชาติ ประเทศไทยได้ร่วมมือกับองค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ (FAO) และธนาคารพัฒนาเอเชีย (ADB) ในโครงการ "Digital Agriculture for ASEAN" เพื่อแลกเปลี่ยนองค์ความรู้และเทคโนโลยีด้านเกษตรอัจฉริยะระหว่างประเทศสมาชิกอาเซียน

การพัฒนาทรัพยากรมนุษย์เป็นอีกปัจจัยสำคัญในการส่งเสริมการใช้ IoT กรมส่งเสริมการเกษตรได้จัดทำหลักสูตร "เกษตรกรรุ่นใหม่ (Young Smart Farmer)" มุ่งเสริมสร้างความรู้ด้านเทคโนโลยีการเกษตรให้กับเกษตรกรรุ่นใหม่ผ่านกระบวนการฝึกอบรมและการเยี่ยมชมฟาร์มต้นแบบ โดยในปี 2566 มีเกษตรกรเข้าร่วมโครงการกว่า 5,000 ราย (Department of Agricultural Extension, 2023, pp. 25-37) สถาบันการศึกษาหลายแห่งได้พัฒนาหลักสูตรด้านเกษตรอัจฉริยะ เช่น มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เปิดหลักสูตร "วิศวกรรมเกษตรอัจฉริยะ" ในระดับปริญญาตรีและโท เพื่อผลิตบัณฑิตที่มีความเชี่ยวชาญในการพัฒนาและประยุกต์ใช้เทคโนโลยี IoT ในภาคเกษตร นอกจากนี้ ธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตร (ธ.ก.ส.) ยังจัดโครงการบ่มเพาะผู้ประกอบการเกษตรเทคโนโลยี (AgTech startup) เพื่อสร้างธุรกิจนวัตกรรมที่ให้บริการด้านเทคโนโลยีเกษตรแก่เกษตรกรไทย (Bank for Agriculture and Agricultural Cooperatives, 2024, pp. 32-48)

รูปแบบธุรกิจและโมเดลการให้บริการที่เหมาะสมมีส่วนสำคัญในการส่งเสริมการใช้ IoT แนวคิด "Farming-as-a-Service" กำลังได้รับความนิยม โดยบริษัท เวลโกรท์ จำกัด เป็นผู้ดำเนินการให้บริการระบบควบคุมการปลูกพืชอัจฉริยะแบบครบวงจร ซึ่งเกษตรกรสามารถเช่าใช้บริการแทนการลงทุนซื้ออุปกรณ์ราคาสูง การรวมกลุ่มเกษตรกรในรูปแบบสหกรณ์เพื่อการแบ่งปันเทคโนโลยีก็เป็นอีกแนวทางที่ประสบความสำเร็จ เช่น สหกรณ์การเกษตรบางน้ำเปรี้ยว จำกัด ในจังหวัดฉะเชิงเทรา ที่จัดซื้ออุปกรณ์ IoT สำหรับการตรวจวัดคุณภาพดินและน้ำให้สมาชิกใช้ร่วมกัน ทำให้ต้นทุนต่อรายลดลงอย่างมีนัยสำคัญ (Cooperative Promotion Department, 2023, pp. 42-58) แพลตฟอร์มดิจิทัลสำหรับเกษตรกรที่พัฒนาโดยบริษัท รีเชิร์ช โซลูชั่น จำกัด ภายใต้ชื่อ "FARMTO" ได้รวบรวมข้อมูลการเกษตรและบริการต่าง ๆ ไว้ในที่เดียว ตั้งแต่การให้คำแนะนำการเพาะปลูก การเฝ้าระวังโรคและแมลง ไปจนถึงการเชื่อมโยงกับตลาดรับซื้อผลผลิต ซึ่งมีเกษตรกรใช้งานกว่า 50,000 รายทั่วประเทศ (Thai Agricultural Technology Entrepreneurs Association, 2024 pp. 62-77)

7. แนวโน้มและทิศทางในอนาคตของเทคโนโลยี IoT สำหรับการเกษตรของประเทศไทย

แนวโน้มและทิศทางในอนาคตของ IoT ในเกษตรกรรมไทยมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องโดยเทคโนโลยี 5G จะเป็นตัวเร่งสำคัญที่ทำให้การเชื่อมต่ออุปกรณ์ IoT มีประสิทธิภาพสูงขึ้น การศึกษาของสำนักงานคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติพบว่า เครือข่าย 5G จะช่วยรองรับอุปกรณ์ IoT ได้ถึง 1 ล้านอุปกรณ์ต่อตารางกิโลเมตร ซึ่งจะเอื้อต่อการใช้เซ็นเซอร์ความละเอียดสูงในพื้นที่เกษตรกรรม เทคโนโลยีบล็อกเชนกำลังถูกนำมาใช้ในการตรวจสอบย้อนกลับผลิตภัณฑ์เกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือร่วมกับบริษัท อีสท์ เวสต์ ซีด จำกัด พัฒนาระบบตรวจสอบย้อนกลับผลิตภัณฑ์เกษตรอินทรีย์ด้วยบล็อกเชนที่เชื่อมโยงข้อมูลจากเซ็นเซอร์ IoT ในแปลงเพาะปลูกกับข้อมูลการรับรองมาตรฐาน ทำให้ผู้บริโภคสามารถเข้าถึงข้อมูลการผลิตได้อย่างโปร่งใส เทคโนโลยี Digital twin กำลังได้รับความสนใจในการจำลองฟาร์มดิจิทัล โดย NECTEC พัฒนาระบบจำลองฟาร์มผลิตพืชเสมือนจริงที่ใช้ข้อมูลจากเซ็นเซอร์ IoT และแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในการทำนายผลของการเปลี่ยนแปลงปัจจัยการผลิตต่าง ๆ ซึ่งช่วยให้เกษตรกรตัดสินใจได้อย่างแม่นยำก่อนลงมือปฏิบัติจริง

การบูรณาการเทคโนโลยี IoT กับพลังงานทดแทนเป็นอีกแนวโน้มสำคัญสำหรับเกษตรกรรมไทย กระทรวงพลังงานร่วมกับกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ดำเนินโครงการ "Smart Farm พลังงานสะอาด" ส่งเสริมการใช้พลังงานแสงอาทิตย์ในการขับเคลื่อนระบบ IoT บนฟาร์มผลิตพืช ซึ่งช่วยลดต้นทุนการใช้พลังงานและเพิ่มความยั่งยืนในระยะยาว (Ministry of Energy, 2023 pp. 45-62) เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ขั้นสูงโดยเฉพาะ Generative AI และ Computer vision กำลังถูกพัฒนาเพื่อใช้ในการวินิจฉัยโรคพืชและแมลงศัตรูพืชได้อย่างแม่นยำยิ่งขึ้น บริษัท แอดวานซ์ อินโฟ เซอร์วิส จำกัด (มหาชน) ร่วมกับมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ พัฒนาแอปพลิเคชัน AI ที่สามารถระบุโรคพืชและแมลงศัตรูพืชได้มากกว่า 500 ชนิด ด้วยความแม่นยำสูงถึง 95% หุ่นยนต์ทางการเกษตรและโดรนอัตโนมัติจะมีบทบาทมากขึ้นในการแก้ปัญหาแรงงานภาคเกษตรที่ลดลง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรีร่วมกับบริษัท มิตรผล จำกัด พัฒนาหุ่นยนต์ตรวจสอบและเก็บเกี่ยวอ้อยอัตโนมัติที่ใช้ AI ในการประเมินความสุกและตัดสินใจเก็บเกี่ยว

โอกาสในการขยายตลาดและการส่งออกเทคโนโลยี IoT ทางเกษตรของไทยมีแนวโน้มเติบโตอย่างต่อเนื่อง รายงานจากสถาบันอนาคตไทยศึกษาคาดการณ์ว่า ตลาดเทคโนโลยีเกษตรอัจฉริยะในอาเซียนจะมีมูลค่าถึง 2 แสนล้านบาทภายในปี 2573 ซึ่งไทยมีศักยภาพในการเป็นผู้นำในภูมิภาคด้วยความเข้มแข็งทั้งในภาคการเกษตรและเทคโนโลยีดิจิทัล (Future Thailand Institute, 2023 pp. 102-118) การพัฒนามาตรฐานและการรับรองผลิตภัณฑ์เกษตรอัจฉริยะจะช่วยยกระดับความน่าเชื่อถือของสินค้าเกษตรไทย สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (มกอช.) อยู่ระหว่างการพัฒนามาตรฐาน "Smart Agricultural Products" ซึ่งรับรองกระบวนการผลิตที่ใช้เทคโนโลยี IoT ในการควบคุมคุณภาพตลอดห่วงโซ่การผลิต การเชื่อมโยงกับตลาดสีเขียวและความยั่งยืนเป็นทิศทางสำคัญ ผลการวิจัยของมหาวิทยาลัยมหิดลพบว่า ผู้บริโภคในเมืองใหญ่ยินดีจ่ายเพิ่มขึ้นร้อยละ 15-25 สำหรับผลิตภัณฑ์เกษตรที่ใช้เทคโนโลยี IoT ในการควบคุมการใช้สารเคมีและทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ

วิสัยทัศน์ของเกษตรอัจฉริยะในอนาคตสำหรับประเทศไทยมุ่งเน้นการสร้างระบบนิเวศที่ยั่งยืนและครบวงจร แผนยุทธศาสตร์ "เกษตรไทย 2030" ของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ตั้งเป้าให้เกษตรกรไทยอย่างน้อยร้อยละ 25 เข้าถึงและใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยี IoT ภายในปี 2573 พร้อมทั้งพัฒนาแพลตฟอร์มการเกษตรแห่งชาติที่บูรณาการข้อมูลและบริการต่าง ๆ ไว้ในที่เดียว (MOAC, 2024, pp. 67-89) การพัฒนา "หมู่บ้านเกษตรอัจฉริยะ" ที่ใช้พลังงานหมุนเวียนและเทคโนโลยี IoT ในการผลิตอาหารปลอดภัยและรักษาสิ่งแวดล้อม กำลังได้รับการผลักดันภายใต้แนวคิด Bio-Circular-Green (BCG) economy model (โมเดลเศรษฐกิจ BCG) ซึ่งจะช่วยยกระดับคุณภาพชีวิตของเกษตรกรและสร้างความมั่นคงทางอาหารในระยะยาวของระบบการเกษตรในอนาคตของไทยจะเน้นการเชื่อมโยงข้อมูลระหว่างผู้มีส่วนได้ส่วนเสียทุกภาคส่วน ตั้งแต่เกษตรกร นักวิจัย ผู้ผลิต ปัจจัยการผลิต ผู้แปรรูป ผู้จัดจำหน่าย ไปจนถึงผู้บริโภค เพื่อสร้างระบบอาหารที่มีประสิทธิภาพ ยั่งยืน และตอบสนองต่อความต้องการของตลาดได้อย่างรวดเร็ว (Office of National Higher Education Science Research and Innovation Policy Council, 2024, pp. 83-95)

8. สรุปและข้อเสนอแนะ

การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตประสาทรผลิต (IoT) สำหรับฟาร์มผลิตพืชอัจฉริยะในประเทศไทยแสดงให้เห็นถึงความก้าวหน้าอย่างมีนัยสำคัญในการปฏิรูปภาคเกษตรกรรมไทยสู่ยุคดิจิทัล โดยกรณีศึกษาความสำเร็จในประเทศชี้ให้เห็นว่าการใช้เทคโนโลยี IoT สามารถเพิ่มผลผลิตได้ถึงร้อยละ 15-25 ลดต้นทุนการผลิตลงร้อยละ 20-30 และช่วยให้การใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น อย่างไรก็ตาม การแพร่กระจายของเทคโนโลยียังจำกัดอยู่ในฟาร์มขนาดใหญ่และฟาร์มเชิงพาณิชย์ ขณะที่เกษตรกรรายย่อย ซึ่งเป็นประชากรหลักของภาคเกษตรไทย ยังประสบกับอุปสรรคในการเข้าถึงเทคโนโลยีดังกล่าว ซึ่งมีความท้าทายที่สำคัญ ได้แก่ ข้อจำกัดด้านโครงสร้างพื้นฐานดิจิทัลในพื้นที่ชนบท ต้นทุนเริ่มต้นในการติดตั้งระบบที่สูง และการขาดความรู้และทักษะด้านดิจิทัลของเกษตรกร โดยปัจจัยแห่งความสำเร็จในการขับเคลื่อนเกษตรอัจฉริยะของไทย ประกอบด้วย

1. การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานดิจิทัลให้ครอบคลุมพื้นที่เกษตรกรรม ควรมีระบบอินเทอร์เน็ตความเร็วสูงและระบบเซ็นเซอร์อัจฉริยะที่เข้าถึงทุกพื้นที่เกษตร ซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญที่จะทำให้เกษตรกรสามารถใช้เทคโนโลยีได้อย่างเต็มที่ เพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและเข้าถึงข้อมูลได้แบบเรียลไทม์
2. การวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับบริบทของไทย ควรส่งเสริมให้มีการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีที่นำมาใช้ต้องสอดคล้องกับสภาพภูมิอากาศ พื้นที่เพาะปลูก และความสามารถของเกษตรกรไทย ไม่ใช่เพียงการนำเทคโนโลยีต่างชาติมาใช้โดยตรง แต่ต้องมีการพัฒนาเทคโนโลยีภายในประเทศให้เหมาะสมกับบริบทของประเทศ
3. การพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ เกษตรกรต้องได้รับการอบรม เพิ่มทักษะในการใช้เทคโนโลยี รวมถึงเสริมความเข้าใจด้านข้อมูลและการวิเคราะห์ เพื่อให้สามารถประยุกต์ใช้เครื่องมืออัจฉริยะได้จริง
4. การสร้างรูปแบบธุรกิจที่เอื้อให้เกษตรกรรายย่อยสามารถเข้าถึงเทคโนโลยีได้ เนื่องจากเกษตรกรรายย่อยมักมีข้อจำกัดด้านเงินทุน การออกแบบโมเดลธุรกิจ เช่น การเช่าใช้เทคโนโลยี การรวมกลุ่มเพื่อใช้เทคโนโลยีร่วมกัน หรือการสนับสนุนทางการเงิน จึงมีความสำคัญมาก
5. การส่งเสริมความร่วมมือระหว่างภาครัฐ ภาคเอกชน สถาบันการศึกษา และองค์กรท้องถิ่น ความร่วมมือแบบบูรณาการระหว่างหลายภาคส่วนจะช่วยขับเคลื่อนนวัตกรรมเกษตรอัจฉริยะอย่างมีประสิทธิภาพ ตั้งแต่การวางแผน นำเทคโนโลยีลงพื้นที่ ไปจนถึงการพัฒนาตลาดและระบบสนับสนุนต่าง ๆ

ข้อเสนอแนะเชิงนโยบายเพื่อการพัฒนาการประยุกต์ใช้ IoT ในฟาร์มผลิตพืชของไทยให้มีประสิทธิภาพและยั่งยืน ได้แก่:

1. การบูรณาการนโยบายด้านการเกษตร เทคโนโลยีดิจิทัล และการพัฒนาชนบทเข้าด้วยกัน เพื่อให้การส่งเสริมเกษตรอัจฉริยะเป็นไปอย่างมีเอกภาพ การประสานนโยบายอย่างเป็นระบบจะทำให้การส่งเสริมเกษตรอัจฉริยะมีทิศทางชัดเจน ลดความซ้ำซ้อนและสนับสนุนการเปลี่ยนผ่านสู่ฟาร์มอัจฉริยะได้อย่างรวดเร็ว
2. การจัดตั้งกองทุนเฉพาะเพื่อสนับสนุนการลงทุนในเทคโนโลยีเกษตรอัจฉริยะสำหรับเกษตรกรรายย่อยและวิสาหกิจชุมชน โดยการจัดตั้งกองทุนเฉพาะเพื่อสนับสนุนการลงทุนในเทคโนโลยีเกษตรอัจฉริยะ การมีแหล่งเงินทุนเฉพาะช่วยให้เกษตรกรรายย่อยและวิสาหกิจชุมชนเข้าถึงเทคโนโลยีได้ง่ายขึ้น ลดอุปสรรคด้านต้นทุนเริ่มต้น และเร่งการกระจายเทคโนโลยีไปในวงกว้าง
3. การพัฒนาศูนย์เรียนรู้เกษตรอัจฉริยะในทุกภูมิภาค เพื่อใช้เป็นแหล่งสาธิตและถ่ายทอดเทคโนโลยี ศูนย์เรียนรู้จะทำหน้าที่เป็นแหล่งถ่ายทอดความรู้เชิงปฏิบัติจริง ช่วยลดความกลัวเทคโนโลยีและเสริมสร้างความมั่นใจให้เกษตรกรในการนำ IoT มาใช้
4. การสนับสนุนการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยี IoT ต้นทุนต่ำที่เหมาะสมกับบริบทของไทย สำหรับการลงทุนในเทคโนโลยีที่พัฒนาเองภายในประเทศจะช่วยลดต้นทุนการนำไปใช้ลดลงและเทคโนโลยีนั้นสามารถตอบโจทย์บริบทเฉพาะของเกษตรกรไทยได้อย่างแท้จริง
5. การส่งเสริมรูปแบบธุรกิจแบบ Farming-as-a-service เพื่อลดภาระการลงทุนเริ่มต้นของเกษตรกร บริการเกษตรแบบจ่ายตามการใช้งานช่วยให้เกษตรกรไม่ต้องลงทุนซื้ออุปกรณ์เอง ลดภาระทางการเงิน และสามารถเข้าถึงเทคโนโลยีใหม่ ๆ ได้อย่างต่อเนื่อง

ทิศทางการวิจัยในอนาคต ควรมุ่งเน้นไปที่

1. การพัฒนาแบบจำลองการตัดสินใจเฉพาะพืชเศรษฐกิจของไทย โดยภาครัฐควรสนับสนุนการวิจัยเพื่อพัฒนาแบบจำลองการตัดสินใจ (Decision Support Models) ที่เหมาะสมเฉพาะสำหรับพืชเศรษฐกิจหลักของประเทศไทย เช่น ข้าว มันสำปะหลัง อ้อย ยางพารา และผลไม้มูลค่าสูง โดยรวบรวมข้อมูลเฉพาะถิ่นเกี่ยวกับสภาพภูมิอากาศ ดิน และปัจจัยการผลิตที่เหมาะสม เพื่อสร้างระบบสนับสนุนการตัดสินใจที่แม่นยำและตรงกับบริบทของเกษตรกรไทย

2. การบูรณาการ IoT กับเทคโนโลยีอื่น ๆ เข้ากับปัญญาประดิษฐ์ (AI) และบล็อกเชน เพื่อส่งเสริมการพัฒนาระบบที่เชื่อมโยงข้อมูลจากเซ็นเซอร์ IoT เข้ากับแพลตฟอร์ม AI ในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงลึกและคาดการณ์แนวโน้มการผลิต รวมถึงใช้เทคโนโลยีบล็อกเชนในการสร้างความโปร่งใสตลอดห่วงโซ่อุปทาน ซึ่งจะช่วยยกระดับความน่าเชื่อถือของผลิตภัณฑ์เกษตรไทยในตลาดโลก

3. การศึกษาผลกระทบทางเศรษฐกิจและสังคม ควรมีการวิจัยเชิงประจักษ์เกี่ยวกับผลกระทบของการนำเทคโนโลยีเกษตรอัจฉริยะมาใช้อย่างกว้างขวาง ในด้านเศรษฐกิจ ในมิติของต้นทุนและผลตอบแทนความคุ้มค่าในการลงทุน และด้านสังคม ในมิติของการจ้างงาน ทักษะแรงงาน การกระจายรายได้ เพื่อให้มีข้อมูลประกอบการตัดสินใจเชิงนโยบายที่ครอบคลุมทุกมิติ

4. การพัฒนาระบบนิเวศนวัตกรรมที่เอื้อต่อการเจริญเติบโตของเกษตรกรอัจฉริยะอย่างยั่งยืน โดยภาครัฐควรส่งเสริมการสร้างระบบนิเวศนวัตกรรมที่ครบวงจร ตั้งแต่การวิจัยและพัฒนา การถ่ายทอดเทคโนโลยี การเข้าถึงแหล่งเงินทุน และการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ รวมถึงการสร้างร่วมมือระหว่างภาครัฐ เอกชน สถาบันการศึกษา และเกษตรกร เพื่อขับเคลื่อนการพัฒนาเกษตรอัจฉริยะอย่างยั่งยืน

อย่างไรก็ตามความร่วมมือจากทุกภาคส่วนและการกำหนดนโยบายที่เหมาะสม เทคโนโลยี IoT จะเป็นเครื่องมือสำคัญในการเสริมสร้างความสามารถในการแข่งขันของภาคเกษตรไทยในเวทีโลก และช่วยยกระดับคุณภาพชีวิตของเกษตรกรไทยในระยะยาวอย่างมั่นคง

เอกสารอ้างอิง

- Bacco, M., Barsocchi, P., Ferro, E., Gotta, A., & Ruggeri, M. (2019). The digitisation of agriculture: A survey of research activities on smart farming. *Array*, 3-4, 1-13.
- Bank for Agriculture and Agricultural Cooperatives. (2024). *Agricultural technology entrepreneur incubation project*. BAAC. (in Thai)
- Cooperative Promotion Department. (2023). *Application of IoT technology in agricultural cooperatives*. Ministry of Agriculture and Cooperatives. (in Thai)
- Department of Agricultural Extension. (2023). *Young smart farmer project*. Ministry of Agriculture and Cooperatives. (in Thai)
- Elijah, O., Rahman, T. A., Orikumhi, I., Leow, C. Y., & Hindia, M. N. (2018). An overview of Internet of Things (IoT) and data analytics in agriculture: Benefits and challenges. *IEEE Internet of things Journal*, 5(5), 3758-3773.
- Farooq, M. S., Riaz, S., Abid, A., Umer, T., & Zikria, Y. B. (2020). Role of IoT technology in agriculture: A systematic literature review. *Electronics*, 9(2), 1-41.
- Future Thailand Institute. (2023). *Report on smart agricultural technology market in ASEAN*. Author. (in Thai)
- Geo-Informatics and Space Technology Development Agency. (2022). *G-AGRO application for farmers*. GISTDA. (in Thai)
- Hydro-Informatics Institute. (2022). *Rice yield forecasting model in Chao Phraya River basin*. HII. (in Thai)
- Jawad, H. M., Nordin, R., Gharghan, S. K., Jawad, A. M., & Ismail, M. (2017). Energy-efficient wireless sensor networks for precision agriculture: A review. *Sensors*, 17(8), 1-45.
- Khanna, A., & Kaur, S. (2019). Evolution of Internet of Things (IoT) and its significant impact in the field of Precision Agriculture. *Computers and Electronics in Agriculture*, 157, 218-231.

- Khon Kaen University. (2023). *Invitation to training on 'Closed-type vertical smart farm for growing strawberries'*. <https://www.en.kku.ac.th/web/ae/2024/07/05/1924/>.
- King's Chaipattana Foundation. (2023). *Smart garden project*. Author. (in Thai)
- Mahdavinejad, M. S., Rezvan, M., Barekatain, M., Adibi, P., Barnaghi, P., & Sheth, A. P. (2018). Machine learning for Internet of Things data analysis: A survey. *Digital Communications and Networks*, 4(3), 161-175.
- Ministry of Agriculture and Cooperatives. (2023). *Smart agriculture master plan (2023-2027)*. Author. (in Thai)
- Ministry of Agriculture and Cooperatives. (2024). *Strategy plan "Thai Agriculture 2030"*. Author. (in Thai)
- Ministry of Commerce. (2024). *Statistical report on agricultural export of Thailand*. Author. (in Thai)
- Ministry of Digital Economy and Society. (2024). *Digital development plan for economy and society of Thailand*. Author. (in Thai)
- Ministry of Energy. (2023). *Smart farm clean energy project*. Author. (in Thai)
- Muangprathub, J., Boonnam, N., Kajornkasirat, S., Lekbangpong, N., Wanichsombat, A., & Nillaor, P. (2019). IoT and agriculture data analysis for smart farm. *Computers and Electronics in Agriculture*, 156, 467-474.
- Office of National Higher Education Science Research and Innovation Policy Council. (2024). *BCG economy model and agricultural sector development*. NXPO. (in Thai)
- Saiz-Rubio, V., & Rovira-Más, F. (2020). From smart farming towards agriculture 5.0: A review on crop data management. *Agronomy*, 10(2), 1-21.
- Sishodia, R. P., Ray, R. L., & Singh, S. K. (2020). Applications of remote sensing in precision agriculture: A review. *Remote Sensing*, 12(19), 1-31.
- Smart Farming Technology Center. (2022). *Performance report of smart irrigation system for cassava*. Agricultural Technology and Innovation Center. (in Thai)
- Sustainable Agriculture Association of Thailand. (2024). Case study of smart greenhouse for hydroponic vegetable cultivation. (in Thai)
- Talavera, J. M., Tobón, L. E., Gómez, J. A., Culman, M. A., Aranda, J. M., Parra, D. T., Quiroz, L. A., Hoyos, A., & Garreta, L. E. (2017). Review of IoT applications in agro-industrial and environmental fields. *Computers and Electronics in Agriculture*, 142, 283-297.
- Thai Agricultural Technology Entrepreneurs Association. (2024). Report on FARMTO platform usage. (in Thai)
- Thailand Development Research Institute. (2024). *Report on agricultural labor situation in Thailand*. TDRI. (in Thai)
- Tzounis, A., Katsoulas, N., Bartzanas, T., & Kittas, C. (2017). Internet of Things in agriculture, recent advances and future challenges. *Biosystems Engineering*, 164, 31-48.
- Vila-Aiub, M. M., Han, H., Yu, Q., García, F., & Powles, S. B. (2021). Contrasting plant ecological benefits endowed by naturally occurring EPSPS resistance mutations under glyphosate selection. *Evolutionary Applications*, 14(6), 1635-1645.
- Villa-Henriksen, A., Edwards, G. T., Pesonen, L. A., Green, O., & Sørensen, C. A. G. (2020). Internet of Things in arable farming: Implementation, applications, challenges and potential. *Biosystems Engineering*, 191, 60-84.

“ข้อคิดเห็น เนื้อหา รวมทั้งการใช้ภาษาในบทความถือเป็นความรับผิดชอบของผู้เขียน”

Research article

การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ร่วมกับเทคนิค K-W-D-L
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

THE DEVELOPMENT OF MATHEMATICS LEARNING ACTIVITIES BY USING A
CONSTRUCTIVIST APPROACH WITH K-W-D-L FOR MATTHAYOM SUEKSA SIX STUDENTS

กิริณา จิรโชติเดโช*

Ghirana Jirachotdaecho*

ghirana.j@ds.ru.ac.th*

โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยรามคำแหง (ฝ่ายมัธยม) มหาวิทยาลัยรามคำแหง กรุงเทพมหานคร 10240 ประเทศไทย

The Demonstration School of Ramkhamhaeng University, Ramkhamhaeng University, Bangkok 10240 Thailand

Journal of Industrial Education. 2025, Vol. 24 (No. 1), <https://doi.org/10.55003/JIE.24104>

Received: March 20, 2025, | Revised: April 2, 2025 | Accepted: April 14, 2025

ABSTRACT

This research was the development of mathematics learning activities by using a constructivist approach with K-W-D-L for matthayom sueksa six students on the topic of statistics. The sample consisted of 40 students from the Demonstration School of Ramkhamhaeng University using simple random sampling with lottery method. The research instruments were five mathematics lesson plans based on the constructivist approach with K-W-D-L on the topic of statistic with quality level 4.62, a 20-question with four choices learning achievement test with 0.26-0.78 difficulty index, 0.27-0.77 discrimination index and 0.84 reliability and a 10-item students' satisfaction questionnaire with five level rating scale and 1.00 index of item objective congruence. Data analysis involved calculating means, standard deviations, percentages, and performing a dependent samples t-test. The findings revealed that: 1) The mathematics learning activities, consisting of four steps including (1) introduction, (2) idea exchange and problem-solving using the K-W-D-L technique, (3) conclusion, and (4) application, were efficient with values of 81.13/80.25. 2) Students' learning achievements significantly increased after the lesson at the 0.05 level and 3) Students' satisfaction with the learning activities was rated high ($\bar{X}$ = 4.49, SD = 0.52).

Keywords: Mathematics learning achievement, Constructivist theory, K-W-D-L technique

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ร่วมกับเทคนิค K-W-D-L ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่องสถิติ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยรามคำแหง (ฝ่ายมัธยม) จำนวน 40 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มอย่างง่าย ด้วยการจับฉลาก เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ร่วมกับเทคนิค K-W-D-L เรื่องสถิติ จำนวน 5 แผน ที่มีค่าเฉลี่ยระดับคุณภาพ 4.62 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชนิดปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ ที่มีค่าความยากง่าย 0.26-0.78 ค่าอำนาจจำแนก 0.27-0.77 และค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.84 และแบบสอบถามความพึงพอใจต่อกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ร่วมกับเทคนิค K-W-D-L แบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ จำนวน 10 ข้อ ที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ 1.00 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ร้อยละ และการทดสอบค่าที ผลการวิจัยพบว่า 1) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ร่วมกับเทคนิค K-W-D-L ประกอบด้วย ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ขั้นแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและวิเคราะห์หาวิธีแก้ปัญหาโดยใช้เทคนิค K-W-D-L ขั้นสรุป และขั้นนำไปประยุกต์ใช้ มีประสิทธิภาพเท่ากับ 81.13/80.25 2) นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 3) นักเรียนมีความพึงพอใจต่อกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ร่วมกับเทคนิค K-W-D-L ภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.49$, $SD = 0.52$)

คำสำคัญ: ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์, ทฤษฎีการสร้างความรู้, เทคนิค K-W-D-L

1. บทนำ

คณิตศาสตร์เป็นศาสตร์ที่มีความสำคัญต่อการพัฒนามนุษย์ การศึกษาคณิตศาสตร์ไม่ได้มีประโยชน์เพียงเพื่อการคิดคำนวณ แต่คณิตศาสตร์ยังเป็นวิชาที่เกี่ยวกับโน้ตทัศน์ มีลักษณะเป็นสากล เป็นภาษาสัญลักษณ์ มีการกำหนดสัญลักษณ์เพื่อสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ มีความเป็นเหตุเป็นผล คณิตศาสตร์จึงเป็นทั้งศาสตร์และศิลป์เกี่ยวข้องกับความคิด เป็นโครงสร้างที่มีเหตุผล และมีความเป็นศิลปะ ฝึกการคิดอย่างมีระบบระเบียบ ฝึกการแก้ปัญหาและการให้เหตุผล ในขณะเดียวกันวิธีสอนคณิตศาสตร์ยังมีหลากหลายวิธี ไม่มีวิธีสอนใดดีที่สุด วิธีสอนใดเป็นวิธีที่ดีขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ ทั้งเนื้อหาสาระ บริบทสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ ผู้เรียนและผู้สอน รวมไปถึงเป้าหมายของการเรียนรู้ การเลือกวิธีสอนที่เหมาะสมมีความสำคัญต่อการเรียนรู้ของนักเรียน ครูต้องมีความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอน สามารถเลือกใช้วิธีสอนได้สอดคล้องเหมาะสมกับเนื้อหาและบริบทที่เกี่ยวข้อง ซึ่งอาจจะไม่ได้ใช้เพียงวิธีการใดวิธีการหนึ่ง อาจต้องผสมผสานหลากหลายวิธี โดยยึดหลักการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ครูจึงต้องศึกษาวิธีสอนคณิตศาสตร์แต่ละวิธี และนำมาใช้ในการออกแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาผู้เรียนอย่างเต็มตามศักยภาพ (Cheausuwantavee, 2561, pp. 1-14) และ Wechayaluck (2018, p. 48) ยังกล่าวอีกว่า หลักการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญนั้น ผู้สอนควรให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม หรือกระบวนการเรียนรู้อย่างตื่นตัว ทั้งทางกาย สติปัญญา ทางอารมณ์ และสังคม และใช้หลักการทางจิตวิทยาช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถค้นพบองค์ความรู้ด้วยตนเอง สามารถนำสิ่งที่เรียนรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ โดยผู้สอนควรเลือกรูปแบบที่เหมาะสมกับจุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหาสาระในการเรียน ลักษณะผู้เรียน ศักยภาพผู้เรียน วิธีการเรียนรู้ของผู้เรียนแต่ละบุคคล และความถนัดของผู้สอน บริบท สภาพแวดล้อมต่าง ๆ ในการเรียนรู้นั้น ๆ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจและแสวงหาความรู้ด้วยตนเองได้ในอนาคต ซึ่งต้องคำนึงถึงปัจจัยด้านการรู้คิดและการรู้คิดที่เกิดจากตนเอง ปัจจัยด้านแรงจูงใจและอารมณ์ความรู้สึกรู้จัก ปัจจัยด้านพัฒนาการทางอารมณ์ และปัจจัยด้านความแตกต่างระหว่างบุคคล ภายใต้บรรยากาศการเรียนรู้ที่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้สอนและระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียน

การสร้างความรู้ด้วยตนเองได้รับอิทธิพลมาจากทฤษฎีการสร้างความรู้ (Constructivism theory) ซึ่งมีพื้นฐานมาจากทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของ Piaget และของ Vygotsky ที่ให้ความสำคัญกับวัฒนธรรมและสังคมว่ามีอิทธิพลต่อการเรียนรู้ และพัฒนาการทางสติปัญญา ทฤษฎีนี้เชื่อว่าการเรียนรู้ เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นภายในตัวผู้เรียน มีลักษณะเฉพาะตน มีการสะท้อนความคิด และการถ่ายโยง ความรู้ โดยผู้เรียนทำการบูรณาการข้อมูล ประสบการณ์ ความคิดเห็น แล้วสร้างเป็นความรู้ใหม่ของตนเอง ครูมีหน้าที่ช่วยเหลือ สนับสนุนผู้เรียนแต่ละคนในการสร้างความรู้ด้วยการจัดสถานการณ์ที่เหมาะสม มอบหมายงานที่ทำให้แล้วสร้างความรู้ได้ หรือสร้างเงื่อนไขที่นำไปสู่การสร้างความรู้ (Pornkul, 2018, p. 8)

เทคนิค K-W-D-L เป็นเทคนิคการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาจากเทคนิค KWL ของโอเกล (Ogle, 1986, pp. 564-570) ที่อาศัยทักษะการอ่านเป็นพื้นฐานเช่นเดียวกัน นั่นคือ นักเรียนต้องมีความสามารถในการอ่านก่อนจึงจะสามารถพัฒนาทักษะการอ่านให้มีคุณภาพมากขึ้น การดำเนินการตามลำดับขั้นตอน K-W-L หรือ K-W-D-L จะช่วยชี้นำการคิด แนวทางในการอ่าน และหาคำตอบของคำถามสำคัญต่าง ๆ จากเรื่องนั้น นอกจากนั้นยังสามารถนำมาใช้ในการเรียนรู้ความต้องการ ใจของนักเรียนได้เป็นอย่างดี เทคนิค K-W-D-L มีขั้นตอนการดำเนินการเช่นเดียวกันกับ K-W-L เพียงแต่เพิ่มขึ้น D และต่อด้วยขั้น L เป็น K-W-D-L คือ ขั้นตอนที่ 4 ซึ่ง K-W-D-L มาจากคำถามที่ว่า K: เรารู้อะไร (What we know) หรือโจทย์บอกอะไรเราบ้าง (สำหรับคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์) W: เราต้องการรู้ ต้องการทราบอะไร (What we want to know) โจทย์ให้อะไรหรือโจทย์บอกอะไรบ้าง D: เราทำอะไร อย่างไร (What we do) เรามีวิธีการอย่างไร หรือมีวิธีดำเนินการเพื่อหาคำตอบอย่างไร L: เราเรียนรู้อะไรจากการดำเนินการ ขั้นที่ 3 (What we learned) ซึ่งคือ คำตอบ สารความรู้ และวิธีศึกษาคำตอบ ขั้นตอนการคิดคำนวณ เป็นต้น การกำหนดขั้นตอนของเทคนิค K-W-D-L เป็นการตั้งคำถามนำ เพื่อให้คิดหาข้อมูลของคำตอบตามที่ต้องการ ในแต่ละขั้นจะช่วยส่งเสริมการอ่านมากขึ้น โดยเฉพาะการอ่านเชิงวิเคราะห์ การนำกระบวนการหรือเทคนิค K-W-D-L ไปใช้ในการสอนคณิตศาสตร์เป็นวิธีที่เหมาะสมอีกวิธีหนึ่ง โดยเฉพาะถ้าโจทย์ปัญหาเป็นปัญหาของนักเรียนมากที่สุด อาจจะเนื่องจากการอ่านโจทย์ไม่เข้าใจชัดเจน วิเคราะห์โจทย์ไม่เป็น ซึ่งถือเป็นปัจจัยสำคัญปัจจัยหนึ่งทีนอกจากการคิดคำนวณไม่เป็น ดังนั้นทุกขั้นตอนครูจึงต้องคอยแนะนำ ชี้แนะแนวทางให้นักเรียนได้คิดพิจารณาและวิเคราะห์ให้หลากหลายมากที่สุด ซึ่งการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค K-W-D-L ร่วมกับการร่วมมือกันเรียนรู้ นักเรียนที่เก่งกว่า ช่วยนักเรียนที่อ่อนกว่าได้ (Laoleandee et al., 2560, p. 211)

จากที่กล่าวมา การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางในการจัดกิจกรรม มีการใช้สื่ออุปกรณ์ที่หลากหลายเพื่อให้เข้าใจเนื้อหาที่เรียนมากยิ่งขึ้น อีกทั้งเทคนิค K-W-D-L เป็นเทคนิคที่ช่วยเสริมสร้างทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ทำให้ผู้เรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาได้ดีขึ้น ทั้งยังช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะการอ่าน มีทักษะกระบวนการคิดวิเคราะห์ มีความรอบคอบ ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ ร่วมกับเทคนิค K-W-D-L ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) มีหลักการที่สำคัญหลายประการ ได้แก่ ผู้เรียนจะเป็นผู้สร้างความเข้าใจในสิ่งที่เรียนรู้ด้วยตนเอง การเรียนรู้สิ่งใหม่ขึ้นอยู่กับความรู้เดิมและความเข้าใจที่มีอยู่ในปัจจุบัน การมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคม มีความสำคัญต่อการเรียนรู้ และการจัดสิ่งแวดล้อม กิจกรรมที่คล้ายคลึงกับชีวิตจริงจะทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย (Jitchayawanit, 2019, p. 26) และ Sutthirat (2018, p. 8) กล่าวว่า การเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิซึมเป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นภายในผู้เรียน ผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้ (Construct) จากความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่พบเห็นกับความรู้ความเข้าใจที่มีอยู่เดิม โดยผู้เรียนสร้างเสริมความรู้ผ่านกระบวนการทางจิตวิทยาด้วยตนเอง ผู้สอนไม่สามารถปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญาของผู้เรียนได้ แต่ผู้สอนสามารถช่วยผู้เรียนปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญาได้ โดยจัดสภาพที่ทำให้เกิดภาวะไม่สมดุลขึ้น นอกจากนี้ Sutthirat (2018, p. 79) ยังกล่าวอีกว่าการจัดการเรียนรู้แนวคอนสตรัคติวิซึมจะช่วยพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนให้สูงขึ้น ช่วยให้นักเรียนสร้างโครงสร้างทางปัญญาและเปลี่ยนความเชื่อเดิมได้ รวมทั้งช่วยให้นักเรียนเก่งขึ้นกว่าการสอนแบบเดิม การจัดการเรียนรู้แบบ เค ดับเบิลยู ดี แอล (K-W-D-L) เป็นการสอนที่ช่วยส่งเสริมความสามารถของผู้เรียนในการแก้โจทย์ปัญหา คณิตศาสตร์ โดยการให้นักเรียนได้ช่วยเหลือกันในการเรียนรู้ และหาคำตอบจากโจทย์ปัญหาที่กำหนดจาก 4 คำถาม คือ What we know, What we want to know, What we do to find out, และ What we leaned (Sutthirat, 2018, p. 409) และ Tampracha (2017, p. 36) ยังกล่าวว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค K-W-D-L มีความสำคัญและประโยชน์นอกจากช่วยให้ผู้เรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ได้ ยังช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความสามารถในการอ่าน มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ความสามารถในการคิดเชิงวิเคราะห์ สังเคราะห์ และถ้าจัดให้ผู้เรียนฝึกการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม จะช่วยพัฒนาทักษะการอยู่ร่วมกันทางสังคม

งานวิจัยเรื่องการพัฒนากระบวนการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับเทคนิค K-W-D-L เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องระบบสมการเชิงเส้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของ Tedtun et al. (2017, pp. 147-163) พบว่า 1) กิจกรรมการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 79.83/81.90 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 75/75 2) ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในภาพรวมมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 82.86 3) ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับเทคนิค K-W-D-L สูง

กว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 4) ความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียน พบว่าหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับเทคนิค K-W-D-L มีคะแนนเฉลี่ยไม่แตกต่างกับคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนไปแล้ว 1 เดือน และ Khum-un (2022, pp. 44-55) ได้ทำงานวิจัยเรื่องการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับเทคนิค เค ดับเบิลยู ดี แอล ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับเทคนิค เค ดับเบิลยู ดี แอล มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 2) ความพึงพอใจของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้รูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับเทคนิค เค ดับเบิลยู ดี แอล มีคะแนนรวมเฉลี่ยอยู่ในระดับดีมาก

3. วิธีดำเนินการวิจัย

กรอบแนวคิดการวิจัย

ทฤษฎีการสร้างความรู้เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนเป็นศูนย์กลางในการจัดกิจกรรม มีการใช้สื่อรูปธรรมที่หลากหลายเพื่อให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาที่เรียนมากยิ่งขึ้น มีการสร้างความขัดแย้งทางปัญญา หรือการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเพื่อเป็นแรงจูงใจให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น อยากแก้ปัญหาเหล่านั้น ๆ ในขณะจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค K-W-D-L เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ช่วยเสริมสร้างทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ทำให้นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาได้ดีขึ้น อีกทั้งยังช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะการอ่าน มีทักษะกระบวนการคิดวิเคราะห์ มีความรอบคอบ สามารถประมวลผลทางคณิตศาสตร์ได้ดียิ่งขึ้น ผู้วิจัยจึงทำการวิจัยเรื่องการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ร่วมกับเทคนิค K-W-D-L ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยผู้วิจัยได้พัฒนาการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ร่วมกับเทคนิค K-W-D-L ประกอบด้วย ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ขั้นแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ขั้นสรุป และขั้นนำไปประยุกต์ใช้เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ร่วมกับเทคนิค K-W-D-L ตามกรอบแนวคิดการวิจัยในรูปที่ 1



รูปที่ 1 กรอบแนวคิดของการวิจัย

ประชากร/กลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยรามคำแหง (ฝ่ายมัธยม) ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 10 ห้องเรียน 250 คน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยรามคำแหง (ฝ่ายมัธยม) ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 2 ห้องเรียน 40 คน ได้มาโดยการสุ่มอย่างง่าย (Simple random sampling) ด้วยการจับฉลาก โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยสุ่ม

เครื่องมือที่ใช้วิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยนี้แบ่งเป็น 2 ประเภท ประกอบด้วย เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง และเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1) เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ร่วมกับเทคนิค K-W-D-L เรื่องสถิติ จำนวน 5 แผนการเรียนรู้ ประกอบด้วย สถิติศาสตร์ การวิเคราะห์และนำเสนอข้อมูลเชิงคุณภาพ การวิเคราะห์และนำเสนอข้อมูลเชิงปริมาณด้วยตารางแจกแจง การวิเคราะห์และนำเสนอข้อมูลเชิงปริมาณด้วยแผนภาพ ค่ากลางของข้อมูล ค่าวัดตำแหน่งที่ของข้อมูล และค่าวัดการกระจาย

2) เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียน ชนิดปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ และแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ร่วมกับเทคนิค K-W-D-L แบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) จำนวน 10 ข้อ

การสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือ

สร้างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ร่วมกับเทคนิค K-W-D-L เสนอผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน เพื่อประเมินความถูกต้องเหมาะสมของเนื้อหา กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ และการวัดประเมินผล พบว่าระดับคุณภาพของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ร่วมกับเทคนิค K-W-D-L เรื่องสถิติ มีค่าเฉลี่ย 4.62 จากนั้นนำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 3 คน ซึ่งผู้วิจัยเลือกนักเรียนแบบเจาะจง (Purposive sampling) มาทำการทดลองเป็นรายบุคคล โดยเลือกนักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์แตกต่างกันในระดับเก่ง ปานกลาง อ่อน ระดับละ 1 คน ได้ประสิทธิภาพของกิจกรรมเท่ากับ 63.33/61.67 นำกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ได้ปรับปรุงจากการทดลองรายบุคคลไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 9 คน ซึ่งผู้วิจัยเลือกนักเรียนแบบเจาะจง (Purposive sampling) มาทำการทดลองเป็นกลุ่มย่อย โดยเลือกนักเรียนที่มีความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์แตกต่างกันในระดับเก่ง ปานกลาง อ่อน ระดับละ 2 คน ได้ประสิทธิภาพของกิจกรรมเท่ากับ 81.67/80.66

สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruency: IOC) ตั้งแต่ 0.67-1.00 มีค่าความยากง่าย (p) ตั้งแต่ 0.26-0.78 มีค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.27-0.77 และหาค่าความเชื่อมั่นด้วยวิธีสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's alpha coefficient) เท่ากับ 0.84

สร้างแบบสอบถามความพึงพอใจต่อกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ร่วมกับเทคนิค K-W-D-L มีลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) 5 ระดับ จำนวน 10 ข้อ มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) มีค่าเท่ากับ 1.00

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ร่วมกับเทคนิค K-W-D-L จำนวน 5 แผนการเรียนรู้ แผนการเรียนรู้ละ 2 คาบ รวม 10 คาบ คาบละ 50 นาที โดยให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ก่อนเรียน และให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์หลังเรียน พร้อมกับให้นักเรียนทำแบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ร่วมกับเทคนิค K-W-D-L หลังสิ้นสุดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

4. ผลการวิจัย

4.1 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ก่อนเรียนและหลังเรียน ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ร่วมกับเทคนิค K-W-D-L แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ร่วมกับเทคนิค K-W-D-L

ประสิทธิภาพ	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	SD	ร้อยละ
กระบวนการ (E_1)	20	16.23	2.84	81.13
ผลลัพธ์ (E_2)	20	16.05	3.31	80.25

จากตารางที่ 1 พบว่าประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) ของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ร่วมกับเทคนิค K-W-D-L เท่ากับ 81.13 ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) เท่ากับ 80.25 ดังนั้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ร่วมกับเทคนิค K-W-D-L มีประสิทธิภาพเท่ากับ 81.13/80.25 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้

4.2 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ก่อนเรียนและหลังเรียน ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ร่วมกับเทคนิค K-W-D-L แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ร่วมกับเทคนิค K-W-D-L ก่อนเรียน และหลังเรียน

การทดสอบ	n	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	SD	t	df	Sig.
ก่อนเรียน	40	20	9.48	3.06	20.417*	39	.000
หลังเรียน	40	20	16.05	3.31			

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 2 พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ร่วมกับเทคนิค K-W-D-L ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 แตกต่างกัน โดยหลังเรียน ($\bar{X} = 16.05$, SD = 3.31) สูงกว่าก่อนเรียน ($\bar{X} = 9.48$, SD = 3.06) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4.3 ความพึงพอใจต่อกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ร่วมกับเทคนิค K-W-D-L แสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความพึงพอใจต่อกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

รายการ	ระดับความพึงพอใจ		
	$\bar{X}$	SD	ความหมาย
1. นักเรียนเข้าใจเนื้อหาเรื่องสถิติมากขึ้น	4.55	0.68	มากที่สุด
2. นักเรียนมีความกระตือรือร้นและรู้สึกสนุกกับการเรียนมากขึ้น	4.40	0.67	มาก
3. นักเรียนสามารถวางแผนแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง	4.43	0.68	มาก
4. นักเรียนมีทักษะกระบวนการคิดวิเคราะห์อย่างเป็นระบบ	4.45	0.68	มาก
5. นักเรียนสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข	4.63	0.54	มากที่สุด
6. นักเรียนกล้าแสดงออก และมีส่วนร่วมในการเสนอความคิด มากขึ้น	4.60	0.67	มากที่สุด
7. นักเรียนสามารถสร้างความรู้ได้ด้วยตนเอง	4.38	0.77	มาก
8. นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้มาประยุกต์ใช้ในชีวิตจริง	4.50	0.64	มาก
9. การทำกิจกรรมกลุ่มมีความเหมาะสม	4.48	0.68	มาก
10. ระยะเวลาที่จัดกิจกรรมในแต่ละครั้งมีความเหมาะสม	4.50	0.68	มาก
ภาพรวม	4.49	0.52	มาก

จากตารางที่ 3 พบว่าระดับความพึงพอใจของนักเรียนต่อกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ร่วมกับเทคนิค K-W-D-L โดยภาพรวมนักเรียนมีความพึงพอใจในระดับมาก ($\bar{X} = 4.49$, SD = 0.52) นักเรียนมีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด เรื่องสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข ($\bar{X} = 4.63$, SD = 0.54) รองลงมาคือกล้าแสดงออก และมีส่วนร่วมในการเสนอความคิดมากขึ้น ($\bar{X} = 4.60$, SD = 0.67) และนักเรียนมีความพึงพอใจน้อยที่สุด เรื่องสามารถสร้างความรู้ได้ด้วยตนเอง ($\bar{X} = 4.38$, SD = 0.77)

5. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

จากการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ร่วมกับเทคนิค K-W-D-L ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สามารถสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้ 1) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ร่วมกับเทคนิค K-W-D-L มีประสิทธิภาพเท่ากับ 81.13/80.25 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้ 2) นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) นักเรียนมีความพึงพอใจต่อกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ร่วมกับเทคนิค K-W-D-L ในระดับมาก

การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ร่วมกับเทคนิค K-W-D-L ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สามารถอภิปรายผลได้ดังนี้ 1) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ร่วมกับเทคนิค K-W-D-L มีประสิทธิภาพเท่ากับ 81.13/80.25 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้ หมายความว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ร่วมกับเทคนิค K-W-D-L ส่งผลให้คะแนนเฉลี่ยของคะแนนนักเรียนทั้งหมดที่ได้จากการทำแบบประเมินผลระหว่างเรียนคิดเป็นร้อยละ 81.13 และคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทั้งหมดที่ได้จากการทำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนคิดเป็นร้อยละ 80.25 เนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ร่วมกับ

เทคนิค K-W-D-L มีการฝึกทักษะกระบวนการคิด และวิเคราะห์แบบเป็นขั้นตอน สอดคล้องกับ Sutthirat (2018, p. 79) กล่าวถึงการจัดการเรียนรู้แนวคอนสตรัคติวิสต์จะช่วยพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนให้สูงขึ้น ช่วยให้นักเรียนสร้างโครงสร้างทางปัญญาและเปลี่ยนความเชื่อเดิมได้ รวมทั้งช่วยให้นักเรียนเก่งขึ้นกว่าการสอนแบบเดิม Khum-un (2022, p. 20) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ช่วยให้ผู้เรียนมีความรู้ ความเข้าใจอย่างแท้จริง สามารถเชื่อมโยงมโนทัศน์เกี่ยวกับเรื่องที่เรียนได้ดีขึ้น ทั้งยังช่วยพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนให้สูงขึ้น Sinlueam and Nillapun (2019, pp. 256-269) ได้ทำวิจัยเรื่องการพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานด้วยเทคนิค K-W-D-L เพื่อเสริมสร้างทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 พบว่าการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานด้วยเทคนิค K-W-D-L มีค่าประสิทธิภาพเท่ากับ 82.00/81.33 เนื่องมาจากผู้วิจัยได้พัฒนาการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการ โดยศึกษาข้อมูลพื้นฐานจากเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง มีการสอบถามความต้องการของนักเรียนและการสัมภาษณ์ความคิดเห็นของครูผู้สอนคณิตศาสตร์และผู้เชี่ยวชาญ แล้วนำมาพัฒนาการจัดการเรียนรู้ผสมผสานด้วยเทคนิค K-W-D-L ประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 3 แผน ได้แก่ 1) โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์การบวก 2) โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์การลบ และ 3) การสร้างโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์การบวกและการลบ ซึ่งผ่านการตรวจสอบตามขั้นตอน และ Piazza and Anderson (1995, pp. 51-66) ได้ทำการวิจัยโดยสำรวจการจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ภายใต้ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ผลการวิจัยพบว่าการจัดการเรียนการสอนแบบคอนสตรัคติวิสต์ ช่วยให้นักเรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ได้ดีขึ้น นอกจากนี้แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ร่วมกับเทคนิค K-W-D-L ยังเกิดจากการวิเคราะห์หลักสูตร สารการเรียนรู้ มาตรฐานและตัวชี้วัด เพื่อบูรณาการจุดประสงค์การเรียนรู้และตัวชี้วัดกับรายวิชาที่เกี่ยวข้อง อาทิเช่น บูรณาการร่วมกับการใช้เทคโนโลยีและคอมพิวเตอร์ในการเก็บรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ และนำเสนอข้อมูลในรูปแบบต่าง ๆ เป็นต้น ซึ่งแผนการจัดกิจกรรมในแต่ละแผน มีการนำรูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีการสร้างความรู้ร่วมกับเทคนิค K-W-D-L มาใช้ประกอบด้วย 1) ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน เป็นการทบทวนความรู้เดิมเพื่อเตรียมความพร้อม และนำเสนอสถานการณ์ปัญหาที่สอดคล้องกับชีวิตประจำวัน 2) ขั้นแลกเปลี่ยนความคิดเห็น เป็นการแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มแบบอิสระความสามารถ กลุ่มละ 4-5 คน จากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มแลกเปลี่ยนความคิดเห็น และวิเคราะห์หาวิธีแก้ปัญห โดยใช้เทคนิค K-W-D-L ประกอบด้วย K: What we know สิ่งที่โจทย์บอก W: What we want to know สิ่งที่โจทย์ถาม D: What we do มีวิธีอย่างไรในการค้นหาคำตอบ และ L: What we Learned สรุปสิ่งที่ได้จากการเรียนรู้ 3) ขั้นสรุป เป็นขั้นที่ครูและนักเรียนสรุปหลักการและความรู้ใหม่ที่ได้จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และ 4) ขั้นนำไปประยุกต์ใช้ เป็นขั้นที่ให้นักเรียนนำหลักการและความรู้ใหม่ที่ได้จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ไปประยุกต์ใช้แก้สถานการณ์ปัญหาอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง อีกทั้งยังมีการนำแผนการจัดกิจกรรมทั้งหมดเสนอผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ และด้านการวัดและการประเมินผลทางการศึกษา จำนวน 3 ท่าน ประเมินความถูกต้องเหมาะสมของเนื้อหา กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ และการวัดและประเมินผล จากนั้นนำแผนการจัดกิจกรรมที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 3 คน (ทำการทดลองเป็นรายบุคคล) และ 9 คน (ทำการทดลองเป็นกลุ่มย่อย) ตามลำดับที่มีความสามารถทางการเรียนต่างกัน เพื่อตรวจสอบข้อบกพร่องต่าง ๆ ของกิจกรรม แล้วจึงนำไปใช้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง สอดคล้องกับงานวิจัยของ Tedtun et al. (2017, pp. 147-163) ทำวิจัยเรื่องการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับเทคนิค K-W-D-L เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เรื่องระบบสมการเชิงเส้นสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่ากิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับเทคนิค K-W-D-L ผู้เชี่ยวชาญประเมินว่ากิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับเทคนิค K-W-D-L มีความเหมาะสมระดับมากที่สุด แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับเทคนิค K-W-D-L มีความเหมาะสมระดับมาก และเมื่อนำไปทดลองพบว่ากิจกรรมการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 79.83/81.90 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 75/75 2) นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ร่วมกับเทคนิค K-W-D-L เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนเป็นศูนย์กลาง มีการแบ่งกลุ่มทำกิจกรรมเพื่อช่วยกระตุ้นให้นักเรียนที่เรียนอ่อนได้มีส่วนร่วมในการคิดวิเคราะห์ มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและช่วยเหลือซึ่งกันและกัน ทำให้นักเรียนรู้สึกสนุก รู้สึกร่วมกิจกรรม อยากมีส่วนร่วมในการแก้ปัญห และคิดค้นหาคำตอบ ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน นอกจากนี้การจัดกิจกรรมยังแสดงให้เห็นถึงพัฒนาการของนักเรียนในทางที่ดีขึ้น ทั้งในเรื่องการทำงานเป็นทีม มีความรับผิดชอบ และมีปฏิสัมพันธ์ที่ดีระหว่างสมาชิกในกลุ่ม สอดคล้องกับ Jitchayawanit (2019, p. 26) ที่กล่าวว่าหลักการที่สำคัญของทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง คือการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคม และการจัด สิ่งแวดล้อม หรือกิจกรรมที่คล้ายคลึงกับชีวิตจริงจะทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย Khum-un (2022, p. 17) ได้กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางในการจัดกิจกรรม มีการใช้สื่อรูปธรรมที่หลากหลายช่วยให้เข้าใจเนื้อหาที่เรียนมากยิ่งขึ้น

และ Brooks and Brooks (1996, pp. 103-118) กล่าวถึงประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ไว้ว่าช่วยให้ผู้เรียนสามารถวิเคราะห์ปรากฏการณ์ หรือเหตุการณ์ รวมทั้งพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูง และทักษะอื่น ๆ และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ Glomyen and Fakkhao (2021, pp. 44-52) ที่ทำวิจัยเรื่อง ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาในวิชาคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เนื่องมาจากกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองนั้น มุ่งเน้นให้นักเรียนสร้างความรู้ ความเข้าใจในเรื่องที่เรียนด้วยตนเอง โดยใช้ความรู้เดิมมาเชื่อมโยงกับความรู้ใหม่ แล้วสร้างความรู้ที่มีความหมายต่อตนเอง อีกทั้งยังส่งเสริมให้นักเรียนนำความรู้เดิมมาเชื่อมโยงกับปัญหาที่พบโดยอาศัยประสบการณ์ และโครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่เดิม มาเป็นฐานในการวิเคราะห์โจทย์ในวิชาคณิตศาสตร์ จากนั้นหาแนวทางในการแก้ไขปัญหาโดยใช้การระดมสมองจากสมาชิกในกลุ่มเพื่อช่วยกันคิดหาวิธีการในการแก้ปัญหาเพื่อให้ได้คำตอบ และช่วยกันตรวจสอบจนเกิดความมั่นใจ ก่อนที่จะนำเสนอวิธีการแก้ปัญหากลุ่มเพื่อแลกเปลี่ยนกับกลุ่มอื่น และ Khum-un (2022, p. 47) ได้ทำวิจัยเรื่อง การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับเทคนิค เค ดับเบิลยู ดี แอล พบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับเทคนิค เค ดับเบิลยู ดี แอล มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

เนื่องจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับเทคนิคเค ดับเบิลยู ดี แอล ช่วยให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจอย่างแท้จริง มีกระบวนการคิดวิเคราะห์ที่ดีขึ้น มีความเป็นเหตุเป็นผลในการคิด และสามารถสรุปความรู้ที่ได้ด้วยตนเอง อีกทั้งยังเป็นแนวทางในการแก้ปัญหา ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ในทำนองเดียวกัน Ilyas et al. (2013, pp. 151-164) ได้ศึกษาผลการเรียนการสอนพืชคณิต ด้วยการจัดการเรียนการสอนตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองของนักเรียน ผลการวิจัยพบว่าการสอนตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองทำให้มีโน้ตบุ๊กและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนพืชคณิต หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน 3) นักเรียนมีความพึงพอใจต่อกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ร่วมกับเทคนิค K-W-D-L ในระดับมาก สอดคล้องกับงานวิจัยของ Sitthikaew and Yamsang (2021, pp. 232-244) ที่ทำวิจัยเรื่อง ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึมอยู่ในระดับมาก เนื่องจากนักเรียนมีความกระตือรือร้น ให้ความสนใจ มีพฤติกรรมสนุกสนานที่ได้ร่วมเล่นเกมในแต่ละครั้ง มีการแสดงออกทางความคิดภายในกลุ่ม และภายในห้องเรียน เกิดการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น มีความคิดสร้างสรรค์ในการทำกิจกรรมและ Salae et al. (2018, pp. 35-44) ที่ทำการวิจัยเรื่องผลการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค K-W-D-L เรื่อง ค่ากลางของข้อมูล ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่าความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิค K-W-D-L เรื่องค่ากลางของข้อมูลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 อยู่ในระดับมากขึ้นไป เนื่องจาก การจัดการเรียนรู้เทคนิค K-W-D-L ช่วยส่งเสริมการอ่านที่จะช่วยให้เรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้น เมื่อพิจารณารายชื่อ พบว่านักเรียนมีความพึงพอใจมากที่สุดในเรื่อง นักเรียนสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุขเนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ร่วมกับเทคนิค K-W-D-L เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ มีการแบ่งกลุ่มระดมความคิดเห็น พูดคุย แลกเปลี่ยนความคิดเห็นภายในกลุ่ม ส่งผลให้นักเรียนมีโอกาสสร้างปฏิสัมพันธ์ที่ดีระหว่างกัน และรู้สึกสนุกกับการเรียนมากขึ้น สอดคล้องกับ Tampracha (2017, p. 36) ที่กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค K-W-D-L ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความสามารถในการอ่านมีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ความสามารถในการคิด เชิงวิเคราะห์ สังเคราะห์ และถ้าจัดให้ผู้เรียนฝึกการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มจะช่วยพัฒนาทักษะการอยู่ร่วมกันทางสังคม Prommanee et al. (2020, p. 60) กล่าวว่าความพึงพอใจ หมายถึง สิ่งที่เกิด จากแรงจูงใจซึ่งเป็นพฤติกรรมภายในที่ผลักดันให้เกิด ความรู้สึกชอบ ไม่ชอบ เห็นด้วย ไม่เห็นด้วย ยินดี ไม่ยินดี เมื่อได้รับการตอบสนองความต้องการ และความคาดหวัง ที่เกิดจากการประมาณค่า อันเป็นการเรียนรู้ประสบการณ์จากการกระทำกิจกรรม เพื่อให้เกิดการตอบสนองความต้องการตามเป้าหมายของแต่ละบุคคล รองลงมาคือ นักเรียนกล้าแสดงออก และมีส่วนร่วมในการเสนอความคิดเห็นมากขึ้น เนื่องจากการที่นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์ที่ดีระหว่างกัน ส่งผลให้นักเรียนมีความกล้าแสดงความคิดเห็น กล้าแสดงออกมากขึ้น โดยไม่ต้องกลัวหรืออายว่าคำตอบของตนจะผิด สอดคล้องกับ Brooks and Brooks (1996, pp. 103-118) กล่าวถึงการจัดการเรียนรู้แนวคอนสตรัคติวิสต์ว่าเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ช่วยให้ผู้เรียนมีความสมเหตุสมผลในการคิด หรือการแสดงความคิดเห็น พร้อมทั้งยอมรับฟังความคิดเห็นผู้อื่น Shaw et al. (1997, pp. 482-486) ได้ศึกษาเรื่องการเรียนรู้แบบร่วมมือในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้เทคนิค K-W-D-L กับนักเรียนเกรด 4 ผลปรากฏว่านักเรียนที่ได้รับการใช้วิธีเรียนแบบร่วมมือที่แก้ปัญหด้วยเทคนิค K-W-D-L มีความสามารถในการทำงานร่วมกัน ใช้เหตุผลในการ

อธิบายได้ดีกว่า และมีทัศนคติทางด้านการเรียน และนักเรียนมีความพึงพอใจน้อยที่สุดเรื่อง นักเรียนสามารถสร้างความรู้ได้ด้วยตนเอง เนื่องจากนักเรียนส่วนใหญ่คิดว่าคณิตศาสตร์เป็นเรื่องที่ยาก แต่ตนเองเรียนอ่อน หรือไม่ชอบคณิตศาสตร์ ซึ่งแนวคิดนี้ทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการสร้างความรู้ที่น้อยกว่าที่ควร คาดหวังแค่ให้ตนเองสามารถหาวิธีแก้ปัญหาได้ แต่ไม่พยายามสรุปสิ่งที่ได้รับเป็นองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเอง รอให้ผู้สอนเป็นผู้ชี้แนะ หรือสรุปให้

6. ข้อเสนอแนะ

เนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีการแบ่งกลุ่มแบบคละความสามารถ ทำให้นักเรียนบางคนอาจถูกกละเลยจากสมาชิกในกลุ่ม ดังนั้นครูควรสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนอย่างสม่ำเสมอ กระตุ้นให้นักเรียนช่วยเหลือซึ่งกันและกันตลอดกิจกรรม และควรนำรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ไปใช้พัฒนาผลการเรียนรู้กับเนื้อหาเรื่องอื่น ๆ หรือพัฒนาความสามารถในด้านอื่น ๆ เช่นความสามารถในการแก้ปัญหา ความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ความสามารถในการสื่อสาร เป็นต้น

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากงบประมาณรายจ่ายจากรายได้มหาวิทยาลัยรามคำแหง ประเภทมหาวิทยาลัย โดยสถาบันวิจัยและพัฒนา งบประมาณประจำปี 2566 และได้รับใบรับรองจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ จากมหาวิทยาลัยรามคำแหง ใบรับรองเลขที่ RU-HRE 67/0018

เอกสารอ้างอิง

- Brooks, J. G., & Brooks, M. G. (1996). *The case for constructivist classrooms*. Alexandria, Virginia: Association for Supervision and Curriculum Development.
- Cheausuwantavee, C. (2018). *Mathematics instruction*. Chulalongkorn University printing house. (in Thai)
- Glomyen, B., & Fakkhao S. (2021). The Effects of Learning Activities based on Constructivism Theory on Learning Achievement and Problem Solving Ability in Mathematics of Grade 11 Students. *Journal of Educational Technology and Communications Faculty of Education Mahasarakham University*, 4(12), 44-52. (in Thai)
- Ilyas, B. M., Rawat, K. J., Bhatti, M. T., & Malik, N. (2013). Effect of teaching of algebra through social constructivist approach on 7th graders' learning outcomes in Sindh (Pakistan). *International Journal of Instruction*, 6(1), 151-164.
- Jitchayawanit, K. (2019). *Learning Management*. Chulalongkorn University Press. (in Thai)
- Khum-un, S. (2022). *The Development of Mathematics Learning Activities by Using a Constructivist Approach with K-W-D-L Techniques* (Research report). Ramkhamhaeng University. (in Thai)
- Laoleandee, W., Kitroongrueng, P., & Sirisamphan, O. (2018). *Active learning management strategies to improve thinking and enhance educational quality for the 21st century*. (10th ed). Petchkasem Printing Group. (in Thai)
- Ogle, D. M. (1986). K-W-L: A teaching model that develops active reading of expository text. *The Reading Teacher*, 39(6), 564-570.
- Piazza, J. A., & Anderson, D. S. (1995). Changing beliefs: Teaching and learning mathematics in constructivist preservice classrooms. *Action in Teacher Education*, 18(2), 51-66.
- Pornkul, C. (2018). *The process of constructing knowledge of teachers: Integrated Teaching Case*. (1st ed.). Chulalongkorn University Press. (in Thai)
- Prommanee, P., Pitayavatanachai, Y., & Tappha, J. (2020). Concepts of Satisfaction and Construction of Job Satisfaction Questionnaire. *APHEIT Journal*, 26(1), 59-66. (in Thai)

- Salae, S., Pakapongpun, A., & Dokchan, R. (2018). The Effect of Using Learning Management KWDL Technique on Measures of Central Value for Mathayomsuksa 5 Student's Mathematics Learning Achievement and Communication Abilities. *Journal of Education and Innovation*, 20(4), 35-44. (in Thai)
- Sawatpon, N. (2022). *The development of mathematics problem solving ability by using KWDL learning activities for matthayomsuksa 4 students*. [Master's thesis]. Mahasarakham University. (in Thai)
- Shaw, J. M., Chambless, M. S., Chessin, D. A., Price, V., & Beardain, G. (1997). Cooperative Problem Solving Using K-W-D-L as Organization Technique. *Teaching Children Mathematics*, 3(5), 482-486.
- Sinlueam, N., & Nillapun, M. (2019). The Development Blended Learning by KWDL Technique to Enhance the Mathematics Process Skills for First Grade Students. *Silpakorn Educational Research Journal*. 11(1), 256-269. (in Thai)

“ข้อคิดเห็น เนื้อหา รวมทั้งการใช้ภาษาในบทความถือเป็นความรับผิดชอบของผู้เขียน”

Research article

ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และทักษะการทำงานเป็นทีมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

THE EFFECTS OF STEAM EDUCATION APPROACH ON SCIENTIFIC CREATIVE THINKING AND TEAMWORK SKILLS OF 9TH GRADE STUDENTS

ศักดิ์สิทธิ์ เหมแก้ว*

Saksit Hemkaew*

E-mail: Saksit.h@ds.ru.ac.th*

โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยรามคำแหง (ฝ่ายมัธยม), คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง
กรุงเทพมหานคร 10240 ประเทศไทย

The demonstration school of Ramkhamhaeng University, Faculty of Education Ramkhamhaeng University,
Bangkok 10240 Thailand

Journal of Industrial Education. 2025, Vol. 24 (No. 1), <https://doi.org/10.55003/JIE.24105>

Received: March 31, 2025, | Revised: April 8, 2025, | Accepted: April 20, 2025

ABSTRACT

This research investigated and made the comparison of students' scientific creativity and studied the teamwork skills of 9th grade students after learning science through STEAM Education approach. The findings aim to serve as a guideline for designing STEAM Education approach to enhance creativity and teamwork skills in other subjects. The research participants were 82 students of 9th grade in the 2nd semester of the 2023 academic year at the Demonstration School of Ramkhamhaeng University selected by cluster random sampling method. This research was a quasi-experimental research conducting one group pre-test post-test design experiment. The research instruments were (1) STEAM education lesson plan (2) scientific creativity test (The pretest had a difficulty ranging from 0.44 to 0.66, item discrimination ranging from 0.33 to 0.66, and reliability of 0.83. The posttest had a difficulty ranging from 0.39 to 0.68, item discrimination ranging from 0.35 to 0.57, and reliability of 0.81) (3) Peer Evaluation Form for Teamwork Skills (4) Self-Evaluation Form for Teamwork Skills. The collected data were analyzed by mean, percentage, standard deviation, and dependent t-test. The research findings were summarized as follows: (1) The post-learning scientific creative thinking ability of the students who learned under STEAM Education learning management was significantly higher than its pre-learning counterpart at the .05 level of statistical significance. (2) The teamwork skills before, during and after of the students who learned under STEAM Education learning management was significantly difference at the .05 level of statistical significance.

