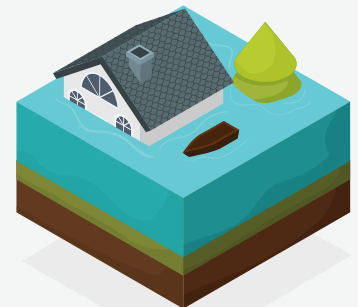
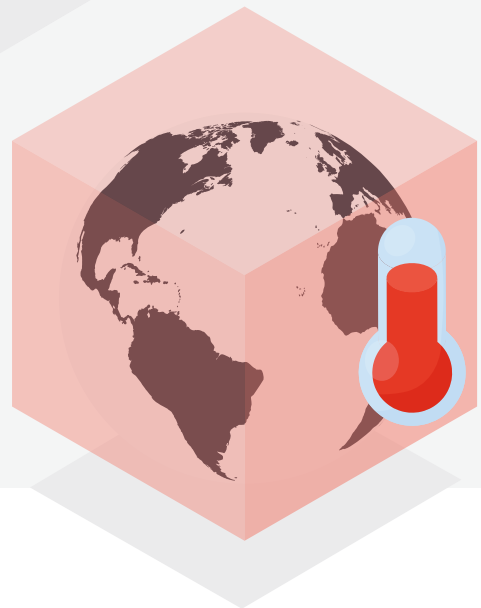




JIE

JOURNAL OF INDUSTRIAL EDUCATION

— วารสารครูศาสตร์อุตสาหกรรม —

คณะครูศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี
**INDUSTRIAL EDUCATION
AND TECHNOLOGY**KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง



วารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม

JOURNAL OF INDUSTRIAL EDUCATION

ISSN 1685 - 3954 ปีที่ 21 ฉบับที่ 1 เดือนมกราคม – เมษายน 2565

1. ที่ปรึกษา

รศ.ดร.กิตติพงศ์ มะโน คณบดีคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี

คณะกรรมการวารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม

2. กองบรรณาธิการ

2.1 บรรณาธิการ

ผศ.ดร.ประเสริฐ เคนพันค้อ คณบดีคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี

2.2 กองบรรณาธิการจากผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก

Professor. Dr. Edward M. Reeve Utah State University, U.S.A.

Professor. Dr. Michio Hashizume Kyoto University, Japan

Professor. Dr. Jazlin Ebenezer College of Education Wayne State University, U.S.A.

Professor. Woei Hung University of North Dakota, U.S.A.

Professor. Yamada Shigeru Waseda University, Japan

ศ.ดร.ชัยยงค์ พรหมวงศ์ มหาวิทยาลัยกรุงเทพธนบุรี

ศ.ดร.รวีวรรณ ชินะตระกูล (ข้าราชการเกษียณอายุ) แขวงบางพลัด เขตบางพลัด กรุงเทพฯ

ศ.ดร.ศรีศักดิ์ จามรมาน ราชบัณฑิตแห่งบริเทนใหญ่

ศ.ดร.ศิริชัย กาญจนวาสี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ศ.สุชาติ เกาทอง มหาวิทยาลัยบูรพา

ศ.ดร.ปรัชญนันท์ นิลสุข มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ศ.ว่าที่ ร.ท.ดร.พิชัย สดภิบาล (ข้าราชการเกษียณอายุ) แขวงจันทระเกษม เขตจตุจักร กรุงเทพฯ

รศ.ดร.ชัยวิชิต เขียวชนะ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

รศ.ดร.กัลยาณี จิตต์การุณย์ (ข้าราชการเกษียณอายุ) แขวงบางมด เขตทุ่งครุ กรุงเทพฯ

รศ.ดร.ขจรศักดิ์ บัวระพันธ์ มหาวิทยาลัยมหิดล

รศ.ดร.คำรณ สิริธรรณกุล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

รศ.ดร.จรัสดาว อินทรทัศน์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

รศ.ดร.จิราภา วิทยาภิรักษ์ (ข้าราชการเกษียณอายุ) แขวงสะพานสูง เขตสะพานสูง กรุงเทพฯ

รศ.ดร.นิรัช สุดสังข์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

รศ.ดร.พรเทพ ถนอมแก้ว มหาวิทยาลัยขอนแก่น

รศ.ดร.ไพบุลย์ เกียรติโกมล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

รศ.ดร.สีห์กุล กรรณเสถียร (ข้าราชการเกษียณอายุ) แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ

รศ.ดร.อุดมวิทย์ ไชยสกุลเกียรติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์

ผศ.ดร.จันทร์พนิต สุระศิลป์ มหาวิทยาลัยบูรพา

ผศ.ดร.เตือนใจ อาชีวะพนิช มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ศูนย์นนทบุรี

ผศ.ดร.ทศพร แสงสว่าง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

ผศ.ดร.ปัทมา พัฒนพงษ์ มหาวิทยาลัยมหิดล

ผศ.ดร.เพ็ชรรัตน์ สุริยะไชย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ผศ.ดร.ยุพิน ผาสุข มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ผศ.ดร.ศศิธร สุวรรณเทพ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

ผศ.ดร.สีบพงษ์ ปราบใหญ่
ผศ.ดร.สุชาดา เกตุดี
ผศ.ดร.อนุศิษฐ์ อันมานะตระกูล
ผศ.ปราโมทย์ อนันต์วรพงษ์
ดร.เกียรติศักดิ์ ศรีพิมานวัฒน์
ดร.บัณฑิต ประสานตรี
ดร.ปรกรณ์ ประจวบวัน
ดร.สมใจ กลิ่นงาม
ดร.สมพร ศรีวัฒนพล
ดร.เสาวลักษณ์ แสงแก

มหาวิทยาลัยรามคำแหง
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ
มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร
มหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี
มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

2.3 กองบรรณาธิการจากผู้ทรงคุณวุฒิภายใน สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ศ.ดร.คัมพงค์ หนูบรรจง
ศ.ดร.พรชัย ทรัพย์นิธิ
ศ.ดร.ภักพงศ์ ปวงสุข
รศ.ดร.กันยา ตันติวิสุทธิกุล
รศ.ดร.กาญจนา บุญภักดี
รศ.ดร.จตุรงค์ เลาหะเพ็ญแสง
รศ.ดร.บุญจันทร์ สีสันต์
รศ.ดร.ปริยาภรณ์ ตั้งคุณานันต์
รศ.ดร.ปิ่นมณี ขวัญเมือง
รศ.ดร.ปิยะ ศุภวราสุวัฒน์
รศ.ดร.ไพฑูรย์ พิมพ์
รศ.ดร.รัชดากร พลภักดี
รศ.ดร.วินัย ใจกล้า
รศ.ดร.วิสุทธิ์ สุนทรกนกพงศ์
รศ.ดร.สมพล ดำรงเสถียร
รศ.ดร.สันติ ตันตระกูล
รศ.ดร.สุวรรณา เบ้งทอง
รศ.ดร.อัคพงศ์ สุขมาตย์
รศ.อรรถพร ฤทธิเกิด
ผศ.ดร.ธินันท์ รัตนโอฬาร
ผศ.ดร.ธเนศ ภิรมย์การ
ผศ.ดร.ประเสริฐ เคนพันค้อ
ผศ.ดร.พิชญ์สินี มะโน
ผศ.ดร.ศราวุธ อินทรเทศ
ผศ.ดร.ศิริรัตน์ เพ็ชรแสงศรี
ผศ.ดร.สมเกียรติ ตันตวงศ์วานิช
ผศ.ดร.สมชาย หมั่นสายญาติ
ผศ.ดร.อภิรัฐ ลิ้มมณี
ผศ.นิดา ลาภศรีสวัสดิ์
ดร.จตุพร อนุชัย
ดร.ภัทธิดา โสตาบัน
ดร.ภัทราภรณ์ ภัทรรังสฤษดิ์
ดร.ราตรี ศิริพันธุ์

