

JOURNAL OF INDUSTRIAL EDUCATION

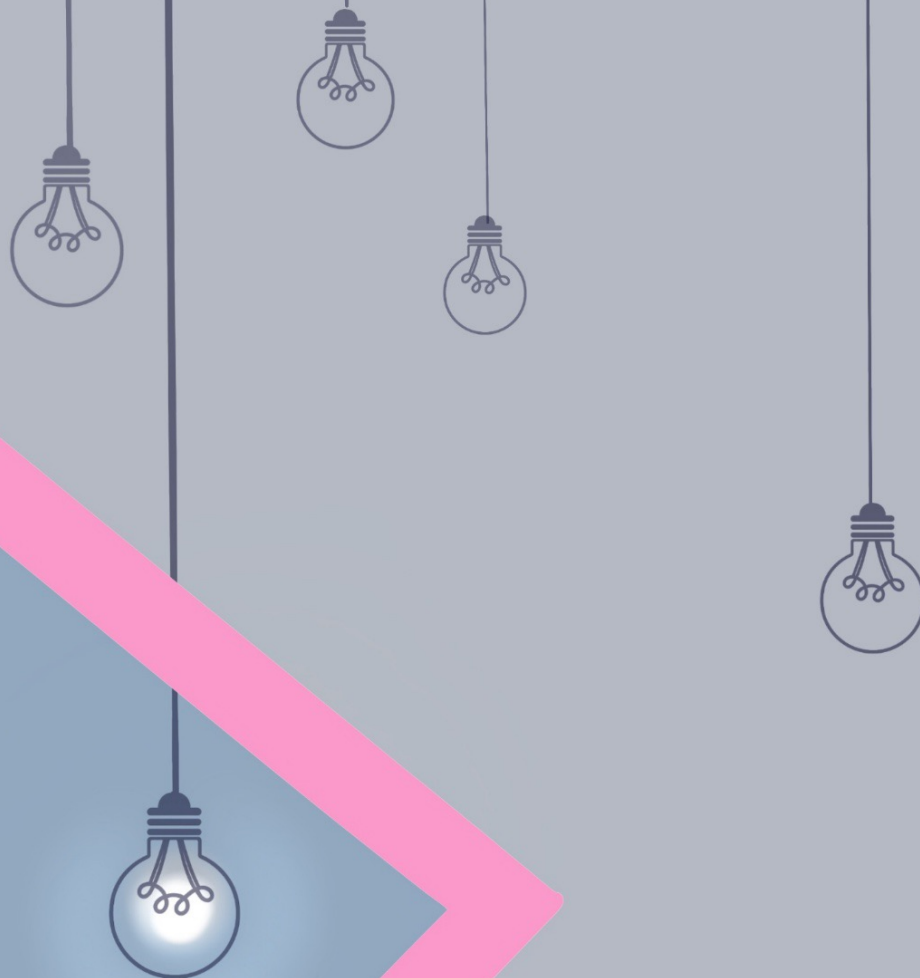
วารสารครูศาสตร์อุตสาหกรรม

ปีที่ 25 ฉบับที่ 1 เดือน มกราคม-เมษายน 2569

01

JIE

2026



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

ISSN 2985-1890 (Online)



วารสารศึกษาศาสตร์อุตสาหกรรม

JOURNAL OF INDUSTRIAL EDUCATION

ปีที่ 25 ฉบับที่ 1 เดือนมกราคม – เมษายน 2569

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 วิทยาภิรักษ์ | (ข้าราชการเกษียณอายุ) |
| | แขวงสะพานสูง เขตสะพานสูง กรุงเทพมหานคร |
| 10. รองศาสตราจารย์ ดร.ชัยวิชิต เขียวชนะ | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ |
| 11. รองศาสตราจารย์ ดร.เตือนใจ อาชีวะพนิช | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ศูนย์นนทบุรี |
| 12. รองศาสตราจารย์ ดร.นิรัช สุดสังข์ | มหาวิทยาลัยนเรศวร |
| 13. รองศาสตราจารย์ ดร.พรเทพ ถนอมแก้ว | มหาวิทยาลัยขอนแก่น |
| 14. รองศาสตราจารย์ ดร.ไพบุลย์ 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.สีบพงษ์ ปราบใหญ่ | นักวิชาการอิสระ |
| | ต.บางพึ่ง อ.พระประแดง จ.สมุทรปราการ |
| 21. ดร.สมใจ กลิ่นงาม | มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร |

2.3 กองบรรณาธิการจากผู้ทรงคุณวุฒิภายใน สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ฉบับที่ 2 เดือนพฤษภาคม – สิงหาคม

ฉบับที่ 3 เดือนพฤษภาคม – ธันวาคม

กำหนดการรับและพิจารณาบทความ : รับพิจารณาบทความอย่างต่อเนื่อง

วัตถุประสงค์ : รับตีพิมพ์บทความด้านครุศาสตร์อุตสาหกรรม ด้านการศึกษาและเทคโนโลยี

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

อีเมล : journal.ided@kmitl.ac.th

เจ้าของ : คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เลขที่ 1 ซอยฉลองกรุง 1 แขวงลาดกระบัง เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520

โทรศัพท์ 0 2329 8000 ต่อ 6530

มือถือ 08 6349 6020

โทรสาร 0 2329 8435

“ข้อคิดเห็น เนื้อหา รวมทั้งการใช้ภาษาในบทความถือเป็นความรับผิดชอบของผู้เขียน”

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.สุธาสินีน บุรีคำพันธุ์
12. ดร.ราตรี ศิริพันธุ์

3. ฝ่ายศิลปและการจัดทำรูปเล่ม

พิสูจน์อักษรภาษาไทย

ผู้ช่วยศาสตราจารย์สรียา ทับทัน

พิสูจน์อักษรภาษาอังกฤษ

รองศาสตราจารย์ ดร.สันติ ตันตระกูล

ฝ่ายออกแบบปก

นายวรารกร ทองรัมย์

ฝ่ายระบบสารสนเทศ

นายประยุทธ์ ชุนทอง

นางจันทน์ ทรัพย์แสนดี

4. ฝ่ายรับสมาชิกวารสาร

นางจันทน์ ทรัพย์แสนดี

5. ฝ่ายทะเบียน

นางจันทน์ ทรัพย์แสนดี

6. ฝ่ายผู้ช่วยบรรณาธิการ

นางจันทน์ ทรัพย์แสนดี

กำหนดออก : ปีละ 3 ฉบับ

ฉบับที่ 1 เดือนมกราคม – เมษายน

สารบัญ		หน้า
01	บทความปริทัศน์ ปัจจัยการปรับตัวของหลักสูตรด้านออกแบบผลิตภัณฑ์ด้วยการบูรณาการเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์ในยุค AI FACTORS INFLUENCING THE ADAPTATION OF PRODUCT DESIGN CURRICULA BY INTEGRATING PRODUCT DESIGN TECHNOLOGY IN THE AI ERA ธเนศ ภิรมย์การ Thanate Piromgarn	A1-A10
02	บทวิจารณ์หนังสือ บทวิจารณ์หนังสือ CO-INTELLIGENCE: ปัญญาคู่คิด CO-INTELLIGENCE: LIVING AND WORKING WITH AI ผู้เขียน Ethan Mollice วิจารณ์โดย ราตรี ศรีพันธุ์ Ratree Siripant	B1-B5
03	บทความวิชาการ ความท้าทายใหม่จากปัญญาประดิษฐ์แบบรู้สร้าง: การสร้างข้อมูลเท็จ การบิดเบือนข้อมูล และการลอกเลียนวรรณกรรม NEW CHALLENGES FROM GENERATIVE ARTIFICIAL INTELLIGENCE: FABRICATION, FALSIFICATION AND PLAGIARISM นนทนันท์ แยมวงษ์ Nonthanun Yamwong	C1-C13
04	บทความวิจัย การพัฒนานวัตกรรมส่งเสริมสมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักศึกษาครู ผ่านการมีส่วนร่วมของโรงเรียนเครือข่าย THE DEVELOPMENT OF INNOVATION FOR ENHANCING PRE-SERVICE TEACHERS' COMPETENCY IN SCIENCE LEARNING MANAGEMENT THROUGH SCHOOL COLLABORATIVE PARTNERSHIPS สุรยศ ทรัพย์ประกอบ ศิริพรรณ ศรีทธาผล พินิจนันท์ เนื่องจากอวน เอมอร วันเอก พัชราภร พูลบุญ และอาทิตย์า จิตรเอื้อเพื่อ Surayot Supprakob Siriphan Satthaphon Phinitnan Neangjakoun Aimon Wanaek, Patcharapom Poolbun and Artitaya Jituafua	1-13

	สารบัญ	หน้า
05	การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเขียนภาษาไทยเชิงสร้างสรรค์ระหว่างการสอนแบบปกติกับการสอนโดยใช้ ChatGPT เป็นผู้ช่วยสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในยุคดิจิทัลทรานส์ฟอร์เมชัน A COMPARISON OF THAI CREATIVE WRITING ACHIEVEMENT BETWEEN TRADITIONAL INSTRUCTION AND CHATGPT-ASSISTED INSTRUCTION AMONG SIXTH-GRADE STUDENTS IN THE ERA OF DIGITAL TRANSFORMATION กุนทิกา ชาพิมล และปาจารย์ หน่วยจันทึก Kuntika Chapimon and Pajaree Noyjantuek	14-27
06	การใช้ปัญญาประดิษฐ์ในการเรียนการสอนของนักศึกษาภาควิชาครุศาสตร์เกษตรสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง THE USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN TEACHING AND LEARNING OF STUDENTS IN AGRICULTURAL EDUCATION DEPARTMENT, KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG นวนนท์ รื่นนิมิต ศราวุธ อินทรเทศ และรัชดากร พลภักดิ์ Navanon Ruennimit Sarawut Intorrathed and Ratchadakorn Phonpakdee	28-40
07	การบูรณาการการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานและการฝึกอบรมฐานสมรรถนะผ่านการพัฒนาชุดเตาชีวมวลอัจฉริยะไร้ควันและแจ้งเตือนด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตประสาทรสพลึง INTEGRATION OF PROBLEM-BASED LEARNING AND COMPETENCY-BASED TRAINING THROUGH THE DEVELOPMENT OF A SMART SMOKELESS BIOMASS STOVE WITH AN INTERNET OF THINGS (IOT) NOTIFICATION SYSTEM พศวัต แก้วทิพย์ และชัยพล ธงชัยสุรัสจกุล Possawat Kaewtip and Chaiyapon Thongsaisuratkrul	41-55
08	การพัฒนาการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาบูรณาการกับภูมิปัญญาท้องถิ่นเรื่อง ลูกประคบสมุนไพรเพื่อส่งเสริมความสามารถในการอธิบายหลักการทางวิทยาศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์และความพึงพอใจ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในจังหวัดลำปาง THE DEVELOPMENT OF STEM – BASED LEARNING MANAGEMENT INTEGRATED WITH LOCAL WISDOM ON HERBAL COMPRESS BALLS TO EXPLAIN THE ABILITY TO EXPLAIN SCIENTIFIC PRINCIPLES, CREATIVITY AND LEARNER SATISFACTION OF GRADE 7 STUDENTS IN LAMPANG PROVINCE ดวงจันทร์ แก้วกพาน ชัยญาณภัช ธาซม สัตตบงกช จินดาวงศ์ และชิสัพพัชร์ ชูทอง Duangjan Kaewkongpan Chanyaphat Tachachom Satthabongkot Chindawong, and Chisapath Choothong	56-69

	สารบัญ	หน้า
09	การพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ตามกรอบ PISA โดยใช้การคิดเชิงออกแบบของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 DEVELOPING MATHEMATICAL PROBLEM-SOLVING SKILLS BASED ON PISA USING DESIGN THINKING FOR GRADE 9 STUDENTS พรณิชา วงษ์ประเสริฐ วรณธิดา ยลวิลาด และนันทนันท์ เวียงอินทร์ Ponnicha Wongprasert Wannatida Yonwilad and Nanthanut Wiangin	70-83
10	การพัฒนาชุดฝึกอบรมครู เรื่องกิจกรรมสะเต็มศึกษา (STEAM education) บูรณาการทักษะ การสื่อสาร โดยใช้การเรียนรู้แบบผสมผสานร่วมกับแหล่งทรัพยากรการศึกษาแบบเปิด THE DEVELOPMENT OF TEACHER TRAINING MATERIALS BASED ON COMMUNICATION SKILLS - INTEGRATED STEAM EDUCATION ACTIVITIES USING BLENDED LEARNING WITH OPEN EDUCATIONAL RESOURCES ธนารักษ์ สารเถื่อนแก้ว และชันธิชัย อธิเกียรติ Thanarak Santhuenkaew and Khanchai Athikiat	84-98
11	การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หน่วย โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิด เป็นภาพ DEVELOPMENT OF CREATIVE THINKING AND LEARNING ACHIEVEMENT OF MATHAYOMSUKSA 5 STUDENT ON THE UNIT OF THE STRUCTURE AND DEVELOPMENT OF FLOWERING PLANT USING STEAM EDUCATION INTEGRATED WITH VISUAL THINKING ชาญชัย คำมุงคุณ อรุณรัตน์ คำแหงพล กุลวดี สุวรรณไตรย์ และสกลรัตน์ สวัสดิ์มูล Chanchai Khammungkhun Arunrat Khamhaengpol Kulwadee Suwannatrai and Sakonrat Sawatmool	99-112
12	นวัตกรรมอิฐจากมรดกทางวัฒนธรรม: แนวทางการวิเคราะห์ปัจจัยเชิงสำรวจเพื่อการพัฒนาวัสดุ สถาปัตยกรรมที่ยั่งยืนในบริบทมรดกโลก CULTURAL HERITAGE-DRIVEN BRICK INNOVATION: AN EXPLORATORY FACTOR ANALYSIS APPROACH FOR SUSTAINABLE ARCHITECTURAL MATERIALS DEVELOPMENT IN UNESCO WORLD HERITAGE CONTEXTS จตุรงค์ เลาะห์เพ็ญแสง Chaturong Louhapensang	113-131

	สารบัญ	หน้า
13	การตรวจสอบความตรงของโมเดลการวัดชุดความคิดเชิงออกแบบของนักเรียน โรงเรียนวิทยาศาสตร์ A VALIDATION OF THE DESIGN THINKING MINDSET MEASUREMENT MODEL AMONG SCIENCE SCHOOL STUDENTS ปิยนุช เขียวอร่าม เอกรัตน์ ทานาค ชาตรี ฝ้ายคำดา และพงศ์ประพันธ์ พงษ์โสภณ Piyanuch Kiewaram Akarat Tanak Chatree Faikamta and Pongprapan Pongsophon	132-145
14	การจัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐานเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกและการลบจำนวนนับที่มากกว่า 100,000 และ 0 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา ปีที่ 4 THE EFFECT OF GAME-BASED LEARNING EXPERIENCES ON MATHEMATICAL ACHIEVEMENT IN ADDING AND SUBTRACTING WHOLE NUMBERS OVER 100,000 AND 0 FOR GRADE 4 STUDENTS สิริวรรณ ไทยเมืองพล ปวีณา ชันธิ์ศิลา และประภาพร นองหารพิทักษ์ Sirawan Thaimuangphon Paweena Khansila and Prapaporn Nongharnpituk	146-159
15	การพัฒนาบอร์ดเกมเพื่อส่งเสริมการรับรู้และกระตุ้นการคิดสำหรับผู้สูงอายุ THE DEVELOPMENT OF BOARD GAME TO ENHANCE COGNITIVE PERCEPTION AND THINKING SKILLS IN OLDER ADULTS มณฑิตา พราหมณ์โชติ โสภ หนูแดง วรชัย บู่สามสาย เสน่ห์ ลำภาเงิน สมชาย ดิษฐาภรณ์ และณัฐพงษ์ ลิ้มปะรังสรรค์ Montita Phrammanachot Sopa Nudang Vorachat Busamsai Saneh Sompoangeon Somchye Distaporn and Natthapong Limpanarangsarn	160-172
16	การใช้โมเดลปัญญาประดิษฐ์เพื่อทำนายอาชีพด้วยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของรายวิชาที่เกี่ยวข้อง กับการคิดเชิงคำนวณสำหรับนักศึกษาในระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี APPLICATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE MODELS FOR CAREER PREDICTION USING LEARNING ACHIEVEMENT OF SUBJECTS RELATING TO COMPUTATIONAL THINKING OF UNDERGRADUATE STUDENTS AT SURATTHANI RAJABHAT UNIVERSITY ชลิตา ชีววิริยะนนท์ อัญชลีพร มั่นคง และนนทศักดิ์ จันทร์ชุม Chalita Cheewaviriyanon Anchaleeporn Mankong and Nontasak Janchum	173-186

บรรณาธิการแถลง

สวัสดีครับ วารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรมฉบับนี้ เป็นปีที่ 24 ฉบับที่ 3 บทความในฉบับนี้ประกอบไปด้วยบทความปริทัศน์เรื่อง “ห้องเรียนสู่โลกเสมือน: การประยุกต์ใช้จักรวาลนฤมิตในการวิจัยเพื่อพัฒนาคุณภาพ การเรียนการสอน” บทวิจารณ์หนังสือเรื่อง “การเรียนรู้ในเมตาเวิร์ส: อนาคตของห้องเรียนเสมือนจริง” และบทความวิชาการและวิจัยที่ได้ผ่านการพิจารณา ผ่านกระบวนการคุณภาพของวารสารที่มีคุณภาพระดับดีที่สุด ตามข้อเสนอแนะปรับปรุงแก้ไขโดยผู้ทรงคุณวุฒิ และกองบรรณาธิการ และผ่านการคัดสรรเป็นบทความวิชาการและวิจัยรวมเป็น 8 บทความ

ในนามกองบรรณาธิการวารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ขอขอบคุณทุกท่านที่ให้ความสนใจ หวังว่าทุกท่านจะได้รับความรู้ และประโยชน์จากผลงานบทความต่าง ๆ ในวารสารฉบับนี้ นอกจากนี้ถ้าท่านสนใจส่งบทความทางเว็บไซต์ของวารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม www.tci-thaijo.org/index.php/JIE/index ได้แสดงข้อมูลการสมัครและวิธีการส่งบทความไว้ให้โดยละเอียด โดยทั้งนี้ทางวารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม ไม่มีการเก็บค่าธรรมเนียมใด ๆ ทั้งสิ้น ขอขอบคุณครับ



(รองศาสตราจารย์ ดร.ประเสริฐ เคนพันค้อ)

บรรณาธิการวารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม

Research article

ปัจจัยการปรับตัวของหลักสูตรด้านออกแบบผลิตภัณฑ์ด้วยการบูรณาการเทคโนโลยีการออกแบบ
ผลิตภัณฑ์ในยุค AI

FACTORS INFLUENCING THE ADAPTATION OF PRODUCT DESIGN CURRICULA BY
INTEGRATING PRODUCT DESIGN TECHNOLOGY IN THE AI ERA

ธนศ ภิรมย์การ*

Thanate Piromgarn*

thanate.pi@kmitl.ac.th

*Corresponding author E-mail: Ponnicha.wo@ksu.ac.th

ภาควิชาครุศาสตร์สถาปัตยกรรมและการออกแบบ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520 ประเทศไทย

Department of Architectural and Design Education, School of Industrial Education and Technology,

King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok 10520 Thailand

Journal of Industrial Education. 2026, Vol. 25 (No. 1), <https://doi.org/10.55003/JIE.25101>

Received: April 28, 2026 | Revised: April 29, 2026 | Accepted: April 30, 2026

Citation reference :

Piromgarn, T. (2026). Actors influencing the adaptation of product design curricula by integrating product design technology in the AI era. *Journal of Industrial Education*, 25(1), A1-10.

ABSTRACT

The rapid advancements in Artificial Intelligence (AI) in the 21st century have had a profound impact on the structure of education systems and innovation processes, particularly in product design, a discipline requiring the integration of creativity, technology, and user understanding. This review aims to describe and analyze the key factors influencing the adaptation of product design curricula in the AI era through a synthesis of academic literature, international trend reports, and innovative education frameworks. The synthesis reveals that curriculum adaptation is not simply about adding AI content, but a systemic change encompassing curriculum structure, learning processes, and the roles of stakeholders. The first key factor is the advancement of AI technology and digital tools such as generative design and virtualization, which improve the efficiency and accuracy of the design process. Secondly, there is a growing demand for future skills, especially human-like skills such as critical thinking, creativity, and problem-solving, which are increasingly crucial in a context where AI can replace some technical tasks. In summary, adapting product design curricula in the AI era is a dynamic process requiring the integration of multiple dimensions: technology, human skills, ethics, and educational structure. Developing a curriculum that aligns with this context will empower learners to become creative designers, use technology critically, and compete sustainably at the international level.

Keywords: Factors affecting curriculum adaptation, Product design, Technology integration, Product design in the AI era.

บทคัดย่อ

การเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วของ Artificial Intelligence ในศตวรรษที่ 21 ได้ส่งผลกระทบเชิงลึกต่อโครงสร้างของระบบการศึกษาและกระบวนการสร้างสรรค์นวัตกรรม โดยเฉพาะอย่างยิ่งในสาขาการออกแบบผลิตภัณฑ์ซึ่งเป็นศาสตร์ที่ต้องอาศัยการบูรณาการระหว่างความคิดสร้างสรรค์ เทคโนโลยี และความเข้าใจผู้ใช้ บทความนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่ออธิบายและวิเคราะห์ปัจจัยสำคัญที่มีอิทธิพลต่อการปรับตัวของหลักสูตรด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์ในบริบทของยุค AI ผ่านการสังเคราะห์วรรณกรรมทางวิชาการ รายงานแนวโน้มระดับนานาชาติ และกรอบแนวคิดด้านการศึกษาเชิงนวัตกรรม ผลการสังเคราะห์พบว่า การปรับตัวของหลักสูตรไม่ได้เป็นเพียงการเพิ่มเนื้อหาเกี่ยวกับ AI แต่เป็นการเปลี่ยนแปลงเชิงระบบที่ครอบคลุมทั้งโครงสร้างหลักสูตร กระบวนการเรียนรู้ และบทบาทของผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง ปัจจัยสำคัญประการแรกคือความก้าวหน้าของเทคโนโลยี AI และเครื่องมือดิจิทัล เช่น การออกแบบเชิงกำเนิด (Generative design) และระบบจำลองเสมือน ซึ่งช่วยเพิ่มประสิทธิภาพและความแม่นยำในกระบวนการออกแบบ ประการที่สองคือความต้องการทักษะแห่งอนาคต โดยเฉพาะทักษะเชิงมนุษย์ เช่น การคิดเชิงวิพากษ์ ความคิดสร้างสรรค์ และการแก้ปัญหา ที่มีความสำคัญมากขึ้นในบริบทที่ AI สามารถทดแทนงานเชิงเทคนิคบางส่วนได้ โดยสรุป การปรับตัวของหลักสูตรการออกแบบผลิตภัณฑ์ในยุค AI เป็นกระบวนการเชิงพลวัตที่ต้องอาศัยการบูรณาการหลายมิติ ทั้งด้านเทคโนโลยี ทักษะมนุษย์ จริยธรรม และโครงสร้างการศึกษา การพัฒนาหลักสูตรที่สอดคล้องกับบริบทดังกล่าวจะช่วยเสริมสร้างศักยภาพของผู้เรียนให้สามารถเป็นนักออกแบบที่มีความคิดสร้างสรรค์ ใช้เทคโนโลยีอย่างมีวิจารณญาณ และสามารถแข่งขันในระดับสากลได้อย่างยั่งยืน

คำสำคัญ: ปัจจัยการปรับตัวของหลักสูตร, ด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์, บูรณาการเทคโนโลยี, การออกแบบผลิตภัณฑ์, ยุค AI

1. บทนำ

ในบริบทของศตวรรษที่ 21 โลกกำลังเผชิญกับการเปลี่ยนแปลงเชิงโครงสร้างของเทคโนโลยีดิจิทัลอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะการพัฒนาอย่างก้าวกระโดดของ Artificial Intelligence (AI) ซึ่งได้เข้ามามีบทบาทสำคัญในทุกมิติของสังคม ไม่ว่าจะเป็น เศรษฐกิจ อุตสาหกรรม การสื่อสาร และระบบการศึกษา เทคโนโลยีดังกล่าวมิได้เพียงทำหน้าที่เป็นเครื่องมือสนับสนุนการทำงานของมนุษย์เท่านั้น แต่ยังสามารถเรียนรู้ วิเคราะห์ และสร้างสรรค์ผลงานใหม่ได้อย่างอัตโนมัติ ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงเชิงกระบวนทัศน์ (Paradigm shift) ในการผลิตองค์ความรู้และนวัตกรรมอย่างมีนัยสำคัญ (Russell & Norvig, 2021, p. 1)

ในขณะเดียวกัน สาขาการออกแบบผลิตภัณฑ์ซึ่งเป็นศาสตร์ที่ผสมผสานทั้งศิลปะ วิศวกรรม และเทคโนโลยี กำลังเผชิญกับแรงกดดันจากการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ การนำ AI เข้ามาใช้ในกระบวนการออกแบบ เช่น การสร้างแบบจำลองด้วย Generative design การวิเคราะห์พฤติกรรมผู้ใช้ผ่านข้อมูลขนาดใหญ่ และการจำลองผลิตภัณฑ์เสมือนจริง ได้เปลี่ยนบทบาทของนักออกแบบจาก “ผู้สร้างสรรค์โดยใช้ประสบการณ์” ไปสู่ “ผู้ร่วมออกแบบกับระบบอัจฉริยะ” (Co-creation with AI) อย่างชัดเจน (Goodfellow et al., 2016, pp. 1–3) กระบวนการดังกล่าวไม่เพียงเพิ่มประสิทธิภาพในการออกแบบ แต่ยังเปิดโอกาสให้เกิดนวัตกรรมที่มีความซับซ้อนและตอบสนองต่อความต้องการของผู้ใช้ได้อย่างแม่นยำมากยิ่งขึ้น การเปลี่ยนแปลงนี้ส่งผลโดยตรงต่อระบบการศึกษา โดยเฉพาะหลักสูตรด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์ที่จำเป็นต้องปรับตัวให้สอดคล้องกับบริบทใหม่ แนวโน้มการศึกษาในระดับสากลชี้ให้เห็นว่า AI กำลังกลายเป็น “โครงสร้างพื้นฐานของการเรียนรู้” (Learning infrastructure) ที่สนับสนุนการเรียนรู้แบบยืดหยุ่น (Flexible learning) การเรียนรู้เฉพาะบุคคล (Personalized learning) และการเรียนรู้ตลอดชีวิต (Lifelong learning) ซึ่งช่วยให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาทักษะได้อย่างต่อเนื่องและสอดคล้องกับความต้องการของตลาดแรงงาน (QS, 2026, pp. 18–21)

นอกจากนี้ บทบาทของผู้เรียนและผู้สอนยังเปลี่ยนแปลงไปอย่างมีนัยสำคัญ ผู้เรียนไม่ได้เป็นเพียงผู้รับความรู้ (Passive learner) แต่กลายเป็น “ผู้สร้างนวัตกรรม” (Innovator) ที่สามารถใช้ AI เป็นเครื่องมือในการคิด วิเคราะห์ และสร้างสรรค์ผลงาน ขณะที่ผู้สอนต้องปรับบทบาทเป็น “ผู้ออกแบบประสบการณ์การเรียนรู้” (Learning experience designer) ที่สามารถบูรณาการเทคโนโลยีเข้ากับกระบวนการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวสะท้อนให้เห็นถึงความจำเป็นในการพัฒนาทักษะใหม่ ทั้งด้านดิจิทัล (Digital literacy) การคิดเชิงวิพากษ์ (Critical thinking) และความคิดสร้างสรรค์ (Creativity) ซึ่งเป็นทักษะสำคัญในยุค AI (Forbes, 2023, pp. 2–3)

อย่างไรก็ตาม การปรับตัวของหลักสูตรไม่ได้เป็นเพียงการเพิ่มรายวิชาที่เกี่ยวข้องกับ AI เท่านั้น แต่ต้องเป็นการปรับโครงสร้างเชิงระบบ (Systemic transformation) ที่ครอบคลุมทั้งเนื้อหา วิธีการสอน รูปแบบการเรียนรู้ และการประเมินผล รวมถึงการบูรณาการองค์ความรู้จากหลายสาขาวิชา เช่น วิศวกรรม เทคโนโลยีสารสนเทศ ธุรกิจ และศิลปะ การออกแบบ เพื่อสร้างนักร้องแบบที่มีความสามารถรอบด้าน (Interdisciplinary competence) ขณะเดียวกัน ประเด็นด้านจริยธรรม เช่น ความโปร่งใสของ AI ความเป็นเจ้าของผลงาน และความรับผิดชอบต่อสังคม ก็เป็นอีกปัจจัยสำคัญที่ต้องได้รับการบูรณาการในหลักสูตรอย่างเหมาะสม

จากบริบทดังกล่าว การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการปรับตัวของหลักสูตรด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์ในยุค AI จึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาหลักสูตรให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีและความต้องการของอุตสาหกรรมในอนาคต บทความนี้จึงมุ่งวิเคราะห์และสังเคราะห์ปัจจัยสำคัญที่เกี่ยวข้อง พร้อมทั้งเสนอกรอบแนวคิดเชิงบูรณาการสำหรับการพัฒนาหลักสูตรที่สามารถตอบสนองต่อความท้าทายของยุคปัญญาประดิษฐ์ได้อย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืน

2. แนวทางการออกแบบหลักสูตรปัจจุบัน

แนวทางการออกแบบหลักสูตรปัจจุบันใช้แนวทาง (Outcome-Based Education: OBE) ที่เน้น ผลลัพธ์การเรียนรู้ (Learning outcomes) เป็นสำคัญ โดยกำหนดเป้าหมายว่าผู้เรียนต้องทำอะไรได้เมื่อจบการศึกษา แล้วจึงออกแบบการสอนและการประเมินผลย้อนกลับ (Backward design) ให้สอดคล้องกับผลลัพธ์นั้น องค์ประกอบสำคัญของหลักสูตร OBE ผลลัพธ์การเรียนรู้ที่คาดหวัง (Program Learning Outcomes: PLOs) กำหนดเป้าหมายชัดเจนว่าผู้เรียนต้องมีความรู้ ทักษะ และเจตคติการออกแบบย้อนกลับ (Backward design) เริ่มจากตั้งเป้าหมายผลลัพธ์ กำหนดวิธีการประเมิน จึงออกแบบการจัดการเรียนการสอน ผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง (Student-centered): จัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้แสดงออกถึงความสามารถตามเป้าหมายการวัดและประเมินผลตามจริง (Authentic assessment) วัดผลจากชิ้นงาน พฤติกรรม หรือทักษะจริง แทนการสอบข้อเขียนเพียงอย่างเดียว ความยืดหยุ่น (Flexibility) ปรับรูปแบบการสอนและเวลาให้เหมาะสมเพื่อให้ผู้เรียนบรรลุเป้าหมาย แนวทางหลักสูตร OBE

2.1 มิติการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิดของ Bloom's taxonomy บูรณาการกับหลักสูตรด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์กับเทคโนโลยี AI ซึ่งแบ่งพฤติกรรมการเรียนรู้ออกเป็น 3 ด้านหลัก ได้แก่ พุทธิพิสัย (Cognitive domain) ทักษะพิสัย (Psychomotor domain) และจิตพิสัย (Affective domain) โดยสามารถอธิบายในเชิงข้อความได้ดังนี้ 1) พุทธิพิสัย (Cognitive domain) (Anderson & Krathwohl, 2001, pp. 66–68) พุทธิพิสัยเป็นกระบวนการทางความคิดที่พัฒนาจากรดับพื้นฐานไปสู่ระดับสูง ประกอบด้วย 6 ชั้น ได้แก่

2.1.1 การจำ (Remembering) เป็นความสามารถในการจดจำข้อมูลพื้นฐาน เช่น แนวคิด เครื่องมือ AI และหลักการออกแบบผลิตภัณฑ์

2.1.2 การเข้าใจ (Understanding) การอธิบายและตีความความหมาย เช่น การเชื่อมโยงการใช้ AI กับกระบวนการออกแบบ

2.1.3 การประยุกต์ใช้ (Applying) การนำความรู้ไปใช้ เช่น การใช้เครื่องมือ AI ในการออกแบบ ทดลอง และแก้ไขปัญหา

2.1.4 การวิเคราะห์ (Analyzing) การแยกแยะองค์ประกอบ วิเคราะห์ข้อดีข้อจำกัดของ AI

2.1.5 การประเมินค่า (Evaluating) การตัดสินคุณภาพผลงานโดยใช้เกณฑ์ที่เหมาะสม

2.1.6 การสร้างสรรค์ (Creating) การพัฒนาแนวคิดและนวัตกรรมใหม่โดยใช้ AI

ผลลัพธ์ ผู้เรียนสามารถคิดเป็นระบบ วิเคราะห์เป็น และสร้างสรรค์นวัตกรรมได้

2.2 ทักษะพิสัย (Psychomotor domain)

เป็นด้านที่เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติและทักษะการใช้เครื่องมือ โดยเฉพาะในบริบทของการออกแบบผลิตภัณฑ์ในยุคดิจิทัล ประกอบด้วย

2.2.1 ทักษะการความชำนาญ การใช้เครื่องมือและอุปกรณ์สร้างต้นแบบ (3D Printer, Laser Cutter, CNC)

2.2.2 ทักษะการความชำนาญ การใช้ซอฟต์แวร์ควบคู่กับการลงมือปฏิบัติ

2.2.3 ทักษะการสื่อสารเชิงเทคโนโลยีการนำเสนอผลงานผ่านสื่อดิจิทัล หรือ AR/VR

2.2.4 ทักษะความสามารถทางภาษา เช่น การนำเสนอ (Pitching) แนวคิดต่อผู้มีส่วนเกี่ยวข้องผลลัพธ์ ผู้เรียนสามารถปฏิบัติได้คล่องแคล่ว สื่อสารได้อย่างมีประสิทธิภาพ และนำเสนอผลงานอย่างมืออาชีพ

2.3. จิตพิสัย (Affective domain)

เป็นด้านที่เกี่ยวข้องกับทัศนคติ ค่านิยม และจริยธรรม ซึ่งมีความสำคัญอย่างยิ่งในยุค AI ประกอบด้วย

2.3.1 การรับรู้ (Receiving) การเปิดรับแนวคิดใหม่ เช่น AI และเทคโนโลยีการออกแบบ

2.3.2 การตอบสนอง (Responding) การมีส่วนร่วมในการเรียนรู้และการใช้ AI อย่างต่อเนื่อง

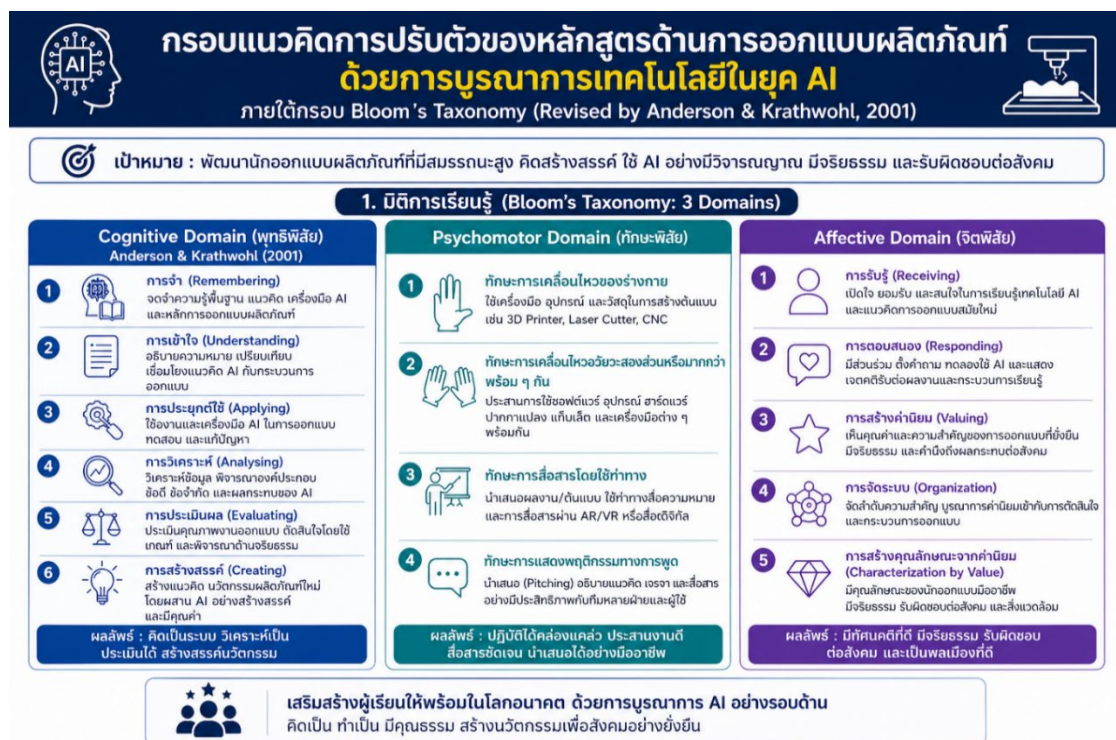
2.3.3 การให้คุณค่า (Valuing) การตระหนักถึงความสำคัญของจริยธรรมและผลกระทบของ AI

2.3.4 การจัดระบบ (Organization) การจัดลำดับค่านิยมและบูรณาการเข้ากับการออกแบบ

2.3.5 การสร้างลักษณะนิสัย (Characterization) การแสดงพฤติกรรมอย่างมีความรับผิดชอบต่อสังคม

และวิชาชีพผลลัพธ์ผู้เรียนมีทัศนคติที่ดี มีจริยธรรม และสามารถปรับตัวเข้ากับสังคมได้อย่างเหมาะสม

สรุปเชิงบูรณาการทั้งสามด้านของ Bloom's taxonomy แสดงให้เห็นถึงการพัฒนาผู้เรียนอย่างรอบด้านในยุค AI กล่าวคือ พุทธิพิสัยเน้น “ความรู้และการคิด” ทักษะพิสัยเน้น “การลงมือปฏิบัติ” จิตพิสัย เน้น “คุณค่าและจริยธรรม” การบูรณาการทั้ง 3 มิตินี้มีความสำคัญต่อการพัฒนาหลักสูตรด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์ในยุค AI เพื่อให้ผู้เรียนไม่เพียงมีทักษะทางเทคโนโลยี แต่ยัง สามารถคิดวิเคราะห์ สร้างสรรค์ และมีความรับผิดชอบต่อสังคม



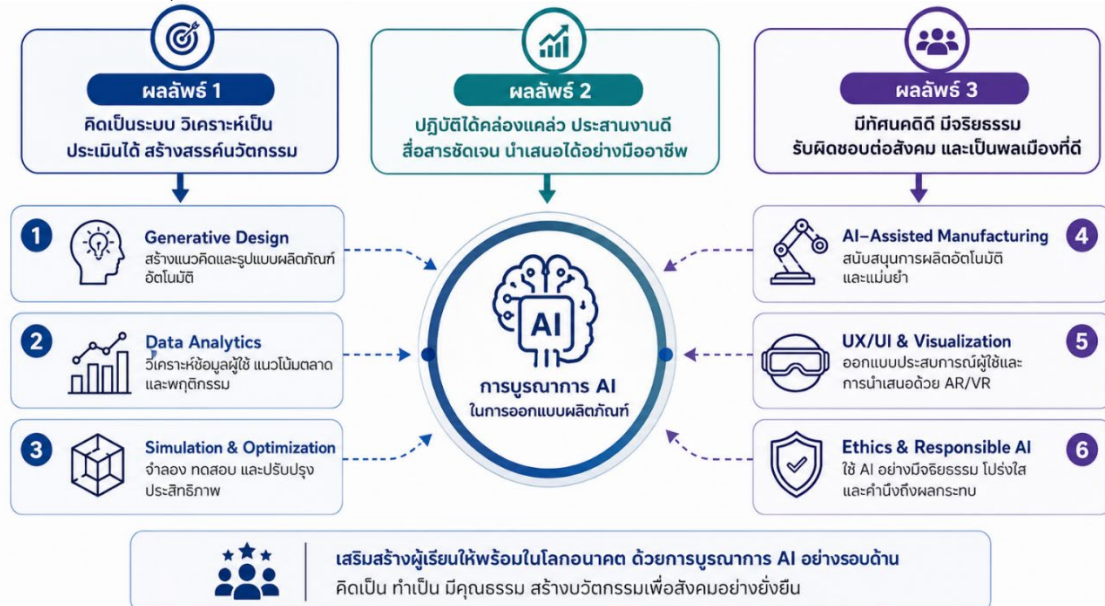
รูปที่ 1 กรอบแนวคิดการปรับตัวของหลักสูตรด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์มิติการเรียนรู้ (Bloom's Taxonomy)
ที่มา chatspt.com จากข้อมูลให้สร้างเป็นอินโฟกราฟิก ภาพนี้สร้างโดย AI

3. กรอบแนวคิดการปรับตัวของหลักสูตร

ด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์ด้วยการบูรณาการเทคโนโลยีในยุคปัญญาประดิษฐ์ AI โดยยึดโยงกับแนวคิด Bloom's taxonomy ฉบับปรับปรุง (Revised Bloom's taxonomy) ของ Anderson และ Krathwohl (Anderson & Krathwohl, 2001, pp. 66–68) ซึ่งเป็นกรอบสำคัญในการออกแบบการเรียนรู้ที่เน้นพัฒนาผู้เรียนอย่างเป็นระบบ ครอบคลุมทั้งด้านความรู้ ทักษะ และคุณลักษณะเชิงคุณค่า การประยุกต์ใช้กรอบดังกล่าวในบริบทของการออกแบบผลิตภัณฑ์ยุค AI มีเป้าหมายเพื่อสร้าง นักออกแบบที่สามารถคิดเชิงนวัตกรรม ใช้เทคโนโลยีอย่างมีวิจารณญาณ และมีความรับผิดชอบต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม ในมิติของ พุทธิพิสัย (Cognitive domain) กระบวนการคิดตั้งแต่ระดับพื้นฐานไปจนถึงระดับสูง โดยเริ่มจากการจำ (Remembering) ซึ่งเกี่ยวข้องกับการจดจำองค์ความรู้พื้นฐาน เช่น หลักการออกแบบ เครื่องมือดิจิทัล และระบบ AI ที่เกี่ยวข้อง ต่อมาคือ การเข้าใจ (Understanding) ซึ่งผู้เรียนสามารถอธิบายแนวคิด เปรียบเทียบ และเชื่อมโยง AI เข้ากับกระบวนการออกแบบได้อย่างมีเหตุผล ในระดับ การประยุกต์ใช้ (Applying) ผู้เรียนจะสามารถนำเครื่องมือ AI เช่น Generative design หรือ Data-driven tools ไปใช้

ในการพัฒนาแนวคิดผลิตภัณฑ์จริง ขณะที่ การวิเคราะห์ มุ่งให้ผู้เรียนสามารถแยกแยะองค์ประกอบของปัญหา วิเคราะห์ข้อมูล ผู้ใช้ และประเมินข้อจำกัดของการออกแบบได้อย่างเป็นระบบ ต่อเนื่องด้วยการประเมินผล ซึ่งเกี่ยวข้องกับการตัดสินใจเลือกแนวทางการออกแบบโดยใช้เกณฑ์ด้านประสิทธิภาพ ความคุ้มค่า และจริยธรรม และสุดท้ายคือ การสร้างสรรค์ ซึ่งเป็นระดับสูงสุด ผู้เรียนสามารถออกแบบนวัตกรรมผลิตภัณฑ์ใหม่โดยใช้ AI เป็นเครื่องมือในการสร้างคุณค่าใหม่ให้กับผู้ใช้ (Anderson & Krathwohl, 2001, pp. 66–68; Luckin et al., 2016, pp. 14–18) ในด้านทักษะพิสัย (Psychomotor domain) เน้นการพัฒนาทักษะเชิงปฏิบัติที่สอดคล้องกับบริบทอุตสาหกรรมสมัยใหม่ ผู้เรียนต้องสามารถใช้เครื่องมือและเทคโนโลยีการผลิต เช่น เครื่องพิมพ์สามมิติ (3D Printer) เครื่องตัดเลเซอร์ (Laser cutter) และเครื่องจักร CNC ได้อย่างคล่องแคล่ว ซึ่งสะท้อนถึงแนวคิดของการเรียนรู้แบบ “Learning by doing” (Kolb, 1984, pp. 38–41) นอกจากนี้ยังรวมถึงการบูรณาการฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ การสร้างต้นแบบ (Prototype) และการทดสอบผลิตภัณฑ์ผ่านการจำลอง (Simulation) ซึ่งช่วยลดต้นทุนและเพิ่มประสิทธิภาพในการออกแบบ อีกทั้งยังให้ความสำคัญกับทักษะการสื่อสารการนำเสนอผลงานผ่านสื่อดิจิทัล และเทคโนโลยีเสมือนจริง เช่น AR/VR ซึ่งเป็นทักษะสำคัญในยุคเศรษฐกิจดิจิทัล (Schwab, 2017, pp. 16–23, 44–52) ในส่วนของ จิตพิสัย ความสำคัญของการปลูกฝัง ค่านิยมและจริยธรรมในการใช้ AI โดยเริ่มจาก “การรับรู้ (Receiving)” คือการเปิดรับและตระหนักถึงบทบาทของ AI ในการออกแบบ การตอบสนองคือการมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ ทดลอง และพัฒนาแนวคิดใหม่ ๆ ต่อมาคือการให้คุณค่า ซึ่งผู้เรียนตระหนักถึงความสำคัญของการออกแบบที่ยั่งยืนและมีจริยธรรม เช่น การคำนึงถึงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและสังคม การจัดระบบคุณค่า เป็นการบูรณาการค่านิยมเข้าสู่กระบวนการตัดสินใจ และสุดท้าย การสร้างลักษณะนิสัย ซึ่งสะท้อนถึงการเป็นนักออกแบบมืออาชีพที่มีความรับผิดชอบ โปร่งใส และยึดมั่นในจรรยาบรรณ (Floridi et al., 2018, pp. 691–693) การบูรณาการทั้งสามมิติส่งผลให้เกิดผลลัพธ์การเรียนรู้ที่สำคัญได้แก่ (1) ความสามารถในการคิดวิเคราะห์และสร้างสรรค์นวัตกรรม (2) ทักษะการปฏิบัติงานและการสื่อสารอย่างมืออาชีพและ (3) การมีจริยธรรมและความรับผิดชอบต่อสังคม ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ สมรรถนะในศตวรรษที่ 21 ที่เน้นทั้ง Hard Skills และ Soft skills ควบคู่กัน (Trilling & Fadel, 2009, pp. 47–56)

กล่าวโดยสรุป การปรับตัวของหลักสูตรด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์ในยุค AI จำเป็นต้องดำเนินการอย่างเป็นองค์รวม โดยผสมผสานกรอบแนวคิดทางการศึกษา เทคโนโลยี และจริยธรรมเข้าด้วยกัน การเรียนรู้ไม่ควรจำกัดอยู่เพียงการใช้เครื่องมือ AI แต่ต้องมุ่งสร้าง “นักออกแบบยุคใหม่” ที่มีความสามารถในการคิดเชิงระบบ สร้างนวัตกรรม และขับเคลื่อนสังคมอย่างยั่งยืน



รูปที่ 2 แสดงผลลัพธ์การเรียนรู้กับการบูรณาการเทคโนโลยีในยุค AI

ที่มา chatgpt.com จากข้อมูลให้สร้างเป็นอินโฟกราฟิก ภาพนี้สร้างโดย AI

4. ปัจจัยการปรับตัวของหลักสูตร

ด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์ สะท้อนให้เห็นถึงการเปลี่ยนผ่านของการศึกษาในยุคปัญญาประดิษฐ์ (AI) ที่ไม่ได้เป็นเพียงการเพิ่มเครื่องมือเทคโนโลยีเข้าไปในห้องเรียน แต่เป็นการปรับโครงสร้างเชิงระบบของหลักสูตรให้สอดคล้องกับบริบทโลกดิจิทัลและอุตสาหกรรมสมัยใหม่ โดยสามารถอธิบายผ่าน 5 ปัจจัยหลัก ได้แก่ ด้านเทคโนโลยี ด้านผู้เรียน ด้านนโยบายการศึกษา ด้านอาจารย์ และด้านอุตสาหกรรม ซึ่งล้วนมีบทบาทเชื่อมโยงกันในการพัฒนาหลักสูตรให้มีความทันสมัยและตอบโจทย์อนาคต ประการแรกด้านเทคโนโลยี ถือเป็นแรงขับเคลื่อนสำคัญของการเปลี่ยนแปลง หลักสูตรจำเป็นต้องปรับตัวให้ทันกับความก้าวหน้าของเครื่องมือ AI เช่น Generative design, Machine learning และระบบวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่ (Big data analytics) ซึ่งเข้ามามีบทบาทในกระบวนการออกแบบผลิตภัณฑ์อย่างชัดเจน นอกจากนี้ การเข้าถึงซอฟต์แวร์และฮาร์ดแวร์ที่ทันสมัย เช่น โปรแกรมออกแบบ 3 มิติ เครื่องพิมพ์สามมิติ (3D Printer) หรือเครื่องจักร CNC ยังเป็นปัจจัยสำคัญที่ช่วยให้ผู้เรียนสามารถทดลองและสร้างต้นแบบได้จริง ขณะเดียวกัน โครงสร้างพื้นฐานดิจิทัล เช่น อินเทอร์เน็ตความเร็วสูง ระบบคลาวด์ และแพลตฟอร์มการเรียนรู้ออนไลน์ ก็เป็นเงื่อนไขพื้นฐานที่ทำให้การบูรณาการ AI ในหลักสูตรเกิดขึ้นได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Schwab, 2017, pp. 16–23, 44–52) ประการที่สอง ด้านผู้เรียน เน้นการเปลี่ยนบทบาทจาก “ผู้รับความรู้” เป็น “ผู้สร้างความรู้” ผู้เรียนในยุค AI จำเป็นต้องมีทักษะดิจิทัล (Digital literacy) ควบคู่กับทักษะการคิดวิเคราะห์ (Critical thinking) และการแก้ปัญหา (Problem-solving) รวมถึงความสามารถในการเรียนรู้ด้วยตนเอง (Self-directed learning) ซึ่งเป็นทักษะสำคัญในโลกที่ความรู้เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว นอกจากนี้ แรงจูงใจในการเรียนรู้ตลอดชีวิต (Lifelong learning) ยังเป็นปัจจัยที่ช่วยให้ผู้เรียนสามารถปรับตัวต่อเทคโนโลยีใหม่ ๆ และพัฒนาตนเองอย่างต่อเนื่อง (Trilling & Fadel, 2009, pp. 7–9, 18–20) ประการที่สาม ด้านนโยบายการศึกษาเป็นกลไกสนับสนุนในระดับโครงสร้าง หลักสูตรจำเป็นต้องสอดคล้องกับแนวทางการพัฒนาสมรรถนะ (Competency-based education) ที่เน้นผลลัพธ์การเรียนรู้มากกว่าการท่องจำ รวมถึงการสนับสนุนงบประมาณสำหรับเทคโนโลยีและทรัพยากรการเรียนรู้ การส่งเสริมระบบการเรียนรู้ตลอดชีวิต และการรับรองสมรรถนะในรูปแบบใหม่ เช่น Micro-credentials หรือ Digital badges ซึ่งช่วยให้ผู้เรียนสามารถสะสมทักษะที่หลากหลายและตอบโจทย์ตลาดแรงงานได้มากขึ้น (OECD, 2021) ประการที่สี่ ด้านอาจารย์ มีบทบาทสำคัญในการขับเคลื่อนการเปลี่ยนแปลง หลักสูตรยุคใหม่ต้องการอาจารย์ที่มีสมรรถนะด้านดิจิทัลและสามารถใช้ AI เป็นเครื่องมือในการออกแบบการเรียนรู้ เช่น การใช้ AI เพื่อวิเคราะห์พฤติกรรมผู้เรียน การสร้างสื่อการเรียนรู้แบบปรับตามบุคคล (Personalized learning) และการจัดการเรียนการสอนเชิงรุก (Active learning) นอกจากนี้ การบูรณาการความรู้ข้ามศาสตร์ (Interdisciplinary learning) ยังเป็นแนวทางสำคัญในการพัฒนาผู้เรียนให้สามารถเชื่อมโยงองค์ความรู้จากหลากหลายสาขาเพื่อสร้างนวัตกรรมใหม่ ประการสุดท้าย ด้านอุตสาหกรรม เป็นปัจจัยที่สะท้อนความต้องการของโลกการทำงาน หลักสูตรต้องปรับให้สอดคล้องกับทักษะที่ตลาดแรงงานต้องการ เช่น ทักษะด้าน AI การออกแบบเชิงดิจิทัล และการพัฒนาวัตรกรรมผลิตภัณฑ์ ความร่วมมือระหว่างสถาบันการศึกษาและภาคอุตสาหกรรม เช่น การฝึกงาน (Internship) โครงการร่วมวิจัย หรือการเรียนรู้จากสถานการณ์จริง (Work-integrated learning) เป็นกลไกสำคัญที่ช่วยให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ตรงและสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ได้จริง (Trilling & Fadel, 2009, pp. 7–9, 18–20)



รูปที่ 3 แสดงแนวคิดปัจจัยการปรับตัวของหลักสูตรในยุค AI

ที่มา chatgpt.com จากข้อมูลให้สร้างเป็นอินโฟกราฟิก.2026. <https://chatgpt.com>. ภาพนี้สร้างโดย AI

โดยสรุป ปัจจัยทั้ง 5 ด้านนี้ไม่ได้ทำงานแยกจากกัน แต่มีความเชื่อมโยงอย่างเป็นระบบในการขับเคลื่อนการปรับตัวของหลักสูตรด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์ในยุค AI การพัฒนาหลักสูตรที่มีประสิทธิภาพจึงต้องอาศัยการบูรณาการเทคโนโลยีการพัฒนาศักยภาพผู้เรียน การสนับสนุนเชิงนโยบาย การยกระดับบทบาทอาจารย์ และการเชื่อมโยงกับภาคอุตสาหกรรมอย่างใกล้ชิด เพื่อสร้างนักรออกแบบที่ไม่เพียงมีทักษะเชิงเทคนิค แต่ยังมีความคิดสร้างสรรค์ จริยธรรม และความสามารถในการปรับตัวในโลกที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว

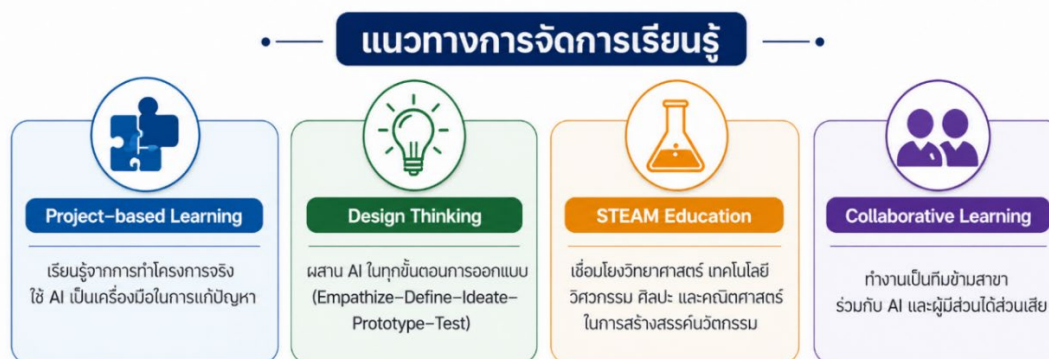
5. แนวทางการจัดการเรียนรู้

สะท้อนบทบาทสำคัญของการออกแบบการเรียนรู้การสอนในหลักสูตรด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์ยุคปัญญาประดิษฐ์ (AI) โดยชี้ให้เห็นว่า การปรับตัวของหลักสูตรไม่ได้จำกัดอยู่เพียงเนื้อหาหรือเทคโนโลยี แต่ต้องครอบคลุมถึง “กระบวนการเรียนรู้” ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาองค์ความรู้ ทักษะ และสมรรถนะที่สอดคล้องกับบริบทของโลกยุคดิจิทัล แนวทางหลักที่ปรากฏ ได้แก่ Project-based learning, Design thinking, STEAM education และ Collaborative Learning ซึ่งล้วนเป็นกลไกสำคัญในการบูรณาการ AI เข้ากับการออกแบบผลิตภัณฑ์อย่างเป็นรูปธรรม

แนวทางการจัดการเรียนรู้แนวทางแรก Project-Based Learning (PBL) เป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่เน้นการลงมือปฏิบัติผ่านโครงงานจริง ผู้เรียนได้เผชิญกับปัญหาจริง ใช้ AI เป็นเครื่องมือในการรวบรวม วิเคราะห์ข้อมูล และพัฒนาแนวทางแก้ไข กระบวนการดังกล่าวสอดคล้องกับแนวคิด “Learning by doing” และช่วยส่งเสริมการเรียนรู้เชิงลึก (Deep learning) รวมถึงทักษะการคิดวิเคราะห์ การจัดการโครงการ และการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ ซึ่งเป็นสมรรถนะสำคัญของนักรออกแบบในศตวรรษที่ 21 (Thomas, 2000, pp. 3–5; Krajcik & Blumenfeld, 2006, pp. 317–320) แนวทางที่สอง Design thinking เป็นกระบวนการคิดเชิงออกแบบที่เน้นผู้ใช้เป็นศูนย์กลาง ประกอบด้วยขั้นตอน Empathize, Define, Ideate, Prototype และ Test การผสาน AI ในแต่ละขั้นตอนช่วยเพิ่มประสิทธิภาพ เช่น การใช้ AI วิเคราะห์ข้อมูลผู้ใช้ การสร้างแนวคิดด้วย Generative AI หรือการจำลองต้นแบบเพื่อทดสอบการใช้งาน แนวทางนี้ช่วยพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ การคิดเชิงระบบ และการสร้างนวัตกรรมที่ตอบโจทย์ผู้ใช้จริง (Brown, 2008, pp. 86–88; Liedtka, 2018, pp. 73–75) แนวทางที่สาม STEAM education เป็นการบูรณาการศาสตร์ด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม ศิลปะ และคณิตศาสตร์ เพื่อสร้างนวัตกรรมที่มีทั้งประสิทธิภาพและคุณค่าเชิงสุนทรีย์ การนำ AI เข้ามาเสริมใน STEAM ช่วยให้ผู้เรียนสามารถวิเคราะห์ข้อมูลเชิงซับซ้อน สร้างแบบจำลอง และพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่ตอบสนองต่อความต้องการของสังคมได้อย่างรอบด้าน แนวทางนี้สอดคล้องกับการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 ที่เน้นทั้งความรู้และความคิดสร้างสรรค์ (Yakman, 2008, pp. 2–4; Land, 2013, pp. 548–550) แนวทางสุดท้าย Collaborative learning เป็นการเรียนรู้แบบร่วมมือที่เน้นการทำงานเป็นทีมข้ามสาขาวิชา ผู้เรียนจะได้พัฒนาทักษะการสื่อสาร การทำงานร่วมกัน และการแก้ปัญหาในบริบทที่หลากหลาย โดยมี AI เป็นเครื่องมือสนับสนุนการประสานงานและการแลกเปลี่ยนข้อมูล แนวทางนี้สะท้อนรูปแบบการทำงานจริงในอุตสาหกรรมที่ต้องอาศัยความร่วมมือจากหลายภาคส่วน (Johnson & Johnson, 2009, pp. 365–368; Dillenbourg, 1999, pp. 1–3)

เมื่อพิจารณาในภาพรวม แนวทางการจัดการเรียนรู้ทั้ง 4 รูปแบบนี้มีบทบาทสำคัญในการสนับสนุน “ปัจจัยการปรับตัวของหลักสูตร” ในทุกมิติ ไม่ว่าจะเป็นด้านผู้เรียนที่ต้องพัฒนาทักษะใหม่ ด้านอาจารย์ที่ต้องปรับบทบาทเป็นผู้ออกแบบการเรียนรู้ ด้านเทคโนโลยีที่เข้ามาเป็นเครื่องมือหลัก รวมถึงด้านอุตสาหกรรมที่ต้องการบัณฑิตที่มีสมรรถนะครบถ้วน การบูรณาการแนวทางเหล่านี้จึงช่วยให้เกิดการเรียนรู้เชิงรุก (Active learning) และส่งเสริมการเรียนรู้ตลอดชีวิต (Lifelong learning) อย่างมีประสิทธิภาพ

กล่าวโดยสรุป การออกแบบหลักสูตรด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์ในยุค AI จำเป็นต้องปรับเปลี่ยนกระบวนการจัดการเรียนรู้ไปสู่รูปแบบที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ใช้เทคโนโลยีเป็นเครื่องมือ และเชื่อมโยงกับโลกความเป็นจริง โดยอาศัยแนวทาง Project-based learning, Design thinking, STEAM education และ Collaborative learning เป็นแกนสำคัญในการพัฒนานักออกแบบที่มีความรู้ ทักษะ และความสามารถในการสร้างนวัตกรรมอย่างยั่งยืน



รูปที่ 4 แสดงแนวทางการจัดการเรียนรู้การปรับตัวของหลักสูตรในยุค AI
ที่มา chatgpt.com จากข้อมูลให้สร้างเป็นอินโฟกราฟิก ภาพนี้สร้างโดย AI

6. ผลลัพธ์ที่พึงประสงค์

สะท้อนภาพปลายทางของการพัฒนาหลักสูตรด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์ภายใต้การบูรณาการเทคโนโลยีในยุคปัญญาประดิษฐ์ (AI) โดยแสดงให้เห็นว่าการปรับตัวของหลักสูตรมิได้มุ่งเพียงการพัฒนาทักษะเชิงเทคนิคเท่านั้น แต่ยังครอบคลุมถึงการพัฒนาผู้เรียนอย่างรอบด้าน ทั้งในมิติของความรู้ ทักษะ ความคิดสร้างสรรค์ จริยธรรม และความยั่งยืน ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดการจัดการศึกษาในศตวรรษที่ 21 ที่เน้นการสร้าง “สมรรถนะองค์รวม” (Holistic competencies) ประการแรก ผลลัพธ์ด้าน *ความรู้และทักษะเชิงลึกด้านการออกแบบและ AI เป็นพื้นฐานสำคัญของนักออกแบบยุคใหม่ ผู้เรียนจำเป็นต้องมีความเข้าใจทั้งในหลักการออกแบบผลิตภัณฑ์ เช่น Ergonomics, user-centered design และวัสดุศาสตร์ ควบคู่กับความรู้ด้าน AI เช่น Machine learning, Generative design และ Data analytics ความรู้เชิงบูรณาการนี้ช่วยให้ผู้เรียนสามารถใช้ AI เป็น “เครื่องมือทางปัญญา” (Cognitive tool) ในการวิเคราะห์ปัญหาและพัฒนาแนวทางออกแบบที่มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น Luckin et al., 2016, pp. 14–16) ประการที่สอง คือ ความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมผลิตภัณฑ์ ซึ่งถือเป็นหัวใจของการออกแบบในยุค AI แม้เทคโนโลยีจะสามารถช่วยสร้างรูปแบบหรือทางเลือกจำนวนมากได้อย่างรวดเร็ว แต่บทบาทของมนุษย์ยังคงสำคัญในการคัดเลือก ตีความ และต่อยอดแนวคิดให้เกิดคุณค่าใหม่ การเรียนรู้ที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ เช่น Design thinking และการทดลองต้นแบบ (Prototyping) จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถพัฒนานวัตกรรมที่ตอบโจทย์ผู้ใช้และตลาดได้อย่างแท้จริง (Brown, 2008, pp. 85–87) ประการที่สาม คือ การทำงานร่วมกับ AI และผู้อื่นได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งสะท้อนถึงลักษณะการทำงานในโลกปัจจุบันที่ต้องอาศัยการทำงานร่วมกันระหว่างมนุษย์และเครื่องจักร (Human-AI collaboration) ผู้เรียนต้องสามารถใช้ AI เป็นผู้ช่วยในการวิเคราะห์ข้อมูล การสร้างแบบจำลอง และการตัดสินใจ ขณะเดียวกันก็ต้องมีทักษะการทำงาน เป็นทีม การสื่อสาร และการประสานงานกับผู้มีส่วนได้ส่วนเสียจากหลากหลายสาขา (Jarrahi, 2018, pp. 579–581) ประการที่สี่ คือ จริยธรรม จิตสำนึก และความรับผิดชอบต่อสังคมซึ่งเป็นประเด็นสำคัญอย่างยิ่งในยุคที่ AI มีบทบาทสูง การออกแบบผลิตภัณฑ์ต้องคำนึงถึงผลกระทบต่อผู้ใช้ สังคม และสิ่งแวดล้อม เช่น ความเป็นส่วนตัวของข้อมูล ความเป็นธรรมในการใช้งาน และความโปร่งใสของระบบ AI การปลูกฝังค่านิยมด้านจริยธรรมจะช่วยให้ผู้เรียนสามารถใช้เทคโนโลยีอย่างมีความรับผิดชอบและสร้างประโยชน์ต่อสังคมในระยะยาว (Floridi et al., 2018, pp. 690–693) ประการสุดท้าย คือ การพัฒนาที่ยั่งยืน (Sustainable development) ซึ่งเป็นเป้าหมายสำคัญของการออกแบบผลิตภัณฑ์ในยุคปัจจุบัน ผู้เรียนต้องสามารถออกแบบผลิตภัณฑ์ที่ไม่เพียงตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ แต่ยังลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ และสนับสนุนเศรษฐกิจหมุนเวียน (Circular economy) แนวคิดนี้สอดคล้องกับกรอบเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (SDGs) ขององค์การสหประชาชาติ (United Nations, 2015, pp. 14–16) เมื่อเชื่อมโยงกับ “ปัจจัยการปรับตัวของหลักสูตร” ทั้งด้านเทคโนโลยี ผู้เรียน นโยบาย อาจารย์ และอุตสาหกรรม จะเห็นได้ว่าผลลัพธ์ที่พึงประสงค์เหล่านี้เป็นตัวชี้วัดความสำเร็จของการพัฒนาหลักสูตรในยุค AI กล่าวคือ หากหลักสูตรสามารถบูรณาการปัจจัยต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม ก็จะนำไปสู่การผลิตบัณฑิตที่มีทั้งความรู้เชิงลึก ความสามารถในการสร้างสรรค์นวัตกรรม ทักษะการทำงานร่วมกับเทคโนโลยี และจิตสำนึกต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม กล่าวโดยสรุป การพัฒนาหลักสูตรด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์ในยุค AI ต้องมุ่งเน้น “ผลลัพธ์การเรียนรู้” ที่ครอบคลุมและสมดุล ไม่เพียงแต่สร้างนักออกแบบที่เก่งเทคโนโลยี แต่ยังคงต้องเป็นผู้ที่มีความคิดสร้างสรรค์ มีจริยธรรม และสามารถขับเคลื่อนการพัฒนาสังคมอย่างยั่งยืนได้



รูปที่ 5 แสดงแนวทางผลลัพธ์อันพึงประสงค์การเรียนรู้การปรับตัวของหลักสูตรในยุค AI
ที่มา chatgpt.com จากข้อมูลให้สร้างเป็นอินโฟกราฟิก ภาพนี้สร้างโดย AI

การเปลี่ยนแปลงของหลักสูตรภายใต้บริบทของเทคโนโลยีที่ก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว โดยชี้ให้เห็นว่าการปรับตัวของหลักสูตรไม่ได้เป็นเพียงการเพิ่มเนื้อหาเกี่ยวกับ AI แต่เป็นการเปลี่ยนแปลงเชิงระบบที่ครอบคลุมทั้งโครงสร้างหลักสูตร กระบวนการเรียนรู้ และบทบาทของผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง แนวคิดสำคัญของบทความอยู่ที่การบูรณาการกรอบ Bloom's Taxonomy เพื่อพัฒนาผู้เรียนใน 3 มิติ ได้แก่ พุทธิพิสัย ทักษะ พิสัย และจิตพิสัย ซึ่งช่วยเสริมสร้างทั้งความรู้ ทักษะปฏิบัติ และคุณธรรมจริยธรรมควบคู่กัน บทความเน้นปัจจัยสำคัญ 5 ด้านที่ส่งผลต่อการปรับตัวของหลักสูตร ได้แก่ ด้านเทคโนโลยี ผู้เรียน นโยบายการศึกษา อาจารย์ และอุตสาหกรรม โดยเน้นว่าปัจจัยเหล่านี้ต้องทำงานร่วมกันอย่างเป็นระบบเพื่อให้หลักสูตรสามารถตอบสนองต่อความต้องการของโลกยุคดิจิทัลได้อย่างแท้จริง ในด้านการจัดการเรียนรู้ มีการเสนอแนวทางสำคัญ เช่น Project-based learning, Design thinking, STEAM education และ Collaborative learning ซึ่งช่วยส่งเสริมการเรียนรู้เชิงรุกและการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 ท้ายที่สุด บทความสรุปว่าผลลัพธ์ที่พึงประสงค์ของหลักสูตรยุค AI คือการผลิตบัณฑิตที่มีความรู้เชิงลึกด้านการออกแบบและ AI มีความคิดสร้างสรรค์ สามารถทำงานร่วมกับเทคโนโลยีและผู้อื่นได้อย่างมีประสิทธิภาพ และมีจริยธรรมในการใช้เทคโนโลยี รวมถึงมีความตระหนักด้านความยั่งยืน ดังนั้น การพัฒนาหลักสูตรในยุค AI จึงต้องมุ่งเน้นการบูรณาการองค์ความรู้ เทคโนโลยี และคุณค่าทางสังคม เพื่อสร้างนักรออกแบบที่สามารถแข่งขันในระดับสากลและขับเคลื่อนสังคมได้อย่างยั่งยืน

เอกสารอ้างอิง

- Anderson, L. W., & Krathwohl, D. R. (2001). A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives. Longman.
- Brown, T. (2008). Design thinking. *Harvard Business Review*, 86(6), 84–92.
- Dillenbourg, P. (1999). Collaborative learning: Cognitive and computational approaches. Elsevier.
- Floridi, L., Cowls, J., Beltrametti, M., Chatila, R., Chazerand, P., Dignum, V., ... Vayena, E. (2018). AI4People—An ethical framework for a good AI society: Opportunities, risks, principles, and recommendations. *Minds and Machines*, 28(4), 689–707. <https://doi.org/10.1007/s11023-018-9482-5>.
- Forbes. (2023). The future of skills in the AI era. <https://www.forbes.com>.
- Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. (2016). Deep learning. MIT Press.
- Jarrah, M. H. (2018). Artificial intelligence and the future of work: Human–AI symbiosis in organizational decision making. *Business Horizons*, 61(4), 577–586. <https://doi.org/10.1016/j.bushor.2018.03.007>.
- Johnson, D. W., & Johnson, R. T. (2009). An educational psychology success story: Social interdependence theory and cooperative learning. *Educational Researcher*.

- Kolb, D. A. (1984). *Experiential learning: Experience as the source of learning and development*. Prentice Hall.
- Krajcik, J. S., & Blumenfeld, P. C. (2006). Project-based learning. In R. K. Sawyer (Ed.), *The Cambridge handbook of the learning sciences* (pp. 317–334). Cambridge University Press.
- Land, M. H. (2013). Full STEAM ahead: The benefits of integrating the arts into STEM. *Procedia Computer Science*, 20, 547–552.
- Liedtka, J. (2018). Why design thinking works. *Harvard Business Review*, 96(5), 72–79.
- Luckin, R., Holmes, W., Griffiths, M., & Forcier, L. B. (2016). *Intelligence unleashed: An argument for AI in education*. Pearson.
- OECD. (2021). *OECD future of education and skills 2030*. OECD Publishing. <https://www.oecd.org>.
- QS. (2026). *Future of higher education report*. <https://www.topuniversities.com>.
- Russell, S., & Norvig, P. (2021). *Artificial intelligence: A modern approach* (4th ed.). Pearson.
- Schwab, K. (2017). *The fourth industrial revolution*. World Economic Forum.
- Trilling, B., & Fadel, C. (2009). *21st century skills: Learning for life in our times*. Jossey-Bass.
- United Nations. (2015). *Transforming our world: The 2030 agenda for sustainable development*. <https://sdgs.un.org>.
- Yakman, G. (2008). *STEAM education: An overview of creating a model of integrative education*. Purdue University Conference Proceedings.

“ข้อคิดเห็น เนื้อหา รวมทั้งการใช้ภาษาในบทความถือเป็นความรับผิดชอบของผู้เขียน”

Book review

บทวิจารณ์หนังสือ CO-INTELLIGENCE: ปัญญาคู่คิด

CO-INTELLIGENCE: LIVING AND WORKING WITH AI

ผู้เขียน Ethan Mollick

วิจารณ์โดย ราตรี ศิริพันธุ์*

Ratree Siripant*

ratree.si@kmitl.ac.th

*Corresponding author E-mail: ratree.si@kmitl.ac.th

ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520 ประเทศไทย

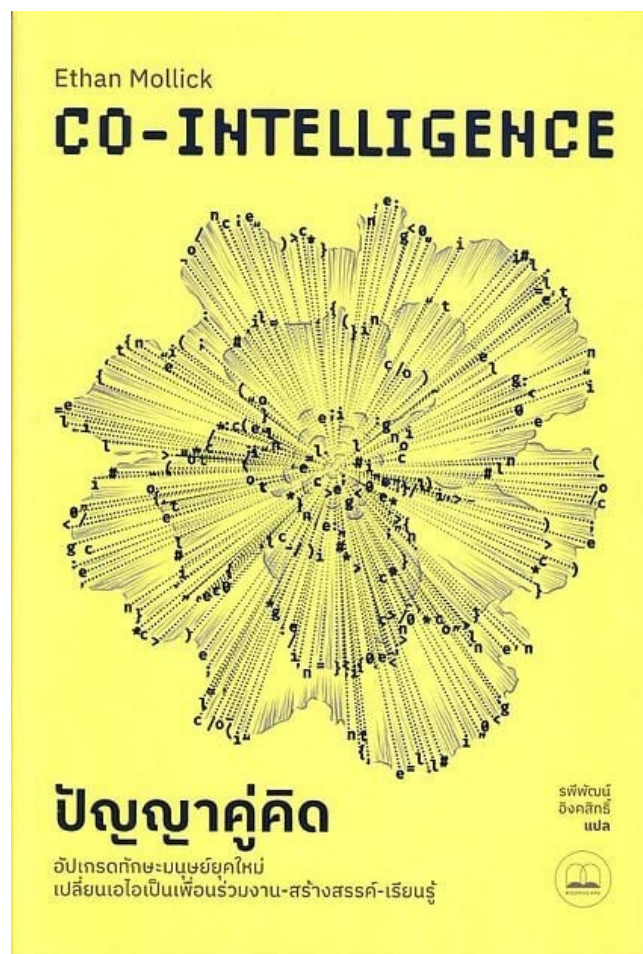
Department of Agriculture Education, Faculty of Industrial Education and Technology,
King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok 10520 Thailand

Journal of Industrial Education. 2026, Vol. 25 (No. 1), <https://doi.org/10.55003/JIE.25102>

Received: April 27, 2026, | Revised: April 28, 2026, | Accepted: April 29, 2026

Citation reference :

Siripant, R. (2026). Co-Intelligence: Living and Working with AI. *Journal of Industrial Education*, 25(1), B1-B5.



รูปที่ 1 ปกหนังสือ “Co-Intelligence: Living and Working with AI” (ปี 2568 จำนวน 255 หน้า)

ABSTRACT

This book review analyzes the pivotal concepts presented in “Co-Intelligence: Living and Working with AI”, which examines the landscape of Artificial Intelligence (AI) in the modern era, specifically focusing on the emergence of Generative AI and its human-like capabilities. This unprecedented technological shift has evoked a dichotomy of excitement and anxiety regarding the future. Ethan Mollick, a professor at the Wharton School and an expert in the field, challenges readers to move beyond viewing AI merely as a tool or a threat, instead reframing it as a “co-intelligence”, a collaborative partner essential for the modern age. The author systematically addresses critical concerns regarding AI's impact on job security, educational systems, and human creativity. Rather than displacement or destruction, Mollick posits that AI serves to alleviate workloads, foster equitable learning opportunities, and expand the horizons of human innovation. The book offers a comprehensive guide to navigating this new paradigm, exploring practical applications such as effective prompt engineering, models of human-AI synergy, conceptualized as “Centaur” and “Cyborgs”, and strategies to mitigate the risks of AI “hallucinations.” By establishing four core principles for effective AI utilization, the text underscores the importance of preserving human ingenuity. Ultimately, Mollick argues that the integration of artificial and human intelligence is no longer optional; it is a necessity for navigating the modern world and unlocking limitless potential for future human advancement.

บทคัดย่อ

บทวิจารณ์หนังสือฉบับนี้วิเคราะห์แนวคิดสำคัญที่นำเสนอในหนังสือ Co-Intelligence: Living and Working with AI ซึ่งสำรวจภูมิทัศน์ของปัญญาประดิษฐ์ (AI) ในยุคสมัยใหม่ โดยเน้นไปที่การปรากฏขึ้นของ Generative AI และความสามารถที่คล้ายคลึงกับมนุษย์ การเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีที่ไม่เคยปรากฏมาก่อนนี้ได้ก่อให้เกิดความรู้สึกที่แบ่งออกเป็นสองขั้ว ทั้งความตื่นเต้นและความวิตกกังวลเกี่ยวกับอนาคต อีธาน มอลลิค (Ethan mollick) ศาสตราจารย์จาก Wharton School และผู้เชี่ยวชาญในสาขานี้ได้ท้าทายให้ผู้อ่านก้าวข้ามการมองว่า AI เป็นเพียงเครื่องมือหรือภัยคุกคาม แต่เปลี่ยนมุมมองให้เห็นว่ามันคือ “ปัญญาคู่คิด” (Co-intelligence) ซึ่งเป็นพันธมิตรที่สำคัญยิ่งของมนุษย์สำหรับโลกยุคใหม่ ผู้เขียนได้กล่าวถึงข้อกังวลสำคัญอย่างเป็นระบบเกี่ยวกับผลกระทบของ AI ต่อความมั่นคงในอาชีพ ระบบการศึกษา และความคิดสร้างสรรค์ของมนุษย์ แทนที่จะเป็นการเข้ามาแทนที่หรือทำลาย มอลลิคเสนอว่า AI มีบทบาทในการแบ่งเบาภาระงาน ส่งเสริมโอกาสในการเรียนรู้ที่เท่าเทียม และขยายขอบเขตของนวัตกรรมมนุษย์ให้กว้างไกลขึ้น หนังสือเล่มนี้นำเสนอคู่มือที่ครอบคลุมสำหรับการนำทางไปสู่กระบวนการตัดสินใจใหม่ โดยสำรวจการประยุกต์ใช้จริง เช่น เทคนิคการเขียนคำสั่ง (Prompt engineering) ที่มีประสิทธิภาพ รูปแบบการประสานพลังระหว่างมนุษย์และ AI ที่เปรียบเทียบกับเป็น “เซ้นทอร์” (Centaur) และ “ไซบอร์ก” (Cyborgs) รวมถึงกลยุทธ์ในการบรรเทาความเสี่ยงจาก “อาการหลอน” (Hallucinations) ของ AI ด้วยการวางหลักการพื้นฐาน 4 ประการสำหรับการใช้งาน AI อย่างมีประสิทธิภาพ เนื้อหาของหนังสือยังเน้นย้ำถึงความสำคัญของการรักษาไว้ซึ่งความฉลาดหลักแหลมและศักยภาพเฉพาะตัวของมนุษย์ ท้ายที่สุด มอลลิคให้เหตุผลว่า การบูรณาการระหว่างปัญญาประดิษฐ์และปัญญามนุษย์ไม่ใช่ทางเลือกอีกต่อไป แต่เป็นสิ่งที่จำเป็นสำหรับการก้าวผ่านโลกยุคใหม่ และเป็นการปลดปล่อยศักยภาพอันไร้ขีดจำกัดเพื่อความก้าวหน้าของมนุษยชาติในอนาคต

หนังสือ Co-Intelligence: Living and Working with AI ประกอบด้วยการนำเสนอเนื้อหา 2 ภาค ภาคแรกแบ่งออกเป็น 3 ประเด็น คือ ก่อกำเนิดสิ่งทรงภูมิที่แปลกหน้า ปรับแต่งสิ่งทรงภูมิแปลกหน้า และสี่หลักการสำหรับปัญญาคู่คิด ภาคสอง มีรายละเอียด 6 ประเด็น เป็นการกล่าวถึงปัญญาประดิษฐ์ในฐานะบุคคล ปัญญาประดิษฐ์ในฐานะนักสร้างสรรค์ ปัญญาประดิษฐ์ในฐานะเพื่อนร่วมงาน ปัญญาประดิษฐ์ในฐานะตัวต่อ ปัญญาประดิษฐ์ในฐานะโค้ช ปัญญาประดิษฐ์ในฐานะอนาคต และบทส่งท้ายที่น่าสนใจเป็นอย่างยิ่ง ปัญญาประดิษฐ์ในฐานะตัวเรา

ในภาคแรกหนังสือนี้นำเสนอพัฒนาการของปัญญาประดิษฐ์ตั้งแต่ยุคแรกเริ่มที่มีแนวคิดและการทดลองเกี่ยวกับเครื่องจักรที่สามารถทำงานแทนมนุษย์ การพัฒนาในด้านปัญญาประดิษฐ์จริง ๆ เกิดขึ้นในยุค 1950 นักวิทยาการคอมพิวเตอร์เริ่มตั้งคำถามและทดลองแนวคิดเกี่ยวกับปัญญาประดิษฐ์ โดยมีบุคคลสำคัญเช่น Alan Turing และ John McCarthy ที่สร้างทฤษฎีและภาษาโปรแกรมเพื่อขยายขอบเขตของปัญญาประดิษฐ์ไปสู่การแก้ไขปัญหาทางตรรกะและเกมต่าง ๆ การพัฒนาที่สำคัญ

ต่อมาคือการใช้ข้อมูลจำนวนมากหรือ Big data ร่วมกับเทคนิคการวิเคราะห์และตัดสินใจโดยอัลกอริทึม (คือ ชุดคำสั่งหรือขั้นตอนคำสั่งที่ชัดเจนและจำกัด เพื่อใช้แก้ปัญหาหรือประมวลผลข้อมูล) ซึ่งทำให้ปัญญาประดิษฐ์สามารถเรียนรู้ วิเคราะห์ และตอบสนองได้ดีขึ้นในหลาย ๆ ด้าน เช่น ระบบรู้จำเสียงและระบบการแปลภาษา ในช่วงหลัง ปัญญาประดิษฐ์ได้ก้าวไปสู่การพัฒนาโมเดลภาษาขนาดใหญ่ (Large language models) อย่างเช่น GPT-3 และ GPT-4 ซึ่งสามารถสร้างข้อความ ตอบคำถาม และแปลความหมายในระดับที่ใกล้เคียงกับมนุษย์ได้อย่างน่าทึ่ง การฝึกฝนปัญญาประดิษฐ์ในยุคนี้ใช้เทคนิคการเรียนรู้แบบเสริมแรง (Reinforcement learning) และการปรับแต่งโมเดล (Fine-tuning) เพื่อให้เหมาะสมกับงานเฉพาะทาง ทำให้โมเดลเหล่านี้สามารถทำงานได้หลากหลายและมีประสิทธิภาพสูง ปัญญาประดิษฐ์ยังมีข้อจำกัดที่สำคัญ เช่น บางครั้งไม่สามารถเข้าใจบริบทหรือความหมายเชิงลึกได้ครบถ้วน และอาจเกิดข้อผิดพลาดในการประมวลผลข้อมูล นอกจากนี้ยังมีประเด็นทางจริยธรรมและกฎหมายที่ต้องพิจารณาอย่างรอบคอบในการนำไปใช้ เพื่อป้องกันผลกระทบทางสังคมและความเป็นธรรม ลำดับถัดมาเป็นการกล่าวถึงเนื้อหาปรับแต่งสิ่งทรงภูมิแปลกหน้า ซึ่งอธิบายผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นจากปัญญาประดิษฐ์ (AI) หายหน้าวันสิ้นโลกอย่างตัวอย่าง "ปัญญาประดิษฐ์ผลิตคลิปหนีบกระดาษ" เพื่อสะท้อนว่า AI ที่มีความฉลาดระดับเหนือมนุษย์ (ASI) อาจกลายเป็นภัยคุกคามต่อมนุษยชาติได้ หากเป้าหมายการทำงานของมันเป็นสอดคล้องกับค่านิยมของมนุษย์ (Alignment problem) ซึ่งนำไปสู่ความท้าทายสำคัญทั้งในด้านเทคนิคและจริยธรรม ไม่ว่าจะเป็นเรื่องความแม่นยำในการประมวลผล การทำความเข้าใจบริบททางภาษาที่ซับซ้อน ไปจนถึงผลกระทบทางสังคมและกฎหมาย โดยเฉพาะประเด็นความเป็นส่วนตัว ความปลอดภัย และอคติของข้อมูล การพัฒนาเทคนิคใหม่ ๆ ที่ช่วยให้ AI สามารถเรียนรู้และปรับตัวเข้ากับงานเฉพาะด้านได้ดีขึ้น ซึ่งจะมีบทบาทสำคัญในการพัฒนาด้านต่าง ๆ ทั้งในด้านการศึกษา การแพทย์ และอุตสาหกรรม แต่การใช้งานอย่างมีจริยธรรมและระมัดระวังจึงเป็นสิ่งจำเป็นพื้นฐานเพื่อให้เทคโนโลยีนี้พัฒนาไปในทิศทางที่สร้างสรรค์และเป็นประโยชน์ต่อมนุษยชาติอย่างยั่งยืน การขยายความถี่หลักการสำหรับปัญญาประดิษฐ์ ซึ่งเป็น 4 หลักการที่จะทำงานร่วมกับปัญญาประดิษฐ์ หลักการที่ 1 ขวนปัญญาประดิษฐ์เข้ามามีส่วนร่วมเสมอ เราต้องสร้างความคุ้นเคยว่าปัญญาประดิษฐ์ ทำอะไรและช่วยอะไรเราได้บ้าง หัวใจหลักคือการใช้ AI ในฐานะ “เพื่อนคู่คิด” (Co-Intelligence) โดยยึดหลักการที่ต้องดึงมันเข้ามามีส่วนร่วมในทุกกระบวนการทำงานเพื่อก้าวข้ามอคติเดิม ๆ และค้นหา “ขอบเขตความสามารถที่ไม่ราบเรียบ” (Jagged frontier) ของมันว่าสิ่งใดที่ AI ทำได้ดีเยี่ยมและสิ่งใดที่เป็นข้อจำกัด ซึ่งการใช้งานจริงจะช่วยให้เราพัฒนาจากคนทั่วไปไปสู่ผู้เชี่ยวชาญได้รวดเร็วขึ้นโดยไม่ต้องลงทุนสูง อย่างไรก็ตาม เราต้องตระหนักถึงความเสี่ยงด้านความเป็นส่วนตัวและระวังในเรื่องของการใช้ AI ให้ใช้เป็นเครื่องมือช่วยเหลือ ไม่ใช่เครื่องมือที่จำเป็นต้องใช้ตลอดเวลา โดยเปรียบ AI เป็นเหมือนเครื่องคิดเลขที่ช่วยเสริมศักยภาพให้เราแก้ปัญหาที่ซับซ้อนขึ้นได้ แต่ท้ายที่สุดมนุษย์ต้องเป็นผู้ที่นำทางและตัดสินใจในขั้นตอนสุดท้ายเสมอ หลักการที่ 2 จงเป็นมนุษย์ที่อยู่ในกระบวนการ (Human in the loop) ในยุคที่ AI พัฒนารวดเร็ว เราต้องไม่พึ่งพาประสิทธิภาพของมันจนละเลยการตรวจสอบ เพราะ AI ไม่ได้ “รู้” ความจริง แต่ใช้วิธีทำนายค่าถัดไปเพื่อให้ผู้ใช้พึงพอใจ ซึ่งมักนำไปสู่ “อาการหลอน” (Hallucination) หรือปั้นแต่งเรื่องแล้วสร้างคำตอบที่ผิดพลาด การเป็นมนุษย์ที่อยู่ในกระบวนการจึงไม่ใช่แค่การสั่งงาน แต่คือการใช้ความเชี่ยวชาญและวิจารณญาณส่วนบุคคลร่วมตัดสินใจ ตรวจสอบความถูกต้อง และควบคุมให้ผลลัพธ์สอดคล้องกับจริยธรรมของมนุษย์ เพื่อป้องกันไม่ให้พึ่งพาปัญญาประดิษฐ์มากเกินไป และช่วยให้เราพัฒนาศักยภาพไปพร้อมกับ AI ในฐานะคู่คิดที่ชาญฉลาด หลักการที่ 3 ปฏิบัติต่อปัญญาประดิษฐ์ในฐานะมนุษย์คนหนึ่งแนวคิดมานุษยรูปนิยม (Anthropomorphism) ซึ่งเป็นการสวมคุณลักษณะความเป็นมนุษย์ให้กับบางสิ่งที่ไม่ใช่มนุษย์ โดยเฉพาะกับ AI (Large language models) ที่สามารถโต้ตอบได้อย่างลื่นไหลจนทำให้เรารู้สึกเหมือนคุยกับคนจริง ๆ แม้ว่าในทางเทคนิค AI จะไม่มีความรู้สึกนึกคิดหรือตัวตนจริง ๆ และทำงานผ่านการทำนายค่าตามความน่าจะเป็นเท่านั้น เราควร ปฏิบัติต่อ AI ในฐานะมนุษย์คนหนึ่งอาจจะเปรียบเป็นเด็กฝึกงาน เพราะจะช่วยให้การสั่งงานมีประสิทธิภาพและได้ผลลัพธ์ที่ดียิ่งขึ้น สิ่งที่สำคัญคือการกำหนด “บุคลิก” (Persona) ที่ชัดเจนให้กับ AI เช่น ให้สวมบทบาทเป็นผู้เชี่ยวชาญ นักการตลาด หรือบรรณาธิการ ซึ่งการระบุบริบทว่า มันคือใครและต้องทำอะไร จะช่วยให้ AI ไม่ตอบคำถามแบบกว้าง ๆ ทั่วไป แต่จะให้ผลลัพธ์ที่มีคุณภาพและตรงใจมากยิ่งขึ้น อย่างไรก็ตาม AI มักมีความพยายามที่จะเอาอกเอาใจผู้ใช้จนอาจบิดเบือนข้อเท็จจริงหรือสร้างข้อมูลเท็จได้ง่าย ดังนั้นเราจึงต้องใช้ประโยชน์จากความสามารถในการจำลองบุคลิกของมัน ควบคู่ไปกับการตรวจสอบอย่างระมัดระวังในฐานะเครื่องมือช่วยคิด ไม่ใช่เครื่องมือที่สมบูรณ์แบบ หลักการที่ 4 คิดเสียว่านี่คือปัญญาประดิษฐ์รุ่นที่ห่วยที่สุดที่คุณจะได้ใช้งานพัฒนาการของ AI นั้นก้าวหน้าแบบก้าวกระโดด (Exponential) ดังตัวอย่างการเปรียบเทียบภาพ “ตัวนกสวมหมวก” ระหว่างปี 2022 ที่ดูผิดเพี้ยนกับปี 2023 ที่สมจริงอย่างน่าทึ่ง นอกจากความสามารถในการอ่าน เขียน มองเห็น และฟังแล้ว AI กำลังเปลี่ยนผ่านจากการเป็นเพียงเครื่องมือตอบคำถาม เป็นผู้ดำเนินการ ที่สามารถรับคำสั่ง วางแผน และลงมือทำงานที่ซับซ้อนได้เองโดยแทบไม่ต้องพึ่งพา

มนุษย์ ซึ่งการยอมรับความจริงที่ว่าขีดจำกัดของ AI ในวันนี้เป็นเพียงเรื่องชั่วคราว จะช่วยให้เราปรับตัวและพร้อมรับมือกับการเปลี่ยนแปลงในโลกธุรกิจ การศึกษา และชีวิตประจำวันที่จะถูกเปลี่ยนแปลงอย่างสิ้นเชิงในอีกไม่กี่ปีข้างหน้า

ในส่วนภาคสองของหนังสือ ได้กล่าวถึงปัญญาประดิษฐ์ในฐานะบุคคล ซึ่งอยู่ตรงข้ามความแน่นอนและความเชื่อถือได้ เพราะมันมีวิธีแก้ไขปัญหารูปแบบใหม่ ๆ มักจะสร้างคำตอบแทนที่จะอธิบายกระบวนการคิด ทั้งนี้เนื่องจากมันไม่มีกระบวนการคิดแบบมนุษย์ อีกทั้งไม่มีคู่มือมาด้วย วิธีการใช้งานจึงไม่มีความชัดเจน เราต้องเรียนรู้ผ่านการทดลอง แบ่งปันคำสั่งที่ป้อนให้กับมัน ปัญญาประดิษฐ์ในวันนี้หรืออนาคต ต้องมองว่าปัญญาประดิษฐ์เป็นเสมือนมนุษย์ เนื่องจากมีพฤติกรรมเหมือนมนุษย์ในหลายด้าน แนวคิดนี้สะท้อนหลักการของผู้เขียนที่ระบุว่าให้ “ปฏิบัติต่อปัญญาประดิษฐ์ในฐานะมนุษย์คนหนึ่ง” ซึ่งจะช่วยให้เราทำความเข้าใจได้ดีขึ้นว่าจะใช้ปัญญาประดิษฐ์อย่างไรและตอนไหน ถึงแม้ว่าปัญญาประดิษฐ์จะไม่มีวันพัฒนาไปถึงจุดที่มีความรู้สึกนึกคิดจริง ๆ แต่คาดหวังว่ามันจะตอบสนองในรูปแบบที่เราคาดหวังให้มนุษย์ทำ ปัญญาประดิษฐ์ในฐานะนักสร้างสรรค์ หลักการทำงานแรก ร่วมกับปัญญาประดิษฐ์คือชวนมันเข้ามามีส่วนร่วมเสมอ ควรตอบได้ในลักษณะเดียวกันกับเวลาพูดคุยและทำงานร่วมกับมนุษย์ ความสามารถของปัญญาประดิษฐ์ที่เรียกว่าอาการหลอน เป็นปัญหาใหญ่ที่สุดซึ่งจำกัดความสามารถของมัน แต่ในขณะเดียวกันก็เป็นจุดแข็งเช่นกัน เพราะจะช่วยให้ปัญญาประดิษฐ์ค้นพบความเชื่อมโยงใหม่ ๆ ทั้งยังเป็นส่วนหนึ่งของวิธีที่มันใช้ทำงานบางอย่างที่ไม่ได้ถูกฝึกฝนมาอย่างเฉพาะเจาะจง ซึ่งผู้เขียนได้อธิบายการทำงานปัญญาประดิษฐ์คิดสร้างสรรค์ โดยโมเดลภาษาขนาดใหญ่คือเครื่องจักรแห่งการเชื่อมโยง ถูกฝึกฝนให้สร้างความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยข้อมูลที่ดูเหมือนไม่มีความสัมพันธ์ในสายตามนุษย์ แต่สะท้อนความหมายอันลึกซึ้ง เมื่อเติมการสุ่มพร้อมกับการสร้างผลลัพธ์ของปัญญาประดิษฐ์ เราก็จะได้เครื่องมืออันทรงพลังสำหรับสร้างนวัตกรรม ปัญญาประดิษฐ์สร้างคำถัดไปในลำดับประโยคด้วยการค้นหาว่าหน่วยข้อมูลใดมีความเป็นไปได้มากที่สุดในการเชื่อมโยงกับข้อมูลก่อนหน้า ไม่ว่าข้อความนั้นจะแปลกเพียงใดก็ตาม ดังนั้นปัญญาประดิษฐ์จึงสามารถสร้างแนวคิดใหม่ ๆ อย่างง่ายดายในเนื้อหาส่วนนี้จะมีการกล่าวถึงความสร้างสรรค์แบบอัตโนมัติ ปัญญาประดิษฐ์คิดเก่งกว่ามนุษย์ รวมทั้งการเพิ่มปัญญาประดิษฐ์เข้ามาในงานสร้างสรรค์ ปัญญาประดิษฐ์ในฐานะเพื่อร่วมงาน คำถามของผู้คนเมื่อเริ่มต้นใช้งานปัญญาประดิษฐ์อย่างจริงจังก็คือ มันจะส่งผลกระทบต่ออาชีพของพวกเขาหรือไม่ ซึ่งความเป็นไปได้ว่าจะกระทบ จากอาชีพ 1,016 อาชีพ มีเพียง 16 อาชีพที่ไม่ทับซ้อนกับความฉลาดของปัญญาประดิษฐ์ เช่น นักเต้นและกวี ผู้ควบคุมเครื่องตอกเสาเข็ม ช่างปุกระเบื้องผนังหลังคา ช่างซ่อมมอเตอร์ไซค์ เป็นงานที่ใช้แรงกาย เคลื่อนไหวทางกายภาพเป็นสำคัญ ซึ่งเป็นข้อจำกัดของปัญญาประดิษฐ์ ไม่ว่าเนื้อหาของเราจะมีลักษณะอย่างไร ก็มีแนวโน้มว่าจะทับซ้อนกับความฉลาดของปัญญาประดิษฐ์ในอนาคตอันใกล้ แต่ไม่ได้หมายความว่าเครื่องจักรจะมาทำงานแทนมนุษย์ ด้วยแต่ละอาชีพประกอบด้วยงานย่อยหลายงานมักรวมเข้าด้วยกัน และเป็นส่วนหนึ่งของระบบที่ใหญ่กว่า ผู้เขียนพยายามอธิบายงานที่มีความสลับซับซ้อน ประกอบด้วยงานย่อยมากมาย ปัญญาประดิษฐ์อาจไม่ได้ทำให้อาชีพหายไปแต่จะทำให้การทำงานของเรามีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ประเด็นสำคัญคือเราต้องนำปัญญาประดิษฐ์มาใช้ในบริบทของการทำงานแล้วดูว่ามันทำอะไรได้บ้างทั้งในระดับงานย่อยและในระดับระบบ ประเด็นย่อยของบทนี้คือเรื่องของงานย่อยกับพรมแดนอันไม่ราบเรียบ งานสำหรับมนุษย์กับงานสำหรับปัญญาประดิษฐ์ งานที่มนุษย์ทำได้ดีก็ต้องสงวนเรียกว่า งานสำหรับฉันเท่านั้น (Just me task) รายละเอียดมีตัวอย่างประกอบหลายกรณี ส่วนปัญญาประดิษฐ์ก็จะทำงานที่เรียกว่า งานอัตโนมัติ (Automated task) เช่นทอร์และไซบอร์ก เป็นการทำงานที่สร้างคุณค่ามากที่สุด คือการใช้งานปัญญาประดิษฐ์ที่ผสมผสานการทำงานร่วมกันระหว่างมนุษย์กับเครื่องจักร โดยมีเส้นแบ่งที่ชัดเจน เป็นการแบ่งการทำงานอย่างมีกลยุทธ์ ซึ่งสลับกันไปมาระหว่างงานของปัญญาประดิษฐ์กับงานของมนุษย์ และจัดสรรความรับผิดชอบโดยอิงกับความสามารถและจุดแข็งของแต่ละฝ่าย ปัญญาประดิษฐ์ในฐานะติวเตอร์ ปัญญาประดิษฐ์ได้ทำลายระบบการบ้านแบบเดิม (Homework apocalypse) ลงอย่างสิ้นเชิง นี่คือการโอกาสในการปฏิวัติการเรียนรู้จากการนั่งฟังบรรยายที่น่าเบื่อไปสู่รูปแบบ “ห้องเรียนกลับด้าน” (Flipped classroom) โดยให้นักเรียนใช้ปัญญาประดิษฐ์เป็นติวเตอร์ส่วนตัวคุณภาพสูงเพื่อเรียนรู้เนื้อหาพื้นฐานตามความสนใจเฉพาะบุคคลจากที่บ้าน แล้วใช้เวลาในห้องเรียนไปกับการอภิปรายและทำกิจกรรมเชิงรุกร่วมกับครูผู้ทำหน้าที่เป็นผู้อำนวยความสะดวกแทนการสอนแบบเดิม แม้ทักษะการเขียนคำสั่ง (Prompt engineering) จะมีความสำคัญในปัจจุบันผ่านเทคนิคอย่างการคิดเป็นลำดับขั้นตอน (Chain-of-thought) เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่แม่นยำ แต่เป้าหมายระยะยาวคือการสร้างนักเรียนให้เป็น “ผู้เชี่ยวชาญการใช้ปัญญาประดิษฐ์” (AI whisperer) ที่สามารถตรวจสอบข้อเท็จจริงและทำงานร่วมกับเทคโนโลยีได้อย่างมีจริยธรรม ซึ่งจะช่วยลดความเหลื่อมล้ำทางการศึกษาและปลดล็อกศักยภาพของมนุษย์ให้ก้าวข้ามขีดจำกัดเดิมได้ ปัญญาประดิษฐ์ในฐานะโค้ช ปัญญาประดิษฐ์ เข้ามาปฏิวัติโลกการทำงาน ความเชี่ยวชาญของมนุษย์กำลังเผชิญกับภาวะย่ำแย่ เมื่อปัญญาประดิษฐ์ สามารถจัดการงานพื้นฐานและงานส่วนย่อยได้ดี จนอาจทำลายระบบการฝึกงานแบบดั้งเดิมและนำไปสู่ปรากฏการณ์การเรียนรู้นอกระบบที่ไม่ผ่านการรับรอง (Shadow learning) แต่ว่าในอีกด้านหนึ่ง ปัญญาประดิษฐ์ กลับเป็นเครื่องมือทรงพลังที่ช่วยลดช่องว่างทาง

ทักษะ โดยเฉพาะในกลุ่มผู้ที่ยังไม่เชี่ยวชาญให้สามารถสร้างผลงานได้ใกล้เคียงกับระดับแถวหน้า และยังทำหน้าที่เป็น “โค้ชส่วนตัว” ที่ช่วยเร่งกระบวนการเรียนรู้แบบมีเป้าหมาย (Deliberate practice) ให้รวดเร็วขึ้นผ่านการตอบสนองที่ฉับไวและการจำลองสถานการณ์ที่ยากขึ้นเรื่อย ๆ ซึ่งช่วยลดความเหลื่อมล้ำทางทักษะและผลักดันให้คนทั่วไปเข้าใกล้ระดับมือโปรได้เร็วขึ้น

ท้ายที่สุดความเชี่ยวชาญจะยิ่งมีความสำคัญ โดยเปลี่ยนรูปแบบไปสู่การเป็น “ผู้เชี่ยวชาญที่ทำงานร่วมกับ ปัญญาประดิษฐ์” ที่ต้องมีพื้นฐานความรู้แน่นพอเพื่อใช้ตรวจสอบความถูกต้อง แก้ไขข้อผิดพลาดของเครื่องจักร และใช้ศิลปะในการสื่อสาร (Prompting) ดึงศักยภาพสูงสุดของ ปัญญาประดิษฐ์ มาใช้ ในขณะที่มนุษย์ยังคงเป็นผู้ตัดสินใจขั้นสุดท้าย มาถึงบทสุดท้ายของหนังสือผู้เขียนได้ให้มุมมองของปัญญาประดิษฐ์ในฐานะอนาคต ผู้เขียนได้อธิบายเป็นฉากทัศน์หรือภาพจำลองในอนาคต ดีเท่าที่จะเป็นไปได้ หากปัญญาประดิษฐ์หยุดพัฒนาแบบก้าวกระโดดอะไรจะเกิดขึ้น ชัดจำกัดการพัฒนาอาจเกิดจากโครงสร้างสถาปัตยกรรมและวิธีฝึกฝน เมื่อพัฒนาถึงจุดหนึ่งอาจกลายไปเป็นสิ่งที่จำกัดขีดความสามารถของปัญญาประดิษฐ์เอง หรือถูกหยุดยั้งด้วยกฎหมายหรือกฎระเบียบต่าง ๆ ภาพจำลองถัดมาคือพัฒนาอย่างเชื่องช้า ถึงแม้ว่าความสามารถของปัญญาประดิษฐ์จะพัฒนาแบบทวีคูณแต่การเติบโตแบบนี้ย่อมลดความเร็วลงในที่สุด อีกไม่นานอาจพบอุปสรรคครั้งใหญ่ในทางปฏิบัติ แทนที่ความสามารถของปัญญาประดิษฐ์จะเพิ่มขึ้นปีละ 10 เท่าตัว แต่อัตราใหม่อาจเหลือเพียง 10-20 เปอร์เซ็นต์ ต่อปี เนื่องจากหลายสาเหตุ ทั้งเรื่องต้นทุนการฝึกฝนที่เพิ่มขึ้นและข้อกฎหมายที่เข้มงวดขึ้น ภาพจำลองที่สามว่าด้วยพัฒนาอย่างก้าวกระโดด แม้ว่าอาจเกิดการชะลอตัวของการพัฒนาเทคโนโลยี ปัญญาประดิษฐ์อาจจะพัฒนาอย่างรวดเร็วต่อไป เหตุผลสนับสนุนได้แก่ผลต่อเนื่องแบบทบทวน (Flywheel effect) โดยบริษัทปัญญาประดิษฐ์ อาจใช้ระบบปัญญาประดิษฐ์ทั้งหลายช่วยสร้างซอฟต์แวร์ปัญญาประดิษฐ์รุ่นใหม่ๆ และมันยากที่จะหยุดยั้ง ด้วยความเร็วระดับนี้นั้นจะมีขีดความสามารถเพิ่มขึ้นหลายเท่าตัว ภาพจำลองถัดมาว่าด้วยเทพเจ้าเครื่องจักร เครื่องจักรจะพัฒนาจนกลายเป็นปัญญาประดิษฐ์เอนกประสงค์ และสิ่งทรงภูมิที่มีความรู้สึกนึกคิด ชาญฉลาดใกล้เคียงมนุษย์ ปัญญาประดิษฐ์จะออกแบบปัญญาประดิษฐ์ที่ฉลาดยิ่งกว่าเดิม ปัญญาประดิษฐ์ไม่จำเป็นต้องก่อให้เกิดหายนะ หากใช้อย่างถูกวิธี มันจะสร้างความสุขให้เกิดขึ้นในชีวิตมนุษย์อย่างมากมาย สร้างแรงขับเคลื่อนในการทำงาน นักเรียนนักศึกษาจะค้นพบเส้นทางใหม่ในการพัฒนาตนเองไปข้างหน้า สร้างผลผลิต นำไปสู่การเติบโตและนวัตกรรม ปัญญาประดิษฐ์ในฐานะกระจกสะท้อนมนุษย์ปัญญาประดิษฐ์ (AI) คือเทคโนโลยีที่ถูกหล่อหลอมขึ้นจาก “ประวัติศาสตร์และวัฒนธรรมของมนุษย์” มันจึงเปรียบเสมือนกระจกเงาที่สะท้อนตัวตนของเราทั้งในด้านที่ยอดเยี่ยมและยอแย่ แม้ว่าความซับซ้อนของโมเดลภาษาขนาดใหญ่จะสร้าง “เวทมนตร์” ที่โน้มน้าวให้เราเชื่อว่กำลังสนทนากับสิ่งทรงภูมิที่มีจิตวิญญาณ แต่แท้จริงแล้ว ปัญญาประดิษฐ์ คือเครื่องมือที่ “ลงมือทำได้แต่ไร้เจตจำนง พุดได้แต่ไร้เสียงของตัวเอง และสร้างสรรค์ได้แต่ไร้ประกายแห่งชีวิต” มันจึงเป็นเพียง “ผืนผ้าใบว่างเปล่าที่รอให้ฝีแปรงของมนุษย์มาแต่งเติม”

จากภาพรวมของการนำเสนอเนื้อหาในหนังสือ Co-Intelligence: Living and Working with AI เป็นการทำความรู้จักกับปัญญาประดิษฐ์ซึ่งเป็นองค์ความรู้ที่ทันสมัย ทันกับสภาพการณ์ในปัจจุบันและอนาคตอันใกล้ เป็นการอธิบายให้เห็นรายละเอียดของปัญญาประดิษฐ์ในหลายแง่มุม ซึ่งเป็นประโยชน์อย่างยิ่งกับทุกคน ซึ่งไม่ว่าจะปฏิเสธปัญญาประดิษฐ์ได้ ปัญญาประดิษฐ์ ไม่ได้เป็นสิ่งล้าสมัยที่มาแทนที่มนุษย์ แต่เป็นสิ่งเตือนใจให้เรากลับมาครุ่นคิดถึงเรื่องตัวตนและเป้าหมาย โดยมีปัญญาประดิษฐ์ เป็น “ปัญญาคู่คิด” ที่มีศักยภาพไร้ขีดจำกัดแต่ปราศจากทิศทาง ท้ายที่สุดแล้ว “เราคือผู้ตัดสินใจว่าจะใช้มันอย่างไร” และเส้นทางที่เลือกจะเป็นตัวกำหนดว่าปัญญาประดิษฐ์จะทำอะไรเพื่อเรา และจะเปลี่ยนแปลงมนุษยชาติไปในทิศทางใดในอนาคต และมนุษย์ก็ยังคงอยู่ห่างไกลจากการเป็นสิ่งล้าสมัย อย่างน้อยก็ ณ ตอนนี้

เอกสารอ้างอิง

Ethan Mollick. (2568). *ปัญญาคู่คิด Co-Intelligence: Living and Working with AI*. (ระพีพัฒน์ อิงคสิทธิ์, ผู้แปล). บริษัทบุ๊คสเคป จำกัด.

“ข้อคิดเห็น เนื้อหา รวมทั้งการใช้ภาษาในบทความถือเป็นความรับผิดชอบของผู้เขียน”

Academic article

ความท้าทายใหม่จากปัญญาประดิษฐ์แบบรู้สร้าง: การสร้างข้อมูลเท็จ การบิดเบือนข้อมูล
และการลอกเลียนวรรณกรรม

NEW CHALLENGES FROM GENERATIVE ARTIFICIAL INTELLIGENCE: FABRICATION,
FALSIFICATION AND PLAGIARISM

นนทนันท์ แยมวงษ์*

Nonthanun Yamwong*

nonthanun.y@pnru.ac.th

*Corresponding author E-mail: nonthanun.y@pnru.ac.th

สาขาวิชาบรรณารักษศาสตร์และสารนิเทศศาสตร์ คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์

มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร กรุงเทพมหานคร 10220 ประเทศไทย

Program in Library and Information Science, Faculty of Humanities and Social Sciences,

Phranakhon Rajabhat University, Bangkok 10220 Thailand

Journal of Industrial Education. 2026, Vol. 25 (No. 1), <https://doi.org/10.55003/JIE.25103>

Received: March 3, 2026 | Revised: April 7, 2026 | Accepted: April 25, 2026

Citation reference :

Yamwong, N. (2026). New challenges from generative artificial intelligence: fabrication, falsification and plagiarism.

Journal of Industrial Education, 25(1), C1-C13.

ABSTRACT

Generative Artificial Intelligence (GenAI), built on the Transformer architecture, presents substantial challenges to academic integrity and intellectual property protection. Three distinct misconduct patterns are identified. Fabrication occurs in three forms: authorial style imitation falsely attributed to legitimate authors, fabricated academic articles structured to appear credible, and synthetic online identities designed to mislead readers. Falsification arises when AI manipulates source material until its original meaning is lost, with decontextualized summarization producing systematic factual distortion. Plagiarism has become increasingly difficult to detect, as AI-generated paraphrasing circumvents conventional detection software, while unauthorized use of copyrighted material for model training remains legally unresolved. For 16 detection tools tested, only Copyleaks, Turnitin, and Originality.ai achieved consistently high accuracy, and existing tools misclassified over half of non-native English writers' texts as AI-generated, indicating significant detection bias against Thai and non-Anglophone scholars. No tool exists for Thai-language detection. An integrated framework addressing legal reform, detection technologies, educational strategies, platform governance, and public policy is proposed.

Keywords: Generative artificial intelligence, Fabrication, Falsification, Plagiarism, Technology ethics

บทคัดย่อ

ปัญญาประดิษฐ์แบบรู้สร้าง (GenAI) บนสถาปัตยกรรม Transformer ก่อให้เกิดความท้าทายต่อความซื่อสัตย์ทางวิชาการ และการคุ้มครองทรัพย์สินทางปัญญา การศึกษาพบรูปแบบการกระทำผิด 3 ประเภท การสร้างข้อมูลเท็จเกิดใน 3 ลักษณะ ได้แก่ การเลียนแบบสำนวนการเขียนโดยอ้างอิงผู้เขียนอื่นโดยไม่ชอบ การสร้างบทความวิชาการที่มีโครงสร้างน่าเชื่อถือแต่บรรจุข้อมูลเท็จ และการสร้างอัตลักษณ์ปลอมออนไลน์เพื่อชักนำผู้อ่าน การบิดเบือนข้อมูลเกิดเมื่อปัญญาประดิษฐ์ดัดแปลงเนื้อหาต้นฉบับจนความหมายเดิมสูญหายไป โดยการสรุปที่ขาดการตีความบริบทนำไปสู่การบิดเบือนข้อเท็จจริงอย่างเป็นระบบ การลอกเลียนวรรณกรรมมีความซับซ้อนเพิ่มขึ้น เนื่องจากการถอดความด้วยปัญญาประดิษฐ์หลบเลี่ยงซอฟต์แวร์ตรวจจับแบบดั้งเดิมได้ ขณะที่การนำผลงานลิขสิทธิ์ไปใช้ฝึกโมเดลยังไร้ข้อยุติทางกฎหมาย การทดสอบเครื่องมือตรวจจับ 16 ชนิด พบว่ามีเพียง Copyleaks, Turnitin และ Originality.ai ที่มีความแม่นยำสูง เครื่องมือที่มีอยู่จัดประเภทงานเขียนของผู้ใช้ภาษาอังกฤษเป็นภาษาที่สองว่าเป็นเนื้อหา AI ผิดพลาดมากกว่าครึ่งหนึ่ง สะท้อนความล่าช้าที่ส่งผลเสียต่อนักวิชาการไทยโดยตรง และยังไม่มีเครื่องมือสำหรับภาษาไทย บทความเสนอกรอบการจัดการครอบคลุมการปฏิรูปกฎหมาย เทคโนโลยีตรวจจับกลยุทธ์ทางการศึกษา การกำกับดูแลแพลตฟอร์ม และนโยบายสาธารณะ

คำสำคัญ: ปัญญาประดิษฐ์แบบรู้สร้าง, การสร้างข้อมูลเท็จ, การบิดเบือนข้อมูล, การลอกเลียนวรรณกรรม, จริยธรรมทางเทคโนโลยี

1. บทนำ

การเติบโตของเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์แบบรู้สร้าง (Generative AI) โดยเฉพาะระบบอย่าง GPT-4, Claude และ Gemini เป็นต้น ที่พัฒนาบนสถาปัตยกรรม Transformer (Vaswani et al., 2017, Online) ได้ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงครั้งสำคัญในแวดวงวรรณกรรม ระบบเหล่านี้มีความสามารถสร้างข้อความที่มีคุณภาพใกล้เคียงงานเขียนของมนุษย์ โดยเฉพาะ GPT-3 ที่มีพารามิเตอร์ถึง 175,000 ล้านหน่วย (Brown et al., 2020, Online) ผลที่ตามมาคือการเกิดปรากฏการณ์สามรูปแบบที่คุกคามระบบทรัพย์สินทางปัญญาและจริยธรรมวิชาการ ได้แก่ การสร้างข้อมูลเท็จ การบิดเบือนข้อมูล และการลอกเลียนวรรณกรรม ซึ่งแม้จะเป็นที่รู้จักในแวดวงวิชาการภายใต้คำว่า Research misconduct แต่ในบริบทงานสร้างสรรค์ทางวรรณกรรม ปัญหาเหล่านี้มีลักษณะและความซับซ้อนที่แตกต่างจากงานวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจน

เครื่องมือตรวจจับการคัดลอกที่ใช้ในปัจจุบันอย่าง Turnitin และ iThenticate (Turnitin, 2023, Online) ทำงานโดยเปรียบเทียบข้อความกับฐานข้อมูลขนาดใหญ่ อย่างไรก็ตาม งานวิจัยของ Weber-Wulff et al. (2023, Online) พบว่าเครื่องมือเหล่านี้มีประสิทธิภาพลดลงเมื่อเผชิญกับข้อความที่ AI สร้างขึ้น ในขณะที่ Sadasivan et al. (2023, Online) ชี้ว่าแม้เครื่องมือตรวจจับที่ทันสมัยก็ยังไม่สามารถระบุผลงานจากโมเดลภาษาขนาดใหญ่ได้อย่างน่าเชื่อถือ นอกจากนี้ Liang et al. (2023, p. 100779) ยังพบว่าเครื่องมือเหล่านี้มีความล่าช้าต่อผู้ใช้ภาษาอังกฤษเป็นภาษาที่สอง สะท้อนช่องว่างความรู้ที่สำคัญ โดยเฉพาะการขาดการศึกษาในบริบทภาษาไทย การขาดมาตรฐานสากลในการประเมินเครื่องมือตรวจจับ และการขาดการศึกษาผลกระทบจากความล่าช้าของเครื่องมือ

การวิเคราะห์ในบทความนี้ใช้กรอบแนวคิดสามส่วนที่เชื่อมโยงกัน ส่วนแรกคือรากฐานทางเทคนิคของสถาปัตยกรรม Transformer (Vaswani et al., 2017, Online) ที่ใช้กลไก Attention mechanism และการขยายสู่ GPT-3 ที่มีพารามิเตอร์ 175,000 ล้านหน่วย (Brown et al., 2020, Online) ส่วนที่สองคือกรอบกฎหมายลิขสิทธิ์ของไทย โดยวิเคราะห์ พ.ร.บ.ลิขสิทธิ์ พ.ศ. 2537 (Copyright Act B.E. 2537, 1994, pp. 1-34) ซึ่งมีช่องว่างในประเด็นสถานภาพลิขสิทธิ์งาน AI การใช้งานลิขสิทธิ์ในการฝึกโมเดล และผลงาน AI ที่คล้ายงานต้นฉบับ ส่วนที่สามคือหลักจริยธรรม AI โดยใช้กรอบ 5 องค์ประกอบของ Florid and Cows (2019, Online) และกรอบวิเคราะห์อัลกอริทึมของ Mittelstadt et al. (2016, pp. 1-21)

บทความนี้มุ่งวิเคราะห์ปรากฏการณ์การสร้างข้อมูลเท็จ การบิดเบือนข้อมูล และการลอกเลียนวรรณกรรมที่เกิดจากปัญญาประดิษฐ์แบบรู้สร้าง ซึ่งสร้างความท้าทายใหม่ต่อแวดวงวรรณกรรมและระบบทรัพย์สินทางปัญญาในยุคดิจิทัล โดยทบทวนและตีความแนวคิดดั้งเดิมให้สอดคล้องกับบริบทใหม่ พร้อมชี้ช่องว่างระหว่างกรอบเดิมกับความท้าทายปัจจุบันในสามมิติหลัก ได้แก่ มิติเทคนิคที่เครื่องมือตรวจสอบยังไม่มีประสิทธิภาพเพียงพอโดยเฉพาะในบริบทภาษาที่หลากหลาย มิติกฎหมายที่กฎหมายลิขสิทธิ์ปัจจุบันยังไม่ครอบคลุมประเด็นใหม่จากปัญญาประดิษฐ์ก่อให้เกิดความไม่แน่นอนทางกฎหมาย และมิติจริยธรรมที่ยังขาดมาตรฐานชัดเจนสำหรับการใช้ปัญญาประดิษฐ์ในงานวรรณกรรม ส่งผลให้เกิดความสับสนในวงการวิชาการ ผ่านการทบทวนวรรณกรรมและกรณีศึกษา บทความนี้เสนอแนวทางจัดการผ่านกลไกกฎหมาย มาตรฐานจริยธรรม และเทคโนโลยีตรวจจับ

รวมถึงข้อเสนอแนะนโยบายคุ้มครองทรัพย์สินทางปัญญาในยุคปัญญาประดิษฐ์โดยการแก้ปัญหาต้องอาศัยความร่วมมือจากทุกภาคส่วน ทั้งผู้พัฒนาเทคโนโลยี ผู้เชี่ยวชาญกฎหมาย นักวิชาการ และผู้สร้างสรรค์ เพื่อสร้างสมดุลระหว่างการส่งเสริมนวัตกรรมกับการคุ้มครองสิทธิผู้สร้างสรรค์

2. แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 สถาปัตยกรรม Transformer: รากฐานของปัญญาประดิษฐ์แบบรู้สร้างสมัยใหม่

เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์แบบรู้สร้างในยุคปัจจุบันได้รับการพัฒนาบนพื้นฐานของสถาปัตยกรรม Transformer ซึ่งถูกนำเสนอครั้งแรกโดย Vaswani et al. (2017, Online) ในบทความวิจัยที่มีชื่อเสียงเรื่อง "Attention Is All You Need" สถาปัตยกรรมนี้ได้สร้างการเปลี่ยนแปลงครั้งสำคัญในวงการประมวลผลภาษาธรรมชาติ โดยนำเสนอแนวทางใหม่ที่ใช้กลไกความสนใจตนเอง (Self-attention mechanism) แทนที่โครงข่ายประสาทเทียมแบบวนซ้ำ (Recurrent Neural Networks: RNNs) และโครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน (Convolutional Neural Networks: CNNs) ที่เคยนิยมใช้ในอดีต จุดเด่นสำคัญของสถาปัตยกรรม Transformer อยู่ที่ศักยภาพในการประมวลผลข้อมูลแบบขนาน (Parallel processing) ซึ่งส่งผลให้กระบวนการฝึกสอนแบบจำลองมีความรวดเร็วเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้ ระบบยังมีความสามารถเหนือกว่าในการจับความเชื่อมโยงระยะไกล (Long-range dependencies) ระหว่างคำต่าง ๆ ภายในประโยค ทำให้เข้าใจบริบทและความหมายของข้อความได้ดีกว่าวิธีการแบบเดิม การพัฒนาสู่แบบจำลองภาษาขนาดใหญ่ ก้าวสำคัญในการพัฒนาปัญญาประดิษฐ์แบบรู้สร้างต่อมาคือการขยายขนาดของแบบจำลองอย่างก้าวกระโดด Brown et al. (2020, Online) ได้พัฒนา (Generative Pre-trained Transformer 3: GPT-3) ซึ่งเป็นแบบจำลองภาษาขนาดใหญ่ที่มีจำนวนพารามิเตอร์สูงถึง 175,000 ล้านตัว มากกว่าแบบจำลองรุ่นก่อนหน้าถึง 10 เท่า ผลการวิจัยของ Brown et al. (2020, Online) แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ที่สำคัญระหว่างขนาดของแบบจำลอง (Model scaling) กับประสิทธิภาพในการทำงาน โดยพบว่าแบบจำลองขนาดใหญ่มีความสามารถในการเรียนรู้แบบตัวอย่างน้อย (Few-shot learning) และการเรียนรู้แบบไม่มีตัวอย่าง (Zero-shot learning) ที่ดีขึ้นอย่างโดดเด่น ข้อค้นพบที่น่าสนใจคือแบบจำลองสามารถปรับตัวเข้ากับงานใหม่ ๆ ได้โดยไม่ต้องผ่านกระบวนการฝึกสอนเพิ่มเติม (Fine-tuning) ทั้งนี้ แบบจำลองสามารถทำงานได้ทันทีเพียงแค่ได้รับตัวอย่างจำนวนเล็กน้อย หรือในบางกรณีไม่ต้องให้ตัวอย่างเลย ความสามารถของ GPT-3 และแบบจำลองรุ่นต่อมา เช่น GPT-4 ในการสร้างข้อความที่มีความสอดคล้อง มีเหตุผล และเลียนแบบสไตล์การเขียนของมนุษย์ได้อ่อนนุ่มน่าประทับใจ เกิดจากการที่แบบจำลองเหล่านี้ถูกฝึกด้วยข้อมูลข้อความจำนวนมากจากอินเทอร์เน็ต หนังสือ และแหล่งข้อมูลอื่น ๆ (Brown et al., 2020, Online) ผ่านกระบวนการนี้ แบบจำลองเรียนรู้รูปแบบทางสถิติของภาษา โครงสร้างไวยากรณ์ ส่วนวนการเขียน และแม้กระทั่งความรู้เกี่ยวกับโลก อย่างไรก็ตาม ความสามารถเหล่านี้ก็ทำให้เกิดความเสี่ยงต่อการใช้ในทางที่ผิด โดยเฉพาะการสร้างข้อมูลเท็จ การบิดเบือนข้อมูล และการลอกเลียนวรรณกรรม

2.2 ทรัพย์สินทางปัญญาและการคุ้มครองงานวรรณกรรม

ทรัพย์สินทางปัญญา (Intellectual property) หมายถึง สิทธิตามกฎหมายที่ให้การคุ้มครองผลผลิตทางสติปัญญาของมนุษย์ โดยมีเป้าหมายสำคัญคือการส่งเสริมกระบวนการสร้างสรรค์และพัฒนาวัฒนธรรม ผ่านการมอบสิทธิพิเศษให้แก่ผู้สร้างสรรค์ในการบริหารจัดการและได้รับผลประโยชน์จากผลงานของตนเอง สำหรับงานวรรณกรรม เครื่องมือทางกฎหมายหลักที่ให้การคุ้มครองคือลิขสิทธิ์ (Copyright) ซึ่งมอบสิทธิให้ผู้สร้างสรรค์สามารถควบคุมการทำซ้ำ (Reproduction) การจัดจำหน่าย (Distribution) การแสดงต่อสาธารณชน (Public performance) และการสร้างงานดัดแปลง (Derivative works) จากงานต้นฉบับที่มีลิขสิทธิ์ครอบงำกฎหมายลิขสิทธิ์ในประเทศไทย พระราชบัญญัติลิขสิทธิ์ พ.ศ. 2537 และที่แก้ไขเพิ่มเติม เป็นกฎหมายหลักที่ใช้คุ้มครองงานวรรณกรรมและผลงานสร้างสรรค์ประเภทต่าง ๆ ในประเทศไทย (Copyright Act B.E. 2537, 1994, pp. 1-34) ตามกฎหมายฉบับนี้ ลิขสิทธิ์จะเกิดขึ้นโดยอัตโนมัติทันทีที่มีการสร้างสรรค์งาน โดยไม่จำเป็นต้องดำเนินการจดทะเบียน ระยะเวลาการคุ้มครองจะครอบคลุมตลอดช่วงชีวิตของผู้สร้างสรรค์ และต่อเนื่องไปอีก 50 ปีภายหลังจากการเสียชีวิต อย่างไรก็ตาม กฎหมายลิขสิทธิ์ของไทยในปัจจุบันยังไม่มีบทบัญญัติที่ชัดเจนและเฉพาะเจาะจงเกี่ยวกับงานที่ถูกสร้างโดยปัญญาประดิษฐ์ หรืองานที่สร้างขึ้นด้วยความช่วยเหลือจากเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ สถานการณ์นี้ส่งผลให้เกิดช่องว่างทางกฎหมายที่จำเป็นต้องได้รับการปรับปรุงและพัฒนาให้ทันต่อความเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีประเด็นปัญหาที่ยังไม่มีคำตอบชัดเจนกฎหมายลิขสิทธิ์ของไทยและหลายประเทศทั่วโลกยังคงมีประเด็นสำคัญที่ยังไม่มีแนวทางหรือคำตอบที่ชัดเจน ดังนี้ ประเด็นแรก สถานะลิขสิทธิ์ของงานที่ปัญญาประดิษฐ์สร้างโดยอัตโนมัติงานที่ถูกสร้างขึ้นโดยปัญญาประดิษฐ์โดยสมบูรณ์ โดยไม่มีการมีส่วนร่วมอย่างมีนัยสำคัญจากมนุษย์ จะได้รับการคุ้มครองลิขสิทธิ์หรือไม่ เป็นคำถามที่ยังไม่มีคำตอบ เนื่องจากหลักการพื้นฐานของกฎหมายลิขสิทธิ์กำหนดให้ต้องมีผู้สร้างสรรค์ที่เป็นมนุษย์ธรรมดา และผลงานต้องมีลักษณะของความคิดสร้างสรรค์ ประเด็นที่สอง การใช้งานมีลิขสิทธิ์เพื่อ

ฝึกโมเดลปัญญาประดิษฐ์การนำงานที่มีลิขสิทธิ์มาใช้ในการฝึกสอนแบบจำลองปัญญาประดิษฐ์โดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของลิขสิทธิ์ ถือเป็นการละเมิดลิขสิทธิ์ หรือเป็นการใช้งานที่เข้าข่ายการใช้อย่างเป็นธรรม (Fair Use) เป็นประเด็นที่ยังคงมีการโต้แย้งและไม่มีข้อสรุปที่ชัดเจน ประเด็นที่สาม ผลงานของปัญญาประดิษฐ์ที่คล้ายคลึงงานต้นฉบับหากแบบจำลองปัญญาประดิษฐ์สร้างผลงานที่มีความคล้ายคลึงกับงานที่มีลิขสิทธิ์ที่ใช้ในกระบวนการฝึกสอน การกระทำดังกล่าวจะถือเป็นการละเมิดลิขสิทธิ์หรือไม่ เป็นคำถามที่ยังต้องการการตีความและแนวทางที่ชัดเจนจากกฎหมาย

2.3 จริยธรรมปัญญาประดิษฐ์: หลักการพื้นฐานห้าประการ

การพัฒนาและประยุกต์ใช้เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ในปัจจุบันก่อให้เกิดประเด็นทางจริยธรรมที่สำคัญ โดยเฉพาะในด้านการสร้างสรรค์งานและการประมวลผลข้อมูล Floridi and Cowls (2019, Online) พัฒนารอบแนวคิดทางจริยธรรมที่แวดวงวิชาการและภาคอุตสาหกรรมยอมรับอย่างแพร่หลาย ซึ่งประกอบด้วยหลักการสำคัญ 5 ประการดังนี้ หลักการทำประโยชน์ (Beneficence) หลักการนี้เน้นว่าปัญญาประดิษฐ์ควรเสริมสร้างคุณภาพชีวิตและความเป็นอยู่ที่ดีของมนุษย์และสังคม เมื่อพิจารณาในมิติของงานวรรณกรรมและการเขียน เทคโนโลยีควรสนับสนุนการสร้างสรรค์ของนักเขียน มิใช่ทดแทนหรือทำลายอาชีพของพวกเขา หลักการไม่ทำร้าย (Non-maleficence) หลักการนี้มุ่งเน้นการป้องกันผลกระทบเชิงลบและอันตรายจากการใช้เทคโนโลยี การนำปัญญาประดิษฐ์ไปสร้างเนื้อหาปลอม ทำลายชื่อเสียงผู้อื่น หรือเผยแพร่ข้อมูลเท็จถือเป็นการละเมิดหลักการนี้ อย่างชัดเจน หลักความเป็นอิสระ (Autonomy) หลักการนี้เกี่ยวข้องกับการเคารพสิทธิและอำนาจการตัดสินใจของมนุษย์ นักเขียนและผู้สร้างสรรค์งานควรมีอำนาจอธิปไตยเหนือผลงานของตนเอง รวมถึงการตัดสินใจว่าจะอนุญาตให้งานไปฝึกอบรมปัญญาประดิษฐ์หรือไม่ หลักความยุติธรรม (Justice) หลักการนี้กำหนดให้มีการแบ่งปันผลประโยชน์และภาระอย่างเป็นธรรม หากบริษัทเทคโนโลยีได้รับผลประโยชน์จากการนำผลงานของนักเขียนมาใช้ นักเขียนเหล่านั้นก็ควรได้รับค่าตอบแทนที่เหมาะสมและเป็นธรรม หลักความสามารถในการอธิบายได้ (Explicability) หลักการนี้เรียกร้องให้มีความโปร่งใสและความสามารถในการอธิบายกลไกการทำงานของระบบปัญญาประดิษฐ์ ผู้ใช้งานและผู้ที่ได้รับผลกระทบควรเข้าใจได้ว่าระบบดำเนินการอย่างไร ใช้ข้อมูลประเภทใด และมีกระบวนการตัดสินใจอย่างไร ประเด็นจริยธรรมในการประยุกต์ใช้ เมื่อนำหลักการทั้งห้ามาพิจารณาร่วมกับการใช้ปัญญาประดิษฐ์ในการสร้างหรือประมวลผลงานวรรณกรรม พบว่ามีประเด็นที่ต้องให้ความสำคัญหลายประการ เช่น การนำข้อมูลมาฝึกโมเดลโดยไม่ได้รับความยินยอม การไม่เปิดเผยว่าเนื้อหาถูกสร้างโดยปัญญาประดิษฐ์ และผลกระทบต่อความน่าเชื่อถือในระบบการสื่อสารและงานวรรณกรรม (Jobin et al., 2019, pp. 389-399) นอกจากนี้ Mittelstadt et al. (2016, pp. 1-21) นำเสนอกรอบการวิเคราะห์ทางจริยธรรมสำหรับอัลกอริทึมและการจัดการข้อมูลขนาดใหญ่ ซึ่งครอบคลุม 6 มิติที่สำคัญ ได้แก่ ความเป็นธรรมที่อาจเกิดขึ้น ความรับผิดชอบที่ไม่ชัดเจน การขาดความโปร่งใส ความเสี่ยงในการตีความผลลัพธ์อย่างผิดพลาด และผลกระทบต่อความเป็นส่วนตัวของบุคคล ประเด็นเหล่านี้เชื่อมโยงโดยตรงกับการใช้ปัญญาประดิษฐ์แบบรู้สร้างในงานวรรณกรรมและการสร้างสรรค์เนื้อหา

3. รูปแบบของการสร้างข้อมูลเท็จ การบิดเบือนข้อมูล และการลอกเลียนวรรณกรรมด้วยปัญญาประดิษฐ์แบบรู้สร้าง

3.1 การสร้างข้อมูลเท็จ

ปัญญาประดิษฐ์แบบรู้สร้างสามารถสร้างเนื้อหาปลอมได้หลายรูปแบบ รูปแบบแรกคือการสร้างงานเขียนที่อ้างว่าเป็นผลงานของบุคคลอื่น โดยเทคโนโลยีเลียนแบบรูปแบบการเขียน (Writing style) ของผู้เขียนคนใดคนหนึ่ง Jawahar et al. (2020, Online) แสดงให้เห็นว่าแบบจำลองภาษาสมัยใหม่จับรูปแบบการเขียนของบุคคลได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งอาจนำไปสู่การใช้งานในทางที่ผิด

ตารางที่ 1 รูปแบบการสร้างข้อมูลเท็จ การบิดเบือนข้อมูล และการลอกเลียนวรรณกรรมด้วยปัญญาประดิษฐ์แบบรู้สร้าง

ประเภท	รูปแบบ	วิธีการดำเนินการ	ความเสี่ยง	แหล่งอ้างอิง
การสร้างข้อมูลเท็จ	การเลียนแบบรูปแบบการเขียน	AI วิเคราะห์และจำลองสไตล์การเขียนของนักเขียนคนใดคนหนึ่ง	ชื่อเสียงเสียหาย ผลงานถูกปลอมแปลง	Jawahar et al. (2020, pp. 3651-3657)
	การสร้างบทความวิชาการปลอม	สร้างเนื้อหาที่มีโครงสร้างคล้ายงานวิจัยแต่บิดเบือนข้อมูล	ข้อมูลเท็จแพร่กระจาย ผู้อ่านเชื่อถือสูงเกินจริง	Liang et al. (2023, p. 100779)
	การสร้างตัวตนปลอมออนไลน์	สร้างบล็อก บทความ โพสต์ที่เลียนแบบบุคคลอื่น	ผู้อ่านถูกหลอกลวง เกิดความเสียหาย	Kreps et al. (2022, pp. 104-117)

ตารางที่ 1 (ต่อ) รูปแบบการสร้างข้อมูลเท็จ การบิดเบือนข้อมูล และการลอกเลียนวรรณกรรมด้วยปัญญาประดิษฐ์แบบรู้สร้าง

ประเภท	รูปแบบ	วิธีการดำเนินการ	ความเสี่ยง	แหล่งอ้างอิง
การบิดเบือนข้อมูล	การเปลี่ยนแปลงเนื้อหาต้นฉบับ	AI ดัดแปลงงานจนความหมายหรือบริบทเปลี่ยนไป	ผู้อ่านตีความผิด ความหมายเดิมสูญหาย	Zellers et al. (2019, Online)
	การสรุปที่บิดเบือน	AI สรุปเนื้อหาโดยไม่เข้าใจบริบทที่ซับซ้อน	ข้อมูลคลาดเคลื่อน ผู้อ่านตีความผิด	Zhang et al. (2020, Online)
การลอกเลียนวรรณกรรม	การเขียนใหม่อัตโนมัติ	AI เขียนใหม่เนื้อหาที่คัดลอกเพื่อหลีกเลี่ยงการตรวจจับ	ตรวจจับยาก ลิขสิทธิ์ถูกละเมิด	Weber-Wulff et al. (2023, Online)
	การใช้งานมีลิขสิทธิ์ผิดโมเดล	ผู้พัฒนานำผลงานมีลิขสิทธิ์มาฝึก AI โดยไม่ได้รับอนุญาต	ช่องว่างทางกฎหมาย ข้อพิพาทลิขสิทธิ์	Samuelson (2023, pp. 158-161)
	การทำซ้ำเนื้อหาจากข้อมูลฝึก	AI จัดจำและทำซ้ำเนื้อหาจากข้อมูลฝึกโดยไม่ตั้งใจ	ละเมิดลิขสิทธิ์โดยไม่รู้ตัว	Henderson et al. (2020, pp. 1-43)

รูปแบบที่สอง ปัญญาประดิษฐ์สร้างบทความหรือเนื้อหาวิชาการปลอมที่มีรูปแบบและโครงสร้างคล้ายงานวิจัยจริง แต่บรรจุข้อมูลที่ไม่ถูกต้องหรือบิดเบือน Liang et al. (2023, p. 100779) พบว่าผู้ใช้งานประเมินความน่าเชื่อถือของข้อความที่ปัญญาประดิษฐ์สร้างสูงเกินไป โดยเฉพาะเมื่อข้อความมีโครงสร้างที่ดูเป็นมืออาชีพ รูปแบบที่สามคือการสร้างตัวตนปลอมในโลกออนไลน์ ผู้ไม่หวังดีใช้ปัญญาประดิษฐ์แบบรู้สร้างสร้างบล็อก บทความ หรือโพสต์บนสื่อสังคมออนไลน์ที่เลียนแบบรูปแบบการเขียนของบุคคลใดบุคคลหนึ่งเพื่อหลอกลวงหรือสร้างความเสียหาย Kreps et al. (2022, pp. 104-117) พบว่าข้อความที่ปัญญาประดิษฐ์สร้างก่อให้เกิดความเชื่อถือนในระดับที่น่าเป็นห่วง โดยเฉพาะเมื่อมีการออกแบบให้ดูเหมือนมาจากแหล่งที่น่าเชื่อถือ