Keywords: Steam Education, Scientific creative thinking, Teamwork skills

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้ได้ค้นพบและเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และทักษะการทำงานเป็นทีมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาระหว่างก่อนเรียน ระหว่างเรียนและหลังเรียน เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษาสำหรับใช้พัฒนาความคิดสร้างสรรค์ และทักษะการทำงานเป็นทีม ในรายวิชาอื่น ๆ ผู้เข้าร่วมการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยรามคำแหง (ฝ่ายมัธยม) ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 82 คน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง มีรูปแบบการวิจัยแบบกลุ่มเดียวทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน (One group pre-test post-test design) เครื่องมือที่ใช้ในวิจัย ได้แก่ (1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา (2) แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ (ฉบับก่อนเรียนมีค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.44-0.66 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.33-0.66 และค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.83 ฉบับหลังเรียนมีค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.39-0.68 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.35-0.57 และค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.81) (3) แบบประเมินทักษะการทำงานเป็นทีมแบบเพื่อนประเมินเพื่อน และ (4) แบบประเมินทักษะการทำงานเป็นทีมแบบประเมินตนเอง วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติค่าเฉลี่ยเลขคณิต ร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติทดสอบทีแบบไม่อิสระ ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้ (1) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษามีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (2) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษามีทักษะการทำงานเป็นทีมในระยะก่อน ระหว่างและหลังการทดลองแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คำสำคัญ: สะเต็มศึกษา, ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์, ทักษะการทำงานเป็นทีม

1. บทนำ

การพัฒนาประชากรในแต่ละสังคมเป็นหัวใจสำคัญในการพัฒนาประเทศ เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของสังคมนั้นเป็นไปอย่างรวดเร็วอันเป็นผลมาจากความเจริญก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยี ดังนั้นการปลูกฝังพลเมืองของประเทศเพื่อตอบสนองต่อโลกยุคใหม่ที่มุ่งเน้นธุรกิจการค้า และการสร้างนวัตกรรมพร้อมกับการแข่งขันทางเศรษฐกิจจึงเป็นสิ่งสำคัญ โดยประชากรที่สังคมปัจจุบันมีความต้องการนั้นต้องเป็นประชากรที่เป็นบุคคลแห่งการเรียนรู้ กล่าวคือ บุคคลมีทักษะในศตวรรษที่ 21 โดยเฉพาะอย่างยิ่งในประเทศไทยมีความจำเป็นที่จะต้องพัฒนาประชากรที่มีความรู้ความสามารถทางวิทยาศาสตร์และทักษะทางวิทยาศาสตร์ เพราะสังคมไทยในปัจจุบันและอนาคตเต็มไปด้วยภาวะการแข่งขันซึ่งผู้ที่จะได้เปรียบทางการแข่งขัน จะต้องเป็นบุคคลที่มีความสามารถโดยเฉพาะในด้านการสร้างนวัตกรรมและผลงานที่มีความสร้างสรรค์ได้ ซึ่งการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาของไทยยังเน้นการสอนแบบบรรยายมุ่งเน้นให้นักเรียนท่องจำเนื้อหาและจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นผู้สอนมากกว่าเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ อีกทั้งนักเรียนยังขาดโอกาสในการฝึกทักษะและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ตลอดจนความสามารถในการคิดในด้านความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งจะพิจารณาได้จากผลการประเมินโครงการประเมินผลนักเรียนร่วมกับนานาชาติ หรือ Programmer for International Student Assessment (PISA) ประจำปี 2022 ซึ่งค่าเฉลี่ยคะแนนด้านความคิดสร้างสรรค์ (Creative thinking) ของกลุ่มประเทศองค์การเพื่อความร่วมมือทางเศรษฐกิจและการพัฒนาหรือ Organization for Economic Co-operation and Development (OECD) อยู่ที่ 33 คะแนน ในขณะที่ประเทศไทยอยู่ในอันดับที่ 54 จาก 64 ประเทศและมีคะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ 21 คะแนน ซึ่งจัดอยู่ในกลุ่มที่มีคะแนนต่ำกว่าค่าเฉลี่ย ส่วนทักษะการทำงานเป็นทีมได้ถูกให้ความสำคัญและจัดให้เป็น 1 ใน 8 ของทักษะในศตวรรษที่ 21 เช่นกัน ซึ่งในการทำงานต่าง ๆ นั้นควรจำเป็นต้องพึ่งพาอาศัยผู้อื่นร่วมด้วย เพราะความรู้ความสามารถของคนเรานั้นมีจำกัดอาจเก่งในบางเรื่องและอาจอ่อนในบางเรื่องเช่นกัน ทักษะการทำงานเป็นทีมจึงมีความสำคัญที่จะนำไปสู่ความสำเร็จของงานและสามารถแก้ไขปัญหาที่ซับซ้อนได้จากการคิดและทำงานร่วมกันของสมาชิกในทีม คนที่มีทักษะนี้จึงเป็นหนึ่งในกลุ่มคนที่โลกยุคใหม่มองหาและต้องการ แต่เนื่องจากสมาชิกในทีมมีความแตกต่างระหว่างบุคคล ทั้งบุคลิก ความสามารถ ความถนัด ซึ่งเป็นไปได้อย่างยากที่จะคิดและทำไปทิศทางเดียวกันได้ จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่กระบวนการจัดการเรียนการสอนต้องเสริมสร้างทักษะการทำงานเป็นทีมให้กับผู้เรียนทุกคน แต่สิ่งที่เป็นปัญหา คือ กระบวนการจัดการเรียนรู้ในโรงเรียนต่าง ๆ ยังไม่ได้ถูกออกแบบมาให้สอนทักษะนี้ในห้องเรียนเท่าที่ควร (Office of the Education Council, 2017, p. 45; Pitiporwivat, 2018, Online; Kim, 2018, pp. 119-128; OECD, 2022, Online)

การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา (STEAM education) เป็นแนวคิดที่ต่อยอดมาจากแนวทางการศึกษาแบบสะเต็มศึกษา STEM education โดยเป็นแนวทางที่บูรณาการความรู้ใน 4 ศาสตร์วิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรม (Engineering) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) แต่เพิ่มอักษร “A : Art” ซึ่งหมายถึง การสร้างสรรค์ จินตนาการ เพื่อสนับสนุนให้เกิดความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม จากการศึกษาวิจัยจากนักวิชาการหลายท่านพบว่า การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษามีส่วนช่วยพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ได้ ซึ่งสอดคล้องกับ Riley (2014, pp. 54-55) ที่อธิบายว่า สะเต็มศึกษาเป็นแนวคิดทางการศึกษาที่สามารถช่วยนำทางผู้เรียนไปสู่การสืบเสาะการอธิบาย การคิดวิเคราะห์ และมีการวางแผนแบบร่วมมือกับสมาชิกภายในกลุ่มเพื่อร่วมกันทำงานเป็นทีม อีกทั้งยังส่งเสริมให้นักเรียนพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ความคงทนในการเรียนรู้ ความสามารถในการแก้ปัญหาและการคิดวิเคราะห์ได้

จากปัญหาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนไทยรวมทั้งความสำคัญของการพัฒนาทักษะการทำงานเป็นทีม และความสำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ดังกล่าว ผู้วิจัยจึงมีความสนใจในการนำการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษานำมาสอนในรายวิชาวิทยาศาสตร์เนื้อหากระบวนการนิเวศและสิ่งแวดล้อม ซึ่งเป็นเนื้อหาที่ในห้องเรียนมักเน้นการบรรยายเป็นส่วนใหญ่ อีกทั้งนักเรียนไม่ได้รับการพัฒนาแต่ในด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แต่เนื่อหาดังกล่าวยังมีลักษณะที่เอื้อต่อการใช้การคิดออกแบบที่สามารถเพิ่มการฝึกทักษะการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ ผู้วิจัยจึงมีความสนใจในการทำวิจัยหัวข้อดังกล่าว

โดยวัตถุประสงค์ของการวิจัยเพื่อ 1) เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ 2) ศึกษาและเปรียบเทียบทักษะการทำงานเป็นทีมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา โดยเป็นแนวทางในการศึกษาและพัฒนาแนวทางการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และทักษะการทำงานเป็นทีมในรายวิชาอื่น ๆ ต่อไป

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Yakman and Lee (2012, pp. 1072-1086) ได้อธิบายว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็ม (STEAM) เป็นการจัดการศึกษาที่ต่อยอดมาจากแนวคิดสะเต็มศึกษา โดย STEAM เป็นการนำศาสตร์ทั้ง 5 มาบูรณาการเข้าด้วยกัน คือ วิทยาศาสตร์ (Science : S) เทคโนโลยี (Technology : T) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering : E) ศิลปะ (Arts) และคณิตศาสตร์ (Mathematics : M) โดยรายวิชาต่าง ๆ สามารถเชื่อมโยงและสนับสนุนซึ่งกันและกันผ่านการประยุกต์กับสถานการณ์จริง เนื้อหาในแต่ละวิชาที่นำมาบูรณาการนั้นไม่จำเป็นต้องมีสัดส่วนเท่ากัน อาจเน้นเรื่องใดเรื่องหนึ่งและบูรณาการวิชาอื่นไปพร้อม ๆ กัน ในการเพิ่มศิลปะเข้าไปใน STEM ทำให้เกิดการสร้างกรอบความคิดทางการศึกษาที่สามารถเชื่อมโยงการศึกษาวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและคณิตศาสตร์กับสาขาต่าง ๆ ของศิลปะ และยังพบว่าช่วยให้ผู้เรียนสามารถถ่ายโอนความรู้ด้วยการคิดขั้นสูงระหว่างสาขาวิชา ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้แสดงความคิดหลากหลายและสร้างสรรค์ Phongngern (2017, pp. 320-334) ได้อธิบายว่า การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีวิธีการแก้ปัญหาใหม่ ๆ ทำให้การเรียนรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์มีความน่าสนใจ เข้าใจง่ายขึ้น และนำไปประยุกต์ใช้กับชีวิตประจำวันได้ และยังพบว่าการเรียนรู้ที่รวมศิลปะช่วยให้เด็กสามารถ สื่อสารแนวคิด และ นำเสนอผลงาน ได้อย่างมีประสิทธิภาพ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Intawimonsri (2560, pp. 25-29) ที่ได้ศึกษาผลของการใช้แนวคิดสะเต็มศึกษา ในวิชาชีววิทยา ที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่านักเรียนที่เรียนชีววิทยาตามแนวคิดสะเต็มศึกษามีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนอยู่ในระดับดีขึ้นไป นักเรียนที่เรียนชีววิทยาตามแนวคิดสะเต็มศึกษา มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน ไม่แตกต่างกันและนักเรียนที่เรียนชีววิทยาตามแนวคิดสะเต็มศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในระดับปานกลาง Madden et al. (2013, pp. 541-546) อธิบายว่า การศึกษาเชิงปฏิบัติการของแต่ละองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ สามารถทำได้ดังนี้ 1) ความคิดคล่อง (Fluency) ศึกษาได้จากจำนวนคำตอบ หรือการโต้ตอบของปัญหาในสถานการณ์นั้น ๆ 2) ความยืดหยุ่น (Flexibility) ศึกษาได้จากจำนวนของประเภทหรือจำนวนหมวดหมู่ของคำตอบหรือการตอบสนองที่แตกต่างกัน 3) ความคิดริเริ่ม (Originality) ศึกษาได้จากการตอบสนองหรือคำตอบที่มีความโดดเด่นเฉพาะตัว Tangenapirom (1986, p. 18) ได้ศึกษาวิธีการวัดความคิดสร้างสรรค์มาเป็นลำดับ ได้แก่ 1) การใช้การสังเกต ซึ่งเป็นพฤติกรรมที่แสดงออกถึงการมีความคิดสร้างสรรค์ 2) การวาดภาพโดยอาจจะมีการกำหนดรูปร่างเรขาคณิตมาให้แล้วให้นักเรียนวาดภาพต่อเติมจากสิ่งที่ครูกำหนดให้ 3) หรือให้นักเรียนสังเกตดูภาพรอยหมึกแล้วตอบคำถามว่ารอยหยดหมึกที่เห็นมีลักษณะคล้ายกับอะไร 4) การเขียนเรียงความและงานศิลปะ นอกจากนี้แนวทางในการวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ยังสามารถทำได้โดยการใช้แบบวัด ซึ่งในแบบวัดนั้นอาจประกอบด้วย การใช้ภาษา การใช้ภาพเป็นสื่อ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนแสดง

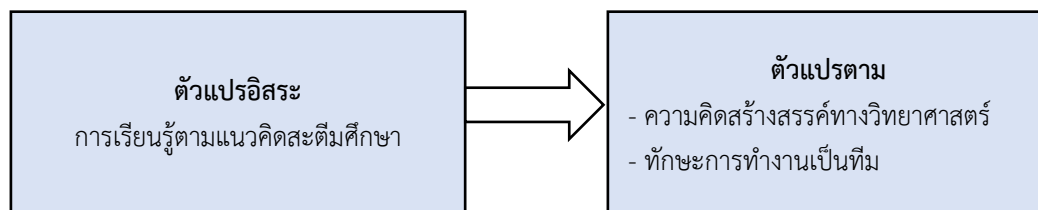
ความคิดสร้างสรรค์ออกมา โดยจะมีการจับเวลาในการทำแบบวัด จากการศึกษาวิจัยของ Kim et al. (2014, pp. 43-54) ที่ได้ศึกษา ผลของการประยุกต์สะเต็มศึกษาในรายวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์และระดับความสนใจในวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 3 โรงเรียนในประเทศเกาหลีใต้ พบว่านักเรียนที่ได้เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้วยบทเรียนในรายวิชาวิทยาศาสตร์ที่ประยุกต์สะเต็มศึกษามีความคิดสร้างสรรค์และมีความสนใจในวิทยาศาสตร์มากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยการเรียนการสอนแบบทั่วไป Ruenrom (2010, pp. 27-28) ได้ศึกษาเรื่องการทำงานเป็นทีมของครูในโรงเรียนระยองพิทยาคม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาระยอง เขต 1 ได้อธิบายความหมายของการการทำงานเป็นทีมว่าหมายถึง การที่บุคคลตั้งแต่สองคนขึ้นไป ซึ่งมีความสัมพันธ์กันค่อนข้างจะใกล้ชิดมาร่วมกันดำเนินกิจกรรมทั้งหลายให้บรรลุเป้าหมายในทิศทางเดียวกัน สนับสนุนช่วยเหลือเอาใจใส่ซึ่งกันและกัน ใช้ทักษะประสบการณ์ แลกเปลี่ยนเรียนรู้ ร่วมมือกันทำงานอย่างเต็มความสามารถ สามัคคีกัน เพื่อแก้ไขปัญหาต่าง ๆ และพบว่าปัจจัยที่ส่งผลต่อการทำงานเป็นทีม คือ 1) ภาวะผู้นำของผู้บริหาร โดยผู้บริหารมีบทบาทสำคัญในการสร้างบรรยากาศที่เอื้อต่อการทำงานเป็นทีม 2) ความสัมพันธ์ระหว่างครู ครูที่มีความสัมพันธ์ที่ดีต่อกันมักจะทำงานร่วมกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ 3) วัฒนธรรมองค์กร วัฒนธรรมที่สนับสนุนการทำงานเป็นทีมทำให้ครูมีแนวโน้มที่จะร่วมมือกันมากขึ้น 4) การสนับสนุนจากโรงเรียน ทรัพยากรและการส่งเสริมจากโรงเรียนช่วยเสริมสร้างการทำงานเป็นทีม Rovers (2015, Online) ได้ศึกษาและพบว่า องค์ประกอบของการการทำงานเป็นทีมที่มีประสิทธิภาพโดยมีการผสมผสานความสามารถในหลาย ๆ ด้านเข้าด้วยกัน ประกอบด้วย 1) การรับฟังแบบอย่างตั้งใจ 2) การติดต่อสื่อสาร 3) การให้และรับข้อเสนอแนะ 4) การรับบทบาทที่แตกต่าง 5) การร่วมมือกันทำงาน (Collaboration) Wang et al. (2009, pp. 91-92) ได้ศึกษาและพัฒนาแนวทางในการประเมินการทำงานเป็นทีมสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยใช้วิธีการประเมิน 3 วิธี ได้แก่ การประเมินตนเอง (Self-report) การประเมินจากการตัดสินจากสถานการณ์ (Situational judgment test) และการประเมินจากครูผู้สอน (Teacher-report) พบว่า เมื่อเปรียบเทียบวิธีการประเมินการทำงานเป็นทีมทั้ง 3 วิธี พบว่าในแต่ละวิธีมีปัญหาแตกต่างกันไป เช่น การประเมินตนเอง นักเรียนบางคนอาจทำการประเมินที่ไม่ตรงกับความเป็นจริง นักเรียนทำการประเมินดีกว่าหรือแย่กว่าจากความเป็นจริง ซึ่งการประเมินจากครูผู้สอนช่วยป้องกันปัญหาความเป็นจริงตรงจุดนี้ได้ แต่ข้อจำกัดของการประเมินจากครูผู้สอน คือครูผู้สอนไม่สามารถทำการประเมินนักเรียนได้อย่างทั่วถึง การประเมินจากครูผู้สอนทำได้ยากคือครูผู้สอนต้องทำอย่างอื่นไปด้วย ส่วนการประเมินจากการตัดสินจากสถานการณ์มีความน่าเชื่อถือมากกว่าการประเมินตนเอง เพราะมีสถานการณ์กำหนดมาให้ ข้อจำกัดของการประเมินวิธีนี้คือแบบประเมินมีตัวหนังสือมากเกินไป ทำให้นักเรียนข้ามการอ่านสถานการณ์นั้นไป โดยการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษาในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยนำหลักการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามแนวคิดของ Riley (2014, pp. 54-55) ซึ่งได้เสนอ 6 ขั้นตอนการสอน ดังนี้ 1) ขั้นระบุสถานการณ์ (Focus) ครูและนักเรียนร่วมกันเลือกปัญหาที่จำเป็นในการแก้ไขสถานการณ์ โดยคำถามและปัญหาจะต้องมีความสัมพันธ์กับเนื้อหาของแนวคิดสะเต็ม (STEAM) 2) ขั้นวิเคราะห์สถานการณ์ (Detail) ครูและนักเรียนช่วยกันหาองค์ประกอบว่าคำถามหรือปัญหานั้นมีสาเหตุมาจากอะไร ทำมาถึงเกิดปัญหาหรือคำถามเหล่านั้นขึ้นมา 3) ขั้นการค้นคว้า (Discovery) นักเรียนทำการศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลที่สำคัญเพื่อการแก้ไขปัญหาหรือตอบคำถามด้วยวิธีการที่หลากหลาย ส่วนครูทำหน้าที่วิเคราะห์ทักษะหรือกระบวนการที่นักเรียนยังขาดและช่วยเสริมทักษะและกระบวนการจนนักเรียนมีความเข้าใจมากยิ่งขึ้น 4) ขั้นประยุกต์ (Application) นักเรียนจะได้สร้างและอธิบายวิธีการในการแก้ปัญหาผ่านการสร้างสรรค์ผลงาน 5) ขั้นการนำเสนอ (Presentation) นักเรียนมีโอกาสนในการเผยแพร่ผลงานของตนเองให้ผู้ชม โดยผู้ชมมีโอกาสที่จะให้ข้อเสนอแนะได้ ขั้นตอนนี้มีความสำคัญในการเปิดโอกาสให้นักเรียนเรียนรู้ที่จะเป็นผู้ให้และผู้รับ 6) ขั้นประเมินและปรับปรุง (Evaluation) นักเรียนจะได้นำข้อเสนอแนะจากขั้นตอนก่อนหน้าไปปรับปรุงวิธีการในการแก้ปัญหาเพื่อผลิตผลงานสร้างสรรค์ต่อไป และแนวคิดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของ Madden et al. (2013, pp. 541-546) และอีกทั้งแนวคิดด้านทักษะการทำงานเป็นทีมของ Wang et al. (2009, pp. 91-92)

จากการวิเคราะห์ข้อมูลจึงสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา อาจมีส่วนช่วยให้ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และทักษะการทำงานเป็นทีมของนักเรียนได้ เพราะการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเป็นวิธีการที่มีความหลากหลายในการแก้ปัญหา อีกทั้งมีการนำความรู้วิทยาศาสตร์มาใช้เพื่อออกแบบสร้างสรรค์ผลงานหรือชิ้นงานผ่านการใช้ศิลปะในการออกแบบผ่านกระบวนการทำงานกลุ่มของนักเรียน สมมุติฐานการวิจัย ประกอบด้วย นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษามีคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษามีทักษะการทำงานเป็นทีมในระยะก่อน ระหว่างและหลังการทดลองแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 กรอบแนวคิดการวิจัย

ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และทักษะการทำงานเป็นทีมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีกรอบแนวคิดการวิจัย ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

3.2 ประชากร และกลุ่มตัวอย่างวิจัย

ประชากรในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 จำนวนนักเรียน 255 คน โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยรามคำแหง สังกัดสำนักงานปลัดกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม

กลุ่มตัวอย่างการวิจัยในครั้งนี้คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยรามคำแหง (ฝ่ายมัธยม) ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 3 ห้อง ได้แก่ ห้อง ม.3/1 ม.3/6 และ ม.3/7 ซึ่งได้มาโดยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) จำนวน 82 คน ซึ่งนักเรียนในห้องทุกห้องผ่านการทดสอบความสามารถโดยพิจารณาผลการเรียนจากฝ่ายวิชาการของโรงเรียนเป็นที่เรียบร้อยแล้ว

3.3 เครื่องมือวิจัย

1. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาในเนื้อหา เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 4 แผน ใช้เวลา 20 คาบ ประกอบด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง องค์ประกอบของระบบนิเวศ 2) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง ประชากรในระบบนิเวศ 3) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การถ่ายทอดพลังงานในระบบนิเวศ 4) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง วัฏจักรน้ำและคาร์บอน

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วย

2.1 แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 2 ฉบับ ก่อนและหลังเรียนโดยมีฉบับละ 5 ข้อ ซึ่งเป็นแบบวัดประเภทอัตนัย แบบวัดทั้งสองฉบับนี้เป็นแบบวัดคู่ขนาน (Parallel-tests)

2.2 แบบประเมินทักษะการทำงานเป็นทีมแบบเพื่อนประเมินเพื่อน 5 ด้าน

2.3 แบบประเมินทักษะการทำงานเป็นทีมแบบประเมินตนเอง 5 ด้าน

3.4 ขั้นตอนการวิจัย

3.4.1 การสร้างและการหาคุณภาพเครื่องมือ

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผู้วิจัยศึกษาหลักสูตร ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง แนวคิดและขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนสำหรับแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อจัดสาระและดำเนินการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ตามสาระและจำนวนคาบที่กำหนดให้สอดคล้องกับรูปแบบการเรียนการสอนที่เลือกใช้ นำแผนการจัดการเรียนรู้ไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิซึ่งมีความเชี่ยวชาญในหลักสูตร และมีประสบการณ์สอน จำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบพิจารณารายละเอียดเพื่อประเมินค่าความเหมาะสมและความสอดคล้อง ซึ่งจากการวิเคราะห์หาค่าความเหมาะสมขององค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ถึงแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 ค่าความเหมาะสมเท่ากับ 4.76, 4.80, 4.73, และ 4.81 ตามลำดับค่าเฉลี่ยรวมคือ 4.78 อยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด จากนั้นนำแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง ที่ผ่านการประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญแล้วไปทดลองใช้ (Try-out) กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการสอนด้วยตนเอง เพื่อตรวจสอบความเป็นไปได้ ความถูกต้อง ความเหมาะสม และบันทึกปัญหาข้อบกพร่องต่าง ๆ ที่พบแล้วนำมาแก้ไขและปรับปรุงในส่วนกิจกรรมตามขั้นตอนการจัดการเรียนการสอน โดยปรับให้มีความเหมาะสมกับเวลาที่ค่อนข้างจำกัดก่อนนำไปใช้จริง

2. แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้เก็บรวบรวมข้อมูลความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน มีจำนวน 2 ชุด ได้แก่ แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ฉบับก่อนเรียนและหลังเรียน ผู้วิจัยศึกษาและวิเคราะห์องค์ประกอบ กำหนดตัวชี้วัดเชิงพฤติกรรมเพื่อใช้สร้างแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์พร้อมเกณฑ์การให้คะแนน สำหรับการตรวจคำตอบของแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ (ตัวอย่างข้อคำถาม เช่น ในปัจจุบันประชากรเมืองนิยมใช้รถส่วนตัวเป็นจำนวนมาก ทำให้ที่จอดรถไม่เพียงพอและเกิดปัญหาจราจรติดขัด ซึ่งทำให้เกิดปัญหาการจราจร ให้นักเรียนออกแบบและวาดรูปรถที่จะช่วยลดปัญหาสถานที่จอดรถมาให้ได้มากที่สุด (ภายในเวลา 3 นาที)) นำแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ฉบับก่อนเรียนและหลังเรียนรวมทั้งเกณฑ์การให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ให้ผู้ทรงคุณวุฒิที่มีความเชี่ยวชาญในด้านความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 5 ท่านเพื่อตรวจสอบค่าดัชนีความตรง (Index of Item-Objective Congruence : IOC) ของข้อคำถามต่อความสอดคล้องของพฤติกรรมที่ต้องการวัด และลักษณะการใช้คำถาม จากนั้นพิจารณารายการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้องของผู้ทรงคุณวุฒิในแต่ละข้อ ซึ่งฉบับก่อนเรียนมีค่าอยู่ระหว่าง 0.60-1.00 ส่วนฉบับหลังเรียนมีค่าอยู่ระหว่าง 0.80-1.00 นำแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ฉบับก่อนเรียนและหลังเรียน รวมทั้งเกณฑ์การให้คะแนนที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้ (Try-out) กับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5/1(2) และ 5/1(3) ที่ผ่านการเรียนเรื่องนี้มาแล้ว เพื่อนำผลการตรวจสอบที่ได้มาหาค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับแล้วจัดทำแบบทดสอบฉบับจริง โดยแบบวัดฉบับก่อนเรียนมีค่าความยากง่ายระหว่าง 0.44-0.66 มีค่าอำนาจจำแนกมีค่าระหว่าง 0.33-0.66 ตรวจสอบค่าความเที่ยงแบบความสอดคล้องภายในโดยใช้สัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's alpha coefficient) มีค่าเท่ากับ 0.83 แบบวัดฉบับหลังเรียนมีค่าความยากง่ายระหว่าง 0.39-0.68 มีค่าอำนาจจำแนกมีค่าระหว่าง 0.35-0.57 ตรวจสอบค่าความเที่ยงแบบความสอดคล้องภายในโดยใช้สัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's alpha coefficient) มีค่าเท่ากับ 0.81 และตรวจสอบค่าความเที่ยงของแบบวัดทั้งฉบับก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน มีค่าเท่ากับ 0.89

3. แบบประเมินทักษะการทำงานเป็นทีมแบบเพื่อนประเมินเพื่อน 5 ด้าน และแบบประเมินตนเอง 5 ด้าน มีขั้นตอนในการพัฒนาเครื่องมือ ศึกษาแนวคิด ทฤษฎีเกี่ยวกับรูปแบบการประเมินทักษะการทำงานเป็นทีมเพื่อนำมาวิเคราะห์และหาคุณลักษณะของการทำงานเป็นทีมที่มีประสิทธิภาพ ประกอบด้วย ด้านที่ 1 การร่วมกันสื่อสารภายในทีมที่มีประสิทธิภาพ ด้านที่ 2 หลักและวิธีการทำงานร่วมกันภายในทีม ด้านที่ 3 การทำงานในทีมที่มีประสิทธิภาพ ด้านที่ 4 การมีภาวะผู้นำ ด้านที่ 5 การยอมรับศักยภาพของสมาชิกในทีม สร้างแบบประเมินโดยมีลักษณะแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Rating scale) นำแบบสอบถามไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ประเมินความสอดคล้องของแบบสอบถามโดยให้คะแนนข้อคำถามแต่ละข้อ โดยพิจารณาความสอดคล้อง (IOC) ของข้อคำถามกับองค์ประกอบการทำงานเป็นทีม โดยเกณฑ์ค่าดัชนีความสอดคล้องของผู้เชี่ยวชาญต้องอยู่ในระดับเท่ากับหรือมากกว่า 0.5 ขึ้นไป จึงถือว่ามีความสอดคล้องและนำไปใช้ได้ รวมถึงข้อบกพร่องอื่น ๆ และข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไขจากการประเมินคุณภาพของแบบประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ

3.4.2 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการวิจัย คือ 1) ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลก่อนการจัดการเรียนการสอนกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง โดยการวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้วย แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ฉบับก่อนเรียน โดยใช้เวลาในการทำแบบวัด 30 นาที และผู้วิจัยให้ผู้เรียนทำแบบประเมินทักษะการทำงานเป็นทีม 2 ชุด ประกอบด้วย แบบประเมินทักษะการทำงานเป็นทีมแบบประเมินตนเอง และแบบประเมินทักษะการทำงานเป็นทีมแบบเพื่อนประเมินเพื่อน ครั้งที่ 1 2) ดำเนินการทดลองใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 20 ชั่วโมงกับกลุ่มตัวอย่าง ในช่วงกลางของการทดลองประมาณสัปดาห์ที่ 3 ผู้วิจัยให้ผู้เรียนทำแบบประเมินทักษะการทำงานเป็นทีม ทั้ง 2 ชุด เป็นครั้งที่ 2 3) แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ฉบับหลังเรียน ซึ่งปรับแบบวัดคู่ขนาน ใช้เวลาทำแบบวัด 30 นาที ผู้วิจัยให้ผู้เรียนทำแบบประเมินทักษะการทำงานเป็นทีม 2 ชุด โดยเป็นการเก็บรวบรวมผลการประเมินทักษะการทำงานเป็นทีมในครั้งที่ 3

3.4.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยหาค่าเฉลี่ย ค่าร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ของคะแนน และระดับของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างในแต่ละองค์ประกอบและภาพรวมของกลุ่มตัวอย่างหลังการทดลองจากแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และทดสอบค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่างจากแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนและหลังเรียนที่มีคะแนนเต็มฉบับละ 56 คะแนน ด้วยสถิติทดสอบค่าทีแบบไม่อิสระ (Dependent t-test) โดยกำหนดระดับนัยสำคัญที่ระดับ .05 โดยผู้วิจัยใช้เกณฑ์การให้คะแนนระดับคุณภาพของการวัด

ประเมินผลการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 โดยกำหนดเกณฑ์การตัดสินเป็น 4 ระดับ เพื่อประเมินระดับความสามารถของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนของนักเรียน และทดสอบค่าความแตกต่างของคะแนนทักษะการทำงานเป็นทีมโดยใช้สถิติทดสอบสมมติฐานการวิเคราะห์ความแปรปรวนที่มีการวัดซ้ำ (Repeated measures ANOVA)

4. ผลการวิจัย

ผลการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระหว่างก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา และผลการวิเคราะห์ทักษะการทำงานเป็นทีม ผลการวิเคราะห์มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระหว่างก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

คะแนน	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	ร้อยละ	SD	t	p
ก่อนเรียน	56	25.27	45.12	2.35	16.804*	0.000
หลังเรียน	56	29.80	53.21	3.19		

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 1 พบว่า นักเรียนมีคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันโดยกลุ่มหลังเรียนมีคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ค่าร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และระดับของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนของนักเรียน

องค์ประกอบ	คะแนนเต็ม	ค่าสถิติ			ระดับความสามารถ
		$\bar{X}$	ร้อยละ	SD	
ความคิดคล่อง	16	10.09	63.06	1.54	ดี
ความคิดยืดหยุ่น	20	12.18	60.90	1.78	ดี
ความคิดริเริ่ม	20	7.60	38.00	1.03	ปานกลาง
รวม	56	29.80	53.21	3.19	ดี

จากตารางที่ 2 พบว่า นักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีคะแนนร้อยละของความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เท่ากับ 53.21 อยู่ในเกณฑ์ระดับคุณภาพดี เมื่อพิจารณาคะแนนร้อยละในแต่ละองค์ประกอบพบว่า องค์ประกอบความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์และความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์ มีคะแนนร้อยละ 63.06 และ 60.90 ตามลำดับ อยู่ในเกณฑ์ระดับคุณภาพดี ส่วนองค์ประกอบความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์มีคะแนนร้อยละ 38.00 อยู่ในเกณฑ์ระดับคุณภาพปานกลาง

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์แยกตามองค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์รายด้านของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาก่อนเรียนและหลังเรียน

องค์ประกอบ ความคิดสร้างสรรค์ ทางวิทยาศาสตร์	การทดสอบ	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	ร้อยละ	SD	t	p
คิดคล่อง (Fluency)	ก่อนเรียน	16	8.21	51.31	1.49	12.436*	0.000
	หลังเรียน	16	10.09	63.06	1.54		
คิดยืดหยุ่น (Flexibility)	ก่อนเรียน	20	9.84	49.20	1.07	12.971*	0.000
	หลังเรียน	20	12.18	60.90	1.78		
คิดริเริ่ม (Originality)	ก่อนเรียน	20	7.32	36.55	1.12	1.876	0.064
	หลังเรียน	20	7.60	38.00	1.02		

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 3 พบว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์แต่ละองค์ประกอบ ได้แก่ ความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม มีคะแนนเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์โดยกลุ่มหลังเรียนมีคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่องค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้านความคิดริเริ่มมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนและก่อนเรียนไม่แตกต่างกัน

ตารางที่ 4 ผลเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยรายคู่ของทักษะการทำงานเป็นทีมของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างโดยใช้แบบประเมินทักษะการทำงานเป็นทีมแบบประเมินตนเอง โดยแบบประเมินแบ่งเป็น 5 ด้าน จากการวัด 3 ครั้ง

รายการประเมิน	(I) ช่วงเวลา	(J) ช่วงเวลา	ความแตกต่าง ของ ค่าเฉลี่ย	ความคลาด เคลื่อน มาตรฐาน
ด้านที่ 1 การร่วมกันสื่อสารภายในทีมที่มีประสิทธิภาพ	หลังการทดลอง	ก่อนการทดลอง	1.585*	0.052
		ระหว่างการทดลอง	0.144*	0.038
	ระหว่างการทดลอง	ก่อนการทดลอง	1.441*	0.045
ด้านที่ 2 หลักและวิธีการทำงานร่วมกันภายในทีม	หลังการทดลอง	ก่อนการทดลอง	1.843*	0.047
		ระหว่างการทดลอง	0.264*	0.033
	ระหว่างการทดลอง	ก่อนการทดลอง	1.579*	0.050
ด้านที่ 3 การทำงานในทีมที่มีประสิทธิภาพ	หลังการทดลอง	ก่อนการทดลอง	1.613*	0.056
		ระหว่างการทดลอง	0.303*	0.029
	ระหว่างการทดลอง	ก่อนการทดลอง	1.547*	0.049
ด้านที่ 4 การมีภาวะผู้นำ	หลังการทดลอง	ก่อนการทดลอง	1.852*	0.046
		ระหว่างการทดลอง	0.305*	0.038
	ระหว่างการทดลอง	ก่อนการทดลอง	1.547*	0.049
ด้านที่ 5 การยอมรับศักยภาพของสมาชิกในทีม	หลังการทดลอง	ก่อนการทดลอง	1.846*	0.048
		ระหว่างการทดลอง	0.217*	0.023
	ระหว่างการทดลอง	ก่อนการทดลอง	1.628*	0.054

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 4 พบว่า ทักษะการทำงานเป็นทีมของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างก่อน ระหว่างและหลัง นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษามีทักษะการทำงานเป็นทีมในทุกด้าน ได้แก่ การสื่อสารภายในทีมที่มีประสิทธิภาพหลักการทำงานร่วมกันภายในทีม การทำงานในทีมที่มีประสิทธิภาพ ภาวะผู้นำ และการยอมรับศักยภาพของสมาชิกในทีม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 5 ผลเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยรายคู่ของทักษะการทำงานเป็นทีมของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างโดยใช้แบบประเมินทักษะการทำงานเป็นทีมแบบเพื่อนประเมินเพื่อน โดยแบบประเมินแบ่งเป็น 5 ด้าน จากการวัด 3 ครั้ง

รายการประเมิน	(I) ช่วงเวลา	(J) ช่วงเวลา	ความแตกต่าง ของ ค่าเฉลี่ย	ความคลาด เคลื่อน มาตรฐาน
ด้านที่ 1 การร่วมกันสื่อสารภายในทีมที่มีประสิทธิภาพ	หลังการทดลอง	ก่อนการทดลอง	1.585*	0.052
		ระหว่างการทดลอง	0.144*	0.038
	ระหว่างการทดลอง	ก่อนการทดลอง	1.441*	0.045
ด้านที่ 2 หลักและวิธีการทำงานร่วมกันภายในทีม	หลังการทดลอง	ก่อนการทดลอง	1.843*	0.047
		ระหว่างการทดลอง	0.264*	0.033
	ระหว่างการทดลอง	ก่อนการทดลอง	1.579*	0.050
ด้านที่ 3 การทำงานในทีมที่มีประสิทธิภาพ	หลังการทดลอง	ก่อนการทดลอง	1.613*	0.056
		ระหว่างการทดลอง	0.303*	0.029
	ระหว่างการทดลอง	ก่อนการทดลอง	1.310*	0.058
ด้านที่ 4 การมีภาวะผู้นำ	หลังการทดลอง	ก่อนการทดลอง	1.852*	0.046
		ระหว่างการทดลอง	0.305*	0.038
	ระหว่างการทดลอง	ก่อนการทดลอง	1.547*	0.049
ด้านที่ 5 การยอมรับศักยภาพของสมาชิกในทีม	หลังการทดลอง	ก่อนการทดลอง	1.846*	0.048
		ระหว่างการทดลอง	0.217*	0.023
	ระหว่างการทดลอง	ก่อนการทดลอง	1.628*	0.054

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 5 พบว่า ทักษะการทำงานเป็นทีมนักเรียนกลุ่มตัวอย่างก่อน ระหว่างและหลังนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษามีทักษะการทำงานเป็นทีมในทุกด้าน ได้แก่ การร่วมกันสื่อสารภายในทีมที่มีประสิทธิภาพ หลักและวิธีการทำงานร่วมกันภายในทีม การทำงานในทีมที่มีประสิทธิภาพ การมีภาวะผู้นำและการยอมรับศักยภาพของสมาชิกในทีม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษามีคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สามารถอภิปรายได้ด้วยเหตุผลดังต่อไปนี้ ประการที่ 1 การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เป็นจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนได้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง นักเรียนได้มีโอกาสฝึกการคิดวิเคราะห์และออกแบบสร้างสรรค์ชิ้นงานรวมทั้งมีการนำความรู้ที่ได้จากการสืบค้นข้อมูลมาใช้เพื่อแก้ปัญหาผ่านสถานการณ์ได้อย่างสร้างสรรค์ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Kim et al. (2014, pp. 43-54) ที่ได้ศึกษา ผลของการประยุกต์สะเต็มศึกษาในรายวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์และระดับความสนใจในวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 3 โรงเรียนในประเทศเกาหลีใต้ พบว่านักเรียนที่ได้เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ด้วยบทเรียนในรายวิชาวิทยาศาสตร์ที่ประยุกต์สะเต็มศึกษามีความคิดสร้างสรรค์และมีความสนใจในวิทยาศาสตร์มากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยการเรียนการสอนแบบทั่วไป และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Phuproong (2016, pp. 790-798) ที่ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสารคามพิทยาคม ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องอาหารกับการดำรงชีวิต พบว่า หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษามีค่าเฉลี่ยคะแนนทักษะความคิดสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและมีความแตกต่างกัน ทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ประการที่ 2 เมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยร้อยละในแต่ละองค์ประกอบพบว่าองค์ประกอบความคิดคลองทางวิทยาศาสตร์ ความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน โดยมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 63.06 และ 60.90 ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ระดับคุณภาพดี ทั้งนี้อาจเป็นเพราะในกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่องระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม ผู้วิจัยได้ออกแบบการเรียนรู้ให้กับนักเรียนได้ลองคิดแนวคิดการแก้ปัญหา หรือสิ่งประดิษฐ์เพื่อแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมภายในเวลาที่ครูกำหนด โดยนักเรียนจะทำการออกแบบแนวคิดคนเดียวก่อน แล้วนำแนวคิดของตนเองไปแลกเปลี่ยนและรวบรวมออกมาเป็นแนวคิดสมาชิกหรือสิ่งประดิษฐ์ในกลุ่มของตนเอง เป็นสาเหตุให้นักเรียนมีการพัฒนาด้านการคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่นทางวิทยาศาสตร์ในหลาย ๆ ครั้ง จึงส่งผลให้นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และอยู่ในเกณฑ์ระดับคุณภาพ ปานกลาง ทั้งนี้อาจจะเนื่องมาจากความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์เป็นความสามารถในการคิดที่แปลกใหม่และแตกต่างไปจากเดิมหรือแตกต่างจากบุคคลอื่นและสอดคล้องกับบริบท ซึ่งผู้เรียนอาจจะไม่ได้ฝึกทักษะกระบวนการคิดอย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์โดยเฉพาะในส่วนความคิดริเริ่มทางวิทยาศาสตร์อย่างต่อเนื่องเท่าที่ควรในการเรียนที่ผ่านมาสอดคล้องกับคำกล่าวของ Yang et al. (2016, pp. 16-23) ที่ได้กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์เป็นความสามารถที่นักเรียนต้องใช้ระยะเวลาฝึกฝนและสะสมประสบการณ์อย่างต่อเนื่อง โดยควรใช้เวลาฝึกฝนอย่างน้อย 1 ปี จึงจะสามารถเห็นผลได้ชัด

นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษามีทักษะการทำงานเป็นทีมในระยะก่อน ระหว่างและหลังการทดลองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้เนื่องจาก การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้เลือกใช้ขั้นตอนในกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการทำงานเป็นกลุ่มรวมอยู่ในทุกขั้นตอน ผู้เรียนต้องมีปฏิสัมพันธ์ภายในกลุ่มโดยต้องมีการสื่อสารภายในทีมตลอดเวลา เพื่อให้สามารถดำเนินการตามขั้นตอนเพื่อบ่งชี้เป้าหมายการทำงานของทีมทำให้การทำงานเกิดประสิทธิภาพและบรรลุตามวัตถุประสงค์ร่วมกับสมาชิกแก้ไขปัญหาภายในกลุ่มสนับสนุนซึ่งกันและกัน และส่งเสริมการพัฒนาทักษะใหม่ ๆ ของสมาชิก โดยผู้เรียนต้องรู้ว่าสมาชิกในกลุ่มมีความถนัดด้านใดและสามารถแบ่งบทบาทหน้าที่ได้ตามความรู้ ความสามารถของสมาชิกแต่ละคนได้ จึงเป็นการส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาทักษะการทำงานเป็นทีมอยู่เสมอ เมื่อมีการให้ผู้เรียนได้ทำกิจกรรมกลุ่มอย่างต่อเนื่องจึงส่งผลให้เกิดพัฒนาการทักษะการทำงานเป็นทีมที่เพิ่มขึ้นในการวัดทุกครั้ง ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของ Riumongkol (2012, pp. 6-8) ที่กล่าวว่า การร่วมมือในการทำงานเป็นทีมมีหลักการทำงานร่วมกันสนับสนุนและส่งเสริมการทำงานของกลุ่มในทุกครั้งจะช่วยให้สมาชิกเกิดทักษะการทำงานที่ดีและมีประสิทธิภาพ เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านในการประเมินของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาในช่วงสัปดาห์สุดท้าย ในครั้งที่ 3 พบว่า ในการประเมินทักษะการทำงานเป็นทีมแบบประเมินตนเอง ด้านที่ได้คะแนนเฉลี่ยสูงสุด ได้แก่ ด้านที่ 5 การยอมรับศักยภาพของสมาชิกในทีม ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่า ตลอดเวลาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ในแต่ละครั้งของการปฏิบัติกิจกรรมผู้เรียนต้องมีการ

แบ่งหน้าที่ในกลุ่มตามความถนัดและไม่ถนัดของเพื่อนสมาชิก เมื่อสมาชิกแต่ละคนได้รับหน้าที่ที่ตนเองถนัดแล้วจะสามารถทำงานตามที่ตนเองได้รับหน้าที่ออกมาได้ดี ส่งผลให้สมาชิกกลุ่มมีความเชื่อมั่นและไว้วางใจในศักยภาพของเพื่อนร่วมทีม สอดคล้องกับ Trakulserith (2006, pp. 88-90) ที่กล่าวว่า ความสำคัญของการทำงานเป็นทีมคือ การนำเอาความสามารถของแต่ละบุคคลมาทำให้เกิดประโยชน์สูงสุด แต่เนื่องจากความสามารถที่จำกัดของแต่ละบุคคลจึงต้องมีการร่วมมือกัน อีกทั้งครูยังเปิดโอกาสให้นักเรียนได้สะท้อนการเรียนรู้และกระบวนการทำงาน ในขั้นสะท้อนสิ่งที่เรียนรู้และผลการแก้ปัญหา เป็นเหตุให้นักเรียนได้มองเห็นผลงานและการทำงานของตนเองในแต่ละครั้ง เมื่อมีการเรียนรู้ในหน่วยการเรียนรู้ต่อไป จะทำให้นักเรียนนำผลการประเมินครั้งที่แล้วมาพัฒนางานในหน่วยการเรียนรู้ได้ด้วย ซึ่งสอดคล้องกับ Kowtrakool (2560, pp. 253-255) ได้กล่าวว่า การเรียนรู้ที่เกิดจากการสร้างชิ้นงาน โดยการเลือกสื่อ วัสดุ และเทคโนโลยี ที่เหมาะสมแล้ว ครูยังต้องเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการประเมินผลงานและกระบวนการทำงานของตนเอง จึงจะทำให้เกิดการเรียนรู้อย่างแท้จริงและเป็นการพัฒนาศักยภาพของเพื่อนร่วมทีม ส่วนด้านที่ได้คะแนนต่ำสุด ได้แก่ ด้านที่ 1 การร่วมกันสื่อสารภายในทีมที่มีประสิทธิภาพ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่าในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในแต่ละครั้งมีเวลาที่จำกัด ส่วนการประเมินทักษะการทำงานเป็นทีมแบบเพื่อนประเมินเพื่อนพบว่า ด้านที่คะแนนเฉลี่ยสูงสุด คือ ด้านที่ 3 การทำงานในทีมที่มีประสิทธิภาพ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่า ในการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยเฉพาะในขั้นตอนที่ 3 การค้นคว้า (Discovery) และขั้นตอนที่ 4 ประยุกต์ (Application) นักเรียนแต่ละกลุ่มต้องทำการศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลที่สำคัญเพื่อการแก้ไขปัญหาหรือตอบคำถามด้วยวิธีการที่หลากหลาย สมาชิกต้องแก้ไขปัญหายภายในกลุ่ม สนับสนุนและเกิดความเข้าใจซึ่งกันและกัน และส่งเสริมการพัฒนาทักษะใหม่ ๆ ของสมาชิก จึงเกิดความภาคภูมิใจในผลงานและภาคภูมิใจในสมาชิกของทีมและรู้สึกเป็นส่วนหนึ่งของผลงาน ทำให้ผู้เรียนสามารถทำงานร่วมกันในทีมอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น ส่วนด้านที่ได้คะแนนต่ำสุด ได้แก่ ด้านที่ 2 หลักและวิธีการทำงานร่วมกันภายในทีม ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่า สมาชิกในทีมที่มีความสามารถไม่เท่ากัน สมาชิกที่มีความสามารถอ่อนมักไม่กล้าแสดงความคิดเห็นหรือไม่กล้าร่วมกำหนดขั้นตอนแบบแผนการทำงานกลุ่ม หรือไม่มั่นใจในหน้าที่ และสมาชิกที่มีความสามารถอ่อนอาจต้องใช้ระยะเวลาในการพัฒนาทักษะการทำงานเป็นทีมที่มากกว่าสมาชิกคนอื่น ๆ จึงจะทำให้เกิดประสิทธิภาพการทำงานที่มากขึ้น

6. ข้อเสนอแนะ

การนำแนวคิดสะเต็มศึกษาไปใช้ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ควรเลือกใช้กับเนื้อหาที่เป็นสถานการณ์ปัจจุบันและน่าสนใจสามารถพบในชีวิตประจำวันได้ โดยมีแนวทางแก้ไขโดยวิธีแบบปลายเปิดได้ เช่น ปัญหาสิ่งแวดล้อมในโรงเรียนหรือชุมชน หรือเทคโนโลยีสมัยใหม่ด้านต่าง ๆ อีกทั้งกิจกรรมการเรียนการสอนควรให้นักเรียนได้ออกแบบแก้ปัญหาและสร้างผลงานที่เป็นประโยชน์ เพื่อแก้ไขสถานการณ์หรือปัญหาได้อย่างสร้างสรรค์ ครูผู้สอนควรเตรียมการสอนล่วงหน้าอย่างละเอียดเพื่อให้สามารถจัดการกับลำดับการจัดการเรียนการสอนให้เป็นไปตามลำดับขั้น เนื่องจากจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษามีขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนที่มีความต่อเนื่องกันในการทำกิจกรรม เพื่อให้กระบวนการเรียนรู้เป็นไปได้อย่างสมบูรณ์ และในการนำผลการวิจัยไปปรับปรุงพัฒนาในครั้งต่อไปผู้สอนสามารถนำรูปแบบการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาไปประยุกต์ใช้เพื่อพัฒนาทักษะการเรียนรู้ศตวรรษที่ 21 ทักษะอื่น ๆ ได้เช่น ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ทักษะในการสื่อสารทั้งการพูด การเขียน การนำเสนอ เพราะขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเป็นขั้นตอนที่เอื้อให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติและสามารถพัฒนาทักษะดังกล่าวได้

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยสำหรับคณาจารย์จากงบประมาณรายได้ มหาวิทยาลัยรามคำแหง ประจำปีงบประมาณ 2566 และได้รับใบรับรองจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ จากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์มหาวิทยาลัยรามคำแหง เลขที่ RU-HRE66/0132 ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

เอกสารอ้างอิง

- Kim, K. H. (2018). Demystifying Creativity: *What Creativity Isn't and Is? Roeper Review*, 41(2), 119-128.
- Hu, W., & Adey, P. (2002). A scientific creativity test for secondary school students. *International Journal of Science Education*, 24(4), 389-403.
- Intawimonsri, S. (2017). The effects of using the STEAM education approach in biology on scientific creativity and learning achievement of grade 10 students [Master's thesis]. Chulalongkorn University. (in Thai)
- Kim, D., Ko, D. G., Han, M., & Hong, S. (2014). The effects of science lessons applying STEAM Education program on the creativity and interest levels of elementary students. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 34(1), 43-54.
- Kowtrakool, S. (2017). *Educational psychology*. Chulalongkorn University Press. (in Thai)
- Madden, M. E., Baxter, M., Beauchamp, H., Beauchamp, K., Habermas, D., Huff, M., Ladd, B., Pearson, J., & Plague, G. (2013). Rethinking STEAM education: An interdisciplinary STEAM Curriculum. *Procedia Computer Science Journal*, 20(1), 541-546.
- OECD. (2022). *Education at glance 2022: OECD Indicators*.
https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2022/10/education-at-a-glance-2022_4aad242c/3197152b-en.pdf (in Thai)
- Office of the Education Council. (2017). *National education plan B.E. 2560-2579*. Prikwarn Graphic. (in Thai)
- Phongngern, W. (2017). *STEAM: Art for STEM education-Developing learning abilities and inspiring children*. *Journal of Education*, 45(1), 320-334. (in Thai)
- Phuproong, C. (2016). *The effects of STEAM education on promoting creative thinking skills and attitudes toward science of grade 8 students in science class*. In *Proceedings of the 1st National Academic Conference and Research Presentation "Innovative Royal Science for Sustainable Development, Thailand 4.0"* [Master's thesis]. Mahasarakham University. (in Thai)
- Pitiporwiwat, M. (2018). *21st-century skill: When old-world skills are no longer enough*.
<https://medium.com/base-thebusiness-playhouse/21st-century-skill>. (in Thai)
- Riley, S. M. (2014). *Bringing STEAM to Life in K-12 School*. United State : VisionPress.
- Riumongkol, T. (2012). *Teamwork: HRM 4318 (HR 414)* (1st ed.). Department of Human Resource Management, Ramkhamhaeng University. (in Thai)
- Ruenrom, A. (2010). *Teachers' teamwork in Rayong Pittayakom School under the Office of Rayong Educational Service Area 1* [Master's thesis]. Burapha University. (in Thai)
- Rovers, C. J. T. (2015). *Skills Lab Assessment: Teamwork Skills*. Netherlands; Eindhoven University of Technology. https://skillslab.tue.nl/pathtoimg.php?image=TS_content/interactief_pdf_ts_assessment.pdf.
- Tangjenapirom, P. (1986). *Development of a divergent thinking test in numerical symbols based on Guilford's structure-of-intellect theory* [Master's thesis]. Srinakharinwirot University. (in Thai)
- Trakulserith, W. (2006). *Teamwork* (1st ed.). Academic Promotion Center. (in Thai)
- Wang, L., Maccann, C., Zhuang, X., & Liu, O. L. (2009). Assessing teamwork and collaboration in high school students : a multimethod approach. *Canadian Journal of School Psychology*, 24(3), 123-135.