3. ฝ่ายศิลป์และจัดทำรูปเล่ม

พิสูจน์อักษรภาษาไทย

ผศ.สรียา ทับทัน

ดร.ภัทธิดา โสตาบัน

พิสูจน์อักษรภาษาอังกฤษ

ผศ.ดร.อำภาพรรณ ตันตินาครกุล

นายพงศกร มิ่งศิริรัตน์

ฝ่ายออกแบบปก

ผศ.ชูเกียรติ แซ่ตั้ง

นายธีระพัฒน์ เนือกขุนทด

ฝ่ายระบบสารสนเทศ

รศ.ดร.ปิยะ ศุภวราสุวัฒน์

อาจารย์ใหม่ เจริญธรรม

นายประยุทธ์ ขุนทอง

นางจันทน์ ททรัพย์แสนดี

4. ฝ่ายรับสมาชิกวารสาร

นางจันทน์ ททรัพย์แสนดี

5. ฝ่ายทะเบียน

นางจันทน์ ททรัพย์แสนดี

6. ฝ่ายผู้ช่วยบรรณาธิการ

นางจันทน์ ททรัพย์แสนดี

กำหนดออก: ปีละ 3 ฉบับ

- ฉบับที่ 1 เดือน มกราคม – เมษายน
- ฉบับที่ 2 เดือน พฤษภาคม – สิงหาคม
- ฉบับที่ 3 เดือน กันยายน – ธันวาคม

กำหนดการรับและพิจารณาบทความ

- รับพิจารณาบทความอย่างต่อเนื่อง

วัตถุประสงค์

- รับผิดชอบบทความทางด้านครุศาสตร์อุตสาหกรรม และ ด้านการศึกษาและเทคโนโลยี

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

อีเมล: journal.ided@kmitl.ac.th

เจ้าของ : คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เลขที่ 1 ซอยฉลองกรุง 1 แขวงลาดกระบัง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

โทรศัพท์ 0 2329 8000 ต่อ 3723

มือถือ 08 6349 6020

โทรสาร 0 2329 8435

“ข้อคิดเห็น เนื้อหา รวมทั้งการใช้ภาษาในบทความถือเป็นความรับผิดชอบของผู้เขียน”

บรรณาธิการแถลง

สวัสดีครับ กระผมในนามของกองบรรณาธิการวารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วารสารฉบับนี้ เป็นปีที่ 21 ฉบับที่ 1 ในฉบับนี้ทางกองบรรณาธิการมีการปรับเปลี่ยนแบบหัวข้อการเขียนบทความ และรูปแบบการเขียนอ้างอิงทั้งในเนื้อหาบทความและรายการอ้างอิงเป็นแบบ APA 7TH Edition ตีพิมพ์ล่าสุด ให้นำอ่านพร้อมก็นำสนใจในเนื้อหาบทวิจัยต่าง ๆ ที่นำเสนอ และมีการอ้างอิงที่เป็นมาตรฐานในระดับชาติ และนานาชาติ เพื่อสร้างความเข้าใจในการเขียนอ้างอิงรูปแบบใหม่ขึ้น สำหรับผู้ที่สนใจส่งบทความ ในฉบับนี้ได้แนะนำบทความปริทัศน์เรื่อง “การเขียนอ้างอิงตามแบบ APA สำหรับวารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม” บทวิจารณ์หนังสือเรื่อง “ใครเอาเนยแข็งของฉันไป” ในฉบับนี้ทางกองบรรณาธิการได้คัดสรรบทความที่น่าสนใจทั้งบทความวิจัย 9 บทความ และบทความวิชาการ 2 บทความ มานำเสนอครับ

ถ้าท่านสนใจในการส่งบทความเพื่อการตีพิมพ์เผยแพร่ ในวารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม ท่านสามารถเข้าไปสมัครได้ทางเว็บไซต์ของวารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม www.tci-thaijo.org/index.php/JIE/index ซึ่งได้แสดงข้อมูลการสมัครและวิธีการส่งบทความไว้อย่างละเอียด ในนามของกองบรรณาธิการวารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม เป็นกำลังใจให้ทุกท่าน ผ่านพ้นช่วงการระบาดของโรคโควิด-19 ไปด้วยความปลอดภัย สุขภาพร่างกายแข็งแรง สมหวังและประสบความสำเร็จในสิ่งที่พึงปรารถนาทุกประการ กระผมขอบคุณทุกท่านที่ให้ความสนใจวารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรมครับ



(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประเสริฐ เคนพันค้อ)

บรรณาธิการวารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม

บทความปริทัศน์

เรื่อง การเขียนอ้างอิงตามแบบ APA สำหรับวารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม
APA WRITING STYLE FOR JOURNAL OF INDUSTRIAL EDUCATION

A1-A13

ประเสริฐ เคนพันคอ และจันทน์ ทรัพย์แสนดี
Prasert Kenpankho and Jantane Supsaendee

บทวิจารณ์หนังสือ

ใครเอาเนยแข็งของฉันไป

B1-B4

ผู้เขียน: สเปนเซอร์ จอห์นสัน
ผู้แปล: ประภากร บรรพบุตร

วิจารณ์โดย
ภูวรา มัสตุล และสมศรี ถิ่นแสง
Phuwara Masstoon and Somsri Thinsaeng

บทความวิชาการ

ปัญญาประดิษฐ์กับการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์
ARTIFICIAL INTELLIGENT AND SCIENCE TEACHING

C1-C8

กมลชนก พูลสวัสดิ์, รุ่งนภา วันเพ็ญ, ศศธร ห่มซ้าย และพงศ์ประพันธ์ พงษ์โสภณ
Gamonchanok Phoosawat, Runghapha Wanpeng, Sasatorn Homsai
and Pongprapan Pongsophon

เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อพัฒนาทักษะต่าง ๆ ของผู้เรียนในโลกชีวิตวิถีใหม่
AUGMENTED REALITY TECHNOLOGY TO IMPROVE LEARNERS' SKILLS IN THE NEW NORMAL