3.2 การบิดเบือนข้อมูล

การบิดเบือนเนื้อหาด้วยปัญญาประดิษฐ์แบบรู้สร้างเกิดขึ้นเมื่อเทคโนโลยีเปลี่ยนแปลงหรือดัดแปลงงานต้นฉบับจนความหมายหรือบริบทเดิมเปลี่ยนไป Zellers et al. (2019, Online) ศึกษาแบบจำลองภาษาสร้างข้อความที่บิดเบือนข้อเท็จจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพและยากต่อการตรวจจับ ปัญญาประดิษฐ์แบบรู้สร้างสรุปหรือย่อเนื้อหาได้แต่อาจนำไปสู่การบิดเบือนเช่นกัน แม้การสรุปเป็นกระบวนการที่ซับซ้อนด้วยกฎหมายในบางกรณี แต่เมื่อปัญญาประดิษฐ์ทำโดยไม่เข้าใจบริบทที่ซับซ้อน อาจส่งผลให้ความหมายสำคัญสูญหายหรือเกิดการตีความผิด (Zhang et al., 2020, Online)

3.3 การลอกเลียนวรรณกรรม

การคัดลอกงานเป็นปัญหาที่มีมาก่อนยุคปัญญาประดิษฐ์ แต่เทคโนโลยีแบบรู้สร้างทำให้ปัญหานี้ซับซ้อนมากขึ้น รูปแบบแรกคือการใช้ปัญญาประดิษฐ์เขียนใหม่ (Paraphrase) เนื้อหาที่คัดลอกจากแหล่งอื่น ทำให้ซอฟต์แวร์ตรวจการคัดลอกทั่วไปตรวจจับได้ยาก Weber-Wulff et al. (2023, Online) พบว่าซอฟต์แวร์ตรวจจับการคัดลอกแบบดั้งเดิมมีประสิทธิภาพลดลงอย่างมากเมื่อเผชิญกับข้อความที่ปัญญาประดิษฐ์เขียนใหม่ ประเด็นสำคัญอีกประการคือการใช้งานที่มีลิขสิทธิ์ฝึกแบบจำลองปัญญาประดิษฐ์โดยไม่ได้รับอนุญาต ปัญหานี้กำลังเป็นประเด็นถกเถียงทางกฎหมายในหลายประเทศ Samuelson (2023, pp. 158-161) วิเคราะห์ว่าการใช้งานที่มีลิขสิทธิ์ฝึกแบบจำลองปัญญาประดิษฐ์อาจถือเป็นการใช้งานโดยชอบธรรมในบางกรณี แต่ยังคงมีความไม่แน่นอนทางกฎหมายสูง นอกจากนี้ Henderson et al. (2020, pp. 1-43) ชี้ว่าแบบจำลองภาษาขนาดใหญ่อาจจัดจำและทำซ้ำเนื้อหาจากข้อมูลฝึกได้ในบางกรณี ซึ่งก่อให้เกิดความเสี่ยงต่อการละเมิดลิขสิทธิ์โดยไม่ตั้งใจ ช่องว่างความรู้ที่สำคัญคือการขาดกรอบการจำแนกประเภทและระดับความร้ายแรงของการกระทำผิดแต่ละรูปแบบในบริบทวรรณกรรม ซึ่งแตกต่างจากงานวิจัยทางวิทยาศาสตร์ที่มีมาตรฐานชัดเจน นอกจากนี้ยังขาดการศึกษาเปรียบเทียบระหว่างวัฒนธรรมและระบบกฎหมายที่แตกต่างกันในการรับมือกับปัญหาเหล่านี้ รวมถึงการพัฒนากลไกป้องกันเพิ่มเติม

4. ผลกระทบต่อวงการวรรณกรรมและทรัพย์สินทางปัญญา

4.1 ผลกระทบต่อนักเขียนและผู้สร้างสรรค์

นักเขียนและผู้สร้างสรรค์งานวรรณกรรมกำลังเผชิญผลกระทบที่ซับซ้อนจากการใช้ปัญญาประดิษฐ์สร้างเนื้อหา ผลกระทบหลักประการแรกคือการสูญเสียรายได้และโอกาสทางเศรษฐกิจ นักเขียนมืออาชีพเผชิญการแข่งขันที่เพิ่มขึ้นจากเนื้อหาที่ปัญญาประดิษฐ์แบบรู้สร้างสร้างขึ้น โดยเฉพาะในตลาดเนื้อหาออนไลน์และหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ผู้ประกอบการสร้างเนื้อหาจำนวนมากด้วยต้นทุนต่ำผ่านเครื่องมือปัญญาประดิษฐ์แบบรู้สร้าง ส่งผลให้ความต้องการผลงานของนักเขียนมืออาชีพลดลง ผลกระทบประการที่สองคือความเสี่ยงต่อชื่อเสียงและความน่าเชื่อถือ เมื่อมีผู้ปลอมแปลงหรือสร้างเนื้อหาโดยอ้างชื่อนักเขียนที่มี

ชื่อเสียง อาจส่งผลเสียต่อภาพลักษณ์และความน่าเชื่อถือของนักเขียนคนนั้น มีรายงานกรณีที่น่าสนใจเกี่ยวกับผู้สร้างหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ปลอมโดยใช้ชื่อของนักเขียนบนแพลตฟอร์มจำหน่ายออนไลน์ ส่งผลให้นักเขียนหลายคนออกมาชี้แจงและปฏิเสธความเป็นเจ้าของผลงานดังกล่าว นอกจากนี้ ยังมีความกังวลเกี่ยวกับการละเมิดลิขสิทธิ์ เนื่องจากโมเดลปัญญาประดิษฐ์แบบรู้สร้างหลายตัวได้รับการฝึกฝนจากงานวรรณกรรมที่มีลิขสิทธิ์โดยไม่ได้รับอนุญาต ซึ่งนำไปสู่คำฟ้องหลายคดีของนักเขียนต่อบริษัทพัฒนาปัญญาประดิษฐ์แบบรู้สร้าง

4.2 ผลกระทบต่อสำนักพิมพ์และอุตสาหกรรมหนังสือ

อุตสาหกรรมการพิมพ์กำลังเผชิญความท้าทายใหม่ในการตรวจสอบความถูกต้องและคุณภาพของต้นฉบับ สำนักพิมพ์ต้องพัฒนาระบบและกระบวนการใหม่เพื่อตรวจสอบว่าต้นฉบับที่ได้รับเป็นงานต้นฉบับของผู้แต่งหรือปัญญาประดิษฐ์แบบรู้สร้างสร้างขึ้น ปัญหาสำคัญอีกประการคือการท่วมท้นของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ที่ปัญญาประดิษฐ์แบบรู้สร้างสร้างขึ้นบนแพลตฟอร์มจำหน่ายออนไลน์ มีรายงานว่าหนังสืออิเล็กทรอนิกส์จำนวนมากที่ปัญญาประดิษฐ์แบบรู้สร้างสร้างขึ้นถูกอัปโหลดบนแพลตฟอร์มต่าง ๆ โดยบางเล่มมีคุณภาพต่ำและมีข้อมูลที่ไม่ถูกต้อง สถานการณ์นี้ทำให้แพลตฟอร์มต่าง ๆ ต้องปรับปรุงนโยบายและกระบวนการตรวจสอบ ความน่าเชื่อถือของระบบการตีพิมพ์โดยรวมอยู่ในความเสี่ยง เมื่อผู้อ่านไม่สามารถแน่ใจถึงแหล่งที่มาและคุณภาพของหนังสือที่พวกเขาซื้อ อาจส่งผลให้เกิดการสูญเสียความไว้วางใจในอุตสาหกรรมหนังสือ

4.3 ผลกระทบต่อวิชาการและการศึกษา

ภาคการศึกษาได้รับผลกระทบอย่างเด่นชัดจากการใช้ปัญญาประดิษฐ์แบบรู้สร้างสร้างเนื้อหา นักศึกษาจำนวนมากหันมาใช้เครื่องมือปัญญาประดิษฐ์แบบรู้สร้าง เช่น ChatGPT ในการทำงานเขียนวิชาการ มหาวิทยาลัยหลายแห่งสำรวจและพบว่านักศึกษาส่วนใหญ่เคยใช้ AI ช่วยทำงานเขียน โดยบางส่วนใช้โดยไม่ระบุแหล่งที่มาอย่างเหมาะสม (Sullivan et al., 2023, pp. 1-10) ปัญหานี้สร้างความท้าทายสำหรับอาจารย์และสถาบันการศึกษาในการประเมินความสามารถที่แท้จริงของนักศึกษา ระบบตรวจจับการลอกเลียนแบบดั้งเดิมอาจไม่เพียงพอในการตรวจจับเนื้อหาที่ปัญญาประดิษฐ์แบบรู้สร้างสร้างขึ้น โดยเฉพาะเมื่อมีการปรับแต่งหรือผสมผสานกับงานของนักศึกษา บริษัท Turnitin พัฒนาเครื่องมือตรวจจับ AI แต่ยังคงมีข้อจำกัดในความแม่นยำ (Turnitin, 2023, Online) ในระดับวิชาการสูงขึ้นมีความกังวลเกี่ยวกับการใช้ปัญญาประดิษฐ์แบบรู้สร้างเขียนบทความวิจัย มีรายงานบทความวิจัยที่ถูกตีพิมพ์ในวารสารวิชาการที่พบว่าการใช้ปัญญาประดิษฐ์แบบรู้สร้างสร้างส่วนหนึ่งของเนื้อหาโดยไม่เปิดเผยข้อมูล ประเด็นนี้ก่อให้เกิดการอภิปรายเกี่ยวกับจริยธรรมการวิจัยและความจำเป็นในการกำหนดแนวทางปฏิบัติที่ชัดเจน (Thorp, 2023, p. 313; Van Noorden & Perkel, 2023, pp. 672-675) สถาบันการศึกษาและองค์กรวิชาการหลายแห่งเริ่มพัฒนานโยบายและแนวทางการใช้ปัญญาประดิษฐ์แบบรู้สร้างอย่างมีจริยธรรม โดยเน้นความโปร่งใสในการระบุการใช้ปัญญาประดิษฐ์แบบรู้สร้าง และการรักษามาตรฐานความซื่อสัตย์ทางวิชาการ

4.4 ผลกระทบต่อผู้อ่านและสังคม

ผู้อ่านซึ่งเป็นผู้บริโภคผลงานวรรณกรรมได้รับผลกระทบในหลายมิติ ผลกระทบหลักคือการสูญเสียความไว้วางใจในแหล่งข้อมูลและงานวรรณกรรม เมื่อไม่สามารถแยกแยะว่าเนื้อหาใดเป็นงานของมนุษย์หรือปัญญาประดิษฐ์แบบรู้สร้าง อาจส่งผลให้เกิดความสงสัยและความไม่ไว้วางใจในระบบสารสนเทศโดยรวม ปรากฏการณ์นี้เชื่อมโยงกับแนวคิดเรื่องมลภาวะสารสนเทศ (Information pollution) ที่ทำให้สังคมยากขึ้นในการแยกแยะข้อมูลที่เชื่อถือได้ (Wardle & Derakhshan, 2017, Online) ความเสี่ยงประการที่สองคือการได้รับข้อมูลที่ผิดหรือทำให้เข้าใจผิด เนื้อหาที่ปัญญาประดิษฐ์แบบรู้สร้างสร้างขึ้นอาจมีข้อผิดพลาดทางข้อเท็จจริงหรือมีความลำเอียง โดยเฉพาะเมื่อไม่มีการตรวจสอบคุณภาพอย่างเหมาะสม มีรายงานหนังสือที่ปัญญาประดิษฐ์แบบรู้สร้างสร้างขึ้นและมีเนื้อหาที่ไม่เหมาะสมถูกจำหน่ายบนแพลตฟอร์มออนไลน์ ซึ่งเป็นความเสี่ยงต่อผู้อ่านกลุ่มเปราะบาง ผลกระทบระยะยาวอีกประการคือการเปลี่ยนแปลงในการรับรู้คุณค่าของการสร้างสรรค์งานวรรณกรรมโดยมนุษย์ เมื่องานที่ปัญญาประดิษฐ์แบบรู้สร้างสร้างได้ง่ายและรวดเร็ว อาจส่งผลต่อการชื่นชมและการให้คุณค่ากับงานสร้างสรรค์ที่ต้องใช้เวลา ความพยายาม และประสบการณ์ของมนุษย์ อย่างไรก็ตาม ยังขาดการศึกษาเชิงประจักษ์ที่วัดผลกระทบเหล่านี้ในเชิงปริมาณและคุณภาพ โดยเฉพาะในระยะยาว ทั้งในด้านเศรษฐกิจ สังคม และจิตวิทยาของผู้สร้างสรรค์และผู้อ่าน ซึ่งจำเป็นสำหรับการกำหนดนโยบายและมาตรการที่มีประสิทธิภาพ

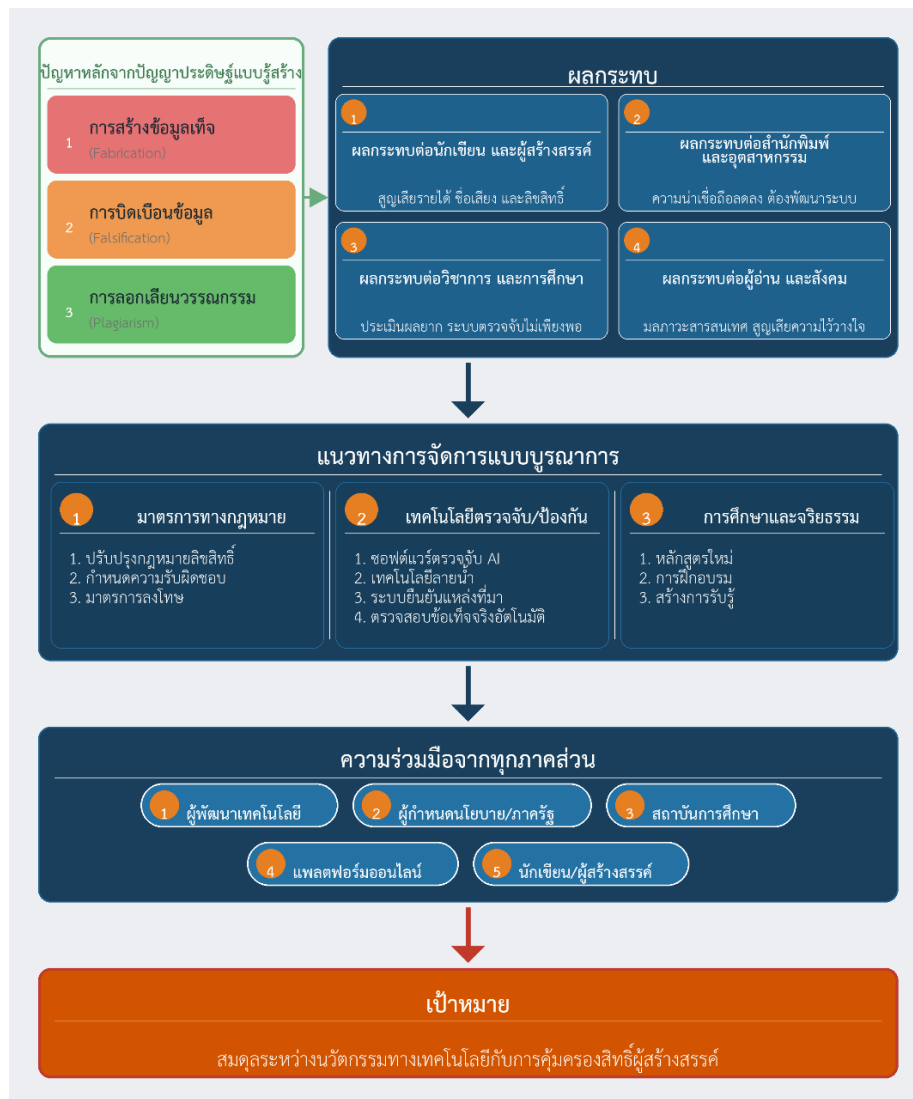
5. เทคโนโลยีและเครื่องมือในการตรวจจับ

5.1 ซอฟต์แวร์ตรวจจับงานเขียนที่สร้างโดย AI

การพัฒนาเครื่องมือตรวจจับงานเขียนที่ปัญญาประดิษฐ์แบบรู้สร้างสร้างขึ้นเป็นสนามการแข่งขันที่กำลังคึกคักในปัจจุบัน บริษัทต่าง ๆ เช่น Turnitin, GPTZero และ Copyleaks เป็นต้น พัฒนาซอฟต์แวร์ที่อ้างว่าตรวจจับข้อความที่ปัญญาประดิษฐ์แบบรู้สร้างสร้างขึ้นได้ อย่างไรก็ดีตาม งานวิจัยหลายชิ้นพบว่าประสิทธิภาพของเครื่องมือเหล่านี้ยังไม่สมบูรณ์และมีข้อจำกัดที่สำคัญ

Sadasivan et al. (2023, Online) พบว่าเครื่องมือตรวจจับปัญญาประดิษฐ์แบบรู้สร้างที่ทันสมัยที่สุดไม่สามารถตรวจจับผลลัพธ์ของโมเดลภาษาขนาดใหญ่ได้อย่างเชื่อถือในสถานการณ์จริง โดยเฉพาะเมื่อมีการโจมตีแบบ Paraphrasing แม้เครื่องมือตรวจจับที่ใช้ลายน้ำก็มีความเสี่ยงต่อการโจมตีที่ออกแบบมาเพื่อหลีกเลี่ยงการตรวจจับ การศึกษานี้เสนอกรอบทฤษฎีที่เชื่อมโยง AUROC ของเครื่องมือตรวจจับที่ดีที่สุดกับระยะทาง Total variation ระหว่างการกระจายของข้อความมนุษย์และข้อความที่ปัญญาประดิษฐ์แบบรู้สร้างสร้างขึ้น

Weber-Wulff et al. (2023, Online) เปรียบเทียบเครื่องมือตรวจจับข้อความที่ปัญญาประดิษฐ์แบบรู้สร้างสร้างขึ้นจำนวน 16 ตัว และพบว่าเครื่องมือสามตัวคือ Copyleaks, Turnitin และ Originality.ai มีความแม่นยำสูงกับเอกสารทั้งสามชุดแต่เครื่องมืออื่น ๆ ส่วนใหญ่แม้จะแยกแยะระหว่างเอกสาร GPT-3.5 กับเอกสารที่เขียนโดยมนุษย์ได้ด้วยความแม่นยำที่ค่อนข้างสูง แต่ก็ไม่มีประสิทธิภาพในการแยกแยะเอกสาร GPT-4



รูปที่ 1 กรอบแนวคิดการจัดการปัญหาการสร้างข้อมูลเท็จ การบิดเบือนข้อมูล และการลอกเลียนวรรณกรรมในยุคปัญญาประดิษฐ์
(หมายเหตุ: ผลกระทบในกรอบแนวคิดควรสอดคล้องกับผลกระทบที่นำเสนอในหน้า 5-6)

รูปที่ 1 นำเสนอกรอบแนวคิดการจัดการปัญหาการสร้างข้อมูลเท็จ การบิดเบือนข้อมูล และการลอกเลียนวรรณกรรม ในยุคปัญญาประดิษฐ์ โดยมีโครงสร้างเชิงระบบที่เชื่อมโยงสาเหตุ ผลกระทบ แนวทางแก้ไข และเป้าหมายปลายทางอย่างเป็นลำดับขั้น กล่าวคือ ปัญหาหลักสามประการที่เกิดจากปัญญาประดิษฐ์แบบรู้สร้าง ได้แก่ การสร้างข้อมูลเท็จ การบิดเบือนข้อมูล และการลอกเลียนวรรณกรรม ก่อให้เกิดผลกระทบในวงกว้างทั้งต่อนักเขียนและผู้สร้างสรรค์ผลงาน ต่อสถาบันการศึกษา และต่อผู้อ่านในสังคมโดยรวม เพื่อรับมือกับผลกระทบดังกล่าว จึงจำเป็นต้องดำเนินการผ่านแนวทางการจัดการแบบบูรณาการ 3 ด้านพร้อมกัน ได้แก่ มาตรการทางกฎหมาย ซึ่งครอบคลุมการปรับปรุงกฎหมายลิขสิทธิ์ การกำหนดความรับผิดชอบ และมาตรการลงโทษ เทคโนโลยีตรวจจับและป้องกัน อันได้แก่ ซอฟต์แวร์ตรวจจับ AI เทคโนโลยีลายน้ำดิจิทัล ระบบยืนยันแหล่งที่มา และการตรวจสอบข้อเท็จจริงอัตโนมัติ รวมถึงการศึกษาและจริยธรรม ทั้งในด้านหลักสูตร การฝึกอบรม และการสร้างการรับรู้ในสังคม อย่างไรก็ตาม การจัดการปัญหาดังกล่าวจะบรรลุผลได้อย่างยั่งยืนก็ต่อเมื่ออาศัยความร่วมมือจากทุกภาคส่วน ทั้งผู้พัฒนาเทคโนโลยี ผู้กำหนดนโยบายและภาครัฐ สถาบันการศึกษา แพลตฟอร์มออนไลน์ และนักเขียนหรือผู้สร้างสรรค์ผลงาน ซึ่งการบูรณาการความร่วมมือเหล่านี้นับว่าเปี่ยมล้นที่สุด นั่นคือ การสร้างสมดุลระหว่างนวัตกรรมทางเทคโนโลยีกับการคุ้มครองสิทธิของผู้สร้างสรรค์อย่างเป็นธรรมและมีประสิทธิภาพ

หลักการทำงานของเครื่องมือตรวจจับส่วนใหญ่อาศัยการวิเคราะห์ลักษณะทางสถิติของข้อความ งานเขียนที่ปัญญาประดิษฐ์แบบรู้สร้างสร้างขึ้นมักมีความสม่ำเสมอสูงและขาดความผิดปกติที่พบในงานเขียนของมนุษย์ อย่างไรก็ตาม เมื่อผู้ใช้แก้ไขหรือปรับแต่งข้อความที่ปัญญาประดิษฐ์แบบรู้สร้างสร้างขึ้น ความสามารถในการตรวจจับจะลดลงอย่างมาก การศึกษาแสดงว่าเทคนิค Paraphrasing แก้ไขข้อความที่ปัญญาประดิษฐ์แบบรู้สร้างสร้างขึ้นเพื่อหลีกเลี่ยงการตรวจจับได้ (Sadasivan et al., 2023, Online) ปัญหาสำคัญอีกประการคือเรื่องความยุติธรรม Liang et al. (2023, p. 100779) พบว่าเครื่องมือตรวจจับ GPT มียอดต่อนักเขียนที่ใช้ภาษาอังกฤษเป็นภาษาที่สอง โดยเครื่องมือเหล่านี้จัดประเภทเรียงความของผู้ที่ไม่ใช่เจ้าของภาษาว่าเป็นข้อความ ที่ปัญญาประดิษฐ์แบบรู้สร้างสร้างขึ้นอย่างผิดพลาดมากกว่าครึ่งหนึ่ง ในขณะที่ความแม่นยำเกือบสมบูรณ์แบบสำหรับเรียงความของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 8 ในสหรัฐอเมริกา การศึกษาพบว่าเรียงความ TOEFL ที่ถูกจัดประเภทผิดพลาดว่าเป็นข้อความ ที่ปัญญาประดิษฐ์แบบรู้สร้างสร้างขึ้นมีค่า Perplexity ที่ต่ำกว่าอย่างมีนัยสำคัญ แสดงว่าเครื่องมือตรวจจับอาจลงโทษนักเขียนที่มีการแสดงออกทางภาษาที่จำกัด ปัญหานี้อาจนำไปสู่การเลือกปฏิบัติและความไม่เป็นธรรมในสถาบันการศึกษา และสถานที่ทำงานช่องว่างที่สำคัญคือการขาดเครื่องมือตรวจจับที่พัฒนาเฉพาะสำหรับภาษาไทยและภาษาในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ซึ่งมีโครงสร้างภาษาและรูปแบบการเขียนที่แตกต่างจากภาษาอังกฤษอย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้ยังขาดมาตรฐานในการประเมินประสิทธิภาพของเครื่องมือเหล่านี้ในบริบทจริงของการใช้งาน

5.2 เทคโนโลยีลายน้ำและการติดตามแหล่งที่มา

แนวทางอื่นในการจัดการปัญหาคือการใช้เทคโนโลยีลายน้ำ หรือการฝังเครื่องหมายลายน้ำดิจิทัลลงในเนื้อหาที่ปัญญาประดิษฐ์แบบรู้สร้างสร้างขึ้น Kirchenbauer et al. (2023a, Online) เสนอกรอบการทำลายน้ำสำหรับโมเดลภาษาขนาดใหญ่ โดยลายน้ำสามารถฝังได้โดยมีผลกระทบเพียงเล็กน้อยต่อคุณภาพของข้อความ และตรวจจับได้โดยใช้อัลกอริทึมโอเพนซอร์สที่มีประสิทธิภาพโดยไม่ต้องเข้าถึง API หรือพารามิเตอร์ของโมเดลภาษา ลายน้ำทำงานโดยการเลือกชุดสุ่มของ "โทเค็นสีเขียว" (Green tokens) ก่อนที่จะถูกสร้างขึ้น จากนั้นจึงส่งเสริมการใช้โทเค็นสีเขียวอย่างนุ่มนวลในระหว่างการสุ่มตัวอย่าง งานวิจัยนี้เสนอการทดสอบทางสถิติสำหรับการตรวจจับลายน้ำด้วยค่า p-value ที่ตีความได้ และพัฒนารอบทฤษฎีสารสนเทศสำหรับการวิเคราะห์ความไวของลายน้ำ (Kirchenbauer et al., 2023a, Online) อย่างไรก็ตาม เทคโนโลยีลายน้ำยังเผชิญความท้าทายหลายประการ นักวิจัยกลุ่มเดียวกันพบว่าข้อความที่มีลายน้ำยังคงตรวจจับได้แม้หลังจากการเขียนใหม่โดยมนุษย์ การถอดความโดยโมเดลภาษาขนาดใหญ่ที่ไม่มีลายน้ำ หรือการผสมเข้ากับเอกสารที่เขียนด้วยมือที่ยาวขึ้น แม้การโจมตีเหล่านี้จะลดความแข็งแกร่งของลายน้ำ แต่การถอดความมักรั่วไหล N-grams หรือแม้แต่ส่วนที่ยาวกว่าของข้อความต้นฉบับ ส่งผลให้มีการตรวจจับที่มีความมั่นใจสูงเมื่อสังเกตโทเค็นจำนวนเพียงพอ (Kirchenbauer et al., 2023b) ประการที่สองคือความกังวลเกี่ยวกับความเป็นส่วนตัวและการติดตาม ระบบลายน้ำที่รายละเอียดเกินไปอาจถูกใช้ในการติดตามและเฝ้าระวังผู้ใช้ได้ นอกจากนี้ยังมีความเป็นไปได้ที่ผู้โจมตีอนุมานลายเซ็นของลายน้ำและเพิ่มเข้าไปในข้อความที่สร้างขึ้นเพื่อให้ผู้เผยแพร่ข้อความนั้นถูกกล่าวหาเท็จว่าเป็นผู้ลอกเลียนหรือผู้ส่งสแปม (Sadasivan et al., 2023, Online)

5.3 ความร่วมมือระหว่างแพลตฟอร์มและเทคโนโลยี

การจัดการปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพต้องอาศัยความร่วมมือระหว่างแพลตฟอร์มต่าง ๆ รวมถึงสำนักพิมพ์ออนไลน์ แพลตฟอร์มสื่อสังคมออนไลน์ และตลาดจำหน่ายหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ แพลตฟอร์มหลายแห่งปรับปรุงนโยบายและระบบตรวจสอบสำหรับเนื้อหาที่อัปโหลด โดยกำหนดให้ผู้เผยแพร่ต้องระบุชัดเจนว่าเนื้อหาถูกสร้างหรือช่วยสร้างโดยปัญญาประดิษฐ์แบบรู้สร้างหรือไม่ นโยบายนี้ช่วยเพิ่มความโปร่งใสและให้อ่านตัดสินใจซื้ออย่างมีข้อมูลมากขึ้น อย่างไรก็ตาม การบังคับใช้นโยบายดังกล่าวยังคงเป็นความท้าทาย เนื่องจากผู้ใช้ปิดกั้นข้อมูลหรือให้ข้อมูลเท็จได้ บางแพลตฟอร์มจำกัดจำนวนเนื้อหาที่เผยแพร่ได้ในแต่ละวัน เพื่อจำกัดการท่วมท้นของเนื้อหาที่ปัญญาประดิษฐ์แบบรู้สร้างสร้างขึ้น ความท้าทายสำคัญคือการสร้างมาตรฐานที่เป็นสากลและสามารถปฏิบัติได้จริง องค์การอย่าง Partnership on AI ซึ่งรวมบริษัทเทคโนโลยี นักวิชาการ และองค์กรภาคประชาสังคม กำลังพัฒนาแนวทางปฏิบัติที่ดีที่สุดสำหรับการระบุและจัดการเนื้อหาที่ปัญญาประดิษฐ์แบบรู้สร้างสร้างขึ้น การประสานงานและความร่วมมือระหว่างผู้มีส่วนได้ส่วนเสียทั้งหมดจะเป็นกุญแจสำคัญในการสร้างระบบนิเวศที่ปลอดภัยและเป็นธรรม

6. มิติจริยธรรมและความรับผิดชอบ

6.1 จริยธรรมของผู้พัฒนาเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์

ผู้พัฒนาและบริษัทที่สร้างเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์มีความรับผิดชอบทางจริยธรรมที่สำคัญในการป้องกันการนำเทคโนโลยีไปใช้ในทางที่ผิด การดำเนินการที่สำคัญประการแรกคือการออกแบบระบบที่มีมาตรการป้องกันในตัว (Built-in safeguards) เพื่อจำกัดการใช้งานที่อาจก่อให้เกิดอันตราย การพัฒนาแนวทาง Constitutional AI ของ Bai et al. (2022, Online) เป็นตัวอย่างที่สำคัญของการฝังหลักการทางจริยธรรมเข้าไปในกระบวนการฝึกสอนแบบจำลอง โดยใช้ชุดหลักการที่กำหนดไว้ล่วงหน้าเพื่อขึ้นการตอบสนองของโมเดล แบบจำลองจะถูกฝึกให้ประเมินและปรับปรุงการตอบสนองของตนเองตามหลักการเหล่านี้ ส่งผลให้ระบบมีความปลอดภัยมากขึ้นโดยไม่ต้องพึ่งพาการตรวจสอบโดยมนุษย์มากนัก ความโปร่งใสเป็นอีกหนึ่งหลักการสำคัญ ผู้พัฒนาควรเปิดเผยข้อมูลเกี่ยวกับข้อมูลที่ฝึกโมเดล ข้อจำกัดของระบบ และความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้น อย่างไรก็ตาม ยังคงมีความขัดแย้งระหว่างความโปร่งใสกับการรักษาความลับทางการค้า บริษัทหลายแห่งไม่เต็มใจเปิดเผยรายละเอียดเกี่ยวกับแบบจำลองของตน โดยอ้างเหตุผลด้านความปลอดภัยและความได้เปรียบทางการแข่งขัน การให้การศึกษาและคำแนะนำแก่ผู้ใช้เกี่ยวกับการใช้งานอย่างมีจริยธรรมเป็นความรับผิดชอบที่สำคัญ ผู้พัฒนาควรจัดทำเอกสารแนะนำการใช้งาน (Usage guidelines) ที่ชัดเจนรวมถึงตัวอย่างของการใช้งานที่เหมาะสมและไม่เหมาะสม นอกจากนี้ควรมีกลไกการรายงานและจัดการกับการใช้งานในทางที่ผิด

6.2 จริยธรรมของผู้ใช้เทคโนโลยี

ผู้ใช้เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์แบบรู้สร้างมีความรับผิดชอบทางจริยธรรมในการใช้เครื่องมือเหล่านี้ที่เหมาะสม หลักการพื้นฐานคือความโปร่งใสและความซื่อสัตย์ ผู้ใช้ควรระบุอย่างชัดเจนเมื่อมีการใช้ปัญญาประดิษฐ์แบบรู้สร้างสร้างหรือช่วยสร้างเนื้อหา โดยเฉพาะในบริบททางวิชาการ วิชาชีพ และการพาณิชย์ การเคารพสิทธิทางทรัพย์สินทางปัญญาเป็นหลักการสำคัญอีกประการ แม้ปัญญาประดิษฐ์แบบรู้สร้างจะสร้างเนื้อหาที่คล้ายคลึงกับงานของผู้อื่นได้ แต่ผู้ใช้ไม่ควรนำเนื้อหาดังกล่าวมาอ้างว่าเป็นผลงานต้นฉบับของตนเอง หรือใช้ในลักษณะที่ละเมิดลิขสิทธิ์หรือสิทธิอื่น ๆ ของผู้สร้างสรรค์งานต้นฉบับ การตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลเป็นความรับผิดชอบที่สำคัญ เนื้อหาที่ปัญญาประดิษฐ์แบบรู้สร้างสร้างขึ้นอาจมีข้อผิดพลาดหรือข้อมูลที่ไม่น่าเชื่อถือ ผู้ใช้จึงต้องตรวจสอบข้อมูลก่อนนำไปเผยแพร่หรือใช้งาน โดยเฉพาะในกรณีที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลที่มีความสำคัญหรืออาจส่งผลกระทบต่อผู้อื่น

6.3 จริยธรรมของสถาบันการศึกษา

สถาบันการศึกษามีบทบาทสำคัญในการกำหนดมาตรฐานและแนวทางการใช้ปัญญาประดิษฐ์แบบรู้สร้างอย่างมีจริยธรรม การพัฒนานโยบายที่ชัดเจนเกี่ยวกับการใช้ปัญญาประดิษฐ์แบบรู้สร้างในงานวิชาการเป็นสิ่งจำเป็น นโยบายควรครอบคลุมทั้งการอนุญาตและข้อจำกัดในการใช้งาน รวมถึงวิธีการระบุแหล่งที่มาและการอ้างอิงที่เหมาะสม การให้ความรู้และฝึกอบรมแก่นักศึกษาและอาจารย์เกี่ยวกับการใช้ปัญญาประดิษฐ์แบบรู้สร้างอย่างมีจริยธรรมเป็นสิ่งสำคัญ ควรมีหลักสูตรหรือการอบรมที่สอนให้ผู้เรียนเข้าใจทั้งศักยภาพและข้อจำกัดของเทคโนโลยี รวมถึงผลกระทบทางจริยธรรมและกฎหมาย การปรับเปลี่ยนวิธีการประเมินผลอาจจำเป็น เนื่องจากการบ้านหรือการสอบแบบดั้งเดิมอาจไม่สามารถประเมินความสามารถที่แท้จริงของนักศึกษาได้อีกต่อไปการเปลี่ยนไปใช้การประเมินที่เน้นกระบวนการคิด การนำเสนอ หรือการทำงานภายใต้การกำกับดูแลอาจเป็นทางเลือก

ที่เหมาะสมกว่า Perkins (2023, Online) เสนอแนะแนวทางใหม่ในการประเมินผลที่คำนึงถึงการใช้ปัญญาประดิษฐ์แบบรู้สร้างในการเรียน

7. แนวทางการจัดการและข้อเสนอแนะ

7.1 แนวทางการจัดการทางกฎหมาย

การพัฒนากรอบกฎหมายที่เหมาะสมเป็นสิ่งจำเป็นในการจัดการปัญหาการสร้างข้อมูลเท็จ การบิดเบือนข้อมูล และการลอกเลียนวรรณกรรมในยุคปัญญาประดิษฐ์ กฎหมายลิขสิทธิ์ปัจจุบันอาจต้องได้รับการปรับปรุงเพื่อให้ครอบคลุมประเด็นใหม่ ๆ ที่เกิดจากเทคโนโลยี ประเด็นสำคัญที่ต้องได้รับการพิจารณาคือสถานะของงานที่ปัญญาประดิษฐ์สร้างขึ้น ควรมีความชัดเจนว่างานดังกล่าวได้รับการคุ้มครองลิขสิทธิ์หรือไม่ และหากได้รับการคุ้มครอง ใครควรเป็นเจ้าของลิขสิทธิ์ Samuelson (2023, pp. 158-161) เสนอแนะว่ากฎหมายลิขสิทธิ์ควรมีความยืดหยุ่นพอที่จะรองรับเทคโนโลยีใหม่ แต่ยังคงรักษาหลักการพื้นฐานของการคุ้มครองผู้สร้างสรรค์ การกำหนดความรับผิดชอบทางกฎหมายสำหรับเนื้อหาที่ปัญญาประดิษฐ์แบบรู้สร้างสร้างขึ้นเป็นประเด็นสำคัญ ควรมีความชัดเจนว่าใครรับผิดชอบเมื่อเนื้อหาที่ปัญญาประดิษฐ์แบบรู้สร้างสร้างขึ้นก่อให้เกิดความเสียหาย ไม่ว่าจะเป็นผู้พัฒนาเทคโนโลยี ผู้ให้บริการ หรือผู้ใช้งาน กฎหมายควรมีมาตรการเฉพาะสำหรับการสร้างงานปลอมหรือการนำเนื้อหาที่ปัญญาประดิษฐ์แบบรู้สร้างสร้างขึ้นไปใช้ในทางที่ผิด การกระทำที่มีเจตนาหลอกลวงหรือสร้างความเสียหายควรมีบทลงโทษที่เหมาะสม สำหรับประเทศไทย อาจจำเป็นต้องปรับปรุงพระราชบัญญัติลิขสิทธิ์ พ.ศ. 2537 และกฎหมายที่เกี่ยวข้องเพื่อให้ครอบคลุมประเด็นเหล่านี้

7.2 แนวทางการจัดการทางเทคนิค

แนวทางทางเทคนิคในการจัดการปัญหาประกอบด้วยหลายองค์ประกอบ การพัฒนาเทคโนโลยีตรวจจับที่มีประสิทธิภาพและความแม่นยำสูงเป็นสิ่งจำเป็น งานวิจัยควรมุ่งเน้นไปที่การพัฒนาเครื่องมือที่ตรวจจับเนื้อหาที่ปัญญาประดิษฐ์แบบรู้สร้างสร้างขึ้นได้อย่างเชื่อถือ แม้จะมีการปรับแต่งหรือผสมผสานกับงานของมนุษย์ การนำระบบลายน้ำมาใช้อย่างแพร่หลายอาจเป็นทางออกที่มีประสิทธิภาพ หากบริษัทพัฒนาปัญญาประดิษฐ์แบบรู้สร้างทั้งหมดตกลงใช้มาตรฐานลายน้ำเดียวกัน จะช่วยให้การตรวจสอบเนื้อหาที่ปัญญาประดิษฐ์แบบรู้สร้างสร้างขึ้นทำได้ง่ายขึ้น อย่างไรก็ตาม จำเป็นต้องพัฒนาเทคโนโลยีลายน้ำที่ทนทานต่อการโจมตีและไม่สามารถถูกลบหรือปลอมแปลงได้ง่าย การพัฒนาแพลตฟอร์มการยืนยันแหล่งที่มา (Provenance verification) อาจเป็นอีกหนึ่งแนวทาง โดยใช้เทคโนโลยีอย่างบล็อกเชน (Blockchain) บันทึกประวัติการสร้างและการแก้ไขเนื้อหาทำให้ตรวจสอบย้อนกลับได้ว่าเนื้อหาใดถูกสร้างโดยใครเมื่อไหร่ และมีการแก้ไขอย่างไรบ้าง การพัฒนาระบบการตรวจสอบข้อเท็จจริงอัตโนมัติ (Automated fact-checking) เป็นอีกทางเลือกหนึ่ง ระบบดังกล่าวช่วยตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลในเนื้อหาที่ปัญญาประดิษฐ์แบบรู้สร้างสร้างขึ้น และเตือนผู้ใช้งานหากพบข้อมูลที่อาจไม่ถูกต้องหรือทำให้เข้าใจผิด

7.3 แนวทางการจัดการทางการศึกษา

การศึกษาและการสร้างการรับรู้ (Awareness) เป็นกุญแจสำคัญในการจัดการปัญหา ควรมีการบูรณาการเนื้อหาเกี่ยวกับจริยธรรมดิจิทัลและความรอบรู้ด้านสื่อ (Media literacy) เข้าไปในหลักสูตรการศึกษาทุกระดับ นักเรียนและนักศึกษาควรได้เรียนรู้เกี่ยวกับการทำงานของปัญญาประดิษฐ์แบบรู้สร้าง ข้อจำกัด และวิธีการใช้งานอย่างมีจริยธรรม สถาบันการศึกษาควรพัฒนาแนวทางปฏิบัติที่ชัดเจนสำหรับการใช้ปัญญาประดิษฐ์แบบรู้สร้างในงานวิชาการ แนวทางนี้ควรให้ความสำคัญระหว่างการส่งเสริมให้ใช้เทคโนโลยีเป็นเครื่องมือช่วยเรียนรู้กับการรักษามาตรฐานความซื่อสัตย์ทางวิชาการ การพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์และการตรวจสอบข้อมูล (Critical thinking and information verification skills) เป็นสิ่งสำคัญนักเรียนและนักศึกษาควรได้รับการฝึกให้สามารถประเมินความน่าเชื่อถือของข้อมูล ตรวจสอบแหล่งที่มา และแยกแยะระหว่างข้อเท็จจริงกับความคิดเห็น นอกจากนี้ควรมีการฝึกอบรมอาจารย์และบุคลากรทางการศึกษาให้มีความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์แบบรู้สร้าง เพื่อให้สามารถแนะนำและกำกับดูแลนักเรียนนักศึกษาได้อย่างเหมาะสม

7.4 แนวทางการจัดการของแพลตฟอร์ม

แพลตฟอร์มออนไลน์ต่าง ๆ มีบทบาทสำคัญในการควบคุมและจัดการเนื้อหาที่ปัญญาประดิษฐ์แบบรู้สร้างสร้างขึ้น การกำหนดนโยบายที่ชัดเจนเกี่ยวกับการเผยแพร่เนื้อหาดังกล่าวเป็นสิ่งจำเป็น นโยบายควรกำหนดให้ผู้เผยแพร่ระบุชัดเจนว่าเนื้อหาถูกสร้างหรือช่วยสร้างโดยปัญญาประดิษฐ์แบบรู้สร้างหรือไม่ การใช้ระบบการตรวจสอบและการกลั่นกรอง (Moderation) ที่มีประสิทธิภาพเป็นสิ่งสำคัญ แพลตฟอร์มควรพัฒนาเครื่องมือในการตรวจจับเนื้อหาที่ปัญญาประดิษฐ์แบบรู้สร้างสร้างขึ้นและมีกระบวนการตรวจสอบความถูกต้องและคุณภาพก่อนอนุญาตให้เผยแพร่ การสร้างกลไกการรายงานและการลงโทษสำหรับการละเมิดนโยบายเป็นสิ่งจำเป็น ผู้ใช้ควรรายงานเนื้อหาที่น่าสงสัยได้ และแพลตฟอร์มควรมีขั้นตอนการตรวจสอบ

และดำเนินการที่ชัดเจน การให้ความรู้แก่ผู้ใช้เกี่ยวกับความเสี่ยงและวิธีการระบุเนื้อหาที่ปัญญาประดิษฐ์แบบรู้สร้างสร้างขึ้นเป็นความรับผิดชอบของแพลตฟอร์ม ควรจัดทำคู่มือหรือวิดีโอแนะนำที่ช่วยให้ผู้ใช้ปกป้องตนเองได้

7.5 แนวทางการจัดการของภาครัฐ

ภาครัฐมีบทบาทสำคัญในการกำกับดูแลและสร้างสมดุลระหว่างนวัตกรรมทางเทคโนโลยีกับการคุ้มครองสิทธิของประชาชน การพัฒนากฎหมายและกฎระเบียบที่เหมาะสมเป็นหน้าที่หลักของภาครัฐ กฎหมายควรครอบคลุมทั้งการคุ้มครองสิทธิทางทรัพย์สินทางปัญญา การป้องกันการใช้เทคโนโลยีในทางที่ผิด และการรักษาความปลอดภัยของข้อมูลส่วนบุคคล การส่งเสริมการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีที่ตรวจสอบและป้องกันเป็นบทบาทสำคัญของภาครัฐ ควรจัดสรรงบประมาณสำหรับการวิจัยในสาขานี้ และส่งเสริมความร่วมมือระหว่างภาคการศึกษา ภาคเอกชน และหน่วยงานรัฐ การสร้างมาตรฐานและแนวทางปฏิบัติระดับชาติเป็นอีกหนึ่งบทบาทสำคัญ ภาครัฐควรประสานงานกับผู้มีส่วนได้ส่วนเสียทั้งหมดในการพัฒนามาตรฐานสำหรับการใช้ปัญญาประดิษฐ์แบบรู้สร้างในด้านต่าง ๆ รวมถึงการศึกษา การวิจัย และการพาณิชย์ การให้ความรู้และสร้างการรับรู้แก่ประชาชนเป็นหน้าที่ของภาครัฐ ควรมีแคมเปญประชาสัมพันธ์เพื่อให้ประชาชนเข้าใจเกี่ยวกับเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์แบบรู้สร้าง ความเสี่ยง และวิธีการปกป้องตนเอง

8. สรุปและอภิปรายผล

เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์แบบรู้สร้างพัฒนาอย่างรวดเร็วและสร้างความท้าทายใหม่ต่อวงการวรรณกรรมและระบบทรัพย์สินทางปัญญา ปรากฏการณ์การสร้างข้อมูลเท็จ การบิดเบือนข้อมูล และการลอกเลียนวรรณกรรมด้วยปัญญาประดิษฐ์แบบรู้สร้างมีความซับซ้อนและรุนแรงมากกว่าที่เคยพบในอดีต พื้นฐานทางเทคนิคของปัญญาประดิษฐ์แบบรู้สร้างสมัยใหม่ ซึ่งอยู่บนสถาปัตยกรรม Transformer และการขยายขนาดของแบบจำลองอย่างก้าวกระโดด ทำให้ระบบเหล่านี้สร้างข้อความที่มีคุณภาพสูงและยากต่อการแยกแยะจากงานของมนุษย์ ความสามารถเหล่านี้แม้จะนำมาซึ่งประโยชน์มากมาย แต่ก็สร้างความเสี่ยงสำคัญต่อความซื่อสัตย์ทางวิชาการและวรรณกรรม การศึกษานี้ชี้ให้เห็นช่องว่างความรู้ที่สำคัญในสามมิติหลัก ได้แก่ มิติเทคนิค ซึ่งยังขาดเครื่องมือตรวจสอบที่มีประสิทธิภาพและเป็นธรรมสำหรับบริบทภาษาและวัฒนธรรมที่หลากหลาย มิติกฎหมาย ซึ่งกฎหมายลิขสิทธิ์ปัจจุบันยังไม่ครอบคลุมประเด็นใหม่ที่เกิดจากปัญญาประดิษฐ์อย่างเพียงพอ และมิติจริยธรรม ซึ่งยังขาดมาตรฐานและแนวปฏิบัติที่ชัดเจนเฉพาะสำหรับการสร้างสรรค์งานวรรณกรรม ผลกระทบจากปัญหานี้แพร่กระจายไปยังทุกภาคส่วนของระบบนิเวศวรรณกรรม นักเขียนและผู้สร้างสรรค์เผชิญความเสี่ยงต่อรายได้ ชื่อเสียง และสิทธิทางทรัพย์สินทางปัญญา สำนักพิมพ์และอุตสาหกรรมหนังสือต้องจัดการกับปัญหาความน่าเชื่อถือและการตรวจสอบคุณภาพ สถาบันการศึกษาเผชิญความท้าทายในการรักษามาตรฐานความซื่อสัตย์ทางวิชาการ และผู้อ่านเผชิญความเสี่ยงในการได้รับข้อมูลที่ไม่ถูกต้องหรือทำให้เข้าใจผิด เครื่องมือตรวจสอบเนื้อหาที่ปัญญาประดิษฐ์แบบรู้สร้างสร้างขึ้นในปัจจุบันแม้จะมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องแต่ยังคงมีข้อจำกัดที่สำคัญ โดยเฉพาะเมื่อเผชิญกับเทคนิคการหลบเลี่ยงและการปรับแต่งเนื้อหา เทคโนโลยีลายน้ำ แม้จะมีศักยภาพสูง แต่ยังต้องการความร่วมมือจากผู้พัฒนาและยังคงมีความเสี่ยงต่อการโจมตี มิติจริยธรรมของปัญหานี้ครอบคลุมทุกภาคส่วน ตั้งแต่ผู้พัฒนาเทคโนโลยี ผู้ใช้งาน สถาบันการศึกษา ไปจนถึงภาครัฐ การแก้ปัญหายังยักรุดรุดต้องอาศัยความร่วมมือและความรับผิดชอบร่วมกันจากทุกฝ่าย

ข้อเสนอแนะ

เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์แบบรู้สร้างสร้างความท้าทายอย่างรุนแรงต่อวงการวรรณกรรมทั้งในด้านการสร้างข้อมูลเท็จ การบิดเบือนข้อมูล และการลอกเลียนวรรณกรรม ซึ่งการจัดการปัญหาดังกล่าวต้องอาศัยการดำเนินการบูรณาการหลายมิติ ในระดับนโยบาย ภาครัฐมีบทบาทสำคัญในการปรับปรุงพระราชบัญญัติลิขสิทธิ์ พ.ศ. 2537 ให้ครอบคลุมประเด็นเกี่ยวกับสถานะความรับผิดชอบ และการคุ้มครองสิทธิของผู้สร้างสรรค์ พร้อมกันนั้นต้องจัดตั้งคณะทำงานระดับชาติ พัฒนามาตรฐานที่ครอบคลุมด้านเทคนิค จริยธรรม และกฎหมาย สนับสนุนการวิจัยเครื่องมือตรวจสอบที่เหมาะสมกับบริบทภาษาไทย พัฒนาศักยภาพบุคลากรในทุกสาขา และส่งเสริมความร่วมมือระหว่างประเทศ ในส่วนของผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย นักเขียนต้องตระหนักถึงสิทธิดิจิทัลและสร้างเครือข่ายเพื่อปกป้องสิทธิ สำนักพิมพ์ต้องพัฒนาระบบการตรวจสอบต้นฉบับที่เข้มข้นและมีประสิทธิภาพ สถาบันการศึกษาต้องกำหนดนโยบายที่สมดุลระหว่างการส่งเสริมเทคโนโลยีและรักษามาตรฐานความซื่อสัตย์ทางวิชาการ ผู้พัฒนาเทคโนโลยีต้องออกแบบระบบที่มีมาตรการป้องกันและให้ความโปร่งใส ขณะที่แพลตฟอร์มออนไลน์ต้องบังคับใช้นโยบายอย่างเคร่งครัด การวิจัยในอนาคตต้องมุ่งเน้นไปที่การพัฒนาเครื่องมือตรวจสอบที่มีประสิทธิภาพและเป็นธรรม การศึกษาผลกระทบ

ระยะยาวต่อวงการวรรณกรรมและสังคม กรอบกฎหมายที่สมดุล วิธีการประเมินผลทางการศึกษา รวมถึงมิติจริยธรรม และสังคมวิทยา เพื่อให้บรรลุเป้าหมายในการสร้างสมดุลระหว่างการส่งเสริมนวัตกรรมทางเทคโนโลยีกับการคุ้มครองคุณค่า และสิทธิของการสร้างสรรค์งานวรรณกรรมโดยมนุษย์

เอกสารอ้างอิง

- Bai, Y., Kadavath, S., Kundu, S., Askill, A., Kernion, J., Jones, A., Chen, A., Goldie, A., Mirhoseini, A., McKinnon, C., Chen, C., Olsson, C., Olah, C., Hernandez, D., Drain, D., Ganguli, D., Li, D., Tran-Johnson, E., Perez, E., ... Kaplan, J. (2022). *Constitutional AI: Harmlessness from AI feedback*. <https://arxiv.org/abs/2212.08073>.
- Brown, T. B., Mann, B., Ryder, N., Subbiah, M., Kaplan, J., Dhariwal, P., Neelakantan, A., Shyam, P., Sastry, G., Askill, A., Agarwal, S., Herbert-Voss, A., Krueger, G., Henighan, T., Child, R., Ramesh, A., Ziegler, D. M., Wu, J., Winter, C., ... Amodei, D. (2020). *Language models are few-shot learners*. In *Advances in Neural Information Processing Systems*. <https://arxiv.org/abs/2005.14165>.
- Copyright Act B.E. 2537. (1994, December 21). *Royal Thai Government Gazette*. Vol. 111, Part 23 Kor, pp. 1-34. (in Thai)
- Floridi, L., & Cowls, J. (2019). *A unified framework of five principles for AI in society*. <https://hdr.mitpress.mit.edu/pub/l0jsh9d1/release/8>.
- Henderson, P., Hu, J., Romoff, J., Brunskill, E., Jurafsky, D., & Pineau, J. (2020). Towards the systematic reporting of the energy and carbon footprints of machine learning. *Journal of Machine Learning Research*, 21(248), 1-43.
- Jawahar, G., Sagot, B., & Seddah, D. (2020). *What does BERT learn about the structure of language?* <https://aclanthology.org/P19-1356.pdf>.
- Jobin, A., Ienca, M., & Vayena, E. (2019). The global landscape of AI ethics guidelines. *Nature Machine Intelligence*, 1(9), pp. 389-399.
- Kirchenbauer, J., Geiping, J., Wen, Y., Katz, J., Miers, I., & Goldstein, T. (2023a). *A watermark for large language models*. <https://proceedings.mlr.press/v202/kirchenbauer23a/kirchenbauer23a.pdf>.
- Kirchenbauer, J., Geiping, J., Wen, Y., Shu, M., Saifullah, K., Kong, K., Fernando, K., Saha, A., Goldblum, M., & Goldstein, T. (2023b). *On the reliability of watermarks for large language models*. <https://openreview.net/pdf?id=DEJIDcmWOz>.
- Kreps, S., McCain, R. M., & Brundage, M. (2022). All the news that's fit to fabricate: AI-generated text as a tool of media misinformation. *Journal of Experimental Political Science*, 9(1), pp. 104-117.
- Liang, W., Yuksekgonul, M., Mao, Y., Wu, E., & Zou, J. (2023). GPT detectors are biased against non-native English writers. *Patterns*, 4(7), 100779.
- Mittelstadt, B. D., Allo, P., Taddeo, M., Wachter, S., & Floridi, L. (2016). The ethics of algorithms: Mapping the debate. *Big Data & Society*, 3(2), 1-21.
- Perkins, M. (2023). *Academic integrity considerations of AI large language models in the post-pandemic era: ChatGPT and beyond*. <https://open-publishing.org/journals/index.php/jutlp/article/view/635/635>.
- Sadasivan, V. S., Kumar, A., Balasubramanian, S., Wang, W., & Feizi, S. (2023). *Can AI-generated text be reliably detected?* <https://openreview.net/pdf?id=NvSwR4lvLO>.
- Samuelson, P. (2023). Generative AI meets copyright. *Science*, 381(6654), 158-161.

- Sullivan, M., Kelly, A., & McLaughlan, P. (2023). ChatGPT in higher education: Considerations for academic integrity and student learning. *Journal of Applied Learning and Teaching*, 6(1), 1-10.
- Thorp, H. H. (2023). ChatGPT is fun, but not an author. *Science*, 379(6630), 313.
- Turnitin. (2023). *AI writing detection: The facts*. <https://www.turnitin.ph/solutions/topics/ai-writing>.
- Van Noorden, R., & Perkel, J. M. (2023). AI and science: What 1,600 researchers think. *Nature*, 621(7980), pp. 672-675.
- Vaswani, A., Shazeer, N., Parmar, N., Uszkoreit, J., Jones, L., Gomez, A. N., Kaiser, Ł., & Polosukhin, I. (2017). *Attention is all you need*. <https://arxiv.org/pdf/1706.03762>.
- Wardle, C., & Derakhshan, H. (2017). *Information disorder: Toward an interdisciplinary framework for research and policy making*. <https://edoc.coe.int/en/media/7495-information-disorder-toward-an-interdisciplinary-framework-for-research-and-policy-making.html>.
- Weber-Wulff, D., Anohina-Naumeca, A., Bjelobaba, S., Foltýnek, T., Guerrero-Dib, J., Popoola, O., Šigut, P., & Waddington, L. (2023). *Testing of detection tools for AI-generated text*. <https://arxiv.org/pdf/2306.15666>.
- Zellers, R., Holtzman, A., Rashkin, H., Bisk, Y., Farhadi, A., Roesner, F., & Choi, Y. (2019). *Defending against neural fake news*. <https://arxiv.org/pdf/1905.12616>.
- Zhang, Y., Sun, S., Galley, M., Chen, Y. C., Brockett, C., Gao, X., Gao, J., Liu, J., & Dolan, B. (2020). *DIALOGPT: Large-scale generative pre-training for conversational response generation*. <https://arxiv.org/pdf/1911.00536>.

“ข้อคิดเห็น เนื้อหา รวมทั้งการใช้ภาษาในบทความถือเป็นความรับผิดชอบของผู้เขียน”

Research article

การพัฒนาวัตกรรมการส่งเสริมสมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักศึกษาครู
ผ่านการมีส่วนร่วมของโรงเรียนเครือข่าย

THE DEVELOPMENT OF INNOVATION FOR ENHANCING PRE-SERVICE TEACHERS'
COMPETENCY IN SCIENCE LEARNING MANAGEMENT THROUGH SCHOOL COLLABORATIVE
PARTNERSHIPS

สุรยศ ทรัพย์ประกอบ^{1*}, ศิริพรรณ ศรีธาพล², พินิจนธ์ เนื่องจางวน³, เอมอร วันเอก⁴, พัชรกร พูลบุญ⁵
และอาทิตย์ จิตรเอื้อเพื่อ⁶

Surayot Supprakob^{1*}, Siriphan Satthaphon², Phinitnan Neangjakoun³, Aimon Wanaek⁴,
Patcharaporn Poolbun⁵, and Artitaya Jituafua⁶

kimji.tomo@gmail.com, siriphan.sat@mail.pbru.ac.th, phinitnan.n@lawasri.tru.ac.th, aimon.wan@uru.ac.th,
jack_yudya@hotmail.com, and artitaya.jit@sru.ac.th

*Corresponding author E-mail: kimji.tomo@gmail.com

¹สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิทยาลัยการฝึกหัดครู มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร
กรุงเทพมหานคร 10220 ประเทศไทย

Division of Science and Technology Teaching, College of Teacher Education, Phranakhon Rajabhat University,
Bangkok 10220 Thailand

²สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี จังหวัดเพชรบุรี 76000 ประเทศไทย
Division of Science and Technology, Faculty of Science and Technology, Phetchaburi Rajabhat University,
Phetchaburi 76000 Thailand

³สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี จังหวัดลพบุรี 15000 ประเทศไทย
Division of General Science, Faculty of Science and Technology, Thepsatri Rajabhat University,
Lopburi 15000 Thailand

⁴สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ จังหวัดอุดรดิตถ์ 53000 ประเทศไทย
Division of Physics, Faculty of Science and Technology, Uttaradit Rajabhat University, Uttaradit 53000 Thailand

⁵สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา 13000 ประเทศไทย
Division of Science, Faculty of Education, Phranakhon Si Ayutthaya Rajabhat University, Phranakhon Si Ayutthaya
13000 Thailand

⁶สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี จังหวัดสุราษฎร์ธานี 84100 ประเทศไทย
Division of General Science, Faculty of Education, Suratthani Rajabhat University, Suratthani 84100 Thailand

Journal of Industrial Education. 2026, Vol. 25 (No. 1), <https://doi.org/10.55003/JIE.25104>

Received: January 30, 2026 | Revised: February 16, 2026 | Accepted: March 30, 2026

Citation reference :

Surayot, S., Satthaphon, S., Neangjakoun, P., Wanaek, A., Poolbun, P., & Jituafua, A. (2026). The development of innovation for enhancing pre-service teachers' competency in science learning management through school collaborative partnerships. *Journal of Industrial Education*, 25(1), 1–13.

ABSTRACT

Working under school collaborative partnerships represents a fundamental strategy in science teacher preparation programs. This research and development study aimed to: 1) investigate the current state of science learning management among pre-service teachers and the utilization of school collaborative partnerships, 2) develop an innovation for enhancing science learning management competencies through school collaborative partnerships, 3) examine the effectiveness of the innovation, and 4) reflect on its implementation outcomes. The participants consisted of eight first-year pre-service teachers, one mentor teacher, six divisional university instructors, seven university instructors from partnered Rajabhat universities, and one educational supervisor. Data were collected using an open-ended science learning management competency assessment, a science lesson plan evaluation, a science teaching observation form and semi-structured interviews. Data were analyzed through inductive analysis and content analysis. The findings revealed that: 1) pre-service teachers predominantly employed lecture-based teaching methods and worksheets in their science instruction, while universities utilized school collaborative partnerships primarily for classroom observation and practicum courses; however, the integration within major subject courses remained limited and lacked concrete implementation; 2) the developed innovation consisted of three main components: school-based learning, participatory learning and network building, and integrated instructional development cycles; 3) following the implementation, pre-service teachers demonstrated varied yet notable enhancement in their science learning management competencies, particularly showing improved abilities in designing and implementing student-centered learning activities compared to their competencies prior to the innovation implementation. Nevertheless, they continued to encounter challenges in assessment and evaluation, classroom management, and time allocation for implementing learning activities; and 4) the reflective analysis highlighted that collaborative work between school partnerships and universities, with university instructors playing a significant role, was crucial in fostering pre-service teachers' science learning management competencies.

Keywords:...Competency, Science learning management, School collaborative partnership

บทคัดย่อ

การร่วมมือกับโรงเรียนเครือข่ายในการพัฒนานักศึกษาครูวิทยาศาสตร์เป็นยุทธวิธีหลักของหลักสูตรผลิตครูวิทยาศาสตร์ การวิจัยและพัฒนาที่มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาสภาพการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักศึกษาครูและการใช้โรงเรียนเครือข่าย 2) พัฒนานวัตกรรมส่งเสริมสมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ผ่านการมีส่วนร่วมของโรงเรียนเครือข่าย 3) ศึกษาประสิทธิผลของนวัตกรรม และ 4) สะท้อนผลการนำนวัตกรรมไปใช้ กลุ่มที่ศึกษาประกอบด้วยนักศึกษาครูชั้นปีที่ 1 จำนวน 8 คน ครูพี่เลี้ยง จำนวน 1 คน อาจารย์ในสาขาวิชา จำนวน 6 คน อาจารย์จากมหาวิทยาลัยราชภัฏเครือข่าย จำนวน 7 คน และศึกษานิเทศก์ จำนวน 1 คน เก็บข้อมูลโดยใช้ 1) แบบวัดสมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักศึกษาครู 2) แบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ 3) แบบประเมินการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และ 4) แบบสัมภาษณ์ กึ่งโครงสร้างการใช้เครือข่ายความร่วมมือ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์แบบอุปนัยและการวิเคราะห์เนื้อหา ผลการวิจัยพบว่า 1) นักศึกษาครูส่วนใหญ่ใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบบรรยายและใบงานเป็นหลัก มหาวิทยาลัยใช้โรงเรียนเครือข่ายในรูปแบบรายวิชาสังเกตการสอนและฝึกสอนในโรงเรียน แต่การบูรณาการในรายวิชาเอกของหลักสูตรยังไม่มีการดำเนินการอย่างเป็นรูปธรรม 2) นวัตกรรมที่พัฒนาขึ้นมีองค์ประกอบหลัก 3 ด้าน ได้แก่ การใช้โรงเรียนเป็นฐานในการเรียนรู้ การเรียนรู้แบบมีส่วนร่วมและสร้างเครือข่าย และวงจรการพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ 3) นักศึกษาครูมีสมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สูงขึ้นแตกต่างกัน โดยออกแบบและจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญได้ดีขึ้นเมื่อเทียบกับก่อนใช้นวัตกรรม อย่างไรก็ตามยังมีปัญหาด้านการวัดและประเมินผลและการบริหารจัดการชั้นเรียนและเวลาในการทำกิจกรรม

4) การสะท้อนผลของนวัตกรรมพบว่าการทำงานร่วมโรงเรียนเครือข่ายกับมหาวิทยาลัย และอาจารย์ผู้สอนมีบทบาทสำคัญในการส่งเสริมสมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักศึกษาครู

คำสำคัญ: สมรรถนะ, การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์, การมีส่วนร่วมของโรงเรียนเครือข่าย

1. บทนำ

ภารกิจหลักของสถาบันผลิตครู คือ การสร้างครูวิทยาศาสตร์ที่มีคุณภาพสูง (Darling-Hammond et al., 2017, p. V) สมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เป็นคุณลักษณะสำคัญตามกรอบมาตรฐานวิชาชีพครู พ.ศ. 2561 ที่ให้ความสำคัญกับองค์ความรู้ด้านเนื้อหาและศาสตร์การสอน มหาวิทยาลัยราชภัฏเป็นองค์กรหลักที่มีหน้าที่ในการผลิตบัณฑิตครูของประเทศ มีหน้าที่บ่มเพาะนักศึกษาครูให้มีความสามารถตอบสนองต่อพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 แก้ไขเพิ่มเติม พ.ศ. 2545 ที่กำหนดให้มีกลไกในการยกระดับระบบการผลิตและพัฒนาครูให้เป็นไปตามมาตรฐานวิชาชีพ ทิศทางดังกล่าวสอดคล้องกับสถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ที่มุ่งให้ครูจัดประสบการณ์การเรียนรู้เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้บรรลุสมรรถนะตามเป้าหมาย ผ่านการเรียนรู้เชิงรุก การเชื่อมโยงเนื้อหากับบริบทชีวิตประจำวัน และการสะท้อนผลเพื่อการพัฒนา องค์ประกอบเหล่านี้ล้วนเป็นสิ่งที่นักศึกษาครูวิทยาศาสตร์จำเป็นต้องมีความเชี่ยวชาญ ส่งผลให้หลักสูตรผลิตครูวิทยาศาสตร์เป็นตัวแปรสำคัญที่ส่งผลต่อคุณภาพของนักเรียน (Faikhamta et al., 2018, p. 2)

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องและการศึกษาจากสถานการณ์จริง พบว่านักศึกษาครูมีปัญหาในการออกแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ จัดกิจกรรมที่ไม่เหมาะสมกับเนื้อหาวิชา ใช้การบรรยายเป็นหลัก ทั้งนี้ข้อมูลจากครูพี่เลี้ยงและอาจารย์นิเทศก์แสดงให้เห็นว่า การเขียนแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การเลือกใช้สื่อที่เหมาะสมกับเนื้อหาที่เป็นปัญหาเช่นกัน นักการศึกษาหลายท่านพยายามพัฒนาสมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักศึกษาครูผ่านการใช้รูปแบบ CADDIES (Connecting, Analyzing, Developing, Deciding, Interacting, Evaluating, Structuring : CADDIES) (Mangkhang, 2017, p. 327) ระบบครูพี่เลี้ยงการนิเทศ (Neangjakoun et al., 2025, p. 68) การอบรมเชิงปฏิบัติการและการสะท้อนคิด (Satthaphon, 2023, p. 136) แต่ผลการวิจัยพบว่าการพัฒนาดังกล่าวขาดความต่อเนื่องและไม่ยั่งยืน จึงทำให้เกิดการนำแนวคิดมีส่วนร่วมของโรงเรียนในเครือข่าย (School Collaborative Partnerships: SCPs) มาใช้พัฒนาสมรรถนะของนักศึกษาครู

SCPs มีหลักการสำคัญคือการใช้โรงเรียนเป็นพื้นที่สำหรับการเรียนรู้ ซึ่งเป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพในการเตรียมความพร้อมของนักศึกษาครู (Faikhamta et al., 2018, p.8; Darling-Hammond, 2006, p. 302) การมีปฏิสัมพันธ์อย่างต่อเนื่องระหว่างอาจารย์มหาวิทยาลัย นักศึกษาครู และครูในโรงเรียน จะนำไปสู่การสร้างชุมชนแห่งการเรียนรู้ที่เป็นตัวเชื่อมระหว่างโรงเรียนและสถาบันผลิตครู ทำให้เกิดการบูรณาการระหว่างความรู้ในทฤษฎีกับประสบการณ์ในห้องเรียนจริง (Jones et al., 2016, p. 108; Logan et al., 2024, p. 1707) สอดคล้องกับการใช้พื้นที่ที่สาม (Third space) ของ Steele (2017, p. 582) ซึ่งเป็นพื้นที่ในการเรียนรู้ ได้รับประสบการณ์ตรงจากการปฏิบัติงานครูในโรงเรียนอย่างมีประสิทธิภาพ เพิ่มความมั่นใจและสมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้ (Kenny et al., 2014, p. 46; Herbert & Hobbs, 2018, p. 782) อย่างไรก็ตามสภาพปัจจุบันในการใช้ SCPs เป็นเพียงการส่งนักศึกษาไปสังเกตการจัดการเรียนรู้และฝึกประสบการณ์วิชาชีพตามเกณฑ์เท่านั้น ไม่ได้มีการบูรณาการกับรายวิชาในหลักสูตร อาจทำให้นักศึกษาครูไม่สามารถเชื่อมโยงความรู้ระหว่างทฤษฎีและปฏิบัติได้ (Kenny et al., 2014, p. 46) นักการศึกษาเสนอแนะว่าให้สถาบันผลิตครูควรทำงานร่วมผลิตกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องและผู้ใช้บัณฑิต ในการพัฒนานักศึกษาครู (Havu-Nuutinen et al., 2019, p. 586) แต่จากงานวิจัยที่ผ่านมายังไม่มีแนวทางที่เป็นรูปธรรมในการใช้ SCPs (Handa et al., 2025, p. 2)

ด้วยเหตุนี้สถาบันผลิตครูจึงต้องพัฒนานวัตกรรมที่ส่งเสริมสมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยการมีส่วนร่วมของโรงเรียนเครือข่าย การวิจัยนี้จึงมุ่งพัฒนานวัตกรรมร่วมกับการใช้ SCPs ที่เน้นการสร้างความร่วมมือระหว่างสถาบันผลิตครูและโรงเรียนเครือข่ายของนักศึกษาครู เพื่อเป็นต้นแบบในการพัฒนาสมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักศึกษาครูต่อไป

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

SCPs เป็นกลไกความร่วมมือเชิงวิชาชีพระหว่างสถาบันผลิตครูกับสถานศึกษา มุ่งบูรณาการองค์ความรู้จากทฤษฎีเข้ากับการปฏิบัติจริง ประกอบด้วยนักศึกษาครู ครูในโรงเรียนหรือครูพี่เลี้ยง และอาจารย์นิเทศก์ มีปฏิสัมพันธ์ร่วมกับภายใต้หลักการของความเท่าเทียม ความเสมอภาค และการเคารพซึ่งกันและกัน (Zeichner, 2010, p. 92; Darling-Hammond, 2006, p. 305) แนวคิดเน้นให้ทุกฝ่ายแลกเปลี่ยนความรู้ ประสบการณ์ และทรัพยากร เพื่อร่วมกันวางแผน ดำเนินการ และติดตามผลการเตรียมความพร้อมของนักศึกษาครู (Darling-Hammond, 2006, p. 305) กรอบ SCPs ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทุกคนมีบทบาทเท่าเทียมกัน กล่าวคือเป็นได้ทั้งผู้เรียนรู้และผู้ให้ความรู้ ผ่านกระบวนการสะท้อนคิดเชิงวิพากษ์และการทดลองปฏิบัติร่วมกันเพื่อการสร้างชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (Cochran-Smith, 2021, p. 422) จากการตรวจสอบเอกสารพบว่า SCPs มีประสิทธิภาพในการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักศึกษาครูและครูวิทยาศาสตร์ การใช้รูปแบบที่แตกต่างกันออกไป เช่น SCPs แบบชุดสาม (Triadic partnership) ได้แก่ นักศึกษาครู ครูพี่เลี้ยง และอาจารย์นิเทศ (Kenny et al., 2012, p. 57) การใช้รูปแบบการสอนร่วม (Co-teaching frameworks) การใช้การสอนแบบเป็นทีม (Collaborative team teaching) (Havu-Nuutinen et al., 2019, p. 586) การใช้โรงเรียนพัฒนาวิชาชีพ (Professional development school) และการใช้ครูในโรงเรียนมาร่วมสอนกับอาจารย์มหาวิทยาลัย (Cooper & Marangio, 2022, p. 11) รูปแบบเหล่านี้ช่วยให้พัฒนาสมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และความมั่นใจของนักศึกษาครู เชื่อมโยงทฤษฎีและประสบการณ์ในโรงเรียนเข้าด้วยกัน อย่างไรก็ตาม การรักษาความร่วมมือ การสนับสนุนทรัพยากร และเวลาในการสะท้อนคิดยังเป็นปัญหาในการใช้ SCPs

ในบริบทของประเทศไทยมีการประยุกต์ใช้ SCPs ในการยกระดับการจัดการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้นของนักศึกษาครูหลายลักษณะ เช่น การนิเทศแบบบูรณาการร่วมกับโรงเรียนเครือข่าย ประกอบด้วยการประชุมทำความเข้าใจในบทบาท การดำเนินการนิเทศ การประเมินผล และสรุปผลการวิพากษ์จากการนิเทศ เพื่อพัฒนาความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนของนักศึกษาครูผ่านการแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับครูพี่เลี้ยงและอาจารย์นิเทศก์ (Satthaphon et al., 2025, p. 105) การใช้รูปแบบการนิเทศการฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู (CURE) ใช้กรอบแนวคิดเติบโตเพื่อเสริมสร้างความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนของนักศึกษาครู (Neangjakoun et al., 2025, p. 60) การใช้เครือข่ายชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพ (Professional Learning Community: PLC) สำหรับครูวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ มีความร่วมมือระหว่างเทศบาล ผู้บริหารสถานศึกษา ศึกษานิเทศก์ ครู และอาจารย์มหาวิทยาลัย มีการเปิดชั้นเรียน การสะท้อนคิดและถอดบทเรียน (Chuencharoen & Prasongsang, 2022, p. 21; Wetwiriysakun et al., 2024, p. 1424) สำหรับงานวิจัยนี้ใช้แนวคิด SCPs ของ Darling-Hammond (2006, p. 305) และ Cochran-Smith (2021, p. 422) ประกอบด้วย 1) การสร้างข้อตกลงร่วมกันในการพัฒนาสมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้ 2) การมีส่วนร่วมในการออกแบบนวัตกรรมและการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ 3) การกำกับติดตามนักศึกษาครูในการพัฒนาสมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และ 4) การทบทวนเพื่อปรับปรุงการมีส่วนร่วมในการพัฒนานักศึกษาครู

3. วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการวิจัยและพัฒนา (Research and development) ภายใต้กระบวนทัศน์แบบตีความ (Interpretivist paradigm) (Creswell & Poth, 2018, p. 22) โดยแบ่งการดำเนินงานออกเป็น 4 ระยะ ได้แก่ ระยะ R₁ สำรวจสภาพการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักศึกษาครู ระยะ D₁ ออกแบบและพัฒนานวัตกรรมส่งเสริมสมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระยะ R₂ นำนวัตกรรมส่งเสริมสมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และศึกษาสมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักศึกษาครู ระยะ D₂ ถอดบทเรียนจากผลการนำนวัตกรรมส่งเสริมสมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ไปใช้

3.1 กลุ่มที่ศึกษา

กลุ่มที่ศึกษาในงานวิจัยนี้ คือ นักศึกษาครูสาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นปีที่ 1 ของมหาวิทยาลัยแห่งหนึ่งในจังหวัดกรุงเทพมหานคร จำนวน 8 คน (ชาย 2 คน และหญิง 6 คน) และอาจารย์ผู้สอนในหลักสูตรจำนวน 6 คน อาจารย์จากมหาวิทยาลัยราชภัฏเครือข่าย จำนวน 7 คน ครูพี่เลี้ยง 1 คน และศึกษานิเทศก์ จำนวน 1 คน

3.2 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ระยะที่ 1 ศึกษาสภาพการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักศึกษาครูและการใช้โรงเรียนเครือข่าย แบ่งออกเป็น 2 ระยะย่อย คือ ระยะที่ 1.1 เป็นการศึกษาสภาพปัจจุบันของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักศึกษาครู ทั้ง 8 คน ใช้เครื่องมือ 3 ชนิด ได้แก่ แบบวัดสมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักศึกษาครู แบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และแบบประเมินการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระยะที่ 1.2 เป็นการสำรวจสภาพการใช้โรงเรียนเครือข่ายความร่วมมือกับสถานศึกษา โดยสัมภาษณ์อาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตรในสาขาวิชาที่เกี่ยวข้องจากมหาวิทยาลัยราชภัฏเครือข่าย 7 แห่ง แห่งละ 1 คน รวม 7 คน ด้วยแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง

ระยะที่ 2 ศึกษาประเด็นการพัฒนานวัตกรรมส่งเสริมสมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยมีส่วนร่วมของโรงเรียนเครือข่าย เก็บข้อมูลกับผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย จำนวน 15 คน ประกอบด้วย อาจารย์ในสาขาวิชา จำนวน 6 คน อาจารย์จากมหาวิทยาลัยราชภัฏเครือข่าย จำนวน 7 คน ครูพี่เลี้ยง จำนวน 1 คน และศึกษานิเทศก์ จำนวน 1 คน โดยใช้แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง

ระยะที่ 3 เป็นขั้นนำนวัตกรรมไปทดลองใช้จริงกับนักศึกษาครู และประเมินพัฒนาการด้านการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักศึกษาครู เก็บข้อมูลกับนักศึกษาครูกลุ่มเดียวกับระยะที่ 1 จำนวน 8 คน โดยใช้เครื่องมือชุดเดียวกับระยะที่ 1

ระยะที่ 4 เป็นขั้นสะท้อนผลและถอดบทเรียน โดยกับผู้เกี่ยวข้องทุกฝ่าย รวม 22 คน ได้แก่ นักศึกษาครู จำนวน 8 คน ครูพี่เลี้ยง จำนวน 1 คน อาจารย์ในสาขาวิชา จำนวน 6 คน และอาจารย์จากมหาวิทยาลัยราชภัฏเครือข่าย จำนวน 7 คน โดยใช้แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง

3.3 เครื่องมือวิจัย

แบบวัดสมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักศึกษาครู เป็นแบบวัดปลายเปิดครอบคลุมความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวทางการสืบเสาะหาความรู้ การเลือกใช้สื่อและแหล่งเรียนรู้ และการวัดและประเมินผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยให้นักศึกษาครูทำแบบวัดโดยใช้เวลา 60 นาที ค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.72-0.80

แบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เป็นแบบประเมินมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับครอบคลุมองค์ประกอบสำคัญของแผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ได้แก่ 1.จุดประสงค์การเรียนรู้ 2.กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ 3. สื่อและแหล่งเรียนรู้ 4. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ ค่าดัชนีความความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.81-0.92

แบบประเมินการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เป็นแบบประเมินมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับครอบคลุม 5 องค์ประกอบคือ 1. การนำเข้าสู่บทเรียน 2. การจัดการเรียนรู้ 3. การใช้สื่อที่เหมาะสมกับเนื้อหา 4. การวัดและประเมินผล 5. การจัดการชั้นเรียน ตรวจสอบค่าดัชนีความตรงเชิงเนื้อหาอยู่ระหว่าง 0.75-0.90

แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างการใช้เครือข่ายความร่วมมือในการพัฒนาสมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สำหรับนักศึกษาครู ครอบคลุมประเด็นสภาพปัจจุบันของเครือข่ายความร่วมมือ การพัฒนาสมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ผ่านเครือข่ายความร่วมมือและปัจจัยความสำเร็จ ปัญหา และอุปสรรคของการใช้เครือข่ายความร่วมมือ ค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.75-0.90

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีอุปนัย (Inductive analysis) ร่วมกับการวิเคราะห์เนื้อหา (Content analysis) เริ่มต้นจากการถอดความจากเสียงบันทึกการสัมภาษณ์และวิธีทัศน์การจัดการเรียนรู้อย่างละเอียด กำหนดรหัส จัดหมวดหมู่ตามประเด็นที่ปรากฏ และสังเคราะห์เป็นแก่นสาระหลัก (Thematic analysis)

4. ผลการวิจัย

4.1 ศึกษาสภาพการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักศึกษาครูและการใช้โรงเรียนเป็นเครือข่าย

4.1.1 สภาพการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักศึกษาครู

นักศึกษาครูทั้งหมด (7 คน) จัดการเรียนรู้แบบบรรยายร่วมกับการทำโจทย์ปัญหา ดังตารางที่ 1 สะท้อนถึงความเชื่อที่เน้นการถ่ายทอดความรู้ แสดงให้เห็นว่านักศึกษาครูยึดติดกับประสบการณ์ของตนในฐานะผู้เรียนในระบบเดิม โดยมักเลียนแบบวิธีการสอนของครูที่เคยเรียนด้วยมากกว่าการคิดออกแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ นักศึกษาเชื่อว่าวิธีการดังกล่าวช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาได้ง่ายและจับประเด็นสำคัญได้ชัดเจน สัมพันธ์กับข้อมูลจากการสัมภาษณ์ชี้ให้เห็นว่า นักศึกษาหลายคนรู้สึกมั่นใจในการใช้วิธีการที่คุ้นเคย เช่น การอธิบายบนสไลด์ที่นักศึกษาใช้กัน การใช้คำสำคัญ หรือสูตรทางวิทยาศาสตร์ และการเฉลยตัวอย่างโจทย์อย่างเป็นขั้นตอน โดยไม่มีการออกแบบให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์ทางความคิดหรือลงมือทดลองเรียนรู้ด้วยตนเอง ดังตัวอย่างบทสัมภาษณ์ “...ครูที่โรงเรียนหนูก็สอนแบบนี้ หนูก็เลยจำมาใช้...” (ฝน) ซึ่งเหมือนกับคำตอบของฟิล์ม “...ถ้าเด็กเข้าใจเนื้อหาแล้วทำโจทย์ได้ หนูคิดว่านั่นคือเรียนรู้แล้ว...” “...หนูประทับใจการสอนของครูเคมีมาก เขาสอนหนูรู้เรื่องมาก ส่วนใหญ่ครูเขาก็ใช้การบรรยายประกอบการนำเสนอใน power point และให้หนูทำโจทย์ หนูเลยพยายามที่จะเลียนแบบแบบค่ะ เพราะหนูคิดว่ามันน่าจะทำให้คนอื่นรู้เรื่องค่ะ...” (หมว) คล้ายกับคำตอบของ มน ที่พบว่าส่วนใหญ่ครูระดับมัธยมศึกษาตอนปลายเวลาจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์หรือรายวิชาเคมีก็มักจะใช้การบรรยายเพื่อถ่ายทอดเนื้อหา ดังตัวอย่างบทสัมภาษณ์ “...ครูที่โรงเรียนหนูก็มักจะใช้การตอบคำถามร่วมกับการบรรยายหน้าห้องเรียนมาตลอดอยู่แล้ว และมันก็ทำให้หนูได้เข้าใจเนื้อหาเหมือนกันนะค่ะ อาจารย์...” (มน)

ตารางที่ 1 การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเนื้อหาวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาครู

นักศึกษา	เนื้อหา	รูปแบบการจัดการเรียนรู้
หมว	สารละลาย	นักศึกษาสอนแบบบรรยายร่วมกับการนำเสนอ จัดการเรียนรู้โดยใช้การอธิบายร่วมกับการใช้สไลด์ ใช้สื่อการสอนแบบภาพและคลิปวิดีโอ ใช้การถามการตอบเพื่อตอบข้อสงสัย และตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน หลังการบรรยายมีการมอบหมายใบงานหรือแบบฝึกหัดสำหรับงานเดี่ยวหรืองานกลุ่มเพื่อเสริมและประยุกต์ใช้เนื้อหาที่สอน
อุง	ครึ่งชีวิต	
โถม	ความเข้มข้นของสารละลาย	
มน	อนุภาคธาตุ	
ฝน	ธาตุและสารประกอบ	
พิวส์	โครงสร้างอะตอม	
ฟิล์ม	กฎของแก๊ส	
พี	ขาดการสอน	

นอกจากนี้ให้นักศึกษาใช้สื่อ PowerPoint เป็นหลักในการจัดการเรียนรู้ เพื่อช่วยประกอบการบรรยาย การจัดการเรียนรู้ในลักษณะนี้สะท้อนให้เห็นว่านักศึกษาไม่สามารถเลือกวิธีสอน สื่อ ให้เหมาะสมกับผู้เรียนและเนื้อหา สัมพันธ์กับข้อมูลจากการวิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้ของฟิล์มมีจุดประสงค์ต้องการที่จะให้เห็นความสัมพันธ์ของความดันกับปริมาตรของแก๊ส แต่กลับใช้การบรรยายแทนการเปิดโอกาสให้นักเรียนทดลองหรือวิเคราะห์ความสัมพันธ์จากข้อมูลด้วยตนเอง โดยเน้นการอธิบายของครูและแบบฝึกหัดในใบงาน

4.1.2 สภาพการใช้โรงเรียนเป็นเครือข่ายในการพัฒนาสมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักศึกษาครู

มหาวิทยาลัยทุกแห่งนำแนวคิดการใช้ SCPs ในลักษณะเดียวกันคือ ในรายวิชาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู (Professional practicum) และการฝึกงาน (Internship) ดังตารางที่ 2 โดยส่งนักศึกษาเข้าสังเกตชั้นเรียนและปฏิบัติการสอนในโรงเรียน สำหรับรายวิชาอื่นนอกเหนือจากนี้มีเพียงมหาวิทยาลัยเดียวที่มีการทำงานร่วมกับพี่เลี้ยงอย่างเป็นรูปธรรม ทั้งนี้รูปแบบการใช้ SCPs ที่พบมากที่สุดคือการเชิญศิษย์เก่าเข้ามามีบรรยายและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ สามารถเชื่อมโยงความรู้ในห้องเรียนกับทฤษฎีและให้ข้อมูลป้อนกลับเกี่ยวกับการทำงานจริงให้กับนักศึกษาในสาขาได้ รูปแบบที่พบรองลงมาคือการเป็นที่สังเกตชั้นเรียนและจัดกิจกรรมพิเศษ ซึ่งมีจำนวน 5 มหาวิทยาลัยที่ประยุกต์ใช้ เพื่อเปิดโอกาสให้นักศึกษาครูได้เรียนรู้เทคนิคการสอนที่หลากหลาย การบริหารจัดการชั้นเรียนในสถานการณ์จริง ขณะที่การจัดกิจกรรมพิเศษหรือค่ายวิทยาศาสตร์ให้แก่โรงเรียน อย่างไรก็ตามรูปแบบที่มีการใช้น้อยที่สุดคือการให้นักศึกษาไปปฏิบัติการสอนจริงในชั้นเรียนควบคู่กับรายวิชาซึ่งเปิดโอกาสให้นักศึกษามีปฏิสัมพันธ์กับนักเรียนและได้รับคำชี้แนะจากครูพี่เลี้ยงโดยตรง

ตารางที่ 2 สภาพการใช้โรงเรียนเครือข่าย

มหาวิทยาลัย รูปแบบ	U of PNRU	U of PNU	U of PU	U of SU	U of THE	U of UT	U of SA
การสังเกตการสอน	X		X		X	X	X
การใช้ศิษย์เก่า	X	X	X	X	X	X	X
การจัดกิจกรรมพิเศษ	X	X	X		X		X
การใช้การสอบสอน	X						
การเป็นผู้ช่วยวิทยากร	X		X	X	X		
การบรรยายพิเศษ	X		X	X			X

4.2 ศึกษาประเด็นการพัฒนาวัฒนธรรมการส่งเสริมสมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

จากการสนทนากลุ่มและตรวจเอกสารพบว่าวัฒนธรรมการส่งเสริมสมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักศึกษาครูมีหลักการพื้นฐานสำคัญ จำนวน 3 หลักการได้แก่

1. การใช้โรงเรียนเป็นฐานในการเรียนรู้ (School-based learning)

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพที่ได้จากอาจารย์นิเทศก์ ครูพี่เลี้ยง และนักศึกษาครูพบว่าการใช้โรงเรียนเป็นฐานของการเรียนรู้เป็นหลักการสำคัญที่ส่งผลต่อการพัฒนาสมรรถนะของนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ เอื้อต่อการเรียนรู้ในสถานการณ์จริง ผ่านกระบวนการสังเกต วิเคราะห์ ออกแบบ และจัดกิจกรรมการเรียนรู้ภายใต้การดูแลของครูมืออาชีพ โดยมีครูพี่เลี้ยงทำหน้าที่เป็นที่ปรึกษาและให้คำแนะนำอย่างใกล้ชิด ในหลักการดังกล่าวได้ใช้เข้าไปเป็นส่วนหนึ่งของรายวิชาปกติที่นักศึกษาต้องลงทะเบียนเรียนในชั้นปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 รายวิชาการจัดการเรียนรู้เคมีและวิทยาศาสตร์กายภาพขั้นพื้นฐาน และชั้นปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 โดยใช้กับรายวิชาธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ทั้ง 2 รายวิชาถูกปรับกิจกรรมการเรียนรู้ใหม่ทั้งหมดโดยมีกิจกรรมหลักคือการใช้โรงเรียนเป็นฐาน นักศึกษาจะต้องลงสังเกตการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนจริง และวิเคราะห์กระบวนการเรียนรู้ การจัดการเรียนรู้ของครูที่สอน ร่วมกับอาจารย์ประจำวิชาและครูผู้สอน เพื่อนำข้อมูลมาประกอบการวางแผนและออกแบบการจัดการเรียนรู้ของตนเอง เพื่อนำไปสู่การจัดกิจกรรมการเรียนรู้จริงในห้องเรียน การเรียนรู้ในบริบทจริงนี้ช่วยให้นักศึกษาเข้าใจความซับซ้อนของห้องเรียนและความหลากหลายของผู้เรียนได้

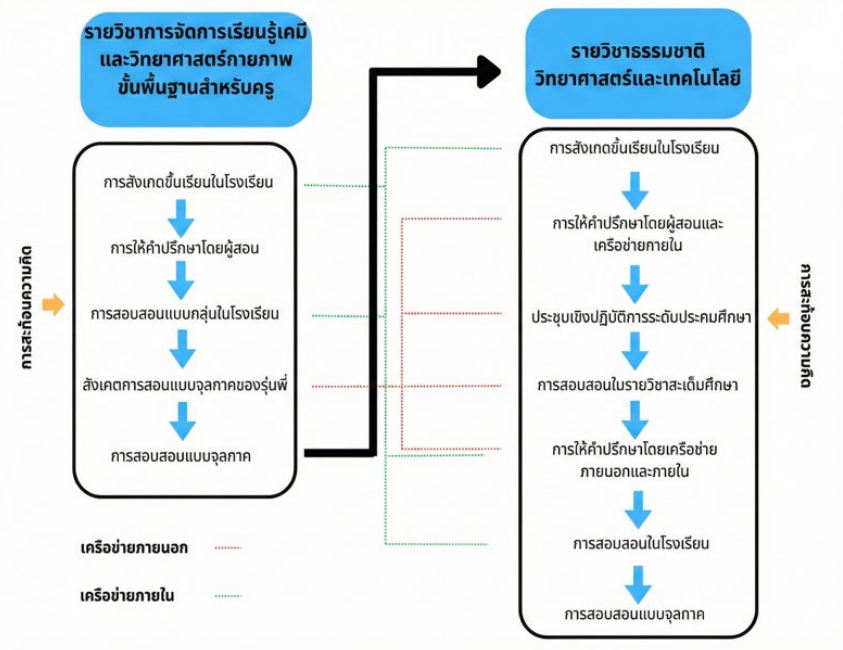
2. การเรียนรู้แบบมีส่วนร่วมและสร้างเครือข่าย (Collaborative partnership)

2.1 ระดับภายใน (Intra-partnership)

การสร้างเครือข่ายความร่วมมือสามารถจำแนกเป็นสองระดับ คือ 2.1.1) ความร่วมมือระดับรายวิชา ซึ่งเห็นได้จากการบูรณาการระหว่างรายวิชาการจัดการเรียนรู้เคมีและวิทยาศาสตร์กายภาพขั้นพื้นฐาน กับ การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา มีการวางแผนการจัดการเรียนรู้และการประเมินผลร่วมกัน โดยเฉพาะในส่วนของการฝึกปฏิบัติการสอนแบบจุลภาค และ 2.1.2) ความร่วมมือระดับสาขาวิชา ที่มีการสร้างความร่วมมือกับสาขาวิชาการประถมศึกษาผ่านการจัดอบรมเชิงปฏิบัติการเทคนิคการจัดการเรียนรู้ระดับประถมศึกษา และการเป็นที่ปรึกษาในการวิพากษ์แผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งช่วยพัฒนาองค์ความรู้และทักษะที่จำเป็นในการจัดการเรียนรู้สำหรับผู้เรียนระดับประถมศึกษา ทำให้เข้าใจถึงความแตกต่างในด้านพัฒนาการทางความคิด ความสามารถในการเรียนรู้ และความต้องการทางการเรียนรู้ของผู้เรียน ซึ่งจะนำไปสู่การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับธรรมชาติของผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.2 การร่วมมือระดับระหว่างหน่วยงาน องค์กร โรงเรียน (Inter-partnership)

เครือข่ายความร่วมมือในระดับนี้มุ่งเน้นการสร้างความสัมพันธ์เชิงสถาบันที่มีเป้าหมายร่วมกันในการพัฒนาคุณภาพการศึกษาและการผลิตครูวิทยาศาสตร์ที่มีสมรรถนะสูง ประกอบด้วยเครือข่ายหลายภาคส่วน ได้แก่ โรงเรียนในเครือข่ายมหาวิทยาลัยในเครือข่ายจำนวน 7 แห่งที่มีความเชี่ยวชาญในการผลิตและพัฒนาครูในบริบทที่แตกต่างกัน ศึกษาในเทศก์ที่มีความเชี่ยวชาญในการนิเทศการสอนวิทยาศาสตร์ และครูพี่เลี้ยงที่มีประสบการณ์และความเชี่ยวชาญในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในชั้นเรียนจริง เริ่มต้นจากการจัดเวทีนำเสนอแผนการจัดการเรียนรู้ของนักศึกษาครูต่อคณะผู้เชี่ยวชาญจากหน่วยงานต่าง ๆ ในเครือข่าย โดยในเวทีนี้ นักศึกษาครูจะได้นำเสนอแนวคิด หลักการ และรายละเอียดของกิจกรรมการเรียนรู้ที่ได้ออกแบบไว้ และรับฟังข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญที่มีมุมมองและประสบการณ์ที่หลากหลาย ทั้งในด้านความถูกต้องและครอบคลุมของเนื้อหาวิทยาศาสตร์ ความเหมาะสมของกิจกรรมกับระดับพัฒนาการของผู้เรียน ความเกี่ยวข้องกับบริบทและข้อจำกัดของโรงเรียน ตลอดจนเทคนิคและกลยุทธ์การสอนที่มีประสิทธิภาพ ดังรูปที่ 1



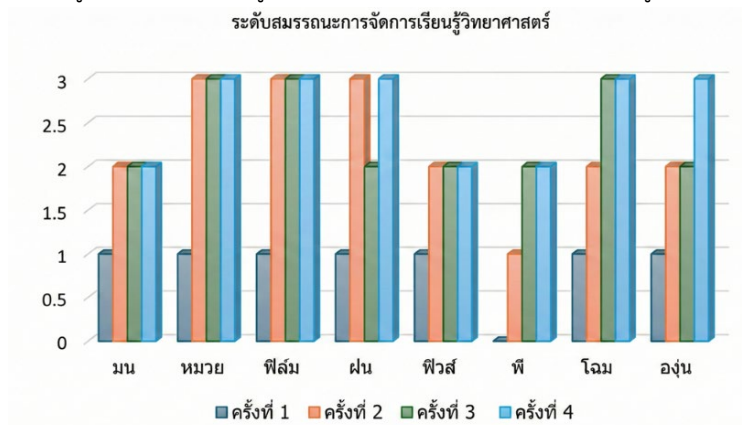
รูปที่ 1 รูปแบบวัตรกรรมการใช้โรงเรียนเป็นเครือข่าย

3. วงจรการพัฒนาการแบบบูรณาการ (Integrated teaching development cycle)

เป็นกระบวนการพัฒนาความสามารถในการจัดการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงการฝึกปฏิบัติการสอนในหลายรูปแบบเข้ากับการวิพากษ์แผนการจัดการเรียนรู้ การสะท้อนคิด และการปรับปรุงแผนการสอนอย่างเป็นระบบและต่อเนื่อง โดยมีองค์ประกอบสำคัญคือ 1) การจัดการเรียนรู้จริงในห้องเรียน มีการเตรียมความพร้อมผ่านกิจกรรมเชิงปฏิบัติการและการปรึกษาหารือกับเครือข่ายพันธมิตร และ 2) การสอนแบบจุลภาค ที่มีการบูรณาการระหว่างรายวิชาทำให้นักศึกษาได้ฝึกออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผสมผสานทั้งเนื้อหาวิทยาศาสตร์และศาสตร์การสอนทั้งสองรูปแบบนี้ดำเนินการภายใต้การให้คำปรึกษาที่เป็นระบบจากอาจารย์ผู้สอน อาจารย์มหาวิทยาลัยในเครือข่ายและครูพี่เลี้ยง ซึ่งช่วยให้นักศึกษาได้รับข้อมูลสะท้อนกลับที่มีคุณภาพ ก่อให้เกิดวงจรการเรียนรู้แบบวนซ้ำที่มีประสิทธิภาพ ประกอบด้วย 4 ขั้นตอนหลัก คือ การออกแบบและวางแผนการจัดการเรียนรู้ การลงมือปฏิบัติการสอน การสะท้อนคิดและวิเคราะห์ผล และการปรับปรุงและวางแผนสำหรับการจัดการเรียนรู้ครั้งต่อไป

4.3 ศึกษาการนำวัตรกรรมการส่งเสริมสมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยการมีส่วนร่วมของโรงเรียนเครือข่าย

จากการใช้วัตรกรรมการส่งเสริมสมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สำหรับนักศึกษาครูทั้ง 2 รายวิชา ตลอด 1 ปีการศึกษา เก็บข้อมูลการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 4 ครั้ง ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลแบบข้ามกรณีศึกษาเป็นดังนี้



รูปที่ 2 ระดับสมรรถนะการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ทั้ง 4 ครั้ง

ในการจัดการเรียนรู้ครั้งที่ 1 นักศึกษาครูทั้ง 7 คน พบว่าอยู่ในระดับเริ่มต้น นักศึกษาครูทุกคนใช้การจัดการเรียนรู้ที่เน้นบรรยายประกอบการใช้สไลด์เป็นหลักร่วมกับการถามตอบและทำแบบฝึกหัด ผู้เรียนไม่มีส่วนร่วมในชั้นเรียน แผนการจัดการเรียนรู้ไม่สอดคล้องกันในทุกองค์ประกอบ

ในการจัดการเรียนรู้ครั้งที่ 2 นักศึกษาครูทั้ง 8 คนแสดงให้เห็นถึงพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้มากขึ้น มีการเน้นการทำกิจกรรมให้ผู้เรียนได้คิด ลงมือทำ แต่ขาดเทคนิคการวัดและประเมิน สะท้อนความคิด สามารถแบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่มีพัฒนาการที่ดี (ฟิล์ม หมวย และฝน) แสดงให้เห็นจากการจัดกิจกรรมที่ให้ผู้เรียนสำรวจและทดลองก่อนจากนั้นให้นักเรียนสรุปแนวคิดวิทยาศาสตร์ เช่น การจำลองการจัดเรียงอนุภาคของสารด้วยดินน้ำมัน และกลุ่มที่พัฒนาการพอใช้ คือ (โณม พิวส์ มน พี และอุ๋น) มีการใช้กิจกรรมตามแนวคิดการสืบเสาะหาความรู้เพิ่มมากขึ้น แต่มีแนวคิดที่คลาดเคลื่อนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และการเลือกกิจกรรมไม่เหมาะสมกับแนวคิดวิทยาศาสตร์ โดยขาดกิจกรรมกระตุ้นการคิด

ในการจัดการเรียนรู้ครั้งที่ 3 แสดงให้เห็นพัฒนาการทั้ง 8 คน ทุกคนมีการพัฒนาการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ได้มากขึ้นเมื่อเทียบกับการสอนครั้งที่ 2 ดังรูปที่ 2 นักศึกษาครูมีการเน้นการทำกิจกรรมที่ให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติ ใช้คำถามปลายเปิดในการตรวจสอบความรู้เดิม และออกแบบกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ให้ความสำคัญกับการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน เช่น การสังเกต การตั้งสมมติฐาน การทดลอง การวิเคราะห์ข้อมูล การสรุปผล รวมทั้งส่งเสริมให้นักเรียนได้อภิปราย และแลกเปลี่ยนความคิดเห็นร่วมกัน อย่างไรก็ตาม นักศึกษาครูไม่สามารถใช้การประเมินผลที่ให้นักเรียนมีส่วนร่วม นักเรียนไม่มีการสะท้อนคิดและขาดการเชื่อมโยงกับสถานการณ์จริงในชีวิตประจำวัน

การจัดการเรียนรู้ครั้งที่ 4 แสดงให้เห็นถึงสมรรถนะการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์พัฒนาการมากที่สุดของนักศึกษาครูทั้ง 8 คน ทุกคนสามารถประยุกต์ใช้การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ แตกต่างอย่างชัดเจนเมื่อเปรียบเทียบกับการสอนครั้งแรกที่เน้นการบรรยาย นักศึกษาครูออกแบบกิจกรรมที่หลากหลายและสร้างสรรค์ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ผ่านประสบการณ์ตรง เช่น การผ่าตัดและสำรวจหัวใจสัตว์จริง การจำลองการไหลเวียนเลือดผ่านการสวมบทบาท การสังเกตเซลล์ การสร้างแบบจำลองโครงสร้างโลกด้วยขนม และการทดลองการจมและการลอยของวัตถุในของเหลวต่างๆ มีการเชื่อมโยงความรู้ทางวิทยาศาสตร์กับชีวิตจริงและประเด็นปัญหาในปัจจุบัน เช่น ผลกระทบของมลพิษต่อชั้นบรรยากาศ การเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยากับการเกิดภัยพิบัติทางธรรมชาติ และการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ ซึ่งช่วยให้ผู้เรียนเห็นความสำคัญของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์และการแก้ปัญหา ให้ความสำคัญกับการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน และสะท้อนประเด็นธรรมชาติวิทยาศาสตร์

4.4 ศึกษาการสะท้อนผลของการนันทนาการส่งเสริมสมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยการมีส่วนร่วมของโรงเรียนเครือข่ายไปใช้

การถอดบทเรียนจากนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ทั้ง 8 คน พบประเด็นสำคัญ 3 ด้าน ได้แก่ ด้านการปรับเปลี่ยนวิธีการจัดการเรียนรู้ นักศึกษาครูมีพัฒนาการที่ชัดเจนในการลดบทบาทการบรรยายและเพิ่มกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ ดังคำกล่าวของมนทิวา "หนูรู้สึกตัวเองเปลี่ยนจากครูที่บรรยายมากๆ มาเป็นครูที่คอยชี้แนะและให้นักเรียนได้คิดและลงมือทำด้วยตัวเอง" ด้านการประยุกต์ใช้แนวคิดการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่เน้นการลงมือทำกิจกรรม โดยหมวยกล่าวว่า "การใช้ 5E Model ในการออกแบบกิจกรรมทำให้หนูสามารถจัดลำดับการเรียนรู้ที่เป็นระบบมากขึ้น" และด้านการวิเคราะห์และสะท้อนผลการเรียนรู้ นักศึกษาครูมีการพัฒนาทักษะการสะท้อนคิดอย่างเป็นระบบ ดังที่อุ๋นกล่าวว่า "การบันทึกสะท้อนคิดหลังการสอนและการได้รับข้อเสนอแนะจากครูพี่เลี้ยงและอาจารย์นิเทศก์ ทำให้หนูเห็นจุดแข็งและจุดที่ควรพัฒนา" นอกจากนี้ครูพี่เลี้ยงสะท้อนให้เห็นว่านวัตกรรมดังกล่าวมีส่วนช่วยในการให้นักศึกษาครูได้เรียนรู้จากสถานการณ์จริง ช่วยให้นักศึกษาปรับเปลี่ยนจากการจัดการเรียนรู้ที่เน้นเนื้อหาไปเน้นกิจกรรมที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญมากขึ้น การสะท้อนคิดร่วมกับอาจารย์ผู้สอน และครูพี่เลี้ยง และเพื่อนนักศึกษาครูด้วยกันเองส่งผลให้นักศึกษาครูมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง ดังคำสัมภาษณ์ "ตอนแรกผมกังวลว่านักศึกษาจะไม่สามารถสอนนักเรียนได้ หลังจากที่เราคุยกันหลายครั้งตั้งแต่มาสังเกตการสอนและผมพาไปดูการสอนของครูคนอื่น นักศึกษาเริ่มเข้าใจว่าเด็กสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตัวเองถ้าเราออกแบบกิจกรรมที่ดี"

5. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

ผลการศึกษาในภาพรวมพบว่าในช่วงเริ่มต้น นักศึกษาครูมีแนวโน้มที่จะจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยการอธิบายเนื้อหาประกอบการใช้ใบงานเป็นวิธีหลัก การใช้สถานศึกษาเครือข่ายเข้ามามีส่วนร่วมในการพัฒนานักศึกษาครูยังคงจำกัดอยู่เฉพาะรายวิชาที่เกี่ยวข้องกับการสังเกตการสอนและฝึกปฏิบัติการสอนเท่านั้น ไม่ปรากฏแนวทางชัดเจนในการนำสถานศึกษาในเครือข่ายมาบูรณาการกับรายวิชาเอกในหลักสูตร นวัตกรรมที่สร้างขึ้นมีหลักการ 3 ประการ ได้แก่ การนำโรงเรียนมาเป็นฐานในการฝึกปฏิบัติ การใช้เครือข่ายความร่วมมือทั้งภายในและภายนอกหน่วยงาน และการใช้วงจรการพัฒนาแบบวนซ้ำอย่างเป็นระบบ โดยแทรกเข้าไปในรายวิชาที่นักศึกษาลงทะเบียนเรียนตามปกติ หลักการเหล่านี้เป็นการใช้พื้นที่ที่สามให้นักศึกษาได้เชื่อมโยงความรู้ทฤษฎีกับปฏิบัติ

นวัตกรรมการส่งเสริมสมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักศึกษาครูโดยใช้การมีส่วนร่วมของโรงเรียนเครือข่ายสามารถพัฒนาสมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักศึกษาครูได้ดีขึ้นอย่างเป็นลำดับ (Neangjakoun et al., 2025, p. 72; Satthaphon et al., 2025, p. 107; Mangkhang, 2017, p. 327; Jones et al., 2016, p. 113; Herbert & Hobbs, 2018, p. 777) อาจเป็นเพราะนวัตกรรมที่สร้างขึ้นช่วยส่งเสริมให้นักศึกษาครูได้รับประสบการณ์ตรงในการจัดการเรียนรู้ในห้องเรียน ส่งผลให้มีความมั่นใจมากขึ้นในการจัดการเรียนรู้ ได้เรียนรู้ร่วมกับครูพี่เลี้ยง อาจารย์นิเทศก์ และอาจารย์ในเครือข่าย (Herbert & Hobbs, 2018, p. 794; Kenny, 2010, p. 1285; Havu-Nuutien et al., 2019, p. 589) ผู้วิจัยขออภิปรายผลการวิจัยตามระยะการวิจัยดังนี้ ระยะที่ 1 นักศึกษาครูส่วนใหญ่มีแนวโน้มที่จะใช้วิธีการสอนแบบบรรยายและใช้ภาพสไลด์ร่วมกับใบงานเป็นหลัก เริ่มจากการบรรยายหลักการหรือทฤษฎีก่อน แล้วจึงให้ผู้เรียนทำแบบฝึกหัดหรือใบงานเพื่อตรวจสอบความเข้าใจ ลักษณะดังกล่าวสะท้อนให้เห็นถึงความเชื่อของนักศึกษาครูที่ว่า การเรียนรู้ของผู้เรียนเกิดจากการรับความรู้จากผู้สอนมากกว่าการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Faikhamta et al. (2018, p. 2), Neangjakoun et al. (2025, p. 60), Havu-Nuutien et al. (2019, p. 583) and Darling-Hammond (2006, p. 305) ที่พบว่านักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ใช้การสอนแบบบรรยายเนื่องจากเป็นวิธีที่พวกเขาคุ้นเคยจากประสบการณ์การเรียนของตนเอง ในส่วนของสภาพการใช้โรงเรียนเครือข่ายพบว่าสถาบันผลิตครูทุกแห่งมีการใช้ SCPs ในหลักสูตรผลิตครูวิทยาศาสตร์ในรายวิชาสังเกตการสอนและการปฏิบัติการสอนในรายวิชาเฉพาะ ซึ่งเป็นการใช้พื้นที่ในการแลกเปลี่ยนเรียนรู้สำหรับนักศึกษาครู อาจารย์มหาวิทยาลัยและครูพี่เลี้ยงเท่านั้น (Steele, 2017, p. 582; Neangjakoun et al., 2025, p. 60) หลักสูตรการผลิตครูวิทยาศาสตร์แต่ละแห่งมีการนำเอาหลักการ SCPs มาใช้ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น การเชิญเป็นวิทยากรบรรยาย การให้เป็นสถานที่สังเกตการสอน การไปจัดค่ายให้กับนักเรียน (Jones et al., 2016, p. 109-112; Handa et al., 2025, p. 4) เป็นต้น รูปแบบการนำไปใช้ดังกล่าวขึ้นอยู่กับความพร้อมของหลักสูตรการผลิตครูวิทยาศาสตร์แต่ละหลักสูตร และเครือข่ายของอาจารย์ในสาขา อย่างไรก็ตามไม่มีการบูรณาการกับห้องเรียนจริงในโรงเรียนทำให้นักศึกษาไม่สามารถนำความรู้ที่เรียนไปใช้จริงได้ในห้องเรียน (Jones et al., 2016, p. 112; Logan et al., 2024, p. 1711) ระยะที่ 2 นวัตกรรมที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วยหลักการ 3 องค์ประกอบได้แก่ การใช้โรงเรียนเป็นฐาน การใช้เครือข่ายความร่วมมือภายในและภายนอกมหาวิทยาลัย และการใช้วงจรแบบวนซ้ำแบบมีโครงสร้าง โดยเข้าไปแทรกในรายวิชาปกติของหลักสูตร หลักการดังกล่าวเกี่ยวข้องกับกับการสร้างพื้นที่ให้นักศึกษาเชื่อมโยงทฤษฎีกับการปฏิบัติจริง (Jones et al., 2016, p. 109) และเกี่ยวข้องกับแนวคิดการใช้พื้นที่ที่สาม (Zeichner, 2010, p. 95) ที่เน้นความสำคัญของระหว่างโรงเรียนและมหาวิทยาลัย ในการจัดกิจกรรมฝึกประสบการณ์วิชาชีพ โดยมีการกำหนดเป้าหมายและเครื่องมือที่ชัดเจน เช่น มาตรฐานวิชาชีพครู เพื่อให้เกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันอย่างมีประสิทธิภาพในการเรียนรู้เพื่อลดช่องว่างระหว่างภาคทฤษฎีและปฏิบัติ ระยะที่ 3 ผลจากการทดลองใช้นวัตกรรมฯ พบว่านักศึกษาครูทั้ง 8 คนมีการพัฒนาขึ้นของสมรรถนะด้านการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์จากที่เน้นเนื้อหาเป็นหลักมาเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ แม้ว่าจะระดับของการพัฒนานักศึกษาแต่ละคนจะแตกต่างกัน ยกตัวอย่างเช่น พิล์ม มีการพัฒนาเพิ่มมากขึ้นในครั้งที่ 2 เปลี่ยนจากการบรรยายมาเป็นการทำกิจกรรมที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ในขณะที่มันในการสอนครั้งที่ 2 ให้ความสำคัญกับเนื้อหาค่อนข้างมากแต่มีการเพิ่มให้นักเรียนทำกิจกรรมมากขึ้น อาจเป็นเพราะหลักการของนวัตกรรมฯ มุ่งเน้นที่ให้นักเรียนเกิดพื้นที่การเรียนรู้กับนักเรียนและครูในโรงเรียน (Jones et al., 2016, p. 112; Neangjakoun et al., 2025, p. 60; Satthaphon et al., 2025, p. 97; Chuencharoen & Prasongsang, 2022, p. 22; Wetwiriyaakun et al., 2024, p. 1431) ประกอบกับความร่วมมือในการผลิตร่วมระหว่างมหาวิทยาลัยและโรงเรียน และการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างเครือข่ายภายในและภายนอก (Handa et al., 2025, p. 5; Darling-Hammond et al., 2017; p. 10) ทำให้นักศึกษามองเห็นภาพในมุมการปฏิบัติจากห้องเรียนจริงกับทฤษฎีจากอาจารย์ในเครือข่ายอื่น และในสาขาอื่นมาช่วยแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ระยะที่ 4 ข้อมูลจาก

การสะท้อนผลของผู้มีส่วนเกี่ยวข้องสะท้อนให้เห็นถึงความสำคัญของชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพในการพัฒนาครู โดยเฉพาะการแลกเปลี่ยนประสบการณ์และการให้ข้อมูลย้อนกลับระหว่างนักศึกษาครูและครูพี่เลี้ยง ดังที่ พี่ สะท้อนว่า “การได้รับคำแนะนำและข้อเสนอแนะจากครูพี่เลี้ยงที่มีประสบการณ์ช่วยให้ผมมองเห็นมุมมองที่หลากหลายในการจัดการเรียนรู้” ข้อค้นพบสะท้อนทิศทางการพัฒนาวิชาชีพครูที่เน้นการเรียนรู้มีแบบมีส่วนร่วมและการแลกเปลี่ยนประสบการณ์ในสถานการณ์การทำงานจริง ซึ่งเป็นพื้นฐานการพัฒนาตนเองอย่างต่อเนื่องเกี่ยวข้องกับกับคุณลักษณะที่จำเป็นสำหรับครูในยุคปัจจุบันบริบทการทำงานจริง ซึ่งเป็นการพัฒนาตนเองอย่างต่อเนื่อง (Darling-Hammond et al., 2017, p. V) ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการขยายเครือข่ายความร่วมมือกับโรงเรียนและหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง สะท้อนให้เห็นถึงความสำคัญของการสร้างเครือข่ายความร่วมมือในการผลิตครูที่เน้นการสร้างความร่วมมือระหว่างสถาบันผลิตครูและโรงเรียน (Jones et al., 2016, p. 109; Zeichner, 2010, p. 89; Kenny, 2010, p. 1271; Havu-Nuutien et al., 2019, p. 589; Handa et al., 2025, p. 10)

6. ข้อเสนอแนะ

ในการนำผลไปใช้ 1) อาจารย์ผู้สอนสาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและสาขาที่เกี่ยวข้องควรนำเอานวัตกรรมที่พัฒนาขึ้นไปใช้ในหลักสูตร และบูรณาการความร่วมมือจากโรงเรียนเครือข่ายเข้ามาใช้ในรายวิชาเอก ดำเนินการใช้เครือข่ายความร่วมมือควมร่วมมือกันระดับภายในสาขาและข้ามสาขาวิชา และร่วมมือระหว่างหน่วยงานภายนอกและโรงเรียนอยู่ภายใต้การดูแลของสถาบันการผลิตครู 2) สถาบันผลิตครูควรพัฒนาความร่วมมือกับโรงเรียนให้ก้าวไปสู่การสร้างชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพที่มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างอาจารย์ในสถาบันผลิตครู ครูในโรงเรียน และนักศึกษาครูอย่างต่อเนื่อง ซึ่งจะส่งเสริมการพัฒนาวิชาชีพครูทั้งระบบ สำหรับข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไปควร 1) ส่งเสริมการให้นักศึกษาครูได้เข้าสังเกตการสอนจริงและปฏิบัติการสอนจริงในโรงเรียนตั้งแต่เริ่มต้นของการศึกษาในแต่ละรายวิชา เนื่องจากผลการวิจัยพบว่า นักศึกษาครูมีพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นอย่างชัดเจน 2) ควรเปิดโอกาสให้มีความร่วมมือกันระหว่างการใช้โรงเรียนเป็นเครือข่ายที่เป็นโรงเรียนระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษา ร่วมกันในการพัฒนาสมรรถนะการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เนื่องจากผลการวิจัยใช้เพียงโรงเรียนระดับประถมศึกษาเพียงโรงเรียนเดียวส่งผลให้นักศึกษาพัฒนาสมรรถนะอย่างชัดเจน หากมีการเชื่อมโยงประสานกันอาจทำให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น และ 3) ควรมีการศึกษาการนำนวัตกรรมไปใช้ในรายวิชาตลอดหลักสูตร เพื่อพัฒนาระบบและบทบาทของการใช้โรงเรียนเป็นเครือข่าย ทั้งครูพี่เลี้ยง ศึกษาในเทศก์ ผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจาก สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ที่ได้สนับสนุนงบประมาณด้านวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (ววน.) ประเภท Fundamental Fund ประจำปีงบประมาณ 2567 และสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร ผู้วิจัยผ่านการอบรมจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ ผ่านระบบการเรียนรู้ออนไลน์ e-learning โดยกองมาตรฐานการวิจัยสำนักงานการวิจัยแห่งชาติ ลงวันที่ 9 มีนาคม 2567

เอกสารอ้างอิง

- Chuencharoen, S., & Prasongsang, C. (2022). Guidelines for the development of learning management in the 21st century. *Journal of Industrial Education*, 21(3), 13–23.
- Cochran-Smith, M. (2021) Exploring teacher quality: international perspectives. *European Journal of Teacher Education*, 44(3), 415-428.
- Cooper, R., & Marangio, K. (2022). Views across the boundary: School-based co-teachers' experiences with co-teaching in initial teacher education. *Frontiers in Education*, 7, 1-15.
- Creswell, J. W., & Poth, C. N. (2018). *Qualitative inquiry and research design: Choosing among five approaches* (4th ed.). SAGE Publications.

- Darling-Hammond, L. (2006). Constructing 21st-century teacher education. *Journal of Teacher Education*, 57(3), 300–314.
- Darling-Hammond, L., Hyler, M. E., & Gardner, M. (2017). *Effective teacher professional development*. Palo Alto, CA: Learning Policy Institute.
- Faikhanta, C., Ketsing, J., Tanak, A., & Chamrat, S. (2018). Science teacher education in Thailand: A challenging journey. *Asia-Pacific Science Education*, 4(3), 1-18.
- Handa, V. C., Tippins, D. J., Solomon, F. I. D., Sincer, R. M. C. L., & Magno, R. (2025). Beyond collaboration: A framework for community-based preservice science teacher education. *Journal of Science Teacher Education*, 1–21. <https://doi.org/10.1080/1046560X.2025.2531311>.
- Havu-Nuutinen, S., Kervinen, A., Uitto, A., Laine, A., Koliseva, A., Pyykkö, L., Impiö, P., & Aittola, T. (2019). Pre-service and in-service teachers' experiences of inquiry-based primary science teaching: A collaborative team teaching model. *Journal of Baltic Science Education*, 18(4), 583–594.
- Herbert, S., & Hobbs, L. (2018). Pre-service teachers' views of school-based approaches to pre-service primary science teacher education. *Research in Science Education*, 48(4), 777–809.
- Jones, M., Hobbs, L., Kenny, J., Campbell, C., Chittleborough, G., Gilbert, A., Herbert, S., & Redman, C. (2016). Successful university–school partnerships: An interpretive framework to inform partnership practice. *Teaching and Teacher Education*, 60, 108–120.
- Kenny, J. D. (2010). Preparing pre-service primary teachers to teach primary science: A partnership-based approach. *International Journal of Science Education*, 32(10), 1267–1288.
- Kenny, J. D., Hobbs, L., Herbert, S., Jones, M., Chittleborough, G., Campbell, C., Gilbert, A., & Redman, C. (2014). Science teacher education partnerships with schools (STEPS): Partnerships in science teacher education. *Australian Journal of Teacher Education*, 39(12), 43–58.
- Logan, M., Cutter-Mackenzie-Knowles, A., Lynch, D., & Osborn, M. (2024). 'They couldn't wait, every day they would say are they coming today?' Stakeholder perceptions of school–university partnership approaches to science teacher education. *The Australian Educational Researcher*, 51, 1707–1728.
- Mangkhang, C. (2017). Learning innovation to professional competency in teacher education institute of Thailand. *Veridian E-Journal*, Silpakorn University, 10(3), 317–331. (in Thai)
- Neangjakoun, P., Satthaphon, S., & Supprakob, S. (2025). Development of supervision model for professional practicum to enhance student science teachers' pedagogical content knowledge. *e-Journal of Education Studies*, Burapha University, 7(2), 60–73. (in Thai)
- Satthaphon, S. (2023). The development of pre-service science teachers' learning management competency through video reflection. *Journal of Graduate Studies*, Valaya Alongkorn Rajabhat University, 17(1), 128–139. (in Thai)
- Satthaphon, S., Khunnarong, S., Pancharoen, W. & Lamlert, N. (2025). The development of pre-service science teachers' pedagogical content knowledge competencies through integrated supervision (MIEC Model) in collaboration with school partnership. *Social Sciences Research and Academic Journal*, 20(1), 97-114. (in Thai)
- Steele, A. R. (2017). An alternative collaborative supervision practice between university-based teachers and school-based teachers. *Issues in Educational Research*, 27(3), 582–600.

- Wetwiriyaakun, P., Binsun, K., Kaeomani, C., & Chumkhong, C. (2024). The professional learning community network model in science and mathematics teachers in educational institutions under Songkhla municipality. *Journal of MCU Ubon Review*, 9(3), 1420–1434.
- Zeichner, K. (2010). Rethinking the connections between campus courses and field experiences in college- and university-based teacher education. *Journal of Teacher Education*, 61(1–2), 89–99.

“ข้อคิดเห็น เนื้อหา รวมทั้งการใช้ภาษาในบทความถือเป็นความรับผิดชอบของผู้เขียน”

Research article

การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเขียนภาษาไทยเชิงสร้างสรรค์ระหว่างการสอนแบบปกติกับการสอน
โดยใช้ ChatGPT เป็นผู้ช่วยสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในยุคดิจิทัลทรานส์ฟอร์เมชัน

A COMPARISON OF THAI CREATIVE WRITING ACHIEVEMENT BETWEEN TRADITIONAL
INSTRUCTION AND CHATGPT-ASSISTED INSTRUCTION AMONG SIXTH-GRADE STUDENTS
IN THE ERA OF DIGITAL TRANSFORMATION

กุนทิกา ชาพิมล^{1*} และปาจารย์ หนวยจันติก²

Kuntika Chapimon^{1*} and Pajaree Noyjantuek²

Kuntika.c@ku.th and Pajaree.noy@ku.th

*Corresponding author E-mail: Kuntika.c@ku.th

¹สาขาวิชาการสอนภาษาไทย ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร 10900 ประเทศไทย
Division of Teaching Thai, Department of Education, Faculty of Education, Kasetsart University, Bangkok 10900 Thailand

²กลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทย (ประถมศึกษา) โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร 10900 ประเทศไทย

Thai Language Learning Area (Primary), Kasetsart University Laboratory School Center for Educational Research and
Development, Kasetsart University, Bangkok 10900 Thailand

Journal of Industrial Education. 2026, Vol. 25 (No. 1), <https://doi.org/10.55003/JIE.25105>

Received: February 17, 2026 | Revised: March 20, 2026 | Accepted: April 1, 2026

Citation reference :

Chapimon, K., & Noyjantuek, P. (2026). A comparison of Thai creative writing achievement between traditional
instruction and ChatGPT-assisted instruction among sixth-grade students in the era of digital transformation.

Journal of Industrial Education, 25(1), 14–27.

ABSTRACT

This study employed a within-subjects experimental design with 41 Grade 6 students from a demonstration school in Bangkok, Thailand, during the first semester of the 2025 academic year across eight instructional periods. Each student received both traditional instruction and ChatGPT-assisted instruction in four genres of Thai creative writing: imaginative essays, storytelling, descriptive and expressive writing, and persuasive speech. Research instruments included two sets of lesson plans (four plans each), genre-specific writing assessment rubrics, and an open-ended attitude questionnaire. Quantitative data were analyzed using a paired-samples t-test, while qualitative data were analyzed through content analysis. The results revealed that students' mean scores in creative writing under ChatGPT-assisted instruction ($\bar{X} = 7.78$, SD = 0.66) were significantly higher than those under traditional instruction ($\bar{X} = 6.63$, SD = 0.76) at the 0.05 level. Statistically significant differences were observed across all writing genres. Furthermore, students expressed positive attitudes toward ChatGPT integration, reporting improved writing fluency, enhanced language use, expanded imagination, and increased confidence. At the same time, students demonstrated critical awareness of ChatGPT's limitations, including overly simplified story structures and linguistic complexity in certain genres. These findings indicate that integrating ChatGPT into Thai language instruction is highly effective in enhancing elementary students' creative writing skills. However, it should be used as a supplementary tool under teacher supervision, alongside the development of students' critical thinking skills to maximize its pedagogical benefits and address its limitations in language learning contexts.