- Yakman, G., & Lee, H. (2012). Exploring the Exemplary STEAM Education in the U.S.as a practical Educational Framework for Korea. *Journal Korea Associated Science Education*, 32(6), 1072-1086.
- Yang, K., Lin, S., Hong, Z., & Lin, H. (2016). Exploring the assessment of and relationship between elementary students' scientific creativity and science inquiry. *Creativity Research Journal*, 28(1), 16-23.

“ข้อคิดเห็น เนื้อหา รวมทั้งการใช้ภาษาในบทความถือเป็นความรับผิดชอบของผู้เขียน”

Research article

การเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน เรื่อง การบวก ลบ คูณ หาร จำนวนเต็ม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
GAME-BASED LEARNING ON ADDITION, SUBTRACTION, MULTIPLICATION AND DIVISION OF
INTEGERS FOR GRADE 7 STUDENTS

ธีรพันธุ์ นันชะดี, ปวีณา ขันศรีลา* และประภาพร นงนหารพิทักษ์

Thirapan Nanchadee, Paweena Khansila*, and Prapaporn Nongharnpituk

E-mail: thirapan.na@ksu.ac.th, paweena.kh@ksu.ac.th*, and prapaporn.no@ksu.ac.th

วิชาเอกคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์และนวัตกรรมการศึกษา มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์ จังหวัดกาฬสินธุ์ 46230 ประเทศไทย

Mathematics Major, Faculty of Education and Educational Innovation, Kalasin University, Kalasin 46230 Thailand

Journal of Industrial Education. 2025, Vol. 24 (No. 1), <https://doi.org/10.55003/JIE.24106>

Received: March 9, 2025, | Revised: April 2, 2025, | Accepted: April 23, 2025

ABSTRACT

This research was game-based learning on integer addition, subtraction, multiplication and division for Grade 7 students. Research objectives were 1) to develop game-based learning with an efficiency of 75/75, 2) to compare students' learning achievement before and after the implementation of game-based learning approach, and 3) to examine students' satisfaction with game-based learning. The sample group consisted of 28 Grade 7 students from Khambongpittayakom school, selected through purposive sampling. The game-based learning activities encouraged students' interest in learning, provided enjoyment, promoted peer interaction, stimulated enthusiasm, and supported systematic thinking and problem-solving in real-time learning contexts. Moreover, the approach enhanced understanding of mathematical content as all students actively participated in learning by playing games that integrated mathematical concepts. The research instruments included six lesson plans, a 20-item multiple-choice achievement test, and a 10-item student satisfaction questionnaire. Data were analyzed using mean, percentage, standard deviation, and t-test. The results showed that: 1) the efficiency of the game-based learning activities was 78.71/80.36, which exceeded the expected criterion, 2) students' post-test scores were significantly higher than their pre-test scores at the .05 level, and 3) students' satisfaction with game-based learning was at the highest level ($\bar{x} = 4.59$, $SD = 0.70$). The results are consistent with the research hypothesis therefore, game-based learning can effectively enhance students' academic achievement.

Keyword: Game-based learning, Integer number, Learning achievement, Student's satisfaction

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน เรื่อง การบวก ลบ คูณ หาร จำนวนเต็ม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 วัตถุประสงค์ในการวิจัยครั้งนี้คือ 1) พัฒนาการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐานให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน และ 3) ศึกษาความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนคำบางพิทยาคม จำนวน 28 คน ซึ่งได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง การจัดการเรียนรู้ในรูปแบบนี้ สามารถทำให้กลุ่มตัวอย่างเกิดความสนใจในการเรียน เกิดความสนุกสนาน สนับสนุนการปฏิสัมพันธ์ในผู้เรียน มีความกระตือรือร้นในการเรียน เกิดการคิดอย่างเป็นระบบ เกิดการแก้ปัญหาตามสถานการณ์ในขณะที่ทำการจัดการเรียนรู้ เข้าใจเนื้อหาคณิตศาสตร์ได้ดียิ่งขึ้น เนื่องจากผู้เรียนทุกคนได้มีส่วนร่วมในการเรียนรู้ ได้เล่นเกมกับผู้เรียนคนอื่น พร้อมกับเนื้อหาคณิตศาสตร์ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 6 แผน แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบปรนัย จำนวน 20 ข้อ และ แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียน จำนวน 10 ข้อ การวิเคราะห์ข้อมูลใช้ค่าสถิติดังนี้ ค่าเฉลี่ย ค่าร้อยละ ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติทดสอบค่าที ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน เรื่อง การบวก ลบ คูณ หาร จำนวนเต็ม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีประสิทธิภาพ 78.71/80.36 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐานอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.59$, $SD = 0.70$) เป็นไปตามสมมติฐานการวิจัย ดังนั้น การเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐานสามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนได้อย่างเหมาะสม

คำสำคัญ: การเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน, จำนวนเต็ม, ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน, ความพึงพอใจของผู้เรียน

1. บทนำ

คณิตศาสตร์เป็นวิชาพื้นฐานที่มีบทบาทสำคัญในการพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหา และการประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน การส่งเสริมให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาคณิตศาสตร์ตั้งแต่ระดับต้นจึงเป็นสิ่งสำคัญ โดยเฉพาะในหัวข้อการบวก ลบ คูณ และหารจำนวนเต็ม ซึ่งเป็นพื้นฐานสำหรับการเรียนในระดับที่สูงขึ้น อย่างไรก็ตาม การจัดการเรียนรู้แบบดั้งเดิม เช่น การบรรยายและการทำแบบฝึกหัดอาจไม่ดึงดูดความสนใจของนักเรียนในยุคปัจจุบัน เพื่อปรับปรุงการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับความต้องการของศตวรรษที่ 21 กระทรวงศึกษาธิการได้เน้นย้ำถึงความสำคัญของการใช้สื่อและเทคโนโลยีที่ทันสมัยในการจัดการเรียนรู้ รวมถึงการส่งเสริมรูปแบบการเรียนรู้ที่สร้างสรรค์เพื่อกระตุ้นการมีส่วนร่วมและความสนใจของผู้เรียน (Ministry of Education, 2017, p. 1) และจากการสังเกตการเรียนการสอนที่ผ่านมา พบว่านักเรียนโรงเรียนคำบางพิทยาคมมีความเข้าใจใน เรื่อง จำนวนเต็ม ในระดับที่ไม่ผ่านเกณฑ์ ทำให้เกิดปัญหาในการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ต่อยอดในบทเรียนอื่น ๆ รวมถึงขาดความมั่นใจในการเรียนคณิตศาสตร์ นอกจากนี้สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ ที่ได้จัดการทดสอบระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ประจำปีการศึกษา 2566 ผลปรากฏว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 3 ทั้งประเทศมีคะแนนวิชาคณิตศาสตร์เฉลี่ย 25.38 และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 3 โรงเรียนคำบางพิทยาคมมีคะแนนวิชาคณิตศาสตร์เฉลี่ย 17.52 โดยเนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้แบบดั้งเดิม ที่ไม่ดึงดูดความสนใจของผู้เรียน ด้วยเหตุนี้ การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่สามารถกระตุ้นความสนใจและสร้างความเข้าใจเชิงลึกให้แก่แก่นักเรียนจึงเป็นสิ่งจำเป็น การจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน (Game-based learning) จึงเป็นหนึ่งในตัวเลือกที่เหมาะสม

การเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน Waiyakoon (2016, pp. 18) ได้กล่าวว่าการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐานเป็นการเรียนรู้ที่ใช้สื่อในการเรียนรู้โดยการออกแบบมาให้ผู้เรียนได้รับความรู้ต่าง ๆ ของเนื้อหาผ่านการเล่นเกมไปด้วย ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ทั้งในระดับความจำและความเข้าใจ สามารถสร้างแรงจูงใจให้ผู้เรียนอยากเรียนรู้ได้ สร้างความรู้สึกสนุกสนานให้แก่ผู้เรียน และชักจูงให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้จนกระทั่งเกิดการเรียนรู้ด้วยตัวเอง งานวิจัยของ Boonchot et al. (2023, pp. 367-375) กล่าวว่า การสอนโดยรูปแบบเกมเป็นฐาน (Game-based learning) เป็นเรียนการสอนด้วยเทคโนโลยีที่ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด โดยเป็นการสอนที่มีการใช้เกมเป็นกิจกรรมการเรียนการสอนในขั้นตอนใดขั้นตอนหนึ่ง หรือในหลายขั้นตอนของการสอน เช่น ชี้นำเข้าสู่บทเรียน ชื่นฝึกสอน ชื่นทักษะ และขั้นสรุป เป็นรูปแบบที่มีการให้ผู้เรียนเล่นเกมตามกติกา และนำเนื้อหาข้อมูลของเกม พฤติกรรมการเล่น และผลการเล่นเกมของผู้เรียน มาใช้ในการอภิปรายเพื่อสรุปการเรียนรู้ผ่านเกมเป็นฐาน มีผลทำให้ความชอบ ความถนัด และความสนใจของผู้เรียนต่อรูปแบบการเรียนรู้และ

การที่ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมและลงมือปฏิบัติจะทำให้ผู้เรียนเกิดทักษะในการเรียนรู้ งานวิจัยของ Khampangsi et al. (2023, pp. 22-41) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ที่ใช้ประสบการณ์พื้นฐานของผู้เรียน และเน้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียน โดยการใช้เกมเป็นฐาน เพื่อเป็นการสร้างแรงจูงใจให้ผู้เรียนเกิดความสามารถในการคิดผ่านการสร้างสถานการณ์ที่ผู้สอนกำหนดขึ้น และผู้เรียนได้เรียนรู้จากสิ่งที่ผิดพลาดที่เกิดขึ้นระหว่างการทำกิจกรรมจนเกิดความเข้าใจที่ถูกต้อง โดยหลักการของเกมเป็นฐาน ที่ควรคำนึงถึงกระบวนการจัดการเรียนการสอนนั้น เป็นนวัตกรรมสื่อการเรียนรู้รูปแบบใหม่ที่ออกแบบและสอดแทรกเนื้อหาบทเรียนลงไปในเกมเป็นฐาน ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ ลงมือเล่นและฝึกปฏิบัติในการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยในขณะที่ลงมือเล่นผู้เรียนจะได้รับทักษะ และความรู้จากเนื้อหาบทเรียนไปด้วย ขณะที่เล่นเกมมีสถานการณ์จำลองเพื่อดึงดูดความสนใจของผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนรู้สึกท้าทายและอยากที่จะเล่น และ Khammanee (2017, pp. 365-366) ได้กล่าวถึง ขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐานเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพมากที่สุดสามารถแบ่งได้เป็น 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตอนหนึ่ง คือขั้นการอธิบายและนำเสนอเกมแก่ผู้เรียน เป็นขั้นตอนสำหรับเตรียมความพร้อมนักเรียนด้านความรู้พื้นฐาน การอธิบายลักษณะของเกม จุดประสงค์ของเกม วิธีการเล่น การสาธิตการทำกิจกรรม หรือการศึกษาขั้นตอนจากใบความรู้ที่ได้รับและทำความเข้าใจ เกมเพื่อให้บรรลุเป้าหมายของเกม ขั้นตอนที่สองคือขั้นการดำเนินกิจกรรมการเล่นตามกติกาที่กำหนดไว้ เป็นขั้นตอนที่ให้นักเรียนมีอิสระ ในการคิดและลงมือทำด้วยตัวเอง ซึ่งครูจะเป็นผู้ให้การช่วยเหลือและส่งเสริมให้นักเรียนทำกิจกรรมสำเร็จเพื่อบรรลุเป้าหมายของเกม และขั้นตอนที่สามคือขั้นสรุปผลของเกม เป็นขั้นตอนที่นักเรียนและครู ร่วมกันสรุปวิธีการเล่นเกมให้ประสบความสำเร็จด้วยวิธีต่าง ๆ และประเมินว่าวิธีใดเหมาะสมและมีประสิทธิภาพมากที่สุด การแสดงความคิดเห็น การอภิปรายความรู้ที่ได้รับ การแก้ไขข้อผิดพลาด การทำแบบฝึกหัด แบบทดสอบ หรือการตอบคำถาม ก็เพื่อขั้นตอนที่สี่คือการประเมินผลสรุปประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนและนักเรียนก็ตรวจสอบผลเกมของตนเองด้วย

Jangnew (2023, pp. 73) ได้พัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐานร่วมกับ Micro: bit เพื่อส่งเสริมทักษะการ คิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยพบว่า ผู้เรียนมีทักษะการคิดเชิงคำนวณ หลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้เกมเป็นฐานร่วมกับ Micro: bit สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 Duangnate (2021, pp. 61) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐานที่มีต่อการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนประถมศึกษา ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน มีค่าเฉลี่ยคะแนนการคิดเชิงคำนวณหลังเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 Kaewpreecha (2020, pp. 71) ได้พัฒนาความสามารถการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้เกมร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค คิดเดี่ยว-คิดคู่-คิดรวมกัน (Think-pair-share) ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อนเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 9.40 และหลังเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 16.45 ทำให้หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

งานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยมีวัตถุประสงค์ที่จะศึกษาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ให้เป็นไปตามเกณฑ์ 75/75 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียน และศึกษาความพึงพอใจ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง การบวก ลบ คูณ หาร จำนวนเต็ม โดยใช้เกมเป็นฐาน

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Boonbai and Yonwilad (2024, pp. 1-12) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐานสามารถกระตุ้นแรงจูงใจทั้งภายในและภายนอกของนักเรียนในการพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณ โดยแรงจูงใจภายในที่นักเรียนได้รับจากการเรียนรู้รูปแบบนี้ ได้แก่ ความกระตือรือร้นในการเข้าร่วมกิจกรรมและตอบคำถาม ความสนใจในการเรียนรู้เพิ่มขึ้น รวมถึงการมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนร่วมกลุ่มสำหรับขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน Khammanee (2017, pp. 365-366) ได้กล่าวไว้ดังนี้ 1) ขั้นอธิบายเกม ครูแนะนำเกม กฎ กติกา และวิธีการเล่น ขั้นตอนนี้มีความสำคัญมากในการเล่น เพราะถ้าสามารถแนะนำเกม กฎ กติกา และวิธีการเล่นได้อย่างชัดเจนนักเรียนสามารถทำตามข้อตกลงได้ ก็จะสามารถควบคุมการเล่นให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ได้ 2) ขั้นเล่นเกม นักเรียนเล่นเกมโดยยึดหลักตามกฎ กติกา โดยครูต้องเตรียมทุกอย่างให้พร้อม เพื่อให้ นักเรียนเล่นได้อย่างไม่ติดขัด และไม่เสียเวลา เสียอารมณ์ และขณะที่นักเรียนกำลังเล่นเกมครูควรสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนด้วย 3) ขั้นสรุป ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายหลังเล่นเกมเกี่ยวกับ ผลการเล่นและพฤติกรรมระหว่างเล่นเกม ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่สำคัญมาก หากไม่มีขั้นตอนนี้การเล่นจะเป็นเพียงการเล่นธรรมดา และ 4) ขั้นประเมินผล ครูประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนหลังเล่นเกม หากเกมเน้นฝึกทักษะของนักเรียน การประเมินควรเน้นว่านักเรียนได้พัฒนาทักษะมากน้อยเพียงใด ประสบความสำเร็จตาม

ต้องการหรือไม่ แต่ถ้าเกมมุ่งเน้นเนื้อหาสาระจากเกม การประเมินควรเน้นว่านักเรียนได้เนื้อหาสาระอะไรจากเกม รู้ได้อย่างไร มีความเข้าใจเนื้อหาสาระมากน้อยเพียงใด จากงานวิจัยของ Keadbua et al. (2022, pp. 68-74) ที่ศึกษาการพัฒนาเกมการเรียนรู้ เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น พบว่า ค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เช่นเดียวกับงานวิจัยของ Lertvitthayanukul et al. (2022, pp. 350-361) ที่ศึกษาการพัฒนาความคิดรวบยอดเกี่ยวกับการวิเคราะห์ข้อมูลของเด็กปฐมวัยในการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ โดยใช้เกมเป็นฐาน พบว่า คะแนนเฉลี่ยหลังการจัดกิจกรรมสูงกว่าก่อนจัดกิจกรรมอย่างชัดเจน และ Yodkaew and Gumjudpai (2025, pp. 55-68) ได้วิจัยการพัฒนาการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบสตรึมโพธิ์อินโนเวเตอร์ร่วมกับเกมเป็นฐาน เรื่อง แอนิเมชัน สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนรู้ในภาพรวมในระดับมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.74

สมมติฐานการวิจัยเรื่องการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน เรื่อง การบวก ลบ คูณ หาร จำนวนเต็ม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ประกอบด้วย 1. การจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน เรื่อง การบวก ลบ คูณ หาร จำนวนเต็ม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ 75/75 2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การบวก ลบ คูณ หาร จำนวนเต็ม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และ 3. ความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน เรื่อง การบวก ลบ คูณ หาร จำนวนเต็ม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 อยู่ในระดับมาก

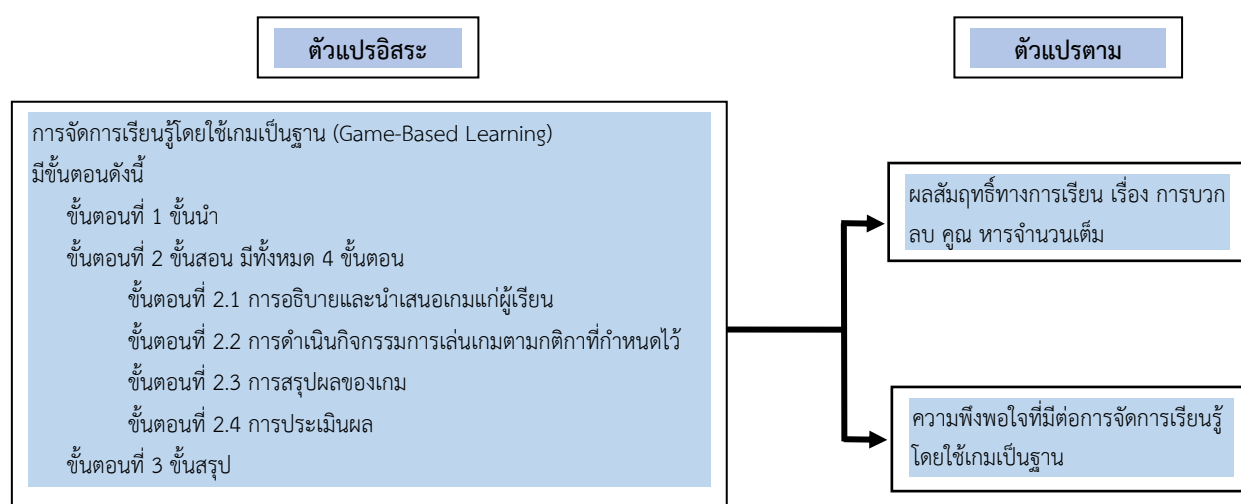
3. วิธีดำเนินการวิจัย

การดำเนินการวิจัยครั้งนี้ ใช้กระบวนการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi - experimental research) (Creswell, 2014) ดำเนินการทดลองแบบ One group pretest-posttest design ผู้วิจัยกำหนดวิธีดำเนินการวิจัยดังนี้

1. กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. การเก็บรวบรวมข้อมูล
5. สถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน เรื่อง การบวก ลบ คูณ หาร จำนวนเต็ม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้วิจัยได้กำหนดกรอบแนวคิดในการวิจัย ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

3.2 ขอบเขตการวิจัย

ขอบเขตด้านประชากรและกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย ประชากรที่ใช้ในการวิจัย นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567 กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนคำบึงพิทยาคม ตำบลคำบึง อำเภอยางชุมน้อย จังหวัดกาฬสินธุ์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 28 เป็นนักเรียนชาย 14 นักเรียนหญิง 14 ซึ่งได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling)

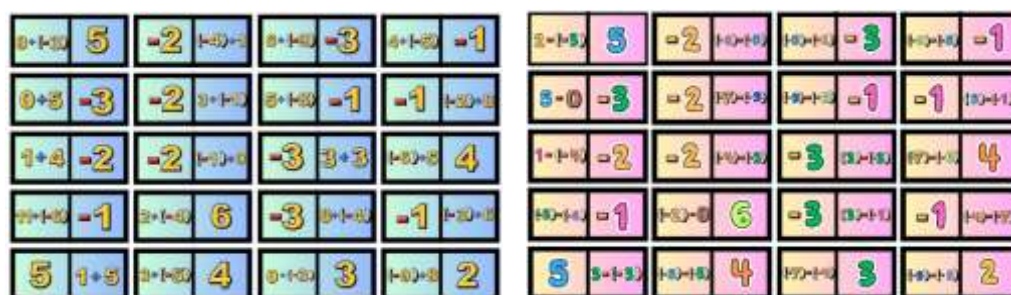
ขอบเขตด้านเนื้อหา รายวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนเต็ม ประกอบด้วย การบวกจำนวนเต็ม การลบจำนวนเต็ม การคูณจำนวนเต็ม และการหารจำนวนเต็ม ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567 ใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้ 6 ชั่วโมง (3 ชั่วโมง/สัปดาห์)

ขอบเขตด้านตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย ตัวแปรอิสระ ได้แก่ การจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน และตัวแปรตาม ได้แก่ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การบวก ลบ คูณ หารจำนวนเต็ม

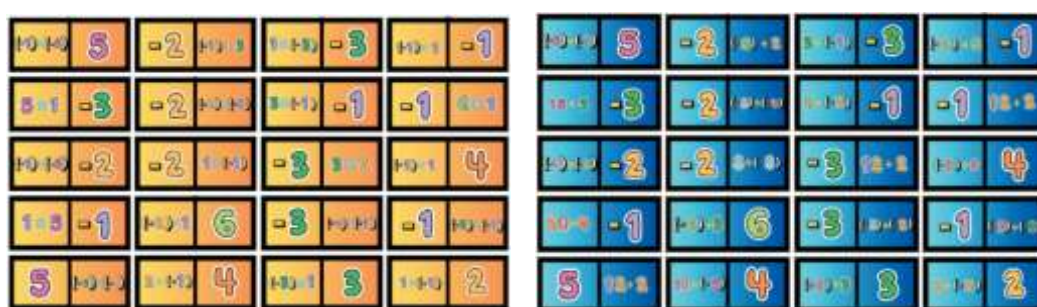
3.3 เครื่องมือการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย มีดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้เรื่อง การบวก ลบ คูณ หารจำนวนเต็ม จำนวน 6 แผน ใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 6 ชั่วโมง โดยแต่ละแผนจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตอนที่ 1 การอธิบายและนำเสนอเกมแก่ผู้เรียน ขั้นตอนที่ 2 การดำเนินกิจกรรมการเล่นเกมตามกติกาที่กำหนด และขั้นตอนที่ 3 การสรุปผลของเกมนำกับผู้เรียน แผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 6 แผนได้รับการตรวจสอบคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ผลการวิเคราะห์แบบประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้โดยภาพรวมอยู่ในระดับ “เหมาะสมมาก” โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.24 ทั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญไปปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ก่อนนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง โดยเกมที่ใช้ประกอบแผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 6 แผน แสดงไว้ในรูปที่ 2 ถึงรูปที่ 3



รูปที่ 2 เกมประกอบแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1-3 Integer Domino เรื่อง การบวกจำนวนเต็ม และ การลบจำนวนเต็ม



รูปที่ 3 เกมประกอบแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4-6 Integer Domino เรื่อง การคูณจำนวนเต็ม และ การหารจำนวนเต็ม

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง การบวก ลบ คูณ หารจำนวนเต็ม เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ซึ่งผู้วิจัยเป็นผู้สร้างขึ้น และได้นำเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้ โดยผลการตรวจสอบพบว่า ดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item-Objective Congruence: IOC) มีค่าเท่ากับ 1.00 จากนั้น ผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบไปทดลองใช้ (Try-out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และ 3 จำนวน 30 คน เพื่อวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบ พบว่า มีข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์ จำนวน 20 ข้อ โดยมีค่าความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง 0.47–0.80 มีค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.20–1.00 และมีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเท่ากับ 0.80 แบบทดสอบที่ผ่านการคัดเลือกนี้ ได้นำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยต่อไป

3. แบบสอบถามวัดความพึงพอใจในการเรียนรู้เรื่อง การบวก ลบ คูณ หารจำนวนเต็ม โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเกมเป็นฐาน เป็นแบบสอบถามประเภทมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) 5 ระดับ ตามรูปแบบของลิเคิร์ท (Likert Scale) จำนวน 10 ข้อ ผู้วิจัยได้ศึกษาวรรณกรรมและเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบสอบถามวัดความพึงพอใจ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการออกแบบและสร้างแบบสอบถาม จากนั้นจึงจัดทำแบบสอบถามและนำเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน เพื่อพิจารณาความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับองค์ประกอบของพฤติกรรมที่ต้องการวัด โดยใช้ดัชนีความสอดคล้อง IOC ผลการตรวจสอบพบว่า ข้อคำถามทั้ง 10 ข้อมีความสอดคล้องเท่ากับ 1.00 ทุกข้อ ผู้วิจัยได้นำข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญไปปรับปรุงแก้ไขแบบสอบถามให้สมบูรณ์ก่อนนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย

3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการในการเก็บรวบรวมข้อมูลตามขั้นตอน ดังนี้

1. ผู้วิจัยเข้าประสานขอความร่วมมือกับหัวหน้ากลุ่มสาระคณิตศาสตร์เพื่อกำหนดช่วงเวลา ตารางสอน และเข้าพบนักเรียนเพื่อชี้แจงแนวทางการจัดการเรียนการสอนให้ทราบว่าเราจะเรียนอย่างไรจะต้องปฏิบัติตนในขณะเรียนอย่างไร และมีการวัดและประเมินผลในรูปแบบใดสำหรับการจัดการเรียนรู้ในครั้งนี้
2. ผู้วิจัยจัดเตรียมแผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบสอบถามความพึงพอใจ สื่ออุปกรณ์ และเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอน
3. ก่อนการจัดการเรียนรู้ นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบปรนัย 20 ข้อ โดยคัดเลือจากแบบทดสอบที่มีค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ผ่านเกณฑ์ ไปทำการทดสอบกับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้เวลา 60 นาที แล้วบันทึกคะแนนที่ได้จากการทดลองครั้งนี้เป็นคะแนนก่อนเรียน ซึ่งผู้วิจัยเป็นผู้ทดสอบด้วยตนเอง
4. ผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดการเรียนรู้ โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 6 แผน โดยสอนสัปดาห์ละ 3 แผน แผนละ 60 นาที ดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 บรรยากาศการจัดการเรียนรู้ โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การบวก ลบ คูณ หารจำนวนเต็ม โดยใช้เกมเป็นฐาน

5. เมื่อสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน ครบทั้ง 6 แผนแล้ว ผู้วิจัยดำเนินการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการจัดกิจกรรมโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ชุดเดียวกันกับที่ใช้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนการทดลอง ใช้เวลา 60 นาที โดยผู้วิจัยเป็นผู้ทดสอบด้วยตนเอง
6. ผู้วิจัยดำเนินการใช้แบบสอบถามความพึงพอใจทางการเรียน เพื่อนำไปวิเคราะห์ความพึงพอใจของผู้เรียน

3.5 วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้ประมวลผล ดังนี้

1. การวิเคราะห์ข้อมูลหาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยคำนวณคะแนนจากแบบทดสอบระหว่างการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ และแบบทดสอบหลังเรียน ที่กำหนดประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 ซึ่งใช้สถิติพื้นฐาน ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)

2. การวิเคราะห์ข้อมูลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังใช้ โดยการเปรียบเทียบคะแนนแบบทดสอบก่อนเรียน และแบบทดสอบหลังเรียน โดยใช้สถิติค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ร้อยละ และสถิติทดสอบ t-test แบบ Dependent sample

3. การวิเคราะห์ข้อมูลจากการศึกษาความพึงพอใจดำเนินการโดยการคำนวณข้อมูลจากแบบสอบถาม โดยใช้สถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) จากนั้นเปรียบเทียบค่าคะแนนเฉลี่ยกับเกณฑ์การประเมินระดับความพึงพอใจ (Srisa-ard, 2017, p. 121) ดังนี้

คะแนนระหว่าง 4.50–5.00 หมายถึง ระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับ มากที่สุด

คะแนนระหว่าง 3.50–4.49 หมายถึง ระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับ มาก

คะแนนระหว่าง 2.50–3.49 หมายถึง ระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับ ปานกลาง

คะแนนระหว่าง 1.50–2.49 หมายถึง ระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับ น้อย

คะแนนระหว่าง 1.00–1.49 หมายถึง ระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับ น้อยที่สุด

4. ผลการวิจัย

จากการวิจัยผู้วิจัยได้สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล โดยมีรายละเอียดดังนี้

4.1 ผลวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75

ผู้วิจัยได้นำแผนการจัดการเรียนรู้ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง จากนั้นนำผลที่ได้ไปวิเคราะห์หาประสิทธิภาพ โดยใช้สูตรการหาประสิทธิภาพ (E_1/E_2) มีรายละเอียด ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75

คะแนน	จำนวน (คน)	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	SD	ร้อยละ	ค่าประสิทธิภาพ (E_1/E_2)
กระบวนการ E_1	28	50	39.36	5.06	78.71	78.71/80.36
ผลลัพธ์ E_2	28	20	16.07	2.21	80.36	

จากตารางที่ 1 พบว่า ผลการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ ทั้งหมด 6 แผน ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) เท่ากับ 78.71 และประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) เท่ากับ 80.36 ดังนั้น แผนการจัดการเรียนรู้ มีประสิทธิภาพเท่ากับ 78.71/80.36 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ แสดงว่าแผนการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพในการจัดการเรียนรู้เรื่อง การบวก ลบ คูณ หารจำนวนเต็ม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ได้เป็นอย่างดี

4.2 ผลวิเคราะห์การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้

ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน โดยนำผลคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบก่อนเรียนมาเปรียบเทียบกับแบบทดสอบหลังเรียน โดยการทดสอบค่าที (t-test) ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 มีรายละเอียด ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้

กลุ่มตัวอย่าง	จำนวน (คน)	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	SD	ร้อยละ	t	Sig.
ก่อนเรียน	28	20	5.93	3.05	15.25	18.33*	.000
หลังเรียน	28	20	16.07	2.21	80.36		

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

จากตารางที่ 2 พบว่าผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ จำนวน 28 คน โดยแบบทดสอบมีคะแนนเต็ม 20 คะแนน พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนมีค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) เท่ากับ 5.93 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) เท่ากับ 3.05 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนมีค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) เท่ากับ 16.07 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) เท่ากับ 2.21 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน มีค่า t-test เท่ากับ 18.33 ซึ่งแสดงให้เห็นว่า คะแนนหลังเรียนสูงกว่าคะแนนก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐานมีผลต่อการเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอย่างชัดเจน

4.3 ผลการศึกษาความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน

ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีรายละเอียด ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แสดงผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

รายการประเมิน	$\bar{X}$	SD	ระดับความพึงพอใจ
1. สื่อมีความน่าสนใจ	4.79	0.42	มากที่สุด
2. เข้าใจเนื้อหาใน เรื่อง การบวก ลบ คูณ ทหารจำนวนเต็มจากการเล่นเกม	4.64	0.62	มากที่สุด
3. นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการโต้ตอบกับครูในระหว่างการเรียนการสอน	4.64	0.68	มากที่สุด
4. ได้รับความสนุกสนานและความเพลิดเพลินจากการเล่นเกม	4.54	0.74	มากที่สุด
5. ได้มีปฏิสัมพันธ์ร่วมกับเพื่อน ๆ ในขณะที่เล่นเกม	4.39	1.00	มาก
6. ได้ฝึกทักษะด้านอื่น ๆ เช่น การคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหาจากการเล่นเกม	4.57	0.69	มากที่สุด
7. ระยะเวลาในการเล่นมีความเหมาะสม	4.57	0.69	มากที่สุด
8. รูปแบบและลักษณะของเกมมีความเหมาะสมกับเนื้อหา	4.54	0.69	มากที่สุด
9. การนำเกมมาใช้ในการเรียน ทำให้ท่านเข้าใจเนื้อหาในรายวิชาได้ง่ายขึ้น	4.57	0.69	มากที่สุด
10. ภาพรวมความพึงพอใจในการนำเกมเข้าใช้ในการจัดการเรียนการสอน	4.64	0.73	มากที่สุด
เฉลี่ยรวม	4.59	0.70	มากที่สุด

จากตารางที่ 3 พบว่า ผลการวิเคราะห์ข้อมูลความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้เกมเป็นฐานในเรื่อง การบวก ลบ คูณ ทหารจำนวนเต็ม ซึ่งแบ่งการประเมินออกเป็น 10 หัวข้อ พบว่าโดยรวมมีระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.59$, $SD = 0.70$) เมื่อพิจารณารายหัวข้อ พบว่า 3 อันดับแรกที่มีค่าเฉลี่ยความพึงพอใจสูงสุด ได้แก่ หัวข้อที่ 1 “สื่อมีความน่าสนใจ” ($\bar{X} = 4.79$, $SD = 0.42$) หัวข้อที่ 3 “นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการโต้ตอบกับครูในระหว่างการเรียนการสอน” ($\bar{X} = 4.79$, $SD = 0.68$) และหัวข้อที่ 2 “เข้าใจเนื้อหาในเรื่อง การบวก ลบ คูณ ทหารจำนวนเต็มจากการเล่นเกม” ($\bar{X} = 4.64$, $SD = 0.62$) ตามลำดับ การศึกษาดังกล่าวสะท้อนให้เห็นว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐานสามารถส่งเสริมความสนใจ ความเข้าใจ และแรงจูงใจในการเรียนรู้ของนักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

ผลการวิจัย พบว่า ผลการศึกษาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน เรื่อง การบวก ลบ คูณ ทหารจำนวนเต็ม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีประสิทธิภาพ E_1/E_2 เท่ากับ 78.71/80.36 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ประสิทธิภาพ 75/75 ที่ตั้งไว้ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การบวก ลบ คูณ ทหารจำนวนเต็ม หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวก ลบ คูณ ทหารจำนวนเต็ม โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.59

ผลการศึกษาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน เรื่อง การบวก ลบ คูณ ทหารจำนวนเต็ม จากผู้เชี่ยวชาญประเมินทั้ง 3 ด้าน พบว่าค่าเฉลี่ยรวม 4.24 ซึ่งมีระดับคุณภาพเหมาะสมมาก มีประสิทธิภาพ E_1/E_2 เท่ากับ 78.71/80.36 ซึ่งมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ 75/75 ที่เป็นเช่นนี้เนื่องจาก การจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน (Game -Based Learning) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ผู้เรียนได้เรียนรู้บทเรียนอย่างสนุกสนานและตื่นตันทึ่งทำให้เกิดความกระตือรือร้นและอยากมีส่วนร่วมกับการเรียน ลดความเบื่อหน่ายจากการเรียนรู้แบบเดิม และเพิ่มแรงจูงใจให้ผู้เรียนต้องการพัฒนาตนเอง ช่วยสร้างสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมและเอื้อต่อการพัฒนาศักยภาพของผู้เรียนในทุกด้าน ทั้งด้านความรู้ ความคิด ทักษะ และพฤติกรรมอย่างรอบด้าน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Tunyapoo (2023, pp. 67) ที่ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมทางคณิตศาสตร์ เพื่อส่งเสริมทักษะ การสื่อสาร และการนำเสนอทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความน่าจะเป็น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เกมทางคณิตศาสตร์ มีประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ E_1/E_2 เท่ากับ 73.64/73.97 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Sirum et al. (2019, pp. 29-39) ที่ได้ทำวิจัยเรื่อง การจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว โดยใช้เกมเป็นฐานด้วยบูรณาการเทคโนโลยี เกมคอมพิวเตอร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยพบว่า กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ E_1/E_2 เท่ากับ 80.10/78.50 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Khongseeprai and Khongseeprai (2023, pp. 18-32) ที่ได้ทำการวิจัยเรื่อง การจัดประสบการณ์การเรียนรู้ด้วยเกมเป็นฐานเพื่อพัฒนาทักษะพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ของเด็กนักเรียนอนุบาลชั้นปีที่ 2 ในยุคชีวิตปกติวิถีใหม่ พบว่า ประสิทธิภาพเกมที่ใช้สำหรับจัดประสบการณ์ GBL มีประสิทธิภาพ E_1/E_2 เท่ากับ 96.19/97.14 เป็นไปตามเกณฑ์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 คะแนน

เต็มของแบบทดสอบเท่ากับ 20 คะแนน โดยค่าเฉลี่ยของก่อนเรียนเท่ากับ 5.93 คิดเป็นร้อยละ 29.65 และค่าเฉลี่ยของหลังเรียนเท่ากับ 16.07 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 80.36 ที่เป็นเช่นนี้เนื่องจาก การจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐานช่วยเพิ่มการมีส่วนร่วมและแรงจูงใจในการเรียนรู้ นักเรียนได้เรียนรู้ผ่านประสบการณ์และสถานการณ์จำลอง พัฒนาทักษะการคิดแก้ปัญหาและการทำงานร่วมกัน นอกจากนี้ ยังช่วยยกระดับตามความสามารถของแต่ละคน ช่วยเสริมความเข้าใจในเนื้อหาอย่างมีประสิทธิภาพ จึงทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Phumingsri et al. (2023, pp. 228-235) ที่ทำการวิจัยเรื่อง การจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน (Game-based learning: GBL) ร่วมกับทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์เพื่อพัฒนาความสามารถในการบวก ลบจำนวนนับ ที่มากกว่า 100,000 ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 พบว่าความสามารถของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เรื่องการบวก ลบจำนวนนับที่มากกว่า 100,000 โดยใช้เกมเป็น ฐาน (Game-based learning: GBL) ร่วมกับทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Premprayoon and Dueanchaeng (2024, pp. 98-112) ที่ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องอัตราส่วน ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐานสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Srisook et al. (2019, pp. 43-55) และความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด จากค่าเฉลี่ยรวม 4.59 ที่เป็นเช่นนี้เนื่องจาก เกมที่ผู้วิจัยใช้ในการจัดการเรียนการสอน เป็นเกมที่มีรูปแบบที่เข้าใจง่าย ไม่ซับซ้อนมากนัก และเป็นเกมที่นักเรียนคุ้นเคย คือ โดมิโน และที่สำคัญโจทย์ภายในเกมยังมีความสอดคล้องกับเนื้อหาสาระการเรียนรู้ และวัตถุประสงค์การเรียนรู้ ทั้งนี้ เกมยังทำให้ผู้เรียนเรียนอย่างมีความสุข เพลิดเพลินและเป็นสิ่งที่กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างสม่ำเสมอ จากเหตุผลข้างต้น จึงส่งผลให้คะแนนเฉลี่ยความพึงพอใจของผู้เรียนต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐานอยู่ในระดับมากที่สุด สอดคล้องกับงานวิจัยของ Kunpol (2023, pp. 247-259) ที่ได้ทำการวิจัยเรื่อง การจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า คะแนนเฉลี่ยความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้เกมเป็นฐานอยู่ในระดับมากที่สุด และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ Sathapon and Yooyuanyong (2023, pp. 158-168) ที่ได้ทำการวิจัยเรื่อง การศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่อง อสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว โดยใช้เกมเป็นฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนท่ามะกาพิทยาคม จังหวัดกาญจนบุรี พบว่า ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐานเรื่อง อสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวอยู่ในระดับมากที่สุด สอดคล้องกับงานวิจัยของ Khummin et al. (2021, pp. 97-107) ที่ได้ทำการวิจัยเรื่อง การศึกษาผลสัมฤทธิ์และความพึงพอใจต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ความน่าจะเป็น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนเกม ร่วมกับเทคนิคการจัดการเรียนรู้แบบ STAD ผลการวิจัยพบว่า ความพึงพอใจที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนเกมร่วมกับเทคนิคการจัดการเรียนรู้แบบ STAD อยู่ในระดับมากที่สุด

6. ข้อเสนอแนะ

ครูผู้สอนควรศึกษาบทบาทของตนเองในทุกขั้นตอนจนเกิดความชำนาญ เพื่อให้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีประสิทธิภาพ ควรวางแผนและจัดสรรเวลาให้เหมาะสม เพื่อให้การจัดการเรียนการสอนมีเนื้อหาสาระที่ครบถ้วนและครบทุกขั้นตอนตามเวลาที่กำหนด เนื่องจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐานมีหลายขั้นตอน แต่ละขั้นตอนค่อนข้างใช้เวลาพอสมควร ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไป ควรมีการเพิ่มจำนวนเกม และควรมีระยะเวลาในการเก็บข้อมูลมากเพียงพอ เพื่อให้นักเรียนได้มีเวลาในการพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ได้มากขึ้นจนเกิดความชำนาญ

กิตติกรรมประกาศ

การทำวิจัยในครั้งนี้สำเร็จบรรลุผลไปด้วยดี ผู้วิจัยต้องขอขอบพระคุณอาจารย์ในสาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์และนวัตกรรมการศึกษามหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์ทุกท่าน ที่คอยมอบความรู้ ให้คำปรึกษาเกี่ยวกับการวิเคราะห์ข้อมูลต่าง ๆ อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการทำการวิจัย ช่วยเหลือตรวจสอบเครื่องมือสำหรับใช้ในการวิจัยกระทั่งได้เครื่องมือวิจัยที่สมบูรณ์ รวมทั้งให้คำแนะนำเพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไขให้ดีขึ้น บิดา มารดา และครอบครัว ที่สนับสนุนด้านการศึกษาเป็นกำลังใจแก่ผู้วิจัยให้สำเร็จการศึกษา ตลอดจนผู้อำนวยการ และคณะครู โรงเรียนคำบงพิทยาคม อำเภอห้วยผึ้ง จังหวัดกาฬสินธุ์ ที่คอยแนะนำ ให้คำปรึกษาชี้แนะ และอำนวยความสะดวกในการเก็บข้อมูลสำหรับการวิจัยครั้งนี้ และขอขอบคุณนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดี ในการทดลองใช้เครื่องมือสำหรับเก็บรวบรวมข้อมูลวิจัย ทั้งนี้ผู้วิจัยได้รับประกาศนียบัตรรับรองการเข้าอบรม

จริยธรรมการวิจัยในมนุษย์เบื้องต้นจัดอบรมออนไลน์ขึ้นโดยมหาวิทยาลัยนเรศวรผ่านเว็บไซต์ thaimooc.org ซึ่งได้รับประกาศนียบัตรเมื่อวันที่ 8 พฤศจิกายน 2567 หมายเลขใบรับรอง 399549eaf8740b29e72074a8cb086f3 คุณค่าและประโยชน์ของการศึกษาค้นคว้าอิสระฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบแด่บิดา มารดา ครูอาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่านมา ณ ที่นี้

เอกสารอ้างอิง

- Boonbai, P., & Yonwilad, W. (2024). Development of Learning Progress in a Mathematics Course, Entitled Multiplication by the Game-Based for Grade 4 Students. *Journal of Education Buriram Rajabhat University*, 4(1), 1-12. (in Thai)
- Boonchot, A., Wongkrai, S., & Lapan, L. (2023). The Effect of Using Game-based Learning in Combination with Skill Sets Story Multiplication and Division of Exponents when the Exponent is a Positive Integer of Mathayomsuksa 2. *Proceedings of the 9th National Academic Conference, Loei Rajabhat University*, 9(1), 367-375. (in Thai)
- Duangnate, N. (2021). *The Development of Learning Activities Based on Game-Based Learning with Micro: Bit to Enhance Computational Thinking Skill for Matthayomsuksa 1 Students* [master's thesis]. Chulalongkorn University. (in Thai)
- Janngew, J. (2021). *Effects of Using Game-Based Learning in Mathematics on Computational Thinking of Elementary School Students* [master's thesis]. Naresuan University. (in Thai)
- Kaewpreecha, L. (2020). *Effects of Using Game-Based Learning in Mathematics on Computational Thinking of Elementary School Students* [master's thesis]. Dhurakij Pundit University. (in Thai)
- Keadbua, S., Sookyu, S., Sonprakhan, S., & Sermser, N. (2022). Developing learning games to promote academic achievement in mathematics For Middle School. *Journal of Rajanagarindra*, 19(2), 68-74. (in Thai)
- Khammanee, T. (2017). Teaching science Knowledge for efficient learning process management. 21st ed. Bangkok: Chulalongkorn University. (in Thai)
- Khampangsri, T., Srisurak, C., & Intun, S. (2023). The Development of Learning Experience Provision by Using Game Based Learning to Developing Basic Mathematical Thinking Skills of Young Children. *FEU Academic Review Journal*, 17(3), 22-41. (in Thai)
- Khongseeprai, W., & Khongseeprai, K. (2023). Organizing Game-Based Learning Experience to Develop Mathematic Basic Skills of Kindergarten 2 Students in The New Normal Age. *Research and Development Journal Suan Sunandha Rajabhat University*, 15(1), 18-32. (in Thai)
- Khummin, L., Siripala, W., & Saelee, S. (2021). A Study on Achievement and Satisfaction of Mathematics Learning on Probability of Secondary 4 by using game and STAD Learning Technique. *Journal of Educational Studies*, 15(1), 97-107. (in Thai)
- Kunpol, S. (2023). Game Based Learning to Development of Achievement in Mathematics Learning of Mathayomsuksa 1 Students. *MBU Education Journal*, 11(2), 247-259. (in Thai)
- Lertvitthayanukul, H., Butkatunyoo, O., & Sawangchareon, P. (2022). The Development of Young Children' Data Analysis Concept by Using Game Based Learning Experience Provision. *Journal of Legal Entity Management and Local Innovation*, 8(11), 141-143. (in Thai)
- Ministry of Education. (2017). *Learning standards and indicators for math, science, and geography subject groups in the learning subject group of social studies, religion, and culture (updated edition B.E. 2017) according to the core curriculum of basic education, B.E. 2008*. Agricultural Cooperative Association of Thailand. (in Thai)

- National Institute of Educational Testing Service (NIETS). (2024). *O-NET result analysis report for the academic year 2023: A comparison across educational regions*. Bangkok, Thailand: National Institute of Educational Testing Service.
- Phumingsri, A., Wongkrai, S., & Thammasom, W. (2023). Game-based Learning Management (GBL) Combined with Constructivist Theory to Develop Positive Abilities Subtract Numbers Greater than 100,000 of 4th Grade Student. *Research and Innovation to Develop Local Soft Power for Global Value*, 9(1), 228-235. (in Thai)
- Premprayoon, P., & Dueanchaeng, W. (2024). Development of academic achievement in Ratio by using Games based learning of Mathayom 1 students. *Journal of Education Bansomdejchaopraya Rajabhat University*, 18(1), 98-112. (in Thai)
- Sathapon, A., & Yooyuanyong, S. (2023). The Study Learning Activities on One Variable Linear Inequality by Using Game Based Learning of Third Grade Student sat Thamaka Vitthayakom School Kanchanaburi Province. *Journal of Institute of Trainer Monk Development*, 6(3), 158-168. (in Thai)
- Sirum, U., Boonprasert, U., & Chaiyarat, P. (2019). Mathematics Learning Management on Linear Equations with One Variable Using a Game-Based Learning by the Integration of Computer Game Technology for Matthayomsuksa 1 Students. *Panyapiwat Journal*, 31(1), 29-39. (in Thai)
- Srisa-ard, B. (2017). *Basic research*. 10th ed. Bangkok: Suweeriyasarn. (in Thai)
- Srisook, W., Muenkrai, S., & Wichuwaran, W. (2019). A study of the teaching methods by game to develop mathematical skills of plus numbers 0 - 100 for students grade 1 at Thetsaban 2 School (Wat Thung Suan). *Kamphaeng Phet Rajabhat University Academic Journal*, 9(2), 43-55. (in Thai)
- Tunyapoo, P. (2023). *The Development of Learning by using Mathematics Games for Promote Mathematical Communication and Presentation Ability of Mathayomsuksa Three Student on Probability* [master's thesis]. Rajabhat Maha Sarakham University. (in Thai)
- Waiyakoon, S. (2016). *Development of an Instructional Learning Object Design Model for Tablet-Based Using Game Based Learning with Scaffolding to Enhance Mathematic Concepts for Mathematic Learning Disability Students* [master's thesis]. Chulalongkorn University. (in Thai)
- Yodkaew, S., Muenkrai, S., & Gumjudpai, T. (2025). Development of Learning Management Using STEAM4INNOVATOR Model with Game-based Learning on Animation for Upper Secondary Students. *The Journal of Research and Academics*, 8(2), 55-68. (in Thai)

“ข้อคิดเห็น เนื้อหา รวมทั้งการใช้ภาษาในบทความถือเป็นความรับผิดชอบของผู้เขียน”

Research article

นวัตกรรมหุ่นจำลองทางการแพทย์เพื่อการเรียนการสอน : หุ่นจำลองสำหรับฝึกดูแลแผลทวารเทียม
INNOVATION IN SIMULATION FOR CLINICAL TEACHING AND LEARNING: AN OSTOMY
CARE SIMULATOR

บุญเสริม วัฒนกิจ^{1*}, พูลพงศ์ สุขสว่าง², อรวิริยา นามสวัสดิ์³, การุณย์ อินทवास³ และอุทัย หวังพัชรพล¹
Boonserm Watanakit^{1*}, Poonpong Suksawang², Ornwiriya Namsawat³, Karoon Intavas³,
and Uthai Wangpatcharapon¹
E-mail: watanakit_boon@hotmail.com^{1*}, psuksawang@gmail.com², ornwiriya.n@fitm.kmutnb.ac.th³,
Karoon.i @fitm.kmutnb.ac.th³, and uthaiwang@go.buu.ac.th¹

¹ภาควิชาการจัดการเรียนรู้ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา จังหวัดชลบุรี 20131 ประเทศไทย

Department of Learning Management, Faculty of Education, Burapha University, Chonburi 20131 Thailand

²ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาประยุกต์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพาจังหวัดชลบุรี 20131 ประเทศไทย

Department of Research and Applied Psychology, Faculty of Education, Burapha University, Chonburi 20131 Thailand

³ภาควิชาเทคโนโลยีการออกแบบและบริหารงานก่อสร้าง คณะเทคโนโลยีและการจัดการอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี
พระจอมเกล้าพระนครเหนือ วิทยาเขตปทุมธานี 25000 ประเทศไทย

Department of Design and Administration Technology Construction, Faculty of Technology and Industrial
Management, King Mongkut's University of Technology North Bangkok Prachinburi Campus, Prachinburi 25000 Thailand

Journal of Industrial Education. 2025, Vol. 24 (No. 1), <https://doi.org/10.55003/JIE.24107>

Received: March 14, 2025, | Revised: April 14, 2025, | Accepted: April 23, 2025

ABSTRACT

This study employs a mixed-methods research design using an explanatory-sequential approach with an instrument-development design. The researchers developed an innovative medical simulator for educational purposes based on the Imitationalism Theory, aiming to create a highly realistic simulator. 10 key informants and 28 simulator evaluators were selected through purposive sampling. The statistical analyses included mean, standard deviation, and the Wilcoxon signed-rank test. The development of the simulator was guided by the analysis of in-depth interview data. The findings from the interview indicate that, in terms of usability, the simulator must accurately represent the proportions and characteristics of ostomy wounds, maintain correct anatomical structures, and exhibit realistic skin thickness and softness. Additionally, the realistic ostomy shall be used for wound care training, and the simulator must feature a unique design distinct from existing simulators. Regarding aesthetic quality, the simulator must accurately depict the ostomy wound's shape, proportions, coloration, and surface texture. The quality of the design was evaluated using the Content Validity Index (CVI) assessment form by three experts. In summary, all aspects meet the acceptable quality criteria, with iCVI ranging between 0.67-1.00. The quality of the developed simulator was further evaluated using the Wilcoxon signed-rank test. Results indicated that the aesthetic aspect yielded a test statistic of 404.000, while the usability aspect yielded 390.000, both with p-values less than .001. These findings suggest that the developed mannequin significantly exceeded the predetermined quality criteria at the .05 level of statistical significance.