C9-C15

อรวี ขุมมิน, นฤมล ศิริวงษ์ และนิพาดา ไตรรัตน์
Orravee Khummin, Naruemon Sirawong, and Nipada Trirat

บทความวิจัย

กิจกรรมการเรียนการสอน เรื่อง ลิมิตและความต่อเนื่องของฟังก์ชันโดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ
สำหรับนักศึกษาในระดับปริญญาตรี
INSTRUCTIONAL ACTIVITY ON LIMITS AND CONTINUITY OF A FUNCTION BY USING
A GRAPHING CALCULATOR FOR UNDERGRADUATES

1-11

เคมีจิรา เทียงอยู่, กฤติธี อนันต์, ปิยดา โพธิ์ศรี, สุดาภรณ์ ภูแพร่ และนภาลัย เหล่ามะลอ
Khemjira Tiengyoo, Krittee Anan, Piyada Phosri, Sudaporn Poopra, and Napalai Laomalaw

สารบัญ	หน้า
การพัฒนาส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้สำหรับการเรียนการสอนแบบออนไลน์ เรื่องระบบพิกัดเชิงขั้ว THE DEVELOPMENT OF GRAPHICAL USER INTERFACE FOR ONLINE LEARNING IN POLAR COORDINATE SYSTEM จุฑารัตน์ โพธิ์หลวง Jutarat Pholuang	12-21
ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยบทเรียนแบบฝึกหัดควบคู่การให้ข้อมูลป้อนกลับที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เรื่องเลขยกกำลัง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 RESULTS OF LEARNING ACTIVITES WITH EXERCISE LESSONS ALONG WITH GIVING FEEDBACKS THAT AFFECT MATHEMATICS ACHIEVEMENT ON EXPONENTS OF MATTHAYOMSULSA 1 STUDENTS อุไร ชีรัมย์ และนิพนธ์ ฝ่ายบุญ Urai Sirum and Nipon Fauiboon	22-32
การศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด CONCRETE-PICTORIAL-ABSTRACT: CPA A STUDY OF MATHEMATICAL PROBLEM-SOLVING ABILITY IN LINEAR EQUATIONS IN ONE VARIABLE OF GRADE 7 STUDENTS USING CONCRETE-PICTORIAL-ABSTRACT: CPA APPROACH ณัฐวุฒิ โชติวิญญู, ญานิน กองทิพย์ และธีรศักดิ์ ฉลาดการณ์ Nuttavut Chotwinyu, Yanin Kongthip, and Teerasak Chaladgarn	33-43
การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานผ่านแชทบอท สำหรับวิชาวิทยาการก้าวหน้าทางคอมพิวเตอร์ PROBLEM-BASED LEARNING VIA CHATBOT FOR ADVANCE TOPIC IN COMPUTER COURSE ศราวุธ มากชิต Sarawut Markchit	44-55
การพัฒนาเกมโมบายล์แอปพลิเคชันเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา สังกัดเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาพระนครศรีอยุธยา THE DEVELOPMENT OF GAME MOBILE APPLICATION TO ENHANCE COMPUTATIONAL THINKING SKILL FOR PRIMARY STUDENTS UNDER OFFICE OF PHRANAKHON SI AYUTTHAYA EDUCATIONAL SERVICE AREA ศิริพล แสนบุญส่ง Siripon Saenboonsong	56-66

การออกแบบผลิตภัณฑ์ช่วยอำนวยความสะดวกภาพผู้สูงวัย อุปกรณ์ช่วยเดินขึ้นลงบันได
PRODUCT DESIGN FOR PHYSICALLY FACILITATE THE ELDERLY DEVICE TO HELP WALK UP
AND DOWN STAIRS

67-78

สมชาย ดิษฐาภรณ์
Somchye Distapohn

การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามรูปแบบการเรียนรู้ด้วยตนเอง วิชา โปรแกรมนำเสนอ
เรื่องการใช้งานโปรแกรม Microsoft PowerPoint สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6
โรงเรียนคุระบุรีชัยพัฒนาพิทยาคม
THE DEVELOPMENT OF COMPUTER-ASSISTED INSTRUCTION USING THE THEORY
OF SELF-DIRECTED LEARNING SUBJECT PRESENTATION PROGRAMS SUBJECT USING
MICROSOFT POWERPOINT PROGRAM OF GRADE 12 STUDENTS AT KURABURI
CHAIPATTANA PITTAYAKOM

79-90

ภาณุวัฒน์ ศรีไชยเลิศ และสิทธิชัย ศิริมา
Panuwat Srichailard and Sittichai Sirima

ระบบทบทวนมาตรฐานผลการเรียนรู้ตามมาตรฐานการศึกษาด้วยหลักการ Machine Learning
SYSTEM OF REVIEW LEARNING OUTCOMES STANDARD BY MACHINE LEARNING PRINCIPLES

91-101

ไพจิตร สุขสมบูรณ์
Paijit Suksomboon



วารสารครูศาสตร์อุตสาหกรรม
Journal of Industrial Education

บทความปริทัศน์

บทความปริทัศน์ เรื่อง การเขียนอ้างอิงตามแบบ APA สำหรับวารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม APA WRITING STYLE FOR JOURNAL OF INDUSTRIAL EDUCATION

ประเสริฐ เคนพันคอ^{1*} และจันทน์ ทรัพย์แสนดี²
Prasert Kenpankho and Jantane Supsaendee

Received: April 22, 2022

Revised: April 25, 2022

Accepted: April 28, 2022

ตั้งแต่อดีตจนถึงปี 20 วารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรมได้ใช้ระบบการอ้างอิงแบบนามเลขและนามปีผสมกันไป กล่าวคือใน ส่วนของการอ้างอิงในเนื้อหาบทความจะใช้การอ้างอิงแบบนามเลข แต่รายการอ้างอิงท้ายบทความเป็นการอ้างอิงแบบนามปี และ เป็นการยึดหลักตามระบบการอ้างอิงของ The Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) สถาบัน วิศวกรรมไฟฟ้าและวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์นานาชาติ เป็นระบบอ้างอิงที่นิยมใช้กันมากในสาขาวิศวกรรมศาสตร์ และเทคโนโลยี และสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ในปี 19 วารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม ได้ประกาศยอมรับ การตีพิมพ์ของวารสารออกเป็น 2 ด้านใหญ่ ๆ คือ ด้านครุศาสตร์อุตสาหกรรม และ ด้านการศึกษาและเทคโนโลยี ผู้ส่งบทความ บางส่วนมาจากด้านครุศาสตร์อุตสาหกรรม บางส่วนมาจากด้านการศึกษา และบางส่วนมาจากด้านการศึกษาและเทคโนโลยี มีความเข้าใจและรับรู้ในระบบอ้างอิงที่แตกต่างกัน เนื่องจากเป็นระบบอ้างอิงเฉพาะของวารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรมที่ใช้กัน มานานตามที่ได้กล่าวไปข้างต้น ทำให้เกิดความสับสนและมีการปรับแก้ไขอ้างอิงในบทความตลอด ทำให้บทความที่ส่ง เพื่อพิจารณาในการตีพิมพ์มีความล่าช้าในขั้นตอนการแก้ไขการอ้างอิง ประกอบกับผู้เขียนได้ทำการสำรวจรูปแบบการอ้างอิง วารสารที่อยู่ในด้านเดียวกันกับวารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม ปรากฏว่าทั้งหมดใช้การอ้างอิงแบบ American Psychological Association (APA) สมาคมจิตวิทยาแห่งสหรัฐอเมริกา