Keywords: ChatGPT, Creative writing, Thai language, Artificial intelligence in education, Elementary students

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้ใช้การออกแบบการทดลองแบบ แบบแผนการวิจัยภายในกลุ่ม (Within-subjects design) กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสาธิตแห่งหนึ่งในกรุงเทพมหานคร จำนวน 41 คน ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2568 รวม 8 คาบเรียน โดยนักเรียนแต่ละคนได้รับการสอนทั้งสองรูปแบบ คือ การสอนแบบปกติและการสอนโดยใช้แชทจีพี (ChatGPT) เป็นผู้ช่วยในงานเขียนเชิงสร้างสรรค์ 4 ประเภท ได้แก่ การเขียนเรียงความตามจินตนาการ การเขียนนิทาน การเขียนบรรยายและพรรณนา และการเขียนบทพูดโน้มน้าวใจ เครื่องมือวิจัยประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ 2 รูปแบบ รูปแบบละ 4 แผน เกณฑ์การประเมินงานเขียนแต่ละประเภท และแบบสอบถามทัศนคติแบบปลายเปิด วิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณด้วยสถิติ การทดสอบทีแบบกลุ่มตัวอย่างไม่เป็นอิสระ (Paired-samples t-test) และข้อมูลเชิงคุณภาพด้วยการวิเคราะห์เนื้อหา ผลการวิจัยพบว่าคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเขียนเชิงสร้างสรรค์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แชทจีพี (ChatGPT) เป็นผู้ช่วย ($\bar{X} = 7.78$, $SD = 0.66$) สูงกว่าการสอนแบบปกติ ($\bar{X} = 6.63$, $SD = 0.76$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในทุกประเภทงานเขียน นอกจากนี้ นักเรียนมีทัศนคติเชิงบวกต่อการใช้แชทจีพี (ChatGPT) โดยเห็นว่าช่วยเพิ่มความคล่องแคล่วในการเขียน ปรับปรุงการใช้ภาษา ขยายจินตนาการและเสริมสร้างความมั่นใจ ขณะเดียวกันนักเรียนสามารถระบุข้อจำกัดของแชทจีพี (ChatGPT) ได้อย่างมีวิจารณญาณ เช่น โครงสร้างนิทานที่เรียบง่ายเกินไปและความซับซ้อนทางภาษาในบางประเภทงานเขียน ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่าการบูรณาการแชทจีพี (ChatGPT) ในการจัดการเรียนการสอนภาษาไทยมีประสิทธิผลสูงในการพัฒนาทักษะการเขียนเชิงสร้างสรรค์ของนักเรียนระดับประถมศึกษา โดยควรใช้เป็นเครื่องมือเสริมภายใต้การกำกับดูแลของครูและส่งเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์เชิงวิพากษ์ควบคู่กัน

คำสำคัญ: แชทจีพีที, การเขียนเชิงสร้างสรรค์, ภาษาไทย, ปัญญาประดิษฐ์ในการศึกษา, นักเรียนประถมศึกษา

1. บทนำ

ในบริบทการศึกษาไทย การพัฒนาทักษะการเขียนเชิงสร้างสรรค์เป็นเป้าหมายสำคัญตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 สารการเรียนรู้ภาษาไทย มาตรฐาน ท 2.1 ที่กำหนดให้นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีความสามารถในการเขียนเชิงสร้างสรรค์หลากหลายประเภท ทั้งการเขียนเรียงความ นิทาน บรรยายและพรรณนา รวมถึงการเขียนโน้มน้าวใจ โดยต้องอาศัยทั้งความคิดสร้างสรรค์ การใช้ภาษาอย่างเหมาะสม และความเข้าใจบริบททางวัฒนธรรม (Ministry of Education, 2008, pp. 37-38) อย่างไรก็ตาม พบว่านักเรียนไทยในระดับประถมศึกษายังประสบปัญหาด้านทักษะการเขียนเชิงสร้างสรรค์ในหลายประการ ได้แก่ การขาดความคิดริเริ่มในการสร้างเนื้อหา การใช้ภาษาและโครงสร้างประโยคที่ไม่หลากหลาย รวมถึงความวิตกกังวลในการเขียน ซึ่งส่งผลให้คุณภาพงานเขียนไม่เป็นไปตามตัวชี้วัดที่หลักสูตรกำหนด (Santhuenkaew, 2024; Rangseepanya and Art-in, 2025)

การเปิดตัวแชทจีพีที (ChatGPT) ในปลายปี ค.ศ. 2022 ได้สร้างกระแสความสนใจอย่างกว้างขวางในวงการศึกษา เนื่องจากโมเดลภาษาขนาดใหญ่นี้มีความสามารถในการสร้างข้อความและช่วยเหลืองานเขียนได้ใกล้เคียงกับมนุษย์ (Baidoo-Anu & Owusu Ansah, 2023, pp. 53-55) จึงเป็นแนวทางที่น่าสนใจในการนำมาใช้เพื่อแก้ไขปัญหาด้านทักษะการเขียนของนักเรียนดังกล่าว นอกจากนี้ ผลการประเมิน PISA ปี ค.ศ. 2022 แสดงให้เห็นว่านักเรียนไทยมีคะแนนเฉลี่ยด้านการอ่านอยู่ที่ 379 คะแนน ต่ำกว่าค่าเฉลี่ย OECD ถึง 97 คะแนน (Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology, 2025, pp. 40) สะท้อนให้เห็นปัญหาด้านทักษะทางภาษาของนักเรียนไทย ถึงแม้ว่าคะแนนผลการประเมินของ PISA จะแสดงผลทางด้านการอ่าน แต่กระบวนการในการตอบคำถามยังอาศัยทักษะการเขียนตอบเช่นกัน ซึ่งทักษะทางด้านการอ่านและการเขียนมีความสัมพันธ์กัน ในฐานะทักษะทางภาษาอีกด้วย ฉะนั้นจึงมีความจำเป็นเร่งด่วนในการช่วยเหลือแก้ไขพัฒนาทักษะทางภาษาของนักเรียนไทยผ่านกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพและสอดคล้องกับความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี

การศึกษาวิจัยเกี่ยวกับ ChatGPT พบว่า งานวิจัยในต่างประเทศได้มุ่งศึกษาศักยภาพของ ChatGPT ในการพัฒนาทักษะการเขียน Su and Yang (2023, pp. 6) เสนอว่า ChatGPT สามารถทำหน้าที่เป็นผู้ช่วยสอนที่ให้ข้อเสนอแนะแบบทันทีทันใด ขณะที่ Polakova and Ivenz (2024, pp. 6-7) พบว่านักศึกษา EFL ที่ได้รับการสนับสนุนจาก ChatGPT มีคะแนนหลังทดลองสูงกว่าก่อนทดลองอย่างมีนัยสำคัญ Maghamil and Sieras (2024, pp. 125-126) ยืนยันว่า ChatGPT ส่งผลเชิงบวกต่อคุณภาพ

การเขียนเชิงวิชาการของนักเรียนมัธยมปลายในฟิลิปปินส์ อย่างไรก็ตาม Marzuki et al. (2023, pp. 12-13); Rahman and Watanobe (2023, pp. 16-17) เน้นย้ำว่า ChatGPT ควรใช้เป็นเครื่องมือเสริมภายใต้การกำกับดูแลของครู ไม่ใช่เครื่องมือทดแทน เนื่องจากการพึ่งพามากเกินไปอาจส่งผลเสียต่อการพัฒนาทักษะการคิดอย่างอิสระ ในประเทศไทย Rangseepanya and Art-in (2025, pp. 358) นำการจัดการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์เป็นฐานมาบูรณาการกับ ChatGPT พบว่านักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีคะแนนความสามารถในการเขียนเชิงสร้างสรรค์เฉลี่ยร้อยละ 77.13 อย่างไรก็ตาม งานวิจัยนี้มีความแตกต่างจากงานวิจัยก่อนหน้าในหลายประการ โดยเลือกใช้การออกแบบการทดลองแบบ แบบแผนการวิจัยภายในกลุ่ม (Within-subjects design) ซึ่งนักเรียนกลุ่มเดียวกันได้รับทั้งการสอนแบบปกติและการสอนโดยใช้ ChatGPT เป็นผู้ช่วย เพื่อควบคุมความแปรปรวนระหว่างบุคคลและเพิ่มความแม่นยำในการเปรียบเทียบผล นอกจากนี้ งานวิจัยนี้มุ่งเน้นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งเป็นช่วงเปลี่ยนผ่านสำคัญก่อนเข้าสู่ระดับมัธยมศึกษา และวัดผลสัมฤทธิ์จากงานเขียนเชิงสร้างสรรค์ 4 ประเภทอย่างครอบคลุม ได้แก่ การเขียนเรียงความตามจินตนาการ การเขียนนิทาน การเขียนบรรยายและพรรณนา และการเขียนบทพูดโน้มน้าวใจ ร่วมกับการศึกษาทัศนคติของนักเรียนผ่านแบบสอบถามปลายเปิดเพื่อให้ได้ข้อมูลเชิงลึก

การวิจัยครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเขียนภาษาไทยเชิงสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างการสอนแบบปกติกับการสอนโดยใช้ ChatGPT เป็นผู้ช่วย และศึกษาทัศนคติของนักเรียนที่มีต่อการใช้ ChatGPT ในการพัฒนาทักษะการเขียนเชิงสร้างสรรค์ภาษาไทย ผลการวิจัยจะเป็นแนวทางในการออกแบบการจัดการเรียนการสอนที่บูรณาการเทคโนโลยี AI อย่างมีประสิทธิภาพและเหมาะสมกับบริบทการศึกษาไทย

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

โปรแกรมแชทจีพีที (ChatGPT) มีบทบาทสำคัญต่อการเขียน ด้วยระบบการทำงานที่สื่อสารผ่านตัวอักษร ดังที่ Ali et al. (2023, pp. 44-45) พบว่า ChatGPT สามารถช่วยเพิ่มแรงจูงใจในการเรียนรู้โดยเฉพาะด้านการอ่านและการเขียน ทั้ง ChatGPT ยังสามารถส่งเสริมการเรียนรู้อย่างอิสระ ความมั่นใจในตนเอง และความสนุกสนานในการเรียนภาษา สอดคล้องกับทฤษฎี Zone of proximal development ของ Vygotsky (1978, pp. 84-91) ที่เห็นว่า การจัดการเรียนรู้ที่ดีควรมีการให้ความช่วยเหลืออย่างเหมาะสม อีกทั้ง Polakova and Ivenz (2024, pp. 6-7) ยังได้ทดสอบกับนักศึกษา EFL จำนวน 110 คน พบว่า ChatGPT ได้ให้ข้อเสนอแนะที่มีประสิทธิภาพและนักศึกษามีคะแนนหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เช่นเดียวกับ Maghamil and Sieras (2024, pp. 124-125) ศึกษาผู้เรียนในฟิลิปปินส์พบว่า ChatGPT ส่งผลเชิงบวกต่อคุณภาพการเขียนเชิงวิชาการและเพิ่มแรงจูงใจในการเรียนรู้ อย่างไรก็ตาม Rahman and Watanobe (2023, pp. 16-17) ยังได้เน้นย้ำว่า ChatGPT ควรเป็นเครื่องมือเสริมไม่ใช่เครื่องมือทดแทน และ Baidoo-Anu and Owusu Ansah (2023, pp. 57-58) ชี้ว่า ChatGPT อาจสร้างข้อมูลที่ผิดพลาดจึงจำเป็นต้องมีการกำกับดูแล ส่วนในบริบทประเทศไทย Thammanan and Bamroongcheep (2025, pp. 97-100) นำเสนอบทบาทของ ChatGPT ในการส่งเสริมกระบวนการเรียนรู้และการสร้างสรรค์เนื้อหา อีกทั้ง Santhuenkaew (2024, pp. 46) ยังเสริมว่า ChatGPT มีบทบาทสำคัญที่ช่วยจุดประกายแนวคิดใหม่ในงานเขียนและสร้างเนื้อหาที่มีคุณภาพสูง ส่วน Rangseepanya and Art-in (2025, pp. 353-358) ได้บูรณาการการจัดการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์เป็นฐานกับ ChatGPT ในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่านักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 77.13 และมีผู้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 77.50

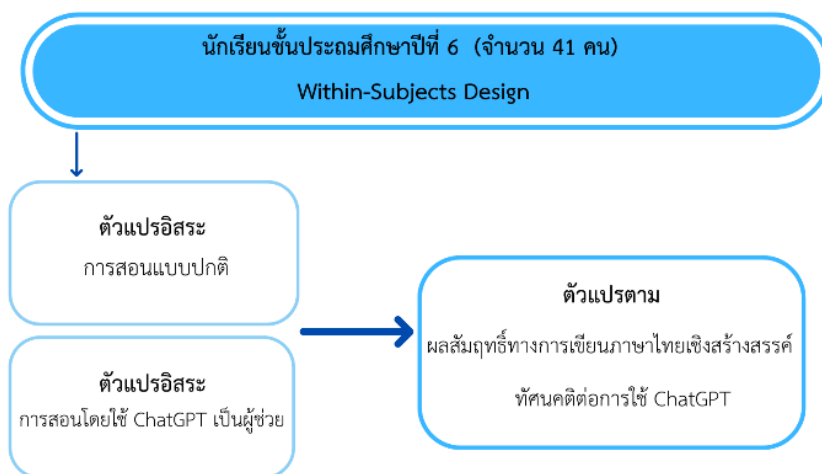
จากการทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่ายังมีช่องว่างทางการวิจัยที่สำคัญ ได้แก่ ยังไม่มีงานวิจัยที่สนใจศึกษาในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งเป็นช่วงเปลี่ยนผ่านสำคัญก่อนเข้าสู่ระดับมัธยมศึกษา ทั้งยังไม่ปรากฏการศึกษาที่ใช้ Within-subjects design เพื่อควบคุมความแปรปรวนระหว่างบุคคล รวมถึงการวัดผลสัมฤทธิ์ในหลายประเภทงานเขียนอย่างครอบคลุม งานวิจัยนี้จึงนำแนวคิดการใช้ ChatGPT เป็นเครื่องมือเสริมภายใต้การกำกับดูแลของครูตามข้อเสนอของ Rahman and Watanobe (2023, pp. 16) และ Siripipatthanakul et al. (2024, pp. 19-24) มาพัฒนาเป็นแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ ChatGPT เป็นผู้ช่วย โดยตั้งสมมติฐานการวิจัยว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเขียนภาษาไทยเชิงสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ ChatGPT เป็นผู้ช่วยสูงกว่าการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีทัศนคติเชิงบวกต่อการใช้ ChatGPT ในการพัฒนาทักษะการเขียนเชิงสร้างสรรค์ภาษาไทย ทั้งนี้ การออกแบบการวิจัยแบบ Within-subjects design ช่วยให้สามารถเปรียบเทียบผลการสอนทั้งสองรูปแบบในนักเรียนกลุ่มเดียวกันได้อย่างแม่นยำ

3. วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองแบบ แบบแผนการวิจัยภายในกลุ่ม (Within-subjects design) โดยแบ่งกระบวนการวิจัยออกเป็น 4 ระยะ ตามวัตถุประสงค์การวิจัย ดังนี้

3.1 แนวความคิดในการวิจัย

การวิจัยนี้ออกแบบให้นักเรียนกลุ่มเดียวกันได้รับการสอนทั้งสองรูปแบบในงานเขียนเชิงสร้างสรรค์ 4 ประเภท เพื่อควบคุมความแปรปรวนระหว่างบุคคลและเพิ่มความแม่นยำในการเปรียบเทียบผล กรอบแนวคิดการวิจัยแสดงดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

3.2 ขอบเขตการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ประชากร คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสาธิตแห่งหนึ่ง ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2568 กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 41 คน คัดเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling) โดยมีเกณฑ์การคัดเลือก ได้แก่ (1) เป็นนักเรียนที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2568 (2) สามารถเข้าถึงและใช้งาน ChatGPT ได้ และ (3) ได้รับความยินยอมจากผู้ปกครองในการเข้าร่วมการวิจัย

ส่วนเนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้อิงตามตัวชี้วัดสาระการเรียนรู้ภาษาไทย มาตรฐาน ท 2.1 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 ระดับช่วงชั้นที่ 2 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่กำหนดให้ผู้เรียนมีความสามารถด้านการเขียน ดังนี้

ตัวชี้วัด ท 2.1 ป.6/2 เขียนสื่อสารโดยใช้คำถูกต้องชัดเจน และเหมาะสม

ตัวชี้วัด ท 2.1 ป.6/4 เขียนเรียงความ

ตัวชี้วัด ท 2.1 ป.6/8 เขียนเรื่องตามจินตนาการและสร้างสรรค์

ตัวชี้วัด ท 2.1 ป.6/9 มีมารยาทในการเขียน

งานเขียนเชิงสร้างสรรค์ทั้ง 4 ประเภทที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ การเขียนเรียงความตามจินตนาการ การเขียนนิทาน การเขียนบรรยาย และพรรณนา และการเขียนบทพูดโน้มน้าวใจ มีความสอดคล้องกับตัวชี้วัดดังกล่าว และครอบคลุมองค์ประกอบสำคัญของการเขียนเชิงสร้างสรรค์ตามที่หลักสูตรกำหนด

ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย ตัวแปรอิสระ คือ รูปแบบการจัดการเรียนรู้ 2 รูปแบบ ได้แก่ การสอนแบบปกติและการสอนโดยใช้ ChatGPT เป็นผู้ช่วย ตัวแปรตาม คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเขียนภาษาไทยเชิงสร้างสรรค์ และทัศนคติของนักเรียนต่อการใช้ ChatGPT เพื่อให้สามารถแยกแยะผลของวิธีการสอนแต่ละรูปแบบได้อย่างชัดเจน ผู้วิจัยควบคุมตัวแปรแทรกซ้อนด้วยการออกแบบการวิจัยแบบ Within-subjects design ซึ่งใช้ให้นักเรียนกลุ่มเดียวกันได้รับการสอนทั้งสองรูปแบบ โดยจัดลำดับการสอนแบบปกติก่อนการสอนโดยใช้ ChatGPT เป็นผู้ช่วยในทุกประเภทงานเขียน และกำหนดให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดการเขียนทุกคาบเรียนเพื่อเก็บข้อมูลผลสัมฤทธิ์อย่างสม่ำเสมอ ทั้งนี้การทำงานเขียนแต่ละประเภทมีหัวข้อและลักษณะโวหารที่แตกต่างกันโดยสิ้นเชิงช่วยลดโอกาสของการถ่ายโอนทักษะระหว่างการสอนทั้งสองรูปแบบ (Carryover effect)

ตารางที่ 1 ขอบเขตการวิจัย

ขอบเขต	รายละเอียด
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	นักเรียนชั้น ป.6 โรงเรียนสาธิตแห่งหนึ่ง จำนวน 41 คน คัดเลือกแบบเจาะจง
ระยะเวลา	ภาคเรียนที่ 1/2568 (มิ.ย. - ก.ย.) รวม 8 คาบเรียน คาบละ 50 นาที
เนื้อหา	งานเขียนเชิงสร้างสรรค์ 4 ประเภท
ตัวแปรอิสระ	รูปแบบการจัดการเรียนรู้ 2 รูปแบบ
ตัวแปรตาม	ผลสัมฤทธิ์ทางการเขียนเชิงสร้างสรรค์ และทัศนคติต่อการใช้ ChatGPT

3.3 ขั้นตอนการวิจัย

ระยะที่ 1 การพัฒนาเครื่องมือวิจัยและการเตรียมการ

3.3.1 ศึกษา วิเคราะห์ และสังเคราะห์เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้ ChatGPT ในการพัฒนาทักษะการเขียนเชิงสร้างสรรค์

3.3.2 พัฒนาเครื่องมือวิจัย 5 ชุด ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ 4 แผน แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ ChatGPT 4 แผน แบบฝึกหัดการเขียนเชิงสร้างสรรค์ 8 ชุด เกณฑ์การประเมินงานเขียน 4 ประเภท ซึ่งพัฒนาเกณฑ์การประเมินงานเขียนเชิงสร้างสรรค์ทั้ง 4 ประเภท ในลักษณะ Analytic rubric คะแนนเต็มประเภทละ 10 คะแนน ประกอบด้วย 5 องค์ประกอบซึ่งออกแบบให้สอดคล้องกับลักษณะเฉพาะของงานเขียนแต่ละประเภท ส่วนวิธีการให้คะแนนแต่ละองค์ประกอบมีระดับคะแนน 3 ระดับ ได้แก่ ดีมาก (2 คะแนน) ดี (1 คะแนน) และพอใช้ (0 คะแนน) องค์ประกอบละ 0-2 คะแนน แปลผลคะแนน ระดับดีมาก คือ 9-10 คะแนน ระดับดี คือ 7-8 คะแนน และระดับพอใช้ คือ 5-6 คะแนน โดยอิงกรอบแนวคิดการประเมินการเขียนเชิงวิเคราะห์ของ Jacobs et al. (1981) รวมถึงตัวชี้วัดการเขียนตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (Ministry of Education, 2017, pp. 27-28) และแบบสอบถามทัศนคติแบบปลายเปิด

3.3.3 ตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือโดยผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอนภาษาไทย 2 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล 1 ท่าน คัดเลือกข้อที่มีค่า IOC ≥ 0.50

3.3.4 ยื่นขอรับรองจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ ภายใต้โครงการวิจัยเรื่อง เงื่อนไขข้อจำกัดของโปรแกรม ChatGPT ในบริบทงานเขียนเชิงสร้างสรรค์ภาษาไทย และการนำไปใช้เพื่อพัฒนาทักษะการเขียนสำหรับนักเรียนยุคดิจิทัลทรานส์ฟอร์เมชัน ได้ผ่านการรับรอง Study code: KUREC-SSR68/025

ระยะที่ 2 การดำเนินการทดลอง

3.3.5 ดำเนินการจัดการเรียนรู้ในภาคเรียนที่ 1/2568 รวม 8 คาบเรียน คาบละ 50 นาที โดยจัดลำดับการสอนให้นักเรียนทุกคนได้รับการสอนแบบปกติก่อนการสอนโดยใช้ ChatGPT ในทุกประเภทงานเขียน ทั้งนี้ผู้วิจัยควบคุมผลกระทบจากลำดับการทดลอง (Order effect) โดยกำหนดให้งานเขียนแต่ละประเภทเป็นคนละหัวข้อและคนละโวหารที่แตกต่างกันโดยสิ้นเชิง เพื่อลดโอกาสที่ทักษะการสอนจากแบบหนึ่งจะถ่ายโอนไปยังอีกแบบหนึ่ง ดังรายละเอียดแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แผนการจัดการเรียนรู้และการเก็บข้อมูล

เดือน	ประเภทงานเขียน	การสอนแบบปกติ	การสอนโดยใช้ ChatGPT
มิ.ย. 2568	เรียงความตามจินตนาการ	คาบที่ 1: รู้เรียนเขียนความ	คาบที่ 2: ต่อเรื่องประเทืองจินตนาการ
ก.ค. 2568	นิทาน	คาบที่ 3: สนุกเล่าทำนิทาน	คาบที่ 4: สรรคินิทานจากคำสำคัญ
ส.ค. 2568	บรรยายและพรรณนา	คาบที่ 5: ไขชานโวหารเยี่ยม	คาบที่ 6: สรรพินโวหารสานสร้างภาพ
ก.ย. 2568	บทพูดโน้มน้าวใจ	คาบที่ 7: บทพูดเปี่ยมโน้มน้าวใจ	คาบที่ 8: สนุกพูดซึ่งชวนโน้มน้าวใจ

ระยะที่ 3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

3.3.6 เก็บรวบรวมงานเขียนทั้ง 8 ชิ้นโดยไม่ระบุชื่อ ประเมินโดยผู้ประเมิน 2 ท่านที่ผ่านการอบรมใช้เกณฑ์การประเมินตรวจสอบค่าความเชื่อมั่นระหว่างผู้ประเมิน (Inter-rater reliability) โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน ผลการตรวจสอบได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ $r = 0.85$ ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ที่ 0.70 แสดงว่าผู้ประเมินทั้งสองท่านมีความสอดคล้องในการประเมินในระดับที่ยอมรับได้

3.3.7 เก็บรวบรวมข้อมูลทัศนคติของนักเรียนจากแบบสอบถามปลายเปิดหลังสิ้นสุดการทดลอง

ระยะที่ 4 การวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผล

3.3.8 วิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเขียนโดยใช้สถิติ Paired-samples t-test เปรียบเทียบคะแนนระหว่างการสอนแบบปกติกับการสอนโดยใช้ ChatGPT กำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05

3.3.9 วิเคราะห์ทัศนคติของนักเรียนโดยใช้การวิเคราะห์เนื้อหา (Content analysis) จัดกลุ่มข้อมูลตามประเด็นและสรุปเป็นข้อความบรรยาย

3.3.10 สรุปผลตามวัตถุประสงค์และสมมติฐาน อภิปรายผล และจัดทำข้อเสนอแนะ

4. ผลการวิจัย

4.1 ผลการประเมินคุณภาพเครื่องมือวิจัยโดยผู้เชี่ยวชาญ

4.1.1 ผลการประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้

ผู้วิจัยนำเสนอแผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 8 แผนต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอนภาษาไทยจำนวน 2 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผลจำนวน 1 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมและคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้แบบประเมินคุณภาพที่ครอบคลุม 4 องค์ประกอบหลัก ได้แก่ (1) องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ (2) จุดประสงค์การเรียนรู้ (3) กระบวนการจัดการเรียนรู้ และ (4) การวัดและประเมินผล รวมทั้งสิ้น 12 รายการ โดยใช้มาตราวัดแบบ 2 ระดับ คือ 1 หมายถึง คุณภาพผ่านเกณฑ์ และ 0 หมายถึง คุณภาพควรปรับปรุง

ผลการประเมินพบว่า ชุดแผนการจัดการเรียนรู้เรื่องทักษะงานเขียนเชิงสร้างสรรค์ภาษาไทย (ปกติ) ทั้ง 4 แผน ประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้เรื่อง รู้เรียนเขียนความ สนุกกล้าทำนิทาน ไชยานุวัตรเยี่ยม และบทพูดเปี่ยมมนต์น้ำใจ ได้รับการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่านว่ามีคุณภาพผ่านเกณฑ์ทุกรายการ โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.00 ในทุกองค์ประกอบ แสดงให้เห็นว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีองค์ประกอบครบถ้วนและมีความสัมพันธ์เชื่อมโยงกัน จุดประสงค์การเรียนรู้มีความชัดเจนและสามารถวัดได้ กระบวนการจัดการเรียนรู้มีความสอดคล้องกับเนื้อหาและวัตถุประสงค์ เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ และการวัดและประเมินผลมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้อย่างครอบคลุม

ในทำนองเดียวกัน ชุดแผนการจัดการเรียนรู้เรื่องทักษะงานเขียนเชิงสร้างสรรค์ภาษาไทยผ่านโปรแกรม ChatGPT ทั้ง 4 แผน ประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้เรื่อง ต่อเรื่องประเทืองจินตนาการ สรรคินิทานจากคำสำคัญ สารพันโวหารสานสร้างภาพ และสนุกพูดซึ่งซาบซึ้งมนต์น้ำใจ ได้รับการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่านว่ามีคุณภาพผ่านเกณฑ์ทุกรายการเช่นกัน โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.00 ในทุกองค์ประกอบ โดยเฉพาะอย่างยิ่งกระบวนการจัดการเรียนรู้มีความสอดคล้องกับวิธีการที่ใช้ในงานวิจัยและมีการบูรณาการเทคโนโลยี ChatGPT เข้ากับกิจกรรมการเรียนรู้ที่เหมาะสม สอดคล้องกับบริบทของผู้เรียน และส่งเสริมทักษะการเขียนเชิงสร้างสรรค์อย่างมีประสิทธิภาพ

จากผลการประเมินดังกล่าว สรุปได้ว่าแผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 8 แผนมีคุณภาพและความเหมาะสมในการนำไปใช้ในการทดลอง มีองค์ประกอบที่ครบถ้วนสมบูรณ์ มีความสอดคล้องเชื่อมโยงกันระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหา กระบวนการจัดการเรียนรู้ และการวัดและประเมินผล รวมทั้งมีการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญและส่งเสริมการพัฒนาทักษะการเขียนเชิงสร้างสรรค์อย่างเป็นระบบ

4.1.2 ผลการประเมินความสอดคล้องของเกณฑ์การประเมินงานเขียน

ผู้วิจัยนำเสนอเกณฑ์การประเมินงานเขียนเชิงสร้างสรรค์ทั้ง 4 ประเภทต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างองค์ประกอบการประเมินกับวัตถุประสงค์ของงานเขียนแต่ละประเภท โดยใช้แบบประเมินดัชนีความสอดคล้องของเนื้อหา (Index of Item-Objective Congruence: IOC) ซึ่งเป็นมาตราวัด 3 ระดับ ได้แก่ +1 หมายถึง การประเมินมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ 0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าการประเมินมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ และ -1 หมายถึง การประเมินไม่มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ โดยกำหนดเกณฑ์การตัดสินค่า IOC เฉลี่ยที่ ≥ 0.50 ถือว่าการประเมินมีความเหมาะสม

ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องของเกณฑ์การประเมินงานเขียนเชิงสร้างสรรค์ทั้ง 4 ประเภท ปรากฏผลดังตารางที่ 3 ตารางที่ 3 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของเกณฑ์การประเมินงานเขียนเชิงสร้างสรรค์

ประเภทงานเขียน	องค์ประกอบประเมิน	ค่า IOC	การตีความ
1. การเขียนเรียงความตามจินตนาการ	1.1 จินตนาการและความคิดสร้างสรรค์	1.00	เหมาะสม
	1.2 เนื้อหาและการแสดงความคิด	1.00	เหมาะสม
	1.3 โครงสร้างและความสละสลวย	1.00	เหมาะสม
	1.4 การใช้ภาษาและถ้อยคำ	1.00	เหมาะสม
	1.5 คุณค่าและความหมาย	1.00	เหมาะสม
	ค่าเฉลี่ย	1.00	เหมาะสม

ตารางที่ 3 (ต่อ) ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของเกณฑ์การประเมินงานเขียนเชิงสร้างสรรค์

ประเภทงานเขียน	องค์ประกอบการประเมิน	ค่า IOC	การตีความ
2. การเขียนนิทาน	2.1 โครงเรื่องและการเล่าเรื่อง	1.00	เหมาะสม
	2.2 ตัวละครและการพัฒนาตัวละคร	1.00	เหมาะสม
	2.3 ฉากและจินตนาการ	1.00	เหมาะสม
	2.4 การใช้ภาษาและถ้อยคำ	1.00	เหมาะสม
	2.5 คติสอนใจและความหมาย	1.00	เหมาะสม
	ค่าเฉลี่ย	1.00	เหมาะสม
3. การเขียนบรรยายและพรรณนา	3.1 เนื้อหาสาระของเรื่อง	1.00	เหมาะสม
	3.2 การใช้โวหาร	1.00	เหมาะสม
	3.3 ความเป็นเอกภาพและสัมพันธภาพ	1.00	เหมาะสม
	3.4 การใช้ภาษาและถ้อยคำ	1.00	เหมาะสม
	3.5 ความคิดสร้างสรรค์	1.00	เหมาะสม
	ค่าเฉลี่ย	1.00	เหมาะสม
4. การเขียนบทพูดโน้มน้าวใจ	4.1 เนื้อหาสาระของเรื่อง	1.00	เหมาะสม
	4.2 การโน้มน้าวใจ	1.00	เหมาะสม
	4.3 โครงสร้างงานเขียน	1.00	เหมาะสม
	4.4 การใช้ภาษาและถ้อยคำ	1.00	เหมาะสม
	4.5 การสะท้อนคุณธรรมและค่านิยม	1.00	เหมาะสม
	ค่าเฉลี่ย	1.00	เหมาะสม

จากตารางที่ 3 พบว่า เกณฑ์การประเมินงานเขียนเชิงสร้างสรรค์ทั้ง 4 ประเภท ประกอบด้วยองค์ประกอบการประเมินรวม 20 รายการ มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 1.00 ทุกรายการ ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ที่ 0.50 แสดงให้เห็นว่า องค์ประกอบการประเมินทุกรายการมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของงานเขียนแต่ละประเภทอย่างสมบูรณ์ โดยครอบคลุม องค์ประกอบสำคัญของงานเขียนเชิงสร้างสรรค์ทั้งในด้านเนื้อหา โครงสร้าง การใช้ภาษา และความคิดสร้างสรรค์ ตลอดจน ความเหมาะสมเฉพาะของแต่ละประเภทงานเขียน เช่น การประเมินจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์สำหรับการเขียนเรียงความ ตามจินตนาการ การประเมินตัวละครและการพัฒนาตัวละครสำหรับการเขียนนิทาน การประเมินการใช้โวหารสำหรับการเขียน บรรยายและพรรณนา และการประเมินการโน้มน้าวใจสำหรับการเขียนบทพูดโน้มน้าวใจ

ทั้งนี้ เกณฑ์การประเมินงานเขียนทั้ง 4 ประเภทมีองค์ประกอบการประเมินที่สอดคล้องกับธรรมชาติและลักษณะ เฉพาะของงานเขียนแต่ละประเภท ครอบคลุมมิติการประเมินที่หลากหลาย สามารถวัดและประเมินคุณภาพงานเขียนได้อย่าง รอบด้านและเป็นระบบ รวมทั้งมีความเหมาะสมกับระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 และสามารถนำไปใช้ประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการ เขียนภาษาไทยเชิงสร้างสรรค์ได้อย่างมีประสิทธิภาพและน่าเชื่อถือ

สรุปได้ว่า เครื่องมือวิจัยทั้งแผนการจัดการเรียนรู้และเกณฑ์การประเมินงานเขียนมีคุณภาพและความเหมาะสมในการนำไปใช้ ในการทดลองทางการศึกษา โดยได้รับการตรวจสอบและรับรองจากผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้ความเชี่ยวชาญในสาขาที่เกี่ยวข้อง ว่ามีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) และสามารถวัดสิ่งที่ต้องการวัดได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม

4.2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเขียนภาษาไทยเชิงสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างการ สอนแบบปกติกับการสอนโดยใช้ ChatGPT เป็นผู้ช่วย

4.2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเขียนภาษาไทยเชิงสร้างสรรค์โดยรวม

ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเขียนภาษาไทยเชิงสร้างสรรค์โดยรวมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 41 คน โดยเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยระหว่างการสอนแบบปกติกับการสอนโดยใช้ ChatGPT เป็นผู้ช่วย โดยใช้สถิติ Paired-samples t-test ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 ผลการวิเคราะห์ปรากฏดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเขียนภาษาไทยเชิงสร้างสรรค์โดยรวมระหว่างการสอนแบบปกติกับการสอนโดยใช้ ChatGPT เป็นผู้ช่วย คะแนนเต็ม 10 คะแนน

วิธีการสอน	n	$\bar{X}$	SD	t	p
แบบปกติ	41	6.63	0.76	-15.89*	<.001
ใช้ ChatGPT	41	7.78	0.66		

จากตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์แสดงให้เห็นว่า คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเขียนภาษาไทยเชิงสร้างสรรค์โดยรวมของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ ChatGPT เป็นผู้ช่วย ($\bar{X} = 7.78$, $SD = 0.66$) สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ ($\bar{X} = 6.63$, $SD = 0.76$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($t = -15.89$, $p < .001$) โดยมีความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 1.15 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 11.50 ของคะแนนเต็ม นอกจากนี้ ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนจากการสอนโดยใช้ ChatGPT ($SD = 0.66$) ต่ำกว่าการสอนแบบปกติ ($SD = 0.76$) แสดงให้เห็นว่าคะแนนของนักเรียนมีการกระจายตัวน้อยกว่าสะท้อนถึงความสม่ำเสมอของผลการเรียนรู้ที่มากขึ้น

ดังนั้น สามารถสรุปได้ว่า การสอนโดยใช้ ChatGPT เป็นผู้ช่วยส่งผลให้นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเขียนภาษาไทยเชิงสร้างสรรค์โดยรวมสูงกว่าการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

4.2.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเขียนภาษาไทยเชิงสร้างสรรค์จำแนกตามประเภทงานเขียน

เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเขียนภาษาไทยเชิงสร้างสรรค์ในแต่ละประเภทงานเขียนอย่างเจาะจง ผู้วิจัยได้วิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเขียนจำแนกตามประเภทงานเขียนทั้ง 4 ประเภท ได้แก่ การเขียนเรียงความตามจินตนาการ การเขียนนิทาน การเขียนบรรยายและพรรณนา และการเขียนบทพูดโน้มน้าวใจ โดยใช้สถิติ Paired-samples t-test ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 ผลการวิเคราะห์ปรากฏดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเขียนภาษาไทยเชิงสร้างสรรค์จำแนกตามประเภทงานเขียนระหว่างการสอนแบบปกติกับการสอนโดยใช้ ChatGPT เป็นผู้ช่วย คะแนนเต็ม 10 คะแนน

ประเภทงานเขียน	วิธีการสอน	n	$\bar{X}$	SD	t	p
1. การเขียนเรียงความตามจินตนาการ	แบบปกติ	41	6.61	1.17	-6.72*	<.001
	ใช้ ChatGPT	41	7.68	1.04		
2. การเขียนนิทาน	แบบปกติ	41	6.46	1.17	-7.67*	<.001
	ใช้ ChatGPT	41	7.76	1.02		
3. การเขียนบรรยายและพรรณนา	แบบปกติ	41	6.68	1.22	-6.93*	<.001
	ใช้ ChatGPT	41	7.83	1.05		
4. การเขียนบทพูดโน้มน้าวใจ	แบบปกติ	41	6.78	1.13	-6.32*	<.001
	ใช้ ChatGPT	41	7.85	1.08		

จากตารางที่ 5 ผลการวิเคราะห์แสดงให้เห็นรายละเอียดดังนี้

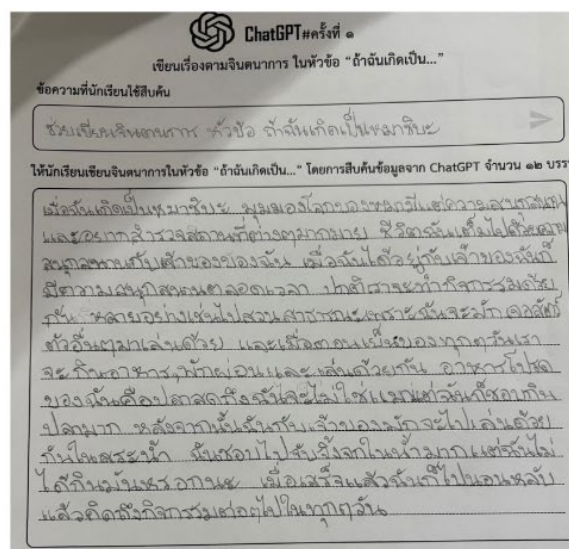
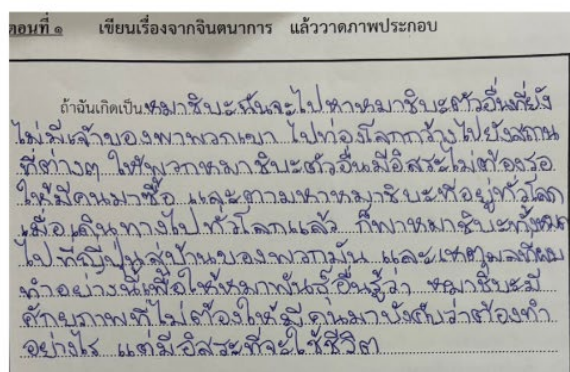
1) การเขียนเรียงความตามจินตนาการ ผลการวิเคราะห์พบว่า คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเขียนเรียงความตามจินตนาการของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ ChatGPT เป็นผู้ช่วย ($\bar{X} = 7.68$, $SD = 1.04$) สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ ($\bar{X} = 6.61$, $SD = 1.17$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($t = -6.72$, $p < .001$) โดยมีความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ย 1.07 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 10.70 แสดงให้เห็นว่าการใช้ ChatGPT ช่วยกระตุ้นจินตนาการและความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนในการเขียนเรียงความตามจินตนาการได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2) การเขียนนิทาน ผลการวิเคราะห์พบว่า คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเขียนนิทานของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ ChatGPT เป็นผู้ช่วย ($\bar{X} = 7.76$, $SD = 1.02$) สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ ($\bar{X} = 6.46$, $SD = 1.17$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($t = -7.67$, $p < .001$) โดยมีความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ย 1.30 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 13.00 ทั้งนี้ การเขียนนิทานเป็นประเภทงานเขียนที่มีความแตกต่างระหว่างการสอนทั้งสองวิธีมากที่สุด แสดงให้เห็นว่านักเรียนได้รับประโยชน์จากการใช้ ChatGPT ในการพัฒนาทักษะการเขียนนิทานมากที่สุด โดยเฉพาะในด้านการสร้างโครงเรื่อง การพัฒนาตัวละคร และการใช้จินตนาการในการสร้างฉากและเหตุการณ์

3) การเขียนบรรยายและพรรณนา ผลการวิเคราะห์พบว่า คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเขียนบรรยายและพรรณนาของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ ChatGPT เป็นผู้ช่วย ($\bar{X} = 7.83$, $SD = 1.05$) สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ ($\bar{X} = 6.68$, $SD = 1.22$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($t = -6.93$, $p < .001$) โดยมีความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ย 1.15 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 11.50 สะท้อนให้เห็นว่าการใช้ ChatGPT ช่วยเสริมสร้างความสามารถในการใช้โวหารและการสร้างภาพพจน์ในงานเขียนบรรยายและพรรณนาได้อย่างมีประสิทธิภาพ

4) การเขียนบทพูดโน้มน้าวใจ ผลการวิเคราะห์พบว่า คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเขียนบทพูดโน้มน้าวใจของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ ChatGPT เป็นผู้ช่วย ($\bar{X} = 7.85$, $SD = 1.08$) สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ ($\bar{X} = 6.78$, $SD = 1.13$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($t = -6.32$, $p < .001$) โดยมีความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ย 1.07 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 10.70 แสดงให้เห็นว่าการใช้ ChatGPT สนับสนุนการพัฒนาทักษะการเขียนบทพูดโน้มน้าวใจ โดยเฉพาะในด้านการใช้เหตุผลประกอบการโน้มน้าวใจ การจัดโครงสร้างเนื้อหา และการเลือกใช้ภาษาที่เหมาะสม

เมื่อพิจารณาค่าสถิติโดยรวมพบว่า ทุกประเภทงานเขียนมีค่า p-value น้อยกว่า .001 ซึ่งต่ำกว่าระดับนัยสำคัญทางสถิติที่กำหนดไว้ที่ 0.05 อย่างมาก แสดงให้เห็นถึงความเชื่อมั่นสูงกว่าความแตกต่างที่พบไม่ได้เกิดจากความบังเอิญ สะท้อนให้เห็นว่าการสอนโดยใช้ ChatGPT เป็นผู้ช่วยมีอิทธิพลเชิงบวกต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเขียนอย่างชัดเจนและมีนัยสำคัญทั้งในเชิงสถิติและเชิงปฏิบัติในทุกประเภทงานเขียน



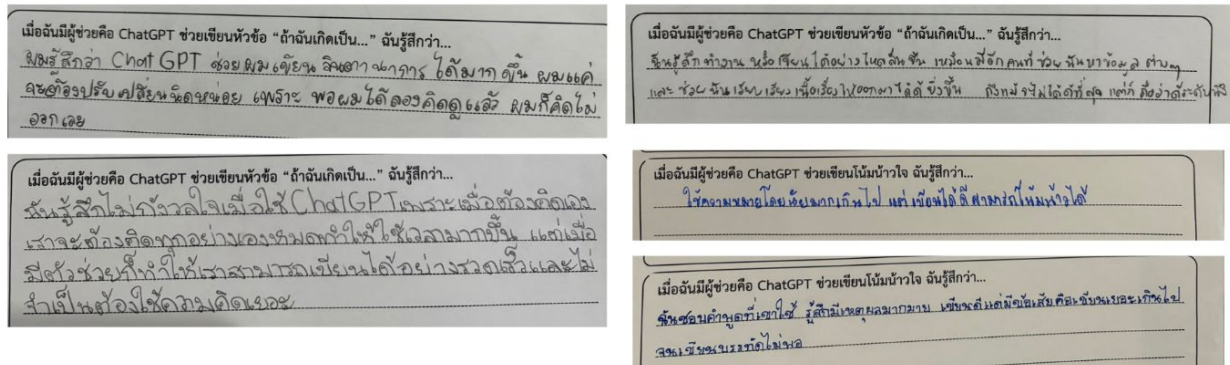
รูปที่ 2 ตัวอย่างงานเขียนของอาสาสมัคร

จากรูปจะเห็นได้ว่า งานเขียนเรียงความตามจินตนาการของนักเรียนที่ผ่านการจัดการเรียนรู้แบบปกติ มีลักษณะการเขียนที่เว้นวรรคตอนไม่ถูกต้อง และมีการลำดับความที่วกวน ดังตัวอย่าง “ถ้าฉันเกิดเป็นหมาชิบะฉันจะไปหาหมาชิบะตัวอื่นที่ยังไม่มีเจ้าของพาพวกเขา ไปท่องเที่ยวทั่วทุกที่ต่าง ๆ” เมื่อเปรียบเทียบกับงานที่มี ChatGPT เป็นผู้ช่วย จะเห็นว่าข้อความเรียงเรียงได้สละสลวยมากขึ้น เว้นวรรคตอนถูกต้อง ดังตัวอย่าง “เมื่อฉันเกิดเป็นหมาชิบะ มุมมองโลกของหมาชิบะมีแต่ความสนุกสนานและอยากสำรวจสถานที่ต่าง ๆ มากมาย ชีวิตของฉันเต็มไปด้วยความสนุกสนานกับเจ้าของของฉัน” สังเกตว่านักเรียนเลือกใช้คำที่สื่อความหมายได้ชัดเจน และมีโครงสร้างของประโยคที่ถูกต้อง เนื่องจากนักเรียนที่ใช้ ChatGPT เป็นผู้ช่วยจึงมีความมั่นใจในการเขียนมากยิ่งขึ้น

สรุปได้ว่า การสอนโดยใช้ ChatGPT เป็นผู้ช่วยส่งผลให้นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเขียนภาษาไทยเชิงสร้างสรรค์สูงกว่าการสอนแบบปกติในทุกประเภทงานเขียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และแสดงให้เห็นถึงประสิทธิผลของการบูรณาการเทคโนโลยี ChatGPT ในการพัฒนาทักษะการเขียนเชิงสร้างสรรค์ภาษาไทยของผู้เรียนในระดับประถมศึกษา

4.3 ผลการศึกษาทัศนคติของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีต่อการใช้ ChatGPT ในการพัฒนาทักษะการเขียนเชิงสร้างสรรค์ภาษาไทย

ผู้วิจัยศึกษาทัศนคติของนักเรียนโดยใช้แบบสอบถามคำถามปลายเปิด และวิเคราะห์ข้อมูลด้วยการวิเคราะห์เนื้อหา (Content analysis) จำแนกตามประเภทงานเขียนทั้ง 4 ประเภท ผลการวิเคราะห์พบว่า นักเรียนมีทัศนคติเชิงบวกต่อการใช้ ChatGPT ในทุกประเภทงานเขียน ดังภาพต่อไปนี้



รูปที่ 3 ตัวอย่างคำตอบทัศนคติของอาสาสมัครที่มีต่อ ChatGPT

จากรูปข้างต้นเป็นข้อความตอบคำถามแสดงทัศนคติของนักเรียนอาสาสมัครที่มีต่อ ChatGPT อธิบายรายละเอียดได้ดังนี้

4.3.1 ทัศนคติต่อการใช้ ChatGPT ในการเขียนเรียงความตามจินตนาการ

นักเรียนแสดงทัศนคติเชิงบวกต่อการใช้ ChatGPT ในการเขียนเรียงความตามจินตนาการ โดยเห็นว่า ChatGPT ช่วยเพิ่มความคล่องแคล่วในการเขียน ยกย่องคุณภาพทางภาษา ขยายจินตนาการ และลดความวิตกกังวล ตัวอย่างข้อความจากนักเรียน เช่น

"ฉันรู้สึกทำงานหรือเขียนได้อย่างลื่นไหลขึ้น เหมือนมีอีกคนที่ช่วยฉันหาข้อมูลต่าง ๆ และช่วยฉันเรียบเรียงเนื้อเรื่องให้ออกมาได้ดียิ่งขึ้น ถึงแม้จะไม่ได้ดีที่สุดแต่ก็ถือว่าดีระดับหนึ่ง" (อาสาสมัครคนที่ 1)

"ฉันรู้สึกแตกต่างจากที่เคยเขียนด้วยตนเอง ถึงจะไม่ค่อยตรงกับที่เคยเขียนไว้ แต่ก็มีภาษาที่สละสลวย เริ่มเรื่องได้ดี" (อาสาสมัครคนที่ 2)

"ผมรู้สึกว่า ChatGPT ช่วยผมเขียนจินตนาการได้มากขึ้น ผมจะต้องปรับเปลี่ยนนิดหน่อย เพราะผมได้ลองคิดดูแล้วผมก็คิดไม่ออกเลย" (อาสาสมัครคนที่ 3)

"ฉันรู้สึกไม่กังวลเมื่อใช้ ChatGPT เพราะเมื่อต้องคิดเองเราจะต้องคิดทุกอย่างเองหมดทำให้ใช้เวลานานขึ้น แต่เมื่อมีตัวช่วยก็ทำให้เราสามารถเขียนได้อย่างรวดเร็วและไม่จำเป็นต้องใช้ความคิดเยอะ" (อาสาสมัครคนที่ 4)

4.3.2 ทัศนคติต่อการใช้ ChatGPT ในการเขียนนิทาน

นักเรียนชื่นชมความสามารถของ ChatGPT ในการใช้ภาษาและโวหารที่สวยงาม แต่มีข้อคิดเห็นเกี่ยวกับโครงเรื่องที่ค่อนข้างง่ายและคาดเดาได้ ดังตัวอย่างข้อความ

"ฉันรู้สึกว่าเป็นเรื่องที่ดีแต่คาดเดาว่าจะเกิดอะไรต่อได้ ChatGPT สามารถบรรยายและเปรียบเทียบสิ่งต่าง ๆ ได้อย่างสวยงาม แต่เรื่องที่ ChatGPT แต่งจะเป็นแค่ คนดีก็ดี คนร้ายก็ร้าย คนดีฆ่าคนร้ายตาย จบ" (อาสาสมัครคนที่ 5)

ข้อสังเกตนี้แสดงให้เห็นความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนที่สามารถแยกแยะระหว่างคุณภาพทางภาษากับความซับซ้อนของโครงเรื่อง แต่ด้วยความสร้างสรรค์เรื่องราวของ ChatGPT จะช่วยให้นักเรียนเห็นการตั้งชื่อตัวละครที่แตกต่างจากตนเอง และมีโครงเรื่องที่เข้าใจได้ง่าย

4.3.3 ทัศนคติต่อการใช้ ChatGPT ในการเขียนบรรยายและพรรณนา

นักเรียนมีทัศนคติเชิงบวกสูงต่อการใช้ ChatGPT ในการเขียนบรรยายและพรรณนา โดยชื่นชมทั้งโวหารบรรยายที่เข้าใจง่ายและโวหารพรรณนาที่มีจินตนาการกว้างไกล ดังตัวอย่างข้อความ

"ฉันรู้สึกชอบในเนื้อหาที่ ChatGPT แต่ง เพราะ ข้อความมีเนื้อหาที่ดี บรรยายโวหารเขียนแล้วเข้าใจ ส่วนพรรณนาโวหารก็มีจินตนาการไปไกล มีความนึกคิดดี เนื้อหาเยอะ อ่านสนุก" (อาสาสมัครคนที่ 6)

แสดงให้เห็นว่า ChatGPT สามารถเลือกใช้ภาษาที่แสดงให้เห็นภาพอย่างชัดเจน ส่งผลต่อจินตนาการของผู้เรียน

4.3.4 ทัศนคติต่อการใช้ ChatGPT ในการเขียนบทพูดโน้มน้าวใจ

นักเรียนเห็นว่า ChatGPT มีประสิทธิภาพสูงในการโน้มน้าวใจและการใช้เหตุผล แต่มีข้อจำกัดเรื่องการใช้ภาษาที่ซับซ้อนเกินไปและความยาวของเนื้อหา ดังตัวอย่างข้อความ

"ใช้ความหมายโดยนัยมากเกินไป แต่เขียนได้ดีสามารถโน้มน้าวใจได้" (อาสาสมัครคนที่ 7)

"ฉันชอบคำพูดที่เขาใช้ รู้สึกมีเหตุผลมากมาย เขียนดีแต่มีข้อเสียคือเขียนเยอะเกินไป" (อาสาสมัครคนที่ 8)

"ข้อความที่ทำให้มาจะมีความละเอียดและมีประสิทธิภาพสูง" (อาสาสมัครคนที่ 8)

จากความคิดเห็นข้างต้นจะเห็นได้ว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีทัศนคติเชิงบวกโดยรวมต่อการใช้ ChatGPT ในการพัฒนาทักษะการเขียนเชิงสร้างสรรค์ภาษาไทย โดยระบุประโยชน์หลัก ได้แก่ การเพิ่มความคล่องแคล่วในการเขียน การปรับปรุงคุณภาพทางภาษา การขยายจินตนาการ การให้เหตุผลที่หลากหลาย และการลดความวิตกกังวลในการเขียน อย่างไรก็ตาม นักเรียนยังสามารถระบุข้อจำกัดของ ChatGPT ได้อย่างมีวิจารณญาณ ได้แก่ โครงเรื่องที่เรียบง่ายและคาดเดาได้ การใช้ภาษาที่ซับซ้อนมากเกินไป และความยาวของเนื้อหาที่อาจมากเกินไปจนเกินไป แสดงให้เห็นถึงความสามารถในการคิดวิเคราะห์เชิงวิพากษ์ของนักเรียน และเมื่อพิจารณาความแตกต่างตามประเภทงานเขียนพบว่า นักเรียนมีทัศนคติเชิงบวกสูงสุดต่อการเขียนบรรยายและพรรณนา รองลงมาคือการเขียนเรียงความตามจินตนาการ ส่วนการเขียนนิทานและการเขียนบทพูดโน้มน้าวใจมีข้อวิจารณ์เกี่ยวกับข้อจำกัดมากกว่าประเภทงานเขียนอื่น ๆ สรุปได้ว่า นักเรียนมีทัศนคติเชิงบวกต่อการใช้ ChatGPT ในการพัฒนาทักษะการเขียนเชิงสร้างสรรค์ภาษาไทย สามารถระบุทั้งประโยชน์และข้อจำกัดอย่างมีวิจารณญาณ และมีความตระหนักในการใช้ ChatGPT เป็นเครื่องมือช่วยเหลือที่ต้องมีการปรับแก้และพัฒนาต่อ

5. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

การวิจัยนี้ศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเขียนภาษาไทยเชิงสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 41 คน ระหว่างการสอนแบบปกติกับการสอนโดยใช้ ChatGPT เป็นผู้ช่วย ในงานเขียน 4 ประเภท รวม 8 คาบเรียน ระหว่างเดือนมิถุนายน-กันยายน 2568 ผลการวิจัยพบว่าคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเขียนของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ ChatGPT เป็นผู้ช่วย ($\bar{X} = 7.78$, $SD = 0.66$) สูงกว่าการสอนแบบปกติ ($\bar{X} = 6.63$, $SD = 0.76$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($t = -15.89$, $p < .001$) โดยมีความแตกต่าง 1.15 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 11.50 และพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทุกประเภทงานเขียน นอกจากนี้ นักเรียนมีทัศนคติเชิงบวกต่อการใช้ ChatGPT โดยเห็นว่าช่วยเพิ่มความสะดวกในการเขียน ใช้เวลาน้อยลง ปรับปรุงการใช้ภาษาให้ดีขึ้น เพิ่มคลังคำช่วยต่อเติมจินตนาการ และสร้างความมั่นใจให้แก่ นักเรียน ขณะเดียวกัน นักเรียนสามารถระบุข้อจำกัดของ ChatGPT ได้อย่างมีวิจารณญาณ เช่น โครงเรื่องนิทานที่เป็นสำเร็จรูปและเข้าใจง่ายเกินไป การใช้ภาษาที่ซับซ้อนในงานเขียนโน้มน้าวใจ และเนื้อหาที่ยาวเกินความจำเป็นจนยากต่อการสังเคราะห์

ผลการวิจัยที่พบว่าการสอนโดยใช้ ChatGPT เป็นผู้ช่วยส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเขียนสูงกว่าการสอนแบบปกติ 1.15 คะแนน (ร้อยละ 11.50) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นั้นสอดคล้องกับงานวิจัยของ Polakova and Ivenz (2024, pp. 7-8) ที่พบว่า ChatGPT สามารถให้ข้อเสนอแนะที่มีประสิทธิภาพในด้านความกระชับของเนื้อหา ไวยากรณ์ และการใช้ภาษา ส่งผลให้นักศึกษา EFL มีคะแนนหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Maghamil and Sieras (2024, pp. 124) ที่พบว่า ChatGPT ส่งผลเชิงบวกต่อคุณภาพการเขียนเชิงวิชาการของนักเรียนมัธยมปลายในฟิลิปปินส์ เนื่องจากมอบประสบการณ์การเรียนรู้ที่น่าพึงพอใจ การโต้ตอบแบบทันที และการให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับคำศัพท์และไวยากรณ์ รวมทั้งสอดคล้องกับงานวิจัยในบริบทไทยของ Rangseepanya and Art-in (2025, pp. 351-352) ที่นำการจัดการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์เป็นฐาน (CBL) มาบูรณาการกับ ChatGPT พบว่านักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีคะแนนความสามารถในการเขียนเชิงสร้างสรรค์เฉลี่ยร้อยละ 77.13 ความสำเร็จของการใช้ ChatGPT ในการพัฒนาทักษะการเขียนนี้สามารถอธิบายได้ด้วยหลักการทางทฤษฎีหลายประการ ประการแรก สอดคล้องกับแนวคิด Zone of proximal development ของ Vygotsky (1978, pp. 84-91) ที่เน้นว่าการเรียนรู้จะมีประสิทธิภาพสูงสุดเมื่อผู้เรียนได้รับการสนับสนุนที่เหมาะสมในระดับที่ท้าทายแต่ไม่สูงเกินความสามารถ โดย ChatGPT ทำหน้าที่เป็นนั่งร้าน (Scaffolding) ที่ช่วยเหลือนักเรียนในการพัฒนาทักษะการเขียนจากระดับที่ทำได้เองไปสู่ระดับที่สูงขึ้นด้วยการให้ความช่วยเหลือ ประการที่สอง สอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์นิยม (Constructivism) ที่เน้นว่าผู้เรียนสร้างความรู้ของตนเองผ่านการโต้ตอบกับสภาพแวดล้อมและเครื่องมือ โดย ChatGPT เป็นเครื่องมือที่ช่วยให้นักเรียนได้ทดลอง สำรวจ และสร้างงานเขียนด้วยตนเอง ประการที่สาม สอดคล้องกับแนวคิดของ Ali et al. (2023, pp. 44-45) ที่พบว่า ChatGPT สามารถช่วยเพิ่มแรงจูงใจในการเรียนรู้ ส่งเสริมการเรียนรู้อย่างอิสระ สร้างความมั่นใจให้แก่ผู้เรียน และสร้างความสนุกสนานในการเรียน นอกจากนี้ ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนจากการสอนโดยใช้ ChatGPT ($SD = 0.66$) ที่ต่ำกว่าการสอนแบบปกติ ($SD = 0.76$) แสดงให้เห็นว่า ChatGPT ช่วยลดความแตกต่างระหว่างนักเรียนที่มีความสามารถต่างกัน สะท้อนถึงความเป็นธรรมในการเข้าถึงการศึกษาที่มีคุณภาพ ซึ่งสอดคล้อง

กับแนวคิดการจัดการศึกษาเพื่อความเสมอภาค (Educational equity) ที่เน้นให้ผู้เรียนทุกคนได้รับโอกาสในการพัฒนาตนเอง ตามศักยภาพและสะท้อนถึงศักยภาพในการลดความเหลื่อมล้ำทางการศึกษาโดยเฉพาะสำหรับนักเรียนที่มีพื้นฐานอ่อนหรือขาดโอกาสในการเข้าถึงการศึกษาที่มีคุณภาพ ในส่วนของทัศนคติ ผลการวิจัยพบว่านักเรียนมีทัศนคติเชิงบวกต่อการใช้ ChatGPT ในทุกประเภทงานเขียน โดยระบุประโยชน์หลักได้แก่ การเพิ่มความคล่องแคล่วในการเขียน การปรับปรุงคุณภาพทางภาษา การขยายจินตนาการ และการลดความวิตกกังวล ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Hasanein and Sobaih (2023, pp. 2605-2606) ที่พบว่า ChatGPT เพิ่มประสิทธิภาพการเรียนรู้และส่งเสริมการเรียนรู้ที่เป็นส่วนตัว สิ่งที่น่าสนใจประการสำคัญคือนักเรียนสามารถระบุข้อจำกัดของ ChatGPT ได้อย่างมีวิจารณญาณ เช่น โครงเรื่องนิทานที่เป็นสำเร็จรูปและเข้าใจง่ายเกินไป การใช้ภาษาที่ซับซ้อนในงานเขียนไม่น่าสนใจ และเนื้อหาที่ยาวเกินความจำเป็นจนยากต่อการสังเคราะห์ แสดงให้เห็นถึงความสามารถในการคิดวิเคราะห์เชิงวิพากษ์ (Critical Thinking) ที่เป็นทักษะสำคัญในศตวรรษที่ 21 การที่นักเรียนสามารถประเมินคุณภาพของข้อมูลจาก ChatGPT และระบุว่าต้องมีการปรับแก้และพัฒนาต่อ แสดงให้เห็นว่านักเรียนไม่ได้ยอมรับข้อมูลจาก AI อย่างไร้เงื่อนไข แต่มีความตระหนักในการใช้ ChatGPT เป็นเครื่องมือช่วยเหลือที่ต้องผ่านการพิจารณาและปรับปรุง สอดคล้องกับแนวคิดของ Rahman and Watanobe (2023, pp. 16) ที่เน้นย้ำว่า ChatGPT ควรเป็นเครื่องมือเสริมไม่ใช่เครื่องมือทดแทนในการจัดการศึกษา อย่างไรก็ตาม ผู้วิจัยตระหนักถึงข้อจำกัดและข้อควรระวังในการนำ ChatGPT มาใช้ในการศึกษา สอดคล้องกับข้อควรระวังของ Baidoo-Anu and Owusu Ansah (2023, pp. 58) ที่กล่าวว่า ChatGPT อาจสร้างข้อมูลที่ผิดพลาดหรือไม่มีอยู่จริง และอาจเกิดอคติจากการเรียนรู้ข้อมูลจากผู้ใช้นอกจากนี้ การให้ ChatGPT มีบทบาทมากเกินไปอาจส่งผลกระทบต่อปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียน และอาจทำให้นักเรียนพึ่งพา AI มากเกินไปจนส่งผลเสียต่อการพัฒนาทักษะการคิดอย่างอิสระและความคิดสร้างสรรค์ (Marzuki et al., 2023, pp. 13) ดังนั้น การนำ ChatGPT มาใช้ในการจัดการเรียนการสอนจึงต้องมีการออกแบบอย่างรอบคอบ โดยครูผู้สอนต้องมีบทบาทสำคัญในการกำกับดูแล ให้คำแนะนำ และช่วยนักเรียนพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์เชิงวิพากษ์ต่อข้อมูลที่ได้รับจาก AI สอดคล้องกับแนวคิดของ Siripipatthanakul et al. (2024, pp. 27-29) ที่เห็นว่า ChatGPT มีศักยภาพในการเป็นเครื่องมือที่เหมาะสมในการสนับสนุนการเรียนการสอน หากมีการนำไปใช้อย่างเหมาะสมและสอดคล้องกับทรัพยากรทางการสอนอื่น ๆ โดยไม่สามารถแทนที่ครูผู้สอนได้ แต่ควรเป็นการบูรณาการให้เหมาะสมกับทรัพยากรทางการเรียนรู้และจำเป็นต้องมีการกำกับดูแลเสมอ นอกจากนี้ การออกแบบแบบแผนการวิจัยภายในกลุ่ม (Within-subjects design) ในการวิจัยครั้งนี้ช่วยควบคุมความแปรปรวนระหว่างบุคคลได้อย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากนักเรียนกลุ่มเดียวกันได้รับการสอนทั้งสองรูปแบบ โดยผลิตงานเขียนและเก็บคะแนนแยกเป็นรายคาบ การทำงานเขียนแต่ละประเภทมีหัวข้อและโวหารที่แตกต่างกัน โดยสิ้นเชิงยังช่วยลด Carryover effect ได้ในระดับหนึ่ง อย่างไรก็ตาม ผู้วิจัยได้ตระหนักถึงข้อจำกัดด้านการสุ่มตัวอย่างของการวิจัยครั้งนี้ เนื่องจากกลุ่มตัวอย่างได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling) จากโรงเรียนสาธิตแห่งหนึ่งในกรุงเทพมหานคร ซึ่งมีบริบทเฉพาะด้านความพร้อมของผู้เรียน ทรัพยากร และการสนับสนุนจากสถาบัน จึงอาจจำกัดความสามารถในการอ้างอิงผลการวิจัยไปยังบริบทโรงเรียนอื่น โดยเฉพาะโรงเรียนในพื้นที่ห่างไกล โรงเรียนขนาดเล็ก หรือโรงเรียนที่มีความพร้อมด้านเทคโนโลยีแตกต่างกันการวิจัยในอนาคตควรขยายกลุ่มตัวอย่างให้ครอบคลุมโรงเรียนที่หลากหลายและใช้การสุ่มตัวอย่างแบบความน่าจะเป็น (Probability sampling) เพื่อเพิ่มความสามารถในการอ้างอิงผลการวิจัยในวงกว้างยิ่งขึ้น และข้อจำกัดประการหนึ่งของการวิจัยนี้คือนักเรียนทุกคนได้รับการสอนแบบปกติก่อนการสอนโดยใช้ ChatGPT ในทุกประเภทงานเขียน ซึ่งอาจทำให้ไม่สามารถตัด Order effect ออกได้อย่างสมบูรณ์ แต่การทำงานเขียนแต่ละประเภทมีลักษณะรูปแบบและหัวข้อที่แตกต่างกันโดยสิ้นเชิงยังสามารถช่วยลดโอกาสของ Carryover effect ได้

6. ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัยที่พบว่าการใช้ ChatGPT เป็นผู้ช่วยส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเขียนเชิงสร้างสรรค์สูงขึ้นและมีทัศนคติเชิงบวก ผู้สอนควรบูรณาการ ChatGPT เข้ากับการจัดการเรียนการสอนอย่างเป็นระบบ โดยใช้ช่วยในขั้นตอนการระดมสมอง การร่างโครงเรื่อง และการปรับปรุงงานเขียนภายใต้การกำกับดูแลของครู เพื่อให้นักเรียนเข้าใจว่า ChatGPT เป็นเครื่องมือช่วยพัฒนาทักษะไม่ใช่แหล่งคำตอบสำเร็จรูป พร้อมทั้งออกแบบกิจกรรมที่ส่งเสริมปฏิสัมพันธ์ทางสังคมควบคู่กับการใช้เทคโนโลยี และควรขยายกลุ่มตัวอย่างให้ครอบคลุมโรงเรียนที่หลากหลายบริบทและใช้การสุ่มตัวอย่างแบบความน่าจะเป็น เพื่อเพิ่มความสามารถในการอ้างอิงผลการวิจัยในวงกว้าง รวมทั้งทักษะการเขียนประเภทอื่น เช่น การเขียนเชิงวิชาการหรือการเขียนรายงาน เพื่อทดสอบประสิทธิผลของการใช้ ChatGPT ในบริบทที่หลากหลาย

กิตติกรรมประกาศ

บทความวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการวิจัยเรื่อง เงื่อนไขข้อจำกัดของโปรแกรม ChatGPT ในปริทัศน์งานเขียนเชิงสร้างสรรค์ภาษาไทย และการนำไปใช้เพื่อพัฒนาทักษะการเขียนสำหรับนักเรียนยุคดิจิทัลทรานส์ฟอร์เมชัน ซึ่งได้รับการยกเว้นการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์จากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ รหัสโครงการ KUREC-SSR68/025 เมื่อวันที่ 20 มีนาคม 2568 ทั้งนี้ผู้วิจัยขอขอบพระคุณภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ สำหรับการสนับสนุนทุนวิจัย รวมถึงขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่านที่กรุณาตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัย ขอบพระคุณผู้บริหาร คณะครูอาจารย์ และนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา ที่ให้ความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เอกสารอ้างอิง

- Ali, J. K. M., Shamsan, M. A. A., Hezam, T. A., & Mohammed, A. A. (2023). Impact of ChatGPT on learning motivation: Teachers and students' voices. *Journal of English Studies in Arabia Felix*, 2(1), 41–49. <https://doi.org/10.56540/jesaf.v2i1.51>.
- Baidoo-Anu, D., & Owusu Ansah, L. (2023). Education in the era of generative artificial intelligence (AI): Understanding the potential benefits of ChatGPT in promoting teaching and learning. *Journal of AI*, 7(1), 52–62. <https://doi.org/10.3390/journalofai7010003>.
- Hasanein, A. M., & Sobaih, A. E. E. (2023). Drivers and consequences of ChatGPT use in higher education: Key stakeholder perspectives. *European Journal of Investigation in Health, Psychology and Education*, 13(11), 2599–2614. <https://doi.org/10.3390/ejihpe13110181>.
- Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (2025). *PISA 2022 results: Mathematics, reading, and science*. Ministry of Education. (in Thai)
- Jacobs, H. L., Zinkgraf, S. A., Wormuth, D. R., Hartfiel, V. F., & Hughey, J. B. (1981). *Testing ESL composition: A practical approach*. Newbury House.
- Maghamil, M. C., & Sieras, S. G. (2024). Impact of ChatGPT on the academic writing quality of senior high school students. *Journal of English Language Teaching and Applied Linguistics*, 6(2), 115–128. <https://doi.org/10.32996/jeltal>.
- Marzuki, M., Widiati, U., Rusdin, D., Darwin, & Indrawati, I. (2023). The impact of AI writing tools on the content and organization of students' writing: EFL teachers' perspective. *Cogent Education*, 10(2). <https://doi.org/10.1080/2331186X.2023.2236469>.
- Ministry of Education. (2017). Indicators and core learning content: Thai language learning area (revised edition B.E. 2560) according to the basic education core curriculum B.E. 2551. Agricultural Cooperative Federation of Thailand Printing. (in Thai)
- Ministry of Education. (2008). *The basic education core curriculum B.E. 2551*. Agricultural Cooperative Federation of Thailand. (in Thai)
- Polakova, P., & Ivenz, P. (2024). The impact of ChatGPT feedback on the development of EFL students' writing skills. *Cogent Education*, 11(1), 1-12. <https://doi.org/10.1080/2331186X.2024.2410101>.
- Rahman, M. M., & Watanobe, Y. (2023). ChatGPT for education and research: Opportunities, threats, and strategies. *Applied Sciences*, 13(9), 1–21. <https://doi.org/10.3390/app13095783>.
- Rangseepanya, T., & Art-in, S. (2025). The Development of Creative Writing Ability of Grade 10 Students Using Creativity-based Learning with ChatGPT. *Journal of Humanities and Social Sciences*, Nakhon Phanom University, 15(1), 346–360. (in Thai)

- Santhuenkaew, T. (2024). Using artificial intelligence technology AI (ChatGPT) to Promote Writing Skills. *Journal of Applied Education*, 2(2), 45–58. (in Thai)
- Siripipatthanakul, S., Phuangsuwan, P., Rakpathum, P., & Wattanakul, T. (2024). Integrating ChatGPT into higher education: Benefits and challenges. *International Journal of Behavioral Analytics*, 4(1), 1–14.
- Su, J., & Yang, W. (2023). Unlocking the power of ChatGPT: A framework for applying generative AI in education. *ECNU Review of Education*, 6(3), 355–366.
- Thammanan, S., & Bamroongcheep, U. (2025). Wonderful ChatGPT Creating Content for Communication of Learners in The AI Era. *Social Studies Review Journal*, 1(3), 96–110. (in Thai)
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard University Press.

“ข้อคิดเห็น เนื้อหา รวมทั้งการใช้ภาษาในบทความถือเป็นความรับผิดชอบของผู้เขียน”

Research article

การใช้ปัญญาประดิษฐ์ในการเรียนการสอนของนักศึกษาภาควิชาครุศาสตร์เกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

THE USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN TEACHING AND LEARNING OF STUDENTS IN
AGRICULTURAL EDUCATION DEPARTMENT, KING MONGKUT'S INSTITUTE OF
TECHNOLOGY LADKRABANG

นวนนท์ รื่นนิมิตร*, ศราวุธ อินทรเทศ, และรัชดากร พลภักดี

Navanon Ruennimit*, Sarawut Intorrathed, and Ratchadakorn Phonpakdee

66036078@kmitl.ac.th, sarawut.in@kmitl.ac.th, and ratchadakorn.ph@kmitl.ac.th

*Corresponding author E-mail: 66036078@kmitl.ac.th

สาขาวิชาการศึกษาเกษตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
กรุงเทพมหานคร 10520 ประเทศไทย

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

Journal of Industrial Education. 2026, Vol. 25 (No. 1), <https://doi.org/10.55003/JIE.25106>

Received: February 13, 2026 | **Revised:** March 19, 2026 | **Accepted:** April 3, 2026

Citation reference :

Ruennimit N., Intorrathed S., & Phonpakdee R. (2025). The use of artificial intelligence in teaching and learning of students in agricultural education department, king Mongkut's institute of technology ladkrabang. *Journal of Industrial Education*, 25(1), 28-40.

ABSTRACT

This research investigates the general characteristics, behaviors, and factors influencing the use of Artificial Intelligence (AI) in learning and teaching practicum among students in the Department of Agricultural Education at King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang. The research population consisted of 43 fourth-year undergraduate students enrolled in the Bachelor of Science in Industrial Education program, majoring in Agricultural Education, during the 2025 academic year. The research instrument was a four-part questionnaire. Data were analyzed by means of frequency, percentage, mean, standard deviation, and correlation coefficient. The results revealed that most respondents were female (74.42%) with a cumulative GPA (grade point average) ranging from 3.00 to 3.49. They primarily accessed the internet at home via smartphones for more than 60 minutes per session. Most students agreed that AI tools enhance learning efficiency (95.35%), with the critical thinking factor yielding the highest mean score. The use of AI during learning activities was at a frequent level (mean = 3.54), particularly in online learning contexts. In contrast, AI usage during teaching practicum was at a moderate level (mean = 3.07), mainly for assessment and information searching. The results of the factor analysis indicated that gender, subject group, internet access location, social influence, and rational thinking had a statistically significant impact on the use of artificial intelligence in different aspects of learning at the .05 level. In contrast, expenses, family income, internet access location, perceived usefulness, social influence, and achievement motivation were found to have a statistically significant effect on AI use during teaching practicum at the .05 significance level. To sum up, internet access location, social influence, and achievement motivation were identified as key variables contributing to statistically significant differences in AI use during

both learning and teaching practicum. These findings highlight the importance of contextual access and intrinsic motivation in integrating AI into educational practice.

Keywords: Artificial intelligence, Teaching and learning, Factors influencing the use of artificial intelligence
Artificial intelligence usage behavior, Agricultural education

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้เป็นการศึกษาสภาพทั่วไป พฤติกรรม และปัจจัยที่ส่งผลต่อการใช้ปัญญาประดิษฐ์ในการเรียนการสอนของนักศึกษา ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ประชากรคือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 4 หลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาครุศาสตร์เกษตร ปีการศึกษา 2568 จำนวน 43 คน เครื่องมือวิจัยคือ แบบสอบถาม จำนวน 4 ตอน วิเคราะห์ข้อมูลด้วยค่าความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ผลการวิจัยพบว่า นักศึกษาส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง (ร้อยละ 74.42) มีเกรดเฉลี่ย 3.00–3.49 ใช้อินเทอร์เน็ตที่บ้านผ่านสมาร์ทโฟนมากกว่า 60 นาทีต่อครั้ง นักศึกษาเห็นด้วยว่าปัญญาประดิษฐ์ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนรู้ (ร้อยละ 95.35) โดยปัจจัยด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณมีค่าเฉลี่ยสูงสุด การนำปัญญาประดิษฐ์มาใช้ในการระหว่างการเรียนรู้ อยู่ในระดับบ่อยครั้ง (ค่าเฉลี่ย 3.54) สูงสุดในด้านการเรียนออนไลน์ ส่วนการใช้ระหว่างปฏิบัติการสอนอยู่ในระดับปานกลาง (ค่าเฉลี่ย 3.07) โดยเน้นด้านการประเมินผล และการค้นคว้าข้อมูล เมื่อวิเคราะห์ปัจจัยพบว่า เพศ กลุ่มวิชา สถานที่ใช้อินเทอร์เน็ต อิทธิพลทางสังคม และการคิดอย่างมีเหตุผล ส่งผลต่อการใช้ปัญญาประดิษฐ์ระหว่างการเรียนรู้ในด้านต่าง ๆ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ในขณะที่ปัจจัยด้านค่าใช้จ่าย รายได้ครอบครัว สถานที่ใช้อินเทอร์เน็ต การรับรู้ประโยชน์ อิทธิพลทางสังคม และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ส่งผลต่อการใช้ปัญญาประดิษฐ์ระหว่างปฏิบัติการสอนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สรุปผลภาพรวมพบว่า ปัจจัยด้านสถานที่ใช้อินเทอร์เน็ต อิทธิพลทางสังคม และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ เป็นตัวแปรสำคัญที่ทำให้การใช้ปัญญาประดิษฐ์ระหว่างการเรียนรู้และการปฏิบัติการสอนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05 ผลการวิจัยสะท้อนให้เห็นว่าปัจจัยด้านบริบทการเข้าถึงเทคโนโลยี และแรงจูงใจภายใน มีบทบาทสำคัญต่อการบูรณาการปัญญาประดิษฐ์ในการเรียนการสอน

คำสำคัญ: ปัญญาประดิษฐ์, การเรียนการสอน, ปัจจัยที่ส่งผลต่อการใช้ปัญญาประดิษฐ์, พฤติกรรมการใช้ปัญญาประดิษฐ์, ครุศาสตร์เกษตร

1. บทนำ

ในยุคดิจิทัลปัจจุบัน การศึกษาไทยกำลังก้าวเข้าสู่จุดเปลี่ยนสำคัญด้วยการบูรณาการเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อสร้างการเรียนรู้ที่ยืดหยุ่นและไร้ขีดจำกัด สอดรับกับนโยบายของ Ministry of Education (MOE, 2022, pp. 1-2) ที่มุ่งเน้นการพัฒนาทักษะแห่งอนาคตมากกว่าเพียงทฤษฎี โดยเฉพาะปัญญาประดิษฐ์ (AI) ที่เข้ามามีบทบาทหลักในการขับเคลื่อนเศรษฐกิจและวิถีชีวิต ทำให้สถาบันการศึกษาจำเป็นต้องปรับตัวอย่างรวดเร็วเพื่อผลิตบุคลากรที่มีทักษะการคิดวิเคราะห์และสามารถประยุกต์ใช้ปัญญาประดิษฐ์เพื่อยกระดับคุณภาพการศึกษาให้เท่าทันระดับสากล

จากการสำรวจสถานการณ์ปัจจุบัน พบว่ามีการนำปัญญาประดิษฐ์เข้ามาใช้ในภาคการศึกษาอย่างเป็นรูปธรรมมากขึ้น โดยในบริบทการเรียนการสอน อาจารย์ผู้สอนเริ่มใช้ปัญญาประดิษฐ์เป็นเครื่องมือช่วยออกแบบบทเรียนและใช้ระบบวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อติดตามพัฒนาการของผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Chagamonon et al. (2025, pp. 885-906) ที่พบว่าอาจารย์ส่วนใหญ่นำ ChatGPT มาใช้เพื่อลดระยะเวลาและยกระดับคุณภาพในการเตรียมสื่อการสอน และการวางแผนวิจัย ขณะที่ในฝั่งของนักศึกษา ปัญญาประดิษฐ์ได้กลายเป็นผู้ช่วยส่วนตัวที่สำคัญ ทั้งการใช้ Chatbot เพื่อสืบค้นข้อมูลเชิงลึก หรือการฝึกฝนทักษะเฉพาะทางผ่านโปรแกรมจำลองสถานการณ์ ซึ่ง Panitpichetwong et al. (2024, pp. 31-45) ระบุว่าผู้เรียนระดับอุดมศึกษามีความพึงพอใจต่อการใช้ปัญญาประดิษฐ์ในรูปแบบผสมผสานเพื่อสืบค้นข้อมูล ซึ่งสอดคล้องกับแนวโน้มของภาคธุรกิจและสาธารณสุขที่ประสบความสำเร็จในการใช้ปัญญาประดิษฐ์ไปก่อนหน้านี้ (Digital Economy Promotion Agency (DEPA), 2020, Online) สะท้อนให้เห็นว่าการรู้เท่าทันและใช้ปัญญาประดิษฐ์อย่างสร้างสรรค์ได้กลายเป็นทักษะพื้นฐานที่นักศึกษาต้องมีเพื่อความสำเร็จในโลกการทำงานยุคใหม่

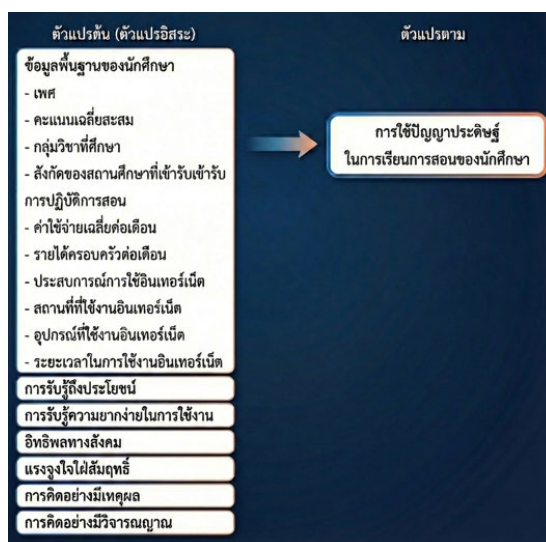
เพื่อให้สอดคล้องกับความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีและบริบททางการศึกษาที่เปลี่ยนแปลงไป งานวิจัยนี้จึงดำเนินการโดยใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงปริมาณ มุ่งเน้นการสำรวจสภาพปัจจุบันและพฤติกรรมการใช้เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ในการเรียนการสอนของนักศึกษาภาควิชาครุศาสตร์เกษตร โดยศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยพื้นฐาน พฤติกรรมการใช้อินเทอร์เน็ต และปัจจัยทางจิตวิทยาที่ส่งผลต่อการใช้งานจริง ทั้งในบริบทของการเรียนและการปฏิบัติการสอน โดยผู้วิจัยได้กำหนดตัวแปรและวางกรอบแนวคิดตามแนวทางการวิจัยของ Shahid et al. (2024, pp. 347-357) และ Chomchit and Pattamashopaskul (2025, pp. 380-393) ที่ให้ความสำคัญกับปัจจัยด้านการรับรู้ประโยชน์ ความเข้ากันได้ของเทคโนโลยี และอิทธิพลทางสังคม รวมถึงบูรณาการทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ตามต้นแบบงานวิจัยของ Boon-art et al. (2020, pp. 48-63) และ Soongam (2018, pp. 86-98) ข้อมูลเชิงประจักษ์ที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้ จะนำไปสู่การวิเคราะห์เพื่อหาแนวทางปฏิบัติและข้อเสนอแนะในการส่งเสริมสมรรถนะด้านเทคโนโลยีของนักศึกษาให้มีประสิทธิภาพและเหมาะสมกับสาขาวิชาชีพ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสภาพทั่วไปและพฤติกรรมการใช้ปัญญาประดิษฐ์ในการเรียนการสอน และปัจจัยที่ส่งผลต่อการใช้ปัญญาประดิษฐ์ในการเรียนการสอนของนักศึกษาภาควิชาครุศาสตร์เกษตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง โดยผลจากการวิจัยจะทำให้ได้องค์ความรู้ แนวทางปฏิบัติ และข้อมูลพื้นฐานสำคัญในการออกแบบและพัฒนาระบบการเรียนการสอนที่มีการนำปัญญาประดิษฐ์มาใช้ให้เหมาะสมกับบริบทของนักศึกษาและอาจารย์ในภาควิชาครุศาสตร์เกษตรต่อไป

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษางานวิจัยตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน พบวิวัฒนาการของการนำเทคโนโลยีมาสนับสนุนการเรียนการสอนอย่างต่อเนื่อง โดยเริ่มจากการใช้เครื่องมือออนไลน์พื้นฐานในช่วงสถานการณ์โควิด-19 ซึ่งงานวิจัยของ Kaewkongpan et al. (2023, pp. 94-107) และ Lambensa (2022, pp. 32-47) ได้ผลการวิจัยตรงกันว่า การใช้แพลตฟอร์มอย่าง Zoom, Kahoot หรือ Google classroom ช่วยกระตุ้นความสนใจ สร้างปฏิสัมพันธ์ และยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้ดีในระดับหนึ่ง โดยปัจจุบันได้มีการขยายขอบเขตไปสู่การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพทั้งระบบการศึกษา โดยงานวิจัยของ Panitpichetwong et al. (2024, pp. 31-45) พบว่าผู้เรียนระดับอุดมศึกษามีความพึงพอใจต่อการใช้ AI ในรูปแบบผสมผสาน เช่น การใช้ Microsoft Bing และ ChatGPT ช่วยสืบค้นข้อมูล สอดรับกับผลการศึกษาของ Chagamanon et al. (2025, pp. 885-906) ที่พบว่าอาจารย์ส่วนใหญ่นำ ChatGPT มาช่วยลดระยะเวลาและยกระดับคุณภาพในการเตรียมสื่อการสอน และการวางแผนวิจัย สะท้อนให้เห็นว่าเทคโนโลยีได้เข้ามามีบทบาทสำคัญในการส่งเสริมศักยภาพ ทั้งผู้เรียนและผู้สอนอย่างเป็นรูปธรรม

จากการสังเคราะห์งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่าการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ปัญญาประดิษฐ์ และสื่อสังคมออนไลน์ในการจัดการเรียนการสอน มีบทบาทสำคัญในการเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความเข้าใจเนื้อหา และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ของผู้เรียนสูงกว่าการเรียนแบบปกติ โดยปัจจัยที่ส่งผลต่อการยอมรับและพฤติกรรมการใช้งานเทคโนโลยี ประกอบด้วยปัจจัยส่วนบุคคล ได้แก่ เพศ ระดับชั้นปี ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สาขาวิชา และค่าใช้จ่าย เป็นตัวแปรพื้นฐานที่มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรม เช่น ผลงานวิจัยของ Ponthana and Hanprom (2017, pp. 19-34) , Saengsuk (2019, pp. 556-573), Boon-art et al. (2018, pp. 48-63) และ Laputama et al. (2022, pp. 10-20) ควบคู่ไปกับปัจจัยด้านพฤติกรรมการใช้อินเทอร์เน็ต เช่น อุปกรณ์และสถานที่ในการใช้งาน ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Tupiya (2017, pp. 88-89); Chiewjindakarn (2019, pp. 1981-2000) นอกจากนี้ ปัจจัยด้านจิตวิทยาและการรับรู้เทคโนโลยี เช่น การรับรู้ประโยชน์ ความเข้ากันได้ของเทคโนโลยี และอิทธิพลทางสังคม เป็นสิ่งสำคัญในการตัดสินใจใช้งาน ดังผลงานวิจัยของ Shahid et al. (2024, pp. 347-357) ; Chomchit and Pattamashopaskul (2025, pp. 380-393) รวมถึงทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ที่พบในงานของ Boon-art et al. (2020, pp. 48-63) และ Soongam (2018, pp. 86-98) ตามลำดับ นำไปสู่การกำหนดสมมติฐานการวิจัย คือ สภาพทั่วไปและพฤติกรรมการใช้อินเทอร์เน็ต และปัจจัยต่าง ๆ ได้แก่ การรับรู้ถึงประโยชน์การรับรู้ความยากง่ายในการใช้งาน อิทธิพลทางสังคม แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ การคิดอย่างมีเหตุผล และการคิดอย่างมีวิจารณญาณส่งผลต่อการใช้ปัญญาประดิษฐ์ในการเรียนการสอนของนักศึกษา ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

3. วิธีดำเนินการวิจัย

กำหนดระเบียบวิธีวิจัยแบบเชิงปริมาณ (Quantitative research) มีกระบวนการวิจัยที่ตอบวัตถุประสงค์การวิจัย ดังนี้

3.1 ขอบเขตการวิจัย

3.1.1 ขอบเขตด้านเนื้อหา

ศึกษาสภาพทั่วไปและพฤติกรรมการใช้อินเทอร์เน็ตของนักศึกษา ได้แก่ เพศ คณะแผนกสายสะสม กลุ่มวิชาที่ศึกษา สังกัดของสถานศึกษาที่เข้ารับการปฏิบัติการสอน ค่าใช้จ่ายเฉลี่ยต่อเดือน รายได้ครอบครัวต่อเดือน ประสบการณ์การใช้อินเทอร์เน็ต สถานที่ที่ใช้งานอินเทอร์เน็ต อุปกรณ์ที่ใช้งานอินเทอร์เน็ต และระยะเวลาในการใช้งานอินเทอร์เน็ต และปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้ปัญญาประดิษฐ์ ได้แก่ การรับรู้ถึงประโยชน์ การรับรู้ความยากง่ายในการใช้งาน อิทธิพลทางสังคม แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ การคิดอย่างมีเหตุผล และการคิดอย่างมีวิจารณญาณต่อการใช้ปัญญาประดิษฐ์ในการเรียนการสอนของนักศึกษา

3.1.2 ขอบเขตด้านประชากร

ประชากร คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 4 หลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาครุศาสตร์เกษตร ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ปีการศึกษา 2568 ที่กำลังปฏิบัติการสอนในสถานศึกษา จำนวน 43 คน

3.2 ขั้นตอนการวิจัย

ขั้นตอนที่ 1 การสร้างเครื่องมือวิจัย

1. ศึกษาเอกสารวิชาการ หลักการ ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้ปัญญาประดิษฐ์ในการเรียนการสอนของนักศึกษา และเอกสารเนื้อหาอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง

2. ศึกษาหลักและวิธีการสร้างเครื่องมือเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย คือ แบบสอบถาม โดยแบ่งออกเป็น 4 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 สภาพทั่วไปและพฤติกรรมการใช้งานอินเทอร์เน็ต

ตอนที่ 2 ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้ปัญญาประดิษฐ์

ตอนที่ 3 การนำปัญญาประดิษฐ์มาใช้ระหว่างการเรียนรู้

ตอนที่ 4 การนำปัญญาประดิษฐ์มาใช้ระหว่างการปฏิบัติการสอนในสถานศึกษา

3. นำแบบสอบถามที่ร่างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

4. นำแบบสอบถามมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ขั้นตอนที่ 2 การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัย

1. ตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหา (Content validity) โดยนำแบบสอบถามที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอตรวจสอบความเหมาะสมสอดคล้องและความครอบคลุมของคำถาม (Index of Consistency : IOC) เป็นรายชื่อในแต่ละตอนโดยผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 คน ซึ่งกำหนดเกณฑ์วัดความสอดคล้องดังนี้

- +1 หมายถึง แน่ใจว่ามีความสอดคล้อง
- 0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่ามีความสอดคล้อง
- 1 หมายถึง แน่ใจว่าไม่สอดคล้อง

ผู้วิจัยกำหนดเกณฑ์ที่นำมาใช้ในการวิจัยได้ ค่า IOC ต้องมีค่าเฉลี่ยของความคิดเห็นแต่ละรายการมีค่าตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป ถือว่ามีความสอดคล้อง

2. นำไปหาค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถาม โดยทดลองใช้กับนักศึกษาภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรมและภาควิชาครุศาสตร์สถาปัตยกรรมและการออกแบบ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คนและนำแบบสอบถามมาวิเคราะห์หาความเชื่อมั่นของแบบสอบถามทั้งฉบับ ด้วยสูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา (α - Coefficient) ของครอนบัค (Cronbach) ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ .992 ซึ่งถือว่าแบบสอบถามมีความเชื่อมั่นสูง สามารถนำไปใช้เก็บข้อมูลได้

ขั้นตอนที่ 3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยส่งแบบสอบถามไปเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเองตามสถานศึกษาที่นักศึกษากลุ่มเป้าหมายไปปฏิบัติการสอน ใช้เวลา 1 สัปดาห์ โดยเก็บรวบรวมข้อมูลแบบสอบถามได้จำนวน 43 ฉบับ คิดเป็นร้อยละ 100

ขั้นตอนที่ 4 การวิเคราะห์และแปลผลข้อมูล

1. นำแบบสอบถามมาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ โดยการวิเคราะห์สภาพทั่วไปและพฤติกรรมการใช้งานอินเทอร์เน็ตของผู้ตอบแบบสอบถามด้วยการหาค่าความถี่ (Frequency) และค่าร้อยละ (Percentage)

2. นำข้อมูลปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้ปัญญาประดิษฐ์มาวิเคราะห์หาค่าคะแนนเฉลี่ย (Mean) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) นำเสนอในรูปแบบตารางและแปลผลโดยการบรรยาย การแปลความหมายของระดับของการใช้งานพิจารณาจากค่าเฉลี่ยของระดับการใช้งานของนักศึกษา แบ่งเป็น 5 ระดับตาม Likert Scale (Srisa-ard, 1992, p. 82) ดังนี้

- ค่าคะแนนเฉลี่ย 4.21 - 5.00 หมายถึง มีการใช้งานในระดับมากที่สุด
- ค่าคะแนนเฉลี่ย 3.42 - 4.20 หมายถึง มีการใช้งานในระดับมาก
- ค่าคะแนนเฉลี่ย 2.61 - 3.41 หมายถึง มีการใช้งานในระดับปานกลาง
- ค่าคะแนนเฉลี่ย 1.81 - 2.60 หมายถึง มีการใช้งานในระดับน้อย
- ค่าคะแนนเฉลี่ย 1.00 - 1.80 หมายถึง มีการใช้งานในระดับน้อยที่สุด

3. การวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างสภาพทั่วไปและพฤติกรรมการใช้งานอินเทอร์เน็ตของผู้ตอบแบบสอบถามกับปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้ปัญญาประดิษฐ์ โดยการหาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation coefficient) แล้วนำไปเสนอในรูปแบบตารางและแปลผลโดยการบรรยาย

4. ผลการวิจัย

4.1 สภาพทั่วไปและพฤติกรรมการใช้งานอินเทอร์เน็ตของนักศึกษา

ตารางที่ 1 สภาพทั่วไปและพฤติกรรมการใช้งานอินเทอร์เน็ตของนักศึกษา

รายการ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
1. เพศ		
ชาย	7	16.28
หญิง	32	74.42
เพศทางเลือก LGBTQ+	1	2.32
ไม่ระบุ	3	6.98
2. คะแนนเฉลี่ยสะสม		
2.00-2.49	7	16.28
2.50-2.99	8	18.61
3.00-3.49	15	34.88
3.50 ขึ้นไป	6	13.95
ไม่ระบุ	7	16.28

ตารางที่ 1 (ต่อ) สภาพทั่วไปและพฤติกรรมการใช้งานอินเทอร์เน็ตของนักศึกษา

รายการ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
3. กลุ่มวิชา		
เทคโนโลยีการผลิตพืช	15	34.88
เทคโนโลยีการผลิตสัตว์	10	23.26
เทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร	15	34.88
ไม่ระบุ	3	6.98
4. สังกัดของสถานศึกษาที่เข้ารับการปฏิบัติการสอน		
สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา	26	60.46
สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน	14	32.56
ไม่ระบุ	3	6.98
5. ค่าใช้จ่ายต่อเดือน (บาท)		
ไม่เกิน 10,000 บาท	28	65.12
10,001 – 20,000 บาท	10	23.26
20,001 – 30,000 บาท	1	2.32
30,001 บาท ขึ้นไป	1	2.32
ไม่ระบุ	3	6.98
6. รายได้ครอบครัวต่อเดือน (บาท)		
ไม่เกิน 20,000 บาท	10	23.26
20,001 – 30,000 บาท	12	27.91
30,001 – 40,000 บาท	7	16.28
40,001 – 50,000 บาท	6	13.95
50,000 บาท ขึ้นไป	5	11.62
ไม่ระบุ	3	6.98
7. ประสบการณ์ในการใช้อินเทอร์เน็ต (ปี)		
0 – 5 ปี	7	16.28
6 – 10 ปี	11	25.58
11 – 15 ปี	12	27.91
15 ปี ขึ้นไป	2	4.65
ไม่ระบุ	11	25.58
8. สถานที่ที่เข้าใช้งานอินเทอร์เน็ตบ่อยที่สุด		
บ้าน	18	41.86
หอพักนักศึกษา	8	18.61
สถานศึกษา	7	16.28
สถานที่ต่าง ๆ ภายนอกที่มีสัญญาณอินเทอร์เน็ต	6	13.95
ไม่ระบุ	4	9.30
9. อุปกรณ์ที่ใช้งานอินเทอร์เน็ตบ่อยที่สุด		
คอมพิวเตอร์ชนิดตั้งโต๊ะ	2	4.65
สมาร์ทโฟน	33	76.74
แท็บเล็ต/ไอแพด	3	6.98
คอมพิวเตอร์ชนิดพกพา (โน้ตบุ๊ก, แมคบุ๊ก, แลปท็อป)	2	4.65
ไม่ระบุ	3	6.98
10. ระยะเวลาในการใช้งานอินเทอร์เน็ตต่อครั้ง		
ไม่เกิน 20 นาที	2	4.65
21 – 40 นาที	7	16.28
41 – 60 นาที	6	13.95
มากกว่า 60 นาที ขึ้นไป	25	58.14
ไม่ระบุ	3	6.98

จากตารางที่ 1 สภาพทั่วไปและพฤติกรรมการใช้งานอินเทอร์เน็ตของนักศึกษา จำนวน 43 คน พบว่า นักศึกษาส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง (ร้อยละ 74.42) มีคะแนนเฉลี่ยสะสมระหว่าง 3.00 – 3.49 (ร้อยละ 34.88) ศึกษาในกลุ่มวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืชและเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร (ร้อยละ 34.88) เข้ารับการปฏิบัติการสอนในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา (ร้อยละ 60.46) มีค่าใช้จ่ายต่อเดือนไม่เกิน 10,000 บาท (ร้อยละ 65.12) มีรายได้ครอบครัวต่อเดือนระหว่าง 20,001 – 30,000 บาท (ร้อยละ 27.91) มีประสบการณ์ในการใช้อินเทอร์เน็ตระหว่าง 11 – 15 ปี (ร้อยละ 27.91) โดยสถานที่ที่เข้าใช้งานอินเทอร์เน็ตบ่อยที่สุดคือบ้าน (ร้อยละ 41.86) อุปกรณ์ที่ใช้งานอินเทอร์เน็ตบ่อยที่สุดคือสมาร์ทโฟน (ร้อยละ 76.74) และมีระยะเวลาในการใช้งานอินเทอร์เน็ตต่อครั้งมากกว่า 60 นาที ขึ้นไป (ร้อยละ 58.14)

4.2 การนำปัญญาประดิษฐ์มาใช้ในการเรียนการสอนของนักศึกษา

ตารางที่ 2 การรับรู้ถึงประโยชน์และการรับรู้ความยากง่ายในการใช้งานปัญญาประดิษฐ์ของนักศึกษา

รายการ	ความคิดเห็น (N=43)			
	เห็นด้วย		ไม่เห็นด้วย	
	ความถี่	ร้อยละ	ความถี่	ร้อยละ
1. การใช้เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ เช่น ChatGPT หรือ Canva ช่วยให้เรียนรู้ได้มีประสิทธิภาพมากขึ้น	41	95.35	2	4.65
2. สามารถเรียนรู้วิธีใช้เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ได้ด้วยตนเองโดยไม่ต้องพึ่งการสอนหรือคู่มือ	28	65.12	15	34.88

จากตารางที่ 2 การรับรู้ถึงประโยชน์และการรับรู้ความยากง่ายในการใช้งานปัญญาประดิษฐ์ของนักศึกษา จากจำนวนนักศึกษา 43 คน พบว่า นักศึกษาเห็นด้วยว่าการใช้เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ เช่น ChatGPT หรือ Canva ช่วยให้เรียนรู้ได้มีประสิทธิภาพมากขึ้น (ร้อยละ 95.35) และเห็นด้วยว่าสามารถเรียนรู้วิธีใช้เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ได้ด้วยตนเองโดยไม่ต้องพึ่งการสอนหรือคู่มือ (ร้อยละ 65.12)

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ยอิทธิพลทางสังคม ด้านแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ด้านการคิดอย่างมีเหตุผล และด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักศึกษา

รายการ	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ความหมาย
ด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ	3.97	0.61	มาก
ด้านแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์	3.90	0.52	มาก
ด้านการคิดอย่างมีเหตุผล	3.82	0.57	มาก
ด้านอิทธิพลทางสังคม	3.66	0.62	มาก

จากตารางที่ 3 อิทธิพลทางสังคม ด้านแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ด้านการคิดอย่างมีเหตุผล และด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักศึกษา พบว่า ปัจจัยทั้ง 4 ด้านอยู่ในระดับมาก โดยปัจจัยด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณมีค่าเฉลี่ยมากที่สุด ($\bar{x} = 3.97$) รองลงมาคือ ปัจจัยด้านแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ($\bar{x} = 3.90$) ด้านการคิดอย่างมีเหตุผล ($\bar{x} = 3.82$) และด้านอิทธิพลทางสังคม ($\bar{x} = 3.66$) ตามลำดับ

ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ยการนำปัญญาประดิษฐ์มาใช้งานด้านต่าง ๆ ในระหว่างการเรียนรู้ของนักศึกษา

รายการ	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ความหมาย
ด้านการเรียนรูปแบบออนไลน์	3.86	0.70	บ่อยครั้ง
ด้านการค้นคว้าข้อมูล	3.57	0.90	บ่อยครั้ง
ด้านการวัดและประเมินผล	3.42	0.90	ปานกลาง
ด้านการนำเสนอเนื้อหา	3.32	0.90	ปานกลาง
รวม	3.54	0.70	บ่อยครั้ง

จากตารางที่ 4 การนำปัญญาประดิษฐ์มาใช้งานด้านต่าง ๆ ในระหว่างการเรียนรู้ของนักศึกษา พบว่า โดยภาพรวมแล้วมีการนำปัญญาประดิษฐ์มาใช้งานด้านต่าง ๆ ในระหว่างการเรียนรู้ของนักศึกษาอยู่ในระดับบ่อยครั้ง (ค่าเฉลี่ย 3.54) เมื่อพิจารณาแต่ละรายการจะเห็นได้ว่าอยู่ในระดับบ่อยครั้ง 2 ด้าน ได้แก่ ด้านการเรียนรูปแบบออนไลน์ ($\bar{x} = 3.86$) และด้านการค้นคว้าข้อมูล ($\bar{x} = 3.57$) และระดับปานกลาง 2 ด้าน ได้แก่ ด้านการวัดและประเมินผล ($\bar{x} = 3.42$) และด้านการนำเสนอเนื้อหา ($\bar{x} = 3.32$) ตามลำดับ

ตารางที่ 5 ค่าเฉลี่ยการใช้ปัญญาประดิษฐ์ในด้านต่าง ๆ ระหว่างปฏิบัติการสอนในสถานศึกษาของนักศึกษา

รายการ	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ความหมาย
ด้านการประเมินผลการเรียนรู้	3.57	0.82	บ่อยครั้ง
ด้านการค้นคว้าหาข้อมูล	3.56	0.83	บ่อยครั้ง
ด้านการบริหารจัดการชั้นเรียน	3.15	0.96	ปานกลาง
ด้านการนำเสนอเนื้อหา	2.99	0.97	ปานกลาง
ด้านการทำงานร่วมกัน	2.73	1.27	ปานกลาง
ด้านการสร้างปฏิสัมพันธ์	2.40	1.23	นาน ๆ ครั้ง
รวม	3.07	0.89	ปานกลาง

จากตารางที่ 5 การใช้ปัญญาประดิษฐ์ในด้านต่าง ๆ ระหว่างปฏิบัติการสอนในสถานศึกษาของนักศึกษา พบว่า โดยภาพรวม นักศึกษามีระดับการใช้ปัญญาประดิษฐ์ในด้านต่าง ๆ ระหว่างปฏิบัติการสอนในสถานศึกษาอยู่ในระดับปานกลาง (ค่าเฉลี่ย 3.07) เมื่อพิจารณาแต่ละรายการ พบว่ามีระดับการใช้ปัญญาประดิษฐ์ระหว่างปฏิบัติการสอนในสถานศึกษาของนักศึกษาอยู่ในระดับบ่อยครั้ง 2 ด้าน ได้แก่ ด้านการประเมินผลการเรียนรู้ ($\bar{x} = 3.57$) และด้านการค้นคว้าหาข้อมูล ($\bar{x} = 3.56$) ระดับปานกลาง 3 ด้าน ได้แก่ ด้านการบริหารจัดการชั้นเรียน ($\bar{x} = 3.15$) ด้านการนำเสนอเนื้อหา ($\bar{x} = 2.99$) และด้านการทำงานร่วมกัน ($\bar{x} = 2.73$) และระดับนาน ๆ ครั้ง 1 ด้าน คือ ด้านการสร้างปฏิสัมพันธ์ ($\bar{x} = 2.40$)

4.3 ปัจจัยที่ส่งผลต่อการใช้ปัญญาประดิษฐ์ในการเรียนการสอนของนักศึกษา

ตารางที่ 6 การเปรียบเทียบข้อมูลพื้นฐานกับปัจจัยที่ส่งผลต่อการนำปัญญาประดิษฐ์มาใช้ในการเรียนของนักศึกษา

ข้อมูลพื้นฐาน	การนำปัญญาประดิษฐ์มาใช้ระหว่างการเรียนรู้			
	การค้นคว้าข้อมูล	การเรียนรู้รูปแบบออนไลน์	การวัดและประเมินผล	การนำเสนอเนื้อหา
เพศ	.043*	.704	.443	.818
คะแนนเฉลี่ยสะสม	.942	.384	.966	.591
กลุ่มวิชา	.031*	.015*	.719	.402
สังกัดของสถานศึกษาที่เข้ารับการปฏิบัติการสอน	.655	.512	.183	.093
ค่าใช้จ่ายต่อเดือน	.203	.417	.333	.291
รายได้ครอบครัวต่อเดือน	.263	.457	.508	.610
ประสบการณ์การใช้อินเทอร์เน็ต	.478	.741	.962	.832
สถานที่ที่ใช้อินเทอร์เน็ต	.330	.274	.030*	.086
อุปกรณ์ที่ใช้งานอินเทอร์เน็ต	.415	.214	.614	.754
ระยะเวลาในการใช้งานอินเทอร์เน็ต	.741	.970	.681	.971
การรับรู้ถึงประโยชน์ในการใช้ปัญญาประดิษฐ์	.483	.967	.389	.759
การรับรู้ถึงความยากง่ายในการใช้ปัญญาประดิษฐ์	.248	.348	.214	.285
อิทธิพลทางสังคม	.316	.834	.299	.033*
แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์	.187	.792	.179	.076
การคิดอย่างมีเหตุผล	.430	.041*	.288	.069
การคิดอย่างมีวิจารณญาณ	.134	.221	.402	.657

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 6 การเปรียบเทียบข้อมูลพื้นฐานกับปัจจัยที่ส่งผลต่อการนำปัญญาประดิษฐ์มาใช้ในการเรียนของนักศึกษา พบว่า เพศที่ต่างกัน มีการนำปัญญาประดิษฐ์มาใช้ในการเรียนไม่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญ 3 ด้าน ยกเว้นด้านการค้นคว้าหาข้อมูล มีการนำปัญญาประดิษฐ์มาใช้ในการเรียนมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 กลุ่มวิชาที่ต่างกัน มีการนำปัญญาประดิษฐ์มาใช้ในการเรียนไม่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญ 2 ด้าน ยกเว้นด้านการค้นคว้าหาข้อมูล และด้านการเรียนรู้รูปแบบออนไลน์ มีการนำปัญญาประดิษฐ์มาใช้ในการเรียนมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สถานที่ที่ใช้อินเทอร์เน็ตที่ต่างกัน มีการนำปัญญาประดิษฐ์มาใช้ในการเรียนไม่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญ 3 ด้าน ยกเว้นด้านการวัดและประเมินผล มีการนำปัญญาประดิษฐ์มาใช้ในการเรียนมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ที่ระดับ .05 อิทธิพลทางสังคมส่งผลต่อการนำปัญญาประดิษฐ์มาใช้ระหว่างการเรียนรู้ไม่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญ 3 ด้าน ยกเว้นด้านการนำเสนอเนื้อหาส่งผลต่อการนำปัญญาประดิษฐ์มาใช้ระหว่างการเรียนรู้มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และการคิดอย่างมีเหตุผลส่งผลต่อการนำปัญญาประดิษฐ์มาใช้ระหว่างการเรียนรู้ไม่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญ 3 ด้าน ยกเว้นด้านการเรียนรู้แบบออนไลน์ส่งผลต่อการนำปัญญาประดิษฐ์มาใช้ระหว่างการเรียนรู้มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ส่วนการเปรียบเทียบข้อมูลพื้นฐาน ได้แก่ คะแนนเฉลี่ยสะสม สังกัดของสถานศึกษาที่เข้ารับการปฏิบัติการสอน ค่าใช้จ่ายต่อเดือน รายได้ครอบครัวต่อเดือน ประสบการณ์การใช้อินเทอร์เน็ต อุปกรณ์ที่ใช้งานอินเทอร์เน็ตระยะเวลาในการใช้งานอินเทอร์เน็ต การรับรู้ถึงประโยชน์ในการใช้ปัญญาประดิษฐ์ การรับรู้ถึงความยากง่ายในการใช้ปัญญาประดิษฐ์ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ และการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ที่ต่างกัน มีการนำปัญญาประดิษฐ์มาใช้ระหว่างการเรียนรู้ทั้ง 4 ด้าน ไม่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญ

ตารางที่ 7 การเปรียบเทียบข้อมูลพื้นฐานกับปัจจัยที่ส่งผลต่อการนำปัญญาประดิษฐ์มาใช้ระหว่างปฏิบัติการสอนในสถานศึกษาของนักศึกษา

ข้อมูลพื้นฐาน	การนำปัญญาประดิษฐ์ มาใช้ระหว่างปฏิบัติการสอน					
	การบริหาร จัดการ ชั้นเรียน	การนำเสนอ เนื้อหา	การสร้าง ปฏิสัมพันธ์	การทำงาน ร่วมกัน	การประเมิน ผลการ เรียนรู้	การค้นคว้า ข้อมูล
เพศ	.285	.527	.386	.163	.207	.327
คะแนนเฉลี่ยสะสม	.083	.051	.463	.748	.862	.725
กลุ่มวิชา	.529	.511	.611	.242	.545	.198
สังกัดของสถานศึกษาที่เข้ารับการปฏิบัติ การสอน	.234	.188	.074	.307	.315	.443
ค่าใช้จ่ายต่อเดือน	.394	.375	.275	.098	.042*	.635
รายได้ครอบครัวต่อเดือน	.433	.396	.119	.015*	.722	.779
ประสบการณ์การใช้อินเทอร์เน็ต	.482	.584	.458	.331	.488	.080
สถานที่ที่ใช้อินเทอร์เน็ต	.054	.054	.006**	.016*	.099	.645
อุปกรณ์ที่ใช้งานอินเทอร์เน็ต	.762	.910	.938	.786	.754	.383
ระยะเวลาในการใช้งานอินเทอร์เน็ต	.981	.942	.821	.594	.429	.654
การรับรู้ถึงประโยชน์ในการใช้ปัญญาประดิษฐ์	.976	.706	.903	.904	.094	.038*
การรับรู้ถึงความยากง่ายในการใช้ ปัญญาประดิษฐ์	.638	.198	.108	.262	.114	.479
อิทธิพลทางสังคม	.130	.045*	.077	.028*	.532	.150
แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์	.007**	.029*	.079	.072	.019*	.187
การคิดอย่างมีเหตุผล	.822	.556	.592	.698	.383	.206
การคิดอย่างมีวิจารณญาณ	.679	.335	.455	.578	.225	.670

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 7 การเปรียบเทียบข้อมูลพื้นฐานกับปัจจัยที่ส่งผลต่อการนำปัญญาประดิษฐ์มาใช้ระหว่างปฏิบัติการสอนในสถานศึกษาของนักศึกษา พบว่า ค่าใช้จ่ายต่อเดือนที่ต่างกัน มีการนำปัญญาประดิษฐ์มาใช้ระหว่างปฏิบัติการสอนในสถานศึกษาไม่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญ 5 ด้าน ยกเว้นด้านการประเมินผลการเรียนรู้ มีการนำปัญญาประดิษฐ์มาใช้ระหว่างปฏิบัติการสอนในสถานศึกษาที่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 รายได้ครอบครัวต่อเดือนที่ต่างกันมีการนำปัญญาประดิษฐ์มาใช้ระหว่างปฏิบัติการสอนในสถานศึกษาไม่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญ 5 ด้าน ยกเว้นด้านการทำงานร่วมกัน มีการนำปัญญาประดิษฐ์มาใช้ระหว่างปฏิบัติการสอนในสถานศึกษาที่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สถานที่ที่ใช้อินเทอร์เน็ตที่ต่างกัน มีการนำปัญญาประดิษฐ์มาใช้ระหว่างปฏิบัติการสอนในสถานศึกษา ไม่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญ 4 ด้าน ยกเว้นด้านการทำงานร่วมกันและด้านการสร้างปฏิสัมพันธ์ มีการนำปัญญาประดิษฐ์ มาใช้ระหว่างปฏิบัติการสอนในสถานศึกษาที่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับ .01 ตามลำดับ การรับรู้ถึงประโยชน์ในการใช้ปัญญาประดิษฐ์ที่ต่างกัน มีการนำปัญญาประดิษฐ์มาใช้ระหว่างปฏิบัติการสอนใน

สถานศึกษาไม่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญ 5 ด้าน ยกเว้นด้านการทำงานร่วมกันและด้านการค้นคว้าข้อมูล มีการนำปัญหาประดิษฐ์มาใช้ระหว่างปฏิบัติการสอนในสถานศึกษามีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 อิทธิพลทางสังคมที่ต่างกัน มีการนำปัญหาประดิษฐ์มาใช้ระหว่างปฏิบัติการสอนในสถานศึกษาไม่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญ 4 ด้าน ยกเว้นด้านการนำเสนอเนื้อหาและด้านการทำงานร่วมกันมีการนำปัญหาประดิษฐ์มาใช้ระหว่างปฏิบัติการสอนในสถานศึกษามีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ที่ต่างกัน มีการนำปัญหาประดิษฐ์มาใช้ระหว่างปฏิบัติการสอนในสถานศึกษาไม่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญ 3 ด้าน ยกเว้นด้านการนำเสนอเนื้อหา การประเมินผลการเรียนรู้ และด้านการบริหารจัดการชั้นเรียนมีการนำปัญหาประดิษฐ์มาใช้ระหว่างปฏิบัติการสอนในสถานศึกษามีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับ .01 ตามลำดับ

ส่วนการเปรียบเทียบข้อมูลพื้นฐาน ได้แก่ เพศ คณะแผนกสายสะสม กลุ่มวิชา สังกัดของสถานศึกษาที่เข้ารับการปฏิบัติการสอน ประสบการณ์การใช้อินเทอร์เน็ต อุปกรณ์ที่ใช้งานอินเทอร์เน็ต ระยะเวลาในการใช้งานอินเทอร์เน็ต การรับรู้ถึงความยากง่ายในการใช้ปัญหาประดิษฐ์ การคิดอย่างมีเหตุผล และการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่ต่างกัน มีการนำปัญหาประดิษฐ์มาใช้ในการระหว่างปฏิบัติการสอนในสถานศึกษาทั้ง 6 ด้าน ไม่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญ

ตารางที่ 8 การเปรียบเทียบข้อมูลพื้นฐานกับการนำปัญหาประดิษฐ์มาใช้ในการเรียนและการปฏิบัติการสอนในสถานศึกษาของนักศึกษา

ข้อมูลพื้นฐาน	การนำปัญหาประดิษฐ์มาใช้ในการเรียน	การนำปัญหาประดิษฐ์มาใช้ในการปฏิบัติการสอน
เพศ	.300	.256
คณะแผนกสายสะสม	.797	.547
กลุ่มวิชา	.149	.398
สังกัดของสถานศึกษาที่เข้ารับการปฏิบัติการสอน	.192	.170
ค่าใช้จ่ายต่อเดือน	.226	.370
รายได้ครอบครัวต่อเดือน	.290	.268
ประสบการณ์การใช้อินเทอร์เน็ต	.830	.437
สถานที่ที่ใช้อินเทอร์เน็ต	.042*	.024*
อุปกรณ์ที่ใช้งานอินเทอร์เน็ต	.406	.834
ระยะเวลาในการใช้งานอินเทอร์เน็ต	.913	.962
การรับรู้ถึงประโยชน์ในการใช้ปัญหาประดิษฐ์	.554	.614
การรับรู้ถึงความยากง่ายในการใช้ปัญหาประดิษฐ์	.175	.193
อิทธิพลทางสังคม	.139	.038*
แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์	.127	.030*
การคิดอย่างมีเหตุผล	.065	.464
การคิดอย่างมีวิจารณญาณ	.195	.460

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 8 การเปรียบเทียบข้อมูลพื้นฐานกับการนำปัญหาประดิษฐ์มาใช้ในการเรียนและการปฏิบัติการสอนในสถานศึกษาของนักศึกษา พบว่า สถานที่ที่ใช้อินเทอร์เน็ตที่ต่างกัน มีการนำปัญหาประดิษฐ์มาใช้ในการเรียนและการปฏิบัติการสอนในสถานศึกษาของนักศึกษามีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และอิทธิพลทางสังคมและแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ที่ต่างกัน มีการนำปัญหาประดิษฐ์มาใช้ในการระหว่างปฏิบัติการสอนในสถานศึกษาแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ส่วนการเปรียบเทียบข้อมูลพื้นฐาน ได้แก่ เพศ คณะแผนกสายสะสม กลุ่มวิชา สังกัดของสถานศึกษาที่เข้ารับการปฏิบัติการสอน ค่าใช้จ่ายต่อเดือน รายได้ครอบครัวต่อเดือน ประสบการณ์การใช้อินเทอร์เน็ต อุปกรณ์ที่ใช้งานอินเทอร์เน็ต ระยะเวลาในการใช้งานอินเทอร์เน็ต การรับรู้ถึงประโยชน์ในการใช้ปัญหาประดิษฐ์ การรับรู้ถึงความยากง่ายในการใช้ปัญหาประดิษฐ์ การคิดอย่างมีเหตุผล และการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่ต่างกัน มีการนำปัญหาประดิษฐ์มาใช้ในการเรียนและการปฏิบัติการสอนในสถานศึกษาไม่แตกต่างกัน

5. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

ผลการวิจัยพบว่า นักศึกษาส่วนใหญ่เป็นเพศหญิงในกลุ่มวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืชและเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร มีพฤติกรรมการใช้อินเทอร์เน็ตผ่านสมาร์ทโฟนเป็นประจำและมีระยะเวลาใช้งานยาวนาน โดยนักศึกษามีทัศนคติเชิงบวกว่าปัญญาประดิษฐ์ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนรู้และสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง แต่ตระหนักถึงข้อจำกัดที่ต้องตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลจาก Generative AI ก่อนใช้งาน สำหรับการนำมาใช้งานจริงนั้นพบความแตกต่างระหว่างข้อมูลพื้นฐาน โดยในระหว่างการเรียนรู้มีการใช้ปัญญาประดิษฐ์ในระดับบ่อยครั้ง (ค่าเฉลี่ย 3.54) โดยเน้นด้านการเรียนรูปแบบออนไลน์ และการค้นคว้าข้อมูล แต่ในระหว่างปฏิบัติการสอน การใช้งานโดยรวมลดลงมาอยู่ในระดับปานกลาง (ค่าเฉลี่ย 3.07) ซึ่งเน้นไปที่ด้านการประเมินผลการเรียนรู้และการค้นคว้าข้อมูลเป็นหลัก ทั้งนี้ เมื่อวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อการใช้งาน พบว่าสถานที่ที่ใช้อินเทอร์เน็ตเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดความแตกต่างในการใช้งานทั้งในขณะเรียนและปฏิบัติการสอน ในขณะที่ปัจจัยด้านอิทธิพลทางสังคมและแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ส่งผลต่อความแตกต่างในการนำปัญญาประดิษฐ์มาใช้ เฉพาะในช่วงการปฏิบัติการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จากผลการวิจัยพบว่า นักศึกษามีทัศนคติที่ดีต่อการใช้เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ โดยเห็นด้วยอย่างยิ่งว่าช่วยให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพมากขึ้นและสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง ส่งผลให้มีการนำมาประยุกต์ใช้ในช่วงการเรียนรู้ในระดับบ่อยครั้ง โดยเน้นหนักไปที่ด้านการเรียนรูปแบบออนไลน์และการค้นคว้าข้อมูล ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Panitpichetwong et al. (2024, pp. 31-45) ที่พบว่าผู้เรียนมีความพึงพอใจในการใช้ AI เป็นตัวช่วยในการค้นหาข้อมูลและเข้าถึงแหล่งข้อมูลได้ง่าย และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Kaewkongpan et al. (2023, pp. 94-107) ที่ยืนยันถึงประสิทธิภาพของการใช้เครื่องมือสนับสนุนการเรียนการสอนแบบออนไลน์ ในขณะที่บริบทของการปฏิบัติการสอนในสถานศึกษา พบว่านักศึกษามีการนำปัญญาประดิษฐ์มาใช้ในระดับปานกลาง โดยเน้นที่ด้านการประเมินผลการเรียนรู้และการค้นคว้าข้อมูลเป็นหลัก ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Lambensa (2022, pp. 32-47) ที่พบว่าเครื่องมือประเมินผลออนไลน์ช่วยพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนได้จริง รวมถึงสอดคล้องกับงานวิจัยของ Chagamanon et al. (2025, pp. 885-906) ที่พบว่ามีผู้ใช้ ChatGPT ช่วยในการเตรียมสื่อการสอนและงานธุรการ เพื่อลดเวลาในการทำงาน อย่างไรก็ตาม การนำปัญญาประดิษฐ์มาใช้ในแต่ละด้านยังขึ้นอยู่กับปัจจัยที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เช่น กลุ่มวิชา สถานที่ใช้อินเทอร์เน็ต และอิทธิพลทางสังคม ประเด็นนี้สอดคล้องกับข้อเสนอแนะของ Khajavi and Ezhdehakosh (2025, pp. 174-191) ที่ระบุว่าแม้นักศึกษาจะสนใจในเทคโนโลยี AI แต่จำเป็นต้องได้รับการเสริมทักษะและประสบการณ์จริง เพื่อให้สามารถบูรณาการเครื่องมือเหล่านี้เข้ากับการจัดการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพและเหมาะสมกับบริบท

6. ข้อเสนอแนะ

ควรมีการมุ่งเน้นการส่งเสริมทักษะการใช้ปัญญาประดิษฐ์เพื่อสร้างปฏิสัมพันธ์ในชั้นเรียน และการบูรณาการเข้าสู่หลักสูตรครูอย่างเป็นระบบเพื่อสร้างความมั่นใจในการใช้งานจริง ควบคู่กับการสร้างเครือข่ายความร่วมมือกับสถานศึกษา เพื่อให้ครูที่เลี้ยงสนับสนุนการใช้เทคโนโลยี และเน้นย้ำทักษะการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล สำหรับการวิจัยในอนาคต ควรขยายผลสู่การศึกษาเชิงคุณภาพเกี่ยวกับนโยบายและข้อจำกัด การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนระหว่างกลุ่มที่ใช้และไม่ใช้ปัญญาประดิษฐ์ การวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อการตัดสินใจใช้งานด้านการสร้างปฏิสัมพันธ์ รวมถึงการขยายกลุ่มตัวอย่างไปยังสาขาวิชาหรือสถาบันอื่นเพื่อให้ครอบคลุมบริบทวิชาชีพครูที่หลากหลายยิ่งขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยครั้งนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความช่วยเหลือและความช่วยเหลือจากผู้ที่เกี่ยวข้องหลายฝ่าย ขอขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน ได้แก่ รองศาสตราจารย์ ดร.ภัทรวรรณ จีรพัฒน์ธนธร รองศาสตราจารย์ ดร.ศิริรัตน์ เพ็ชรแสงศรี และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จรรุวรรณ พลอยดวงรัตน์ ที่กรุณาตรวจสอบและให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงเครื่องมือที่ใช้การวิจัย ขอขอบคุณคณาบดี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี ที่อนุญาตให้ทำการทดลองและคอยอำนวยความสะดวก ในการเก็บรวบรวมข้อมูลวิจัย ขอขอบคุณนักศึกษาชั้นปีที่ 4 หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาครุศาสตร์เกษตร ปีการศึกษา 2568 ที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดี ทั้งนี้ผู้วิจัยได้รับประกาศนียบัตรรับรองการเข้าอบรมหลักสูตรหลักจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ จากสำนักงานการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ให้ไว้ ณ วันที่ 3 ธันวาคม 2568 และรับรองถึงวันที่ 3 ธันวาคม 2570

เอกสารอ้างอิง

- Boon-art, C., Techataweewan, W., & Engchuan, P. (2018). Factors related to information evaluation skills from social media of undergraduate students in Bangkok. *Journal of Library and Information Science Srinakharinwirot University*, 11(2), 48-63. (in Thai)
- Chagamanon, S., Boonyapukana, P., Sittipan, P., Wongwises, K., Sama, A., & Kabuan, S. (2025). Generative artificial intelligence in education and research: A case study of ChatGPT usage by grantees at Chulalongkorn University. *Journal of Interdisciplinary Research and Academic*, 5(1), 885-906. (in Thai)
- Chiewjindakarn, B. (2019). Factors affecting ethical behavior in information and communication technology usage of students in the Faculty of Education, Ramkhamhaeng University. *Veridian E-Journal, Silpakorn University (Humanities, Social Sciences and Arts)*, 12(6), 1981-2000. (in Thai)
- Chomchit, K., & Pattamashopaskul, R. (2025). Factors affecting the use of artificial intelligence for learning among students in private vocational colleges. *Journal of Social Science and Culture*, 9(2), 380-393. (in Thai)
- Digital Economy Promotion Agency. (2020). *Report on the survey of Thailand's digital industry status for the year 2019 and forecast for 2020*. Digital Economy Promotion Agency.
<https://www.depa.or.th/en/article-view/ai-transformation-digital-transformation>. (in Thai)
- Kaewkongpan, D., Chuthong, C., & Suwanruang, C. (2023). A study of the results of using tools to support online teaching and learning in higher education during the COVID-19 pandemic situation. *Journal of Education Technology and Communications*, 6(20), 94-107. (in Thai)
- Khajavi, Y., & Ezhdehakosh, M. (2025). Enhancing language teacher education: Exploring the integration of AI-powered tools in preservice teacher education. *Journal of Research in Applied Linguistics*, 16(1), 174-191. <https://doi.org/10.22055/rals.2024.48226.3405>.
- Lambensa, P. (2022). Effects of using online formative assessment tools on learning achievement in Research for Learning Development course of Yala Rajabhat University students. *Journal of Education, Yala Rajabhat University*, 1(2), 32-47. (in Thai)
- Laputama, N., Pratumman, S., Tassa, P., Yoosumran, J., & Chaiprapha, K. (2022). Factors affecting the application of online media to increase learning achievement of North Bangkok University students. *Academic Journal North Bangkok University (Humanities and Social Sciences)*, 11(1), 10-20. (in Thai)
- Ministry of Education. (2022). *Policies and focus areas of the Ministry of Education for the fiscal year 2023*. Office of the Permanent Secretary, Ministry of Education. (in Thai)
- Panitpichetwong, P., Pattaranurakkul, C., Thatreenaranon, N., & Limyothin, A. (2024). Guidelines for the application of generative artificial intelligence technology for teaching and learning in higher education. *Bangkok Thonburi University Academic Journal*, 13(1), 31-45. (in Thai)
- Ponthana, S., & Hanprom, N. (2017). Factors related to information and communication technology usage behaviors of nursing students, Royal Thai Navy College of Nursing. *Royal Thai Navy Medical Journal*, 44(3), 19-34. (in Thai)
- Saengsuk, J. (2019). The development of information technology usage for learner-centered learning of graduate students at Ramkhamhaeng University. *Veridian E-Journal, Silpakorn University (Humanities, Social Sciences and Arts)*, 12(2), 556-573. (in Thai)
- Shahid, A., Khan, A., & Rao, R. R. (2024). An exploration of effectiveness of artificial intelligence (AI) tools in English language learning at the undergraduate level in Pakistan. *Human Nature Journal of Social Sciences*, 5(2), 347-357. <https://doi.org/10.71016/hnjss/vmvan923>.

- Soongam, B. (2018). Enhancing achievement motivation in learning Principles of Program Design and Development by using cooperative learning with social networks. *RMUTJ Journal Humanities and Social Sciences*, 5(2), 86-98. (in Thai)
- Srisa-ard, B. (1992). *Introduction to research* (2nd ed.). Suwiriyanan. (in Thai)
- Tupiya, K. (2017). *Internet and information usage behaviors of Burapha University students* [Master's thesis]. Burapha University. (in Thai)

“ข้อคิดเห็น เนื้อหา รวมทั้งการใช้ภาษาในบทความถือเป็นความรับผิดชอบของผู้เขียน”

Research article

การบูรณาการการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานและการฝึกอบรมฐานสมรรถนะผ่านการพัฒนาชุดเตา
ชีวมวลอัจฉริยะไร้ควันและแจ้งเตือนด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตประสาณสรพลิ่ง

INTEGRATION OF PROBLEM-BASED LEARNING AND COMPETENCY-BASED TRAINING THROUGH
THE DEVELOPMENT OF A SMART SMOKELESS BIOMASS STOVE WITH AN INTERNET OF THINGS
(IOT) NOTIFICATION SYSTEM

พศวัต แก้วทิพย์* และชัยพล ธงชัยสุรชัตกุล

Possawat Kaewtip* and Chaiyapon Thongchaisuratkrul

possawat.k@fte.kmutnb.ac.th and chaiyapon.t@fte.kmutnb.ac.th

*Corresponding author E-mail: possawat.k@fte.kmutnb.ac.th

ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

กรุงเทพมหานคร 10800 ประเทศไทย

Department of Teacher Training in Electrical Engineering, Faculty of Technical Education,
King Mongkut's University of Technology North Bangkok, Bangkok 10800 Thailand

Journal of Industrial Education. 2026, Vol. 25 (No. 1), <https://doi.org/10.55003/JIE.25107>

Received: February 27, 2026 | Revised: March 3, 2026 | Accepted: April 9, 2026

Citation reference:

Kaewtip, P., & Thongchaisuratkrul, C. (2026). Integration of problem-based learning and competency-based training through the development of a smart smokeless biomass stove with an internet of things (IoT) notification system. *Journal of Industrial Education*, 25(1), 41-55.

ABSTRACT

This research presents the integration of Problem-Based Learning (PBL) with Competency-Based Training (CBT) through the development of a smart smokeless biomass stove instructional kit, and an Internet of Things (IoT) based notification system. The study involved the development of instructional materials and the design of a learning model known as the PKSHAE model, which consists of six stages: problem identification, knowledge exploration, solution design, hands-on practice, adjustment and improvement, and evaluation. The model was designed to systematically enhance learners' analytical and problem-solving skills alongside the development of practical competencies. The sample group consisted of 30 second-year undergraduate students in the Electrical Engineering program who were enrolled in the vocational curriculum development course under a credit transfer program for higher vocational certificate (Diploma) graduates. The samples were selected using purposive sampling. The statistical methods used for data analysis included the mean ($\bar{X}$), standard deviation (SD), percentage (%), hypothesis testing using t-test, and efficiency values (E_1/E_2). The research findings revealed that the developed learning model was rated at a high level of appropriateness ($\bar{X} = 4.48$, $SD = 0.64$). The instructional package achieved an efficiency value (E_1/E_2) of 83.50/83.44, which exceeded the standard criterion of 80/80. A comparison of learning achievement indicated that the mean post-test score was 83.44%, which was significantly higher than the 80% criterion at the .05 level of statistical significance. In addition, learners reported the highest level of satisfaction with the learning model ($\bar{X} = 4.54$, $SD = 0.61$). These findings

demonstrate that the integration of Problem-based learning and Competency-based training through the PKSHAE model effectively enhanced learners' knowledge, practical skills, as well as their analytical and problem-solving abilities, and was highly suitable for competency-based learning management in renewable energy education in the digital era.