Keywords: Innovation in simulator, Medical simulators, Teaching and learning, Ostomy wounds

*Corresponding author E-mail: watanakit_boon@hotmail.com

ISSN: 2985-1890 (Online)

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ เป็นการวิจัยแบบผสมวิธี (Mixed methods research) ใช้วิธีแบบ Explanatory-sequential approach ด้วย Instrument-development design ผู้วิจัยสร้างนวัตกรรมหุ่นจำลองทางการแพทย์เพื่อการเรียนการสอนโดยใช้ทฤษฎีการเรียนรู้แบบ (Imitativism theory) สร้างสรรค์หุ่นจำลองที่มีลักษณะสมจริง กลุ่มเป้าหมายผู้ให้ข้อมูลสำคัญ 10 คน และผู้ประเมินหุ่นจำลอง 28 คน ได้จากการเลือกตามวัตถุประสงค์ (Purposive sampling) สถิติที่ใช้ คือ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และ Wilcoxon signed-rank test ผู้วิจัยพัฒนาหุ่นจำลองตามข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์เชิงลึก โดยผลการเก็บรวบรวมข้อมูล พบว่า ด้านการใช้งาน หุ่นจำลองต้องมีสัดส่วนและลักษณะแผลทวารเทียมที่ถูกต้อง มีโครงสร้างของร่างกายหรือกายวิภาค (Anatomy) ที่ถูกต้อง มีความหนาของชั้นผิวหนังที่สมจริง มีความนุ่ม (Softness) ของชั้นผิวหนัง และทวารเทียมที่สมจริง สามารถใช้ฝึกดูแลแผลได้ และมีรูปแบบไม่ซ้ำผลงานผู้อื่น ด้านความงาม หุ่นจำลองต้องมีลักษณะแผลทวารเทียมที่สมจริง มีสัดส่วนรูปร่างที่สมจริง มีสีสันทันที่สมจริง และมีพื้นผิวที่สมจริง การประเมินคุณภาพการออกแบบร่างประเมินด้วยแบบประเมินดัชนีความตรงเชิงเนื้อหา (CVI) โดยผู้เชี่ยวชาญ 3 คน โดยสรุปทุกรายประเด็นมีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้คือ iCVI อยู่ระหว่าง 0.67-1.00 และผลการประเมินคุณภาพหุ่นจำลองที่พัฒนาขึ้น ด้วย Wilcoxon signed-rank test พบว่า ผลการทดสอบในด้านความงาม ได้ค่าสถิติทดสอบ เท่ากับ 404.000 และด้านการใช้งาน ได้ค่าสถิติทดสอบ เท่ากับ 390.000 โดยทั้งสองด้านมีค่า p น้อยกว่า .001 จึงสรุปได้ว่าหุ่นจำลองที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

คำสำคัญ: นวัตกรรมหุ่นจำลอง, หุ่นจำลองทางการแพทย์, การเรียนการสอน, แผลทวารเทียม

1. บทนำ

การบาดเจ็บบริเวณลำไส้ ลำไส้อุดตัน โรคเกี่ยวกับทางเดินปัสสาวะ หรือโรคมะเร็งลำไส้ เป็นปัญหาสุขภาพที่สำคัญของประเทศไทยและทั่วโลก ตามรายงานแผนการป้องกันและควบคุมโรคมะเร็งแห่งชาติ (พ.ศ. 2561-2565) ของกรมการแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข ในสถานการณ์โรคมะเร็งโลก ระบุว่า โรคมะเร็งมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทุกปี ผู้ป่วยมะเร็งลำไส้ใหญ่เป็นอันดับ 3 ของโรคมะเร็งที่พบในโลก ซึ่งผลกระทบหลังจากการรักษาของโรคมะเร็งลำไส้ใหญ่มักต้องทำการผ่าตัดเปิดช่องท้องนำลำไส้มาเปิดออกทางหน้าท้องเพื่อขับถ่ายของเสีย เรียกว่า “ทวารเทียม” หรือ “ทวารใหม่” จะทำใน 2 ระบบคือ ระบบทางเดินอาหารโดยทำหน้าที่เป็นทางออกเพื่อขับถ่ายอุจจาระ (Colostomy) และอีกระบบคือระบบทางเดินปัสสาวะ โดยทวารเทียมทำหน้าที่เป็นทางออกเพื่อขับถ่ายน้ำปัสสาวะ (Urostomy) หลังการผ่าตัดทำทวารเทียมผู้ป่วยจะมีการเปลี่ยนแปลงด้านสรีรวิทยา การขับถ่ายอุจจาระและปัสสาวะ ผลกระทบจากการมีทวารเทียมจะส่งผลกระทบต่อผู้ป่วยและครอบครัว (Suwanchat et al, 2020, p. 203) ดังนั้นการดูแลทวารเทียมของตัวผู้ป่วยเอง ผู้ดูแล และพยาบาลวิชาชีพจึงเป็นสิ่งสำคัญที่สุด โดยปกติ โรงพยาบาลผู้ป่วยและญาติ มีการพูดคุยวางแผนเป้าหมายในการดูแลผู้ป่วยที่มีทวารเทียม ร่วมกัน การฝึกทักษะของผู้ป่วย การเตรียมผู้ป่วยก่อนกลับบ้านจึงมีจุดมุ่งหมายเพื่อส่งเสริมให้ผู้ป่วยสามารถกลับไปดำรงชีวิตได้ตามปกติ สิ่งสำคัญที่ทำให้ผู้ป่วยหลังผ่าตัดฟื้นตัวได้เร็วคือการให้คำแนะนำที่ดี ดังนั้นการวางแผนการดูแลตัวเองและการฝึกทักษะควรจะเริ่มตั้งแต่มีก่อนผ่าตัด โดยพยาบาลผู้เชี่ยวชาญด้านบาดแผลและทวารเทียม (Ostomy care) มีส่วนสำคัญในการดูแลผู้ป่วยที่มีทวารเทียมในประเด็นการดูแลที่สำคัญและจำเป็นอย่างยิ่งตั้งแต่ระยะก่อนผ่าตัดจนถึงระยะหลังผ่าตัด รวมทั้งการฝึกทักษะของผู้ป่วย ผู้ดูแลและพยาบาลภายในทีมเพื่อเตรียมผู้ป่วยให้สามารถใช้ชีวิตกับทวารเทียมได้เมื่ออยู่ที่บ้าน

การฝึกทักษะการดูแลผู้ป่วยทวารเทียมมีความจำเป็นต้องพัฒนาอย่างต่อเนื่องเพราะนวัตกรรมในการดูแลแผลพัฒนามาในรูปแบบใหม่ ๆ ขึ้นมาตลอด กระบวนการฝึกทักษะการดูแลนั้นจะต้องใช้หุ่นจำลองเป็นสื่อการสอน ซึ่งสื่อการสอนเป็นสื่อกลางในการนำความรู้ความเข้าใจไปสู่ผู้เรียนและทำให้การเรียนการสอนมีความหมายมากยิ่งขึ้น เนื่องจากสื่อการสอนได้ช่วยจัดประสบการณ์ให้แก่ผู้เรียนได้ใกล้เคียงความจริง ช่วยเพิ่มพูนความเข้าใจในสิ่งที่เรียนไปแล้ว เพราะสื่อคือตัวกลางที่นำสารจากผู้ส่งไปยังผู้รับได้ถูกต้องและรวดเร็วที่สุด (Sukpreedee, 1987, p. 23) การใช้หุ่นจำลองเป็นสื่อการสอนนับเป็นสื่อที่กำลังมีบทบาทสำคัญด้านการแพทย์ที่สร้างประสบการณ์การเรียนรู้ของผู้เรียนในการฝึกทักษะ และการเรียนรู้ที่ยาก ให้เกิดความรู้ ทักษะ และความเข้าใจในสาระต่าง ๆ ได้มากยิ่งขึ้น สื่อการสอนที่เป็นหุ่นจำลองทางการแพทย์เป็นสื่อวัสดุลอยตัวแบบสามมิติประเภทหนึ่งซึ่งนิยมใช้ในการเรียนการสอนทำให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้เข้าใจได้ง่าย ผู้สอนสามารถนำมาใช้ในการจัดกระบวนการเรียนรู้รูปแบบต่าง ๆ ได้ตามความเหมาะสม และผู้สอนสามารถสอนได้ตรงตามจุดมุ่งหมายการเรียนการสอน หุ่นจำลองเป็นสื่อลอยตัวสามมิติที่ใช้แทนของจริงซึ่งในการสร้างประสบการณ์จัดทำให้ประสบการณ์การเรียนรู้รองจากของจริง สร้างขึ้นเพื่อทดแทน ข้อจำกัดในกรณี

ที่ผู้สอนไม่สามารถนำของจริงมาใช้เพื่อการเรียนการสอนได้ อีกทั้งสามารถช่วยให้ผู้เรียนเรียนรู้ได้ง่ายและมีความสะดวกกว่าการใช้ของจริงเนื่องจากหุ่นจำลองสามารถแสดงรายละเอียดของโครงสร้างหรืออวัยวะภายในได้

ในปัจจุบันหุ่นจำลองเพื่อการศึกษาทางการแพทย์มีหน่วยงานเอกชนเป็นตัวแทนจัดจำหน่าย มีราคาแพงมาก เป็นข้อจำกัดที่หน่วยงานของรัฐที่เกี่ยวข้องกับการดูแลผู้ป่วยทวารเทียมจะสามารถจัดซื้อไว้ใช้เป็นสื่อในการสอนได้ และยังมีรูปลักษณะที่ไม่ค่อยสมจริงเท่าไรนัก วัสดุที่ใช้เป็นวัสดุสังเคราะห์ราคาแพง เช่น เรซิน ซิลิโคน ถึงแม้จะมีการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับหุ่นจำลองทางการแพทย์ในลักษณะรูปลักษณะสามมิติ ลอยตัว แต่ก็มีการใช้งานที่ไม่สลับซับซ้อน การศึกษาวิจัยเหล่านี้เป็นแนวทางในการศึกษาวิจัยหุ่นจำลองทางการแพทย์เพื่อใช้เป็นสื่อในการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีความซับซ้อนและสมจริงยิ่งขึ้น ก่อให้เกิดประโยชน์และคุณค่าทางวิชาการ อีกทั้งสอดคล้องกับนโยบายรัฐตามนโยบายด้านการศึกษา

ผู้วิจัยมีความตั้งใจที่จะศึกษาและวิเคราะห์ลักษณะที่เหมาะสมของหุ่นจำลองทางการแพทย์สำหรับฝึกดูแลแผลทวารเทียมเพื่อออกแบบหุ่นจำลองและสร้างนวัตกรรมต้นแบบหุ่นจำลองทางการแพทย์สำหรับฝึกดูแลแผลทวารเทียมพร้อมทั้งประเมินนวัตกรรมต้นแบบหุ่นจำลองทางการแพทย์สำหรับฝึกดูแลแผลทวารเทียมเพื่อการเรียนการสอนครั้งนี้ โดยเน้นพัฒนาหุ่นจำลองสำหรับฝึกดูแลผู้ป่วยทวารเทียมที่มีความสมจริงมากที่สุด มีความแตกต่างจากหุ่นจำลองที่มีขายทั่วไป โดยมีความสมจริงทางด้านกายวิภาค สามารถทดลองใช้ในการฝึกทักษะการดูแลทวารเทียมได้จริงทุกกระบวนการ หุ่นจำลองนี้สามารถใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพสูงสุด 2 ด้าน ประกอบด้วย ด้านประโยชน์ใช้สอย คือสามารถนำมาใช้ทดลองฝึกทักษะการดูแลผู้ป่วยทวารเทียมได้สมจริง และทางด้านความงาม คือมีความสมจริงของ ทิศนาทศที่ปรากฏบนหุ่นจำลอง คือรูปร่าง พื้นผิว และสี

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

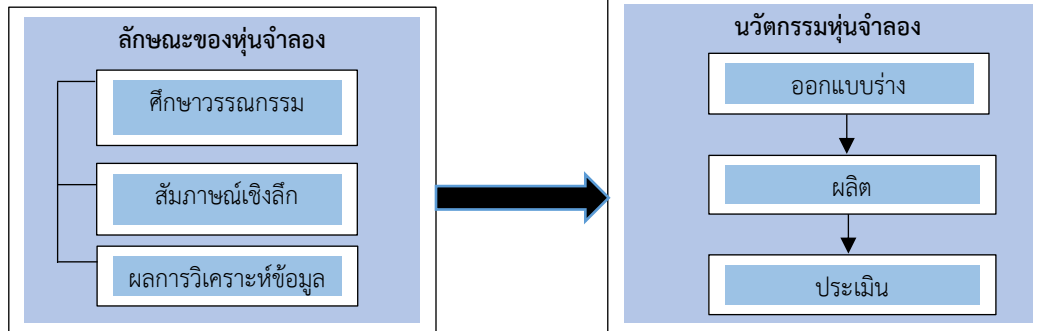
ผู้วิจัยได้ศึกษาผลงานวิจัยของ Yimyaem (2015, pp. 142-151) ซึ่งศึกษาการพัฒนาหุ่นจำลองเพื่อฝึกทักษะทางคลินิกของนักศึกษาสาขาวิทยาศาสตร์สุขภาพ ผลการวิจัยพบว่า การนำสารธรรมชาติยางพารามาใช้ผลิตเป็นหุ่นจำลองทดแทนวัสดุสารสังเคราะห์ก่อให้เกิดประโยชน์และมีคุณค่าทางวิชาการอย่างยิ่งและยังเป็นการสนับสนุนนโยบายรัฐ แต่ในการวิจัยครั้งนี้ได้มุ่งเน้นรายละเอียดที่สมจริงซึ่งเป็นข้อจำกัดของวัสดุจากธรรมชาติ ประกอบกับกระบวนการแปรรูปวัสดุจากธรรมชาติมีกระบวนการที่ซับซ้อนหลายขั้นตอนและใช้สารประกอบหลายอย่างจึงทำให้ต้นทุนวัสดุใกล้เคียงกับยางซิลิโคน ซึ่งมีต้นทุนต่ำลงในยุคปัจจุบันและมีความสะดวกในการใช้งานมากกว่า ถึงแม้ว่าวัสดุจะแตกต่าง แต่ก็มีผลงานวิจัยของ Udi et al. (2016, p. 100) ได้ศึกษาหุ่นจำลองยางพาราสำหรับตรวจสอบความถูกต้องปริมาณรังสีจากการรักษาโรคมะเร็งด้วยเทคนิคการรักษาสามมิติ งานวิจัยนี้ได้พัฒนาสูตรน้ำยางพาราสำหรับสร้างหุ่นจำลองจากน้ำยางพาราผสมสารเคมีและสารตัวเติมทำให้หุ่นจำลองมีความหนาแน่นใกล้เคียงมนุษย์โดยมีความหนาแน่นเฉลี่ย 1.002 g/cm³ สำหรับกระบวนการขึ้นรูปยางพาราหลังจากผสมน้ำยางพารากับสารเคมีและตัวเติมต่าง ๆ ลงไปในแม่แบบแล้วทำการอบให้ความร้อนเหมาะสม หุ่นจำลองที่สร้างขึ้นสามารถคงสภาพอยู่ได้ตามแบบที่ต้องการมีความแข็งแรง และมีความคงทนต่อการเสื่อมสภาพและการฉายรังสีในปริมาณ 1,000-6,000 cGy ผลการทดสอบความคงทนต่อการฉายรังสีด้วยการทดสอบสมบัติเชิงกลและสมบัติเชิงความร้อน พบว่าหุ่นจำลองที่สร้างขึ้นสามารถนำไปใช้ในการตรวจสอบปริมาณรังสีจากการรักษาโรคมะเร็งศีรษะและลำคอได้ โดยค่าเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างการวัดปริมาณรังสีด้วยหัววัดรังสีและการคำนวณปริมาณรังสีด้วยแผนการรักษาแบบ 2 และ 3 มิติมีค่าเท่ากับ 0.98% และ 1.06% ตามลำดับ หุ่นจำลองศีรษะและลำคอ ที่สร้างขึ้นสามารถใช้ตรวจสอบปริมาณรังสีจากแผนการรักษาและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในทางคลินิกได้จริง นอกจากนี้ยังเป็นการสนับสนุนอุตสาหกรรมยางพาราของประเทศไทยให้สามารถนำมาใช้ประโยชน์ด้านการแพทย์ได้ ถือว่าเป็นผลงานวิจัยที่เป็นตัวอย่างด้านแนวทางการศึกษาคุณสมบัติของวัสดุ ซึ่งการวิจัยครั้งนี้เน้นที่ความสมจริงของหุ่น ทั้งรูปร่างรูปร่าง พื้นผิว สี รวมไปถึงผิวสัมผัสที่อ่อนนุ่มใกล้เคียงกับมนุษย์มากที่สุด และผลงานวิจัยเกี่ยวกับหุ่นจำลองที่เป็นนวัตกรรมเพื่อการเรียนการสอนสอดคล้องและเป็นแนวทางในการศึกษาครั้งนี้คือผลงานวิจัยของ Arayathanitkul et al. (2016, pp. 51-61) ได้ศึกษาการพัฒนาหุ่นจำลองต้นแบบสำหรับฝึกตรวจช่องท้อง การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการศึกษาเพื่อเสริมสร้างลักษณะนิสัยและแนวคิดการเรียนรู้ผ่านประสบการณ์ เพื่อส่งเสริมสมรรถนะทางวัฒนธรรมในการพยาบาลของนักศึกษาพยาบาล ผลการวิจัยพบว่า 1) รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้น ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นปฏิบัติการพยาบาลบนพื้นฐานทางจริยธรรม ขั้นสะท้อนคิดและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ขั้นสร้างแนวทางการปฏิบัติและคุณลักษณะที่ดี และขั้นปฏิบัติการพยาบาลตามแนวทางปฏิบัติและคุณลักษณะที่ดี 2) ผลของการใช้รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นพบว่า ภายหลังจากทดลอง นักศึกษาพยาบาลมีค่าเฉลี่ยของคะแนนสมรรถนะทางวัฒนธรรมในการพยาบาลทั้งโดยรวมและรายด้าน

ซึ่งประกอบด้วยด้านความตระหนักทางวัฒนธรรมด้านความสามารถ ในการศึกษาหาความรู้เกี่ยวกับวัฒนธรรม และด้านทักษะ การดูแลผู้รับบริการที่มีความแตกต่างทางวัฒนธรรม สูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักศึกษา พยาบาลตระหนักและให้ความสำคัญกับวัฒนธรรม รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับวัฒนธรรมได้อย่างครอบคลุม วางแผนการพยาบาล สอดคล้องกับวัฒนธรรมของผู้รับบริการ และปฏิบัติการพยาบาลด้วยความเห็นอกเห็นใจ ให้เกียรติและเคารพในความเป็นบุคคล ของผู้รับบริการ ผลงานวิจัยเรื่องนี้เป็นแนวทางในการใช้หุ่นจำลองในการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่สามารถประยุกต์หุ่นจำลอง รูปแบบต่าง ๆ ให้เหมาะสมกับสาระการเรียนรู้ได้ ซึ่งการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยมุ่งเน้นพัฒนาหุ่นจำลองที่มีคุณภาพช่วยฝึกดูแลแผลทวาร เทียมให้มีความสมจริงมากที่สุดเพื่อการเรียนรู้ที่เข้าใจได้ง่ายขึ้น Sukpreedee (1987, p. 23) ที่กล่าวว่าสื่อการสอนเป็นสื่อกลาง ในการนำความรู้ความเข้าใจไปสู่ผู้เรียนและทำให้การเรียนการสอนมีความหมายมากยิ่งขึ้น เนื่องจากสื่อการสอนได้ช่วยจัด ประสพการณ์ให้แก่ผู้เรียนได้ใกล้เคียงความจริง ช่วยเพิ่มพูนความเข้าใจในสิ่งที่เรียนไปแล้ว เพราะสื่อคือตัวกลางที่นำสารจาก ผู้ส่งไปยังผู้รับได้ถูกต้องและรวดเร็วที่สุด

งานวิจัยที่นำมาใช้ในการพัฒนาหุ่นจำลองครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาผลงานวิจัยของ Mahasaranon et al. (2013, p. 17) ที่ศึกษา การพัฒนาหุ่นจำลองรังสีรักษาสำหรับฝึกทักษะการรักษาผู้ป่วยโรคมะเร็ง ผลการวิจัยทำให้ได้หุ่นจำลองทรวงอกและหุ่นจำลอง อุ้งเชิงกรานสำหรับนำไปใช้ในการฝึกทักษะวางแผนการรักษา มะเร็งเต้านมและมะเร็งปากมดลูก อีกทั้งยังสามารถนำไปใช้ ประโยชน์ในด้านการเรียนการสอน ซึ่งช่วยให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจกระบวนการรักษาโรคมะเร็งมากยิ่งขึ้น เป็นตัวอย่างการสร้าง หุ่นจำลองขึ้นมาเพื่อนำไปสอนการวางแผนรักษา เป็นแนวทางเดียวกันกับการวิจัยครั้งนี้ที่สร้างหุ่นขึ้นมาเพื่อใช้ประกอบการสอน การดูแลแผลทวารเทียม นอกจากนี้ยังมีผลงานวิจัยเกี่ยวกับหุ่นจำลองที่เน้นความสมจริงเพื่อฝึกทักษะปฏิบัติของ Duangrat et al. (2016, pp. 47-57) ได้ศึกษาการพัฒนาหุ่นจำลองแขนฝึกทักษะการเย็บแผลชนิดยางพารา ผลการวิจัยพบว่า 1) สูตรที่ใช้ในการ ผลิตหุ่นจำลองแขนฝึกทักษะการเย็บแผลชนิดยางพารามีอัตราส่วนเป็น 4 เท่าของสูตรที่ได้รับจากสถาบันวิจัยยาง 2) ขั้นตอน และเทคนิคการผลิตที่คงที่ 10 ขั้นตอน 3) หุ่นจำลองมีขนาด สี และลักษณะใกล้เคียงของจริง ขึ้นนำหุ่นจำลองไปทดลองใช้ และประเมินผลเมื่อเทียบกับฟองน้ำพบว่า ค่าเฉลี่ยความทนต่อการใช้งานมีค่าสูงสุดเมื่อเทียบกับเนื้อสัตว์พบว่า ค่าเฉลี่ยของการ นำกลับมาใช้ใหม่มีค่าสูงสุด สำหรับการประเมินความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างต่อหุ่นจำลองพบว่า ค่าเฉลี่ยด้านการนำไปใช้มีค่าสูงสุด ผู้วิจัยใช้กระบวนการวิจัยเรื่องดังกล่าวนี้ในการศึกษาและกำหนดอัตราส่วนของวัสดุที่นำมาสร้างหุ่น ออกแบบขั้นตอนการสร้าง และความสมจริงที่เน้นขนาด สี และพื้นผิว โดยออกแบบให้หุ่นมีน้ำหนักเบา มีขนาดไม่ใหญ่จนย้ายสะดวก โดยศึกษาผลงานวิจัยของ Sayowan et al. (2018, pp. 71-81) ที่ศึกษาการพัฒนาหุ่นจำลองฝึกทักษะการกหนดขนาดชนิดยางพารา สำหรับนักศึกษาการแพทย์ แผนไทยบัณฑิตของวิทยาลัยเทคโนโลยีทางการแพทย์และสาธารณสุขกาญจนาภิเษก ผลการวิจัยพบว่า หุ่นจำลองมีลักษณะเป็น หุ่นโหลสีทึบหนึ่งมีขนาดกว้าง 19 เซนติเมตรสูง 24 เซนติเมตรสามารถพกพาสะดวก ใช้วัสดุที่ปลอดภัยเนื่องจากวัสดุผลิต จากยางพาราและปูนปลาสเตอร์ประหยัดค่าใช้จ่ายต่อกระบวนการผลิตเนื่องจากต้นทุนการผลิตหุ่นแบบโลหะมีต้นทุนการผลิตที่สูง กว่าหุ่นที่มาจากวัสดุจากยางพารา หุ่นจำลองฝึกทักษะการกหนดขนาดสามารถใช้ประกอบการถ่ายทอดความรู้ ความเข้าใจในการเรียน ของนักศึกษาการแพทย์แผนไทยบัณฑิต โดยการลงมือปฏิบัติ เป็นสื่อ 3 มิติประเภทหุ่นจำลองใช้ฝึกทักษะปฏิบัติในการออกทักษะ การกหนดขนาดด้วยตนเองมีความอ่อนนุ่ม ผิวสัมผัสราบเรียบ ผลจากการประเมินคุณภาพหุ่นจำลองฝึกทักษะการกหนดขนาด โดยผู้เชี่ยวชาญเห็นว่ามีความเหมาะสมตามเกณฑ์ ผลการประเมินทักษะในการกหนดขนาดของนักศึกษาการแพทย์แผนไทยบัณฑิตระหว่าง ก่อนกับหลังการใช้หุ่นจำลองฝึกทักษะการกหนดขนาดแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 และนักศึกษามีความพึงพอใจ ต่อหุ่นจำลองฝึกทักษะการกหนดขนาดโดยภาพรวมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.27 ซึ่งอยู่ในระดับมาก

3. วิธีดำเนินการวิจัย

แนวทางในการดำเนินการวิจัย



รูปที่ 1 แนวทางในการดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องรวมทั้งลงพื้นที่สัมภาษณ์เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลพื้นฐานแล้วนำมาวิเคราะห์เปรียบเทียบหาความเหมือนของข้อมูลวรรณกรรมและข้อมูลสัมภาษณ์เพื่อให้ได้ลักษณะที่ควรจะเป็นของหุ่นจำลอง แล้วจึงนำข้อมูลจากการวิเคราะห์มาออกแบบร่างเพื่อให้ได้หน้าตาหุ่นจำลองที่เป็นแบบร่าง 2 มิติ จากนั้นเข้าสู่กระบวนการผลิตตามกระบวนการที่ออกแบบแล้วนำหุ่นจำลองที่พัฒนาขึ้นประเมินผลทางด้านการใช้งานและความงาม

ทฤษฎีที่ใช้ในการวิจัย ผู้วิจัยสร้างนวัตกรรมหุ่นจำลองโดยใช้ทฤษฎีการเลียนแบบ (Immitationalism theory) ซึ่งนำรูปร่างรูปทรง พื้นผิว ของสิ่งที่แสดงความเป็นอัตลักษณ์ของกายวิภาคมนุษย์และทวารเทียมมาสร้างสรรค์หุ่นจำลองที่มีลักษณะสมจริงเพื่อให้ได้มาซึ่งคุณค่าของการแสดงออก ที่เหมือนจริง (Relalistic) ตามตาเห็น หรือเหมือนจริง ตามความรู้สึก หรือมีทั้งสองคุณค่ารวมกัน และ การแสดงออกที่เหมือนจริงมีทั้งการถ่ายทอดในลักษณะที่เหมือนจริงตามธรรมชาติ และเป็นการถ่ายทอดโดยใช้สื่อจากรูปแบบธรรมชาติ

ขอบเขตของการวิจัย

1. ขอบเขตเชิงพื้นที่ พื้นที่ทำการศึกษ ได้แก่ โรงพยาบาลเจ้าพระยาอภัยภูเบศร เลขที่ 32/7 หมู่ 12 ต.ท่างาม อ.เมือง จ.ปราจีนบุรี; (037) 211-088; (037) 216-145 ถึง 149
2. ขอบเขตเชิงเนื้อหา ผู้วิจัยออกแบบหุ่นจำลองสำหรับฝึกทักษะการดูแลผู้ป่วยทวารเทียมโดยพัฒนาให้หุ่นจำลองมีความสมจริงทางกายวิภาค โดยการประเมินคุณภาพของหุ่นจำลองสำหรับฝึกทักษะการดูแลผู้ป่วยทวารเทียม จะครอบคลุม 2 ด้าน ได้แก่ ด้านความงาม และด้านการใช้งาน
3. ขอบเขตด้านเวลา การวิจัยครั้งนี้ เป็นการศึกษาในช่วงระยะเวลา 1 ปีหลังจากทำสัญญารับทุนอุดหนุนการวิจัย
4. ขอบเขตด้านประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ผู้ให้ข้อมูลสำคัญในการวิจัยครั้งนี้ได้จากการเลือกตามวัตถุประสงค์ (Purposive sampling) แบ่งเป็น

4.1 กลุ่มผู้ให้ข้อมูลสำคัญ เป็นพยาบาลวิชาชีพ พยาบาลด้านการรักษาบาดแผลและการดูแลผู้ป่วยทวารเทียม จำนวน 10 ท่าน ได้จากการเลือกตามวัตถุประสงค์ (Purposive sampling) เลือกตัวอย่างแบบเอกพันธ์ (Homogeneous sampling) ตัวอย่างมีภูมิหลังหรือประสบการณ์ที่คล้ายคลึงกัน (Sutheewasinnon & Pasanon, 2016, pp. 39-43)

4.2 กลุ่มผู้ประเมินหุ่นจำลองที่พัฒนาขึ้นมา เป็นพยาบาลวิชาชีพ พยาบาลด้านการรักษาบาดแผลและการดูแลผู้ป่วยทวารเทียม จำนวน 28 ท่าน กำหนดขนาดตัวอย่างขั้นต่ำโดยอิงสถิติที่ใช้ในการคำนวณ โดยงานนี้ใช้ Wilcoxon signed-rank test โดยกำหนด Effect Size ขนาดปานกลาง (เท่ากับ 0.50) กำหนดค่าระดับนัยสำคัญทางสถิติ เท่ากับ 0.05 ค่า Power of test = 0.80 ได้ขนาดตัวอย่างขั้นต่ำจำนวน 28 คน (ใช้โปรแกรม G*power 3.1.9.7 ในการคำนวณ)

ขั้นตอนการวิจัย การวิจัยนี้เป็นการศึกษาแบบผสมวิธี (Mixed methods research) ใช้วิธีแบบ Explanatory-sequential approach ด้วย Instrument-development design (Edmonds & Kennedy, 2017, p. 203) มีขั้นตอนดังนี้

1. เก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับการออกแบบหุ่นจำลองสำหรับฝึกดูแลผู้ป่วยทวารเทียม ด้วยการสังเคราะห์เนื้อหาจากเอกสาร (Content analysis) และการสัมภาษณ์เชิงลึก (In-depth interview) ทำการวิเคราะห์ และสรุปแนวทางการออกแบบหุ่นจำลองสำหรับฝึกดูแลผู้ป่วยทวารเทียม (Qual data collection, analysis, and result)

2. นำผลที่ได้จากขั้นตอนที่ 1 มาวิเคราะห์หาความเหมือนแล้วพัฒนาเป็นหุ่นจำลองต้นแบบสำหรับฝึกดูแลผู้ป่วยทวารเทียม (Develop instruments)
3. นำหุ่นจำลองต้นแบบสำหรับฝึกดูแลผู้ป่วยทวารเทียมที่พัฒนาขึ้นไปทดลองใช้ เพื่อประเมินผลการใช้งานและความงามในมิติรูปทรง พื้นผิว และสี (QUAN data collection)
4. นำข้อมูลที่ได้จากขั้นตอนที่ 3 มาวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผล (QUAN data analysis and results)
5. สรุปและอภิปรายผลโดยใช้ผลที่ได้จากขั้นตอนที่ 1 มาอธิบายร่วมกับผลที่ได้จากขั้นตอนที่ 4 (Interpret qual → QUAN)



รูปที่ 2 แบบแผนการดำเนินการวิจัย

4. ผลการวิจัย

1. ผลการศึกษาและวิเคราะห์ลักษณะที่เหมาะสมของหุ่นจำลองทางการแพทย์สำหรับฝึกดูแลแผลทวารเทียม

ผลการศึกษาวิจัยที่เกี่ยวข้อง และลงพื้นที่เก็บข้อมูลโดยการสัมภาษณ์เชิงลึกกับผู้ให้ข้อมูลสำคัญจำนวน 10 คน เป็นพยาบาลวิชาชีพ พยาบาลด้านการรักษาบาดแผลและการดูแลผู้ป่วยทวารเทียม มีอายุตั้งแต่ 24 ถึง 50 ปี ในประเด็นเกี่ยวกับลักษณะทั่วไปของหุ่นจำลองที่ใช้สำหรับฝึกดูแลแผลทวารเทียมในสภาพปัจจุบัน สภาพปัญหาเกี่ยวกับหุ่นจำลองที่ใช้สำหรับฝึกดูแลแผลทวารเทียม ข้อดีของหุ่นจำลองที่ใช้สำหรับฝึกดูแลแผลทวารเทียมในสภาพปัจจุบัน ข้อเสียของหุ่นจำลองที่ใช้สำหรับฝึกดูแลแผลทวารเทียมในสภาพปัจจุบัน และความต้องการให้มีการพัฒนาหุ่นจำลองที่ใช้สำหรับฝึกดูแลแผลทวารเทียม

ตารางที่ 1 ผลการศึกษาที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลสัมภาษณ์

คำถามการสัมภาษณ์	ข้อมูลการสัมภาษณ์
ลักษณะทั่วไปของหุ่นจำลองที่ใช้สำหรับฝึกดูแลแผลทวารเทียมในสภาพปัจจุบันเป็นอย่างไร	มีลักษณะเป็นพลาสติกแข็ง แขน มองไม่เห็นภาพทวารเทียมที่ชัดเจน ไม่สมจริง ผิวหนังจำลองเป็นพลาสติกแข็ง มีรูปแบบทวารเทียมเพียง 4 แบบไม่ครบตามลักษณะที่เป็นจริง
สภาพปัญหาเกี่ยวกับหุ่นจำลองที่ใช้สำหรับฝึกดูแลแผลทวารเทียมในสภาพปัจจุบันเป็นอย่างไร	มีผิวสัมผัสไม่สมจริง ลักษณะรูปร่างรูปทรง พื้นผิวและสีของหุ่นไม่เหมือนจริง ลักษณะของทวารเทียมที่มีขนาดและรูปแบบที่ไม่หลากหลายและลวดประกอบเพื่อเปลี่ยนลักษณะไม่ได้ ไม่มีความคงทน
ข้อดีของหุ่นจำลองที่ใช้สำหรับฝึกดูแลแผลทวารเทียมในสภาพปัจจุบันเป็นอย่างไร	เป็นหุ่นที่ทำจากหุ่นโชว์เสื้อผ้า ผู้ฝึกเห็นภาพทวารเทียมที่ชัดเจน น้ำหนักเบา มีขนาดเล็กขนย้ายง่าย ราคาถูก ประหยัด
ข้อเสียของหุ่นจำลองที่ใช้สำหรับฝึกดูแลแผลทวารเทียมในสภาพปัจจุบันเป็นอย่างไร	ไม่สมจริงทั้งรูปร่าง รูปทรง พื้นผิวและสี มีลักษณะแข็ง ไม่คงทน มีรูปแบบลักษณะทวารเทียม น้อยไม่หลากหลาย มองไม่เห็นภาพจริงในการฝึกดูแลแผล ส่งผลให้เมื่อปฏิบัติจริงขาดความมั่นใจและประเมินความผิดปกติไม่ได้
ท่านต้องการให้มีการพัฒนาหุ่นจำลองที่ใช้สำหรับฝึกดูแลแผลทวารเทียมด้านการใช้งาน (Function) อย่างไรบ้าง	ต้องการให้มีลักษณะทวารเทียมหลาย ๆ รูปแบบ สามารถฝึกปฏิบัติได้สมจริง ผิวหนังมีความยืดหยุ่นอ่อนนุ่มคล้ายของจริง มีสารคัดหลั่งออกมาจากบริเวณแผล
ท่านต้องการให้มีการพัฒนาหุ่นจำลองที่ใช้สำหรับฝึกดูแลแผลทวารเทียมด้านความงาม (Aesthetic) อย่างไรบ้าง	มีขนาด รูปร่างรูปทรง และสีของหุ่นจำลองที่สมจริง มีทวารเทียมที่สมจริงมีรูปแบบต่าง ๆ หลากหลายลักษณะและขนาด มีความคงทน

จากตารางที่ 1 พบว่าลักษณะหุ่นจำลองที่ใช้ในปัจจุบันมีลักษณะกายวิภาคและส่วนประกอบสำหรับผ่าตัดไม่สมจริง มีความนิ่มของผิวหนัง แข็งไม่เหมือนของจริงทางรูปลักษณ์ และอวัยวะรวมถึงส่วนประกอบภายใน และรูปร่างรูปทรงไม่สมจริง



รูปที่ 3 การใช้หุ่นจำลองที่มีอยู่เดิมในการฝึกอบรมการดูแลแผลทวารเทียม

ตารางที่ 2 การวิเคราะห์กายวิภาค

ลักษณะหุ่น	ข้อมูลสัมภาษณ์	ขอบเขตที่สร้างหุ่นจำลอง
หุ่นร่างกาย	มีขนาดเล็กขนย้ายง่าย น้ำหนักเบา เปลี่ยนทวารเทียมลักษณะต่าง ๆ ได้	ร่างกายมนุษย์ตัดทอนเฉพาะช่วงที่ใช้ฝึกดูแลแผลทวารเทียม คือ ช่วงท้อง ดังนั้นผู้วิจัยกำหนดการออกแบบหุ่นจากช่วงขาอ่อนขึ้นมาจากจนกระทั่งได้ราวนม และกำหนดตำแหน่งของทวารเทียมบนร่างกายได้ 4 ตำแหน่ง
ทวารเทียม	มีลักษณะหลากหลายรูปแบบ	กำหนดรูปแบบทวารเทียมที่พบบ่อยที่สุด 4 รูปแบบ

จากตารางที่ 2 ขอบเขตการสร้างหุ่นจำลองร่างกายมนุษย์ตัดทอนร่างกายให้มีช่วงท้อง ผู้วิจัยกำหนดการออกแบบหุ่นจากช่วงขาอ่อนขึ้นมาจากจนกระทั่งได้ราวนม กำหนดตำแหน่งของทวารเทียม และรูปแบบทวารเทียมที่พบบ่อยที่สุด 4 รูปแบบ

ตารางที่ 3 การวิเคราะห์ลักษณะหุ่นจำลองที่ต้องการพัฒนาขึ้น

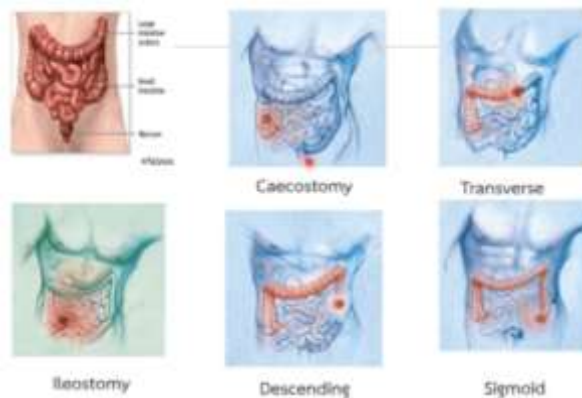
หุ่นจำลองที่ต้องการพัฒนาขึ้น	ข้อมูลสัมภาษณ์	ประเด็นการพัฒนาหุ่นจำลอง
ด้านการใช้งาน (Function)	ต้องการให้มีลักษณะทวารเทียมหลาย ๆ รูปแบบ สามารถฝึกปฏิบัติได้สมจริง ผิวหนังมีความยืดหยุ่นอ่อนนุ่มคล้ายของจริง	หุ่นจำลองมนุษย์มีส่วนและลักษณะแผลทวารเทียมที่ถูกต้อง มีโครงสร้างของร่างกาย หรือกายวิภาค (Anatomy) ที่ถูกต้อง มีความนุ่ม (Softness) ของชั้นผิวหนัง และทวารเทียมที่สมจริง สามารถใช้ฝึกดูแลแผลได้ และมีรูปแบบไม่ซ้ำผลงานผู้อื่น
ด้านความงาม (Aesthetic)	มีขนาด รูปร่างรูปทรง และสีของหุ่นจำลองที่สมจริง มีทวารเทียมที่สมจริงมีรูปแบบต่าง ๆ หลากหลายลักษณะและขนาด	พัฒนาหุ่นจำลองมนุษย์ที่มีลักษณะแผลทวารเทียมที่สมจริง มีสัดส่วนรูปทรงที่สมจริง มีสีสันทันสมจริง และมีพื้นผิวที่สมจริง

จากตารางที่ 3 หุ่นจำลองที่ต้องการพัฒนา ด้านการใช้งาน (Function) มีสัดส่วนและแผลทวารเทียมที่ถูกต้อง กายวิภาค (Anatomy) ที่ถูกต้อง มีความนุ่ม (Softness) ทวารเทียมสมจริง สามารถใช้ฝึกดูแลแผลได้ และมีรูปแบบไม่ซ้ำผลงานผู้อื่น ด้านความงาม (Aesthetic) หุ่นจำลองมนุษย์มีลักษณะแผลทวารเทียมสมจริง มีสัดส่วนรูปทรง สี และพื้นผิวสมจริง

การวิเคราะห์กายวิภาค กำหนดขอบเขตเฉพาะบริเวณที่พัฒนาหุ่นจำลองขึ้น โดย แบ่งเป็นหุ่นร่างกาย และทวารเทียมลักษณะต่าง ๆ ตามข้อมูลสัมภาษณ์ มีรายละเอียดดังนี้



รูปที่ 4 ลักษณะทวารเทียม



รูปที่ 5 ตำแหน่งที่เปิดทวารเทียม

ที่มา: <https://thaicancersociety.com/living-with-ostomy/>: สืบค้นวันที่ 2 กันยายน พ.ศ. 2567

จากรูปที่ 5 ตำแหน่งเปิดทวารเทียมแต่ละคนแตกต่างกันตามจุดเกิดโรค ผู้วิจัยจึงกำหนดตำแหน่งของทวารเทียมดังนี้

ตารางที่ 4 การวิเคราะห์ตำแหน่งของทวารเทียมบนหุ่นจำลอง

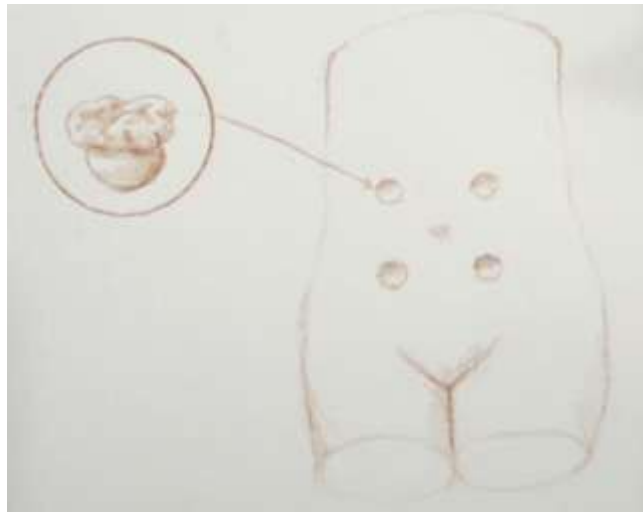
หลักการพิจารณาดำเนินการผ่าตัด	ตำแหน่งที่เหมาะสมของช่องเปิดทวารเทียม
วางอยู่บนกล้ามเนื้อชนิดหนึ่งในทางเดินอาหาร (Rectus muscle) หลีกเลี่ยงบริเวณสะดือ ขายโครง หรือปุ่มกระดูก เป็นตำแหน่งที่ผู้ป่วยสามารถมองเห็น สามารถดูแลตนเองได้	- อยู่ภายในขอบเขตของชั้นกล้ามเนื้อ (Rectus sheath) - ไม่อยู่ในรอยพับของผนังหน้าท้อง - ไม่อยู่ใกล้สะดือ (ยกเว้นกรณี Rontinent diversion) - ไม่อยู่ที่ตำแหน่งขอบกระโปรงหรือกางเกง - ไม่อยู่ใกล้ปุ่มกระดูก - อยู่ในตำแหน่งที่ผู้ป่วยมองเห็น

จากตารางที่ 4 หลักการพิจารณาดำเนินการผ่าตัด ต้องวางอยู่บนกล้ามเนื้อชนิดหนึ่งในทางเดินอาหาร (Rectus muscle) หลีกเลี่ยงบริเวณสะดือ ขายโครง หรือปุ่มกระดูก เป็นตำแหน่งที่ผู้ป่วยสามารถมองเห็น สามารถดูแลตนเองได้ ดังนั้นตำแหน่งที่เหมาะสมของช่องเปิดทวารเทียม ควรอยู่ภายในขอบเขตของชั้นกล้ามเนื้อ (Rectus sheath) ไม่อยู่ในรอยพับของผนังหน้าท้อง ไม่อยู่ใกล้สะดือ (ยกเว้นกรณี Continent diversion) ไม่อยู่ที่ตำแหน่งขอบกระโปรงหรือกางเกง ไม่อยู่ใกล้ปุ่มกระดูก และอยู่ในตำแหน่งที่ผู้ป่วยมองเห็น ผู้วิจัยจึงกำหนดตำแหน่งทวารเทียมเป็น 4 จุดบนกล้ามเนื้อเหนือสะดือซ้ายและขวา 2 ตำแหน่ง และบนกล้ามเนื้อใต้สะดือ 2 ตำแหน่ง

2 ผลการออกแบบหุ่นจำลอง และการสร้างนวัตกรรมต้นแบบหุ่นจำลองทางการแพทย์สำหรับฝึกดูแลแผลทวารเทียม

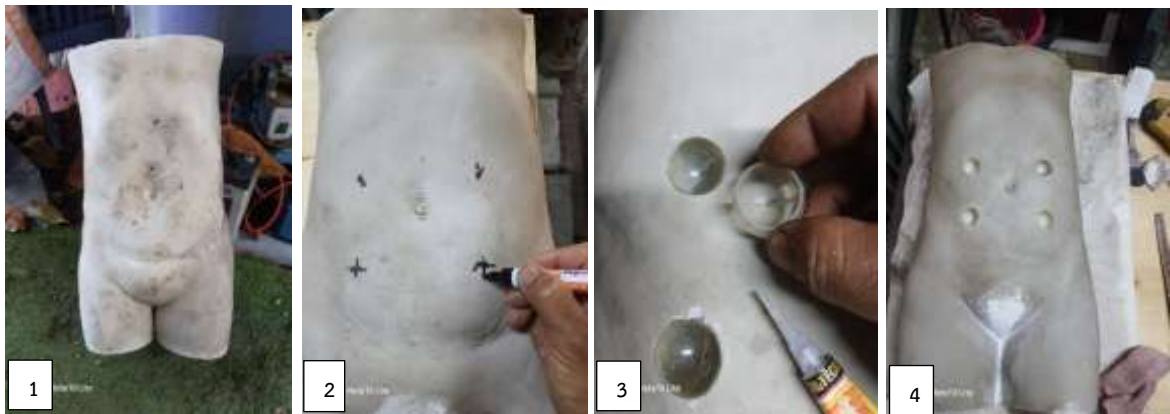
การศึกษาวัสดุ กำหนดวัสดุที่ใช้สร้างหุ่นเป็นสารเคมีสังเคราะห์ ได้แก่ เป็นยางซิลิโคน (Silicone) โฟลียูรีเทนโฟม (PU Foam) เรซิน (Resins) ยางซิลิโคน (Silicone) ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ใช้ยางเนื้อละเอียดเนื้ออย่างสีขาวขุ่นทึบแสง ยึดหยุ่นได้แต่เนื้อแน่นเหนียว การใช้โฟลียูรีเทนโฟม (PU Foam) และเรซิน (Resins) ใช้เป็นโครงสร้างภายในตัวหุ่น และถอดแบบขึ้นรูป สีของหุ่นจำลองใช้สีผสมสำเร็จรูป

การออกแบบร่าง (Sketch) ภายใต้อข้อมูลการวิเคราะห์ลักษณะหุ่นจำลองที่ต้องการพัฒนาขึ้น ผู้วิจัยออกแบบหุ่นจำลองเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนร่างกาย และส่วนทวารเทียมที่สามารถถอดเปลี่ยนได้หลายลักษณะ



รูปที่ 6 ภาพร่างหุ่นจำลอง

การสร้างต้นแบบร่างกายมนุษย์ เพื่อทำแม่พิมพ์โดยดำเนินการขึ้นรูปด้วยไฟเบอร์กลาส ซึ่งมีส่วนประกอบเป็นเรซินและใยแก้ว ปรับรูปทรงและขนาดด้วยปูนปลาสเตอร์



รูปที่ 7 การสร้างต้นแบบร่างกาย

ถอดแบบร่างกายมนุษย์ด้วยเรซินและใยแก้วโดยหล่อแบบจากคนจริง ตัดแต่งตามขอบเขตที่ศึกษา แล้วกำหนดตำแหน่งแผล ทวารเทียม 4 ตำแหน่งตามข้อมูลทิวเคราะห์ เจาะและใส่เป้าครึ่งวงกลมสำหรับใส่ทวารเทียม

การสร้างต้นแบบทวารเทียม ใช้ใส่สุกรขึ้นรูปทวารเทียมลักษณะต่าง ๆ ตามข้อมูลภาพถ่าย ใช้ยางซิลิโคนถอดแบบได้ทวาร เทียมที่เป็นยางซิลิโคน หล่อซิลิโคนจากเบ้าต้นแบบร่างกายแล้วตัดแต่งเชื่อมติดทวารเทียมกับซิลิโคนที่หล่อได้ เมื่อเซตตัวจึงได้ ต้นแบบทวารเทียมจริงลักษณะต่าง ๆ แล้วถอดพิมพ์ด้วยยางซิลิโคนโดยใช้จารบีทาให้ทั่วต้นแบบเพื่อไม่ให้เนื้องานติดแม่พิมพ์แล้ว ทายางซิลิโคนให้ทั่วจนได้ความหนาประมาณ 3 มิลลิเมตร รอจนเซตตัวจึงถอดออกมาเป็นแม่พิมพ์ได้



รูปที่ 8 การสร้างต้นแบบทวารเทียม และทำแม่พิมพ์

การทำแม่พิมพ์ร่างกาย เมื่อได้ต้นแบบที่สังเคราะห์ขึ้นจากการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้ศึกษาแล้ว ดำเนินการสร้างแม่พิมพ์ โดยผู้วิจัย ถอดพิมพ์ด้วยยางซิลิโคน (Silicone) ชนิดเนื้อค่อนข้างแข็งเพื่อไม่ให้แม่พิมพ์มีความยืดหยุ่นมากเกินไปจนทำให้ตอนหล่อแบบเกิดการผิดรูป ผิดเพี้ยนไปจากต้นแบบ และสามารถถอดแบบเนื้องานที่มีความละเอียดสูง เพื่อความสมจริงได้



รูปที่ 9 การทำแม่พิมพ์จากยางซิลิโคน

จากรูปที่ 9 ทำความสะอาดต้นแบบแล้วทาด้วยจารบีแบบบาง ๆ ทายางซิลิโคนที่ต้นแบบให้ทั่ว เช็ดตัวแล้วทาช้ำจนได้ความหนาประมาณ 5 มิลลิเมตร ทำพื้นผิวโดยใช้ยางซิลิโคนที่กลั้เช็ดตัวบ้นแล้ววางให้ทั่วต้นแบบเพื่อไว้ยึดเกาะกับแม่พิมพ์ประกอบ



รูปที่ 10 การทำแม่พิมพ์ประกอบ

วัสดุหลักในการทำแม่พิมพ์ประกอบใช้ปูนปลาสเตอร์เสริมความแข็งแรงด้วยใยมะพร้าว ทาจารบีบนแม่พิมพ์ยางซิลิโคนให้ทั่วแบบบาง ๆ ผสมปูนปลาสเตอร์โดยใส่ใยมะพร้าวไปเพื่อให้ทั่วทั้งแม่พิมพ์ แต่งพิมพ์ขณะปูนหมาดเพื่อให้ง่ายต่อการแกะแม่พิมพ์

การหล่อร่างกาย ผู้วิจัยทำความสะอาดแม่พิมพ์ด้วยทินเนอร์ และใช้ซิลิโคนออยเพื่อลดความเข้มข้นของน้ำยางซิลิโคนให้น้อยลงแทรกซึมลงบนแม่พิมพ์เก็บรายละเอียดพื้นผิวงานได้ละเอียด



รูปที่ 11 การหล่อแบบร่างกายด้วยยางซิลิโคน

จากรูปที่ 12 ผสมสีเนื้อคนด้วยสีเนื้อสำเร็จรูปในปริมาณ 20:1 ผสมซิลิโคนออยลงในน้ำยางซิลิโคน และน้ำยาเร่ง จากนั้นเตรียมแม่พิมพ์โดยทาจารบีให้ทั่วแม่พิมพ์บาง ๆ ทายางซิลิโคนที่ผสมไว้ให้ทั่วทั้งแม่พิมพ์รอจนเซตตัวทำซ้ำจนได้ความหนาประมาณ 6-8 มิลลิเมตรแล้วใช้ผ้ากอซ (Gauze) บูให้ทั่วทั้งแม่พิมพ์แล้วทายางซิลิโคนที่บรอจนเซตตัวใช้โฟลียูรีเทนโฟมผสมอัตราส่วน 1:1 เทลงในแม่พิมพ์ เทจนเต็มแม่พิมพ์ เมื่อเซตตัวตัดแต่งทำพื้นผิวทำความสะอาดแล้วเททับปิดด้วยน้ำยางซิลิโคน



รูปที่ 12 การแกะหุ่นร่างกายที่หล่อขึ้นจากซิลิโคน

การหล่อทวารเทียม ผู้วิจัยทำแม่พิมพ์โดยมีกระบวนการหล่อตามลำดับดังนี้



รูปที่ 13 การหล่อทวารเทียม

ผสมสีในยางซิลิโคนให้ได้ใกล้เคียงสีทวารเทียมจริง ทาจารบีในแม่พิมพ์บาง ๆ แล้วเทน้ำยางซิลิโคนที่ผสมตัวเร่งแล้วลงในแม่พิมพ์จนเต็มรอจนเซตตัวแล้วแกะออกมาตัดแต่งส่วนเกิน



รูปที่ 14 หุ่นจำลองสำหรับฝึกดูแลแผลทวารเทียมที่สร้างขึ้น

3. ผลการประเมินนวัตกรรมต้นแบบหุ่นจำลองทางการแพทย์สำหรับฝึกดูแลแผลทวารเทียม

กำหนดกลุ่มเป้าหมายเพื่อตรวจสอบคุณภาพของหุ่นจำลอง เป็นพยาบาลวิชาชีพ พยาบาลด้านการรักษาบาดแผลและการดูแลผู้ป่วยทวารเทียม จำนวน 28 คน เก็บข้อมูลด้วยแบบประเมินคุณภาพนวัตกรรมต้นแบบหุ่นจำลองทางการแพทย์สำหรับฝึกดูแลแผลทวารเทียม ด้วยแบบประเมินชนิดมาตราส่วนค่า 5 ระดับ จำนวน 12 ข้อ ประกอบด้วยคุณภาพของหุ่นจำลองด้านการใช้งาน 8 ข้อ และด้านคุณค่าทางความงาม 4 ข้อ และเปรียบเทียบความแตกต่างของผลการประเมินกับเกณฑ์กำหนด คือ ระดับดีขึ้นไป (คะแนนเฉลี่ยมากกว่า 3.51) ด้วย Wilcoxon signed-rank test โดยใช้โปรแกรม jamovi ในการวิเคราะห์ข้อมูล ผลการประเมิน พบว่า ด้านความงาม มีคะแนนเฉลี่ย 4.313 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.503 และมีสัดส่วนผู้ประเมินที่ตอบว่าผ่านตามเกณฑ์ 0.964 (27 จาก 28 คน) และด้านการใช้งานมีคะแนนเฉลี่ย 4.339 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.503 และมีสัดส่วนผู้ประเมินที่ตอบว่าผ่านตามเกณฑ์ 0.964 (27 จาก 28 คน) ซึ่งผลการประเมินหุ่นจำลองทั้ง 2 ด้าน เมื่อนำไปเทียบกับเกณฑ์คุณภาพอยู่ในระดับ ดี (เกณฑ์ 3.51 – 4.50 อยู่ในระดับดี) และ ผลการทดสอบในด้านความงามค่า ได้ค่า Wilcoxon W. เท่ากับ 404.000 ค่า p น้อยกว่า .001 และด้านการใช้งานค่า Wilcoxon W. เท่ากับ 390.000 ค่า p น้อยกว่า .001 จึงสรุปได้ว่าหุ่นจำลองที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ในขณะที่ผลการประเมินเป็นรายข้อก็ พบว่า มีคุณภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ทั้ง 12 ข้อ รายละเอียดดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ผลการทดสอบคะแนนผลการประเมินเฉลี่ยเทียบกับเกณฑ์ด้วย Wilcoxon signed-rank test

ผลการประเมินหุ่นจำลอง	Mean	SD	Prob.	Wilcoxon W.	p
ด้านความงาม (Aesthetic)	4.131	0.503	0.964	404.000	< .001
- แบบร่างหุ่นจำลองมีลักษณะแผลทวารเทียมที่สมจริง	4.393	0.497	1.000	406.000	< .001
- แบบร่างหุ่นจำลองมีสัดส่วน รูปทรงที่สมจริง	4.357	0.621	0.929	375.000	< .001
- แบบร่างหุ่นจำลองมีสีสันทันที่สมจริง	4.214	0.568	0.929	367.000	< .001
- แบบร่างหุ่นจำลองมีพื้นผิวที่สมจริง	4.286	0.568	0.964	387.000	< .001
ด้านการใช้งาน (Function)	4.339	0.549	0.893	390.000	< .001
- แบบร่างหุ่นจำลองมีสัดส่วนและลักษณะแผลทวารเทียมที่ถูกต้องครบทุกรูปแบบ	4.250	0.645	0.964	355.000	< .001
- แบบร่างหุ่นจำลองมีโครงสร้างของร่างกาย หรือกายวิภาค (Anatomy) ที่ถูกต้อง	4.429	0.573	0.929	391.000	< .001
- แบบร่างมีความหนาของชั้นผิวหนังที่สมจริง	4.321	0.612	0.964	373.000	< .001
- แบบร่างมีความนุ่ม (Softness) ของชั้นผิวหนัง และทวารเทียมที่สมจริง	4.357	0.559	0.929	389.000	< .001
- แบบร่างหุ่นจำลองสามารถใช้ฝึกดูแลแผลได้	4.321	0.612	0.964	373.000	< .001
- แบบร่างหุ่นจำลองมีรูปแบบไม่ซ้ำผลงานผู้อื่น	4.321	0.548	0.964	388.000	< .001
- ท่านมีความชื่นชอบแบบร่างหุ่นจำลองนี้	4.357	0.559	0.964	389.000	< .001
- ท่านมีความพึงพอใจในแบบร่างหุ่นจำลองนี้	4.357	0.559	0.964	389.000	< .001



รูปที่ 15 การนำหุ่นจำลองทางการแพทย์สำหรับฝึกดูแลแผลทวารเทียมไปใช้เพื่อประเมินคุณภาพ

5. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

ลักษณะที่เหมาะสมของหุ่นจำลองทางการแพทย์สำหรับฝึกดูแลแผลทวารเทียมได้จากการศึกษาเอกสารและสัมภาษณ์กลุ่มเป้าหมาย 10 คนได้จากการเลือกตามวัตถุประสงค์ (Purposive sampling) เลือกตัวอย่างแบบเอกพันธ์ (Homogeneous sampling) ลักษณะหุ่นที่เหมาะสมต้องมีสัดส่วนและแผลทวารเทียมที่ถูกต้อง กายวิภาค (Anatomy) ที่ถูกต้อง มีความนุ่ม (Softness) ทวารเทียมสมจริง สามารถใช้ฝึกดูแลแผลได้ และมีรูปแบบไม่ซ้ำผลงานผู้อื่น ด้านความงาม (Aesthetic) หุ่นจำลองมนุษย์มีลักษณะแผลทวารเทียมสมจริง มีสัดส่วนรูปทรง สี และพื้นผิวสมจริง แบ่งเป็นหุ่นร่างกาย และทวารเทียม หุ่นจำลองร่างกายมนุษย์ออกแบบจากช่วงขาอ่อนขึ้นมาจากต้นขาจนถึงใต้ราวนม และกำหนดรูปแบบทวารเทียม 4 รูปแบบ สร้างหุ่นจำลองใช้ยางซิลิโคน (Silicone) โพลียูรีเทนโฟม (PU Foam) เรซิน (Resins) ยางซิลิโคน (Silicone) ออกแบบร่าง (Sketch) หุ่นจำลองเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนร่างกาย และส่วนทวารเทียมที่สามารถถอดเปลี่ยนได้หลายลักษณะ สร้างต้นแบบร่างกายมนุษย์แล้วกำหนดตำแหน่งแผลทวารเทียม 4 ตำแหน่งเจาะและใส่เข้าเครื่องวงกลมสำหรับใส่ทวารเทียม สร้างต้นแบบทวารเทียมใช้ใส่สุกรขึ้นรูปลักษณะต่าง ๆ ตามข้อมูลภาพถ่าย แล้วถอดแบบด้วยยางซิลิโคน การทำแม่พิมพ์ร่างกายด้วยยางซิลิโคน (Silicone) ทำแม่พิมพ์ประกอบใช้ปูนปลาสเตอร์เสริมความแข็งแรงด้วยใยมะพร้าว การหล่อร่างกาย ใช้ซิลิโคนน้อยเพื่อลดความเข้มข้นของน้ำยางซิลิโคนเพื่อเก็บรายละเอียดพื้นผิวงาน ใช้โพลียูรีเทนโฟมประกอบหุ่น หล่อทวารเทียมด้วยยางซิลิโคน การประเมินหุ่นจำลองใช้กลุ่มเป้าหมายเป็นพยาบาลวิชาชีพ พยาบาลด้านการรักษาบาดแผลและการดูแลผู้ป่วยทวารเทียม 28 คน วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และ Wilcoxon signed-rank test เกณฑ์ที่ระดับมากกว่า 3.51 ผลการประเมินหุ่นจำลองด้านความงามมีระดับคะแนนเฉลี่ย 4.313 และด้านการใช้งานมีระดับคะแนนเฉลี่ย 4.339 ผลการประเมินหุ่นจำลองทั้ง 2 ด้านอยู่ในเกณฑ์ระดับ ดี ผลการทดสอบในด้านความงามค่า Wilcoxon W เท่ากับ 404.000 ค่า p น้อยกว่า .001 และด้านการใช้งานค่า Wilcoxon W เท่ากับ 390.000 ค่า p น้อยกว่า .001 สรุปได้ว่าหุ่นจำลองที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

หุ่นจำลองที่สร้างขึ้นมีขนาดไม่ใหญ่ น้ำหนักเบา มีความสมจริง การออกแบบหุ่นมีลักษณะเป็นร่างกายมนุษย์ตัดทอนให้เหลือช่วงขาอ่อนจนถึงใต้ราวนม ครอบคลุมช่วงท้องที่เป็นตำแหน่งของทวารเทียมโดยมีเป้าทรงกลมสำหรับเปลี่ยนทวารเทียมลักษณะต่าง ๆ อยู่ในตำแหน่งที่ผ่าตัดทำทวารเทียมจริง 4 ตำแหน่ง หุ่นที่พัฒนาขึ้นมีรูปร่างรูปทรงพื้นผิว ความนุ่ม และสีใกล้เคียงคนจริงสามารถถอดแยกประกอบทวารเทียมลักษณะต่าง ๆ ได้ ใช้ฝึกดูแลแผลทวารเทียมได้ดีเนื่องจากความสมจริงของหุ่นทำให้ผู้ฝึกมีความมั่นใจ มองเห็นภาพจริงประเมินความผิดปกติได้ชัดเจนสอดคล้องกับ Mahasaranon et al. (2013, Online) ที่กล่าวถึงหุ่นจำลองว่าช่วยให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจกระบวนการเรียนรู้มากยิ่งขึ้น และสอดคล้องกับ Suprasert (2015, Online) ที่กล่าวว่าลักษณะของหุ่นจำลองที่ดี ควรเป็นวัสดุสามมิติ ทำให้ผู้ดูแลเกิดความคิดรวบยอดที่ถูกต้อง หุ่นจำลองที่เป็นสื่อการเรียนการสอนในลักษณะสามมิติ สามารถจับต้องพิจารณารายละเอียดได้สามารถช่วยในการเรียนรู้และการปฏิบัติทักษะต่าง ๆ ได้ในมุมมองของกระบวนการศึกษาวิจัยตั้งแต่การเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงลึก ขั้นตอนการสร้างหุ่นที่เน้นความสมจริงในรายละเอียดทุกจุดดำเนินการตามข้อมูลที่ได้จากกลุ่มเป้าหมายที่เป็นผู้ใช้หุ่น เป็นอีกแนวทางที่สอดคล้องกับ Kaewurai (2009, Online) ที่กล่าวว่า ในการผลิตหรือพัฒนาสื่อการเรียนการสอนแต่ละประเภทจะมีวิธีการที่แตกต่างกัน ซึ่งผู้ผลิตหรือผู้พัฒนาจะต้องศึกษาคุณลักษณะกระบวนการผลิต รายละเอียดในการนำเสนอของสื่อ เทคนิคการใช้สื่อ รวมทั้งรู้ถึงกลุ่มเป้าหมายที่จะนำสื่อไปใช้ จึงเป็นเหตุผลหนึ่งที่ทำให้ผลการประเมินคุณภาพผ่านเกณฑ์ที่กำหนด

6. ข้อเสนอแนะ

ควรมีการศึกษาวิจัยหุ่นจำลองช่วยสอนในศาสตร์ต่าง ๆ ที่หลากหลายมากยิ่งขึ้น ควรมีการศึกษาวัสดุทางเลือกต่าง ๆ ในการผลิตหุ่นจำลองที่หลากหลาย รวมไปถึงการพัฒนาหุ่นจำลองขั้นสูงให้สามารถทำหัตถการทางการแพทย์ได้หลากหลายและสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ ควรมีการศึกษาเปรียบเทียบวัสดุ และต้นทุนการสร้างหุ่นเพื่อให้ทราบถึงข้อดีของวัสดุแต่ละประเภท ความเหมาะสมที่จะนำวัสดุมาสร้างหุ่นที่มีหน้าที่การใช้งานที่แตกต่างกัน

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยเรื่อง นวัตกรรมหุ่นจำลองทางการแพทย์เพื่อการเรียนการสอน: หุ่นจำลองสำหรับฝึกดูแลแผลทวารเทียม ฉบับนี้ได้ผ่านการพิจารณาจากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยบูรพา ชุดที่ 2 (กลุ่มมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์) ตามเอกสารรับรองผลการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยบูรพาที่ IRB2-113/2566 รหัสโครงการวิจัย HU092/2566 และได้รับทุนอุดหนุนจากคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2566 คณะผู้วิจัยมีความซาบซึ้งและขอขอบพระคุณทางคณะศึกษาศาสตร์เป็นอย่างสูง และขอขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิ คือ ศาสตราจารย์สมพร ฐิริ รองศาสตราจารย์ ดร.ตฤณ กิตติการอำพล และรองศาสตราจารย์ ดร.นฤทธิ์ วัฒนภู ผู้เชี่ยวชาญที่ให้ความกรุณาตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ คณะผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาจากทุกท่าน ขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้ และขอขอบพระคุณท่านอาจารย์จินดา กิมกุล อาจารย์ชำนาญการพิเศษที่ให้การอบรมสั่งสอน และช่วยเหลือหลาย ๆ สิ่งหลาย ๆ อย่างมาโดยตลอด ขอขอบคุณผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่านและขอขอบพระคุณคุณพ่อเจริญ วัฒนกิจ และคุณแม่เผชญิ วัฒนกิจ ที่ให้การอบรมเลี้ยงดู ให้การสนับสนุนทุกด้านโดยเฉพาะทางด้านการศึกษานำมาซึ่งการจัดทำวิจัยฉบับนี้สำเร็จ

เอกสารอ้างอิง

- Udi, N. (2016). *Rubber mannequin for validating radiation doses from cancer treatment using three-dimensional treatment techniques*. http://elibrary.trf.or.th/project_content.asp?PJID=RDG5950015.
- Sukpreedee, N. (1987). Microcomputers for education. *Journal of the united nations national committee on education*, 15(1), 22-65.
- Duangrat, B., Yantarapakon, A., Jirasittipok, T., Sayowan, W., Ratanavibunsuk, N., & Sareepeng, B. (2016). Development of a rubber arm model to practice suturing skills. *Journal of public health and development*, 7(1), 47-57.
- Arayathanitkul, B., Sawaekngam, W., & Chuchat, A. (2016). Development of prototype models for practicing abdominal examinations, Development of prototype models for practicing abdominal examinations. Development of teaching and learning models based on educational concepts to strengthen character traits and concepts of learning through experiences to promote cultural competency in nursing among nursing students. *Army nursing journal*, 18(3), 51-61.
- Sutheewasinon, P., & Pasanon, P. (2016). Sample selection strategy for qualitative research. *Parichat journal*, 29(2), 31-48.
- Kaewurai, R.(2009). *Research and development*. <http://www.edu.nu.ac.th/techno/rujroadk/research&development.pdf>.
- Sayowan, W., Phaekhunhot, S., Udompittayasan, J., & Amphawong, J. (2018). Development of rubber massage skill training models for Thai traditional medicine graduate students of Kanchanaphisek College of Medical Technology and Public Health. *Nursing and education journal*, 10(3), 71-81.

- Mahasaranon, S., Yapsanthia, S., Udi, N., Boonkwang, S., Sheepsumon, P., & Choosin, T. (2013).
Developing a radiotherapy simulator for practicing treatment skills for cancer patients.
http://elibrary.trf.or.th/project_content.asp?PJID=RDG5650117
- Suwanchat, S., Hamilton, S. S., Kaewampai, P., & Maneechot, S. (2020). Prosthetic fistula: The nursing role and important issues in care. *Journal of health and nursing education*, 26(2), 203-213.
- Yimyam, S. (2015). Development of models to practice clinical skills of health science students.
Nursing journal, 43(2), 142-151.
- Suprasert, A. (2015). Research exhibition “Research integration creating new things for society”
Rubber mannequins, Economical media for Thai education.
http://www3.rdi.ku.ac.th/exhibition/47_1/04/04.htm.
- Edmonds, W. A., & Kennedy, T. D. (2017). An applied guide to research designs: quantitative, qualitative, and mixed methods. 2nd ed. Thousand Oaks, CA: SAGE Publications, Inc.

“ข้อคิดเห็น เนื้อหา รวมทั้งการใช้ภาษาในบทความถือเป็นความรับผิดชอบของผู้เขียน”

Research article

การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 2 โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเกมมิฟิเคชันร่วมกับโปรแกรม GeoGebra.