ถึงแม้ว่าระบบการอ้างอิงในการเขียนบทความวิจัย และบทความวิชาการซึ่งเป็นที่ยอมรับในระดับนานาชาตินั้น มีหลายระบบตามมาตรฐานของแต่ละสาขาการวิจัย จากมติของกองบรรณาธิการวารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรมได้กำหนดรูปแบบ การอ้างอิงตามแบบ APA ฉบับที่ 7 (APA 7th edition) ให้ใช้ตั้งแต่ปี 21 ฉบับที่ 1 เป็นต้นไป สำหรับรูปแบบการเขียนอ้างอิงใน วารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม โดยให้เขียนรูปแบบอ้างอิงเป็นภาษาอังกฤษ เพื่อประโยชน์ต่อผู้ส่งบทความตีพิมพ์ที่จะได้รับการ อ้างอิงผลงานตีพิมพ์ในฐานะข้อมูลระดับนานาชาติ เป็นการต่อยอดการยอมรับและอ้างอิงงานวิจัยในอนาคตจากเวทีวิจัยในระดับ โลก และเพื่อประโยชน์ของผู้อ่านที่สนใจในการส่งบทความในการตีพิมพ์ ผู้เขียนในฐานะบรรณาธิการ และผู้ช่วยบรรณาธิการจึงได้ เขียนบทความนี้ขึ้น เพื่อประโยชน์ตามที่ได้นำเสนอไป

ฉะนั้นเพื่อสร้างความเข้าใจในระบบการเขียนอ้างอิงที่วารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรมใช้ในการตีพิมพ์บทความ บทความปริทัศน์ ฉบับนี้ ผู้เขียนได้วางแนวทางการนำเสนอข้อมูลและตัวอย่างการเขียนอ้างอิงออกเป็น 5 ส่วนด้วยกันคือ การเขียนอ้างอิงในเนื้อหา การเขียนอ้างอิงรูปและตาราง การลงรายการอ้างอิง วิธีการจัดเรียงรายการอ้างอิง และตัวอย่างรูปแบบการเขียนรายการอ้างอิง

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

¹คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520

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

²ส่วนสนับสนุนวิชาการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

กรุงเทพมหานคร 10520

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

การเขียนอ้างอิงในเนื้อหา

1. การเขียนอ้างอิงในเนื้อหาบทความให้ใช้ระบบนามปี

ให้ผู้เขียนระบุชื่อผู้แต่งด้วยสกุล ทั้งชาวไทยและชาวต่างประเทศ (โดยไม่ต้องใส่ชื่อตัว และ/หรือชื่อกลาง) เช่น George W. Bush ใส่เป็น Bush

หากงานมีปีพิมพ์แบบพุทธศักราช (พ.ศ.) ให้เปลี่ยนเป็น คริสต์ศักราช (ค.ศ.) เสมอ ผู้เขียนต้องระบุเลขหน้าลงไปในการอ้างอิงในเนื้อหาด้วย และผู้เขียนสามารถอ้างอิงได้ทั้งหน้าและหลังข้อความ แต่โดยส่วนใหญ่จะนิยมอ้างอิงเอาไว้หลังข้อความ

โดยมีรูปแบบการเขียนอ้างอิงดังนี้

➡ กรณี ผู้แต่ง 1 คน สกุล/(ปี,/p./เลขหน้า) หรือ (สกุล,/ปี,/p./เลขหน้า) สกุล/(ปี,/pp./เลขหน้า-เลขหน้า) หรือ (สกุล,/ปี,/pp./เลขหน้า-เลขหน้า) หมายเหตุ: เครื่องหมาย / หมายถึง การเว้นวรรค 1 เคาะ p. หมายถึง หน้าเดียว pp. หมายถึง มากกว่า 1 หน้าขึ้นไป
➡ ตัวอย่าง กรณีผู้แต่ง ชาวไทย ชื่อผู้แต่งคือ สรชัย พิศาลบุตร ปีพ.ศ. 2548 เขียนอ้างอิงในเนื้อหาเป็น Pisanbud (2005, p. 29) ได้อธิบายถึงการวิจัยสถิติในกรณีศึกษา... ...การส่งผลการวิจัยทางสถิติในกรณีทางการศึกษานั้น (Pisanbud, 2005, pp. 29-32) กรณีผู้แต่ง ชาวต่างประเทศ ชื่อผู้แต่งคือ Kevin Lane Keller ปีค.ศ. 2008 เขียนอ้างอิงในเนื้อหาเป็น Keller (2008, pp. 52-54) ได้กล่าวถึง แบนด์ชื่อดังระดับโลกในธุรกิจ... ...แบนด์ชั้นนำระดับโลก ยังเลือกใช้เทคนิคในการบริหาร (Keller, 2008, p. 19)
➡ กรณี ผู้แต่ง 2 คน สกุล/and/สกุล/(ปี,/p./เลขหน้า) หรือ (สกุล/&สกุล,/ปี,/p./เลขหน้า) สกุล/and/สกุล/(ปี,/pp./เลขหน้า-เลขหน้า) หรือ (สกุล/&สกุล,/ปี,/pp./เลขหน้า-เลขหน้า) ➡ ตัวอย่าง กรณีผู้แต่ง ชาวไทย ชื่อผู้แต่งคือ ยรรยง คชรัตน์ และ อาคม ใจแก้ว ปีพ.ศ. 2555 เขียนอ้างอิงในเนื้อหาเป็น Kodcharat and Chaikew (2012, p. 66) ระบุว่าแบบจำลองนั้น (Kodcharat & Chaikew, 2012, p. 66) กรณีผู้แต่ง ชาวต่างประเทศ ชื่อผู้แต่งคือ Philip Kotler และ Kevin Lane Keller ปีค.ศ. 2016 เขียนอ้างอิงในเนื้อหาเป็น Kotler and Keller (2016, pp. 2-4) ได้กล่าวถึงการยอมรับการบริหารทางการตลาด (Kotler & Keller, 2016, pp. 2-4)

➡ **กรณี ผู้แต่ง 3 คนขึ้นไป**

ให้ระบุสกุลของผู้แต่งคนแรก และใส่ “et al.” และใส่ปีค.ศ.และเลขหน้า

สกุล/et al./ (ปี./p./เลขหน้า) **หรือ** (สกุล/et al./ปี./p./เลขหน้า)

สกุล/et al./ (ปี./pp./เลขหน้า-เลขหน้า) **หรือ** (สกุล/et al./ปี./pp./เลขหน้า-เลขหน้า)

➡ **ตัวอย่าง**

กรณีผู้แต่ง ชาวไทย

ชื่อผู้แต่งคือ ณาธิญา วีระกิจ, ชัยนันต์ ไชยเสน, พุทธพร อักษรไพโรจน์, และศศิธร สนเปี่ยม ปีพ.ศ. 2562

เขียนอ้างอิงในเนื้อหาเป็น

Weerakit et al. (2019, p. 43) ระบุไว้ว่า ...