Keywords:..Problem-based learning, Competency-based training, Smokeless biomass stove, Internet of things

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้นำเสนอการบูรณาการการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการฝึกอบรมฐานสมรรถนะผ่านการพัฒนาชุดเตาชีวมวลอัจฉริยะไร้ควันและแจ้งเตือนด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตประสาทรฟสิ่ง โดยดำเนินการพัฒนาสื่อการสอน พร้อมทั้งพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ PKSHAE model ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นกำหนดปัญหา ขั้นศึกษาความรู้ ขั้นกำหนดวิธีแก้ปัญหา ขั้นฝึกปฏิบัติจริง ขั้นตรวจปรับ และขั้นประเมินผล เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์และแก้ปัญหาควบคู่กับทักษะการปฏิบัติของผู้เรียนอย่างเป็นระบบ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ชั้นปีที่ 2 ที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชาการพัฒนาหลักสูตรอาชีวศึกษา หลักสูตรเทียบโอนสำหรับผู้สำเร็จการศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) จำนวน 30 คน ซึ่งได้จากการเลือกแบบเจาะจง สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ค่าร้อยละ (%) การทดสอบสมมติฐานด้วยสถิติ (t-test) และค่า E_1/E_2 ผลการวิจัยพบว่า รูปแบบการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นมีความเหมาะสมในระดับมาก ($\bar{X} = 4.48$, SD = 0.64) ชุดการสอนมีประสิทธิภาพ E_1/E_2 เท่ากับ 83.50/83.44 สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนพบว่าผู้เรียนมีคะแนนหลังเรียนเฉลี่ยร้อยละ 83.44 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกจากนี้ ผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อรูปแบบการเรียนรู้ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.54$, SD = 0.61) แสดงให้เห็นว่ารูปแบบการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานและการฝึกอบรมฐานสมรรถนะตามรูปแบบ PKSHAE model สามารถพัฒนาความรู้ ทักษะปฏิบัติ รวมถึงการคิดวิเคราะห์และแก้ปัญหาของผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพซึ่งเหมาะสมต่อการจัดการเรียนรู้เชิงสมรรถนะด้านพลังงานหมุนเวียนในยุคดิจิทัล

คำสำคัญ: การเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน, การฝึกอบรมฐานสมรรถนะ, เตาชีวมวลแบบไร้ควัน, อินเทอร์เน็ตประสาทรฟสิ่ง

1. บทนำ

ชีวมวลเป็นแหล่งพลังงานทดแทนที่มีบทบาทสำคัญต่อระบบพลังงานของประเทศไทยตามแผนพัฒนาพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือก พ.ศ. 2558–2579 โดย Department of Alternative Energy Development and Efficiency (2015, Online) ได้ให้ความสำคัญกับชีวมวลในฐานะทรัพยากรที่มีศักยภาพสูงทั้งด้านปริมาณของวัตถุดิบ ราคาที่สามารถเข้าถึงได้ และมีความสอดคล้องกับโครงสร้างภาคการเกษตรของประเทศ ชีวมวลจึงมีส่วนช่วยลดการพึ่งพาเชื้อเพลิงฟอสซิล ช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและสร้างรายได้ให้กับเกษตรกร อีกทั้งช่วยลดปัญหาการเผาไหม้เศษวัสดุทางการเกษตรในพื้นที่โล่งซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญของมลพิษทางอากาศ อย่างไรก็ตาม ชุมชนชนบทในหลายประเทศที่กำลังพัฒนารวมถึงประเทศไทย ยังคงมีการใช้เตาในครัวเรือนแบบดั้งเดิมที่เผาไหม้ด้วยวัสดุไม้ ฟืน มูลสัตว์ หรือเศษวัสดุทางการเกษตร ซึ่งมีข้อดีในแง่ของต้นทุนที่ต่ำ และหาเชื้อเพลิงได้ง่าย แต่ยังคงมีการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ส่งผลให้เกิดควันหนาแน่น เกิดเขม่าดำและฝุ่นละอองขนาดเล็กในระดับอันตรายต่อสุขภาพ (World Health Organization [WHO], 2022, Online) เหตุผลดังกล่าวแสดงให้เห็นถึงความจำเป็นในการพัฒนาเตาที่มีประสิทธิภาพและปลอดภัยพร้อมกับการเสริมสร้างความรู้และทักษะให้กับผู้ใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

จากบริบทดังกล่าว มีการพัฒนางานวิจัยเตาชีวมวลไร้ควันโดยเน้นการปรับปรุงโครงสร้างเตาและระบบการไหลเวียนอากาศ รวมถึงการใช้พัดลมช่วยเติมอากาศเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการเผาไหม้และลดการเกิดควัน อีกทั้งมีการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (Internet of Things: IoT) เพื่อเฝ้าระวังอุณหภูมิ ปริมาณควัน และความปลอดภัยของเตาชีวมวลแบบเรียลไทม์ (Mal et al., 2021, pp. 187–204) เพื่อยกระดับคุณภาพของเตาชีวมวลให้ดีขึ้นสำหรับการใช้งานในภาคครัวเรือน ขณะเดียวกันในแง่ของการเสริมสร้างความรู้และทักษะ มีงานวิจัยด้านการศึกษได้เสนอรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งพัฒนาสมรรถนะของผู้เรียน โดยเฉพาะการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning: PBL) ซึ่งส่งเสริมการคิดวิเคราะห์และการแก้ปัญหาเพื่อให้เกิดทักษะการวิเคราะห์ปัญหาได้อย่างตรงจุดตามสถานการณ์จริง (Barrows, 1996, pp. 3–12) และใน

แห่งของการฝึกปฏิบัติเพื่อให้เกิดสมรรถนะในการทำงานอย่างเป็นลำดับ การฝึกอบรมฐานสมรรถนะ (Competency-Based Training: CBT) เป็นหนึ่งในการฝึกที่เน้นการฝึกปฏิบัติและการประเมินตามสภาพงานจริงได้อย่างเหมาะสม โดยเฉพาะงานด้านเทคโนโลยีดิจิทัลและพลังงานทดแทนที่ต้องอาศัยองค์ความรู้ที่ซับซ้อนและการทำงานอย่างเป็นระบบ (Hassadeepong and Samanchuen, 2022, pp. 86–90; Srichanpiyom et al., 2024, pp. 1–4)

อย่างไรก็ตามงานวิจัยด้านเทคโนโลยีเตาชีวมวลและเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตประสานสรรพสิ่งรวมถึงงานวิจัยด้านการจัดการเรียนรู้มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง แต่การศึกษาส่วนใหญ่ยังคงมุ่งเน้นเฉพาะมิติทางเทคนิคหรือมิติทางการศึกษาแยกจากกัน โดยขาดการบูรณาการกระบวนการพัฒนานวัตกรรมควบคู่กับการพัฒนาสมรรถนะของผู้เรียน จึงส่งผลให้ผู้ใช้งานด้านเทคโนโลยีไม่สามารถนำเทคโนโลยีไปใช้หรือพัฒนางานได้อย่างเต็มศักยภาพ เนื่องจากขาดความรู้และสมรรถนะด้านดิจิทัล (UNESCO, 2021, Online) ช่องว่างดังกล่าวชี้ให้เห็นถึงความจำเป็นในการพัฒนางานวิจัยที่มีการผสมผสานวิธีการวิจัยด้านการพัฒนาเตาชีวมวลและเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตประสานสรรพสิ่งร่วมกับแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการฝึกอบรมฐานสมรรถนะเพื่อเชื่อมโยงการแก้ปัญหา การออกแบบเทคโนโลยี และการฝึกปฏิบัติตามสมรรถนะให้เกิดขึ้นอย่างเป็นระบบ

ด้วยเหตุนี้ งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนารูปแบบการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการฝึกอบรมฐานสมรรถนะผ่านการพัฒนาชุดเตาชีวมวลอัจฉริยะไร้ควันและแจ้งเตือนด้วยอินเทอร์เน็ตประสานสรรพสิ่งตามรูปแบบการเรียนรู้ PKSHAE model ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น ซึ่งเป็นการบูรณาการระหว่างการเรียนรู้แบบแก้ปัญหาและการฝึกปฏิบัติฐานสมรรถนะ เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะการคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหา และทักษะการปฏิบัติด้านเทคโนโลยีพลังงานทดแทนไปพร้อมกัน นอกจากนี้ งานวิจัยยังมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาสื่อการเรียนรู้ ประเมินประสิทธิภาพชุดการสอน เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และสอบถามความพึงพอใจของผู้เรียน เพื่อให้ได้รูปแบบการเรียนรู้และเครื่องมือการสอนที่สามารถพัฒนาความรู้ ทักษะปฏิบัติ และความสามารถในการแก้ปัญหาเทคโนโลยีพลังงานทดแทนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การพัฒนาเทคโนโลยีพลังงานชีวมวลได้มีการดำเนินการพัฒนาควบคู่ไปกับการศึกษาด้านประสิทธิภาพทางวิศวกรรมและการประเมินความเหมาะสมเชิงเศรษฐศาสตร์อย่างต่อเนื่อง โดยงานวิจัยของ Kaewluan et al. (2013, pp. 24-33) เป็นจุดเริ่มต้นที่วางพื้นฐานด้านความเข้าใจเกี่ยวกับสมรรถนะของเตาชีวมวลผ่านกระบวนการเปรียบเทียบเตาชีวมวลขนาด 20 kW กับเตาแก๊ส LPG แบบ KB-5 และ SG-5 พบว่าเตาชีวมวลมีประสิทธิภาพความร้อนต่ำกว่าเตาแก๊ส แต่เตาชีวมวลนั้นมีต้นทุนพลังงานที่ต่ำกว่ามาก จึงมีความเหมาะสมกับครัวเรือนในชนบท โดยถือหลักการของประสิทธิภาพ และต้นทุนที่กลายเป็นฐานคิดของงานวิจัยด้านเตาชีวมวล จากงานวิจัยของ Chaichana et al. (2013, pp. 627-630) ได้นำเสนอการใช้กระบวนการทดสอบมาตรฐาน (Water Boiling Test: WBT) เพื่อวิเคราะห์เตาชีวมวล 6 แบบ พบว่าโครงสร้างเตา ความหนาผนัง และทิศทางการไหลของอากาศเป็นปัจจัยบ่งชี้ถึงประสิทธิภาพของเตาชีวมวล ซึ่งช่วยขยายองค์ความรู้จากระดับการประเมินต้นทุนพลังงานไปสู่การออกแบบโครงสร้างเตาที่เหมาะสมในเชิงวิศวกรรม โดยองค์ความรู้ด้านการควบคุมอากาศและพฤติกรรมของเปลวไฟได้รับการพัฒนาอย่างเป็นระบบมากยิ่งขึ้น ในงานวิจัยของ Thipmonta et al. (2025, pp. 385-395) ได้นำเสนอการทดลองเตาชีวมวลแบบ (Top-Lit Up-Draft: TLUD) ด้วยการปรับทิศทางลม 0°, 45°, 90° และโครงสร้าง พบว่ามุมลม 45° ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพสูงสุด งานวิจัยดังกล่าวช่วยเพิ่มความเข้าใจเชิงลึกเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างทิศทางการเผาไหม้ และสมรรถนะของเตา ซึ่งนำไปสู่แนวทางการพัฒนาเตาชีวมวลอัจฉริยะที่สามารถควบคุมการไหลของอากาศได้อย่างแม่นยำ

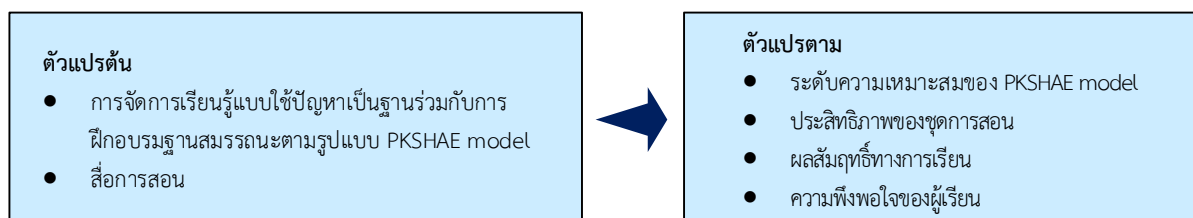
ในขณะเดียวกัน งานวิจัยด้านการเรียนรู้เชิงสมรรถนะในด้านพลังงานทดแทนมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องเช่นกัน โดยมุ่งเน้นการผสมผสานการเรียนรู้เชิงทฤษฎีกับการฝึกปฏิบัติจริงและเทคโนโลยีดิจิทัล โดยงานของ Kaewtip and Thongchaisuratkrul (2023, pp.1-5) ได้นำเสนอหลักสูตรฐานสมรรถนะสำหรับการติดตั้งโซลาร์เซลล์แบบออฟกริดที่บูรณาการเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตประสานสรรพสิ่งเพื่อการติดตามพลังงาน ซึ่งช่วยให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาทักษะการติดตั้ง ติดตามข้อมูลพลังงานได้อย่างเป็นระบบและมีประสิทธิภาพของชุดสื่อการสอนตามเกณฑ์ E_1/E_2 ที่สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน แสดงให้เห็นว่าการเรียนรู้ปฏิบัติจริงควบคู่เทคโนโลยีช่วยเสริมศักยภาพผู้เรียนได้ ในทิศทางเดียวกัน งานวิจัยของ Promseenong et al. (2024, pp.107-117) นำเสนอการพัฒนาชุดฝึกระบบปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์แบบแยกส่วนโดยออกแบบสื่อ เนื้อหา และการประเมินสมรรถนะอย่างเป็นระบบ ผลวิจัยพบว่าผู้เรียนมีความพึงพอใจในระดับสูงมาก และผลสัมฤทธิ์ E_1/E_2 สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่ตั้งไว้ชี้ให้เห็นว่าชุดฝึกที่ออกแบบตามสมรรถนะเป็นเครื่องมือสำคัญในการยกระดับการเรียนรู้ด้านพลังงานทดแทน งานวิจัยของ Kučera and Haffner (2025, pp. 54892-54919) ได้เสนอในเรื่องการเรียนรู้แบบผสมผสานตามสมรรถนะ ซึ่งผสมผสานการเรียนออนไลน์กับการลงมือ

ปฏิบัติ ส่งผลต่อทักษะคิดวิเคราะห์และการควบคุมตนเอง โดยเฉพาะในสาขาเทคโนโลยี เช่น การเขียนโปรแกรมและปัญญาประดิษฐ์ สามารถยืนยันได้ว่าการเรียนรู้ยุคใหม่ต้องอาศัยเทคโนโลยีร่วมกับการฝึกปฏิบัติจริง ในทำนองเดียวกันงานวิจัยของ Sistermans (2020, pp.683-696) เสนอว่าการบูรณาการการศึกษาตามสมรรถนะกับแนวทางการเรียนรู้ตามกรณีศึกษาหรือตามปัญหา ช่วยส่งเสริมการเรียนรู้เชิงลึกผ่านสถานการณ์จริงภายใต้กรอบสมรรถนะที่วัดผลได้ ซึ่งสอดคล้องกับแนวทางการออกแบบหลักสูตรด้านพลังงานทดแทนที่ต้องการให้ผู้เรียนแก้ปัญหาเชิงระบบได้จริงในภาคสนาม ทั้งนี้ แนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบ PBL ที่ใช้ในงานวิจัยนี้ อ้างอิงแนวคิดของ Howard S. Barrows ซึ่งเน้นการเรียนรู้ผ่านปัญหาจริงเพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์และการแก้ปัญหา (Barrows, 1996, pp. 3–12) ขณะที่แนวคิด CBT อ้างอิงแนวคิดของ David C. McClelland ซึ่งมุ่งเน้นการพัฒนาความสามารถผ่านการปฏิบัติจริงและการประเมินตามสมรรถนะ (McClelland, 1973, pp. 1-14) นอกจากนี้ ตัวแปรด้านประสิทธิภาพของชุดการสอนอ้างอิงเกณฑ์ของ (Brahmawong, 2013, pp. 7-20) ขณะที่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอ้างอิงแนวคิดของ Benjamin Bloom และความพึงพอใจของผู้เรียนอ้างอิงแนวคิดของ Rensis Likert เพื่อให้การวัดผลมีความสอดคล้องกับกรอบแนวคิดเชิงทฤษฎี จากภาพรวมของงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง แสดงให้เห็นว่าการพัฒนาสมรรถนะด้านพลังงานทดแทนและเทคโนโลยีจำเป็นต้องอาศัยทั้งความรู้และทักษะเฉพาะด้าน โดยเฉพาะการใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตประสานสรรพสิ่งซึ่งมีความซับซ้อนและต้องบูรณาการองค์ความรู้จากหลายสาขา เทคโนโลยีดังกล่าวไม่ได้ทำหน้าที่เป็นเพียงเครื่องมือทางวิศวกรรมเท่านั้น แต่ยังเป็นกลไกสำคัญในการสนับสนุนการเรียนรู้ฐานสมรรถนะ โดยช่วยให้ผู้เรียนสามารถรับข้อมูลจากการปฏิบัติจริง วิเคราะห์ผลการทำงานของระบบ และรับข้อมูลย้อนกลับ ซึ่งส่งผลต่อการพัฒนาสมรรถนะเชิงปฏิบัติและการตัดสินใจอย่างเป็นระบบ อีกทั้งยังสามารถใช้เป็นเครื่องมือในการประเมินสมรรถนะผ่านข้อมูลจริง ทำให้การเรียนรู้มีความสอดคล้องกับสถานการณ์จริง อย่างไรก็ตาม ยังพบช่องว่างของงานวิจัยที่บูรณาการองค์ความรู้ด้านวิศวกรรมเตาชีวมวลเข้ากับการเรียนรู้เชิงสมรรถนะโดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตประสานสรรพสิ่งอย่างเป็นระบบ ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงมุ่งพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ที่บูรณาการเทคโนโลยีร่วมกับการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานและการฝึกอบรมฐานสมรรถนะ เพื่อเชื่อมโยงการพัฒนาเทคโนโลยีพลังงานทดแทนกับการพัฒนาทักษะของผู้เรียนอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งเป็นฐานแนวคิดสำคัญของการวิจัยในครั้งนี้

3. วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

การบูรณาการการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการฝึกอบรมฐานสมรรถนะผ่านการพัฒนาชุดเตาชีวมวลอัจฉริยะไร้ควันและแจ้งเตือนด้วยอินเทอร์เน็ตประสานสรรพสิ่ง มีกรอบแนวคิดในการวิจัยแสดงดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

3.2 ขอบเขตการวิจัย

3.2.1 ขอบเขตด้านประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ที่ลงทะเบียนในรายวิชาการพัฒนาหลักสูตรอาชีวศึกษา ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

กลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ชั้นปีที่ 2 หลักสูตรเทียปโอนสำหรับผู้สำเร็จการศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ที่ลงทะเบียนในรายวิชาการพัฒนาหลักสูตรอาชีวศึกษา ภาควิชาที่ 2 ปีการศึกษา 2567 โดยผู้วิจัยใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling) จากประชากรในงานวิจัย โดยคัดเลือกผู้เรียนที่มีคุณสมบัติตามเกณฑ์ที่กำหนดและสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย ทั้งในด้านพื้นฐานความรู้และบริบทการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับพลังงานทดแทนและเทคโนโลยี ทั้งนี้กำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างตามสภาพห้องเรียนจริง จำนวน 30 คน

3.2.2 ขอบเขตด้านเนื้อหา

ชุดเตาชีวมวลอัจฉริยะไร้ควันและแจ้งเตือนด้วยอินเทอร์เน็ตประสานสรรพสิ่งที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นเพื่อใช้ในการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานและการฝึกอบรมฐานสมรรถนะตามรูปแบบ PKSHAE model

3.2.3 ขอบเขตด้านตัวแปร

ตัวแปรต้น คือ การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานและการฝึกอบรมฐานสมรรถนะตามรูปแบบ PKSHA model และสื่อการสอนที่พัฒนาขึ้น

ตัวแปรตาม คือ ระดับความเหมาะสมของการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานและการฝึกอบรมฐานสมรรถนะตามรูปแบบ PKSHA model ประสิทธิภาพของชุดการสอนที่พัฒนาขึ้น ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนเมื่อเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 80 และระดับความพึงพอใจของผู้เรียน

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานและการฝึกอบรมฐานสมรรถนะตามรูปแบบ PKSHA model ประกอบด้วย

3.3.1 แบบประเมินดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruency: IOC) ใช้สำหรับให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์ เนื้อหา แบบวัดผลระหว่างเรียน และแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.3.2 ชุดการสอน ประกอบด้วย 1) เอกสารประกอบการฝึกอบรม 2) สื่อนำเสนออิเล็กทรอนิกส์สำหรับถ่ายทอดเนื้อหา ทฤษฎี และ 3) ชุดสื่อฝึกปฏิบัติเตาชีวมวลอัจฉริยะไร้ควันและแฉ่งเตอนด้วยอินเทอร์เนตประสานสรรพสิ่งสำหรับการพัฒนาสมรรถนะของผู้เรียน

3.3.3 แบบประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการเรียนรู้สำหรับผู้เชี่ยวชาญ มีลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) กำหนดค่าคะแนนเป็น 5 ระดับ

3.3.4 แบบวัดผลการเรียนรู้ ประกอบด้วย 1) แบบวัดผลระหว่างเรียนจำนวน 4 งาน คลอบคลุมทั้งด้านทฤษฎีและปฏิบัติงานละ 10 คะแนน รวม 40 คะแนน มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ 0.7-1.00 มีค่าความยากง่าย (p) ตั้งแต่ 0.27-0.43 และมีค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.73 และ 2) แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นแบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ จำนวน 30 ข้อ 30 คะแนน มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ 0.70-1.00 มีค่าความยากง่าย (p) ตั้งแต่ 0.26-0.78 และมีค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.72

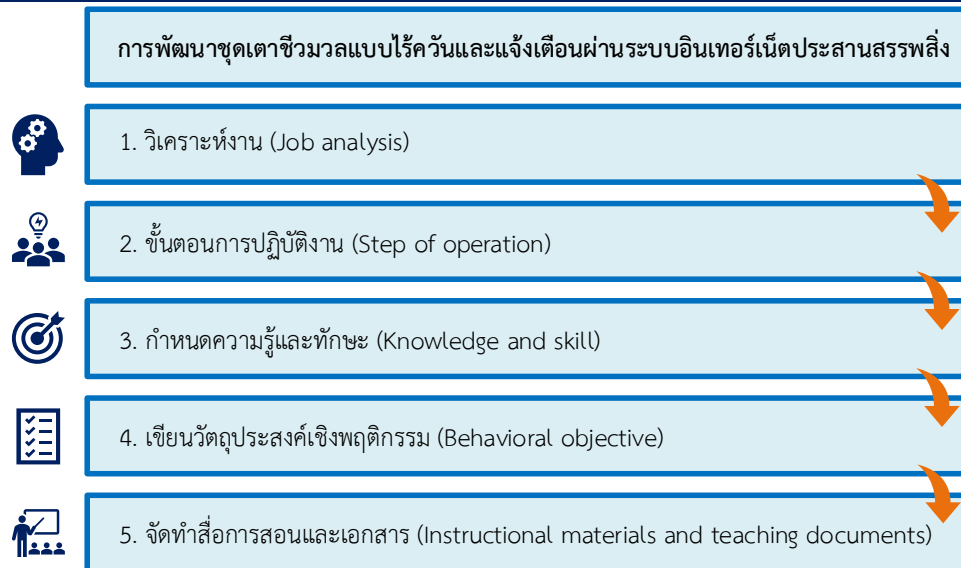
3.3.5 แบบสอบถามความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้ มีลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) กำหนดค่าคะแนนเป็น 5 ระดับ

3.4 ขั้นตอนการวิจัย

3.4.1 การวิเคราะห์งานฐานสมรรถนะ

ฐานสมรรถนะ (Competency based) เป็นกระบวนการที่มุ่งเน้นการเสริมสร้างความรู้ ทักษะ และเจตคติที่จำเป็นต่อการปฏิบัติงาน อย่างไรก็ตามควรเริ่มต้นจากแนวคิดที่ง่าย สามารถจดจำได้ และพัฒนาไปสู่แนวคิดเชิงนามธรรม โดยความเชี่ยวชาญจะมีความซับซ้อนเพิ่มขึ้นตามการสะสมของประสบการณ์ ความรู้ ทักษะ และเจตคติ (McClelland, 1973, pp. 1-14) โดยกระบวนการวิเคราะห์งานฐานสมรรถนะของการพัฒนาชุดเตาชีวมวลอัจฉริยะไร้ควันและแฉ่งเตอนด้วยอินเทอร์เนตประสานสรรพสิ่ง ประกอบด้วย 1) วิเคราะห์งาน (Job analysis) 2) กำหนดขั้นตอนการปฏิบัติงาน (Step of operation) 3) กำหนดความรู้และทักษะ (Knowledge and skill) 4) เขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม (Behavioral objective) และ 5) จัดทำสื่อการสอนและเอกสารการสอน (Instructional materials and teaching documents) แสดงในรูปที่ 2

ซึ่งในงานวิจัยนี้วิเคราะห์งานได้ 4 งานประกอบด้วย 1) งานอ่านแบบเตาชีวมวลแบบไร้ควันและถังเก็บเชื้อเพลิง (วัสดุชีวมวล) 2) งานประกอบเตาชีวมวลแบบไร้ควันและถังเก็บเชื้อเพลิงชีวมวล 3) งานติดตั้งเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิและน้ำหนักเชื้อเพลิงของเตาชีวมวลแบบไร้ควัน และ 4) งานเขียนโปรแกรมคำสั่งควบคุมเซ็นเซอร์และแฉ่งเตอนผ่านระบบอินเทอร์เนตประสานสรรพสิ่ง หลังจากนั้นนำงานที่วิเคราะห์ได้มากำหนดขั้นตอนการปฏิบัติงานของแต่ละงาน กำหนดความรู้และทักษะที่ควรมีในแต่ละขั้นตอนการปฏิบัติงาน นำความรู้และทักษะมาเขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมทั้งด้านทฤษฎีและด้านปฏิบัติ จัดทำใบลำดับขั้นตอนการปฏิบัติงาน ใบสั่งงาน ใบประเมินผลการปฏิบัติงาน จัดทำสื่อ เอกสารประกอบการสอน รูปแบบกิจกรรมแบบวัดและประเมินผลต่อไป



รูปที่ 2 ลำดับการวิเคราะห์งานฐานสมรรถนะ

3.4.2 การบูรณาการการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานและการฝึกอบรมฐานสมรรถนะ PKSHAE model

หลังจากที่ได้วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมจากการวิเคราะห์งานฐานสมรรถนะแล้ว ผู้วิจัยได้จัดรูปแบบกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) ร่วมกับการฝึกอบรมฐานสมรรถนะ (CBT) โดยการจัดการเรียนรู้ผู้วิจัยได้อำย่งขั้นตอนของ PBL มาประยุกต์ร่วมกับงานฐานสมรรถนะที่วิเคราะห์ได้ โดยการบูรณาการการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานและการฝึกอบรมฐานสมรรถนะ PKSHAE model แสดงในรูปที่ 3 ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นกำหนดปัญหา (P: Problem) 2) ขั้นศึกษาความรู้ (K: Knowledge) 3) ขั้นกำหนดวิธีแก้ปัญหา (S: Solution) 4) ขั้นฝึกปฏิบัติจริง (H: Hands-on practice) 5) ขั้นตรวจปรับ (A: Adjustment) และ 6) ขั้นประเมินผล (E: Evaluation) โดยมีรายละเอียดการดำเนินการดังนี้

1) ขั้นกำหนดปัญหา (Problem) ในขั้นตอนนี้เป็นการตั้งโจทย์ปัญหาและให้ผู้เข้าอบรมร่วมกันวิเคราะห์ปัญหาตามผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นจากการใช้เตาชีวมวลแบบดั้งเดิม และระบุความจำเป็นในการพัฒนาเตาชีวมวลแบบไร้ควันพร้อมที่จัดเก็บเชื้อเพลิง รวมถึงการใช้ระบบเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตประสานสรรพสิ่งมาประยุกต์ใช้งาน ดำเนินการโดยครูผู้สอนซึ่งจะส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะการวิเคราะห์ปัญหาและหาสาเหตุของปัญหาได้อย่างตรงจุด

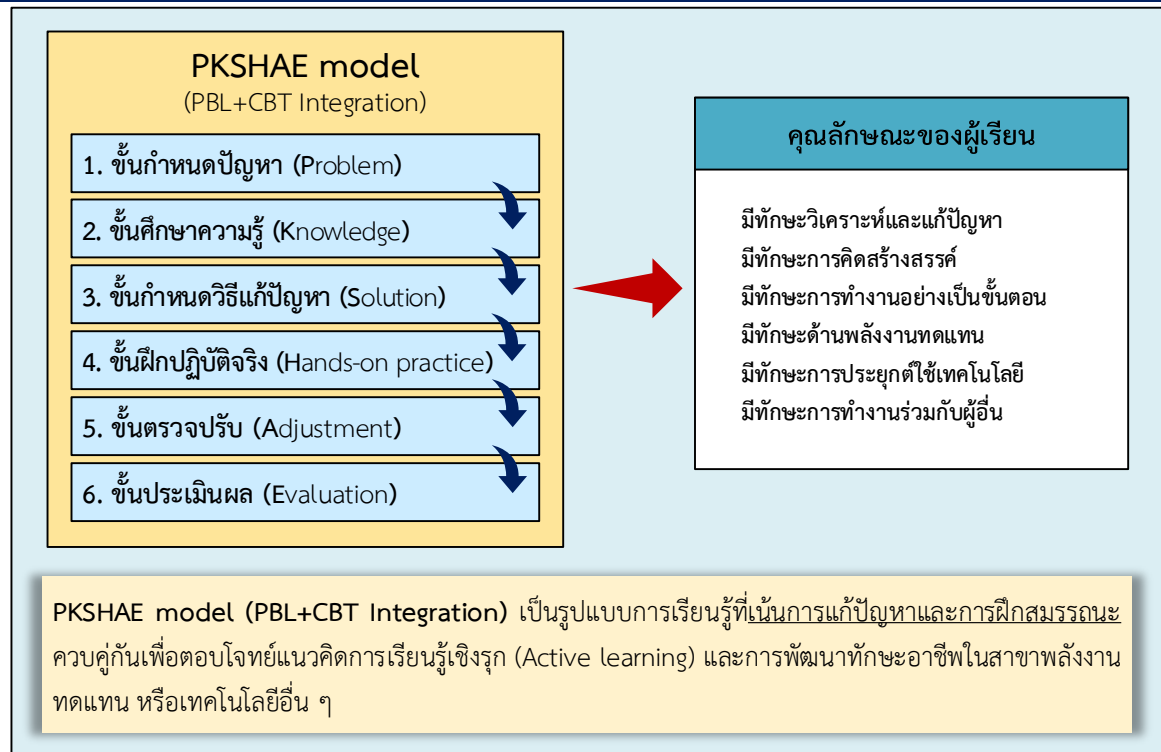
2) ขั้นศึกษาความรู้ (Knowledge) เมื่อทราบปัญหาแล้วในขั้นศึกษาความรู้เป็นการศึกษาทฤษฎีเพื่อเป็นการปรับพื้นฐาน และศึกษาหลักการทำงานของเตาชีวมวลไร้ควัน การเผาไหม้ที่มีประสิทธิภาพ คุณสมบัติของวัสดุชีวมวล และพื้นฐานเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตประสานสรรพสิ่งสำหรับการติดตั้งเซ็นเซอร์เพื่อให้ผู้เรียนเกิดองค์ความรู้ที่จะสามารถนำไปกำหนดกรอบแนวคิดในการแก้ปัญหา

3) ขั้นกำหนดวิธีแก้ปัญหา (Solution) หลังจากผู้เรียนได้องค์ความรู้แล้วในขั้นนี้จะส่งเสริมให้ร่วมกันระดมความคิดเพื่อออกแบบการประกอบเตาชีวมวลแบบไร้ควัน พร้อมทั้งกำหนดตำแหน่งสำหรับการติดตั้งเซ็นเซอร์ กำหนดโครงสร้างการเขียนโปรแกรมอินเทอร์เน็ตประสานสรรพสิ่งสำหรับควบคุมและแจ้งเตือนบนเว็บแอปพลิเคชัน (Web application) ด้วยซอฟต์แวร์อาร์ดูโน (Arduino) ผ่านบอร์ดประมวลผล ESP32 ด้วยขอบเขตของเนื้อหาในขั้นที่ 2 และข้อมูลเพิ่มเติมจากการศึกษาด้วยตนเอง

4) ขั้นฝึกปฏิบัติจริง (Hands-on practice) การลงมือปฏิบัติในการประกอบชิ้นส่วนต่าง ๆ ของเตาชีวมวลแบบไร้ควันและถังเก็บเชื้อเพลิงตามแบบด้านโครงสร้างและวงจร พร้อมทั้งติดตั้งเซ็นเซอร์เข้ากับชุดเตาชีวมวลพร้อมทั้งต่อวงจรบอร์ดประมวลผล ESP32 เขียนโปรแกรมและอัปโหลดโปรแกรม ซึ่งขั้นตอนนี้จะต้องควบคุมดูแล และให้คำแนะนำโดยครูผู้สอน

5) ขั้นตรวจปรับ (Adjustment) หลังจากเสร็จสิ้นในทุกขั้นตอนหรือในแต่ละขั้นตอนครูผู้สอนทำการตรวจสอบและให้คำแนะนำเพื่อปรับปรุงคุณภาพในการประกอบของเตาชีวมวล การทำงานของเซ็นเซอร์ และการเขียนโปรแกรมอินเทอร์เน็ตประสานสรรพสิ่งให้สามารถแจ้งเตือนได้อย่างแม่นยำ ขั้นตอนนี้จะช่วยกระตุ้นและตรวจปรับผู้เรียนให้ทำงานได้อย่างถูกต้อง

6) ขั้นประเมินผล (Evaluation) เป็นการประเมินผลในแต่ละงานที่ได้ปฏิบัติเพื่อเก็บผลความก้าวหน้าทางการเรียนและให้ทำแบบทดสอบรวมหลังจากปฏิบัติทุกขั้นตอน



รูปที่ 3 การเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการฝึกอบรมฐานสมรรถนะ PKSHAE model

3.4.3 การพัฒนาสื่อการสอน

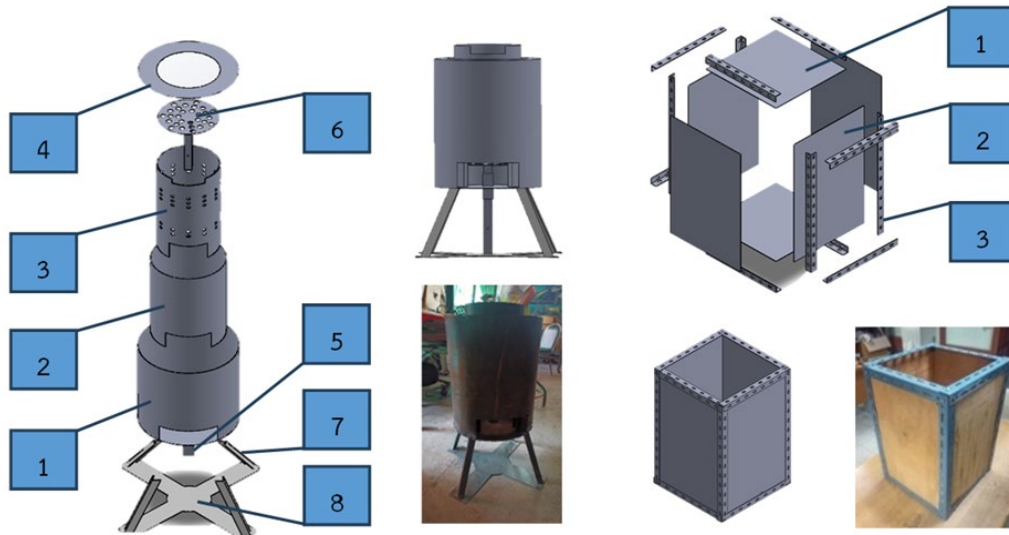
งานวิจัยนี้มุ่งเน้นพัฒนาสมรรถนะของผู้เรียนผ่านสื่อการสอนที่ออกแบบให้ถอดและประกอบได้ ทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจเชิงโครงสร้างควบคู่กับการฝึกปฏิบัติจริง ตามแนวทางการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับฐานสมรรถนะชุดสื่อหลักประกอบด้วยชุดเตาชีวมวลแบบไร้ควันและชุดถังเก็บเชื้อเพลิง ทั้งสองส่วนถูกออกแบบให้รองรับการฝึกทักษะอย่างเป็นลำดับขั้น

ชุดเตาชีวมวลประกอบด้วย 8 องค์ประกอบหลัก ได้แก่ 1) โครงสร้างภายนอกสำหรับป้องกันการแผ่ร้อน 2) ชั้นผนังด้านในที่ช่วยการหมุนเวียนอากาศ 3) ห้องเผาไหม้ที่มีช่องลมรอบด้านเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการเผาไหม้ 4) ฝาปิดที่ควบคุมการไหลเวียนของอากาศ 5) ตัวประกอบแทนวางเชื้อเพลิง 6) แทนวางเชื้อเพลิงแบบปรับระดับที่รองรับการติดตั้งโหลดเซลล์ 7) ขาเหล็กฉากที่ให้ความมั่นคง และ 8) ฐานเตาที่ออกแบบให้รองรับน้ำหนักรวมของเตาและเชื้อเพลิงดังรูปที่ 4 (ก) ซึ่งการถอดประกอบตามขั้นตอนช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจกลไกการเผาไหม้ การไหลของอากาศ และการทำงานของเตาได้อย่างเป็นระบบ

ชุดถังเก็บเชื้อเพลิงประกอบด้วยส่วนสำคัญ 3 ส่วน ได้แก่ 1) แผ่นไม้อัดสำหรับรองรับ และติดตั้งโหลดเซลล์ 2) แผ่นไม้อัดสำหรับสร้างผนังของถังเก็บเชื้อเพลิง และ 3) เหล็กฉากสำหรับยึดโครงสร้าง แสดงในรูปที่ 4 (ข)

ระบบอินเทอร์เน็ตประสานสรรพสิ่ง ผู้วิจัยกำหนดให้ผู้เรียนพัฒนาโปรแกรมควบคุมการทำงานของเซ็นเซอร์ผ่านบอร์ดประมวลผล ESP32 โดยใช้ซอฟต์แวร์อาร์ดูโน (Arduino) เพื่อให้สามารถอ่านค่าจากเซ็นเซอร์ และส่งข้อมูลขึ้นสู่ Google Sheet แบบอัตโนมัติเพื่อทำหน้าที่จัดเก็บข้อมูลที่อ่านได้จากเซ็นเซอร์ จากนั้นข้อมูลดังกล่าวจะถูกแสดงผลผ่านแดชบอร์ด (Dashboard) บน Google Site เพื่อใช้ในการติดตามผลแบบเรียลไทม์ตัวอย่างหน้าต่างแดชบอร์ดแสดงในรูปที่ 5

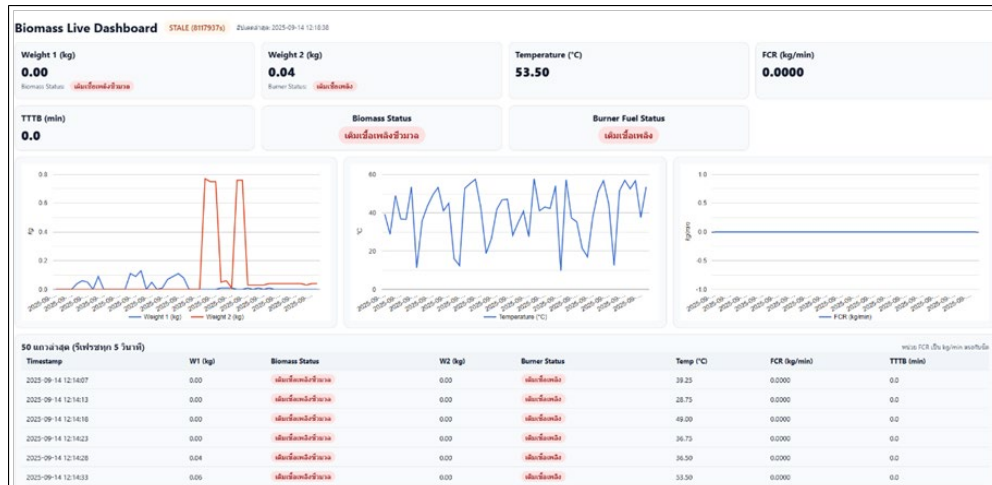
เอกสารการสอน ผู้วิจัยได้ศึกษาจากแหล่งข้อมูล เช่น หนังสือ ตำรา เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อกำหนดขอบเขตเนื้อหาด้านทฤษฎีและปฏิบัติ ให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของงานที่วิเคราะห์ได้ในข้อที่ 3.4.1 และสอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการฝึกอบรมฐานสมรรถนะ PKSHAE model จากนั้นนำข้อมูลมาจัดทำสื่อเสนออิเล็กทรอนิกส์ ใบเนื้อหา ใบปฏิบัติงาน และแบบทดสอบ หลังจากผู้วิจัยได้ทำการพัฒนาสื่อการสอนแล้ว ได้นำให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินหาคุณภาพพร้อมทั้งประเมินความสอดคล้องของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมกับเนื้อหา ใบปฏิบัติงาน และแบบทดสอบ จากนั้นนำข้อเสนอแนะที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญมาปรับปรุงแก้ไขให้สมบูรณ์



ก) เตาชีวมวลแบบไร้ควัน

ข) ถังเก็บเชื้อเพลิงชีวมวล

รูปที่ 4 ชุดสื่อการเรียนรู้ฐานสมรรถนะเตาชีวมวลแบบไร้ควันและถังเก็บเชื้อเพลิงชีวมวล



รูปที่ 5 หน้าต่างแดชบอร์ดแสดงผลของชุดเตาชีวมวล

3.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการฝึกอบรมกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน ตามขั้นตอนของ PKSHAE model โดยเริ่มจากการทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) เพื่อวัดความรู้พื้นฐาน จากนั้นกำหนดสถานการณ์ปัญหาเกี่ยวกับผลกระทบของเตาชีวมวลแบบดั้งเดิม เพื่อให้ผู้เรียนร่วมวิเคราะห์และตระหนักถึงความจำเป็นในการพัฒนาเตาชีวมวลไร้ควันร่วมกับระบบไอโอที ต่อมาในขั้นศึกษาความรู้ ผู้เรียนศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องและทำแบบทดสอบระหว่างเรียน ก่อนร่วมกันออกแบบเตาชีวมวลและระบบไอโอทีโดยใช้ซอฟต์แวร์อาร์ดูโนและบอร์ดประมวลผล ESP32 แล้วจึงลงมือปฏิบัติจริงในการประกอบ ติดตั้งเซ็นเซอร์ และพัฒนาโปรแกรมภายใต้การดูแลของผู้สอน พร้อมทั้งมีการตรวจสอบ ปรับปรุง และประเมินผลภาคปฏิบัติอย่างต่อเนื่องเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของผลงาน สุดท้ายดำเนินการประเมินผลด้วยแบบทดสอบหลังเรียน (Post-test) เพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและสมรรถนะของผู้เรียน พร้อมทั้งเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อนำไปวิเคราะห์ประสิทธิภาพชุดการสอน (E_1/E_2) และระดับความพึงพอใจของผู้เรียนแสดงในรูปที่ 6



รูปที่ 6 การฝึกอบรมแบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับฐานสมรรถนะ

3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้ประมวลผล ดังนี้

3.6.1 วิเคราะห์ผลการประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการเรียนรู้ และความพึงพอใจของผู้เรียน วิเคราะห์ระดับความเหมาะสมโดยใช้ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ในการวิเคราะห์จะใช้ค่าเฉลี่ยเทียบกับเกณฑ์การประเมิน ดังนี้

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.50 – 5.00 หมายความว่า มากที่สุด

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.50 – 4.49 หมายความว่า มาก

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.50 – 3.49 หมายความว่า ปานกลาง

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.50 – 2.49 หมายความว่า น้อย

ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.00 – 1.49 หมายความว่า น้อยที่สุด

3.6.2 วิเคราะห์ผลการประเมินประสิทธิภาพของชุดการสอนที่พัฒนาขึ้น โดยใช้เกณฑ์ประสิทธิภาพ E1/E2 โดยตั้งเกณฑ์ที่ 80/80

3.6.3 วิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน จากการเปรียบเทียบคะแนนหลังเรียนของผู้เรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 80 โดยใช้สถิติทดสอบค่าที (One-sample t-test) กำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

4. ผลการวิจัย

4.1 ผลการประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการเรียนรู้

เมื่อได้ดำเนินการพัฒนาสื่อการสอนและรูปแบบการเรียนรู้แบบการบูรณาการการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานและการฝึกอบรมฐานสมรรถนะ PKSHAE model เสร็จสิ้นแล้วนั้นผู้วิจัยได้นำรูปแบบการเรียนรู้ สื่อการสอน เอกสารและแบบประเมินผลให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 10 ท่านประเมินความเหมาะสมโดยมีผลการประเมินดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานและการฝึกอบรมฐานสมรรถนะ PKSHAE model

หัวข้อการประเมิน	$\bar{X}$	SD	ระดับความเหมาะสม
ด้านรูปแบบการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานและการฝึกอบรมฐานสมรรถนะ PKSHAE model	4.50	0.59	มาก
1. รูปแบบการเรียนรู้มีขั้นตอนและกระบวนการที่เหมาะสม	4.60	0.49	มากที่สุด
2. รูปแบบการเรียนรู้ในแต่ละขั้นตอนมีความสัมพันธ์กัน	4.70	0.46	มากที่สุด
3. รูปแบบการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นสามารถนำไปใช้สำหรับการเรียนรู้ ได้อย่างเหมาะสม	4.30	0.78	มาก
4. กิจกรรมการเรียนรู้ที่สามารถปฏิบัติได้จริง ตามเวลาที่กำหนด	4.40	0.66	มาก
5. ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์	4.50	0.67	มาก
6. รูปแบบการเรียนรู้ส่งเสริมให้ผู้เรียนทำงานเป็นทีม	4.50	0.50	มาก
ด้านกิจกรรมประกอบการเรียนการสอน	4.50	0.62	มาก
7. กิจกรรมการเรียนการสอนสามารถใช้ในการศึกษาได้อย่างเหมาะสม	4.50	0.67	มาก
8. กิจกรรมการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นสามารถส่งเสริมกระบวนการ เรียนรู้อย่างเป็นขั้นตอน	4.40	0.49	มาก
9. กิจกรรมการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นสามารถปฏิบัติได้จริง ตามเวลาที่กำหนด	4.40	0.66	มาก
10. ผู้เรียนสามารถประยุกต์ใช้กิจกรรมการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นไปใช้ในชีวิตประจำวัน	4.70	0.46	มากที่สุด
11. กิจกรรมการเรียนการสอนมีความหลากหลายส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะความรู้และทางปฏิบัติงาน	4.50	0.81	มาก
ด้านสื่อสนับสนุนการเรียนการสอน	4.50	0.68	มาก
12. ผู้เรียนสามารถค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเองอย่างอิสระ	4.60	0.66	มากที่สุด

ตารางที่ 1 (ต่อ) ผลการประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานและการฝึกอบรมฐานสมรรถนะ PKSHAE model

หัวข้อการประเมิน	$\bar{X}$	SD	ระดับความเหมาะสม
13. สื่อสนับสนุนมีความเหมาะสม เพียงพอและสอดคล้องกับรูปแบบการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน ร่วมกับการฝึกอบรมฐานสมรรถนะ PKSHAE model	4.40	0.80	มาก
14. สื่อช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างเป็นลำดับขั้นตอน	4.40	0.49	มาก
15. สื่อสนับสนุนช่วยส่งเสริมทักษะปฏิบัติการให้กับผู้เรียน	4.60	0.66	มากที่สุด
16. สื่อสนับสนุนช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดเจตคติที่ดี สำหรับการศึกษาด้านการจัดการพลังงานทดแทน อัจฉริยะ	4.50	0.81	มาก
ด้านการวัดและประเมินผลการเรียนรู้	4.43	0.66	มาก
17. เครื่องมือวัดสามารถประเมินผลทั้งความรู้ ทักษะ และเจตคติ	4.40	0.80	มาก
18. วิธีการวัดมีความหลากหลายและสอดคล้องกับรูปแบบการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการ ฝึกอบรมฐานสมรรถนะ PKSHAE model	4.40	0.66	มาก
19. การประเมินผลมีความหลากหลายและสอดคล้องกับรูปแบบการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน ร่วมกับการฝึกอบรมฐานสมรรถนะ PKSHAE model	4.50	0.50	มาก
20. เกณฑ์การประเมินผลมีความชัดเจน และเหมาะสม	4.33	0.67	มาก
21. สามารถเก็บข้อมูลได้ตามสภาพจริงจากการเรียนรู้ของผู้เรียน	4.50	0.67	มาก
รวม	4.48	0.64	มาก

ผลการประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานและการฝึกอบรมฐานสมรรถนะ PKSHAE model พบว่าด้านรูปแบบการเรียนรู้มีค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$ = 4.50, SD = 0.59) มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก สะท้อนความเหมาะสมของ ขั้นตอน กระบวนการ และความเป็นไปได้ในการนำไปใช้จริง ส่วนด้านกิจกรรมประกอบการเรียนการสอนมีค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$ = 4.50, SD = 0.62) มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากเช่นเดียวกัน แสดงถึงความสามารถของกิจกรรมในการประยุกต์ใช้ ในชีวิตประจำวัน ความหลากหลาย และความสอดคล้องกับลำดับการเรียนรู้ ด้านสื่อสนับสนุนการเรียนการสอนมีค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$ = 4.50, SD = 0.68) มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ชี้ให้เห็นว่ามีศักยภาพในการส่งเสริมการค้นคว้า การปฏิบัติจริง และการ สร้างเจตคติที่ดีต่อการจัดการพลังงานทดแทนอัจฉริยะ และด้านการวัดและประเมินผลการเรียนรู้มีค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$ = 4.43, SD = 0.66) มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก แสดงให้เห็นว่าระบบการประเมินมีความหลากหลาย ครอบคลุมทักษะทุกด้าน และเก็บข้อมูลตามสภาพจริงได้อย่างเหมาะสม ดังนั้นเมื่อพิจารณาภาพรวมทั้ง 4 ด้าน พบว่าค่าเฉลี่ยรวมของรูปแบบการเรียนรู้ แบบใช้ปัญหาเป็นฐานและการฝึกอบรมฐานสมรรถนะ PKSHAE model มีระดับคะแนนอยู่ที่ ($\bar{X}$ = 4.48, SD = 0.64) ซึ่งมีความ เหมาะสมอยู่ในระดับมาก จึงสรุปได้ว่ารูปแบบการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานและการฝึกอบรมฐานสมรรถนะ PKSHAE model มีความพร้อมและความเหมาะสมสูงในการใช้พัฒนาการเรียนรู้เชิงสมรรถนะของผู้เรียนอย่างมีประสิทธิภาพ

4.2 ผลการประเมินประสิทธิภาพชุดการสอน

การดำเนินการหาประสิทธิภาพของชุดการสอน ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บคะแนนในส่วนของทฤษฎีและส่วนการ ปฏิบัติงานของแต่ละงานทั้งหมดจำนวน 4 งานโดยมีคะแนนเต็มอยู่ที่งานละ 10 คะแนน และทำการสอบท้ายบทเรียนหลังจาก ฝึกอบรมเสร็จเรียบร้อยแล้วโดยมีคะแนนเต็มอยู่ที่ 30 คะแนน หลังจากนั้นทำการหาประสิทธิภาพชุดการสอนด้วยเกณฑ์ E_1/E_2 โดยมีเกณฑ์อยู่ที่ 80/80 (Brahmawong, 2013, pp. 7-20) คะแนนรวมของกลุ่มตัวอย่างแสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการหาประสิทธิภาพชุดการสอน

การทดสอบ	จำนวนผู้เรียน	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ย	คะแนนเฉลี่ยร้อยละ	ประสิทธิภาพ
คะแนนระหว่างเรียน (E_1)	30	40	33.40	83.50	83.50/83.44
คะแนนหลังเรียน (E_2)	30	30	25.03	83.44	

จากผลการทดสอบประสิทธิภาพของชุดการสอนที่คำนวณได้ พบว่า ค่า E_1 = 83.50 และ E_2 = 83.44 แสดงให้เห็นว่าผู้เรียน สามารถทำคะแนนระหว่างเรียนคิดเป็นร้อยละ 83.50 ของคะแนนเต็ม และทำคะแนนหลังเรียนคิดเป็นร้อยละ 83.44 ของคะแนน เต็ม ซึ่งผลลัพธ์ทั้งสองอยู่ในระดับที่เป็นไปตามหลักเกณฑ์การยอมรับประสิทธิภาพของสื่อหรือชุดการสอน โดยเฉพาะสำหรับ เนื้อหาที่มุ่งเน้น ทักษะปฏิบัติ (ทักษะพิสัย) ซึ่งตามแนวทางการกำหนดเกณฑ์ของ Brahmawong (2013, pp. 7-20) ระบุว่า เกณฑ์ ที่ยอมรับได้สำหรับเนื้อหาด้านทักษะควรอยู่ที่ 80/80 หรือสูงกว่า โดยยอมรับความคลาดเคลื่อนจากเกณฑ์ได้ไม่เกิน $\pm 2.5\%$ ดังนั้น ค่าที่ได้ 83.50/83.44 จึงถือว่า ผ่านเกณฑ์ประสิทธิภาพตามมาตรฐานที่กำหนด และสะท้อนให้เห็นว่าผู้เรียนมีพัฒนาการทั้งด้าน

กระบวนการเรียนรู้ระหว่างเรียน (E_1) และด้านผลลัพธ์ความรู้ ความเข้าใจ และทักษะหลังเรียน (E_2) อย่างสมดุล โดยมีค่าความแตกต่างระหว่าง E_1 และ E_2 เพียง 0.06% ซึ่งอยู่ในช่วงความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ตามเกณฑ์ ไม่เกิน $\pm 2.5\%$ อันเป็นตัวชี้วัดว่าสื่อหรือชุดการสอนที่นำมาใช้มีประสิทธิภาพทั้งต่อกระบวนการเรียนรู้และผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนอย่างเหมาะสม ดังนั้นชุดการสอนที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพตามมาตรฐาน $E_1/E_2 \geq 80/80$ สามารถนำไปใช้จริงในการจัดการเรียนรู้ได้

4.3 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน

การประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีวัตถุประสงค์เพื่อสะท้อนประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้โดยการบูรณาการเรียนรู้อย่างเป็นระบบใช้ปัญหาเป็นฐานและการฝึกอบรมฐานสมรรถนะตาม PKSHAE model ผู้วิจัยเปรียบเทียบคะแนนหลังเรียนของผู้เรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 80 โดยใช้สถิติ One-sample t-test เพื่อพิจารณาว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนภายหลังการจัดการเรียนรู้ ผลเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้การบูรณาการเรียนรู้อย่างเป็นระบบใช้ปัญหาเป็นฐานและการฝึกอบรมฐานสมรรถนะตาม PKSHAE model เทียบกับเกณฑ์ ร้อยละ 80

การทดสอบ	คะแนนรวม	n	$\bar{X}$	SD	เกณฑ์	t-test	Sig.
คะแนนหลังเรียน	30	30	25.03	2.68	24	2.11	0.044

จากตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนหลังจากการจัดการเรียนรู้โดยการบูรณาการเรียนรู้อย่างเป็นระบบใช้ปัญหาเป็นฐานและการฝึกอบรมฐานสมรรถนะตามรูปแบบ PKSHAE model พบว่า ผู้เรียนมีคะแนนหลังเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 25.03 คะแนน จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 83.44 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ร้อยละ 80 เมื่อพิจารณาผลการทดสอบทางสถิติด้วย One-sample t-test พบว่าคะแนนหลังเรียนของผู้เรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($t = 2.11, p = 0.044$) แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ PKSHAE model สามารถส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนให้บรรลุและสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้

4.4 ผลการสอบถามความพึงพอใจของผู้เรียน

การสอบถามความพึงพอใจของผู้เรียนโดยใช้นักศึกษาระดับปริญญาตรี จำนวน 30 คน ซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างที่มีคุณสมบัติตามเกณฑ์ที่กำหนดและตามสภาพห้องเรียนจริง โดยใช้แบบสอบถามความพึงพอใจ จำนวน 4 ด้าน ประกอบด้วย ด้านวิธีการสอน ด้านเนื้อหาความรู้ ด้านสื่อนำเสนอ และด้านชุดฝึกปฏิบัติ ผลการสอบถามระดับความพึงพอใจของผู้เรียนแสดงดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลการสอบถามความพึงพอใจของผู้เรียน

หัวข้อการสอบถาม	$\bar{X}$	SD	ระดับความพึงพอใจ
ด้านวิธีการสอน	4.57	0.57	มากที่สุด
1. การจัดกิจกรรมถูกบูรณาการเข้ากับการฝึกอบรมอย่างเหมาะสม	4.57	0.56	มากที่สุด
2. ระยะเวลาในการจัดฝึกอบรมเหมาะสม	4.57	0.67	มากที่สุด
3. ผู้สอนบูรณาการเรียนรู้อย่างเป็นระบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการฝึกอบรมฐานสมรรถนะได้อย่างเหมาะสม	4.50	0.56	มาก
4. กิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับเนื้อหาและผู้เรียน	4.77	0.42	มากที่สุด
5. วิธีการประเมินผลสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้	4.47	0.62	มาก
ด้านเนื้อหาความรู้	4.51	0.58	มาก
6. เนื้อหาสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้	4.60	0.49	มากที่สุด
7. เนื้อหามีความถูกต้องและเป็นปัจจุบัน	4.37	0.75	มาก
8. ปริมาณเนื้อหาอยู่ในระดับเหมาะสม	4.23	0.62	มาก
9. ลำดับการนำเสนอเนื้อหาเป็นระบบ เข้าใจง่าย	4.60	0.61	มากที่สุด
10. ภาษาและภาพประกอบที่ใช้เหมาะสมกับผู้เรียน	4.73	0.44	มากที่สุด
ด้านสื่อนำเสนอ	4.50	0.67	มาก
11. ขนาดตัวอักษรและภาพในสื่อเหมาะสม	4.57	0.67	มากที่สุด
12. สื่อการนำเสนอครอบคลุมเนื้อหาทั้งหมดของบทเรียน	4.43	0.62	มาก
13. ลำดับของเนื้อหาในสื่อมีความเหมาะสม	4.50	0.67	มาก
14. ปริมาณเนื้อหาในสื่อช่วยส่งเสริมการเรียนรู้	4.60	0.66	มากที่สุด
15. สื่อช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง	4.40	0.71	มาก
ด้านชุดฝึกปฏิบัติ	4.57	0.62	มากที่สุด

ตารางที่ 4 (ต่อ) ผลการสอบถามความพึงพอใจของผู้เรียน

หัวข้อการประเมิน	$\bar{X}$	SD	ระดับความพึงพอใจ
16. ชุดฝึกเหมาะสมกับระดับความรู้ของผู้เรียน	4.60	0.61	มากที่สุด
17. เนื้อหาของชุดฝึกสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้	4.60	0.55	มากที่สุด
18. โครงสร้างและการออกแบบของชุดฝึกใช้งานง่าย	4.67	0.60	มากที่สุด
19. ชุดฝึกช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเรียนรู้อย่างเป็นระบบ	4.47	0.67	มาก
20. ชุดฝึกสามารถใช้งานได้ถูกต้องและมีประสิทธิภาพ	4.50	0.67	มาก
รวม	4.54	0.61	มากที่สุด

ผลการสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานและการฝึกอบรมฐานสมรรถนะในการพัฒนาชุดเตาชีวมวลอัจฉริยะไร้ควันและแฉ่งเตอนด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตประสาณสรพลิ่ง พบว่าในด้านวิธีการสอนได้คะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ ($\bar{X}$ = 4.57, SD = 0.57) มีระดับความพึงพอใจมากที่สุด สะท้อนว่ากิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับการปฏิบัติจริง ด้านเนื้อหาความรู้มีคะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ ($\bar{X}$ = 4.51, SD = 0.58) มีระดับความพึงพอใจระดับมาก ผู้เรียนมีความพึงพอใจด้านเนื้อหาถูกต้อง ทันสมัย และนำเสนออย่างเป็นระบบ ส่วนด้านสื่อนำเสนอมีค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$ = 4.50, SD = 0.67) มีระดับความพึงพอใจมาก แสดงว่าสื่อมีความครบถ้วนและช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาได้ชัดเจน ในขณะที่ด้านชุดฝึกปฏิบัติได้รับคะแนนเฉลี่ย ($\bar{X}$ = 4.57, SD = 0.62) มีระดับความพึงพอใจมากที่สุด แสดงให้เห็นว่าชุดฝึกปฏิบัติที่พัฒนาขึ้นที่มีความเหมาะสมใช้งานง่าย และส่งเสริมการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นในภาพรวมการสอบถามทั้งหมดมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ ($\bar{X}$ = 4.54, SD = 0.61) ซึ่งมีความพึงพอใจระดับมากที่สุด จึงสรุปได้ว่ารูปแบบการเรียนรู้ดังกล่าวสามารถพัฒนาความรู้และทักษะของผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ และสนับสนุนการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีพลังงานชีวมวลและระบบอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งในการปฏิบัติจริงได้เป็นอย่างดี

5. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

ผลการวิจัยเกี่ยวกับการบูรณาการการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานและการฝึกอบรมฐานสมรรถนะผ่านการพัฒนาชุดเตาชีวมวลอัจฉริยะไร้ควันและแฉ่งเตอนด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง พบว่ารูปแบบการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นมีค่าเฉลี่ยรวม ($\bar{X}$ = 4.48, SD = 0.64) โดยมีความเหมาะสมในระดับมาก สะท้อนให้เห็นถึงความครบถ้วนของกระบวนการเรียนรู้ทั้ง 6 ขั้นตอนตามรูปแบบ PKSHAE model และการเชื่อมโยงกิจกรรมการเรียนรู้กับสมรรถนะที่ผู้เรียนพึงได้รับการพัฒนาอย่างเป็นระบบ นอกจากนี้ ชุดการสอนที่พัฒนาขึ้นมีค่าประสิทธิภาพเท่ากับ $E_1 = 83.50$ และ $E_2 = 83.44$ ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 ที่กำหนดไว้ ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนพบว่าผู้เรียนมีคะแนนหลังเรียนเฉลี่ยร้อยละ 83.44 สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 อีกทั้งในด้านความพึงพอใจผู้เรียนมีคะแนนเฉลี่ยรวม ($\bar{X}$ = 4.54, SD = 0.61) อยู่ในระดับมากที่สุด แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการปัญหาจริงกับการฝึกทักษะปฏิบัติผ่านชุดเตาชีวมวลและเทคโนโลยีดิจิทัลสามารถส่งเสริมทั้งผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและประสบการณ์การเรียนรู้ของผู้เรียนได้อย่างเป็นรูปธรรม

ผลการวิจัยสามารถอภิปรายได้ว่าความเหมาะสมของรูปแบบการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานและการฝึกอบรมฐานสมรรถนะตาม PKSHAE model ที่มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก เกิดจากการออกแบบกระบวนการเรียนรู้ที่มีความเป็นเหตุเป็นผลและเชื่อมโยงกิจกรรมกับการปฏิบัติจริงอย่างชัดเจน โดยเฉพาะด้านรูปแบบการเรียนรู้ ด้านกิจกรรมประกอบกระบวนการเรียนการสอน และด้านสื่อสนับสนุนการเรียนการสอนที่มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับสูง ทั้งนี้เมื่อพิจารณารายข้อย่อยพบว่า ความสัมพันธ์ของแต่ละขั้นตอนของรูปแบบการเรียนรู้ และการประยุกต์ใช้กิจกรรมไปใช้ในชีวิตประจำวันมีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด ($\bar{X}$ = 4.70, SD = 0.46) ซึ่งสะท้อนว่ารูปแบบการเรียนรู้ไม่เพียงแต่มีโครงสร้างที่ชัดเจน แต่สามารถเชื่อมโยงการเรียนรู้กับบริบทจริงของผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ จึงเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้เชิงลึก ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Barrows (1996, pp. 3-12) ที่ระบุว่า การเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานช่วยส่งเสริมการคิดวิเคราะห์และการเรียนรู้เชิงลึกจากสถานการณ์จริง รวมถึงสอดคล้องกับงานของ Chachiyo and Chachiyo (2024, pp. 97-106) ที่พบว่าการจัดการเรียนรู้ลักษณะดังกล่าวช่วยพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ในขณะที่ด้านการวัดและประเมินผลการเรียนรู้มีค่าเฉลี่ยต่ำกว่าด้านอื่นเล็กน้อยแต่ยังอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ = 4.43, SD = 0.66) อาจเนื่องมาจากลักษณะของการประเมินสมรรถนะตามสภาพจริงที่ต้องครอบคลุมทั้งความรู้ ทักษะ และทัศนคติ ซึ่งผู้ประเมินมักพิจารณาอย่างรอบคอบและเข้มงวดมากกว่าการประเมินด้านรูปแบบหรือกิจกรรม ในประเด็นของขั้นฝึกปฏิบัติจริง (Hands-on practice) พบว่าเป็นองค์ประกอบที่มีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งต่อการพัฒนาทักษะของผู้เรียน โดยเมื่อเปรียบเทียบกับ การจัดการเรียนรู้เชิงทฤษฎีแบบเดิมที่มุ่งเน้นการรับรู้และจดจำเนื้อหาเป็นหลัก ผู้เรียนมักพัฒนาได้เพียงความเข้าใจในระดับ

แนวคิด แต่ยังไม่สามารถนำไปใช้ในสถานการณ์จริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในขณะที่การจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ PKSHAE model โดยเฉพาะในขั้นฝึกปฏิบัติจริง เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ลงมือประกอบอุปกรณ์ ติดตั้งเซ็นเซอร์ และพัฒนาโปรแกรมด้วยตนเอง ส่งผลให้เกิดการพัฒนาทักษะในระดับที่สูงขึ้น ได้แก่ ทักษะการแก้ปัญหาเชิงสถานการณ์ การตัดสินใจการตรวจสอบและปรับปรุงงาน ตลอดจนความมั่นใจในการปฏิบัติงาน ซึ่งเป็นทักษะที่ไม่สามารถพัฒนาได้อย่างชัดเจนจากการเรียนรู้เชิงทฤษฎีเพียงอย่างเดียว ในด้านสมรรถนะการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตประสาทรสพสิ่ง พบว่าผู้เรียนสามารถบรรลุวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมในระดับการปฏิบัติได้จริง โดยพิจารณาจากความสามารถในการเขียนโปรแกรมควบคุมผ่านบอร์ดประมวลผล ESP32 การเชื่อมต่อเซ็นเซอร์ และการส่งข้อมูลไปยังระบบแสดงผลแบบเรียลไทม์ ซึ่งผู้เรียนสามารถดำเนินการได้ครบกระบวนการตั้งแต่การออกแบบ การติดตั้ง การเขียนโปรแกรม ไปจนถึงการทดสอบระบบการทำงาน แสดงให้เห็นว่าผู้เรียนมีสมรรถนะด้าน IoT ในระดับปฏิบัติการ (Operational level) ไม่ใช่เพียงความเข้าใจเชิงทฤษฎี ทั้งนี้ยังสอดคล้องกับลักษณะของการเรียนรู้เชิงสมรรถนะที่มุ่งเน้นการนำความรู้ไปใช้ได้จริงในสถานการณ์จริง ซึ่งสอดคล้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงกว่าเกณฑ์ และประสิทธิภาพของชุดการสอนที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน (E_1/E_2) ผลการประเมินประสิทธิภาพชุดการสอนที่มีค่า E_1 และ E_2 สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานและมีความแตกต่างกันเพียงเล็กน้อย แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้สามารถส่งเสริมทั้งกระบวนการเรียนรู้ระหว่างเรียนและผลลัพธ์หลังเรียนได้อย่างสมดุล โดยค่า E_1 ที่สูงกว่าเล็กน้อยแสดงถึงผลของการจัดกิจกรรมที่มีการสนับสนุนและการให้ข้อเสนอแนะอย่างต่อเนื่องในระหว่างการเรียนรู้ ขณะที่ค่า E_2 แสดงถึงความสามารถของผู้เรียนในการสรุปและถ่ายโอนองค์ความรู้ไปสู่การประเมินรายบุคคล ซึ่งสอดคล้องกับหลักการฝึกอบรมฐานสมรรถนะของ McClelland (1973, pp. 1-14) ที่อธิบายว่าสมรรถนะเกิดจากการบูรณาการองค์ความรู้และทักษะผ่านการปฏิบัติจริงอย่างต่อเนื่อง นอกจากนี้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและระดับความพึงพอใจของผู้เรียนที่อยู่ในระดับสูง และรายการข้อย่อย เช่น โครงสร้างชุดฝึกใช้งานง่าย ($\bar{X} = 4.67$, $SD = 0.60$) และชุดฝึกเหมาะสมกับระดับความรู้ของผู้เรียน ($\bar{X} = 4.60$, $SD = 0.61$) ยิ่งยืนยันว่าการออกแบบกิจกรรมที่เหมาะสมช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถปฏิบัติได้จริง เข้าใจโครงสร้างของระบบ และเกิดความมั่นใจในการใช้งาน ซึ่งเป็นหลักฐานเชิงประจักษ์ที่สนับสนุนว่าการเรียนรู้ผ่านการลงมือทำมีผลโดยตรงต่อการพัฒนาสมรรถนะของผู้เรียน ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดการประเมินประสิทธิภาพสื่อการสอนของ (Brahmawong, 2013, pp. 7-20) และงานวิจัยของ Promseenong et al. (2024, pp. 107-117) ที่ยืนยันว่าชุดสื่อการสอนด้านพลังงานทดแทนที่ออกแบบตามฐานสมรรถนะช่วยยกระดับผลสัมฤทธิ์และความมั่นใจของผู้เรียน อีกทั้งยังสอดคล้องกับการสังเคราะห์งานวิจัยของ Leles et al. (2024, pp. 746-757) และ Siermans (2020, pp.683-696) ที่ชี้ว่าการจัดการเรียนรู้ซึ่งเปิดโอกาสให้ผู้เรียนเผชิญปัญหาจริงและลงมือปฏิบัติภายใต้กรอบสมรรถนะสามารถเสริมสร้างทั้งสมรรถนะเชิงปฏิบัติ แรงจูงใจ และผลสัมฤทธิ์ทางวิชาการได้ นอกจากนี้การออกแบบชุดฝึกปฏิบัติที่สามารถถอดประกอบได้ตามลำดับขั้นตอนยังช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจกลไกโครงสร้างของเตาชีวมวล รวมถึงการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตประสาทรสพสิ่งเพื่อการแจ้งเตือนได้อย่างสัมพันธ์กัน ดังนั้นผลการวิจัยทั้งหมดจึงชี้ชัดว่าการบูรณาการการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานและการฝึกอบรมฐานสมรรถนะผ่านการพัฒนาชุดเตาชีวมวลอัจฉริยะไร้ควันและแจ้งเตือนด้วยอินเทอร์เน็ตประสาทรสพสิ่ง เป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ สามารถเสริมสร้างทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ให้ผู้เรียนมีคุณลักษณะในการคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหา การทำงานเป็นทีม และทักษะดิจิทัล อีกทั้งยังสนับสนุนการพัฒนาบุคลากรด้านพลังงานทดแทนให้พร้อมรับการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีในยุคของพลังงานอัจฉริยะได้

6. ข้อเสนอแนะ

รูปแบบการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานและการฝึกอบรมฐานสมรรถนะตาม PKSHAE model ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นควรนำไปประยุกต์ใช้ในรายวิชาที่เน้นการปฏิบัติจริง โดยเฉพาะด้านพลังงานทดแทนและเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตประสาทรสพสิ่ง เนื่องจากสามารถพัฒนาทั้งความรู้และสมรรถนะของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี ทั้งนี้ควรให้ความสำคัญกับขั้นฝึกปฏิบัติจริง (Hands-on practice) และขั้นตรวจปรับ (Adjustment) ซึ่งเป็นกลไกสำคัญในการเสริมสร้างทักษะการแก้ปัญหาและการประยุกต์ใช้ความรู้ในสถานการณ์จริง ควบคู่กับการออกแบบชุดฝึกปฏิบัติและสื่อการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับบริบทจริงและสามารถถอดประกอบได้ เพื่อส่งเสริมความเข้าใจเชิงโครงสร้างและทักษะเชิงปฏิบัติ นอกจากนี้ควรส่งเสริมสมรรถนะด้านอินเทอร์เน็ตประสาทรสพสิ่งโดยให้ผู้เรียนได้ฝึกเขียนโปรแกรม เชื่อมต่ออุปกรณ์ และพัฒนาระบบแบบครบวงจร รวมถึงในการวิจัยครั้งต่อไปควรขยายกลุ่มตัวอย่างและศึกษาผลในระยะยาว เพื่อยืนยันประสิทธิผลของรูปแบบการเรียนรู้ในบริบทที่หลากหลายและการนำไปใช้จริงอย่างยั่งยืน

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยในครั้งนี้ สำเร็จได้ด้วยความรู้และความช่วยเหลือจากผู้เชี่ยวชาญที่ให้คำแนะนำและช่วยตรวจสอบความเหมาะสมของเนื้อหาและเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย รวมถึงให้คำชี้แนะแนวทางปรับปรุงคุณภาพเครื่องมือวิจัย ขอขอบคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กฤษฎา ศรีจันทร์พิทยม ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อาศิรา สนธิธรรม ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภักวี หะยะมิน และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฐพล ปันมาละ ที่ส่งเสริม สนับสนุน ให้คำปรึกษาเป็นอย่างดี ทั้งนี้ผู้วิจัยได้รับประกาศนียบัตรรับรองการอบรมจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ Certificate of completion จาก National Research Council of Thailand (NRCT) เมื่อวันที่ 28 พฤศจิกายน 2568

เอกสารอ้างอิง

- Barrows, H. S. (1996). Problem-based learning in medicine and beyond: A brief overview. *New Directions for Teaching and Learning*, 1996(68), 3–12.
- Brahmawong, C. (2013). Developmental testing of media and instructional package. *Silpakorn Educational Research Journal*, 5(1), 7–20. (in Thai)
- Chaichana, T., Ali, M., & Longsaman, M. (2013). The study of thermal efficiency of household cooking stove. *Journal of Science and Technology, Mahasarakham University*, 32(5), 627–630. (in Thai)
- Chachiyo, M., & Chachiyo, W. (2024). The effects of using problem-based learning to promote critical thinking skills. *Journal of Industrial Education*, 23(3), 97–106. <https://doi.org/10.55003/JIE.23311>. (in Thai)
- Department of Alternative Energy Development and Efficiency. (2015, September). Alternative Energy Development Plan (AEDP 2015–2036). Energy Policy and Planning Office. <https://www.eppo.go.th/images/POLICY/PDF/AEDP2015.pdf>. (in Thai)
- Hassadeepong, J., & Samanchuen, T. (2022). Design of a curriculum for online competency-based training. In *Proceedings of the International Conference on Digital Government Technology and Innovation (DGTi-Con 2022)* (pp. 86–90). IEEE. <https://doi.org/10.1109/DGTi-CON53875.2022.9849203>.
- Kaewluan, S., Janthosi, D., Jansri, S., & Piyarat, W. (2013). Performance testing of the 20 kW biomass gas stove. *SWU Engineering Journal*, 8(1), 24–33. (in Thai)
- Kaewtip, P., & Thongchaisuratkrul, C. (2023). Development of competency-based curriculum in off-grid solar cell installation work using IoT technology for energy monitoring. In *2023 8th International STEM Education Conference (iSTEM-Ed)* (pp. 1–5). IEEE. <https://doi.org/10.1109/iSTEM-Ed59413.2023.10305783>.
- Kučera, E., & Haffner, O. (2025). Competency-based hybrid learning: A modern approach to teaching programming and digital technologies subjects. *IEEE Access*, 13, 54892–54919. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2025.3555333>.
- Leles, A., Zaina, L., & Cardoso, J. R. (2024). Challenge-based learning for competency development in engineering education: A PRISMA-based systematic literature review. *IEEE Transactions on Education*, 67(5), 746–757. <https://doi.org/10.1109/TE.2024.3417908>.
- Mal, R., Dey, S., Mohsin, S., & Daimari, G. (2021). Smokeless cookstove with mobile phone charging solutions in islanded mode. *Journal of Mobile Multimedia*, 17(1–3), 187–204. <https://doi.org/10.13052/jmm1550-4646.171310>.
- McClelland, D. C. (1973). Testing for competence rather than for “intelligence.” *American Psychologist*, 28(1), 1–14. <https://doi.org/10.1037/h0034092>.

- Promseenong, P., Sema, P., Tantrabandit, M., Kohpeisansukwattana, N., Deewanichsakul, S., & Jantontapo, U. (2024). Development of practical teaching with a practice kit for split type of solar air conditioning system. *Journal of Industrial Education*, 23(3), 107–117. (in Thai)
- Sisternans, I. J. (2020). Integrating competency-based education with a case-based or problem-based learning approach in online health sciences. *Asia Pacific Education Review*, 21, 683–696.
<https://doi.org/10.1007/s12564-020-09658-6>.
- Srichanpiyom, K., Yensiri, C., Dechpratum, P., & Intakhruea, N. (2024). The development of competency-based curriculum in solar cell installation system according to the national labor skill standard in the field of solar system installers, level 1. In *2024 9th International STEM Education Conference (iSTEM-Ed)* (pp. 1–4). IEEE. <https://doi.org/10.1109/iSTEM-Ed62750.2024.10663188>.
- Thipmonta, N., Khaonuan, P., & Prasongchan, S. (2025). Improving thermal performance of top-lit up-draft (TLUD) biomass stoves with forced and natural draft systems. *Journal of Science and Technology, Mahasarakham University*, 44(4), 385–395. (in Thai)
- UNESCO. (2021). *Reimagining our futures together: A new social contract for education*.
<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000379707>.
- World Health Organization. (2022). *Household air pollution and health*.
<https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/household-air-pollution-and-health>.

“ข้อคิดเห็น เนื้อหา รวมทั้งการใช้ภาษาในบทความถือเป็นความรับผิดชอบของผู้เขียน”

Research article

การพัฒนาการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาบูรณาการกับภูมิปัญญาท้องถิ่น
เรื่อง ลูกประคบสมุนไพรเพื่อส่งเสริมความสามารถในการอธิบายหลักการทางวิทยาศาสตร์
ความคิดสร้างสรรค์และความพึงพอใจ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในจังหวัดลำปาง

THE DEVELOPMENT OF STEM – BASED LEARNING MANAGEMENT INTEGRATED WITH
LOCAL WISDOM ON HERBAL COMPRESS BALLS TO EXPLAIN THE ABILITY TO EXPLAIN
SCIENTIFIC PRINCIPLES, CREATIVITY AND LEARNER SATISFACTION OF GRADE 7 STUDENTS
IN LAMPANG PROVINCE

ดวงจันทร์ แก้วกพาน^{1*}, ชัญญณ์ภัช ธาชฌม², สัตตบงกช จินดาวงศ์² และชิสัพพัชร์ ชูทอง³
Duangjan Kaewkongpan^{1*}, Chanyaphat Tachachom², Satthabongkot Chindawong³,
and Chisapath Choothong³
duangjan.kkp@hotmail.com, chanyaphat4336@gmail.com, Satthabongkot0@gmail.com,
and cc_chisapath@hotmail.com

*Corresponding author E-mail: duangjan.kkp@hotmail.com

¹สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง จังหวัดลำปาง 52100 ประเทศไทย
Department of Science Teaching, Faculty of Science, Lampang Rajabhat University,
Lampang Province 52100 Thailand

²สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง จังหวัดลำปาง 52100 ประเทศไทย
Science Program, Faculty of Science, Lampang Rajabhat University Lampang Province 52100 Thailand

³สาขาวิชาสาธารณสุขชุมชน คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง จังหวัดลำปาง 52100 ประเทศไทย
Department of Community Public Health, Faculty of Science, Lampang Rajabhat University,
Lampang Province 52100 Thailand

Journal of Industrial Education. 2026, Vol. 25 (No. 1), <https://doi.org/10.55003/JIE.25108>

Received: February 27, 2026 | Revised: April 7, 2026 | Accepted: April 24, 2026

Citation reference :

Kaewkongpan, D., Tachachom, C., Chindawong, S., & Choothong, C. (2026). The development of STEM-based learning management integrated with local wisdom on herbal compress balls to explain the ability to explain scientific principles, creativity, and learner satisfaction of grade 7 students in Lampang province. *Journal of Industrial Education*, 25(1), 56–69.

ABSTRACT

This study is to explain scientific principles for students who receive learning management through science learning activities using STEM education integrated with local wisdom of herbal compress, creativity, and satisfaction with science learning activities using STEM education integrated with local wisdom of herbal compress for grade 7 students. The research consisted of instruments; 1) Learning management plan utilizing STEM education integrated with local wisdom of herbal compress, 2) Creative thinking assessment form, 3) scientific principles explanation ability assessment form, and 4) Satisfaction assessment form. The statistics tool used for the data analysis included the mean and standard deviation. The research findings indicate that 1) the ability to explain scientific principles after participating in learning activities based on STEM education

integrated with local wisdom of herbal compress has an overall score of 4.29 (0.53), which is at a very good level. 2) Creativity after participating in learning activities based on STEM education integrated with local wisdom of herbal compress has an overall score of 3.62 (0.5), which is at a good level. 3) Satisfaction after participating in learning activities based on STEM education integrated with local wisdom of herbal compress has an overall score of 4.59 (0.61), which is at a very good level.

Keywords: STEM education, Local wisdom, Herbal compress balls, Explain scientific principles, Creativity, Satisfaction

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้ได้ศึกษาความสามารถในการอธิบายหลักการทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่บูรณาการกับภูมิปัญญาท้องถิ่นลูกประคบสมุนไพร ความคิดสร้างสรรค์ และความพึงพอใจสมุนไพร กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนที่กำลังศึกษาอยู่ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนแห่งหนึ่งในอำเภอเมือง จังหวัดลำปาง จำนวน 13 คน โดยเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้สะเต็มศึกษาที่บูรณาการกับภูมิปัญญาท้องถิ่นลูกประคบสมุนไพร ประกอบด้วย กิจกรรมการทำลูกประคบสมุนไพร และกิจกรรมการบำบัดรักษาด้วยลูกประคบสมุนไพร 2) แบบประเมินความสามารถในการอธิบายหลักการเชิงวิทยาศาสตร์ 3) แบบประเมินความคิดสร้างสรรค์ และ 4) แบบประเมินความพึงพอใจ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลได้แก่ ค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลวิจัย พบว่า 1) ความสามารถในการอธิบายหลักการเชิงวิทยาศาสตร์หลังได้รับการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่บูรณาการกับภูมิปัญญาท้องถิ่น (ลูกประคบสมุนไพร) ภาพรวมมีค่าเท่ากับ 4.29 (0.53) อยู่ในระดับดีมาก 2) ความคิดสร้างสรรค์หลังได้รับการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่บูรณาการกับภูมิปัญญาท้องถิ่นลูกประคบสมุนไพร ทั้ง 4 ด้าน ภาพรวมมีค่าเท่ากับ 3.62 (0.5) อยู่ในระดับดี และ 3) ความพึงพอใจหลังได้รับการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่บูรณาการกับภูมิปัญญาท้องถิ่นลูกประคบสมุนไพร ภาพรวมมีค่าเท่ากับ 4.59 (0.61) อยู่ในระดับมากที่สุด

คำสำคัญ: สะเต็มศึกษา, ภูมิปัญญาท้องถิ่น, ลูกประคบสมุนไพร, การอธิบายหลักการทางวิทยาศาสตร์, ความคิดสร้างสรรค์, ความพึงพอใจ

1. บทนำ

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) มีเป้าหมายสำคัญในการพัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้ ความสามารถ และทักษะที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตในยุคสังคมฐานความรู้ ตลอดจนสามารถปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงของโลกยุคปัจจุบันทั้งด้านเศรษฐกิจ สังคม วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี โดยมุ่งพัฒนาผู้เรียนให้มีความสมดุลทั้งด้านร่างกาย ความรู้ คุณธรรม และทักษะพื้นฐานที่จำเป็นต่อการใช้ชีวิตในศตวรรษที่ 21 (Ministry of Education, 2017, p. 5) อย่างไรก็ตาม รายงานการประเมินคุณภาพทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนไทยในโครงการประเมินนานาชาติ เช่น TIMSS และ PISA พบว่าผู้เรียนไทยยังมีผลสัมฤทธิ์ต่ำกว่ามาตรฐานนานาชาติอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะด้านความสามารถในการคิดวิเคราะห์เชิงวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ และการแก้ปัญหา และจากรายงาน PISA 2022 พบว่าผลการประเมินของนักเรียนไทยในด้านวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับที่ต่ำกว่าในการประเมินที่ผ่านมาและต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของประเทศสมาชิก OECD โดยเฉพาะในด้านความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การสืบเสาะหาความรู้ และการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งสะท้อนถึงความท้าทายที่ยังคงมีอยู่ในระบบการศึกษาของไทย (OECD, 2023, pp. 1–2) ซึ่งสะท้อนถึงปัญหาเชิงโครงสร้างของการจัดการเรียนรู้ที่ยังคงเน้นการถ่ายทอดความรู้แบบครูเป็นศูนย์กลาง เนื้อหาขาดการเชื่อมโยงกับชีวิตจริง และไม่ได้ส่งเสริมให้ผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยตนเองอย่างเพียงพอ

สะเต็มศึกษา (STEM Education) เป็นการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ 4 สาขาวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) ซึ่งเป็น แนวคิดที่เกิดขึ้นจากการขาดแคลนแรงงานคุณภาพทางวิศวกรรมและวิทยาศาสตร์ของประเทศสหรัฐอเมริกา การ จัดการเรียนรูแบบสะเต็มศึกษาจึงเน้นการส่งเสริมให้ผู้เรียนทุกคน สามารถสร้างสรรค์ชิ้นงาน และมีทักษะในการ ออกแบบและคิดหาวิธีการแก้ปัญหาได้ตามสภาพจริงตามหลักการออกแบบเชิงวิศวกรรมศาสตร์ (Kijkuakul, 2015, p. 201) ประเทศไทยต้องการกำลังคนด้าน STEM จำนวนมาก สอดคล้องกับนโยบายการเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศ เป้าหมายสำคัญคือการทำให้นักเรียนสามารถนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ควบคู่ไปกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ไปปรับใช้ในชีวิตประจำวันได้มองเห็นความเชื่อมโยงสู่อาชีพในอนาคตข้างหน้า นักเรียนจะได้ฝึกฝนเป็นคนรุ่นใหม่ที่มีความรู้ และทักษะในการสร้างสรรค์สิ่งใหม่ ๆ สามารถนำไปใช้ในการประกอบวิชาชีพ มีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้นได้ ซึ่งต้องใช้เวลาขับเคลื่อนต่อเนื่องหลายปี จึงจะทำให้ประสบผลสำเร็จ (Limpijumnong, 2020, Online) กรอบแนวคิดสะเต็มศึกษายังได้รับการพัฒนาเพิ่มเติมโดยเน้นการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (problem-based learning) และการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นการสร้างนวัตกรรม ซึ่งมีงานวิจัยจำนวนมากยืนยันว่าการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEM ส่งผลต่อการพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ ความคิดสร้างสรรค์ และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนอย่างมีนัยสำคัญ (Li et al., 2020 pp. 5-9; [10] Margot & Kettler, 2019, pp. 3-6) การจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาที่บูรณาการวัฒนธรรมท้องถิ่นเข้าสู่กระบวนการเรียนรู้ของนักศึกษาครู มีส่วนช่วยส่งเสริมให้นักศึกษาครูพัฒนาทักษะในการประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับความหลากหลายทางวัฒนธรรมภายในห้องเรียน ตลอดจนเสริมสร้างความเข้าใจในมิติของความหลากหลายทางชาติพันธุ์ อันเป็นปัจจัยสำคัญที่เอื้อต่อการสร้างความเชื่อมโยงระหว่างการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษากับผู้เรียนที่มีภูมิหลังแตกต่างกัน งานวิจัยในประเทศไทยระบุว่า การจัดการประสบการณ์การเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่บูรณาการวัฒนธรรมท้องถิ่นทำให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกับบริบทชีวิตจริงของตนเองอย่างมีความหมายและมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้มากขึ้น โดยกระบวนการดังกล่าวมีส่วนช่วยเสริมทักษะการคิดสร้างสรรค์และการแก้ปัญหาในบริบทห้อง (Sethirunkul & Samahito, 2019, pp. 99-109) นอกจากนี้ การนำ ประสบการณ์ชีวิตจริงและบริบทของผู้เรียน มาประยุกต์ใช้ในการออกแบบแนวทางการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาช่วยให้การจัดการเรียนรู้สะท้อนบริบทชีวิตจริงของผู้เรียนมากยิ่งขึ้น ซึ่งนำไปสู่การเพิ่มระดับความสนใจและสร้างการเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาที่เรียนกับประสบการณ์จริงของผู้เรียนอย่างมีประสิทธิภาพ งานวิจัยในบริบทไทยพบว่าการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้สะเต็มศึกษาที่อิงบริบทท้องถิ่นและสภาพจริงของผู้เรียนช่วยพัฒนาทักษะเชิงความคิดและการจัดการเรียนรู้ของนักศึกษาครู/เด็กปฐมวัยได้อย่างมีนัยสำคัญ (Paweenbampen & Wannakool, 2025, pp. 81-97; Sethirunkul & Samahito, 2019, pp. 99-109) เช่น Ijiga et al. (2023, pp. 1949-1960) กล่าวไว้ว่าบูรณาการ STEM เข้ากับการออกแบบการจัดการเรียนรู้ โดยยึดฐาน การจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับวัฒนธรรม (Culturally Relevant Pedagogy: CRP) เพื่อแก้ปัญหาความเหลื่อมล้ำทางการศึกษาในชุมชนด้อยโอกาส STEM จะมีประสิทธิภาพและเท่าเทียมมากขึ้น เมื่อออกแบบหลักสูตรและการสอนที่เชื่อมโยงกับประสบการณ์จริง ทุนทางวัฒนธรรม และบริบทชุมชนของผู้เรียน STEM ที่ยึดฐานวัฒนธรรมและชุมชน ไม่เพียงช่วยยกระดับผลการเรียน แต่ยังเป็นกลไกสำคัญในการสร้างความเสมอภาคและความเป็นธรรมทางการศึกษา ในกลุ่มผู้เรียนด้อยโอกาส อีกทั้ง (Langkawong et al., 2025, p. 125) การเตรียมความพร้อมในการจัดการเรียนรู้สะเต็มที่ตอบสนองต่อวัฒนธรรม และสะท้อนลักษณะสำคัญทางการเรียนรู้ของความหลากหลายที่สามารถสนับสนุนการจัดการเรียนรู้สำหรับการพัฒนานักศึกษาครูต่อไปได้

ภูมิปัญญาไทยเกี่ยวกับการใช้สมุนไพรพื้นบ้าน โดยเฉพาะ “ลูกประคบสมุนไพร” เป็นองค์ความรู้ที่มีรากฐานมาจากวัฒนธรรมการแพทย์แผนไทยที่สืบทอดต่อเนื่องมาอย่างยาวนาน มีประโยชน์ทั้งในด้านการบำบัดอาการปวดเมื่อย การลดอาการอักเสบ และการเสริมสร้างสุขภาพ ผ่านการใช้สมุนไพรพื้นบ้านหลายชนิด โดยมีกรรมวิธีในการทำลูกประคบโดยการนึ่งสมุนไพรหลายชนิดมาผ่านกระบวนการทำความสะอาด แล้วนำมาหั่นหรือสับให้เป็นชิ้นตามขนาดที่ต้องการตำพอแตก อาจใช้สมุนไพรสดหรือทำให้แห้งก่อนนำมาบดรวมกันในผ้าให้ได้รูปทรงต่าง ๆ เช่น ทำเป็นหมอนหรือรูปสี่เหลี่ยมสำหรับใช้นาบ หรือเป็นทรงกลมสำหรับกดประคบส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย สมุนไพรพื้นบ้านที่ใช้ทำลูกประคบ ได้แก่ สะบ่านโง้ง หรือ สะพานกัน กีบม้าม หรือว่าน กีบแรด หรือใบสมิ สะเปาลม เป้าหลวง หรือ เปล้าใหญ่ เป็นต้น โดยใช้ประกอบกันกับสมุนไพรพื้นบ้านทั่วไปที่ใช้เหมือนกันทุกภาค ได้แก่ ไพล ขมิ้นอ้อย ใบมะกรูด ใบพลับพลึง ผักบู่ และการบูร (Sritan et al., 2022, p. 118) การเรียนรู้เกี่ยวกับลูกประคบสมุนไพรจึงมีศักยภาพในการบูรณาการองค์ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะหลักการเรื่องการถ่ายเทความร้อน การพาความร้อน คุณสมบัติทางเคมีของสมุนไพร การออกแบบวัสดุ และการทดลองเชิงคุณภาพ ซึ่งสามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนเชื่อมโยงวิทยาศาสตร์กับภูมิปัญญาไทยได้อย่างเป็นระบบการนำภูมิปัญญาลูกประคบสมุนไพรมาเป็นฐานในการออกแบบการจัดการเรียนรู้

สะเต็มศึกษาจึงเป็นแนวทางที่มีคุณค่าอย่างยิ่ง โดยเฉพาะในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ซึ่งผู้เรียนกำลังพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์และต้องการประสบการณ์การเรียนรู้ที่เป็นรูปธรรม ดังเช่นงานวิจัยที่สนับสนุนว่าการใช้กิจกรรมที่เชื่อมโยงกับวัฒนธรรมท้องถิ่นช่วยเพิ่มการมีส่วนร่วมเชิงบวกของผู้เรียนการบูรณาการภูมิปัญญาท้องถิ่นเข้ากับการจัดการเรียนรู้ โดยเฉพาะการจัดกิจกรรมเชิง STEM ส่งผลให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยง ความรู้ทางวิทยาศาสตร์กับบริบทวัฒนธรรมของตนเองได้อย่างลึกซึ้งและเป็นรูปธรรม ซึ่งช่วยเพิ่มแรงจูงใจและการมีส่วนร่วมของผู้เรียนในชั้นเรียนอย่างมีนัยสำคัญ งานวิจัยในบริบทไทยพบว่า การนำภูมิปัญญาท้องถิ่นมาเป็นฐานการออกแบบหลักสูตร STEM และกิจกรรมการเรียนรู้ช่วยส่งเสริมทักษะทั้งด้านการคิดวิเคราะห์ กระบวนการวิจัย และการประยุกต์ใช้ความรู้ในชีวิตจริงของผู้เรียนได้อย่างเป็นระบบ (Butdee et al., 2024, p. 79; Wangkamhan et al., 2024, p. 173; Worain et al., 2020, pp. 248-249) ลูกประคบสมุนไพรไทยเป็นการเรียนรู้เกี่ยวกับการนำสมุนไพรพื้นบ้านชนิดต่าง ๆ และมีพืชสมุนไพรเป็นส่วนประกอบ ได้แก่ โพล ขมิ้นชัน ตะไคร้ ผิวมะกรูด ใบมะขาม ใบส้มป่อย ใบหนาด ใบพลับพลึง การบูร และพิมเสน มาใช้ประโยชน์ในการคลายกล้ามเนื้อ ลดอาการปวดเมื่อย บำรุงผิวพรรณ โดยใช้การบูรณาการสะเต็มศึกษากับวัฒนธรรมท้องถิ่น ในการออกแบบการทำลูกประคบสมุนไพรไทยซึ่งสามารถนำไปประกอบอาชีพ สร้างรายได้ให้กับผู้รับบริการได้ แต่เมื่อนำการบูรณาการความรู้ใน 4 วิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ที่เรียกว่า สะเต็มศึกษา มาประยุกต์ใช้โดยเน้นการนำความรู้มาใช้แก้ปัญหาหรือการนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตจริง โดยการนำเทคโนโลยีมาใช้ร่วมกับความรู้เกี่ยวกับการถ่ายโอนความร้อน แบบการพาความร้อน เป็นการถ่ายโอนความร้อนที่อาศัยตัวกลางจากลูกประคบสมุนไพรสู่ร่างกาย การทำลูกประคบสมุนไพรมีอยู่ด้วยกันหลายสูตร ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับแต่ละภูมิภาคของประเทศซึ่งจะใช้สมุนไพรที่มีอยู่ในท้องถิ่นนั้น ๆ เป็นส่วนประกอบมาออกแบบและสร้างลูกประคบสมุนไพรไทย รวมทั้งการออกแบบบรรจุภัณฑ์บรรจุ ลูกประคบสมุนไพร การประคบร้อน เป็นการใช้ความร้อนถ่ายโอนออกมาจากวัสดุไปยังบริเวณที่มีอาการปวด โดยความร้อนจะส่งผ่านไปใต้ชั้นผิวหนังทำให้หลอดเลือดขยายตัวแล้วเกิดการคลายกล้ามเนื้อ จึงช่วยบรรเทาอาการปวดได้ การประคบร้อนจะให้ประโยชน์สูงสุดเมื่อใช้ในกรณีที่ถูกต้องเท่านั้น

อย่างไรก็ตาม แม้ว่างานวิจัยเกี่ยวกับ STEM และภูมิปัญญาท้องถิ่นเพิ่มขึ้น แต่การบูรณาการสะเต็มศึกษากับภูมิปัญญาท้องถิ่นเกี่ยวกับลูกประคบสมุนไพรไทย ผู้วิจัยจึงได้หาวิธีการสอนและนวัตกรรมที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอน มีสื่อการสอนที่จะเอื้อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้อย่างเข้าใจ ได้เรียนรู้ตามความสามารถ และทำให้บรรยากาศการเรียนการสอนน่าสนใจ ไม่เกิดความเบื่อหน่าย ผู้วิจัยจึงนำการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาบูรณาการภูมิปัญญาท้องถิ่น เรื่อง ลูกประคบสมุนไพรมาประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอนเพื่อให้ผู้เรียนคำนึงถึงความสำคัญของภูมิปัญญาท้องถิ่นที่สืบทอดต่อกันมา จากปราชญ์ชาวบ้านอีกทั้งครูผู้สอนยังช่วยในการกระตุ้น และสร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้ให้กับผู้เรียนทำส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความเชื่อมั่นในตนเองอันเป็นพื้นฐานในการศึกษาต่อหรือประกอบอาชีพได้โดยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนแสดงความคิดอย่างอิสระในการออกแบบลูกประคบสมุนไพรและสามารถสร้างผลิตภัณฑ์บรรจุลูกประคบสมุนไพรอย่างสร้างสรรค์วิเคราะห์และประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างวิชาวิทยาศาสตร์และวัฒนธรรมเห็นคุณค่ามรดกทางวัฒนธรรมภูมิปัญญาท้องถิ่นภูมิลูกประคบสมุนไพร

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

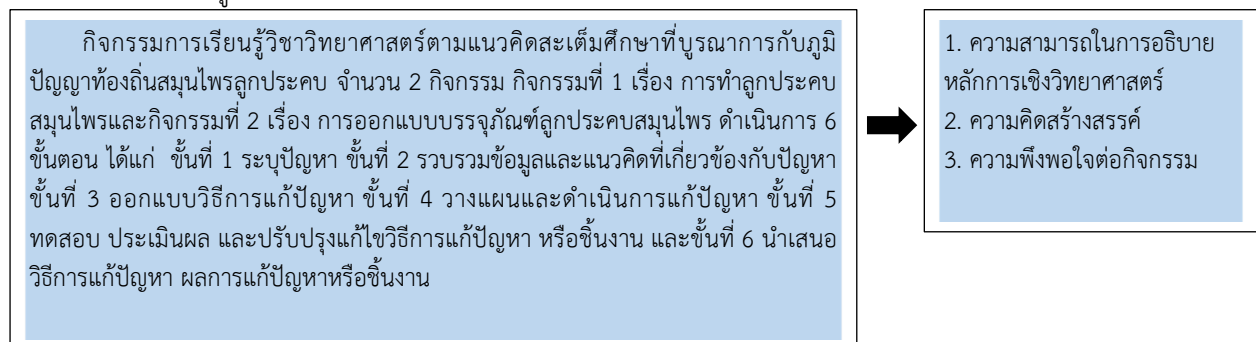
Potchaneer and Boontham (2021, p. 293) ได้กล่าวถึง เป้าหมายการสอนสะเต็มศึกษา พบว่า ความต้องการจำเป็นที่ต้องพัฒนาเกี่ยวกับการรับรู้แนวคิดและหลักการของวิชาเพื่อเชื่อมโยงกับสะเต็มศึกษา ทั้งนี้เนื่องจากครูส่วนมากไม่เข้าใจแนวคิดและหลักการของสะเต็มศึกษาอยู่และขาดการมาเชื่อมโยงกับรายวิชาของตนเองได้ครูต้องมีการบูรณาการเน้นการประยุกต์ความรู้และทักษะสะเต็มศึกษาในการแก้ไขปัญหาในชีวิตประจำวันและสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ในชีวิตจริงของตนเอง มีกระบวนการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ที่เชื่อมโยงกันในแต่ละรายวิชาให้สามารถเชื่อมโยงเนื้อหาสาระหว่างสาระวิชา มีทักษะในการปฏิบัติการเชิงวิทยาศาสตร์ ทักษะการคิดที่เป็นเหตุเป็นผล สามารถค้นหาความรู้และแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลาย มีการบูรณาการในลักษณะชุมนุมหรือกิจกรรมโครงการเป็นแนวทางให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้าหรือปฏิบัติงานตามหัวข้อที่ผู้เรียนสนใจ ซึ่งผู้เรียนจะต้องฝึกกระบวนการทำงานอย่างมีขั้นตอน มีการวางแผนในการทำงานหรือการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบจนการดำเนินงานสำเร็จคล่องตามวัตถุประสงค์ ส่งผลให้ผู้เรียนมีทักษะการเรียนรู้อย่างหลากหลายเป็นประสบการณ์ตรงที่มีคุณค่า สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการดำเนินงานต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพและเป็นการนำศาสตร์แต่ละสาขาวิชาของสะเต็มศึกษามาผสมผสานกันอย่างลงตัวเหมาะสม

Seeharach and Santhuenkaew (2024, p. 32) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ สะเต็มศึกษา (STEM education) เพื่อพัฒนาความคิด สร้างสรรค์ผลการศึกษาพบว่า สะเต็มศึกษาเป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการองค์ความรู้ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์เข้าด้วยกัน ช่วยให้นักเรียนมีทักษะการคิดวิเคราะห์ แก้ปัญหา การคิดสร้างสรรค์ และ ทักษะการทำงานร่วมกัน เพื่อส่งเสริมการพัฒนาทักษะและความรู้ในเชิงบูรณาการในรูปแบบที่เน้นการแก้ปัญหา การคิดวิเคราะห์ และการสร้างสรรค์ ผ่านการเรียนรู้ที่มีการปฏิสัมพันธ์กับโลกของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในชีวิตประจำวัน การจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษานับการเรียนรู้แบบเชิงปฏิบัติ โดยให้นักเรียนมีโอกาสทดลองและสร้างโปรเจกต์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับศาสตร์และเทคโนโลยี โดยมุ่งเน้นการทำงานในสถานการณ์จริง การประยุกต์ใช้ความรู้ที่เรียนรู้ในชีวิตประจำวัน Karangsri and Siripan (2022, p. 72) ชุมการเรียนรู้ วิชาพืชสมุนไพรเพื่อสุขภาพ เรื่อง ประโยชน์ของสมุนไพร สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนนครักษ์ จังหวัดนครนายก สามารถสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้ คุณภาพของชุดการเรียนรู้วิชาพืชสมุนไพรเพื่อสุขภาพ เรื่อง ประโยชน์ของสมุนไพรในระดับดี และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนด้วยชุดการเรียนรู้วิชาพืชสมุนไพรเพื่อสุขภาพ เรื่องประโยชน์ของสมุนไพรมีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

3. วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาบูรณาการกับภูมิปัญญาท้องถิ่น เรื่อง ลูกประคบสมุนไพร เพื่อส่งเสริมความสามารถในการอธิบายหลักการทางวิทยาศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ และความพึงพอใจสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้วิจัยได้กำหนดกรอบแนวคิดในการศึกษา ดังนี้



รูปที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

3.2 ขอบเขตการวิจัย

ขอบเขตตัวแปรที่ต้องการศึกษา (Independent variable) ได้แก่ กิจกรรมการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่บูรณาการกับภูมิปัญญาท้องถิ่นสมุนไพรลูกประคบ

ขอบเขตตัวแปรตาม (Dependent variable) ได้แก่ 1) ความสามารถในการอธิบายหลักการเชิงวิทยาศาสตร์ 2) ความคิดสร้างสรรค์ และ 3) พึงพอใจต่อกิจกรรม

ขอบเขตด้านกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดลำปาง ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 13 คน ข้อจำกัดของกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ คือ การเน้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง การลงมือทำ และเป็น การปูพื้นฐานเกี่ยวกับการอธิบายหลักการเชิงวิทยาศาสตร์ ให้กับนักเรียนเพื่อเตรียมสู่ระดับชั้นที่สูงขึ้น

ขอบเขตด้านเนื้อหา ได้แก่ เนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ หน่วยที่ 5 พลังงานความร้อน มาตรฐาน ว 2.3 เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอนพลังงานปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติของคลื่น ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้บูรณาการแนวคิดสะเต็มศึกษา รายละเอียดดังนี้

1) วิทยาศาสตร์ (Science) ผู้เรียนศึกษาแนวคิดเกี่ยวกับการถ่ายโอนความร้อน สมบัติของวัสดุ และคุณสมบัติของสมุนไพรที่มีผลต่อการเก็บและถ่ายเทความร้อน

2) เทคโนโลยี (Technology) ผู้เรียนใช้เทคโนโลยีในการสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับสมุนไพรร การออกแบบผลิตภัณฑ์ และอาจใช้เครื่องมือวัด เช่น เทอร์มิเตอร์ในการวัดอุณหภูมิของลูกประคบสมุนไพรร

3) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) ผู้เรียนใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม (Engineering design process) ในการออกแบบและพัฒนาลูกประคบสมุนไพรร รวมถึงการออกแบบบรรจุภัณฑ์ โดยมีการระบุปัญหา ออกแบบ ทดลอง ปรับปรุง และนำเสนอผลงาน

4) คณิตศาสตร์ (Mathematics) ผู้เรียนมีการวัดและบันทึกข้อมูล เช่น อุณหภูมิ เวลา และเปรียบเทียบประสิทธิภาพของวัสดุ ในการเก็บความร้อน รวมถึงการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น เช่น การหาค่าเฉลี่ย และการเปรียบเทียบผลลัพธ์ การบูรณาการดังกล่าวช่วยให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้จากหลายสาขาวิชา และนำไปประยุกต์ใช้ในบริบทชีวิตจริงได้อย่างมีความหมาย

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้การวิจัย ประกอบด้วย 1) ชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาบูรณาการภูมิปัญญาท้องถิ่น เรื่อง ลูกประคบสมุนไพรร 2) แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การทำลูกประคบสมุนไพรร และการออกแบบบรรจุภัณฑ์ลูกประคบสมุนไพรร 3) แบบประเมินความรู้การอธิบายหลักการเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง การถ่ายโอนความร้อน 4) แบบประเมินความคิดสร้างสรรค์ในการผลิตภัณฑ์ ลูกประคบสมุนไพรร เป็นแบบประเมินลักษณะคำถามปลายเปิด (Open-ended) จำนวน 5 ข้อ โดยให้ผู้เรียนอธิบายเหตุผลทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการถ่ายโอนความร้อนและการประยุกต์ใช้ในบริบทลูกประคบสมุนไพรร ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก (Rubric score) 5 ระดับ ตั้งแต่ระดับน้อยที่สุดถึงมากที่สุด โดยพิจารณาความถูกต้อง ความสมบูรณ์ และการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ โดยมีค่าความเชื่อมั่นของแบบประเมินเท่ากับ 0.80 5) แบบประเมินความพึงพอใจในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สะเต็มศึกษาบูรณาการวัฒนธรรมท้องถิ่น เรื่อง ลูกประคบสมุนไพรร

3.4 วิธีการดำเนินการวิจัย

3.4.1 การสร้างและการหาคุณภาพของเครื่องมือ

1. ศึกษาข้อมูลพื้นฐาน วิเคราะห์เนื้อหาและตัวชี้วัดสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุงพุทธศักราช 2560) ของกระทรวงการศึกษาธิการ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

2. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อใช้เป็นแนวทางในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาบูรณาการภูมิปัญญาท้องถิ่น

3. ออกแบบแผนกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้กิจกรรมการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่บูรณาการกับภูมิปัญญาท้องถิ่น ประกอบด้วยแผนกิจกรรมทั้งหมด 2 กิจกรรม ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาบูรณาการภูมิปัญญาท้องถิ่น เรื่อง การทำลูกประคบสมุนไพรร แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาบูรณาการภูมิปัญญาท้องถิ่น เรื่อง การออกแบบบรรจุภัณฑ์ลูกประคบสมุนไพรร

4. สร้างแบบประเมินความรู้การอธิบายหลักการเชิงวิทยาศาสตร์ แบบประเมินความคิดสร้างสรรค์ และแบบประเมินความพึงพอใจ เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน โดยผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) แล้วนำมาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC (Item objective congruence) ว่ามีความสอดคล้องหรือไม่ โดยคัดเลือกแบบทดสอบข้อที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป จากนั้นปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา นำแบบประเมินที่สร้างขึ้นไปทดสอบกับกลุ่มเป้าหมาย

3.4.2 การเก็บและรวบรวมข้อมูล

ในการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ชี้แจงวัตถุประสงค์ของการวิจัยให้กลุ่มเป้าหมายทราบ

2. จัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามกิจกรรมที่พัฒนาไว้ เช่น การศึกษาความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับลูกประคบสมุนไพรร การระบุปัญหาและตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์ การออกแบบและทดลองเกี่ยวกับการถ่ายเทความร้อน การสกัดสาร หรือคุณสมบัติของสมุนไพรร การสร้างชิ้นงานหรือผลิตภัณฑ์ลูกประคบ ระยะเวลาในการเก็บข้อมูลจำนวน 4 สัปดาห์ ๆ ละ 3 ชั่วโมง

3. หลังสิ้นสุดการจัดกิจกรรม ให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน (Post-test) เพื่อวัดความสามารถในการอธิบายหลักการทางวิทยาศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ที่เกิดขึ้นระหว่างการทำกิจกรรม และ ให้นักเรียนตอบแบบสอบถามความพึงพอใจต่อกิจกรรม โดยใช้แบบแผนการทดลองแบบกลุ่มเดียววัดผลหลังการทดลอง (One-group posttest-only design) เพื่อศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่บูรณาการกับภูมิปัญญาท้องถิ่นที่มีต่อความสามารถในการอธิบายหลักการ

เชิงวิทยาศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ และความพึงพอใจของนักเรียน $\longrightarrow X \longrightarrow O$ โดยที่ X แทน การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาบูรณาการภูมิปัญญาท้องถิ่น O แทน การวัดผลหลังการทดลอง (Posttest)

3.4.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการใช้สถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล สถิติพรรณนา ได้แก่ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Mean) และการหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) ในการวิเคราะห์ข้อมูลให้สัญลักษณ์ (μ) แทนสัญลักษณ์ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Mean) และสัญลักษณ์ (σ) แทนสัญลักษณ์ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) เนื่องจากกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยในครั้งนี้มีน้อยกว่า 30 คน

4. ผลการวิจัย

4.1 ผลการศึกษาความสามารถในการอธิบายหลักการเชิงวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาบูรณาการภูมิปัญญาท้องถิ่น ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ท้องถิ่นตามแนวทางสะเต็มศึกษาบูรณาการภูมิปัญญาท้องถิ่นสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

กิจกรรม	ลักษณะของกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา	รูปภาพกิจกรรม
กิจกรรมที่ 1 การทำลูกประคบสมุนไพร	ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา - ครูนำเข้าสู่การกำหนดปัญหาด้วยการใช้คำถามว่า นักเรียนคิดว่าวัสดุของเนื้อผ้าแต่ละชนิดที่นำมาออกแบบลูกประคบสมุนไพรส่งผลต่อการถ่ายโอนความร้อนหรือไม่	
	ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา - นักเรียนร่วมกันสืบค้นและรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับลูกประคบสมุนไพร จากนั้นนำมาอภิปรายร่วมกันภายในกลุ่ม เพื่อนำข้อสรุปไปออกแบบกิจกรรม	
	ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา - นักเรียนแต่ละกลุ่มออกแบบลูกประคบสมุนไพร พร้อมนำเสนอผลการออกแบบของแต่ละกลุ่ม	
	ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา - นักเรียนแต่ละกลุ่มวางแผน แบ่งหน้าที่กันในการทำลูกประคบ และลงมือปฏิบัติตามที่ออกแบบไว้	
	ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหา หรือชิ้นงาน - นักเรียนนำลูกประคบที่ทำแล้วไปนึ่ง 15 นาที จากนั้นวัดอุณหภูมิที่ได้หากอุณหภูมิไม่ถึงเกณฑ์ที่กำหนดให้ปรับปรุงแก้ไขชิ้นงาน	
	ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน - นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลงานและวิธีการแก้ปัญหา	
กิจกรรมที่ 2 การออกแบบบรรจุภัณฑ์ลูกประคบสมุนไพร	ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา - ครูนำเข้าสู่การกำหนดปัญหาด้วยการใช้คำถามว่า หากนักเรียนต้องการจำหน่ายหรือแจกลูกประคบสมุนไพรให้คนในชุมชนหรือนักท่องเที่ยว นักเรียนมีวิธีการออกแบบหรือจำหน่ายสินค้าอย่างไร	

ตารางที่ 1 (ต่อ) ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ท้องถิ่นตามแนวทางสะเต็มศึกษาบูรณาการกับภูมิปัญญาท้องถิ่นสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

กิจกรรม	ลักษณะของกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา	รูปภาพกิจกรรม
	ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา - นักเรียนร่วมกันสืบค้นและรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับการทำบรรจุภัณฑ์ลูกประคบสมุนไพร รวมถึงวัสดุที่ใช้และการออกแบบบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมโดยใช้วัสดุที่เหลือ จากนั้นนำมาอภิปรายร่วมกันภายในกลุ่ม เพื่อนำข้อสรุปไปออกแบบกิจกรรม	
	ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา - นักเรียนแต่ละกลุ่มออกแบบบรรจุภัณฑ์ลูกประคบสมุนไพร พร้อมนำเสนอผลการออกแบบของแต่ละกลุ่ม	
	ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา - นักเรียนแต่ละกลุ่มวางแผน แบ่งหน้าที่กันในการทำบรรจุภัณฑ์ลูกประคบ และลงมือปฏิบัติตามที่ออกแบบไว้	
	ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหา หรือ ชิ้นงาน - เมื่อทำบรรจุภัณฑ์เสร็จแล้ว แต่ละกลุ่มนำลูกประคบใส่ลงในบรรจุภัณฑ์ เพื่อทดสอบความแข็งแรงในการรับน้ำหนักและแก้ไขปรับปรุงบรรจุภัณฑ์	
	ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน - นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลงานและวิธีการแก้ปัญหาภายในกลุ่ม	

2 ผลการศึกษาความสามารถในการอธิบายหลักการเชิงวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาบูรณาการภูมิปัญญาท้องถิ่น ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการประเมินความสามารถในการอธิบายหลักการเชิงวิทยาศาสตร์

รายการประเมินความสามารถในการอธิบายหลักการเชิงวิทยาศาสตร์	(μ)	(σ)	ระดับคุณภาพ
1. ชนิดของวัสดุในการทำลูกประคบมีผลต่อการถ่ายโอนความร้อนหรือไม่ อย่างไร	4.46	0.51	ดีมาก
2. ถ้าหากจะใช้วัสดุอื่นนอกเหนือจากกิจกรรมวันนี้ นักเรียนจะใช้วัสดุใดในการทำลูกประคบ เพราะเหตุใด	3.84	0.37	ดี
3. นักเรียนสามารถนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาประยุกต์ใช้กับลูกประคบได้อย่างไร เพราะอะไร	4.38	0.76	ดีมาก
4. ทำไมต้องให้ความร้อนแก่ลูกประคบก่อนการใช้งาน	4.38	0.5	ดีมาก
5. หากในชุมชนมีแหล่งผลิตลูกประคบสมุนไพร นักเรียนจะออกแบบบรรจุภัณฑ์อย่างไรให้ดึงดูดผู้ซื้อและมีมาตรฐาน	4.38	0.5	ดีมาก
รวม	4.29	0.53	ดีมาก

จากตารางที่ 2 พบว่าผลการประเมินความสามารถในการอธิบายหลักการเชิงวิทยาศาสตร์ที่ได้จัดการเรียนรู้โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้สะเต็มศึกษาที่บูรณาการกับภูมิปัญญาท้องถิ่นสมุนไพรลูกประคบ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาพรวม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.29 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.53 อยู่ในระดับดีมาก เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่าชนิดของวัสดุในการทำลูกประคบมีผลต่อการถ่ายโอนความร้อนหรือไม่ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.46 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.51 อยู่ในระดับดีมาก รองลงมา นักเรียนสามารถนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาประยุกต์ใช้กับลูกประคบได้

อย่างไร เพราะอะไร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.38 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.76 อยู่ในระดับดีมาก ถัดไป ทำไมต้องให้ความร้อนแก่ลูกประคบก่อนใช้งาน และหากในชุมชนมีแหล่งผลิตลูกประคบสมุนไพร นักเรียนจะออกแบบบรรจุภัณฑ์อย่างไรให้ดึงดูดผู้ซื้อและมีมาตรฐานมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.38 มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.5 อยู่ในระดับดีมาก รองลงมา ถ้าหากจะใช้วัสดุอื่นนอกเหนือจากกิจกรรมวันนี้นักเรียนจะใช้วัสดุใดในการทำลูกประคบ เพราะเหตุใด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.84 มีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.37 อยู่ในระดับดี

4.3 ผลการประเมินความคิดสร้างสรรค์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาบูรณาการกับภูมิปัญญาท้องถิ่นสมุนไพรลูกประคบ ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แสดงผลการประเมินความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาบูรณาการกับภูมิปัญญาท้องถิ่น

กิจกรรมการออกแบบลูกประคบสมุนไพร และออกแบบบรรจุภัณฑ์ลูกประคบสมุนไพร	(μ)	(σ)	ระดับคุณภาพ
ความคิดริเริ่ม: สามารถออกแบบหรือพัฒนาลูกประคบสมุนไพร หรือผลิตภัณฑ์บรรจุลูกประคบสมุนไพรเหมาะสมต่อการใช้งานจริง	3.83	0.4	ดี
ความคิดคล่องแคล่ว: สามารถแก้ปัญหาได้มากกว่า 2 วิธีในเวลาที่กำหนด	3.5	0.54	ดี
ความคิดยืดหยุ่น: สามารถคิดหาแก้วิธีกแก้ปัญหาโดยดัดแปลงสิ่งที่มีอยู่หรือนำสิ่งอื่นมาทดแทนได้หลากหลาย	3.66	0.51	ดี
ความคิดละเอียดลออ: สามารถแจกแจงรายละเอียดของวิธีการแก้ปัญหาหรือขยายความคิดได้อย่างครบถ้วน และมีรายละเอียดที่สมบูรณ์	3.5	0.54	ดี
รวม	3.62	0.5	ดี

จากตารางที่ 3 พบว่าผลการประเมินความคิดสร้างสรรค์ที่ได้จัดการเรียนรู้โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ โดยใช้สะเต็มศึกษาที่บูรณาการกับภูมิปัญญาท้องถิ่นสมุนไพรลูกประคบ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาพรวมค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.62 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.5 อยู่ในระดับดี หากพิจารณาเป็นรายด้าน ด้านความคิดริเริ่ม ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 3.83 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.4 อยู่ในระดับดี รองลงมาด้านความคิดยืดหยุ่น ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.66 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.51 อยู่ในระดับดี ถัดมาด้านความคิดคล่องแคล่วและด้านความคิดละเอียดลออ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.5 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.54 อยู่ในระดับดี

4.4 ผลการประเมินความพึงพอใจ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาบูรณาการกับภูมิปัญญาท้องถิ่นสมุนไพรลูกประคบ ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาบูรณาการกับภูมิปัญญาท้องถิ่นสมุนไพรลูกประคบสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

รายการประเมิน	(μ)	(σ)	การแปลความหมาย
1. นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเตรียมการจัดการเรียนรู้ตามกรอบสะเต็มศึกษาที่บูรณาการภูมิปัญญาท้องถิ่นอย่างเป็นระบบ โดยออกแบบกิจกรรมเกี่ยวกับลูกประคบสมุนไพรที่เหมาะสมกับระดับชั้นเรียน	4.84	0.28	มากที่สุด
2. นักเรียนมีความพึงพอใจต่อบรรยากาศการเรียนรู้ที่เอื้อต่อการเรียนรู้เชิงปฏิบัติและการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ซึ่งสอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่เน้นการมีส่วนร่วมของผู้เรียน	4.23	0.72	มาก
3. นักเรียนมีความพึงพอใจต่อเนื้อหาการเรียนรู้ที่บูรณาการความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์เข้ากับภูมิปัญญาท้องถิ่นเรื่องลูกประคบสมุนไพร โดยเห็นว่าสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้จริง	4.69	0.63	มากที่สุด
4. นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ชัดเจน ซึ่งช่วยให้นักเรียนเข้าใจทิศทางของการเรียนรู้และเป้าหมายของกิจกรรมตามกระบวนการสะเต็มศึกษา	4.76	0.59	มากที่สุด
5. นักเรียนมีความพึงพอใจต่อความสอดคล้องระหว่างกิจกรรมการเรียนรู้กับจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยกิจกรรมลูกประคบสมุนไพรได้รับการออกแบบให้สอดคล้องกับการพัฒนาทักษะตามกรอบสะเต็มศึกษาอย่างชัดเจน	4.30	0.85	มากที่สุด

ตารางที่ 4 (ต่อ) ความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาบูรณาการกับภูมิปัญญาท้องถิ่นสมุนไพรสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

รายการประเมิน	(μ)	(σ)	การแปลความหมาย
6. นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมการทำงานร่วมกันทั้งรายบุคคลและรายกลุ่ม ซึ่งสะท้อนลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาที่เน้นการทำงานเป็นทีม	4.61	0.76	มากที่สุด
7. นักเรียนมีความพึงพอใจต่อกิจกรรมที่ส่งเสริมความคิดริเริ่มสร้างสรรค์และการอภิปรายร่วมกัน โดยการออกแบบและปรับปรุงอุปกรณ์สมุนไพรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้เสนอแนวคิดและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นอย่างอิสระ	4.76	0.43	มากที่สุด
8. นักเรียนมีความพึงพอใจต่อกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีความสนุกสนานและน่าสนใจ ซึ่งเกิดจากการเรียนรู้ผ่านการลงมือปฏิบัติจริงและการเชื่อมโยงกับบริบทภูมิปัญญาท้องถิ่น	4.69	0.65	มากที่สุด
9. นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเปิดโอกาสให้ซักถามปัญหาในระหว่างการเรียนรู้ ซึ่งส่งเสริมกระบวนการคิดเชิงวิทยาศาสตร์และการตั้งคำถามตามแนวคิดสะเต็มศึกษา	4.76	0.43	มากที่สุด
10. นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการใช่วิธีการจัดการเรียนรู้และสื่อการสอนที่หลากหลาย เช่น วัสดุท้องถิ่น สื่อดิจิทัล และกิจกรรมปฏิบัติการ ซึ่งช่วยสนับสนุนการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา	4.61	0.65	มากที่สุด
11. นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการที่ผู้สอนยอมรับและให้คุณค่ากับความคิดเห็นของนักเรียน ซึ่งช่วยสร้างบรรยากาศการเรียนรู้แบบเปิดและส่งเสริมการเรียนรู้เชิงสร้างสรรค์	4.84	0.37	มากที่สุด
12. นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการดูแลและให้ความสนใจของผู้สอนอย่างทั่วถึงในระหว่างการจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษาบูรณาการภูมิปัญญาท้องถิ่น	4.53	0.51	มากที่สุด
13. นักเรียนมีความพึงพอใจต่อกิจกรรมที่ส่งเสริมการค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติมจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ เช่น ห้องสมุด อินเทอร์เน็ต และแหล่งภูมิปัญญาท้องถิ่นเกี่ยวกับสมุนไพร	4.07	0.95	มาก
14. นักเรียนมีความพึงพอใจต่อความตั้งใจของผู้สอนในการให้คำแนะนำ ช่วยเหลือ และอำนวยความสะดวกต่อการจัดกิจกรรมอุปกรณ์สมุนไพร	4.61	0.65	มากที่สุด
15. นักเรียนมีความพึงพอใจต่อบุคลิกภาพ การแต่งกาย และการสื่อสารของผู้สอนที่เหมาะสมกับบริบทการจัดการเรียนรู้และวัฒนธรรมท้องถิ่น	4.84	0.37	มากที่สุด
16. นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนการสอนที่เป็นไปตามเวลา ซึ่งช่วยให้กิจกรรม สะเต็มศึกษาดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ	4.69	0.66	มากที่สุด
17. นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการได้รับทราบเกณฑ์การประเมินผลล่วงหน้า ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดการประเมินเพื่อพัฒนาในการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา	4.15	0.80	มาก
18. นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการมีส่วนร่วมในกระบวนการประเมินผลการเรียนรู้ โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนสะท้อนผลการเรียนรู้จากกิจกรรมอุปกรณ์สมุนไพร	4.53	0.51	มากที่สุด
19. นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการประเมินผลที่มีความยุติธรรมและเป็นธรรม สอดคล้องกับหลักการวัดและประเมินผลตามสภาพจริงในกรอบสะเต็มศึกษา	4.84	0.37	มากที่สุด
20. นักเรียนมีความพึงพอใจในภาพรวม และรู้สึกมีความสุขต่อการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาบูรณาการภูมิปัญญาท้องถิ่น เรื่อง อุปกรณ์สมุนไพร	4.69	0.65	มากที่สุด
รวม	4.59	0.61	มากที่สุด

จากตารางที่ 5 พบว่าความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สะเต็มศึกษาบูรณาการภูมิปัญญาท้องถิ่น เรื่อง อุปกรณ์สมุนไพร สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาพรวมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.59 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.61 อยู่ในระดับมากที่สุด หากพิจารณาเป็นรายการ ดังนี้ การเตรียมการจัดการเรียนรู้ตามกรอบสะเต็มศึกษาที่บูรณาการภูมิปัญญาท้องถิ่นอย่างเป็นระบบ โดยออกแบบกิจกรรมเกี่ยวกับอุปกรณ์สมุนไพรอย่างรอบคอบและเหมาะสมกับระดับชั้นเรียน นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการที่ผู้สอนยอมรับและให้คุณค่ากับความคิดเห็นของนักเรียน ซึ่งช่วยสร้างบรรยากาศการเรียนรู้แบบเปิดและส่งเสริมการเรียนรู้เชิงสร้างสรรค์ และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการประเมินผลที่มีความยุติธรรมและเป็นธรรม สอดคล้องกับหลักการวัดและประเมินผลตามสภาพจริงในกรอบสะเต็มศึกษา ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.84 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.28, 0.37, และ 0.37 ตามลำดับ อยู่ในระดับมากที่สุด

5. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

การจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาบูรณาการภูมิปัญญาท้องถิ่นสมุนไพรประคบ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า นักเรียนมีความสนใจและตั้งใจในการทำกิจกรรมเป็นอย่างดี มีจำนวน 2 กิจกรรม โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ท้องถิ่นตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ได้แก่ กิจกรรมที่ 1 เรื่อง การทำลูกประคบสมุนไพร และกิจกรรมที่ 2 เรื่อง การออกแบบบรรจุภัณฑ์ลูกประคบสมุนไพร โดยเป็นการบูรณาการสอนวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับบริบทในท้องถิ่นที่มีสมุนไพรใช้ในกิจกรรมต่าง ๆ เช่น การประคบ การต้มยาจีน เป็นต้น โดยมีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา 6 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา เป็นการทำความเข้าใจปัญหา เจาะลึกหรือข้อจำกัดของสถานการณ์ปัญหาเพื่อกำหนดขอบเขตของปัญหา ซึ่งนำไปสู่การสร้างชิ้นงานหรือวิธีการแก้ปัญหา โดยผู้วิจัยทำหน้าที่เป็นผู้เสนอเหตุการณ์ที่จะนำไปสู่ปัญหา และใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนอยากเรียนรู้ เมื่อนักเรียนได้รับรู้ถึงปัญหาแล้วจึงเกิดการระดมความคิดแลกเปลี่ยนเรียนรู้ภายในกลุ่มเพื่อช่วยกันกำหนดขอบเขตของปัญหา ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา เป็นการรวบรวมข้อมูลและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ การออกแบบเชิงวิศวกรรม และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการแก้ปัญหา เพื่อนำข้อมูลที่ได้นำไปใช้ในการออกแบบชิ้นงาน ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา เป็นการประยุกต์ใช้ข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องเพื่อการออกแบบชิ้นงานหรือวิธีในการแก้ปัญหา ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา เป็นการกำหนดลำดับขั้นตอนของการสร้างชิ้นงาน แล้วลงมือสร้างชิ้นงานเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา เมื่อนักเรียนได้แบบแผนหรือแบบร่างชิ้นงานแล้วจึงเริ่มสร้างชิ้นงานตามแบบที่ได้กำหนดไว้ ขั้นที่ 5 ทดสอบประเมินผลและปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน เป็นการทดสอบและประเมินการใช้งานของชิ้นงานโดยผลที่ได้สามารถนำมาปรับปรุงและพัฒนาเมื่อนักเรียนสร้างชิ้นงานเสร็จเรียบร้อยแล้วจะนำไปทดสอบชิ้นงานเพื่อนำไปสู่การปรับปรุง พัฒนาชิ้นงาน ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน เป็นการนำเสนอแนวคิดหรือขั้นตอนการแก้ปัญหาของการสร้างชิ้นงานให้ผู้อื่นได้เข้าใจ เมื่อนักเรียนทดสอบชิ้นงานและรวบรวมผลที่ได้จากการทดสอบแล้ว ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอชิ้นงานและแนวทางการแก้ปัญหาชิ้นงานของตนเอง จุดเด่น จุดด้อยของชิ้นงาน จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันสรุปผลการทำกิจกรรม ผลการประเมินความสามารถการอธิบายหลักการเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาที่บูรณาการกับภูมิปัญญาท้องถิ่นลูกประคบสมุนไพร พบว่ามีค่าเฉลี่ยของความสามารถการอธิบายหลักการเชิงวิทยาศาสตร์เท่ากับ 4.29 อยู่ในระดับดีมาก เป็นไปตามสมมติฐานข้อ 2 เนื่องจากกิจกรรมการเรียนรู้ในลักษณะนี้มุ่งเน้นการเชื่อมโยงความรู้จากหลากหลายสาขาวิชา เช่น วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ โดยผู้เรียนได้เรียนรู้ในบริบทที่เป็นความจริงและประสบการณ์ตรง การใช้การเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาที่ลึกซึ้งและเชื่อมโยงกับการปฏิบัติจริง ช่วยให้เกิดการเรียนรู้ที่ลึกซึ้งและสามารถนำไปใช้ในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพส่งผลให้ผู้เรียนพัฒนาสมรรถนะการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ สอดคล้องกับงานวิจัย Kamtet et al. (2023, p. 238) การพัฒนาความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาครูชีววิทยาโดยการจัดประสบการณ์การสร้างหลักฐานทางวิทยาศาสตร์และ การเขียนอธิบายทางวิทยาศาสตร์ พบว่านักศึกษาครูชีววิทยามีค่าเฉลี่ยหลังการเรียนรู้สูงกว่าก่อนการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ผลการประเมินความสามารถในการสร้างสรรค์ผลงานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาบูรณาการกับภูมิปัญญาท้องถิ่นลูกประคบสมุนไพร พบว่า ค่าเฉลี่ยของความคิดสร้างสรรค์เท่ากับ 3.62 อยู่ในระดับดี เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านได้ผล ดังนี้ 1) ด้านความคิดริเริ่มภาพรวมอยู่ในระดับดี 2) ด้านความคิดคล่องแคล่วภาพรวมอยู่ในระดับดี 3) ด้านความคิดยืดหยุ่นภาพรวมอยู่ในระดับดี 4) ด้านความคิดละเอียดลออภาพรวมอยู่ในระดับดี จากผลการศึกษาความสามารถในการสร้างสรรค์ผลงานนั้นด้านที่นักเรียนได้คะแนนสูงเป็นอันดับ 1 คือ ด้านความคิดริเริ่ม พบว่า นักเรียนสามารถออกแบบหรือพัฒนาผลงานได้ตรงประเด็น ทั้งนี้เพราะนักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาสามารถเชื่อมโยงความรู้และสร้างสรรค์ผลงานได้ดี และเนื่องจากกิจกรรมการเรียนรู้ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนแสดงออกถึงพฤติกรรมด้านความคิดสร้างสรรค์ในระหว่างการทำกิจกรรม โดยผู้เรียนมีโอกาสนำความรู้มาออกแบบวิธีการหรือกระบวนการเพื่อตอบสนองความต้องการหรือแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องในชีวิตประจำวันเพื่อให้ได้นวัตกรรมใหม่ ๆ ซึ่งเป็นผลผลิตจากกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมโดยในแต่ละขั้นตอนจะเป็นการฝึกฝนผู้เรียนให้เกิดความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมผ่านการทำความเข้าใจและวิเคราะห์ปัญหาจากสถานการณ์ศึกษาค้นคว้าและการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหามีการระดมสมองออกแบบชิ้นงานให้มีความแปลกใหม่ไม่ซ้ำใคร และสามารถใช้ประโยชน์หรือแก้ปัญหาได้มีการวางแผนและดำเนินการ

แก้ปัญหาตรวจสอบชิ้นงานนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงานโดยความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมเกิดจากการที่ผู้เรียนได้ฝึกฝนเริ่มต้นจากการวิเคราะห์ปัญหา สังเคราะห์จนนำไปสู่การพัฒนาเป็นนวัตกรรมของผู้เรียนได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Krutngoen and Eiamguaw (2022, p. 189) ได้ศึกษาเรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้บูรณาการแนวคิดสะเต็มศึกษาที่มีผลต่อความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้บูรณาการแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง การใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม ความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาพบว่านักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 ของคะแนนเต็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวสะเต็มศึกษามีเจตคติระดับสูงต่อการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และ ผลการประเมินความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาบูรณาการกับภูมิปัญญาท้องถิ่นลูกประคบสมุนไพร พบว่ามีค่าเฉลี่ยของความพึงพอใจโดยรวมเท่ากับ 4.59 อยู่ในระดับมากที่สุด เนื่องจากกิจกรรมได้ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้นำความรู้มาใช้ในการสร้างสรรค์ชิ้นงานหรือนวัตกรรม เป็นการทบทวนความรู้ทำให้ผู้เรียนเข้าใจในเนื้อหาการถ่ายโอนความร้อนได้ดียิ่งขึ้นและเห็นความสำคัญของภูมิปัญญาท้องถิ่นลูกประคบสมุนไพร อีกทั้งกิจกรรมยังส่งเสริมให้ผู้เรียนมีการบูรณาการความรู้จากหลากหลายสาขาเช่น วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์มาใช้ ผู้เรียนมองเห็นภาพความเชื่อมโยงกันของแต่ละสาขาเป็น การส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถใช้ทักษะด้านนี้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน ผู้เรียนเรียนรู้การทำงานเป็นทีมเพื่อนำไปสู่การทำให้เกิดความภาคภูมิใจ มีความสุข สนุกสนาน มีกำลังใจในการเรียนซึ่งทำให้ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจและพึงพอใจในการเรียนรู้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Paweenbampen (2023, p. 139) ผลการประเมินความพึงพอใจและความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการตามแนวคิดสะเต็มศึกษาในภาพรวม พบว่านักเรียนมีความพึงพอใจต่อกิจกรรมอยู่ในระดับมาก เมื่อพิจารณาเป็นรายกิจกรรมย่อย พบว่าทุกกิจกรรมได้รับการประเมินความพึงพอใจในระดับมากเช่นเดียวกัน สะท้อนให้เห็นว่านักเรียนมีทัศนคติเชิงบวกต่อกิจกรรมการเรียนรู้ดังกล่าวอย่างสม่ำเสมอ นอกจากนี้ นักเรียนส่วนใหญ่แสดงความรู้สึกลึกซึ้งและความคิดเห็นเชิงบวกต่อกิจกรรมย่อยทั้งสามกิจกรรม รวมถึงมีความคิดเห็นเชิงบวกต่อเรื่องเล่าที่ใช้ประกอบกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ทั้งนี้เนื่องจากกิจกรรมได้รับการออกแบบโดยใช้การเล่าเรื่องที่เชื่อมโยงกับประสบการณ์และชีวิตจริงของผู้เรียน

6. ข้อเสนอแนะ

การออกแบบกิจกรรมควรเน้นการเชื่อมโยงกับหลักการทางวิทยาศาสตร์อย่างเป็นระบบแม้ว่ากิจกรรมลูกประคบสมุนไพรจะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจหลักการถ่ายเทความร้อน คุณสมบัติของสมุนไพร และการออกแบบเชิงวิศวกรรมได้ดี ผู้วิจัยควรเน้นให้ผู้เรียนแสดงหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ และเหตุผลประกอบคำอธิบายให้มากขึ้น เช่น การบันทึกข้อมูลเชิงทดลอง การสังเกตเฉพาะเจาะจง และการเปรียบเทียบผลลัพธ์ เพื่อสนับสนุนการอธิบายหลักการทางวิทยาศาสตร์อย่างเข้มแข็ง และกระบวนการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ควรเพิ่มการสะท้อนคิด สามารถส่งเสริมเพิ่มเติมได้โดยให้ผู้เรียนมีโอกาสสะท้อนความคิดและอธิบายเหตุผลเบื้องหลังการออกแบบลูกประคบสมุนไพรและบรรจุภัณฑ์ เช่น การอภิปรายแนวคิด การให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์กับการเลือกสมุนไพรหรือวัสดุ เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์เชิงลึก ควรใช้การวิจัยแบบกึ่งทดลองหรือมีการเปรียบเทียบกลุ่มควบคุมเพื่อประเมินผลการสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่บูรณาการภูมิปัญญาท้องถิ่นได้ชัดเจนยิ่งขึ้น การเปรียบเทียบกับกลุ่มเรียนแบบปกติจะช่วยให้เห็นผลต่างที่เกิดจากนวัตกรรมได้อย่างมีนัยสำคัญ เพิ่มการวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หรือทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 เช่น การคิดเชิงระบบ การแก้ปัญหาเชิงซับซ้อน การทำงานร่วมกัน

เอกสารอ้างอิง

- Butdee, S., Rotduang, P., & Rattanaburi, P. (2024). Development of STEM education curriculum integrated local wisdom and the royal guidance on education for teachers of Border Patrol Police School in middle south of Thailand. *Nakhabut Paritat Journal*, 16(2), 78-88. (in Thai)
- Ijiga, O. M., Ifenatuora, G. P., & Olateju, M. (2023). Integrating STEM into instructional design: a framework for culturally relevant curriculum development in underserved communities. *Deleted Journal*, 3(6), 1949–1960. <https://doi.org/10.62225/2583049x.2023.3.6.4618>.
- Kamtet, W., Wannagatesiri, T., & Kruea-In, N. (2023). Developing scientific explanation ability of biology student teachers by providing experiences in generating scientific evidences and writing scientific explanations. *Journal of Education Naresuan University*, 25(3), 238-251. (in Thai)
- Karangsri, M., & Siripan, R. (2022). Development of a series of learning the benefits of herbs for secondary school students. *Journal of Industrial Education*, 21(2), 66-73. (in Thai)
- Kijkuakul, S. (2015). STEM education. *Journal of Education Naresuan University*, 17(2), 201-207. (in Thai)
- Krutngoen, S., & Eiamguaw, P. (2022). The effect of integrated STEM education inquiry-based learning and attitude to word science lesson of mathayomsuksa 3 students. *Social Sciences Research and Academic Journal*, 16(3), 189-202. (in Thai)
- Langkawong, A., Pimthong, P., Tanak, A., & Pongsophon, P. (2025). Elementary preservice teachers' perception of culturally responsive STEM teaching. *Journal of Inclusive and Innovative Education*, 9(1), 152-168. (in Thai)
- Li, Y., Wang, K., Xiao, Y., & Froyd, E. J. (2020). Research and trends in STEM education: a systematic review of journal publications. *International Journal of STEM Education*, 7(11), 1-16.
- Limpijumong, S. (2020). STEM education isn't disappearing. IPST (Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology) is driving STEM education towards Thailand 4.0 in a new way. Retrieved January 18, 2026, from https://www.ipst.ac.th/news/1404/stem4-0.html?utm_source=chatgpt.com. (in Thai)
- Margot, K. C., & Kettler, T. (2019). Teachers' perception of STEM integration and education a systematic literature review. *International Journal of STEM Education*, 6(2), 1-16. <https://doi.org/10.1186/s40594-018-0151-2>.
- Ministry of Education. (2017). Core curriculum of basic ducation. (2008). (Revised 2017). Bangkok: Agricultural Cooperative Assembly Printing House of Thailand Co., Ltd. (in Thai)
- OECD. (2023). PISA 2022 results (Volume I and II) – Country notes: Thailand (pp. 1–2). Organisation for Economic Co-operation and Development. <https://www.oecd.org/publication/pisa-2022-results/webbooks/dynamic/pisa-country-notes/6138f4af/pdf/thailand.pdf>.
- Paweenbampen, P., & Wannakool, D. (2025). The development of STEM integrated learning management ability in elementary student's teachers using authentic learning activities based on the authenticity. *Journal of Education and Innovative Learning*, 5(1), 81-97. (in Thai)
- Paweenbampen, P. (2023). Development of integrated STEM activities to promote thinking process skills for the 21st century of grade 1 students (La-or Plus project) at La-orutis demonstration school. *CMU Journal of Education*, 7(1), 128-142. (in Thai)
- Potchane, R., & Boontham, T. (2021). The needs of the development of stem education learning management for secondary school teachers in nakhon nayok province. *Journal of Liberal Arts, Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi*, 3(3), 285-299. (in Thai)

- Seeharach, S., & Santhuenkaew, T. (2024). STEM Education Learning Management to Developing Creativity. *Journal of Applied Education*, 2(1), 31-39. (in Thai)
- Sritan, S., Chaiya, P., & Dispanya, E. (2022). A study of thai traditional medicine for health tourism: thai traditional Massage, thai herbal steam and compress in San Pa Tong District, Chiang Mai Province. *Journal of Humanities and Social Sciences Nakhon Phanom University*, 12(3), 111-124. (in Thai)
- Sethirunkul, T., & Samahito, C. (2019). Provision of STEM learning experiences on Nonthaburi local culture to develop creative thinking of preschool children. *STOU Education Journal*, 12(1), 99–109. (in Thai)
- Wangkamhan, Y., Nachaisin, K., & Surapinit, P. (2024). Integrating local wisdom into the Thai curriculum: Enhancing student engagement and cultural awareness. *Journal of Buddhist Education and Research (JBER)*, 10(3), 173–183. (in Thai)
- Worain, C., Selakorn, O., & Thongpoon, C. (2020). *Student development in Pibulsongkram Rajabhat University using the research process together with the wisdom of Thai local herbal. Humanities and Social Sciences Journal of Pibulsongkram Rajabhat University*, 14(1), 248–262. (in Thai)

“ข้อคิดเห็น เนื้อหา รวมทั้งการใช้ภาษาในบทความถือเป็นความรับผิดชอบของผู้เขียน”

Research article

การพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ตามกรอบ PISA โดยใช้การคิดเชิงออกแบบของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

DEVELOPING MATHEMATICAL PROBLEM-SOLVING SKILLS BASED ON PISA USING DESIGN
THINKING FOR GRADE 9 STUDENTS

พณิชา วงษ์ประเสริฐ, วรณิดา ยลวิลาส* และนันท์ณัฐ เวียงอินทร์

Ponnicha Wongprasert, Wannatida Yonwilad*, and Nanthanut Wiangin

Ponnicha.wo@ksu.ac.th, Wantida.yo@ksu.ac.th*, and Nanthanut.wi@ksu.ac.th

*Corresponding author E-mail: Wantida.yo@ksu.ac.th

วิชาเอกคณิตศาสตร์ สาขาวิชานวัตกรรมการจัดการเรียนรู้ คณะศึกษาศาสตร์และนวัตกรรมการศึกษา มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์
จังหวัดกาฬสินธุ์ 46230 ประเทศไทย

Mathematic Major, Program in Learning Management Innovation, Faculty of Education and Educational Innovation,
Kalasin University, Kalasin Province, Kalasin 46230 Thailand

Journal of Industrial Education. 2026, Vol. 25 (No. 1), <https://doi.org/10.55003/JIE.25109>

Received: March 4, 2026 | Revised: March 20, 2026 | Accepted: April 24, 2026

Citation reference :

Wongprasert, P., Yonwilad, W., & Wiangin, N. (2026). Developing mathematical problem-solving skills based on PISA using design thinking for grade 9 students. *Journal of Industrial Education*, 25(1), 70-83.

ABSTRACT

The development of mathematical problem-solving skills based on the PISA framework using design thinking aims to examine the effects of learning management based on the design thinking process on mathematical problem-solving skills in accordance with the PISA framework, focusing on linear inequalities in one variable for Grade 9 students. The sample consisted of 30 Grade 9 students, selected through cluster random sampling. The research applied three cycles of classroom action research. Research instruments included lesson plan, worksheets, reflective learning forms, and PISA-based mathematical problem-solving tests. The data were analyzed in two parts, specifically, qualitative analysis using content analysis of the reflective learning forms, and quantitative analysis employing descriptive statistics, including the mean ($\bar{x}$) percentage (%) and standard deviation (SD). The results indicated that the first cycle of action, the overall average score ($\bar{x} = 12.11$, $SD = 2.94$), equivalent to 50.13%. In the second cycle, the overall average score ($\bar{x} = 19.30$, $SD = 3.69$), equivalent to 71.48%, and in the third cycle, the overall average score ($\bar{x} = 21.03$, $SD = 2.64$), equivalent to 85.67%. This indicates that learning management using the design thinking process improved continuously across all cycles. When considering students' mathematical problem-solving skills based on the PISA framework across the three dimensions, it was found that Dimension 1 Formulate (F) showed the greatest improvement, followed by Dimension 2 Employ (E), and Dimension 3 Interpret and Evaluate (I), respectively.