THE DEVELOPMENT OF MATHEMATICS LEARNING ACHIEVEMENT ON THE TOPIC OF THE
PYTHAGOREAN THEOREM FOR 8th GRADE STUDENTS THROUGH GAMIFICATION-BASED
LEARNING COMBINED WITH GEOGEBRA

กัญติกา จรัสแผ้ว, ปวีณา ชันศ์ศิลา* และประภาพร หนองหารพิทักษ์

Kantika Charatphaeo, Paweena Khansila* and Prapaporn Nongharnpituk

E-mail: kantika.ch@ksu.ac.th, paweena.kh@ksu.ac.th*, and prapaporn.no@ksu.ac.th

วิชาเอกคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์และนวัตกรรมการศึกษา มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์ จังหวัดกาฬสินธุ์ 46230 ประเทศไทย

Mathematics Major, Faculty of Education and Educational Innovation, Kalasin University, Kalasin 46230 Thailand

Journal of Industrial Education. 2025, Vol. 24 (No. 1), <https://doi.org/10.55003/JIE.24108>

Received: March 9, 2025, | Revised: April 24, 2025, | Accepted: April 25, 2025

ABSTRACT

This research applied the concept of gamification to the teaching and learning process on the topic of the Pythagorean theorem, integrated with the use of GeoGebra. The instructional design incorporated gamification activities such as point accumulation, badges, levels, leaderboards, quests, and rewards combined with GeoGebra to give students a more concrete understanding of the content. This approach enhanced students' learning motivation and resulted in higher academic achievement. The sample group consisted of 26 Grade 8 students in the first semester of the 2024 academic year from Bannakhupatthana “Ko Ro Po Klang Upphathum” School, selected through cluster random sampling. Research instruments included seven lesson plans, an achievement test, and a satisfaction questionnaire with 10 items. The statistical methods used were mean, standard deviation, percentage, and hypothesis testing with a t-test. The findings revealed that: 1) The effectiveness of the gamification-based learning combined with GeoGebra was 83.85/80.58, which exceeded the set criteria of 75/75. 2) Students' academic achievement after learning with the gamification-based combined with GeoGebra was significantly higher than before learning at the 0.05 level. 3) Students' satisfaction with the gamification-based learning combined with GeoGebra was at a high level, with a mean score ($\bar{x}$) of 4.78 and a standard deviation (SD) of 0.54.

Keywords: Learning achievement, Gamification, GeoGebra, Pythagorean theorem

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้ได้นำแนวคิดเกมมิฟิเคชันมาประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้เรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัส ร่วมกับการใช้โปรแกรม GeoGebra โดยรูปแบบการสอนนี้มีการออกแบบกิจกรรมตามแนวคิดเกมมิฟิเคชัน คือ การสะสมคะแนน เหรียญตราสัญลักษณ์ ระดับชั้น กระดานผู้นำ การทำภารกิจต่าง ๆ และการให้รางวัล ผสมผสานกับการใช้ GeoGebra เพื่อช่วยให้ผู้เรียนมองเห็นและเข้าใจเนื้อหาในรูปแบบที่เป็นรูปธรรมมากยิ่งขึ้น วิธีการนี้ยังช่วยเพิ่มแรงจูงใจในการเรียนให้กับนักเรียน และส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567 จากโรงเรียนบ้านนาคูพัฒนา “กรป.กลางอุปถัมภ์” จำนวน 26 คน ซึ่งได้จากการสุ่มแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 7 แผน แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 1 ฉบับ และแบบสอบถามความพึงพอใจจำนวน 10 รายการ สถิติที่ใช้ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าร้อยละ และการทดสอบสมมติฐานด้วยสถิติ (t-test) ผลการวิจัยพบว่า 1) ประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเกมมิฟิเคชันร่วมกับโปรแกรม GeoGebra เท่ากับ 83.85/80.58 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 75/75 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเกมมิฟิเคชันร่วมกับโปรแกรม GeoGebra หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเกมมิฟิเคชันร่วมกับโปรแกรม GeoGebra มีระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) เท่ากับ 4.78 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) เท่ากับ 0.54

คำสำคัญ: ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน, เกมมิฟิเคชัน, GeoGebra, ทฤษฎีบทพีทาโกรัส

1. บทนำ

ในศตวรรษที่ 21 คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญต่อการพัฒนาทักษะของมนุษย์ เนื่องจากสามารถช่วยเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ การคิดเชิงวิเคราะห์ และการแก้ปัญหาอย่างมีเหตุผล นอกจากนั้น คณิตศาสตร์ยังเป็นพื้นฐานสำคัญสำหรับการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และศาสตร์อื่น ๆ ที่เป็นปัจจัยสำคัญในการพัฒนาคุณภาพของทรัพยากรมนุษย์และเสริมสร้างศักยภาพของประเทศ (Ministry of Education, 2017, p. 45) การศึกษาคณิตศาสตร์ในปัจจุบันได้ปรับตัวเพื่อให้ตอบสนองต่อความต้องการของโลกที่เปลี่ยนแปลง โดยมีการบูรณาการทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 เช่น การคิดเชิงระบบ การแก้ปัญหาที่ซับซ้อน และการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์กับสถานการณ์ในชีวิตจริง การใช้เทคโนโลยีดิจิทัล เช่น GeoGebra และการเรียนรู้แบบเชิงรุก (Active Learning) ถูกนำมาใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนการสอนและสร้างแรงจูงใจให้กับผู้เรียน (Kilpatrick et al., 2001, pp. 1–441) อย่างไรก็ตาม การเรียนคณิตศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ยังเผชิญกับปัญหาหลายประการ ปัญหาแรกคือการขาดความเชื่อมโยงกับชีวิตจริง ผู้เรียนมักมองว่าคณิตศาสตร์เป็นเรื่องทฤษฎีที่ยากจะนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน ปัญหาต่อมาคือความเหลื่อมล้ำในการเข้าถึงทรัพยากรการศึกษาที่มีคุณภาพ โดยเฉพาะในกลุ่มนักเรียนชนบทหรือกลุ่มเปราะบางที่อาจไม่มีโอกาสใช้เทคโนโลยีหรือได้รับการสอนจากครูที่มีความเชี่ยวชาญ อีกทั้งยังพบว่าผู้เรียนขาดแรงจูงใจ เนื่องจากเนื้อหาไม่ดึงดูดใจหรือไม่ท้าทาย และในบางกรณี ครูผู้สอนยังขาดทักษะในการปรับตัวต่อการสอนแบบใหม่ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง Boaler (2016, pp. 9-13) การแก้ไขปัญหาดังกล่าวจำเป็นต้องอาศัยการปฏิรูปการศึกษาที่มุ่งเน้นการพัฒนาหลักสูตรที่ทันสมัย การบูรณาการเทคโนโลยีในกระบวนการเรียนรู้ การพัฒนาครูให้มีทักษะหลากหลาย และการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่ช่วยเชื่อมโยงเนื้อหาคณิตศาสตร์กับชีวิตจริง เพื่อให้ผู้เรียนมองเห็นคุณค่าและสามารถนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

แนวคิดเกมมิฟิเคชัน (Gamification) เกิดขึ้นจากการผสมผสานองค์ประกอบของเกม เช่น การให้รางวัล คะแนน และการแข่งขัน เข้ากับกิจกรรมที่มีใช้เกม เพื่อสร้างแรงจูงใจและส่งเสริมพฤติกรรมที่พึงประสงค์ แนวคิดนี้ได้รับความนิยมอย่างกว้างขวางตั้งแต่เริ่มต้นในต้นทศวรรษ 2000 โดยแนวทางดังกล่าวได้รับการพัฒนาและประยุกต์ใช้ในหลากหลายสาขา รวมถึงการศึกษา การฝึกอบรม และการพัฒนาทักษะ (Kapp, 2012, pp. 2-7) ในบริบทของการศึกษา โดยเฉพาะในวิชาคณิตศาสตร์ การใช้เกมมิฟิเคชันได้กลายเป็นเครื่องมือสำคัญที่ช่วยเพิ่มการมีส่วนร่วมของผู้เรียน งานวิจัยหลายชิ้นชี้ให้เห็นว่า การประยุกต์ใช้แนวคิดนี้ช่วยสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ที่มีความหมายและสนุกสนาน โดยกระตุ้นให้ผู้เรียนมีความพยายามมากขึ้น ส่งผลให้เกิดการพัฒนาทั้งความรู้และทักษะทางคณิตศาสตร์ (Hamari et al., 2014, pp. 3025–3034) ได้แสดงให้เห็นว่าการใช้ GeoGebra ช่วยเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาคณิตศาสตร์ได้อย่างมีนัยสำคัญ โดยเฉพาะในด้านการเข้าใจแนวคิดเชิงเรขาคณิตและการคิดวิเคราะห์ นอกจากนี้ยังพบว่านักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนการสอนด้วยโปรแกรมนี้ เนื่องจากมันทำให้การเรียนรู้มีความสนุกสนานและน่าสนใจยิ่งขึ้น การนำแนวคิดเกมมิฟิเคชันมาปรับใช้ในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ถือเป็นแนวทางที่สอดคล้องกับทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 ซึ่งเน้นให้การเรียนรู้เป็นเรื่องสนุกสนานและเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ แนวทางนี้สอดคล้องกับการศึกษาของ

Chonat et al. (2016, pp. 331-339) แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมมิฟิเคชันนี้ได้รับความนิยมเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ เนื่องจากสามารถดึงดูดการมีส่วนร่วมของผู้เรียนในชั้นเรียนผ่านการให้แรงจูงใจภายในหรือรางวัลเชิงนามธรรม หนึ่งในวิธีที่ได้รับความนิยมมากขึ้นคือการเรียนการสอนตามแนวคิดเกมมิฟิเคชัน ซึ่งผสานแนวคิดหรือองค์ประกอบของเกมเข้าไปในกิจกรรมการเรียนการสอนปกติ โดยมุ่งเน้นให้เกิดพฤติกรรมที่พึงประสงค์ของผู้เรียนการศึกษาของ Chuenchompoth et al. (2020, pp. 98-110) ได้พัฒนากิจกรรมคณิตศาสตร์ตามแนวคิดเกมมิฟิเคชันเพื่อเสริมสร้างทักษะการสื่อสารและแรงจูงใจในการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่ากิจกรรมดังกล่าวช่วยเพิ่มทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์และแรงจูงใจในการเรียนของนักเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 การศึกษาของ Surarat (2022, pp. 123-135) ได้พัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เกมมิฟิเคชันแบบออนไลน์เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และแรงจูงใจในการเรียนสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้ GeoGebra เป็นส่วนหนึ่งของกิจกรรม ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่ากิจกรรมดังกล่าวมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดและช่วยเพิ่มความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และแรงจูงใจในการเรียนของนักเรียน

โปรแกรม GeoGebra ซึ่งริเริ่มโดย Markus Hohenwarter นักพัฒนาชาวออสเตรียในปี 2001 และต่อมาในปี 2007 ได้รับการพัฒนาเพิ่มเติมโดย Michael Borcherds ชาวอังกฤษ จนได้รับความนิยมและแพร่หลายไปทั่วโลก โปรแกรมนี้ได้รับการแปลเป็นภาษาต่าง ๆ มากมาย และได้รับการสนับสนุนจากสถาบันการศึกษาหลายประเทศ (Wuttisan, 2013, pp. 13-16) GeoGebra มีความสามารถในการแสดงทั้งองค์ประกอบทางพีชคณิตและเรขาคณิต ซึ่งผู้ใช้งานสามารถแก้ไของค์ประกอบเหล่านี้ได้โดยตรงจากอินเทอร์เฟซของโปรแกรม ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงที่สอดคล้องกันระหว่างสององค์ประกอบ ช่วยให้ผู้เรียนสามารถมองเห็นความเชื่อมโยงระหว่างแนวคิดทางพีชคณิตและเรขาคณิตได้ชัดเจนขึ้น ด้วยความสามารถในการแสดงสมการ พิกัด และกราฟเชิงเรขาคณิต GeoGebra ช่วยส่งเสริมความเข้าใจในโมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ได้ดีขึ้น นอกจากนี้โปรแกรมยังใช้งานง่าย รองรับหลายระบบปฏิบัติการ เช่น Windows, Linux, MacOS, Android และยังสามารถใช้งานออนไลน์ได้ด้วย รองรับหลายภาษาทำให้เป็นเครื่องมือที่เหมาะสมในการใช้งานในสภาพแวดล้อมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในยุคปัจจุบัน (Preiner, 2008, pp. 135-146) งานวิจัยของ Saduakdee et al. (2023, pp. 4-13) การศึกษาที่ใช้ GeoGebra ร่วมกับรูปแบบการเรียนรู้แบบ Flipped classroom ในการสอนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิต พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยวิธีนี้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ และมีความพึงพอใจในกระบวนการเรียนรู้ที่สูง งานวิจัยของ Hongthong et al. (2023, pp. 106-117) นักเรียนที่เรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด (Open approach) ร่วมกับ GeoGebra มีการพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณในทุกด้านอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05 โดยเฉพาะด้านการระบุปัญหา การนิยามปัญหา และการบูรณาการปัญหา งานวิจัยของ Chonpairot et al. (2024, pp. 15-25) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง ปริซึมและทรงกระบอก โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบ Concrete – Pictorial – Abstract (CPA) ร่วมกับ GeoGebra ซึ่งเป็นซอฟต์แวร์เพื่อการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่ช่วยเพิ่มความเข้าใจในเนื้อหาเชิงรูปธรรมและนามธรรม การใช้ CPA และ GeoGebra เป็นแนวทางที่มีประสิทธิภาพในการสอนคณิตศาสตร์ ช่วยให้นักเรียนสามารถเข้าใจเนื้อหาได้อย่างลึกซึ้ง มีส่วนร่วมในกิจกรรม และเกิดความสนใจในบทเรียนมากขึ้น

ด้วยเหตุนี้ การวิจัยในครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์ที่จะพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเกมมิฟิเคชันร่วมกับโปรแกรม GeoGebra ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเกมมิฟิเคชันร่วมกับโปรแกรม GeoGebra และศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเกมมิฟิเคชันร่วมกับโปรแกรม GeoGebra

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดเกมมิฟิเคชัน (Gamification) เป็นกระบวนการที่นำเอาองค์ประกอบและกลไกจากเกม เช่น คะแนน (Scores) ระดับ (Levels) ป้ายความสำเร็จ (Badges) การแข่งขัน (Competition) และรางวัล (Rewards) มาประยุกต์ใช้ในสภาพแวดล้อมที่ไม่ใช่เกม เช่น ห้องเรียน เพื่อกระตุ้นแรงจูงใจในการเรียนรู้และส่งเสริมการมีส่วนร่วมของนักเรียน การนำเกมมิฟิเคชันมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนจะเน้นการให้ประสบการณ์การเรียนรู้ที่สนุกสนานและท้าทาย ทำให้นักเรียนมีความสนใจและมีแรงจูงใจในการเรียนรู้อย่างมากขึ้น ซึ่งสามารถนำไปสู่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้น ตามที่ Deterding et al. (2011, pp. 9-15) ได้กล่าวถึง การใช้เกมมิฟิเคชันในบริบทของการเรียนการสอนสามารถเพิ่มแรงจูงใจภายในของผู้เรียนได้ผ่านการให้ข้อเสนอแนะ ที่เป็นประโยชน์และการตั้งเป้าหมายที่ชัดเจน นอกจากนี้ การสร้างแรงจูงใจผ่านการแข่งขันและการสะสมรางวัลยัง

เป็นปัจจัยสำคัญในการกระตุ้นให้ผู้เรียนพัฒนาตนเองอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะในวิชาที่ต้องการความเข้าใจเชิงลึก เช่น คณิตศาสตร์ Hamari et al. (2014, pp. 3025-3034) ยังแสดงให้เห็นว่าการใช้กลไกเกมมิฟิเคชันในบริบทของการศึกษา เช่น การใช้คะแนนและป้ายความสำเร็จ สามารถปรับปรุงการมีส่วนร่วมของผู้เรียนได้อย่างมีนัยสำคัญ และยังส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้ที่ยั่งยืนมากขึ้น การศึกษานี้ชี้ให้เห็นว่าเกมมิฟิเคชันไม่เพียงแต่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แต่ยังส่งผลต่อทัศนคติของผู้เรียนต่อนเนื้อหาที่เรียน Kapp (2012, pp. 10-13) ที่ได้ให้คำจำกัดความของเกมมิฟิเคชันในบริบทของการเรียนรู้ว่าเป็นการใช้กลไกการเล่นเกมที่ช่วยให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมและพัฒนาไปสู่ผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษา การใช้เกมมิฟิเคชันในห้องเรียนทำให้นักเรียนรู้สึกตื่นเต้นและมีแรงจูงใจในการเรียนอย่างต่อเนื่อง ทั้งยังช่วยส่งเสริมการคิดวิเคราะห์และการแก้ปัญหา GeoGebra สามารถสร้างและวิเคราะห์กราฟสมการ เรขาคณิต เวกเตอร์ และสถิติได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ โปรแกรมยังช่วยให้นักเรียนและครูสามารถทำงานแบบอินเทอร์แอคทีฟ ส่งเสริมการเรียนรู้ผ่านการสำรวจและการสร้างความเข้าใจเชิงลึกมากขึ้น การศึกษาของ Ghergulescu and Muntean (2020, p. 148) ที่ชี้ให้เห็นว่า GeoGebra มีบทบาทสำคัญในการส่งเสริมการมีส่วนร่วมของนักเรียนในกระบวนการเรียนรู้คณิตศาสตร์และเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยเฉพาะในการแก้ปัญหาทางเรขาคณิตและพีชคณิต เนื่องจากการโต้ตอบกับภาพกราฟิกแบบอินเทอร์แอคทีฟช่วยกระตุ้นให้นักเรียนมีส่วนร่วมมากขึ้น นอกจากนี้ GeoGebra ยังสนับสนุนการเรียนรู้ที่เป็นระบบและช่วยให้ครูสามารถประเมินผลการเรียนรู้ได้แบบทันที งานวิจัยของ Zengin (2021, pp. 254-267) ได้ชี้ให้เห็นว่า GeoGebra เป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพในการเสริมสร้างการเรียนรู้เชิงคณิตศาสตร์ โดยเฉพาะในด้านเรขาคณิตเชิงพลวัต ซึ่งนักเรียนสามารถสร้างและปรับเปลี่ยนรูปทรงเรขาคณิตได้แบบทันที ทำให้นักเรียนเห็นความสัมพันธ์เชิงรูปทรงและสมการที่ซับซ้อนมากขึ้น ผลการศึกษายังพบว่า GeoGebra ช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจและพัฒนาทักษะการวิเคราะห์อย่างเป็นระบบมากขึ้น Saha and Sikder (2022, pp. 183-200) ศึกษาเกี่ยวกับผลกระทบของการใช้ GeoGebra ในการพัฒนาทักษะการเรียนรู้เรขาคณิตของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา งานวิจัยนี้พบว่า GeoGebra ช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจที่ลึกซึ้งมากขึ้นเกี่ยวกับแนวคิดเรขาคณิต โดยเฉพาะการสร้างภาพแบบไดนามิกช่วยให้นักเรียนสามารถมองเห็นรูปแบบที่ซับซ้อนและความสัมพันธ์เชิงเรขาคณิตได้อย่างชัดเจน ซึ่งส่งผลให้พัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความมั่นใจในการแก้ปัญหาของนักเรียน Nakpradit et al. (2023, pp. 333-343) ศึกษาเกี่ยวกับผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบรา เรื่องพาราโบลา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่านักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรม GeoGebra มีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์ 70% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกจากนี้ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญเช่นกัน

สมมติฐานการวิจัย ประกอบด้วย ประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเกมมิฟิเคชันร่วมกับโปรแกรม GeoGebra เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนโดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเกมมิฟิเคชันร่วมกับโปรแกรม GeoGebra และความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเกมมิฟิเคชันร่วมกับโปรแกรม GeoGebra อยู่ในระดับมาก

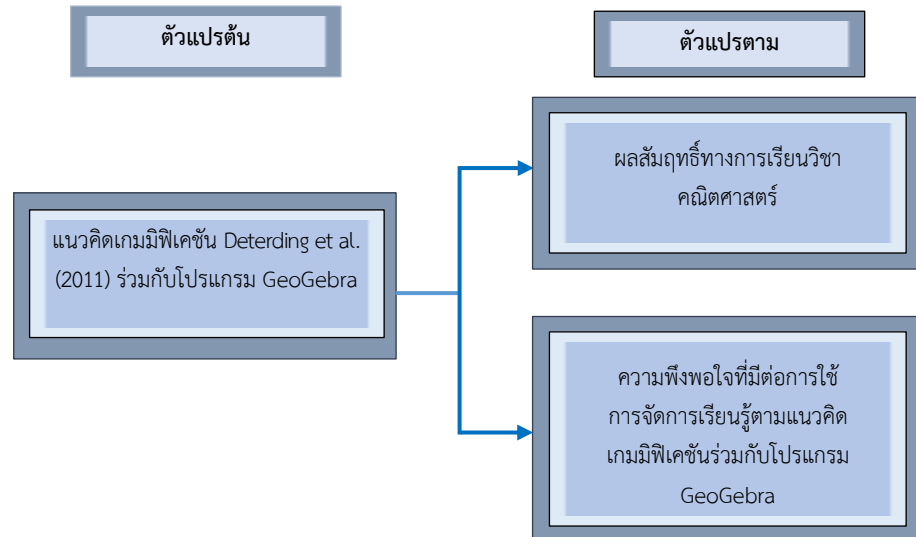
3. วิธีการดำเนินการวิจัย

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

1. กรอบแนวคิดวิจัย
2. ขอบเขตการวิจัย
3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. การเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การจัดกระทำและวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเกมมิฟิเคชันร่วมกับโปรแกรม GeoGebra ผู้วิจัยได้กำหนดกรอบแนวคิดในการวิจัย ดังรูปที่ 1 ดังนี้



รูปที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

3.2 ขอบเขตการวิจัย

ขอบเขตด้านประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ประชากรที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567 โรงเรียนบ้านนาคูพัฒนา “กรป.กลางอุบลรัตน์” อำเภอนาคู จังหวัดกาฬสินธุ์ จำนวน 4 ห้องเรียน รวมทั้งสิ้น 99 คน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567 โรงเรียนบ้านนาคูพัฒนา “กรป.กลางอุบลรัตน์” อำเภอนาคู จังหวัดกาฬสินธุ์ จำนวน 26 คน ได้มาโดยวิธีการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง

ขอบเขตด้านตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย ตัวแปรต้น ได้แก่ การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเกมมิฟิเคชันร่วมกับโปรแกรม GeoGebra ตัวแปรตาม ได้แก่ ประสิทธิภาพการจัดการเรียนรู้ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส และความพึงพอใจ

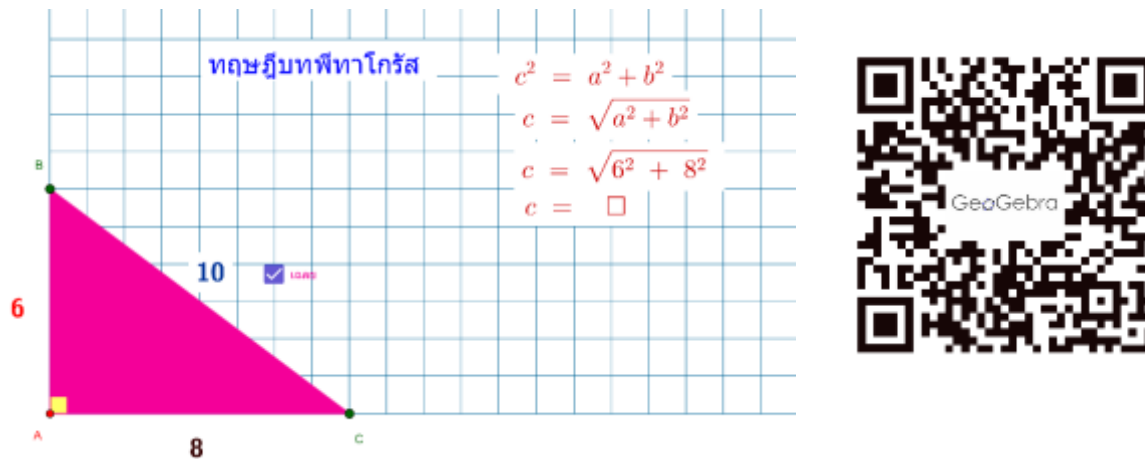
ขอบเขตด้านเนื้อหา รายวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส จำนวน 7 ชั่วโมง ประกอบด้วยสมบัติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก จำนวน 1 ชั่วโมง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส จำนวน 2 ชั่วโมง การแก้โจทย์ปัญหาทฤษฎีบทพีทาโกรัส จำนวน 1 ชั่วโมง บทกลับของทฤษฎีบทพีทาโกรัส จำนวน 2 ชั่วโมง และการนำบทกลับของทฤษฎีบทพีทาโกรัสไปใช้ จำนวน 1 ชั่วโมง

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดเกมมิฟิเคชันร่วมกับโปรแกรม GeoGebra จำนวน 7 แผน ใช้เวลา 7 ชั่วโมง ซึ่งผ่านการตรวจสอบคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้จากผู้เชี่ยวชาญมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.54 อยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด

ตารางที่ 1 แผนการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

แผนการจัดการเรียนรู้	เรื่อง	ภารกิจ
1	สมบัติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก	นักร้อง “ด้านไหนยาวเท่าไหน”
2	ทฤษฎีบทพีทาโกรัส 1	ปลดปล่อยคอกปล่อยปรีดา
3	ทฤษฎีบทพีทาโกรัส 2	ความสัมพันธ์ที่ซ่อนอยู่
4	การแก้โจทย์ปัญหาทฤษฎีบทพีทาโกรัส	ใครคือนักล่า
5	บทกลับของทฤษฎีบทพีทาโกรัส 1	สายลับนักสำรวจ
6	บทกลับของทฤษฎีบทพีทาโกรัส 2	สายลับช่วยด้วย
7	การนำบทกลับของทฤษฎีบทพีทาโกรัสไปใช้	สายลับ “Running Board Game”



รูปที่ 2 สื่อการสอนแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 โดยใช้โปรแกรม GeoGebra: สมบัติของรูปสามเหลี่ยม



รูปที่ 3 สื่อการสอนแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 โดยใช้โปรแกรม GeoGebra: ทฤษฎีบทพีทาโกรัส

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส แบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ 1 ฉบับ ประเมินคุณภาพโดยผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน พบว่า ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามวัดคุณประสงค์ (IOC) อยู่ระหว่าง 0.67-1.00 ค่าความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง 0.36 ถึง 0.68 ค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.24. ถึง 0.56 และมีความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.71

3. แบบวัดความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเกมมิฟิเคชันร่วมกับโปรแกรม GeoGebra เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส จำนวน 1 ฉบับ ประกอบด้วย ความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อคุณภาพการจัดการเรียนการสอนเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) กำหนดค่าคะแนนเป็น 5 ระดับตามวิธีของลิเคิร์ต (Likert scale) จำนวน 10 รายการ มีค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับพฤติกรรมชี้วัดความพึงพอใจในแต่ละข้อ (IOC) เท่ากับ 1.00

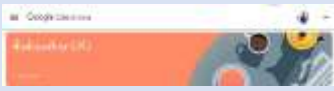
3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ชี้แจงรายละเอียดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเกมมิฟิเคชันก่อนเริ่มเรียน

ตารางที่ 2 รายละเอียดองค์ประกอบของชุดเกม Mobile Legends

หมวดตราสัญลักษณ์	ตราและลำดับของสัญลักษณ์	คำอธิบาย
คะแนนสะสม	เหรียญคะแนนสมมติ  เหรียญ 1 คะแนน  เหรียญ 2 คะแนน  เหรียญ 5 คะแนน	- กำหนดคะแนนสะสมเป็นเหรียญคะแนนสมมติ 3 ประเภท ได้แก่ - เหรียญ 1 คะแนน - เหรียญ 2 คะแนน - เหรียญ 5 คะแนน - นักเรียนจะได้รับเหรียญคะแนนสมมติจากการมีส่วนร่วมกับการเรียน ทั้งในและนอกห้องเรียน เช่น - การส่งแบบฝึกหัดตรงเวลา - เข้าเรียนตรงเวลา - มีส่วนร่วมในห้องเรียน - ตอบคำถามรายบุคคล - การทำภารกิจชนะ - นำเสนองานหน้าชั้นเรียน - เฉลยแบบฝึกหัด - จำนวนคะแนนที่มอบให้นักเรียน ขึ้นอยู่กับข้อตกลงในแต่ละครั้ง
เหรียญตราสัญลักษณ์	 เหรียญ 10 คะแนน	นักเรียนจะได้รับเหรียญคะแนนพิเศษ ในกรณีที่กลุ่มของนักเรียนเป็นผู้ชนะเมื่อมีการกิจที่ต้องทำเป็นกลุ่มตั้งแต่ 2 คนขึ้นไป โดยทุกคนในกลุ่มจะได้รับคนละ 10 คะแนน
ระดับชั้น	ระดับแรงค์ในเกม แรงค์ฮีโร่  แรงค์เอ็กซ์เพิร์ด  เจ็ทซ์เจียร์ด	- นักเรียนแต่ละคนจะมีแรงค์ที่แสดงระดับแรงค์ของตนเอง โดยแต่ละแรงค์จะมีอำนาจและสิทธิพิเศษบางอย่างต่างกัน - แรงค์ ประกอบด้วย 4 แรงค์ โดยเรียงจากลำดับล่างสุดถึงสูงสุด ดังนี้ - แรงค์เอลิต - แรงค์เอ็กซ์เพิร์ด - แรงค์มาสเตอร์ - แรงค์เจเนด และมีชั้นพิเศษอีกหนึ่งชั้นซึ่งชั้นนี้ไม่สามารถเลื่อนแรงค์ตนเองได้ คือ แรงค์ฆาตกร - นักเรียนสามารถป้องกันตนเอง/เพื่อนหรือทำร้ายนักเรียนคนอื่นได้ โดยใช้คะแนนสมมติ 3 คะแนน ต่อ 1 ครั้ง โดยที่ผู้เล่นที่ถูกทำร้ายจะถูกปรับ คะแนนทั้งหมดที่มีเป็น 0 คะแนน และถูกลดแรงค์ 1 ระดับ

ตารางที่ 2 (ต่อ) รายละเอียดองค์ประกอบของชุดเกม Mobile Legends

หมวดตราสัญลักษณ์	ตราและลำดับของสัญลักษณ์	คำอธิบาย
ระดับขั้น	แรงค์มาสเตอร์  แรงค์เจเนต  ฆาตกร 	4. นักเรียนสามารถเลื่อนแรงค์ของตนเองให้สูงขึ้นได้ โดยใช้คะแนนสมมติ 5 คะแนน ต่อนักเรียน 1 คนต่อ 1 แรงค์ 5. นักเรียนสามารถแลกแรงค์กับนักเรียนคนอื่นได้ โดยใช้คะแนนสมมติ 8 คะแนน ต่อ 1 ครั้ง
กระดานผู้นำ	กระดานคะแนนสะสมและแรงค์  ประกาศคะแนนสะสมและแรงค์  ประกาศแจ้งถอดแรงค์  Classroom 	- กระดานคะแนนสะสมและแรงค์ แบ่งเป็น 3 ประเภท ได้แก่ - ประกาศคะแนนสะสมและแรงค์ - ประกาศแต่งตั้งแรงค์เจเนต - ประกาศแจ้งถอดแรงค์ - ข้อมูลที่ประกาศคะแนนสะสมและแรงค์มี ดังนี้ - รหัสประจำตัวในเกม - ชื่อนักเรียน - แรงค์ (ระบุเฉพาะนักเรียนที่มีแรงค์ “เลเจนด์” เท่านั้น) - จำนวนคะแนนสะสม - การถูกคำสั่งทำร้าย - การถูกคำสั่งแลกแรงค์ - ประกาศแต่งตั้งเจเนต ใช้สำหรับประกาศความเป็นผู้นำของนักเรียนที่ยังดำรงตำแหน่งแรงค์เจเนตหรือได้เลื่อนแรงค์เป็นเจเนตครั้งแรก - ประกาศแจ้งถอดยศ ใช้สำหรับประกาศให้นักเรียนทราบว่านักเรียนคนใดถูกคำสั่งทำร้ายและแรงค์เป็นเอส - กระดานคะแนนสะสมและแรงค์ทั้ง 3 ประเภทครูจะแจ้งผ่าน Classroom ในช่วงเวลา 18.00 – 21.00 ของทุกวัน
ภารกิจ		- ภารกิจในแผนการจัดการเรียนรู้ของแต่ละแผน มีทั้งภารกิจกลุ่มและรายบุคคล - ภารกิจแบบฝึกหัด

ตารางที่ 2 (ต่อ) รายละเอียดองค์ประกอบของชุดเกม Mobile Legends

หมวดตราสัญลักษณ์	ตราและลำดับของสัญลักษณ์	คำอธิบาย
ระบบรางวัล	1. ขนมห็อกโกแลต	คะแนนสะสมมากที่สุด
	2. ขนมน็อกกี้	คะแนนสะสมรองลงมาคนที่ 1
	3. ขนมนเกลี	คะแนนสะสมรองลงมาคนที่ 2

จากตารางที่ 2 แสดงถึงองค์ประกอบของชุดเกม Mobile Legends ซึ่งผู้วิจัยสร้างอุปกรณ์และช่องทางในการสื่อสารกับนักเรียนเพื่อประกอบการทำกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมกับการใช้ชุดเกมดังกล่าวโดยพิจารณาสร้างให้ครอบคลุมองค์ประกอบของชุดเกม Mobile Legends ทั้งหมดในตารางที่ 1 ซึ่งมีรายละเอียดและขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

- 1) สร้าง Classroom สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ใช้สำหรับแจ้งลำดับแรงค์ของตนเอง
- 2) สร้าง Zapcode สำหรับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างทุกคน จำนวน 26 คน โดยโค้ดจะระบุแรงค์ และบทบาทของแรงค์ ต่าง ๆ รวมถึงกติกาของเกม
- 3) จัดทำบัตรประจำตัวผู้เล่นเกม สำหรับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างทุกคน จำนวน 26 ใบ โดยบัตรประจำตัวจะปรากฏข้อมูลของผู้เล่น ได้แก่ รหัสประจำตัวและ Zapcode ที่ระบุกติกา



รูปที่ 4 ตัวอย่างบัตรประจำตัวผู้เล่นเกมด้านหน้าและด้านหลัง

- 4) จัดทำกล่องใส่บัตรแสดงความจำนง สำหรับให้นักเรียนมาเขียนว่าต้องการใช้คะแนนสะสมที่ตนเองมีเพื่อปกป้องตนเอง/เพื่อน ทำร้าย หรือแลกแรงค์กับนักเรียนคนใด



รูปที่ 5 กล่องใส่บัตรแสดงความจำนง สำหรับให้นักเรียนมาเขียนความต้องการของตนเอง

2. ทดสอบก่อนเรียนด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชนิดปรนัยแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ
3. ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตั้งแต่แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ไปจนถึงแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 ใช้เวลา 7 ชั่วโมง โดยเก็บคะแนนระหว่างเรียนไว้ทุกแผน



รูปที่ 6 การทำกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดเกมมิฟิเคชันร่วมกับโปรแกรม GeoGebra

4. ทดสอบหลังเรียนด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชุดเดิม
5. หลังเสร็จสิ้นการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ผู้วิจัยนำผลการทดสอบหลังเรียนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมาวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียน
6. ประเมินความพึงพอใจด้วยแบบประเมินความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเกมมิฟิเคชันร่วมกับโปรแกรม GeoGebra ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

3.5 วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล

1. หาประสิทธิภาพการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเกมมิฟิเคชันร่วมกับโปรแกรม GeoGebra เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 โดยใช้สูตร E_1/E_2
2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเกมมิฟิเคชันร่วมกับโปรแกรม GeoGebra โดยใช้สถิติทดสอบ (t-test for dependent samples)
3. วิเคราะห์ผลความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเกมมิฟิเคชันร่วมกับโปรแกรม GeoGebra เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

4. ผลการวิจัย

จากการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.1 ผลการหาประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเกมมิฟิเคชันร่วมกับโปรแกรม GeoGebra เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ตามเกณฑ์ 75/75

ผลการหาประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้ตามเกณฑ์ 75/75 โดยการใช้สูตร E_1/E_2 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 83.85/80.58 ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการหาประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเกมมิฟิเคชันร่วมกับโปรแกรม GeoGebra เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ตามเกณฑ์ 75/75

การประเมิน	จำนวน (คน)	คะแนนเต็ม	คะแนนรวม	$\bar{X}$	ร้อยละ	ประสิทธิภาพ E_1/E_2
ระหว่างเรียน	26	40	872	33.54	83.85	83.85/80.58
หลังเรียน	26	20	419	16.12	80.58	

จากตารางที่ 2 พบว่า ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการหาประสิทธิภาพการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเกมมิฟิเคชันร่วมกับโปรแกรม GeoGebra เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ตามเกณฑ์ 75/75 โดยใช้สูตร E_1/E_2 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 83.85/80.58 มีค่าเฉลี่ยระหว่างเรียนเท่ากับ 33.54 คิดเป็นร้อยละ 83.85 และหลังเรียนเท่ากับ 16.12 คิดเป็นร้อยละ 80.58 สรุปได้ว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ้านนาคูพัฒนา “กรบ.กลางอุบลรัตน์” อำเภอนาคู จังหวัดกาฬสินธุ์ มีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าร้อยละ 75/75 ตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้

4.2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเกมมิฟิเคชันร่วมกับโปรแกรม GeoGebra

ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน โดยนำผลคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบก่อนเรียนมาเปรียบเทียบกับแบบทดสอบหลังเรียน โดยการทดสอบค่าที (t-test) มีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเกมมิฟิเคชันร่วมกับโปรแกรม GeoGebra

การประเมิน	จำนวน (คน)	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	SD	t	Sig
ก่อนเรียน	26	20	4.88	2.05	23.03*	.000
หลังเรียน	26	20	16.12	1.18		

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

จากตารางที่ 3 พบว่า ค่าสถิติทดสอบ (t-test) เท่ากับ 23.03 ค่าเฉลี่ยผลการทดสอบก่อนเรียนมีค่าเฉลี่ย 4.88 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 2.05 และหลังเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 16.12 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 1.18 สรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

4.3 ผลการศึกษาความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเกมมิฟิเคชันร่วมกับโปรแกรม GeoGebra เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเกมมิฟิเคชันร่วมกับโปรแกรม GeoGebra เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลการศึกษาความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเกมมิฟิเคชันร่วมกับโปรแกรม GeoGebra เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

รายการประเมิน	$\bar{X}$	SD	ระดับความพึงพอใจ
1. สื่อการสอนโดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเกมมิฟิเคชันร่วมกับโปรแกรม GeoGebra ช่วยให้นักเรียนเข้าใจบทเรียนเร็วขึ้นและเข้าใจได้ดีขึ้น	4.77	0.50	มากที่สุด
2. การเรียนด้วยกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเกมมิฟิเคชันร่วมกับโปรแกรม GeoGebra ช่วยให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นต่อการเรียน	4.81	0.48	มากที่สุด
3. กิจกรรมต่าง ๆ จากการจัดการเรียนการสอนโดยใช้แนวคิดตามเกมมิฟิเคชันร่วมกับโปรแกรม GeoGebra สร้างความท้าทายให้กับข้าพเจ้า	4.85	0.46	มากที่สุด
4. ระยะเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเกมมิฟิเคชันร่วมกับโปรแกรม GeoGebra มีความเหมาะสม	4.79	0.56	มากที่สุด
5. สื่อที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนโดยใช้แนวคิดตามเกมมิฟิเคชันร่วมกับโปรแกรม GeoGebra มีความทันสมัยและสอดคล้องกับเหตุการณ์ปัจจุบัน	4.73	0.59	มากที่สุด

ตารางที่ 4 (ต่อ) ผลการศึกษาความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเกมมิฟิเคชันร่วมกับโปรแกรม GeoGebra เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

รายการประเมิน	$\bar{X}$	SD	ระดับความพึงพอใจ
6. ข้าพเจ้ามีความสุขจากการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเกมมิฟิเคชันร่วมกับโปรแกรม GeoGebra	4.77	0.58	มากที่สุด
7. การจัดการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเกมมิฟิเคชันที่ครูสร้างขึ้น สร้างความท้าทาย และสนุกสนานให้กับข้าพเจ้า	4.76	0.59	มากที่สุด
8. การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเกมมิฟิเคชันร่วมกับโปรแกรม GeoGebra ช่วยสร้างบรรยากาศในการเรียนให้น่าเรียนมากขึ้น	4.85	0.46	มากที่สุด
9. การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเกมมิฟิเคชันร่วมกับโปรแกรม GeoGebra ช่วยให้ข้าพเจ้ามีความกล้าแสดงออกและมั่นใจในการเรียน	4.88	0.42	มากที่สุด
10. สื่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเกมมิฟิเคชันร่วมกับโปรแกรม GeoGebra ช่วยให้ข้าพเจ้าได้ประสบการณ์ตรงและนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้	4.62	0.79	มากที่สุด
ภาพรวมของผลการสอบถามความพึงพอใจ	4.78	0.54	มากที่สุด

จากตารางที่ 3 พบว่า ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเกมมิฟิเคชันร่วมกับโปรแกรม GeoGebra เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.78$, $SD = 0.54$) เมื่อพิจารณารายข้อ พบว่า ทุกข้อมีค่าเฉลี่ยในระดับมากที่สุดเช่นกัน โดยข้อที่ 9 มีค่าเฉลี่ยสูงสุด ($\bar{X} = 4.88$, $SD = 0.42$) รองลงมาคือ ข้อที่ 8 ($\bar{X} = 4.85$, $SD = 0.46$) และข้อที่ 3 ($\bar{X} = 4.85$, $SD = 0.46$)

5. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิจัยเรื่องการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเกมมิฟิเคชันร่วมกับโปรแกรม GeoGebra พบว่าการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดดังกล่าวมีประสิทธิภาพสูง ซึ่งค่าเฉลี่ยของผลการเรียนหลังจากได้รับการสอนด้วยวิธีนี้อยู่ที่ 83.85/80.58 ซึ่งเกินเกณฑ์ที่ตั้งไว้ที่ 75/75 นอกจากนี้ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สะท้อนให้เห็นถึงประสิทธิภาพของการใช้เกมมิฟิเคชันร่วมกับโปรแกรม GeoGebra ในการสอนคณิตศาสตร์ นอกจากนี้ นักเรียนยังมีความพึงพอใจในระดับมากต่อการเรียนการสอนด้วยวิธีนี้ โดยมีค่าเฉลี่ยความพึงพอใจเท่ากับ 4.78 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ 0.54

สามารถอภิปรายผลการวิจัยได้ว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเกมมิฟิเคชันร่วมกับโปรแกรม GeoGebra ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 83.85/80.58 ซึ่งหมายถึงนักเรียนได้คะแนนเฉลี่ยจากการทำใบงานระหว่างเรียนคิดเป็นร้อยละ 83.85 และได้คะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนคิดเป็นร้อยละ 80.58 เนื่องจากแผนการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวสามารถเสริมสร้างความเข้าใจและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้เป็นอย่างดี การบูรณาการเกมมิฟิเคชันเข้ากับเนื้อหา เช่น การสะสมคะแนนทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้น การจัดอันดับในชั้นเรียนทำให้เกิดบรรยากาศการเรียนรู้ที่สนุกสนานและมีการแข่งขันอย่างเหมาะสมช่วยลดความตึงเครียดในการเรียนคณิตศาสตร์ และระบบรางวัลยังช่วยให้ผู้เรียนสนใจการเรียนและพัฒนาทักษะการทำงานไม่ว่าจะเป็นรายบุคคลหรือเป็นทีมผ่านกิจกรรมกลุ่ม ในขณะเดียวกัน การใช้ GeoGebra สนับสนุนให้ผู้เรียนได้เห็นภาพและเข้าใจเนื้อหาที่ซับซ้อนได้อย่างเป็นรูปธรรม ซึ่งสอดคล้องกับ Piyanusorn et al. (2023, pp. 13-27) ที่พบว่า การใช้แนวคิดเกมมิฟิเคชันช่วยเพิ่มแรงจูงใจในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนในระดับ ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้ที่มีการประยุกต์ใช้กลไกเกมเพื่อต่อยอดการเรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์ สอดคล้องกับ Attah et al., (2024, p. 121-128) ศึกษาทัศนคติของนักเรียนมัธยมต้นในรัฐ Kwara ประเทศไนจีเรีย เกี่ยวกับการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้เกม ในการศึกษาพบว่านักเรียนมีทัศนคติเชิงบวกต่อการเรียนด้วย Gamification และไม่มีความแตกต่างในทัศนคติระหว่างเพศชายและหญิง นอกจากนี้ยังสรุปว่า Gamification ช่วยส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและประสิทธิภาพการสอนคณิตศาสตร์ได้ดี สอดคล้องกับ Thisoonngoen et al. (2023, pp. 559-572) ที่ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริซึมและทรงกระบอก โดยใช้โปรแกรม GeoGebra สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรม GeoGebra มีประสิทธิภาพเท่ากับ 83.03/78.03 ซึ่งสอดคล้องกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้ โดยผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่าโปรแกรม GeoGebra สามารถช่วยพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ส่งผลให้นักเรียนเข้าใจและมีความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ในหัวข้อดังกล่าวได้ดีขึ้น อีกทั้งผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังจากการเรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเกมมิฟิเคชันร่วมกับโปรแกรม GeoGebra หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สิ่งนี้สะท้อนให้เห็นว่า การผสมผสานแนวคิดเกมมิฟิเคชันกับโปรแกรม GeoGebra ช่วยกระตุ้นความสนใจและสร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้ให้กับนักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยการมีส่วนร่วมในกิจกรรมต่าง ๆ ที่ผู้วิจัยออกแบบ ทำให้เกิดบรรยากาศการเรียนรู้ที่สนุกสนานและมีความสุข ผลลัพธ์ดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า การใช้ทั้งสององค์ประกอบนี้สามารถส่งเสริมการเรียนรู้ที่ดีและพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ สอดคล้องกับ Sutthiphan (2021, pp. 1-14) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคเกมมิฟิเคชันเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องความน่าจะเป็น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคเกมมิฟิเคชัน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ความน่าจะเป็น หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงให้เห็นว่า การใช้เกมมิฟิเคชันในการเรียนการสอนสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนรู้และช่วยให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ที่ดี สอดคล้องกับ Piyanusorn et al. (2023, pp. 13-27) เกี่ยวกับการพัฒนาแรงจูงใจในการเรียนและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์โดยการจัดการเรียนรู้ที่ใช้แนวคิดเกมมิฟิเคชันกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังจากเรียนด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเกมมิฟิเคชันนั้นสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งบ่งชี้ว่าแนวคิดเกมมิฟิเคชันสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ได้อย่างมีนัยสำคัญและช่วยกระตุ้นแรงจูงใจให้กับนักเรียนในการเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้น สอดคล้องกับ Nunthiya et al. (2024, pp. 74-83) การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การแก้โจทย์กราฟของฟังก์ชันกำลังสองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยการใช้โปรแกรม GeoGebra ร่วมกับกระบวนการของโพลยา พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ในการศึกษาครั้งนี้ ได้ทำการสำรวจความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเกมมิฟิเคชันร่วมกับโปรแกรม GeoGebra ในการเรียนรู้เรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัส ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่า ความพึงพอใจของนักเรียนอยู่ในระดับสูงสุด โดยมีค่าเฉลี่ยการประเมินที่ 4.78 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) เท่ากับ 0.54 ซึ่งบ่งชี้ว่าผลตอบรับจากนักเรียนมีความสอดคล้องและมีแนวโน้มที่ดีในการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบนี้ การที่นักเรียนมีความพึงพอใจสูงเกิดจากการที่การจัดการเรียนรู้ดังกล่าวใช้ชุดเกม Mobile Legends ซึ่งได้รับการออกแบบโดยผู้วิจัย ซึ่งประกอบด้วยองค์ประกอบต่าง ๆ ได้แก่ คะแนนสะสม, เหรียญตราสัญลักษณ์, ระดับชั้น, กระดานผู้นำ, การกิก และระบบรางวัล โดยชุดเกมนี้มีเป้าหมายเพื่อเพิ่มความมีส่วนร่วมและกระตุ้นความสนใจของนักเรียนในทุกกิจกรรมที่จัดขึ้น นอกจากนี้การใช้โปรแกรม GeoGebra ในการสอนเนื้อหาทฤษฎีบทพีทาโกรัสยังช่วยให้การเรียนการสอนเป็นไปอย่างน่าสนใจและไม่น่าเบื่อ นักเรียนสามารถเรียนรู้เนื้อหาคณิตศาสตร์ในลักษณะที่สนุกสนานและมีปฏิสัมพันธ์ จึงทำให้เกิดความสนใจและความเข้าใจในเนื้อหามากยิ่งขึ้น สอดคล้องกับ Chumueang et al. (2021, pp. 93-103) ได้ทำวิจัยเรื่อง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดเกมมิฟิเคชันผ่านห้องเรียนออนไลน์เรื่อง มิติสัมพันธ์ของรูปเรขาคณิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสระหลวงพิทยาคม ผลการวิจัยพบว่า ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดเกมมิฟิเคชันผ่านห้องเรียนออนไลน์อยู่ในระดับมาก สอดคล้องกับ Bunyong et al. (2023, pp. 1331-1344) ได้ทำการวิจัยเรื่องการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่อง จำนวนเต็ม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้แนวคิดเกมมิฟิเคชันร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสาน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีความคิดเห็นว่าการใช้แนวคิดเกมมิฟิเคชันร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสาน ช่วยให้นักเรียนเข้าใจบทเรียนมากขึ้นเกิดแรงจูงใจในการเรียนและการทำกิจกรรม สอดคล้องกับ Chonpairot et al. (2024, pp. 15-25) พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ปริซึมและทรงกระบอก โดยใช้กระบวนการการจัดการเรียนรู้ CPA ร่วมกับ GeoGebra มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.13 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.70

6. ข้อเสนอแนะ

จากการวิจัยครั้งนี้ สื่อ GeoGebra ช่วยให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติสร้างสื่อด้วยตนเอง และเกิดการเรียนรู้มากขึ้น ในส่วนการทำภารกิจ ให้นักเรียนเปลี่ยนกลุ่มทุกครั้งที่ทำกิจกรรม และควรควบคุมระยะเวลาในการเรียนและทำภารกิจให้สมดุล

กิตติกรรมประกาศ

การทำวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ต้องขอขอบพระคุณ นางรุ่งทิพา ปุณณะตุง นางรุณณี แสงจันทร์ และนางสาวรุจิราภรณ์ มูลสาระ ตำแหน่งครูชำนาญการโรงเรียนบ้านนาคูพัฒนา “กรป.กลางอุบลมภ์” ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำตลอดจนตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ขอขอบพระคุณ นายวิรัชสิทธิ์ พินธุรัต ผู้อำนวยการโรงเรียนบ้านนาคูพัฒนา “กรป.กลางอุบลมภ์” อำเภอนาคู จังหวัดกาฬสินธุ์ ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์อำนวยความสะดวก และให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีในการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล ทั้งนี้ผู้วิจัยได้รับประกาศนียบัตรรับรองการเข้าอบรมจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ ซึ่งได้รับเมื่อวันที่ 11 ธันวาคม 2567 ที่จัดอบรมออนไลน์โดย กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม ผู้วิจัยใคร่ขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

เอกสารอ้างอิง

- Attah, J. O., Ogunlade, O. O., & Falade, A. A. (2024). Students' attitude towards gamification-based teaching in mathematics in basic schools in Kwara State. *Indonesian Journal of Teaching in Science*, 4(2), 121-128.
- Boaler, J. (2016). *Mathematical mindsets: Unleashing students' potential through creative math, inspiring messages, and innovative teaching* (pp. 9-13). Jossey-Bass.
- Bunyong, K., Somjaipeng, T., & Chantira, C. (2023). A study on learning achievement in mathematics on integers for grade 7 students using gamification concepts combined with blended learning. *Journal of Secondary Education Research*, 7(3), 1331-1344. (in Thai)
- Chonpairot, C., Khansila, P., & Nongharnpituk, P. (2024). Development of a lesson on prisms and cylinders using the CPA approach with GeoGebra to enhance learning achievement for Grade 8 students. *Journal of Industrial Education*, 23(2), 15-25. (in Thai)
- Chonat, P., & Thanita, L. (2016). Guidelines for learning management using gamification concepts. *Journal of Education Naresuan University*, 18(3), 331-339. (in Thai)
- Chuenchompoth, M., Mahawijit, P., & Saengchan, W. (2020). Development of gamification-based mathematical activities to enhance communication skills and learning motivation of Grade 9 students. *Journal of Inclusive and Innovative Education*, 4(2), 98-110. (in Thai)
- Chumueang, R., Kitjakyan, Ch., Asiphong, W., Thetcha, R., & Sodhuakdee, S. (2023). Mathematics learning activities based on gamification concepts via online classrooms on geometric spatial relations for Grade 7 students at Saraluangpittayakom School. *Journal of Academic Research, Phetchaburi Rajabhat University*, 12(3), 93-103. (in Thai)
- Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R., & Nacke, L. (2011). From game design elements to gamefulness: Defining "gamification". In *Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference: Envisioning Future Media Environments* (pp. 9-15). ACM.
- Ghergulescu, I., & Muntean, C. H. (2020). Interactive Mathematics Learning with GeoGebra: Enhancing Engagement and Learning Performance. *Computers & Education*, 148, Article 103788.
- Hamari, J., Koivisto, J., & Sarsa, H. (2014). Does gamification work a literature review of empirical studies on gamification. *2014 47th Hawaii International Conference on System Sciences*, (pp. 3025-3034). IEEE.
- Hongthong, N., Sangsrikaew, P., & Pimpasalee, W. (2024). Development of critical thinking skill and mathematical achievement on quadratic function of grade 9 students using open approach and GeoGebra. *Journal of Education and Innovation*, 26(2), 106-117. (in Thai)

- Kapp, K. M. (2012). *The gamification of learning and instruction: Game-based methods and strategies for training and education* (pp. 10–13). Pfeiffer.
- Kilpatrick, J., Swafford, J., & Findell, B. (2001). *Adding it up: Helping children learn mathematics* (pp. 1–441). National Academy Press.
- Ministry of Education. (2017). *Indicators and core learning content of the mathematics learning area (Revised edition B.E. 2560) based on the core curriculum of basic education B.E. 2551* (p. 45). Agricultural Cooperative Federation of Thailand Printing House. (in Thai)
- Nakpradit, P., Nongharnpituk, P., & Khansila, P. (2023). The effect of mathematics learning activities by using GeoGebra in topic parabola for grade-9 students. *Journal of Science and Science Education*, 6(2), 333–343. (in Thai)
- Nunthiya, S., Prapaporn, N., & Paweena, K. (2024). The development of mathematics learning achievement on the topic of solving quadratic function graphs of Mathayom 3 students by using the GeoGebra program together with Polya’s problem-solving process. *Journal of Industrial Education*, 23(1), 74-83. (in Thai)
- Piyanusorn, N., Chaowathanakun, K., & Kaewgaemseu, K. (2023). Development of motivation and academic achievement in mathematics through gamification-based learning management for 3rd-year secondary school students. *Journal of Education and Human Development*, 7(1), 13-27. (in Thai)
- Preiner, J. (2008). Introducing dynamic mathematics software to mathematics teachers: The case of GeoGebra. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, 28(2), 135-146.
- Saha, S., & Sikder, S. (2022). Enhancing Geometrical Understanding through GeoGebra: A Study on High School Students. *Journal of Mathematics Education*, 35(2), 183-200.
- Saduakdee, S., Chamniyan, R., Suriyan, P., Kaew-in, J., & Khotchasarn, K. (2023). The results of using GeoGebra in mathematics learning management based on flipped classroom on geometric transformation of secondary 2 students. *Academic Journal of Phetchaburi Rajabhat University*, 13(1), 4-13. (in Thai)
- Surarat, K. (2022). Development of online gamified activities with GeoGebra to enhance mathematical problem-solving abilities and learning motivation among high school students. *Naresuan University Research Reports*, 10(4), 123-135. (in Thai)
- Sutthiphan, C. (2021). Development of learning activities using gamification techniques to enhance mathematics learning achievement in probability for grade 10 students. *Journal of Secondary Education Research*, 7(1), 1-14. (in Thai)
- Thisoonngoen, S., Thongma, S., Sittiwong, S., & Kalyasith, M. (2023). Development of mathematics learning achievement on prisms and cylinders using GeoGebra program for grade 8 students. *Journal of Secondary Education Research*, 7(3), 559-572. (in Thai)
- Wuttisan, P. (2013). *GeoGebra: An interesting alternative for mathematics teachers*. Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (IPST), 41(181), 13–16. (in Thai)
- Zengin, Y. (2021). Examining the Use of GeoGebra in Mathematics Education: Opportunities and Challenges. *Journal of Educational Technology & Society*, 24(1), 254-267.

“ข้อคิดเห็น เนื้อหา รวมทั้งการใช้ภาษาในบทความถือเป็นความรับผิดชอบของผู้เขียน”

Research article

ชุดปฏิบัติการทดลองวงจรไฟฟ้าเพื่อใช้ประกอบการจัดการเรียนการสอนวิชางานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์
เบื้องต้น หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร
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

จีรภา เพลาวัน, เมธาวิ แก้วคำสอน¹, ขอบคุณ ไชยวงษ์¹, สุริยา แก้วอาษา¹, วิสุทธิ์ สุนทรนกพงศ์²,
และนิธิโรจน์ พรสุวรรณเจริญ^{1*}

Jeerapha Phelawan¹, Metawee Keawkomsorn¹, Kobkhun Chaiyawong¹, Suriya Keawasa¹,
Wisuit Sunthonkanokpong², and Nithiroth Pornsuwancharoen^{1*}

E-mail: jeerapha.ph@rmuti.ac.th¹, metawee.ke@rmuti.ac.th¹, kobkhun.ch@rmuti.ac.th¹,
suriya.ke@rmuti.ac.th¹, wisuit.su@kmitl.ac.th², and nithiroth.po@rmuti.ac.th^{1*}

¹สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร
จังหวัดสกลนคร 47160 ประเทศไทย

Department of Electronic engineering, Faculty of Industry and Technology, Rajamangala University of Technology
Isan, Sakon Nakhon campus, Sakon Nakhon Thailand 47160

²ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
กรุงเทพมหานคร 10520 ประเทศไทย

Department of Engineering 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. 1), DOI: 10.55003/JIE.24109

Received: March 24, 2025 | Revised: April 14, 2025, | Accepted: April 25, 2025

ABSTRACT

This research aimed to measure the learning effectiveness of students' learning effectiveness using the electrical circuit laboratory experiment kit in the basic electrical and electronics engineering course, Vocational Certificate Program, at the Rajamangala University of Technology Isan, Sakon Nakhon campus. It also assessed students' satisfaction with using this electrical circuit laboratory experiment kit. The population for this study comprised 20 first-year students majoring in Electrical Engineering, Vocational Certificate Program, Rajamangala University of Technology Isan, Sakon Nakhon campus. The research tools included the electrical circuit laboratory experiment kit for Basic Electrical and Electronics Engineering, Vocational Certificate Program, Rajamangala University of Technology Isan Sakon Nakhon campus, quality assessment forms for content and technical aspects of media production, performance measurement tests, practical performance evaluation forms, and satisfaction assessment forms. Statistical analysis utilized in data analysis included mean ($\bar{X}$), standard deviation (SD), the quality of the experimental training kit, percentage (%), and the E1/E2 ratio. The research findings revealed that the learning outcomes based on the electrical circuit laboratory experiment

kit led to the discovery of methods to develop research tools in the aspect of the electrical circuit laboratory experiment kit to support teaching in the Basic Electrical and Electronics Engineering course, covering knowledge, attitudes, and skills as prescribed by the instructor. The content quality of the electrical circuit laboratory experiment kit was at a good level ($\bar{X} = 3.67$, $SD = 0.58$), while the technical media production quality was also at a good level ($\bar{X} = 4.33$, $SD = 0.58$). The efficiency was 78.6/82.1 (E1/E2), meeting the specified criteria. Additionally, the students' satisfaction with the use of this electrical circuit laboratory experiment kit was at the highest level ($\bar{X} = 4.54$, $SD = 0.42$).