...แบบจำลองนั้น (Weerakit et al., 2019, p. 43)

กรณีผู้แต่ง ชาวต่างประเทศ

ชื่อผู้แต่งคือ Zemin Cai, Shukai Zheng, Yanhong Huang, Xuanzhi Zhang, Zhaolong Qiu, Anyan Huang, และ Kusheng Wu ปีค.ศ. 2020

เขียนอ้างอิงในเนื้อหาเป็น

Cai et al. (2020, pp. 2-3) ได้กล่าวถึง ...

...พฤติกรรมในช่วงยุคไวรัสโคโรนาระบาด (Cai et al., 2020, pp. 2-3)

2. การเขียนอ้างอิงมากกว่าสองแหล่งข้อมูลให้เขียนเรียงตามลำดับอักษร (A-Z) ดังนี้

➡ **ตัวอย่าง**

สอดคล้องกับการศึกษาของ Kenpankho (2022, p. 2) and Manonuek (2001, p.10)

ศึกษาเกี่ยวกับ..... (Kenpankho, 2022, p. 2; Manonuek, 2001, p.10)

วิจัยเกี่ยวกับ..... (Attachai, & Chaiyana, 2021, pp. 2-3; Kennarak, 2019, p. 6)

กรณีที่กล่าวอ้างอิงผู้แต่งคนเดียวและมีการอ้างอิงจากปีพิมพ์อื่น ๆ ด้วย ตัวอย่างเช่น

การวิจัยในทฤษฎี A (Kenpankho, 2012 p. 5, 2022, pp. 10-11; Michell, 2019, p. 31)

กรณีที่กล่าวอ้างอิงมีผู้แต่งคนเดียวและมีปีพิมพ์เดียวกัน ต้องระบุ a, b, c, ... ตามลำดับอักษร (a-z) ต่อท้ายปีในรายการอ้างอิงท้ายบทความด้วย โดยดูจากใส่เรียงตามชื่อทรัพยากรสารสนเทศนั้น เพื่อเป็นการระบุให้ถูกต้องว่า ตรงกับงานวิจัยชิ้นใด

➡ **ตัวอย่าง**

การวิจัยในทฤษฎี A และ ทฤษฎี B (Kenpankho, 2012a, 2012b)

3. การอ้างอิงจากเว็บไซต์

➡ **กรณี มี ชื่อผู้เขียน**

สกุล/(ปี./Online) **หรือ** (สกุล./ปี./Online)

➡ **ตัวอย่าง**

Boonsaen (2019, Online) การคำนวณดัชนีมวลกาย...

➡ **กรณี ไม่มี ชื่อผู้เขียน**

“ชื่อเรื่อง”/(ปี./Online) **หรือ** (“ชื่อเรื่อง”./ปี./Online)

➡ **ตัวอย่าง**

“ประเภทของการผลิตอาหาร กับ การจัดการความเสี่ยง”(n.d., Online)

หมายเหตุ: กรณีไม่มีปีที่เผยแพร่ปรากฏ ให้ใส่ n.d.

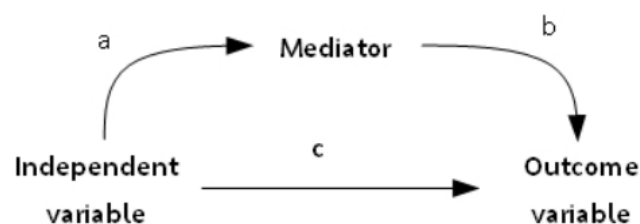
การเขียนอ้างอิงในส่วนของเนื้อหา ผู้เขียนได้นำเสนอเป็นตารางสรุป เพื่อให้ผู้อ่านได้เห็นและเข้าใจความแตกต่างระหว่างการอ้างอิงหน้าข้อความ และการอ้างอิงหลังข้อความตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 สรุปรูปแบบการอ้างอิงเนื้อหาที่มีผู้แต่งลักษณะต่าง ๆ

ผู้แต่ง	การอ้างอิงในเนื้อหา หน้าข้อความ		การอ้างอิงในเนื้อหา หลังข้อความ	
	ครั้งแรก	ครั้งต่อมา	ครั้งแรก	ครั้งต่อมา
ผู้แต่ง 1 คน	Pisanbud (2005, p. 2)	Pisanbud (2005, p. 2)	(Pisanbud, 2005, p. 2)	(Pisanbud, 2005, p. 2)
	Pisanbud (2005, pp. 2-3)	Pisanbud (2005, pp. 2-3)	(Pisanbud, 2005, pp. 2-3)	(Pisanbud, 2005, pp. 2-3)
ผู้แต่ง 2 คน	Kotler and Keller (2016, p. 5)	Kotler and Keller (2016, p. 5)	(Kotler & Keller, 2016, p. 5)	(Kotler & Keller, 2016, p. 5)
	Kotler and Keller (2016, pp. 55-60)	Kotler and Keller (2016, pp. 55-60)	(Kotler & Keller, 2016, pp. 55-60)	(Kotler & Keller, 2016, pp. 55-60)
ผู้แต่ง 3 คนขึ้นไป	Weerakit et al. (2019, p. 43)	Weerakit et al. (2019, p. 43)	(Weerakit et al., 2019, p. 43)	(Weerakit et al., 2019, p. 43)
	Weerakit et al. (2019, pp. 43-44)	Weerakit et al. (2019, pp. 43-44)	(Weerakit et al., 2019, pp. 43-44)	(Weerakit et al., 2019, pp. 43-44)
ผู้แต่งเป็นหน่วยงาน/องค์กร/สถาบันมหาวิทยาลัย	National Research Council (2020, Online)	National Research Council (2020, Online)	(National Research Council, 2020, Online)	(National Research Council, 2020, Online)
	Neurological Institute of Thailand (1999, pp. 2-3)	Neurological Institute of Thailand (1999, pp. 2-3)	(Neurological Institute of Thailand, 1999, pp. 2-3)	(Neurological Institute of Thailand, 1999, pp. 2-3)
ผู้แต่งเป็นหน่วยงาน/องค์กร/สถาบันมหาวิทยาลัย (ที่มีชื่อย่อ)	King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang (KMITL, 2000, p. 555)	KMITL (2000, p. 555)	(King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang [KMITL], 2000, p. 555)	(KMITL, 2000, p. 555)
	World Health Organization (WHO, 2019, Online)	WHO (2019, Online)	(World Health Organization [WHO], 2019, Online)	(WHO, 2019, Online)
กรณีงานที่ไม่มีชื่อผู้แต่ง	"Art of display: Culture shows" (2010)	"Art of display: Culture shows" (2010)	("Art of display: Culture shows," 2010)	("Art of display: Culture shows," 2010)
พระราชกฤษฎีกา	The teacher council's regulations on professional ethics B.E. 2556 (2013)	The teacher council's regulations on professional ethics B.E. 2556 (2013)	(The teacher council's regulations on professional ethics B.E. 2556, 2013)	(The teacher council's regulations on professional ethics B.E. 2556, 2013)