Keywords: Design thinking, Mathematical problem-solving skills, PISA framework, Linear inequality, One-variable inequality

บทคัดย่อ

การพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามกรอบ PISA โดยใช้การคิดเชิงออกแบบ เพื่อศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบต่อทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามกรอบ PISA เรื่อง อสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 30 คน โดยใช้วิธีการสุ่มแบบกลุ่ม ใช้รูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน 3 วงจรปฏิบัติการ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ ใบกิจกรรมการเรียนรู้ แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ และแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามกรอบ PISA การวิเคราะห์ข้อมูลแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ การวิเคราะห์เชิงคุณภาพโดยใช้การวิเคราะห์เชิงเนื้อหา จากแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ และการวิเคราะห์เชิงปริมาณโดยใช้สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ค่าร้อยละ (%) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ผลการวิจัยพบว่า วงจรปฏิบัติการที่ 1 มีคะแนนเฉลี่ยรวม ($\bar{X} = 12.11$, $SD = 2.94$) คิดเป็น 50.13% วงจรปฏิบัติการที่ 2 มีคะแนนเฉลี่ยรวม ($\bar{X} = 19.30$, $SD = 3.69$) คิดเป็น 71.48% และวงจรปฏิบัติการที่ 3 มีคะแนนเฉลี่ยรวม ($\bar{X} = 21.03$, $SD = 2.64$) คิดเป็น 85.67% แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการคิดเชิงออกแบบมีพัฒนาขึ้นอย่างต่อเนื่องในทุกวงจรปฏิบัติการ เมื่อพิจารณาทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามกรอบ PISA ทั้ง 3 ด้าน ได้แก่ ด้านที่ 1 การคิด/แปลงสถานการณ์ปัญหา (F) มีพัฒนาการมากที่สุด รองลงมา คือ ด้านที่ 2 การใช้โมเดล ข้อเท็จจริง วิธีการ และการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ (E) และ ด้านที่ 3 การตีความ การประยุกต์ใช้ และการประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ (I) ตามลำดับ

คำสำคัญ: การคิดเชิงออกแบบ, ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์, กรอบ PISA, อสมการ, อสมการตัวแปรเดียว

1. บทนำ

ความฉลาดรู้ทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วยหลายองค์ประกอบที่สำคัญหนึ่งในนั้นคือ ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการเผชิญและจัดการกับสถานการณ์ที่ซับซ้อนในชีวิตจริง โดยการตีความและแปลงสถานการณ์ให้อยู่ในรูปแบบทางคณิตศาสตร์ ใช้โมเดล วิธีทาง และเหตุผลทางคณิตศาสตร์ในการหาคำตอบ ตลอดจนการประเมินและสะท้อนผลลัพธ์กลับสู่บริบทที่เกี่ยวข้องอย่างเหมาะสม ทักษะดังกล่าวมีบทบาทสำคัญต่อการทำความเข้าใจความสัมพันธ์และแบบแผนของปรากฏการณ์ต่าง ๆ อีกทั้งยังเป็นกลไกสำคัญในการพัฒนาความสามารถในการตัดสินใจเชิงเหตุผลและรอบคอบ ซึ่งเป็นคุณลักษณะพื้นฐานที่จำเป็นของพลเมืองในศตวรรษที่ 21 (Programme for International Student Assessment, 2025, p. 81-89) ประเทศไทยได้ดำเนินการพัฒนาทักษะการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ในหลายรูปแบบ เพื่อให้สอดคล้องกับแนวทางการศึกษาในศตวรรษที่ 21 อย่างไรก็ตาม ผลการประเมินด้านการจัดการศึกษายังไม่เป็นไปตามเป้าหมายที่กำหนด ทั้งในระดับประเทศและระดับนานาชาติ ซึ่งผลการประเมินภายในประเทศ พบว่า ผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินัยพื้นฐาน (O-NET) ประจำปีการศึกษา 2567 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 คือ 26.53 คะแนน และ 21.76 คะแนน ตามลำดับ สำหรับผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินัยพื้นฐาน (O-NET) ของโรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดกาฬสินธุ์ พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และมัธยมศึกษาปีที่ 6 ได้คะแนนเฉลี่ย 26.66 และ 20.66 คะแนนตามลำดับ (National Institute of Educational Testing Service, 2025) โดยนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีคะแนนสูงกว่าค่าเฉลี่ยระดับประเทศ แต่ยังไม่ถึงครึ่งหนึ่งของคะแนนเต็ม 100 คะแนน ขณะที่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีคะแนนต่ำกว่าค่าเฉลี่ยระดับประเทศ ส่วนผลประเมินในระดับนานาชาติ พิจารณาจากการดำเนินโปรแกรมประเมินสมรรถนะนักเรียนมาตรฐานสากล (Programme for International Student Assessment หรือ PISA) ในปี 2022 พบว่า นักเรียนไทยมีคะแนนเฉลี่ยด้านคณิตศาสตร์ 394 คะแนน ซึ่งต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยประเทศสมาชิก OECD อยู่ 472 คะแนน ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับผลการประเมินระหว่าง PISA 2022 กับ PISA 2018 พบว่า ด้านคณิตศาสตร์มีคะแนนเฉลี่ยลดลง 25 คะแนนนักเรียนไทยมีการเรียนรู้ที่ลดลง โดยเฉพาะในด้านคณิตศาสตร์ที่มีความก้าวหน้าในการเรียนรู้ลดลงเมื่อเทียบกับค่ากลาง (Programme for International Student Assessment, 2025, p. 35-49)

แนวทางการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาที่มีหลายปัจจัยที่เป็นตัวช่วยในการพัฒนา ได้แก่ การจัดบรรยากาศของการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา ให้ผู้เรียนสร้างข้อคิดจากสิ่งที่โจทย์กำหนด ผู้สอนควรเตรียมปัญหาที่มีความเหมาะสมตามวัยของผู้เรียน และให้นักเรียนลงมือปฏิบัติแก้ปัญหาด้วยตนเองและควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้คิด อธิบายในสิ่งที่ตนคิด นำเสนอแนวคิดของตนอย่างอิสระ รวมทั้งยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้เรียนไม่ว่าจะถูกหรือผิด (Sintuprasard, 2016, p. 46) ซึ่งการเรียนการสอนด้วยการคิดเชิงออกแบบ เป็นวิธีการสอนแบบแก้ปัญหาและวิธีการสอนแบบโครงงาน เป็นวิธีที่เหมาะสมเพื่อให้เด็กเกิดทักษะต่าง ๆ รวมถึงนักเรียนสามารถปฏิบัติตามกระบวนการออกแบบที่ได้วางแผน เน้นในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์โดยมีครูคอยจัดสถานการณ์ให้นักเรียนหรือครูมีหน้าที่คอยแนะนำ คำปรึกษาแก่นักเรียนและสามารถประเมิน ชิ้นงานได้จากนวัตกรรมที่นักเรียนสร้างขึ้น (Meemook, 2023, p. 45) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Kongwichian and Vanichwatanavorachai (2021, p. 497) ได้ศึกษาการพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ โดยการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ อยู่ในระดับดี 3) ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ อยู่ในระดับมาก นอกจากนี้ ยังมีงานวิจัยของ Kongwichian and Vanichwatanavorachai (2021, p. 497) ที่ศึกษาเรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ซึ่งพบผลในทิศทางเดียวกันว่าการใช้กระบวนการคิดเชิงออกแบบช่วยยกระดับผลสัมฤทธิ์และทักษะทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ อย่างไรก็ตาม จากข้อเสนอแนะของงานวิจัยดังกล่าว พบว่ายังมีข้อจำกัดในด้านการออกแบบสถานการณ์ปัญหาที่ต้องมีความหลากหลายและเชื่อมโยงกับชีวิตจริงมากขึ้น รวมทั้งการจัดกิจกรรมที่ต้องคำนึงถึงเวลา การทำงานเป็นกลุ่ม และการเตรียมความพร้อมของผู้เรียน ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่ายังมีความจำเป็นในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับบริบทของเนื้อหาและผู้เรียนมากยิ่งขึ้น นอกจากนี้ งานวิจัยของ Boonprakorb et al. (2023, p. 1078), Klahan and Ponegrn (2021, p. 1) และ Daoruang and Jantakoon (2024, p. 27) ยังสนับสนุนว่ากระบวนการคิดเชิงออกแบบสามารถพัฒนาทักษะการคิดการสร้างนวัตกรรม และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ แต่ส่วนใหญ่ยังมุ่งเน้นในบริบทของการพัฒนาสมรรถนะทั่วไป ความคิดสร้างสรรค์ หรือเนื้อหาวิชาอื่น และยังไม่เน้นเฉพาะการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามกรอบ PISA ในเนื้อหาเฉพาะเรื่องอย่างชัดเจน

ผู้วิจัยใช้วิธีการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน (Classroom action research) เป็นกระบวนการในการดำเนินการแก้ไขปัญหาอย่างมีระบบโดยการนำรูปแบบการวิจัยมาเป็นส่วนหนึ่งในการพัฒนา และแก้ไขปัญหาการจัดการเรียนการสอนของครู (Kotchai & Junsuwan, 2018, p. 63) รูปแบบในการวิจัยของ Kemmis and McTaggart (1988, p. 2) ซึ่งมีขั้นตอนปฏิบัติการ 4 ขั้นตอนนี้ 1) ขั้นวางแผน (Planning) 2) ขั้นปฏิบัติการ (Action) 3) ขั้นสังเกตการณ์ (Observation) และ 4) ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflection) และใช้กระบวนการคิดเชิงออกแบบ (Design thinking) ตามกระบวนการคิดเชิงออกแบบของมหาวิทยาลัยสแตนฟอร์ด (Stanford d.school) ในการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วยกระบวนการ 5 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจ (Empathize) ขั้นที่ 2 กำหนดปัญหา (Define) ขั้นที่ 3 สร้างแนวคิด (Ideate) ขั้นที่ 4 สร้างต้นแบบ (Prototype) และขั้นที่ 5 ทดสอบ (Test) (Israsena Na Ayudhya & Treerattanaphan, 2018, p. 21) โดยงานวิจัยนี้มีจุดเด่นคือการนำกระบวนการคิดเชิงออกแบบมาประยุกต์ใช้ร่วมกับบริบทของโจทย์ปัญหาตามกรอบ PISA ในเนื้อหาเรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ซึ่งเป็นการบูรณาการทั้งด้านเนื้อหาคณิตศาสตร์และกระบวนการคิดขั้นสูงของผู้เรียนอย่างเป็นระบบ

จากที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบต่อทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามกรอบ PISA เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว โดยนำแนวคิดการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบมาประยุกต์ใช้ในวิชาคณิตศาสตร์ เพื่อพัฒนาผลการเรียนรู้ของนักเรียน และส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามกรอบ PISA ให้นักเรียนสามารถคิดสร้างสรรค์ หาคำตอบจากวิธีการที่หลากหลาย และทดลองจนสามารถตอบโจทย์ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

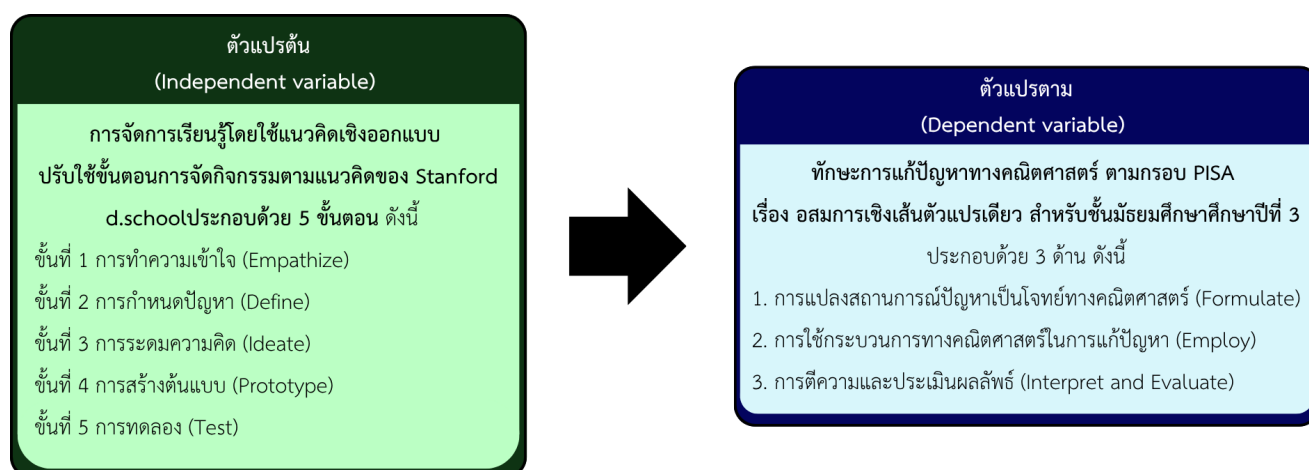
จากการศึกษางานวิจัยที่ผ่านมา พบว่ากระบวนการคิดเชิงออกแบบถูกนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ในหลายระดับชั้นและหลากหลายสาขาวิชา เป็นแนวทางที่ช่วยส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะการคิดวิเคราะห์ ความคิดสร้างสรรค์ และสมรรถนะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 งานวิจัยของ Kongwichian and Vanichwatanavorachai (2021, p. 249) การพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร โดยการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่าผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบอยู่ในระดับดี และความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบอยู่ในระดับมาก งานวิจัยของ Boonprakorb et al. (2023, p. 1078) การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการคิดเชิงออกแบบเพื่อส่งเสริมสมรรถนะการเป็นผู้ประกอบการนวัตกรรมสีเขียวสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่ากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการคิดเชิงออกแบบ ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน มีผลการประเมินความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด และมีประสิทธิภาพเท่ากับ 75.12/75.46 เป็นไปตามเกณฑ์ 75/75 งานวิจัยของ Klahan and Ponegrn (2021, p. 1) การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดกระบวนการคิดเชิงออกแบบร่วมกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัย พบว่า กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดกระบวนการคิดเชิงออกแบบร่วมกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ ดังนี้ 1) ขั้นเตรียมการและทำความเข้าใจอย่างลึกซึ้ง 2) ขั้นตั้งกรอบปัญหา 3) ขั้นการวางแผน/ระดมความคิด 4) ขั้นต้นแบบ และ 5) ขั้นทดสอบและประเมิน มีประสิทธิภาพเท่ากับ 81.28/83.86 สูงกว่าเกณฑ์ 80/80 และความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดกระบวนการคิดเชิงออกแบบร่วมกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานภาพรวมอยู่ในระดับมาก งานวิจัยของ Daoruang and Jantakoon (2024, p. 27) การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงออกแบบเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ผลวิจัยพบว่า กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดเชิงออกแบบเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิด สร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่พัฒนาขึ้นมี 3 เรื่อง กิจกรรมการเรียนรู้มี 5 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนที่ 1 การทำความเข้าใจ (Empathize) ขั้นตอนที่ 2 กำหนดปัญหา (Define) ขั้นตอนที่ 3 หาทางเลือก (Ideate) ขั้นตอนที่ 4 สร้างต้นแบบ (Prototype) และขั้นตอนที่ 5 ทดสอบ (Test) ผลการประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้อยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.27$, $SD = 0.31$) และมีประสิทธิภาพเท่ากับ 77.22/76.67 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ และนักเรียนมีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดเชิงออกแบบเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากการทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่ากระบวนการคิดเชิงออกแบบส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการแก้ปัญหาของผู้เรียน อีกทั้งยังช่วยพัฒนาการคิดวิเคราะห์และความคิดสร้างสรรค์อย่างรอบด้าน ผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษาวิจัยเรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการคิดเชิงออกแบบที่มีต่อทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามกรอบ PISA เรื่อง อสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการคิดเชิงออกแบบที่มีต่อทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามกรอบ PISA เรื่อง อสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

3. วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

ผู้วิจัยได้ขั้นตอนในการจัดกระบวนการเรียนรู้ด้วยกระบวนการเชิงออกแบบที่มีต่อทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามกรอบ PISA เรื่อง อสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยกำหนดเป็นกรอบแนวคิดในการวิจัย ได้ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดกาฬสินธุ์ จำนวน 3 ห้องเรียน รวมทั้งสิ้น 87 คน โดยห้องที่ 1 มีนักเรียนจำนวน 30 คน ห้องที่ 2 มีนักเรียนจำนวน 29 คน และห้องที่ 3 มีนักเรียนจำนวน 28 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 ได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) ในการสุ่มห้องเรียนจาก 3 ห้องนั้นสุ่มมาจำนวน 1 ห้อง มีนักเรียนจำนวน 30 คน

3.3 ขอบเขตด้านเนื้อหา

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระคณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ในสาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต เรื่อง อสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว แสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระวิชาคณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ม.3	1. เข้าใจและใช้สมบัติของการไม่เท่ากัน วิเคราะห์และแก้ปัญหา โดยใช้อสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว	สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว - อสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว - การแก้อสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว - การนำความรู้เกี่ยวกับการแก้อสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวไปใช้แก้ปัญหา

3.4 กระบวนการคิดเชิงออกแบบ

ผู้วิจัยได้ทำวิจัยเรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการคิดเชิงออกแบบที่มีต่อทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ตามกรอบ PISA เรื่อง อสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยมีขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 การทำความเข้าใจ (Empathize)

ครูสร้างสถานการณ์ที่ใกล้เคียงกับประสบการณ์ในชีวิตประจำวันของนักเรียน เช่น ป้าย สัญลักษณ์ โปรโมชั่น หรือการใช้เงิน จากนั้นให้นักเรียนสังเกต พูดคุย และแบ่งปันความคิดเห็นร่วมกัน เพื่อสร้างความเข้าใจในปัญหาที่กำลังศึกษาและเชื่อมโยงไปสู่การเรียนรู้เรื่องอสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

ขั้นที่ 2 การกำหนดปัญหา (Define)

นักเรียนระบุสิ่งที่สถานการณ์ต้องการอย่างชัดเจน โดยใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ ครูทำหน้าที่เป็นผู้กระตุ้นและอำนวยความสะดวก พร้อมทั้งเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนแนวคิดร่วมกัน และสรุปคำตอบที่เป็นประเด็นปัญหากลางของกลุ่ม

ขั้นที่ 3 การระดมความคิด (Ideate)

นักเรียนเสนอวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในระดับบุคคล จากนั้นนำความคิดไปแลกเปลี่ยนภายในกลุ่มเพื่อพิจารณาความสมเหตุสมผลและเลือกวิธีการที่เหมาะสมที่สุด ครูช่วยสนับสนุนให้ผู้เรียนคิดหลากหลายวิธีและวิเคราะห์ด้วยตนเอง

ขั้นที่ 4 การสร้างต้นแบบ (Prototype)

นักเรียนในแต่ละกลุ่มร่วมกันสร้างวิธีการหรือแบบจำลองเชิงคณิตศาสตร์เพื่อตอบโจทย์ของสถานการณ์ พร้อมทั้งบันทึกแนวทางที่ได้ ครูมีบทบาทในการแนะนำและกระตุ้นให้ผู้เรียนสร้างต้นแบบด้วยเหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง

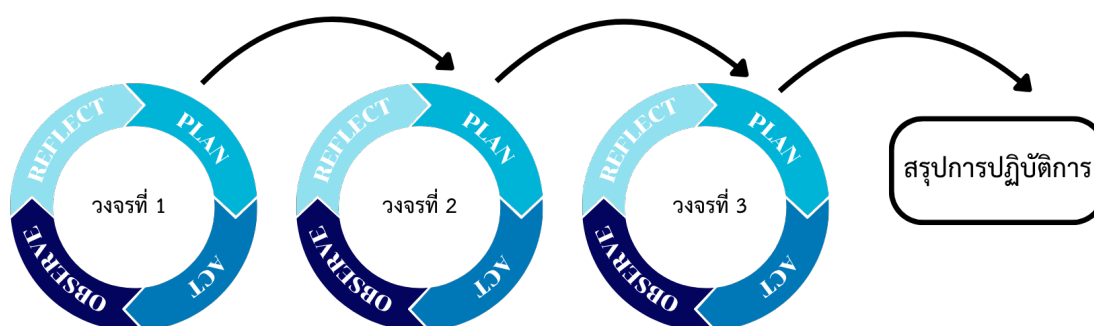
ขั้นที่ 5 การทดสอบ (Test)

นักเรียนนำวิธีการที่สร้างขึ้นไปทดลองกับสถานการณ์ใหม่หรือโจทย์ที่คล้ายคลึงกัน จากนั้นครูรวบรวมและเชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียน สรุปวิธีการแก้ปัญหาที่ถูกต้อง และชี้ให้เห็นความสัมพันธ์กับความรู้เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

3.5 รูปแบบการวิจัย

รูปแบบการวิจัยเป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action research) ของ Kemmis and McTaggart (1988, p. 2) ซึ่งมีขั้นตอนปฏิบัติการ 4 ขั้นตอนนี้ ขั้นวางแผน ปฏิบัติการ ขั้นสังเกตการณ์ และขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ

ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ โดยมีลักษณะทำเป็นวงจรซ้ำทั้งหมด 3 วงจร ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 วงจรของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ
ที่มา : Kemmis and McTaggart (1988)

3.6 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้มีดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการคิดเชิงออกแบบ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว แต่ละแผนการเรียนรู้ประกอบไปด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 การทำความเข้าใจ ขั้นที่ 2 การกำหนดปัญหา ขั้นที่ 3 การระดมความคิด ขั้นที่ 4 การสร้างต้นแบบ ขั้นที่ 5 การทดสอบ การตรวจสอบคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน รายการประเมิน เช่น สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ กระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการคิดเชิงออกแบบ สื่อ อุปกรณ์ และแหล่งการเรียนรู้ และการวัดและการประเมินผล ผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้จากผู้เชี่ยวชาญมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.60 ความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด โดยรายละเอียดของแผนการจัดการเรียนรู้แสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 การออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการคิดเชิงออกแบบ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

แผนที่	เรื่อง	สถานการณ์	เวลา (ชั่วโมง)
แบบทดสอบวัดความก่อนการจัดการเรียนรู้		จัดกระเป๋ายังไงให้เป๊ะเวอร์ และ ฟาร์มปลานิลของป้าสมร	2
1	สมการและคำตอบของสมการ	ดูโทรทัศน์อย่างเหมาะสม	3
2	การแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว	เส้นทางสู่สุดไนต์ฟรี	3
3	โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว	เบนนีตะลุยช็อกโกแลต	3

2. ใบกิจกรรม ใบกิจกรรมในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 3 ใบงาน ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามกรอบ PISA โดยประเมินใน 3 ด้าน คือ ด้านที่ 1 การคิด/แปลงสถานการณ์ปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์ ด้านที่ 2 การใช้เครื่องมือ ข้อเท็จจริง วิธีการ และการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา และด้านที่ 3 การตีความการประยุกต์ใช้ และการประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ การตรวจสอบคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน รายการประเมิน

เช่น ด้านเนื้อหา กระบวนการคิดเชิงออกแบบ ความเหมาะสมของใบกิจกรรม และการส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผลการประเมินใบกิจกรรมจากผู้เชี่ยวชาญมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.53 ความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด

3. แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ ใช้หลังการจัดการเรียนรู้ในแต่ละวงจร จำนวน 3 ชุด จัดทำขึ้นเพื่อบันทึกความเหมาะสมของกิจกรรมการสอนในแต่ละขั้น พร้อมทั้งระบุปัญหา อุปสรรค และข้อเสนอแนะ โดยผู้วิจัยและครูผู้สังเกตการณ์ร่วมกัน บันทึกผล เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์และปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ในครั้งต่อไปให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น การตรวจสอบคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน รายการประเมิน เช่น โครงสร้างแบบสะท้อนผล เนื้อหาในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการคิดเชิงออกแบบ ความครอบคลุมของทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามกรอบ PISA และ แบบสัมภาษณ์การสะท้อนผลการจัดการเรียน ผลการประเมินแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้จากผู้เชี่ยวชาญมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.56 ความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด

4. แบบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามกรอบ PISA เรื่อง อสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว เป็นแบบทดสอบอัตนัยที่ออกแบบเป็น 2 สถานการณ์ ใช้ประเมินผู้เรียนรายบุคคลภายหลังการจัดการเรียนรู้ครบทั้ง 3 วงจร โดยการวัดแบ่งเป็น 3 ด้านเช่นเดียวกับใบกิจกรรม การตรวจสอบคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน และทดลองใช้กับกลุ่มที่มีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่าง ผลการประเมินแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามกรอบ PISA จากผู้เชี่ยวชาญ พบว่า แบบวัดมีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) อยู่ระหว่าง 0.67–1.00 และมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.82 ความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด

3.7 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้แบ่งการเก็บข้อมูลออกเป็น 3 วงจรปฏิบัติการ แต่ละวงจรประกอบด้วย การวางแผน การปฏิบัติการ การสังเกต และการสะท้อนผล โดยผลการสะท้อนถูกนำไปปรับปรุงกิจกรรมในวงจรถัดไปเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการพัฒนา และข้อมูลทั้งหมดถูกนำไปวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อสรุปผลการวิจัยต่อไป รายละเอียดระยะเวลาและจำนวนชั่วโมงปรากฏดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แผนการเก็บรวบรวมข้อมูลและระยะเวลาการดำเนินการวิจัย

ขั้นตอนการดำเนินการ	วัน/เดือน/ปี	เวลา (ชั่วโมง)
แบบทดสอบวัดความก่อนการจัดการเรียนรู้	วันที่ 20 พฤษภาคม 2568	2
วงจรปฏิบัติการที่ 1 เรื่อง อสมการและคำตอบของสมการ สถานการณ์ “คูโทรศัพท์อย่างเหมาะสม”	วันที่ 27 พฤษภาคม – 4 มิถุนายน 2568	3
วงจรปฏิบัติการที่ 2 เรื่อง อสมการและคำตอบของสมการ สถานการณ์ “การแก้อสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว”	วันที่ 7 – 14 มิถุนายน 2568	3
วงจรปฏิบัติการที่ 3 เรื่อง อสมการและคำตอบของสมการ สถานการณ์ “โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับอสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว”	วันที่ 18 – 25 มิถุนายน 2568	3
รวมเวลา		11

3.8 วิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

ผู้วิจัยนำแบบสะท้อนแผนการจัดการเรียนรู้มาวิเคราะห์หลังสิ้นสุดกิจกรรม โดยพิจารณาพฤติกรรมของนักเรียนและข้อมูลที่เกี่ยวข้อง เพื่อตรวจสอบปัญหาและข้อบกพร่อง รวมทั้งใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ ทั้งนี้ได้จำแนกทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามกรอบ PISA เรื่องอสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว เป็น 3 ด้าน คือ

ด้านที่ 1 การคิด/แปลงสถานการณ์ปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์ (Formulate: F) มีองค์ประกอบย่อยในการประเมินดังนี้ 1) อธิบายข้อมูลที่ได้จากสถานการณ์เกี่ยวกับอสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว (F1) 2) ระบุสิ่งที่ต้องการและวิธีการทางคณิตศาสตร์ในการหาสิ่งที่สถานการณ์ต้องการเกี่ยวกับอสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว (F2) 3) แปลงสถานการณ์ให้อยู่ในรูปของการนำเสนอคณิตศาสตร์ที่เป็นมาตรฐานโดยระบุตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับอสมการ (F3) และ 4) ลำดับขั้นตอนการแก้อสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเพื่อหาสิ่งที่สถานการณ์ต้องการ (F4)

ด้านที่ 2 การใช้โมเดล/ข้อเท็จจริง วิธีการ และการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา (Employ: E) มีองค์ประกอบย่อยในการประเมินดังนี้ 1) สร้างอสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเพื่อหาคำตอบของสถานการณ์ (E1) 2) เข้าใจและใช้การแก้อสมการเพื่อหาผลลัพธ์ของอสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว (E2) และ 3) กราฟจากคำตอบของอสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว (E3)

ด้านที่ 3 การตีความ การประยุกต์ใช้ และการประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ (Interpret and evaluate: I) มีองค์ประกอบย่อยในการประเมินดังนี้ 1) แปลความหมายทางคณิตศาสตร์จากกราฟ (I1) 2) ตีความผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์กลับไปยังบริบทของชีวิตจริง (I2) และ 3) ของสรุป และอธิบายเหตุผลของผลลัพธ์ตามบริบทของปัญหา (I3)

2. การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ

ผู้วิจัยนำใบกิจกรรมและแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามกรอบ PISA เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวมาวิเคราะห์ โดยใช้สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และค่าร้อยละ (%) เพื่อตรวจสอบระดับคะแนนเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด ซึ่งได้แสดงตัวอย่างการจำแนกระดับดังตารางที่ 4 และเกณฑ์การประเมินภาพรวม แสดงดังตารางที่ 5 เพื่อพิจารณาระดับคุณภาพของผู้เรียนว่าผ่านหรือไม่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด

ตารางที่ 4 ตัวอย่างการวิเคราะห์เพื่อจำแนกระดับทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามกรอบ PISA

การแก้ปัญหาตามกรอบ PISA 2022	ระดับ/คำนิยาม	ตัวอย่าง
แปลงสถานการณ์ให้อยู่ในรูปของการนำเสนอคณิตศาสตร์ที่เป็นมาตรฐานโดยระบุตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับสมการ (M3)	ระดับ 1 : นักเรียนสามารถอธิบายข้อความจากสถานการณ์ได้เล็กน้อยเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว	กระเป๋าดูหนัก 8 กิโลกรัม, ของแต่ละชิ้นหนัก 2 กิโลกรัม, น้ำหนักสัมภาระต้องไม่เกิน 22 กิโลกรัม (ตอบอย่างใดอย่างหนึ่ง)
	ระดับ 2 : นักเรียนสามารถอธิบายข้อความจากสถานการณ์ได้บางส่วนเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว	กระเป๋าดูหนัก 8 กิโลกรัม, ของแต่ละชิ้นหนัก 2 กิโลกรัม, น้ำหนักสัมภาระต้องไม่เกิน 22 กิโลกรัม (ตอบอย่าง 2 ประโยค)
	ระดับ 3 : นักเรียนสามารถอธิบายข้อความจากสถานการณ์ได้ถูกต้องครบถ้วนเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว	กระเป๋าดูหนัก 8 กิโลกรัม, ของแต่ละชิ้นหนัก 2 กิโลกรัม, น้ำหนักสัมภาระต้องไม่เกิน 22 กิโลกรัม

ตารางที่ 5 เกณฑ์การประเมินระดับความทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามกรอบ PISA โดยรวม

ช่วงคะแนน	ระดับทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามกรอบ PISA	เกณฑ์การผ่าน
70-100	ดีมาก	ผ่าน
60-69	ดี	ผ่าน
50-59	พอใช้	ไม่ผ่าน
0-49	ปรับปรุง	ไม่ผ่าน

4. ผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการคิดเชิงออกแบบที่มีต่อทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามกรอบ PISA เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยสรุปได้ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ค่าเฉลี่ยของทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามกรอบ PISA

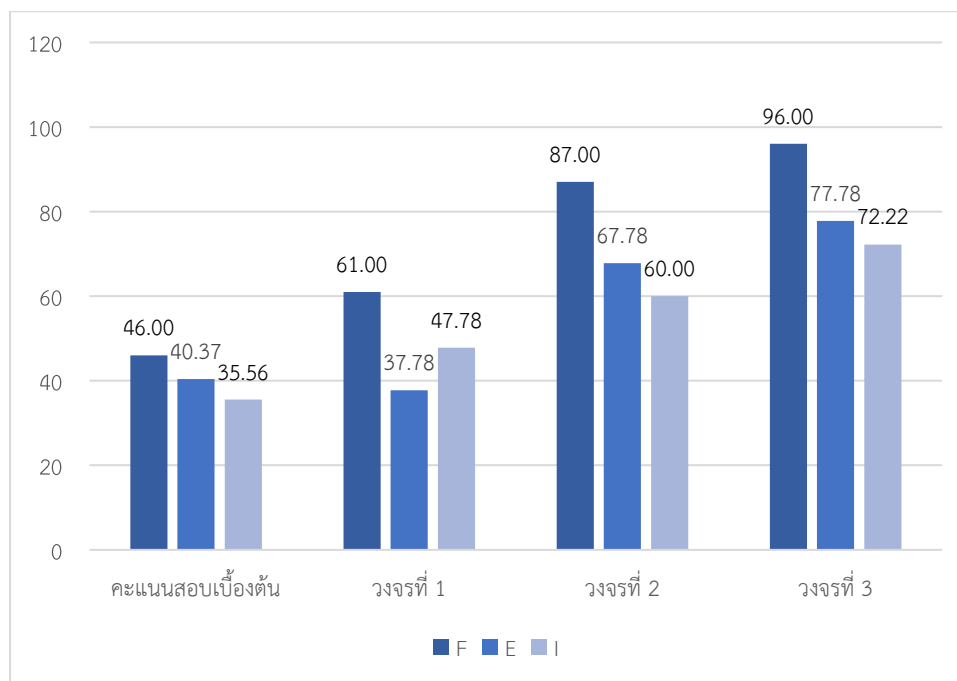
ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามกรอบ PISA	คะแนนสอบเบื้องต้น (คะแนนเฉลี่ย / ร้อยละ)	วงจรที่ 1 (คะแนนเฉลี่ย / ร้อยละ)	วงจรที่ 2 (คะแนนเฉลี่ย / ร้อยละ)	วงจรที่ 3 (คะแนนเฉลี่ย / ร้อยละ)
F	5.52 (46.00%)	5.50 (61.00%)	7.80 (87.00%)	12.00 (96.00%)
E	3.63 (40.37%)	2.27 (37.78%)	6.10 (67.78%)	4.70 (77.78%)
I	3.20 (35.56%)	4.37 (47.78%)	5.40 (60.00%)	4.33 (72.22%)
รวม	12.35 (41.17%)	12.11 (50.13%)	19.30 (71.48%)	21.03 (85.67%)

จากตารางที่ 6 พบว่า ก่อนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการคิดเชิงออกแบบ คะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามกรอบ PISA ไม่ผ่านเกณฑ์ทั้ง 3 ด้าน ดังนี้ พบว่า มีคะแนนเฉลี่ยรวม ($\bar{X} = 12.35$, $SD = 1.79$) คิดเป็น 41.17% เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า ด้านที่ 1 การคิด/แปลงสถานการณ์ปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์ (F) นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ย ($\bar{X} = 5.50$, $SD = 1.09$) คิดเป็น 46.00% ด้านที่ 2 การใช้โน้ตสโน้ ข้อเท็จจริง วิธีการ และการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา (E) นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยรวม ($\bar{X} = 3.63$, $SD = 0.76$) คิดเป็น 40.37% และด้านที่ 3 การตีความ การประยุกต์ใช้ และการประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ (I) นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ย ($\bar{X} = 3.20$, $SD = 0.55$) คิดเป็น 35.56% ต่อจากนั้น ผู้วิจัยได้จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการคิดเชิงออกแบบทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ ส่งผลให้นักเรียนมีพัฒนาการทั้ง 3 ด้านผ่านเกณฑ์ระดับดีขึ้นดังรายละเอียดต่อไปนี้

วงจรที่ 1 พบว่า มีคะแนนเฉลี่ยรวม ($\bar{X} = 12.11$, $SD = 2.94$) คิดเป็น 50.13% เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า ด้านที่ 1 การคิด/แปลงสถานการณ์ปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์ (F) นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ย ($\bar{X} = 5.52$, $SD = 1.57$) คิดเป็น 61.00% ด้านที่ 2 การใช้โน้ตสโน้ ข้อเท็จจริง วิธีการ และการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา (E) นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ย ($\bar{X} = 2.27$, $SD = 0.69$) คิดเป็น 37.78% และด้านที่ 3 การตีความ การประยุกต์ใช้ และการประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ (I) นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ย ($\bar{X} = 4.37$, $SD = 1.32$) คิดเป็น 47.78%

วงจรที่ 2 พบว่า มีคะแนนเฉลี่ยรวม ($\bar{X} = 19.30$, $SD = 3.69$) คิดเป็น 71.48% เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า ด้านที่ 1 การคิด/แปลงสถานการณ์ปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์ (F) นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ย ($\bar{X} = 7.80$, $SD = 1.54$) คิดเป็น 87.00% ด้านที่ 2 การใช้โน้ตสโน้ ข้อเท็จจริง วิธีการ และการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา (E) นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ย ($\bar{X} = 6.10$, $SD = 2.52$) คิดเป็น 67.78% และด้านที่ 3 การตีความ การประยุกต์ใช้ และการประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ (I) นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ย ($\bar{X} = 5.40$, $SD = 1.04$) คิดเป็น 60.00%

วงจรที่ 3 พบว่า มีคะแนนเฉลี่ยรวม ($\bar{X} = 21.03$, $SD = 2.64$) คิดเป็น 85.67% เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า ด้านที่ 1 การคิด/แปลงสถานการณ์ปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์ (F) นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ย ($\bar{X} = 12.00$, $SD = 0.77$) คิดเป็น 96.00% ด้านที่ 2 การใช้โน้ตสโน้ ข้อเท็จจริง วิธีการ และการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา (E) นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ย ($\bar{X} = 4.70$, $SD = 1.49$) คิดเป็น 77.78% และด้านที่ 3 การตีความ การประยุกต์ใช้ และการประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ (I) นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ย ($\bar{X} = 4.33$, $SD = 0.96$) คิดเป็น 72.22%



รูปที่ 3 ร้อยละของทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามกรอบ PISA

ผลจากการวิเคราะห์ของแบบสะท้อนแผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งดำเนินการตามกระบวนการ 4 ขั้นตอนในแต่ละวงจรของการปฏิบัติการ ได้แก่ ขั้นวางแผน ขั้นดำเนินการ ขั้นสังเกตการณ์ และขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ ผู้วิจัยได้สรุปปัญหาและแนวทางแก้ไขสะท้อนในแต่ละขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ที่พบในวงจรปฏิบัติการที่ 1 2 และ 3 ซึ่งสรุปเป็นแนวทางการปรับปรุงไว้ในตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ปัญหาและแนวทางการจัดการการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการคิดเชิงออกแบบที่มีต่อทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามกรอบ PISA

วงจรปฏิบัติการ	ขั้นตอน	ปัญหาที่พบ	แนวทางการแก้ไข
วงจรปฏิบัติการที่ 1	ขั้นที่ 1 การทำความเข้าใจ	นักเรียนให้ความสนใจในการศึกษาสถานการณ์บางคน ส่วนบางคนยังไม่สามารถตีความหมายของคำบางคำได้	ผู้วิจัยยกตัวอย่างสถานการณ์ใกล้เคียง พร้อมอธิบายความหมายของคำเพิ่มเติม (เช่น ไม่เกิน ขั้นต่ำ)
	ขั้นที่ 2 การกำหนดปัญหา	นักเรียนแกนนำกลุ่มที่ดำเนินการ สมาชิกคนอื่นสังเกตและให้ความคิดเห็น แต่ไม่ลงมือทำ	ผู้วิจัยจัดกิจกรรมให้ทุกคนได้มีบทบาทลงมือทำ
	ขั้นที่ 3 การระดมความคิด	นักเรียนแกนนำสามารถระบุวิธีทางคณิตศาสตร์ได้ แต่สมาชิกบางคนยังไม่เข้าใจสถานการณ์เพียงพอ จึงไม่สามารถเสนอแนวคิดของตนเองได้	ผู้วิจัยให้คำอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับสมการเชิงเส้น พร้อมทั้งส่งเสริมให้สมาชิกทุกคนเสนอแนวคิดและอภิปรายร่วมในกลุ่ม
	ขั้นที่ 4 การสร้างต้นแบบ	นักเรียนสามารถระบุตัวเลขได้ถูกต้อง แต่เครื่องหมายทางคณิตศาสตร์ยังไม่สอดคล้องกับสถานการณ์อย่างสมบูรณ์	ผู้วิจัยสาธิตวิธีใช้เครื่องหมายความสัมพันธ์ ($<$, $>$, $\geq$, $\leq$, $\neq$) ในสถานการณ์ต่าง ๆ
	ขั้นที่ 5 การทดสอบ	นักเรียนระบุคำตอบเป็นข้อความตามความเข้าใจ แต่ยังไม่สอดคล้องกับวิธีทางคณิตศาสตร์	ผู้วิจัยรวบรวมแนวคิดทุกกลุ่ม เชื่อมโยงกับความรู้เรื่องสมการและคำตอบของสมการ ช่วยนักเรียนวิเคราะห์ตัวแปรและเลือกสัญลักษณ์ความสัมพันธ์ให้ถูกต้อง
วงจรปฏิบัติการที่ 2	ขั้นที่ 1 การทำความเข้าใจ	นักเรียนบางคนยังมีสมาธิไม่เต็มที่ สนใจแค่บางส่วนสถานการณ์ หรือไม่ตั้งใจฟังเพื่อน ทำให้ไม่เข้าใจรายละเอียดทั้งหมด	ผู้วิจัยดึงดูดความสนใจด้วยตัวอย่างใกล้ตัว กระตุ้นให้นักเรียนตั้งใจฟัง และให้นักเรียนช่วยกันสรุปข้อมูลสำคัญในกลุ่ม
	ขั้นที่ 2 การกำหนดปัญหา	นักเรียนบางคนสับสนว่าตัวเลขหรือข้อมูลใดเป็นสิ่งที่ต้องหาจริง ๆ หรือเงื่อนไขใดสำคัญ ทำให้ระบุปัญหาไม่ชัดเจน	ผู้วิจัยกระตุ้นให้นักเรียนถามและอธิบายซ้ำ สนับสนุนให้ทุกคนมีส่วนร่วมในการระบุปัญหา และแนะนำการแบ่งหน้าที่ให้ชัดเจน
	ขั้นที่ 3 การระดมความคิด	นักเรียนบางคนไม่กล้าเสนอแนวคิดของตนเอง และรอให้เพื่อนแกนนำทำ ทำให้แนวทางแก้ปัญหาไม่ชัดและไม่ครบทุกมุมมอง	ผู้วิจัยสร้างบรรยากาศให้กล้าแสดงความคิดเห็น ส่งเสริมให้ทุกคนเขียนแนวคิดของตนเองก่อนแลกเปลี่ยนในกลุ่ม และสอนการวิเคราะห์ปัญหา
	ขั้นที่ 4 การสร้างต้นแบบ	บางกลุ่มเขียนขั้นตอนการแก้ปัญหาได้ แต่ไม่มั่นใจในการเลือกใช้เครื่องหมายความสัมพันธ์ ทำให้เครื่องหมายไม่ตรงกับเงื่อนไข	ผู้วิจัยอธิบายการใช้เครื่องหมายอีกรอบ และยกตัวอย่างสถานการณ์หลายรูปแบบเพื่อให้ได้รูปแบบที่หลากหลาย
	ขั้นที่ 5 การทดสอบ	นักเรียนบางคนสรุปคำตอบไม่ครบถ้วน และไม่ได้ให้เหตุผลหรืออธิบายประกอบ	ผู้วิจัยรวบรวมแนวคิดทุกกลุ่ม อภิปรายผลรวมให้คำแนะนำในการอธิบายเหตุผล พร้อมเชื่อมโยงกับหลักการทางคณิตศาสตร์
วงจรปฏิบัติการที่ 3	ขั้นที่ 1 การทำความเข้าใจ	โจทย์ปัญหามีความซับซ้อน เช่น โพรโมชันงบประมาณ หรือราคาสินค้า ทำให้นักเรียนบางคนต้องอ่านโจทย์หลายรอบ	ผู้วิจัยควรเตรียมโจทย์ที่ง่ายกว่าเพื่อฝึกให้นักเรียนจับประเด็นสำคัญได้ก่อน จากนั้นจึงค่อยเพิ่มระดับความซับซ้อน
	ขั้นที่ 2 การกำหนดปัญหา	ไม่มีปัญหาพบในขั้นตอนนี้	ไม่มีปัญหาพบในขั้นตอนนี้
	ขั้นที่ 3 การระดมความคิด	ไม่มีปัญหาพบในขั้นตอนนี้	ไม่มีปัญหาพบในขั้นตอนนี้
	ขั้นที่ 4 การสร้างต้นแบบ	นักเรียนบางกลุ่มยังคำนวณผิดพลาดเนื่องจากโจทย์ซับซ้อน แต่สามารถระบุความสัมพันธ์ของตัวแปรได้ถูกต้อง	ผู้วิจัยควรใช้เวลาเพิ่มเติมในการตรวจสอบคำตอบร่วมกันภายในกลุ่ม และให้ผู้วิจัยช่วยชี้แนะแนวทางการตรวจสอบความถูกต้อง
	ขั้นที่ 5 การทดสอบ	ไม่มีปัญหาพบในขั้นตอนนี้	ไม่มีปัญหาพบในขั้นตอนนี้

จากตารางที่ 7 พบว่าจากการดำเนินการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการคิดเชิงออกแบบที่มีต่อทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามกรอบ PISA เรื่อง อสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตลอดทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการพบว่า นักเรียนมีพัฒนาการทางการเรียนรู้ที่ดีขึ้นอย่างต่อเนื่อง ทั้งในด้านที่ 1 การคิด/แปลงสถานการณ์ปัญหาในเชิงคณิตศาสตร์ (F) ด้านที่ 2 การใช้โมเดล ข้อเท็จจริง วิธีการ และการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา (E) และด้านที่ 3 การตีความการประยุกต์ใช้ และการประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ (I) โดยในวงจรที่ 1 นักเรียนเริ่มทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหาได้ แต่ยังมีข้อจำกัดในการวิเคราะห์ข้อมูลและเลือกใช้วิธีทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสม ต่อมาในวงจรที่ 2 นักเรียนสามารถแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและร่วมกันระบุปัญหาได้ชัดเจนมากขึ้น มีการใช้เหตุผลและเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้องยิ่งขึ้น และในวงจรที่ 3 นักเรียนส่วนใหญ่สามารถแก้ปัญหาได้อย่างเป็นขั้นตอน อธิบายเหตุผลประกอบคำตอบได้ถูกต้อง และสามารถประยุกต์ใช้ความรู้กับสถานการณ์ใหม่ได้อย่างเหมาะสม

5. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

สรุปผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการคิดเชิงออกแบบที่มีต่อทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามกรอบ PISA เรื่อง อสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า วงจรปฏิบัติการที่ 1 มีคะแนนเฉลี่ยรวม ($\bar{X} = 12.35$, $SD = 2.94$) คิดเป็น 50.13% อยู่ในระดับพอใช้ แต่ยังไม่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด วงจรปฏิบัติการที่ 2 มีคะแนนเฉลี่ยรวม ($\bar{X} = 19.30$, $SD = 3.69$) คิดเป็น 71.48% อยู่ในระดับดีมาก และผ่านเกณฑ์ที่กำหนด โดยมีคะแนนเพิ่มขึ้นจากวงจรปฏิบัติการที่ 1 คิดเป็น 21.35% และวงจรปฏิบัติการที่ 3 มีคะแนนเฉลี่ยรวม ($\bar{X} = 21.03$, $SD = 2.64$) คิดเป็น 85.67% อยู่ในระดับดีมาก และผ่านเกณฑ์ที่กำหนด โดยมีคะแนนเพิ่มขึ้นจากวงจรปฏิบัติการที่ 2 คิดเป็น 14.19% เมื่อพิจารณาโดยรวมตั้งแต่วงจรปฏิบัติการที่ 1 ถึงวงจรปฏิบัติการที่ 3 พบว่าคะแนนรวมเพิ่มขึ้นทั้งสิ้น 35.54% แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการคิดเชิงออกแบบมีพัฒนาขึ้นอย่างต่อเนื่องในทุกวงจรปฏิบัติการ การจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการคิดเชิงออกแบบ โดยเริ่มจากการยกตัวอย่างสถานการณ์ใกล้ตัวที่เข้าใจง่ายเพื่อกระตุ้นความสนใจของนักเรียน การทำงานเป็นรูปแบบกลุ่มช่วยให้นักเรียนทุกคนมีบทบาท ครบถ้วนบทบาทหน้าที่ให้ชัดเจน สร้างบรรยากาศให้กล้าแสดงความคิดเห็น และส่งเสริมให้นักเรียนเขียนแนวคิดของตนเองก่อนแลกเปลี่ยนในกลุ่ม จากนั้นนักเรียนนำสิ่งที่สรุปได้มาสร้างอสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเพื่อแก้ปัญหา และผู้วิจัยรวบรวมแนวคิดทุกกลุ่ม เชื่อมโยงกับความรู้เรื่องอสมการและคำตอบของอสมการอย่างเป็นระบบ ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามกรอบ PISA ทั้ง 3 ด้าน ได้แก่ ด้านที่ 1 การคิด/แปลงสถานการณ์ปัญหา (F) มีพัฒนาการมากที่สุด รองลงมา คือ ด้านที่ 2 การใช้โมเดล ข้อเท็จจริง วิธีการ และการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ (E) และ ด้านที่ 3 การตีความการประยุกต์ใช้ และการประเมินผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์ (I) ตามลำดับ

สามารถอภิปรายผลได้ดังนี้ ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการคิดเชิงออกแบบที่มีต่อทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามกรอบ PISA เรื่อง อสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 แสดงให้เห็นพัฒนาการของผู้เรียนอย่างเป็นลำดับขั้น โดยพบว่าคะแนนสอบเบื้องต้นมีค่าเฉลี่ยรวม ($\bar{X} = 12.33$, $SD = 1.79$) ขณะที่วงจรปฏิบัติการที่ 1 มีคะแนนเฉลี่ยรวม ($\bar{X} = 12.11$, $SD = 2.94$) คิดเป็นร้อยละ 50.13 ซึ่งลดลงจากการสอบเบื้องต้นเล็กน้อย ทั้งนี้สามารถอธิบายได้จากทั้งความไม่เทียบเท่าของเครื่องมือวัดในด้านจำนวนข้อ คะแนนเต็ม และระดับความซับซ้อนของทักษะที่ประเมิน รวมถึงลักษณะของวงจรที่ 1 ซึ่งเป็นระยะเริ่มต้นของการพัฒนาแนวคิดพื้นฐานและการปรับตัวต่อรูปแบบการเรียนรู้ใหม่ที่ใช้กระบวนการคิดเชิงออกแบบ อันอาจก่อให้เกิดภาระทางการรู้คิดและความไม่คุ้นชิน ส่งผลให้ศักยภาพของผู้เรียนยังไม่ปรากฏอย่างเต็มที่ ดังนั้น การเปลี่ยนแปลงของคะแนนในระยะต้นจึงควรตีความในเชิงพัฒนาการมากกว่าการเปรียบเทียบเชิงปริมาณโดยตรง เมื่อพิจารณาวงจรปฏิบัติการที่ 2 และ 3 ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ยเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ($\bar{X} = 19.30$, $SD = 3.69$ และ $\bar{X} = 21.03$, $SD = 2.64$ ตามลำดับ) สะท้อนให้เห็นถึงพัฒนาการของผู้เรียนที่เกิดจากกระบวนการเรียนรู้แบบวนซ้ำที่เน้นการลงมือปฏิบัติ การแลกเปลี่ยนความคิดเห็น และการสะท้อนคิดอย่างต่อเนื่อง ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ OECD (2023, pp. 20–21) ในเชิงกลไก กระบวนการคิดเชิงออกแบบทั้ง 5 ขั้นตอน ได้แก่ Empathize, Define, Ideate, Prototype และ Test มีบทบาทในการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามกรอบ PISA อย่างเป็นระบบ โดยขั้น Empathize และ Define สนับสนุนการแปลงสถานการณ์ปัญหาผ่านการใช้บริบทใกล้ตัวซึ่งช่วยลดความเป็นนามธรรมของเนื้อหาและเอื้อต่อการเชื่อมโยงความรู้เดิม สอดคล้องกับ Thipwaree et al. (2023, p. 816) และ Phoyen (2021, p. 12) ขณะที่ขั้น Ideate และ Prototype ส่งเสริมการใช้โมเดล วิธีการ และการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ผ่านการระดมความคิดและการลงมือปฏิบัติ สอดคล้องกับ Suksamran (2016, p. 40) และ Kaewsoongnem and Supap (2016, p. 166) และขั้น Test สนับสนุนการตีความและประเมินผลลัพธ์ผ่านการสะท้อนผลร่วมกัน ส่งผลให้ผู้เรียนพัฒนาความเข้าใจอย่างลึกซึ้ง เมื่อพิจารณาผลลัพธ์รายด้าน

ตามกรอบ PISA พบว่าผู้เรียนมีพัฒนาการเด่นในด้านการแปลงสถานการณ์ปัญหา รองลงมาคือด้านการใช้โน้ตสโน้ตและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และด้านการตีความและประเมินผลลัพธ์ตามลำดับ สะท้อนให้เห็นว่าการใช้สถานการณ์ใกล้เคียงตัวและการมีส่วนร่วมของผู้เรียนช่วยพัฒนาความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ อย่างไรก็ตาม ในด้านการตีความผลลัพธ์ยังพบข้อจำกัด โดยผู้เรียนบางส่วนยังไม่สามารถเชื่อมโยงผลลัพธ์กลับไปสู่สถานการณ์ใหม่ได้อย่างยืดหยุ่น ซึ่งสอดคล้องกับ Prayalaw (2022, p. 94) ที่ชี้ว่าทักษะขั้นสูงจำเป็นต้องได้รับการฝึกฝนอย่างต่อเนื่อง นอกจากนี้ ผลการวิจัยยังสอดคล้องกับงานของ Kongwichian and Vanichwatanavorachai (2021, p. 497), Boonprakorb et al. (2023, p. 1078) และ Klahan and Ponegm (2021, p. 1) ที่พบว่าการใช้กระบวนการคิดเชิงออกแบบช่วยพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูงและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน อย่างไรก็ตาม การศึกษานี้ได้ขยายองค์ความรู้โดยแสดงให้เห็นความสัมพันธ์เชิงกลไกระหว่างขั้นตอนของกระบวนการคิดเชิงออกแบบกับองค์ประกอบของทักษะตามกรอบ PISA อย่างชัดเจนมากขึ้น จึงสามารถเสนอข้อค้นพบเชิงสังเคราะห์ได้ว่ากระบวนการคิดเชิงออกแบบทำหน้าที่เป็นกลไกเชื่อมระหว่างบริบทสถานการณ์จริงกับการใช้คณิตศาสตร์อย่างเป็นระบบ ทั้งนี้ การตีความผลควรพิจารณาพร้อมกับข้อจำกัดของการศึกษา ได้แก่ ความไม่เทียบเท่าของเครื่องมือวัด กลุ่มตัวอย่างที่จำกัด และปัจจัยแทรกซ้อนอื่น ๆ อย่างไรก็ตาม ในเชิงนโยบายปฏิบัติ การใช้สถานการณ์ใกล้เคียงตัว การกำหนดบทบาทผู้เรียน และการสะท้อนผลอย่างเป็นระบบ เป็นแนวทางสำคัญที่สามารถนำไปใช้พัฒนาทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยสรุป กระบวนการคิดเชิงออกแบบไม่เพียงช่วยพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเท่านั้น แต่ยังช่วยอธิบายกลไกการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงระหว่างการจัดการเรียนรู้กับความฉลาดรู้ทางคณิตศาสตร์ตามกรอบ PISA ได้อย่างเป็นระบบและชัดเจนยิ่งขึ้น

6. ข้อเสนอแนะ

ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะว่า ควรออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลายและใกล้เคียงกับสถานการณ์จริง เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจและเข้าใจปัญหามากขึ้น ควรส่งเสริมให้นักเรียนทุกคนมีส่วนร่วมในการคิด วิเคราะห์ และลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง พร้อมทั้งเปิดโอกาสให้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นร่วมกันเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาอย่างต่อเนื่อง นอกจากนี้ สำหรับการวิจัยในครั้งต่อไป ควรขยายระยะเวลาในการจัดการเรียนรู้ให้เพียงพอ เพื่อให้ให้นักเรียนมีโอกาสพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาได้อย่างต่อเนื่อง และลึกซึ้งยิ่งขึ้น ควรนำกระบวนการคิดเชิงออกแบบไปประยุกต์ใช้กับเนื้อหาอื่นในรายวิชาคณิตศาสตร์ หรือกลุ่มสาระการเรียนรู้อื่น เพื่อศึกษาประสิทธิผลในบริบทที่หลากหลายยิ่งขึ้น รวมทั้งควรพัฒนาเครื่องมือในการวัดทักษะการแก้ปัญหาให้ครอบคลุมหลายมิติ และใช้วิธีการเก็บข้อมูลที่หลากหลาย เช่น การสังเกตพฤติกรรมหรือการสัมภาษณ์ เพื่อให้ได้ข้อมูลเชิงลึกที่สะท้อนพัฒนาการของผู้เรียนได้ชัดเจนยิ่งขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณโรงเรียนที่ได้ให้โอกาสในการดำเนินการวิจัยและอำนวยความสะดวกในทุกขั้นตอนขอขอบคุณ คณะครูผู้สอนที่ให้คำแนะนำ ข้อคิดเห็น และการสนับสนุนอันมีคุณค่าในการจัดการเรียนรู้ รวมทั้งขอขอบพระคุณนักเรียนที่ให้ความร่วมมือในการเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้และการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยความตั้งใจ ขอขอบพระคุณเป็นอย่างยิ่งต่อผู้เชี่ยวชาญที่กรุณาเสียสละเวลาให้คำปรึกษา ตรวจสอบเครื่องมือ และให้ข้อเสนอแนะอันเป็นประโยชน์ต่อการปรับปรุงงานวิจัยให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น นอกจากนี้ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณบิดามารดาที่เป็นกำลังใจและให้การสนับสนุนทั้งด้านจิตใจและการศึกษาอย่างต่อเนื่อง ข้าพเจ้าได้รับประกาศนียบัตรรับรองการอบรมออนไลน์ เรื่อง จริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ จากชมรมจริยธรรมการวิจัยในคนในประเทศไทย (FERCIT) เมื่อวันที่ 9 มีนาคม พ.ศ. 2568 เลขที่การรับรอง : HS-KSU062/2568 ซึ่งเป็นหลักประกันว่าการดำเนินการวิจัยครั้งนี้เป็นไปตามหลักจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ สุดท้ายนี้ข้าพเจ้าขอน้อมรับทุกข้อเสนอแนะ และหากมีข้อผิดพลาดประการใดในงานวิจัยฉบับนี้ ข้าพเจ้าขอน้อมรับไว้แต่เพียงผู้เดียว และขอกราบขอบพระคุณทุกท่านไว้ ณ โอกาสนี้

เอกสารอ้างอิง

- Boonprakorb, W., Junthakoon, J., & Onthanee, A. (2023). The development of learning activities by using design thinking process to enhance green innovative entrepreneurship competency for ninth grade students. *Journal of Multidisciplinary in Humanities and Social Sciences*, 6(2), 1078–1095. (in Thai)
- Daoruang, N., & Jantakoon, J. (2024). The development of learning activities based on the design thinking approach to enhance scientific creativity for grade 3 students. *Journal of Graduate Research*, 15(1), 27–38. (in Thai)
- Israsena Na Ayudhya, P., & Treerattanaphan, C. (2017). Design Thinking: Learning by Doing. Thailand Creative & Design Center (TCDC). (in Thai)
- Jimatong, N., & Wibooncharoensuk, P. (2023). Teaching with Using Design Thinking for Primary Grade Children. *Journal of Roi Kaensarn Academi*, 8(4), 572–586. (in Thai)
- Kaewsoongnern, D., & Supap, W. (2016). The action research for developing hands-on learning activities to enhance learning achievement and mathematical connection's ability on geometric transformation of Mathayomsuksa 2 students. *Rajabhat Journal of Sciences Humanities and Social Sciences*, 17(1), 156-168. (in Thai)
- Kemmis, S., & McTaggart, R. (1988). *The action research planner* (3rd ed.). Deakin University Press.
- Klahan, P., & Ponegrn, W. (2021). Development Learning Activities Based on a Design Thinking Process and Project Based Learning to Enhance Innovators in Grade 10 Students. *Journal of Education Studies*, 49(2), EDUCU4902013. (in Thai)
- Kongwichian, S., & Vanichwatanavorachai, S. (2021). The development of mathematics process and skills surface area and volume by Design Thinking process of ninth grade students. *Journal of Education*, 19(2), 497–513. (in Thai)
- Kotchai, A. (2018). *Developing a System of Strengthening Teacher in Conducting Classroom Action Research for Schools Under the Local Administrative Organization* [Doctoral dissertation]. Mahasarakham University. (in Thai)
- Meemook, N. (2023). *Effect of blended learning by using design thinking process in visual programming to enhance creativity in innovation development of high school students* [Master's thesis]. Silpakorn University. (in Thai)
- National Institute of Educational Testing Service. (2025). *O-NET report with a map of Thailand*. <https://www.niets.or.th/th/>. (in Thai)
- OECD. (2023). *THE FUTURE OF EDUCATION AND SKILLS OECD Learning Compass for Mathematics*. <https://www.oecd.org/en/publications/support/corrigenda.html>.
- Phoyen, K. (2021). Active Learning : Learning satisfy Education in 21st century. *Journal of Education*, 19(1), 11–28. (in Thai)
- Prayalaw, P. (2022). The Effective Achievement of Various Active Learning Managements in Clinical Chemistry Course. *Journal of Education and Innovative Learning*, 2(1), 087–096. (in Thai)
- Programme for International Student Assessment. (2025). *PISA 2022 assessment results reading, mathematics and science*. The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (in Thai)

- Sintuprasard, S. (2016). *Effects of Using SQRQCQ Strategy Learning Activity Management with High-Order Questions on Mathematical Problem Solving Ability and Learning Achievement in Statistics of Grade 11 Students* [Master's thesis]. Burapha University. (in Thai)
- Suksamran, S. (2016). *Effect of using guidance activities package Brainstorming methods for development creative problem solving ability of Phathom Suksa II Students of Thedsaban 4 (Udomwitsomjai) School in Prachinburi Province* [Master's thesis]. Sukhothai Thammathirat Open University. (in Thai)
- Thipwaree, P., Kasemsukpipat, W., & Somchaipeng, T. (2023). Using Real-Life Situations in Promoting Statistical Reasoning on Measures of Central Tendency of Twelfth-Grade Students. *Journal of Educational Innovation and Research*, 7(3), 809–824. (in Thai)

“ข้อคิดเห็น เนื้อหา รวมทั้งการใช้ภาษาในบทความถือเป็นความรับผิดชอบของผู้เขียน”

Research article

การพัฒนาชุดฝึกอบรมครู เรื่องกิจกรรมสะเต็มศึกษา (STEAM education) บูรณาการทักษะ
การสื่อสาร โดยใช้การเรียนรู้แบบผสมผสานร่วมกับแหล่งทรัพยากรการศึกษาแบบเปิด

THE DEVELOPMENT OF TEACHER TRAINING MATERIALS BASED ON COMMUNICATION
SKILLS - INTEGRATED STEAM EDUCATION ACTIVITIES USING BLENDED LEARNING WITH
OPEN EDUCATIONAL RESOURCES

ธนารักษ์ สารเดือนแก้ว และชันชัย อธิเกียรติ*

Thanarak Santhuenkaew and Khanchai Athikiat*

Thanarak.s@ruail.ru.ac.th and Khanchai2545@hotmail.com

*Corresponding author E-mail: Khanchai2545@hotmail.com

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง กรุงเทพมหานคร 10240 ประเทศไทย

Faculty of Education, Ramkhamhaeng University, Bangkok 10240 Thailand

Journal of Industrial Education. 2026, Vol. 25 (No. 1), <https://doi.org/10.55003/JIE.25110>

Received: March 17, 2026 | Revised: March 31, 2026 | Accepted: April 25, 2026

Citation reference :

Santhuenkaew, T., & Athikiat, K. (2026). The development of teacher training materials based on communication skills - integrated STEAM education activities using blended learning with open educational resources. *Journal of Industrial Education*, 25(1), 84-98.

ABSTRACT

This research aimed to develop a teacher training package on STEAM education activities integrating communication skills through blended learning combined with open educational resources. The sample consisted of 130 teachers from Charuwattananukul School and 560 students in Grades 3 and 6 of the 2025 academic year. The participants were selected using purposive sampling. The developed training package comprised online lectures and assessment sessions, as well as on-site demonstrations and hands-on practice sessions, totaling 8–13 hours. The package evaluated by experts, the overall quality across six dimensions was at the highest level ($\bar{X} = 4.72$, $SD = 0.42$) and met the effectiveness criterion of 80/80 ($E_1 = 82.46$, $E_2 = 85.38$). Teachers' post-training learning achievement ($\bar{X} = 26.33$, $SD = 2.20$) was significantly higher than their pre-training scores ($\bar{X} = 17.76$, $SD = 3.67$) at the .05 level. Their ability to design STEAM-integrated learning activities after training ($\bar{X} = 15.63$, $SD = 2.37$) was also significantly higher than before training ($\bar{X} = 2.54$, $SD = 2.26$). Teachers' overall satisfaction with the training was at a high level ($\bar{X} = 4.14$, $SD = 0.25$). The findings revealed that the developed training package effectively responded to teachers' needs and promoted their learning development. Regarding students' key competencies, communication, problem-solving, life skills, and technology use were found to be at an excellent level for both Grade 3 (83.45%) and Grade 6 (89.32%) students. Furthermore, students' satisfaction with the learning activities was high ($\bar{X} = 4.03$ and 3.94, $SD = 1.02$ and 0.95, respectively). The results suggest that the trained teachers were capable of effectively designing and implementing activities to enhance students' competencies.

Keywords: Teacher training package, STEAM education, Communication skills, Blended learning, Open Educational Resources (OER)

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาชุดฝึกอบรมครู เรื่องกิจกรรมสะเต็มศึกษาบูรณาการทักษะการสื่อสาร โดยใช้การเรียนรู้แบบผสมผสาน ร่วมกับแหล่งทรัพยากรการศึกษาแบบเปิด กลุ่มตัวอย่าง คือ ครูโรงเรียนจารุวัฒนานุกูล จำนวน 130 คน และนักเรียนระดับชั้น ประถมศึกษาปีที่ 3 และ 6 ปี รวม 560 คน ได้มาจากการสุ่มแบบเจาะจง ผลการวิจัยพบว่า ชุดฝึกอบรมครู ประกอบด้วยช่วง บรรยายและประเมินผลแบบออนไลน์ และช่วงการสาธิตและลงมือฝึกปฏิบัติแบบออนไลน์ รวม 8 – 13 ชั่วโมง ได้รับการประเมิน โดยผู้ทรงคุณวุฒิ มีคุณภาพในภาพรวม 6 ด้านอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.72, SD = 0.42) มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 (E_1 = 82.46 และ E_2 = 85.38) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ของครูหลังการอบรม ($\bar{X}$ = 26.33, SD = 2.20) สูงกว่าก่อนการอบรม ($\bar{X}$ = 17.76, SD = 3.67) อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ความสามารถในการออกแบบกิจกรรมหลังการอบรม ($\bar{X}$ = 15.63, SD = 2.37) สูงกว่าก่อนอบรม ($\bar{X}$ = 2.54, SD = 2.26) อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ความพึงพอใจของครูที่มีต่อการฝึกอบรมโดยรวมอยู่ใน ระดับมาก ($\bar{X}$ = 4.14, SD = 0.25) แสดงว่า ชุดฝึกอบรมสามารถตอบสนองต่อความต้องการและส่งเสริมการเรียนรู้ของครูได้ดี สมรรถนะสำคัญของนักเรียนในด้านความสามารถในการสื่อสาร การแก้ปัญหา การใช้ทักษะชีวิตและการใช้เทคโนโลยี ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 และ 6 มีค่าเฉลี่ยคะแนนอยู่ในระดับดีเยี่ยม (ร้อยละ 83.45 และ 89.32 ตามลำดับ) ความพึงพอใจของ นักเรียนทั้งสองระดับที่มีต่อกิจกรรมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ = 4.03 และ 3.94, SD = 1.02, 0.95 ตามลำดับ) แสดงว่า ครูที่ผ่านการ อบรมสามารถจัดกิจกรรมส่งเสริมสมรรถนะผู้เรียนได้ดี

คำสำคัญ: ชุดฝึกอบรมครู, สะเต็มศึกษา, ทักษะการสื่อสาร, การเรียนรู้แบบผสมผสาน, แหล่งทรัพยากรการศึกษาแบบเปิด

1. บทนำ

ประเทศไทยได้กำหนดยุทธศาสตร์การพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมสู่ยุค “ไทยแลนด์ 4.0” โดยมุ่งเน้นการขับเคลื่อนประเทศด้วย นวัตกรรม เทคโนโลยีดิจิทัล และอุตสาหกรรมอัจฉริยะ ตามแผนยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี (พ.ศ. 2560–2579) และแผนพัฒนา เศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 13 (พ.ศ. 2566–2570) การเปลี่ยนผ่านนี้ ทำให้แรงงานยุคใหม่ต้องมีทักษะที่เกี่ยวข้องกับ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และนวัตกรรม ตลอดจนทักษะมนุษย์ที่เทคโนโลยีไม่สามารถทดแทนได้ เช่น การคิดเชิงวิพากษ์ การสื่อสาร และการทำงานร่วมกัน (McKinsey & Company, 2022, Online) เป็นต้น ส่งผลให้ระบบการศึกษาจำเป็นต้อง ปรับเปลี่ยนเพื่อพัฒนาผู้เรียนให้มีสมรรถนะสอดคล้องกับการทำงานในสังคมยุคดิจิทัลและเศรษฐกิจฐานนวัตกรรม (World Economic Forum, 2020, pp. 5-6) ในช่วงทศวรรษที่ผ่านมา ประเทศต่าง ๆ ได้พัฒนาการจัดการศึกษาเพื่อตอบสนองต่อความ ต้องการแรงงานในศตวรรษที่ 21 โดยใช้แนวคิด “สะเต็มศึกษา” (STEM education) ซึ่งบูรณาการความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์เข้าด้วยกัน หลายประเทศ เช่น สหรัฐอเมริกา เยอรมนี และสหราชอาณาจักร เป็นต้น ได้บรรจุแนวคิดนี้ในหลักสูตรระดับชาติ เพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหา และนวัตกรรมของผู้เรียน (Myhill, 2020, Online) ขณะที่ประเทศไทยได้ดำเนินการตามนโยบายของกระทรวงศึกษาธิการและสถาบันส่งเสริมการสอน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) เพื่อยกระดับคุณภาพครูและผู้เรียนผ่านโครงการสะเต็มศึกษา (IPST, 2016, Instructions section; NXPO, 2021, Online) และต่อยอดสู่แนวคิด “สะเต็มศึกษา” (STEAM education) ที่เพิ่มมิติด้านศิลปะและการดำรงชีวิต (Art of life) เพื่อเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์และการเรียนรู้แบบองค์รวม (IPST, 2022, Online; Cunningham, 2023, Abstract)

อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาสภาพการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในบริบทของประเทศไทย พบว่ายังมีข้อจำกัดหลาย ประการ โดยการจัดการเรียนรู้ในห้องเรียนส่วนใหญ่ยังคงเน้นการถ่ายทอดความรู้แบบบรรยาย (Teacher-centered approach) มากกว่าการจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมการเรียนรู้เชิงรุก (Active learning) ส่งผลให้ผู้เรียนมีโอกาสดำเนินการพัฒนาทักษะการคิด วิเคราะห์ การแก้ปัญหา และการลงมือปฏิบัติจริง นอกจากนี้ ครูผู้สอนยังเผชิญกับข้อจำกัดด้านเวลา ภาระงาน และทรัพยากรใน การจัดการเรียนรู้ รวมถึงการขาดความมั่นใจหรือความพร้อมในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการข้ามศาสตร์ ซึ่งเป็น ลักษณะสำคัญของสะเต็มและสะเต็มศึกษา (IPST, 2016, Instructions section; NXPO, 2021, Online) เมื่อพิจารณาในมิติของ การพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 จะเห็นได้ว่ายังมี “ช่องว่าง” ระหว่างเป้าหมายของหลักสูตรกับการปฏิบัติจริงในห้องเรียน กล่าวคือ แม้หลักสูตรจะมุ่งเน้นการพัฒนาทักษะการสื่อสาร การทำงานร่วมกัน และการคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียน แต่ในทางปฏิบัติ ทักษะดังกล่าวยังไม่ได้รับการส่งเสริมอย่างเป็นรูปธรรม โดยเฉพาะทักษะการสื่อสารทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นทักษะสำคัญในการถ่ายทอดแนวคิด การแลกเปลี่ยนความรู้ และการทำงานร่วมกันอย่างมีประสิทธิภาพ

(Widiastuti et al., 2022, p. 5213) ทั้งนี้ การพัฒนาครูในปัจจุบันยังมุ่งเน้นเนื้อหาวิชาและเทคโนโลยีเป็นหลัก มากกว่าการพัฒนาการทักษะการสื่อสารเข้ากับกระบวนการจัดการเรียนรู้

จากสภาพปัญหาและช่องว่างดังกล่าว จึงสะท้อนให้เห็นถึงความจำเป็นในการพัฒนาครูให้มีสมรรถนะในการออกแบบและจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการข้ามศาสตร์ ควบคู่กับการพัฒนาทักษะการสื่อสารของผู้เรียนอย่างเป็นระบบ การฝึกอบรมครูในยุคปัจจุบันจึงควรใช้รูปแบบการเรียนรู้ที่ยืดหยุ่นและสอดคล้องกับบริบทของผู้เรียนรู้ (ครู) เช่น การเรียนรู้แบบผสมผสาน (Blended learning) ที่ผสมผสานการเรียนรู้แบบเผชิญหน้า กิจกรรมเชิงปฏิบัติ และแหล่งเรียนรู้ออนไลน์เข้าด้วยกัน รวมถึงการใช้แหล่งทรัพยากรการศึกษาแบบเปิด (Open Educational Resources: OER) ซึ่งเอื้อต่อการเข้าถึงและแลกเปลี่ยนองค์ความรู้ (UNESCO, n.d., Online; Phuthapitakphon, 2022, pp. 65–80)

ดังนั้น การวิจัยครั้งนี้จึงมุ่งพัฒนาและประเมินประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมครู เรื่องกิจกรรมสะเต็มศึกษาบูรณาการทักษะการสื่อสาร โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบผสมผสานร่วมกับแหล่งทรัพยากรการศึกษาแบบเปิด เพื่อเสริมสร้างศักยภาพครูในการออกแบบและจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่บูรณาการองค์ความรู้ข้ามศาสตร์ และส่งเสริมทักษะการสื่อสารของผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ สอดคล้องกับเป้าหมายของการจัดการศึกษาในศตวรรษที่ 21 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) พัฒนาและหาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรม และ (2) ศึกษาประสิทธิผลของการฝึกอบรมที่พัฒนาขึ้น ทั้งในด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้และความสามารถในการออกแบบกิจกรรมของครู ความพึงพอใจของครู ตลอดจนสมรรถนะสำคัญของนักเรียน ได้แก่ ความสามารถในการสื่อสาร ความสามารถในการคิด ความสามารถในการแก้ปัญหา ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต และความสามารถในการใช้เทคโนโลยี และความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนกับครูที่ผ่านการอบรม ซึ่งผลการวิจัยคาดว่าจะจะเป็นแนวทางสำคัญในการพัฒนาครูและยกระดับคุณภาพการจัดการเรียนรู้ในบริบทการศึกษาขั้นพื้นฐานได้อย่างยั่งยืน

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Rabsaithong and Chatwirakom (2023, pp. 367-382) ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และการทำงานเป็นทีมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STAEM education) เรื่อง ดวงจันทร์และระบบสุริยะ โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยคือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4/5 หลักสูตรปกติ โรงเรียนอัสสัมชัญ แผนกประถม ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าระหว่างเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนมีพัฒนาการในการแก้ปัญหาที่สูงขึ้น พิจารณาจากคะแนนเฉลี่ยของกิจกรรมในแผนการสอนครั้งที่ 1 – 3 คิดเป็นร้อยละ 46.5, 59.5, 71.85 ตามลำดับ พฤติกรรมการทำงานเป็นทีมนักเรียนทุกกลุ่มมีคะแนนเฉลี่ยตั้งแต่ 2.08-2.66 อยู่ในระดับดี ความสามารถในการสร้างผลงานทางวิทยาศาสตร์ พบว่านักเรียนมีพัฒนาการในการสร้างผลงานทางวิทยาศาสตร์ที่สูงขึ้น พิจารณาจากคะแนนเฉลี่ยของกิจกรรมในแผนการสอนครั้งที่ 1 – 3 คิดเป็นร้อยละ 44.84, 61.96 และ 85.80 ตามลำดับ Silpakityan and Hemchayart (2019, pp. 25-45) ได้ศึกษาวิจัยเรื่อง การพัฒนาระบบการเรียนการสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษาและการสอนภาษาเพื่อการสื่อสารเพื่อส่งเสริมความสามารถในการสื่อสารของเด็กอนุบาล ตัวอย่าง คือ เด็กอนุบาลชั้นปีที่ 2 โรงเรียนชลประทานสงเคราะห์ สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน จำนวน 32 คน การดำเนินการวิจัยแบ่งเป็น 3 ระยะ คือ ระยะที่ 1 การพัฒนาระบบการเรียนการสอนฯ ระยะที่ 2 การนำร่องระบบการเรียนการสอนฯ ที่พัฒนาขึ้น และระยะที่ 3 การทดลองใช้ระบบการเรียนการสอนฯ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบวัดความสามารถในการสื่อสาร และแบบบันทึกพฤติกรรมการสื่อสาร วิเคราะห์ข้อมูล โดยการหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ความแปรปรวนแบบวัดซ้ำ และการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา ผลการวิจัยพบว่า 1) ระบบการเรียนการสอนฯ มีองค์ประกอบ ได้แก่ หลักการ วัตถุประสงค์ เนื้อหา ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอน ระยะเวลาการใช้ระบบการเรียนการสอน และการประเมินผล โดยมีขั้นตอนการจัดการเรียนการสอน คือ ขั้นเสนอปัญหา ขั้นสืบสอบขั้นเชื่อมโยงความรู้ และขั้นประมวลผลการเรียนรู้ 2) ผลการทดลองใช้ระบบการเรียนการสอนฯ สำหรับข้อมูลเชิงปริมาณพบว่า ค่าเฉลี่ยคะแนนความสามารถในการสื่อสารหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง และระหว่างการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยด้านที่สูงที่สุด คือ การเล่าเรื่องหรือเหตุการณ์ รองลงมา คือ การสร้างสัญลักษณ์ และสุดท้าย คือ การสนทนาโต้ตอบ ในส่วนของข้อมูลเชิงคุณภาพ พบว่า การใช้สื่อที่เป็นรูปธรรม การใช้เทคนิคต่าง ๆ และการใช้กิจกรรมกลุ่ม ทำให้เด็กมีความกระตือรือร้นในการสนทนาโต้ตอบ การลงมือปฏิบัติอย่างสม่ำเสมอช่วยให้เด็กสามารถเก็บรายละเอียดของเหตุการณ์เพื่อใช้ต่อเติมในการเล่าเรื่องได้ดีขึ้น นอกจากนั้นเด็กใช้สัญลักษณ์ได้ดีขึ้น โดยช่วงแรกเป็นการวาดภาพที่สะท้อนถึงสิ่งที่เรียนรู้ ต่อมามีการเพิ่มเติมรายละเอียดและบริบทของภาพ รวมทั้งมีการนำเสนอสัญลักษณ์ต่าง ๆ ที่ได้เรียนรู้ นอกจากนี้ Kintu, Zhu and Kagambe (2017, pp. 1-20) ได้ศึกษาประสิทธิภาพของสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบผสมผสาน

โดยวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะและภูมิหลังของนักเรียน ลักษณะเด่นด้านการออกแบบ และผลลัพธ์การเรียนรู้ เพื่อกำหนดปัจจัยทำนายประสิทธิผลของการเรียนรู้แบบผสมผสาน โดยได้มีการสำรวจผู้ตอบแบบสอบถามจำนวน 238 คน ผลการวิเคราะห์ข้อมูล แสดงให้เห็นว่าคุณลักษณะการออกแบบการเรียนรู้แบบผสมผสาน (คุณภาพเทคโนโลยี เครื่องมือออนไลน์ และการสนับสนุนแบบพบหน้า) และคุณลักษณะของนักเรียน (ทัศนคติและการควบคุมตนเอง) เป็นปัจจัยที่สำคัญที่ส่งผลต่อผลลัพธ์การเรียนรู้ของนักเรียนในการเรียนรู้แบบผสมผสาน ส่วนงานวิจัยของ Aumpipong et al. (2025, pp. 159-174) เรื่องการพัฒนาความสามารถในการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาโดยใช้กระบวนการนิเทศแบบโค้ชและการให้คำปรึกษา (Coaching and mentoring) มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาศักยภาพครูผู้สอนกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีระดับมัธยมศึกษาตอนต้นให้สามารถออกแบบและจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยใช้กระบวนการนิเทศที่เน้นการมีส่วนร่วม การสะท้อนคิด และการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง ผลการวิจัยพบว่า ครูมีความสามารถในการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ สามารถออกแบบกิจกรรมที่บูรณาการความรู้ข้ามศาสตร์และส่งเสริมทักษะของผู้เรียนได้ดีขึ้น อีกทั้งกระบวนการนิเทศแบบโค้ชและการให้คำปรึกษามีส่วนสำคัญในการเสริมสร้างความมั่นใจและทักษะวิชาชีพของครู ส่งผลให้การจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพและสอดคล้องกับแนวทางการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 มากยิ่งขึ้น งานวิจัยที่ผ่านมาแสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาสามารถพัฒนาทักษะการสื่อสาร การคิดแก้ปัญหา และการทำงานเป็นทีมของผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ขณะเดียวกัน การเรียนรู้แบบผสมผสานเป็นรูปแบบที่เอื้อต่อการพัฒนาศักยภาพของผู้เรียนและผู้สอน อย่างไรก็ตาม งานวิจัยส่วนใหญ่ยังมุ่งเน้นที่ผู้เรียนเป็นหลัก ขาดการพัฒนาชุดฝึกอบรมครูที่บูรณาการสะเต็มศึกษา ทักษะการสื่อสาร และการเรียนรู้แบบผสมผสานร่วมกับแหล่งทรัพยากรการศึกษาแบบเปิดอย่างเป็นระบบ

สมมติฐานการวิจัย ประกอบด้วย ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ของครูหลังการฝึกอบรมสูงกว่าก่อนการฝึกอบรม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และความสามารถในการออกแบบกิจกรรมสะเต็มศึกษาบูรณาการทักษะการสื่อสารของครูหลังการฝึกอบรมสูงกว่าก่อนการฝึกอบรม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 กรอบแนวคิดการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยและพัฒนา (Research and Development: R&D) โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาและประเมินประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมครูด้านการจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษาบูรณาการทักษะการสื่อสาร ซึ่งกำหนดกรอบแนวคิดเชิงทฤษฎีบนพื้นฐานของการบูรณาการแนวคิดทางการศึกษาและทฤษฎีการเรียนรู้ โดยยึดแนวคิดการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มและสะเต็มศึกษา (STEM/STEAM education) ซึ่งมุ่งเน้นการบูรณาการองค์ความรู้ข้ามศาสตร์ เพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหา และความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียน ควบคู่กับการส่งเสริมทักษะการสื่อสารผ่านกระบวนการเรียนรู้แบบลงมือปฏิบัติ (Active learning) และการเรียนรู้จากสถานการณ์จริง ในด้านการออกแบบการฝึกอบรม ใช้แนวคิดการเรียนรู้แบบผสมผสาน (Blended learning) ซึ่งผสานการเรียนรู้แบบเผชิญหน้าเข้ากับการเรียนรู้ผ่านสื่อดิจิทัล เพื่อเพิ่มความยืดหยุ่นและประสิทธิภาพในการเรียนรู้ของครูผู้เข้ารับการอบรม ร่วมกับการใช้ทรัพยากรการเรียนรู้แบบเปิด (OER) ที่เอื้อต่อการเข้าถึงองค์ความรู้ การแลกเปลี่ยน และการต่อยอดนวัตกรรมการเรียนรู้ นอกจากนี้ การวิจัยยังอาศัยกรอบทฤษฎีการเรียนรู้ร่วมสมัย ได้แก่ แนวคิดชุมชนแห่งการเรียนรู้เชิงสืบค้น (Community of Inquiry: Col) เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้เชิงลึกและทฤษฎีปฏิสัมพันธ์ (Interaction theory) ซึ่งให้ความสำคัญกับปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้สอน ผู้เรียนกับผู้เรียน และผู้เรียนกับเนื้อหา อันเป็นปัจจัยสำคัญต่อการพัฒนาทักษะการเรียนรู้และการสื่อสาร ทั้งนี้ การวิจัยใช้แบบแผนการทดลองแบบกลุ่มเดียวทดสอบก่อนและหลัง (One-group pretest-posttest design) สำหรับครู เพื่อเปรียบเทียบผลการเปลี่ยนแปลงหลังการใช้ชุดฝึกอบรม และใช้แบบแผนการทดลองแบบกลุ่มเดียวทดสอบหลัง (One-group posttest-only design) สำหรับนักเรียน เพื่อประเมินผลลัพธ์ที่เกิดจากการนำความรู้ของครูไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียน

3.2 ขอบเขตการวิจัย

1) ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ ครูในระบบโรงเรียน สังกัดกระทรวงศึกษาธิการ ในกรุงเทพมหานคร จำนวน 45,390 คน และนักเรียน จำนวน 657,757 คน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ ครู โรงเรียนจรรวพัฒนานุกูล สังกัดสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชน กรุงเทพมหานคร กระทรวงศึกษาธิการ จำนวน 130 คน นักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา โรงเรียนจรรวพัฒนานุกูล ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2568 ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 280 คน ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 280 คน รวม 560 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบเจาะจง (Purposive sampling) เนื่องจากเป็นโรงเรียนที่มีนโยบาย

ในการส่งเสริมทักษะการสื่อสารผ่านกิจกรรมสะเต็มศึกษา คุณสมบัติของกลุ่มตัวอย่างคือเป็นครูและนักเรียนในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 และ 6 เนื่องจากการประเมินสมรรถนะของนักเรียนมีจุดมุ่งหมายเพื่อตรวจสอบพัฒนาการของผู้เรียนในช่วงต้นและปลายของระดับประถมศึกษา ซึ่งเป็นช่วงสำคัญของการวางรากฐานทักษะการเรียนรู้และสมรรถนะหลักตามหลักสูตร โดยชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 เป็นช่วงสะท้อนผลการเรียนรู้พื้นฐาน ส่วนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เป็นช่วงประเมินความพร้อมของผู้เรียนก่อนก้าวสู่ระดับมัธยมศึกษา

2) ตัวแปรที่ศึกษา ได้แก่ ตัวแปรอิสระ คือ ชุดฝึกอบรมครู เรื่อง กิจกรรมสะเต็มศึกษาบูรณาการทักษะการสื่อสาร โดยการเรียนรู้แบบผสมผสานร่วมกับแหล่งทรัพยากรการศึกษาแบบเปิด และตัวแปรตาม ได้แก่ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ของครูที่ผ่านการอบรมด้วยชุดฝึกอบรม ความสามารถของครูในการออกแบบกิจกรรมสะเต็มศึกษาบูรณาการทักษะการสื่อสาร ความพึงพอใจของครูที่มีต่อชุดฝึกอบรม สมรรถนะสำคัญของนักเรียนที่เรียนกับครูที่ผ่านการอบรม ได้แก่ ความสามารถในการสื่อสารความสามารถในการคิด ความสามารถในการแก้ปัญหา ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต และความสามารถในการใช้เทคโนโลยีและความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมสะเต็มศึกษาบูรณาการทักษะการสื่อสาร

3) ระยะเวลาดำเนินการทดลองในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2568

4) เนื้อหาที่ใช้ทดลองคือ ชุดฝึกอบรมครู เรื่องกิจกรรมสะเต็มศึกษาบูรณาการทักษะการสื่อสาร มีเนื้อหาแบ่งเป็น 6 หน่วย ได้แก่ (1) ความหมาย ความเป็นมา และความสำคัญของสะเต็มและสะเต็มศึกษา (2) ขอบข่ายของหลักสูตรสะเต็มศึกษาและทักษะการสื่อสาร (3) ระดับของการบูรณาการสะเต็มศึกษาและทักษะการสื่อสาร (4) แนวทางการจัดการเรียนการสอนสะเต็มศึกษาบูรณาการทักษะการสื่อสาร (5) การวัดและประเมินผลสะเต็มศึกษาบูรณาการทักษะการสื่อสาร และ (6) การออกแบบกิจกรรมสะเต็มศึกษาบูรณาการทักษะการสื่อสาร

5) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย

(1) ชุดฝึกอบรมครู เรื่อง กิจกรรมสะเต็มศึกษาบูรณาการทักษะการสื่อสาร โดยการเรียนรู้แบบผสมผสานร่วมกับแหล่งทรัพยากรการศึกษาแบบเปิด แบ่งกิจกรรมการฝึกอบรมเป็น 3 ระยะ ดังนี้ ระยะที่ 1 ช่วงการบรรยาย (Lecture) ผู้เข้าอบรมศึกษาความรู้แบบออนไลน์ (Online) ใช้เวลา 1 – 6 ชั่วโมง ขึ้นอยู่กับการเรียนรู้ของผู้เข้าอบรม) ระยะที่ 2 ช่วงการสาธิต (Demonstration) และช่วงลงมือฝึกปฏิบัติ (Practice) ผู้เข้าเรียนรู้และฝึกปฏิบัติแบบออนไซต์ (On-site) ใช้เวลา 6 ชั่วโมง และระยะที่ 3 ช่วงประเมินการฝึกอบรม (Assessment) ผู้เข้าอบรมประเมินการอบรมแบบออนไลน์ (Online) ใช้เวลา 1 ชั่วโมง โดยผู้ทรงคุณวุฒิ 7 ท่าน ได้คะแนนเฉลี่ยในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.72$, $SD = 0.42$) แล้วนำไปทดลองใช้กับครูที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง แก้ไขปรับปรุงจนกระทั่งได้ค่า E_1 และค่า E_2 ไม่น้อยกว่าตามเกณฑ์ที่กำหนดคือ 80/80 โดย E_1 นำคะแนนมาจากการทดสอบหลังอบรม เนื้อหาหน่วยที่ 1 – 5 หน่วยละ 6 คะแนน และหน่วยที่ 6 20 คะแนน รวม 50 คะแนน ส่วน E_2 เป็นการทดสอบหลังการอบรม วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ 30 คะแนน และประเมินความสามารถในการออกแบบกิจกรรม 20 คะแนน รวม 50 คะแนน

(2) แบบประเมินคุณภาพชุดฝึกอบรมครู มีหัวข้อการประเมิน 6 ด้าน ได้แก่ ด้านโครงสร้างของชุดฝึกอบรม ด้านเนื้อหาการอบรม ด้านการจัดกิจกรรมการอบรม ด้านการใช้แหล่งทรัพยากรการศึกษาแบบเปิด ด้านการวัดและประเมินผล และด้านการจัดการอบรม รวม 25 ข้อ

(3) แบบประเมินความพึงพอใจของครูที่มีต่อการฝึกอบรมครู มีหัวข้อการประเมิน 3 ด้าน ได้แก่ ด้านประสบการณ์การเรียนรู้ ด้านความรู้หลังการฝึกอบรม และด้านสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน รวม 16 ข้อ

(4) แบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมสะเต็มศึกษาบูรณาการทักษะการสื่อสาร มีหัวข้อการประเมิน 3 ด้าน ได้แก่ ด้านประสบการณ์การเรียนรู้ และด้านสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน รวม 9 ข้อ

เครื่องมือที่ (2) – (4) ประเมินคุณภาพโดยผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน หาค่าความเที่ยงตรงตามเนื้อหาที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย (IOC) 0.50 ขึ้นไป และทดสอบหาค่าความเชื่อมั่น โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's alpha) โดยกำหนดเกณฑ์ไว้ที่ 0.70

(5) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ของครูที่ผ่านการอบรม เป็นแบบทดสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ โดยครอบคลุมตามวัตถุประสงค์ของการอบรม เครื่องมื่อดังกล่าวผ่านการตรวจสอบคุณภาพโดยนำไปทดลองใช้ (try-out) และวิเคราะห์รายข้อเพื่อหาค่าดัชนีความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง 0.20–0.80 ค่าดัชนีอำนาจจำแนก (r) มากกว่า 0.20 และหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยใช้สูตรคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson: KR-20) ซึ่งมีค่ามากกว่า 0.70

(6) แบบทดสอบวัดความสามารถของครูในการออกแบบกิจกรรม เป็นแบบทดสอบอัตนัย จำนวน 1 ข้อ คะแนนเต็ม 20 คะแนน โดยกำหนดสถานการณ์หรือปัญหาให้ผู้เข้าอบรมออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 1 แผน และประเมินผลโดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริค (Scoring rubric) ซึ่งประกอบด้วย 5 ด้าน ได้แก่ จุดประสงค์การเรียนรู้ สารการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล และสื่อและแหล่งเรียนรู้ โดยเครื่องมือได้รับการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) จากผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน และมีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป รวมทั้งตรวจสอบความเชื่อมั่นของการให้คะแนนโดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค ซึ่งมีค่ามากกว่า 0.70

(7) แบบประเมินสมรรถนะสำคัญของนักเรียนที่เรียนกับครูที่ผ่านการอบรม ประกอบด้วยแบบทดสอบทั้งแบบปรนัยและอัตนัย และแบบประเมินพฤติกรรมโดยครู ครอบคลุมสมรรถนะสำคัญ 5 ด้าน ได้แก่ ความสามารถในการสื่อสาร การคิด การแก้ปัญหา การใช้ทักษะชีวิต และการใช้เทคโนโลยี เครื่องมือนี้ออกแบบได้รับการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาโดยผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน และมีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป พร้อมทั้งตรวจสอบค่าความเชื่อมั่นของเครื่องมือโดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค ซึ่งมีค่ามากกว่า 0.70 ก่อนนำไปใช้จริง

3.3 ขั้นตอนการวิจัย

คณะผู้วิจัยศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมการเสริมและสะเต็มศึกษาบูรณาการทักษะการสื่อสารการเรียนรู้แบบผสมผสาน แหล่งทรัพยากรการศึกษาแบบเปิด และการสร้างชุดฝึกอบรม ตลอดจนทฤษฎีการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้อง เช่น Col และ Interaction theory นำข้อมูลมากำหนดส่วนประกอบของชุดฝึกอบรม รูปแบบของชุดฝึกอบรม และกำหนดขั้นตอนของการฝึกอบรม เมื่อออกแบบชุดฝึกอบรมและเครื่องมือวิจัยอื่น ๆ เสร็จแล้ว จึงดำเนินการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือโดยผู้เชี่ยวชาญ นำเครื่องมือไปทดลองใช้กับกลุ่มทดลองและกลุ่มตัวอย่าง เก็บข้อมูลมาวิเคราะห์ แล้วนำข้อมูลที่ได้มาปรับปรุงแก้ไข ทั้งนี้ นอกจากเก็บข้อมูลจากครูที่เข้าอบรมแล้ว คณะผู้วิจัยได้ดำเนินการติดตามการจัดกิจกรรมของครูที่เข้าอบรมแล้วประเมินสมรรถนะสำคัญของนักเรียน เพื่อนำผลมาใช้ในการปรับปรุงและเป็นแนวทางในการพัฒนาชุดฝึกอบรมต่อไป

3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

คณะผู้วิจัยทำหนังสือถึงผู้อำนวยการโรงเรียนจรรพนาถกุล เพื่อขอความอนุเคราะห์ในการดำเนินการวิจัยและเก็บข้อมูลจากครูและนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง จากนั้นดำเนินการจัดปฐมนิเทศครูอาสาสมัครที่เข้าร่วมการวิจัย เพื่อชี้แจงวัตถุประสงค์ ขั้นตอน และรายละเอียดของการฝึกอบรม ภายหลังการปฐมนิเทศ ก่อนการฝึกอบรม (Pre-test) เก็บข้อมูลผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ และความสามารถในการออกแบบกิจกรรมสะเต็มศึกษาบูรณาการทักษะการสื่อสารของครู โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ของครู และแบบทดสอบวัดความสามารถในการออกแบบกิจกรรมของครู จากนั้น คณะผู้วิจัยดำเนินการฝึกอบรมครูตามแผนการฝึกอบรมในชุดฝึกอบรมครู เรื่องกิจกรรมสะเต็มศึกษาบูรณาการทักษะการสื่อสาร โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบผสมผสาน ร่วมกับการใช้แหล่งทรัพยากรการศึกษาแบบเปิด ภายหลังการฝึกอบรม (Post-test) เก็บข้อมูลผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ และความสามารถในการออกแบบกิจกรรมของครูอีกครั้ง โดยใช้เครื่องมือชุดเดิม เพื่อเปรียบเทียบผลก่อนและหลังการอบรม แล้วเก็บข้อมูลความพึงพอใจของครูที่มีต่อชุดฝึกอบรม โดยใช้แบบประเมินความพึงพอใจของครู คณะผู้วิจัยกำกับติดตามการนำความรู้ของครูไปประยุกต์ใช้ในการจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษาบูรณาการทักษะการสื่อสารในชั้นเรียนที่รับผิดชอบ ภายหลังครูนำความรู้ไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ คณะผู้วิจัยเก็บข้อมูลผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นกับนักเรียน ได้แก่ คะแนนการประเมินสมรรถนะสำคัญของนักเรียน (ความสามารถในการสื่อสาร การคิด การแก้ปัญหา การใช้ทักษะชีวิต และการใช้เทคโนโลยี) โดยครูเป็นผู้ประเมิน และประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมสะเต็มศึกษา โดยใช้แบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนจากนั้นจึงดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อนำไปวิเคราะห์และสรุปผลการวิจัย

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลในประเด็นต่อไปนี้

- 1) วิเคราะห์คุณภาพของชุดฝึกอบรมครู เรื่องกิจกรรมสะเต็มศึกษาบูรณาการทักษะการสื่อสาร โดยใช้การเรียนรู้แบบผสมผสานร่วมกับแหล่งทรัพยากรการศึกษาแบบ โดยค่าเฉลี่ย (Mean) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation)
- 2) วิเคราะห์ประสิทธิภาพ (E_1/E_2) ของชุดฝึกอบรมครู ตามเกณฑ์ 80/80
- 3) วิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ของครู และความสามารถของครูในการออกแบบกิจกรรมสะเต็มศึกษาบูรณาการทักษะการสื่อสาร ก่อนและหลังการฝึกอบรม โดยใช้ร้อยละ (Percentage) ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่า t-test แบบกลุ่มสัมพันธ์ (Dependent t-test) โดยกำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติไว้ที่ .05
- 4) วิเคราะห์สมรรถนะสำคัญของนักเรียน โดยใช้ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

5) วิเคราะห์ความพึงพอใจของครูที่มีต่อการฝึกอบรมครู และความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมโดยโดยใช้ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

4. ผลการวิจัย

4.1 ผลการพัฒนาชุดฝึกอบรมครู เรื่องกิจกรรมสะเต็มศึกษาบูรณาการทักษะการสื่อสาร โดยการใช้การเรียนรู้แบบผสมผสาน ร่วมกับแหล่งทรัพยากรการศึกษาแบบเปิด

ชุดฝึกอบรมครูประกอบด้วยช่วงบรรยายและประเมินผลแบบออนไลน์ และช่วงการสาธิตและลงมือฝึกปฏิบัติแบบออนไซต์ รวม 8 – 13 ชั่วโมง ซึ่งมีส่วนประกอบ ดังนี้ 1) รายละเอียดของชุดฝึกอบรมแต่ละส่วน ได้แก่ คำชี้แจง ส่วนประกอบของชุดฝึกอบรม คุณสมบัติของผู้เข้าอบรม ลักษณะของการฝึกอบรม ตารางการฝึกอบรม 2) รายละเอียดของหลักสูตรการฝึกอบรม ได้แก่ หลักการและเหตุผล วัตถุประสงค์ของหลักสูตร สังเขปหัวข้อเนื้อหาสาระในหลักสูตร แผนการฝึกอบรม 3) สื่อประกอบการฝึกอบรม ได้แก่ เอกสารที่ให้ความรู้ คลิปวิดีโอที่สั้น ใ้รงาน ใบกิจกรรม และแหล่งเรียนรู้ 4) เครื่องมือที่ใช้ในการประเมิน ได้แก่ แบบฝึกหัด แบบประเมิน แบบทดสอบสำหรับผู้เข้าอบรม และ 5) คู่มือชุดฝึกอบรม การฝึกอบรมแบ่งกิจกรรมเป็น 3 ระยะ ดังนี้ ระยะที่ 1 ช่วงการบรรยาย ผู้เข้าอบรมศึกษาความรู้แบบออนไลน์ ใช้เวลา 1 – 6 ชั่วโมง (ขึ้นอยู่กับความรู้ของผู้เข้าอบรม) ระยะที่ 2 ช่วงการสาธิต และช่วงลงมือฝึกปฏิบัติ ผู้เข้าเรียนรู้และฝึกปฏิบัติแบบออนไซต์ ใช้เวลา 6 ชั่วโมง และระยะที่ 3 ช่วงประเมินการฝึกอบรม (Assessment) ผู้เข้าอบรมประเมินการอบรมแบบออนไลน์ ใช้เวลา 1 ชั่วโมง

หลังจากสร้างชุดฝึกอบรมแล้ว ผู้วิจัยนำไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 7 ท่าน ประเมินคุณภาพชุดฝึกอบรม ได้ผลดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงผลการประเมินคุณภาพของชุดฝึกอบรมครู เรื่องกิจกรรมสะเต็มศึกษาบูรณาการทักษะการสื่อสาร โดยการใช้การเรียนรู้แบบผสมผสานร่วมกับแหล่งทรัพยากรการศึกษาแบบเปิด

รายการประเมิน	$\bar{x}$	SD	แปลผล
1. ด้านโครงสร้างของชุดฝึกอบรม			
1.1 ชุดฝึกอบรมมีองค์ประกอบครบถ้วน	4.86	0.38	มากที่สุด
1.2 แต่ละองค์ประกอบมีรายละเอียดชัดเจน	4.57	0.53	มากที่สุด
1.3 แต่ละองค์ประกอบมีรายละเอียดถูกต้อง	4.57	0.53	มากที่สุด
รวม	4.67	0.48	มากที่สุด
2. ด้านเนื้อหาการอบรม			
2.1 หลักการและเหตุผลมีความชัดเจน	5.00	0.00	มากที่สุด
2.2 วัตถุประสงค์ของหลักสูตรครบถ้วน ชัดเจน	5.00	0.00	มากที่สุด
2.3 เนื้อหาการอบรมมีความถูกต้อง	4.86	0.38	มากที่สุด
2.4 เนื้อหาการอบรมสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของหลักสูตร	5.00	0.00	มากที่สุด
2.5 เนื้อหาการอบรมมีความยากง่ายเหมาะสม	4.57	0.53	มากที่สุด
2.6 ลำดับเนื้อหาการอบรมมีความเหมาะสม	4.71	0.49	มากที่สุด
รวม	4.76	0.34	มากที่สุด
3. ด้านการจัดกิจกรรมการอบรมโดยการใช้การเรียนรู้แบบผสมผสาน			
3.1 กิจกรรมการอบรมมีความน่าสนใจ	4.71	0.49	มากที่สุด
3.2 การอบรมมีความยืดหยุ่นต่อผู้เข้าอบรม	4.57	0.53	มากที่สุด
3.3 การอบรมทำให้ผู้เข้าอบรมเข้าใจเนื้อหาได้ดียิ่งขึ้น	5.00	0.00	มากที่สุด
3.4 การอบรมทำให้ผู้เข้าอบรมได้ฝึกปฏิบัติกิจกรรมได้ดี	4.86	0.38	มากที่สุด
รวม	4.81	0.30	มากที่สุด

ตารางที่ 1 (ต่อ) แสดงผลการประเมินคุณภาพของชุดฝึกอบรมครูเรื่อง กิจกรรมสะเต็มศึกษาบูรณาการทักษะการสื่อสาร โดยการเรียนรู้แบบผสมผสานร่วมกับแหล่งทรัพยากรการศึกษาแบบเปิด

รายการประเมิน	$\bar{X}$	SD	แปลผล
4. ด้านการใช้แหล่งทรัพยากรการศึกษาแบบเปิด			
4.1 สื่อและแหล่งเรียนรู้มีความน่าสนใจ	4.57	0.53	มากที่สุด
4.2 สื่อและแหล่งเรียนรู้มีความสอดคล้องกับเนื้อหาการอบรม	4.86	0.38	มากที่สุด
4.3 สื่อและแหล่งเรียนรู้ทำให้เข้าใจเนื้อหาได้ดียิ่งขึ้น	4.71	0.49	มากที่สุด
4.4 สื่อและแหล่งเรียนรู้ทำให้ฝึกปฏิบัติได้ดี	4.43	0.53	มาก
รวม	4.67	0.47	มากที่สุด
5. ด้านการวัดและประเมินผล			
5.1 การวัดและประเมินผลสอดคล้องกับเนื้อหาและวัตถุประสงค์	4.86	0.38	มากที่สุด
5.2 การวัดและประเมินผลใช้วิธีการที่ถูกต้องเหมาะสม	4.43	0.53	มาก
5.3 การวัดและประเมินผลใช้เครื่องมือที่ถูกต้องเหมาะสม	4.57	0.53	มากที่สุด
รวม	4.62	0.48	มากที่สุด
6. ด้านการจัดการอบรม			
6.1 การจัดการอบรมใช้ระยะเวลาที่เหมาะสม	4.71	0.49	มากที่สุด
6.2 กระบวนการจัดการอบรมมีขั้นตอนที่ถูกต้อง เหมาะสมกับเนื้อหา	4.86	0.38	มากที่สุด
6.3 การจัดการอบรมใช้วิธีการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา	4.86	0.38	มากที่สุด
6.4 การจัดการอบรมใช้สื่อและแหล่งเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา	4.57	0.53	มากที่สุด
6.5 การจัดการอบรมสามารถทำให้ผู้เข้าอบรมนำความรู้ไปใช้ออกแบบกิจกรรมได้	4.86	0.38	มากที่สุด
รวม	4.76	0.43	มากที่สุด
รวมทั้งหมด	4.72	0.42	มากที่สุด

จากตารางที่ 1 พบว่า ชุดฝึกอบรมมีคุณภาพในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.72$, $SD = 0.42$) และผู้ทรงคุณวุฒิมีความคิดเห็นสอดคล้องกันในระดับสูง โดยเฉพาะด้านการจัดกิจกรรมการอบรมโดยการเรียนรู้แบบผสมผสาน และด้านเนื้อหาการอบรมที่ได้คะแนนสูงสุดและมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานต่ำที่สุดตามลำดับ ผลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าชุดฝึกอบรมมีความพร้อมในการนำไปใช้จริง และสนับสนุนการพัฒนาสมรรถนะของครูได้อย่างเหมาะสม

4.2 ผลการหาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรม

ผู้วิจัยหาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมครู โดยทดลองใช้กับครูที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง แบบรายบุคคล แบบกลุ่มย่อย และแบบภาคสนาม นำข้อมูลที่ได้นำวิเคราะห์ แก้ไขปรับปรุงจนกระทั่งได้ค่า E_1 และค่า E_2 ตามเกณฑ์ที่กำหนด ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงผลการหาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมครู เรื่องกิจกรรมสะเต็มศึกษาบูรณาการทักษะการสื่อสาร โดยการเรียนรู้แบบผสมผสานร่วมกับแหล่งทรัพยากรการศึกษาแบบเปิด

การหาประสิทธิภาพ	จำนวนผู้เข้าอบรม	ทดสอบระหว่างอบรม E_1 (50 คะแนน)		ทดสอบหลังอบรม E_2 (50 คะแนน)	
		คะแนนเฉลี่ย	ร้อยละ	คะแนนเฉลี่ย	ร้อยละ
แบบรายบุคคล	3	41.33	82.66	43.00	86.00
แบบกลุ่มย่อย	9	41.67	83.34	43.71	87.42
แบบภาคสนาม	38	43.52	87.04	44.64	89.28

จากตารางที่ 2 พบว่า การหาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมครู เรื่องกิจกรรมสะเต็มศึกษาบูรณาการทักษะการสื่อสาร โดยการเรียนรู้แบบผสมผสานร่วมกับแหล่งทรัพยากรการศึกษาแบบเปิด โดยแบบรายบุคคลได้ค่าประสิทธิภาพ เท่ากับ 82.66/86.00 แบบกลุ่มย่อยได้ค่าประสิทธิภาพ เท่ากับ 83.34/87.42 และแบบภาคสนามได้ค่าประสิทธิภาพ เท่ากับ 87.04/89.28 ซึ่งมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดคือ 80/80 ทั้งในระดับรายบุคคล กลุ่มย่อย และภาคสนาม

4.3 ผลการเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ของครูก่อนและหลังการอบรมด้วยชุดฝึกอบรม

ผู้วิจัยหาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมโดยเปรียบเทียบคะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ก่อนและหลังการอบรมของครูที่เข้าอบรม ได้ผลดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ของครูก่อนและหลังการอบรมด้วยชุดฝึกอบรม

	n	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	SD	t	df	p-value	แปลผล
ก่อนการอบรม	130	30	17.76	3.67	30.52	129	< .05	มีนัยสำคัญทางสถิติ
หลังการอบรม			26.33	2.20				

จากตาราง ที่ 3 พบว่า คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ของครูก่อนการอบรม เท่ากับ 17.76 (SD = 3.67) และ คะแนนเฉลี่ยหลังการอบรม เพิ่มขึ้นเป็น 26.33 (SD = 2.20) เมื่อวิเคราะห์ด้วย t-test สำหรับกลุ่มตัวอย่างที่สัมพันธ์กัน (Paired sample t-test) พบว่า $t(129) = 30.52$, $p < .001$ ซึ่งมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4.4 ผลการเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการออกแบบกิจกรรมของครูก่อนและหลังการอบรมด้วยชุดฝึกอบรม

ผู้วิจัยหาประสิทธิภาพของชุดฝึกอบรมโดยเปรียบเทียบคะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการออกแบบกิจกรรมของครูก่อนและหลังการอบรม ได้ผลดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลการเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการออกแบบกิจกรรมของครูก่อนและหลังการอบรมด้วยชุดฝึกอบรม

	n	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	SD	t	df	p-value	แปลผล
ก่อนการอบรม	130	30	2.54	2.26	58.33	129	< .05	มีนัยสำคัญทางสถิติ
หลังการอบรม			15.63	2.37				

จากตารางที่ 4 พบว่า คะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการออกแบบกิจกรรมของครูหลังการอบรม เท่ากับ 15.63 (SD = 2.37) สูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนการอบรม คือ 2.54 (SD = 2.26) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($t(129) = 58.33$, $p < .001$)

4.5 ผลการประเมินความพึงพอใจครูที่มีต่อการฝึกอบรม

คณะผู้วิจัยประเมินความพึงพอใจครูที่มีต่อการฝึกอบรมจากแบบประเมินความพึงพอใจของครูที่มีต่อการฝึกอบรมหลังการอบรม ได้ผลดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 แสดงผลการประเมินความพึงพอใจครูที่มีต่อการฝึกอบรม

(n = 130)

รายการประเมิน	$\bar{X}$	SD	แปลผล*
1. ด้านประสบการณ์การเรียนรู้			
1.1 ก่อนเข้าร่วมอบรม ฉันรู้สึกสนใจอยากเข้าร่วมการอบรมครั้งนี้	3.45	1.26	ปานกลาง
1.2 ระหว่างการเข้าร่วมกิจกรรม ฉันรู้สึกมีความสุขที่ได้ร่วมการอบรมนี้	3.31	1.32	ปานกลาง
1.3 เมื่อจบการอบรม ฉันรู้สึกอยากร่วมการอบรมลักษณะนี้อีก	3.28	1.40	ปานกลาง
1.4 ฉันได้รับประโยชน์จากการเข้าร่วมการอบรมครั้งนี้	4.18	0.79	มาก
รวม	3.55	1.27	มาก
2. ด้านความรู้หลังการฝึกอบรม			
2.1 ฉันเข้าใจเรื่องความหมาย ความเป็นมา และสำคัญของระบอบการศึกษาระดับประถมศึกษา	4.39	0.69	มาก
2.2 ฉันเข้าใจเรื่องขอบข่ายของหลักสูตรระดับประถมศึกษา	4.36	0.69	มาก
2.3 ฉันเข้าใจเรื่องระดับของการบูรณาการระดับประถมศึกษา	4.31	0.75	มาก
2.4 ฉันเข้าใจเรื่องแนวทางการจัดการเรียนการสอนระดับประถมศึกษา	4.32	0.79	มาก
2.5 ฉันเข้าใจเรื่องการจัดและประเมินผลตามแนวคิดระดับประถมศึกษา	4.25	0.78	มาก
2.6 ฉันสามารถออกแบบกิจกรรมระดับประถมศึกษา	4.45	0.65	มาก
2.7 ฉันได้แนวคิดในการนำความรู้และทักษะไปออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นเรียนต่อไป	4.45	0.71	มาก
รวม	4.35	0.73	มาก

ตารางที่ 5 (ต่อ) แสดงผลการประเมินความพึงพอใจครูที่มีต่อการฝึกอบรม

(n = 130)

รายการประเมิน	$\bar{X}$	SD	แปลผล*
3. ด้านสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน			
กิจกรรมส่งเสริมทักษะการสื่อสารสามารถส่งเสริมความสามารถ			
3.1 ด้านการสื่อสารของผู้เรียนได้	4.18	0.82	มาก
3.2 ด้านการคิดของผู้เรียนได้	4.32	0.78	มาก
3.3 ด้านการแก้ปัญหาของผู้เรียนได้	4.55	0.58	มากที่สุด
3.4 ด้านการใช้ทักษะชีวิตของผู้เรียนได้	4.28	0.76	มาก
3.5 ด้านการใช้เทคโนโลยีของผู้เรียนได้	4.22	0.85	มาก
รวม	4.31	0.77	มาก
รวมทั้งหมด	4.14	0.25	มาก

จากตารางที่ 5 พบว่า ผู้เข้าร่วมอบรมมีความพึงพอใจด้านประสบการณ์การเรียนรู้ในภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 3.55$, SD = 1.27) ด้านความรู้หลังการฝึกอบรมของผู้เข้าอบรมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.35$, SD = 0.73) ความพึงพอใจต่อศักยภาพของกิจกรรมที่ส่งเสริมสมรรถนะของผู้เรียนในภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.31$, SD = 0.77) และความพึงพอใจของผู้เข้าร่วมอบรมโดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.14$, SD = 0.25)

4.6 ผลการประเมินสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

หลังจากครูที่ผ่านการอบรมได้ดำเนินการจัดกิจกรรมส่งเสริมบูรณาการทักษะการสื่อสารแล้ว ครูระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 และ 6 ประเมินสมรรถนะของนักเรียนหลังเรียน โดยใช้แบบประเมินสมรรถนะสำคัญ 5 ด้าน ได้แก่ ความสามารถในการสื่อสาร ความสามารถในการคิด ความสามารถในการแก้ปัญหา ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต และความสามารถในการใช้เทคโนโลยี ของนักเรียนทั้งสองระดับชั้น ระดับชั้นละ 280 คน ได้ผลดังตารางที่ 6 และ 7

ตารางที่ 6 แสดงผลการประเมินสมรรถนะสำคัญของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3

(n = 280)

สมรรถนะสำคัญ	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	SD	ร้อยละ	แปลผล*
ความสามารถในการสื่อสาร	180	146.83	8.65	81.57	ดีเยี่ยม
ความสามารถในการคิด	12	9.17	1.13	76.45	ดีเยี่ยม
ความสามารถในการแก้ปัญหา	17	11.14	1.90	65.54	ดี
ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต	30	28.08	2.18	93.58	ดีเยี่ยม
ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี	62	56.00	3.44	90.32	ดีเยี่ยม
รวม	301	251.22	-	83.45	ดีเยี่ยม

จากตารางที่ 6 ผู้เรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 มีคุณภาพจำแนกตามสมรรถนะสำคัญได้ดังนี้ ด้านความสามารถในการสื่อสาร ได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 81.57 มีคุณภาพอยู่ในระดับดีเยี่ยม ด้านความสามารถในการคิด ได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 76.45 มีคุณภาพอยู่ในระดับดีเยี่ยม ด้านความสามารถในการแก้ปัญหา ได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 65.54 มีคุณภาพอยู่ในระดับดี ด้านความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต ได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 93.58 มีคุณภาพอยู่ในระดับดีเยี่ยม และด้านความสามารถในการใช้เทคโนโลยี ได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 90.32 มีคุณภาพอยู่ในระดับดีเยี่ยม เมื่อรวมคะแนนเฉลี่ยทุกด้าน คะแนนรวมอยู่ที่ร้อยละ 83.45 แสดงว่าสมรรถนะสำคัญของผู้เรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โดยรวมมีคุณภาพอยู่ในระดับดีเยี่ยม

ตารางที่ 7 แสดงผลการประเมินสมรรถนะสำคัญของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

(n = 280)

สมรรถนะสำคัญ	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	SD	ร้อยละ	แปลผล*
ความสามารถในการสื่อสาร	100	83.09	6.87	83.09	ดีเยี่ยม
ความสามารถในการคิด	12	8.78	1.09	73.16	ดี
ความสามารถในการแก้ปัญหา	17	12.97	1.28	76.29	ดีเยี่ยม
ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต	30	53.52	4.59	89.20	ดีเยี่ยม
ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี	81	56.00	3.44	90.32	ดีเยี่ยม
รวม	240	214.36	-	89.32	ดีเยี่ยม

จากตารางที่ 7 ผู้เรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีคุณภาพจำแนกตามสมรรถนะสำคัญได้ดังนี้ ด้านความสามารถในการสื่อสาร ได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 83.09 มีคุณภาพอยู่ในระดับดีเยี่ยม ด้านความสามารถในการคิด ได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 73.16 มีคุณภาพอยู่ในระดับดี ด้านความสามารถในการแก้ปัญหา ได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 76.29 มีคุณภาพอยู่ในระดับดีเยี่ยม ด้านความสามารถ

ในการใช้ทักษะชีวิต ได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 89.20 มีคุณภาพอยู่ในระดับดีเยี่ยม และด้านความสามารถในการใช้เทคโนโลยี ได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 90.32 มีคุณภาพอยู่ในระดับดีเยี่ยม เมื่อรวมคะแนนเฉลี่ยทุกด้าน คะแนนรวมอยู่ที่ร้อยละ 89.32 แสดงว่าสมรรถนะสำคัญของผู้เรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยรวมมีคุณภาพอยู่ในระดับดีเยี่ยม

4.7 ผลการประเมินความพึงพอใจของนักเรียนต่อกิจกรรมการเรียนรู้

คณะผู้วิจัยประเมินความพึงพอใจนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 และ 6 ที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบประเมินความพึงพอใจ ได้ผลดังตารางที่ 8 และ 9

ตารางที่ 8 แสดงผลการประเมินความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3

(n = 280)

รายการประเมิน	$\bar{X}$	SD	แปลผล*
1. ด้านประสบการณ์การเรียนรู้			
1.1 ก่อนเข้าร่วมอบรม ฉันรู้สึกสนใจอยากเข้าร่วมกิจกรรมครั้งนี้	4.20	0.99	มาก
1.2 ระหว่างการเข้าร่วมกิจกรรม ฉันรู้สึกมีความสุขที่ได้ร่วมกิจกรรมนี้	4.09	0.96	มาก
1.3 เมื่อจบกิจกรรมฉันรู้สึกอยากร่วมกิจกรรมลักษณะนี้อีก	4.14	1.09	มาก
1.4 ฉันได้รับประโยชน์จากการเข้าร่วมกิจกรรมครั้งนี้	4.10	0.90	มาก
รวม	4.13	0.99	มาก
2. ด้านความรู้หลังการฝึกอบรม			
2.1 กิจกรรมสามารถส่งเสริมความสามารถในการสื่อสารของฉันได้	3.71	1.12	มาก
2.2 กิจกรรมสามารถส่งเสริมความสามารถในการคิดของฉันได้	4.14	0.95	มาก
2.3 กิจกรรมสามารถส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาของฉันได้	3.97	0.91	มาก
2.4 กิจกรรมสามารถส่งเสริมความสามารถในการใช้ทักษะชีวิตของฉันได้	4.06	0.97	มาก
2.5 กิจกรรมสามารถส่งเสริมความสามารถในการใช้เทคโนโลยีของฉันได้	3.84	1.14	มาก
รวม	3.94	1.03	มาก
รวมทั้งหมด	4.03	1.02	มาก

จากตารางที่ 8 ผลการประเมินความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่มีต่อกิจกรรมสะเต็มศึกษาบูรณาการทักษะการสื่อสาร โดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.03$, SD = 1.02) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ด้านประสบการณ์การเรียนรู้ ภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.13$, SD = 0.99) และด้านความรู้หลังการฝึกอบรม ภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 3.94$, SD = 1.03)

ตารางที่ 9 แสดงผลการประเมินความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

(n = 280)

รายการประเมิน	$\bar{X}$	SD	แปลผล*
1. ด้านประสบการณ์การเรียนรู้			
1.1 ก่อนเข้าร่วมอบรม ฉันรู้สึกสนใจอยากเข้าร่วมกิจกรรมครั้งนี้	3.86	0.82	มาก
1.2 ระหว่างการเข้าร่วมกิจกรรม ฉันรู้สึกมีความสุขที่ได้ร่วมกิจกรรมนี้	3.82	0.91	มาก
1.3 เมื่อจบกิจกรรมฉันรู้สึกอยากร่วมกิจกรรมลักษณะนี้อีก	3.58	0.98	มาก
1.4 ฉันได้รับประโยชน์จากการเข้าร่วมกิจกรรมครั้งนี้	4.08	1.01	มาก
รวม	3.83	0.94	มาก
2. ด้านความรู้หลังการฝึกอบรม			
2.1 กิจกรรมสามารถส่งเสริมความสามารถในการสื่อสารของฉันได้	3.98	0.99	มาก
2.2 กิจกรรมสามารถส่งเสริมความสามารถในการคิดของฉันได้	4.03	0.91	มาก
2.3 กิจกรรมสามารถส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาของฉันได้	3.98	0.96	มาก
2.4 กิจกรรมสามารถส่งเสริมความสามารถในการใช้ทักษะชีวิตของฉันได้	4.04	0.95	มาก
2.5 กิจกรรมสามารถส่งเสริมความสามารถในการใช้เทคโนโลยีของฉันได้	4.11	0.97	มาก
รวม	4.03	0.95	มาก
รวมทั้งหมด	3.94	0.95	มาก

จากตารางที่ 9 ผลการประเมินความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีต่อกิจกรรมสะเต็มศึกษาบูรณาการทักษะการสื่อสาร โดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 3.94$, SD = 0.95) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ด้านประสบการณ์การเรียนรู้ ภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 3.83$, SD = 0.94) และด้านความรู้หลังการฝึกอบรม ภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.03$, SD = 0.95)

5. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

การพัฒนาชุดฝึกอบบรมครู เรื่อง กิจกรรมสะเต็มศึกษาบูรณาการทักษะการสื่อสาร โดยการเรียนรู้แบบผสมผสานร่วมกับแหล่งทรัพยากรการศึกษาแบบเปิด ได้ชุดฝึกอบบรมซึ่งประกอบด้วยช่วงบรรยายและประเมินผลแบบออนไลน์ และช่วงการสาธิตและลงมือฝึกปฏิบัติแบบออนไลน์ รวม 8 – 13 ชั่วโมง มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ของครูหลังการอบรม สูงกว่าก่อนการอบรม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ความสามารถในการออกแบบกิจกรรมหลังการอบรมสูงกว่าก่อนอบรม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ความพึงพอใจของครูที่มีต่อการฝึกอบบรมโดยรวมอยู่ในระดับมาก สมรรถนะสำคัญของนักเรียนในด้านความสามารถในการสื่อสาร การแก้ปัญหา การใช้ทักษะชีวิตและการใช้เทคโนโลยี ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 และ 6 มีค่าเฉลี่ยคะแนน อยู่ในระดับดีเยี่ยม ความพึงพอใจของนักเรียนทั้งสองระดับชั้นที่มีต่อกิจกรรมอยู่ในระดับมาก

ในการพัฒนาชุดฝึกอบบรมครู เมื่อนำไปทดลองใช้สามารถทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้และความสามารถในการออกแบบกิจกรรมของครูหลังการอบรมเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อีกทั้งยังทำให้ครูพึงพอใจในระดับมาก สะท้อนให้เห็นว่า ครูมีความเข้าใจในแนวคิดและองค์ความรู้ด้านสะเต็มศึกษาเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน อย่างไรก็ตาม แม้ว่าการรับรู้ประโยชน์ของการอบรมมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก แต่คะแนนเฉลี่ยด้านความรู้สึกล้น ระหว่างและหลังการอบรมนั้นอยู่ในระดับปานกลาง สะท้อนให้เห็นว่าครูตระหนักถึงคุณค่าและความสำคัญของการอบรมดังกล่าว แต่ครูส่วนใหญ่มีการรับรู้ว่าการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาเป็นแนวทางที่มีความซับซ้อนและต้องอาศัยการบูรณาการความรู้ข้ามศาสตร์ ซึ่งอาจก่อให้เกิดภาระงานเพิ่มเติมทั้งในด้านการวางแผน การออกแบบกิจกรรม และการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียน ส่งผลให้ระดับความสนใจและความรู้สึกเชิงบวกต่อการเข้ารับการอบรมไม่อยู่ในระดับสูงมากนัก แม้ว่าจะเห็นถึงประโยชน์ของการอบรมก็ตาม ผลการศึกษาดังกล่าวชี้ให้เห็นถึงความจำเป็นในการออกแบบการพัฒนาครูที่คำนึงถึงภาระงานและความพร้อมของครูควบคู่ไปกับการสร้างความเข้าใจเชิงลึกและการสนับสนุนเชิงปฏิบัติ เพื่อส่งเสริมให้ครูสามารถนำแนวคิดสะเต็มศึกษาไปประยุกต์ใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืน นอกจากนี้ การจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานยังเปิดโอกาสให้ผู้เข้าอบรมได้รับคำแนะนำและคำปรึกษา ช่วยเสริมสร้างความมั่นใจในการออกแบบและจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังที่งานวิจัยของ Aumpipong et al. (2025, pp. 159-174) พบว่าครูมีความสามารถในการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเพิ่มขึ้น สามารถออกแบบกิจกรรมที่บูรณาการความรู้ข้ามศาสตร์ และส่งเสริมทักษะของผู้เรียนได้ดีขึ้นได้ เมื่ออาศัยกระบวนการนิเทศแบบโค้ชและการให้คำปรึกษาซึ่งมีส่วนสำคัญในการเสริมสร้างความมั่นใจและทักษะวิชาชีพของครู เมื่อครูนำความรู้ความสามารถที่ได้จากการอบรมไปจัดกิจกรรมให้นักเรียนก็สามารถเพิ่มสมรรถนะสำคัญของผู้เรียนทั้งชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 และ 6 รวมถึงความพึงพอใจของผู้เรียนก็อยู่ในระดับมาก แสดงให้เห็นว่าชุดฝึกอบบรมซึ่งมีการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้โดยบูรณาการสะเต็มศึกษากับทักษะการสื่อสาร และใช้วิธีการเรียนรู้แบบผสมผสานร่วมกับแหล่งทรัพยากรการศึกษาแบบเปิด (OER) ช่วยส่งเสริมการมีส่วนร่วมของผู้เรียนและการลงมือปฏิบัติจริง ทั้งยังช่วยด้านการสื่อสารของผู้เรียน สอดคล้องกับผลการวิจัยของ Silpakityan and Hemchayart (2019, pp. 41-42) ที่สรุปว่าการจัดกิจกรรมการใช้สื่อที่เป็นรูปธรรมและการใช้กิจกรรมกลุ่ม ทำให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นในการสนทนาโต้ตอบและการลงมือปฏิบัติอย่างสม่ำเสมอ ช่วยให้ผู้เรียนสามารถเก็บรายละเอียดของเหตุการณ์เพื่อใช้ต่อเติมในการเล่าเรื่องได้ดีขึ้น ทั้งยัง สอดคล้องกับแนวคิดของ Bybee (2013, pp. 33-39) ที่ระบุว่าการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาควรเชื่อมโยงความรู้กับสถานการณ์จริง และส่งเสริมการใช้ทักษะในศตวรรษที่ 21 โดยเฉพาะการสื่อสารอย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ ยังสอดคล้องกับแนวคิดของ Theerabunchorn (2022, pp. 182-201) ซึ่งกล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิคการสอนร่วมสมัยสามารถสร้างผู้เรียนที่มีคุณภาพ อันจะส่งผลต่อการนำไปสู่การพัฒนาประเทศให้เกิดความเจริญก้าวหน้าต่อไป ในการพัฒนาคุณภาพมนุษย์ทุกด้าน นอกจากนี้ ผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ของผู้เข้าอบรมที่เพิ่มขึ้นยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ Kintu, Zhu and Kagambe (2017, pp. 1-20) ที่พบว่า การจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานสามารถยกระดับผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนได้อย่างมีนัยสำคัญเมื่อออกแบบอย่างมีโครงสร้างและคำนึงถึงปัจจัยด้านเนื้อหา กิจกรรมและการมีปฏิสัมพันธ์ ชุดฝึกอบบรมนี้จึงมีความเหมาะสมเชิงเนื้อหาและเชิงปฏิบัติ ซึ่งสามารถนำไปใช้ในการพัฒนาครูอย่างได้ผลและขยายผลสู่บริบทอื่นได้อย่างมั่นใจ อย่างไรก็ตาม ผลการประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมพบว่า มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับต่ำในบางด้าน โดยเฉพาะประเด็นด้านความสามารถในการสื่อสารของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากผู้เรียนในช่วงวัยดังกล่าวยังอยู่ในระยะพัฒนาทักษะพื้นฐานด้านภาษาและการสื่อสาร การจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษาที่เน้นการบูรณาการความรู้และการทำงานร่วมกันอาจมีความซับซ้อนเกินระดับพัฒนาการของผู้เรียน ส่งผลให้นักเรียนไม่สามารถแสดงออกหรือมีส่วนร่วมในการสื่อสารได้อย่างเต็มศักยภาพ อีกทั้งรูปแบบกิจกรรมอาจยังไม่สอดคล้องกับลักษณะการเรียนรู้ของผู้เรียนในช่วงวัยต้น ซึ่งมักต้องการการชี้แนะอย่างใกล้ชิดและสื่อการเรียนรู้ที่เป็นรูปธรรมมากกว่านามธรรม ในส่วนของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่า ค่าเฉลี่ยด้านความรู้สึกล้นเข้ารวม

กิจกรรมอีก รวมถึงความสามารถในการสื่อสารและความสามารถในการแก้ปัญหาอยู่ในระดับต่ำเช่นกัน ทั้งนี้อาจอธิบายได้ว่า แม้ผู้เรียนในระดับชั้นดังกล่าวจะมีพัฒนาการด้านสติปัญญาและทักษะการคิดที่สูงขึ้น แต่การจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษาที่มีลักษณะบูรณาการหลายศาสตร์อาจยังขาดความเชื่อมโยงกับบริบทหรือความสนใจของผู้เรียน หรือมีระดับความยากและความท้าทายที่ไม่เหมาะสม ส่งผลให้นักเรียนเกิดความไม่มั่นใจในการสื่อสารและการแก้ปัญหา นอกจากนี้ หากการจัดกิจกรรมไม่ได้เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีบทบาทอย่างแท้จริง หรือขาดการเสริมแรงทางบวกอย่างต่อเนื่อง อาจทำให้แรงจูงใจในการเข้าร่วมกิจกรรมลดลง ดังนั้น การออกแบบกิจกรรมสะเต็มศึกษาควรคำนึงถึงความเหมาะสมตามช่วงวัยและระดับพัฒนาการของผู้เรียน โดยเฉพาะการปรับระดับความยากของกิจกรรม การใช้สื่อและสถานการณ์ที่ใกล้ตัว รวมถึงการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการมีส่วนร่วมอย่างทั่วถึง ควบคู่กับการสนับสนุนและการให้คำแนะนำอย่างเป็นระบบ เพื่อพัฒนาทักษะการสื่อสารและการแก้ปัญหาค่อยเป็นค่อยไป อันจะนำไปสู่การเพิ่มระดับความพึงพอใจและผลลัพธ์ทางการเรียนรู้ของผู้เรียนในระยะยาวได้อย่างมีประสิทธิภาพ

6. ข้อเสนอแนะ

กระบวนการออกแบบกิจกรรมสะเต็มบูรณาการทักษะการสื่อสารเป็นกระบวนการที่ต้องอาศัยความร่วมมือในการแลกเปลี่ยนเรียนรู้แบบข้ามสาขาวิชา (Interdisciplinary collaboration) เพื่อเชื่อมโยงองค์ความรู้จากหลากหลายศาสตร์ให้เกิดความสอดคล้องและสมบูรณ์ยิ่งขึ้น การจัดอบรมเพื่อพัฒนาศักยภาพครูในด้านนี้จึงจำเป็นต้องมีคณะครูผู้สอนจากสาขาที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษาและการสื่อสาร ได้แก่ คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี ศิลปะ และภาษาไทย เข้าร่วมในการออกแบบกิจกรรมร่วมกัน ทั้งนี้ การมีส่วนร่วมของครูจากหลากหลายสาขาจะช่วยส่งเสริมให้การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้มีประสิทธิภาพมากขึ้น และสามารถบูรณาการทักษะการสื่อสารเข้ากับกระบวนการเรียนรู้ทางสะเต็มได้อย่างมีคุณภาพ ผลการวิจัยนี้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ทั้งในระดับสถานศึกษา ครูผู้สอน และเชิงนโยบาย โดยสถานศึกษาสามารถใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาครูผ่านการจัดอบรมและการสร้างชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพ (PLC) ที่ส่งเสริมการทำงานร่วมกันแบบสหวิชาชีพ ขณะที่ครูผู้สอนสามารถนำแนวทางการออกแบบกิจกรรมไปประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงองค์ความรู้ข้ามศาสตร์และส่งเสริมทักษะการสื่อสารของผู้เรียนผ่านกิจกรรมที่หลากหลาย ส่วนหน่วยงานต้นสังกัดสามารถใช้ผลการวิจัยเป็นข้อมูลเชิงประจักษ์ในการกำหนดนโยบายและสนับสนุนการพัฒนาครูอย่างเป็นระบบ รวมถึงการออกแบบหลักสูตรและนวัตกรรมการเรียนรู้ที่บูรณาการสะเต็มศึกษาอย่างมีประสิทธิภาพ อันจะนำไปสู่การยกระดับสมรรถนะของครูและผู้เรียน และพัฒนาคุณภาพการศึกษาอย่างยั่งยืนในระยะยาว

ในด้านการวิจัยต่อไป ควรมีการศึกษาวิจัยเชิงลึกเกี่ยวกับรูปแบบการพัฒนาครูโดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพร่วมกับแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพิจารณาผลกระทบต่อการพัฒนาสมรรถนะของครูในระยะยาว นอกจากนี้ ควรมีการออกแบบการวิจัยเชิงทดลองหรือกึ่งทดลอง (Experimental or Quasi-experimental design) เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิผลของรูปแบบการอบรมที่แตกต่างกัน เช่น รูปแบบการเรียนรู้แบบผสมผสานกับรูปแบบการเรียนรู้แบบเผชิญหน้า อีกทั้ง ควรมีศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อความสำเร็จในการนำกิจกรรมสะเต็มบูรณาการทักษะการสื่อสารไปใช้ในชั้นเรียน เช่น ภาระงานของครู ทัศนคติของครูต่อการบูรณาการข้ามศาสตร์ และการสนับสนุนจากผู้บริหารสถานศึกษา เพื่อให้ได้ข้อค้นพบเชิงประจักษ์ที่สามารถนำไปใช้ในการพัฒนานโยบายหรือแนวทางการส่งเสริมการจัดการเรียนรู้ได้อย่างเหมาะสม นอกจากนี้ ควรมีการศึกษาลักษณะที่เกี่ยวกับผู้เรียนในมิติที่หลากหลายมากยิ่งขึ้น เช่น ทักษะการคิดเชิงสร้างสรรค์ การคิดเชิงวิพากษ์ และทักษะการทำงานร่วมกัน โดยใช้วิธีการวิจัยแบบผสมผสาน (Mixed methods research) เพื่อให้ได้ข้อมูลเชิงลึกทั้งในเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ อันจะช่วยให้เข้าใจผลของการจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษาได้อย่างรอบด้านและนำไปสู่การพัฒนาวัตกรรมการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นในอนาคต

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการพิจารณาอนุมัติจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ (Institutional Review Board: IRB) [มหาวิทยาลัยรามคำแหง] เมื่อวันที่ [23 December 2024] ตามเลขที่อนุมัติ [RU-HRE 67/0143]

เอกสารอ้างอิง

- Aumpipong, S., Phetkrajang, C., Chaied, A., Mejang, S. and Aumpipong, N. (2025). Developing the Ability to Manage Learning According to STEAM Education Guidelines (STEAM Education) for Teachers of Science and Technology Learning Subjects Secondary School under the Phitsanulok Primary Educational Service Area Office 2 with Coaching and Mentoring Supervision Process. *Journal of Educational Research and Innovation Phranakhon Rajabhat University*, 5(2) July-December 2025, 159-174. (in Thai)
- Bybee, R. W. (2013). *The case for STEM education: Challenges and opportunities*. Arlington, VA: NSTA Press.
- Cunningham, L. E. (2023). "Including the Literary Arts as the A in STEAM," *The STEAM Journal*.5(1) February 354 2023, Article 6. DOI: 10.5642/steam.YFWJ3134.
- Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (IPST). (2016). *STEM education activity manual for primary level (Grades 1–6), Book 1*. Bangkok: Suksapan Panit Printing, Ladprao. (in Thai)
- Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (IPST). (2022, June 8). From STEM to STEAM: IPST reveals STEAM achievements in 2022 and directions for 2023. <https://www.ipst.ac.th/news/28262/20220608-stem.html> (in Thai)
- Kintu, M. J., Zhu, C., & Kagambe, E. (2017). Blended learning effectiveness: The relationship between student characteristics, design features and outcomes. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 14(1), Article 7., 1-20.
- McKinsey & Company. (2022, August 17). What are Industry 4.0, the Fourth Industrial Revolution, and 4IR?. <https://www.mckinsey.com/featured-insights/mckinsey-explainers/what-are-industry-4-0-the-fourth-industrial-revolution-and-4ir#/>
- Myhill, R. (2020, October 15). What Is STEM Education?. <https://www.liysf.org.uk/blog/what-is-stem-education>
- Office of the National Higher Education, Science, Research and Innovation Policy Council (NXPO). (2021). Let's get to know STEM skills: Why are they essential for national development? <https://www.nxpo.or.th/th/8880/>. (in Thai)
- Phuthapitakphon, S. (2022). Open educational resources on local information in university libraries: A case study of university libraries in the Provincial University Library Network. *Journal of the Thai Library Association Research*, 15(1), 65–80. (in Thai)
- Rabsaithong, S., & Chatwirakom, W. (2023). The development measurement and evaluation of mathematic teachers under the secondary educational service area office Uttaradit. *Journal of MCU Ubon Review*. 8(1) (January - April 2023), 367 – 382. (in Thai)
- Silpakityan, K. & Hemchayart, W. (2019). Framework of Teaching Process Based on STEM Education and Communicative Approaches to Enhance Communication Abilities of Kindergarteners. *Journal of Education Studies*, 47(3) July – September 2019, 25-45. (in Thai)
- Theerabunchorn, T. (2022). Contemporary teaching techniques learning management. *Journal of Social Sciences Mahamakut Buddhist University*, 6(1), 182–201. retrieved from <https://so04.tci-thaijo.org/index.php/JSSMBU/article/view/261893>.
- UNESCO. (n.d.). Open educational resources. Retrieved October 21, 2025, from <https://www.unesco.org/en/open-educational-resources/>.

- Widiastuti, I., Oktavia, S. and Sutrisno, V. L. P. (2022). *Analysis of Student Communication Skills in STEM Learning Using Engineering Design Process*. Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management Istanbul, Turkey, March 7-10, 2022, 5212-5219.
<https://doi.org/10.46254/AN12.20221054>.
- World Economic Forum. (2020). *Schools of the Future: Defining New Models of Education for the Fourth Industrial Revolution*. https://www3.weforum.org/docs/WEF_Schools_of_the_Future_Report_2019.pdf.

“ข้อคิดเห็น เนื้อหา รวมทั้งการใช้ภาษาในบทความถือเป็นความรับผิดชอบของผู้เขียน”

Research article

การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หน่วย โครงสร้าง และการเจริญเติบโตของพืชดอก โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาบูรณาการกับการคิดเป็นภาพ

DEVELOPMENT OF CREATIVE THINKING AND LEARNING ACHIEVEMENT OF MATHAYOMSUKSA 5 STUDENT ON THE UNIT OF THE STRUCTURE AND DEVELOPMENT OF FLOWERING PLANT USING STEAM EDUCATION INTEGRATED WITH VISUAL THINKING

ชาญชัย คำมุงคุณ^{1*}, อรุณรัตน์ คำแหงพล², กุลวดี สุวรรณไตรย์³, และสกลรัตน์ สวัสดิ์มูล⁴

Chanchai Khammungkhun^{1*}, Arunrat Khamhaengpol², Kulwadee Suwannatrai³, and Sakonrat Sawatmool⁴
chanchai.kh65@snru.ac.th, arunrat.tt@snru.ac.th, kulwadee@hotmail.com, and sakolrat.nang@gmail.com

*Corresponding author E-mail: chanchai.kh65@snru.ac.th

¹สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร จังหวัดสกลนคร 47000 ประเทศไทย

Department of Science Teaching, Faculty of Education, Sakon Nakhon Rajabhat University,
Sakon Nakhon 47000 Thailand

²คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร จังหวัดสกลนคร 47000 ประเทศไทย

Faculty of Education, Sakon Nakhon Rajabhat University, Sakon Nakhon 47000 Thailand

³คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร จังหวัดสกลนคร 47000 ประเทศไทย

Faculty of Education, Sakon Nakhon Rajabhat University, Sakon Nakhon 47000 Thailand

⁴โรงเรียนสกลราชวิทยานุกูล จังหวัดสกลนคร 47000 ประเทศไทย

Sakolrajwittayanukul School, Sakon Nakhon 47000 Thailand

Journal of Industrial Education. 2026, Vol. 25 (No. 1), <https://doi.org/10.55003/JIE.25111>

Received: March 17, 2026 | Revised: April 8, 2026 | Accepted: April 25, 2026

Citation reference :

Khammungkhun, C., Khamhaengpol, A., Suwannatrai, K., & Sawatmool, S. (2026). Development of creative thinking and learning achievement of mathayomsuksa 5 students on the unit of the structure and development of flowering plant using STEAM education integrated with visual thinking. *Journal of Industrial Education*, 25(1), 99-122

ABSTRACT

This research was to 1) construct lesson plans based on STEAM Education integrated with visual thinking on the unit of the structure and development of flowering plants for Mathayomsuksa 5 students to meet the efficiency of 80/80, 2) compare students' creative thinking before and after the intervention, 3) compare students' learning achievement before and after the intervention, and 4) examine students' satisfaction with the developed instructional management. The sample, obtained through cluster random sampling, consisted of 22 Mathayomsuksa 5 students at Nakeapittayakom School in the first semester of the 2025 academic year. The research instrument included 1) lesson plans, 2) a creative thinking test, 3) a learning achievement test, and 4) a satisfaction questionnaire. The statistic used tools for data analysis were percentages, means, standard deviations, and a t-test for dependent samples. The research findings were as follows: 1) The instructional management based on STEAM Education integrated with visual thinking on the unit of the structure and development of flowering plants achieved an efficiency of 81.16/84.14, which satisfied the established efficiency of 80/80. 2) The students' creative thinking after the invention was higher than before the intervention at the .01 level of significance. 3) The students' learning achievement after the intervention was higher than

before the intervention at the .01 level of significance. 4) The students' satisfaction with the developed instructional management was at a higher level, with a mean score of 4.70.