Keywords: Laboratory set, Electrical circuits, Vocational education

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้เป็นการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับชุดปฏิบัติการทดลองวงจรไฟฟ้า วิชางานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี วิทยาเขตสกลนคร และวัดค่าความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการใช้ชุดปฏิบัติการทดลองการต่อวงจรไฟฟ้านี้ ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นปีที่ 1 แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี วิทยาเขตสกลนคร จำนวน 20 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ ชุดปฏิบัติการทดลองการต่อวงจรไฟฟ้า วิชางานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี วิทยาเขตสกลนคร แบบประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์และแบบประเมินทางปฏิบัติ และแบบประเมินความพึงพอใจ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ค่าคุณภาพของชุดปฏิบัติการทดลอง ค่าร้อยละ (%) และค่า E1/E2 ผลการวิจัยพบว่า ผลการเรียนรู้ตามชุดปฏิบัติการทดลองวงจรไฟฟ้า ฯ ค้นพบวิธีการพัฒนาเครื่องมือการวิจัยในส่วนชุดปฏิบัติการทดลองวงจรไฟฟ้า เพื่อประกอบการสอนในวิชางานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น ที่ครอบคลุมทั้งด้านความรู้ความคิด พุทธิพิสัย และความรู้สึก และด้านทักษะปฏิบัติหรือทักษะพิสัยที่ผู้สอนกำหนดไว้ ชุดปฏิบัติการทดลองการต่อวงจรไฟฟ้านี้มีคุณภาพด้านเนื้อหาอยู่ในระดับดี ($\bar{X} = 3.67$, $SD = 0.58$) คุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่ออยู่ในระดับดี ($\bar{X} = 4.33$, $SD = 0.58$) ประสิทธิภาพเท่ากับ 78.6/82.1 (E1/E2) เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดและความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการใช้ชุดปฏิบัติการทดลองการต่อวงจรไฟฟ้านี้ อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.54$, $SD = 0.42$)

คำสำคัญ: ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์, ชุดปฏิบัติการทดลองวงจรวงจรไฟฟ้า, อาชีวศึกษา

1. บทนำ

การเรียนรู้เกี่ยวกับวงจรไฟฟ้าเป็นพื้นฐานสำคัญในการศึกษาและทำงานด้านไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ความเข้าใจในหลักการทำงานของวงจรไฟฟ้าจะช่วยให้ นักศึกษาเกิดทักษะและความรู้ในการวิเคราะห์ ออกแบบ และซ่อมแซมระบบไฟฟ้าเบื้องต้นได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งการจัดการเรียนการสอนในรูปแบบปฏิบัติการทดลองเป็นวิธีการที่ช่วยเสริมสร้างประสบการณ์จริงและทำให้นักศึกษาเข้าใจเนื้อหาได้ลึกซึ้งยิ่งขึ้น

การศึกษาเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้าในอดีตมักเน้นไปที่การเรียนรู้ผ่านการบรรยายและการจำลองสถานการณ์แบบทฤษฎี ซึ่งแม้ว่าจะให้ความรู้พื้นฐานที่ดี แต่ยังคงขาดการปฏิบัติจริงที่ช่วยให้นักศึกษาสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ ปัจจุบันจึงมีการปรับเปลี่ยนวิธีการเรียนรู้โดยเน้นการทดลองจริงมากขึ้น เพื่อให้นักศึกษาได้ลงมือทำและแก้ไขปัญหาด้วยตนเอง ดังงานวิจัยของ Burde and Wilhelm (2020, pp. 1-24). บทความนี้เกี่ยวกับความสำคัญของการทดลองวงจรไฟฟ้าในการเรียนรู้เกี่ยวกับหลักการพื้นฐานของไฟฟ้าและอุปกรณ์ทดลองที่ใช้ในการศึกษา การสร้างวงจรไฟฟ้าพื้นฐาน วิธีการสร้างวงจรไฟฟ้าพื้นฐานเป็นขั้นตอนแรกในการทดลอง การใช้ตัวนำไฟฟ้า เพื่อสร้างวงจรไฟฟ้า และวิธีการวัดกระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้า (Electromotive force) รวมถึงการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันและกระแส การทดลอง วงจรไฟฟ้าช่วยให้นักเรียนเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันและกระแสไฟฟ้า (Burde & Wilhelm, 2020, pp. 1-24)

การวิจัยครั้งนี้ได้นำแนวคิดการทดลองจริงมาประยุกต์ใช้ร่วมกับการวัดผลเชิงประจักษ์ผ่านเครื่องมือวัดสมัยใหม่ เช่น มัลติมิเตอร์ และออสซิลโลสโคป ซึ่งความสำคัญของชุดปฏิบัติการทดลองวงจรไฟฟ้าและสภาพปัญหาของนักเรียน คือ ขาดอุปกรณ์และชุดฝึกปฏิบัติการทดลองที่เฉพาะด้าน และความจำเป็นของรายวิชางานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้นหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ นั้นเป็นพื้นฐานในการเรียนในรายวิชา และวิชาอื่น ๆ เพื่อให้ให้นักศึกษาเข้าใจถึงการทำงานของวงจรไฟฟ้าในสถานการณ์จริง นอกจากนี้ยังมีการประเมินผลการเรียนรู้ทั้งระหว่างเรียนและหลังการเรียน เพื่อวัดประสิทธิภาพของการเรียนรู้ในเชิงปฏิบัติ ซึ่งช่วยให้นักศึกษาสามารถพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์และการแก้ไขปัญหาได้ดียิ่งขึ้น

วัตถุประสงค์ของการวิจัยครั้งนี้ เพื่อพัฒนาชุดปฏิบัติการทดลองวงจรไฟฟ้า วิชางานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี วิทยาเขตสกลนคร ที่มีคุณภาพ และเพื่อหาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการทดลองวงจรไฟฟ้า วิชางานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี วิทยาเขตสกลนคร และ เพื่อหาความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการใช้ชุดปฏิบัติการทดลองวงจรไฟฟ้า วิชางานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี วิทยาเขตสกลนคร

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องจากอดีตถึงปัจจุบันการวิจัยครั้งนี้ Kaewhadee and Wattanasin (2022, pp. 161-169) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจรโดยใช้การวิจัยเป็นฐาน (Research Based Learning : RBL) ด้วยชุดฝึกวงจรเรียงกระแสกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ระดับชั้นปีที่ 1 กลุ่ม 5 สาขาวิชาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ จำนวน 21 คน โดยเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล คือ แบบสอบถามความพึงพอใจ แบบทดสอบก่อนเรียน หลังเรียน และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยกระบวนการเรียนรู้โดยใช้การวิจัยเป็นฐาน (RBL) ในรายวิชาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร ด้วยชุดฝึกวงจรเรียงกระแสมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น คณะผู้วิจัยจึงได้พิจารณาเลือกการสอนวิชาไฟฟ้าภาคปฏิบัติ ใ้กับชุดปฏิบัติการทดลองวงจรไฟฟ้า ประกอบด้วย วงจรอนุกรม วงจรขนาน วงจรผสม วงจรเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่น วงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่นนั้น จากการสอบถามความความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิจัยเป็นฐาน ด้วยชุดฝึกวงจรเรียงกระแส โดยภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด (Donchai, 2022, pp. 1-69; Kaewhadee & Wattanasin, 2022, pp. 161-169) เรื่องการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอนวิชาการออกแบบระบบไฟฟ้า รหัสวิชา 30104-2002 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2563 สาขาวิชาไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคอุบลราชธานี โดยนำชุดการสอนที่สร้างขึ้น คณะผู้วิจัยจึงได้พิจารณาเลือกการสอนวิชาไฟฟ้าภาคปฏิบัติ ใ้กับชุดปฏิบัติการทดลองวงจรไฟฟ้า ประกอบด้วยวงจรอนุกรม วงจรขนาน วงจรผสม วงจรเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่น วงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่น ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ไปตรวจประเมินคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญ ปรับปรุงแก้ไขจนแล้วเสร็จ แล้วไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างโดยทดสอบเก็บคะแนนก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียนของทุก ๆ กิจกรรมตามแผนจัดการเรียนรู้เมื่อเรียนจบครบทุกบทเรียนแล้ว ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พร้อมทำแบบประเมินความพึงพอใจ นำคะแนนทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนมาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน นำคะแนนที่ได้จากกิจกรรมระหว่างเรียนและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมาหาประสิทธิภาพ และนำผลประเมินความพึงพอใจไปหาระดับความพึงพอใจ ผลการวิจัยสรุปได้ ดังนี้ 1) ชุดการสอนวิชาการออกแบบระบบไฟฟ้า มีประสิทธิภาพเท่ากับ 89.01/84.49 ซึ่งสูงกว่า เกณฑ์มาตรฐานที่ตั้งไว้ 80/80 และ 2) ผลการทดสอบความแตกต่างของคะแนนก่อนเรียนกับหลังเรียน โดยการทดสอบค่าที (T-test dependent) พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 และ 3) ความพึงพอใจของผู้เรียนที่เรียนโดยใช้ชุดการสอน วิชาการออกแบบระบบไฟฟ้า โดยรวม อยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ = 4.04, SD = 0.61) (Donchai, 2022, pp. 1-69) และจากบทความของ Janpan et al. (2021, pp. 1275-1287) เรื่อง การพัฒนาชุดทดลองวงจรเรียงกระแสอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น หลักสูตร ประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 1 แผนกช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคหาดใหญ่ ซึ่งจะสัมพันธ์กับ รายละเอียดของวงจรในชุด ทดลองโดยตรง อันประกอบด้วย วงจรอนุกรม วงจรขนาน วงจรผสม วงจรเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่น และวงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่น พบว่า ประสิทธิภาพของชุดทดลองวงจรเรียงกระแส E1 เท่ากับ 81.30 และประสิทธิภาพของผลลัพธ์จากแบบทดสอบหลังเรียน E2 เท่ากับ 80.50 ซึ่งได้ประสิทธิภาพผ่านเกณฑ์ที่กำหนด คือ 80/80 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ พบว่าหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่

ระดับ .01 และความพึงพอใจของผู้ใช้งานชุดทดลองวงจรเรียงกระแสอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น พบว่า มีอยู่ในระดับมากที่สุด (Janpan et al., 2021, pp. 1275-1287) และ Sriwiboonkul et al. (2022, pp. 111-118) เรื่อง การพัฒนาชุดทดลองอิเล็กทรอนิกส์ อุตสาหกรรมเรื่อง วงจรเรียงกระแสไฟฟ้า พบว่า การใช้ชุดทดลองประกอบการเรียน การสอนส่งผลให้ผู้เรียนมีผล คะแนนทาง ด้าน การเรียนดี และผู้เรียน มีทักษะความ ขำนาญทางด้านการปฏิบัติงาน ในห้องปฏิบัติการดีขึ้น โดยประสิทธิภาพของชุดทดลอง ที่สร้างขึ้นอยู่ที่ร้อยละ 83.89/80.74 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญ และความพึงพอใจ ของผู้เรียนที่มีต่อชุดทดลอง อยู่ในระดับดีมาก (Sriwiboonkul et al. 2022, pp. 111-118)

จากการได้ศึกษาเกี่ยวกับงานวิจัยครั้งนี้ได้นำแนวคิดการทดลองจริงของ Srisombut (2020, pp. 45-54) มาประยุกต์ใช้ ร่วมกับ เรื่องการพัฒนาชุดทดลองวงจรมัลติมิเตอร์ที่มีประสิทธิภาพเพื่อเพิ่มประสบการณ์ในการเรียนรู้ของนักเรียนระดับ ประกาศนียบัตรวิชาชีพสาขาไฟฟ้า พบว่า โดยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการ วิจัย ประกอบด้วย 1) ชุดทดลอง วงจรมัลติมิเตอร์ 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 40 ข้อ ค่าความยากง่าย เท่ากับ 0.32-0.78 ค่าอำนาจจำแนกเท่ากับ 0.26-0.67 ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.89 และ 3) แบบสอบถามความพึงพอใจของ นักเรียน ที่มีต่อการใช้ชุดทดลอง ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.91 การวิเคราะห์ข้อมูลใช้สถิติ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่า t-test independent ผลการวิจัยพบว่า 1) ชุด ทดลองวงจรมัลติมิเตอร์ มีประสิทธิภาพ เท่ากับ 85.69/83.47 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ ที่กำหนด 80/80 ได้ 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนที่ใช้ชุดทดลองสูงกว่านักเรียนที่เรียนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทาง สถิติที่ระดับ .01 และ 3) นักเรียน มีความพึงพอใจต่อการใช้ชุดทดลองอยู่ในระดับมากที่สุด (Srisombut, 2020, pp. 45-54) คณะผู้วิจัยจึงได้พิจารณาเลือกวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องที่จะสร้างองค์ความรู้ของการสร้างและพัฒนาชุดปฏิบัติการทดลองวงจรไฟฟ้า วิชาการ ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขต สกลนคร ใช้กับชุดปฏิบัติการทดลองวงจรไฟฟ้า วิชาการไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนครในการต่อวงจรไฟฟ้าได้และผู้เรียนยังได้รู้จักวงจรไฟฟ้าในแต่ละวงจร ในส่วนและการเรียนนี้ยังเป็นการปฏิบัติรายบุคคลของการเรียนโดยคำนึงถึงความแตกต่างของผู้เรียนเป็นสำคัญ

3. วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 ขั้นตอนการทำวิจัย

1) ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยได้ศึกษาทฤษฎีการเรียนการสอนในรายวิชาการไฟฟ้าและ อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ รวมถึงงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาชุดปฏิบัติการทดลองวงจรไฟฟ้า รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปฏิบัติ และการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เพื่อนำมาประยุกต์ใช้ในการออกแบบเครื่องมือ วิจัยให้ครอบคลุมตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย

2) พัฒนาเครื่องมือวิจัยตามวัตถุประสงค์

2.1 เพื่อพัฒนาชุดปฏิบัติการทดลองวงจรไฟฟ้าให้มีคุณภาพ ผู้วิจัยได้ออกแบบ แบบประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการ โดยแบ่งออกเป็น 4 ด้าน ได้แก่

- (1) ความสอดคล้องกับหลักสูตร
- (2) ความถูกต้องทางวิชาการ
- (3) ความเหมาะสมของเนื้อหาและกิจกรรม
- (4) ความสามารถในการส่งเสริมการเรียนรู้

โดยแบบประเมินดังกล่าวได้ผ่านการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) จากผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน และคำนวณดัชนี ความสอดคล้อง (Index of Item-Objective Congruence : IOC)

2.2 เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการทดลอง

ผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้ครอบคลุมสาระสำคัญของชุดปฏิบัติการแต่ละชุด ได้แก่ หา ประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการตามเกณฑ์ E1/E2

2.3 เพื่อหาความพึงพอใจของผู้เรียน ผู้วิจัยได้สร้าง แบบสอบถามความพึงพอใจของผู้เรียน ในรูปแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) 5 ระดับ ประกอบด้วย 3 ด้าน ได้แก่

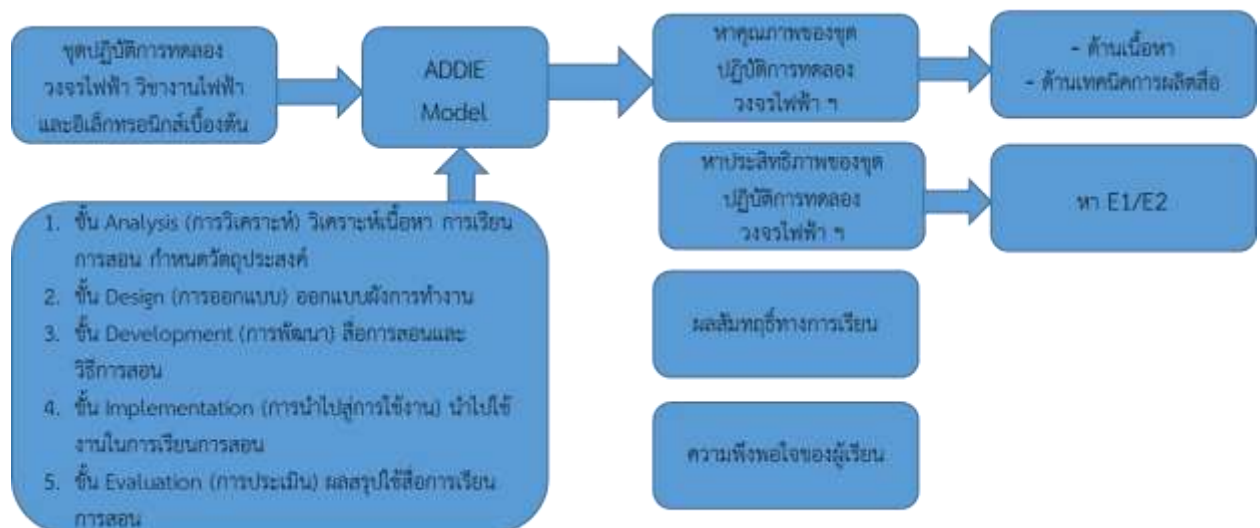
- (1) ด้านเนื้อหาและรูปแบบของชุดปฏิบัติการ
- (2) ด้านการใช้งานและความเข้าใจ
- (3) ด้านประโยชน์และความน่าสนใจ

โดยแบบสอบถามฉบับนี้ผ่านการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (IOC) และวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นโดยใช้สัมประสิทธิ์แอลฟาครอนบาค (Cronbach's alpha)

3) พัฒนาเครื่องมือการวิจัยในส่วนชุดทดลอง แบบประเมินคุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่อ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์และแบบประเมินทางปฏิบัติ และแบบประเมินความพึงพอใจ ตามลำดับ ส่งแบบประเมินและแบบสอบถามให้ผู้เชี่ยวชาญ 3-5 ท่าน พิจารณา วิเคราะห์ค่า IOC เพื่อคัดเลือกข้อคำถามที่มีความเหมาะสม นำแบบทดสอบไปทดลองใช้กับกลุ่มทดลองนำร่อง (Try-out) จำนวน 20 คน เพื่อวิเคราะห์ค่าความยากง่าย อำนาจจำแนก และความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ และ คำนวณค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาครอนบาคของแบบสอบถาม

- 4) หาค่าคุณภาพของเครื่องมือการวิจัย
- 5) หาประสิทธิภาพของชุดทดลอง
- 6) หาค่าความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีต่อชุดทดลอง

7) ปรับปรุงและนำไปใช้ในการทดลองจริง ผู้วิจัยได้ปรับปรุงเครื่องมือจากผลการตรวจสอบของผู้เชี่ยวชาญและผลจากกลุ่มทดลองนำร่อง ก่อนนำไปใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่างในสถานศึกษา เพื่อเก็บข้อมูลตามวัตถุประสงค์ของการวิจัยทั้ง 3 ข้ออย่างครบถ้วน



รูปที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

3.2. ขอบเขตของการวิจัย

3.2.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 1 แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร จำนวน 21 คน กลุ่มตัวอย่าง คือ ที่นักเรียนที่ลงทะเบียนเรียนวิชางานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น (รหัสวิชา 20100-1005) ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 และวิธีการเลือก คือ เลือกแบบเจาะจง จำนวน 20 คน อีก 1 คน ไม่มาเรียน

ตัวแปรต้น คือ ที่เกี่ยวข้องกับชุดทดลองวงจรไฟฟ้า ลักษณะของชุดปฏิบัติการทดลอง วิธีการจัดการเรียนรู้ เช่น การสอนแบบลงมือปฏิบัติจริง (Hands-on) แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem Based Learning : PBL) แบบร่วมมือ(Cooperative learning) และจำนวนหรือระดับความซับซ้อนของวงจร เช่น วงจรอนุกรมและวงจรขนาน

ตัวแปรตาม คือ สิ่งที่เปลี่ยนแปลงตาม ตัวแปรต้น หรือเป็นผลลัพธ์ที่เราต้องการวัด เช่น ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะการต่อวงจรและการวัดค่าไฟฟ้า ความเข้าใจในหลักการของวงจรไฟฟ้า และ ความพึงพอใจหรือทัศนคติของผู้เรียนต่อการเรียนรู้

3.2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบไปด้วย ชุดทดลองการต่อวงจรไฟฟ้า อันประกอบด้วย วงจรอนุกรม วงจรขนาน วงจรผสม วงจรเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่น และ วงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่น วิชางานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี วิทยาเขตสกลนคร และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ และแบบประเมินทางปฏิบัติ และ แบบประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อ และแบบประเมินความพึงพอใจ ซึ่งเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) 5 ระดับ

กระบวนการได้มาซึ่งเครื่องมือในการวิจัย

- ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ศึกษาทฤษฎีทางด้านการเรียนการสอนทางไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ รวมถึงแนวทางการพัฒนาชุดการเรียนรู้ภาคปฏิบัติ เพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบชุดปฏิบัติการและเครื่องมือในการวัด เช่น รูปแบบการจัดชุดปฏิบัติการทดลอง ตัวชี้วัดคุณภาพชุดปฏิบัติการ เกณฑ์การวัดประสิทธิภาพ (E1/E2) และแบบวัดความพึงพอใจของผู้เรียน

- ออกแบบและพัฒนาเครื่องมือให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์

- เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาชุดปฏิบัติการทดลอง แบบประเมินคุณภาพของชุดปฏิบัติการ เช่น โดยผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนสายงานไฟฟ้า และ ประเมินด้านความถูกต้อง ความเหมาะสม ความสอดคล้องกับหลักสูตร และความสามารถในการพัฒนาองค์ความรู้ของผู้เรียน และ แบบตรวจสอบรายการ (Checklist) และแบบประเมินความสอดคล้อง (IOC)

- เครื่องมือที่ใช้วัดประสิทธิภาพของชุดปฏิบัติการทดลอง แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน (Pre-test/Post-test) สร้างตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของแต่ละชุดปฏิบัติการ เนื้อหาเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้าพื้นฐาน เช่น วงจรอนุกรม ขนาน และผสม วิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบ ได้แก่ ค่าความยาก-ง่าย (P) อำนาจจำแนก (D) และความเชื่อมั่น (Reliability)

- เครื่องมือวัดความพึงพอใจของผู้เรียน แบบสอบถามความพึงพอใจ (5 ระดับ Likert scale) มีหัวข้อด้านเนื้อหา ความชัดเจน ความน่าสนใจ การส่งเสริมการเรียนรู้ และการนำไปใช้จริง ผ่านการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (IOC) และหาค่าความเชื่อมั่น

- ตรวจสอบความเที่ยงตรงและความเชื่อมั่นของเครื่องมือ ใช้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3-5 คน ตรวจสอบความสอดคล้องของเครื่องมือโดยใช้ ดัชนีความตรงเชิงเนื้อหา (IOC) ทดลองใช้เครื่องมือกับกลุ่มตัวอย่างนักร้อง (Try-out group) หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบและแบบสอบถามด้วยค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาครอนบาค (Cronbach's alpha)

- ปรับปรุงและนำเครื่องมือไปใช้จริงในการทดลอง ปรับปรุงเครื่องมือจากผลการประเมินและข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ นำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างจริงตามแผนการทดลอง เช่น กลุ่มนักเรียนระดับ ปวช. ปี 1 สาขาช่างไฟฟ้า เก็บรวบรวมข้อมูลตามลำดับขั้นของการวิจัย

3.2.3 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ค่าร้อยละ (%) และ E1/E2

3.2.4 วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

1) ให้นักเรียนเริ่มปฏิบัติการโดยการต่อวงจรดังชุดทดลองใบงานที่ 1-5 โดยใช้ชุดทดลองการต่อวงจรไฟฟ้างดรูปที่ 2 วิชางานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี วิทยาเขตสกลนคร

2) ให้นักเรียนทำตามแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาคปฏิบัติ

3) เมื่อเรียนจบแต่ละหน่วยการเรียนรู้ คือ ชุดระหว่างเรียน E1 ใช้เวลาในการทดสอบหน่วยละ 20 นาที

4) ในระหว่างเรียนผู้สอนจะทำการประเมินผลการปฏิบัติของนักเรียนแต่ละคน ซึ่งประเมินตามแบบสังเกตการสอน ภาคปฏิบัติการทดลองมีคะแนนใบงานละ 10 คะแนน มีทั้งหมด 5 ใบงาน รวมคะแนน 50 คะแนน

5) เมื่อนักเรียนเรียนครบทุกหน่วยการเรียนรู้แล้ว เมื่อเวลาผ่านไปประมาณ 1-2 สัปดาห์ ให้นักเรียนทุกคนมาทดลองกับชุดทดลองการต่อวงจรไฟฟ้าใหม่อีกครั้ง และทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภาคปฏิบัติ คือ ชุดหลังเรียน E2 มีคะแนน 50 คะแนน

6) นำคะแนนระหว่างเรียน (E1) และคะแนนหลังเรียน (E2) นำมาคิดคะแนนร้อยละ E1/E2

7) ให้นักเรียนประเมินความพึงพอใจต่อการใช้อุปกรณ์ทดลองการต่อวงจรไฟฟ้างดรูปที่ 2 ให้ทำแบบสอบถามความพึงพอใจ (5 ระดับ Likert scale)

3.2.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

1) การประเมินคุณภาพ ของชุดทดลองนี้ มีการวิเคราะห์ผลข้อมูลจากการประเมินโดยผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อ โดยการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) โดยต้องมีคุณภาพอยู่ในระดับดีขึ้นไป ($\bar{X}$ ไม่น้อยกว่า 3.50)

2) การวิเคราะห์ประสิทธิภาพ ของชุดทดลองนี้ โดยวิเคราะห์จากผลคะแนนของนักเรียนที่วัดได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ และจากการประเมินผลการปฏิบัติ หลังจากเรียนจบแต่ละหน่วยและเมื่อเรียนจบทุกหน่วย โดยประสิทธิภาพของชุดทดลองที่พัฒนาขึ้นนี้ ต้องไม่น้อยกว่า 75/75 (E1/E2)

3) การหาความพึงพอใจ ของผู้เรียนที่มีต่อชุดทดลองนี้ โดยการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) โดยต้องมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากขึ้นไป ($\bar{X}$ ไม่น้อยกว่า 3.50)



รูปที่ 2 ชุดทดลองการต่อวงจรไฟฟ้า วิชางานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร

4. ผลการวิจัย

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์คุณภาพชุดปฏิบัติการทดลองวงจรไฟฟ้า โดยผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา จำนวน 3 ท่าน

รายการ	ระดับความเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ				$\bar{X}$	SD	ระดับคุณภาพ
	ท่านที่ 1	ท่านที่ 2	ท่านที่ 3	รวม			
1. ความสอดคล้องของเนื้อหากับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	4	5	4	13	4.33	0.57	ดี
2. ความเหมาะสมของเนื้อหากับพื้นฐานความรู้ของผู้เรียน	4	4	4	12	4.00	0	ดี
3. ความเหมาะสมในการนำเสนอเนื้อหา	4	5	4	13	4.33	0.57	ดี
4. ลำดับและวิธีการนำเสนอเหมาะสม	4	5	4	13	4.33	0.57	ดี
5. บทเรียนสามารถนำไปใช้ในสถานการณ์การเรียนการสอนทั่ว ๆ ไป	3	5	5	13	4.33	0.57	ดี
6. ผู้เรียนทำความเข้าใจบทเรียนได้ง่ายแม้ไม่เคยศึกษาเนื้อหาวิชามาก่อน	4	5	3	12	4.00	1.00	ดี
ค่าเฉลี่ย	-	-	-	-	4.22	0.54	ดี

จากตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์แบบประเมินคุณภาพชุดปฏิบัติการชุดปฏิบัติการทดลองวงจรไฟฟ้า วิชางานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้นนี้ โดยผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา สรุปได้ว่า ความสอดคล้องของเนื้อหาเกี่ยวกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ความเหมาะสมของเนื้อหาเกี่ยวกับพื้นฐานความรู้ ของผู้เรียน ความเหมาะสมในการนำเข้าสู่บทเรียน ลำดับและวิธีการนำเสนอ เหมาะสม ประกอบแต่ละส่วนภายในบทเรียน บทเรียนสามารถนำไปใช้ในสถานการณ์ การเรียนการสอนทั่ว ๆ ไป และ ผู้เรียนทำความเข้าใจบทเรียนได้ง่ายแม้ไม่เคยศึกษาเนื้อหาวิชามาก่อนอยู่ในระดับดี ซึ่งคุณภาพทางด้านเนื้อหาอยู่ในระดับผ่านเกณฑ์ ผลการประเมิน $\bar{X} = 4.22$ และ $SD = 0.54$ และในภาพรวมอยู่ในระดับดี

ตารางที่ 2 ผลการประเมินคุณภาพของชุดทดลองการต่อวงจรไฟฟ้า โดยผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ จำนวน 3 ท่าน

รายการ	ระดับความเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ				$\bar{X}$	SD	ระดับคุณภาพ
	ท่านที่ 1	ท่านที่ 2	ท่านที่ 3	รวม			
1. ตัวอุปกรณ์บนชุดทดลองตรงกับในใบงาน	4	4	4	12	4	0	ดี
2. ขนาดของชุดทดลอง	4	4	4	12	4	0	ดี
3. ขนาดของตัวอุปกรณ์บนชุดทดลอง	4	5	4	13	4.33	0.58	ดี
4. น้ำหนักของชุดทดลอง	4	4	4	12	4	0	ดี
5. การวางอุปกรณ์บนชุดทดลอง	4	4	4	12	4	0	ดี
6. การแบ่งพื้นที่วางอุปกรณ์บนชุดทดลอง	5	5	4	14	4.67	0.58	ดีมาก
7. ระยะห่างระหว่างตัวอุปกรณ์บนชุดทดลอง	5	4	4	13	4.33	0.58	ดี
8. สีตัวอักษรบนชุดทดลองการต่อวงจรไฟฟ้า	4	4	3	11	3.67	0.47	ดี
9. ความชัดของตัวอักษรบนชุดทดลอง	5	5	3	13	4.33	1.15	ดี
10. ความปลอดภัยของชุดทดลอง	4	5	4	14	4.33	0.58	ดี
ค่าเฉลี่ย					4.17	0.39	ดี

จากตารางที่ 2 ผลการประเมินคุณภาพของชุดทดลองนี้ จากผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 3 ท่าน พบว่ารายการที่มีค่าสูงสุด คือ การแบ่งพื้นที่วางอุปกรณ์บนชุดทดลอง โดยอยู่ในระดับดีมาก $\bar{X} = 4.67$ และ $SD = 0.58$ ส่วนรายการอื่นอยู่ในระดับดี ทั้งหมด โดยรายการที่มีค่าต่ำสุด คือ สีตัวอักษรบนชุดทดลองการต่อวงจรไฟฟ้า โดยอยู่ในระดับดี $\bar{X} = 3.67$ และ $SD = 0.47$ ผลการประเมิน $\bar{X} = 4.17$ และ $SD = 0.39$ และในภาพรวมอยู่ในระดับดี

ตารางที่ 3 การหาประสิทธิภาพของชุดทดลองการต่อวงจรไฟฟ้า วิชางานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น

คนที่	คะแนนระหว่างเรียน (E_1)					คะแนนหลังเรียน (E_2)
	กิจกรรมที่ 1 (10)	กิจกรรมที่ 2 (10)	กิจกรรมที่ 3 (10)	กิจกรรมที่ 4 (10)	กิจกรรมที่ 5 (10)	
1	9	10	8	7	7	40
2	6	7	7	8	3	35
3	7	8	10	10	10	44
4	9	8	8	9	8	40
5	8	9	9	10	8	45
6	7	10	10	8	7	43
7	8	4	8	8	6	40
8	8	8	9	7	7	43
9	6	9	7	8	5	35
10	9	7	8	10	9	40

ตารางที่ 3 (ต่อ) การหาประสิทธิภาพของชุดการทดลองการต่อวงจรไฟฟ้า วิชางานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น

คนที่	คะแนนระหว่างเรียน (E ₁)					คะแนนหลังเรียน (E ₂)
	กิจกรรมที่ 1 (10)	กิจกรรมที่ 2 (10)	กิจกรรมที่ 3 (10)	กิจกรรมที่ 4 (10)	กิจกรรมที่ 5 (10)	
11	8	9	9	10	10	43
12	7	5	6	8	8	40
13	6	8	9	9	9	40
14	8	9	8	8	8	42
15	5	7	7	8	6	45
16	8	9	9	9	5	35
17	8	7	9	9	7	45
18	8	7	10	9	7	40
19	7	9	7	9	6	45
20	6	10	8	7	5	41
รวม	148	160	166	171	141	82.1
	78.6					

จากตารางที่ 3 พบว่าในใบงานที่ 5 ของคนที่ 2 9 และ 16 มีผลการเรียนไม่ผ่านเกณฑ์ ส่วนผลการเรียนหลังเรียนพบว่าคนที่ 2, 9 และ 16 ไม่ผ่านเกณฑ์ ซึ่งเหตุการณ์นี้อาจเกิดขึ้นได้กับนักเรียนที่อายุน้อย ซึ่งอาจจะมีผลต่อการประเมินได้เป็นเพราะปัจจัยภายนอก เช่น อาจมีปัญหาเรื่องส่วนตัว หรือ เป็นปัญหาการถูกรบกวนสมาธิในขณะที่ปฏิบัติการก็เป็นได้ ฉะนั้นจึงจำเป็นต้องหลีกเลี่ยงสถานการณ์ดังกล่าว พบว่าผลการประเมินระหว่างเรียนแต่ละหน่วยได้ค่าเฉลี่ย ร้อยละ 78.6 (E_1) ส่วนผลการประเมินหลังเรียนได้ค่าเฉลี่ยร้อยละ 82.1 (E_2) ซึ่งแสดงว่าประสิทธิภาพของชุดการทดลองการต่อวงจรไฟฟ้านี้สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้

ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและระดับความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อชุดปฏิบัติการทดลองการต่อวงจรไฟฟ้า

ข้อที่	รายการประเมิน	$\bar{x}$	SD	ระดับความพึงพอใจ
1	อักษรมีความชัดเจนน่าสนใจ สอดคล้องกับเนื้อหา	4.60	0.50	มากที่สุด
2	การจัดองค์ประกอบของสื่อความเหมาะสม สะดุดตา น่าสนใจ น่าติดตาม	4.72	0.46	มากที่สุด
3	มีเนื้อหาที่พอเพียงสำหรับการทำความเข้าใจ	4.60	0.50	มากที่สุด
4	ขนาดและสีตัวอักษรที่ใช้มีความเหมาะสมชัดเจน สวยงาม อ่านง่าย	4.72	0.46	มากที่สุด
5	เนื้อหาและแบบทดสอบกระตุ้นให้เรียนรู้ด้วยตนเอง	4.33	0.58	มาก
6	ความสะดวกในการใช้ชุดปฏิบัติการทดลอง	4.72	0.46	มากที่สุด
7	เนื้อหามีความสัมพันธ์ต่อเนื่องกันโดยตลอด	4.72	0.46	มากที่สุด
8	ภาพสัญลักษณ์มีความชัดเจน	4.33	0.58	มาก
9	ความคงทนแข็งแรงของวัสดุ	4.72	0.46	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ย		4.59	0.42	มากที่สุด

จากตารางที่ 4 พบว่าในภาพรวมความพึงพอใจของนักเรียน ระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ชั้นปีที่ 1 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร จำนวน 20 คน ต่อชุดปฏิบัติการทดลองการต่อวงจรไฟฟ้า จัดอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x}$) = 4.59, SD = 0.42)

5. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิจัยเรื่องชุดปฏิบัติการทดลองการต่อวงจรไฟฟ้า วิชางานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น ประกาศนียบัตรวิชาชีพ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร สามารถอภิปรายผลได้ดังนี้ จากผลการประเมินคุณภาพของชุดทดลองนี้โดยผู้ทรงคุณวุฒิ พบว่าโดยภาพรวม ด้านเนื้อหาอยู่ในระดับดี $\bar{X} = 3.96$ และ $SD = 0.79$ และด้านเทคนิคการผลิตสื่ออยู่ในระดับดี $\bar{X} = 4.17$ และ $SD = 0.39$ อันเนื่องจากการดำเนินการวิจัยมีการศึกษาข้อมูลหลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องต่าง ๆ จากงานวิจัยมีความสอดคล้องกับงานวิจัยของ Srisombut (2023, pp. 45-54) เรื่องการพัฒนาชุดทดลองวงจรมัลติมิเตอร์ ที่มีคุณภาพอยู่ในระดับดีขึ้นไป และจากผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของชุดการทดลองการต่อวงจรไฟฟ้านี้ ได้เท่ากับ 78.6/82.1 (E1/E2) ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ 75/75 (Srisombut, 2023, pp. 45-54) อันเนื่องจากการพัฒนาได้ดำเนินการศึกษา และออกแบบเป็นไปตามขั้นตอน และได้ให้ความสำคัญต่อการวิเคราะห์และปรับปรุงคุณภาพของชุดทดลองนี้ตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Sriwiboonkul et al. (2022, pp. 111-118) เรื่องการพัฒนาชุดทดลองเรื่องวงจรเรียงกระแสไฟฟ้า วิชาอิเล็กทรอนิกส์อุตสาหกรรม ที่ได้ประสิทธิภาพของชุดทดลองเท่ากับ 83.89/80.74 (E1/E2) ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (80/80) (Sriwiboonkul et al. 2022, pp. 111-118)

จากผลการวิจัยที่พบว่าชุดทดลองนี้ได้รับความพึงพอใจของนักเรียน ระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ชั้นปีที่ 1 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร จำนวน 20 คน ในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.59$, $SD = 0.42$) อันเนื่องมาจากขั้นตอนในการพัฒนา และหาคุณภาพ และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Srisombut (2023, pp. 45-54) ที่ได้ทำการวิจัยเรื่องการพัฒนาชุดทดลองวงจรมัลติมิเตอร์ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาไฟฟ้า พบว่าความพึงพอใจโดยภาพรวมของผู้เรียนที่มีต่อชุดทดลองนี้อยู่ในระดับมากที่สุด (Srisombut, 2023, pp. 45-54) องค์ความรู้ในการพัฒนาจากผู้เรียนเป็นสำคัญ คือออกแบบให้การเรียนการสอนวิชาภาคปฏิบัติจะต้องสามารถความเข้าใจเกี่ยวกับทฤษฎีวงจรไฟฟ้าได้ง่าย ทำตามแบบได้อย่างถูกต้อง ตรงตามหลักการของภาคทฤษฎี มีทักษะการอ่านและเขียนวงจรไฟฟ้าเบื้องต้น มีทักษะการใช้เครื่องมือวัดไฟฟ้า การคิดวิเคราะห์และแก้ไขปัญหา การทำงานเป็นทีมและการสื่อสารทางเทคนิค การเรียนรู้จากข้อผิดพลาด และ ทักษะการจัดบันทึกและเขียนรายงาน ทั้งนี้เพื่อให้เห็นเป็นต้นแบบของการสอนวิชาทางด้านปฏิบัติการ

6. ข้อเสนอแนะ

การพัฒนาและปรับปรุงชุดปฏิบัติการทดลองการต่อวงจรไฟฟ้าต้องพิจารณาความต้องการและคาดหวังของผู้ใช้เป็นสำคัญ เพื่อให้ชุดทดลองมีประสิทธิภาพและความสามารถในการทดสอบที่ดีที่สุด ดังนั้น ข้อเสนอแนะที่สามารถพิจารณาเพื่อปรับปรุงชุดปฏิบัติการทดลองการต่อวงจรไฟฟ้า ด้านความปลอดภัยต้องคำนึงถึงมาตรฐานความปลอดภัยที่ต้องการในการใช้งานชุดทดลอง และให้คำแนะนำเกี่ยวกับการใช้งานในทางปลอดภัย โดยการปฏิบัติช่วยให้ชุดทดลองมีประสิทธิภาพและมีคุณภาพที่ดีตามต้องการของผู้เรียนและผู้สอน

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ ได้ผ่านการอบรมจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ ณ วันที่ 9 เมษายน พ.ศ. 2566 และขอขอบคุณโรงเรียนสาธิตเตรียมวิศวกรรมและเทคโนโลยี และสาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร ผู้สนับสนุนสถานที่วิจัยเป็นอย่างดีมาโดยตลอด

เอกสารอ้างอิง

- Burde, J., & Wilhelm, T. (2020). Teaching electric circuits with a focus on potential differences. *Physical Review Physics Education Research*. 16, 020153-1-24, 10.1103/PhysRevPhysEducRes.16.020153.
- Donchai, S. (2022). The construction and efficiency of the instructional package for Electrical System Design, Course code (30104-2002), High Vocational Certificate Level 2020, Electrical Power, Ubon Ratchathani Technical College, Department of Electrical Engineering, Faculty of Industrial Education, [Master's thesis]. King Mongkut's University of Technology North Bangkok. (in Thai)

- Janpan, K., Naluan, N., & Tangrujikul, T. (2021). The development of an experimental electronic rectifier kit of vocational certificate students in electrical power department Hatyai Technical, Proceedings of the 12th Hatyai National and International Conference Collage. (pp.1275-1287). (in Thai)
- Kaewhadee, J., & Wattanasin, W. (2020). Comparison of Learning Achievement in Electronics and Circuits Course Using Research-based Learning and Rectifier Circuits Training Kit, *Vocational Education Innovation and Research Journal*, 6(2), 161-169. (in Thai)
- Sriwiboonkul, C., Kongsakorn, P., & Chaowchangleg, K. (2022). Development of Industrial Electronic Experimental Kits on Rectifier Circuit. *Vocational Education Central Region Journal*, 6(1), 111-118. (in Thai)
- Srisombut, R. (2020). The Development of an Effective Multimeter Circuit Experiment Kit to Improve Learning Experience of Vocational Certificate Students in Electrical Power Program, *Vocational Education Central Region Journal*, 4(2), 45-54. (in Thai)

“ข้อคิดเห็น เนื้อหา รวมทั้งการใช้ภาษาในบทความถือเป็นความรับผิดชอบของผู้เขียน”

Research article

การพัฒนาการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการหมุนเวียนฐานเพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการทำงานเป็นทีม ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาที่มีความบกพร่องทางสติปัญญา

DEVELOPING INQUIRY-BASED LEARNING INTEGRATED WITH STATION ROTATION TO PROMOTE ACADEMIC ACHIEVEMENT AND TEAMWORK SKILLS AMONG HIGH SCHOOL STUDENTS WITH INTELLECTUAL DISABILITIES

อภิสิทธิ์ บุญมาก¹ กัญยรัตน์ ศรีวิสุทธิกุล^{1*} ทนงศักดิ์ โสวจิตตาทกุล¹ สิริรัตน์ มัชฌิมาดิลก² และพูลศรี เวศย์อุฬาร¹
Aphisit Boonmark¹, Kanyarat Sriwisathiyakun^{1*}, Thanongsak Sovajassatakul¹, Sirirat Mutchimadilok²,
and Poonsri Vate-U-Lan¹
E-mail: 66036042@kmitl.ac.th¹, kanyarat.sr@kmitl.ac.th^{1*}, thanongsak.so@kmitl.ac.th¹, sirirat.mu@spu.ac.th²
and poonsri.va@kmitl.ac.th¹

¹ภาควิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520 ประเทศไทย

Department of Industrial Education, School of Industrial Education and Technology, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok 10520 Thailand

²สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยศรีปทุม กรุงเทพมหานคร 10900 ประเทศไทย
Information and Communication Technology Program, School of Information Technology, Sripatum University, Bangkok 10900 Thailand

Journal of Industrial Education. 2025, Vol. 24 (No. 1), <https://doi.org/10.55003/JIE.24110>

Received: March 10, 2025, | Revised: April 2, 2025, | Accepted: April 26, 2025

ABSTRACT

This research focused on developing an inquiry-based learning approach integrated with station rotation to enhance academic achievement and teamwork skills among high school students with intellectual disabilities. The research employed a quasi-experimental method using a one-group pretest-posttest design. The sample consisted of 18 Mathayomsuksa 3 students with mild intellectual disabilities from Suphanburipanyanukul School. The research utilized several instruments: an Inquiry-based learning plans integrated with station rotation, an academic achievement test, and a teamwork skills evaluation form. Statistical analyses included the mean, standard deviation, and Wilcoxon signed-rank test for nonparametric statistics. The findings were as follows: 1) Students' academic achievement after the intervention significantly improved at the .05 significance level. 2) After implementing the learning approach, students' teamwork skills were rated very good ($\bar{X} = 3.77$, SD = 0.06). In conclusion, integrating inquiry-based learning with station rotation effectively enhances academic achievement and teamwork skills in students with intellectual disabilities.

Keywords: Students with intellectual disabilities, Inquiry-based learning, Station rotation model, Teamwork skills

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้เป็นการพัฒนาการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการหมุนเวียนฐาน เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการทำงานเป็นทีมสำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาที่มีความบกพร่องทางสติปัญญา โดยใช้วิธีวิจัยกึ่งทดลองแบบ One-group pretest-posttest design กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยคือ คือ นักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีความบกพร่องทางสติปัญญา โรงเรียนสุพรรณบุรีปัญญานุกูล จำนวน 18 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการหมุนเวียนฐาน แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบประเมินทักษะการทำงานเป็นทีม สถิติที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติอนุมานพารามตริก (Nonparametric statistics) ใช้วิธีทดสอบแบบ Wilcoxon signed-rank test ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) ทักษะการทำงานเป็นทีมของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการหมุนเวียนฐานอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X} = 3.77$, $SD = 0.06$) สรุปได้ว่า การเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการหมุนเวียนฐานช่วยเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและสามารถส่งเสริมทักษะการทำงานเป็นทีมของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางสติปัญญาได้

คำสำคัญ: นักเรียนที่มีความบกพร่องทางสติปัญญา, การเรียนรู้แบบสืบเสาะ, การเรียนรู้แบบหมุนเวียนฐาน, ทักษะการทำงานเป็นทีม

1. บทนำ

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 ได้กำหนดให้บุคคลที่มีความบกพร่องทางร่างกาย จิตใจ สติปัญญา อารมณ์ สังคม การสื่อสาร หรือการเรียนรู้ รวมถึงผู้พิการและผู้ด้อยโอกาส มีสิทธิได้รับการศึกษาขั้นพื้นฐานเป็นพิเศษโดยไม่เสียค่าใช้จ่าย พร้อมทั้งได้รับสิ่งอำนวยความสะดวกและบริการทางการศึกษาตามกฎหมายว่าด้วย พ.ร.บ. 22 ยังกำหนดให้การจัดการศึกษาต้องยึดหลักว่าผู้เรียนทุกคนสามารถเรียนรู้ และพัฒนาตนเองได้ โดยให้ความสำคัญกับผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง เพื่อส่งเสริมศักยภาพตามธรรมชาติของแต่ละบุคคล (Ministry of Education, 1999, pp. 7-12) ทั้งนี้หมายถึงผู้เรียนที่มีความแตกต่างในด้านต่าง ๆ เช่น เพศ ฐานะ ศาสนา เป็นต้น รวมทั้งความสามารถทางสติปัญญา ซึ่งนักเรียนที่มีความบกพร่องทางสติปัญญาเป็นกลุ่มที่มีความผิดปกติทางพัฒนาการของระบบประสาท (Neurodevelopmental disorder) ซึ่งส่งผลกระทบต่อความสามารถทางปัญญา ทำให้มีข้อจำกัดในการคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหา และการเรียนรู้จากประสบการณ์ ส่งผลให้การปรับตัวในชีวิตประจำวันเป็นไปได้ยาก (Densiriaksorn, 2019, Online) สอดคล้องกับสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (Office of the National Education Commission, 2009, p. 46) ที่ระบุว่าเด็กกลุ่มนี้มีระดับ สติปัญญาดำกว่าค่าเฉลี่ยและมีข้อจำกัดในการดำเนินชีวิตอย่างน้อยสองด้านจากสี่ด้าน เช่น การสื่อสาร การดูแลตนเอง ทักษะทางสังคม การทำงาน และการรักษาสุขอนามัย ซึ่งอาการเหล่านี้มักปรากฏก่อนอายุ 18 ปี ด้วยข้อจำกัดดังกล่าว นักเรียนกลุ่มนี้จึงมักเผชิญปัญหาในการเรียนรู้และการดำรงชีวิต อย่างไรก็ตาม เป้าหมายของการดูแลเด็กที่มีความบกพร่องทางสติปัญญาไม่ได้มุ่งเน้นการรักษาให้หายขาด แต่เป็นการพัฒนาทักษะเพื่อให้สามารถใช้ชีวิตในสังคมได้อย่างใกล้เคียงกับบุคคลทั่วไปมีคุณภาพชีวิตที่ดี สามารถช่วยเหลือตนเองได้ และไม่เปราะบางของครอบครัวและสังคม

ปัจจุบันการจัดการศึกษาสำหรับนักเรียนที่มีความบกพร่องทางสติปัญญานับเป็นการตอบสนองความต้องการเฉพาะบุคคล โดยมุ่งพัฒนาความรู้ ทักษะชีวิต และทักษะทางสังคมที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตร่วมกับผู้อื่น (Arayawinyu, 1999, p. 50) ทักษะทางสังคม อาทิ การสื่อสารและการสร้างสัมพันธภาพที่ดี ถือเป็นองค์ประกอบสำคัญที่ควรได้รับการส่งเสริมอย่างเป็นระบบ เนื่องจากเป็นพื้นฐานในการดำรงชีวิตอย่างมีอิสระและมีคุณภาพ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การทำงานเป็นทีม ซึ่งเป็นทักษะ ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้เรียนรู้จากเพื่อนร่วมทีม ฝึกการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น และพัฒนาทักษะการปรับตัวเพื่อให้อยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างเหมาะสม (Malawai et al., 2021, p. 429) อย่างไรก็ตาม นักเรียนที่มีความบกพร่องทางสติปัญญามักประสบปัญหาในการมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น ขาดความมั่นใจในการแสดงออก และมีข้อจำกัดในการสื่อสาร ส่งผลให้ความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่นยังไม่บรรลุเป้าหมายอย่างเต็มที่ อันสะท้อนถึงความจำเป็นในการออกแบบและพัฒนากระบวนการจัดการเรียนรู้ที่สามารถเสริมสร้างทักษะทางสังคมดังกล่าวให้เกิดประสิทธิภาพ

แนวทางการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ได้ให้ความสำคัญกับการเรียนรู้ที่มุ่งพัฒนาทักษะรอบด้านของผู้เรียน โดยเฉพาะการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสาน (Blended learning) ซึ่งได้รับการยอมรับว่าเป็นแนวทางที่เอื้อต่อการส่งเสริมการมีส่วนร่วมของผู้เรียน การสื่อสาร การคิดวิเคราะห์ และการทำงานร่วมกัน (Larsari et al., 2023, p. 442) หนึ่งในรูปแบบที่สำคัญคือการเรียนรู้แบบหมุนเวียนฐาน (Station rotation) โดยการเรียนจะประกอบด้วยฐานกิจกรรมหลากหลายฐานให้นักเรียนได้เรียนรู้ และอย่างน้อยหนึ่งฐานเป็นการเรียนรู้เป็นรูปแบบออนไลน์ โดยผสมผสานห้องเรียนที่มีครูเป็นศูนย์กลาง การจับกลุ่มเรียนรู้ และการใช้ฐานออนไลน์ช่วยให้เกิดรูปแบบการเรียนรู้ที่หลากหลายและยืดหยุ่น (Samransuk, 2022, p. 51) ซึ่งสอดคล้องกับ Tucker (2021, Online) ที่อธิบายว่าการเรียนรู้แบบหมุนเวียนฐานช่วยส่งเสริมการสื่อสารและการทำงานร่วมกันของนักเรียนทำให้เกิดสัมพันธภาพที่ดี และพัฒนาทักษะการอยู่ร่วมกับผู้อื่นในสังคม อีกแนวทางหนึ่งที่ได้รับความสะดวกคือ การเรียนรู้แบบสืบเสาะ (Inquiry-based learning) ซึ่งเป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง โดยส่งเสริมให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้า และค้นพบความจริงด้วยตนเอง ผ่านการลงมือปฏิบัติและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน ช่วยให้นักเรียนได้รับประสบการณ์ตรงจากการเรียนรู้ รู้จักการคิดแก้ปัญหาและตัดสินใจ รวมถึงสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ (Uma, 2017, p. 23)

โรงเรียนสุพรรณบุรีปัญญานุกูล จังหวัดสุพรรณบุรี เป็นหน่วยงานด้านการศึกษาที่มุ่งพัฒนาศักยภาพของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางสติปัญญาให้สามารถดำรงชีวิตได้อย่างมีคุณภาพและพึ่งพาตนเองได้ โดยใช้แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการมีส่วนร่วมของผู้เรียน (Suphanburipanyanukul School, 2023, น. 66) อย่างไรก็ตาม จากการศึกษาพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนในชั้นเรียน พบว่านักเรียนส่วนใหญ่ยังขาดทักษะในการทำงานร่วมกับผู้อื่น มีปัญหาด้านการสื่อสาร และไม่สามารถแสดงออกทางสังคมได้อย่างมั่นใจ ซึ่งปัญหาดังกล่าวส่งผลกระทบต่อการเรียนรู้และการพัฒนาตนเองในระยะยาว ดังนั้น การวิจัยครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนและหลังการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการหมุนเวียนฐาน และเพื่อประเมินทักษะการทำงานเป็นทีมของนักเรียน โดยคาดว่าผลการวิจัยจะนำไปสู่การพัฒนาแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับนักเรียนกลุ่มพิเศษ และสามารถประยุกต์ใช้ในบริบทของโรงเรียนที่มีลักษณะคล้ายคลึงกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การจัดการเรียนรู้สำหรับนักเรียนที่มีความบกพร่องทางสติปัญญาควรคำนึงถึงลักษณะเฉพาะของนักเรียน เพื่อเปิดโอกาสให้สามารถพัฒนาตนเองได้เต็มศักยภาพ ทั้งในด้านความรู้ ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และทักษะทางสังคม แนวทางหนึ่งที่สามารถนำมาใช้ในการส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่มนี้ คือการนำแนวทางการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (Inquiry-based learning) มาผสมผสานเข้ากับรูปแบบการเรียนรู้แบบหมุนเวียนฐาน (Station rotation) โดยมุ่งเน้นการส่งเสริมทักษะการทำงานเป็นทีมควบคู่กันไป การเรียนรู้แบบสืบเสาะเน้นการเรียนรู้จากประสบการณ์ตรง การลงมือปฏิบัติ และการค้นพบความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งเป็นวิธีที่ช่วยให้นักเรียนเกิดความเข้าใจอย่างลึกซึ้งและจดจำได้ดีกว่าการเรียนรู้แบบท่องจำ Laohpaiboon (1999, p. 123) กล่าวว่า การเรียนรู้แบบสืบเสาะคือการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ค้นพบความรู้ด้วยตนเอง โดยครูมีบทบาทเป็นผู้จัดสภาพแวดล้อม และให้การสนับสนุนอย่างใกล้ชิด ในขณะที่ Dechakupt (2011, p. 56) และ Kaemmani (2023, p. 141) ให้คำจำกัดความที่คล้ายกันคือ เน้นให้นักเรียนเป็นผู้ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง ผ่านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ครูเป็นผู้ช่วยอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้และเสริมสร้างทักษะการค้นคว้าให้กับนักเรียน ตลอดจนให้การสนับสนุนอย่างใกล้ชิดเพื่อให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเองในแต่ละขั้นตอนตามรูปแบบ 5E ได้แก่ ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) และขั้นประเมิน (Evaluation) (The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology, 2003, p. 216) อย่างไรก็ตาม เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดการเรียนรู้และตอบสนองต่อความต้องการเฉพาะของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางสติปัญญา การนำรูปแบบการเรียนรู้แบบหมุนเวียนฐานมาใช้ร่วมด้วย ถือเป็นแนวทางที่เหมาะสม เนื่องจากช่วยเพิ่มความหลากหลายของกิจกรรม ลดความตึงเครียดในการเรียนรู้รูปแบบเดียว และเอื้อให้สามารถปรับเนื้อหาให้เหมาะสมกับผู้เรียนแต่ละคนได้ (Samransuk, 2022, p. 51) โดยการเรียนรู้แบบหมุนเวียนฐานประกอบด้วยฐานต่าง ๆ ที่ออกแบบอย่างหลากหลาย ทั้งฐานที่ใช้เทคโนโลยี ฐานที่ครูเป็นผู้นำ และฐานที่นักเรียนสามารถดำเนินการได้ด้วยตนเอง (Beaver et al, 2014, p.7) ซึ่งวิธีการดังกล่าวเปิดโอกาสให้ครูสามารถประเมินพัฒนาการของผู้เรียนในแต่ละฐานได้อย่างต่อเนื่อง และส่งเสริมการเรียนรู้ร่วมกันในกลุ่มผู้เรียนที่มีลักษณะแตกต่างกัน (Douma, 2020, Online) ในขณะเดียวกัน การพัฒนาทักษะการทำงานเป็นทีมเป็นสิ่งสำคัญ โดยเฉพาะในกลุ่มนักเรียนที่มีความบกพร่องทางสติปัญญา ซึ่งมักมีข้อจำกัดด้านการสื่อสารและการเข้าสังคม การส่งเสริมให้ผู้เรียนมีโอกาสร่วมทำงานร่วมกับผู้อื่นจะช่วย

ให้เรียนรู้การแบ่งปันความคิดเห็น การเคารพความแตกต่าง และการร่วมรับผิดชอบต่อการกิจร่วมกัน (Singbunta, 1998, p. 31; Viriyaphan, 2004, pp. 44-45) ทั้งนี้ การทำงานเป็นทีมที่มีประสิทธิภาพควรประกอบด้วยองค์ประกอบสำคัญ ได้แก่ การมีเป้าหมายร่วมกัน การยอมรับนับถือซึ่งกันและกัน ความร่วมมือในการทำงาน การแบ่งหน้าที่ตามความสามารถ และความรับผิดชอบของสมาชิกในทีม (Trakulserith, 2006, pp. 9-11)

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ เป็นแนวทางที่ส่งเสริมให้นักเรียนมีส่วนร่วมอย่างกระตือรือร้นในการแสวงหาความรู้ ผ่านการตั้งคำถาม การสังเกต การวิเคราะห์ และการอภิปรายร่วมกัน โดยมีเป้าหมายเพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์และทักษะการทำงานร่วมกันเป็นทีม งานวิจัยของ Hongpanich (2017, pp. 86-87) ได้ชี้ให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะช่วยส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และทักษะการทำงานเป็นทีมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ได้อย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้นักเรียนยังมีความพึงพอใจต่อการเรียนรู้ในระดับสูง แสดงให้เห็นว่าการเรียนรู้แบบสืบเสาะส่งผลเชิงบวกทั้งด้านพุทธิพิสัยและจิตพิสัย สอดคล้องกับ Seehapanya and Thaithani (2015, pp. 2038-2048) ได้ศึกษาผลของการเรียนรู้แบบสืบเสาะแสวงหาความรู้เป็นกลุ่มในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า แนวทางดังกล่าวช่วยเพิ่มทั้งผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและพฤติกรรมการทำงานเป็นกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญ โดยเฉพาะการเรียนรู้แบบกลุ่มซึ่งเอื้อต่อการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างเพื่อนร่วมชั้น และพัฒนาความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างมีระบบ ขณะเดียวกัน Mustaji and Arianto (2023, pp. 5932-5934) ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบหมุนเวียนฐาน พบว่า นักเรียนที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบดังกล่าวมีพัฒนาการด้านทักษะการทำงานเป็นทีมมากกว่ากลุ่มที่ได้รับการเรียนรู้แบบอื่น สะท้อนให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้แบบหมุนเวียนฐาน ซึ่งมีลักษณะการเรียนรู้ผ่านกิจกรรมหลากหลายและเน้นการทำงานกลุ่มขนาดเล็ก เป็นรูปแบบที่เหมาะสมกับการส่งเสริมทักษะทางสังคมและการมีส่วนร่วมอย่างเป็นระบบ สรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้ทั้งแบบสืบเสาะและแบบหมุนเวียนฐานล้วนส่งเสริมการเรียนรู้และทักษะการทำงานเป็นทีม โดยเฉพาะเมื่อนำมาประยุกต์ใช้ร่วมกัน จะสามารถเสริมจุดแข็งของแต่ละแนวทางได้อย่างมีประสิทธิภาพ และเมื่อนำมาประยุกต์ใช้กับนักเรียนที่มีความบกพร่องทางสติปัญญา ซึ่งต้องการรูปแบบการเรียนรู้ที่กระตุ้นความสนใจและสนับสนุนการทำงานเป็นกลุ่มอย่างเป็นระบบ จึงอาจช่วยให้เกิดผลลัพธ์ทางการเรียนรู้ที่ดีขึ้นทั้งด้านผลสัมฤทธิ์และทักษะทางสังคม ดังนั้น สมมติฐานของงานวิจัยนี้ คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการหมุนเวียนฐานสูงกว่าก่อนเรียน และทักษะการทำงานเป็นทีมของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาที่มีความบกพร่องทางสติปัญญาอยู่ในระดับดีขึ้นไป

3. วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi-experimental research) ผู้วิจัยดำเนินการวิจัยตามขั้นตอน ดังนี้

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยนี้ คือ นักเรียน โรงเรียนสุพรรณบุรีปัญญานุกูล จังหวัดสุพรรณบุรี ปีการศึกษา 2567 จำนวน 323 คน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยคือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีความบกพร่องทางสติปัญญา จำนวน 18 คน ซึ่งกำหนดเป็นกลุ่มทดลอง แบบ One-group pretest-posttest design และคัดเลือกด้วยการสุ่มแบบเจาะจง (Purposive sampling) โดยเลือกนักเรียนที่มีความบกพร่องทางสติปัญญาระดับเล็กน้อย หรือมี IQ เท่ากับ IQ 50-70 เนื่องจากนักเรียนกลุ่มนี้ สามารถช่วยเหลือตนเองได้ สามารถใช้ภาษาในการสื่อสาร ฟังและปฏิบัติตามคำสั่งได้ สามารถเข้าใจและใช้ความรู้พื้นฐาน เช่น การอ่าน การเขียน และการคำนวณในระดับง่าย ๆ ได้

3.2 ขอบเขตด้านเนื้อหา

เนื้อหาวิชาที่นำมาใช้ในการพัฒนาการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการหมุนเวียนฐาน ได้แก่ วิชาการงานอาชีพ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่องศัตรูพืช ประกอบด้วยเนื้อหา ดังนี้ 1. แมลงศัตรู 2. โรคพืช 3. วัชพืช

3.3 กรอบแนวคิดในการวิจัยและตัวแปรที่ศึกษา

3.3.1 ตัวแปรต้น คือ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการหมุนเวียนฐาน

3.3.2 ตัวแปรตาม คือ ผลสัมฤทธิ์ของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการหมุนเวียนฐาน และทักษะการทำงานเป็นทีมของนักเรียน