การเขียนอ้างอิงรูปและตาราง

การเขียนอ้างอิงหรือแหล่งที่มาของรูป ให้ใส่ไว้ใต้ชื่อรูป และจัดกึ่งกลาง ตัวอย่าง การระบุที่มาของรูปตาม รูปที่ 1



รูปที่ 1 โมเดลที่มีอิทธิพลของตัวแปรอิสระผ่าน
ที่มา: Baron and Kenny (1986, p. 1176)

การเขียนอ้างอิงหรือแหล่งที่มาของตาราง ให้ใส่ไว้ใต้ตารางและจัดชิดซ้ายของตาราง ตัวอย่างการระบุที่มาของตารางตามตัวอย่างในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 อิทธิพลของตัวแปรอิสระผ่านแต่ละส่วน

Path	การส่งผลกระทบระหว่างตัวแปร
a	Independent variable -> Mediator
b	Mediator -> Outcome variable
c	Independent variable -> Outcome

ที่มา: Baron and Kenny (1986, p. 1176)

การลงรายการเอกสารอ้างอิง

การลงเอกสารอ้างอิงให้ใช้คำว่า “เอกสารอ้างอิง” การเรียงตามลำดับตัวอักษร A-Z ขนาดตัวอักษร TH SarabunPSK ขนาด 14 ไม่แยกภาษาและประเภทของรายการเอกสารอ้างอิง สำหรับวารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรมนั้นให้ใส่ (in Thai) หลังรายการเอกสารอ้างอิงภาษาไทย เนื่องจากผู้อ่านจะได้รู้ว่ารายการอ้างอิงนั้นเป็นแหล่งข้อมูลอ้างอิงที่เขียนเป็นภาษาไทย

กรณีขึ้นบรรทัดใหม่ของรายการเอกสารอ้างอิง ให้ร่นย่อหน้า 5 ตัวอักษรว่างหรือ 5 เคาะ (คือ Space) ทุกครั้ง ไม่ใส่ชื่อสถานที่พิมพ์ ใส่เฉพาะสำนักพิมพ์ เขียนเป็นภาษาอังกฤษทั้งหมด โดยสามารถค้นหาข้อมูลเพิ่มเติมเช่น ชื่อบุคคล ชื่อหนังสือจากฐานข้อมูลออนไลน์ต่าง ๆ เช่น Google Scholar ได้ หากยังไม่สามารถค้นหาข้อมูลที่เป็นภาษาอังกฤษหรือไม่สามารถถ่ายทอดเป็นอักษรโรมันด้วยตนเองได้ สามารถอ้างอิงได้ตามโปรแกรมที่ TCI ประชาสัมพันธ์ไว้เป็นทางเลือกสุดท้าย ซึ่งสามารถเข้าถึงได้จาก <http://164.115.23.167/plangsarn/index.php> ดังที่แสดงไว้ในรูปที่ 2

The screenshot shows the 'แปลงสารสัน' (Thai Romanization) website interface. It has a green header with the title and 'Thai Romanization'. Below the header are three buttons: 'เข้าสู่ระบบ', 'แจ้งปัญหา', and 'แบบสอบถาม'. The main content area has three sections: 'ข้อความไทย' (Thai Text) with a text input field, 'ผลลัพธ์' (Result) with a text output field showing 'khōkhwām phāsā Thai', and 'ผลลัพธ์การแปล' (Translation Result) with a text output field showing an error message: 'Exception-Couldn't resolve host 'datamarket.accesscontrol.windows.net''. There is a 'powered by bing' logo at the bottom right. At the very bottom, there are logos for 'Thammasat University LIBRARY' and 'NECTEC' (a member of NSTDA), along with the text 'รองรับการใช้งานบน Firefox, Chrome และ Safari'.

รูปที่ 2 โปรแกรมการแปลงสารสัน

รูปแบบของการลงรายการเอกสารอ้างอิงมีรายละเอียดเพิ่มเติมดังนี้

1. ชื่อผู้แต่ง

1.1. ผู้แต่ง 1 คน

ทั้งผู้แต่งชาวไทยและชาวต่างชาติ *ให้ใช้นามสกุลขั้นต้น* แล้วคั่นด้วยเครื่องหมายจุลภาค (,) ตามด้วยอักษรย่อของชื่อต้นและอักษรย่อของชื่อกลาง (ถ้ามี) เช่น

Donald John Trump เมื่อปรากฏในรายการอ้างอิง จะเป็น Trump, D. J.

ณัฐริกา ธรรมสุภานันท์ เมื่อปรากฏในรายการอ้างอิง จะเป็น Thammasubhanantra, N.

ถ้ามี - ราชสกุล หรือบรรดาศักดิ์ ให้ใส่ตามหลังชื่อสกุล คั่นด้วยเครื่องหมายจุลภาค (,) เช่น

พระเจน ดุริยางค์ เขียนเป็น Duriyanga, C., Phra.

Jr. Ralph H. Sprague เขียนเป็น Sprague, R. H., Jr.

- ตำแหน่งทางหน้าที่การงานหรือวุฒิทางการศึกษา เช่น นาย นาง นางสาว ผศ. รศ. ดร. พญ. ศาสตราจารย์ ดร. นายแพทย์ นายตำรวจโท นาวาอากาศเอก ว่าที่ร้อยตรี เป็นต้น ให้ตัดออก

ถ้าเป็น - บรรณาธิการ ให้กำกับด้วย Ed. เช่น Bradley, P., Ed.

กรณีนามแฝง ให้ใส่ชื่อผู้แต่งตามปรากฏ เช่น J. K. Rowling เป็นต้น

1.2 ผู้แต่ง 2 คน

(ให้ใช้เครื่องหมาย "&" เชื่อม)

ตัวอย่างเช่น

Jones, A. F., & Wang, L. (2011).

Tiede, M. K., & Luangthongkum, T. (1978).

1.3 ผู้แต่ง 3-20 คน

(ให้ใส่ชื่อทุกคน คั่นด้วยเครื่องหมายจุลภาค (,) และใส่ & คั่นหน้าสกุลคนสุดท้าย

ตัวอย่างเช่น

Mougel, F., Rortais, A., Monceau, K., Bonnard, O., & Arnold, G. (2014).