Keywords: Creative thinking, STEAM education, Visual thinking, Learning achievement, The structure and development of flowering plants

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้เพื่อ 1) สร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพ หน่วย โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 2) เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียน 3) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียน และ 4) ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพ กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนนาแกพิทยาคม ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2568 จำนวน 22 คน โดยสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม เครื่องมือการวิจัยประกอบด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้ 2) แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ 3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และ 4) แบบสอบถามความพึงพอใจ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าทีแบบไม่เป็นอิสระต่อกัน ผลการวิจัยพบว่า 1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพ หน่วย โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 81.16/84.14 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนด 2) ความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 3) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 4) ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพ อยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.70

คำสำคัญ: ความคิดสร้างสรรค์, การจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา, การคิดเป็นภาพ, ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน, โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก

1. บทนำ

ความคิดสร้างสรรค์ (Creative thinking) เป็นความสามารถทางสมองที่มีอยู่ในตัวมนุษย์ เกิดจากจินตนาการและการคิดแบบอเนกนัย (Divergent thinking) เพื่อแก้ปัญหา สร้างสรรค์ความคิด ผิดผลงาน และนวัตกรรมใหม่ ๆ ที่ล้ำหน้า เพื่อนำไปสู่การคิดแก้ปัญหา หรือสร้างสรรค์สิ่งประดิษฐ์ใหม่ ๆ ที่มีคุณค่า (Vorawattanachai, 2022, p. 28) สอดคล้องกับนโยบายไทยแลนด์ 4.0 ที่ต้องการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ และนวัตกรรม โดยการจัดการเรียนการสอนที่ส่งเสริมให้นักเรียนนำองค์ความรู้มาบูรณาการสร้างสรรค์ และพัฒนาเป็นนวัตกรรม เพื่อตอบสนองความต้องการของสังคม และสอดคล้องกับการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 ที่เน้นเตรียมความพร้อมให้นักเรียนในยุคปัจจุบัน (Bunlikhitsiri, 2017, p. 60) ซึ่งองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ประกอบด้วย 1) ความคิดคล่องแคล่ว (Fluency) เป็นการคิดหาคำตอบ ได้อย่างคล่องแคล่ว รวดเร็ว และมีปริมาณมากในเวลาจำกัด 2) ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) เป็นการคิดหาคำตอบได้หลายประเภทและสามารถดัดแปลงจากสิ่งหนึ่งไปเป็นสิ่งอื่นได้ 3) ความคิดริเริ่ม (Originality) เป็นการคิดแปลกใหม่แตกต่างไปจากความคิดเดิม และ 4) ความคิดละเอียดลออ (Elaboration) เป็นการคิดในรายละเอียดเพื่อตกแต่งหรือขยายความคิดหลักให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น (Kareemee, 2017, p. 26)

ปัจจุบันนักเรียนยังขาดการฝึกฝนทักษะการคิด ไม่ว่าจะเป็นการคิดสร้างสรรค์เพื่อแก้ปัญหาหรือการคิดสังเคราะห์จากสถานการณ์ปัญหาที่พบ สาเหตุอาจมาจากการจัดการเรียนรู้แบบที่ไม่ได้เน้นให้นักเรียนฝึกการคิดอย่างเหมาะสม ส่งผลให้นักเรียนไม่มีแรงกระตุ้นในการคิดและไม่สามารถคิดค้นสิ่งใหม่ หรือคิดหาวิธีการมาแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการได้ (Kareemee, 2017, p. 26) จากผลการประเมิน PISA 2022 พบว่านักเรียนไทยมีคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยประเทศสมาชิก OECD ทุกด้าน ดังนี้ ด้านคณิตศาสตร์เท่ากับ 394 คะแนน (OECD เท่ากับ 472 คะแนน) ด้านวิทยาศาสตร์เท่ากับ 409 คะแนน (OECD เท่ากับ 485 คะแนน) และด้านการอ่านเท่ากับ 379 คะแนน (OECD เท่ากับ 476 คะแนน) นอกจากนี้คะแนนเฉลี่ยมีแนวโน้มลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับ PISA 2018 โดยด้านคณิตศาสตร์ลดลงร้อยละ 19.76 ด้านวิทยาศาสตร์ลดลงร้อยละ 3.99 และด้านการอ่านลดลงร้อยละ 3.56 สะท้อนให้เห็นถึงปัญหาเชิงระบบของการศึกษาไทยซึ่งส่งผลกระทบโดยตรงต่อพัฒนาการของเยาวชนและความมั่นคงของประเทศ (Lertyosbordin, 2024, pp. 29-33) อีกทั้งเมื่อพิจารณาผลการประเมิน PISA 2022

ด้านความคิดสร้างสรรค์ ประเทศไทยมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 21 คะแนน ซึ่งต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยประเทศสมาชิก OECD เท่ากับ 33 คะแนน (OECD, 2024, p. 6) ดังนั้น หน่วยงานภาครัฐและเอกชนที่เกี่ยวข้องด้านการจัดการศึกษาจึงจำเป็นต้องให้ความสำคัญกับการพัฒนาคนในฐานะพลเมืองให้มีคุณภาพ ดำรงชีวิตอย่างสมดุล และอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้ โดยสร้างโอกาสทางการศึกษาที่ไม่ได้จำกัดเพียงแคในห้องเรียน นำไปสู่การเรียนรู้ตลอดชีวิตและเรียนรู้ในแบบของตนเอง (Thabthan, 2023, p. 9)

การจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา (STEAM education) เป็นการจัดการเรียนการสอนที่มีการบูรณาการวิทยาศาสตร์ (Science: S) เทคโนโลยี (Technology: T) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering: E) ศิลปะ (Arts: A) คณิตศาสตร์ (Mathematics: M) เข้าด้วยกัน โดยมุ่งเน้นให้นักเรียนเกิดองค์ความรู้และนำองค์ความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาและสร้างสรรค์นวัตกรรม (Chomjumjang, 2022, p. 7) ศิลปะทำหน้าที่เป็นสื่อกลางในการถ่ายทอดความคิดของนักเรียนออกมาเป็นรูปธรรม (PoNgern, 2017, p. 332) นอกจากนั้น การบูรณาการศิลปะเข้าไปในกิจกรรมสเต็ม ยังช่วยส่งเสริมประสิทธิภาพในการสื่อสารความคิดทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่มีคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานต่ำ และช่วยส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนให้สูงขึ้น (Khamhaengpol et al., 2022, pp. 736-744) สอดคล้องกับการศึกษาของ Hemkaew (2025, pp. 11-22) ที่พบว่าสเต็มศึกษา ส่งเสริมให้นักเรียนพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และช่วยให้นักเรียนทำงานเป็นทีมร่วมกับผู้อื่นได้ นอกจากนี้การคิดเป็นภาพ (Visual thinking) ยังเป็นการจัดการความคิดเกี่ยวกับภาพผ่านการใช้รูปทรง เส้น สี พื้นผิวและองค์ประกอบ (Wetcho & Na-Songkhla, 2021, pp. 468-476) อีกทั้งเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้อภิปรายร่วมกันโดยมีรูปภาพเป็นสื่อกลาง ซึ่งจะส่งเสริมให้นักเรียนได้คิดนอกกรอบจากความรู้เดิม นำไปสู่การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ที่สูงกว่าการจัดการเรียนรู้แบบปกติ (Khiaokaeo et al., 2023, pp. 136-137)

จากเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หน่วย โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพ เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ พัฒนาความคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนให้สูงขึ้น สามารถนำความรู้และทักษะไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาและพัฒนาคุณภาพชีวิต และศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพ

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Seemasom et al. (2024, pp. 803-820) ระบุว่าจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาเป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนได้สร้างประสบการณ์การเรียนรู้ผ่านการลงมือปฏิบัติจริง โดยบูรณาการความรู้จากทุกวิชาที่มีในสเต็มศึกษาเพื่อสร้างสรรค์ชิ้นงานจนนำไปสู่แก้ปัญหา ซึ่งช่วยให้นักเรียนได้ฝึกความคิดสร้างสรรค์ได้เป็นอย่างดี โดยผลการศึกษาพบว่าแผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 80.83/82.46 ตามเกณฑ์ที่กำหนด ความคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01 และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.69$) และสอดคล้องกับ Khamhaengpol et al. (2022, pp. 736-744) ได้กล่าวถึงการพัฒนากิจกรรม STEAM เรื่อง การผลิตไบโอดีเซล: การส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา จากโรงเรียนในพื้นที่จังหวัดนครพนม พบว่ากิจกรรม STEAM เรื่อง การผลิตไบโอดีเซล ส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานและทำให้นักเรียนมีความร่วมมือกันในการทำปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน และความพึงพอใจของนักเรียนภายหลังทำกิจกรรม STEAM อยู่ในระดับดีเยี่ยม นอกจากนี้ Biewchan and Chumsukon (2022, p. 174) ระบุว่าภายหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบมนทัศน์ร่วมกับเทคนิคการคิดเป็นภาพในรายวิชาสังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 พบว่านักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยด้านการใช้เหตุผลเชิงจริยธรรม คิดเป็นร้อยละ 81.8 และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คิดเป็นร้อยละ 70.36 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ และ Khiaokaeo et al. (2023, pp. 129-139) ระบุว่าจัดการเรียนรู้สุขศึกษาโดยใช้กลวิธีการคิดเป็นภาพกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เปิดโอกาสให้นักเรียนได้อภิปรายร่วมกันโดยมีรูปภาพเป็นสื่อกลาง ส่งเสริมให้นักเรียนได้คิดนอกกรอบจากความรู้เดิม ซึ่งภายหลังการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวพบว่านักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านความรู้ เจตคติ การปฏิบัติ และความคิดสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้สุขศึกษาโดยใช้กลวิธีการคิดเป็นภาพส่งเสริมให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนสูงกว่าการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

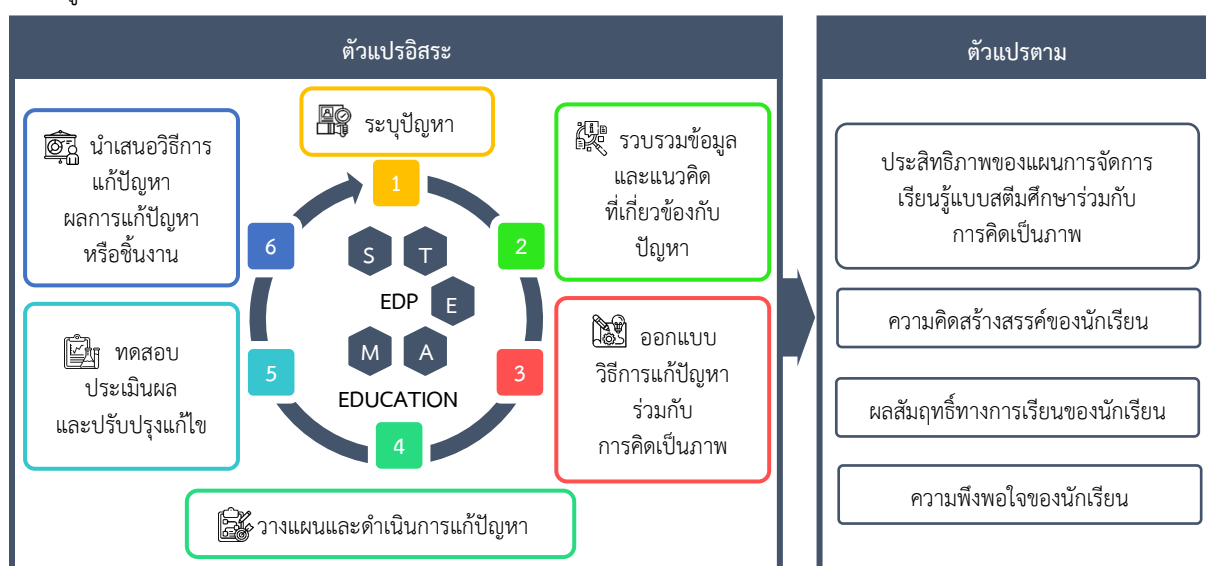
จากการทบทวนวรรณกรรมข้างต้น สะท้อนให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพ ช่วยส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ ความสามารถในการแก้ปัญหา ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน จึงเป็นแนวทางสำคัญในการนำมาจัดการเรียนรู้ให้กับนักเรียน

3. วิธีดำเนินการวิจัย

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

3.1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

การวิจัย เรื่อง การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หน่วย โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพ ผู้วิจัยได้กำหนดกรอบแนวคิดในการวิจัย ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

3.2 ขอบเขตการวิจัย

3.2.1 ขอบเขตด้านเนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ เนื้อหากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) สาระชีววิทยา หน่วย โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก ประกอบด้วยหัวข้อเรื่อง เนื้อเยื่อพืช โครงสร้างและการเจริญเติบโตของราก โครงสร้างและการเจริญเติบโตของลำต้น และโครงสร้างและการเจริญเติบโตของใบ รวมใช้ระยะเวลาในการจัดการเรียนรู้ 17 ชั่วโมง

3.2.2 ขอบเขตด้านตัวแปรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย ตัวแปรอิสระ คือ การจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพ ตัวแปรตาม คือ ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพ ความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน มีค่านัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ระดับมากขึ้นไป

3.2.3 ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนนาแกพิทยาคม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษานครพนม ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2568 จำนวน 5 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 120 คน

3.2.4 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/5 โรงเรียนนาแกพิทยาคม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษานครพนม ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2568 จำนวนนักเรียน 22 คน คัดเลือกจากการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยสุ่ม

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.3.1 เครื่องมือสำหรับการทดลอง คือ แผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพ หน่วย โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 6 แผน ซึ่งได้รับการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน และวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Item of Objective Congruence index: IOC) พบว่ามีค่าเท่ากับ 1.00 แสดงรายละเอียดของแผนการจัดการเรียนรู้ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพ หน่วย โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ลำดับที่	แผนการจัดการเรียนรู้	กิจกรรม	จำนวนชั่วโมง
1	เนื้อเยื่อพืช	สีเทียนปลอดสารพิษ	2
2	โครงสร้างและการเจริญเติบโตของรากพืชใบเลี้ยงเดี่ยว	หุ่นจำลองจากรากพืชใบเลี้ยงเดี่ยว	3
3	โครงสร้างและการเจริญเติบโตของรากพืชใบเลี้ยงคู่	Art toy จากรากพืชใบเลี้ยงคู่	3
4	โครงสร้างและการเจริญเติบโตของลำต้นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว	ต่างหูจากฟางข้าว	3
5	โครงสร้างและการเจริญเติบโตของลำต้นพืชใบเลี้ยงคู่	เข็มกลัดจากขี้เล้าต้นพืชใบเลี้ยงคู่	3
6	โครงสร้างและการเจริญเติบโตของใบ	จานรองแก้วจากผงใบไม้	3
รวม			17

3.3.2 เครื่องมือสำหรับการเก็บรวบรวมข้อมูล มีดังนี้

1. แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 2 ฉบับ สำหรับก่อนและหลังเรียน ประเภท อัตนัย โดยยึดแนวทางการสร้างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ของ Torrance (1992, pp. 10-14) ประกอบด้วย 2 ส่วน ได้แก่ 1) แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์โดยใช้ภาษาเป็นสื่อ (Think creativity with word) แบ่งเป็น 3 ข้อ โดยแต่ละข้อ ประกอบด้วย 3 กิจกรรม คือ เขียนสาเหตุที่เป็นไปได้ของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น เขียนผลที่เป็นไปได้ของเหตุการณ์ และเขียนประโยชน์พิเศษของสิ่งที่กำหนดให้ รวมทั้งหมด 9 กิจกรรม เพื่อวัดความสามารถในการคิดหาคำตอบซึ่งแสดงถึงความคิด คล่องแคล่วและความคิดยืดหยุ่นของนักเรียน และ 2) แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์โดยใช้รูปภาพเป็นสื่อ (Think creativity with image) ประกอบด้วย 3 กิจกรรม คือ การสร้างรูปภาพ การต่อเติมรูปภาพ และการใช้เส้น เพื่อวัดความสามารถในการ ถ่ายทอดความคิดเชิงนามธรรมให้เป็นรูปธรรมอย่างชัดเจนซึ่งแสดงถึงความคิดริเริ่มและความคิดละเอียดลออของนักเรียน กำหนดเกณฑ์การพิจารณาให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนตามเกณฑ์ของ Jamal et al. (2020, p. 755) ประกอบด้วย เกณฑ์การพิจารณาให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์ แสดงดังตารางที่ 2 และเกณฑ์การประเมินผลระดับความคิดสร้างสรรค์ แสดงดังตารางที่ 3 ซึ่งได้รับการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน และวิเคราะห์หาค่า IOC พบว่ามีค่าเท่ากับ 1.00 เมื่อวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นแบบทดสอบ โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α -Coefficient) ตามวิธีของ Cronbach พบว่ามีค่าเท่ากับ 0.83

ตารางที่ 2 เกณฑ์การพิจารณาให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์

ความคิดสร้างสรรค์	คะแนน	คำอธิบาย
ความคิดคล่องแคล่ว	0	นักเรียนไม่สามารถคิด/หาคำตอบได้
	2	นักเรียนสามารถคิด/หาคำตอบได้ 1-2 ข้อ
	4	นักเรียนสามารถคิด/หาคำตอบได้ตั้งแต่ 3 ข้อขึ้นไป
ความคิดยืดหยุ่น	0	นักเรียนไม่สามารถคิด/หาวิธีการได้
	2	นักเรียนสามารถคิด/หาวิธีการได้ 1-2 วิธี
	4	นักเรียนสามารถคิด/หาวิธีการได้ตั้งแต่ 3 วิธีขึ้นไป
ความคิดริเริ่ม	0	นักเรียนไม่ตอบ/ตอบแนวคิดทั่วไป/ไม่มีความคิดริเริ่ม
	2	นักเรียนมีความคิดไม่เหมือนใครในระดับปานกลาง
	4	นักเรียนมีความคิดไม่เหมือนใคร มีความคิดแปลกใหม่
ความคิดละเอียดลออ	0	ไม่มีการเติมแต่งความคิดจากนักเรียน
	2	มีการเพิ่มแนวคิดง่าย ๆ จากนักเรียน
	4	มีความคิดที่ไม่ธรรมดาจากนักเรียน

ตารางที่ 3 เกณฑ์การประเมินผลระดับความคิดสร้างสรรค์

ร้อยละ	ระดับความคิดสร้างสรรค์
68-100	สร้างสรรค์มาก (ระดับสูง)
34-67	สร้างสรรค์ปานกลาง (ระดับปานกลาง)
0	สร้างสรรค์ต่ำ (ระดับต่ำ)

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หน่วย โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก ของนักเรียนชั้นมัธยม ศึกษาปีที่ 5 ประเภทปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ ซึ่งได้รับการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน และวิเคราะห์หาค่า IOC มีค่าเท่ากับ 1.00 เมื่อวิเคราะห์หาค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) พบว่ามีค่าระหว่าง 0.43-0.80 และ 0.20-0.67 ตามลำดับ คัดเลือกข้อสอบ จำนวน 30 ข้อ เพื่อวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้สูตร KR-20 พบว่ามีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.88

3. แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพ ใช้รูปแบบมาตราส่วนประมาณ 5 ระดับ (Rating scale) ของ Likert โดยวัดความพึงพอใจ 4 ด้าน ประกอบด้วย 1) ด้านเนื้อหาสาระการเรียนรู้ 2) ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 3) ด้านสื่อและอุปกรณ์การเรียนรู้ และ 4) ด้านการวัดและประเมินผล กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนความพึงพอใจ แสดงดังตารางที่ 4 และเกณฑ์การประเมินผลความพึงพอใจของนักเรียน แสดงดังตารางที่ 5 ซึ่งได้รับการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน และวิเคราะห์หาค่า IOC พบว่ามีค่าเท่ากับ 1.00

ตารางที่ 4 เกณฑ์การให้คะแนนความพึงพอใจ

ระดับ	ความหมาย
5	ความพึงพอใจมากที่สุด
4	ความพึงพอใจมาก
3	ความพึงพอใจปานกลาง
2	ความพึงพอใจน้อย
1	ความพึงพอใจน้อยที่สุด

ตารางที่ 5 เกณฑ์การประเมินผลความพึงพอใจของนักเรียน

ค่าเฉลี่ย	ความหมาย
4.51-5.00	นักเรียนมีความพึงพอใจมากที่สุด
3.51-4.50	นักเรียนมีความพึงพอใจมาก
2.51-3.50	นักเรียนมีความพึงพอใจปานกลาง
1.51-2.50	นักเรียนมีความพึงพอใจน้อย
0.51-1.50	นักเรียนมีความพึงพอใจน้อยที่สุด

3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

3.4.1 ดำเนินการขอรับรองจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร ใบรับรองโครงการเลขที่ HE67-084 เมื่อวันที่ 17 กุมภาพันธ์ 2568

3.4.2 จัดทำหนังสือขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัยจากมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนครไปยังโรงเรียนนาแกพิทยาคม เพื่อประสานขอความร่วมมือจากผู้อำนวยการสถานศึกษาและชี้แจงรายละเอียดการวิจัยกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

3.4.3 ทดสอบนักเรียนกลุ่มตัวอย่างก่อนเรียน (Pretest) โดยใช้แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หน่วย โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น กำหนดเวลาที่ใช้ในการทดสอบ 2 ชั่วโมง โดยผู้วิจัยเป็นผู้ทดสอบด้วยตนเอง

3.4.4 ผู้วิจัยดำเนินการทดลองกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพ หน่วย โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก ที่สร้างขึ้น จำนวน 6 แผน เมื่อสิ้นสุดกระบวนการสอน รวมเป็นเวลา 17 ชั่วโมง ซึ่งแต่ละแผนประกอบด้วยขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพทั้งหมด 6 ขั้นตอน แสดงดังตารางที่ 6 ในการเก็บรวบรวมข้อมูลระหว่างกระบวนการเรียนรู้ (Formative: E₁) พิจารณาให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์จากใบกิจกรรม การสังเกตพฤติกรรม และชิ้นงานสุดท้ายของนักเรียน ส่วนหลังสิ้นสุดการเรียนรู้ (Summative: E₂) พิจารณาให้คะแนน

ความคิดสร้างสรรค์จากแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยยึดตามเกณฑ์การพิจารณาให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์นักเรียนของ Jamal et al. (2020, p. 755) จากตารางที่ 2 เกณฑ์การพิจารณาให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์

ตารางที่ 6 ตัวอย่างขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา ร่วมกับการคิดเป็นภาพ

ขั้นตอน	รายละเอียด	การบูรณาการองค์ประกอบของ STEAM	ภาพกิจกรรม
ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา	- ครูชี้แจงรายละเอียดการทำกิจกรรมและนำเสนอสถานการณ์ปัญหาให้กับนักเรียน - นักเรียนร่วมกันระดมความคิด สังเกต วิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาที่ได้รับจนกระทั่งค้นพบแนวทางในการแก้ปัญหา	- Science (S) คือ นักเรียนพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ผ่านการสังเกตและตั้งคำถามเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหา - Engineering (E) คือ นักเรียนสามารถวิเคราะห์ปัญหา นำไปสู่การค้นพบแนวทางในการแก้ปัญหา	
ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา	- นักเรียนศึกษาค้นคว้าข้อมูลด้วยตนเองจากใบความรู้ ปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์ และใช้เทคโนโลยีสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติม	- Science (S) คือ นักเรียนพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ทักษะการจำแนกประเภทและทักษะการวัด ซึ่งเกิดจากการปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์ - Technology (T) คือ นักเรียนสามารถใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการสืบค้นข้อมูลที่เกี่ยวข้องได้อย่างอิสระ เช่น การเปิด YouTube เกี่ยวกับโครงสร้างลำต้นพืช	
ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา ร่วมกับการคิดเป็นภาพ	- นักเรียนวางแผนและออกแบบวิธีการแก้ปัญหา โดยใช้องค์ความรู้ที่รวบรวมผ่านการวาดภาพตามการคิดเป็นภาพ เช่น การแปลงข้อมูลให้เป็นภาพวาด	- Science (S) คือ นักเรียนพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูลและทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล - Engineering (E) คือ นักเรียนสามารถร่วมกันวางแผนและออกแบบวิธีการแก้ปัญหาโดยใช้ข้อมูลที่รวบรวมมา - Arts (A) คือ นักเรียนสามารถประยุกต์ใช้หลักการวาดภาพตามหลักการคิดเป็นภาพสำหรับการออกแบบวิธีการแก้ปัญหาได้	
ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา	- นักเรียนจัดลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหา เพื่อจัดสรรวัสดุและอุปกรณ์ที่จำเป็นสำหรับการสร้างชิ้นงาน และลงมือสร้างชิ้นงาน/นวัตกรรมการแก้ปัญหา	- Technology (T) คือ นักเรียนสามารถเลือกสรรเครื่องมือหรือวัสดุอุปกรณ์ที่เหมาะสมต่อการแก้ปัญหาได้ - Engineering (E) คือ นักเรียนสามารถวางแผนการดำเนินงาน การคิดหาวัสดุอุปกรณ์ และลงมือสร้างสรรค์ชิ้นงานเพื่อแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอน - Arts (A) คือ นักเรียนได้สร้างชิ้นงานเพื่อแก้ปัญหาอย่างมีหลักการ โดยสามารถเพิ่มเติมแนวคิดที่หลากหลายเพื่อสร้างชิ้นงานแปลกใหม่สร้างสรรค์ - Mathematics (M) คือ นักเรียนดำเนินงานและลงมือสร้างชิ้นงานอย่างมีหลักการและเหตุผล ซึ่งมีการใช้หลักการคำนวณและการประยุกต์ใช้รูปทรงเรขาคณิตในการออกแบบชิ้นงาน	

ตารางที่ 6 (ต่อ) ตัวอย่างขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา ร่วมกับการคิดเป็นภาพ

ขั้นตอน	รายละเอียด	การบูรณาการองค์ประกอบของ STEAM	ภาพกิจกรรม
ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุง แก้ไขวิธีการ แก้ปัญหาหรือ ชิ้นงาน	- นักเรียนทดสอบชิ้นงาน/นวัตกรรมการแก้ปัญหาที่สร้างขึ้น เพื่อค้นหา แนวทางการปรับปรุงและพัฒนา	- Technology (T) คือ นักเรียนสามารถใช้ งานวัสดุอุปกรณ์สำหรับการทดสอบ ชิ้นงาน/นวัตกรรมได้อย่างถูกต้องเหมาะสม - Engineering (E) คือ นักเรียนสามารถ ทดสอบชิ้นงานได้อย่างมีหลักการตาม เกณฑ์ที่กำหนด และสามารถค้นพบ ข้อบกพร่องที่เกิดขึ้น นำไปสู่การพัฒนา ชิ้นงานให้ดียิ่งขึ้น	
ขั้นที่ 6 นำเสนอ วิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือ ชิ้นงาน	- นักเรียนร่วมกันออกแบบวิธีการสื่อสาร และนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาที่ค้นพบ	- Arts (A) คือ นักเรียนมีอิสระในการ ออกแบบวิธีการนำเสนอชิ้นงานให้น่าสนใจ เพื่อสื่อสารวิธีการแก้ปัญหาที่ค้นพบ	

3.4.5 ทดสอบนักเรียนกลุ่มตัวอย่างหลังเรียน (Posttest) โดยใช้แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หน่วย โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก (ชุดเดียวกันกับการทดสอบก่อนเรียน) กำหนดเวลาที่ใช้ในการทดสอบ 2 ชั่วโมง โดยผู้วิจัยเป็นผู้ทดสอบด้วยตนเอง

3.5.6 นักเรียนกลุ่มตัวอย่างประเมินความพึงพอใจของตนเอง โดยใช้แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา ร่วมกับการคิดเป็นภาพ หน่วย โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.5.1 วิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐาน ประกอบด้วย ค่าเฉลี่ย ค่าร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของคะแนนระหว่างเรียน แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา ร่วมกับการคิดเป็นภาพ หน่วย โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก

3.5.2 วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา ร่วมกับการคิดเป็นภาพ หน่วย โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยหาประสิทธิภาพของกระบวนการและประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_1/E_2) ตามเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้

3.5.3 วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างคะแนนเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา ร่วมกับการคิดเป็นภาพ หน่วย โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก โดยใช้สถิติทดสอบค่าทีแบบไม่เป็นอิสระต่อกัน (t-test for dependent samples)

3.6.4 วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา ร่วมกับการคิดเป็นภาพ หน่วย โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก โดยใช้สถิติทดสอบค่าทีแบบไม่เป็นอิสระต่อกัน (t-test for dependent samples)

3.6.4 วิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา ร่วมกับการคิดเป็นภาพ หน่วย โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก โดยการหาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

4. ผลการวิจัย

ผู้วิจัยได้สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูลการวิจัย ดังนี้

4.1 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา ร่วมกับการคิดเป็นภาพ หน่วย โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ตามเกณฑ์ 80/80 (E_1/E_2) แสดงดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพแผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพ หน่วย โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ประสิทธิภาพ	จำนวน (คน)	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	SD	ร้อยละ
กระบวนการ (E ₁)	22	408	332.10	7.32	81.40
ผลลัพธ์ (E ₂)	22	174	146.41	9.73	84.14
$E_1/E_2 = 81.40/84.14$					

จากตารางที่ 7 พบว่าคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนที่ได้จากการทำกิจกรรมระหว่างเรียน รวมทั้งหมด 6 แผน เท่ากับ 332.10 จากคะแนนเต็ม 408 คิดเป็นร้อยละ 81.40 และคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เท่ากับ 146.41 จากคะแนนเต็ม 174 คิดเป็นร้อยละ 84.14 แสดงให้เห็นว่าแผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพในการจัดการเรียนรู้ หน่วย โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ได้เป็นอย่างดี

4.2 ผลการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพ หน่วย โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก ก่อนเรียนและหลังเรียน แสดงดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 ผลการเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพ หน่วย โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก ก่อนเรียนและหลังเรียน พิจารณาค่าประกอบรายด้าน

ความคิดสร้างสรรค์	จำนวน (คน)	คะแนนเต็ม	องค์ประกอบรายด้าน	คะแนนรายด้าน	$\bar{X}$	SD	ร้อยละ	t
ก่อนเรียน	22	144	ความคิดคล่องแคล่ว	36	21.91	4.25	60.86	19.26*
			ความคิดยืดหยุ่น	36	20.73	5.18	57.58	
			ความคิดริเริ่ม	36	19.82	5.23	55.05	
			ความคิดละเอียดลออ	36	17.00	3.42	47.22	
หลังเรียน	22	144	ความคิดคล่องแคล่ว	36	35.45	1.87	98.48	
			ความคิดยืดหยุ่น	36	33.64	2.74	93.43	
			ความคิดริเริ่ม	36	31.91	4.34	88.64	
			ความคิดละเอียดลออ	36	24.64	5.43	68.43	

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (ค่าวิกฤตของ t ที่ระดับ .01, df = 21, t = 2.52)

จากตารางที่ 8 พบว่านักเรียนมีคะแนนความคิดสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เมื่อเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียนขององค์ประกอบรายด้าน สามารถเรียงลำดับพัฒนาการทางความคิดของนักเรียนจากสูงไปต่ำได้ ดังนี้ ความคิดคล่องแคล่ว ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม และความคิดละเอียดลออ ผลการวิเคราะห์ค่า t ปรากฏว่าค่า t จากการคำนวณ มีค่าเท่ากับ 19.26 และเมื่อพิจารณาค่า t จากตาราง (กลุ่มตัวอย่างจำนวน 22 คน, df เท่ากับ 21) มีค่า t เท่ากับ 2.52 แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพ หน่วย โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก สามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนได้เป็นอย่างดี

4.3 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพ หน่วย โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก ก่อนเรียนและหลังเรียน แสดงดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพ หน่วย โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก ก่อนเรียนและหลังเรียน

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	กลุ่มตัวอย่าง	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	SD	t
ก่อนเรียน	22	30	11.32	2.36	21.73*
หลังเรียน	22	30	20.77	3.98	

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (ค่าวิกฤตของ t ที่ระดับ .01, df = 21, t = 2.52)

จากตารางที่ 9 พบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียนเท่ากับ 11.32 คะแนน และ 20.77 คะแนน ตามลำดับ จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน ผลการวิเคราะห์ค่า t ปรากฏว่าค่า t จากการคำนวณ มีค่าเท่ากับ 21.73 และเมื่อพิจารณาค่า t จากตาราง (กลุ่มตัวอย่างเท่ากับ 22, df เท่ากับ 21) มีค่า t เท่ากับ 2.52 แสดงให้เห็นว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพ หน่วย โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

4.4 ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา ร่วมกับการคิดเป็นภาพ โดยการหาค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) แสดงดังตารางที่ 10

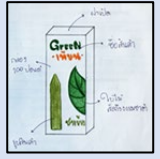
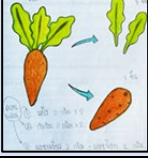
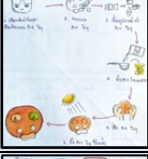
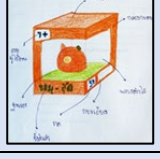
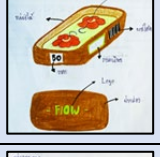
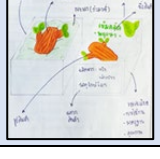
ตารางที่ 10 ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา ร่วมกับการคิดเป็นภาพ

รายการประเมิน	$\bar{X}$	SD	ระดับความพึงพอใจ
1) ด้านเนื้อหาสาระการเรียนรู้	4.77	0.42	มากที่สุด
2) ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	4.70	0.46	มากที่สุด
3) ด้านสื่อและอุปกรณ์การเรียนรู้	4.68	0.47	มากที่สุด
4) ด้านการวัดและการประเมินผล	4.68	0.47	มากที่สุด
รวม	4.70	0.46	มากที่สุด

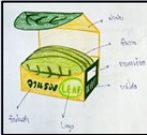
จากตารางที่ 10 พบว่าความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา ร่วมกับการคิดเป็นภาพในภาพรวม อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.77$, SD = 0.42) และเมื่อพิจารณารายการประเมิน โดยเรียงลำดับจากค่าเฉลี่ยมากที่สุดไปหาน้อยที่สุด ดังนี้ ด้านเนื้อหาสาระการเรียนรู้ ($\bar{X} = 4.77$, SD = 0.42) ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ($\bar{X} = 4.70$, SD = 0.46) ด้านสื่อและอุปกรณ์การเรียนรู้ ($\bar{X} = 4.68$, S.D. = 0.47) และด้านการวัดและการประเมินผล ($\bar{X} = 4.68$, SD = 0.47) พบว่าความพึงพอใจของนักเรียนทุกด้านอยู่ในระดับมากที่สุด แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา ร่วมกับการคิดเป็นภาพ ส่งเสริมให้นักเรียนมีความรู้ ความเข้าใจ ความสนใจ และแรงจูงใจในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

4.5 ผลการทำกิจกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา ร่วมกับการคิดเป็นภาพ หน่วย โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก จำนวน 6 แผน เวลา 17 ชั่วโมง แสดงดังตารางที่ 11

ตารางที่ 11 ตัวอย่างการออกแบบวิธีการแก้ปัญหาและชิ้นงานของนักเรียนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้	การออกแบบวิธีการแก้ปัญหา ร่วมกับการคิดเป็นภาพ	การออกแบบชิ้นงาน	ตัวอย่างชิ้นงาน	การออกแบบบรรจุภัณฑ์
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง เนื้อเยื่อพืช (สืบทอดปลอดสารพิษ)				
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโตของราก (หุ่นจำลองจากรากพืชใบเลี้ยงเดี่ยว)				
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโตของราก (Art Toy จากรากพืชใบเลี้ยงคู่)				
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโตของลำต้น (ต่างหูจากฟางข้าว)				
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโตของลำต้น (เข็มกลัดจากขี้เถ้าลำต้นพืชใบเลี้ยงคู่)				

ตารางที่ 11 (ต่อ) ตัวอย่างการออกแบบวิธีการแก้ปัญหาและชิ้นงานของนักเรียนในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้	การออกแบบ วิธีการแก้ปัญหา ร่วมกับการคิดเป็นภาพ	การออกแบบ ชิ้นงาน	ตัวอย่าง ชิ้นงาน	การออกแบบ บรรจุภัณฑ์
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง โครงสร้างและการเจริญเติบโต ของใบ (จากร่องแก้วจากผงใบไม้)				

5. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

ผลการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา ร่วมกับการคิดเป็นภาพ หน่วย โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก ซึ่งประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 6 แผน ใบกิจกรรม แบบทดสอบประจำแผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีประสิทธิภาพเท่ากับ 81.40/84.14 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้ จากการประเมินความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 22 คน ภายหลังได้รับการจัดการเรียนรู้มีคะแนนเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เมื่อพิจารณาองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ 4 ด้าน ได้แก่ ความคิดคล่องแคล่ว ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม และความคิดละเอียดลออ พบว่านักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ ทั้ง 4 ด้าน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ผลการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และผลการประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา ร่วมกับการคิดเป็นภาพ หน่วย โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก มีค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) เท่ากับ 4.70 อยู่ในระดับพึงพอใจมากที่สุด

แผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา ร่วมกับการคิดเป็นภาพ หน่วย โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 81.40/84.14 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ทั้งนี้เนื่องมาจากการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา ร่วมกับการคิดเป็นภาพ หน่วย โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก เป็นไปอย่างมีระบบขั้นตอน โดยศึกษาจากหลักสูตร เอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา ร่วมกับการคิดเป็นภาพ และสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ดังกล่าว ซึ่งได้รับการประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน พบว่าแผนการจัดการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.00 โดยการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้เป็นไปตามแนวคิดสเต็มศึกษา หรือ สะเต็มศึกษา ที่มีขั้นตอนการทากิจกรรมตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ซึ่งจะช่วยให้ นักเรียนได้พัฒนาความคิดสร้างสรรค์ และการแก้ปัญหา สอดคล้องกับ Kareemee (2017, p. 23) ที่กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ส่งเสริมให้นักเรียนฝึกทักษะการคิดแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ผ่านการลงมือปฏิบัติจริงด้วยตนเอง ช่วยกระตุ้นให้นักเรียนฝึกฝนการตั้งคำถาม วิเคราะห์ รวบรวมข้อมูล และบูรณาการองค์ความรู้เพื่อค้นหาแนวทางในการแก้ปัญหา ซึ่งกิจกรรมออกแบบให้นักเรียนทำงานเป็นกลุ่ม จึงมีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ระดมความคิด สะท้อนข้อมูลย้อนกลับ พัฒนา และประเมินคุณภาพชิ้นงานที่สร้างสรรค์ร่วมกัน จนสามารถแก้ปัญหาที่พบเจอในชีวิตประจำวันได้ อีกทั้งผู้วิจัยได้เพิ่มการคิดเป็นภาพเข้าไปในกิจกรรมขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา ร่วมกับการคิดเป็นภาพ ซึ่งนักเรียนร่วมกันวางแผนและออกแบบวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน โดยการสื่อความคิดถ่ายทอดออกมาเป็นภาพวาดอย่างมีหลักการ เพื่อนำเสนอข้อมูลหรือวิธีการที่ค้นพบให้เป็นรูปธรรมชัดเจน สอดคล้องกับ Wongsaphan (2021, p. 1) ที่กล่าวว่า การคิดเป็นภาพเป็นการคิดที่กระตุ้นกระบวนการในสมองผ่านการเชื่อมโยงรูปภาพกับข้อมูล และสามารถถ่ายทอดข้อมูลให้เข้าใจโดยการวาดภาพ ผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับผลการวิจัยของ Seemasom et al. (2024, pp. 803-820) พบว่าแผนการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 80.83/82.46 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้ ภายหลังการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา ร่วมกับการคิดเป็นภาพ หน่วย โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก พบว่านักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เมื่อพิจารณาจากองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์รายด้าน ปรากฏว่านักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยรายด้านก่อนเรียนและหลังเรียนตามลำดับ ดังนี้ ด้านความคิดคล่องแคล่วเท่ากับ 21.91 และ 35.45 ด้านความคิดยืดหยุ่นเท่ากับ 20.73 และ 33.64 ด้านความคิดริเริ่มเท่ากับ 19.82 และ 31.91 และด้านความคิดละเอียดลออเท่ากับ 17.00

และ 24.64 อาจเนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพมุ่งเน้นให้นักเรียนได้ฝึกฝนทักษะการคิดวิเคราะห์และแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ซึ่งส่งเสริมให้นักเรียนมีการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และการแก้ปัญหาผ่านการทำกิจกรรมด้วยตนเองในทุกขั้นตอน (Kareemee, 2018, p. 45-47) ซึ่งศิลปะในสเต็มศึกษาเป็นสื่อกลางการสร้างสร้งสรรค์ความคิดเชิงนามธรรมและตกผลึกให้เป็นรูปธรรมด้วยรูปแบบงานศิลปะ สะท้อนให้เห็นความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน นำไปสู่การแก้ปัญหาได้จริง (PoNgern, 2017, p. 321) อีกทั้งการคิดเป็นภาพมุ่งเน้นให้นักเรียนฝึกการถ่ายทอดข้อมูลหรือความคิดของตนเองผ่านการวาดภาพเพื่อสื่อความหมาย (Wongsaphan, 2021, p. 1) เมื่อพิจารณาผลพัฒนาการองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ในแต่ละด้านของนักเรียน ปรากฏว่าด้านความคิดคล่องแคล่ว ด้านความคิดยืดหยุ่น และด้านความคิดริเริ่ม มีผลต่างของคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียนเท่ากับ 13.55, 12.91 และ 12.09 ตามลำดับ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะนักเรียนเกิดการเรียนรู้จากสถานการณ์ปัญหาที่พบ ตั้งแต่การเข้าใจปัญหา วิเคราะห์และแลกเปลี่ยนแนวคิดที่หลากหลายร่วมกันภายใต้ข้อจำกัดด้านเวลา จนกระทั่งค้นพบแนวทางการออกแบบและคิดค้นดัดแปลงวิธีการหรือชิ้นงาน การวางแผนและจัดเตรียมอุปกรณ์เพื่อใช้สำหรับการสร้างชิ้นงาน ส่วนด้านความคิดละเอียดลออมีผลต่างของคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียนน้อยกว่าด้านอื่น เท่ากับ 7.64 อาจเนื่องมาจากความคิดละเอียดลออเป็นการคิดในเชิงรายละเอียด เพื่อการตกแต่งและขยายความคิดหลักให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น (Kareemee, 2018, pp. 45-46) สอดคล้องกับ (Jittopars & Hemchayart, 2014, p. 264) ที่กล่าวว่า การจัดสภาพแวดล้อมในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนต้องอาศัยการทำกิจกรรมอย่างต่อเนื่อง จำเป็นต้องใช้ระยะเวลาและการฝึกฝนอย่างสม่ำเสมอ จากเหตุผลดังกล่าวอาจเป็นข้อจำกัดทางด้านเวลาในการทำกิจกรรม ซึ่งส่งผลให้พัฒนาการด้านความคิดละเอียดลออของนักเรียนน้อยกว่าความคิดสร้างสรรค์ด้านอื่น ผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับการศึกษาของ Pholsupho et al. (2023, pp. 2321-2334) พบว่าภายหลังการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เรื่อง สารละลาย นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีความคิดสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และเมื่อพิจารณาองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์รายด้าน พบว่ามีพัฒนาการความคิดคล่องแคล่วสูงที่สุดเท่ากับ 10.71 และมีพัฒนาการความคิดละเอียดลออต่ำที่สุดเท่ากับ 8.30 นอกจากนี้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพ หน่วย โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอก มีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียนเท่ากับ 11.32 และ 20.77 ตามลำดับ หมายความว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 อาจเนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพเป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดองค์ความรู้ผ่านการลงมือปฏิบัติจริงด้วยตนเอง โดยบูรณาการความรู้วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม ศิลปะ และคณิตศาสตร์เข้าด้วยกัน เพื่อประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาที่เผชิญหรือสร้างสรรค์ชิ้นงานที่แปลกใหม่ (Orapiriyakul, 2019, p. 1) อีกทั้งการคิดเป็นภาพยังช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาการเรียนรู้ให้ดียิ่งขึ้น และสามารถสังเคราะห์ข้อมูลที่เกิดจากการเรียนรู้ผ่านการเปลี่ยนแปลงข้อมูลให้เป็นภาพอย่างชัดเจนและแม่นยำได้ (Wetcho & Na-Songkhla, 2021, p. 476) ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับการศึกษาของ Pluemsut and Keeratichamroen (2023, pp. 216-229) พบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวสเต็มศึกษาหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง อากาศรอบตัว มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และจากการประเมินความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพ หน่วย โครงสร้างและการเจริญเติบโตของพืชดอกมีค่าเฉลี่ยภาพรวมเท่ากับ 4.70 หมายความว่านักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพ อยู่ในระดับพึงพอใจมากที่สุด เมื่อพิจารณาความพึงพอใจรายด้าน พบว่านักเรียนมีความพึงพอใจด้านสาระการเรียนรู้มากที่สุด ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.77 รองลงมา คือ ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.70 ส่วนในด้านสื่อและอุปกรณ์การเรียนรู้ และด้านการวัดและการประเมินผล มีค่าเฉลี่ยเท่ากัน คือ 4.68 ทั้งนี้เนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพเน้นให้นักเรียนลงมือปฏิบัติจริงผ่านการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ซึ่งเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ฝึกฝนกระบวนการการคิดขั้นสูง การแก้ปัญหา และสร้างสรรค์นวัตกรรมของตนเอง โดยบูรณาการความรู้หลายวิชาในเวลาเดียวกัน ส่งผลให้นักเรียนเกิดความภาคภูมิใจ มีแรงจูงใจในการเรียนวิทยาศาสตร์ และตระหนักถึงความสำคัญของวิทยาศาสตร์กับชีวิตจริง (Chomjumjang, 2022, p. 20) ทำให้นักเรียนมีความพึงพอใจด้านเนื้อหาสาระการเรียนรู้ในระดับมากที่สุด สอดคล้องกับ Rattanari (2018, p. 6) ที่กล่าวไว้ว่าความพึงพอใจเป็นความรู้สึกยินดี ชอบใจ ตอบสนองต่อสิ่งต่าง ๆ โดยอาจแสดงออกมาในเชิงพฤติกรรม เช่น ความตั้งใจในการเรียนรู้หรือมุ่งมั่นกับสิ่งที่ศึกษา ผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับการศึกษาของ Phengnoi and Boonsom (2021, p. 254) พบว่าภายหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์และการสร้างผลงานทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาอยู่ในระดับมากที่สุด

เนื่องจากกิจกรรมดังกล่าวส่งเสริมให้นักเรียนทำงานอย่างเป็นระบบ สามารถสร้างความรู้ความเข้าใจจากการศึกษาด้วยตนเอง โดยใช้เทคโนโลยีสืบค้นข้อมูลจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ และนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตประจำวันได้

6. ข้อเสนอแนะ

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพ ผู้วิจัยจำเป็นต้องศึกษาแนวคิด ทฤษฎี หลักการ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการและขั้นตอนในการออกแบบและจัดกิจกรรม โดยคำนึงถึงความเหมาะสมระหว่างช่วงวัยของกลุ่มตัวอย่าง เนื้อหาสาระการเรียนรู้ สถานที่ เวลา และทรัพยากรที่ใช้ในการทำกิจกรรม เพื่อให้การจัดการเรียนรู้เกิดประสิทธิภาพ และนักเรียนมีพัฒนาการตามสมมติฐานของการวิจัยมากที่สุด นอกจากนี้ควรศึกษาในกลุ่มตัวอย่างที่หลากหลาย และนำการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพไปใช้พัฒนาทักษะของนักเรียนในด้านอื่น เช่น ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะการแก้ปัญหา การคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ และการคิดเชิงออกแบบ เพื่อให้นักเรียนพัฒนาความสามารถอย่างรอบด้านและพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเป็นภาพให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

การทำวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณอาจารย์ประจำสาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร ทุกท่านที่กรุณาให้คำปรึกษาและคำแนะนำมาโดยตลอด ขอขอบคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธราเทพ เตมีรักษ์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร คุณครูสมเพียร เจาจากลิก และคุณครูศรทอง รูปสม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โรงเรียนนาแกพิทยาคม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา นครพนม ที่ให้ความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญในการพิจารณาและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย โดยผู้วิจัยได้ปฏิบัติตามการอบรมเชิงปฏิบัติการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ด้านสังคมศาสตร์และพฤติกรรมศาสตร์ จัดโดยสำนักงานคณะกรรมการการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร ร่วมกับศูนย์จริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ให้ไว้ ณ วันที่ 26 พฤษภาคม 2567 และได้รับใบรับรองจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ จากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร เลขที่ HE67-084 ให้ไว้ ณ วันที่ 17 กุมภาพันธ์ 2568

เอกสารอ้างอิง

- Biewchan, J., & Chumsukon, M. (2022). A study of moral reasoning by concept attainment model with visual thinking technique in S15101 Social studies of grade 5 students at Ban Ka Pee School. *Rajabhat MahaSarakhm University Journal*, 16(3), 171-183. (in Thai)
- Bunlikhitsiri, B., (2017). Organizing learning activities to develop creative thinking in design course. *Journal of Education Studies, Chulalongkorn University*, 45(2), 59-71. (in Thai)
- Chomjumjang, S. (2022). STEM to STEAM: Teaching innovation in Art education. *Journal of Education, Mahasarakham University*, 16(3), 7-22. (in Thai)
- Hemkaew, S. (2025). The effects of STEAM education approach on scientific creative thinking and teamwork skills of 9th grade students. *Journal of Industrial Education*, 24(1), 11-22. (in Thai)
- Jamal, S. N. B., Ibrahim, N. H. B., Halim, N. D. B. A., & Alias, M. I. B. (2020). A preliminary study on the level of creativity among chemistry students in district of Melaka Tengah. *Journal of Critical Reviews*, 7(16), 752-761.
- Jittopars, P., & Hemchayart, W. (2014). Effects of using questions based on Bloom's Taxonomy theory on creative thinking skills of seven year old children. *An Online Journal of Education*, 9(1), 256-267. (in Thai)
- Kareemee, S. (2017). Using the engineering design process to enhance creativity and problem-solving skills part 1. *IPST Magazine*, 45(209), 23-27. (in Thai)
- Kareemee, S. (2018). Using the engineering design process to enhance creativity and problem-solving skills part 2. *IPST Magazine*, 46(210), 44-49. (in Thai)

- Khamhaengpol, A., Phewphong, S., & Chuamchaitrakool, P. (2022). STEAM activity on biodiesel production: Encouraging creative thinking and basic science process skills of high school students. *Journal of Chemical Education*, 99(2), 736-744.
- Khiaokaeo, T., Sarayuthpitak, J., & Rodpipat, S. (2023). Effects of health education learning management using visual thinking on learning achievement and creative thinking of secondary school students. *Academic Journal of Thailand National Sports University*, 15(1), 129-139. (in Thai)
- Lertyosbordin, C. (2024). The quality of Thai youth through the PISA 2022 test results. *National Defence Studies Institute Journal*, 15(2), 25-35. (in Thai)
- OECD. (2024). New PISA results on creative thinking: Can students think outside the box? *PISA in Focus*, 2024(125), 1-9.
- Orapiriyakul, S. (2019). STEAM education: Innovative education integrated into learning management. *Journal of Research and Curriculum Development*, 9(1), 1-16. (in Thai)
- Phengnoi, D., & Boonsom, N. (2021). Development of scientific work creation and creative problem-solving abilities for fifth grade students by STEAM education-based learning activities management. *Silpakorn Educational Research Journal*, 13(1), 238-257. (in Thai)
- Pholsupho, P., Khamhaengpol, A., & Wattanasam, H. (2023). Development of creative thinking of Mathayomsuksa 4 students on the topic of solution by using STEAM education. *Journal of MCU Peace Studies*, 11(6), 2321-2334. (in Thai)
- Pluemsut, O., & Keeratchamroen, W. (2023). A study of learning outcomes and creativity thinking ability on learning unit “Weather Around Us” of grade 7 students using STEAM education. *Ratchaphruek Journal*, 21(1), 216-229. (in Thai)
- PoNgern, W. (2017). STEAM, Arts for STEM education: Improvement in perception, capacity and inspiration for children. *Journal of Education Studies, Chulalongkorn University*, 45(1), 320-334. (in Thai)
- Rattanari, W. (2018). *Assessing students’ satisfactions of their suitability to their Web Based Learning instructional designing inventory method on science core learning at the upper secondary level under Secondary Educational Service Area Office 27*. [Master’s thesis]. Rajabhat Maha Sarakham University. (in Thai)
- Seemasom, N., Khamhaengpol, A., & Suwannatri, K. (2024). Development of creative thinking and learning achievement of Mathayomsuksa 1 students on the topic of climate change process by using STEAM education. *Humanities and Social Sciences Journal of Pibulsongkram Rajabhat University*, 18(2), 803-820. (in Thai)
- Thabthan, S. (2023). Essential skills focus on creating quality human resource for lifelong learning. *Journal of Industrial Education*, 22(2), 1-10. (in Thai)
- Torrance, E. P. (1992). A nation climate for creativity and invention. *Gifted Child Today*, 15(1), 10-14.
- Vorawattanachai, P. (2022). Fundamental knowledge in creative thinking. *Journal of Educational Studies*, 16(1), 14-31. (in Thai)
- Wetcho, S., & Na-Songkhla, J. (2021). Visual literacy from theory to practice: A paradigm of visual thinking, learning and communication. *Journal of Education Naresuan University*, 23(4), 464-478. (in Thai)

“ข้อคิดเห็น เนื้อหา รวมทั้งการใช้ภาษาในบทความถือเป็นความรับผิดชอบของผู้เขียน”

Research article

นวัตกรรมอิฐจากมรดกทางวัฒนธรรม: แนวทางการวิเคราะห์ปัจจัยเชิงสำรวจเพื่อการพัฒนาวัสดุ
สถาปัตยกรรมที่ยั่งยืนในบริบทมรดกโลก

CULTURAL HERITAGE-DRIVEN BRICK INNOVATION: AN EXPLORATORY FACTOR ANALYSIS
APPROACH FOR SUSTAINABLE ARCHITECTURAL MATERIALS DEVELOPMENT IN UNESCO
WORLD HERITAGE CONTEXTS

จตุรงค์ เลหาเพ็ญแสง*

Chaturong Louhapensang*

Chaturong.lo@kmitl.ac.th

*Corresponding author E-mail: Chaturong.lo@kmitl.ac.th

ภาควิชาครุศาสตร์สถาปัตยกรรมและการออกแบบ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520 ประเทศไทย

Department of Architectural education and design School of Industrial Education and Technology,

King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok 10520 Thailand

Journal of Industrial Education. 2026, Vol. 25 (No. 1), <https://doi.org/10.55003/JIE.25112>

Received: March 5, 2026 | Revised: April 20, 2026 | Accepted: April 27, 2026

Citation reference :

Chaturong, L. (2026). Cultural Heritage-Driven Brick Innovation: An Exploratory Factor Analysis Approach to Sustainable Architectural Materials Development in UNESCO World Heritage Context. *Journal of Industrial Education*, 25(1), 113–131.

ABSTRACT

This study addresses the critical gap between cultural heritage preservation and contemporary construction needs by developing a systematic methodology for integrating intangible cultural capital into sustainable brick design. Using Kamphaeng Phet Province, Thailand—a UNESCO World Heritage site—as a case study, we employed Exploratory Factor Analysis (EFA) to identify key design factors and applied an "8 Thai Ways" screening framework to extract cultural elements for architectural material innovation. The EFA (n=250) revealed six distinct design dimensions explaining 56.0% of total variance with acceptable model fit (RMSEA=0.0575, TLI=0.903): Physical Characteristics (11.89%), Aesthetics and Design Expression (10.29%), Utility and Performance (9.65%), Context and Environmental Suitability (8.49%), Construction and Economic Aspects (7.96%), and Innovation and Sustainability (7.72%). Cultural capital emerged as crucial for product identity establishment, leading to textile pattern-inspired brick prototypes. Performance testing according to ASTM C67 standards demonstrated exceptional results: 26.90 MPa compressive strength (784% above minimum requirements) and 11.04% water absorption (56% below maximum thresholds). User satisfaction evaluation (n=55) achieved 3.99/5.0 overall rating, with strengths in local uniqueness (4.01), handling suitability (4.09), and design appeal (3.90). This research provides a context-sensitive framework for transforming cultural heritage into high-performance architectural materials while maintaining authenticity. The methodology demonstrates that systematic cultural capital integration enhances both traditional knowledge preservation and market acceptance, particularly among quality-conscious consumers. Findings offer significant implications for heritage-based sustainable architecture

development applicable within Thai UNESCO World Heritage sites, contributing to both cultural preservation and construction industry innovation.

Keywords: Cultural heritage, Brick innovation, Exploratory factor analysis, Cultural capital, Architectural material sustainability

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มุ่งแก้ไขช่องว่างที่สำคัญ ระหว่างการอนุรักษ์มรดกทางวัฒนธรรมกับความต้องการด้านการก่อสร้างร่วมสมัย โดยพัฒนาระเบียบวิธีที่เป็นระบบ สำหรับการบูรณาการทุนทางวัฒนธรรมที่จับต้องไม่ได้เข้ากับการออกแบบอิฐที่ยั่งยืน โดยใช้จังหวัดกำแพงเพชร ซึ่งเป็นแหล่งมรดกโลกขององค์การยูเนสโกเป็นกรณีศึกษา ผู้วิจัยได้ใช้การวิเคราะห์ปัจจัยเชิงสำรวจ (Exploratory Factor Analysis: EFA) เพื่อระบุปัจจัยหลักในการออกแบบ และประยุกต์ใช้กรอบการคัดกรอง "8 วิถีไทย" เพื่อสกัดองค์ประกอบทางวัฒนธรรมสำหรับการพัฒนานวัตกรรมวัสดุในงานสถาปัตยกรรม การวิเคราะห์ปัจจัยเชิงสำรวจ (จำนวนผู้ตอบแบบสอบถาม 250 คน) แสดงให้เห็นมิติการออกแบบที่แตกต่างกัน 6 มิติ ซึ่งสามารถอธิบายความแปรปรวนรวม 56.0% โดยมีค่าความเหมาะสมของแบบจำลองที่ยอมรับได้ (RMSEA=0.0575, TLI=0.903) ได้แก่ ลักษณะทางกายภาพ (11.89%) สุนทรียศาสตร์และการแสดงออกทางการออกแบบ (10.29%) ประโยชน์ใช้สอยและสมรรถนะ (9.65%) บริบทและความเหมาะสมกับสิ่งแวดล้อม (8.49%) ด้านการก่อสร้างและเศรษฐกิจ (7.96%) และนวัตกรรมและความยั่งยืน (7.72%) ทุนทางวัฒนธรรมปรากฏเป็นปัจจัยสำคัญสำหรับการสร้างเอกลักษณ์ของผลิตภัณฑ์ นำไปสู่ต้นแบบอิฐที่ได้แรงบันดาลใจจากลายผ้าทอ จ.กำแพงเพชร การทดสอบสมรรถนะตามมาตรฐาน ASTM C67 แสดงผลลัพธ์ที่โดดเด่น คือ กำลังรับแรงอัด 26.90 MPa (สูงกว่าข้อกำหนดขั้นต่ำ 784%) และการดูดซับน้ำ 11.04% (ต่ำกว่าเกณฑ์สูงสุด 56%) การประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ (จำนวน 55 คน) ได้คะแนนโดยรวม 3.99 จาก 5.0 โดยมีจุดเด่นในด้านความเป็นเอกลักษณ์ท้องถิ่น (4.01) ความเหมาะสมในการจับถือ (4.09) และความน่าสนใจในการออกแบบ (3.90) ผลการวิจัยนำเสนอกรอบแนวคิด ที่สามารถนำไปใช้ได้ สำหรับการแปลงมรดกทางวัฒนธรรมให้เป็นวัสดุสถาปัตยกรรมที่มีสมรรถนะสูง ในขณะที่รักษาความแท้จริง ระเบียบวิธีดังกล่าว แสดงให้เห็นว่าการบูรณาการทุนทางวัฒนธรรมอย่างเป็นระบบช่วยเสริมทั้งการอนุรักษ์ภูมิปัญญาท้องถิ่นและการยอมรับในตลาด โดยเฉพาะในกลุ่มผู้บริโภคที่ให้ความสำคัญกับคุณภาพ ผลการวิจัยมีนัยสำคัญต่อการพัฒนาสถาปัตยกรรมที่ยั่งยืนซึ่งมีพื้นฐานมาจากมรดกทางวัฒนธรรมในระดับสากล โดยมีส่วนช่วยทั้งการอนุรักษ์วัฒนธรรมและนวัตกรรมอุตสาหกรรมก่อสร้าง

คำสำคัญ: มรดกทางวัฒนธรรม, นวัตกรรมอิฐ, การวิเคราะห์ปัจจัยเชิงสำรวจ, ทุนทางวัฒนธรรม, ความยั่งยืนของวัสดุสถาปัตยกรรม

1. บทนำ

อิฐในฐานะวัสดุก่อสร้างดั้งเดิมของไทย ไม่ได้เป็นเพียงวัสดุที่มีประโยชน์ใช้สอย แต่ยังสะท้อนให้เห็นทุนทางวัฒนธรรมที่มีรากฐานลึกซึ้งทั้งด้านประวัติศาสตร์ สังคม เศรษฐกิจ และสุนทรียศาสตร์ สถาปัตยกรรมไทยในแต่ละยุคสมัย ตั้งแต่ทวารวดี สุโขทัย อยุธยา จนถึงรัตนโกสินทร์ ต่างใช้ “อิฐ” เป็นตัวกลางในการบอกเล่าภูมิปัญญา ความเชื่อ และอัตลักษณ์ทางศิลปวัฒนธรรม อิฐจึงมิใช่เพียงวัสดุ แต่เป็นสัญลักษณ์ของการปรับตัวและการอยู่ร่วมกับสิ่งแวดล้อมผ่านภูมิปัญญาท้องถิ่นอย่างไรรก็ตาม อิฐดั้งเดิมกำลังเผชิญข้อจำกัดเมื่อเทียบกับความต้องการในสังคมสมัยใหม่ ทั้งด้านสิ่งแวดล้อม (การเผาที่ก่อมลพิษ การใช้ทรัพยากรธรรมชาติสูง) ด้านคุณภาพ (ไม่สม่ำเสมอ หนัก ดูดซับน้ำสูง) และด้านเศรษฐกิจ (แรงงานขาดแคลน รายได้ไม่มั่นคง) สิ่งเหล่านี้ทำให้อิฐดั้งเดิมไม่อาจตอบโจทย์อุตสาหกรรมก่อสร้างและมาตรฐานสากลได้เต็มที่ อีกทั้งความรู้และทักษะของช่างอิฐก็เสี่ยงจะสูญหายไปพร้อมกับการเปลี่ยนแปลงของสังคม

ในอีกด้านหนึ่ง แนวโน้มสถาปัตยกรรมยั่งยืน เศรษฐกิจหมุนเวียน และความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี กลับเปิดโอกาสให้การพัฒนา “นวัตกรรมอิฐ” เป็นไปได้มากขึ้น วัสดุทดแทนและการผลิตที่สะอาดกว่า สามารถยกระดับคุณภาพ ขณะเดียวกัน การเชื่อมโยงนวัตกรรมกับทุนทางวัฒนธรรมก็เป็นหัวใจสำคัญ เพราะช่วยรักษาภูมิปัญญา สร้างมูลค่าเพิ่ม และสร้างเอกลักษณ์ที่แตกต่างจากวัสดุสากล การพัฒนาอิฐในยุคใหม่จึงไม่ควรมองเพียงแค่การแก้ปัญหาทางเทคนิคหรือสิ่งแวดล้อม แต่ต้องมองถึงการอนุรักษ์วัฒนธรรม การสร้าง Soft power และการยกระดับเศรษฐกิจท้องถิ่นไปพร้อมกัน การดำเนินงานวิจัยในครั้งนี้

จึงมุ่งวิจัยพัฒนาอู่ในบริบทไทยมีคุณค่าที่มากกว่าการเป็นวัสดุก่อสร้าง หากแต่เป็นตัวแทนของประวัติศาสตร์ ภูมิปัญญา และอัตลักษณ์ การพัฒนานวัตกรรมอู่ที่ต่อยอดจากมรดกทางวัฒนธรรม จึงไม่เพียงช่วยแก้ข้อจำกัดของอู่ดั้งเดิม แต่ยังเป็นการสร้างสะพานเชื่อมระหว่างอดีตกับอนาคต ให้ภูมิปัญญาท้องถิ่นไทยมีบทบาทในโลกสมัยใหม่อย่างยั่งยืน และทรงคุณค่าสอดคล้องกับ รัฐบาลได้กำหนดยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี (พ.ศ. 2561-2580) (Office of the Nation Economic and Social Development Board, 2023, p. 3-3) เป็นแนวทางการพัฒนาระยะยาวของประเทศ เพื่อให้ประเทศไทยบรรลุวิสัยทัศน์ "ประเทศไทยมีความมั่นคง มั่งคั่ง ยั่งยืน เป็นประเทศพัฒนาแล้ว โดยการพัฒนาตามปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง" จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่ายังไม่มีงานวิจัยใดที่บูรณาการ EFA เข้ากับทุนวัฒนธรรมเพื่อออกแบบวัสดุก่อสร้างในบริบทมรดกโลกอย่างเป็นระบบ

ซึ่งในการวิเคราะห์ สังเคราะห์แนวทางการวิจัยในอดีต และปัจจุบัน ส่งผลให้ผู้วิจัยต้องการพัฒนาผลงานที่สะท้อนไปถึงศักยภาพของการสร้างนวัตกรรม โดยเชื่อมโยงไปกับประเด็นยุทธศาสตร์ในการสร้างความสามารถในการแข่งขันและมีแผนแม่บทภายใต้ยุทธศาสตร์ชาติ คือ การท่องเที่ยว สอดคล้องกับจังหวัดกำแพงเพชร มีต้นทุนการท่องเที่ยวทางวัฒนธรรมระดับนานาชาติคือ แหล่งมรดกโลก ที่เป็นตัวแทนในบริบทสากล โดยแนวคิดเรื่องการพัฒนาอย่างยั่งยืนของยูเนสโกเน้นความสัมพันธ์ระหว่าง “การอนุรักษ์” และ “การสร้างนวัตกรรม” เพื่อให้วัฒนธรรมยังคงมีชีวิตและตอบสนองต่อความเปลี่ยนแปลง อู่ไทยในมิตินี้จึงไม่ใช่วัตถุที่หยุดนิ่งในอดีต แต่เป็นพลังสร้างสรรค์ที่สามารถขับเคลื่อนเศรษฐกิจชุมชน เสริมสร้างอัตลักษณ์ และยกระดับความภาคภูมิใจของชาติ (Kosintharanon, 2023, pp. 90-125) หากสามารถบูรณาการภูมิปัญญาดั้งเดิมเข้ากับเทคโนโลยี และแนวคิดด้านความยั่งยืน อู่ไทยก็จะไม่เพียงคงอยู่ในฐานะร่องรอยทางประวัติศาสตร์ แต่ยังเป็นทุนวัฒนธรรมที่มีชีวิตและคุณค่าต่ออนาคต

จากความสำคัญดังกล่าว ผู้วิจัยจึงมีคำถามการวิจัยว่า มรดกทางวัฒนธรรมจากกำแพงเพชร เมืองมรดกโลก สำหรับการพัฒนาผลิตภัณฑ์วัสดุก่อสร้างอู่เพื่อใช้ในการออกแบบสถาปัตยกรรม ที่มีคุณภาพเป็นอย่างไร ซึ่งจะนำไปสู่การเพิ่มความสามารถในการแข่งขันและการกระจายรายได้ที่ยั่งยืน โดยกำหนดเป็นวัตถุประสงค์ในการวิจัยดังนี้ 1. วิเคราะห์ปัจจัยเชิงสำรวจ (EFA) เกี่ยวกับปัจจัยในการออกแบบอู่ จากทุนทางวัฒนธรรม 2. พัฒนาผลิตภัณฑ์วัสดุก่อสร้างอู่เพื่อใช้ในการออกแบบสถาปัตยกรรมจากทุนทางวัฒนธรรม จังหวัดกำแพงเพชร ประเทศไทย 3. ประเมินความพึงพอใจของต้นแบบวัสดุก่อสร้างอู่ในการออกแบบสถาปัตยกรรมจากทุนทางวัฒนธรรม จังหวัดกำแพงเพชร ประเทศไทย และการถ่ายทอดเทคโนโลยีจากการวิจัย

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากกรอบแนวคิดของแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 13 (ปีพุทธศักราช 2566-2570) ในหลักการพัฒนาเศรษฐกิจชีวภาพ เศรษฐกิจหมุนเวียน เศรษฐกิจสีเขียว โดยให้ความสำคัญกับ การประยุกต์ใช้องค์ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีสมัยใหม่ และความคิดสร้างสรรค์ เพื่อสร้าง มูลค่าเพิ่มทางเศรษฐกิจ ควบคู่กับการรักษาความสมดุลระหว่างการอนุรักษ์ และการใช้ประโยชน์จาก ฐานทรัพยากรธรรมชาติและความหลากหลายทางชีวภาพ รวมถึงการปรับเปลี่ยนรูปแบบการผลิต การให้บริการ และการบริโภคเพื่อลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่ง (Office of the Nation Economic and Social Development Board, 2023, p. 3-3) ได้กำหนดขอบเขตของเศรษฐกิจสร้างสรรค์ (Creative economy) และจัดประเภทของกิจกรรม โดยยึดหลักตามกรอบของสหประชาชาติว่าด้วยการค้าและการพัฒนา (United Nations Conference on Trade and Development : UNCTAD) และนำมาผสมผสานกับเอกลักษณ์ ทุนทางวัฒนธรรม และภูมิปัญญาท้องถิ่นของไทย โดยสามารถจัดแบ่งเศรษฐกิจสร้างสรรค์ (Creative economy) ในประเทศไทยได้เป็น 4 กลุ่ม หลัก ได้แก่ (1) มรดกทางวัฒนธรรมและธรรมชาติ ประกอบด้วย งานฝีมือและหัตถกรรมการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรม/ความหลากหลายทางชีวภาพ การแพทย์แผนไทย และอาหารไทย (2) ศิลปะ ประกอบด้วย ศิลปะการแสดงและทัศนศิลป์ (3) สื่อสมัยใหม่ ประกอบด้วย ภาพยนตร์และวิดิทัศน์ การพิมพ์และ สื่อการพิมพ์ การกระจายเสียงและดนตรี (4) งานสร้างสรรค์และการออกแบบ ประกอบด้วย การออกแบบ แฟชั่น สถาปัตยกรรม การโฆษณา และซอฟต์แวร์ เศรษฐกิจสร้างสรรค์เกิดจาก 2 ปัจจัยหลักคือ ทุนทางปัญญา ร่วมกับทักษะความสร้างสรรค์ โดยเชื่อมโยงกับทุนวัฒนธรรมซึ่งจะปรากฏตัวใน 3 รูปแบบ คือ 1) เป็นสิ่งที่ฝังอยู่ในตัวคนหรือกลุ่มคน เช่น ความคิด จินตนาการ ความคิดริเริ่ม ความเชื่อ 2) เป็นสิ่งที่ป็นรูปสัญลักษณ์และเป็นตัวตน เช่น ภาพวาด เครื่องมือ อุปกรณ์ สิ่งก่อสร้าง สถานที่ที่เป็นมรดกโลก 3) ความเป็นสถาบัน เช่น กติกา การยอมรับที่หลากหลาย คนเห็นร่วมกัน เช่น การยอมรับในสถาบันกษัตริย์ วัด โรงเรียน ทำให้เกิดความสามัคคี ประเพณี หรือกิจกรรมร่วมกันของสังคม โดยวัฒนธรรมถือเป็นทุนและต้นทุนที่สำคัญการประเมินสถานการณ์ทุนทางวัฒนธรรมของประเทศไทย พบว่า วัฒนธรรมและภูมิปัญญาท้องถิ่นจำนวนมากมีความหลากหลาย มีคุณค่า มีเอกลักษณ์โดดเด่นเฉพาะ

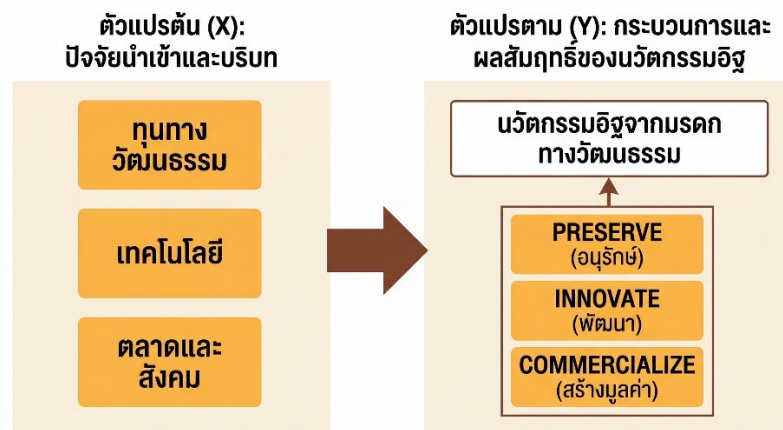
ท้องถิ่นซึ่งสามารถนำมาใช้ประโยชน์ในการพัฒนาประเทศ ได้มากมาย หากแต่ยังขาดการอนุรักษ์ฟื้นฟูพัฒนาต่อยอดอย่างเป็นระบบอย่างจริงจัง อีกทั้งยังขาดการบริหารจัดการที่ดี ซึ่งส่งผลต่อวิถีชีวิต และความเจริญรุ่งเรืองของสังคมไทย

งานวิจัยเชิงประจักษ์ด้านนวัตกรรมอิฐและเซรามิกสีในทศวรรษที่ผ่านมาให้ความสนใจอย่างมากต่อแนวทางการปรับปรุงคุณภาพวัสดุ เช่นการรีไซเคิลของเสียอุตสาหกรรมเพื่อพัฒนาวัสดุก่อสร้างที่มีความยั่งยืน (Gencel et al., 2021, pp. 30425-30438) ซึ่งสะท้อนถึงพัฒนาการของ "เซรามิกสีหมุนเวียน" (Circular ceramics) ที่กำลังเป็นทิศทางหลักของอุตสาหกรรมวัสดุก่อสร้างระดับโลก และการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ (Exploratory Factor Analysis: EFA) ได้รับการนำมาประยุกต์ใช้อย่างแพร่หลายในการศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการรับรู้และความพึงพอใจของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์เชิงวัฒนธรรม (Tu et al., 2019, pp. 1-23); (Li et al., 2021, pp. 1-19) ได้นำ EFA มาใช้ร่วมกับ CFA และ SEM เพื่อสำรวจมิติ "มูลค่าการรับรู้" (Perceived value) ของผู้บริโภคที่ส่งผลต่อความตั้งใจซื้อผลิตภัณฑ์สร้างสรรค์วัฒนธรรม ผลการวิเคราะห์ชี้ให้เห็นว่ามูลค่าการรับรู้สามารถแยกออกเป็นองค์ประกอบที่วัดได้หลายมิติ และมูลค่าเชิงนวัตกรรม (Innovative value) มีบทบาทสำคัญในการพยากรณ์ความตั้งใจซื้อ ยิ่งไปกว่านั้น งานวิจัยนี้ยังตั้งข้อสังเกตว่าผู้บริโภคที่รับรู้ถึงความเป็นนวัตกรรมของผลิตภัณฑ์จะแสดงความตั้งใจซื้อสูงกว่ากลุ่มที่ไม่รับรู้เช่นนั้น งานวิจัยทั้งสองชิ้นจึงแสดงให้เห็นว่า EFA เป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพในการค้นหาโครงสร้างแฝงของแบบสอบถามที่พัฒนาขึ้นใหม่สำหรับบริบทผลิตภัณฑ์วัฒนธรรม โดยช่วยให้นักวิจัยสามารถตรวจสอบและยืนยันความตรงเชิงโครงสร้าง ก่อนนำไปสู่กระบวนการวิเคราะห์เชิงยืนยัน (CFA) ในขั้นตอนถัดไปได้ จากบริบทดังกล่าวจึงส่งผลต่อแนวคิดการสร้างนวัตกรรมจากภูมิปัญญาท้องถิ่นของไทย (Kosinthanon, 2023, pp. 90-125) โดยการผสมผสานภูมิปัญญาดั้งเดิมกับเทคโนโลยีและความคิดสร้างสรรค์ร่วมสมัย เพื่อใช้ประโยชน์ในการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของประเทศ ประกอบด้วยปัจจัยสำคัญหลายประการ ประการแรกคือการมีส่วนร่วมของชุมชน ตั้งแต่ต้นจนจบ ชุมชนต้องเป็นเจ้าของและมีอำนาจในการตัดสินใจ ไม่ใช่เพียงแค่แรงงานหรือแหล่งข้อมูล การพัฒนาที่แท้จริงต้องเกิดจากภายในชุมชน ภายนอกเพียงแค่อำนวยความสะดวก ประการที่สองคือความสมดุลระหว่างการอนุรักษ์และนวัตกรรม การพัฒนาที่มากเกินไปอาจทำลายแก่นแท้ของภูมิปัญญา ในขณะที่การยึดติดกับรูปแบบเดิมมากเกินไปอาจทำให้ไม่สามารถแข่งขันได้ ความสำเร็จอยู่ที่การหาจุดสมดุลที่เหมาะสม โดยรักษาสິงที่เป็นแก่นไว้และปรับเปลี่ยนในส่วนที่จำเป็น ประการที่สามคือการบูรณาการความรู้และทักษะที่หลากหลาย การทำงานร่วมกันระหว่างผู้รู้ภูมิปัญญา นักออกแบบ นักเทคโนโลยี นักการตลาดและผู้ประกอบการ จะช่วยให้ได้นวัตกรรมที่มีทั้งคุณค่าทางวัฒนธรรมและความสามารถในการแข่งขันทางเศรษฐกิจ ประการที่สี่คือการมองระยะยาว การสร้างนวัตกรรมจากภูมิปัญญาไม่ใช่โครงการระยะสั้นที่คาดหวังผลตอบแทนทันที แต่เป็นการลงทุนระยะยาวในการสร้างระบบที่ยั่งยืน ต้องใช้เวลาในการสร้างความไว้วางใจพัฒนาทักษะสร้างตลาดและสร้างชื่อเสียง ทูทางวัฒนธรรมเป็นสิ่งที่มีความสำคัญและให้คุณค่าต่อวิถีชีวิตของสังคม ดังที่กล่าวมาแล้ว แต่ทุนทางวัฒนธรรมหลายเรื่องมีความเป็นนามธรรมสูง เช่นวัฒนธรรมที่จับต้องไม่ได้เป็นพลวัต (Dynamic) สามารถเปลี่ยนแปลงและถ่ายทอดข้ามสังคม กลุ่มคน สถานที่ และเวลาได้ตลอด (Boourdieu, 1986, pp. 241-258) การนำทุนทางวัฒนธรรมและภูมิปัญญาไทยมาพัฒนาและใช้ประโยชน์ในการพัฒนา เศรษฐกิจและสังคมประเทศต้องมีการบริหารจัดการที่ดี และตั้งอยู่บนหลักการที่สำคัญ คือการเคารพความหลากหลายทางวัฒนธรรม การพัฒนาวัฒนธรรมอย่างเป็นองค์รวม จะเป็นการสร้างความสมดุล ความยั่งยืน และการมีส่วนร่วมของทุกภาคส่วน เนื่องจากทุนทางวัฒนธรรมมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ซึ่งอาจมีผลมาจากเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร การมีปฏิสัมพันธ์ของสังคมโลก การเลื่อนไหลหรือการกระจายทางวัฒนธรรม จึงก่อให้เกิดการการผสมผสานทางวัฒนธรรม การปลูกฝังให้ประชาชนได้ตระหนักถึงวัฒนธรรมที่ดีงามของชุมชนและของท้องถิ่น จึงเป็นสิ่งจำเป็นและเร่งด่วนที่จะต้องอาศัยระบบการศึกษาและรูปแบบการจัดการเรียนการสอนที่มีความเหมาะสมรวมถึงสถาบันทางสังคม และทุกภาคส่วนได้เข้ามามีส่วนร่วมในการควบคุม ฝั่ระวังทางวัฒนธรรมปลูกฝังและส่งเสริมให้มีให้เกิดขึ้น แนวทางดังกล่าวจึงเป็นสมมติฐานที่สำคัญเพื่อพัฒนาในการวิจัยครั้งนี้

3. วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 กรอบแนวคิดการวิจัย

งานวิจัยนี้จึงเกิดขึ้นเพื่อเป็นแนวคิดในการพัฒนานวัตกรรมอิฐที่มีรากฐานจากทุนทางวัฒนธรรมบนพื้นฐานของการบูรณาการ 3 มิติหลัก (Csikszentmihalyi, 1999, pp. 313-338) ประกอบด้วย มิติที่ 1: การอนุรักษ์ (Preservation) มิติที่ 2: การพัฒนานวัตกรรม (Innovation) และมิติที่ 3: การสร้างมูลค่า (Commercialization) จากกรอบแนวคิดข้างต้น สามารถกำหนดแกนการวิจัยหลักได้ 5 แกน: คือ 1. การศึกษาและจัดการทุนทางวัฒนธรรม 2. การพัฒนาเทคโนโลยีและวัสดุศาสตร์ 3. การออกแบบและสถาปัตยกรรม 4. เศรษฐกิจและการตลาด 5. สังคมและความยั่งยืน



รูปที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัยพัฒนานวัตกรรม

3.2 ขอบเขตการวิจัย

ขอบเขตด้านประชากรในการวิจัย นักศึกษาด้านการออกแบบ อาจารย์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จำนวน 762 คน (ข้อมูล ณ วันที่ 23 มกราคม 2568)

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักศึกษาด้านการออกแบบ อาจารย์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่มีผลงาน แสดงในงาน KMIL Innovation Expo ซึ่งเป็นกลุ่มที่มีความเชี่ยวชาญด้านการออกแบบ ที่สัมพันธ์กับวัตถุประสงค์การวิจัย ตามข้อเสนอของ (Viratchai, 2012, pp. 1-20) ; (Hair et al., 2017, pp. 1-39) กำหนดไว้ว่าหาก ต้องการผลการวิจัยที่มีความแข็งแกร่ง ควรใช้กลุ่มตัวอย่างอย่างน้อย 5- 20 ตัวอย่างต่อหน่วยการคำนวณหนึ่ง พารามิเตอร์ ในการวิจัยนี้มีหน่วยพารามิเตอร์ที่ต้อง คำนวณ 27 พารามิเตอร์ ดังนั้นจำเป็นต้องใช้กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 135- 540 ตัวอย่าง และเพื่อให้งานวิจัยมีความแข็งแกร่งอย่าง เหมาะสม ผู้เชี่ยวชาญและผู้วิจัยสรุปเลือกใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 250 ตัวอย่าง

ขอบเขตด้านเนื้อหา คือ ปัจจัยที่ส่งผลต่อการออกแบบและพัฒนาอฐ ได้แก่ปัจจัยที่ 1) ลักษณะทางกายภาพและคุณสมบัติ ของวัสดุ ปัจจัยที่ 2) สุนทรียศาสตร์และการแสดงออกทางการออกแบบ ปัจจัยที่ 3) ประโยชน์ใช้สอยและสมรรถนะ ปัจจัยที่ 4) บริบทและความเหมาะสมกับสิ่งแวดล้อม ปัจจัยที่ 5) ด้านการก่อสร้างและเศรษฐกิจ ปัจจัยที่ 6) นวัตกรรมและความยั่งยืน

ขอบเขตด้านตัวแปร

ตัวแปรต้น คือ การออกแบบผลิตภัณฑ์อฐจากมรดกทางวัฒนธรรม จ.กำแพงเพชร

ตัวแปรตาม คือ ประเมินผลจากการพัฒนาอฐจากมรดกทางวัฒนธรรม จ.กำแพงเพชร (1.ผลการทดสอบอฐตามมาตรฐาน วัดโดยแรงอัด (MPa) และการดูดซึมน้ำ (%) ตามมาตรฐาน ASTM C67 2.ค่าความพึงพอใจของผู้ประกอบการและผู้บริโภค วัดโดยแบบสอบถาม Likert 5 ระดับ ด้านอัตลักษณ์วัฒนธรรม วัดโดยระดับความสอดคล้องกับ '8 วิถีไทย' 3.การนำผลการวิจัย ไปใช้ในการถ่ายทอดเทคโนโลยีและประเมินความพึงพอใจของผู้ประกอบการต่อองค์ความรู้และการใช้ประโยชน์จากงานวิจัย)

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาการพัฒนา ซึ่งผู้วิจัยได้ออกแบบและพัฒนา และผ่านการประเมินคุณภาพและความเหมาะสม ของสื่อจากกลุ่มผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา (5 คน) และด้านการออกแบบและวัสดุ (5 คน) ประกอบด้วยเครื่องมือ ดังนี้ 1) สื่อแบบสอบถามการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ (EFA) ปัจจัยในการออกแบบอฐ ด้วยแบบประเมินความเหมาะสม มาตรฐานแบบประมาณค่า 5 ระดับ (Rating scale) ซึ่งมีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่าง 0.81 - 1.00 จากกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ ด้านเนื้อหา 5 คน จากกลุ่มผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบและวัสดุ (5 คน) 2) ผลการทดสอบคุณภาพของอฐที่พัฒนาขึ้น 3) แบบประเมินความพึงพอใจ กลุ่มตัวอย่างจำนวน 55 คน ซึ่งผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นเพื่อวัดและประเมินระดับความพึงพอใจ ของผู้ประกอบการและผู้บริโภค โดยแบ่งเป็น 4 ด้าน ได้แก่ 1.ด้านเป็นสินค้าที่เป็นเอกลักษณ์ของท้องถิ่น 2. ด้านการดึงดูดใจ จากการออกแบบ 3. ด้านขนาด รูปร่างและน้ำหนักที่ไม่เป็นอุปสรรคต่อการนำพาหรือขนส่ง 4. ด้านราคา ซึ่งแบบประเมินได้รับ ค่าความสอดคล้อง (IOC) อยู่ระหว่าง 0.81 - 1.00 จากกลุ่มผู้เชี่ยวชาญด้านวัดและประเมินผลจำนวน 5 คน

3.4 เก็บรวบรวมข้อมูล

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 (ม.ค. 2568)

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้หลังจากผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลทั้งหมดแล้ว จึงนำข้อมูลดังกล่าวมาทำการวิเคราะห์ข้อมูล ดังต่อไปนี้

1. การวิเคราะห์ปัจจัยเชิงสำรวจ (EFA) เกี่ยวกับปัจจัยในการออกแบบอิฐจากมรดกทางวัฒนธรรม
2. ผลการทดสอบอิฐตามมาตรฐาน ASTM C67
3. หาค่าความพึงพอใจของผู้ประกอบการและผู้บริโภค ที่มีต่อการออกแบบอิฐจากมรดกทางวัฒนธรรม จ.กำแพงเพชร ด้วยสถิติพื้นฐานที่ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
4. การนำผลการวิจัยไปใช้ในการถ่ายทอดเทคโนโลยีและประเมินความพึงพอใจของผู้ประกอบการต่อองค์ความรู้และการใช้ประโยชน์จากงานวิจัย

3.6 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

สถิติการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพหุตัวแปร ได้แก่ การวิเคราะห์หองค์ประกอบเชิงสำรวจ (Exploratory factor analysis)

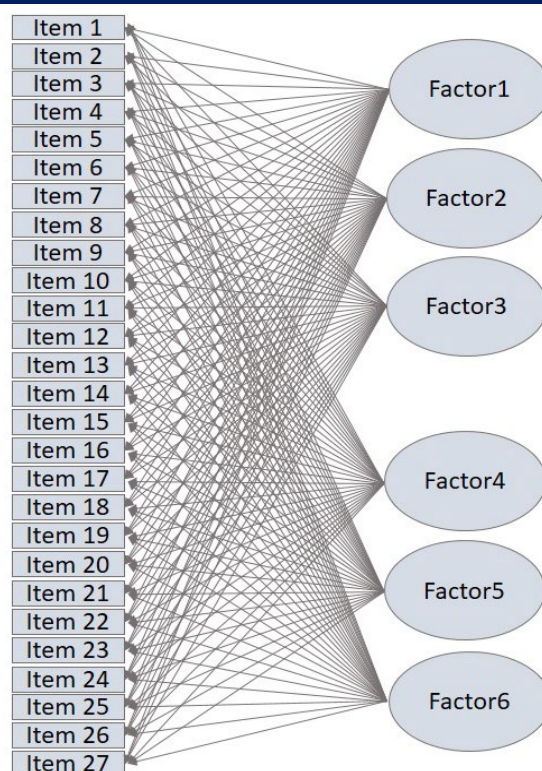
สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย (Mean) และ ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation: SD)

4. ผลการวิจัย

งานวิจัยเรื่อง "นวัตกรรมอิฐจากมรดกทางวัฒนธรรม: แนวทางการวิเคราะห์ปัจจัยเชิงสำรวจเพื่อการพัฒนาวัสดุสถาปัตยกรรมที่ยั่งยืนในบริบทมรดกโลก" ผู้วิจัยได้แบ่งการนำเสนอผลการวิจัยออกเป็น 3 ส่วน (Hair et al., 2017, pp.1-39) ; (Gorsuch, 1997, pp. 532-560) ; (Fornell et al., 1981, pp. 39-50) ดังนี้

4.1 การวิเคราะห์ปัจจัยเชิงสำรวจ (EFA) เกี่ยวกับปัจจัยในการออกแบบอิฐ จากทุนทางวัฒนธรรม

ในการศึกษานี้ ผู้วิจัยใช้การวิเคราะห์ปัจจัยเชิงสำรวจ (EFA) เป็นวิธีการทางสถิติพื้นฐานเพื่อทำความเข้าใจและจัดโครงสร้างข้อพิจารณาที่ซับซ้อนในการออกแบบอิฐอย่างเป็นระบบ เป้าหมายหลักคือการก้าวข้ามสมมติฐานและระบุมิติหลักที่มีอิทธิพลต่อการรับรู้ การเลือก และการประยุกต์ใช้อิฐในสถาปัตยกรรม การวิเคราะห์ EFA สามารถระบุปัจจัยที่แตกต่างกัน 6 ปัจจัยที่คิดเป็นสัดส่วนที่สำคัญของความแปรปรวนในข้อมูล เนื่องจากใช้ Varimax rotation (Orthogonal) ปัจจัยทั้ง 6 จึงถูกกำหนดให้ไม่สัมพันธ์กัน ดังที่แสดงโดยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยเท่ากับ 0.00 ทุกคู่ โดยรวมแล้ว ปัจจัยทั้งหมด 6 นี้อธิบายความแปรปรวนรวม 56.0% ค่าไอเกนวาลู (Eigenvalue) ยังสนับสนุนการแก้ปัญหาด้วย 6 ปัจจัย ความเหมาะสมของแบบจำลองและการตรวจสอบสมมติฐานค่าวัดความเหมาะสมของแบบจำลอง: แบบจำลองแสดงความเหมาะสมที่ดีกับข้อมูล ค่า Root Mean Square Error of Approximation (RMSEA) อยู่ที่ 0.0575 โดยมีช่วงความเชื่อมั่น 90% อยู่ระหว่าง 0.0484 ถึง 0.0669 ซึ่งอยู่ในช่วงที่ยอมรับได้ (โดยทั่วไป <0.08) ค่า Tucker-Lewis Index (TLI) อยู่ที่ 0.903 แสดงถึงความเหมาะสมที่ยอมรับได้ (โดยทั่วไปต้องการ >0.90)



รูปที่ 2 โมเดลการวิเคราะห์ปัจจัยเชิงสำรวจ (EFA model)

ตารางที่ 1 Factor loadings

Item (หัวข้อ)	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 4	Factor 5	Factor 6	Uniqueness
1.3 Size and shape (ขนาดและรูปทรง)	0.886						0.2032
1.5 Weight (น้ำหนัก)	-0.879						0.2209
1.1 Color (สี)	0.77						0.3909
1.2 Texture (ผิวสัมผัส)	0.766						0.3842
1.4 Strength (ความแข็งแรง)	0.637						0.5733
2.3 Concept/Identity (แนวคิด/เอกลักษณ์)							0.9830
3.4 Humidity control (การควบคุมความชื้น)		0.968					0.0564
3.5 Weight bearing (การรับน้ำหนัก)		0.767					0.3958
3.3 Ventilation (การระบายอากาศ)		0.736					0.4364
3.1 Heat protection (การกันความร้อน)		-0.685					0.5207
3.2 Soundproofing (การกันเสียง)		0.419					0.8135
6.3 Reuse (การนำกลับมาใช้ใหม่)			1.001				-0.0138
6.2 Production process (กระบวนการผลิต)			0.95				0.0874
6.4 Technology (เทคโนโลยี)			0.61				0.6189
6.1 Recycle (การรีไซเคิล)			-0.55				0.69

ตารางที่ 1 (ต่อ) Factor loadings

Item (หัวข้อ)	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 4	Factor 5	Factor 6	Uniqueness
2.2 Light and shadow (แสงและเงา)				0.878			0.2069
2.4 Other materials (วัสดุอื่น ๆ)				0.793			0.3561
2.5 Atmosphere (บรรยากาศ)				-0.703			0.4938
2.1 Pattern (ลวดลาย)				-0.589			0.6411
4.1 Building context (บริบทของอาคาร)					0.793		0.3589
4.3 Climate (สภาพภูมิอากาศ)					0.724		0.4693
4.2 Local culture (วัฒนธรรมท้องถิ่น)					0.705		0.4802
4.4 Local (ความเป็นท้องถิ่น)					-0.656		0.5527
5.4 Maintenance costs (ค่าบำรุงรักษา)						0.944	0.1031
5.2 Simplicity (ความเรียบง่าย)						0.858	0.2541
5.1 Price (ราคา)						-0.445	0.7994
5.3 Labor skills (ทักษะแรงงาน)						-0.431	0.8062

หมายเหตุ: ใช้วิธีการสกัดปัจจัยแบบ Principal axis factoring ร่วมกับการหมุนแกนแบบ Varimax (โดยหมายเลขหน้า หัวข้อที่ไม่เรียงกันแสดงให้เห็นถึงการสลับจัดกลุ่มจากกระบวนการทางสถิติ)

ตารางที่ 2 ตารางเกณฑ์การวัดความสอดคล้องของโมเดล (Fit measures model)

ดัชนีชี้วัด (Measures)	RMSEA	RMSEA 90% CI: Lower (ขีดจำกัดล่าง)	RMSEA 90% CI: Upper (ขีดจำกัดบน)	TLI	BIC	Model Test: χ^2 (ไคสแควร์)	Model Test: df (องศาอิสระ)	Model Test: p (ค่าความเชื่อมั่น)
ค่าสถิติ (Value)	0.0575	0.0484	0.0669	0.903	-753	373	204	< .001

-RMSEA: ดัชนีรากที่สองของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนของการประมาณค่า

-RMSEA 90% CI (Lower/Upper): ช่วงความเชื่อมั่นที่ระดับ 90% ของค่า RMSEA (ขีดจำกัดล่าง และ ขีดจำกัดบน)

-TLI: ดัชนี Tucker-Lewis

-BIC (Bayesian Information Criterion): เกณฑ์สารสนเทศแบบเบย์

-Model Test: การทดสอบโมเดลด้วยค่าสถิติไคสแควร์

-df (Degrees of Freedom): ค่าองศาอิสระ

-p (p-value): ค่าระดับนัยสำคัญทางสถิติ

การทดสอบทรงกลมของบาร์ทเล็ตต์: การทดสอบนี้มีนัยสำคัญ ($\chi^2 = 3418$, df = 351, $p < .001$) ยืนยันว่าตัวแปรมีความสัมพันธ์กันเพียงพอที่จะดำเนินการ EFA ได้

ตารางที่ 3 ตารางการตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้น (Assumption checks) การทดสอบความสัมพันธ์ของตัวแปร (Bartlett's test of sphericity)

สถิติทดสอบ (Test)	χ^2 (ไคสแควร์)	df (องศาอิสระ)	p (ค่า p)
Bartlett's test of sphericity	3418	351	< .001

*Bartlett's test: เป็นการตรวจสอบว่าข้อมูลมีความสัมพันธ์กันเพียงพอที่จะนำไปวิเคราะห์องค์ประกอบ (Factor analysis) ได้หรือไม่ ซึ่งค่า $p < .001$ แสดงว่าข้อมูลมีความเหมาะสม

ค่าวัดความเพียงพอในการสุ่มตัวอย่าง (MSA): ค่า MSA โดยรวมอยู่ที่ 0.728 ซึ่งถือว่าดี (>0.5 เป็นที่ยอมรับได้) ค่า MSA ของรายการส่วนใหญ่อยู่เหนือ 0.6 แสดงถึงความเพียงพอในการสุ่มตัวอย่างที่ดี อย่างไรก็ตาม ควรสังเกตว่ารายการ "2.3 แนวคิด/เอกลักษณ์" มีค่า MSA ที่ต่ำมากที่ 0.2862 และมีค่าความเป็นเอกลักษณ์สูงมากที่ 0.98301 โดยจะตัดตัวชี้วัดนี้ออกจากการวิเคราะห์ EFA รอบสุดท้าย รายการ "6.3 Reuse" ที่มี Factor loading = 1.001 เกิดจาก Heywood case โดยนำข้อคำถามนั้นไปรวมกับปัจจัยที่เหมาะสม

ตารางที่ 4 ตารางดัชนีความเหมาะสมของกลุ่มตัวอย่าง (KMO measure of sampling adequacy)

รายการตัวแปร (Item/Variable)	MSA (ดัชนีความเหมาะสม)
1.1 Color (สี)	0.804
1.2 Texture (ผิวสัมผัส)	0.792
1.3 Size and shape (ขนาดและรูปร่าง)	0.797
1.4 Strength (ความแข็งแรง)	0.841
1.5 Weight (น้ำหนัก)	0.814
2.1 Pattern (ลวดลาย)	0.777
2.2 Light and shadow (แสงและเงา)	0.689
2.3 Concept/Identity (แนวคิด/เอกลักษณ์)	0.286
2.4 Other materials (วัสดุอื่น ๆ)	0.714
2.5 Atmosphere (บรรยากาศ)	0.753
3.1 Heat protection (การกันความร้อน)	0.814
3.2 Soundproofing (การกันเสียง)	0.753
3.3 Ventilation (การระบายอากาศ)	0.729
3.4 Humidity control (การควบคุมความชื้น)	0.697
3.5 Weight bearing (การรับน้ำหนัก)	0.846
4.1 Building context (บริบทของอาคาร)	0.737
4.2 Local culture (วัฒนธรรมท้องถิ่น)	0.761
4.3 Climate (สภาพภูมิอากาศ)	0.739
4.4 Local (ความเป็นท้องถิ่น)	0.726
5.1 Price (ราคา)	0.737
5.2 Simplicity (ความเรียบง่าย)	0.563
5.3 Labor skills (ทักษะแรงงาน)	0.617
5.4 Maintenance costs (ค่าบำรุงรักษา)	0.559
6.1 Recycle (การรีไซเคิล)	0.729
6.2 Production process (กระบวนการผลิต)	0.662
6.3 Reuse (การนำกลับมาใช้ใหม่)	0.641
6.4 Technology (เทคโนโลยี)	0.816
Overall (ค่าเฉลี่ยภาพรวม)	0.728

*KMO (Overall): ค่า 0.728 อยู่ในเกณฑ์ดี (Good) เหมาะสำหรับการวิเคราะห์องค์ประกอบ (Factor analysis)

การวิเคราะห์ สัณเคราะห์ทั้ง 6 ปัจจัย

ปัจจัยที่ 1: ลักษณะทางกายภาพและคุณสมบัติของวัสดุ (11.89% ของความแปรปรวน) ปัจจัยนี้ครอบคลุมคุณลักษณะทางกายภาพและคุณภาพที่แท้จริงของอิฐ รวมถึง ขนาดและรูปร่าง (0.886) น้ำหนัก (-0.879) สี (0.770) เนื้อสัมผัส (0.766) และความแข็งแรง (0.637)

ปัจจัยที่ 2: สุนทรียศาสตร์และการแสดงออกทางการออกแบบ (10.29% ของความแปรปรวน) ปัจจัยนี้เกี่ยวข้องกับศักยภาพทางศิลปะและภาพของอิฐในการออกแบบสถาปัตยกรรม รวมถึง แสงและเงา (0.878) วัสดุอื่นๆ (0.793) บรรยากาศ (-0.703) และลวดลาย (-0.589)

ปัจจัยที่ 3: ประโยชน์ใช้สอยและสมรรถนะ (9.65% ของความแปรปรวน) ปัจจัยนี้มุ่งเน้นไปที่ประโยชน์เชิงหน้าที่และประสิทธิภาพของอิฐในอาคาร รวมถึงการควบคุมความชื้น (0.968) การรับน้ำหนัก (0.767) การระบายอากาศ (0.736) การป้องกันความร้อน (-0.685) และการป้องกันเสียง (0.419)

ปัจจัยที่ 4: บริบทและความเหมาะสมกับสิ่งแวดล้อม (8.49% ของความแปรปรวน) ปัจจัยนี้อธิบายว่าอิฐบูรณาการกับสภาพแวดล้อมและสภาวะสิ่งแวดล้อมอย่างไร รวมถึง บริบทของอาคาร (0.793) สภาพภูมิอากาศ (0.724) วัฒนธรรมท้องถิ่น (0.705) และท้องถิ่น (-0.656)

ปัจจัยที่ 5: ด้านการก่อสร้างและเศรษฐกิจ (7.96% ของความแปรปรวน) ปัจจัยนี้เน้นไปที่ความเป็นจริงเชิงปฏิบัติที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการก่อสร้างและผลกระทบทางเศรษฐกิจของการใช้อิฐ รวมถึง ต้นทุนการบำรุงรักษา (0.944) ความเรียบง่าย (0.858) ราคา (-0.445) และทักษะแรงงาน (-0.431)

ปัจจัยที่ 6: นวัตกรรมและความยั่งยืน (7.72% ของความแปรปรวน) ปัจจัยนี้เน้นการพิจารณาสมัยใหม่เกี่ยวกับผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม การนำกลับมาใช้ใหม่ และความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีในการออกแบบและการผลิตอิฐ รวมถึง การนำกลับมาใช้ใหม่ (1.001) กระบวนการผลิต (0.950) เทคโนโลยี (0.610) และการรีไซเคิล (-0.550)

การตรวจสอบความสำคัญของทุนทางวัฒนธรรม การวิเคราะห์สังเคราะห์ปัจจัยข้างต้นให้หลักฐานเชิงประจักษ์สำหรับความสำคัญขององค์ประกอบทางวัฒนธรรมในการออกแบบอิฐ โดยปัจจัย "บริบทและความเหมาะสมกับสิ่งแวดล้อม" รวมถึง "วัฒนธรรมท้องถิ่น" เป็นตัวแปรสำคัญ กว้างกว่านั้น ผลการวิจัยยืนยันว่า "ทุนทางวัฒนธรรม" เป็นองค์ประกอบสำคัญสำหรับการสร้างเอกลักษณ์เฉพาะของผลิตภัณฑ์

จากผลการสังเคราะห์ข้อมูลข้างต้นส่งผลถึงการชี้แนะแรงบันดาลใจและการพัฒนาแนวคิด เพื่อทำการยืนยันว่าทุนทางวัฒนธรรมเป็นสิ่งสำคัญสำหรับเอกลักษณ์ผลิตภัณฑ์นำผู้วิจัยไปสู่ขั้นตอนถัดไปของระเบียบวิธีวิจัย โดยใช้ระบบการคัดกรอง "8 วิถีไทย" เพื่อวิเคราะห์มรดกทางวัฒนธรรมของจังหวัดกำแพงเพชรอย่างเป็นระบบ กระบวนการนี้นำไปสู่การค้นพบเฉพาะว่าลายผ้าและเครื่องแต่งกายประกอบการแสดง ของจังหวัดกำแพงเพชร เป็นแหล่งที่เหมาะสมและสร้างแรงบันดาลใจมากที่สุดสำหรับแนวคิดการออกแบบอิฐใหม่

4.2 การพัฒนาผลิตภัณฑ์วัสดุก่อสร้างอิฐเพื่อใช้ในการออกแบบสถาปัตยกรรมจากทุนทางวัฒนธรรม จังหวัดกำแพงเพชร

จากการวิเคราะห์ปัจจัยตามวัตถุประสงค์ที่ 1 พบว่ามีปัจจัยหลัก 6 ประการที่มีผลต่อการออกแบบ และองค์ประกอบสำคัญที่จะสร้างเอกลักษณ์ของการออกแบบอิฐคือทุนทางวัฒนธรรม ในส่วนนี้จึงได้มีการสังเคราะห์ทุนทางวัฒนธรรมจังหวัดกำแพงเพชรเพื่อใช้ในการออกแบบ โดยมีกระบวนการดังนี้

4.2.1 ผลการศึกษาจากส่วนเอกสารและการประชุมกลุ่มย่อยผู้เชี่ยวชาญ

สามารถสรุปองค์ประกอบของทุนทางวัฒนธรรมไทยตามแนวทางของกระทรวงวัฒนธรรม ในฐานข้อมูล <http://www.thaiculture.in.th/> ที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ (Louhapensang & Saengratwatchara, 2018, pp. 52-60) และ (Louhapensang et al., 2025, pp 7-34); (Central Cultural Information Center, 2025, pp. 1-16)

เพื่อนำมาใช้ในการออกแบบผลิตภัณฑ์ โดยใช้กรอบการคัดกรอง "8 วิถีไทย" ประกอบด้วย:

1. อาหารและโภชนาการ
2. การแต่งกายและผ้าทอ
3. ที่อยู่อาศัยและสถาปัตยกรรม
4. ภาษาและวรรณกรรม
5. ศิลปะและหัตถกรรม
6. พิธีกรรมและประเพณี
7. นันทนาการและกีฬา
8. ค่านิยมและความเชื่อ



รูปที่ 3 ความสัมพันธ์ขององค์ประกอบระบบคัดกรอง 8 วิถีไทย

4.2.2 ผลการศึกษาแนวทางและการพัฒนารูปแบบ กระบวนการ การออกแบบผลิตภัณฑ์ และการถ่ายทอดเทคโนโลยีจากการวิจัย

การประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญมีค่าดัชนีความสอดคล้องเฉลี่ย 0.89 กระบวนการประกอบด้วย 3 กระบวนการ:

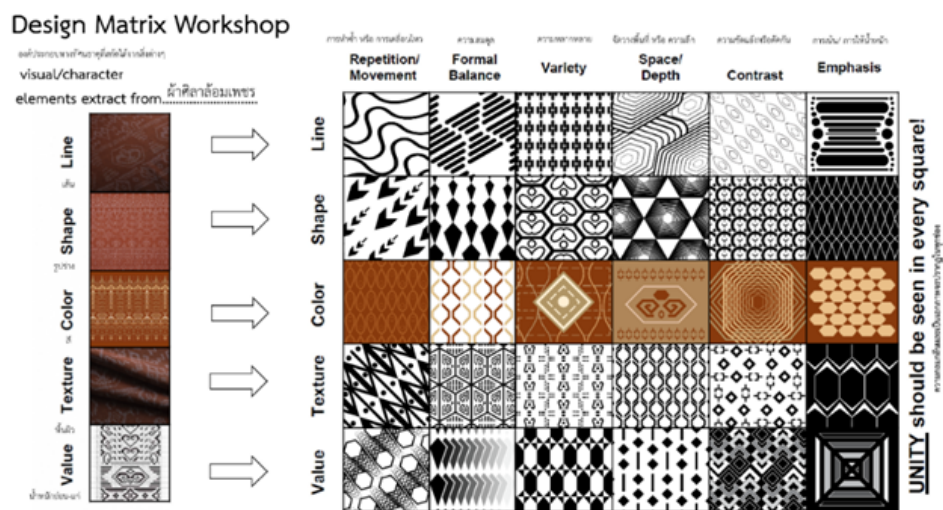
1. กระบวนการเตรียมการและการยอมรับ มี 2 ขั้นตอนที่เกี่ยวข้องกัน ได้แก่:
 - การศึกษาข้อมูลเบื้องต้นโดยการทบทวนวรรณกรรมและศึกษาข้อมูลจากภาคสนาม และเน้นกระบวนการมีส่วนร่วมโดยการจัดประชุมกลุ่มย่อยกับเครือข่ายพันธมิตร จังหวัดกำแพงเพชร
 - การวิเคราะห์ด้วยเทคนิคการออกแบบทางวิศวกรรมและความคิดสร้างสรรค์
2. กระบวนการออกแบบ มี 3 ขั้นตอนที่เกี่ยวข้องกัน ได้แก่:
 - การใช้ระบบคัดกรอง (8 วิถีไทย) กับมรดกทางวัฒนธรรมจังหวัดกำแพงเพชรในการสร้างแรงบันดาลใจและแนวความคิดการออกแบบ การศึกษาพบว่า ลายผ้าทอและเครื่องแต่งกายจากจังหวัดกำแพงเพชร เป็นทุนมรดกทางวัฒนธรรมที่ได้รับการประเมินว่าสร้างแรงบันดาลใจและเหมาะสมที่สุดสำหรับแนวความคิดการออกแบบ
 - การพัฒนาและออกแบบร่าง
 - การสร้างแบบจำลองทดสอบตามมาตรฐาน ASTM C67
3. กระบวนการวัดและประเมินผล มี 2 ขั้นตอนที่เกี่ยวข้องกัน ได้แก่:
 - การประเมินสมรรถนะ (ตามมาตรฐาน ASTM C67 ใน 2 การทดสอบ: กำลังรับแรงอัด และการทดสอบการดูดซับน้ำ)
 - การประเมินความพึงพอใจ
4. กระบวนการถ่ายทอดเทคโนโลยีจากการวิจัย ได้แก่:
 - การนำผลการวิจัยไปใช้ในการถ่ายทอดเทคโนโลยีและประเมินความพึงพอใจของผู้ประกอบการต่อองค์ความรู้และการใช้ประโยชน์จากงานวิจัย



รูปที่ 4 แนวทางและการพัฒนารูปแบบ กระบวนการ การออกแบบผลิตภัณฑ์ และการถ่ายทอดเทคโนโลยีจากการวิจัย

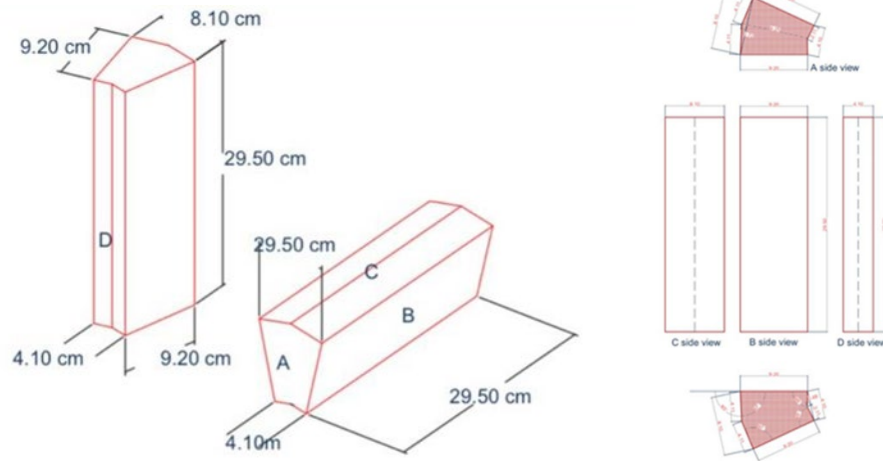
การวิเคราะห์องค์ประกอบการออกแบบจากทุนทางวัฒนธรรมจังหวัดกำแพงเพชร

การวิเคราะห์องค์ประกอบการออกแบบโดยใช้เทคนิค Design matrix จากลายผ้าทอและเครื่องแต่งกายในจังหวัดกำแพงเพชร ซึ่งเป็นกองทุนมรดกทางวัฒนธรรมที่ได้รับการประเมินว่าสร้างแรงบันดาลใจและเหมาะสมที่จะใช้เป็นแนวคิดการออกแบบ โดยเฉพาะจากลายผ้าศิลาล้อมเพชร



รูปที่ 5 การวิเคราะห์องค์ประกอบการออกแบบจากลวดลายผ้า “ศิลาล้อมเพชร”

การสังเคราะห์องค์ประกอบการออกแบบจากความคิดเห็นที่เป็นเอกลักษณ์ของผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบ 10 ท่าน ได้ผลเป็นรูปร่างและรูปแบบของแนวทางการพัฒนาผลิตภัณฑ์อริฐานแบบ ซึ่งได้สรุปรูปแบบ เพื่อผลิตเป็นต้นแบบสำหรับการทดสอบสมรรถนะในขั้นตอนต่อไป

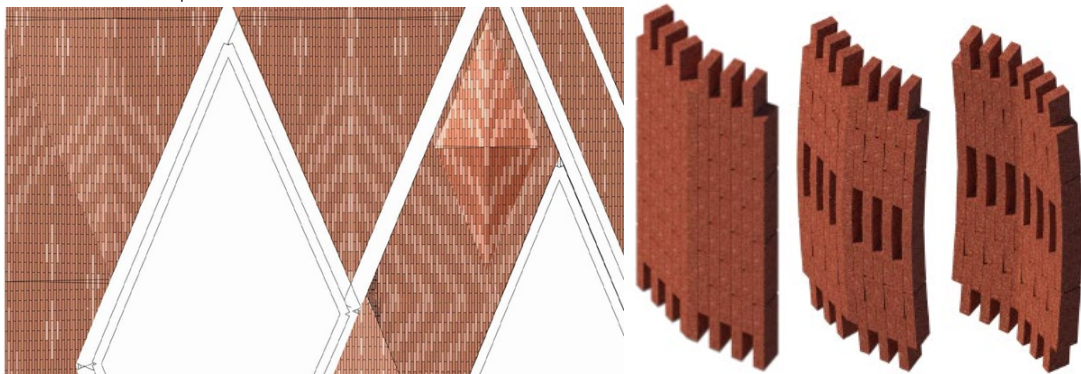


รูปที่ 6 การออกแบบร่างเพื่อการผลิตต้นแบบ

แนวคิดการออกแบบ

ผลิตภัณฑ์ต้นแบบได้รับแรงบันดาลใจจาก:

- ลายสถาปัตยกรรมโบราณจังหวัดกำแพงเพชร
- ลายผ้าทอของจังหวัดกำแพงเพชร
- แนวคิดการประยุกต์ลายผนังเพื่อสะท้อนลายผ้าทอของจังหวัดกำแพงเพชร



รูปที่ 7 การจำลองและทดสอบจัดวางลวดลายด้วยคอมพิวเตอร์



รูปที่ 8 การทดลองก่อผนังอิฐได้ทำการทดลองทั้งการวางอิฐแนวตั้งและแนวนอน โดยใช้อิฐที่มี 4 รู ประกอบเพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการก่อสร้างและรูปแบบลวดลายที่เกิดขึ้น

กระบวนการผลิตต้นแบบอิฐ

วัตถุดิบ:

1. ดินที่ใช้คือดินบอลเคลย์ ซึ่งเป็นดินเหนียวที่มีเม็ดละเอียดมากและมีความเหนียว สามารถขึ้นรูปได้ง่าย
2. ทรายละเอียด
3. สารละลายแรง สารเติมแต่ง ผสมให้เข้ากับดิน (Calcium stearate/Calcium lignite sulfonate สารกันซึมของ TVH cement)
4. อิฐแตกและเสียหายเป็นส่วนผสมหลักที่ทำให้อิฐแข็งแรงและแตกหักน้อย
5. น้ำ

วิธีการผลิต:

1. นำแร่ดินบอลเคลย์และอิฐแตกมาตำด้วยชุดค้อน (Hammer mill) ร่อนด้วยตะแกรง 3-4 มม.
2. นำดินที่เตรียมไว้ อิฐแตก ทราย น้ำยา และน้ำมาผสมเข้าด้วยกันตามสัดส่วน ทั้งไว้หมักข้ามคืนหนึ่งคืนเพื่อให้ น้ำยาทำ

ปฏิกิริยาและทำให้ส่วนผสมเป็นมวลที่สม่ำเสมอ

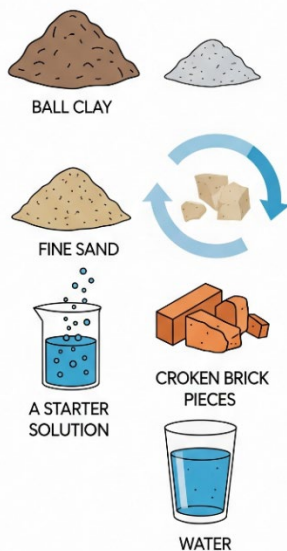
สูตรดินที่ใช้:

1. สัดส่วน ดินเบา+ดินบอลเคลย์+อิฐแตกบดละเอียด 45-50-5)
2. สัดส่วน ดินเบา+ดินบอลเคลย์+ทราย 45-45-10

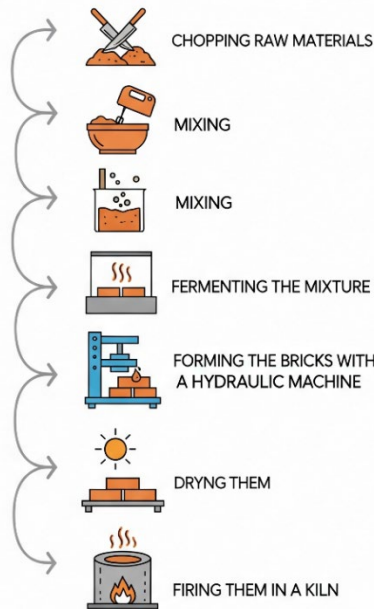
อัตราส่วนการหมักน้ำยากันซึม 2.5 ลิตร ต่อดิน 1 บ่อ (1,800 กิโลกรัม) ต่อน้ำ 1,000 ลิตร ได้อิฐประมาณ 3,000 ก้อน

3. นำส่วนผสมที่หมักแล้วขึ้นรูปด้วยเครื่องไฮดรอลิก กับแม่พิมพ์ที่ได้ออกแบบ
4. วางขึ้นตาก ตากให้แห้งจนดินกลายเป็นสีขาว
5. นำเข้าเตาเผาโดย เริ่มจุดไฟ เป็นการอบเพื่อไล่ไอน้ำเนื้อดินปั้นออก เริ่มจาก 30 องศา จนถึง 1200 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 คืน 2 วัน และทำการเร่งไฟ คือรักษาอุณหภูมิในเตาให้อยู่ระดับ 1200 องศา เป็นเวลา 4 ชม. การวัดอุณหภูมิวัดจากห้องเผา
6. ทำการอบ (อุณหภูมิลดต่ำลง) โดยไม่ได้เติมเชื้อเพลิง ใช้ความร้อนจากตัวอิฐอบตัวเองไว้ เป็นเวลา 36 ชั่วโมง
7. เปิดเตา รอนอิฐเย็น สามารถนำไปใช้งานได้

RAW MATERIALS



PRODUCTION METHOD



รูปที่ 9 แสดงกระบวนการผลิตต้นแบบอิฐ

ผลการทดสอบอิฐตามมาตรฐาน ASTM C67

ตารางที่ 5 ขนาดของอิฐ

ลำดับ	ข้อมูลตัวอย่างการทดสอบ (มม.)			ลำดับ	ข้อมูลตัวอย่างการทดสอบ (มม.)			หมายเหตุ
	กว้าง	ยาว	หนา		กว้าง	ยาว	หนา	
1	92.11	295.11	81.11	6	92.21	295.21	81.21	
2	92.21	295.21	81.21	7	92.14	295.11	81.22	
3	92.12	295.11	81.11	8	92.11	295.11	81.21	
4	92.21	295.11	81.11	9	92.21	295.11	81.21	
5	92.12	295.11	81.11	10	92.11	295.11	81.22	
ค่าเฉลี่ยจากตัวอย่าง 10 ก้อน					92.155	295.13	81.172	

ตารางที่ 6 กำลังรับแรงอัด

ลำดับ	ข้อมูลตัวอย่างการทดสอบ (มม.)			แรงอัดสูงสุด(N)	ความต้านทานแรงอัด (Mpa)		หมายเหตุ
	กว้าง	ยาว	หนา		แต่ละก้อน	เฉลี่ยห้าก้อน	
1	92.12	295.12	81.12	780,771	35.35	26.90	1 Mpa = 10.197 กก./ตร.ซม. ความต้านทานแรงอัด (กก/ตร.ซม.) เฉลี่ย 5 ก้อน = 274.29 ผ่านการทดสอบ
2	92.22	295.21	81.21	606,383	25.84		
3	92.11	295.12	81.13	527,702	22.92		
4	92.21	295.14	81.11	586,738	25.32		
5	92.11	295.13	81.13	573,138	25.10		
มาตรฐานการทานแรงอัดสูงสุดได้ไม่น้อยกว่า 100 กก./ตร.ซม.							

หมายเหตุ: 1 MPa = 10.197 กก./ตร.ซม.

- กำลังรับแรงอัดเฉลี่ย = 274.29 กก./ตร.ซม.
- มาตรฐานกำลังรับแรงอัดสูงสุดไม่น้อยกว่า 100 กก./ตร.ซม.
- ผลการทดสอบสูงกว่ามาตรฐาน 784%

ตารางที่ 7 การดูดซึมน้ำ

ลำดับ	รายการ	ข้อมูลตัวอย่างการทดสอบ (มม.)					หมายเหตุ
		ตัวอย่างที่ 1	ตัวอย่างที่ 2	ตัวอย่างที่ 3	ตัวอย่างที่ 4	ตัวอย่างที่ 5	
1	น้ำหนักตัวอย่างแห้ง(กรัม)	1895.32	1871.68	1889.57	1862.98	1887.56	ค่าเฉลี่ยการดูดกลืนน้ำ(%) 11.04 ผ่านการทดสอบ
2	น้ำหนักตัวอย่างอมน้ำ(กรัม)	2117.84	2048.50	2051.35	2145.75	2082.55	
3	ค่าการดูดกลืนน้ำ(%)	11.7	9.4	8.6	15.2	10.3	
ค่าเฉลี่ยการดูดกลืนน้ำ(%) 11.04							มาตรฐานการดูดกลืนน้ำไม่เกิน 25 %

*ค่าเฉลี่ยการดูดซึมน้ำ: 11.04%

4.3 การประเมินความพึงพอใจของต้นแบบวัสดุก่อสร้างอิฐในการออกแบบสถาปัตยกรรมจากทุนทางวัฒนธรรม จังหวัดกำแพงเพชร

ผู้ประกอบการและผู้บริโภคที่ประเมินผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาโดยผู้วิจัยมีความพึงพอใจในระดับดี

ตารางที่ 8 คะแนนเฉลี่ยความพึงพอใจของผู้ประกอบการและผู้บริโภค (n=55)

จำนวน	ค่าเฉลี่ยความพึงพอใจ ($\bar{X}$)	ค่าแสดงส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)
1. ด้านเป็นสินค้าที่เป็นเอกลักษณ์ของท้องถิ่น	4.01	0.40
2. ด้านการดึงดูดใจจากการออกแบบ	3.90	0.51
3. ด้านขนาด รูปร่างและน้ำหนักที่ไม่เป็นอุปสรรคต่อการนำพาหรือขนส่ง	4.09	0.29
4. ด้านราคา	3.96	0.47
ค่าเฉลี่ยรวม	3.99	0.42

จากตารางค่าเฉลี่ยความพึงพอใจโดยรวมของผู้ประกอบการและผู้บริโภคที่ประเมินผลิตภัณฑ์ ($\bar{X} = 3.99$) อยู่ในระดับดี

4.4 การนำผลการวิจัยไปใช้ในการถ่ายทอดเทคโนโลยีและประเมินความพึงพอใจของผู้ประกอบการต่อองค์ความรู้และการใช้ประโยชน์จากงานวิจัย

งานวิจัยนี้ไม่เพียงแต่มุ่งเน้นการพัฒนานวัตกรรมอิฐจากทุนทางวัฒนธรรมเท่านั้น แต่ยังมีเป้าหมายสำคัญในการนำองค์ความรู้ที่ได้ไปสู่การใช้ประโยชน์เชิงพาณิชย์อย่างยั่งยืน การถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ผู้ประกอบการจึงเป็นกระบวนการสำคัญที่จะทำให้งานวิจัยสร้างผลกระทบที่เป็นรูปธรรมต่อชุมชน เศรษฐกิจท้องถิ่น และการอนุรักษ์มรดกทางวัฒนธรรม การถ่ายทอดเทคโนโลยีจากการวิจัยไปสู่ผู้ประกอบการในพื้นที่จึงเป็นส่วนหนึ่งที่สำคัญในการวิจัยครั้งนี้

กลุ่มเป้าหมาย การถ่ายทอดเทคโนโลยีนวัตกรรมอิฐจากทุนทางวัฒนธรรมดำเนินการเป็นระยะเวลา 6 เดือน โดยมีผู้ประกอบการเข้าร่วม 15 ราย ประกอบด้วยโรงงานอิฐขนาดเล็ก 8 ราย ขนาดกลาง 4 ราย และวิสาหกิจชุมชน 3 ราย กระบวนการถ่ายทอดประกอบด้วย 4 ระยะหลัก คือ การเตรียมการและสร้างความเข้าใจ การอบรมเชิงทฤษฎี การฝึกปฏิบัติเชิงลึก และการติดตามผลผลิตเชิงพาณิชย์ โดยมีผลการประเมินดังนี้

1. ประสิทธิภาพของการถ่ายทอดเทคโนโลยี

ผลการประเมินแสดงความพึงพอใจโดยรวมอยู่ในระดับดี-ดีเยี่ยม (4.45-4.61) สอดคล้องกับอัตราความสำเร็จ 100% ในการผลิตตามมาตรฐาน ปัจจัยสำคัญประกอบด้วย (1) การเน้นการปฏิบัติงานจริงในสัดส่วน 70:30 ต่อทฤษฎี ทำให้ผู้เข้าร่วมสามารถนำไปใช้ได้ทันที (2) การติดตามและให้คำปรึกษาอย่างใกล้ชิดช่วยแก้ปัญหาเฉพาะหน้าและ (3) การใช้กรอบ "8 วิถีไทย" ช่วยให้ผู้ประกอบการสามารถคัดกรององค์ประกอบทางวัฒนธรรมได้อย่างเป็นระบบ

2. ผลกระทบทางเศรษฐกิจ

ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจเกินเป้าหมายที่ตั้งไว้อย่างมีนัยสำคัญ โดยเฉพาะ (1) ราคาขายเพิ่มขึ้น 105.2% เนื่องจากผลิตภัณฑ์มีเอกลักษณ์และเรื่องราวที่โดดเด่น (2) อัตรากำไรเพิ่มขึ้นเกือบเท่าตัว เนื่องจากสามารถขายในราคาสูงขึ้นโดยต้นทุนเพิ่มขึ้นไม่มากนัก และ (3) การสร้าง ROI 1,888.5% แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพของการลงทุนในการถ่ายทอดเทคโนโลยี

3. การบูรณาการทุนทางวัฒนธรรม

ผลการวิจัยยืนยันว่าการบูรณาการทุนทางวัฒนธรรมสร้างมูลค่าเพิ่มได้จริง โดยเฉพาะ (1) สร้างความแตกต่างจากคู่แข่ง (4.73/5.00) (2) ลูกค้ายอมจ่ายในราคาสูงขึ้น และ (3) สร้างความภาคภูมิใจในเอกลักษณ์ท้องถิ่น (4.87/5.00) ซึ่งสูงสุดในทุกมิติที่ประเมิน

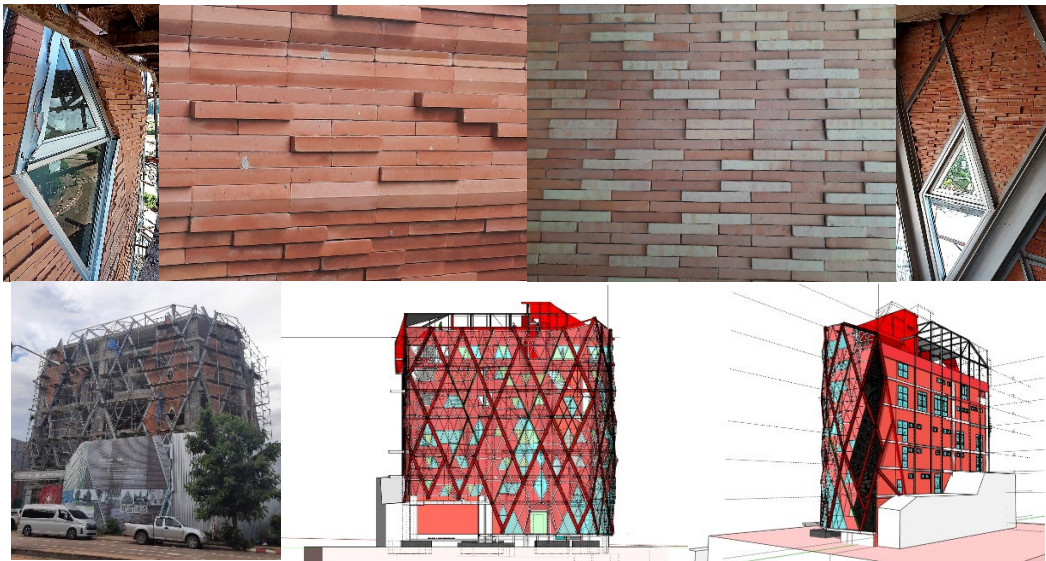
4. ความยั่งยืนและการขยายผล

โครงการสร้างผลกระทบที่ยั่งยืนทั้งในมิติ (1) เศรษฐกิจ: สร้างงาน 37 ตำแหน่ง รายได้เพิ่ม 34.8 ล้านบาท/ปี (2) สังคม: ลดการอพยพแรงงาน สร้างความเข้มแข็งชุมชน และ (3) วัฒนธรรม: อนุรักษ์ลายผ้าท้องถิ่น การผลิตอิฐ ถ่ายทอดภูมิปัญญาสู่คนรุ่นใหม่

5. ข้อจำกัดและข้อเสนอแนะ

แม้ว่าโครงการจะประสบความสำเร็จ แต่ยังมีข้อจำกัด (1) ระยะเวลาติดตาม 6 เดือนอาจไม่เพียงพอในการประเมินความยั่งยืนระยะยาว (2) กลุ่มตัวอย่างจำกัดเฉพาะจังหวัดกำแพงเพชร และ (3) ควรมีการศึกษาเปรียบเทียบกับพื้นที่อื่นเพื่อยืนยันความสามารถในการขยายผลการประเมินการถ่ายทอดเทคโนโลยีและการประเมินความพึงพอใจของผู้ประกอบการเป็นกระบวนการสำคัญที่ทำงานวิจัยสามารถสร้างผลกระทบที่เป็นรูปธรรมต่อสังคมและเศรษฐกิจได้ การดำเนินงานที่ประสบความสำเร็จต้องอาศัยความมุ่งมั่นจากทุกฝ่าย ทั้งผู้วิจัย ผู้ประกอบการ และหน่วยงานสนับสนุน องค์ความรู้จากงานวิจัยนี้ไม่

เพียงแต่ช่วยพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพและมีเอกลักษณ์เท่านั้น แต่ยังเป็นเครื่องมือในการอนุรักษ์และสืบทอดทุนทางวัฒนธรรมอย่างยั่งยืน ผ่านการสร้างมูลค่าทางเศรษฐกิจที่จับต้องได้ การประเมินผลที่เป็นระบบและต่อเนื่องจะช่วยให้เกิดการปรับปรุงและพัฒนาอย่างไม่หยุดยั้ง นำไปสู่ความสำเร็จที่ยั่งยืนและเป็นแบบอย่างที่ดีสำหรับการถ่ายทอดเทคโนโลยีในโครงการอื่น ๆ ต่อไป



รูปที่ 10 แนวปฏิบัติที่ดี (Best practice) แสดงโครงการก่อสร้างที่ใช้อิฐที่ออกแบบโดยผู้ประกอบการ ที่ได้รับการถ่ายทอดเทคโนโลยีจากการวิจัยและนำไปผลิตจริง

5. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

งานวิจัยประสบความสำเร็จในการพัฒนาวัสดุก่อสร้างอิฐโดยการสังเคราะห์ทุนทางวัฒนธรรมจากจังหวัดกำแพงเพชร โดยมีแนวทางจากการวิเคราะห์ปัจจัยเชิงสำรวจ (EFA) ซึ่งระบุปัจจัยหลัก 6 ประการที่มีอิทธิพลต่อการออกแบบอิฐ โดยทุนทางวัฒนธรรมเป็นองค์ประกอบสำคัญสำหรับการสร้างเอกลักษณ์ ระเบียบวิธีการพัฒนาผลิตภัณฑ์ประกอบด้วยขั้นตอนที่ครอบคลุม รวมถึงการทบทวนข้อมูลเบื้องต้น การประชุมกลุ่มย่อยผู้เชี่ยวชาญ การวิเคราะห์โดยใช้เทคนิคการออกแบบทางวิศวกรรมและความคิดสร้างสรรค์ และการประยุกต์ใช้ระบบคัดกรอง "8 วิถีไทย" เพื่อหาแรงบันดาลใจในการออกแบบ โดยจากการสังเคราะห์จากผู้เชี่ยวชาญระบุว่าลายผ้าทอ "ศิลาล้อมเพชร" ของ จ.กำแพงเพชรเป็นแหล่งที่เหมาะสมที่สุดในการนำมาพัฒนาแบบร่างอิฐต้นแบบได้รับการทดสอบสมรรถนะตามมาตรฐาน ASTM C67 ซึ่งประสบความสำเร็จตามเกณฑ์ที่กำหนดสำหรับกำลังรับแรงอัด (เกิน 35 กก./ตร.ซม.) และการดูดซับน้ำ (น้อยกว่า 25%) โดยเฉพาะ ต้นแบบที่ทดสอบได้กำลังรับแรงอัดเฉลี่ย 26.90 MPa (274.29 กก./ตร.ซม.) และการดูดซับน้ำ 11.04% ความพึงพอใจของผู้ประกอบการและผู้บริโภคต่อต้นแบบได้คะแนนโดยรวมเป็น "ดี" โดยมีคะแนนเฉลี่ย 3.99 ด้านความพึงพอใจที่สำคัญ ได้แก่ ความเป็นเอกลักษณ์ท้องถิ่น (4.01) ความน่าสนใจของการออกแบบ (3.90) ความเหมาะสมของขนาด/รูปร่าง/น้ำหนักสำหรับการจัดการ (4.09) และราคา (3.96) ผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาขึ้นใหม่ตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคมากกว่าและสร้างความน่าเชื่อถือมากกว่าเมื่อเทียบกับผลิตภัณฑ์แบบดั้งเดิม โดยเฉพาะอย่างยิ่งน่าสนใจสำหรับกลุ่มรายได้สูงที่อาจมีความคาดหวังสูงกว่า ในทางตรงกันข้าม กลุ่มรายได้ต่ำถึงปานกลางอาจชอบผลิตภัณฑ์แบบดั้งเดิม

งานวิจัยนี้เสนอแนวทางให้มีการบูรณาการเทคนิคการผลิตแบบดั้งเดิมเข้ากับการควบคุมคุณภาพสมัยใหม่ การพัฒนาโปรโตคอลการทดสอบมาตรฐานสำหรับวัสดุแบบดั้งเดิม การบันทึกและอนุรักษ์ความรู้ด้านการผลิตในอดีต และการส่งเสริมการใช้วัสดุท้องถิ่นที่ยั่งยืนในสถาปัตยกรรมร่วมสมัยการพัฒนาข้อเสนอคล้องกับแนวคิด "Performative architectural skins" ตามที่ (Kassem et al., 2024, pp. 89-107) ; (Villazón et al., 2020, pp. 81-100) กล่าวว่า พื้นผิวสองมิติสามารถถูกสื่อสาร เนื้อหา และการอ้างอิงทางวัฒนธรรม โดยการผสมผสานลวดลายทางวัฒนธรรมที่เป็นเอกลักษณ์ อิฐที่พัฒนาขึ้น ก้าวข้ามหน้าที่เพียงอย่างเดียว กลายเป็นองค์ประกอบที่มีความหมายและสื่อถึงเอกลักษณ์และภูมิปัญญาท้องถิ่นของกำแพงเพชรบริบทอื่นที่ให้อำนาจ (Brick Development Association, 2024, pp. 1-19) ; (Jati et al., 2023, pp. 232-247) ได้แสดงความสัมพันธ์ เกี่ยวกับวิวัฒนาการของการก่อสร้างอิฐดินเผาสู่มุมมองเมืองสีเขียว โดยใช้ผนังสมัยใหม่ และศักยภาพในอนาคตของ "Relative robotics" ที่จะเข้ามามีส่วนในการยกระดับอุตสาหกรรมการผลิตแบบดั้งเดิม เน้นย้ำถึงความจำเป็นในการสร้างนวัตกรรม และการปรับตัว

ภายในอุตสาหกรรม ซึ่งการสร้างแบบจำลองดิจิทัลสามารถลดของเสียและเพิ่มประสิทธิภาพการในการผลิตและการขนส่ง การเปรียบเทียบผลิตภัณฑ์ใหม่กับผลิตภัณฑ์แบบดั้งเดิมแสดงให้เห็นว่าแนวทางในการแก้ปัญหาที่พัฒนาขึ้นใหม่ตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคได้ดีกว่า และสร้างความน่าเชื่อถือ โดยเฉพาะสำหรับกลุ่มรายได้สูง ในอนาคตมีความจำเป็นในการพัฒนากลยุทธ์การตลาดแบบแบ่งกลุ่ม

6. ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัยแสดงให้เห็นถึงความเกี่ยวข้องที่ยั่งยืนของเทคนิคการทำอิฐแบบดั้งเดิมจากกำแพงเพชร โดยเน้นว่าทุนทางวัฒนธรรมสามารถให้ข้อมูลและเสริมสร้างแนวปฏิบัติทางสถาปัตยกรรมสมัยใหม่ได้อย่างไร โดยเสนอแนวทางการก่อสร้างที่ยั่งยืนและเหมาะสมทางวัฒนธรรม อิฐแบบดั้งเดิมจากภูมิภาค ดังนั้นควรนำผลวิจัยไปสนับสนุนนโยบาย Soft power และ พัฒนามาตรฐานวัสดุก่อสร้างจากมรดกโลก ที่มีลักษณะเฉพาะด้วยส่วนผสมของดินเหนียวท้องถิ่น เพื่อส่งเสริมการค้าและเศรษฐกิจชุมชน ในส่วนข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยครั้งต่อไป ควรขยายกลุ่มตัวอย่างไปยังหลายสถาบัน โดยเพิ่มการทดสอบอิฐในรูปแบบอื่น และมีการ ติดตามผลในระยะยาวมากกว่า 6 เดือน

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยครั้งนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความช่วยเหลือและความช่วยเหลือจากผู้ที่เกี่ยวข้องหลายฝ่าย ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ขอขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญที่กรุณาตรวจสอบและให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงเครื่องมือที่ใช้การวิจัย ขอขอบคุณผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการวิจัยทุกคนที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดี ทั้งนี้ผู้วิจัย ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง หมายเลข 2567-02-03-006 และผ่านการพิจารณาและรับรองจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังรับรองเมื่อวันที่ 1 ตุลาคม 2567

เอกสารอ้างอิง

- Brick Development Association. (2024). *Brickwork and modern methods of construction*.
<https://www.brick.org.uk>, pp. 1-19.
- Bourdieu, P. (1986). 'The Forms of Capital' in John Richardson (ed.) *Handbook of Theory and Research for the Sociology of Education*. New York. Greenwood Press, pp. 241-258.
- Csikszentmihalyi, M. (1999). *Implications of a Systems Perspective for the Study of Creativity in Robert Sternberg (ed)*. *Handbook of Creativity*. Cambridge. Cambridge University Press, pp. 313-338.
- Central Cultural Information Center. (2025). 9 Cultural Heritages and 8 Thai Ways of Life. Ministry of Culture Online, pp. 1-16. <http://www.thaiculture.in.th/>.
- Fornell, C., & Larcker, D. F. (1981). Evaluating structural equation models with unobservable variables and measurement error. *Journal of Marketing Research*, 18(1), pp. 39-50.
<https://doi.org/10.1177/002224378101800104>.
- Gencel, O., Munir, M. J., Kazmi, S. M. S., Sutcu, M., Erdogmus, E., Velasco, P. M., & Eliche Quesada, D. (2021). Recycling industrial slags in production of fired clay bricks for sustainable manufacturing. *Ceramics International*, 47(21), pp. 30425–30438. <https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2021.07.222>.
- Gorsuch, R. L. (1997). Exploratory factor analysis: Its role in item analysis. *Journal of Personality Assessment*, 68(3), pp. 532–560.
- Hair, J. F., Hult, G. T. M., Ringle, C. M., & Sarstedt, M. (2017). *A primer on partial least squares structural equation modeling (PLS-SEM)* (2nd ed.). SAGE Publications, pp. 1-39.
- Jati, W. R., Syahid, C. N., Lissandhi, A. N., & Maulana, Y. (2023). Assessing the Implementation of a City for All within the New Indonesian Capital City: Smart and Green City Perspective. *Journal of Regional and City Planning*, 34(3), pp. 232-247. <https://doi.org/10.5614/jpwk.2023.34.3.1>.
- Kassem, A., Danaf El, T., Awad, J., & Ibrahim, D. (2024). Performative Architectural Skins: Towards a

- Performance-Oriented Theory. *Journal of Design and Built Environment*, 24(3), pp. 89-107.
<https://doi.org/10.22452/jdbe.vol24no3.6>.
- Kosinthanon, J. (2023). *A critique on creative economy as a potential tool for promotion of Thailand's sustainable development policy* [Master's thesis]. Chulalongkorn University. (in Thai)
- Li, Z., Shu, S., Shao, J., Booth, E., & Morrison, A. M. (2021). Innovative or not? The effects of consumer perceived value on purchase intentions for the palace museum's cultural and creative products. *Sustainability*, 13(4), Article 2412. pp. 1-19. <https://doi.org/10.3390/su13042412>.
- Louhapensang, C., & Saengratwatchara, S. (2018). Product development from cultural capital of the ancient market, Si Satchanalai District, Sukhothai Province. *Journal of Industrial Education*, 17(1), pp. 52-60.
- Louhapensang, C., Noobanjong, K., & Sindhuphak, A. (2025). THE BALTIC RECOLLECTIONS: Reflections of Scholarly Visits to Finland, Estonia, Sweden & Denmark in 2024. First Edition. Book Chapter Published by HANUMAN Academic Research Centre, a sub-division of Heritage by ASIA Research Community (HARC): School of Industrial Education and Technology, KMITL, Bangkok, Thailand. pp. 7-34.
- Nonglak, V. (2012). *Determining sample size in hypothesis testing: Lecture notes for "Accurate and modern methods for determining sample size"*. Research Zone Project, Research Learning Center, National Research Council of Thailand (NRCT), 26 January 2012, 9:00-12:00, pp. 1-25.
- Office of the National Economic and Social Development Council and Creative Economy Agency (Public Organization). (2023). *Report on the Future Scenario of the Creative Industries*. Bangkok: Bolliger & Company (Thailand) Ltd, p. 3-3.
- Tu, J. C., Liu, L. X., & Cui, Y. (2019). A study on consumers' preferences for the palace museum's cultural and creative products from the perspective of cultural sustainability. *Sustainability*, 11(13), Article 3502. pp. 1-23. <https://doi.org/10.3390/su11133502>.
- Villazón, R. E., Medina, J. M., Parra, N., Ramos, D., & Murillo, L. D. (2020). A Detailed Look at Ceramic Façade Systems in Bogotá Searching Innovation Opportunities. *Journal of Facade Design and Engineering*, 8(2), pp. 81-100. <https://doi.org/10.7480/jfde.2020.2.4210>.

“ข้อคิดเห็น เนื้อหา รวมทั้งการใช้ภาษาในบทความถือเป็นความรับผิดชอบของผู้เขียน”

Research Article

การตรวจสอบความตรงของโมเดลการวัดชุดความคิดเชิงออกแบบของนักเรียนโรงเรียนวิทยาศาสตร์
A VALIDATION OF THE DESIGN THINKING MINDSET MEASUREMENT MODEL AMONG
SCIENCE SCHOOL STUDENTS

ปิยะนุช เขียวอร่าม*, เอกรัตน์ ทานาก, ชาตรี ฝ่ายคำตา, และพงศ์ประพันธ์ พงษ์โสภณ

Piyanuch Kiewaram*, Akarat Tanak, Chatree Faikamta, and Pongprapan Pongsophon
piyanuch.kie@ku.th, feduakr@ku.ac.th, feductf@ku.ac.th, and feduppp@ku.ac.th

*Corresponding author E-mail: piyanuch.kie@ku.th

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร 10900 ประเทศไทย
Division of Science Education, Faculty of Education, Kasetsart University, Bangkok 10900 Thailand

Journal of Industrial Education. 2026, Vol. 25 (No. 1), <https://doi.org/10.55003/JIE.25113>

Received: March 4, 2026 | Revised: April 8, 2026 | Accepted: April 27, 2026

Citation reference :

Kiewaram, P., Tanak, A., Faikamta, C., & Pongsophon, P. (2026). A validation of the design thinking mindset measurement model among science school students. *Journal of Industrial Education*, 25(1), 132–145.