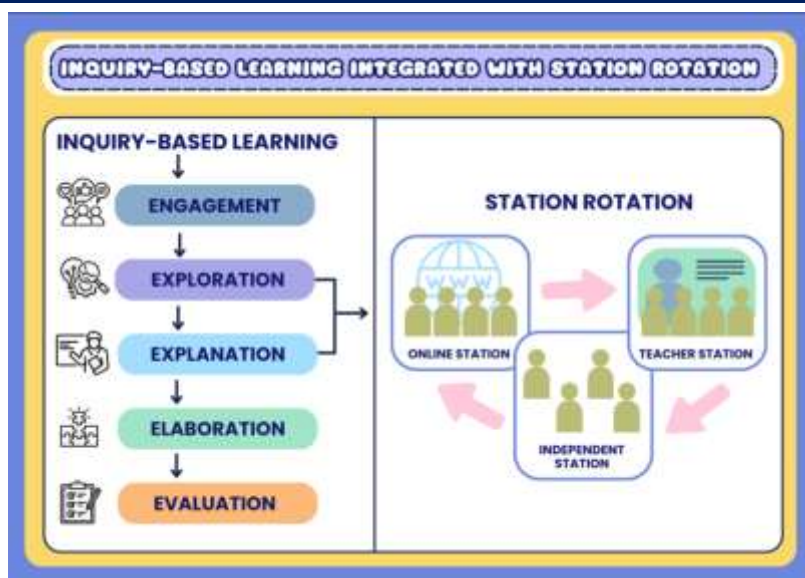
รูปที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

3.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย 3 ส่วน ได้แก่

3.4.1 แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการหมุนเวียนฐาน ผู้วิจัยศึกษาหลักสูตร ตัวชี้วัด และเนื้อหาเรื่องศัตรูพืช รายวิชาการงานอาชีพ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ประกอบกับศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้แบบสืบเสาะของ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (IPST, 2003, pp. 34-36) ซึ่งแบ่งเป็น 5 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นสร้างความสนใจ ขั้นสำรวจและค้นหา ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป ขั้นขยายความรู้ และขั้นประเมิน รวมทั้งการเรียนรู้แบบหมุนเวียนฐานของ Hegwood (2022, Online) ซึ่งแบ่งเป็น 3 ฐาน ได้แก่ ฐานที่นำโดยครู ฐานแบบออฟไลน์ และฐานแบบออนไลน์ จากนั้นได้ออกแบบแผนการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการหมุนเวียนฐานจำนวน 3 แผน ใช้เวลาการสอนแผนละ 3 ชั่วโมง รวมทั้งสิ้น 9 ชั่วโมง ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การออกแบบแผนการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการหมุนเวียนฐาน

มาตรฐานการเรียนรู้/ ตัวชี้วัด	แผนที่	เนื้อหา	จุดประสงค์การเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
มาตรฐานการเรียนรู้ มาตรฐาน ง 1.1 เข้าใจการทำงานมีความคิดสร้างสรรค์ มี ทักษะกระบวนการทำงานร่วมกัน และ ทักษะการแสวงหาความรู้ มีคุณธรรม และลักษณะนิสัยในการทำงาน มี จิตสำนึกในการใช้พลังงาน ทรัพยากร และสิ่งแวดล้อมเพื่อการดำรงชีวิตและ ครอบครั ตัวชี้วัด ม.3/2 ใช้ทักษะในการทำงานอย่างมี คุณธรรม	1	แมลง ศัตรูพืช	1. นักเรียนบอกลักษณะของแมลงศัตรูพืชได้ 2. นักเรียนบอกวัฏจักรของแมลงศัตรูพืชได้ 3. นักเรียนทำน้ำหมักสมุนไพรไล่แมลงได้ 4. นักเรียนทำงานร่วมกับเพื่อนในกลุ่มได้อย่างมีประสิทธิภาพ	3
	2	โรคพืช	1. นักเรียนบอกสาเหตุหรือปัจจัยที่ทำให้เกิดโรคพืชได้ 2. นักเรียนระบุชนิดของโรคพืชได้ 3. นักเรียนเสนอแนวทางการป้องกันโรคพืชได้ 4. นักเรียนทำงานร่วมกับเพื่อนในกลุ่มได้อย่างมีประสิทธิภาพ	3
	3	วัชพืช	1. นักเรียนบอกผลกระทบของวัชพืชที่มีต่อพืชที่ปลูกได้ 2. นักเรียนจำแนกชนิดของวัชพืชได้ 3. นักเรียนปฏิบัติการกำจัดวัชพืชในแปลงปลูกจริงได้ 4. นักเรียนทำงานร่วมกับเพื่อนในกลุ่มได้อย่างมีประสิทธิภาพ	3
รวม				9



รูปที่ 2 แผนภาพการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการหมุนเวียนฐาน

ผู้วิจัยนำแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการหมุนเวียนฐานเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน โดยเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนเกษตร 1 คน ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนนักเรียนที่มีความบกพร่องทางสติปัญญา 1 คน และผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีการศึกษา 3 คน โดยใช้แบบประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการหมุนเวียนฐาน ที่มีลักษณะเป็นมาตรวัดประมาณค่า 5 ระดับ ตามวิธีของลิเคิร์ท (Likert scale) กำหนดเกณฑ์ระดับคุณภาพ ได้แก่ คะแนนเฉลี่ย 4.51-5.00 หมายถึง ระดับดีมาก คะแนนเฉลี่ย 3.51- 4.50 หมายถึง ระดับดี คะแนนเฉลี่ย 2.51-3.50 หมายถึง ระดับปานกลาง คะแนนเฉลี่ย 1.51-2.50 หมายถึง คุณภาพระดับพอใช้ คะแนนเฉลี่ย 1.00-1.50 หมายถึง ระดับควรปรับปรุง

ผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการหมุนเวียนฐานเสนอจากผู้เชี่ยวชาญ พบว่า แผนการจัดการเรียนรู้มีคุณภาพโดยรวมระดับดีมาก ($\bar{X} = 4.86$) เมื่อพิจารณารายด้าน พบว่า ทุกด้านมีคุณภาพในระดับดีมาก ด้านที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด ได้แก่ ด้านเนื้อหา ($\bar{X} = 4.95$) รองลงมาคือ ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้ ($\bar{X} = 4.87$) ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ ($\bar{X} = 4.88$) ด้านการวัดและประเมินผล ($\bar{X} = 4.82$) ด้านสาระสำคัญ ($\bar{X} = 4.75$) และด้านสื่อ/แหล่งเรียนรู้ ($\bar{X} = 4.82$) ตามลำดับ ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการหาคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการหมุนเวียนฐาน

รายการประเมิน	$\bar{X}$	SD	ระดับคุณภาพ
1. ด้านสาระสำคัญ	4.75	0.10	ดีมาก
2. ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้	4.87	0.12	ดีมาก
3. ด้านเนื้อหา	4.95	0.10	ดีมาก
4. ด้านกิจกรรมการเรียนรู้	4.88	0.14	ดีมาก
5. ด้านสื่อ/แหล่งเรียนรู้	4.72	0.22	ดีมาก
6. ด้านการวัดผลและการประเมินผล	4.82	0.08	ดีมาก

ผู้วิจัยได้นำแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการหมุนเวียนฐานที่ผ่านการประเมินและปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญแล้วไปทดลองใช้ (Try out) กับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีความบกพร่องทางสติปัญญา ระดับเล็กน้อย จำนวน 9 คน เนื่องจากนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีจำนวนไม่เพียงพอ จึงใช้ระดับชั้นใกล้เคียงในการทดลองใช้ โดยใช้สูตร $E1/E2$ กำหนดเกณฑ์ไม่ต่ำกว่า 80/80 ผลลัพธ์ คือ แผนการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวมีประสิทธิภาพโดยค่า $E1 = 95.74$ และ $E2 = 82.2$ ซึ่งไม่ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการหมุนเวียนฐาน

การทดสอบ	นักเรียน (n=9)			เกณฑ์ที่กำหนด
	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ย	ค่าเฉลี่ยร้อยละ	
การทดสอบท้ายหน่วยเรียน	120	114.89	95.74	80 (E ₁)
การทดสอบหลังเรียน	20	16.44	82.2	80 (E ₂)

*เกณฑ์ที่กำหนด E₁/E₂ (80/80)

3.4.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบทดสอบมีลักษณะเป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 45 ข้อ เพื่อใช้เป็นแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนที่ครอบคลุมเนื้อหาและจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย 3 ด้าน ได้แก่ จำ เข้าใจ และประยุกต์ใช้ (ดังตารางที่ 4) แบบทดสอบนี้ผ่านการพิจารณาคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน ซึ่งคัดเลือกเอาเฉพาะข้อคำถามที่ผ่านเกณฑ์หรือได้ค่า IOC ไม่น้อยกว่า 0.50 ได้จำนวน 20 ข้อ

ตารางที่ 4 แผนผังการสร้างแบบทดสอบ (Test blueprint) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ศัตรูพืช

เนื้อหา	จำนวนข้อสอบแต่ละระดับพฤติกรรม			รวม	ร้อยละ
	จำ	เข้าใจ	ประยุกต์ใช้		
1. แมลงศัตรูพืช					
1.1 ประเภทของแมลงศัตรูพืช	3	2	-	5	11.11
1.2 วัฏจักรชีวิตของแมลงศัตรูพืช	3	2	-	5	11.11
1.3 การป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืช	1	1	3	5	11.11
2. โรคพืช					
2.1 ชนิดของโรคพืช	5	-	-	5	11.11
2.2 สาเหตุของโรคพืช	1	4	-	5	11.11
2.3 การป้องกันกำจัดโรคพืช	1	1	3	5	11.11
3. วัชพืช					
3.1 ชนิดและประเภทของวัชพืช	5	-	-	5	11.11
3.2 ผลกระทบที่เกิดจากวัชพืช	1	4	-	5	11.11
3.3 การกำจัดวัชพืช	1	2	2	5	11.11
รวม	21	16	8	45	100

3.4.3 แบบประเมินทักษะการทำงานเป็นทีม ผู้วิจัยสร้างจากแนวคิดองค์ประกอบการทำงานเป็นทีมของ Trakulserith (2006, pp. 9-11) มี 5 ด้าน ได้แก่ การมีเป้าหมายร่วมกัน การยอมรับนับถือซึ่งกันและกัน การร่วมมือพร้อมใจกันทำงาน การแบ่งงานกันทำตามความสามารถ และความรับผิดชอบต่อหน้าที่ แบบประเมินมีลักษณะเป็นการให้คะแนนแบบรูปรีค (Scoring rubrics) โดยกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพการทำงานเป็นทีม ได้แก่ คะแนนเฉลี่ย คะแนนเฉลี่ย 3.10 - 4.00 หมายถึง ดีมาก คะแนนเฉลี่ย 2.10 - 3.00 หมายถึง ดี คะแนนเฉลี่ย 1.10 - 2.00 หมายถึง พอใช้ คะแนน 0.00 - 1.00 หมายถึง ปรับปรุง แบบประเมินนี้ผ่านการพิจารณาคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน ได้ค่า IOC เท่ากับ 1.00

3.5 ขั้นตอนการทดลอง

ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองการใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการหมุนเวียนฐานที่ผ่านตรวจสอบคุณภาพนำไปใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 18 คน โดยมีขั้นตอนดังนี้

3.5.1 ผู้วิจัยปฐมนิเทศชี้แจงกิจกรรมการเรียนการสอนให้กับนักเรียน

3.5.2 นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียน เรื่อง ศัตรูพืช

3.5.3 ดำเนินการจัดการเรียนรู้ โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้น

3.5.4 หลังจากดำเนินการจัดการเรียนรู้ในแต่ละครั้ง ผู้วิจัยประเมินทักษะการทำงานเป็นทีมของนักเรียน และเมื่อนักเรียนเรียนครบทุกแผนแล้วให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียนทันทีหลังการเรียนแผนที่ 3 จบ

3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.6.1 วิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการหมุนเวียนฐานเนื่องจากกลุ่มตัวอย่างมีขนาดเล็ก จึงมีการทดสอบการกระจายของข้อมูล พบว่า ข้อมูลมีการแจกแจงไม่เป็นปกติ ดังนั้นผู้วิจัยจึงใช้สถิตินอนพารามตริก (Nonparametric statistics) โดยเลือกใช้การทดสอบแบบ Wilcoxon signed-rank test (Chansakul & Baworkitiwong, 2017, p. 42)

3.6.2 วิเคราะห์ทักษะการทำงานเป็นทีมหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการหมุนเวียนฐาน โดยใช้ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

4. ผลการวิจัย

4.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการหมุนเวียนฐานของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาที่มีความบกพร่องทางสติปัญญา โดยการเปรียบเทียบคะแนนการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ซึ่งผลการทดสอบการกระจายข้อมูลแบบปกติของผลต่างคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน ค่า Sig. = .012 ซึ่งน้อยกว่า .05 นับว่าการแจกแจงข้อมูลไม่เป็นปกติ ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 การทดสอบการกระจายข้อมูลแบบปกติ

การทดสอบ	Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.
ผลต่างของ คะแนนหลังเรียน-คะแนนก่อนเรียน	.859	18	.012

ผลการเปรียบเทียบคะแนนการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการใช้สถิตินอนพารามตริกวิธีทดสอบแบบ Wilcoxon sign-rank test พบว่า นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาที่มีความบกพร่องทางสติปัญญาที่เรียนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการหมุนเวียนฐาน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการหมุนเวียนฐาน โดยใช้สถิติ Wilcoxon signed-rank test

การทดสอบ	n	$\bar{X}$	SD	$\bar{X}$ rank	Z	P
ก่อนเรียน	18	10.94	3.02	9.50	-3.754	<.001*
หลังเรียน	18	16.06	1.73			

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

4.2 ผลการประเมินทักษะการทำงานเป็นทีมจากการเรียนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการหมุนเวียนฐานของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาที่มีความบกพร่องทางสติปัญญามีทักษะการทำงานเป็นทีมโดยรวมอยู่ในลักษณะดีมาก เมื่อพิจารณารายด้านพบว่า ทุกด้านอยู่ในระดับดีมาก โดยด้านที่มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด ได้แก่ การยอมรับนับถือซึ่งกันและกัน ($\bar{X}$ = 3.87) รองลงมาคือ การมีเป้าหมายร่วมกัน ($\bar{X}$ = 3.85) การแบ่งงานกันทำตามความสามารถ ($\bar{X}$ = 3.83) ความรับผิดชอบต่อหน้าที่ ($\bar{X}$ = 3.72) และการร่วมมือพร้อมใจกันทำงาน ($\bar{X}$ = 3.56) ตามลำดับ ดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ผลการประเมินทักษะการทำงานเป็นทีมหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการหมุนเวียนฐาน

รายการประเมิน	$\bar{X}$	SD	แปลผล
1. การมีเป้าหมายร่วมกัน	3.85	0.14	ดีมาก
2. การยอมรับนับถือซึ่งกันและกัน	3.87	0.12	ดีมาก
3. การร่วมมือพร้อมใจกันทำงาน	3.56	0.24	ดีมาก
4. การแบ่งงานกันทำตามความสามารถ	3.83	0.15	ดีมาก
5. ความรับผิดชอบต่อหน้าที่	3.72	0.06	ดีมาก
เฉลี่ยรวม	3.77	0.06	ดีมาก

5. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการทำงานเป็นทีมของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา ที่มีความบกพร่องทางสติปัญญา โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการหมุนเวียนฐานที่ผู้วิจัยออกแบบขึ้น ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีระดับทักษะการทำงานเป็นทีมโดยรวมอยู่ในระดับดีมาก โดยเฉพาะในด้านการยอมรับนับถือซึ่งกัน จากผลการวิจัย ผู้วิจัยสามารถอภิปรายผลได้ดังนี้ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาที่มีความบกพร่องทางสติปัญญาที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการหมุนเวียนฐาน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน เนื่องจากแผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ในการวิจัยนี้ได้ออกแบบกิจกรรมให้มีความสอดคล้องกับธรรมชาติการเรียนรู้ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางสติปัญญา โดยเน้นกระบวนการเรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติจริง ผ่านกิจกรรมการสืบเสาะที่เป็นขั้นตอน ได้แก่ การตั้งคำถาม การสังเกต การทดลอง และการสรุปผล ซึ่งช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการคิด วิเคราะห์ และสามารถเชื่อมโยงความรู้กับประสบการณ์เดิมได้อย่างมีประสิทธิภาพ อีกทั้งการจัดการกิจกรรมในรูปแบบการหมุนเวียนฐานยังช่วยเสริมสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ที่มีความหลากหลาย ไม่ซ้ำซาก ลดความเบื่อหน่าย และเพิ่มความเข้าใจในเนื้อหาสาระได้อย่างต่อเนื่อง ผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Sinthaphanon (2015, pp. 49-50) ซึ่งพบว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะช่วยส่งเสริมการคิดวิเคราะห์และการเรียนรู้เชิงลึกของผู้เรียน และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Mustaji and Arianto (2023, pp. 5932-5934) ที่ชี้ให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้แบบหมุนเวียนฐานมีประสิทธิภาพในการกระตุ้นการเรียนรู้และการมีส่วนร่วมของผู้เรียนในกระบวนการเรียนรู้ โดยเฉพาะในกลุ่มนักเรียนที่มีความบกพร่องทางด้านสติปัญญา

นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาที่มีความบกพร่องทางสติปัญญาที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการหมุนเวียนฐาน มีทักษะการทำงานเป็นทีมโดยรวมอยู่ในระดับดีมาก เนื่องจากกิจกรรมการเรียนรู้ที่ออกแบบในลักษณะการหมุนเวียนฐานมีการกำหนดบทบาทหน้าที่ภายในกลุ่มอย่างชัดเจน เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ร่วมมือกันคิด วางแผน และลงมือปฏิบัติจริง โดยครูมีบทบาทเป็นผู้อำนวยความสะดวกและส่งเสริมการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างสมาชิกภายในกลุ่ม กระบวนการเหล่านี้ช่วยให้นักเรียนฝึกฝนทักษะการสื่อสาร การยอมรับความคิดเห็นที่หลากหลาย การเคารพผู้อื่น และการแก้ไขปัญหาาร่วมกัน ซึ่งล้วนเป็นองค์ประกอบสำคัญของการทำงานเป็นทีมที่ดี โดยเฉพาะสำหรับนักเรียนที่มีความบกพร่องทางสติปัญญาซึ่งมักมีข้อจำกัดในด้านทักษะทางสังคมและการร่วมมือ ผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ Prodigy (2022, Online) ที่ระบุว่าการจัดการเรียนรู้ในลักษณะหมุนเวียนฐานส่งเสริมทักษะการทำงานร่วมกันและความรับผิดชอบต่อบทบาทหน้าที่ของตนเองในกลุ่มและสอดคล้องกับงานวิจัยของ Seehapanya and Thaithani (2015, pp. 2038-2048) ซึ่งพบว่าการเรียนรู้แบบสืบเสาะสามารถพัฒนาทักษะทางสังคมและการร่วมมือกันของผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ เมื่อนำผลการประเมินทักษะการทำงานเป็นทีมรายด้านมาวิเคราะห์ พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยสูงที่สุดในด้านการยอมรับนับถือซึ่งกันและกัน เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการหมุนเวียนฐานเน้นการมีส่วนร่วมและความเท่าเทียมกันของสมาชิกภายในกลุ่ม ผู้เรียนแต่ละคนได้รับมอบหมายหน้าที่ที่เหมาะสมกับความสามารถของตนเอง ทำให้เกิดการมองเห็นคุณค่าของตนเองและผู้อื่น อีกทั้งครูยังให้คำชื่นชมและเสริมแรงเชิงบวกเมื่อผู้เรียนแสดงพฤติกรรมที่เหมาะสม ส่งผลให้เกิดการสร้างสัมพันธ์ภาพที่ดีและความรู้สึกเป็นเจ้าของร่วมกันในทีม ผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ Trakulserith (2006, pp. 9-11) ที่ชี้ว่าการยอมรับและให้เกียรติซึ่งกันและกันเป็นพื้นฐานของความร่วมมือในกลุ่ม และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Prodigy (2022, Online) ซึ่งพบว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการมีส่วนร่วมอย่างเท่าเทียมกันมีส่วนช่วยพัฒนาทักษะด้านมนุษยสัมพันธ์และการยอมรับผู้อื่นในกลุ่มได้อย่างชัดเจน สรุปได้ว่าการนำการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการเรียนรู้แบบหมุนเวียนฐานมาประยุกต์ใช้ร่วมกัน ไม่ได้เพียงแค่ช่วยพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางสติปัญญา แต่ยังช่วยส่งเสริมทักษะการทำงานเป็นทีม ซึ่งเป็นทักษะที่สำคัญทั้งในด้านการศึกษาและในชีวิตการทำงานในอนาคต ด้วยกระบวนการที่เน้นการมีส่วนร่วม การตั้งคำถาม การแลกเปลี่ยนความคิดเห็น และการทำงานร่วมกัน ทำให้นักเรียนได้เรียนรู้ทั้งทักษะการสื่อสาร การคิดวิเคราะห์ และการแก้ปัญหาที่จะช่วยให้นักเรียนมีความพร้อมในการเผชิญกับปัญหาต่าง ๆ ในชีวิตจริงได้ดียิ่งขึ้น โดยเฉพาะในบริบทของการศึกษา การเรียนรู้ที่มุ่งเน้นการพัฒนาทักษะการทำงานร่วมกันจะช่วยเพิ่มคุณค่าให้กับนักเรียนที่มีความบกพร่องทางสติปัญญา สามารถเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ได้อย่างเต็มที่ และส่งผลให้เกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ รวมถึงสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในสังคมและชีวิตการทำงานได้จริง

6. ข้อเสนอแนะ

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการหมุนเวียนฐานเป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่นิยมในปัจจุบัน แต่สำหรับนักเรียนที่มีความบกพร่องทางสติปัญญา การเรียนรู้รูปแบบนี้ยังไม่เป็นที่แพร่หลาย เนื่องจากข้อจำกัดของนักเรียน และความกังวลของผู้สอนที่ไม่แน่ใจว่าวิธีการสอนดังกล่าวสามารถใช้กับนักเรียนได้ จากการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยขอเสนอแนะทางและข้อควรคำนึงในการจัดการเรียนรู้ให้กับนักเรียน ดังนี้ ผู้สอนควรออกแบบกิจกรรมที่ใช้กระบวนการสืบเสาะในระดับที่เหมาะสม เช่น การสังเกตสิ่งของที่อยู่รอบตัว แล้วตอบคำถามง่าย ๆ หรือการทดลองที่เห็นผลลัพธ์ทันที อย่างการเปรียบเทียบปริมาตรใช้สื่อและแหล่งเรียนรู้ที่สามารถเข้าถึงได้ รวมถึงสื่อเทคโนโลยีที่เหมาะสม เช่น วิดีโอสั้นพร้อมคำอธิบายเสียง เกมการศึกษา เป็นต้น ในแต่ละฐานการเรียนรู้ควรกำหนดจุดประสงค์อย่างชัดเจน ใช้กิจกรรมที่หลากหลาย เน้นการทำงานเป็นทีม กระตุ้นให้เกิดการมีส่วนร่วมโดยมีการแบ่งบทบาทหน้าที่ตามความสามารถของแต่ละคน ใช้วิธีการประเมินที่หลากหลาย เช่น การชี้ตอบ ประเมินจากชิ้นงาน หรือการปฏิบัติ เป็นต้น ทั้งนี้ ผู้สอนควรคำนึงความสามารถของนักเรียน โดยการออกแบบกิจกรรมที่เหมาะสมกับระดับพัฒนาการและการรับรู้ของแต่ละบุคคล คอยสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนและสามารถปรับเปลี่ยนรูปแบบกิจกรรมให้เหมาะสมตามความจำเป็น ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยในอนาคต ควรมีการติดตามผลในระยะยาว เช่น 3-6 เดือน หรือ 1 ปี หลังการจัดกิจกรรม เพื่อประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคงทนของความรู้ และพฤติกรรมทางสังคมที่เปลี่ยนแปลง

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยครั้งนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความอนุเคราะห์และความช่วยเหลือจากผู้ที่เกี่ยวข้องหลายฝ่าย ขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จตุพร เลิศศิริรังสรรค์ ดร.ผุสดี กลิ่นเกสร ดร.อนุสร หงส์ขุนทด ดร.นวรรตน์ แซ่ไคว้ และนางสุภรณ์ บุญมีรอด ที่กรุณาตรวจสอบ และให้ข้อเสนอแนะปรับปรุงเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ขอขอบพระคุณผู้อำนวยการ และคณะครูโรงเรียนสุพรรณบุรีปัญญานุกูล จังหวัดสุพรรณบุรี ที่อนุญาตให้ทำการทดลองและคอยอำนวยความสะดวกในการเก็บรวบรวมข้อมูลวิจัย ขอขอบใจนักเรียนทุกคนที่ให้ความร่วมมือ ให้ผู้วิจัยได้เก็บข้อมูลในการวิจัยนี้ได้เป็นอย่างดี และขอกราบขอบพระคุณบิดามารดา ที่ให้การสนับสนุนแก่ผู้วิจัยด้วยดีเสมอมา ผู้วิจัยได้รับประกาศนียบัตรรับรองการอบรมหลักสูตรอบรมจริยธรรมการวิจัย การคุ้มครองการวิจัยในมนุษย์ ของสำนักงานการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ร่วมกับชมรมจริยธรรมการวิจัยในคนในประเทศไทย และสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ให้ไว้ ณ วันที่ 19 กรกฎาคม พ.ศ. 2566 และรับรองถึงวันที่ 18 กรกฎาคม พ.ศ. 2568 ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

เอกสารอ้างอิง

- Arayawinyu, P. (1999). *Education for special need students*. Wankaew. (in Thai)
- Beaver, J. K., Hallar, B., & Westmaas, L. (2014). *Blended learning: defining models and examining Conditions to support implementation*. <https://www.researchforaction.org/wp-content/uploads/2021/07/Blended-Learning-PERC-Research-Brief-September-2014.pdf>.
- Chansakul, S., & Baworkitiwong, S. (2017). Nonparametric statistics and its applications in nursing research. *EAU Academic Journal: Science and Technology*, 11(1), 38-48. <https://he01.tci-thaijo.org/index.php/EAUHJSci/article/view/74360/68144>. (in Thai)
- Dechakupt, P. (2011). *Learner-Centered Instruction*. The Master Group Management. (in Thai)
- Densiriaksorn, P. (2019). *Intellectual Disability*. <https://th.ajanukul.go.th/ข้อมูลวิชาการ:%E0%B8%81กลุ่มโรคสำคัญ/ภาวะบกพร่องทางสติปัญญา>. (in Thai)
- Douma, K. (2020, September 29). How to Make Station Rotation Work During Hybrid Learning. <https://www.edutopia.org/article/how-make-station-rotation-work-during-hybrid-learning/>.

- Hongpanich, W. (2017). The effect of learning process with inquiry method on fundamentals of science ii to enhancing analytical thinking abilities and teamwork for mathayomsuksa iv students. [Master's thesis]. Dhurakij Pundit University. <https://libdoc.dpu.ac.th/thesis/Vimantana.Hon.pdf>. (in Thai)
- Kaemmani, T. (2023). *Teaching science: Knowledge for effective learning process management* (23rd ed.). Chulalongkorn University Press. (in Thai)
- Larsari, V. N., Dhuli, R., & Chenari, H. (2023). *Station rotation model of blended learning as generative technology in education : Evidence-based research*. In S. Motahhir, & B. Bossoufi (Eds.), *Digital Technologies and Applications. Proceedings of ICDTA'23, Fez, Morocco, Volume 1* (pp. 441-450). LNNS.
- Laohpaiboon, P. (1999). *Guidelines for teaching science*. (3rd ed.). Thai Watthanapanit. (in Thai)
- Malawai, N., Choochom, O., & Peungposop, N. (2021). Student teamwork: Causal factors and research suggestions. *Journal of Roi Keansarn Academi*, 7(3), 425-438. <https://so02.tci-thaijo.org/index.php/JRKSA/article/view/252945/171730>. (in Thai)
- Ministry of Education. (1999). National education act, B.E. 2542 (1999), as amended by the amendment act (No. 2), B.E. 2545 (2002). Prime Minister's Office. (in Thai)
- Hegwood, V. (2022). *How to shake up your teaching routine with the station rotation model*. <https://www.prodigygame.com/main-en/blog/station-rotation/>.
- Mustaji, B., & Arianto, F. (2023). The effect of the station rotation model on the collaborative skills of eighth-grade junior high school students. *International Journal of Science Academic Research*, 4(7), 5932-5934. <https://www.scienceijsar.com/sites/default/files/article-pdf/IJSAR-1676.pdf>.
- Office of the National Education Commission. (2009). Announcement on the classification and criteria of students with disabilities in education, B.E. 2552 (2009). Prime Minister's Office. (in Thai)
- Prodigy. (2022). *How to shake up your teaching routine with the station rotation model*. <https://www.prodigygame.com/main-en/blog/station-rotation/>.
- Samransuk, P. (2022). Blended learning: Overcoming the challenges of learning. *Vidyajarn Journal*, 121(1), 51-53. (in Thai)
- Sarayutphitak, J. (2022). *Health education management in the 21st century*. Chulalongkorn University Press. (in Thai)
- Seehapanya, A., & Thaithani, P. (2015). The effect of group-based inquiry learning on science academic achievement and collaboration behavior of grade 7 students at Chumchon Ban Dan School, Nakhon Ratchasima Province. In R. Wimolsiri (Ed.), *Abstracts and full Papers. 34th the national graduate research conference* pp. 2038-2048. <https://gsbooks.gs.kku.ac.th/58/the34th/pdf/HMP17.pdf>. (in Thai)
- Singbunta, R. (1998). *The 5S activity experiment in developing teamwork and participation in Amnat Charoen Hospital*. Mahidol University. (in Thai)
- Sinthaphanon, S. (2015). *Modern teacher's learning management to develop 21st century learners' skills*. 9119 Technic Printing. (in Thai)
- Suphanburipanyanukul School. (2023). Self-Assessment Report: SAR for earlychildhood and basic education levels academic year 2566. Suphanburipanyanukun School. (in Thai)

The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (2003). Organization of science learning content in the basic education curriculum. n.p. (in Thai)

Trakulserith, W. (2006). Teamwork. Academic Promotion Center. (in Thai)

“ข้อคิดเห็น เนื้อหา รวมทั้งการใช้ภาษาในบทความถือเป็นความรับผิดชอบของผู้เขียน”

Research article

การศึกษาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

A STUDY OF ANALYTICAL THINKING FOR MATTHAYOMSUKSA 2 STUDENTS

สัจพพร รัตน์*

Satjaphon Rattana*

E-mail: Satjaphon.r@ds.ru.ac.th*

โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยรามคำแหง (ฝ่ายมัธยม), คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง กรุงเทพมหานคร 10240 ประเทศไทย
The demonstration school of Ramkhamhaeng University, Faculty of Education Ramkhamhaeng University,
Bangkok 10240 Thailand

Journal of Industrial Education. 2025, Vol. 24 (No. 1), <https://doi.org/10.55003/JIE.24111>

Received: March 26, 2025, | Revised: April 4, 2025, | Accepted: April 27, 2025

ABSTRACT

The study of analytical thinking ability for Mathayom 2 students is an organization of learning to enable students to think analytically. This research sample group was 84 students from three classes of The Demonstration School of Ramkhamhaeng University in the first semester of academic year 2023. Purposive sampling was the method used for selecting the sample. The research tools were 1) science lesson plan about materials in everyday life, 2) analytical thinking ability test about materials in everyday life, 3) science learning achievement test about materials in everyday life, and 4) students' satisfaction toward development of science learning. The statistics used to analyze the data were mean standard deviation, and t-test. The result found that students who have learnt about material in everyday life via the 5E inquiry-based learning had post learning analytical thinking abilities higher than pre learning at the .05 level of significance. The students had post learning achievement higher than pre learning at the .05 level of significance and the overall of students' satisfaction toward development of science learning was at the highest level.

Keywords: Analytical thinking, Achievement, Satisfaction, Science, The 5E of inquiry-based learning

บทคัดย่อ

การศึกษาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เป็นการจัดการเรียนรู้ให้นักเรียนสามารถในการคิดวิเคราะห์ กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยรามคำแหง (ฝ่ายมัธยม) ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 3 ห้องเรียน รวม 84 คน โดยวิธีการเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้ 2) แบบทดสอบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ 3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์ และ 4) แบบทดสอบความพึงพอใจของนักเรียน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าที ผลวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ โดยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5E) เรื่อง วัสดุในชีวิตประจำวัน มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ โดยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5E) เรื่อง วัสดุในชีวิตประจำวัน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์ ในภาพรวมพบว่ามีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด

คำสำคัญ: ความสามารถในการคิดวิเคราะห์, ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน, ความพึงพอใจ, วิทยาศาสตร์, กระบวนการสืบเสาะ 5E

1. บทนำ

ในช่วงหลายปีที่ผ่านมาประเทศไทยให้ความสำคัญกับการพัฒนาเศรษฐกิจเป็นหลักจนละเลยการพัฒนาทางการศึกษา ส่งผลให้ประเทศไทยไม่สามารถเจริญเติบโตได้อย่างยั่งยืน และท่ามกลางกระแสความเจริญทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีระดับโลก ทำให้ประเทศไทยเผชิญกับการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว เทคโนโลยีใหม่ ๆ ที่เกิดขึ้นและเข้ามาเป็นส่วนหนึ่งของชีวิตประจำวันของผู้คนด้วยเหตุนี้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจึงมีบทบาทสำคัญในการขับเคลื่อนเศรษฐกิจและสังคม อย่างไรก็ตาม การเปลี่ยนแปลงที่รวดเร็วนำมาซึ่งปัญหาต่าง ๆ มากมาย โดยเฉพาะประชาชนส่วนหนึ่งยังขาดทักษะการคิด-วิเคราะห์ ไม่สามารถเชื่อมโยงความรู้เพื่อประยุกต์ใช้กับสถานการณ์จริงได้ ส่งผลให้ไม่สามารถรับมือหรือแก้ไขปัญหาทั้งง่ายและซับซ้อนในชีวิตประจำวันได้ (Chaiyasuk & Yuenyong, 2021, pp. 45-46) เพื่อพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ให้มีคุณภาพ สอดคล้องกับบริบทของสังคมไทยและการเปลี่ยนแปลงของโลก การจัดการเรียนการสอนจำเป็นต้องเน้นการพัฒนาทักษะที่หลากหลาย โดยเฉพาะในรายวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งถือเป็นรากฐานของการพัฒนาประเทศในยุคเทคโนโลยี ถึงแม้ว่าหลักสูตรและเป้าหมายของการเรียนวิทยาศาสตร์จะได้รับการปรับปรุงมาโดยตลอด แต่ผู้เรียนส่วนใหญ่มักมีทัศนคติว่าวิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่ยาก และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชานี้ในระดับต่ำ ปัญหาดังกล่าวส่วนหนึ่งเกิดจากการเรียนการสอนที่ยังคงเน้นการท่องจำมากกว่าการส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ ส่งผลให้ผู้เรียนขาดทักษะในการตั้งคำถาม การแก้ปัญหา และการสังเคราะห์ความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งเป็นทักษะสำคัญในการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 หากการเรียนรู้ยังคงจำกัดอยู่เฉพาะในตำรา โดยไม่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากสถานการณ์จริงหรือฝึกคิดอย่างมีระบบ อาจส่งผลต่อการพัฒนาศักยภาพของผู้เรียน และเป็นอุปสรรคต่อการพัฒนาประเทศในระยะยาว (Nawarat & Khaokhiew, 2021, pp. 91-92)

การคิดวิเคราะห์เป็นทักษะที่มีความสำคัญต่อการเรียนรู้ของนักเรียนในทุกระดับการศึกษา โดยเฉพาะในปัจจุบันที่ข้อมูลมีความหลากหลายและสามารถเข้าถึงได้ง่ายขึ้นผ่านเทคโนโลยีดิจิทัล นักเรียนจำเป็นต้องมีความสามารถในการประมวลผลข้อมูล แยกแยะ ตรวจสอบ และประเมินข้อมูลอย่างมีวิจารณญาณ เพื่อให้สามารถตัดสินใจได้อย่างเหมาะสม การมีทักษะการคิดวิเคราะห์ช่วยให้นักเรียนสามารถใช้ข้อมูลต่าง ๆ ได้อย่างมีเหตุผล (Lai, 2020, pp. 26-27) ทักษะการคิดวิเคราะห์ไม่เพียงแต่ช่วยให้นักเรียนสามารถเข้าใจและเรียนรู้เนื้อหาได้อย่างดียิ่งขึ้น ยังช่วยส่งเสริมความสามารถในการแยกแยะระหว่างข้อเท็จจริงจากความคิดเห็น ผู้เรียนจึงจำเป็นต้องได้รับการฝึกฝนอย่างต่อเนื่อง จึงจะสามารถพัฒนาให้เกิดความชำนาญ (Paul & Elder, 2020, pp. 45-46) การพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ยังสามารถช่วยเชื่อมโยงกับทักษะอื่น ๆ ที่สำคัญอีกหลายด้าน เช่น การแก้ปัญหาด้วยเหตุผล การสื่อสารอย่างมีประสิทธิภาพ การแยกแยะข้อเท็จจริง และความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่นในสภาพแวดล้อมที่มีความหลากหลาย การคิดวิเคราะห์สามารถเกิดขึ้นได้ผ่านการจัดกิจกรรมในห้องเรียน เช่น การทำงานกลุ่ม การอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็น หรือการวิเคราะห์กรณีศึกษา ล้วนช่วยให้นักเรียนได้ฝึกคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Brookfield, 2020, pp. 61-62)

ผู้สอนควรจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับความสนใจ ความถนัด และศักยภาพของผู้เรียน โดยเน้นให้เกิดจากประสบการณ์จริง ฝึกปฏิบัติ ทำเป็น คิดเป็น และจัดบรรยากาศการเรียนรู้ สภาพแวดล้อม จัดสื่อการเรียนรู้ที่เหมาะสม เพื่อนำไปสู่เป้าหมายของการพัฒนาผู้เรียนให้เป็น “คนเก่ง คนดี และมีความสุข” อย่างแท้จริง (Office of the Basic Education Commission, 2021, p. 34) การจัดการเรียนการสอนในปัจจุบันมีเป้าหมายเพื่อพัฒนาผู้เรียนให้เป็นเลิศทั้งทางด้านวิชาการและทักษะชีวิต โดยเฉพาะการพัฒนาทักษะทางด้านการคิดวิเคราะห์ การสื่อสารสองภาษา การคิดสร้างสรรค์และการพัฒนาความคิดเชิงวิพากษ์ โดยใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5E) ซึ่งเป็นกระบวนการที่มีการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ใน 5 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ระบุปัญหา 2) การตั้งสมมติฐาน 3) การทดลองการออกแบบ 4) การเก็บรวบรวมข้อมูล และ 5) สรุปผลการทดลอง (Bybee et al., 2020, pp. 12-14) กระบวนการนี้จะช่วยพัฒนาผู้เรียนให้มีทักษะในการคิดวิเคราะห์สามารถแสดงออกและกล้าซักถามหรือโต้แย้งอย่างมีเหตุผล จะนำไปสู่การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาต่าง ๆ อย่างมีประสิทธิภาพ (Liu, 2019, pp. 115-125) การนำวิธีการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอนมาประยุกต์ใช้ จะช่วยส่งเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์และการสื่อสารของนักเรียนได้อย่างดี (Roth, 2004, pp. 101-110) นอกจากนี้การเรียนรู้เรื่องวัสดุในชีวิตประจำวันมีความสำคัญเป็นอย่างมาก เนื่องจากเป็นองค์ประกอบพื้นฐานที่มนุษย์ใช้ในการดำรงชีวิตในหลาย ๆ ด้าน ทั้งด้านที่อยู่อาศัย เครื่องนุ่งห่ม อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ การขนส่ง รวมถึงเครื่องมือเครื่องใช้ต่าง ๆ วัสดุแต่ละประเภทมีคุณสมบัติเฉพาะมีความเหมาะสมในการใช้งานแตกต่างกัน นอกจากนี้ การเลือกใช้วัสดุอย่างเหมาะสมและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม เพื่อช่วยลดปัญหาขยะที่มีมากจนเกินไป และช่วยลดการเกิดปัญหาโลกร้อนได้ (Callister & Rethwisch, 2020, p. 4)

จุดประสงค์ของการวิจัย คือ เพื่อศึกษาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จากเครื่องมือวิจัยที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นและผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน แล้วนำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยรามคำแหง (ฝ่ายมัธยม) จำนวน 84 คน แล้วศึกษาผลความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์ เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนให้ดียิ่งขึ้น และฝึกฝนให้นักเรียนสามารถสังเกต วิเคราะห์ข้อมูล และแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ ซึ่งเป็นทักษะสำคัญในการแก้ปัญหา การตัดสินใจ การวางแผนในการทำงาน การใช้เหตุผล ตลอดจนนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การคิดวิเคราะห์ (Analytical thinking) เป็นกระบวนการทางปัญญาที่มุ่งเน้นการแยกแยะองค์ประกอบต่าง ๆ ของข้อมูลหรือสถานการณ์อย่างเป็นระบบ เพื่อทำความเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผล การตรวจสอบ ข้อเท็จจริง วิเคราะห์หลักการที่เกี่ยวข้องเพื่อประเมินความน่าเชื่อถือของข้อมูล ช่วยให้สามารถจัดโครงสร้างความคิดอย่างมีเหตุผล เพื่อการตัดสินใจหรือแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งเป็นทักษะสำคัญในศตวรรษที่ 21 (Robinson & Aronica, 2020, pp. 88-90) การคิดวิเคราะห์เป็นการคิดอย่างใคร่ครวญไตร่ตรอง เริ่มต้นจากสถานการณ์ที่ไม่ชัดเจนและสิ้นสุดด้วยสถานการณ์ที่ชัดเจน (Facione, 2020, p. 15) การคิดเป็นกิจกรรมทางสมองที่เกิดขึ้นตลอดเวลา การคิดที่เราสนใจเป็นการคิดอย่างมีจุดมุ่งหมาย (Directed thinking) เป็นการคิดที่นำไปสู่เป้าหมายชัดเจน เช่น การหาข้อสรุป การตัดสินใจ หรือการแก้ไขปัญหาเฉพาะด้านการคิดเป็นนามธรรมที่มีลักษณะซับซ้อน ไม่สามารถมองเห็นหรือสังเกตได้โดยตรง จึงต้องอาศัยหลักการวัดทางจิตมิติ (Psychometrics) มาช่วยประเมินหรือวัดกระบวนการคิด (Sternberg & Sternberg, 2021, pp. 112-113) การคิดเชิงวิเคราะห์ยังเป็นการแสวงหาข้อเท็จจริง (Fact) ตรรกะ (Logic) ทิศทาง (Direction) หาเหตุผล (Reason) และมุ่งแก้ปัญหา (Problem - solving) (Kammanee, 2002, p. 111) นอกจากนี้ยังมีการศึกษาเรื่อง การศึกษาความสามารถในการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องแสง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค KWDL พบว่าความสามารถในการคิดวิเคราะห์ทางการเรียนของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับ เทคนิค KWDL สูงกว่าการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (Kruetiwa, 2018, p.4) การศึกษาเรื่อง การพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์และความคิดสร้างสรรค์โดยการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสเต็มศึกษา พบว่าการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสเต็มศึกษาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (Nakakulbut, 2021, pp. 241-256) การคิดวิเคราะห์เป็นทักษะสำคัญที่จำเป็นอย่างยิ่งสำหรับการดำเนินชีวิตประจำวัน ส่งผลให้การกระทำด้านต่าง ๆ มีเหตุผลดีขึ้น และเป็นวิธีการที่บุคคลใช้ประเมินผลตนเอง เพื่อให้รู้ว่า

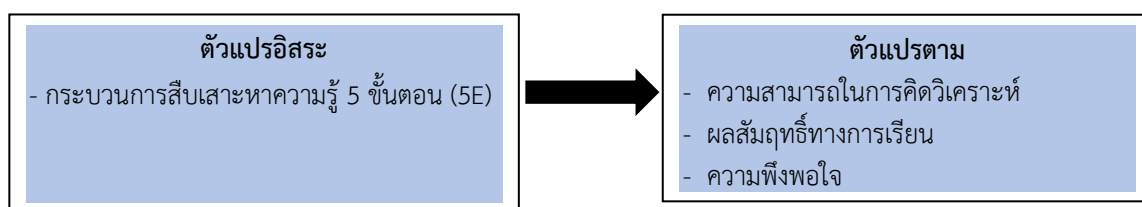
ตนเองมีวิธีการให้เหตุผลและตัดสินใจเรื่องต่าง ๆ อย่างสมบูรณ์เพียงใด การคิดวิเคราะห์จึงเป็นองค์ประกอบที่สำคัญสำหรับการสร้างความเจริญ ทั้งแก่บุคคลและวิทยาการต่าง ๆ ในทุก ๆ สาขา (Waengubon, 2023, p. 53)

การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ประกอบด้วยขั้นตอน 5 ขั้นตอน ได้แก่ กระตุ้นความสนใจ สำรวจ อธิบาย ขยายความรู้ และประเมินผล ซึ่งมีประสิทธิภาพในการพัฒนาทักษะต่าง ๆ ของผู้เรียน (Phonyiam & Prasertsang, 2024, pp. 68-85) การศึกษาเรื่อง การพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค POE เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ เรื่อง การเคลื่อนที่และแรง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการ เรื่องการเคลื่อนที่และแรง ของนักเรียนหลังเรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค POE สูงกว่าเกณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (Phuduangchit, 2020, pp. 81-83) นอกจากนี้ การใช้กระบวนการ 5E ส่งผลให้ผู้เรียนมีความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยหลังจากการเรียนรู้ ผู้เรียนมีคะแนนเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (Janprieng et al., 2024, p. 1) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้วัดปริมาณความรู้ ความสามารถ ทักษะเกี่ยวกับด้านวิชาการที่เด็กได้เรียนรู้มาในอดีตว่ารับรู้ได้มากน้อยเพียงใด โดยทั่วไปมักใช้หลังจากทำกิจกรรมเรียบร้อยแล้ว เพื่อประเมินการเรียนรู้การสอบว่าได้ผลเพียงใด (Phatra, 1991, p. 23) การศึกษาเรื่อง การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่องการแยกสาร โดยใช้เทคนิคเกมมิฟิเคชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนราชินีโต จังหวัดศรีสะเกษ พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่องการแยกสาร ของนักเรียน มีคะแนนเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (Suebsurmrarn & Peangta, 2022, p. 86) การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์กายภาพของนักศึกษาที่ Southern Colorado State College โดยใช้บทเรียนสำเร็จรูปกับการสอนตามปกติ กลุ่มทดลองสอนโดยใช้บทเรียนสำเร็จรูป กลุ่มควบคุมสอนแบบปกติ พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองไม่แตกต่างกัน (Bard, 1975, p. 5947-A) การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยเทคนิคกลุ่มเกมแข่งขัน พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยเทคนิคกลุ่มเกมแข่งขัน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (Chueapanya et al., 2021, p. 134) ความพอใจ คือ ความรู้สึก (Feeling) มีความสุขเมื่อประสบผลตามสำเร็จตามความคาดหวังความต้องการจากแรงจูงใจ (Wolman, 1973, p. 45) นอกจากนี้ยังพบว่า การศึกษาการพัฒนาแบบการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่าความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อรูปแบบโดยรวมอยู่ในระดับมาก และผลการประเมินความเหมาะสมของรูปแบบโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด (Nonglak, 2565, p. 45)

3. วิธีดำเนินการวิจัย

กรอบแนวคิดในการวิจัย

การศึกษาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผู้วิจัยเสนอรายละเอียดดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

ขอบเขตการวิจัย

ประชากรในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยรามคำแหง (ฝ่ายมัธยม) ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 9 ห้องเรียน มีนักเรียนทั้งสิ้น 255 คน นักเรียนทั้งหมดในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ได้เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง วัสดุในชีวิตประจำวันเหมือนกันทั้งประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยรามคำแหง (ฝ่ายมัธยม) ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 3 ห้อง ได้แก่ห้อง ม.2/2 ม.2/6 และ ม.2/7 โดยวิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling) จำนวน 84 คน โดยแต่ละห้องเรียนมีการจัดนักเรียนแบบละความสามารรถ

ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ตัวแปรอิสระ คือ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การสอนแบบสืบเสาะ 5E และตัวแปรตาม คือ ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และความพึงพอใจต่อการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง วัสดุในชีวิตประจำวัน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง วัสดุในชีวิตประจำวัน จำนวน 4 แผนการเรียนรู้ แผนละ 2 ชั่วโมง รวม 8 ชั่วโมง ได้แก่ 1) พอลิเมอร์ 1 2) พอลิเมอร์ 2 3) เซรามิกส์และวัสดุผสม และ 4) การใช้วัสดุอย่างประหยัดและคุ้มค่า และได้กำหนดดัชนีความสอดคล้อง (IOC) จากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ซึ่งมีค่าระหว่าง 0.80-1.00

2. แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่อง วัสดุในชีวิตประจำวัน เป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย มี 5 สถานการณ์ รวม 10 ข้อ จำนวน 84 ชุด นำแบบทดสอบไปทดลองใช้ (Try out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 40 คน และให้ครู 2 ท่าน ตรวจสอบเกณฑ์ที่กำหนด จากนั้นนำแบบทดสอบไปวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) โดยกำหนดค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.20-0.80 และค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป แบบทดสอบนี้ได้ค่าความยากง่าย (p) มีค่าตั้งแต่ 0.23-0.40 และค่าอำนาจจำแนก (r) มีค่าตั้งแต่ 0.47-0.80

3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง วัสดุในชีวิตประจำวัน เป็นแบบปรนัย เลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ จำนวน 84 ชุด นำแบบทดสอบไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ประเมินค่าความสอดคล้อง (IOC) พบว่า มีค่าระหว่าง 0.80 – 1.00 นำแบบทดสอบไปทดลองใช้ (Try out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 40 คน จากนั้นนำแบบทดสอบไปหาค่าความยากง่าย (p) และอำนาจจำแนก (r) โดยใช้เทคนิค 27% ของจุง เต๋ ฟาน (Fan, 1952, p. 2) เลือกข้อที่มีความยากง่าย (p) ระหว่าง 0.20 - 0.80 และมีค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป โดยแบบทดสอบมีค่าความยากง่าย (p) มีค่าตั้งแต่ 0.28-0.77 และค่าอำนาจจำแนก (r) มีค่าตั้งแต่ 0.26-0.65 และหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยคำนวณจากสูตร KR -20 ของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน (Phuangrat, 1997, p. 123) พบว่ามีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.84

4. แบบวัดความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์ นำแบบประเมินความพึงพอใจที่คัดเลือกไว้ โดยสอบถามความคิดเห็นของนักเรียน 4 ด้าน คือ 1) ด้านกิจกรรมการเรียนการสอน 2) ด้านครูผู้สอน 3) ด้านบรรยากาศการเรียนรู้อ และ 4) ด้านสื่อการเรียนรู้อ จำนวน 20 ข้อ มีเกณฑ์การพิจารณา 5 ระดับ คือ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุดและนำไปหาค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดความพึงพอใจ พบว่ามีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.94

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัย เชิงทดลอง (Experimental research) โดยใช้รูปแบบ การทดลองแบบกลุ่มเดียววัดก่อนและหลัง (One-group pretest-posttest design) ตามแนวทางของ (Campbell & Stanley, 1963, pp. 5-6)

1. ผู้วิจัยนำเข้าสู่บทเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์ หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง วัสดุในชีวิตประจำวัน แนะนำรายละเอียดเนื้อหา รายวิชาและกิจกรรมการจัดเรียนรู้ ให้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยรามคำแหง (ฝ่ายมัธยม) จำนวน 84 คน แล้วจึงให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Mean) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) และค่าสถิติที (t-test dependent samples)

2. ผู้วิจัยได้อธิบายถึงการจัดการเรียนรู้และหลังจากอธิบาย ชักถาม เพื่อเป็นการทำความเข้าใจเสร็จเรียบร้อยแล้ว ดำเนินการจัดการเรียนรู้ จากนั้นผู้วิจัยจึงให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน (Post-test) สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Mean) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) และค่าสถิติที (t-test dependent samples)

3. ผู้วิจัยขอความร่วมมือจากนักเรียนกรอกข้อมูลแบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยการหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานแล้วนำค่าเฉลี่ยมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ (Srisuksa-at, 2553, p. 99-100)

4. ผลการวิจัย

ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 แสดงดังในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงผลการวิเคราะห์การศึกษาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

การคิดแบบสืบเสาะ (5E)	การทดสอบ	$\bar{X}$	SD	t	Sig.
1. การระบุปัญหา	ก่อนเรียน	7.60	1.35	-8.627	.000*
	หลังเรียน	8.80	1.48		
2. การตั้งสมมติฐาน	ก่อนเรียน	6.90	1.38	-13.127	.000*
	หลังเรียน	8.63	1.16		
3. การทดลองออกแบบ	ก่อนเรียน	5.67	2.37	-11.190	.033*
	หลังเรียน	9.00	2.01		
4. การเก็บรวบรวมข้อมูล	ก่อนเรียน	7.21	1.61	-9.550	.000*
	หลังเรียน	8.92	1.41		
5. สรุปผลการทดลอง	ก่อนเรียน	7.55	1.62	-8.694	.000*
	หลังเรียน	8.70	1.61		
รวมเฉลี่ย	ก่อนเรียน	34.62	4.17	-18.100	.000*
	หลังเรียน	44.06	4.57		

จากตารางที่ 1 พบว่า การวิเคราะห์การศึกษาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 84 คน (n=84) คะแนนเฉลี่ยเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ทั้ง 5 ด้าน มีความแตกต่างกันโดยหลังเรียน สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยคะแนนเฉลี่ยรวมหลังเรียนทั้ง 5 ด้านเท่ากับ ($\bar{X}$ = 44.06, SD = 4.57) สูงกว่าคะแนนเฉลี่ยรวมก่อนเรียน ($\bar{X}$ = 34.62, SD = 4.17)

ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนเรียนและหลังเรียน

การทดสอบ	n	$\bar{X}$	SD	t	Sig.
ก่อนเรียน	84	12.86	4.04	-12.912*	.000*
หลังเรียน	84	17.55	4.13		

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 2 พบว่า คะแนนเฉลี่ยของการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งยอมรับสมมติฐานการวิจัยที่กำหนดไว้ โดยค่าเฉลี่ยหลังการจัดการเรียนรู้อยู่ที่ ($\bar{X}$ = 17.55, SD = 4.13) สูงกว่าก่อนจัดการเรียนรู้อยู่ที่ ($\bar{X}$ = 12.86, SD = 4.04)

ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจต่อการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนต่อการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ประเด็นความพึงพอใจ	$\bar{X}$	SD	ระดับความพึงพอใจ
1. ด้านกิจกรรมการเรียนการสอน			
1. มีกิจกรรมการเรียนที่ส่งเสริมการพัฒนาความคิดและการแสดงความคิดเห็น	4.55	0.72	มากที่สุด
2. มีกิจกรรมการเรียนการสอนที่ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้าด้วยตัวเอง	4.43	0.75	มาก
3. มีกิจกรรมการสอนที่ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมร่วมกัน	4.43	0.83	มาก
4. มีวิธีการสอนที่หลากหลาย เหมาะสมกับผู้เรียนและทันสมัย	4.55	0.77	มากที่สุด
5. มีกิจกรรมการเรียนที่เชื่อมโยงและบูรณาการความรู้กับวิชาอื่น ๆ	4.49	0.74	มาก
เฉลี่ย	4.49	0.80	มาก
2. ด้านครูผู้สอน			
1. ผู้สอนมีการเตรียมการสอนล่วงหน้า	4.58	0.76	มากที่สุด
2. ผู้สอนมีความรู้ในเนื้อหาที่สอน	4.58	0.78	มากที่สุด
3. ผู้สอนมีความรอบรู้ทันต่อเหตุการณ์ในปัจจุบัน	4.52	0.77	มากที่สุด
4. ผู้สอนให้คำปรึกษาและอำนวยความสะดวกในการเรียน	4.50	0.81	มาก
5. ผู้สอนใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความคิด	4.48	0.81	มาก
เฉลี่ย	4.57	0.75	มากที่สุด
3. ด้านบรรยากาศการเรียนรู้อยู่			
1. บรรยากาศในการเรียนเอื้อต่อการเรียนการสอน	4.54	0.78	มากที่สุด
2. บรรยากาศในการเรียนเป็นไปอย่างราบรื่น และมีความสุข	4.52	0.81	มากที่สุด
3. บรรยากาศในการเรียนทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้น	4.46	0.83	มาก
4. บรรยากาศในการเรียนส่งเสริมให้นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์	4.49	0.83	มาก
5. บรรยากาศในการเรียนเปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม	4.52	0.81	มากที่สุด
เฉลี่ย	4.52	0.75	มากที่สุด
4. ด้านสื่อการเรียนรู้			
1. สื่อการสอนมีความหลากหลาย	4.63	0.64	มากที่สุด
2. สื่อการเรียนการสอนมีจำนวนเพียงพอแก่นักเรียน	4.63	0.71	มากที่สุด
3. สื่อการสอนเข้าใจง่าย ทันสมัย เหมาะสมกับผู้เรียน	4.63	0.64	มากที่สุด
4. สื่อการเรียนการสอนสอดคล้องกับมาตรฐาน ตัวชี้วัด และคำอธิบายรายวิชา	4.67	0.65	มากที่สุด
5. เอกสารแบบฝึกหัด ใบงาน มีความหลากหลายสอดคล้องกับบทเรียน	4.69	0.62	มากที่สุด
เฉลี่ย	4.77	0.50	มากที่สุด
เฉลี่ยทั้งหมด	4.63	0.51	มากที่สุด

จากตารางที่ 3 พบว่าโดยด้านค่าเฉลี่ยโดยรวมของความพึงพอใจต่อการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$ = 4.63, SD = 0.51) โดยด้านสื่อการเรียนรู้ค่าเฉลี่ยโดยรวมมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.77, SD = 0.50) รองลงมาคือ ด้านครูผู้สอนมีค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$ = 4.57, SD = 0.75) และด้านบรรยากาศการเรียนรู้ ($\bar{X}$ = 4.52, SD = 0.75) ความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ส่วนด้านกิจกรรมการเรียนการสอนได้ค่าเฉลี่ยลำดับสุดท้าย ($\bar{X}$ = 4.49, SD = 0.80) ความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก

5. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ โดยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5E) เรื่อง วัสดุในชีวิตประจำวัน มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ โดยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5E) เรื่อง วัสดุในชีวิตประจำวัน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์ โดยรวมพบว่ามีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด

ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้นตอน (5E) เรื่องวัสดุในชีวิตประจำวัน ก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่า ผลการศึกษาศาสนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ทั้ง 5 ด้าน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยคะแนนเฉลี่ยรวมหลังเรียนทั้ง 5 ด้านเท่ากับ ($\bar{X}$ = 44.06, SD = 4.57) สูงกว่าคะแนนเฉลี่ยรวมก่อนเรียน ($\bar{X}$ = 34.62, SD = 4.17) จากการวิจัยความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ของนักเรียนทั้ง 5 ด้าน จากตารางที่ 1 พบว่าด้านการทดลองออกแบบมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงขึ้นจากคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน มากกว่าด้านอื่น ๆ โดยคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน ($\bar{X}$ = 5.67, SD = 2.37) และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน ($\bar{X}$ = 9.00, SD = 2.01) เนื่องจากการทดลองออกแบบเป็นการเรียนรู้ที่นักเรียนได้ ปฏิบัติจริง เรียนรู้ และค้นคว้าด้วยตนเอง รวมถึงการคิดวิเคราะห์ในการ หาคำตอบจากกระบวนการทดลองออกแบบ ช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ที่ลึกซึ้งและยั่งยืน (Thongsapaya & Boonkusol, 2024, pp. 68–85) จากการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยมุ่งเน้นการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5E) รวมถึงการใช้ คำถามช่วยกระตุ้นความคิด ทำให้นักเรียนเกิดกระบวนการค้นหาความรู้ เพื่อที่จะตอบปัญหา ข้อสงสัย ทำให้เกิดกระบวนการ ทางความคิด การวิเคราะห์ การสรุปความรู้ด้วยตนเอง ทำให้นักเรียนคิดอย่างเป็นระบบ และเกิดการคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ และ ทำให้เข้าใจในบทเรียนได้ดียิ่งขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ Kittiwut et al. (2021, pp. 262-271) ได้ศึกษาการศึกษา ความสามารถในการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง วัสดุรอบตัว โดยการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 พบว่า การคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้การเรียน แบบร่วมมือเทคนิค STAD มีค่า คะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับ งานวิจัยของ Wimantana (2019, pp. 849-861) ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้วิชา วิทยาศาสตร์พื้นฐาน 2 เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์และการทำงานเป็นทีม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ Kruetiwa (2018, pp. 82-88) ได้ศึกษาการศึกษา ความสามารถในการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง แสง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้วยการจัดการเรียนรู้ แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค KWDL พบว่า ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค KWDL หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้อง กับงานวิจัยของ Wipaporn et al. (2024, pp. 37-56) ศึกษาทักษะการคิดวิเคราะห์ของชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในรายวิชา วิทยาศาสตร์ โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (5Es) พบว่า นักเรียนทุกคนผ่านเกณฑ์การประเมิน 70.0% แนวทางการเรียนรู้ แบบสืบเสาะมีศักยภาพในการเพิ่มทักษะการคิดเชิงวิเคราะห์และนักเรียนระดับความพึงพอใจโดยอยู่ในเกณฑ์บวก และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ Bantaokul and Polyiem (2022, pp. 459-469) ศึกษาการใช้การจัดการเรียนรู้ 5E แบบบูรณา การของการเรียนรู้ ด้วยการสอบถามและการเล่นเกมเพื่อปรับปรุงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านวิทยาศาสตร์ของชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 2 กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5E ร่วมกับการใช้เกม ส่งผลให้เกิดการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของ ผู้เรียนได้ดีขึ้น นอกจากนี้ การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทาง การเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์ โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้นตอน (5E) เรื่องวัสดุในชีวิตประจำวัน ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยค่าเฉลี่ยหลังการจัดการเรียนรู้อยู่ที่ ($\bar{X}$ = 17.56, SD = 4.13) สูงกว่าก่อนจัดการเรียนรู้ ($\bar{X}$ = 12.86, SD = 4.04) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เนื่องจากการเรียนแบบ สืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5E) เป็นรูปแบบของการเรียน ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ทำให้ผู้เรียนมีประสบการณ์ตรงในการเรียนรู้ โดยการแสวงหา และศึกษาค้นคว้า เพื่อสร้างองค์ความรู้ของตนเอง ด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีครูผู้สอนคอยอำนวยความสะดวก และคอยสนับสนุน ทำให้นักเรียนสามารถค้นพบความรู้หรือแนวทางแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้นำความรู้ หลักการ แนวคิดหรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับประเด็นปัญหาที่ผู้เรียนสนใจศึกษา ค้นคว้า และลงมือปฏิบัติ ตามความสามารถและความถนัดของตนเองอย่างเป็นอิสระ ทำให้สามารถนำมาใช้ในชีวิตประจำวันได้ การจัดการเรียนรู้แบบ