1.4 ผู้แต่งมากกว่า 21 คนขึ้นไป

ให้ใส่ชื่อผู้เขียนเฉพาะ 19 คนแรก โดยแต่ละชื่อคั่นด้วยเครื่องหมายจุลภาค (,) เว้นระยะแล้วตามด้วยจุดสามจุด

(...) ปิดท้ายด้วยชื่อคนสุดท้าย

1.5 ผู้แต่งเป็นองค์กรหรือสถาบัน

ใช้ชื่อเฉพาะตามที่ปรากฏ ถ้ามีลำดับภายในหน่วยงาน ให้ขึ้นต้นด้วยหน่วยงานใหญ่ก่อนตามด้วยหน่วยงานรองลงไป

ตัวอย่างเช่น

Sukhothai Thammathirat University, Humanity. (2018).

1.6 ไม่มีชื่อผู้แต่ง แต่มีชื่อเรื่อง หรือชื่อบทความ

ให้ใส่ชื่อเรื่องแทนตำแหน่งชื่อผู้แต่ง

ตัวอย่างเช่น

Art of display: Culture shows. (2010). Hong Kong: Links International.

2. ชื่อเรื่อง ให้คำแรกของประโยคขึ้นต้นด้วยตัวอักษรใหญ่ของคำนั้น นอกนั้นใช้ตัวเล็กทั้งหมด ตัวอย่างเช่น Human behavior and environment behavioral basis for design and planning
ยกเว้น กรณีชื่อเรื่องปรากฏชื่อคน สัตว์ สิ่งของ ชื่อประเทศ รัฐ เมือง สถานที่ ชื่อสถาบัน/หน่วยงาน คำย่อ คำเฉพาะ เช่น Thailand, New York, New Zealand, Sukhothai, Kasetsart University, OTOP, KMITL, USA เป็นต้น ถ้า ชื่อเรื่องนั้น มีชื่อเรื่องย่อยให้ใส่หลังเครื่องหมายหัพภาคคู่ หรือ “:” ให้ขึ้นต้นด้วยตัวอักษรใหญ่ของคำนั้น ตัวอย่างเช่น Role of the village headman: Case study of Khlong Hoi Khong District, Songkhla Province
3. ปีที่พิมพ์ (Year) แปลงปีพุทธศักราชให้เป็นคริสต์ศักราชทั้งหมด เช่น 2563 เขียนเป็น 2020 หากไม่ปรากฏปีที่พิมพ์ ให้ใช้ n.d.
4. ครั้งที่พิมพ์ (The Edition) ใส่เมื่อสิ่งพิมพ์ชิ้นนั้น มีการตีพิมพ์ตั้งแต่ 2 ครั้งขึ้นไป เช่น 2nd ed. คือการพิมพ์ครั้งที่ 2 3rd ed. คือการพิมพ์ครั้งที่ 3 4th ed. คือการพิมพ์ครั้งที่ 4
5. สถานที่พิมพ์ ไม่ต้องใส่ข้อมูล
6. สำนักพิมพ์ - ให้ตัดคำว่า สำนักพิมพ์ออก เช่น สำนักพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช ให้ลงว่า “Thaiwatanapanich” - หากมีคำว่า โรงพิมพ์หน้า ให้ใส่คำว่า Press กำกับไว้หลังชื่อโรงพิมพ์เช่น โรงพิมพ์คุรุสภา ให้ลงว่า “Kursus Pra Press” - หากไม่ปรากฏให้ใช้ n.p. แทนคำเต็มว่า “no publisher” - หากมีคำว่า ห้างหุ้นส่วนจำกัด, จำกัด (มหาชน), Incorporation, Inc., Co. Limited, Ltd. ให้ตัดออก ยกเว้น สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ให้ลงว่า “Chulalongkorn University Press” โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ให้ลงว่า “Chulalongkorn University Printing House”

วิธีการจัดเรียงรายการอ้างอิง

สำหรับวารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรมนั้นใช้รูปแบบการจัดเรียงตามหลักเกณฑ์ของ American Psychological Association ปี 2020 ฉบับตีพิมพ์ครั้งที่ 7 หรือ APA 7th edition โดยมีรายละเอียดพร้อมข้อมูลตัวอย่างประกอบ ดังนี้

1. การจัดเรียงตามลำดับอักษร 1.1 ให้หลักการเรียงอักษรตาม Dictionary โดยเรียง A-Z 1.2 ไม่ต้องแยกภาษาและประเภทของรายการเอกสารอ้างอิง
2. จัดเรียงลำดับงานหลายงานที่มีชื่อผู้แต่งคนแรกเป็นชื่อคนเดียวกัน 2.1 ถ้าชื่อผู้แต่งทุกคนเหมือนกัน ให้จัดเรียงตาม “ปีที่พิมพ์” ตัวอย่าง Campbell, J., & Moyers, B. (2008). Campbell, J., & Moyers, B. (2017). 2.2 ถ้าชื่อผู้แต่งที่แตกต่างกัน ให้จัดเรียงตาม งานที่มีชื่อผู้แต่งคนเดียว มาก่อน งานที่มีชื่อผู้แต่งคนอื่นร่วม ตัวอย่าง Crawley, R. B. (2001).

- Crawley, R. B., Dockery, L. M., & Branson, T. S. (1999).
- 2.3 ถ้าชื่อผู้แต่งคนแรกเป็นคนเดียวกันและชื่อผู้แต่งคนที่สอง หรือคนที่สามต่างกัน ให้จัดเรียงตามลำดับอักษรตัวแรกของชื่อสกุลของผู้แต่งคนที่สอง และคนที่สามตามลำดับ
- ตัวอย่าง** Crawley, R. B., & Branson, T. S. (2002).
- Crawley, R. B., Dockery, L. M., & Branson, T. S. (1999).
- 2.4 ถ้าชื่อผู้แต่ง คนแรกมีชื่อ สกุล เหมือนกัน ให้จัดเรียงตาม ลำดับอักษรย่อชื่อต้นและชื่อกลางของชื่อผู้แต่งคนแรก
- ตัวอย่าง** Lee, C. H., & Eze, U. C. (2011).
- Lee, S. W., & Ndubisi, N. O. (1998).
- 2.5 ถ้าชื่อผู้แต่ง เหมือนกัน ให้ดูที่ปีค.ศ. ให้เรียงจากเลขปีค.ศ.
- ตัวอย่าง** Gronroos, C. (1994).
- Gronroos, C. (1995).
- 2.6 หากมีปีพิมพ์ซ้ำกัน ให้ระบุ a, b, c ต่อท้ายเลขปีค.ศ. นั้น โดยใส่เรียงลำดับชื่อเรื่องด้วย
- ตัวอย่าง** Lisuwan, W. (1984a). *Basketry in Thailand*. Odeon Store. (in Thai)
- Lisuwan, W. (1984b). *Thai arts and crafts*. Panaya Press. (in Thai)

ตัวอย่างรูปแบบการเขียนรายการเอกสารอ้างอิง

เพื่อความเข้าใจของผู้อ่านมากยิ่งขึ้น ผู้เขียนได้แสดงตัวอย่างรูปแบบการเขียนรายการเอกสารอ้างอิง พร้อมการใส่เฉดสีและสัญลักษณ์หัวข้อที่แตกต่างกันพร้อมทั้งใส่เครื่องหมาย “/” เพื่อแสดงให้รู้ว่าเป็นการเคาะอักษรว่าง 1 เคาะโดยการใช้คีย์สเปซบนคีย์บอร์ด โดยมีรายละเอียดของตัวอย่างต่าง ๆ ดังนี้

1. [หนังสือเล่ม]

1.1 หนังสือ กรณี ผู้แต่ง 1 คน

○ รูปแบบ (Format)

สกุล/อักษรย่อชื่อ/(ปีที่พิมพ์)/ชื่อเรื่อง/(ครั้งที่พิมพ์(ถ้ามี))/สำนักพิมพ์.