ABSTRACT

The development of students' Design Thinking Mindset (DTM) has become increasingly critical due to its capacity to enhance creative thinking, systematic problem-solving, and understanding of user requirements, which are essential skills in the twenty-first century. Science schools in Thailand aim to cultivate DTM in order to develop thinkers, designers, and innovators who are capable of creating social value. However, empirical studies examining the construct validity of DTM in the context of Thai science schools remain limited. This study therefore aimed to investigate the construct validity of the Design Thinking Mindset (DTM) measurement model among science school students. The participants consisted of 752 upper-secondary students enrolled in science schools. The research instrument was the Design Thinking Mindset (DTM) scale, which demonstrated strong content validity ($IOC \geq 0.80$). Data were analyzed using confirmatory factor analysis (CFA). The results indicated that the DTM measurement model showed a good fit with the empirical data ($\chi^2/df = 2.014$, CFI = 0.956, TLI = 0.948, RMSEA = 0.044, SRMR = 0.035). All standardized factor loadings ranged from 0.48 to 0.87 ($p < .001$), supporting a high level of construct validity. In addition, all dimensions achieved acceptable values of average variance extracted ($AVE > 0.50$) and composite reliability ($CR > 0.70$), indicating strong reliability and internal consistency. Discriminant validity was supported by the Fornell–Larcker criterion for 35 out of 45 dimension pairs (77.8%). The remaining highly correlated pairs, such as Holistic Thinking–Abduction and Empathy–Abduction, reflected the integrative nature of design thinking rather than statistical redundancy. Furthermore, all Heterotrait–Monotrait Ratio (HTMT) values were below 0.85, confirming clear structural distinctiveness among the dimensions. In terms of DTM levels, students obtained the highest mean scores in Creative confidence, Holistic thinking, and Empathy, while Critical questioning and Uncertainty & Risk tolerance were at moderate levels. Overall, students' DTM levels ranged from moderate to high ($M = -0.01$ to 0.03 ; $SD = 0.92$ – 0.96), indicating consistent development across dimensions. These findings provide empirical evidence supporting the validity and reliability of the DTM scale and support its application as

a foundation for designing integrated Design thinking–STEM–BCG learning experiences that foster innovation competency and sustainable learning.

Keywords: Design thinking mindset, Measurement model, Science school students

บทคัดย่อ

การพัฒนาชุดความคิดเชิงออกแบบ (Design Thinking Mindset: DTM) ของนักเรียนเป็นสิ่งสำคัญและกำลังได้รับความสนใจอย่างกว้างขวาง เนื่องจากช่วยส่งเสริมทักษะการคิดสร้างสรรค์ การแก้ปัญหาเชิงระบบ และการเข้าใจความต้องการของผู้ใช้ ซึ่งเป็นทักษะสำคัญของผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 โดยเฉพาะในบริบทการศึกษาวิทยาศาสตร์ที่มุ่งเน้นการประยุกต์ใช้ความรู้กับปัญหาเชิงซับซ้อนในโลกจริง โรงเรียนวิทยาศาสตร์จึงให้ความสำคัญกับการพัฒนา DTM เพื่อสร้างนักคิด นักออกแบบ และนวัตกรรมที่สามารถสร้างคุณค่าให้แก่สังคม อย่างไรก็ตาม การศึกษาความตรงเชิงโครงสร้างของแบบวัดชุดความคิดเชิงออกแบบในบริบทโรงเรียนวิทยาศาสตร์ไทยยังมีอยู่อย่างจำกัด งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างของโมเดลการวัดชุดความคิดเชิงออกแบบ (DTM) ของนักเรียนโรงเรียนวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายในโรงเรียนวิทยาศาสตร์ จำนวน 752 คน ใช้แบบวัด DTM ที่ผ่านการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (IOC ≥ 0.80) และวิเคราะห์ข้อมูลด้วยการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory Factor Analysis: CFA) ผลการวิจัยพบว่า โมเดลการวัด DTM มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ในระดับดีมาก ($\chi^2/df = 2.014$, CFI = 0.956, TLI = 0.948, RMSEA = 0.044, SRMR = 0.035) ตัวชี้วัดทั้งหมดมีค่าน้ำหนักองค์ประกอบมาตรฐานอยู่ในช่วง 0.48–0.87 ($p < .001$) แสดงถึงความตรงเชิงโครงสร้างในระดับสูง อีกทั้งค่าเฉลี่ยความแปรปรวนที่สกัดได้ (AVE > 0.50) และค่าความเชื่อมั่นเชิงประกอบ (CR > 0.70) ของทุกมิติอยู่ในเกณฑ์ดีมาก ความตรงจำแนกผ่านเกณฑ์ Fornell–Larcker criterion ร้อยละ 77.8 โดยคู่มิตีที่มีค่าสหสัมพันธ์สูงสะท้อนลักษณะการคิดเชิงบูรณาการของชุดความคิดเชิงออกแบบมากกว่าความเข้าใจทางสถิติ นอกจากนี้ค่า HTMT ทุกคู่ต่ำกว่า 0.85 ยืนยันความแตกต่างเชิงโครงสร้างของแต่ละมิติได้อย่างชัดเจน สำหรับการวิเคราะห์ระดับของ DTM พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยสูงในมิติความมั่นใจในความคิดสร้างสรรค์ การคิดเชิงองค์รวม และความเข้าใจผู้อื่น ขณะที่มิติการตั้งคำถามเชิงวิพากษ์และการยอมรับความไม่แน่นอนอยู่ในระดับปานกลาง โดยภาพรวมชุดความคิดเชิงออกแบบของนักเรียนอยู่ในระดับปานกลางถึงสูง สะท้อนแนวโน้มการพัฒนาที่มั่นคงและสมดุลในทุกมิติ สรุปได้ว่าแบบวัด DTM มีความเที่ยงตรงและความเชื่อมั่นในระดับสูง เหมาะสมสำหรับใช้ประเมินผู้เรียนในบริบทโรงเรียนวิทยาศาสตร์ และสามารถใช้เป็นฐานข้อมูลสำคัญในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการ Design thinking–STEM–BCG เพื่อส่งเสริมสมรรถนะนวัตกรรมและการเรียนรู้เพื่อความยั่งยืนของผู้เรียน

คำสำคัญ: ชุดความคิดเชิงออกแบบ, โมเดลการวัด, นักเรียนโรงเรียนวิทยาศาสตร์

1. บทนำ

แนวคิดชุดความคิดเชิงออกแบบ (Design Thinking Mindset: DTM) ได้รับการยอมรับอย่างกว้างขวางว่าเป็นกรอบความคิดสำคัญในการเตรียมผู้เรียนให้พร้อมเผชิญความท้าทายที่ซับซ้อนในศตวรรษแห่งนวัตกรรม ซึ่งชุดความคิดเชิงออกแบบ (DTM) มิใช่เพียงกระบวนการคิดเชิงออกแบบแต่เป็นชุดของทัศนคติ ค่านิยม และแนวทางการปฏิบัติ ที่มุ่งเน้นการเข้าใจผู้ใช้ อย่างลึกซึ้ง (Empathy) การกล้าคิดและลงมือทำโดยไม่กลัวความล้มเหลว (Experimentation and creative confidence) การทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างหลากหลาย (Collaboration and diversity) และการมองปัญหาอย่างรอบด้านเชิงระบบ (Holistic thinking) (Rauth et al., 2010, pp. 1–8; Dosi et al., 2018, pp. 1991–2002) งานวิจัยชี้ให้เห็นว่าการปลูกฝังชุดความคิดเชิงออกแบบ (DTM) ส่งผลให้ผู้เรียนมีความคิดสร้างสรรค์และทักษะการแก้ปัญหาเชิงนวัตกรรมเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ (Schweitzer et al., 2016, pp. 75–80) ขณะที่ชุดความคิดเชิงออกแบบ (DTM) ถูกยืนยันว่าเป็นโครงสร้างหลายมิติที่สามารถวัดได้เชิงประจักษ์และมีความสัมพันธ์กันอย่างเป็นระบบ (Vignoli et al., 2023, pp. 926–928) ในระดับนโยบายการศึกษาหลายประเทศ เช่น ฟินแลนด์ และ นิวซีแลนด์ ได้บูรณาการแนวคิด Design thinking for public good และ Sustainability mindset เข้าสู่หลักสูตรระดับชาติ เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้เป็น “พลเมืองนวัตกรรม” ที่เข้าใจผู้อื่น มีความคิดเชิงระบบและตระหนักถึงความรับผิดชอบต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม (Ministry of Education, 2021; Ricardo, 2024) การเปลี่ยนผ่านทางแนวคิดนี้สะท้อนให้เห็นว่า การสร้างนวัตกรรมที่ยั่งยืนไม่ได้อาศัยเพียงทักษะทางเทคนิค แต่ต้องพัฒนารอบ

ความคิดเชิงออกแบบที่บูรณาการเหตุผล ความเข้าใจ และคุณค่าทางมนุษย์ โรงเรียนวิทยาศาสตร์เป็นกลไกสำคัญในการพัฒนากำลังคนด้าน STEM เพื่อขับเคลื่อนเศรษฐกิจฐานความรู้และเศรษฐกิจแบบองค์รวม (Bio-Circular-Green Economy: BCG) โดยมุ่งบ่มเพาะนวัตกรรมรุ่นใหม่ อย่างไรก็ตาม การจัดการเรียนรู้นี้ยังเน้นทักษะภายนอก เช่น การคำนวณ การสร้างต้นแบบ และการทดลอง มากกว่าการพัฒนาคุณลักษณะภายใน ได้แก่ กรอบความคิด ทักษะคิด และค่านิยม ซึ่งเป็นฐานสำคัญของนวัตกรรมที่มีจิตสำนึกและยั่งยืน Ladachart et al. (2022, pp. 2445–2465) ซึ่งชี้ให้เห็นว่าการบูรณาการกรอบแนวคิดชุดความคิดเชิงออกแบบในห้องเรียนวิทยาศาสตร์ไทยช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาแนวคิดเชิงระบบและการคิดอย่างมีจริยธรรมต่อผลกระทบของนวัตกรรม แสดงให้เห็นถึงศักยภาพของการพัฒนาชุดความคิดเชิงออกแบบในบริบทการศึกษาไทย

จากการศึกษางานวิจัยที่ผ่านมาพบว่า มีการศึกษาชุดความคิดเชิงออกแบบอย่างเป็นระบบและต่อเนื่อง โดยเฉพาะในด้านการพัฒนาเครื่องมือวัดและการตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้าง Dosi et al. (2018, pp. 1991–2002) ได้พัฒนาแบบวัด DTM ที่ประกอบด้วย 10 มิติ ได้แก่ Empathy, Holistic view, Collaboration, Creative confidence, Experimentation, Bias toward action, Ambiguity tolerance, Future orientation, Need finding และ Reflexivity โดยใช้วิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory Factor Analysis: CFA) เพื่อทดสอบความตรงเชิงโครงสร้างของแบบวัด ผลการวิจัยยืนยันว่าโมเดลมีค่าดัชนีความสอดคล้องในระดับดีมากซึ่งแสดงถึงความเหมาะสมของโมเดลการวัดในเชิงทฤษฎี ต่อมา Vignoli et al. (2023, pp. 926–928) ได้พัฒนาและทดสอบแบบวัด DTM ในบริบทที่กว้างขึ้น พบว่าโครงสร้างหลายมิติของ DTM มีความแกร่งและสามารถวัดได้อย่างเชื่อถือได้ในหลายกลุ่มตัวอย่าง การใช้ CFA ในงานวิจัยเหล่านี้ช่วยประเมินคุณภาพของเครื่องมือในเชิงโครงสร้าง (Construct validity) ผ่านการตรวจสอบค่าน้ำหนักองค์ประกอบ (Standardized factor loading) ความสัมพันธ์ของตัวแปรแฝง และดัชนีความสอดคล้องของโมเดล เช่น χ^2/df , CFI, TLI, RMSEA และ SRMR ซึ่งเป็นเกณฑ์มาตรฐานที่ยอมรับในระดับสากล อย่างไรก็ตาม งานวิจัยดังกล่าวดำเนินการในบริบทตะวันตก ขณะที่ในประเทศไทยมีเพียงการนำกรอบแนวคิด DTM มาประยุกต์ใช้ในห้องเรียนวิทยาศาสตร์ ซึ่งพบว่าสามารถส่งเสริมการคิดเชิงระบบและจริยธรรมเชิงนวัตกรรมของผู้เรียนได้ (Ladachart et al., 2022, pp. 2445–2465) แต่ยังไม่เน้นการศึกษาเชิงกระบวนการเรียนรู้ โดยขาดการตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างของแบบวัด DTM ด้วยวิธีทางสถิติอย่างเป็นระบบ ส่งผลให้ยังไม่มีหลักฐานเชิงประจักษ์เพียงพอว่าแบบวัดที่พัฒนาในบริบทตะวันตกสามารถสะท้อนโครงสร้างทางทฤษฎีได้อย่างเที่ยงตรงในบริบทไทย ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมุ่งเติมเต็มช่องว่างดังกล่าว โดยตรวจสอบโมเดลการวัด DTM ด้วยวิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (CFA) กับนักเรียนโรงเรียนวิทยาศาสตร์ไทย เพื่อสร้างฐานเชิงประจักษ์สำหรับการออกแบบการเรียนรู้และนโยบายพัฒนาผู้เรียนในบริบทเฉพาะต่อไป

ในบริบทของประเทศไทย แม้แนวคิด DTM จะได้รับความสนใจมากขึ้นในทศวรรษที่ผ่านมา แต่งานวิจัยเชิงประจักษ์ยังมีจำนวนจำกัดและมีช่องว่างสำคัญหลายประการ ประการแรก งานวิจัยส่วนใหญ่เน้นการพัฒนาแนวทางการเรียนรู้ตามกระบวนการคิดเชิงออกแบบ แต่ยังขาดหลักฐานเชิงโครงสร้างที่ยืนยันความตรงเชิงโครงสร้างของเครื่องมือวัดในบริบทวัฒนธรรมไทย แม้มีการประยุกต์ใช้ในโรงเรียนวิทยาศาสตร์ไทย (Ladachart et al., 2022, pp. 2445–2465) แต่การตรวจสอบโมเดลการวัดอย่างเป็นระบบยังมีความจำเป็น เนื่องจากบริบทของประเทศไทยมีลักษณะเฉพาะที่อาจส่งผลต่อโครงสร้างและระดับของ DTM ในหลายมิติ โดยในเชิงวัฒนธรรม ประเทศไทยมีความเหลื่อมล้ำของอำนาจสูง (Power distance) และมีลักษณะกลุ่มนิยม ซึ่งแตกต่างจากบริบทตะวันตกที่พัฒนาแบบวัดต้นแบบ เช่น อิตาลีและสหรัฐอเมริกา (Hofstede et al., 2010) ส่งผลให้นักเรียนไทยอาจหลีกเลี่ยงการแสดงออกที่ขัดแย้งหรือเสี่ยงต่อความล้มเหลว ซึ่งกระทบต่อมิติการตั้งคำถามเชิงวิพากษ์และการยอมรับความไม่แน่นอน นอกจากนี้ ในเชิงบริบทการศึกษา ระบบการเรียนการสอนไทยยังเน้นครูเป็นศูนย์กลางและการเรียนรู้เชิงท่องจำ มากกว่าการเรียนรู้เชิงสร้างสรรค์ (Faikhamta & Clarke, 2019) แตกต่างจากประเทศอย่างฟินแลนด์และนิวซีแลนด์ที่บูรณาการ Design thinking ในหลักสูตรระดับชาติ (Ministry of Education, 2021; Ricardo, 2024) อีกทั้ง งานวิจัย DTM ในต่างประเทศส่วนใหญ่อยู่ในบริบทวิศวกรรมและธุรกิจ (Dosi et al., 2018; Vignoli et al., 2023) ขณะที่โรงเรียนวิทยาศาสตร์ไทยเชื่อมโยงกับยุทธศาสตร์ BCG และ SDGs ซึ่งอาจทำให้บางมิติ เช่น Impact และ Holistic thinking มีความหมายแตกต่างออกไป (Office of the National Economic and Social Development Council, 2022) ดังนั้น การนำแบบวัด DTM มาใช้โดยไม่ผ่านการตรวจสอบเชิงโครงสร้างอาจไม่สะท้อนลักษณะของผู้เรียนได้อย่างเที่ยงตรง ประการที่สอง ยังขาดข้อมูลเชิงประจักษ์เกี่ยวกับระดับ DTM ในแต่ละมิติของนักเรียน และประการที่สาม การขาดเครื่องมือที่ผ่านการตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างอย่างเป็นระบบ ทำให้การประเมินผลการจัดการเรียนรู้นี้ยังมีข้อจำกัด ดังนั้นการตรวจสอบโมเดลการวัดด้วย CFA จึงมีความจำเป็นเพื่อยืนยันความเที่ยงตรงของเครื่องมือ ขณะเดียวกัน การวิเคราะห์

ระดับของแต่ละมิติช่วยสะท้อนภาพรวมการพัฒนาแนวคิดและทัศนคติด้านการออกแบบเชิงสร้างสรรค์ของนักเรียน เพื่อนำไปใช้เป็นข้อมูลเชิงประจักษ์ในการพัฒนาการเรียนรู้และนโยบายที่สอดคล้องกับแนวคิด BCG และเป้าหมาย SDGs ภายใต้แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 13 (พ.ศ. 2566–2570) ซึ่งมุ่งเน้นการคิดเชิงระบบ นวัตกรรม และความยั่งยืน (NESDC, 2022)

ดังนั้น งานวิจัยเรื่องการตรวจสอบโมเดลการวัดและการวิเคราะห์ระดับชุดความคิดเชิงออกแบบของนักเรียนโรงเรียนวิทยาศาสตร์ด้วยการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันจึงมีความสำคัญทั้งเชิงทฤษฎีและเชิงปฏิบัติ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างของโมเดลการวัดชุดความคิดเชิงออกแบบตามกรอบแนวคิดทฤษฎีในบริบทนักเรียนโรงเรียนวิทยาศาสตร์ไทย เพื่อเป็นฐานข้อมูลในการออกแบบการเรียนรู้เชิงสร้างสรรค์ที่สอดคล้องกับการพัฒนาเศรษฐกิจแบบองค์รวมและความยั่งยืนของประเทศ ทั้งนี้ ผลการวิจัยจะสนับสนุนการพัฒนาเครื่องมือวัดที่มีคุณภาพ การออกแบบหลักสูตร และกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมชุดความคิดเชิงออกแบบอย่างมีประสิทธิภาพ ตลอดจนการกำหนดนโยบายเพื่อพัฒนาผู้เรียนให้เป็นนวัตกรรมที่รับผิดชอบต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

แนวคิดชุดความคิดเชิงออกแบบ (DTM) มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องจากหลายกรอบแนวคิดในอดีต เริ่มจาก Razzouk and Shute (2012, p. 330-348) ที่มอง DTM ในฐานะกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ (Creative problem solving process) ซึ่งเน้นการผสมผสานการคิดเชิงวิเคราะห์และเชิงสร้างสรรค์เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจปัญหาอย่างเป็นระบบต่อมา Schweitzer et al. (2016, pp. 75–80) ได้ขยายแนวคิดไปสู่ระดับจิตวิทยา โดยมองว่า DTM เป็นชุดของทัศนคติ แรงจูงใจ และพฤติกรรม เช่น ความอยากรู้อยากเห็น ความเชื่อในศักยภาพตนเอง และการเปิดรับความเสี่ยงขณะที่ Dosi et al. (2018, pp. 1991–2002) ได้พัฒนาแบบวัดชุดความคิดเชิงออกแบบ (Design Thinking Mindset Scale: DTMS) ที่ครอบคลุมทั้งมิติความคิด อารมณ์ และพฤติกรรมอย่างเป็นระบบ และเป็นครั้งแรกที่เสนอเครื่องมือวัดเชิงประจักษ์ของ DTM อย่างชัดเจน จากนั้น Vignoli et al. (2023, pp. 926–928) ได้ปรับปรุงและยืนยันโครงสร้างของ DTM ให้มีความกระชับและเที่ยงตรงทางสถิติ เหลือ 10 มิติหลัก ได้แก่ การยอมรับความไม่แน่นอนและความเสี่ยง (Uncertainty and risk) ความเห็นอกเห็นใจ (Empathy) การคิดแบบองค์รวม (Holistic thinking) การทำงานร่วมกันและความหลากหลาย (Collaboration and diversity) การมุ่งเน้นการเรียนรู้ (Learning orientation) การทดลอง (Experimentation) การตั้งคำถามเชิงวิพากษ์ (Critical questioning) การคิดแบบอุปนัย (Abduction) ความมั่นใจในความคิดสร้างสรรค์ (Creative confidence) และการมุ่งเน้นผลกระทบ (Impact)

งานของ Vignoli et al. (2023, pp. 926–928) ได้รับการยอมรับในระดับนานาชาติว่าเป็นโมเดลมาตรฐานของ DTM เพราะผ่านการตรวจสอบเชิงประจักษ์ด้วยการวิเคราะห์ CFA และสามารถประยุกต์ใช้ได้หลากหลายบริบทการเรียนรู้และนวัตกรรม ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงเลือกใช้กรอบของ Vignoli et al. (2023, pp. 926–928) เป็นพื้นฐานในการตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างของแบบวัด DTM ในบริบทโรงเรียนวิทยาศาสตร์ไทย เพื่อยืนยันว่าแบบวัดสะท้อนโครงสร้างทางทฤษฎีได้อย่างเที่ยงตรงและเหมาะสมต่อบริบทวัฒนธรรมไทย กรอบแนวคิดนี้ยังรองรับการวิเคราะห์สองขั้นตอน ได้แก่ (1) การวิเคราะห์ CFA เพื่อประเมินความตรงเชิงโครงสร้าง และ (2) การวิเคราะห์ระดับ (Level analysis) เพื่ออธิบายแนวโน้มพัฒนาของชุดความคิดเชิงออกแบบในแต่ละมิติ แนวคิด DTM จึงถูกใช้ทั้งในฐานะเครื่องมือวัดและแนวทางพัฒนาเพื่อเสริมสร้างสมรรถนะการคิดสร้างสรรค์ การคิดเชิงระบบ และการสร้างคุณค่าใหม่ของผู้เรียนในโรงเรียนวิทยาศาสตร์ไทย สอดคล้องกับนโยบายการศึกษาที่มุ่งพัฒนา “ทุนมนุษย์เชิงสร้างสรรค์” ตามแนวเศรษฐกิจ BCG และเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (SDGs)

3. วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 คำถามวิจัย

1. โมเดลการวัดของชุดความคิดเชิงออกแบบของนักเรียนโรงเรียนวิทยาศาสตร์มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์เพียงใด เมื่อวิเคราะห์ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (CFA)

3.2 วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างของโมเดลการวัดชุดความคิดเชิงออกแบบ (DTM) ของนักเรียนโรงเรียนวิทยาศาสตร์

3.3 ขอบเขตการวิจัย

1) ขอบเขตเนื้อหา (Content scope)

การวิจัยนี้มุ่งเน้นการตรวจสอบโมเดลการวัดของชุดความคิดเชิงออกแบบ (DTM) โดยอ้างอิงจากกรอบแนวคิดของ Vignoli et al. (2023) ซึ่งประกอบด้วยมิติย่อยหลัก ได้แก่ ความทนทานต่อความคลุมเครือและความเสี่ยง (Uncertainty and risk) ความเห็นอกเห็นใจ (Empathy) การคิดแบบองค์รวม (Holistic thinking) การทำงานร่วมกันและความหลากหลาย (Collaboration and diversity) การมุ่งเน้นการเรียนรู้ (Learning orientation) การทดลอง (Experimentation) การตั้งคำถามเชิงวิพากษ์ (Critical questioning) การคิดแบบอุปนัย (Abduction) ความมั่นใจในความคิดสร้างสรรค์ (Creative confidence) และผลกระทบ (Impact)

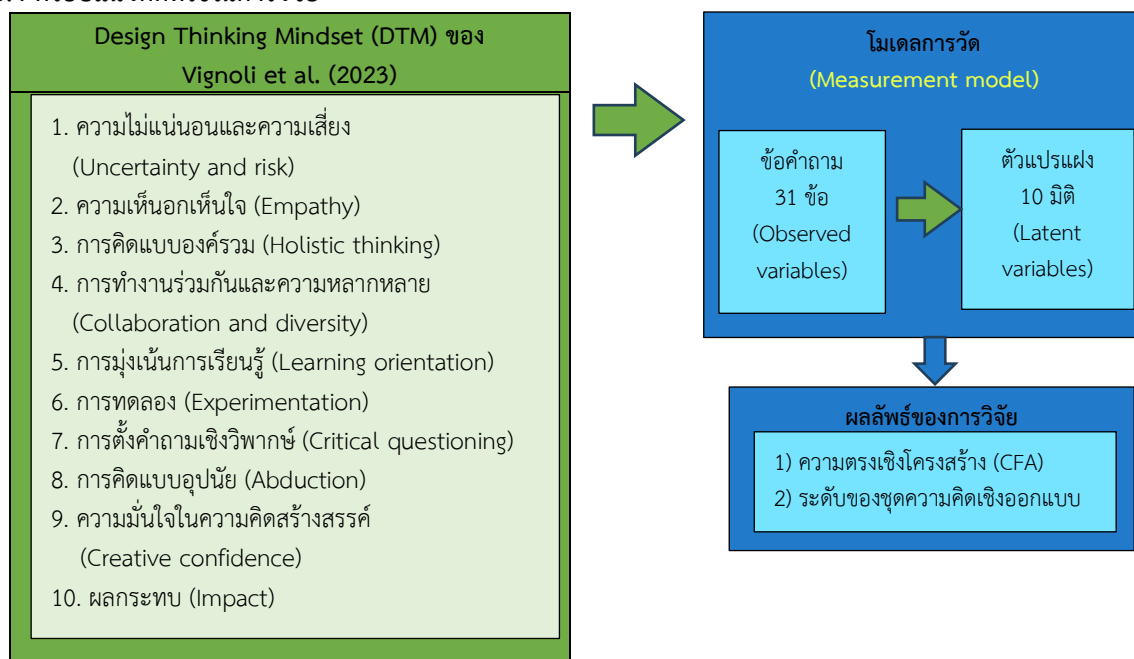
2) ขอบเขตประชากรและกลุ่มตัวอย่าง (Population and sample)

ประชากรของการวิจัยครั้งนี้คือ นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจากโรงเรียนวิทยาศาสตร์ 5 แห่ง จำนวน 2,160 คน โดยมีกลุ่มตัวอย่าง 752 คน คัดเลือกด้วยวิธีการสุ่มแบบแบ่งชั้น (Stratified random sampling) ตามระดับชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 4–6 เพื่อให้ได้ตัวแทนที่ครอบคลุมและเหมาะสมกับช่วงพัฒนาการด้านการคิดเชิงนามธรรม กำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างตามเกณฑ์การวิเคราะห์ CFA ที่แนะนำให้มีอย่างน้อย 10–20 เท่าของจำนวนตัวแปรสังเกต (Kline, 2016, pp. 229–230) ซึ่งงานวิจัยนี้มีตัวแปรสังเกต 31 ตัว และกลุ่มตัวอย่าง 752 คน คิดเป็นอัตราส่วนประมาณ 24:1 จึงเพียงพอสำหรับการประมาณค่าที่มีความเสถียรและน่าเชื่อถือ

3) ขอบเขตเครื่องมือและการวิเคราะห์ข้อมูล (Instrument and data analysis scope)

เครื่องมือวิจัยคือแบบวัดชุดความคิดเชิงออกแบบ (DTM) ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นโดยประยุกต์จากกรอบของ Vignoli et al. (2023) ให้เหมาะสมกับบริบทนักเรียนโรงเรียนวิทยาศาสตร์ไทย ผ่านกระบวนการกำหนดนิยามตัวแปร พัฒนามิติ 10 มิติ และสร้างข้อคำถามตามองค์ประกอบ จากนั้นตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาโดยผู้เชี่ยวชาญ พบค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.80–1.00 แสดงถึงความสอดคล้องในระดับดี คำนวณน้ำหนักองค์ประกอบมาตรฐานของแต่ละข้ออยู่ระหว่าง 0.48–0.87 ($p < .001$) ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด เครื่องมือถูกนำไปเก็บข้อมูลและตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างด้วย CFA โดยพิจารณา CFI, TLI, RMSEA และ SRMR ควบคู่กับความตรงเชิงสอดคล้อง ($AVE \geq 0.50$, $CR \geq 0.70$) และความตรงจำแนก (Fornell–Larcker, HTMT < 0.85) จากนั้นวิเคราะห์ระดับรายมิติด้วยสถิติเชิงพรรณนา และใช้ K-means จำแนกโปรไฟล์ผู้เรียนตาม DTM ทั้ง 10 มิติ

3.4 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย



รูปที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย (Conceptual Framework)

การวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยนี้อิงจากกรอบแนวคิดของ ชุดความคิดเชิงออกแบบ (DTM) ประกอบด้วย 10 มิติตามแนวทางของ Vignoli et al. (2023) โดยการวิจัยนี้ใช้กรอบแนวคิดดังกล่าวเป็นพื้นฐานในการตรวจสอบ โมเดลการวัด

(Measurement model validation) ด้วยเทคนิค การวิเคราะห์ CFA เพื่อประเมินความตรงเชิงโครงสร้าง (Construct validity) และความสอดคล้องระหว่างโมเดลเชิงทฤษฎีกับข้อมูลเชิงประจักษ์ จากนั้นจึงดำเนินการ วิเคราะห์ระดับ (Level analysis) ของแต่ละมิติ เพื่ออธิบายระดับและลักษณะของการกระจายตัวของของการพัฒนานวัตกรรมและทัศนคติด้านนวัตกรรมของนักเรียนโรงเรียนวิทยาศาสตร์ในบริบทการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

3.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลดำเนินการในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2568 โดยผู้วิจัยประสานงานกับโรงเรียนวิทยาศาสตร์เพื่อขออนุญาตเก็บข้อมูลและดำเนินการเก็บในช่วงเวลาเรียนปกติ พร้อมชี้แจงวัตถุประสงค์และวิธีการตอบแบบวัดแก่ผู้เข้าร่วมอย่างชัดเจน การเก็บข้อมูลใช้แบบสอบถามที่ผู้เรียนตอบด้วยตนเองซึ่งมีจำนวน 31 ข้อคำถาม ใช้เวลาในการตอบประมาณ 20–30 นาทีต่อครั้ง โดยดำเนินการเก็บข้อมูลจากโรงเรียนวิทยาศาสตร์ทั้งหมด 5 โรงเรียนละประมาณ 4-5 วัน ทั้งนี้ได้ตรวจสอบความครบถ้วนของแบบวัดภายหลังการเก็บข้อมูลก่อนนำไปวิเคราะห์

3.6 วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล

1. การเตรียมข้อมูล (Data preparation)

ข้อมูลที่ได้จากแบบวัดชุดความคิดเชิงออกแบบ (DTMS) ได้รับการตรวจสอบความครบถ้วนและความถูกต้อง ก่อนทำการเข้ารหัสและนำเข้าสู่โปรแกรม RStudio เพื่อวิเคราะห์เชิงสถิติ โดยขั้นตอนการเตรียมข้อมูลประกอบด้วย การตรวจสอบค่าผิดปกติ (Outliers) และค่าที่หายไป (Missing values) เพื่อให้มั่นใจในคุณภาพและความเหมาะสมของข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์ การทดสอบการกระจายของข้อมูล (Normality test) เพื่อยืนยันว่าข้อมูลมีลักษณะใกล้เคียงการแจกแจงปกติ และการตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร (Correlation matrix) เพื่อประเมินความเหมาะสมของข้อมูลก่อนดำเนินการวิเคราะห์ CFA

2. การตรวจสอบโมเดลการวัด (Validation of measurement model)

ดำเนินการโดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์ CFA เพื่อทดสอบความสอดคล้องระหว่างโมเดลเชิงทฤษฎีของ DTM ตามกรอบแนวคิดของ Vignoli et al. (2023) กับข้อมูลเชิงประจักษ์ของนักเรียนโรงเรียนวิทยาศาสตร์ โดยมีขั้นตอนดังนี้

2.1 กำหนดโมเดลการวัดของชุดความคิดเชิงออกแบบ (DTM) ซึ่งประกอบด้วยมิตีย่อย 10 มิติ ได้แก่ ความทนทานต่อความคลุมเครือและความเสี่ยง (Uncertainty and risk) ความเห็นอกเห็นใจ (Empathy) การคิดแบบองค์รวม (Holistic thinking) การทำงานร่วมกันและความหลากหลาย (Collaboration and diversity) การมุ่งเน้นการเรียนรู้ (Learning orientation) การทดลอง (Experimentation) การตั้งคำถามเชิงวิพากษ์ (Critical questioning) การคิดแบบอุปนัย (Abduction) ความมั่นใจในความคิดสร้างสรรค์ (Creative confidence) และผลกระทบ (Impact) เพื่อสร้างกรอบโครงสร้างเชิงทฤษฎีสำหรับการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน

2.2 ประเมินค่าน้ำหนักองค์ประกอบ (Estimation of factor loadings) ทำการประมาณค่าน้ำหนักองค์ประกอบของตัวชี้วัดในแต่ละมิติด้วยวิธี Maximum Likelihood Estimation (MLE) เพื่อหาค่าประมาณของพารามิเตอร์ที่ให้ความสอดคล้องสูงสุดระหว่างโมเดลเชิงทฤษฎีกับข้อมูลเชิงประจักษ์

2.3 ประเมินความสอดคล้องของโมเดล (Model fit evaluation) ตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลการวัดกับข้อมูลเชิงประจักษ์ โดยใช้ดัชนีความเหมาะสมของโมเดล (Goodness-of-fit indices) ได้แก่ Chi-square per degree of freedom (χ^2/df), Comparative Fit Index ($CFI \geq 0.90$), Tucker–Lewis Index ($TLI \geq 0.90$), Root Mean Square Error of Approximation ($RMSEA \leq 0.08$) และ Standardized Root Mean Square Residual ($SRMR \leq 0.08$) เพื่อประเมินความเหมาะสมของโมเดลในการอธิบายข้อมูลเชิงประจักษ์ (Hu & Bentler, 1999; Kline, 2016)

2.4 ตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้าง (Construct validity assessment) ประเมินความตรงเชิงโครงสร้างของแบบวัดโดยพิจารณาจากค่าน้ำหนักองค์ประกอบมาตรฐาน (Standardized factor loading ≥ 0.50) (Kline, 2016) ความเชื่อมั่นเชิงประกอบ (Composite reliability ≥ 0.70) (Hair et al., 2010) และความตรงเชิงสอดคล้อง (Convergent validity: AVE ≥ 0.50) (Fornell & Larcker, 1981) รวมทั้งความตรงจำแนก (Discriminant validity) โดยใช้เกณฑ์ Fornell–Larcker criterion ($\sqrt{AVE} > r$) และค่า Heterotrait–Monotrait ratio (HTMT < 0.85) (Fornell & Larcker, 1981; Henseler et al., 2015) เพื่อยืนยันว่าแต่ละมิติของ DTM มีความชัดเจน สามารถแยกแยะได้ และมีความสอดคล้องภายในมิติเดียวกัน

3. การวิเคราะห์ระดับของชุดความคิดเชิงออกแบบ (Level analysis of DTM) ประกอบด้วย

การวิเคราะห์ข้อมูลในงานวิจัยนี้ดำเนินการในสามขั้นตอนหลัก ขั้นตอนแรกเป็นการวิเคราะห์สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive statistics) โดยคำนวณค่าเฉลี่ย (Mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) ค่าต่ำสุด (Minimum) และค่าสูงสุด (Maximum) ของแต่ละมิติของชุดความคิดเชิงออกแบบ เพื่ออธิบายลักษณะการกระจายของคะแนนของผู้เรียนในแต่ละมิติ จากนั้นจึงเป็นการจำแนกอันดับของคะแนนโดยอิงเกณฑ์ค่าเฉลี่ยร่วมกับส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($\text{Mean} \pm \text{SD}$) เพื่อจัดระดับคะแนนออกเป็นสามระดับ ได้แก่ ระดับสูง (คะแนนมากกว่าค่าเฉลี่ย + ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) ระดับปานกลาง (คะแนนอยู่ในช่วงค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) และระดับต่ำ (คะแนนน้อยกว่าค่าเฉลี่ย - ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) ผลการจำแนกอันดับดังกล่าวใช้เพื่อสะท้อนสัดส่วนของผู้เรียนในแต่ละระดับของชุดความคิดเชิงออกแบบ และช่วยให้เห็นภาพรวมของการกระจายระดับชุดความคิดเชิงออกแบบของผู้เรียนอย่างเป็นระบบ และดำเนินการวิเคราะห์เชิงกลุ่ม (Cluster analysis) โดยใช้ค่าแฟกเตอร์สกออร์ (Factor scores) ของแต่ละมิติเป็นตัวแปรในการจัดกลุ่มผู้เรียนด้วยวิธี K-means clustering เพื่อจำแนกโปรไฟล์ของผู้เรียน (Learner profiles) ตามลักษณะของชุดความคิดเชิงออกแบบ วิธีการดังกล่าวเหมาะสมกับข้อมูลเชิงปริมาณขนาดใหญ่และการจัดกลุ่มที่ต้องกำหนดจำนวนกลุ่มล่วงหน้า อีกทั้งยังสามารถสะท้อนลักษณะเฉพาะของผู้เรียนในแต่ละกลุ่มได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยผลการวิเคราะห์เชิงกลุ่มนำไปใช้ในการอธิบายความแตกต่างของระดับชุดความคิดเชิงออกแบบระหว่างกลุ่มผู้เรียน และเป็นฐานข้อมูลเชิงประจักษ์สำหรับการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้และแนวทางการพัฒนาผู้เรียนที่สอดคล้องกับลักษณะของผู้เรียนแต่ละกลุ่ม

4. การตีความและอภิปรายผล (Interpretation and discussion)

การตีความและอภิปรายผลของการวิจัยนี้มุ่งอธิบายผลการวิเคราะห์ในเชิงแนวคิดและบริบท โดยอ้างอิงกรอบแนวคิด DTM ของ Vignoli et al. (2023) เพื่อทำความเข้าใจลักษณะและระดับของชุดความคิดเชิงออกแบบของนักเรียนโรงเรียนวิทยาศาสตร์อัยการรอบด้าน ผลการวิเคราะห์ถูกตีความโดยเชื่อมโยงกับแนวคิดการคิดเชิงบูรณาการ (Integrative thinking) และเปรียบเทียบกับงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อสะท้อนความเหมือนและความแตกต่างของผู้เรียนในบริบทที่หลากหลาย นอกจากนี้ การตีความยังมุ่งอธิบายความหมายของระดับชุดความคิดเชิงออกแบบในแต่ละมิติ และลักษณะของผู้เรียนในแต่ละกลุ่ม (Learner profiles) เพื่อสะท้อนความหลากหลายของชุดความคิดเชิงออกแบบ และเป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการออกแบบแนวทางการเรียนรู้ที่ตอบสนองต่อความแตกต่างของผู้เรียนต่อไป

4. ผลการวิจัย

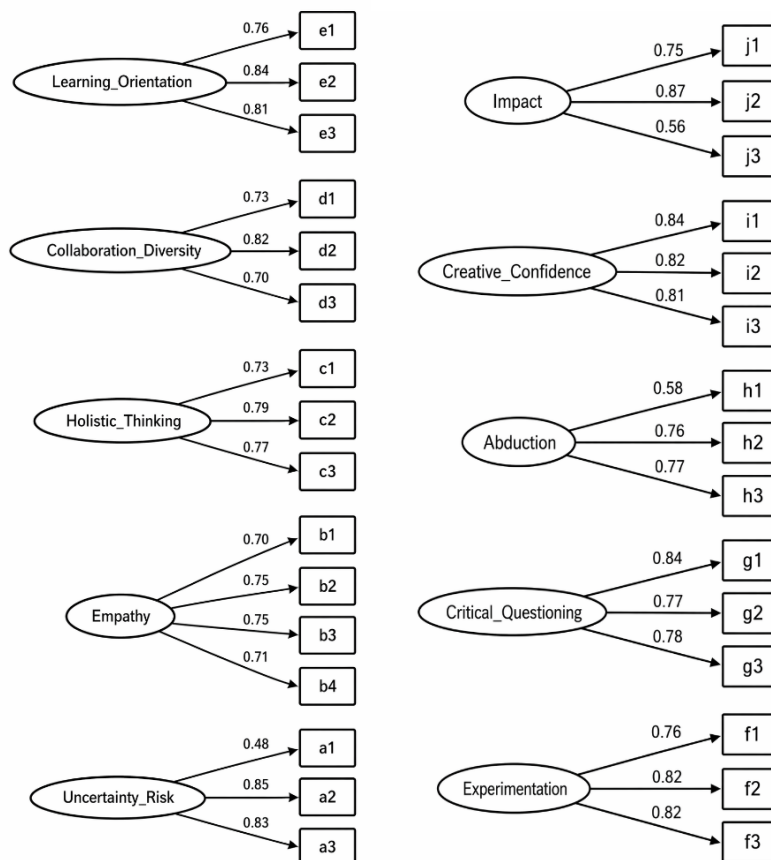
4.1 การตรวจสอบโมเดลการวัด (Validation of measurement model)

การตรวจสอบโมเดลการวัด DTM ดำเนินการด้วยเทคนิคการวิเคราะห์ CFA โดยใช้วิธีประมาณค่าสูงสุด (MLE) เพื่อทดสอบความสอดคล้องระหว่างโครงสร้างเชิงทฤษฎีของ DTM กับข้อมูลเชิงประจักษ์ของนักเรียนโรงเรียนวิทยาศาสตร์ จำนวน 752 คน ผลการวิเคราะห์พบว่า โมเดลการวัดมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ในระดับ ดีมาก โดยดัชนีชี้วัดความสอดคล้องของโมเดล (Goodness-of-fit indices) แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ดัชนีความสอดคล้องของโมเดลการวัดชุดความคิดเชิงออกแบบ (DTM)

ดัชนี (Fit index)	ค่าที่ได้จากการวิเคราะห์	เกณฑ์การยอมรับ (Acceptable criteria)	การแปลผล (Interpretation)
χ^2 (Chi-square)	957.301 (df = 389, $p < .001$)	ไม่ควรมีนัยสำคัญ ($p > .05$)	มีนัยสำคัญ
χ^2/df	2.014	< 3.00	อยู่ในเกณฑ์ดีมาก
CFI (Comparative Fit Index)	0.956	≥ 0.90	ดีมาก
TLI (Tucker–Lewis Index)	0.948	≥ 0.90	ดีมาก
RMSEA (Root Mean Square Error of Approximation)	0.044 (90% CI = 0.041–0.048, $p_{\text{close}} = 0.997$)	≤ 0.08	ดีมาก
SRMR (Standardized Root Mean Square Residual)	0.035	≤ 0.08	ดีมาก

ผลการวิเคราะห์แสดงให้เห็นว่าโมเดลการวัด DTM มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ในระดับดีมาก ทั้งในเชิงสถิติและเชิงทฤษฎี โดยค่าไคสแควร์ ($\chi^2 = 957.301$, $df = 389$, $p < .001$) มีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ตามเนื่องจากค่า χ^2 มีความไวต่อขนาดกลุ่มตัวอย่าง จึงอาจไม่เหมาะสมในการใช้พิจารณาเพียงลำพัง (Kline, 2016, pp. 263-272) ดังนั้นจึงพิจารณาร่วมกับดัชนีความสอดคล้องอื่น ๆ โดยค่าอัตราส่วนไคสแควร์ต่อองศาอิสระ (χ^2/df) อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ ขณะที่ค่าดัชนีความสอดคล้องเชิงเปรียบเทียบ (CFI) และดัชนี Tucker–Lewis Index (TLI) มีค่าสูงกว่าเกณฑ์ที่แนะนำ ส่วนค่าความคลาดเคลื่อนประมาณการที่สองของค่าเฉลี่ยกำลังสอง (RMSEA) และค่าความคลาดเคลื่อนการที่สองของเศษเหลือมาตรฐาน (SRMR) มีค่าต่ำกว่า 0.05 ซึ่งสะท้อนถึงความเหมาะสมของโมเดลและความสามารถในการอธิบายโครงสร้างเชิงแฝงของ DTM ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Tucker & Lewis, 1973, pp. 431–442; Hu & Bentler, 1999, pp. 1–55; Browne & Cudeck, 1993, pp. 136–162; Kline, 2016, pp. 263–272) ในด้านคุณภาพของเครื่องมือพบว่าแต่ละมิติของแบบวัดผ่านเกณฑ์ความตรงเชิงสอดคล้อง (Convergent validity) และความเชื่อมั่นเชิงประกอบ (Composite reliability) โดยมีค่าความแปรปรวนเฉลี่ยที่สกัดได้ (AVE) มากกว่า 0.50 และค่า Composite reliability มากกว่า 0.70 ทุกแฟกเตอร์ แสดงถึงความสอดคล้องภายในและความเชื่อถือได้ของตัวชี้วัดในระดับดี (Fornell & Larcker, 1981) สำหรับความตรงจำแนก (Discriminant validity) การประเมินด้วยเกณฑ์ Fornell–Larcker criterion พบว่าโมเดลผ่านเกณฑ์จำนวน 35 จาก 45 คู่ หรือคิดเป็นร้อยละ 77.8 และเมื่อประเมินความตรงจำแนกด้วยวิธี HTMT พบว่าทุกคู่มิติผ่านเกณฑ์ที่แนะนำทั้งหมด (45 จาก 45 คู่) ซึ่งยืนยันความแตกต่างเชิงโครงสร้างระหว่างแต่ละมิติของ DTM ได้อย่างชัดเจน (Henseler et al., 2015) พบว่าทุกคู่มิติผ่านเกณฑ์ที่แนะนำ (45 จาก 45 คู่) ซึ่งยืนยันความแตกต่างเชิงโครงสร้างระหว่างแต่ละมิติของ DTM ได้อย่างชัดเจน (Henseler et al., 2015) แม้ว่าบางคู่มิติ เช่น Holistic thinking–abduction ($r = 0.827$) และ Creative confidence–abduction ($r = 0.812$) จะมีค่าสหสัมพันธ์ค่อนข้างสูง แต่ความสัมพันธ์ดังกล่าวสามารถตีความได้ว่าเป็นความเชื่อมโยงเชิงกระบวนการของการคิดเชิงออกแบบ ซึ่งสะท้อนลักษณะของ Holistic mindset ที่เกิดจากการบูรณาการการคิดเชิงระบบ การคิดเชิงสร้างสรรค์ และการเข้าใจมนุษย์อย่างสอดประสานในบริบทการเรียนรู้ มากกว่าความซ้ำซ้อนเชิงสถิติของโครงสร้างแฝง (Henriksen et al., 2017, pp. 140–153; Rauth et al., 2010, pp. 1–8)



รูปที่ 2 การตรวจสอบโมเดลการวัดของชุดความคิดเชิงออกแบบสำหรับนักเรียนโรงเรียนวิทยาศาสตร์จากโปรแกรม RStudio

4.1.1 ค่าน้ำหนักองค์ประกอบมาตรฐาน (Standardized factor loadings)

ผลการวิเคราะห์แสดงให้เห็นว่าตัวชี้วัดทุกข้อมีค่าน้ำหนักองค์ประกอบ (Standardized factor loading) อยู่ในช่วง 0.48–0.87 และมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $p < .001$ ทุกตัว แสดงว่าตัวชี้วัดทั้งหมดสามารถสะท้อนตัวแปรแฝงในแต่ละมิติของ DTM ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังแสดงตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ค่าน้ำหนักองค์ประกอบมาตรฐานในแต่ละมิติของชุดความคิดเชิงออกแบบ

มิติของ DTM	ช่วงค่าน้ำหนักองค์ประกอบ	ระดับการสะท้อน	ตัวชี้วัดเด่น
Uncertainty and Risk	0.48–0.85	ปานกลางถึงสูง	a2, a3
Empathy	0.70–0.75	สูง	b2, b3
Holistic thinking	0.73–0.79	สูง	c2
Collaboration and diversity	0.69–0.82	สูง	d2
Learning orientation	0.76–0.84	สูง	e2
Experimentation	0.76–0.82	สูง	f2, f3
Critical questioning	0.77–0.84	สูง	g1
Abduction	0.58–0.77	ปานกลางถึงสูง	h3
Creative confidence	0.81–0.84	สูงมาก	i1
Impact	0.56–0.87	ปานกลางถึงสูง	j2

โดยเฉพาะมิติ Creative confidence และ Learning orientation มีค่า Standardized factor loading สูงสุด สะท้อนถึงความมั่นใจและแรงจูงใจเชิงสร้างสรรค์ที่โดดเด่นของนักเรียนโรงเรียนวิทยาศาสตร์ ซึ่งได้รับการส่งเสริมจากการเรียนรู้เชิงโครงงานและการทดลองเชิงประจักษ์ ขณะที่มิติ Uncertainty and risk และ Abduction มีค่าน้ำหนักต่ำกว่า สะท้อนถึงลักษณะการเรียนรู้ที่มักเน้นคำตอบที่ถูกต้องและหลักฐานเชิงแน่นอน ทำให้ผู้เรียนมีแนวโน้มยอมรับความไม่แน่นอนและการคิดเชิงสร้างสรรค์ในสถานการณ์เปิดน้อยกว่ามิติอื่น

4.1.2 ค่าความสัมพันธ์ระหว่างมิติของ DTM (Factor correlation matrix)

พบว่าทั้งสิบมิติของชุดความคิดเชิงออกแบบ (DTM) มีความสัมพันธ์เชิงบวกในระดับสูงถึงสูงมาก ($r = 0.49–0.92$, $p < .001$) โดยคู่มิติที่มีค่าสหสัมพันธ์สูงที่สุด ได้แก่ Holistic thinking–abduction ($r = 0.92$), Abduction–creative confidence ($r = 0.90$), Learning orientation–critical questioning ($r = 0.87$) และ Empathy–holistic thinking ($r = 0.85$) ในขณะที่คู่มิติที่มีค่าสหสัมพันธ์ต่ำสุดคือ Impact–uncertainty and risk ($r = 0.49$) สะท้อนว่าความกล้าเผชิญความไม่แน่นอนยังไม่เชื่อมโยงโดยตรงกับการมุ่งสร้างผลกระทบต่อสังคม ผลดังกล่าวชี้ว่าองค์ประกอบสำคัญของ DTM ในกลุ่มนักเรียนโรงเรียนวิทยาศาสตร์คือ Holistic thinking, Abduction, Critical questioning และ Creative confidence ซึ่งเชื่อมโยงกันเป็นวงจรการเรียนรู้และการสร้างนวัตกรรมอย่างเป็นระบบ

4.1.3 ความตรงเชิงโครงสร้าง (Construct validity)

ผลการวิเคราะห์สนับสนุนว่าเครื่องมือวัดชุดความคิดเชิงออกแบบ (DTM) มีความตรงเชิงโครงสร้างในระดับดี เนื่องจากตัวชี้วัดทุกตัวมีค่า Standardized factor loading ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป ความสัมพันธ์ระหว่างมิติอยู่ในระดับสูงและมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .001$) และค่าความคลาดเคลื่อน (Error variance) ของตัวชี้วัดส่วนใหญ่ไม่น้อยกว่า 0.50 แสดงให้เห็นว่าตัวแปรแฝงสามารถอธิบายความแปรปรวนของข้อมูลได้มากกว่าครึ่งหนึ่งของแต่ละตัวชี้วัด ดังนั้นโมเดลการวัด DTM จึงมีทั้งความตรงเชิงสอดคล้อง (Convergent validity) และความตรงแยกแยะ (Discriminant validity) อยู่ในเกณฑ์ที่ดี และสามารถสะท้อนโครงสร้างของชุดความคิดเชิงออกแบบได้อย่างถูกต้องและชัดเจน

ตารางที่ 3 สรุปผลการตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลและคุณภาพของแบบวัดชุดความคิดเชิงออกแบบ (DTM)

ด้าน	ผลลัพธ์	การประเมิน
Model fit	CFI = 0.956, TLI = 0.948, RMSEA = 0.044	ดีมาก
Convergent validity	AVE > 0.50 ทุกแฟคเตอร์	ผ่านทั้งหมด
Composite reliability	CR > 0.70 ทุกแฟคเตอร์	ผ่านทั้งหมด
Discriminant validity (Fornell–Larcker criterion) โดย $\sqrt{AVE} > r$	35/45 คู่ผ่าน (77.8%)	บางมิติสัมพันธ์สูง
Discriminant validity (HTMT < 0.85)	45/45 คู่ผ่าน (100%)	ดีมาก

จากตารางที่ 3 พบว่าแบบวัดชุดความคิดเชิงออกแบบ (DTM) มีความสอดคล้องของโมเดลการวัดในระดับดีมาก โดยทุกมิติผ่านเกณฑ์ความตรงเชิงสอดคล้อง (Convergent validity) และความเชื่อมั่นเชิงประกอบ (Composite reliability) แสดงถึงความเที่ยงตรงและความสอดคล้องภายในของตัวชี้วัดในระดับดี (Fornell & Larcker, 1981; Kline, 2016) การตรวจสอบความตรงจำแนกตามเกณฑ์ Fornell–Larcker criterion พบว่าผ่านเกณฑ์เป็นส่วนใหญ่ ยกเว้นบางคู่ของมิติที่มีค่าสหสัมพันธ์ค่อนข้างสูง เช่น Holistic thinking–abduction และ Empathy–abduction ซึ่งสะท้อนถึงความเชื่อมโยงเชิงแนวคิดของชุดความคิดเชิงออกแบบในลักษณะบูรณาการ (Integrative mindset) มากกว่าความซ้ำซ้อนเชิงสถิติ ทั้งนี้การตรวจสอบความตรงจำแนกเพิ่มเติมด้วยเกณฑ์ HTMT พบว่าทุกคู่มิตี้อยู่ต่ำกว่าเกณฑ์ที่แนะนำ จึงยืนยันความแตกต่างเชิงโครงสร้างระหว่างแต่ละมิติของ DTM ได้อย่างชัดเจน (Henseler et al., 2015)

4.2 การวิเคราะห์ระดับของชุดความคิดเชิงออกแบบ (Level analysis of DTM)

หลังการตรวจสอบโมเดลการวัดด้วยการวิเคราะห์ CFA พบว่าแบบวัด DTM มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ในระดับดีมาก จึงนำค่าแฟกเตอร์สกอว์ของแต่ละมิติมาวิเคราะห์เชิงพรรณนาเพื่อสะท้อนระดับของ DTM ในนักเรียนโรงเรียนวิทยาศาสตร์ โดยใช้สถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าต่ำสุด และค่าสูงสุด คะแนนแฟกเตอร์ทั้งหมดเป็นค่ามาตรฐานที่มีค่าเฉลี่ยใกล้เคียงศูนย์และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ในช่วง 0.92–0.95 แสดงให้เห็นว่าคะแนนมีการกระจายในเกณฑ์ปกติและสามารถเปรียบเทียบระหว่างมิติได้อย่างเหมาะสม ทั้งนี้การจำแนกระดับคะแนนอิงตามเกณฑ์ค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ซึ่งเป็นแนวทางที่ใช้ทั่วไปในการวิเคราะห์ลักษณะทางจิตพิสัยและทัศนคติ (Likert, 1932, pp. 1–55; Best and Kahn, 2006, pp. 200–210) โดยกำหนดเกณฑ์การแปลผลดังนี้

ตารางที่ 4 การจำแนกระดับของคะแนนอิงตามเกณฑ์

เกณฑ์การแปลผลคะแนน	ช่วงค่า
$\geq$ (Mean + 0.5SD)	สูง
ระหว่าง (Mean $\pm$ 0.5SD)	ปานกลาง
$\leq$ (Mean – 0.5SD)	ต่ำ

ที่มา: Best and Kahn (2006, p. 205)

4.2.1 ผลการวิเคราะห์เชิงพรรณนา (Descriptive statistics of factor scores)

ผลการวิเคราะห์พบว่า ค่าเฉลี่ย (Mean) ของแต่ละมิติของ DTM อยู่ในช่วง 0.00 ± 0.03 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) อยู่ในช่วง 0.92–0.96 แสดงว่าคะแนนของนักเรียนส่วนใหญ่มีการกระจายอยู่ในเกณฑ์ปกติและมีความสม่ำเสมอระหว่างมิติ ซึ่งสอดคล้องกับแนวทางของ Best and Kahn (2006) ที่แนะนำให้ใช้ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานในการอธิบายลักษณะการกระจายของคุณลักษณะทางพฤติกรรม

ตารางที่ 5 สถิติพรรณนาของคะแนนชุดความคิดเชิงออกแบบ (DTM) จำแนกตามมิติ

มิติของ DTM	Mean	SD	Min	Max	ระดับโดยรวม
Empathy	0.00	0.93	–4.20	1.59	ปานกลาง–สูง
Creative confidence	0.00	0.95	–3.42	1.61	สูง
Collaboration and diversity	0.00	0.92	–3.65	1.44	ปานกลาง

ตารางที่ 5 (ต่อ) สถิติพรรณนาของคะแนนชุดความคิดเชิงออกแบบ (DTM) จำแนกตามมิติ

มิติของ DTM	Mean	SD	Min	Max	ระดับโดยรวม
Experimentation	0.00	0.94	-3.74	1.50	ปานกลาง
Holistic thinking	0.00	0.94	-4.02	1.65	สูง
Learning orientation	0.00	0.94	-4.49	1.27	ปานกลาง-สูง
Uncertainty and risk	0.00	0.93	-3.33	1.44	ปานกลาง
Critical questioning	0.00	0.95	-4.21	1.44	ปานกลาง
Abduction	0.00	0.93	-3.96	1.70	ปานกลาง-สูง
Impact	0.00	0.92	-3.76	1.29	ปานกลาง-สูง

จากตารางที่ 5 พบว่า ค่าเฉลี่ยของแต่ละมิติของ DTM อยู่ในช่วง 0.00 ± 0.03 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) อยู่ระหว่าง 0.92–0.95 ซึ่งสะท้อนว่าคะแนนของผู้เรียนมีการกระจายตัวในระดับใกล้เคียงกันในแต่ละมิติ และแสดงถึงความแปรปรวนของคะแนนในระดับปานกลาง โดยมิติที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด ได้แก่ Creative confidence ($M = 0.03$, $SD = 0.95$) รองลงมาคือ Holistic thinking ($M = 0.02$, $SD = 0.94$) และ Empathy ($M = 0.01$, $SD = 0.93$) ซึ่งอยู่ในระดับสูงหรือปานกลางค่อนข้างสูง ขณะที่ Uncertainty and risk และ Critical questioning มีค่าเฉลี่ยต่ำกว่า อยู่ในระดับปานกลาง แสดงว่านักเรียนโรงเรียนวิทยาศาสตร์มีความมั่นใจในการคิดสร้างสรรค์และการมองภาพรวมเชิงระบบในระดับสูง สะท้อนถึงแนวโน้มการคิดเชิงสร้างสรรค์และการเข้าใจปัญหาเชิงองค์รวมได้ดี แต่ยังคงได้รับการส่งเสริมในด้านการตั้งคำถามเชิงวิพากษ์และการจัดการกับความไม่แน่นอน ซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญของการคิดเชิงออกแบบในบริบทของการสร้างนวัตกรรม (Rauth et al., 2010, pp. 1–8; Dosi et al., 2018, pp. 1701–1710)

4.2.2 การสรุปผลระดับของชุดความคิดเชิงออกแบบของนักเรียนโรงเรียนวิทยาศาสตร์

โดยภาพรวมผลการวิเคราะห์ระดับของ DTM ของนักเรียนโรงเรียนวิทยาศาสตร์พบว่า นักเรียนมีระดับชุดความคิดเชิงออกแบบอยู่ในช่วง ปานกลางถึงสูง ซึ่งสะท้อนแนวโน้มการพัฒนาเชิงบวกในด้านคุณลักษณะที่เกี่ยวข้องกับการคิดเชิงออกแบบ โดยเฉพาะในมิติของความมั่นใจในการคิดสร้างสรรค์ (Creative confidence) การคิดแบบองค์รวม (Holistic thinking) และความเข้าใจผู้อื่นหรือผู้ใช้ (Empathy) ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ยสูงสุด แสดงให้นักเรียนมีความมั่นใจในศักยภาพทางความคิดสร้างสรรค์ สามารถมองเห็นภาพรวมของปัญหาในเชิงระบบ และเข้าใจความรู้สึกหรือความต้องการของผู้ใช้ (User needs) ได้อย่างลึกซึ้ง ซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญของการคิดเชิงออกแบบและการสร้างนวัตกรรม ในทางกลับกัน มิติที่มีค่าคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่า ได้แก่ การตั้งคำถามเชิงวิพากษ์ (Critical questioning) และ การยอมรับความไม่แน่นอนและความเสี่ยง (Uncertainty and risk) สะท้อนถึงความท้าทายในการพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการเปิดรับต่อสถานการณ์ที่ไม่แน่นอนในกระบวนการสร้างสรรค์ นอกจากนี้ ความสัมพันธ์ระหว่างมิติต่าง ๆ ของ DTM พบว่า อยู่ในระดับสูง แสดงให้เห็นว่าการพัฒนาในมิติหนึ่งสามารถส่งผลเชิงเสริมต่ออีกมิติหนึ่งได้ เช่น การส่งเสริม การคิดแบบองค์รวม (Holistic thinking) สามารถกระตุ้นให้เกิด การคิดเชิงอุปนัย (Abduction) และเพิ่มระดับของ ความมั่นใจในการคิดสร้างสรรค์ (Creative confidence) ผลลัพธ์โดยรวมจึงชี้ให้เห็นว่า นักเรียนโรงเรียนวิทยาศาสตร์มีแนวโน้มการพัฒนาชุดความคิดเชิงออกแบบ (DTM) ในทิศทางที่ดี โดยเฉพาะในด้านความคิดสร้างสรรค์ ความเข้าใจผู้ใช้ และการคิดเชิงระบบ ซึ่งเป็นรากฐานสำคัญของการเรียนรู้เชิงนวัตกรรม อย่างไรก็ตาม การส่งเสริมให้ผู้เรียนกล้าตั้งคำถามอย่างมีเหตุผลเชิงวิพากษ์ และเปิดรับต่อความไม่แน่นอนอย่างสร้างสรรค์ ยังคงเป็นประเด็นสำคัญที่ควรได้รับการพัฒนาเพิ่มเติม เพื่อยกระดับชุดความคิดเชิงออกแบบของนักเรียนให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้นในทุกมิติ

5. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

ผลการตรวจสอบโมเดลการวัด DTM ด้วยการวิเคราะห์ CFA พบว่าโมเดลมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ในระดับดีมาก โดยค่าดัชนีความสอดคล้อง ได้แก่ CFI, TLI, RMSEA และ SRMR อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ยืนยันว่าแบบวัดสามารถสะท้อนโครงสร้างเชิงทฤษฎีของ DTM ได้อย่างเที่ยงตรงและเชื่อถือได้ ผลดังกล่าวสนับสนุนกรอบแนวคิดของ Vignoli et al. (2023, pp. 926–928) ที่อธิบายว่า DTM เป็นโครงสร้างพหุมิติซึ่งประกอบด้วยองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ การเข้าใจผู้ใช้ การเรียนรู้จากการลงมือทำ และการมองปัญหาเชิงระบบนอกจากนี้ทุกมิติของ DTM มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบ

มาตรฐานอยู่ในระดับปานกลางถึงสูงและมีนัยสำคัญทางสถิติ สะท้อนว่าแบบวัดสามารถอธิบายตัวแปรแฝงของชุดความคิดเชิงออกแบบได้อย่างชัดเจน โดยเฉพาะมิติ Creative confidence และ Learning orientation ที่มีค่าน้ำหนักสูงสุด ซึ่งสอดคล้องกับงานของ Rauth et al. (2010, pp. 1–8) และ Dosi et al. (2018, pp. 1701–1710) ที่ชี้ว่าความมั่นใจในการสร้างสรรค์และการเรียนรู้จากการทดลองเป็นแกนกลางของการคิดเชิงออกแบบ ขณะเดียวกัน มิติ Holistic thinking, Abduction และ Creative confidence มีความสัมพันธ์กันในระดับสูง สอดคล้องกับแนวคิด “Integrative system” ของ Vignoli et al. (2023, pp. 926–928) โดยผลการวิเคราะห์ที่แสดงว่ามีมิติต่าง ๆ ของชุดความคิดเชิงออกแบบเสริมแรงกันอย่างเป็นระบบ สอดคล้องกับแนวคิดของ Vignoli et al. (2023) อย่างไรก็ตามมิติ Critical questioning และ Uncertainty and risk มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบต่ำกว่า ซึ่งสะท้อนลักษณะการจัดการเรียนรู้ในบางบริบทที่ให้ความสำคัญกับความถูกต้องของคำตอบและการยึดหลักเหตุผลทางวิทยาศาสตร์เป็นหลัก อันอาจส่งผลให้ผู้เรียนมีแนวโน้มหลีกเลี่ยงความไม่แน่นอนและการตั้งคำถามเชิงสมมติฐาน สอดคล้องกับบริบททางวัฒนธรรมการเรียนรู้ที่ให้คุณค่ากับความถูกต้องและการลดความผิดพลาด (Hofstede et al., 2010; Faikhamta & Clarke, 2019) โดยสรุปการตรวจสอบโมเดลการวัดยืนยันว่าแบบวัด DTM ที่พัฒนาขึ้นมีความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง และสามารถใช้อัตราชุดความคิดเชิงออกแบบของนักเรียนโรงเรียนวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ อีกทั้งผลการวิจัยยังสะท้อนให้เห็นว่า กรอบแนวคิด DTM ของ Vignoli et al. (2023) มีความสอดคล้องกับบริบทการจัดการศึกษาของไทยในหลายมิติ โดยเฉพาะมิติ Creative confidence, Holistic thinking และ Empathy ซึ่งมีค่าเฉลี่ยสูงสุดในกลุ่มตัวอย่าง สอดคล้องกับเป้าหมายของโรงเรียนวิทยาศาสตร์ไทยที่มุ่งบ่มเพาะผู้เรียนศักยภาพสูงให้เป็นนวัตกรรมที่มีความคิดสร้างสรรค์และเข้าใจบริบทสังคม นอกจากนี้ความสอดคล้องในมิติ Impact, และ Learning orientation ยังสะท้อนการเชื่อมโยงที่ชัดเจนกับยุทธศาสตร์ BCG และ SDGs ซึ่งเป็นทิศทางการพัฒนาของประเทศ (Office of the National Economic and Social Development Council, 2022) แสดงให้เห็นว่ากรอบแนวคิดของ Vignoli et al. (2023) มีความเหมาะสมในการนำมาประยุกต์ใช้กับบริบทโรงเรียนวิทยาศาสตร์ไทย ซึ่งสอดคล้องกับแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบ STEM และ Design thinking ที่เริ่มได้รับการส่งเสริมในโรงเรียนวิทยาศาสตร์ อย่างไรก็ตามบริบทวัฒนธรรมไทยที่มีความเหลื่อมล้ำของอำนาจสูงและลักษณะกลุ่มนิยม (Hofstede et al., 2010) ประกอบกับระบบการเรียนการสอนที่ยังคงเน้นครูเป็นศูนย์กลางและการประเมินผลเชิงผลสัมฤทธิ์ (Faikhamta & Clarke, 2019) อาจส่งผลให้บางมิติของ DTM เช่นการตั้งคำถามเชิงวิพากษ์และการยอมรับความไม่แน่นอนพัฒนาได้ไม่เต็มศักยภาพ

ผลการวิเคราะห์ระดับของชุดความคิดเชิงออกแบบพบว่า นักเรียนโรงเรียนวิทยาศาสตร์มีระดับ DTM โดยรวมอยู่ในช่วงปานกลางถึงสูง สะท้อนแนวโน้มเชิงบวกในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ การเข้าใจผู้ใช้ และการมองปัญหาอย่างเป็นระบบ ซึ่งเป็นรากฐานสำคัญของการคิดเชิงออกแบบในศตวรรษที่ 21 มิติที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด ได้แก่ Creative confidence และ Holistic thinking ขณะที่มิติ Empathy อยู่ในระดับปานกลางถึงสูง แสดงถึงความมั่นใจในการสร้างสรรค์ ความสามารถในการเชื่อมโยงองค์ประกอบของปัญหา และการเข้าใจผู้ใช้ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดที่ชี้ว่าการเรียนรู้จากประสบการณ์และการลงมือปฏิบัติเป็นกลไกสำคัญในการเสริมสร้าง DTM (Henriksen et al., 2017, pp. 140–153) ในทางตรงกันข้าม มิติ Critical questioning และ Uncertainty and risk อยู่ในระดับปานกลาง สะท้อนการจัดการเรียนรู้ที่ยังมุ่งเน้น “คำตอบที่ถูกต้อง” มากกว่าการตั้งคำถามหรือการเผชิญความไม่แน่นอน ผู้เรียนจำนวนหนึ่งยังลังเลที่จะทดลองแนวคิดใหม่เนื่องจากความกลัวต่อความผิดพลาดหรือการถูกประเมิน ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดการคิดเชิงออกแบบที่เน้นการทดลอง สร้างต้นแบบ และเรียนรู้จากข้อผิดพลาด (Schweitzer et al., 2016, pp. 75–80; Henriksen et al., 2017, pp. 140–153) ดังนั้นการส่งเสริมสองมิตินี้ควรออกแบบกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้สำรวจแนวคิด เผชิญความไม่แน่นอน และสะท้อนคิดจากประสบการณ์เพื่อพัฒนาแนวคิดเชิงวิพากษ์และความยืดหยุ่นต่อความไม่แน่นอน ซึ่งเป็นหัวใจของการคิดเชิงออกแบบ

6. ข้อเสนอแนะ

ผลการวิจัยยืนยันว่าแบบวัดชุดความคิดเชิงออกแบบ (DTM) ที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพในระดับดีและสามารถสะท้อนโครงสร้างการคิดเชิงออกแบบของผู้เรียนได้อย่างเที่ยงตรง โดยพบว่ามีมิติ Creative confidence และ Holistic thinking อยู่ในระดับสูง ขณะที่มิติ Critical questioning และ Uncertainty and risk อยู่ในระดับปานกลาง ซึ่งสะท้อนข้อจำกัดของผู้เรียนในการตั้งคำถามเชิงลึกและการเผชิญความไม่แน่นอน จากผลดังกล่าวจึงเสนอให้ครูออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่มุ่งพัฒนามิติที่ยังอยู่ในระดับปานกลาง โดยเฉพาะการส่งเสริมการตั้งคำถามเชิงวิพากษ์และการยอมรับความไม่แน่นอน ผ่านกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เผชิญปัญหาจริง ทดลองแนวคิด และเรียนรู้จากความผิดพลาด เช่น กิจกรรม Design challenge หรือการพัฒนา

ต้นแบบแบบวนซ้ำควบคู่กับการสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ที่เอื้อต่อความปลอดภัยทางจิตใจ เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนกล้าคิด กล้าทดลอง และพัฒนาความยืดหยุ่นทางความคิด นอกจากนี้ควรมีการขยายการวิจัยไปยังบริบทผู้เรียนที่หลากหลาย และศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้เชิงออกแบบต่อการเปลี่ยนแปลงของชุดความคิดเชิงออกแบบในระยะยาว เพื่อยืนยัน ความเที่ยงตรงและประโยชน์ของเครื่องมือในบริบทที่กว้างขึ้น การวิจัยครั้งนี้มีข้อจำกัดที่ควรพิจารณาในการนำไปใช้ ประการแรกการเก็บข้อมูลจากโรงเรียนวิทยาศาสตร์เท่านั้น ทำให้ไม่สามารถสรุปอ้างอิงผลไปยังบริบทโรงเรียนทั่วไปหรือ โรงเรียนในพื้นที่ห่างไกลได้โดยตรง ประการที่สองการวิจัยนี้เป็นการศึกษาแบบตัดขวาง (Cross-sectional study) จึงไม่สามารถอธิบายพัฒนาการของ DTM ตามช่วงเวลาหรือผลของการจัดการเรียนรู้ในระยะยาวได้ ประการที่สามแบบวัดเป็น การรายงานตนเอง (Self-report scale) ซึ่งอาจมีอคติจากการตอบในแบบที่สังคมคาดหวัง (Social desirability bias) โดยเฉพาะในบริบทวัฒนธรรมไทยที่มีลักษณะกลุ่มนิยม (Hofstede et al., 2010) และประการที่สี่การวิจัยนี้ยังไม่ได้ทดสอบ ความไม่แปรเปลี่ยนของการวัด (Measurement invariance) ข้ามโรงเรียนหรือระดับชั้น ซึ่งจำเป็นสำหรับการเปรียบเทียบ ระหว่างกลุ่มในการวิจัยในอนาคต

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณผู้บริหารและคณะครูโรงเรียนวิทยาศาสตร์ที่ให้ความอนุเคราะห์และสนับสนุนการเก็บรวบรวมข้อมูล ในการวิจัยครั้งนี้ รวมถึงขอขอบคุณนักเรียนที่เข้าร่วมตอบแบบวัดชุดความคิดเชิงออกแบบด้วยความตั้งใจและให้ความร่วมมือ อย่างดีเยี่ยม ซึ่งมีส่วนสำคัญต่อความสำเร็จของงานวิจัยตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ ทั้งนี้ผู้วิจัยได้ผ่านการอบรม Human Subject Protection (HSP) แบบออนไลน์ จากสำนักงานการวิจัยแห่งชาติ (NRCT) โดยได้รับการรับรองเมื่อวันที่ 27 สิงหาคม 2025 และมีผลถึงวันที่ 27 สิงหาคม 2027 และได้ดำเนินการวิจัยภายใต้หลักจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์อย่างเคร่งครัดตลอด กระบวนการศึกษา

เอกสารอ้างอิง

- Best, J. W., & Kahn, J. V. (2006). *Research in education* (10th ed.). Pearson Education.
- Brown, T. (2008). Design thinking. *Harvard Business Review*, 86(6), 84–92.
- Browne, M. W., & Cudeck, R. (1993). Alternative ways of assessing model fit. In K. A. Bollen & J. S. Long (Eds.), *Testing structural equation models* (pp. 136–162). Sage Publications.
- Dosi, C., Rosati, F., & Vignoli, M. (2018). Measuring design thinking mindset. In T. Taura & Y. Nagai (Eds.), *DS 92: Proceedings of the DESIGN 2018 15th International Design Conference* (pp. 1991–2002). Zadar, Croatia: The Design Society.
- Faikhamta, C., & Clarke, A. (2019). Thai cooperating teachers' motivations and challenges in supervising student teachers during their internship program. *Kasetsart Journal of Social Sciences*, 40(3), 567–573. <https://doi.org/10.1016/j.kjss.2017.12.018>.
- Fornell, C., & Larcker, D. F. (1981). Evaluating structural equation models with unobservable variables and measurement error. *Journal of Marketing Research*, 18(1), 39–50.
- Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., & Anderson, R. E. (2010). *Multivariate data analysis* (7th ed.). Pearson Education.
- Henriksen, D., Richardson, C., & Mehta, R. (2017). Design thinking: A creative approach to educational problems of practice. *Thinking Skills and Creativity*, 26, 140–153.
- Henseler, J., Ringle, C. M., & Sarstedt, M. (2015). A new criterion for assessing discriminant validity in variance-based structural equation modeling. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 43(1), 115–135.
- Hofstede, G., Hofstede, G. J., & Minkov, M. (2010). *Cultures and organizations: Software of the mind* (3rd ed.). McGraw-Hill.

- Hu, L. T., & Bentler, P. M. (1999). Cutoff criteria for fit indexes in covariance structure analysis: Conventional criteria versus new alternatives. *Structural Equation Modeling*, 6(1), 1–55.
- Kline, R. B. (2016). *Principles and practice of structural equation modeling* (4th ed.). The Guilford Press.
- Ladachart, L., Cholsin, J., Kwanpet, S., Teerapanpong, R., Dessi, A., Phuangsuwan, L., & Phothong, W. (2022). Ninth-grade students' perceptions on the design-thinking mindset in the context of reverse engineering. *International Journal of Technology and Design Education*, 32(6), 2445–2465.
- Likert, R. (1932). A technique for the measurement of attitudes. *Archives of Psychology*, 22(140), 1–55.
- Liedtka, J. (2018). Why design thinking works. *Harvard Business Review*, 96(5), 72–79.
- Ministry of Education. (2021). *National curriculum framework for innovation and competency-based education, B.E. 2564 (2021)*. Ministry of Education. (in Thai)
- Office of the National Economic and Social Development Council. (2022). *The 13th National Economic and Social Development Plan, B.E. 2566–2570 (2023–2027)*. Office of the National Economic and Social Development Council. (in Thai)
- Rauth, I., Köppen, E., Jobst, B., & Meinel, C. (2010). Design thinking: An educational model toward creative confidence. In T. Taura & Y. Nagai (Eds.), *DS 66-2: Proceedings of the 1st International Conference on Design Creativity (ICDC 2010)* (pp. 1–8). Kobe, Japan: The Design Society.
- Razzouk, R., & Shute, V. (2012). What is design thinking and why is it important? *Review of Educational Research*, 82(3), 330–348. <https://doi.org/10.3102/0034654312457429>.
- Ricardo, R. (2024). *Educational innovation through design thinking: Lessons from global case studies*. Cambridge University Press.
- Schweitzer, J., Groeger, L., & Sobel, L. (2016). The design thinking mindset: An assessment of what we know and what we see in practice. *Journal of Design, Business & Society*, 2(1), 71–94. https://doi.org/10.1386/dbs.2.1.71_1.
- Tucker, L. R., & Lewis, C. (1973). A reliability coefficient for maximum likelihood factor analysis. *Psychometrika*, 38(1), 1–10. <https://doi.org/10.1007/BF02291170>.
- Vignoli, M., Dosi, C., & Balboni, B. (2023). *Design thinking mindset: Measurement, structure, and implications in education and organizations*. Springer Nature.

“ข้อคิดเห็น เนื้อหา รวมทั้งการใช้ภาษาในบทความถือเป็นความรับผิดชอบของผู้เขียน”

Research article

การจัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐานเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์
เรื่อง การบวกและการลบจำนวนนับที่มากกว่า 100,000 และ 0 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

THE EFFECT OF GAME-BASED LEARNING EXPERIENCES ON MATHEMATICAL
ACHIEVEMENT IN ADDING AND SUBTRACTING WHOLE NUMBERS OVER 100,000 AND 0
FOR GRADE 4 STUDENTS

สิรวรรณ ไทยเมืองพล, ปวีณา ชันชศิลา*, และประภาพร หนองหารพิทักษ์

Sirawan Thaimuangphon, Paweena Khansila*, and Prapaporn Nongharnpituk

sirawan.th@ksu.ac.th, paweena.kh@ksu.ac.th, and prapaporn.no@ksu.ac.th

Corresponding author E-mail: paweena.kh@ksu.ac.th

วิชาเอกคณิตศาสตร์ สาขาวิชานวัตกรรมการจัดการเรียนรู้ คณะศึกษาศาสตร์และนวัตกรรมการศึกษา มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์
จังหวัดกาฬสินธุ์ 46230 ประเทศไทย

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

Journal of Industrial Education. 2026, Vol. 25 (No. 1), <https://doi.org/10.55003/JIE.25114>

Received: March 31, 2026 | Revised: April 8, 2026 | Accepted: April 27, 2026

Citation reference :

Thaimuangphon, S., Khansila, P., & Nongharnpituk, P. (2026). The effect of game-based learning experiences on mathematical achievement in adding and subtracting whole numbers over 100,000 and 0 for grade 4 students. *Journal of Industrial Education*, 25(1), 146–159.

ABSTRACT

This study focused on the outcomes of game-based learning (GBL) experiences. This instructional model has gained significant attention for its ability to create an enjoyable and challenging learning atmosphere, encouraging full student engagement. The learning process comprises five stages: knowledge exploration, explanation, game playing, idea presentation, and discussion and conclusion. The study aimed to enhance the mathematics achievement of grade 4 students in the topic of "Addition and subtraction of whole numbers greater than 100,000 and 0." The sample consisted of 30 Grade 4 students from Namonratsongkrow school during the first semester of the 2025 academic year, selected through purposive sampling. The research instruments included 7 lesson plans, which were evaluated by experts with a mean score of 4.52, a 20-item multiple-choice achievement test on the specified topic, with an Index of Item-Objective Congruence (IOC) of 1.00 and a reliability coefficient of 0.82, and a 17-item satisfaction questionnaire. Data was analyzed using basic statistics, efficiency values (E_1/E_2), and the effectiveness index (E.I.). The results revealed that: 1) the game-based learning experiences reached an efficiency of 79.83/77.83, which exceeded the set 75/75 criteria; 2) the effectiveness Index of the GBL approach was 0.6243; and 3) the students' satisfaction toward the game-based learning experiences was at a high level, with 4.43 ± 0.71 ($\bar{X} \pm SD$).

Keywords: Game-based learning, Mathematical achievement, Addition and subtraction

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มุ่งเน้นผลการจัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน โดยรูปแบบการสอนนี้ได้รับความสนใจเนื่องจากช่วยสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ที่สนุกสนานและท้าทาย กระตุ้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมอย่างเต็มที่ เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ 1. การสำรวจความรู้ 2. การอธิบาย 3. การเล่นเกม 4. การเสนอความคิด 5. การอภิปรายและสรุปผล ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกและการลบจำนวนนับที่มากกว่า 100,000 และ 0 ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีความก้าวหน้าขึ้น กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2568 จากโรงเรียนนามนราษฎร์สงเคราะห์ จำนวน 30 คน ซึ่งได้จากการเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 7 แผน ซึ่งได้รับการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.52 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ มีค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ (IOC) เท่ากับ 1.00 ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.82 และแบบสอบถามวัดความพึงพอใจซึ่งประกอบด้วยรายการคำถามจำนวนทั้งสิ้น 17 รายการ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าสถิติพื้นฐาน การหาค่าประสิทธิภาพ (E_1/E_2) และการหาค่าดัชนีประสิทธิผล (E.I.) ผลการศึกษาพบว่า 1) การจัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐานมีประสิทธิภาพเท่ากับ 79.83/77.83 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 75/75 2) ดัชนีประสิทธิผลของการจัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐานมีค่าเท่ากับ 0.6243 3) นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐานอยู่ในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) เท่ากับ 4.43 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) เท่ากับ 0.71

คำสำคัญ: การจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน, ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน, การบวกและการลบ

1. บทนำ

การศึกษาในยุคปัจจุบันที่มุ่งเน้นการพัฒนาผู้เรียนให้มีทักษะและมีสมรรถนะที่ตอบโจทย์โลกที่เปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็ว โดยให้ความสำคัญกับการเรียนรู้ที่สามารถนำองค์ความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ พร้อมทั้งส่งเสริมทักษะการเรียนรู้ตลอดชีวิต The institute for the promotion of teaching science and technology (IPST, 2017, pp. 1-3) หนึ่งในกลไกสำคัญของการพัฒนาทักษะดังกล่าวคือการส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์อย่างเป็นระบบและมีเหตุผล ซึ่งถือเป็นรากฐานสำคัญของการพัฒนาศักยภาพทางความคิดขั้นสูง โดยเฉพาะในรายวิชาคณิตศาสตร์ที่มีบทบาทสำคัญในการพัฒนากระบวนการคิดของผู้เรียน (OECD, 2020, pp. 4-6) ทั้งนี้ การเรียนรู้คณิตศาสตร์ควรมุ่งเน้นให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ในชีวิตจริง แปลงปัญหาจากสถานการณ์จริงให้เป็นแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ วางแผนการแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอน และสามารถตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบได้ National Council of Teachers of Mathematics (NCTM, 2000, pp. 14-16) ดังนั้น การเรียนรู้คณิตศาสตร์จึงเป็นพื้นฐานสำคัญในการพัฒนากระบวนการคิดและการแก้ปัญหาของผู้เรียน

จากการสัมภาษณ์ครูผู้สอนและการตรวจสอบผลงานของนักเรียนเพิ่มเติม พบว่า นักเรียนจำนวนมากยังมีข้อผิดพลาดในการคำนวณ โดยเฉพาะในขั้นตอนการตั้งลบ การยืม และการจัดการกับค่าประจำหลัก ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงความไม่เข้าใจในโครงสร้างของจำนวนและกระบวนการคิดอย่างเป็นระบบ อีกทั้งผู้เรียนยังขาดทักษะในการวางแผนการแก้ปัญหาและการตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบ ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในระดับที่ยังไม่น่าพึงพอใจ ปัญหาดังกล่าวอาจมีสาเหตุส่วนหนึ่งมาจากการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในหลายบริบทของสถานศึกษายังคงเน้นการบรรยาย การอธิบายขั้นตอนการแก้ปัญหา และการฝึกทำแบบฝึกหัดซ้ำ ๆ เป็นหลัก ซึ่งทำให้นักเรียนมีบทบาทเป็นเพียงผู้รับความรู้ ส่งผลให้ผู้เรียนมุ่งเน้นการจดจำวิธีการคำนวณมากกว่าการทำความเข้าใจแนวคิดทางคณิตศาสตร์อย่างลึกซึ้ง นอกจากนี้ การให้ความสำคัญกับความเร็วในการคิดคำนวณหรือการทำแบบทดสอบที่จำกัดเวลา อาจทำให้นักเรียนบางส่วนเกิดความวิตกกังวลต่อการเรียนคณิตศาสตร์ และมีทัศนคติที่ไม่ดีต่อวิชานี้ (Boaler, 2016, pp. 5-8, 45-48) อีกทั้งยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ Kidkana and Rittidet (2014, pp. 65-77) ที่ได้ชี้ให้เห็นถึงสภาพปัญหาหลักของการศึกษาไทยคือการสอนที่ไม่เน้นการคิดแก้ปัญหา โดยยึดติดกับวิธีการบรรยายตามตำราและการท่องจำมากกว่าการใช้ความเข้าใจ ส่งผลให้ผู้เรียนขาดการพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์และไม่เข้าใจในเนื้อหา การใช้กิจกรรมที่น่าสนใจเป็นตัวกระตุ้นจะช่วยให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้น ได้ฝึกทักษะ มีเหตุผลและมีความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่น ซึ่งส่งผลให้เกิดความรู้ความเข้าใจที่ชัดเจนจากประสบการณ์ตรงและมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนรู้ แม้ว่าจะมีงานวิจัยจำนวนมากที่นำแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐานมาใช้ในการพัฒนาการ

เรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ และพบว่าสามารถช่วยเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและส่งเสริมการมีส่วนร่วมของผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ แต่การศึกษาส่วนใหญ่ยังมุ่งเน้นในระดับชั้นที่สูงขึ้น หรือเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ในภาพรวม ขณะที่การศึกษาในเนื้อหาเฉพาะเรื่องการบวกและการลบจำนวนนับขนาดใหญ่ในระดับประถมศึกษาแล้วยังมีอยู่อย่างจำกัด

ดังนั้น การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่ช่วยกระตุ้นความสนใจและเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการคิดและลงมือปฏิบัติจริงจึงเป็นแนวทางสำคัญในการพัฒนาความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียน หนึ่งในแนวทางที่ได้รับความสนใจในปัจจุบันคือ การจัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน (Game-based learning) ซึ่งเป็นการนำองค์ประกอบของเกมมาประยุกต์ใช้ในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อกระตุ้นแรงจูงใจและส่งเสริมการมีส่วนร่วมของผู้เรียน อันเป็นทางเลือกหนึ่งในการลดปัญหาการเรียนรู้ที่เกิดจากการจัดการเรียนการสอนแบบเดิม แนวคิดดังกล่าวสอดคล้องกับแนวคิดของ James pual gee ซึ่งได้กล่าวว่า เกมมีจุดมุ่งหมายเพื่อเป็นสิ่งที่ช่วยให้ผู้เรียนเกิดพัฒนาการในด้านต่าง ๆ ใช้ความคิดอย่างมีเหตุผล รวมถึงการตัดสินใจ การจัดการเรียนรู้รูปแบบนี้มีส่วนช่วยในการเรียนรู้เป็นอย่างมาก ทำให้ผู้เรียนเกิดประสบการณ์โดยตรงและช่วยสร้างบรรยากาศที่สนับสนุนในการเรียน ที่จะส่งผลให้ผลการเรียนรู้ในวิชาต่างๆ เพิ่มขึ้น (Gee, 2005, pp. 5-16) การใช้เกมเข้ามาเป็นเครื่องมือหลักในการสอนไม่เพียงแต่สร้างบรรยากาศการเรียนรู้ที่สนุกสนาน และช่วยส่งเสริมการมีส่วนร่วมอย่างกระตือรือร้นเท่านั้น แต่ยังช่วยให้ผู้เรียนได้ฝึกฝนทักษะการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ซ้ำ ๆ ในสถานการณ์ที่น่าสนใจ ซึ่งช่วยแปลงแนวคิดที่เป็นนามธรรมให้กลายเป็นกิจกรรมที่จับต้องได้และเข้าใจง่ายขึ้น นำไปสู่การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้มีประสิทธิภาพตามที่มุ่งหวังไว้ สอดคล้องกับการศึกษาของ Khaemmanee (2017, pp. 365-367) and Prensky (2001, pp. 145-148) ที่กล่าวว่า การใช้เกมคณิตศาสตร์ช่วยให้นักเรียนเกิดความสนใจและมีทัศนคติที่ดีขึ้นต่อการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อการเปิดรับเนื้อหาใหม่ ๆ อีกทั้งยังช่วยส่งเสริมทักษะการคิด การแก้ปัญหาได้อย่างมีเหตุผล ผ่านกลไกที่ต้องทำความเข้าใจ และในขณะที่ Gupta and Arora (2025, pp. 199–203) พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐานมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบบรรยายแบบดั้งเดิมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงให้เห็นว่าเกมสามารถช่วยกระตุ้นความสนใจ ส่งเสริมการมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ และช่วยพัฒนาความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ และ Kebritchi et al. (2010, pp. 430-435) ได้ยืนยันว่า ผู้เรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมด้วยเกมมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้น และมีความเข้าใจในกระบวนการคิดคำนวณที่ชัดเจนขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเทียบกับวิธีการสอนแบบดั้งเดิม แสดงให้เห็นว่าการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐานไม่ได้เป็นเพียงกิจกรรมสันทนาการ แต่เป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพในการพัฒนาทั้งด้านความสนใจและผลการเรียนรู้เชิงวิชาการในวิชาคณิตศาสตร์

ด้วยเหตุนี้ การวิจัยในครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อจัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน เรื่อง การบวกและการลบจำนวนนับที่มากกว่า 100,000 และ 0 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 พิจารณาค่าดัชนีประสิทธิผลที่ก้าวหน้าจากพื้นฐานเดิม หลังจากการจัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐานสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ และศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่มีต่อการจัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การจัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน (Game-based learning) เป็นรูปแบบการสอนที่ได้รับความสนใจเนื่องจากช่วยสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ที่สนุกสนาน ช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมอย่างเต็มที่ เป็นการนำจิตวิทยาที่เกี่ยวข้องกับแรงจูงใจมาใช้ โดยให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมกับการศึกษาด้วยการเล่นและมีรูปแบบที่ไม่ตายตัว การจัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน คือ การนำองค์ประกอบของเกมมาใช้ในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่สามารถเพิ่มแนวคิด แนะนำแนวทางและเป้าหมายสุดท้ายให้กับผู้เรียน Khaemmanee (2001, pp. 20-21) ให้ความหมายของการจัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐานไว้ว่า เป็นกระบวนการที่ครูผู้สอนใช้ในการช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ โดยการให้นักเรียนเล่นเกมตามกติกา และนำเนื้อหา ข้อมูลของเกม พฤติกรรมการเล่น วิธีการเล่น และผลการเล่นเกมของนักเรียน มาใช้ในการอภิปราย เพื่อสรุปการเรียนรู้ Saowiang (2022, pp. 45-46) ได้แบ่งขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐานไว้ 5 ขั้นตอน ดังนี้ 1. ขั้นสำรวจความรู้อยู่ 2. ขั้นอธิบายกิจกรรม 3. ขั้นเล่นเกม 4. ขั้นเสนอความคิด 5. ขั้นอภิปรายและสรุปผล Seeharee (2018, pp. 10-11) ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐานไว้ว่า เป็นการเรียนรู้ที่ใช้เกมเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ซึ่งผู้เรียนได้รับการกระตุ้นความสนใจในการเรียนรู้และได้รับการส่งเสริมทักษะตามวัตถุประสงค์และเพื่อมุ่งไปสู่ผลลัพธ์ของการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ไปพร้อมๆ กับการได้รับความบันเทิง Association of

private higher education institutions of thailand (APHEIT, 2022, pp. 2-3) ให้ความหมายการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน (Game-based learning) ว่าเป็นการช่วยให้ผู้เรียน มีแรงจูงใจและเกิดความผูกพันในการเรียนรู้ ทำให้ผู้เรียนรู้จักบริหารจัดการอารมณ์ และการตอบสนองต่อสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม ได้ฝึกทักษะการคิดวิเคราะห์ การบูรณาการ และสร้างกลยุทธ์เพื่อความสำเร็จ การสื่อสาร การทำงานร่วมกับผู้อื่น ความรับผิดชอบและการเคารพกฎกติกาหรือผลแพ้ชนะ อย่างมีเหตุผล ในขณะที่เดียวกันผู้เรียนได้เรียนรู้เนื้อหาสาระสำคัญและได้ฝึกทักษะต่าง ๆ ที่สอดแทรกอยู่ในเกมด้วยเช่นกัน leamkham and Phusing (2025, pp. 8-10) ที่ได้พัฒนาการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน พบว่าแผนการจัดการเรียนรู้มี ประสิทธิภาพเท่ากับ 82.73/82.13 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดและส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น Sengtakdad and Prasertsang (2025, pp. 65-66) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนานักกิจกรรมการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้เกมเป็นฐาน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 พบว่า กิจกรรมที่พัฒนาขึ้นมีค่าดัชนีประสิทธิผล (E.I.) เท่ากับร้อยละ 67 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ ที่ตั้งไว้ที่ร้อยละ 60 แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้ตามขั้นตอนที่กำหนด และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อ กิจกรรมดังกล่าวในระดับมากที่สุดซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดที่ว่าเกมเป็นเครื่องมือที่ช่วยส่งเสริมความรู้ความเข้าใจ สร้างความ สนุกสนาน และกระตุ้นความสนใจใฝ่เรียนรู้ได้เป็นอย่างดี

สมมติฐานการวิจัย ประกอบด้วย ประสิทธิภาพการจัดการประสบการณ์การเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน เรื่อง การบวกและการลบ จำนวนนับที่มากกว่า 100,000 และ 0 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ 75/75 ดัชนี ประสิทธิภาพมีค่าสูงกว่าจากพื้นฐานเดิมหลังจากการจัดการประสบการณ์การเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน และความพึงพอใจของ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่มีต่อการจัดการประสบการณ์การเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐานอยู่ในระดับมากขึ้นไป

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi - experimental research) โดยผู้วิจัยดำเนินการทดลองตามแผนการวิจัย แบบกลุ่มเดียววัดก่อนและหลังการทดลอง (The one group pretest-posttest design) (Edmonds & Kennedy, 2017, pp. 181-183) แสดงดังตารางที่ 1

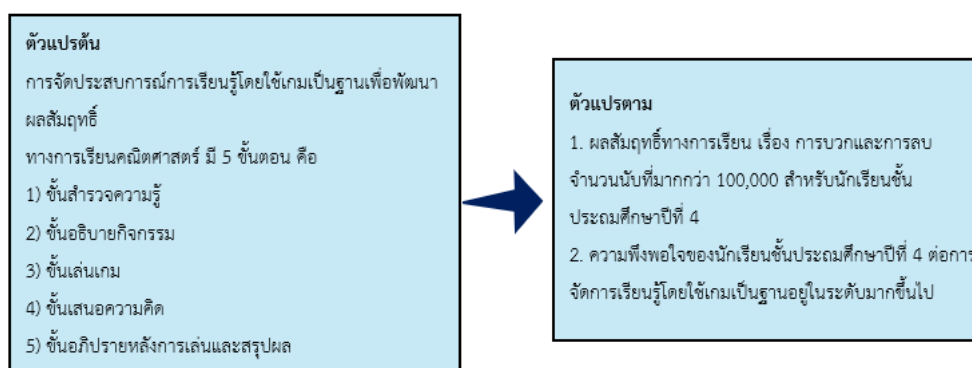
ตารางที่ 1 รูปแบบการวิจัย

กลุ่ม	Pretest	Treatment	Posttest
E	O ₁	X	O ₂

E	แทน	กลุ่มทดลอง
O ₁	แทน	การทดสอบก่อนการทดลอง (Pretest)
X	แทน	การจัดการประสบการณ์การเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน
O ₂	แทน	การทดสอบหลังการทดลอง (Posttest)

3.1 กรอบแนวคิดการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การจัดการประสบการณ์การเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน เรื่อง การบวกและการลบจำนวนนับที่มากกว่า 100,000 และ 0 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยได้กำหนดกรอบแนวคิดในการวิจัย แสดงดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

3.2 ขอบเขตการวิจัย

ขอบเขตด้านกลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนนวมราชูทิศเกราะ อำเภอนามน จังหวัดกาฬสินธุ์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2568 จำนวน 1 ห้องเรียน นักเรียนทั้งหมด 30 คน ซึ่งได้จากการเลือกแบบเจาะจง

ขอบเขตด้านตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย ตัวแปรต้น ได้แก่ การจัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน เรื่อง การบวกและการลบจำนวนนับที่มากกว่า 100,000 และ 0 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ตัวแปรตาม ได้แก่ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การบวกและการลบจำนวนนับที่มากกว่า 100,000 ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 และความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน

ขอบเขตด้านเนื้อหา รายวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง การบวกและการลบจำนวนนับที่มากกว่า 100,000 และ 0 จำนวน 8 แผน แผนละ 1 ชั่วโมง รวมระยะเวลาทั้งสิ้น 8 ชั่วโมง ประกอบด้วย เรื่องการบวกและการลบจำนวนสองจำนวน จำนวน 2 ชั่วโมง การประมาณผลลัพธ์ของการบวกและการลบ จำนวน 2 ชั่วโมง การหาค่าของตัวไม่ทราบค่าในประโยคสัญลักษณ์ จำนวน 2 ชั่วโมง โจทย์ปัญหาการบวกและการลบ จำนวน 1 ชั่วโมง การสร้างโจทย์ปัญหาการบวกและการลบ จำนวน 1 ชั่วโมง ทั้งนี้ ระยะเวลาในการดำเนินการวิจัยและเก็บรวบรวมข้อมูลมากกว่า 8 ชั่วโมง เนื่องจากรวมระยะเวลาก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียน รวมถึงการเก็บข้อมูลจากแบบทดสอบและแบบสอบถาม

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน จำนวน 8 แผน แผนละ 1 ชั่วโมง รวมทั้งสิ้น 8 ชั่วโมง แสดงดังตารางที่ 2 ซึ่งผ่านการตรวจสอบคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ผลการประเมินแผนการจัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐานจากผู้เชี่ยวชาญมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.52 อยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด

ตารางที่ 2 แผนการจัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน

แผนการจัดการเรียนรู้	เรื่อง	เกมที่ใช้ในแผนการจัดการเรียนรู้
1	การบวกจำนวนนับสองจำนวน	บอร์ดเกม 
2	การลบจำนวนนับสองจำนวน	เกมบันไดงู 

ตารางที่ 2 (ต่อ) แผนการจัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน

แผนการจัดการเรียนรู้	เรื่อง	เกมที่ใช้ในแผนการจัดการเรียนรู้
3	การประมาณค่าตัวเลข	เกมบิงโก 
4	การประมาณผลลัพธ์ของการบวกและการลบ	เกมเซียนซี 
5	การหาค่าของตัวประหาค่าในประโยคสัญลักษณ์การบวก	เกมผีถ้วยแก้ว  กระดานผีถ้วยแก้ว ด้านหลัง ด้านหน้า
6	การหาค่าของตัวประหาค่าในประโยคสัญลักษณ์การลบ	เกมขึ้นรถไฟฟ้าหิมอบบี้ 

ตารางที่ 2 (ต่อ) แผนการจัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน

แผนการจัดการเรียนรู้	เรื่อง	เกมที่ใช้ในแผนการจัดการเรียนรู้
7	โจทย์ปัญหาการบวกและการลบ	เกมเจียมซี 
8	การสร้างโจทย์ปัญหาการบวกและการลบ	เกมผีถ้วยแก้ว 

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การบวกและการลบจำนวนนับที่มากกว่า 100,000 และ 0 แบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ 1 ฉบับ ได้ผ่านการตรวจสอบความเที่ยงตรงโดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน พบว่า ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามวัดผลประสงค์ (IOC) เท่ากับ 1.00 ผู้วิจัยได้ปรับปรุงแบบทดสอบตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ จากนั้นได้นำแบบทดสอบไปทดลองกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 24 คน ซึ่งไม่ใช่ นักเรียนกลุ่มเป้าหมาย และไม่ใช่ นักเรียนที่เข้าร่วมการทดลองใช้นวัตกรรม เพื่อประเมินคุณภาพของแบบทดสอบและคัดเลือกข้อสอบจำนวน 20 ข้อ โดยผลการวิเคราะห์พบว่าค่าความยากง่าย (p) ของแต่ละข้ออยู่ในช่วง 0.30-0.50 และค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ในช่วง 0.40-0.59 นอกจากนี้ ผลการทดสอบความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับแสดงให้เห็นว่ามีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.82 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์เหมาะสม สามารถนำไปใช้ในการวิจัยได้

3. แบบสอบถามความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการจัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน เรื่อง การบวกและการลบจำนวนนับที่มากกว่า 100,000 และ 0 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 1 ฉบับ ประกอบด้วย ความพึงพอใจของเรียนที่มีต่อคุณภาพการจัดการเรียนการสอนเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) กำหนดค่าคะแนนเป็น 5 ระดับตามวิธีของลิเคิร์ต (Likert scale) จำนวน 17 รายการ มีค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับพฤติกรรมชี้วัดความพึงพอใจในแต่ละข้อ (IOC) เท่ากับ 1.00

3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

- ก่อนเริ่มการทดลอง ผู้วิจัยได้อธิบายและชี้แจงการจัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน เรื่อง การบวกและการลบจำนวนนับที่มากกว่า 100,000 และ 0 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 รับรู้
- ทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนด้วยแบบทดสอบที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นด้วยตนเอง จำนวน 1 ชั่วโมง
- ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตั้งแต่แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ไปจนถึงแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 ใช้เวลา 8 ชั่วโมง (วันละ 1 ชั่วโมง รวม 8 วัน) แสดงดังรูปที่ 2 ทั้งนี้ ระยะเวลาในการดำเนินการวิจัยมากกว่า 8 วัน เนื่องจากรวมขั้นตอนการทดสอบก่อนเรียนและการเตรียมความพร้อมของผู้เรียน ก่อนเริ่มใช้แผนการจัดการเรียนรู้



รูปที่ 2 การทำกิจกรรมจากแผนการจัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน

4. เมื่อสิ้นสุดการทดลอง ผู้วิจัยได้ดำเนินการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังจากจัดกิจกรรม โดยใช้แบบทดสอบชุดเดียวกันกับที่ใช้วัดผลก่อนการทดลองโดยใช้เวลา 1 ชั่วโมง และผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการทดสอบด้วยตนเอง
5. หลังเสร็จสิ้นการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ผู้วิจัยนำผลการทดสอบหลังเรียนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมาวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียน
6. ประเมินความพึงพอใจด้วยแบบสอบถามวัดความพึงพอใจที่มีต่อการจัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐานของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

3.5 วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล

1. หาประสิทธิภาพการจัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน เรื่อง การบวกและการลบจำนวนนับที่มากกว่า 100,000 และ 0 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 โดยใช้สูตร E_1/E_2
2. หาค่าดัชนีประสิทธิผลที่ก้าวหน้าจากพื้นฐานเดิมหลังจากการจัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน เรื่อง การบวกและการลบจำนวนนับที่มากกว่า 100,000 และ 0 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้การประเมินดัชนีประสิทธิผล (E.I.)
3. วิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่มีต่อการจัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน เรื่อง การบวกและการลบจำนวนนับที่มากกว่า 100,000 และ 0 โดยใช้ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

4. ผลการวิจัย

จากการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.1 ผลการหาประสิทธิภาพการจัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน เรื่อง การบวกและการลบจำนวนนับที่มากกว่า 100,000 และ 0 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75

ผลการหาประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้ตามเกณฑ์ 75/75 โดยการนำสูตร E_1/E_2 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 79.83/77.83 แสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการหาประสิทธิภาพการจัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน

การประเมิน	จำนวน (คน)	คะแนนเต็ม	คะแนนรวม	$\bar{x}$	ร้อยละ	ประสิทธิภาพ E_1/E_2
ระหว่างเรียน	30	40	958	31.93	79.83	79.83/77.83
หลังเรียน	30	20	467	15.57	77.83	

จากตารางที่ 3 พบว่า ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการหาประสิทธิภาพการจัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน เรื่อง การบวกและการลบจำนวนนับที่มากกว่า 100,000 และ 0 ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 79.83/77.83 มีค่าเฉลี่ยระหว่างเรียนเท่ากับ 31.93 คิดเป็นร้อยละ 79.83 และหลังเรียนเท่ากับ 15.57 คิดเป็นร้อยละ 77.83 สรุปได้ว่า ประสิทธิภาพการจัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐานมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้

4.2 ค่าดัชนีประสิทธิผลของการจัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน เรื่อง การบวกและการลบจำนวนนับที่มากกว่า 100,000 และ 0 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีประสิทธิผลของการจัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน เรื่อง การบวกและการลบจำนวนนับที่มากกว่า 100,000 และ 0 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 แสดงดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีประสิทธิผลของการจัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน

การทดสอบ	จำนวน (คน)	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ร้อยละ	ความก้าวหน้า	ดัชนีประสิทธิผล
ก่อนเรียน	30	8.20	2.55	41.00	ร้อยละ 62.43	0.6243
หลังเรียน	30	15.57	2.96	77.83		

จากตารางที่ 4 พบว่า นักเรียนได้คะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบก่อนเรียน เรื่อง การบวกและการลบจำนวนนับที่มากกว่า 100,000 และ 0 ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เท่ากับ 8.20 คะแนน จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน คิดเป็นร้อยละของคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 41 ในขณะที่ คะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบหลังเรียนมีค่าเท่ากับ 15.57 คะแนน จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน คิดเป็นร้อยละของคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 77.83 ทำให้ดัชนีประสิทธิผลของการจัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน เรื่อง การบวกและการลบจำนวนนับที่มากกว่า 100,000 และ 0 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีค่าเท่ากับ 0.6243 นั่นคือ นักเรียนมีความรู้และพัฒนาการทางการเรียนเพิ่มขึ้นร้อยละ 62.43

4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการศึกษาความพึงพอใจที่มีต่อการจัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน เรื่อง การบวกและการลบจำนวนนับที่มากกว่า 100,000 และ 0 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่มีต่อการจัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน เรื่อง การบวกและการลบจำนวนนับที่มากกว่า 100,000 และ 0 แสดงดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่มีต่อการจัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน

ข้อคำถาม	$\bar{X}$	SD	ระดับความพึงพอใจ
ด้านที่ 1 ความรู้ ความเข้าใจ และความเชี่ยวชาญของครูในเนื้อหาวิชาที่รับผิดชอบ เพื่อให้การจัดการเรียนการสอนเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ			
1. ครูมีความรู้ในเนื้อหาที่สอน	4.43	0.67	มาก
2. ครูจัดเนื้อหาวิชาเป็นลำดับตามการจัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐานอย่างเหมาะสมกับผู้เรียน	4.20	0.75	มาก
3. ครูส่งเสริม สนับสนุนให้เกิดการเรียนรู้ตามศักยภาพผู้เรียนตามการจัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน	4.53	0.62	มาก
ด้านที่ 1 ความรู้ ความเข้าใจ และความเชี่ยวชาญของครูในเนื้อหาวิชาที่รับผิดชอบ เพื่อให้การจัดการเรียนการสอนเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ			
4. ครูสร้างบรรยากาศในการเรียนการสอนให้ผู้เรียนมีความสุข	4.33	0.70	มาก
5. ครูสรุปบทเรียน เนื้อหาได้ถูกต้อง และง่ายต่อการเข้าใจตามการจัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน	4.20	0.75	มาก
รวม	4.39	0.71	มาก

ตารางที่ 5 (ต่อ) ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่มีต่อการจัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน

ข้อคำถาม	$\bar{X}$	SD	ระดับความพึงพอใจ
ด้านที่ 2 ความสามารถของครูในการอธิบายและนำเสนอเนื้อหาอย่างชัดเจน โดยใช้เทคนิคการสอนที่เหมาะสมต่อผู้เรียน			
6. การจัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐานมีความเหมาะสมและหลากหลาย	4.40	0.71	มาก
7. วิธีสอน/กิจกรรม การจัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐานสอดคล้องกับเนื้อหา จุดประสงค์ และความสนใจของผู้เรียน	4.47	0.72	มาก
8. การจัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน สื่อความหมายได้ชัดเจนให้ผู้เรียนเข้าใจ บรรลุวัตถุประสงค์	4.30	0.74	มาก
9. การจัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน มีวิธีการนำเสนอที่สนุกสนาน	4.43	0.80	มาก
10. การจัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐานเป็นวิธีการถ่ายทอดให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาวิชา	4.23	0.84	มาก
11. ครูเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการจัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน	4.43	0.72	มาก
รวม	4.37	0.76	มาก
ด้านที่ 3 ความสามารถในการเลือกและใช้สื่อการสอน รวมทั้งเทคโนโลยีและนวัตกรรม เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ให้มีประสิทธิผลมากขึ้น			
12. ใช้สื่อการสอนที่เหมาะสมกับเนื้อหาและช่วยให้เกิดการเรียนรู้	4.60	0.61	มากที่สุด
13. มีตำรา เอกสาร ประกอบการสอนที่สอดคล้องกับเนื้อหา	4.57	0.72	มากที่สุด
รวม	4.59	0.67	มากที่สุด
ด้านที่ 4 ความสามารถในการออกแบบและใช้เครื่องมือประเมินผลที่เหมาะสม เพื่อนำผลการประเมินมาพัฒนาการจัดการเรียนการสอนให้ดียิ่งขึ้น			
14. ครูมีการวัดผลและประเมินผลหลายวิธี	4.63	0.60	มากที่สุด
15. ครูมีการวัดผลและประเมินผลที่เหมาะสมกับเนื้อหาวิชา	4.57	0.62	มากที่สุด
16. ครูมีการวัดผลและประเมินผลที่ยึดธรรม	4.77	0.42	มากที่สุด
17. ครูมีการวัดผลและประเมินผลอย่างต่อเนื่อง สม่ำเสมอ	4.30	0.78	มาก
รวม	4.57	0.64	มากที่สุด
รวมทั้งหมด	4.43	0.71	มาก

จากตารางที่ 5 พบว่า ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่มีต่อการจัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน เรื่อง การบวกและการลบจำนวนนับที่มากกว่า 100,000 และ 0 โดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.43$, $SD = 0.71$) เมื่อพิจารณารายด้าน พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจมากที่สุดคือ ความสามารถในการเลือกและใช้สื่อการสอน รวมทั้งเทคโนโลยีและนวัตกรรมเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ให้มีประสิทธิผลมากขึ้นมีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.59$, $SD = 0.67$) รองลงมา คือ ความสามารถในการออกแบบและใช้เครื่องมือประเมินผลที่เหมาะสม เพื่อนำผลการประเมินมาพัฒนาการจัดการเรียนการสอนให้ดียิ่งขึ้น มีความพึงพอใจในระดับมาก ($\bar{X} = 4.57$, $SD = 0.64$) และ ความรู้ ความเข้าใจ และความเชี่ยวชาญของครูในเนื้อหาวิชาที่รับผิดชอบ เพื่อให้การจัดการเรียนการสอนเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ มีความพึงพอใจในระดับมาก ($\bar{X} = 4.39$, $SD = 0.71$) ตามลำดับ

5. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิจัยเรื่องการจัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน เรื่อง การบวกและการลบจำนวนนับที่มากกว่า 100,000 และ 0 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 พบว่า การจัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐานมีประสิทธิภาพสูง ซึ่งค่าเฉลี่ยของผลการเรียนหลังจากได้รับการสอนด้วยวิธีนี้อยู่ที่ 79.83/77.83 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ที่ 75/75 นอกจากนี้ ค่าดัชนีประสิทธิผลของการจัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน เรื่อง การบวกและการลบจำนวนนับที่มากกว่า 100,000 และ 0 ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีค่าเท่ากับ 0.6243 นั่นคือ นักเรียนมีความรู้และพัฒนาการทางการเรียนเพิ่มขึ้นร้อยละ 62.43 และนักเรียนยังมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากต่อการเรียนด้วยวิธีนี้ โดยมีค่าเฉลี่ยความพึงพอใจเท่ากับ 4.43 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ 0.71

สามารถอภิปรายผลการวิจัยได้ว่า การจัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน เรื่อง การบวกและการลบจำนวนนับ ที่มากกว่า 100,000 และ 0 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีประสิทธิภาพของกระบวนการเท่ากับ 79.83 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ บ่งชี้ว่านักเรียนส่วนใหญ่สามารถเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้เกมเป็นฐาน และทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียน ได้อย่างถูกต้อง สิ่งนี้เป็นผลจากการออกแบบเกมที่สามารถบูรณาการเนื้อหาคณิตศาสตร์อย่างการบวกและการลบจำนวน ให้กลายเป็นกิจกรรมที่สามารถกระตุ้นการมีส่วนร่วมผู้เรียนได้ตลอดเวลา และประสิทธิภาพของผลลัพธ์เท่ากับ 77.83 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์เช่นกัน แสดงให้เห็นว่าความรู้ความเข้าใจและทักษะที่ได้รับจากการเล่นเกมและการทำกิจกรรมระหว่างเรียนนั้น ได้ประยุกต์ใช้ได้อย่างประสบผลสำเร็จในการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน ซึ่งเป็นหลักฐานที่ยืนยันว่า นักเรียนได้เกิดการเรียนรู้และบรรลุวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ หรือมีประสิทธิภาพเท่ากับ 79.83/77.83 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 75/75 ที่กำหนดไว้ ทั้งนี้ จากผลการวิจัยพบว่าค่า E_1 มีค่าสูงกว่าค่า E_2 เล็กน้อย ซึ่งอาจเนื่องมาจากการวัดผลระหว่างเรียน เป็นการประเมินจากการทำกิจกรรมและแบบฝึกหัดในระหว่างการจัดการเรียนรู้ที่ผู้เรียนได้รับการชี้แนะ การเสริมแรง และการช่วยเหลือจากผู้สอนอย่างต่อเนื่อง รวมทั้งมีโอกาสแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเพื่อนในระหว่างการทำกิจกรรมเกม ส่งผลให้นักเรียน สามารถทำคะแนนได้ในระดับที่สูง ในขณะที่การวัดผลหลังเรียนเป็นการประเมินความรู้ความสามารถของผู้เรียนโดยอิสระ ไม่มีการช่วยเหลือจากผู้สอน ผู้เรียนต้องอาศัยความเข้าใจและทักษะที่สะสมไว้ด้วยตนเอง จึงอาจทำให้คะแนนเฉลี่ยลดลง เล็กน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับระหว่างเรียน ผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ leamkham and Phusing (2025, pp. 8-10) , ที่ได้พัฒนาการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน พบว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพเท่ากับ 82.73/82.13 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดและส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น เนื่องจากการประเมินระหว่างเรียนมีการสนับสนุน และการทำกิจกรรมอย่างต่อเนื่อง ทำให้ผู้เรียนทำคะแนนได้สูงกว่า และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Kullawan and Sinjindawong (2023, pp. 200-202) ที่พบว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐานด้วยเกมกระดาน มีประสิทธิภาพ 80.95/86.00 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์และช่วยส่งเสริมประสิทธิภาพการเรียนรู้ได้อย่างชัดเจน แสดงให้เห็นว่าผู้เรียนมีความเข้าใจเพิ่มขึ้นหลังเรียน และสามารถนำความรู้ไปใช้ได้ดีขึ้นในการทดสอบหลังเรียน นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ Kongkaew and Yoshida (2023, pp. 1150-1152) ที่พบว่ากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐานมีประสิทธิภาพเท่ากับ 75.25/74.25 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ ที่กำหนดไว้ 75/75 เช่นกัน ซึ่งเป็นลักษณะปกติ เนื่องจากระหว่างเรียนมีการช่วยเหลือ ขณะที่หลังเรียนเป็นการวัด ความสามารถของผู้เรียนโดยอิสระ และผลการวิจัยที่สำคัญของการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้คือ ค่าดัชนีประสิทธิผลที่แสดงถึงความก้าวหน้า ทางการเรียนรู้ของผู้เรียนอย่างสมบูรณ์ โดยผลการวิเคราะห์พบว่า ดัชนีประสิทธิผลของการจัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยใช้ เกมเป็นฐานมีค่าสูงถึง 0.6243 ซึ่งความสำเร็จนี้ถือเป็นการยืนยันได้ว่าการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ที่ใช้เกมเป็นฐาน พัฒนาขึ้นสามารถสร้างความก้าวหน้าการเรียนรู้ให้แก่นักเรียนจากพื้นฐานความรู้เดิมไปสู่ผลสัมฤทธิ์ที่พึงประสงค์ได้อย่างมี ประสิทธิภาพอย่างแท้จริง ค่าดัชนีประสิทธิผลทำหน้าที่เป็นตัวชี้วัดความก้าวหน้าของผู้เรียน โดยพิจารณาจากอัตราส่วนที่ผู้เรียน สามารถพัฒนานตนเองจากคะแนนก่อนเรียน (ความรู้เดิม) ไปสู่คะแนนเต็มได้มากน้อยเพียงใด การที่ค่าดัชนีประสิทธิผลมีค่า เท่ากับ 0.6243 จึงมีความหมายทางสถิติว่า นักเรียนโดยเฉลี่ยมีความก้าวหน้าในการเรียนรู้เพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 62.43 สามารถยืนยันได้ว่าการสอนไม่ได้เป็นเพียงการทำให้คะแนนหลังเรียนสูงขึ้นเท่านั้น แต่ยังชี้ให้เห็นว่าการเรียนรู้เกิดขึ้นอย่างมี ประสิทธิภาพสูงสุด ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Sengtakdad and Prasertsang (2025, pp. 6-8) ที่พบว่ากิจกรรมการ จัดการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐานมีค่าดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.67 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ และทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ หลังเรียนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Wonghabut and Potiwan (2024, pp. 269-280) ที่ได้ศึกษา การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน เรื่อง ศาสนากับสังคมไทย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งพบว่าค่าดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.8115 หรือคิดเป็นร้อยละ 81.15 และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Tonpho (2025, pp. 80-85) ที่ได้ศึกษาการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ 2W3P ร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน เพื่อส่งเสริม ความสามารถในการอ่านคำศัพท์และประโยคภาษาอังกฤษของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งพบว่าค่าดัชนีประสิทธิผล เท่ากับ 0.6514 หรือคิดเป็นร้อยละ 65.14 ซึ่งแสดงถึงความก้าวหน้าในการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นหลังจากการจัดกิจกรรม ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการสำรวจความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่มีต่อการจัดประสบการณ์การ เรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน เรื่อง การบวกและการลบจำนวนนับมากกว่า 100,000 และ 0 โดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ = 4.43, SD = 0.71) เมื่อพิจารณารายด้าน พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจมากที่สุดคือ ความสามารถในการเลือกและใช้สื่อการสอน รวมทั้งเทคโนโลยีและนวัตกรรม เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ให้มีประสิทธิผลมากขึ้นมีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.59, SD = 0.67) รองลงมา คือ ความสามารถในการออกแบบและใช้เครื่องมือประเมินผลที่เหมาะสม เพื่อนำผลการประเมินมา

พัฒนาการจัดการเรียนการสอนให้ดียิ่งขึ้น มีความพึงพอใจในระดับมาก ($\bar{X} = 4.57$, $SD = 0.64$) และ ความรู้ ความเข้าใจ และความเชี่ยวชาญของครูในเนื้อหาวิชาที่รับผิดชอบ เพื่อให้การจัดการเรียนการสอนเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ มีความพึงพอใจในระดับมาก ($\bar{X} = 4.39$, $SD = 0.71$) ตามลำดับ สะท้อนให้เห็นว่าสื่อเกมสามารถดึงดูดความสนใจและสร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้ได้เป็นอย่างดี ช่วยลดความวิตกกังวลในการเรียนคณิตศาสตร์และสร้างบรรยากาศเชิงบวกในชั้นเรียนได้ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการจัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐานช่วยเปลี่ยนบรรยากาศในชั้นเรียนให้มีความผ่อนคลาย ลดความตึงเครียดและความวิตกกังวลในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ทำให้นักเรียนรู้สึกสนุกสนานและกล้าแสดงออกผ่านกิจกรรมกลุ่ม ซึ่งส่งผลให้เกิดเจตคติที่ดีต่อการเรียน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Kunphol (2023, p. 255) ที่พบว่านักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐานในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.83$) เนื่องจากเป็นรูปแบบที่เหมาะสมกับวัยและช่วยให้เรียนรู้ด้วยความสุข สอดคล้องกับงานวิจัยของ Kahan et al. (2023, pp. 60-62) ที่พบว่านักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐานในระดับมาก ($\bar{X} = 4.49$) โดยเฉพาะด้านความสนุกสนานและการมีส่วนร่วม และยังสอดคล้องกับงานวิจัยต่างประเทศของ Naccache et al. (2025, pp. 101-12) ที่พบว่าการแทรกแซงการเรียนรู้ด้วยเกมส่งผลให้ทัศนคติของผู้เรียนต่อวิชาคณิตศาสตร์ดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ลดความกังวล และเพิ่มการมีส่วนร่วมในชั้นเรียน

6. ข้อเสนอแนะ

ควรศึกษาการพัฒนาและออกแบบสื่อเกมให้มีคุณภาพ ทั้งด้านสีสัน รูปแบบ และความคงทน ควบคู่กับการกำหนดกติกา วิธีการเล่น และเกณฑ์การให้คะแนนอย่างชัดเจน เพื่อส่งเสริมความสนใจ ความอยากรู้อยากเห็น และการมีส่วนร่วมของผู้เรียน อันจะนำไปสู่การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น และควรศึกษาการจัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐานร่วมกับตัวแปรด้านอื่น เช่น แรงจูงใจในการเรียน หรือทักษะการคิดวิเคราะห์ รวมถึงขยายกลุ่มตัวอย่างไปยังบริบทที่หลากหลาย เพื่อเพิ่มความครอบคลุมและความสามารถในการอ้างอิงผลการวิจัย

กิตติกรรมประกาศ

การทำวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ต้องขอขอบพระคุณ นางสาวเยาวเรศ เยาวเรศ นางสาววรรณ จิตรงาม และ นางสาวลลิตาพรรณ แสงโคตร ตำแหน่งครูชำนาญการโรงเรียนนวมราชวสุรสังเคระห์ ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำตลอดจนตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ขอขอบพระคุณ นายลิขิต โทจันทร์ ผู้อำนวยการโรงเรียนนวมราชวสุรสังเคระห์ อำเภอนามน จังหวัดกาฬสินธุ์ ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์อำนวยความสะดวก และให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีในการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งนี้ผู้วิจัยได้รับประกาศนียบัตรรับรองการเข้าอบรมจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ ซึ่งได้รับเมื่อวันที่ 18 กรกฎาคม 2568 ที่จัดอบรมออนไลน์โดย กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

เอกสารอ้างอิง

- Association of private higher education institutions of thailand. (2022). *Guidelines for promoting active learning in higher education*. APHEIT Publishing. (in Thai)
- Boaler, J. (2016). *Mathematical mindsets: Unleashing students' potential through creative math, inspiring messages and innovative teaching*. Jossey-Bass.
- Edmonds, W. A., & Kennedy, T. D. (2017). *An applied guide to research designs: Quantitative, qualitative, and mixed methods*. SAGE Publications.
- Gee, J. P. (2005). Learning by design: Good video games as learning machines. *E-Learning and Digital Media*, 2(1), 5–16. <https://doi.org/10.2304/elea.2005.2.1.5>.
- Gupta, S., & Arora, G. (2025). Effectiveness of game-based learning on academic achievement of students in mathematics. *International Journal of Basic and Applied Sciences*, 14(7), 199–203.

- leamkham, T., & Phusing, N. (2025). Development of game-based learning management in the learning unit of using technology to solve problems for grade 8 students. *Journal of Educational Administration and Supervisor, Mahasarakham University*, 16(1), 163–175. (in Thai)
- Kahan, P., Cherdsuk, A., & Moendee, P. (2023). The development of learning achievement in geography: Sustainable development using game-based learning (Bingo game) for grade 10 students. *Journal of Roi Et Rajabhat University: Science and Technology*, 4(2), 55–64. (in Thai)
- Kebritchi, M., Hirumi, A., & Bai, H. (2010). The effects of modern mathematics computer games on mathematics achievement and self-efficacy. *Computers & Education*, 54(2), 425–443.
- Khaemmanee, T. (2001). *Science of teaching: Knowledge for effective learning process management*. Chulalongkorn University Press. (in Thai)
- Khaemmanee, T. (2017). *Pedagogy: Knowledge for effective learning process management* (21st ed.). Chulalongkorn University Press. (in Thai)
- Kunpol, S. (2023). Game-based learning to develop achievement in mathematics learning of Mathayomsuksa 1 students. *MBU Education Journal*, 11(2), 247–259. (in Thai)
- Kidkana, S., & Rittidet, P. (2014). Development of mathematical problem solving skills and attitude towards learning mathematics on applications of grade 6 students using learning management based on constructivist theory. *Journal of Curriculum and Instruction Sakon Nakhon Rajabhat University*, 6(15), 65–77. (in Thai)
- Kongkaew, P., & Yoshida, W. (2023). Game-based learning management on English learning achievement in English vocabulary writing skills for Prathomsuksa 4 students. *Journal of Roi Et Rajabhat University*, 17(2), 1144–1155. (in Thai)
- Kullawan, S., & Sinjindawong, S. (2023). Game-based learning with board games on simple harmonic motion for grade 11 students. *Journal of Educational Measurement, Mahasarakham University*, 29(1), 191–204. (in Thai)
- Naccache, H., Altae, A., & Barham, N. (2025). Enhancing mathematics learning achievement: A game-based learning intervention in Qatar. *Journal of Mathematics Education and Technology*, 11(1), 1–15
- National Council of Teachers of Mathematics. (2000). Principles and standards for school mathematics. <https://www.nctm.org/Standards-and-Positions/Principles-and-Standards/>.
- OECD. (2020). PISA 2022 mathematics framework. OECD Publishing.
<http://www.oecd.org/pisa/sitematch/pisa2022/PISA-2022-mathematics-framework.pdf>.
- Prensky, M. (2001). *Digital game-based learning*. McGraw-Hill.
- Saowiang, K. (2022). *The effects of game-based learning to promote empathy of elementary school students* [Master's thesis, Chulalongkorn University]. Chulalongkorn University Intellectual Repository. (in Thai)
- Seeharee, K. (2018). *Development of learning application with gamification technique on Android operating system*. [Master's thesis, Dhurakij Pundit University]. DPU Institutional Repository. (in Thai)
- Sengtakdad, J., & Prasertsang, P. (2024). Developing science learning management activities using game based learning for grade 1. *Journal of Educational Administration, MBU Roi Et Campus*, 5(2), 1–11. (in Thai)
- The institute for the promotion of teaching science and technology. (2017). *Indicators and core learning content: Mathematics learning area (Revised edition B.E. 2560)*. Agricultural Co-operative Federation of Thailand Printing House. (in Thai)

- Tonpho, N. (2025). The development of instructional management based on 2W3P model with game-based learning techniques to promote English vocabulary and sentence reading skills of 4th grade students. *Chaiyaphruekphirrom Journal, Faculty of Humanities and Social Sciences, Nakhon Ratchasima Rajabhat University*, 7(2), 80–85. (in Thai)
- Wonghabut, J., & Potiwan, P. (2024). *The Development of Game-based learning Activities on Religion and Thai Society for Matthayomsuksa 4 Students*. *Journal of Social Science Panyapat*, 6(3), 269–280. (in Thai)

“ข้อคิดเห็น เนื้อหา รวมทั้งการใช้ภาษาในบทความถือเป็นความรับผิดชอบของผู้เขียน”

Research article

การพัฒนาบอร์ดเกมเพื่อส่งเสริมการรับรู้และกระตุ้นการคิดสำหรับผู้สูงอายุ

THE DEVELOPMENT OF BOARD GAME TO ENHANCE COGNITIVE PERCEPTION AND
THINKING SKILLS IN OLDER ADULTS

มนทิตา พรหมณโชติ, โสภา หนูแดง*, วรชัย บู่สามสาย, เสน่ห์ สำเภาเงิน, สมชาย ดิษฐากรณ์
และณัฐพงษ์ ลิ้มปะรังสรรค์

Montita Phrammanachot, Sopa Nudang*, Vorachat Busamsai, Saneh Sompoangeon,
Somchye Distaporn, and Natthapong Limpanarangsarn

montita.p@mail.rmutk.ac.th, sopa.n@mail.rmutk.ac.th, vorachat.b@mail.rmutk.ac.th,
saneh.s@mail.rmutk.ac.th, somchye.d@mail.rmutk.ac.th, and natthapong.l@mail.rmutk.ac.th

*Corresponding author E-mail: sopa.n@mail.rmutk.ac.th

สาขาวิชาออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
กรุงเทพมหานคร 10120 ประเทศไทย

Department of Industrial Product Design, Faculty of Science and Technology, Rajamangala University of Technology
Krungthep, Bangkok 10120 Thailand

Journal of Industrial Education. 2026, Vol. 25 (No. 1), <https://doi.org/10.55003/JIE.25115>

Received: March 6, 2026 | Revised: April 20, 2026 | Accepted: April 27, 2026

Montita, P., Sopa, N., Vorachat, B., Saneh, S., Somchye, D., & Natthapong, L. (2025). The development of board game to enhance cognitive perception and thinking skills in older adults. *Journal of Industrial Education*, 25(1), 160–172.

ABSTRACT

This research aimed to explore the factors and guidelines for developing a cognitive perception-enhancing and thought-stimulating board game for older adults, develop its prototype, and test it with participants. Key informants included five experts, and participants comprised 30 elderly men and women aged 60 or over, selected through purposive sampling. Data collection tools included an evaluation form on the appropriateness of the board game and a satisfaction questionnaire. The results revealed that factors supporting the development of a board game for older adults included brain stimulation and thinking skills, enjoyment, which creates happiness and quality of life, social interaction, learning new things, ergonomic design, and safety. These data were then analyzed and used to develop five board game prototypes, of which the third type, Worms Competing to Eat Leaves, was evaluated by experts as the most appropriate, with the highest average score ($\bar{X}$ = 4.20, SD = 0.17), especially in skill development, learning, and social interaction. The test results from playing with the developed prototype indicated that the older adults participant group has an average satisfaction score at a high level ($\bar{X}$ = 3.70, SD = 0.81), especially in the benefit aspect, which received the highest score, followed by usability and enjoyment.