สืบเสาะ 5E ยังสามารถใช้ในการจัดการเรียนรู้ร่วมกับเทคนิคอื่น ๆ เพื่อให้ได้ผลดียิ่งขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ Phonyiam and Prasertsang, (2024, pp. 68-85) ศึกษาการจัดการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามระดับสูง เป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา เพื่อส่งเสริมให้เกิดการคิดวิเคราะห์ สามารถนำไปใช้ในการพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียนและพัฒนาวิชาชีพได้ และปรับใช้ในการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น สอดคล้องกับผลการวิจัยของ Srirasa (2021, pp. 127-142) ศึกษาการจัดการเรียนรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ รายวิชาเคมี เรื่องการเกิดปฏิกิริยาเคมี มีคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ของนักเรียน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับผลการวิจัยของ Abdulloh et al. (2018, pp 181-194) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) เรื่องสมดุลเคมี ที่มีต่อแบบจำลองทางความคิด ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ทางการเรียนวิชาเคมี มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมี หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สอดคล้องกับงานวิจัยของ Suwanano (2019, p.1) ได้ศึกษาการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และเจตคติต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยการสอนแบบการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5 Es พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์เรื่องชีวิตกับสิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังการสอนแบบการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5 Es สูงกว่าก่อนใช้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีคะแนนเฉลี่ย ($\bar{X}$ = 23.50) และยังสอดคล้องกับงานวิจัย Srirasa et al. (2021, pp. 1-14) ได้ศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย พบว่าความพึงพอใจของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์รายวิชาเคมีเรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีอยู่ในระดับระดับมากที่สุด นอกจากนี้ จากการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนต่อการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ จากผลการทดลอง พบว่ารายการกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง และรายการกิจกรรมการสอนที่ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมร่วมกัน มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับต่ำที่สุด อาจเกิดจากหลายสาเหตุ ได้แก่ การจัดการเรียนการสอนที่ยังเน้นครูเป็นศูนย์กลางหรือบรรยายมากเกินไป ทำให้นักเรียนมีบทบาทในการเรียนรู้น้อย (Office of the Education Council, 2562, p. 45) นักเรียนบางกลุ่มอาจขาดทักษะที่จำเป็นต่อการเรียนรู้ด้วยตนเอง เช่น ทักษะในการค้นคว้า การคิดวิเคราะห์ และการสรุปสาระสำคัญ (Sattayanurak, 2564, p. 93) อีกทั้ง ครูผู้สอนอาจมีข้อจำกัดด้านเวลา และทรัพยากรในการออกแบบกิจกรรมแบบมีส่วนร่วมทำให้ไม่สามารถจัดกิจกรรมกลุ่มหรือกิจกรรมแบบ Active Learning ได้อย่างเต็มที่ (Phanmanee, 2563, p. 102) การศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนต่อการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ จะนำไปสู่การออกแบบกิจกรรมการเรียนที่เหมาะสมกับความสนใจของนักเรียน จะช่วยเพิ่มความพึงพอใจในการเรียนและส่งเสริมการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Abdulloh et al. (2018, pp. 181-194) ได้ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียน จากการศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) เรื่องสมดุลเคมี ที่มีต่อแบบจำลองทางความคิด ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ทางการเรียนเคมี มีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ อยู่ในระดับมากที่สุดได้คะแนนเฉลี่ย ($\bar{X}$ = 4.52) และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Monpianjan and Puengpetch (2023, pp. 61-72) ได้ศึกษาการศึกษาทักษะการใช้คอมพิวเตอร์ในชีวิตประจำวันและความพึงพอใจ ต่อการจัดกิจกรรมการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่าความพึงพอใจของนักเรียน ต่อการจัดกิจกรรมการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น มีค่าเฉลี่ย 4.55 อยู่ในระดับพึงพอใจมากที่สุด

6. ข้อเสนอแนะ

เพื่อเสริมให้นักเรียนมีทักษะการคิดวิเคราะห์ที่มีประสิทธิภาพ ครูผู้สอนควรออกแบบการจัดการเรียนรู้ให้มีความ น่าสนใจ ทันสมัย ควรเพิ่มกิจกรรมการสอนให้นักเรียนได้ค้นคว้าด้วยตนเองและมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมร่วมกันให้มากขึ้น ควบคู่ไปกับเทคนิคการสอนที่หลากหลาย ใช้สื่อการเรียนรู้ที่น่าสนใจและเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน เช่น คลิปวิดีโอ เกม นอกจากนี้ บทบาทของครูควรเป็นผู้สนับสนุนหรือผู้อำนวยความสะดวกให้กับนักเรียน ที่คอยกระตุ้น แนะนำ ชี้แนะแนวทาง ตลอดจนส่งเสริมให้นักเรียนเกิดแรงจูงใจในการเรียนรู้ด้วยตนเอง และสามารถร่วมมือกับเพื่อนในการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และหลังสิ้นสุดกระบวนการวิจัย ควรนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E ไปปรับใช้กับห้องเรียนอื่น ๆ ที่ไม่ได้อยู่ในกลุ่มตัวอย่าง เพื่อเป็นข้อมูลในการปรับปรุงหรือพัฒนารูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นในอนาคต

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากงบประมาณรายจ่ายจากรายได้มหาวิทยาลัยรามคำแหง ประเภทมหาวิทยาลัย โดยสถาบันวิจัยและพัฒนา งบประมาณประจำปี 2566 และได้รับใบรับรองจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ จากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์มหาวิทยาลัยรามคำแหง เลขที่ RU-HRE 66/0095 ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

เอกสารอ้างอิง

- Abdulloh U-ma, N., Mopan, N., Lateh, A., & Saree, O. (2018). Effect of 5Es inquiry-based learning of chemical equilibrium on mental models, chemistry achievement, and satisfaction of grade 11 students. *Journal of Education, Prince of Songkla University, Pattani Campus*, 30(1), 181-194. (in Thai)
- Bantaokul, P., & Polyiem, T. (2022). The use of integrated 5Es of inquiry-based learning and gamification to improve grade 8 student science learning achievement. *Journal of Educational Issues*, 8(1), 459-469. (in Thai)
- Bard, E. (1975). *Development of a variable-step programmed system of instruction for college physical education. Dissertation Abstracts*, 35(a), 5947-A.
- Brookfield, S. D. (2020). Teaching for critical thinking: Tools and techniques to help students question their assumptions (2nd ed., pp. 61-62). Jossey-Bass.
- Bybee, R. W., Taylor, J. A., Gardner, A., Van Scotter, P., Carlson Powell, J., Westbrook, A., & Landes, N. (2020). *The BSCS 5E instructional model: Creating teachable moments*. (pp. 12-14). BSCS Science Learning.
- Callister, W. D., & Rethwisch, D. G. (2020). *Materials science and engineering: An introduction* (10th ed., p. 4). Wiley.
- Campbell, D. T., & Stanley, J. C. (1963). *Experimental and quasi-experimental designs for research* (pp. 5-6). Rand McNally College Publishing.
- Chaiyasuk, P., & Yuenyong, C. (2021). Developing analytical thinking skills through STEM education in Thai context (pp. 45-46). *Journal of Physics: Conference Series*, 1797(1). IOP Publishing. (in Thai)
- Chueapanya, J., Chaiprasert, P., Thongsorn, P., Sangkarn, P., & Detsri, C. (2019). A study of science achievement and attitude toward science of eighth grade students using cooperative learning team game tournament technique. *Journal of Education and Innovation*, 23(4), 134-145. (in Thai)
- Facione, P. A. (2015). *Critical thinking: What it is and why it counts*. Insight Assessment.
- Fan, C. T. (1952). Note on construction of an item analysis table for the high-low-27-percent group method. *Educational Testing Service*, 1-6.
- Janprieng, T., Wareebor, J., & Kerdthong, A. (2024). The development creativity skills and innovation of students bachelor degree Faculty of Education Rambhai Barni Rajabhat University with inquiry cycle (5Es) and five steps learning management. *Rajabhat Rambhai Barni Research Journal*, 3(1), 1. (in Thai)
- Kammanee, T. (2002). *Teaching methods: Diverse alternatives*. Bangkok: Chulalongkorn University Press. pp. 111.
- Kittiwut, K., Kittiwutkrai, K., & Samrong, S. (2021). A study of analytical thinking ability and academic achievement on the topic "Materials around us" through cooperative learning using the STAD technique of grade 2 students. *Roi Kaen San Journal*, 6(7), 262-271. (in Thai)
- Kruetiwa, J. (2018). *A study of analytical thinking abilities and learning achievement on light of eighth grade students using inquiry learning method (5E) with KWDL technique* [Master's thesis]. Burapha University.

- Lai, E. R. (2020). Critical thinking: A literature review (pp. 26–27). *Pearson Education*.
- Liu, X. (2019). Promoting critical thinking and creativity through inquiry-based science education. *Research in Science Education*, 49(2), 115-125. (in Thai)
- Monpianjan, T., & Puengpetch, S. (2023). Studying daily computer skills and satisfaction with the inquiry cycle (5E) for grade 7 students. *Journal of Educational Management and Research Innovation*, 5(1), 61-72. (in Thai)
- Nakakulbut, C. (2021). The development of analytical thinking and creativity through STEM education-based learning. *Journal of Education, Silpakorn University*, 20(1), 241-256. (in Thai)
- Nawarat, N., & Khaokhiew, R. (2021). Science learning problems in Thai basic education and innovation-based learning development (pp. 91–92). *Journal of Education and Learning*, 15(2), 85-94. (in Thai)
- Nonglak, J. (2022). Development of a learning activity model based on the 5E inquiry-based learning approach combined with problem-based learning (PBL) to promote problem-solving skills for 10th grade students. *Journal of Educational Research*, 12(3), 45-58. (in Thai)
- Office of the Basic Education Commission. (2021). Active learning: Guidelines for enhancing students' competency-based learning. Ministry of Education, Thailand.
<https://www.moe.go.th/activelearning2021>.
- Office of the Education Council. (2019). Research and development report on Active Learning design guidelines. Ministry of Education, Thailand. <https://www.onec.go.th/report2019>.
- Paul, R., & Elder, L. (2014). Critical thinking: Tools for taking charge of your learning and your life. Pearson Education.
- Phanmanee, U. (2020). *Guidelines for designing collaborative learning activities in the 21st century*. Mahasarakham University Press.
- Phatra, N. (1991). *Kan pramen phol lae kan sang bap thotsob [Evaluation and test construction]*. Bangkok: Tipyavisut. pp. 23.
- Phonyiam, P., & Prasertsang, P. (2024). Guidelines for learning management the 5E of inquiry-based learning combined with high level questions technique. *Kalasin University Journal of Humanities, Social Sciences and Innovation*, 3(1), 68-85. (in Thai)
- Phuangrat, T. (2007). *Methods of research in behavioral and social sciences* (7th ed.). Bangkok: Srinakharinwirot University Testing and Psychology Press.
- Phuduangchit, K. (2020). *The development of an inquiry cycle (5E) of instructional model with POE to enhance learning achievement and integrated science process skills in movement and force for Matthayomsuksa 2* [Master's thesis], Mahasarakham University, pp. 81-83.
- Sattayanurak, S. (2021). *Development of self-directed learning skills among secondary school students in the digital era*. Chiang Mai University Press.
- Robinson, K., & Aronica, L. (2020). *Imagine if: Creating a future for us all*. (pp. 88–90). Penguin Books.
- Roth, W.-M. (2004). *Teaching science in a constructivist way: Engaging students in problem-solving and inquiry*. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 4(1), 101–110. (in Thai)
- Srirasa, N. (2021). *Learning management of inquiry-based learning (5E) with electronic books on learning achievement and satisfaction of upper secondary school students* [Master's thesis]. Department of Science Education). Burapha University. 127-142.

- Srirasa, N., Chaiprasert, P., & Chitsirisawat, C. (2021). The learning achievement and satisfaction of upper secondary school students on learning management of inquiry-based learning (5E) with an electronic book. *Journal of Education, Chulalongkorn University*, 49(4), 1-14. (in Thai)
- Srisuksa-at, B. (2010). *Techniques for constructing data collection tools for research* (7th ed.). Bangkok: Srianan Printing.
- Suebsurmrarn, D., & Peangta, A. (2022). The development of science learning achievement on the topic of purification using gamification techniques of Grade 8 students, Rasi Salai School Sisaket Province. *Academic and Research Journal, Northeastern University*, 12(4), 86-98. (in Thai)
- Suwanno, Y. (2019). *Development of learning achievement and attitudes towards science learning of grade 6 students through 5E inquiry-based teaching* [Master's thesis]. Department of Curriculum and Instruction). Hat Yai University.
- Sternberg, R. J., & Sternberg, K. (2021). *Cognitive psychology* (7th ed., pp. 112-113). Cengage Learning.
- Thongsapaya, S., & Boonkusol, T. (2024). The effectiveness of inquiry-based learning 5E teaching model in Human Anatomy and Physiology 2 to enhance analytical thinking and satisfaction of nursing students. *UBRU Journal for Public Health Research*, 3(1), 68-85. (in Thai)
- Waengubon, N. (2023). Critical thinking: Essential 21st century skills. *Journal of Applied Education*, 1(2), 53-66. (in Thai)
- Wimantanana, H. (2017). The effect of learning process with inquiry method on fundamentals of science II to enhancing analytical thinking abilities and teamwork for MathayomSuksa IV students [Master's thesis]. Curriculum and Instruction, Faculty of Education, Dhurakij Pundit University, pp. 849-861.

“ข้อคิดเห็น เนื้อหา รวมทั้งการใช้ภาษาในบทความถือเป็นความรับผิดชอบของผู้เขียน”

Research article

การพัฒนาบทเรียนออนไลน์ เรื่อง อินเทอร์เน็ต ตามรูปแบบการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

THE DEVELOPMENT OF ONLINE LESSONS ON THE INTERNET ACCORDING TO
THE INQUIRY-BASED LEARNING MODEL FOR GRADE 8

วงศ์ตะวัน ยุระพันธ์, บัณฑิตา สกรรัมย์, สุรจักษ์ ปิริยะเชิดชูชัย*, และลาวัณย์ ดุลยชาติ

Wongtawan yuraphan, Banthita Sakornram, Surajak Piriyacherdchoochai*, and Lawan Dulyachart

wongtawan.yu@ksu.ac.th, banthita.sa@ksu.ac.th, surajak.pi@ksu.ac.th, lawan.du@ksu.ac.th

สาขาวิชาเอกคอมพิวเตอร์ คณะศึกษาศาสตร์และนวัตกรรมการศึกษา มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์ จังหวัดกาฬสินธุ์ 46230 ประเทศไทย
Department of Computer, Faculty of Education and Educational Innovation, Kalasin University,
Kalasin 46230 Thailand

Journal of Industrial Education. 2025, Vol. 24 (No. 1), <https://doi.org/10.55003/JIE.24112>

Received: April 14, 2025, | Revised: April 24, 2025, | Accepted: April 29, 2025

ABSTRACT

This research aimed to develop and evaluate the quality of an online lesson on the topic of the Internet, based on the 5E inquiry-based learning model. The study compared students' learning achievement before and after using the lesson, examined learning retention, and explored students' satisfaction with the online lesson. The lesson was developed using the ADDIE model, which consists of five steps: Analysis, Design, Development, Implementation, and Evaluation. The online lesson on the Internet followed the inquiry-based learning model, comprising the steps of: Engage, Explore, Explain, Elaborate, and Evaluate. The lesson was presented through various media formats, including text, still images, animations, videos, and narrated audio. The sample group consisted of 30 Grade 8 students from one class, selected through clusters random sampling from an initial pool of three students. The research instruments included the online lesson, an evaluation form for lesson quality, a learning achievement test, and a student satisfaction questionnaire. The results indicated that the quality of the online lesson on the Internet was rated at the highest level, ($\bar{X} = 4.55$, $SD = 0.50$). The lesson's efficiency was 81.28/80.37, which exceeded the predetermined criteria. Students' learning achievement after using the lesson ($\bar{X} = 8.03$) was significantly higher than before using the lesson ($\bar{X} = 4.20$), at a statistical significance level of 0.05. Moreover, students' satisfaction with the online lesson was rated at the highest level, ($\bar{X} = 4.81$, $SD = 0.51$).

Keywords: Online lessons, Inquiry-based learning, Student satisfaction,

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาและประเมินคุณภาพบทเรียนออนไลน์ เรื่อง อินเทอร์เน็ต ตามรูปแบบการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ โดยเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนรวมทั้งศึกษาความเหมาะสมของบทเรียนออนไลน์และศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนรู้ด้วยบทเรียนออนไลน์ พัฒนาบทเรียนโดยใช้ ADDIE Model 5 ขั้นตอน ได้แก่ การวิเคราะห์ การออกแบบ การพัฒนา การนำไปใช้ และการประเมินผล บทเรียนออนไลน์ เรื่อง อินเทอร์เน็ตนำเสนอตามรูปแบบการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ขั้นตอน ได้แก่ การสร้างความสนใจ การสำรวจและค้นหา การอธิบายและลงข้อสรุป การขยายความรู้ การประเมินผล แสดงผลในรูปแบบข้อความ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว วิดีทัศน์ เสียงบรรยาย กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 3 คน แล้วใช้วิธีการสุ่มแบบกลุ่ม ได้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มา 1 ห้องเรียน จำนวน 30 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ บทเรียนออนไลน์ แบบประเมินความเหมาะสม แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียน ผลการวิจัยพบว่า ผลการประเมินคุณภาพบทเรียนออนไลน์เรื่อง อินเทอร์เน็ต อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.55$, $SD = 0.50$) ผลการหาประสิทธิภาพบทเรียนออนไลน์เรื่อง อินเทอร์เน็ต มีค่าดัชนีประสิทธิภาพเท่ากับ $81.28 / 80.37$ ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน ($\bar{X} = 8.03$) สูงกว่าคะแนนก่อนเรียน ($\bar{X} = 4.20$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.5 และความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนรู้ด้วยบทเรียนออนไลน์เรื่อง อินเทอร์เน็ต อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.81$, $SD = 0.51$)

คำสำคัญ: บทเรียนออนไลน์, การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้, ความพึงพอใจของนักเรียน,

1. บทนำ

ในศตวรรษที่ 21 การเรียนรู้ได้เปลี่ยนแปลงไปอย่างมากจากรูปแบบดั้งเดิมสู่การเรียนรู้ที่เน้นทักษะสำคัญ เช่น การคิดวิเคราะห์ การสื่อสาร การทำงานร่วมกัน และความสามารถในการใช้เทคโนโลยีดิจิทัล การเรียนรู้ในยุคนี้มุ่งเน้นให้ผู้เรียนสามารถปรับตัวและเรียนรู้ตลอดชีวิต โดยเฉพาะอย่างยิ่งผ่านระบบออนไลน์ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนสามารถเข้าถึงแหล่งความรู้ได้ทุกที่ทุกเวลา การเรียนออนไลน์หรือบทเรียนออนไลน์จึงกลายเป็นส่วนสำคัญของการศึกษาในยุคดิจิทัล ซึ่งไม่สามารถเกิดขึ้นได้หากปราศจากการเข้าถึงอินเทอร์เน็ตที่มีคุณภาพ Reaves (2019, pp. 1-22) ได้กล่าวถึงความสำคัญของการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 โดยเฉพาะในบริบทของการปฏิวัติอุตสาหกรรมครั้งที่ 4 (4IR) ซึ่งการเรียนรู้ออนไลน์มีบทบาทสำคัญในการพัฒนาทักษะที่จำเป็นสำหรับอนาคต เช่น ความสามารถในการคิดเชิงวิพากษ์ การแก้ปัญหา และการใช้เทคโนโลยีอย่างมีประสิทธิภาพ

การเรียนรู้ออนไลน์จึงเป็นเครื่องมือสำคัญในการสนับสนุนการพัฒนาทักษะเหล่านี้ เนื่องจากอินเทอร์เน็ตช่วยให้นักเรียนสามารถเข้าถึงแหล่งข้อมูลและองค์ความรู้ที่หลากหลายจากทั่วโลก ทำให้การศึกษาไม่ได้จำกัดอยู่เพียงในห้องเรียน แต่สามารถเกิดขึ้นได้ทุกที่ทุกเวลา ความยืดหยุ่นนี้ช่วยให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ตามจังหวะของตนเอง และปรับการเรียนรู้ตามความสนใจและความต้องการเฉพาะตัวได้ Harasim (2000, pp. 41-61) นอกจากนี้ การใช้เทคโนโลยีเพื่อการเรียนรู้อย่างช่วยเปิดโอกาสในการเชื่อมโยงนักเรียนให้สามารถแลกเปลี่ยนความรู้และทำงานร่วมกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยงานวิจัยพบว่า การเรียนรู้ออนไลน์สามารถเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ได้อย่างชัดเจน Means et al. (2009, p. 18) ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญต่อการสร้างเครือข่ายความรู้และการทำงานร่วมกันในยุคดิจิทัล ในแง่ของแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่สามารถส่งเสริมทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามโมเดล 5Es (Engage, Explore, Explain, Elaborate, Evaluate) เป็นหนึ่งในแนวทางที่มีประสิทธิภาพ โมเดลนี้เน้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้ผ่านการสำรวจและค้นหาด้วยตนเอง โดยการเรียนรู้เริ่มต้นจากการกระตุ้นความสนใจ (Engage) และการสำรวจปัญหาหรือเนื้อหา (Explore) ตามด้วยการอธิบายความรู้ใหม่ (Explain) การขยายความรู้ (Elaborate) และการประเมินผล (Evaluate) ซึ่งกระบวนการเรียนรู้นี้ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ และการจดจำความรู้ได้อย่างลึกซึ้ง

การบูรณาการโมเดล 5Es ของ Raknoy and Mansukpol (2002, pp. 43-56) เข้ากับการเรียนรู้ออนไลน์จะช่วยสร้างสภาพแวดล้อมที่นักเรียนสามารถสำรวจ ค้นคว้า และควบคุมเส้นทางการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยมีการสนับสนุนจากข้อมูลที่หลากหลายและเครื่องมือทางเทคโนโลยีที่ทันสมัย พบว่าการใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E ร่วมกับบทเรียนออนไลน์สามารถส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนได้อย่างมีนัยสำคัญ ทั้งนี้การหาความรู้ผ่านบทเรียนออนไลน์ยังช่วยให้นักเรียนสามารถพัฒนาทักษะการเรียนรู้แบบยืดหยุ่น ส่งเสริมให้มีความพร้อมในการเผชิญกับสังคมที่เปลี่ยนแปลงได้อย่างมั่นคง การผสมผสานระหว่างบทเรียนออนไลน์และโมเดล 5Es จึงถือเป็นแนวทางที่มีศักยภาพในการพัฒนาทักษะศตวรรษที่ 21 เพื่อเตรียมความพร้อมให้นักเรียนสามารถปรับตัวต่อสภาพแวดล้อมในโลกปัจจุบันและอนาคตได้อย่างมีประสิทธิภาพ

จากการสัมภาษณ์ครูผู้สอนในรายวิชาคอมพิวเตอร์ โรงเรียนผิงแดดวิทยาคาร ต.ผิงแดด อ.เมืองมุกดาหาร จ.มุกดาหารพบว่าเนื่องจากเนื้อหาวิชาต้องอาศัยทั้งความรู้และการทำความเข้าใจซึ่งคุณครูใช้การสอนตามหนังสือและสื่อ PowerPoint เป็นหลักทำให้นักเรียนไม่ค่อยสนใจเนื้อหาที่เรียนประกอบกับนักเรียนไม่ค่อยส่งงานทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนลดลง จากที่มาและความสำคัญของปัญหาดังกล่าวมา ผู้วิจัยจึงสนใจพัฒนาบทเรียนออนไลน์ เรื่อง อินเทอร์เน็ต ตามรูปแบบการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ กระบวนการจัดการถ่ายทอดความรู้ที่เน้นด้านสมรรถนะของผู้รับ โดยตัวบทเรียนจะมีการเก็บข้อมูลของนักเรียนและนักเรียนสามารถเรียนรู้ได้ทุกที่ทุกเวลาตามความสะดวกของผู้เรียน โดยผู้ศึกษาคาดหวังว่าบทเรียนออนไลน์ จะนำไปสู่การพัฒนากระบวนการเรียนการสอน ทำให้มีการประยุกต์ใช้สื่อการเรียนการสอนส่งผลให้ผู้เรียนมีการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางเรียนที่สูงขึ้นต่อไป

งานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยจึงมีวัตถุประสงค์ที่จะพัฒนาบทเรียนออนไลน์เรื่อง อินเทอร์เน็ต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ตามรูปแบบการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 ศึกษารายดัชนีประสิทธิภาพของบทเรียนออนไลน์เรื่อง อินเทอร์เน็ต ตามรูปแบบการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง อินเทอร์เน็ต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับโดยใช้การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การพัฒนาบทเรียนออนไลน์และการเรียนด้วยบทเรียนออนไลน์เป็นแนวทางที่ได้รับความนิยมในศตวรรษที่ 21 โดยเฉพาะในช่วงที่มีการแพร่ระบาดของโรคโควิด-19 การเรียนการสอนออนไลน์กลายเป็นวิธีหลักในการส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียน ซึ่งการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการสอนสามารถสร้างสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่มีความยืดหยุ่นและสามารถเข้าถึงได้จากทุกที่ Laohajatsang (2020, pp. 25-40) อธิบายว่า บทเรียนออนไลน์เป็นการจัดการเรียนการสอนผ่านระบบอินเทอร์เน็ต โดยผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเองทุกที่ทุกเวลาผ่านสื่อที่หลากหลาย ทั้งข้อความ ภาพ เสียง วิดีโอ และสื่อมัลติมีเดียต่าง ๆ โดยมีระบบการจัดการเรียนรู้ที่สามารถติดตามความก้าวหน้า และประเมินผลผู้เรียนได้ Nasongkhla (2021, pp. 112-128) อธิบายว่า บทเรียนออนไลน์ที่มีประสิทธิภาพต้องคำนึงถึงการออกแบบที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ มีการสร้างปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับเนื้อหา ผู้สอน และเพื่อนร่วมชั้น รวมถึงมีกิจกรรมที่ส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ และการสร้างความรู้ด้วยตนเอง นอกจากนี้ Boonyom (2023, pp. 123-145) อธิบายว่า การพัฒนาบทเรียนออนไลน์ร่วมกับการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้สามารถพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาของนักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในการวิจัยครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าระบบการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการใช้บทเรียนออนไลน์มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความเหมาะสมและประสิทธิภาพของระบบในการพัฒนาทักษะของนักเรียน นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจในระดับสูง ซึ่งบ่งชี้ถึงผลกระทบเชิงบวกของระบบการเรียนการสอนดังกล่าวต่อทักษะของนักเรียน

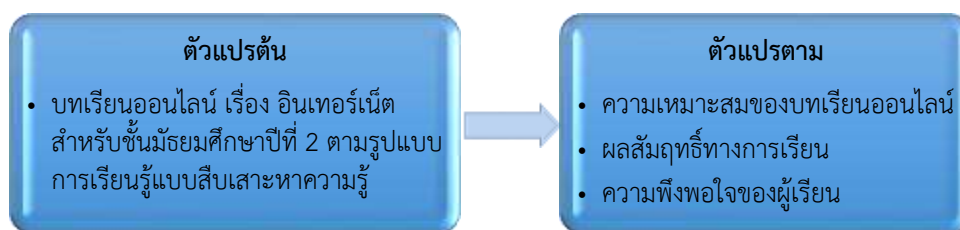
สมมติฐานการวิจัยประกอบด้วยการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง อินเทอร์เน็ต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับ บทเรียนออนไลน์ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง อินเทอร์เน็ต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับ บทเรียนออนไลน์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับโดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับบทเรียนออนไลน์ ไม่น้อยกว่าระดับมาก

3. วิธีดำเนินการวิจัย

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

3.1 กรอบแนวคิด

การพัฒนาบทเรียนออนไลน์ เรื่อง อินเทอร์เน็ต สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ตามรูปแบบการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ มีรายละเอียดแสดงดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 กรอบแนวคิดวิจัย

3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนผิงแดดวิทยาคาร ตำบลผิงแดด อำเภอมือง จังหวัดมุกดาหาร มีทั้งหมด 4 ห้อง จำนวน 101 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/2 โรงเรียนผิงแดดวิทยาคาร ตำบลผิงแดด อำเภอมือง จังหวัดมุกดาหาร จำนวน 30 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling)

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ ประกอบด้วย

3.3.1 บทเรียนออนไลน์ เรื่อง อินเทอร์เน็ต ตามรูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

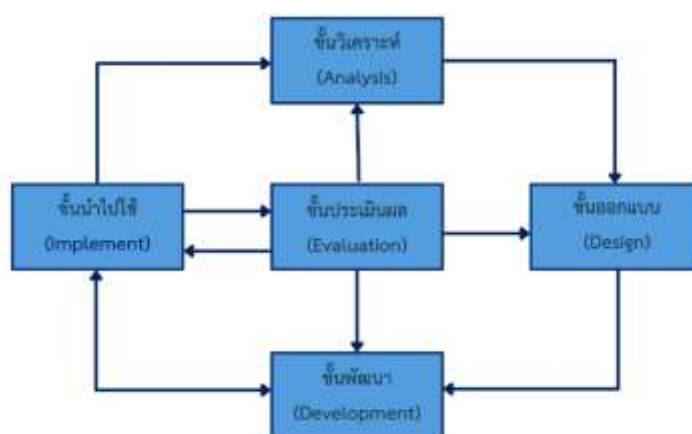
3.3.2 แบบประเมินความเหมาะสมของบทเรียนออนไลน์ เรื่อง อินเทอร์เน็ต ตามรูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

3.3.3 แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนออนไลน์ เรื่อง อินเทอร์เน็ต ตามรูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

3.3.4 แบบสอบถามความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อบทเรียนออนไลน์ เรื่อง อินเทอร์เน็ต ตามรูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

3.4 การพัฒนาบทเรียนออนไลน์

ผู้วิจัยพัฒนาบทเรียนออนไลน์ เรื่อง อินเทอร์เน็ต ตามรูปแบบการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ด้วยวิธีการเชิงระบบ ADDIE model ซึ่งเป็นรูปแบบหนึ่งที่ได้รับการยอมรับอย่างกว้างขวางในการพัฒนาสื่อการเรียนการสอน โดยมีขั้นตอนในการพัฒนาบทเรียนออนไลน์ดังกล่าว ดังนี้



รูปที่ 2 โครงสร้าง ADDIE model

ขั้นที่ 1 การวิเคราะห์ (Analysis)

1.1 วิเคราะห์หลักสูตร คู่มือการสอน หนังสือที่เกี่ยวข้องกับ บทเรียนออนไลน์ เรื่อง อินเทอร์เน็ต ตามรูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ให้สอดคล้องกับนักเรียน

1.2 วิเคราะห์เนื้อหา เรื่อง อินเทอร์เน็ต ความเป็นมาของอินเทอร์เน็ต องค์ประกอบของอินเทอร์เน็ต การทำงานของอินเทอร์เน็ต

1.3 วิเคราะห์นักเรียน ศึกษาบริบท ทรัพยากร จิตวิทยาและความต้องการของนักเรียน โรงเรียนผิงแดดวิทยาคาร ตำบลผิงแดด อำเภอเมือง จังหวัดมุกดาหาร

ขั้นที่ 2 การออกแบบ (Design)

2.1 จัดทำเนื้อหาบทเรียนออนไลน์ เรื่อง อินเทอร์เน็ต ตามรูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความถูกต้อง และข้อเสนอแนะในการปรับปรุงแก้ไขบทเรียน

2.2 ออกแบบโครงสร้างและบทดำเนินเรื่อง บทเรียนออนไลน์ เรื่อง อินเทอร์เน็ต ตามรูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้โปรแกรม Visual studio code

ขั้นที่ 3 ขั้นการพัฒนา (Development)

3.1 ดำเนินการนำข้อมูลที่ได้จากการออกแบบมาพัฒนาบทเรียนออนไลน์ โดยระบบแบ่งออกเป็น 2 ส่วน
1) เว็บแอปพลิเคชัน ออกแบบระบบโดยใช้ภาษา PHP ฐานข้อมูลเป็น MySQL 2) บทเรียน และสื่อการเรียนรู้ เป็นไปตามรูปแบบการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

3.2 นำการพัฒนาบทเรียนออนไลน์ เรื่อง อินเทอร์เน็ต ตามรูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ที่พัฒนาขึ้นเสนอผู้เชี่ยวชาญ 3 คนประเมิน โดยประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา 1 คน และ ผู้เชี่ยวชาญด้านคอมพิวเตอร์ 2 คน เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสม และประเมินคุณภาพของบทเรียนออนไลน์ และปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

ขั้นที่ 4 ขั้นการนำไปใช้ (Implementation)

4.1 การทดลองรายบุคคลเป็นการทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่ไม่ใช่ตัวอย่างจริงกลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำจำนวน 3 คน เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/1 โรงเรียนผิงแดดวิทยาคาร ตำบลผิงแดด อำเภอเมือง จังหวัดมุกดาหาร

4.2 ทดลองจริงกับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2/2 โรงเรียนผิงแดดวิทยาคาร ตำบลผิงแดด อำเภอเมือง จังหวัดมุกดาหาร จำนวน 30 คน

ขั้นที่ 5 ขั้นการประเมินผล (Evaluation)

5.1 การประเมินผลสัมฤทธิ์ทางเรียน เป็นการประเมินหลังการใช้บทเรียนด้วยแบบทดสอบก่อนเรียน แบบทดสอบหลังเรียนและประเมินชิ้นงานด้วยใบงานตามเกณฑ์รูบิค มีเกณฑ์ประเมินผ่าน 60% จากชิ้นงาน

5.2 การประเมินผลสรุป (Summative evaluation) เป็นการประเมินหลังการใช้บทเรียนด้วยแบบทดสอบหลังเรียน เพื่อนำคะแนนไปประกอบการหาค่าประสิทธิภาพ (E1/E2)

5.3 การประเมินความพึงพอใจ (Satisfaction evaluation) เป็นการประเมินความพึงพอใจหลังการใช้บทเรียนออนไลน์ที่พัฒนาขึ้น

3.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาด้วยตนเอง โดยทำการใช้วิธีการสุ่มแบบกลุ่มแล้วไปทดลองกับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/2 โรงเรียนผิงแดดวิทยาคาร ตำบลผิงแดด อำเภอเมือง จังหวัดมุกดาหาร จำนวน 30 คน ปีการศึกษา 2566 เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนหลังจากที่เรียนจากบทเรียนออนไลน์ที่พัฒนาขึ้นโดยมีลำดับ ขั้นตอนในการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

3.5.1. ขอหนังสือจากทางมหาวิทยาลัยเพื่อขอความอนุเคราะห์ในการเก็บข้อมูล

3.5.2 ขี้แจงให้นักเรียนทราบถึงกระบวนการใช้บทเรียนออนไลน์ที่พัฒนาขึ้น

3.5.3 จัดกระบวนการเรียนรู้ด้วยบทเรียนออนไลน์ที่พัฒนาขึ้นจนครบทุกเนื้อหา

3.5.4 ดำเนินการวัดผลสัมฤทธิ์นักเรียนจากการทำแบบทดสอบก่อนเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน

3.5.5 สอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนออนไลน์ด้วยแบบสอบถามความพึงพอใจที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น

3.5.6 รวบรวมข้อมูลที่ได้จากการทดลองนำไปวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติต่อไป

3.6 วิเคราะห์ข้อมูล

3.6.1 วิเคราะห์ผลการประเมินความเหมาะสมของบทเรียนออนไลน์และความพึงพอใจของผู้เรียน มาวิเคราะห์ระดับความเหมาะสมโดยใช้ค่าเฉลี่ย และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 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

เกณฑ์เฉลี่ยของระดับความเหมาะสมของบทเรียนออนไลน์ ที่พัฒนาขึ้นในครั้งนี้ มีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 3.50 ขึ้นไป และค่าส่วนความเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เกิน 1.00

3.6.2 วิเคราะห์ดัชนีประสิทธิภาพของบทเรียนออนไลน์ เรื่อง อินเทอร์เน็ต ตามรูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ผู้วิจัยนำบทเรียนออนไลน์ที่พัฒนาขึ้นมามีการทดลองใช้ และ เก็บข้อมูล วิเคราะห์และสรุปการทดลองของกลุ่มตัวอย่างจากการทดลองใช้บทเรียนออนไลน์ โดยใช้เกณฑ์ประสิทธิภาพ E1/E2 ตามเกณฑ์ที่กำหนด โดยมีเกณฑ์การตัดสินดังนี้

หากผลต่ำกว่าเกณฑ์ไม่เกิน 2.5% ให้ถือว่าผ่าน

หากผลต่ำกว่าเกณฑ์เกิน 2.5% ต้องปรับปรุงและทดลองใหม่

หากผลสูงกว่าเกณฑ์ไม่เกิน 2.5% ให้ถือว่าผ่าน

หากผลสูงกว่าเกณฑ์เกิน 2.5% ให้ปรับเกณฑ์ขึ้น เช่น จาก 80/80 เป็น 85/85

3.6.3 วิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนจากการเปรียบเทียบข้อมูลคะแนนการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้สถิติทดสอบค่าที (Paired-samples t test) กำหนดระดับค่าความเชื่อมั่นที่ร้อยละ 95%

4. ผลการวิจัย

จากการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.1 ผลการพัฒนาบทเรียนออนไลน์ เรื่อง อินเทอร์เน็ต ตามรูปแบบการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

มีส่วนประกอบสำคัญ 2 ส่วน ดังต่อไปนี้

1. ส่วนของผู้เรียน จำนวน 13 หน้า ได้แก่ 1) หน้าหน้า 2) หน้าลงชื่อเข้าสู่บทเรียน 3) หน้าสมัครสมาชิกของบทเรียน 4) หน้าคำชี้แจงบทเรียนและวัตถุประสงค์ 5) หน้าแบบทดสอบก่อนเรียน 6) หน้าขั้นที่ 1 การสร้างความสนใจ 7) หน้าขั้นที่ 2 การสำรวจและค้นหา 8) หน้าขั้นที่ 3 การอธิบายและลงข้อสรุป 9) หน้ากิจกรรมขั้นที่ 4 การขยายความรู้ 10) หน้าขั้นที่ 5 การประเมิน 11) หน้าแบบทดสอบหลังเรียน 12) หน้าผู้จัดทำ 13) หน้าอ้างอิง



รูปที่ 3 หน้าหน้าของบทเรียนออนไลน์



รูปที่ 4 หน้าเข้าสู่ระบบ



รูปที่ 5 หน้าลงทะเบียน



รูปที่ 6 หน้ากิจกรรมชั้นที่ 1 ชั้นสร้างความสนใจ



รูปที่ 7 หน้ากิจกรรมชั้นที่ 2 ชั้นสำรวจและค้นหา



รูปที่ 8 หน้ากิจกรรมชั้นที่ 3 ชั้นอธิบายและลงข้อสรุป



รูปที่ 9 หน้ากิจกรรมชั้นที่ 4 ชั้นขยายความรู้



รูปที่ 10 หน้ากิจกรรมชั้นที่ 5 ชั้นประเมิน

2. ส่วนของผู้ดูแลระบบ จำนวน 4 หน้า ได้แก่ 1) หน้าตารางรายชื่อนักเรียน 2) หน้าจัดการข้อมูลนักเรียน 3) หน้าเพิ่มข้อมูลนักเรียน 4) หน้าจัดการคะแนนนักเรียน



รูปที่ 11 หน้าตารางรายชื่อนักเรียน



รูปที่ 12 หน้าตารางจัดการข้อมูลนักเรียน เพิ่มข้อมูลนักเรียน



รูปที่ 13 หน้าตารางจัดการข้อมูลนักเรียน
แก้ไขข้อมูลนักเรียน



รูปที่ 14 หน้าตารางจัดการคะแนนนักเรียน
เพิ่มคะแนนนักเรียน

ผลประสิทธิภาพของบทเรียนออนไลน์ ใช้วิธีการหาค่าร้อยละจากคะแนนกิจกรรมระหว่างเรียนและแบบทดสอบหลังเรียนที่นักเรียนทำได้ โดยนำคะแนนมาเปรียบเทียบกับกันตามสูตร E1/E2 ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ประสิทธิภาพของบทเรียนออนไลน์ เรื่อง อินเทอร์เน็ต

การทดสอบ	จำนวนนักเรียน	คะแนนเต็ม	ค่าเฉลี่ย	ประสิทธิภาพ
ระหว่างเรียน (E1)	30	30	24.13	80.44
หลังเรียน (E2)	30	10	8.13	81.33

จากตารางที่ 1 ผลประสิทธิภาพของบทเรียนออนไลน์ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ E1/E2 เท่ากับ 80/80 ปรากฏว่า ผลค่าคะแนนที่ได้จากการทำกิจกรรมระหว่างเรียน หรือ E1 เท่ากับ 80.44 และค่าคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบ ท้ายบทเรียน หรือ E2 เท่ากับ 81.33 ซึ่งมีประสิทธิภาพเป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้

4.2 ผลวิเคราะห์ความเหมาะสมของบทเรียนออนไลน์ เรื่อง อินเทอร์เน็ต ตามรูปแบบการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการประเมินความเหมาะสมของบทเรียนออนไลน์ เรื่องอินเทอร์เน็ต

รายการประเมิน	$\bar{X}$	SD	ระดับความเหมาะสม
1. เนื้อหาและการดำเนินเรื่อง			
1.1 ความสมบูรณ์ของวัตถุประสงค์	4.67	0.58	มากที่สุด
1.2 ความสอดคล้องระหว่างเนื้อหากับวัตถุประสงค์	5.00	0.00	มากที่สุด
1.3 ปริมาณของเนื้อหาในแต่ละบทเรียน	5.00	0.00	มากที่สุด
1.4 ความถูกต้องของเนื้อหา	5.00	0.00	มากที่สุด
1.5 ลำดับขั้นตอนในการนำเสนอเนื้อหา	5.00	0.00	มากที่สุด
1.6 ความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา	5.00	0.00	มากที่สุด
1.7 ความเหมาะสมของเนื้อหากับระดับของผู้เรียน	5.00	0.00	มากที่สุด
1.8 ความน่าสนใจในการดำเนินเรื่อง	5.00	0.00	มากที่สุด
เฉลี่ย	4.96	0.20	มากที่สุด
2. ภาพ ภาษา และเสียง			
2.1 ความตรงตามเนื้อหาของภาพที่นำเสนอ	5.00	0.00	มากที่สุด
2.2 ความสอดคล้องระหว่างปริมาณของภาพกับปริมาณของเนื้อหา	4.67	0.58	มากที่สุด
2.3 ขนาดของภาพที่ใช้ประกอบบทเรียน	4.00	0.00	มาก
2.4 ภาพเคลื่อนไหวหรือภาพวิดิทัศน์ที่ใช้ประกอบบทเรียน	4.67	0.58	มากที่สุด
2.5 ภาพกราฟิกหรือภาพนิ่งที่ใช้ประกอบบทเรียน	4.33	0.58	มาก
2.6 ความถูกต้องของภาษาที่ใช้	4.33	0.58	มาก
2.7 เสียงดนตรีหรือเสียงบรรยายที่ใช้ประกอบบทเรียน	4.00	0.00	มาก
เฉลี่ย	4.43	0.51	มาก
3. ตัวอักษร และสี			
3.1 รูปแบบของตัวอักษรที่ใช้การนำเสนอ	4.33	0.58	มาก
3.2 ขนาดของตัวอักษรที่ใช้นำเสนอ	4.33	0.58	มาก
3.3 สีของตัวอักษรโดยรวม	4.33	0.58	มาก
3.4 สีของพื้นหลังบทเรียน โดยรวม	4.33	0.58	มาก
เฉลี่ย	4.33	0.49	มาก
4. แบบทดสอบ			
4.1 ความชัดเจนของคำสั่งของแบบทดสอบ	4.33	0.58	มาก
4.2 ความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับเนื้อหา	4.67	0.58	มากที่สุด
4.3 จำนวนข้อของแบบทดสอบ	4.33	0.58	มาก
4.4 ชนิดของแบบทดสอบที่เรียกใช้	4.67	0.58	มากที่สุด
4.5 ความเหมาะสมของคำถาม	4.33	0.58	มาก
4.6 ความเหมาะสมของตัวเลือก	4.33	0.58	มาก
4.7 วิธีการโต้ตอบแบบทดสอบ เช่น การคลิกคำตอบ การแสดงรายงานผลแต่ละข้อ	4.33	0.58	มาก
4.8 การสรุปผลคะแนนรวมหลังแบบทดสอบ	4.33	0.58	มาก
เฉลี่ย	4.42	0.50	มาก

ตารางที่ 2 (ต่อ) ผลการประเมินความเหมาะสมของบทเรียนออนไลน์ เรื่อง อินเทอร์เน็ต

รายการประเมิน	$\bar{X}$	SD	ระดับความเหมาะสม
5. การจัดการบทเรียน			
5.1 การนำเสนอชื่อเรื่องหลักและชื่อเรื่องย่อยของบทเรียน	4.67	0.58	มากที่สุด
5.2 การให้คำแนะนำในการใช้บทเรียนเข้าใจง่าย	4.67	0.58	มากที่สุด
5.3 การออกแบบเมนูในการใช้บทเรียน	5.00	0.00	มากที่สุด
5.4 การออกแบบหน้าจอ โดยภาพรวม	5.00	0.00	มากที่สุด
5.5 ความเหมาะสมของการนำเข้าสู่บทเรียน	4.67	0.58	มากที่สุด
5.6 ความเหมาะสมของ ชั้น 1 การสร้างชั้นสนใจ	4.33	0.58	มาก
5.7 ความเหมาะสมของ ชั้น 2 สรุวละและค้นหา	4.33	0.58	มาก
5.8 ความเหมาะสมของ ชั้น 3 อธิบายและลงข้อสรุป	4.33	0.58	มาก
5.9 ความเหมาะสมของ ชั้น 4 ขยายความรู้	4.00	0.00	มาก
5.10 ความเหมาะสมของ ชั้น 5 ประเมิน	4.33	0.58	มาก
5.11 การจัดการบทเรียน โดยภาพรวม	4.33	0.58	มาก
เฉลี่ย	4.53	0.51	มากที่สุด
เฉลี่ยรวมทั้งหมด	4.55	0.50	มากที่สุด

จากตารางที่ 2 พบว่าผลการประเมินความเหมาะสมของบทเรียนออนไลน์ โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ =4.55, SD=0.50) เมื่อพิจารณารายด้านพบว่า 3 ลำดับที่มีความคิดเห็นมากที่สุดได้แก่ 1) ด้านเนื้อหาและการดำเนินเรื่อง ($\bar{X}$ =4.96, SD=0.20) 2) ด้านการจัดการบทเรียน ($\bar{X}$ =4.53, SD=0.51) 3) ด้านภาพ ภาษา และเสียง ($\bar{X}$ =4.43, SD=0.51) ตามลำดับ

4.3 ผลการศึกษาค้นคว้าสัมฤทธิ์ทางการเรียนของบทเรียนออนไลน์ เรื่อง อินเทอร์เน็ต ตามรูปแบบการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของบทเรียนออนไลน์ เรื่อง อินเทอร์เน็ต

การทดสอบ	n	$\bar{X}$	SD	df	t	p
คะแนนหลังเรียน	30	8.03	0.765	29	22.104	.000
คะแนนก่อนเรียน	30	4.20	1.031			

จากตารางที่ 3 พบว่าค่า t มีค่า 22.104 $p < .000$ สรุปได้ว่านักเรียนที่เรียนบนเรียนออนไลน์ เรื่อง อินเทอร์เน็ต ตามรูปแบบการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน ($\bar{X}$ = 8.03) สูงกว่าคะแนนก่อนเรียน ($\bar{X}$ = 4.20) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4.4 ผลความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนออนไลน์ เรื่อง อินเทอร์เน็ต ตามรูปแบบการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนออนไลน์ เรื่อง อินเทอร์เน็ต ตามรูปแบบการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

รายการประเมิน	$\bar{X}$	SD	ระดับความพึงพอใจ
1. การออกแบบหน้าจอมีความเหมาะสม ดึงดูดความสนใจ	4.90	0.40	มากที่สุด
2. เสียงประกอบชัดเจน ฟังสบาย เหมาะสม	4.90	0.31	มากที่สุด
3. การแลกเปลี่ยนเรียนรู้ช่วยให้ทุกคนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ แลกเปลี่ยนความคิดเห็น และแก้ปัญหาาร่วมกัน	4.97	0.18	มากที่สุด
เฉลี่ยรวมทั้งหมด	4.81	0.51	มากที่สุด

จากตารางที่ 4 ผลความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนออนไลน์ เรื่อง อินเทอร์เน็ต ตามรูปแบบการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.81, SD = 0.51) โดยมีรายละเอียดดังนี้ ลำดับที่ 1 การแลกเปลี่ยนเรียนรู้ช่วยให้ทุกคนมีส่วนร่วม ในการเรียนรู้ แลกเปลี่ยนความคิดเห็นและแก้ปัญหาาร่วมกัน อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.97, SD = 0.18) รองลงมา ได้แก่ ลำดับการออกแบบหน้าจอมีความเหมาะสม ดึงดูดความสนใจ อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.90 , SD = 0.40) และเสียงประกอบชัดเจน ฟังสบาย เหมาะสม อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.90, SD = 0.31) เป็นลำดับสุดท้าย

5. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

สรุปผลการศึกษาการพัฒนาบทเรียนออนไลน์ เรื่อง อินเทอร์เน็ต ตามรูปแบบการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ พบว่าบทเรียนออนไลน์ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น มีส่วนประกอบสำคัญ 2 ส่วน คือ 1) ส่วนของผู้เรียน จำนวน 13 หน้า 2) ส่วนของผู้ดูแลระบบ จำนวน 4 หน้า ผลการวิเคราะห์ความเหมาะสมของบทเรียนออนไลน์ เรื่อง อินเทอร์เน็ต ตามรูปแบบการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ พบว่า มีความเหมาะสมโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ผลการวิเคราะห์ดัชนีประสิทธิภาพของบทเรียนออนไลน์ เรื่อง อินเทอร์เน็ต ตามรูปแบบการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ พบว่ามีค่าประสิทธิภาพของบทเรียนออนไลน์ E1/E2 เป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ (80/80) ผลการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนพบว่า ค่า t มีค่า 22.104 สรุปได้ว่านักเรียนที่เรียนบทเรียนออนไลน์ผู้ศึกษาพัฒนาขึ้น มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน ($\bar{X}$ = 8.03) สูงกว่าคะแนนก่อนเรียน ($\bar{X}$ = 4.20) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนออนไลน์ เรื่อง อินเทอร์เน็ต ตามรูปแบบการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ซึ่งสอดคล้องตามสมมติฐานการวิจัย

สามารถอภิปรายผลได้ ดังนี้ บทเรียนออนไลน์ เรื่อง อินเทอร์เน็ต ตามรูปแบบการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ที่มีดัชนีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 พบว่าบทเรียนออนไลน์ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมีส่วนประกอบสำคัญ 2 ส่วน คือ 1) ส่วนของผู้เรียน จำนวน 13 หน้า 2) ส่วนของผู้ดูแลระบบ จำนวน 4 หน้า บทเรียนออนไลน์มีประสิทธิภาพ เท่ากับ 80.44/81.33 เหตุที่เป็นเช่นนี้อาจเพราะว่าบทเรียนออนไลน์มีการกำหนดเนื้อหาที่ครอบคลุม เข้าใจง่าย สามารถกระตุ้นความสนใจให้อยากเรียนรู้ และมีกิจกรรมให้ ทำตามกระบวนการเรียนรู้แบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es โดยได้รับคำปรึกษาจากผู้เชี่ยวชาญ ทำให้มีช่องทางการเรียนรู้ที่สามารถเป็นอีกทางเลือกหนึ่งให้กับผู้เรียนได้เรียนรู้ได้ด้วยตนเองโดยไม่จำกัดเวลา สถานที่ และจำนวนครั้งในการเรียนอีกด้วย จึงทำให้บทเรียนออนไลน์ที่พัฒนาขึ้น มีประสิทธิภาพเป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Sainuy and Watchana (2022, pp. 230-231) ได้ศึกษาวิจัยการพัฒนาบทเรียนออนไลน์โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es ร่วมกับแนวคิด เกมฟิเคชัน เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลวิจัยพบว่าประสิทธิภาพของบทเรียนออนไลน์มีประสิทธิภาพ E1 = 81.28 และ E2 = 80.37 ความเหมาะสมของบทเรียนออนไลน์ เรื่อง อินเทอร์เน็ต พบว่า ผลการประเมินความเหมาะสมของบทเรียนออนไลน์ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น โดยการหาความเหมาะสมจากการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน มีความคิดเห็นโดยรวมในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.55, SD = 0.50) เหตุที่เป็นเช่นนี้อาจเพราะว่าบทเรียนออนไลน์มีการกำหนดเนื้อหาและวัตถุประสงค์ทำการออกแบบตามกระบวนการ ADDIE model กระบวนการเรียนรู้แบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5Es การประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ และปรับปรุงแก้ไขจนสามารถนำไปทดลองใช้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Kaewmamuang and Boonprasert (2023, pp. 179-190) ได้ศึกษาวิจัย การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบออนไลน์ โดยใช้กระบวนการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่า ผลการประเมินคุณภาพของการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบออนไลน์โดยใช้กระบวนการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์โดยผู้เชี่ยวชาญ มีคุณภาพโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของบทเรียนออนไลน์ เรื่อง อินเทอร์เน็ต พบว่า ค่า t มีค่า 22.104 $p < .05$ สรุปได้ว่านักเรียนที่มีบทเรียนออนไลน์ เรื่องอินเทอร์เน็ต ตามรูปแบบการเรียนรู้สืบเสาะหาความรู้ มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน ($\bar{X}$ = 8.03) สูงกว่าคะแนนก่อนเรียน ($\bar{X}$ = 4.20) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เหตุที่เป็นเช่นนี้อาจเพราะว่า บทเรียนออนไลน์ที่พัฒนาขึ้นมีการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้เรียนได้เรียนบทเรียนออนไลน์ ที่มีการเรียนรู้ผ่านคลิปวิดีโอ ใบงาน อีกทั้งยังมีการทำแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน สอดคล้องกับงานวิจัยของ Chaengchai (2022, pp. 77-91) ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ที่ใช้โปรแกรม SketchUp ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบเพื่อนช่วยเพื่อนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างกันอย่างมี นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนออนไลน์ เรื่อง อินเทอร์เน็ต จากผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีต่อบทเรียนออนไลน์ที่สร้างขึ้น พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนการสอนด้วยบทเรียนออนไลน์ โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.81, SD = 0.51) เหตุที่เป็นเช่นนี้อาจเพราะว่า บทเรียนออนไลน์มีความน่าสนใจอย่างมาก เพราะ ประกอบด้วยภาพ รวมทั้งมีวิดีโอ เสียง เนื้อหาทำให้ไม่น่าเบื่อในการเรียนเพิ่มความน่าสนใจมากขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ Kanpanya et al. (2021, pp. 108-120) ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนบทเรียนออนไลน์ที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพโดยรวมอยู่ในระดับดีมาก มีประสิทธิภาพบทเรียน (E1/E2) เท่ากับ 81.61/80.30 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ที่ระดับ .05 สมรรถนะการปฏิบัติงานของนักศึกษาที่เรียนด้วยบทเรียนออนไลน์ที่พัฒนาขึ้นอยู่ในระดับดีมาก และนักศึกษามีความพึงพอใจต่อบทเรียนออนไลน์ที่พัฒนาขึ้น อยู่ในระดับมากที่สุด

6. ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะเพื่อการศึกษาครั้งต่อไปการพัฒนาบทเรียนออนไลน์ควรคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล เช่น ความสามารถพื้นฐานของผู้เรียน ความถนัด และความสนใจ โดยวิเคราะห์ระดับความยากง่ายของเนื้อหา พร้อมจัดทำแบบทดสอบเพื่อประเมินความเหมาะสม ควรพัฒนาบทเรียนออนไลน์ในรูปแบบแอปพลิเคชันสำหรับสมาร์ทโฟน เพื่อเพิ่มความสะดวกในการเข้าถึง นอกจากนี้ควรปรับอินเทอร์เฟซ (Interface) ให้ใช้งานง่ายและเหมาะสมกับผู้เรียนในระดับต่าง ๆ ศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับการผสมผสานเทคโนโลยีใหม่ เช่น AI หรือ AR ในบทเรียนออนไลน์ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ที่น่าสนใจและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ประเมินผลตอบรับจากผู้เรียนในเชิงคุณภาพ เพื่อนำข้อมูลมาปรับปรุงบทเรียนในอนาคต

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยและพัฒนานวัตกรรมฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความกรุณาและความช่วยเหลืออย่างสูงยิ่งจากผู้เชี่ยวชาญและอาจารย์สาขาวิชาเอกคอมพิวเตอร์ทุกท่านที่กรุณาให้คำปรึกษาให้คำแนะนำตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องมาโดยตลอดและได้ให้คำแนะนำตรวจสอบเครื่องมือวิจัยเพื่อให้เครื่องมือมีประสิทธิภาพ ขอขอบคุณผู้อำนวยการโรงเรียนผิงแดดวิทยาคารคณะครูและขอบคุณนักเรียนโรงเรียนผิงแดดวิทยาคาร มุกดาหาร ที่เป็นกลุ่มเป้าหมายในการวิจัย และผู้เกี่ยวข้องทุกท่านที่ให้ความร่วมมือและให้ความช่วยเหลือเป็นอย่างดีจนทำให้งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ทั้งนี้ผู้วิจัยได้รับประกาศนียบัตรรับรองการเข้าอบรมจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ซึ่งได้รับเมื่อวันที่ 12 กุมภาพันธ์ 2567 ที่จัดอบรมออนไลน์โดย คณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ สมาคมนิติศาสตร์และรัฐศาสตร์ ร่วมกับบริษัทที่ปรึกษากฎหมาย ธุรกิจ และการวิจัย ไวท์ ไทเกอร์ จำกัด ผู้วิจัยใคร่ขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

เอกสารอ้างอิง

- Sainuy, J., & Watchana, U. (2022). The development of online lesson using 5E inquiry-based learning model with gamification for enhancing analytical thinking ability of grade 10 students. *Journal of Academic and Research*, 12(1), 229–243. (in Thai)
- Kaewmamuang, P., & Boonprasert, A. (2023). The development of online learning activities by using inquiry-based learning processes to enhance analysis thinking skill of eleventh grade students. *Sirindhorn Parithat Journal*, 24(1), 180–190. (in Thai)
- Chaengchai, J. (2022). Improving learning achievement through internet-based lessons using SketchUp software combined with peer-assisted learning for secondary school students. *Kurusapa Educational Journal*, 3(1), 77-91. (in Thai)
- Kanpanha, K., Neungrin, J., & Sirichaoenpanich, A. (2022). Development of a blended learning model using the MIAP process for the course of small engine and motorcycle practice for undergraduate students. *Journal of Community Research and Social Development*, 16(2), 108-120. (in Thai)
- Boonyom, S. (2023). Development of inquiry-based learning management system combined with online lessons to develop critical thinking and problem-solving skills of grade 12 students. *Research and Development in Basic Education*, 17(3), 123-145. (in Thai)
- Laohajatsang, T. (2020). Online learning design and development. *Educational Technology Journal*, 15(2), 25-40.
- Nasongkhla, J. (2021). Interactive online learning environments: Principles and practices. *Journal of Education Studies*, 18(3), 112-128.

- Harasim, L. (2000). Online education as a new paradigm in learning. *The Internet and Higher Education*, 3(1-2), 41-61.
- Means, B., Toyama, Y., Murphy, R., Bakia, M., & Jones, K. (2009). Evaluation of evidence-based practices In online learning: A meta-analysis and review of online learning studies. *US Department of Education*, 18, <https://eric.ed.gov/?id=ED505824>.
- Reaves, J. (2019). 21st century skills and 4IR: A critical future role for online education. *International Journal on Innovations in Online Education*, 3(1), 1-22.

“ข้อคิดเห็น เนื้อหา รวมทั้งการใช้ภาษาในบทความถือเป็นความรับผิดชอบของผู้เขียน”