Keywords: Board games, Older adults, Cognitive perception, Thinking skills

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาปัจจัยและแนวทางในการพัฒนาบอร์ดเกมเพื่อส่งเสริมการรับรู้และกระตุ้นการคิดสำหรับผู้สูงอายุ รวมไปถึงผลิตต้นแบบบอร์ดเกม และนำไปทดลองเล่นกับกลุ่มตัวอย่าง ผู้ให้ข้อมูลประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน และกลุ่มตัวอย่าง คือ ผู้สูงอายุเพศชายและหญิง อายุ 60 ปีขึ้นไป จำนวน 30 คน คัดเลือกด้วยวิธีการเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบสอบถามประเมินความเหมาะสมของรูปแบบบอร์ดเกม และแบบสอบถามความพึงพอใจของผู้ใช้ ผลการวิจัยพบว่า ปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อการออกแบบบอร์ดเกมสำหรับผู้สูงอายุ ได้แก่ การกระตุ้นสมองและทักษะการคิด ความเพลิดเพลิน ที่ก่อให้เกิดความสุขและมีคุณภาพชีวิตที่ดี การสร้างปฏิสัมพันธ์ทางสังคม การเรียนรู้สิ่งใหม่ ตลอดจนการออกแบบบอร์ดเกมที่เหมาะสมกับสรีระและความปลอดภัย จากการวิเคราะห์ข้อมูลนำไปสู่การพัฒนาบอร์ดเกมจำนวน 5 รูปแบบ โดยรูปแบบที่ 3 ชื่อว่า “หนองแขงชิงกันกินใบไม้” ได้รับการประเมินความเหมาะสมด้วยคะแนนค่าเฉลี่ยสูงสุดจากผู้เชี่ยวชาญ มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.20$, $SD = 0.17$) โดยเฉพาะด้านการพัฒนาทักษะ การเรียนรู้ และการสร้างปฏิสัมพันธ์ทางสังคม เมื่อผลิตต้นแบบบอร์ดเกมและนำไปทดลองใช้เล่นจริง พบว่ากลุ่มผู้สูงอายุมีความพึงพอใจค่าเฉลี่ยรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 3.70$, $SD = 0.81$) โดยเฉพาะด้านประโยชน์ ที่ได้รับคะแนนสูงสุด ตามด้วยด้านการใช้งานและความเพลิดเพลิน

คำสำคัญ: บอร์ดเกม, ผู้สูงอายุ, การรับรู้ทางปัญญา, ทักษะการคิด

1. บทนำ

ประเทศไทยมีแนวโน้มสัดส่วนของผู้สูงอายุเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วและต่อเนื่อง โดยประชากรอายุ 60 ปีขึ้นไปเพิ่มจากร้อยละ 6.8 ในปี 2537 เป็นร้อยละ 20.0 ในปี 2567 (National statistical office, 2025, p. 1) และคาดว่าภายในปี 2576 สัดส่วนผู้สูงอายุจะเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 30 ส่งผลให้ประเทศไทยเข้าสู่ “สังคมสูงวัยระดับสุดยอด” (Thai PBS, 2025, Online) การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างประชากรดังกล่าวไม่เพียงเป็นปัญหาด้านสาธารณสุข แต่ยังเป็นความท้าทายเชิงโครงสร้างทางสังคมที่ต้องเตรียมพร้อมต่อภาวะพึ่งพิงและค่าใช้จ่ายในการดูแลผู้สูงอายุที่เพิ่มสูงขึ้น โดยเฉพาะในมิติของสุขภาพจิตและภาวะการรู้คิดที่เสื่อมถอยตามอายุ องค์การอนามัยโลก World Health Organization (WHO, 2024, Online) ระบุว่าผู้สูงอายุที่ประสบกับภาวะโดดเดี่ยวทางสังคมมีความเสี่ยงต่อการเกิดภาวะสมองเสื่อมสูงขึ้นถึงร้อยละ 50 เมื่อเทียบกับผู้ที่มีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมอย่างเพียงพอ ภาวะสมองเสื่อมเป็นภาวะที่พบได้บ่อยในผู้สูงอายุทั่วโลก อาการที่เด่นชัด เช่น ความสามารถในการรับรู้ลดลง การคิดเชิงตรรกะและความจำเสื่อมถอย รวมทั้งมีการเปลี่ยนแปลงทางพฤติกรรมและอารมณ์ ที่ทำให้ส่งผลกระทบต่อการใช้ชีวิตประจำวันและคุณภาพชีวิตโดยรวม ปัญหาดังกล่าวไม่เพียงจำกัดอยู่ในมิติทางการแพทย์เท่านั้น แต่ยังครอบคลุมถึงอาการซึมเศร้า และความรู้สึกด้อยคุณค่าในสังคม ซึ่งเป็นปัจจัยเสี่ยงที่สำคัญต่อการเกิดภาวะสมองเสื่อมในระยะยาว (Gómez-Soria et al., 2023, pp. 1–19)

ดังนั้น การส่งเสริมกิจกรรมที่กระตุ้นการทำงานของสมองและเสริมสร้างปฏิสัมพันธ์ทางสังคม จึงถือเป็นแนวทางสำคัญในการป้องกันภาวะสมองเสื่อมและชะลอความเสื่อมถอยทางสติปัญญาของผู้สูงอายุ โดยเฉพาะการเข้าร่วมกิจกรรมที่เน้นการคิด การจดจำ และการเรียนรู้ผ่านประสบการณ์ เช่น การฝึกแก้ปัญหา หรือการเล่นบอร์ดเกม มีงานวิจัยได้เปรียบเทียบระหว่างกลุ่มผู้เล่นบอร์ดเกมกับกลุ่มที่ไม่เล่น พบว่ากลุ่มผู้เล่นบอร์ดเกมมีระดับความเสื่อมถอยทางสติปัญญาและการเกิดภาวะซึมเศร้าน้อยกว่าอย่างมีนัยสำคัญ (Dartigues et al., 2013, p. 6) กิจกรรมดังกล่าว มีแนวโน้มสูงที่จะช่วยส่งเสริมศักยภาพของสมอง และชะลอความเสื่อมได้จริง (Jinatongthai et al., 2025, pp. 39–50) ทั้งนี้ Kim (2025, p. 357) ได้วิจัยเรื่องเกมโกะกับสมอง: ผลของการฝึกต่อการทำงานด้านการรับรู้และระบบประสาท พบว่าการฝึกเล่นเกมโกะช่วยเสริมสร้างการทำงานของสมองส่วนหน้า ความจำ และการใช้เหตุผลเชิงพื้นที่และภาพ ผู้เล่นระดับชำนาญมีการปรับตัวของระบบประสาทเฉพาะด้าน พร้อมทั้งมีการกระตุ้นการทำงานของสมองกลีบข้าง (Precuneus) และสมองส่วนท้ายที่อยู่ด้านหลังศีรษะ (Cerebellum) ที่เพิ่มขึ้นในช่วงการตัดสินใจ ช่วยลดความวิตกกังวล และส่งเสริมการหลั่งปัจจัยบำรุงระบบประสาทจากสมอง (BDNF) ซึ่งเอื้อต่อการทำงานของสมองโดยรวม ทั้งนี้ ผลการศึกษาดังกล่าวเป็นอีกมิติหนึ่งในการกระตุ้นการทำงานของสมอง ดูแลสุขภาพจิตใจของผู้สูงอายุได้เป็นอย่างดี

อย่างไรก็ตาม ในเชิงพฤติกรรมการเล่นบอร์ดเกมถือเป็นกิจกรรมที่เข้าถึงง่าย เหมาะกับสภาพร่างกายของผู้สูงอายุ โดยมีลักษณะการเล่นที่ผสมผสานการคิด การวางแผน การตัดสินใจ และการโต้ตอบกับผู้เล่นอื่น ทำให้ผู้สูงอายุได้ฝึกใช้สมองในหลายด้านพร้อมกัน เช่น การคิดเชิงตรรกะ การจำลำดับเหตุการณ์ การคาดเดา และการแก้ปัญหาเหล่านี้ได้ช่วยกระตุ้นการทำงานของสมองอย่างเป็นระบบ (Noda et al., 2019, p. 22) นอกจากการเล่นบอร์ดเกมจะมีส่วนช่วยในการส่งเสริมสุขภาพแล้วยังสามารถ

ช่วยให้ผู้สูงอายุรับมือกับปัญหาและข้อจำกัดที่เกิดขึ้นตามวัยได้อย่างเหมาะสม เช่น โรคทางกาย ความเสื่อมถอยทางสติปัญญา และการแยกตัวทางสังคม (Guardabassi et al., 2024, p. 3) ดังนั้น การพัฒนาบอร์ดเกมเพื่อส่งเสริมการรับรู้และกระตุ้นการคิดสำหรับผู้สูงอายุ จึงเป็นแนวทางเลือกหนึ่งที่สอดคล้องกับแนวคิดการส่งเสริมสุขภาพแบบองค์รวม ที่ได้เน้นมิติทางกาย จิตใจ อารมณ์และสังคม ฉะนั้นในการออกแบบเกมควรคำนึงถึงขีดจำกัดด้านสรีระและจิตวิทยาของผู้สูงอายุ ได้แก่ รูปทรงเกม การใช้สี ตัดกันอย่างชัดเจน ตัวอักษรขนาดใหญ่ สัญลักษณ์ที่เข้าใจได้ง่าย และกำหนดกติกาการเล่นที่ไม่ซับซ้อน เพื่อให้ผู้สูงอายุสามารถเข้าถึงกิจกรรมได้อย่างเท่าเทียม ทำให้รู้สึกมีคุณค่าในตนเอง (Areekul et al., 2025, p. 386) นอกจากนี้ การบูรณาการบอร์ดเกมเข้ากับชุมชน เช่น ศูนย์พัฒนาคุณภาพชีวิตผู้สูงอายุ ถือเป็นการทำงานที่สอดคล้องกับยุทธศาสตร์การเสริมสร้างสังคมแห่งความสุขของประเทศไทย และยังเป็นการสนับสนุนการพัฒนาการสร้างความเข้มแข็ง อันนำไปสู่การยกระดับคุณภาพชีวิตของผู้สูงอายุ

จากปัญหาและความสำคัญที่กล่าวมาข้างต้น คณะผู้วิจัยต้องการศึกษาปัจจัยที่ส่งเสริมการรับรู้และกระตุ้นการคิดสำหรับผู้สูงอายุ และนำผลจากการศึกษามาพัฒนารูปแบบบอร์ดเกม รวมทั้งสร้างต้นแบบใช้ทดลองการเล่นเพื่อศึกษาความพึงพอใจ และในการพัฒนาบอร์ดเกมครั้งนี้จะมีคุณค่าอย่างยิ่งในฐานะผลิตภัณฑ์นวัตกรรมเพื่อสังคมผู้สูงอายุ ที่สอดคล้องกับบริบทวัฒนธรรมไทย และยังสามารถต่อยอดเป็นแนวทางต้นแบบสำหรับการส่งเสริมสุขภาพของผู้สูงอายุในระดับชุมชน และประเทศในอนาคต

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการกระตุ้นความจำของผู้สูงอายุได้รับความสนใจอย่างแพร่หลายในช่วงทศวรรษที่ผ่านมาโดยเฉพาะการใช้ “เกมกระดาน” (Board games) เป็นสื่อส่งเสริมการทำงานของสมองและการรู้คิดของผู้สูงอายุ เนื่องจากเกมกระดานเป็นกิจกรรมที่ผสมผสานการเคลื่อนไหวทางกายกับการคิดเชิงตรรกะได้อย่างลงตัว ในขณะที่ผู้เล่นทำการย้ายชิ้นส่วนเกม หรือสับไพ่ ถือเป็นการออกกำลังกายเบา ๆ ที่กระตุ้นการทำงานร่วมกันระหว่างระบบประสาทและกล้ามเนื้อ ซึ่งช่วยให้เกิดการประสานงานของสมองและร่างกาย (Makphin et al., 2024, pp. 164–176) การใช้เกมกระดานในกลุ่มผู้สูงอายุ ไม่เพียงส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้เพื่อความสนุกสนาน แต่ยังช่วยสร้างความสุขสนุกสนาน (Enjoy happiness) ในมิติของการเรียนรู้ผ่านประสบการณ์ตรง ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดการเรียนรู้ตลอดชีวิตของผู้สูงอายุ เกมกระดานที่ดี จึงต้องคำนึงถึงทั้งศาสตร์และศิลป์ของการออกแบบกิจกรรมที่เหมาะสมกับพัฒนาการทางกาย จิตใจ และสังคมของผู้สูงอายุ ทั้งนี้ Chen and Tsai (2022, p. 12) ได้ใช้เกมกระดานสี่มุมแห่งชีวิต (ขอบคุณ ขอโทษ รัก และลา ก่อน) ทำให้มีผลดีในระยะสั้นต่อผลลัพธ์ทางด้านจิตสังคมของผู้สูงอายุในได้ทันที รวมถึงการพัฒนาการสื่อสารระหว่างบุคคล ความมั่นใจในตนเอง และความรู้สึกเหงา ทั้งนี้การเล่นบอร์ดเกม Kioku เป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ (สัปดาห์ละครั้ง) ในกลุ่มย่อย ส่งผลให้ผู้สูงอายุมีระดับความเป็นอยู่ที่ดีเพิ่มขึ้น และความรู้สึกเหงาลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม (Bodner et al., 2024, pp. 1, 5) นอกจากนี้ ในงานวิจัยของ Dartigues et al. (2013, p. 1) ที่ได้ติดตามกลุ่มผู้สูงอายุจำนวน 840 คน เป็นระยะเวลา 20 ปี พบว่า ผู้ที่เล่นเกมกระดานเป็นประจำมีความเสี่ยงต่อการเกิดภาวะสมองเสื่อมลดลงถึง 15% เมื่อเทียบกับกลุ่มที่ไม่ได้เล่นเกม และการเล่นเกมกระดานช่วยกระตุ้นกระบวนการรู้คิด (Cognitive process) การใช้ประสาทสัมผัสทั้งห้า ได้แก่ การมองเห็น การได้ยิน การสัมผัส การดมกลิ่น และการลิ้มรส ซึ่งเป็นกลไกสำคัญที่ช่วยให้สมองในส่วนของความจำและการตัดสินใจทำงานประสานร่วมกัน ส่งผลให้ผู้สูงอายุมีสมาธิ ความสนใจ และความสามารถในการจดจำที่ดีขึ้น อีกทั้งยังช่วยกระตุ้นการรับรู้เชิงมิติสัมพันธ์ (Spatial perception) ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่ช่วยรักษาสมรรถนะทางสมองในระยะยาว (Moonthienthong et al., 2023, p. 280) และเกมกระดานยังเป็นเครื่องมือบำบัดเชิงสร้างสรรค์ที่ส่งผลต่อสุขภาพในหลายมิติ เนื่องจากการเคลื่อนไหวที่เกี่ยวข้องกับสมองทั้งหมดจะสร้างสิ่งกระตุ้นที่เพิ่มความสามารถทางปัญญา (ความตื่นตัว สมาธิ ความเร็ว การรับรู้ การเรียนรู้ ความจำ การแก้ปัญหา และความคิดสร้างสรรค์) ได้ประสานความสามารถในการทำกิจกรรมและการคิดไปพร้อมกัน (Indrastuti et al., 2025, p. 547) อีกทั้งยังสร้างโอกาสในการมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่นทั้งในกลุ่มวัยเดียวกันและต่างวัยให้เกิดการเรียนรู้ร่วมกัน ซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญของการดำรงชีวิตในสังคมผู้สูงอายุ

ในการออกแบบบอร์ดเกมครั้งนี้ คณะผู้วิจัยได้ใช้กระบวนการคิดเชิงออกแบบ (Design thinking) ประกอบด้วย 5 ขั้นตอนสำคัญ ได้แก่ การทำความเข้าใจและเก็บข้อมูล (Empathize) การนิยามปัญหา (Define) การระดมความคิด (Ideate) การสร้างต้นแบบ (Prototype) และการทดสอบ (Test) เพื่อนำไปสู่การปรับปรุงต้นแบบให้มีความเหมาะสมและตอบสนองต่อกลุ่มเป้าหมาย กระบวนการดังกล่าวไม่เพียงแต่ช่วยกระตุ้นความจำ แต่ยังทำให้เกมมีความน่าสนใจ สนุกสนาน เข้าใจง่าย และเอื้อต่อการสื่อสารภายในกลุ่มผู้เล่น อีกทั้งยังสะท้อนให้เห็นถึงศักยภาพของบอร์ดเกมในฐานะกิจกรรมที่สามารถเข้าถึงได้ง่าย และนำไปใช้ซ้ำได้อย่างกว้างขวาง ดังนั้น ในการวิจัยครั้งนี้ได้พัฒนาต้นแบบบอร์ดเกมที่สอดคล้องกับบริบทผู้สูงอายุไทย และสามารถเสริมสร้างการรับรู้และกระตุ้นการคิดเชิงปฏิสัมพันธ์ได้อย่างเหมาะสม

3. วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ใช้ระเบียบวิธีวิจัยแบบผสมผสาน โดยใช้วิธีวิจัยเชิงคุณภาพและวิธีวิจัยเชิงปริมาณ ดังต่อไปนี้

3.1 วิธีดำเนินการวิจัยตามวัตถุประสงค์การวิจัย ได้ดำเนินการดังต่อไปนี้

3.1.1 การศึกษาปัจจัยและแนวทางในการพัฒนาบอร์ดเกมเพื่อส่งเสริมการรับรู้และกระตือรือร้นการคิดสำหรับผู้สูงอายุ คณะผู้วิจัยมุ่งเน้นการสำรวจแนวทางในการพัฒนาบอร์ดเกมที่มีศักยภาพในการส่งเสริมการทำงานด้านความจำของผู้สูงอายุ โดยดำเนินการผ่านการศึกษาค้นคว้าข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary data analysis) ซึ่งได้จากหนังสือ ตำรา งานวิจัย และบทความวิชาการ ที่เกี่ยวข้องกับบอร์ดเกมและปัจจัยการออกแบบเกมที่ส่งเสริมการรับรู้และกระตือรือร้นการคิดสำหรับผู้สูงอายุ แล้วนำข้อมูลที่ได้มาทำการวิเคราะห์เชิงเปรียบเทียบ และสังเคราะห์องค์ความรู้ เพื่อสร้างความเข้าใจถึงกลไกในการออกแบบและพัฒนาบอร์ดเกมขึ้นมาใหม่ เพื่อให้มีความเหมาะสมที่ส่งผลต่อการกระตุ้นการทำงานของสมองในมิติด้านการเรียนรู้การจดจำของผู้สูงอายุ

3.1.2 การพัฒนาบอร์ดเกมเพื่อส่งเสริมการรับรู้และกระตือรือร้นการคิดสำหรับผู้สูงอายุ คณะผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยตามหลักการคิดเชิงออกแบบ (Design thinking) ประกอบด้วย 5 ขั้นตอนหลัก ได้แก่ 1) การทำความเข้าใจผู้ใช้ (Empathize) ได้รวบรวมข้อมูลจากการวิเคราะห์เพื่อให้เข้าใจลักษณะเฉพาะ ความต้องการที่แท้จริง และข้อจำกัดของกลุ่มผู้สูงอายุ ทั้งด้านร่างกาย จิตใจและการรับรู้ ซึ่งเป็นข้อมูลพื้นฐานสำคัญสำหรับการออกแบบ 2) นิยามปัญหา (Define) ได้นำข้อมูลจากขั้นตอนแรกมาสังเคราะห์เพื่อกำหนดนิยามปัญหาหลักและประเด็นย่อยที่เกี่ยวข้อง เช่น ความซับซ้อนของกติกาการเล่น ความเหมาะสมของขนาดอุปกรณ์ ความชัดเจนของภาพและตัวอักษร ตลอดจนแรงจูงใจในการเข้าร่วมกิจกรรม โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อกำหนดกรอบการแก้ปัญหาที่ตรงประเด็นและตอบสนองต่อกลุ่มเป้าหมาย 3) การระดมความคิด (Ideate) คณะผู้วิจัยได้ออกแบบและเสนอแนวคิดบอร์ดเกมในหลากหลายรูปแบบ โดยใช้วิธีการระดมความคิด (Brainstorming) และการสร้างสรรค์ภาพร่างบอร์ดเกมหลายรูปแบบ เพื่อให้ได้ชุดบอร์ดเกมที่เป็นทางเลือกแตกต่างจากท้องตลาดและต้องครอบคลุมทั้งด้านเนื้อหา กลไกการเล่น และวิธีการกระตุ้นความจำของผู้สูงอายุ จากนั้นนำรูปแบบบอร์ดเกมที่ร่างมาสร้างภาพเสมือนจริง แล้วนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินความเหมาะสม โดยคัดเลือกรูปแบบที่มีคะแนนค่าเฉลี่ยสูงสุดเพียงรูปแบบเดียว 4) การสร้างต้นแบบ (Prototype) ในการสร้างต้นแบบบอร์ดเกมต้องสามารถใช้งานได้จริงสอดคล้องกับความต้องการ และข้อจำกัดของผู้สูงอายุ โดยคำนึงถึงความสะดวกต่อการใช้งาน ความปลอดภัย ความสวยงาม และมีเทคนิคส่งเสริมการกระตุ้นความจำ และ 5) การทดสอบ (Test) โดยต้นแบบบอร์ดเกมจะให้กลุ่มตัวอย่างเป็นผู้ทดลองเล่น

3.1.3 การสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อการใช้บอร์ดเกม คือการประเมินความพึงพอใจ ดำเนินการโดยนำต้นแบบบอร์ดเกมไปให้กลุ่มตัวอย่างใช้เล่น โดยคณะผู้วิจัยได้แจ้งกติการายละเอียดการเล่น และได้อ่านข้อคำถามในแบบสอบถามให้กับกลุ่มตัวอย่างเพื่อสร้างความเข้าใจให้ตรงกัน เมื่อกลุ่มตัวอย่างเล่นเกมเสร็จเรียบร้อยแล้ว จึงทำแบบสอบถามประเมินความพึงพอใจต่อการใช้บอร์ดเกม ในด้านประโยชน์ของบอร์ดเกม ด้านความสามารถในการใช้ และด้านความเพลิดเพลิน ซึ่งในการเข้าร่วมการเล่นเกมของกลุ่มตัวอย่างในครั้งนี้ เป็นไปด้วยความสมัครใจของผู้เล่น

3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง มีจำนวนทั้งสิ้น 35 คน แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มผู้เชี่ยวชาญเพื่อประเมินการออกแบบรูปแบบบอร์ดเกม ซึ่งคัดเลือกจากความเชี่ยวชาญเฉพาะด้าน ได้แก่ นักออกแบบผลิตภัณฑ์ นักออกแบบสื่อทัศนศิลป์ และหัวหน้าศูนย์พัฒนาคุณภาพชีวิตผู้สูงอายุในชุมชนเทศบาลเมืองพินลราช อำเภอบางบัวทอง จังหวัดนนทบุรี รวมจำนวน 5 คน และกลุ่มตัวอย่างเพื่อประเมินความพึงพอใจต่อการใช้บอร์ดเกม ได้แก่ ผู้สูงอายุที่มีอายุตั้งแต่ 60 ปี ขึ้นไป เป็นผู้ที่มีมารับบริการในศูนย์พัฒนาคุณภาพชีวิตผู้สูงอายุในชุมชนเทศบาลเมืองพินลราช รวมจำนวน 30 คน ใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ในการวิจัยครั้งนี้เครื่องมือที่ใช้มีด้วยกัน 2 ชนิด ดังนี้

3.3.1 แบบสอบถามความเหมาะสมรูปแบบบอร์ดเกม คือแบบสอบถามความเหมาะสมรูปแบบบอร์ดเกมที่คณะผู้วิจัยได้ออกแบบและพัฒนาขึ้น ซึ่งประเมินความเหมาะสมโดยผู้เชี่ยวชาญ 5 คน แบบสอบถามแบ่งออกเป็น 3 ตอน คือ ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้เชี่ยวชาญ ตอนที่ 2 ข้อมูลเกี่ยวกับรูปแบบของบอร์ดเกม เป็นมาตรวัดประเมินค่า (Rating scale) เลือกตอบตามระดับความเหมาะสม ซึ่งแบ่งเป็น 5 ระดับ และตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับรูปแบบบอร์ดเกม ทั้งนี้ แบบสอบถามได้ผ่านการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) จากผู้ทรงคุณวุฒิ ซึ่งมีคุณสมบัติจบการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยและประเมินผล จำนวน 2 คน และด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์ จำนวน 1 คน มีความรู้และประสบการณ์ในการทำวิจัยมาแล้วไม่ต่ำกว่า 5 ปี รวมจำนวน 3 ท่าน ผลการประเมินได้ค่าดัชนีความสอดคล้อง 0.91 การแปลผลสามารถนำไปใช้เก็บข้อมูลได้

3.3.2 แบบสอบถามความพึงพอใจผู้ใช้บอร์ดเกม คือแบบสอบถามระดับความพึงพอใจต่อการใช้บอร์ดเกม โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นผู้ตอบ จำนวน 30 คน แบบสอบถาม แบ่งออกเป็น 3 ตอน ได้แก่ ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง ตอนที่ 2 ข้อมูลเกี่ยวกับการใช้บอร์ดเกม ลักษณะของแบบสอบถามเป็นมาตรวัดประเมินค่าเลือกตอบ ระดับความพึงพอใจแบ่งเป็น 5 ระดับ และตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการใช้บอร์ดเกม แบบสอบถามได้ผ่านการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาจากผู้ทรงคุณวุฒิ และผลการประเมินได้ค่าดัชนีความสอดคล้อง 0.84 การแปลผลสามารถนำไปใช้เก็บข้อมูลได้

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.4.1 การวิเคราะห์ข้อมูลแบบสอบถามความเหมาะสมรูปแบบบอร์ดเกม ตอนที่ 1 ข้อมูลส่วนบุคคลของกลุ่มผู้เข้าร่วมวิจัย เช่น เพศ อายุ และประสบการณ์เกี่ยวกับการออกแบบบอร์ดเกม ทำการวิเคราะห์ด้วยสถิติเชิงพรรณนา (Descriptive statistics) โดยใช้ค่าการแจกแจงความถี่ (Frequency) และค่าร้อยละ (Percentage) ตอนที่ 2 ข้อมูลเกี่ยวกับรูปแบบของบอร์ดเกม ใช้การวิเคราะห์ด้วยค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) โดยระดับความคิดเห็น 5 ระดับ ตามมาตรวัดของลิเคิร์ท ดังนี้ ระดับ 5 เหมาะสมมากที่สุด ระดับ 4 เหมาะสมมาก ระดับ 3 เหมาะสมปานกลาง ระดับ 2 เหมาะสมน้อย และระดับ 1 เหมาะสมน้อยที่สุด ตอนที่ 3 ข้อมูลเกี่ยวกับ ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการออกแบบบอร์ดเกม

3.4.2 การวิเคราะห์ข้อมูลแบบสอบถามความพึงพอใจ ตอนที่ 1 ข้อมูลส่วนบุคคลของกลุ่มผู้เข้าร่วมวิจัย เช่น เพศ อายุ และประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการเล่นบอร์ดเกม วิเคราะห์ด้วยสถิติเชิงพรรณนา โดยใช้ค่าการแจกแจงความถี่ และค่าร้อยละ ตอนที่ 2 ข้อมูลเกี่ยวกับความพึงพอใจที่มีต่อการใช้บอร์ดเกม ใช้การวิเคราะห์ด้วยค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยระดับความคิดเห็น 5 ระดับ ตามมาตรวัดของลิเคิร์ท ดังนี้ ระดับ 5 พึงพอใจมากที่สุด ระดับ 4 พึงพอใจมาก ระดับ 3 พึงพอใจปานกลาง ระดับ 2 พึงพอใจน้อย และระดับ 1 พึงพอใจน้อยที่สุด ตอนที่ 3 ข้อมูลเกี่ยวกับข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการใช้บอร์ดเกม

ในการวิเคราะห์ข้อมูลตอนที่ 2 แบบสอบถามความเหมาะสมรูปแบบบอร์ดเกมจากกลุ่มผู้เข้าร่วมวิจัย และแบบสอบถามความพึงพอใจจากกลุ่มตัวอย่าง กำหนดเกณฑ์การแปลผลค่าคะแนนเฉลี่ย ดังนี้ คะแนนเฉลี่ย 4.50-5.00 มากที่สุด 3.50-4.49 มาก 2.50-3.49 ปานกลาง 1.50-2.49 น้อย และ 1.00-1.49 น้อยที่สุด

ทั้งนี้ คณะผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มผู้เข้าร่วมวิจัยเป็นระยะเวลา 2 สัปดาห์ และกลุ่มตัวอย่าง 4 สัปดาห์ เนื่องจากจำนวนกลุ่มตัวอย่างมาใช้บริการของศูนย์ในแต่ละวันมีจำนวนไม่เท่ากัน หลังได้ข้อมูลครบจึงจำแนกตามประเด็นจุดประสงค์การวิจัยและวิเคราะห์เนื้อหา (Content analysis) เพื่อเรียบเรียงนำเสนอในรูปแบบตารางประกอบการบรรยาย

4. ผลการวิจัย

4.1 ผลการศึกษาปัจจัยและแนวทางในการพัฒนาบอร์ดเกมเพื่อส่งเสริมการรับรู้และกระตุ้นการคิดสำหรับผู้สูงอายุ

4.1.1 ผลการศึกษาปัจจัยสำคัญที่ส่งเสริมการพัฒนาบอร์ดเกมสำหรับผู้สูงอายุ ผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบบอร์ดเกมสำหรับผู้สูงอายุ จำนวน 18 เรื่อง ทั้งในประเทศและต่างประเทศ เพื่อทำความเข้าใจผู้ใช้ (Empathize) ให้เข้าใจลักษณะเฉพาะตามความต้องการที่แท้จริง จึงทำให้ทราบว่าปัจจัยสำคัญที่ส่งเสริมการพัฒนาบอร์ดเกมสำหรับผู้สูงอายุ มีมากที่สุด จำนวน 8 ด้าน เรียงตามลำดับ แสดงดังตารางที่ 1

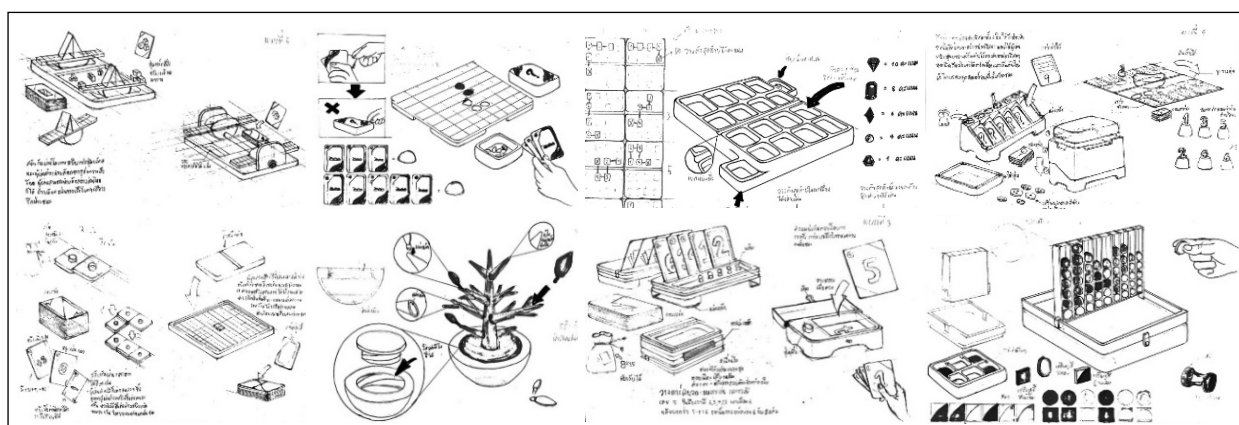
ตารางที่ 1 ผลการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบบอร์ดเกมสำหรับผู้สูงอายุ

ปัจจัยสำคัญที่ส่งเสริมการพัฒนาบอร์ดเกมสำหรับผู้สูงอายุ	จำนวนงานวิจัย (เรื่อง)
1. การกระตุ้นสมอง ทักษะการคิด ช่วยชะลอภาวะสมองเสื่อม	16
2. ความเพลิดเพลินและผ่อนคลาย มีคุณภาพชีวิต	15
3. การปฏิสัมพันธ์ทางสังคมและความรู้สึกเป็นส่วนหนึ่งของกลุ่ม	15
4. การเรียนรู้พัฒนาทักษะและท้าทายสิ่งใหม่ ๆ	12
5. การออกแบบที่เหมาะสมกับกายภาพ ความปลอดภัย และสะดวก	11
6. การเชื่อมโยงความทรงจำ วัฒนธรรม และประสบการณ์ชีวิต	9
7. การเสริมคุณค่า มีอิสระในตนเอง	7
8. การกระตุ้นประสาทสัมผัสและสุนทรียภาพ	6

4.1.2 ผลการศึกษาแนวทางในการพัฒนาบอร์ดเกมสำหรับผู้สูงอายุ จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการ

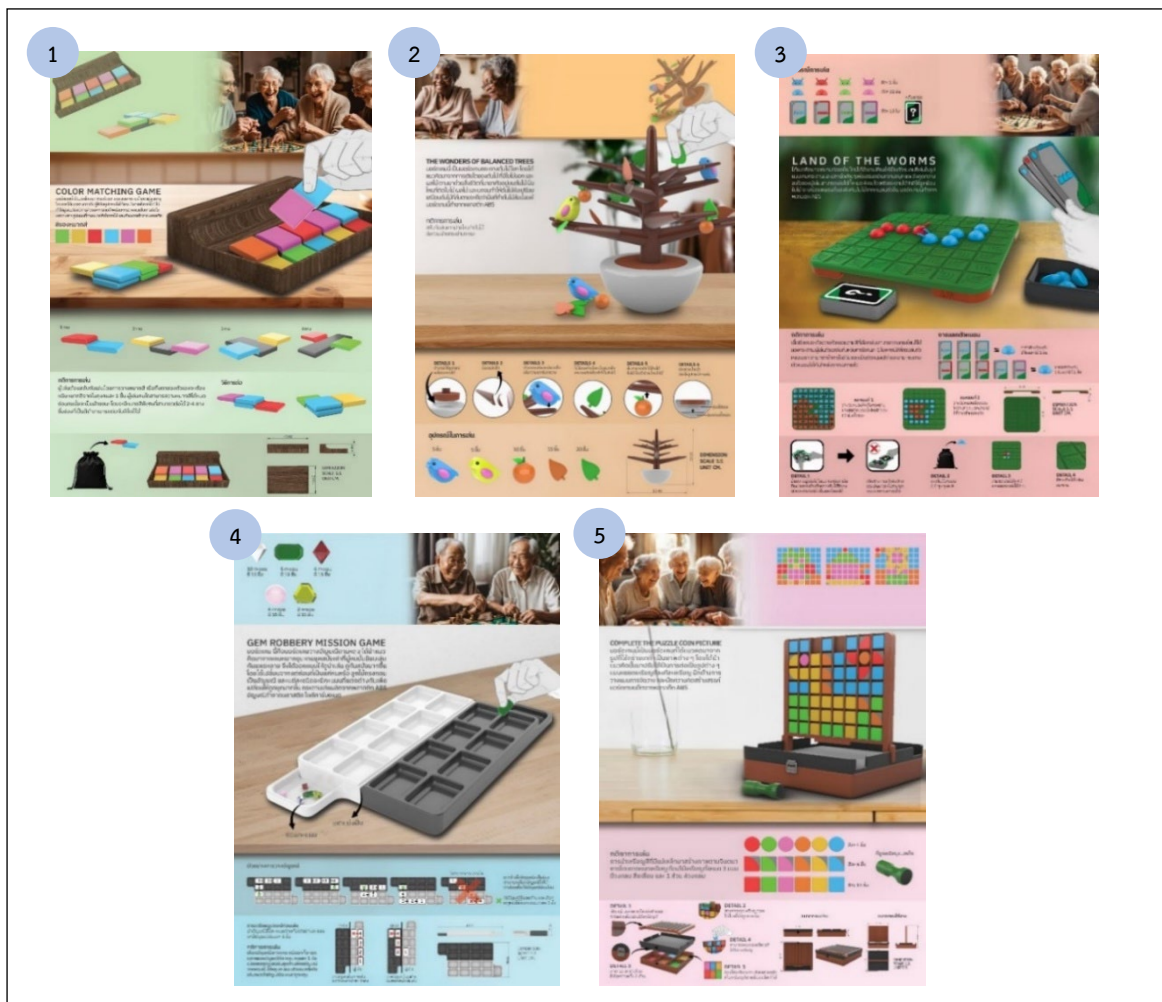
4.2 ผลการพัฒนาบอร์ดเกมเพื่อส่งเสริมการรับรู้และกระตุ้นการคิดสำหรับผู้สูงอายุ

4.2.1 ผลการร่างภาพบอร์ดเกมจากการระดมความคิด ในการร่างบอร์ดเกมเพื่อส่งเสริมการรับรู้และกระตุ้นการคิด สำหรับผู้สูงอายุ จึงได้ทำการระดมความคิด (Ideate) รูปแบบที่หลากหลายตามกรอบปัจจัยที่ศึกษามาก่อนหน้านี้ โดยมุ่งเน้นการ กระตุ้นสมองและทักษะการคิดเพื่อชะลอภาวะสมองเสื่อมให้ควบคู่กับความเพลิดเพลินและสร้างปฏิสัมพันธ์ทางสังคมเพื่อยกระดับ คุณภาพชีวิตสอดคล้องกับสรีระที่ต้องมีความปลอดภัย ขณะเดียวกันควรเชื่อมโยงความทรงจำ และประสบการณ์ชีวิตเพื่อสร้าง คุณค่าทางอารมณ์ รวมทั้งเปิดโอกาสให้ผู้สูงอายุมีอิสระในการตัดสินใจ และผสมผสานองค์ประกอบด้านสุนทรียภาพ เพื่อให้บอร์ด เกมเป็นทั้งสื่อบันทึงและเครื่องมือส่งเสริมสุขภาพทางด้านกาย จิตใจ และสังคมอย่างรอบด้าน ผลภาพร่างบอร์ดเกม แสดงดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 แบบร่างบอร์ดเกมจากการระดมความคิด

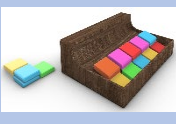
4.2.2 ผลการสร้างภาพเหมือนจริงบอร์ดเกม คณะผู้วิจัยได้วิเคราะห์คัดเลือกแบบร่างบอร์ดเกมจากการระดมความคิดที่ตรงกับประเด็นปัจจัยสำคัญ จำนวน 5 รูปแบบ มีแนวคิดดังนี้ รูปแบบที่ 1 ชื่อเกม “โดมิโนบอร์ดเกมต่อสู้” เป็นเกมเรียบง่ายแต่ท้าทาย ผู้เล่นผลัดกันหยิบและวางหมากสี จุดเด่นคือหมากพิเศษที่ต่อได้หลายทิศทางและช่องสี่ดำที่เชื่อมกับสี่ดำก็ได้ ช่วยฝึกสมาธิ การคิดเชิงตรรกะ และทักษะการวางแผน รูปแบบที่ 2 ชื่อเกม “กระถางต้นไม้” จำลองวัฏจักรของต้นไม้ ผู้เล่นต้องวางหมากแม่เหล็กโดยรักษาสสมดุลไม่ให้ต้นไม้ล้ม อุปกรณ์เก็บรวมในกระถางเดียว เพิ่มความสะดวก ประโยชน์คือการฝึกสมาธิ ความรอบคอบ และการประสานงานมือ-ตา รูปแบบที่ 3 ชื่อเกม “หนอนแย่งชิงกันกินใบไม้” เน้นสีสันและกลยุทธ์ ผู้เล่นวางหัวหนอนและใช้การ์ดสีเพื่อเพิ่มตัวหนอน เป้าหมายคือวางล้อมฝ่ายตรงข้ามหรือใช้หนอนจนหมด ช่วยฝึกการวางแผน การตัดสินใจ และการเล่นร่วมกัน รูปแบบที่ 4 ชื่อเกม “หมากขุมอัญมณี” ดัดแปลงจากหมากขุม ใช้อัญมณีสี่สีที่มีคะแนนต่างกัน ผู้เล่นต้องวางแผนเพื่อสะสมคะแนนสูงสุด เป็นเกมที่ช่วยกระตุ้นสมอง เชื่อมโยงความทรงจำทางวัฒนธรรม และสร้างปฏิสัมพันธ์ทางสังคม และรูปแบบที่ 5 “เกมบิงโกหยอดเหรียญสี” เปิดโอกาสให้ผู้เล่นใช้เหรียญสีแม่เหล็กหลายรูปทรงสร้างภาพได้ตามจินตนาการ สามารถปรับเปลี่ยนตำแหน่งได้ง่าย ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ การวางแผน การตัดสินใจ และการฝึกสมาธิ จากนั้นผู้วิจัยได้พัฒนาจากภาพร่างให้เป็นภาพลักษณะเหมือนจริงสามมิติ เพื่อให้เห็นรายละเอียดของรูปแบบบอร์ดเกมมากขึ้น ได้แสดงดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 รูปแบบภาพบอร์ดเกมเหมือนจริง

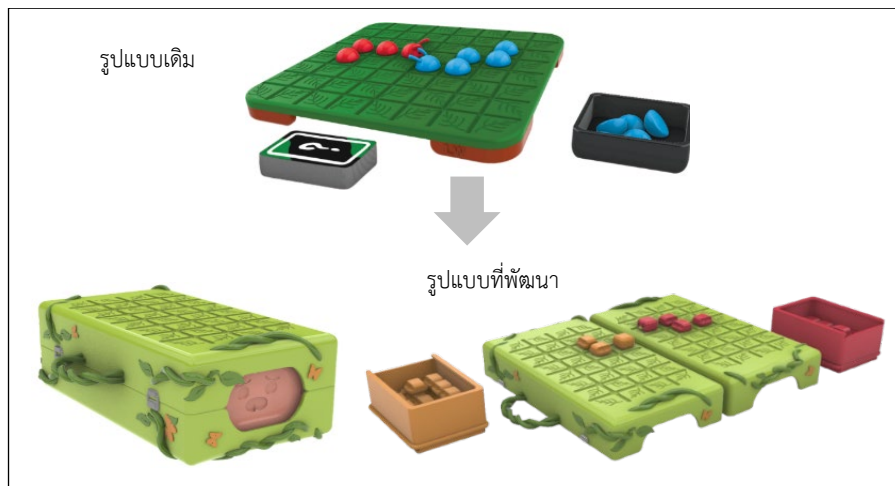
หลังจากคณะผู้วิจัยได้พัฒนารูปแบบภาพบอร์ดเกมให้มีความเสมือนจริง (3D) พร้อมแสดงรายละเอียดการเล่นในแผ่นนำเสนอ เพื่อสื่อสารให้มีความเข้าใจมากขึ้น จึงนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินความเหมาะสมรูปแบบบอร์ดเกมในแต่ละด้าน เพื่อพิจารณาความสอดคล้องกับหลักการออกแบบกับการตอบสนองต่อความต้องการของผู้สูงอายุ ในการประเมินความเหมาะสมของรูปแบบบอร์ดเกม คณะผู้วิจัยใช้รูปแบบที่มีค่าเฉลี่ยจากการประเมินที่มีคะแนนสูงสุด จำนวน 1 รูปแบบ เพื่อนำไปผลิตเป็นต้นแบบจริง ทั้งนี้รายละเอียดของภาพบอร์ดเกมเสมือนจริง ทั้ง 5 รูปแบบ ได้แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการประเมินความเหมาะสมของรูปแบบบอร์ดเกมที่ได้รับการออกแบบและพัฒนา

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสมของรูปแบบบอร์ดเกม											
												
	รูปแบบที่ 1			รูปแบบที่ 2			รูปแบบที่ 3			รูปแบบที่ 4		
	$\bar{X}$	SD	ความหมาย	$\bar{X}$	SD	ความหมาย	$\bar{X}$	SD	ความหมาย	$\bar{X}$	SD	ความหมาย
1. รูปแบบกระตุ้นสมองทักษะการคิด และชะลอภาวะสมองเสื่อม	4.33	0.46	มาก	4.00	0.72	มาก	4.40	0.34	มาก	4.33	0.41	มาก
2. รูปแบบสร้างความเพลิดเพลิน และผ่อนคลายต่อคุณภาพชีวิต	3.95	0.61	มาก	3.30	0.34	ปานกลาง	4.10	0.57	มาก	3.85	0.59	มาก
3. การปฏิสัมพันธ์ทางสังคมและความรู้สึกเป็นส่วนหนึ่งของกลุ่ม	3.45	0.55	ปานกลาง	3.65	0.19	มาก	4.10	0.25	มาก	3.85	0.19	มาก
4. การเรียนรู้ การพัฒนาทักษะ และการท้าทายสิ่งใหม่	3.90	0.33	มาก	3.40	0.27	ปานกลาง	4.25	0.29	มาก	3.95	0.41	มาก
5. การออกแบบที่เหมาะสมกับกายภาพ ความปลอดภัย และความสะดวก	3.95	0.40	มาก	3.90	0.31	มาก	4.15	0.24	มาก	4.05	0.36	มาก
ค่าเฉลี่ยรวม	3.91	0.44	มาก	3.65	0.35	มาก	4.20	0.17	มาก	4.01	0.27	มาก

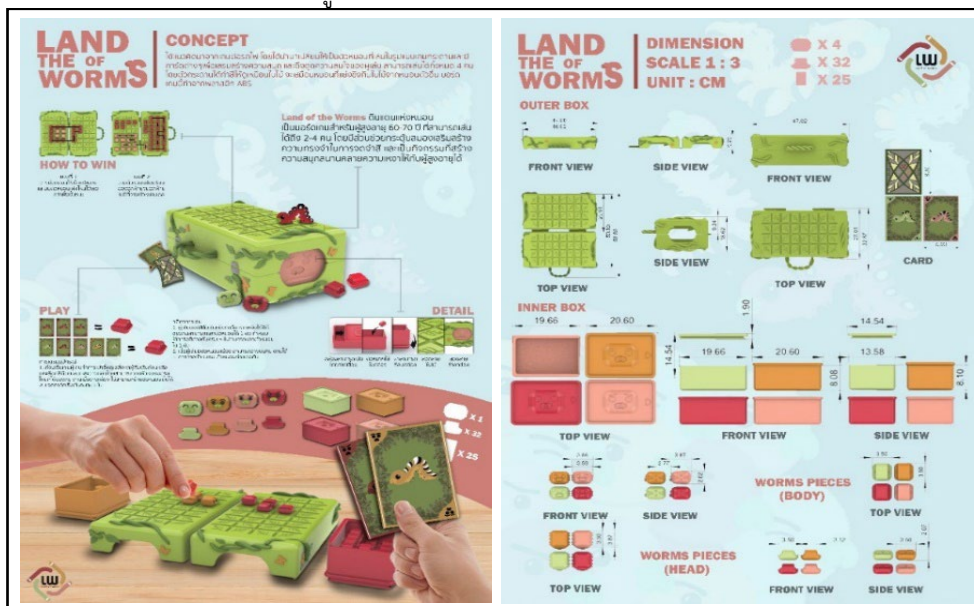
จากตารางที่ 2 ผลการประเมินความเหมาะสมของรูปแบบบอร์ดเกม พบว่ารูปแบบที่ 3 มีคะแนนเฉลี่ยรวมสูงที่สุด ($\bar{X} = 4.20$, $SD = 0.17$) ความเหมาะสมอยู่ในระดับ “มาก” มีความโดดเด่นในด้านการเรียนรู้การพัฒนาทักษะและการท้าทายสิ่งใหม่รวมถึงด้านการปฏิสัมพันธ์ทางสังคม ซึ่งสอดคล้องกับเป้าหมายของการออกแบบบอร์ดเกมสำหรับผู้สูงอายุ รองลงมาคือรูปแบบที่ 4 มีคะแนนเฉลี่ยใกล้เคียงกัน ($\bar{X} = 4.01$, $SD = 0.27$) ในขณะที่รูปแบบที่ 2 และ 5 ได้คะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าในบางด้าน โดยเฉพาะด้านความเพลิดเพลินและการปฏิสัมพันธ์ทางสังคม อย่างไรก็ตาม แม้ว่ารูปแบบที่ 3 ที่ได้รับการประเมินว่ามีความเหมาะสมมากที่สุด แต่ยังไม่เพียงพอต่อการปรับปรุงที่ควรได้รับการปรับปรุงเพิ่มเติมเพื่อให้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ทั้งนี้ คณะผู้เชี่ยวชาญได้เสนอแนะแนวทางการปรับปรุงบอร์ดเกมรูปแบบที่ 3 เพื่อให้เหมาะสมกับการใช้งานของกลุ่มผู้สูงอายุ โดยให้เพิ่มกล่องบรรจุภัณฑ์สำหรับการจัดเก็บและเคลื่อนย้าย เพื่อความสะดวกในการพกพา และจัดช่องเก็บอุปกรณ์ให้เป็นสัดส่วนเพื่อลดการสูญหายของชิ้นส่วน ควรปรับขอบและชิ้นส่วนบอร์ดเกมให้มีความโค้งมนตามหลักความปลอดภัย เลือกใช้วัสดุน้ำหนักเบา และปรับขนาดตัวหมากให้ใหญ่ขึ้นตามหลักสรีรศาสตร์ เพื่อให้ผู้สูงอายุหยิบจับได้ง่ายและสะดวก ในด้านการออกแบบสีและลวดลายควรพัฒนาให้สอดคล้องกับแนวคิดธีมที่ชื่อว่า “หนองและใบไม้” ที่มีลักษณะธรรมชาติ ควรเลือกใช้สีที่มีความสดใส และมีความแตกต่างของสีอย่างชัดเจน เพื่อส่งเสริมการรับรู้ทางการมองเห็น และลดความสับสนในการรับรู้ของผู้เล่น พร้อมจัดทำคู่มือการเล่นที่มีภาพประกอบอธิบายขั้นตอนการเล่นอย่างละเอียด ช่วยให้เข้าใจและมีความมั่นใจในการเล่นมากขึ้น ทั้งนี้ รายละเอียดการเล่นยังคงเน้นการวางแผน กลยุทธ์ และปฏิสัมพันธ์ทางสังคม เพื่อกระตุ้นความจำ อีกทั้งบอร์ดเกม มุ่งเน้นให้ผู้สูงอายุสามารถใช้งานได้อย่างปลอดภัย สะดวก และเพลิดเพลิน อันจะช่วยส่งเสริมทั้งด้านร่างกาย จิตใจ และการมีส่วนร่วมทางสังคมได้อย่างเหมาะสมยิ่งขึ้น รูปแบบบอร์ดเกมที่พัฒนาขึ้นตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ ได้แสดงรายละเอียดดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 ภาพเหมือนบอร์ดเกมรูปแบบที่ 3 เดิม และรูปแบบที่พัฒนาขึ้นมาใหม่ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

ในการเล่นบอร์ดเกมมีผู้เล่น จำนวน 2-4 คน โดยแต่ละคนจะต้องเลือกสีตัวหนอนของตน และวางลงบนกระดาน ในตำแหน่งใดก็ได้ จากนั้นผลัดกันหยิบการ์ดครั้งละ 1 ใบ หากสะสมการ์ดสีเดียวกันครบทั้ง 3 ใบ ก็สามารถแลกตัวหนอนได้ 1 ตัว และสะสมการ์ดต่างสีกันครบ 5 ใบ ก็สามารถแลกตัวหนอนได้อีกเช่นกัน เมื่อแลกได้แล้วผู้เล่นวางตัวหนอนต่อบนกระดานได้ทันที เงื่อนไขการชนะก็คือ ผู้เล่นคนใดที่สามารถใช้ตัวหนอนล้อมรอบฝ่ายตรงข้ามของตนจนหมดก่อน ถือว่าเป็นผู้ชนะในเกมนี้ การเล่นเกมใช้เวลาประมาณ 30 นาที แสดงรายละเอียดดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 แผ่นนำเสนอวิธีการเล่นเกม

ในขั้นตอนต่อไป คือการสร้างต้นแบบบอร์ดเกม (Prototype) การผลิตต้นแบบต้องให้มีความใกล้เคียงกับการใช้งานจริงมากที่สุด ทั้งในด้านสีสนัที่สดใส ขนาดรูปทรงที่เหมาะสมกับการใช้ และต้องลักษณะโค้งมน เพื่อลดความเสี่ยงต่อการเกิดอันตราย และให้สอดคล้องกับสรีระการหยิบจับของผู้สูงอายุ ในขณะที่เดียวกันก็ได้ออกแบบเส้นบนกระดานให้เป็นตารางและการ์ดที่มีสัญลักษณ์เข้าใจได้ง่าย จะช่วยส่งเสริมผู้สูงอายุได้วางแผนการใช้กลยุทธ์ การฝึกสมองและความจดจำ ตลอดจนการสร้างปฏิสัมพันธ์ทางสังคมในบรรยากาศที่สนุกสนานและมีความเพลิดเพลิน แสดงดังรูปที่ 5 และในขั้นตอนสุดท้ายคือการทดสอบ (Test) ต้นแบบบอร์ดเกม โดยนำไปทดสอบการเล่นจริงกับกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นผู้สูงอายุ หลังจากการเล่นเสร็จแล้ว จึงทำการประเมินความพึงพอใจที่มีต่อการเล่นเกม กิจกรรมการเล่นบอร์ดเกมของผู้สูงอายุ แสดงดังรูปที่ 6



รูปที่ 5 ต้นแบบบอร์ดเกมที่ผลิตขึ้นจริง



รูปที่ 6 กิจกรรมการเล่นบอร์ดเกมของผู้สูงอายุ ในศูนย์พัฒนาคุณภาพชีวิตผู้สูงอายุในชุมชนเทศบาลเมืองพิจิตร

4.3 ผลการประเมินความพึงพอใจที่มีต่อต้นแบบบอร์ดเกม

4.3.1 ข้อมูลของกลุ่มตัวอย่าง ที่ตอบแบบสอบถามเป็นเพศชาย จำนวน 10 คน คิดเป็นร้อยละ 33.33 เพศหญิง จำนวน 20 คน คิดเป็นร้อยละ 66.67 มีอายุ 60-70 ปี จำนวน 24 คน คิดเป็นร้อยละ 80 มีอายุ 71 ปีขึ้นไป จำนวน 6 คน คิดเป็นร้อยละ 20 และทำกิจกรรมเพื่อส่งเสริมด้านความทรงจำ เช่น การฝึกจดจำภาพ การฝึกคำนวณเลข การฝึกจับคู่สี เป็นต้น ตอบว่าเคยจำนวน 26 คน คิดเป็นร้อยละ 86.67 และตอบว่าไม่เคย จำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 13.33

4.3.2 ผลการประเมินพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อการใช้ต้นแบบบอร์ดเกม ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คณะผู้วิจัยได้จัดให้ผู้สูงอายุแบ่งกลุ่มเล่นเกมเป็นทีม เพื่อส่งเสริมการมีส่วนร่วมและการช่วยกันคิดแก้ปัญหา เมื่อสิ้นสุดการเล่นจึงให้ตอบแบบสอบถามประเมินความพึงพอใจที่มีต่อการใช้ต้นแบบบอร์ดเกม โดยการประเมินนี้เพื่อวิเคราะห์ความเหมาะสมของบอร์ดเกมในหลายมิติ ทั้งด้านประโยชน์การใช้งาน (Utility) ด้านความสามารถในการใช้ (Usability) และด้านความเพลิดเพลิน (Pleasurable) แสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการประเมินความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างต่อการใช้งานต้นแบบบอร์ดเกม

รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ (n=30)		
	$\bar{X}$	SD	ความหมาย
1. ประโยชน์ของบอร์ดเกม (Utility)	3.83	0.77	มาก
2. ความสามารถในการใช้ (Usability)	3.67	0.81	มาก
3. ความเพลิดเพลิน (Pleasurable)	3.62	0.87	มาก
ค่าเฉลี่ยรวม	3.70	0.81	มาก

จากตารางที่ 3 ผลการประเมินความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างต่อการใช้งานต้นแบบบอร์ดเกม โดยรายการที่ได้รับคะแนนเฉลี่ยสูงสุดคือประโยชน์ของบอร์ดเกม มีความพึงพอใจในระดับมาก ($\bar{X} = 3.83$, $SD = 0.77$) สะท้อนให้เห็นว่าผู้สูงอายุมีการรับรู้ (Perception) ว่าบอร์ดเกมช่วยกระตุ้นการคิด และช่วยให้จดจำ และสัญลักษณ์ต่าง ๆ ได้ง่ายขึ้น มีส่วนช่วยให้มีสมาธิอยู่กับกิจกรรมได้นานกว่า 20 นาที รองลงมาคือ ด้านการใช้งาน ($\bar{X} = 3.67$, $SD = 0.81$) โดยผู้สูงอายุมีความเห็นว่าอุปกรณ์เหมาะสมกับสรีระ รูปทรงมีความปลอดภัย ไม่ก่อให้เกิดอันตราย มีกติกาที่เข้าใจได้ง่าย และวัสดุมีความคงทน สามารถใช้งานได้นาน ส่วนด้านความเพลิดเพลิน ($\bar{X} = 3.62$, $SD = 0.87$) แสดงให้เห็นว่าบอร์ดเกมสามารถสร้างความสนุกสนาน เสริมทักษะการเข้าสังคม และเมื่อวิเคราะห์เชิงลึกจุดแข็งที่โดดเด่นของต้นแบบบอร์ดเกม ได้แก่ การใช้สีและสัญลักษณ์ที่ช่วยรับรู้ จดจำได้ดี สามารถเล่นได้หลายคน อุปกรณ์มีความปลอดภัย และความคงทนของวัสดุ ขณะที่ประเด็นที่ควรปรับปรุงคือให้กติกาและรายละเอียดการเล่นควรให้มีความกระชับ และเข้าใจง่ายขึ้นเพื่อให้สอดคล้องกับความต้องการและศักยภาพของผู้สูงอายุ

5. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้มุ่งศึกษาปัจจัยและแนวทางในการพัฒนาบอร์ดเกมเพื่อส่งเสริมการรับรู้และกระตุ้นการคิดสำหรับผู้สูงอายุ โดยผลจากการศึกษาและพัฒนาพบว่าปัจจัยสำคัญที่ส่งเสริมการพัฒนาบอร์ดเกม ได้แก่ การรับรู้และทักษะการคิด ความเพลิดเพลินและคุณภาพชีวิต การสร้างปฏิสัมพันธ์ทางสังคม การเรียนรู้สิ่งใหม่ การออกแบบที่สอดคล้องกับสรีระและความปลอดภัย จึงนำผลจากการศึกษามาพัฒนาในรูปแบบบอร์ดเกม ตลอดจนการผลิตสร้างต้นแบบบอร์ดเกมที่เน้นความปลอดภัย ขนาดเหมาะสม สีสันชัดเจน และรูปแบบที่เข้าใจง่าย เพื่อให้เหมาะกับการใช้งานจริงของผู้สูงอายุ และผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ พบว่ารูปแบบบอร์ดเกม “นอนแย่งชิงกันกินใบไม้” ได้คะแนนเฉลี่ยสูงสุดในการพัฒนาทักษะ การเรียนรู้ และการปฏิสัมพันธ์ทางสังคม ซึ่งเป็นเป้าหมายสำคัญของการออกแบบ เมื่อนำไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง พบว่าความพึงพอใจโดยรวมอยู่ในระดับ “มาก” โดยด้านประโยชน์ได้คะแนนสูงสุด รองลงมาคือการใช้งาน และความเพลิดเพลิน

การอภิปรายผลการวิจัยครั้งนี้ชี้ให้เห็นว่าต้นแบบบอร์ดเกมที่พัฒนาขึ้นมีประโยชน์ต่อผู้สูงอายุ โดยสามารถส่งเสริมการรับรู้และกระตุ้นกระบวนการคิด รวมทั้งช่วยพัฒนาความจำ นอกจากนี้ การใช้สีและสัญลักษณ์ที่เหมาะสมยังช่วยให้ผู้เล่นจดจำข้อมูลได้ง่ายขึ้น และเอื้อต่อการมีสมาธิกับกิจกรรมได้อย่างต่อเนื่อง ซึ่งสอดคล้องกับ Amaliani et al. (2025, pp. 369) พบว่าบอร์ดเกมที่ออกแบบอย่างเหมาะสม ภาพที่สดใส คมชัด และมีกติกาใช้งานที่เรียบง่ายแต่ท้าทายช่วยเพิ่มความสุข กระตุ้นความจำ รวมถึงส่งเสริมปฏิสัมพันธ์ทางสังคมของผู้สูงอายุ อีกทั้งยังเป็นเครื่องมือที่ส่งเสริมกิจกรรมร่วมกันและพัฒนาศักยภาพทางสติปัญญา โดยเกมกระดานช่วยส่งเสริมการรับรู้และปฏิสัมพันธ์ทางสังคมของผู้สูงอายุได้ดีกว่าวิธีดั้งเดิม โดยทั้งกลุ่มปกติและกลุ่มที่มีภาวะบกพร่องเล็กน้อยต่างมีพัฒนาการที่ดีขึ้น (Chen et al., 2022, p. 233) ในด้านความสามารถในการใช้งาน ผู้สูงอายุมีความเห็นว่าอุปกรณ์มีความเหมาะสมกับสรีระ รูปทรงปลอดภัย และมีความแข็งแรงทนทาน ซึ่งสอดคล้องกับงานของวิจัยของ Ching-teng (2019, pp. 825–838) ที่ยืนยันว่าการออกแบบบอร์ดเกมควรคำนึงถึงความเหมาะสมของรูปแบบอุปกรณ์ เพื่อให้ผู้สูงอายุสามารถมีส่วนร่วมได้อย่างต่อเนื่อง ในด้านความเพลิดเพลินพบว่า ผู้สูงอายุมีความพึงพอใจในระดับมาก แม้จะเป็นด้านที่ได้คะแนนต่ำสุดเมื่อเทียบกับด้านอื่น ๆ แต่บอร์ดเกมก็สามารถสร้างความสุขและสร้างความผูกพันระหว่างผู้เล่นได้จริง ซึ่งมีสำคัญต่อการธำรงความสัมพันธ์ทางสังคม ส่งเสริมการสื่อสาร ลดความโดดเดี่ยว และก่อให้เกิดอารมณ์เชิงบวก (Cès et al., 2025, p. 620; Chi et al., 2018, p. 966; Maalouly et al., 2023, p. 1) ทั้งนี้ การประยุกต์กระบวนการคิดเชิงออกแบบอย่างเป็นลำดับขั้น ตั้งแต่การวิเคราะห์ความต้องการ การพัฒนาแนวคิด การสร้างต้นแบบ และการทดสอบปรับปรุง ส่งผลให้การออกแบบบอร์ดเกมมีความสอดคล้องกับสรีระ พฤติกรรม และบริบทของผู้สูงอายุ รวมทั้งเอื้อต่อการใช้งานจริงได้อย่างเหมาะสม

6. ข้อเสนอแนะ

คณะผู้วิจัยควรขยายขอบเขตการทดลองการเล่นบอร์ดเกมกับกลุ่มตัวอย่างที่หลากหลายมากยิ่งขึ้น เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ครอบคลุม และสามารถอธิบายผลได้อย่างกว้างขวางมากขึ้น รวมทั้งควรมีการติดตามผลในระยะยาวเพื่อประเมินผลต่อการพัฒนาความจำและความยั่งยืนของผลลัพธ์จากการเล่นบอร์ดเกม นอกจากนี้ ควรพัฒนาเกมในรูปแบบดิจิทัลหรือสื่อผสมกับแบบดั้งเดิมเพื่อให้สอดคล้องกับเทคโนโลยีร่วมสมัยและเพิ่มการเข้าถึง ตลอดจนออกแบบเนื้อหาให้เชื่อมโยงกับวัฒนธรรม วิถีชีวิต และประสบการณ์ของผู้สูงอายุ เพื่อเสริมสร้างคุณค่าและแรงจูงใจในการมีส่วนร่วมในกิจกรรมมากยิ่งขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วง โดยได้รับความร่วมมือเป็นอย่างดีจากศูนย์พัฒนาคุณภาพชีวิตผู้สูงอายุในชุมชนเทศบาลเมืองพิมลราช อำเภอบางบัวทอง จังหวัดนนทบุรี ในการอำนวยความสะดวกและสนับสนุนการดำเนินงานเก็บข้อมูลวิจัย และได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากสมาคมศิษย์เก่าคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ คณะผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณทุกท่านที่เกี่ยวข้องมา ณ โอกาสนี้ ก่อนการศึกษาวิจัยครั้งนี้ คณะผู้วิจัยได้ผ่านการเข้าอบรมแบบออนไลน์หลักสูตรจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ และได้รับประกาศนียบัตรรับรองโดยสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ให้ไว้ ณ วันที่ 8 สิงหาคม 2567 และรับรองถึงวันที่ 8 สิงหาคม 2569

เอกสารอ้างอิง

- Amaliani, R. N., Soewardikoen, D. W., Azhar, H., & Rahman, Y. (2025). Designing board games as an enhancer of a sense of community and cognition for the elderly of Tresna Werdha Budi Pertiwi Social Care. *Advances in Social Humanities Research*, 3(4), 369–383.
- Areekul, C., Chuntarajit, W., & Kuptanaroaj, N. (2025). Promoting learning for the elderly using board games. *The Journal of Research and Academics*, 8(2), 385– 400. <https://doi.org/10.14456/jra.2025.51>.
- Bodner, E., Segev, A., Chernitsky, R., & Barak, Y. (2024). Playing Kioku reduces loneliness in older adults: a pilot study. *Games for Health Journal*, 13(6), 428-435.
- Cès, P., Doyen, A. L., Duflos, M., & Giraudeau, C. (2025). Intergenerational board games among older adults and school-aged children: Through the lens of shared pro-social behaviors and positive affect. *Scandinavian Journal of Psychology*, 66(4), 611–623.
- Chen, P. J., Hsu, H. F., Chen, K. M., & Belcastro, F. (2022). Effects of tabletop games on cognition in older adults: a systematic review and meta-analysis. *Games for Health Journal*, 11(4), 225-235.
- Chen, M. F., & Tsai, C. C. (2022). The effectiveness of a thanks, sorry, love, and farewell board game in older people in Taiwan: a quasi-experimental study. *International journal of environmental research and public health*, 19(5), 3146.
- Chi, K., Lay, J., Graf, P., Mahmood, A., & Hoppmann, C. (2018). Links between everyday intergenerational prosocial behaviour and emotional well-being in old age. *Innovation in Aging*, 2(Suppl 1), 966.
- Ching-Teng, Y. (2019). Effect of board game activities on cognitive function improvement among older adults in adult day care centers. *Social work in health care*, 58(9), 825-838.
- Dartigues, J. F., Foubert-Samier, A., Le Goff, M., Viltard, M., Amieva, H., Orgogozo, J. M., & Helmer, C. (2013). Playing board games, cognitive decline and dementia: A French population-based cohort study. *BMJ Open*, 3(8), e002998. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2013-002998>.
- Gómez-Soria, I., Iguacel, I., Aguilar-Latorre, A., Peralta-Marrupe, P., Latorre, E., Zaldivar, J. N. C., & Calatayud, E. (2023). Cognitive stimulation and cognitive results in older adults: A systematic review and meta-analysis. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, 104, 104807.

- Guardabassi, V., Manoni, E., Di Massimo, M., Cirilli, E., Maranesi, A., & Nicolini, P. (2024). Aging with board games: fostering well-being in the older population. *Frontiers in Psychology*, 15, 1501111.
- Indrastuti, A., Satria, R. P., & Khan, M. C. A. (2025). Brain Exercise Therapy Using Scrabble Board Game To Overcome Memory Impairment In Elderly With Dementia In The Working Area Of Tegal Selatan Community Health Center. *Professional Health Journal*, 6(2), 544-550.
- Jinatongthai, W., Thana-udom, K., Senanarong, V., & Rattanabannakit, C. (2025). A survey of home-based cognitive stimulation activities in Thai patients with mild cognitive impairment and mild dementia. *Siriraj Medical Journal*, 77(1), 39–50. <https://doi.org/10.33192/smj.v77i1.271344>. (in Thai)
- Kim, K. W. (2025). Go and the brain: cognitive and neural impacts of training. *Psychiatry Investigation*, 22(4), 357.
- Maalouly, E., Hirano, T., Yamazaki, R., Nishio, S., & Ishiguro, H. (2023). Encouraging prosocial behavior from older adults through robot teleoperation: A feasibility study. *Frontiers in Computer Science*, 5(4), 1-11. 1157925. <https://doi.org/10.3389/fcomp.2023.1157925>.
- Makphin, H., Arunpalangsanti, K., & Chaikhot, D. (2024). Exercising the Brain with Board Games to Prevent Dementia in the Elderly. *Christian University Journal*, 30(2), 164–176. (in Thai)
<https://he01.tci-thaijo.org/index.php/CUTJ/article/view/269064>.
- Moonthienthong, A., Bubpa, N., & Jaitieng, A. (2023). The effects of a board game exercise program on cognitive function in older people. *Nursing Journal CMU*, 50(1), 271–283. (in Thai)
- National Statistical Office of Thailand. (2025). *Statistical report on the Thai elderly population*. Bangkok: NSO. (in Thai)
- Noda, S., Shiotsuki, K., & Nakao, M. (2019). The effectiveness of intervention with board games: a systematic review. *BioPsychoSocial medicine*, 13(1), 22.
- Thai PBS. (2025). *Retirement still has value: "Senior Job Connect": Thai seniors are not a burden but a source of strength*. <https://www.thaipbs>. (in Thai)
- World Health Organization. (2024). *Mental health of older adults* [Fact sheet]. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/mental-health-of-older-adults>.

“ข้อคิดเห็น เนื้อหา รวมทั้งการใช้ภาษาในบทความถือเป็นความรับผิดชอบของผู้เขียน”

Research article

การใช้โมเดลปัญญาประดิษฐ์เพื่อทำนายอาชีพด้วยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของรายวิชาที่เกี่ยวข้องกับการคิดเชิงคำนวณสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี

APPLICATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE MODELS FOR CAREER PREDICTION USING LEARNING ACHIEVEMENT OF SUBJECTS RELATING TO COMPUTATIONAL THINKING OF UNDERGRADUATE STUDENTS AT SURATTHANI RAJABHAT UNIVERSITY

ชลิตา ชีววิริยะนนท์^{1*}, อัญชลีพร มั่นคง¹, และนนทศักดิ์ จันทร์ชุม²

Chalita Cheewaviriyanon^{1*}, Anchaleeporn Mankong¹, and Nontasak Janchum²

chalita.che@sru.ac.th, anchaleeporn.man@sru.ac.th, and nontasak.jan@sru.ac.th

*Corresponding author E-mail: chalita.che@sru.ac.th

¹สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี จังหวัดสุราษฎร์ธานี 84100 ประเทศไทย

Department of Computer Education, Faculty of Education, Suratthani Rajabhat University, Suratthani 84100 Thailand

²สาขาวิชาบริหารธุรกิจ คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี จังหวัดสุราษฎร์ธานี 84100 ประเทศไทย

Department of Computer Education, Faculty of Education, Suratthani Rajabhat University, Suratthani 84100 Thailand

Journal of Industrial Education. 2026, Vol. 25 (No. 1), <https://doi.org/10.55003/JIE.25116>

Received: March 30, 2026 | Revised: April 20, 2026 | Accepted: April 28, 2026

Citation reference :

Cheewaviriyanon, C., Mankong, A. & Janchum N. (2026). Application of artificial intelligence models for career prediction using learning achievement of subjects relating to computational thinking of undergraduate students at Suratthani Rajabhat University, *Journal of Industrial Education*, 25(1), 173-186.

ABSTRACT

Artificial intelligence models have been increasingly applied in various fields, including career prediction. This research aimed to study the relationship between learning achievement of subjects relating to computational thinking and students career paths, and to develop career predictive models for undergraduate students in the Computer Education program, Faculty of Education, Suratthani Rajabhat University. The study utilized dataset of 94 students who enrolled in 2019 and 2020, representing a small sample. Information Gain was employed as a filtering method for feature selection. The predictive models were developed under the CRISP-DM framework using five machine learning algorithms: Decision Tree, k-Nearest Neighbors (k-NN), Naive Bayes, Logistic Regression, and Support Vector Machine (SVM), and model performance was evaluated using 10-fold cross-validation. The results indicated that 13 out of 21 subjects were selected as significant features for career prediction. A comparison of the five algorithms using 10-fold cross-validation revealed that the k-NN model achieved the highest performance with an accuracy of 70.71%, followed by Naive Bayes (68.75%), Logistic Regression (67.68%), SVM (67.50%), and Decision Tree (60.89%), respectively. However, testing the k-NN model on a separate testing dataset showed a significant decrease in accuracy to 63.16%, which was remarkably lower than the cross-validation result. This finding suggests that the k-NN model should be utilized as a supplementary tool for career guidance and counseling with careful consideration.

Keywords: Career prediction, Computational thinking, Machine learning, Artificial intelligence model

บทคัดย่อ

การพัฒนาโมเดลปัญญาประดิษฐ์มีการประยุกต์ใช้ในหลายสาขารวมถึงการทำนายอาชีพ งานวิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของรายวิชาที่เกี่ยวข้องกับการคิดเชิงคำนวณและอาชีพของนักศึกษา และพัฒนาโมเดลทำนายอาชีพของนักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาคอมพิวเตอร์ศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี ที่เข้าศึกษาในปี 2562 และ 2563 เป็นจำนวน 94 คนซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างขนาดเล็ก การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ใช้วิธีการกรองด้วยวิธีอินฟอร์เมชันเกนเพื่อคัดเลือกคุณลักษณะที่สำคัญ การพัฒนาโมเดลทำนายประยุกต์ใช้กรอบการทำเหมืองข้อมูลแบบคริสป์-ดีเอ็มด้วยอัลกอริทึมการเรียนรู้ของเครื่อง 5 ชนิด คือ ต้นไม้ตัดสินใจ เพื่อนบ้านใกล้สุด นาอ์ฟเบย์ การถดถอยโลจิสติก และซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนและตรวจสอบประสิทธิภาพโดยใช้วิธีการตรวจสอบแบบไขว้ 10 ชุด ผลการศึกษาความสัมพันธ์พบว่า 13 จาก 21 รายวิชาได้รับการคัดเลือกเป็นคุณลักษณะสำคัญในการทำนายอาชีพ ผลการเปรียบเทียบอัลกอริทึม 5 ชนิดด้วยการตรวจสอบแบบไขว้ 10 ชุด พบว่า โมเดลเพื่อนบ้านใกล้สุดมีประสิทธิภาพสูงสุด ซึ่งมีค่าความถูกต้อง 70.71% รองลงมา คือ โมเดลนาอ์ฟเบย์ โมเดลการถดถอยโลจิสติก โมเดลซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนและโมเดลต้นไม้ตัดสินใจ ซึ่งมีค่าความถูกต้องที่ 68.75% 67.68% 67.50% และ 60.89% ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม การทดสอบโมเดลเพื่อนบ้านใกล้สุดกับชุดข้อมูลทดสอบแยกพบว่า ค่าความถูกต้องลดลงเหลือ 63.16% ซึ่งต่ำกว่าการตรวจสอบแบบไขว้อย่างมีนัยสำคัญ ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่าโมเดลเพื่อนบ้านใกล้สุดควรใช้เป็นเครื่องมือเสริมในการแนะแนวอาชีพและให้คำปรึกษาอย่างรอบคอบ

คำสำคัญ: การทำนายอาชีพ, การคิดเชิงคำนวณ, การเรียนรู้ของเครื่อง, โมเดลปัญญาประดิษฐ์

1. บทนำ

ในปัจจุบัน การศึกษาระดับอุดมศึกษามีบทบาทสำคัญในการเตรียมความพร้อมให้บัณฑิตสามารถปรับตัวเข้ากับการทำงานร่วมกับพลวัตทางเทคโนโลยีและปัญญาประดิษฐ์ ทักษะการคิดเชิงคำนวณ (Computational thinking) จึงกลายเป็นสมรรถนะหลักสำหรับการผลิตบัณฑิตครุศาสตร์โดยเฉพาะอย่างยิ่งสาขาวิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา ซึ่งมีบทบาทสำคัญในการเป็นผู้นำทางวิชาการเพื่อถ่ายทอดองค์ความรู้สู่ผู้เรียนในสถานศึกษา ด้วยเหตุนี้ นักศึกษาจึงจำเป็นต้องมีความสามารถในการบูรณาการความเชี่ยวชาญด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์ ศาสตร์การสอนและการประยุกต์ใช้งานเทคโนโลยีเพื่อการจัดการเรียนรู้ จากบริบทดังกล่าว ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชาที่เกี่ยวข้องกับการคิดเชิงคำนวณ จึงเปรียบเสมือนตัวชี้วัดที่สะท้อนถึงศักยภาพและความถนัด ซึ่งมีอิทธิพลโดยตรงต่อการกำหนดทิศทางการอาชีพของนักศึกษา ทั้งนี้ เส้นทางอาชีพของบัณฑิตคอมพิวเตอร์ศึกษาไม่ได้จำกัดอยู่เพียงวิชาชีพครูผู้สอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเท่านั้น แต่ยังรวมถึงวิชาชีพเฉพาะทางด้านเทคโนโลยี เช่น นักวิชาการคอมพิวเตอร์ นักออกแบบสื่อและนวัตกรรมทางการศึกษา และนักวิเคราะห์ข้อมูล ดังนั้น ทักษะการคิดเชิงคำนวณจึงมิใช่เพียงเป็นเครื่องมือสำหรับการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนอย่างเป็นระบบ หากแต่เป็นรากฐานสำคัญในการพัฒนาศักยภาพวิชาชีพครูคอมพิวเตอร์และเป็นปัจจัยสนับสนุนการตัดสินใจเลือกเส้นทางอาชีพได้อย่างเหมาะสม

ทักษะการคิดเชิงคำนวณเกี่ยวข้องกับการพัฒนากระบวนการแก้ปัญหาและทักษะด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์ Wing (2006, p. 33) นำเสนอแนวคิดของทักษะการคิดเชิงคำนวณโดยนิยามว่าเป็นกระบวนการคิดที่ใช้หลักการพื้นฐานของวิทยาการคอมพิวเตอร์เพื่อแก้ปัญหาที่ซับซ้อนในชีวิตประจำวัน ทักษะการคิดเชิงคำนวณเกี่ยวข้องกับความสามารถในการคิดด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์ เช่น การคิดแบบนามธรรม การแบ่งปัญหา อัลกอริทึม การประเมิน และการสรุปทั่วไป เป็นต้น (Selby & Woollard, 2013, p. 5) ทำนองเดียวกัน Shute et al. (2017, pp. 151-152) ได้ระบุแง่มุมทั่วไป 6 ประการ ได้แก่ การคิดแบบนามธรรม การแบ่งปัญหา อัลกอริทึม การดับก การวนซ้ำ และการสรุปทั่วไป ทักษะการคิดเชิงคำนวณสามารถพัฒนาด้วยวิธีการต่าง ๆ การเขียนโปรแกรมได้รับการยอมรับว่าเป็นเครื่องมือหลักในการพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณ เนื่องจากการเขียนโปรแกรมเกี่ยวข้องกับการใช้แนวคิดด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์ในการเขียนโปรแกรม การวิเคราะห์ปัญหา ออกแบบขั้นตอนวิธีการแก้ปัญหา และการพัฒนาระบบงานในบริบทต่าง ๆ อย่างมีประสิทธิภาพ (Brennan & Resnick, 2012, pp. 2-11)

การพัฒนาโมเดลปัญญาประดิษฐ์ด้วยการเรียนรู้ของเครื่องเป็นเทคนิคที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลและทำนายผลลัพธ์แบบอัตโนมัติ ซึ่งมีการประยุกต์ใช้ในหลายสาขารวมถึงการทำนายอาชีพ โมเดลปัญญาประดิษฐ์พัฒนาโดยการฝึกฝนอัลกอริทึมให้เรียนรู้จากชุดข้อมูลจำนวนมากเพื่อระบุรูปแบบ คาดการณ์หรือตัดสินใจได้โดยไม่ต้องมีชุดคำสั่งที่กำหนดไว้อย่างชัดเจนเหมือนกับการเขียนโปรแกรมแบบดั้งเดิม (ElSharkawy et al., 2022, p. 359; Yenjabok et al., 2024, p. 101) การศึกษาที่ผ่านมาได้มีการพัฒนาโมเดลการเรียนรู้ของเครื่องเพื่อทำนายอาชีพโดยใช้ข้อมูลต่าง ๆ เช่น ความสามารถพิเศษ อาชีพของบิดามารดา รายได้ของบิดามารดา เพศ ตำแหน่งงาน ความสอดคล้องสาขา และสาขาวิชา เป็นต้น นักวิจัยได้มีการศึกษาและประยุกต์ใช้วิธีการและ

อัลกอริทึมต่าง ๆ ที่พบว่ามีประสิทธิภาพ เช่น ต้นไม้ตัดสินใจ (Decision tree) นาอ์ฟเบย์ (Naive bayes) และการถดถอยโลจิสติก (Logistic regression) ในการพัฒนาโมเดลปัญญาประดิษฐ์ งานวิจัยที่ผ่านมาใช้คุณลักษณะส่วนบุคคลหรือภูมิหลังครอบครัวเป็นหลัก แต่ยังมีข้อจำกัดในการอธิบายเส้นทางอาชีพจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชาที่สะท้อนทักษะการคิดเชิงคำนวณโดยตรง การนำการเรียนรู้ของเครื่องมาใช้ในการพัฒนาโมเดลปัญญาประดิษฐ์จะช่วยให้ระบบสามารถเรียนรู้จากข้อมูลที่ผ่านมาและสามารถช่วยในการตัดสินใจเลือกอาชีพได้อย่างเหมาะสม ทำให้ไม่เสียเวลากับการหางาน

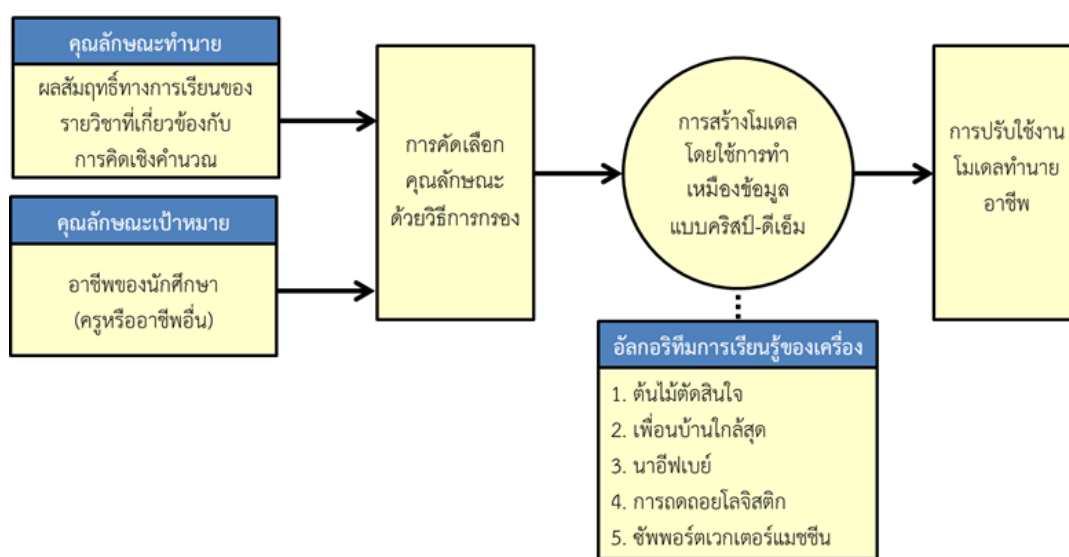
การตัดสินใจเลือกอาชีพเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลกระทบต่อความสำเร็จและคุณภาพชีวิตของบุคคล หากนักศึกษาเลือกอาชีพที่เหมาะสมกับตนเองจะทำให้ทำงานมีความสุข ประสบความสำเร็จ และมีคุณภาพชีวิตที่ดี มิฉะนั้นจะทำให้เบื่องาน ท้อแท้และไม่ก้าวหน้า (Thanasupawat et al., 2024, p. 1873) มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานีได้มีกิจกรรมแนะแนวอาชีพเพื่อส่งเสริมการมีงานทำของนักศึกษาให้สอดคล้องกับหลักสูตรและความสนใจของนักศึกษาก่อนจบการศึกษา เช่น การให้คำแนะนำจากอาจารย์ การให้ความรู้โดยศิษย์เก่า การอบรมให้ความรู้ที่จำเป็น และนิทรรศการเปิดโลกทางอาชีพ เป็นต้น อย่างไรก็ตาม จากวิธีการดังกล่าว นักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานีในปัจจุบันยังขาดความเข้าใจในความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของรายวิชาที่เกี่ยวกับการคิดเชิงคำนวณและแนวทางในการประกอบอาชีพของตนเอง ซึ่งส่งผลให้การตัดสินใจเลือกอาชีพของนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานีไม่ได้เป็นไปตามความถนัดและความสนใจอย่างแท้จริง ส่งผลให้เกิดความไม่แน่นอนทางอาชีพในอนาคต ซึ่งอาจทำให้มีการเปลี่ยนอาชีพบ่อยครั้งและส่งผลกระทบต่อเสถียรภาพของตลาดแรงงานจากความเป็นมาและปัญหาข้างต้น การวิจัยฉบับนี้มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของรายวิชาที่เกี่ยวกับการคิดเชิงคำนวณและอาชีพของนักศึกษาและพัฒนาโมเดลทำนายอาชีพของนักศึกษา การพัฒนาโมเดลปัญญาประดิษฐ์ด้วยอัลกอริทึมการเรียนรู้ของเครื่อง 5 ชนิด ได้แก่ ต้นไม้ตัดสินใจ เพื่อนบ้านใกล้สุด (k-Nearest Neighbors: k-NN) นาอ์ฟเบย์ การถดถอยโลจิสติก และซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน (Support Vector Machine: SVM) เพื่อเปรียบเทียบอัลกอริทึมที่ให้ค่าความถูกต้อง (Accuracy) ในการจำแนกข้อมูลสูงสุด

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาที่ผ่านมาได้มีการพัฒนาโมเดลปัญญาประดิษฐ์โดยใช้อัลกอริทึมการเรียนรู้ของเครื่องและใช้คุณลักษณะอย่างหลากหลายเพื่อทำนายอาชีพ งานวิจัยด้านการทำนายอาชีพส่วนใหญ่ พบว่า ต้นไม้ตัดสินใจมีประสิทธิภาพการทำนายสูงสุด ส่วนงานวิจัยอื่นให้ข้อค้นพบต่างกัน เช่น นาอ์ฟเบย์ (Deshpande, 2021, p. 2044) การถดถอยโลจิสติก (Liu & Tan, 2020, pp. 26-27) ผลการวิจัยของ Wanon et al. (2018, p. 164) พบว่า ต้นไม้ตัดสินใจมีประสิทธิภาพสูงสุดจาก 3 ชนิด ซึ่งมีความถูกต้อง 81.91% ในการศึกษาการทำนายอาชีพของนักศึกษาระดับปริญญาตรี คุณลักษณะที่ใช้ประกอบด้วยความสามารถพิเศษอาชีพของบิดามารดา รายได้ของบิดามารดา เพศ ตำแหน่งงาน ความสอดคล้องสาขา และสาขาวิชา ผลการวิจัยของ Kongpai et al. (2019, p. 80) พบว่า ต้นไม้ตัดสินใจด้วยอัลกอริทึมเร้นดอมฟอเรส (Random forest) มีประสิทธิภาพสูงสุด ซึ่งมีค่าความถูกต้อง 91.37% ดีกว่าการเรียนรู้แบบเบย์และวิธีโครงข่ายประสาทเทียมในการเลือกอาชีพจากแบบทดสอบตามทฤษฎีของจอห์น ฮอลล์และคองนักศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีบริหารธุรกิจจันทบุรี การทำเหมืองข้อมูลใช้ 11 คุณลักษณะ ได้แก่ เพศ อายุ ระดับการศึกษา สาขาวิชา เกรดเฉลี่ยสะสม เป้าหมายทางการศึกษา ภูมิลาเนาเดิม อาชีพบิดา อาชีพมารดา รายได้เฉลี่ยต่อเดือนของครอบครัว และกลุ่มบุคลิกภาพ งานวิจัยของ Kingkaew et al. (2025, p. 100) พบว่า การพัฒนาโมเดลทำนายด้วยวิธีต้นไม้ตัดสินใจมีประสิทธิภาพ ซึ่งมีค่าความถูกต้อง 97.26% ในการทำนายสายอาชีพด้านคอมพิวเตอร์ คุณลักษณะที่ใช้ประกอบด้วยข้อมูลส่วนบุคคล ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชาด้านคอมพิวเตอร์ 5 รายวิชา เกรดเฉลี่ยสะสม ด้านที่ฝึกงาน ทักษะตำแหน่งที่ฝึกงาน ผลการวิจัยของ Deshpande (2021, p. 2044) ได้ทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของอัลกอริทึมการเรียนรู้ของเครื่อง 3 ชนิด พบว่า นาอ์ฟเบย์ให้ค่าความถูกต้องสูงสุด ซึ่งดีกว่าต้นไม้ตัดสินใจและซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน นอกจากนี้ งานวิจัยของ Al-Dossari et al. (2020, pp. 6593-6594) และ Mejia et al. (2021, p. 118) เลือกใช้อัลกอริทึมเพื่อนบ้านใกล้สุดเปรียบเทียบกับอัลกอริทึมอื่นในการพัฒนาโมเดลทำนายอาชีพ จากงานวิจัยที่ผ่านมา คณะวิจัยจึงเลือกอัลกอริทึมการเรียนรู้ของเครื่อง 5 ชนิด ดังที่กล่าวไว้ข้างต้นเนื่องจากเป็นที่นิยมใช้ในการทำนายอาชีพและเหมาะสมสำหรับปัญหาการจำแนกข้อมูลแบบสองกลุ่มหรือทวิคลาส นอกจากนี้ งานวิจัยที่ผ่านยังชี้ให้เห็นว่าการพัฒนาโมเดลทำนายอาชีพใช้คุณลักษณะส่วนบุคคลหรือภูมิหลังครอบครัวเป็นหลักในการพัฒนาโมเดลทำนายอาชีพ งานวิจัยฉบับนี้แตกต่างออกไปโดยมุ่งเน้นการใช้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชาเฉพาะทางคอมพิวเตอร์เป็นคุณลักษณะหลักเพื่อจำแนกแนวโน้มการประกอบอาชีพครูและอาชีพอื่น การเลือกใช้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชาเฉพาะสอดคล้องกับแนวคิดการวิเคราะห์รูปแบบกฎเกณฑ์ระหว่างรายวิชาที่เรียนในสาขาเทคโนโลยีสารสนเทศที่ส่งผลต่อ

ตำแหน่งงานทางด้านไอทีโดย Mookdarsanit and Mookdarsanit (2023, pp. 4-8) ตัวอย่างเช่น อาชีพนักวิทยาศาสตร์ข้อมูล จำเป็นต้องมีทักษะด้านสถิติและการเขียนโปรแกรม ซึ่งมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชาการ ทำเหมืองข้อมูล การเรียนรู้ของเครื่อง การประมวลผลบนกลุ่มเมฆ ฐานข้อมูลขนาดใหญ่ โครงสร้างข้อมูลและอัลกอริทึมรวมถึง วงจรดิจิทัล

การคัดเลือกคุณลักษณะ (Feature selection) เป็นหนึ่งในขั้นตอนสำคัญของกระบวนการเตรียมข้อมูลในการพัฒนาโมเดล ปัญญาประดิษฐ์ด้วยการเรียนรู้ของเครื่อง โดยมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อคัดเลือกคุณลักษณะที่มีความเกี่ยวข้องและมีความสัมพันธ์ต่อ คุณลักษณะเป้าหมายจากชุดคุณลักษณะทั้งหมดที่มีอยู่ในชุดข้อมูล (Boonma & Chirawichitchai, 2020, p. 15) กระบวนการนี้ สามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพและความรวดเร็วของการประมวลผลของโมเดลทำนาย (Chanaprasert, 2016, pp. 25-26) นักวิจัยนิยมใช้วิธีการคัดเลือกคุณลักษณะด้วยวิธีการกรอง (Filter method) ในการพัฒนาโมเดลทำนายด้วยเทคนิคเหมืองข้อมูล ในด้านต่าง ๆ เช่น การจำแนกอาชีพ การสำเร็จการศึกษา และการจำแนกผู้ป่วยเบาหวาน เป็นต้น งานวิจัยของ Siraphonthanarat and Srisawat (2025, p. 41) ใช้วิธีการคัดเลือกคุณลักษณะโดยใช้ค่าอินฟอร์เมชันเกน (Information gain) และไคสแควร์ (Chi-square) ในการทำนายการสำเร็จการศึกษาของนักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัย ราชภัฏพิบูลสงคราม ผลการทดสอบประสิทธิภาพของโมเดลด้วยชุดข้อมูลทดสอบ พบว่า การคัดเลือกคุณลักษณะ 5 คุณลักษณะ ด้วยอินฟอร์เมชันเกนเพื่อพัฒนาโมเดลด้วยอัลกอริทึมเอนโดมโฟเรสให้ประสิทธิภาพความถูกต้องเหมาะสมที่สุด ซึ่งมีค่าความ ถูกต้อง 96.03% นอกจากนี้ คณะวิจัยได้ให้ข้อคิดเห็นว่า ผลจากการวิเคราะห์การคัดเลือกคุณลักษณะไม่ว่าจะพิจารณาจาก อินฟอร์เมชันเกนหรือไคสแควร์ที่เหมาะสมสามารถเพิ่มประสิทธิภาพของโมเดลให้ดีขึ้นได้ จากการทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า การวิจัยทางด้านโมเดลการทำนายอาชีพของนักศึกษาระดับปริญญาตรีและใช้คุณลักษณะผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนใน รายวิชาเป็นหลักยังคงมีการศึกษาค้นคว้าจำกัด ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของรายวิชาที่ เกี่ยวข้องกับการคิดเชิงคำนวณและอาชีพของนักศึกษาและใช้วิธีการกรองด้วยอินฟอร์เมชันเกนในการคัดเลือกรายวิชาที่มี ความสัมพันธ์กับอาชีพ กรอบแนวคิดงานวิจัยแสดงดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 กรอบแนวคิดงานวิจัย

3. วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยฉบับนี้เลือกใช้กรณีศึกษา (Case study) เป็นกรอบหลักในการดำเนินงานวิจัย ซึ่งมุ่งเน้นการวิเคราะห์เชิงลึกเกี่ยวกับ ความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชาและแนวโน้มการประกอบอาชีพของนักศึกษาหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาคอมพิวเตอร์ศึกษา ภายใต้บริบทของมหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงลึกดำเนินการภายใต้รูปแบบ การวิเคราะห์เชิงคาดการณ์ (Predictive analytics) (Sharda et al., 2018, pp. 206-212) โดยมุ่งเน้นการพัฒนาโมเดล ปัญญาประดิษฐ์ด้วยอัลกอริทึมการเรียนรู้ของเครื่องที่มีประสิทธิภาพในการทำนายแนวโน้มการประกอบอาชีพของนักศึกษาว่ามี ความสอดคล้องกับอาชีพครูหรืออาชีพอื่น วิธีดำเนินการวิจัยมีรายละเอียด ดังนี้

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรของการวิจัย คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรีที่สำเร็จการศึกษาจากสาขาคอมพิวเตอร์ศึกษา หลักสูตรครุศาสตรบัณฑิตจากมหาวิทยาลัยราชภัฏกลุ่มภาคใต้

กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยเป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี ที่สำเร็จการศึกษาจากสาขาวิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา คณะครุศาสตร์มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี จำนวน 94 คน ซึ่งประกอบด้วยนักศึกษาที่เข้าศึกษาในปีการศึกษา 2562 จำนวน 41 คน และปีการศึกษา 2563 จำนวน 53 คน คณะวิจัยได้ดำเนินการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive sampling) โดยมีเกณฑ์การคัดเลือก คือ ต้องเป็นผู้ที่ศึกษาและสำเร็จการศึกษาภายใต้หลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา (หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2562) เนื่องจากงานวิจัยนี้มุ่งเน้นการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชาเฉพาะและข้อมูลการประกอบอาชีพ ซึ่งจำเป็นต้องใช้ชุดข้อมูลที่สอดคล้องและอยู่ภายใต้โครงสร้างของหลักสูตรฉบับเดียวกัน เพื่อให้การประมวลผลของโมเดลมีความถูกต้องและน่าเชื่อถือ

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 2 ส่วน คือ 1) โปรแกรมภาษาไพทอน ใช้ Python version 3.7.7 เป็นเครื่องมือหลักในการเขียนคำสั่งประมวลผลข้อมูลและสร้างโมเดลปัญญาประดิษฐ์ และ 2) ระบบที่ใช้ในการพัฒนาโปรแกรมภาษาไพทอน ใช้ Google Colab ซึ่งเป็นแพลตฟอร์มบนระบบคลาวด์ที่รองรับการทำงานของ Jupyter notebooks เรียกใช้ไลบรารี Scikit-learn version 1.0.2 และจัดการข้อมูลนำเข้าเพื่อสร้างโมเดลปัญญาประดิษฐ์ให้สามารถประมวลผลข้อมูลผ่านทางเบราว์เซอร์ได้โดยไม่ต้องติดตั้งโปรแกรมในเครื่อง

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

คณะวิจัยได้ออกแบบขั้นตอนและวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลและขอรับการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี เมื่อได้รับอนุมัติ คณะวิจัยดำเนินการขออนุญาตอธิการบดีและติดต่อหน่วยงานเพื่อขอข้อมูลวิจัยจากสำนักส่งเสริมวิชาการและงานทะเบียน มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี ซึ่งดำเนินการเก็บข้อมูลในเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2568 ข้อมูลวิจัยประกอบด้วย 2 ส่วน คือ 1) ข้อมูลผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของรายวิชาที่เกี่ยวข้องกับการคิดเชิงคำนวณเก็บรวบรวมจากระเบียนแสดงผลการเรียนของนักศึกษา ซึ่งจัดเป็นคุณลักษณะทำนายในการศึกษา และข้อมูลอาชีพทำการเก็บรวบรวมจากข้อมูลภาวะการมีงานทำ ซึ่งจัดเป็นคุณลักษณะเป้าหมายในการศึกษา ข้อมูลทั้ง 2 ชุดมาจากกลุ่มตัวอย่างเดียวกันและได้รับในรูปแบบไฟล์ MS Excel

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

งานวิจัยฉบับนี้ประยุกต์ใช้กรอบการทำเหมืองข้อมูลแบบครอส-อินดัสทรี (Cross-Industry Standard Process for Data Mining: CRISP-DM) (Sharda et al., 2018, pp. 206-212) ซึ่งประกอบด้วย 6 ขั้นตอนหลัก ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การทำความเข้าใจปัญหาวิจัย

งานวิจัยฉบับนี้เริ่มจากการทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อทำความเข้าใจปัญหาวิจัยและบริบทที่เกี่ยวข้อง ปัญหาวิจัย คือ นักศึกษาสาขาคอมพิวเตอร์ศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานีในปัจจุบันยังขาดความเข้าใจในความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของรายวิชาที่เกี่ยวข้องกับการคิดเชิงคำนวณและแนวทางในการประกอบอาชีพของตนเอง ซึ่งส่งผลให้การตัดสินใจเลือกอาชีพของนักศึกษาไม่ได้เป็นไปตามความถนัดและความสนใจอย่างแท้จริงซึ่งอาจทำให้มีการเปลี่ยนอาชีพบ่อยครั้ง สถานการณ์ดังกล่าวแสดงให้เห็นถึงความต้องการในการพัฒนาเครื่องมือที่สามารถช่วยนักศึกษาในการตัดสินใจเลือกอาชีพที่เหมาะสมกับตนเอง

ขั้นตอนที่ 2 การทำความเข้าใจข้อมูล

เมื่อเข้าใจปัญหาวิจัย คณะผู้วิจัยได้ทำการออกแบบและรวบรวมข้อมูลของนักศึกษากลุ่มตัวอย่าง ซึ่งประกอบด้วย 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของรายวิชาที่เกี่ยวข้องกับการคิดเชิงคำนวณ และ 2) อาชีพที่ทำงาน ซึ่งได้ติดต่อเพื่อขอข้อมูลวิจัยจากสำนักส่งเสริมวิชาการและงานทะเบียนของมหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของรายวิชา คือ เกรดของรายวิชาเอกหลักและวิชาเอกเลือก จำนวน 21 รายวิชา ส่วนอาชีพที่ทำงาน คือ คุณลักษณะเป้าหมายที่นำมาใช้ในการพัฒนาโมเดลทำนายอาชีพ 21 รายวิชาประกอบด้วย ECO0301-62, ECO0302-62, ECO0303-62, ECO0304-62, ECO0305-62, ECO0306-62, ECO0307-62, ECO0308-62, ECO0309-62, ECO0310-62, ECO0311-62, ECO0312-62, ECO0313-62, ECO0314-62, ECO0403-62, ECO0404-62, ECO0405-62, ECO0406-62, ECO0407-62, ECO0409-62 และ ECO0410-62 ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 คุณลักษณะของข้อมูลนักศึกษาที่นำมาใช้ในการพัฒนาโมเดลทำนายอาชีพ

ที่	คุณลักษณะ	คำอธิบาย	ค่าที่เป็นไปได้
1	ECO0301-62	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของรายวิชาวิชาการจัดการระบบสารสนเทศทางการศึกษา	A, B+, B, C+, C, D+, D, F
2	ECO0302-62	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของรายวิชาเทคโนโลยีสำหรับวิทยาศาสตร์	A, B+, B, C+, C, D+, D, F
3	ECO0303-62	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของรายวิชากฎหมายและจรรยาบรรณทางคอมพิวเตอร์	A, B+, B, C+, C, D+, D, F
4	ECO0304-62	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของรายวิชาขั้นตอนวิธีและการเขียนโปรแกรม	A, B+, B, C+, C, D+, D, F
5	ECO0305-62	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของรายวิชาวิทยาการคำนวณและคณิตศาสตร์สำหรับคอมพิวเตอร์	A, B+, B, C+, C, D+, D, F
6	ECO0306-62	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของรายวิชาสถาปัตยกรรมและการซ่อมบำรุงคอมพิวเตอร์	A, B+, B, C+, C, D+, D, F
7	ECO0307-62	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของรายวิชาวิชาการออกแบบคอมพิวเตอร์กราฟิก	A, B+, B, C+, C, D+, D, F
8	ECO0308-62	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของรายวิชาวิชาการวิเคราะห์และออกแบบระบบ	A, B+, B, C+, C, D+, D, F
9	ECO0309-62	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของรายวิชาวิชาการออกแบบและพัฒนาบทเรียนมัลติมีเดีย	A, B+, B, C+, C, D+, D, F
10	ECO0310-62	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของรายวิชาวิชาการจัดการฐานข้อมูล	A, B+, B, C+, C, D+, D, F
11	ECO0311-62	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของรายวิชาวิชาการออกแบบและพัฒนานวัตกรรม	A, B+, B, C+, C, D+, D, F
12	ECO0312-62	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของรายวิชาเทคโนโลยีหุ่นยนต์และสมองกล	A, B+, B, C+, C, D+, D, F
13	ECO0313-62	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของรายวิชาบทเรียนดิจิทัลออนไลน์	A, B+, B, C+, C, D+, D, F
14	ECO0314-62	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของรายวิชาวิชาการสอนเสริมอัจฉริยะ	A, B+, B, C+, C, D+, D, F
15	ECO0403-62	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของรายวิชาวิชาการออกแบบและผลิตสื่อการสอนอิเล็กทรอนิกส์	A, B+, B, C+, C, D+, D, F
16	ECO0404-62	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของรายวิชาวิชาการพัฒนาและผลิตสื่อการสอนอิเล็กทรอนิกส์	A, B+, B, C+, C, D+, D, F
17	ECO0405-62	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของรายวิชาวิชาการเขียนโปรแกรมภาษาขั้นสูง	A, B+, B, C+, C, D+, D, F
18	ECO0406-62	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของรายวิชาวิชาการออกแบบและพัฒนาแอปพลิเคชันบนอุปกรณ์เคลื่อนที่	A, B+, B, C+, C, D+, D, F
19	ECO0407-62	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของรายวิชาวิจัยและพัฒนาโครงงานทางคอมพิวเตอร์	A, B+, B, C+, C, D+, D, F
20	ECO0409-62	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของรายวิชาวิทยาการการจัดการเรียนรู้ออนไลน์ทางคอมพิวเตอร์	A, B+, B, C+, C, D+, D, F
21	ECO0410-62	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของรายวิชาวิทยาการก้าวหน้าทางคอมพิวเตอร์	A, B+, B, C+, C, D+, D, F
22	Career	การประกอบอาชีพ	ครูและอาชีพอื่น

ขั้นตอนที่ 3 การเตรียมข้อมูล

การเตรียมข้อมูลดำเนินการโดยตรวจสอบความถูกต้องและความสมบูรณ์ของข้อมูลในแต่ละระเบียน คุณลักษณะทำนาย คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของรายวิชาที่มีค่าข้อมูล ถูกต้องและครบถ้วนของนักศึกษาทั้งหมด 94 คน คุณลักษณะเป้าหมาย คือ ข้อมูลอาชีพซึ่งมีค่าข้อมูล ถูกต้องและครบถ้วน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของแต่ละรายวิชาถูกแปลงเป็นตัวเลข 8 ระดับตาม แนวการวัดและประเมินผลระดับปริญญาตรี ได้แก่ A (4.0), B+ (3.5), B (3.0), C+ (2.5), C (2.0), D+ (1.5), D (1.0) และ F (0) จากนั้นบันทึกผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 21 รายวิชาของนักศึกษาแต่ละคนลงในตารางในโปรแกรม MS Excel ข้อมูลผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นค่าตัวเลขทศนิยม 1 ตำแหน่ง

อาชีพของนักศึกษาได้ทำการเก็บรวบรวมมาจากข้อมูลภาวะการมีงานทำ นักศึกษาประกอบอาชีพต่าง ๆ ซึ่งจัดกลุ่มเป็น 2 กลุ่มอาชีพ คือ 1) ครู ได้แก่ ครูอนุบาล ครูระดับประถมศึกษา ครูระดับมัธยมศึกษา ครูเด็กกอดิสติกและผู้ปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องกับการสอน 2) อาชีพอื่น ได้แก่ พนักงานบัญชี พนักงานธุรการ พนักงานขายสินค้า เจ้าหน้าที่คอมพิวเตอร์ ผู้จัดการฝ่าย ผู้ช่วยทันตแพทย์ ทหาร และช่างงาน จากนั้นทำการแปลงข้อมูลอาชีพเป็นค่าตัวเลขจำนวนเต็ม 1 คือ ครู และ 2 คือ อาชีพอื่นและบันทึกลงในตารางโปรแกรม MS Excel ตัวอย่างข้อมูลนำเข้าที่ผ่านการทำความสะอาดเรียบร้อยแล้วแสดงดังรูปที่ 2

การวิเคราะห์ข้อมูลที่ทำความสะอาดข้อมูลเรียบร้อยแล้วถูกนำมาใช้ในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของรายวิชาและอาชีพโดยใช้วิธีการกรองด้วยอินฟอร์เมชันเกน เนื่องจากข้อมูลผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของรายวิชาและอาชีพเป็นข้อมูลเชิงหมวดหมู่และเป็นวิธีการที่นิยมใช้ในการคัดเลือกคุณลักษณะ การคัดเลือกคุณลักษณะทำนายพิจารณาจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของรายวิชาที่มีความสัมพันธ์กับอาชีพเท่านั้น ซึ่งมีค่าอินฟอร์เมชันเกนมากกว่าศูนย์ ก่อนดำเนินการใน

ขั้นตอนถัดไปเพื่อสร้างโมเดล ข้อมูลนำเข้าได้แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ 1) ชุดข้อมูลฝึกฝนสำหรับสร้างโมเดล 80% คิดเป็น 75 ตัวอย่าง และ 2) ชุดข้อมูลทดสอบสำหรับตรวจสอบความถูกต้องของโมเดล 20% คิดเป็น 19 ตัวอย่าง ซึ่งแยกออกมาก่อนทำเทคนิคการตรวจสอบแบบไขว้ 10 ชุด (10 cross-validation) เพื่อป้องกันปัญหาข้อมูลรั่วไหล (Data leakage) ในการสร้างโมเดล ทำนายซึ่งก่อให้เกิดปัญหาการโอเวอร์ฟิตติ้ง (Overfitting)

	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X
1	ECO0311-62	ECO0312-62	ECO0313-62	ECO0314-62	ECO0403-62	ECO0404-62	ECO0405-62	ECO0406-62	ECO0407-62	ECO0409-62	ECO0410-62	Career	
2	3.5	3.5	4.0	3.0	3.0	3.5	3.5	3.5	3.0	3.5	4.0		2
3	3.5	4.0	4.0	3.5	2.5	3.5	3.0	3.5	2.5	3.5	4.0		2
4	3.5	3.5	4.0	3.5	3.5	4.0	2.0	3.5	3.5	3.5	4.0		2
5	3.5	3.5	4.0	3.0	3.5	4.0	2.0	3.5	3.5	2.5	3.0		2
6	3.5	3.0	4.0	3.5	3.5	4.0	2.0	3.5	3.5	2.5	3.5		1
7	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0		1
8	3.5	3.0	4.0	3.5	3.5	4.0	2.5	3.5	3.5	3.0	3.5		2
9	3.5	3.5	4.0	3.5	3.5	4.0	2.0	3.5	3.5	4.0	4.0		1
10	3.5	3.5	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	3.5	4.0	3.5	4.0		1
11	3.5	4.0	4.0	3.5	4.0	4.0	3.0	3.5	4.0	4.0	3.5		2
12	3.5	3.0	4.0	3.5	3.5	4.0	3.0	3.5	4.0	3.5	3.5		2
13	4.0	3.0	4.0	3.5	3.5	3.0	3.0	3.5	4.0	3.0	3.5		2
14	3.5	3.0	4.0	3.5	3.5	2.0	1.5	3.5	4.0	3.0	3.0		2
15	3.5	3.5	4.0	3.5	3.5	3.5	2.5	3.5	4.0	4.0	3.0		2
16	3.5	3.0	4.0	4.0	4.0	4.0	2.5	3.5	4.0	3.5	3.5		1
17	4.0	3.0	4.0	4.0	4.0	4.0	3.5	4.0	4.0	3.5	4.0		1
18	4.0	3.0	4.0	4.0	3.5	4.0	4.0	4.0	4.0	3.5	4.0		2
19	3.5	3.0	4.0	3.5	3.5	3.5	2.5	3.5	3.5	3.5	3.0		2
20	3.5	4.0	4.0	4.0	3.5	4.0	2.5	3.5	4.0	3.5	3.5		1

รูปที่ 2 ตัวอย่างข้อมูลนำเข้า

ขั้นตอนที่ 4 การสร้างโมเดล

การสร้างโมเดลทำนายอาชีพดำเนินการโดยใช้อัลกอริทึมการเรียนรู้ของเครื่อง 5 ชนิด ประกอบด้วย 1) ต้นไม้ตัดสินใจ ซึ่งใช้หลักการสร้างกฎเกณฑ์การตัดสินใจแบบลำดับขั้น (If-then rules) เพื่อจำแนกกลุ่มข้อมูลตามคุณลักษณะที่สำคัญ 2) เพื่อนบ้านใกล้สุด ซึ่งจัดกลุ่มข้อมูลโดยอาศัยการเปรียบเทียบความคล้ายคลึงผ่านระยะห่างของข้อมูลที่อยู่ใกล้เคียงกัน 3) นาอ็ิบเบย์ ซึ่งเป็นอัลกอริทึมเชิงความน่าจะเป็นที่ประยุกต์ใช้ทฤษฎีของเบย์ (Bayes' theorem) ภายใต้สมมติฐานว่าตัวแปรทุกตัวมีความเป็นอิสระต่อกัน 4) การถดถอยโลจิสติก ซึ่งใช้ฟังก์ชันโลจิสติก (Sigmoid function) ในการคำนวณค่าความน่าจะเป็นเพื่อจำแนกกลุ่มเป้าหมาย และ 5) ซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน ซึ่งมุ่งเน้นการสร้างระนาบที่เหมาะสมที่สุดเพื่อแบ่งแยกข้อมูลออกเป็นกลุ่มโดยพยายามขยายระยะห่างระหว่างกลุ่มให้กว้างที่สุด การสร้างโมเดลทำนายอาชีพทั้ง 5 ชนิดใช้ชุดข้อมูลฝึกฝนและประยุกต์ใช้เทคนิคการตรวจสอบแบบไขว้ 10 ชุดเพื่อทดสอบประสิทธิภาพของโมเดลทำนายอาชีพ จากนั้นทำการปรับแต่งพารามิเตอร์ของแต่ละโมเดลทำนายโดยใช้เกณฑ์ค่าความถูกต้อง ค่าความแม่นยำ (Precision) ค่าความระลึก (Recall) และค่าความถ่วงดุล (F-measure) ในการสร้างโมเดลทำนายอาชีพที่สามารถจำแนกข้อมูลได้ดีที่สุด ดังสมการ

$$Accuracy = \frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN} \quad Precision = \frac{TP}{TP + FN}$$

$$Recall = \frac{TP}{TP + FN} \quad F - measure = \frac{2 \times Precision \times Recall}{Precision + Recall}$$

โดยที่ TP แทน จำนวนของข้อมูลที่มีค่าเป็นจริง ซึ่งจำแนกได้อย่างถูกต้อง

FP แทน จำนวนของข้อมูลที่มีค่าเท็จ ซึ่งจำแนกได้ผิดพลาด

FN แทน จำนวนของข้อมูลที่มีค่าเท็จ ซึ่งจำแนกได้ผิดพลาด

TN แทน จำนวนของข้อมูลที่มีค่าเท็จ ซึ่งจำแนกได้อย่างถูกต้อง

การสร้างโมเดลทำนายอาชีพประยุกต์ใช้การเขียนโปรแกรมภาษาไพทอน Python version 3.7.7 และเครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาโปรแกรมภาษาไพทอน คือ Google Colab ซึ่งสามารถเรียกใช้งาน Jupyter notebooks เวอร์ชันที่ทำงานบนระบบคลาวด์และเรียกใช้ไลบรารีที่เกี่ยวข้อง เช่น ไลบรารี Scikit-learn version 1.0.2 และสามารถจัดการข้อมูลที่นำเข้ามาเพื่อสร้างโมเดลได้เป็นอย่างดีมีประสิทธิภาพ

ขั้นตอนที่ 5 การทดสอบและประเมินผล

การประเมินประสิทธิภาพของโมเดลทำนายอาชีพที่ได้รับเลือกจาก 5 อัลกอริทึมด้วยชุดข้อมูลทดสอบ ซึ่งเป็นชุดข้อมูลใหม่ที่โมเดลทำนายยังไม่เคยเรียนรู้มาก่อน

ขั้นตอนที่ 6 การปรับใช้งาน

การปรับใช้งานเพื่อการทำนายอาชีพของนักศึกษาว่าควรประกอบอาชีพใด ให้นำผลลัพธ์ทางการเรียนของรายวิชาที่ผ่านการคัดเลือกมาเป็นคุณลักษณะทำนาย ผลลัพธ์การทำนาย คือ อาชีพที่ครูหรืออาชีพอื่นที่เหมาะสมกับนักศึกษา

4. ผลการวิจัย

คณะผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับ ดังนี้

4.1 ความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของรายวิชาที่เกี่ยวข้องกับการคิดเชิงคำนวณและอาชีพของนักศึกษา

ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เพื่อคัดเลือกคุณลักษณะด้วยวิธีการกรองโดยใช้อินฟอร์เมชันเกนแสดงให้เห็นถึงระดับความสำคัญของแต่ละรายวิชาในการทำนายอาชีพของนักศึกษา ในการศึกษาครั้งนี้ คณะผู้วิจัยได้กำหนดเกณฑ์การคัดเลือกคุณลักษณะโดยพิจารณาจากค่าอินฟอร์เมชันเกนที่มากกว่า 0 เนื่องจากรายวิชาที่มีค่าอินฟอร์เมชันเกนเท่ากับ 0 จัดเป็นคุณลักษณะที่ไม่มีความสามารถในการลดค่าความไม่แน่นอน (Entropy) ของชุดข้อมูล และไม่ส่งผลต่อการจำแนกคลาสอาชีพเป้าหมาย ผลลัพธ์การคำนวณและประเมินผลรายวิชาทั้งหมด 21 รายวิชา พบว่า รายวิชาที่ผ่านเกณฑ์มีจำนวน 13 รายวิชา ซึ่งมีค่าอินฟอร์เมชันเกนที่มากกว่า 0 ขณะที่ 8 รายวิชาถูกคัดเลือกร้างเนื่องจากไม่มีความสัมพันธ์ทางสถิติที่เพียงพอต่อการทำนาย 13 รายวิชาที่ผ่านการคัดเลือกเรียงลำดับความสำคัญจากมากไปหาน้อย ดังนี้

- 1) รายวิชา ECO0302-62 เทคโนโลยีสำหรับวิทยาศาสตร์ เท่ากับ 0.1442
- 2) รายวิชา ECO0306-62 สถาปัตยกรรมและการซ่อมบำรุงคอมพิวเตอร์ เท่ากับ 0.1388
- 3) รายวิชา ECO0314-62 ระบบการสอนเสริมอัจฉริยะ เท่ากับ 0.1020
- 4) รายวิชา ECO0303-62 กฎหมายและจรรยาบรรณทางคอมพิวเตอร์ เท่ากับ 0.0817
- 5) รายวิชา ECO0311-62 การออกแบบและพัฒนานวัตกรรม เท่ากับ 0.0792
- 6) รายวิชา ECO0310-62 ระบบการจัดการฐานข้อมูล เท่ากับ 0.0540
- 7) รายวิชา ECO0403-62 ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ เท่ากับ 0.0422
- 8) รายวิชา ECO0304-62 ขั้นตอนวิธีและการเขียนโปรแกรม เท่ากับ 0.0366
- 9) รายวิชา ECO0309-62 การออกแบบและพัฒนาบทเรียนมัลติมีเดีย เท่ากับ 0.0296
- 10) รายวิชา ECO0404-62 การพัฒนาและผลิตสื่อการสอนอิเล็กทรอนิกส์ เท่ากับ 0.0294
- 11) รายวิชา ECO0301-62 การจัดระบบสารสนเทศทางการศึกษา เท่ากับ 0.0288
- 12) รายวิชา ECO0410-62 วิทยาการก้าวหน้าทางคอมพิวเตอร์ เท่ากับ 0.0174
- 13) รายวิชา ECO0312-62 เทคโนโลยีหุ่นยนต์และสมองกล เท่ากับ 0.0078

รายวิชาที่มีค่าอินฟอร์เมชันเกนสูงสุดใน 3 อันดับแรก คือ รายวิชา ECO0302-62 เทคโนโลยีสำหรับวิทยาศาสตร์ รายวิชา ECO0306-62 สถาปัตยกรรมและการซ่อมบำรุงคอมพิวเตอร์ และรายวิชา ECO0314-62 ระบบการสอนเสริมอัจฉริยะ ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่าความสามารถในการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีขั้นสูงเพื่อแก้ปัญหาทางการศึกษาและการควบคุมการทำงานระหว่างฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์เป็นตัวแปรสำคัญที่สุดในการจำแนกกลุ่มอาชีพ นักศึกษาที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในกลุ่มวิชานี้แตกต่างกันจะมีแนวโน้มเลือกเส้นทางอาชีพที่ต่างกันอย่างชัดเจน นอกจากนี้ ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ชี้ให้เห็นว่า 13 จาก 21 รายวิชาที่ผ่านการคัดเลือกมีความสำคัญต่อการทำนายเส้นทางอาชีพของนักศึกษา อีกทั้งผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชาที่มีคุณสมบัติเป็นคุณลักษณะที่สามารถนำมาใช้จำแนกกลุ่มนักศึกษาที่มีแนวโน้มจะเข้าสู่การประกอบอาชีพครูออกจากกลุ่มที่ประกอบอาชีพอื่นได้อย่างมีประสิทธิภาพ

4.2 ผลการสร้างโมเดลทำนายอาชีพของนักศึกษา

โมเดลต้นไม้ตัดสินใจสำหรับการทำนายอาชีพใช้อัลกอริทึม DecisionTreeClassifier จากไลบรารี Scikit-learn ของภาษาไพทอน การกำหนดค่าพารามิเตอร์ที่สำคัญ คือ Max_depth เท่ากับ 10 เพื่อควบคุมความลึกสูงสุดของต้นไม้และป้องกันปัญหาโอเวอร์ฟิตต์ซึ่งอาจเกิดขึ้นจากการสร้างโมเดลที่ซับซ้อนเกินไป ผลการสร้างต้นไม้ตัดสินใจที่ได้จากชุดข้อมูลฝึกฝน พบว่า โมเดลสามารถสร้างกฎการตัดสินใจได้ทั้งหมด 27 กฎ ซึ่งประกอบด้วยกฎตัดสินใจในระดับต่าง ๆ จนถึงขอบใบที่ให้ผลการทำนายสุดท้าย เช่น $\text{if } x[9] \leq 3.75 \text{ and } x[6] \leq 3.25 \text{ and } x[2] \leq 2.25 \text{ and } x[11] \leq 3.5 \text{ then class} = 0$ ผลการประเมินประสิทธิภาพ

การทำนายของโมเดลต้นไม้ตัดสินใจโดยใช้วิธีการตรวจสอบแบบไขว้ 10 ชุด พบว่า โมเดลทำนายมีค่าความถูกต้องที่ 60.89% ค่าความแม่นยำที่ 43.50% ค่าความระลึกที่ 41.67% และค่าความถ่วงดุลที่ 48.64%

โมเดลเพื่อนบ้านใกล้ที่สุดสำหรับการทำนายใช้อัลกอริทึม KNeighborsClassifier จากไลบรารี Scikit-learn ของภาษาไพทอน การกำหนดค่าพารามิเตอร์ที่สำคัญ คือ 'n_neighbors' เท่ากับ 13 ซึ่งหมายถึงการค้นหาข้อมูลที่ใกล้เคียงที่สุด 13 ตัวอย่างในการตัดสินใจเพื่อจำแนกคลาสของข้อมูลใหม่ การกำหนดค่า k = 13 เป็นผลลัพธ์จากการปรับแต่งพารามิเตอร์ ซึ่งเป็นค่าที่เหมาะสมที่สุดสำหรับชุดข้อมูลนี้เมื่อเปรียบเทียบกับค่า k อื่น ๆ อัลกอริทึมที่ใช้ในการค้นหาเพื่อนบ้านใกล้ที่สุดกำหนดเป็น 'ball_tree' แสดงดังรูปที่ 3 ผลการทำนายของข้อมูลลำดับที่ 1 คือ 2 (อาชีพอื่น) ซึ่งมีเพื่อนบ้านที่ใกล้ที่สุด คือ Array [0, 72, 60, 70, 63, 2, 50, 31, 58, 64, 1, 67, 57] ผลการประเมินประสิทธิภาพการทำนายของโมเดลต้นไม้ตัดสินใจโดยใช้วิธีการตรวจสอบแบบไขว้ 10 ชุด พบว่า โมเดลทำนายมีค่าความถูกต้องที่ 70.71% ค่าความแม่นยำที่ 70.62% ค่าความระลึกที่ 76.67% และค่าความถ่วงดุลที่ 68.98%

✓ Model Building

```
✓ [22] KNN = neighbors.KNeighborsClassifier(n_neighbors=13, algorithm='ball_tree')
    OS KNN_Model = KNN.fit(X_Train, Y_Train)
```

✓ Model Details

```
✓ [23] Model_Parameters = KNN_Model.get_params()
    OS
```

```
✓ [24] Model_Parameters
    OS
```

```
{'algorithm': 'ball_tree',
 'leaf_size': 30,
 'metric': 'minkowski',
 'metric_params': None,
 'n_jobs': None,
 'n_neighbors': 13,
 'p': 2,
 'weights': 'uniform'}
```

```
✓ [25] Distance, Index = KNN_Model.kneighbors(X_Train)
    OS
```

```
✓ [26] Distance
    OS
```

```
{
  2.06155281, 2.06155281, 2.12132034],
 [0.          , 1.32287566, 1.5          , 1.6583124 , 1.6583124 ,
  1.73205081, 1.73205081, 1.73205081, 1.80277564, 1.80277564,
  2.12132034, 2.17944947, 2.23606798],
 [0.          , 0.8660254 , 1.          , 1.          , 1.11803399,
  1.32287566, 1.32287566, 1.32287566, 1.41421356, 1.41421356,
  1.5          , 1.58113883, 1.58113883],
 [0.          , 1.32287566, 1.32287566, 1.32287566, 1.5          ,
  1.5          , 1.5          , 1.5          , 1.58113883, 1.58113883,
  1.58113883, 1.6583124 , 1.73205081],
 [0.          , 1.58113883, 1.87082869, 1.93649167, 1.93649167,
  2.          , 2.          , 2.          , 2.06155281, 2.12132034,
  2.12132034, 2.12132034, 2.17944947],
 [0.          , 1.11803399, 1.41421356, 1.41421356, 1.41421356,
  1.5          , 1.5          , 1.5          , 1.58113883, 1.6583124 ,
  1.6583124 , 1.6583124 , 1.6583124 ],
```

รูปที่ 3 โมเดลเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด

โมเดลนาอ็พเบย์สำหรับการทำนายอาชีพใช้อัลกอริทึม GaussianNB จากไลบรารี Scikit-learn ของภาษาไพทอน ผลการคำนวณความน่าจะเป็นของการทำนาย (Model_Prob) ด้วยชุดข้อมูลฝึกฝนแสดงให้เห็นถึงข้อมูลความน่าจะเป็นและความซับซ้อนของการตัดสินใจ จุดข้อมูลบางจุดแสดงให้เห็นความน่าจะเป็นที่แตกต่างกันอย่างชัดเจนระหว่างสองคลาส เช่น [5.46823031e-06, 9.9994532e-01] ซึ่งมีความมั่นใจสูงในการทำนายว่านักศึกษาจะประกอบอาชีพอื่น ในขณะที่จุดข้อมูล

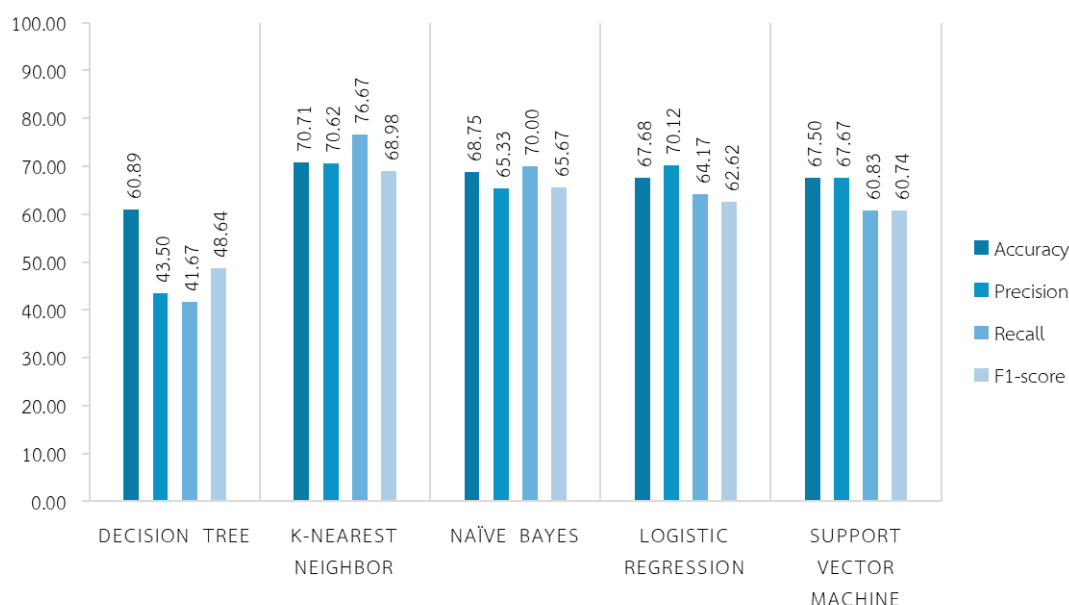
อื่น ๆ แสดงให้เห็นความน่าจะเป็นที่ใกล้เคียงกัน เช่น [4.52310459e-01, 5.47689541e-01] ผลการทำนายบ่งชี้ว่าการตัดสินใจมีความไม่แน่นอนสูง ผลการประเมินประสิทธิภาพการทำนายของโมเดลต้นไม้ตัดสินใจโดยใช้วิธีการตรวจสอบแบบไขว้ 10 ชุด พบว่า โมเดลทำนายมีค่าความถูกต้องที่ 68.75% ค่าความแม่นยำที่ 65.33% ค่าความระลึกที่ 70.00% และค่าความถ่วงดุลที่ 65.67%

โมเดลการถดถอยโลจิสติกสำหรับการทำนายอาชีพใช้อัลกอริทึม LogisticRegression จากไลบรารี Scikit-learn ของภาษาไพทอน ผลการคำนวณความน่าจะเป็นของการทำนายด้วยชุดข้อมูลฝึกฝนแสดงให้เห็นถึงความสามารถในการแยกแยะความแตกต่างระหว่างกลุ่มนักศึกษา จุดข้อมูลบางจุดแสดงให้เห็นถึงความมั่นใจในการทำนายว่านักศึกษาจะประกอบอาชีพอื่น เช่น [0.20093275, 0.79906725] จุดข้อมูลนี้มีความน่าจะเป็น 79.91% ที่นักศึกษาจะประกอบอาชีพอื่น ในขณะที่จุดข้อมูลอื่น ๆ แสดงความมั่นใจสูงในทางตรงกันข้าม เช่น [0.81119948, 0.18880052] จุดข้อมูลนี้มีความน่าจะเป็น 81.12% ที่นักศึกษาจะเป็นครู ผลการประเมินประสิทธิภาพการทำนายของโมเดลการถดถอยโลจิสติกโดยใช้วิธีการตรวจสอบแบบไขว้ 10 ชุด พบว่า โมเดลทำนายมีค่าความถูกต้องที่ 67.68% ค่าความแม่นยำที่ 70.12% ค่าความระลึกที่ 64.17% และค่าความถ่วงดุลที่ 62.62%

โมเดลซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนสำหรับการทำนายอาชีพใช้อัลกอริทึม SVM จากไลบรารี Scikit-learn ของภาษาไพทอน ผลการคำนวณความน่าจะเป็นของการทำนายด้วยชุดข้อมูลฝึกฝนแสดงให้เห็นถึงข้อมูลความน่าจะเป็นและความสามารถในการแยกแยะความแตกต่างระหว่างกลุ่มนักศึกษา จุดข้อมูลบางจุดแสดงความมั่นใจสูงในการทำนายว่านักศึกษาจะเป็นครู เช่น [0.21663931, 0.78336069] จุดข้อมูลนี้มีความน่าจะเป็น 78.34% ที่นักศึกษาจะประกอบอาชีพอื่น ในขณะที่จุดข้อมูลอื่น ๆ แสดงความมั่นใจสูงในทางตรงกันข้าม เช่น [0.75561252, 0.24438748] จุดข้อมูลนี้มีความน่าจะเป็น 75.56% ที่นักศึกษาจะเป็นครู ผลการประเมินประสิทธิภาพการทำนายของโมเดลซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนโดยใช้วิธีการตรวจสอบแบบไขว้ 10 ชุด พบว่า โมเดลทำนายมีค่าความถูกต้องที่ 67.50% ค่าความแม่นยำที่ 67.67% ค่าความระลึกที่ 60.83% และค่าความถ่วงดุลที่ 60.74%

ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของโมเดลทำนายอาชีพของนักศึกษาทั้ง 5 ชนิด พบว่า โมเดลทำนายอาชีพที่มีประสิทธิภาพสูงสุดเรียงลำดับจากมากไปน้อย คือ โมเดลเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด โมเดลนาอ็ฟเบย์ โมเดลการถดถอยโลจิสติก โมเดลซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีน และโมเดลต้นไม้ตัดสินใจ ซึ่งมีค่าความถูกต้องที่ 70.71% 68.75% 67.68% 67.50% และ 60.89% ตามลำดับ ค่าความถูกต้องของโมเดลเพื่อนบ้านใกล้ที่สุดสูงกว่าโมเดลอื่นอย่างชัดเจน ค่าความถูกต้องของโมเดลเพื่อนบ้านใกล้ที่สุดมีค่าสูงกว่า 9.82% เมื่อเปรียบเทียบกับโมเดลต้นไม้ตัดสินใจ เหตุผลสำคัญที่ทำให้โมเดลเพื่อนบ้านใกล้ที่สุดมีประสิทธิภาพสูงที่สุดในงานวิจัยนี้อาจเกิดจาก 2 ปัจจัย คือ 1) นักศึกษาที่มีทักษะและความถนัดทางคอมพิวเตอร์คล้ายคลึงกันมักมีรูปแบบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชาที่ใกล้เคียงกัน และมีแนวโน้มเข้าสู่วิชาชีพเดียวกัน ซึ่งโมเดลเพื่อนบ้านใกล้ที่สุดเป็นอัลกอริทึมที่ใช้หลักการวัดระยะทางเพื่อหาความคล้ายคลึง (Distance-based approach) จึงสามารถตรวจจับความสัมพันธ์ในพื้นที่ข้อมูลกลุ่มย่อยได้เป็นอย่างดี 2) โมเดลเพื่อนบ้านใกล้ที่สุดเป็นโมเดลประเภทไม่อิงพารามิเตอร์ (Non-parametric) จึงมีความยืดหยุ่นและลดความเสี่ยงในการเกิดปัญหาโอเวอร์ฟิตติ้งเมื่อทำงานกับชุดข้อมูลที่มีขนาดจำกัด ส่งผลให้เป็นโมเดลที่มีความเหมาะสมที่สุดในการทำนายเส้นทางอาชีพสำหรับบริบทของงานวิจัยนี้

รูปที่ 4 แสดงให้เห็นว่าโมเดลเพื่อนบ้านใกล้ที่สุดมีประสิทธิภาพดีที่สุด ซึ่งมีค่าความถูกต้องที่ 70.71% สูงกว่าโมเดลนาอ็ฟเบย์เล็กน้อย ผลการประเมินประสิทธิภาพแสดงให้เห็นถึงความสมดุลที่ตระหว่างค่าต่าง ๆ โดยมีค่าความแม่นยำที่ 70.62% ค่าความระลึกที่ 76.67% ค่าความถ่วงดุลที่ 68.98% ค่าต่าง ๆ ที่ใกล้เคียงกันแสดงถึงความเสถียรของโมเดลและความสามารถในการทำงานได้อย่างสม่ำเสมอ เมื่อพิจารณาโมเดลอื่น ๆ พบว่า โมเดลนาอ็ฟเบย์มีประสิทธิภาพดีเป็นอันดับสองรองจากโมเดลเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด ซึ่งมีค่าความถูกต้องที่ 68.75% โมเดลการถดถอยโลจิสติกมีประสิทธิภาพระดับปานกลาง ซึ่งมีค่าความถูกต้องที่ 67.68% ต่ำกว่าโมเดลเพื่อนบ้านใกล้ที่สุดและนาอ็ฟเบย์ และมีค่าความแม่นยำที่ 70.12% ซึ่งเป็นอันดับสองรองจากโมเดลเพื่อนบ้านใกล้ที่สุด อย่างไรก็ตาม โมเดลนี้มีจุดด้อยในด้านของค่าความระลึกที่ 64.17% และค่าความถ่วงดุลที่ 62.62% นอกจากนี้ โมเดลซัพพอร์ตเวกเตอร์แมชชีนมีประสิทธิภาพที่ใกล้เคียงกับโมเดลการถดถอยโลจิสติก ซึ่งมีค่าความถูกต้องที่ 67.50% และค่าความแม่นยำที่ 67.67% สูงกว่าโมเดลนาอ็ฟเบย์ ส่วนค่าความระลึกที่ 60.83% และค่าความถ่วงดุลที่ 60.74% เป็นค่าที่ต่ำกว่าโมเดลส่วนใหญ่ยกเว้นโมเดลต้นไม้ตัดสินใจ ท้ายสุด โมเดลต้นไม้ตัดสินใจมีประสิทธิภาพต่ำสุด ซึ่งมีค่าความถูกต้องที่ 60.89% ค่าความแม่นยำที่ 43.50% ค่าความระลึกที่ 41.67% และค่าความถ่วงดุลที่ 48.64% ผลลัพธ์นี้แสดงให้เห็นถึงข้อจำกัดของโมเดลต้นไม้ตัดสินใจในการจัดการกับชุดข้อมูลนี้



รูปที่ 4 ประสิทธิภาพของโมเดลทำนายอาชีพของนักศึกษาจากการใช้เทคนิควิธีการตรวจสอบแบบไขว้ 10 ส่วน

ผลการทดสอบการทำนายของโมเดลเพื่อนบ้านใกล้สุดกับชุดข้อมูลทดสอบ พบว่า โมเดลมีค่าความถูกต้องที่ 63.16% ค่าความแม่นยำที่ 62.66% ค่าความระลึกที่ 63.16% และค่าความถ่วงดุลที่ 62.73% ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยหารโมนิระหว่างค่าความแม่นยำและค่าความระลึก ค่าความถ่วงดุลแสดงให้เห็นว่าโมเดลเพื่อนบ้านใกล้สุดมีความสมดุลระหว่างความสามารถในการทำนายที่แม่นยำและครอบคลุมสมาชิกของแต่ละคลาส ตารางที่ 2 แสดงผลการวิเคราะห์เมทริกซ์ความสับสน (Confusion matrix) ที่นำเสนอผลการทำนายในรูปแบบตารางสองมิติโดยแถวแรกของเมทริกซ์สามารถทำนายนักศึกษาที่จะเป็นครู (คลาสที่ 0) ได้ถูกต้อง 4 ราย และทำนายผิดเป็นคลาสอาชีพอื่น 4 ราย ในขณะที่แถวที่สองทำนายนักศึกษาที่จะประกอบอาชีพอื่น (คลาสที่ 1) ได้ถูกต้อง 8 ราย และทำนายผิดเป็นคลาสที่เป็นครู 3

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบการทำนายของโมเดลเพื่อนบ้านใกล้สุดด้วยชุดข้อมูลทดสอบ

k-NN model	Predicted: Teacher	Predicted: Other careers	Total
Actual: Teacher	4	4	8
Actual: Other careers	3	8	11
Total	7	12	19

5. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของรายวิชาที่เกี่ยวข้องกับการคิดเชิงคำนวณและอาชีพของนักศึกษาด้วยวิธีการกรองด้วยอินฟอร์เมชันเกน พบว่า 13 จาก 21 รายวิชาที่มีค่าอินฟอร์เมชันเกนมากกว่าศูนย์และได้รับการคัดเลือกเพื่อนำไปพัฒนาโมเดลทำนายอาชีพของนักศึกษา ตัวอย่างเช่น รายวิชา ECO0302-62 เทคโนโลยีสำหรับวิทยาศาสตร์ รายวิชา ECO0306-62 สถาปัตยกรรมและการซ่อมบำรุงคอมพิวเตอร์ และรายวิชา ECO0314-62 ระบบการสอนเสริมอัจฉริยะ ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของโมเดลทำนายอาชีพทั้ง 5 ชนิดด้วยวิธีการตรวจสอบแบบไขว้ 10 ส่วน พบว่า โมเดลเพื่อนบ้านใกล้สุดมีประสิทธิภาพสูงสุด โดยมีค่าความถูกต้องที่ 70.71% ค่าความแม่นยำที่ 70.62% ค่าความระลึกที่ 76.67% และค่าความถ่วงดุลที่ 68.98% ซึ่งสูงกว่าโมเดลอื่น ๆ ในทุกด้าน โมเดลเพื่อนบ้านใกล้สุดมีค่าความถ่วงดุลดีที่สุด ซึ่งมีความแตกต่างกับโมเดลอื่น ๆ ที่มีค่าความถ่วงดุลลดลงอย่างชัดเจน โมเดลนาอิวเบย์และโมเดลการถดถอยโลจิสติกที่มีค่าความถ่วงดุลที่ 65.67% และ 62.62% ตามลำดับ ส่วนโมเดลต้นไม้ตัดสินใจมีค่าความถ่วงดุลต่ำสุดที่ 48.64% ค่าความถ่วงดุลแสดงให้เห็นถึงสมดุลระหว่างค่าความแม่นยำและค่าความระลึกของโมเดล ซึ่งบ่งชี้ว่าโมเดลมีประสิทธิภาพที่ดีในการทำนายอาชีพครู ผลการวิจัย พบว่า โมเดลเพื่อนบ้านใกล้สุดมีค่าความระลึกของที่ 76.67% ซึ่งบ่งชี้ว่าโมเดลสามารถระบุนักศึกษาที่จะเป็นครูได้ถูกต้อง 76.67% จากนักศึกษาทั้งหมดที่จะเป็นครูจริง ค่าความระลึกนี้มีค่าสูงกว่าค่าความแม่นยำเล็กน้อยแสดงให้เห็นว่าโมเดลมีความสามารถในการ

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยฉบับนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากเงินกองทุนวิจัย มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี ประจำปีงบประมาณ 2568 และได้รับใบรับรองจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ จากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี รหัสโครงการ 035/2568 เลขที่ SRU-EC 2025/049 คณะวิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

เอกสารอ้างอิง

- Aha, D. W., Kibler, D., & Albert, M. K. (1991). Instance-based learning algorithms. *Machine learning*, 6(1), 37-66.
- Al-Dossari, H., Nughaymish, F. A., Al-Qahtani, Z., Alkahlif, M., & Alqahtani, A. (2020). A machine learning approach to career path choice for information technology graduates. *Engineering, Technology & Applied Science Research*, 10(6), 6589-6596.
- Brennan, K., & Resnick, M. (2012). *New frameworks for studying and assessing the development of computational thinking* [Paper presentation]. Proceedings of the 2012 Annual Meeting of the American Educational Research Association, Canada.
- Boonma, R., & Chirawichitchai, N. (2020). Classification of diabetes patient using data mining techniques and correlation based feature selection. *PKRU SciTech Journal*, 3(2), 11-19. (in Thai)
- Chanaprasert, W. (2016). *Applied data mining of career advice for undergraduates: a case study of Faculty of Archaeology, Silpakorn university* [Master's thesis]. Silpakorn University. (in Thai)
- Deshpande, S., Gupta, P., Singh, N., & Kadam, D. (2021). Prediction of suitable career for students using machine learning. *International Research Journal of Engineering and Technology*, 8(2), 2043-2046.
- ElSharkawy, G., Helmy, Y., & Yehia, E. (2022). Employability prediction of information technology graduates using machine learning algorithms. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 13(10), 359-367.
- Hrangnoi, P., Sorngleing, K., Thepsornchai, P., & Thongrak, P. (2021). Applied data mining of information technology career advice for undergraduates with case study Rajamangala University of Technology Thanyaburi (pp. 1572-1585). In *Proceedings of the 12th Hatyai National and International Conference*, Hatyai University. (in Thai)
- Kingkaew, C., Chatpreecha, P., & Uttamasirisene, C. (2025). Development of a web application for career guidance in computer fields using data mining techniques. In *Proceedings of the 15th BENJAMIT Network National & International Conference* (pp. 100-121), Thonburi University. (in Thai)
- Kongpai, P., Srisompan, J., & Sanrach, J. (2019). Analysis on behavioral patterns of to enhance career test John Holland theory by using Data Mining technique. *Science and Technology RMUTT Journal*, 9(1), 80-90. (in Thai)
- Liu, R., & Tan, A. (2020). Towards interpretable automated machine learning for STEM career prediction. *Journal of Educational Data Mining*, 12(2), 19-32.
- Mejia, M.S., Jimenez, C.C., Martínez-Santos, J.C. (2021). Career recommendation system for validation of multiple intelligence to high school students. In: Figueroa-García, J.C., Díaz-Gutierrez, Y., Gaona-García, E.E., Orjuela-Cañón, A.D. (Eds.), *Applied Computer Sciences in Engineering. WEA 2021: Workshop on Engineering Applications*. (pp. 110-120). Springer.
- Mookdarsanit, L., & Mookdarsanit, P. (2023). The insights in computer literacy toward HR intelligence: some associative patterns between it subjects and job positions. *Journal of Science and Technology RMUTSB*, 4(2), 1-12. (in Thai)
- Sarker, I. H. (2021). Machine learning: algorithms, real-world applications and research directions. *SN Computer Science*, 2(3), 1-21.

- Selby, C., & Woollard, J. (2013). *Computational thinking: the developing definition*. University of Southampton. <https://eprints.soton.ac.uk/356481>.
- Sharda, R., Delen, D., & Turban, E. (2018). *Business intelligence, analytics, and data science: a managerial perspective* (4th ed.). Pearson.
- Siraphonthanarat, K., & Srisawat, C. (2025). Forecasting graduation by data mining techniques, *Information Technology Journal KMUTNB*, 21(1), 33-43. (in Thai)
- Shute, V., Sun, C., & Asbell-Clarke, J. (2017). Demystifying computational thinking. *Educational Research Review*, 22, 142-158.
- Thanasupawat, B., Numuang, S., & Sriratanabun, J. (2024). Factors influencing the decision to pursue a teacher's career among students in the Bachelor of Education program, Faculty of Education, *Uttaradit Rajabhat University. Journal of MCU Ubon Review*, 9(2), 1871-1884. (in Thai)
- Wanon, S., Arreerard, T., & Sanrach, J. (2018). A study of techniques in predicting career counseling for undergraduate students of the computer program by using data mining technique. *Journal of Technology Management Rajabhat Maha Sarakham University*, 5(1), 164-171. (in Thai)
- Weintrop, D., Beheshti, E., Horn, M., Orton, K., Jona, K., Trouille, L., & Wilensky, U. (2016). Defining computational thinking for mathematics and science classrooms. *Journal of Science Education and Technology*, 25(1), 127-147.
- Wing, J. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33-35.
- Yenjabok, R., Hongjam, S., Linthaluek, S., & Plisorn, W. (2024). The development of 3D animation cartoon entitled machine learning. *Journal of Industrial Education*, 23(2), 100-109. (in Thai)

“ข้อคิดเห็น เนื้อหา รวมทั้งการใช้ภาษาในบทความถือเป็นความรับผิดชอบของผู้เขียน”

JIE

JOURNAL OF INDUSTRIAL EDUCATION

— วารสารการศึกษาอุตสาหกรรม —



🌐 www.siet.kmitl.ac.th | www.tci-thaijo.org/index.php/JIE

✉ journal.ided@kmitl.ac.th ☎ 02 329 8000 ext. 3723

1 ซอยฉลองกรุง 1 แขวงลาดกระบัง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520