○ ตัวอย่าง (Example)

กรณี หนังสือภาษาไทย

Fongsri, P. (2011). *Creating and developing research tools*. Dansuttrakampim. (in Thai)

กรณี หนังสือภาษาต่างประเทศ

Baugh, L. S. (1993). *How to write term papers and reports* (4th ed.). Macmillan.

○ **หมายเหตุ:** ครั้งที่พิมพ์ใส่เมื่อ สิ่งพิมพ์นั้นมีการตีพิมพ์ตั้งแต่ครั้งที่ 2 ขึ้นไป

1.2 หนังสือ กรณี ผู้แต่ง 2 คน

◆ รูปแบบ (Format)

สกุล/อักษรย่อชื่อคนที่ 1, &สกุล/อักษรย่อชื่อคนที่ 2/(ปีที่พิมพ์)/ชื่อเรื่อง/(ครั้งที่พิมพ์(ถ้ามี))/สำนักพิมพ์.

◆ ตัวอย่าง (Example)

Barrows H. S., & Tamblyn, R. M. (1980). *Problem-based learning: An approach to medical education*.
////Springer.

Meela, N., & Rachaburi, C. (2010). *The quality of ecotourists: Case study of the tourist in ecotourist
////attraction at Ampawa, Samut Songkhrom, Faculty of Industrial Education*. King Mongkut's Institute of
////Technology Ladkrabang. (in Thai)

Wood, K., & House, S. (1991). *The good tourist: A worldwide guide for the green traveller*. Mandarin.

1.3 หนังสือ กรณี ผู้แต่ง 3-20 คน

◆ รูปแบบ (Format)

สกุล,/อักษรย่อชื่อคนที่1,/ &สกุล,/อักษรย่อชื่อคนที่2,/สกุล,/อักษรย่อชื่อคนที่3,/สกุล,/อักษรย่อชื่อคนที่4,/สกุล,/อักษรย่อชื่อคนที่5,/สกุล,/อักษรย่อชื่อคนที่6,/สกุล,/อักษรย่อชื่อคนที่7,/สกุล,/อักษรย่อชื่อคนที่8,/สกุล,/อักษรย่อชื่อคนที่9,/สกุล,/อักษรย่อชื่อคนที่10,/สกุล,/อักษรย่อชื่อคนที่11,/สกุล,/อักษรย่อชื่อคนที่12,/สกุล,/อักษรย่อชื่อคนที่13,/สกุล,/อักษรย่อชื่อคนที่14,/สกุล,/อักษรย่อชื่อคนที่15,/สกุล,/อักษรย่อชื่อคนที่16,/สกุล,/อักษรย่อชื่อคนที่17,/สกุล,/อักษรย่อชื่อคนที่18,/สกุล,/อักษรย่อชื่อคนที่19,&/สกุล,/อักษรย่อชื่อคนที่20,/(ปีที่พิมพ์)/ชื่อเรื่อง/(ครั้งที่พิมพ์(ถ้ามี))/สำนักพิมพ์.

◆ ตัวอย่าง (Example)

Branch, S., Ramsay, S., & Barker, M. (2008). The science of chocolate (2nd ed.). Royal Society of Chemistry.

Serirat, S., Serirat, S., Mechinda, P., Anuwichanont, J., & Lertwannavit, A. (2017). Marketing management. Thammasarn. (in Thai)

◆ **จุดสังเกต:** ให้ใส่ชื่อครบทุกคน และให้ปิดก่อนลงชื่อสกุลคนสุดท้ายด้วย “&”

1.4 หนังสือ กรณี ผู้แต่ง 21 คนขึ้นไป

● รูปแบบ (Format)

สกุล,/อักษรย่อชื่อคนที่1,/สกุล,/อักษรย่อชื่อคนที่2,/สกุล,/อักษรย่อชื่อคนที่3,/สกุล,/อักษรย่อชื่อคนที่4,/สกุล,/อักษรย่อชื่อคนที่5,/สกุล,/อักษรย่อชื่อคนที่6,/สกุล,/อักษรย่อชื่อคนที่7,/สกุล,/อักษรย่อชื่อคนที่8,/สกุล,/อักษรย่อชื่อคนที่9,/สกุล,/อักษรย่อชื่อคนที่10,/สกุล,/อักษรย่อชื่อคนที่11,/สกุล,/อักษรย่อชื่อคนที่12,/สกุล,/อักษรย่อชื่อคนที่13,/สกุล,/อักษรย่อชื่อคนที่14,/สกุล,/อักษรย่อชื่อคนที่15,/สกุล,/อักษรย่อชื่อคนที่16,/สกุล,/อักษรย่อชื่อคนที่17,/สกุล,/อักษรย่อชื่อคนที่18,/สกุล,/อักษรย่อชื่อคนที่19,.../สกุล,/อักษรย่อชื่อคนสุดท้าย,/(ปีที่พิมพ์)/ชื่อเรื่อง/(ครั้งที่พิมพ์(ถ้ามี))/สำนักพิมพ์.

● **จุดสังเกต:** ให้ปิดก่อนลงชื่อสกุลคนสุดท้ายด้วย “...”

2. [บทความในหนังสือ]

บทความในหนังสือ/บทในหนังสือ

+ รูปแบบ (Format)

ชื่อผู้เขียนบทความ,/(ปีที่พิมพ์)/ชื่อบทความ,ใน/ชื่อบรรณาธิการหรือผู้รวบรวม/(Ed. หรือ Eds.),ชื่อเรื่องหนังสือ/(เลขหน้า)/สำนักพิมพ์.

+ ตัวอย่าง (Example)

Bourdieu, P. (1986). The forms of capital. In J. Richardson (Ed.), Handbook of theory and research for the sociology of education (pp. 241-258). Greenwood.

McTaggart, J. M. (1994). The unreality of time. In R. Poidevin & M. MacBeath (Eds.), Philosophy of time (pp. 23-34). Oxford University Press.

Ramsey, J. K., & McGrew, W. C. (2005). Object play in great apes: Studies in nature and captivity. In A. D. Pellegrini & P. K. Smith (Eds.), The nature of play: Great apes and humans (pp. 89-112). Guilford Press.

+ **หมายเหตุ:** บรรณาธิการ คนเดียว ให้ใช้ว่า Ed. | บรรณาธิการตั้งแต่ 2 คนขึ้นไป ให้ใช้ว่า Eds.

3. [หนังสือแปล]

หนังสือแปล

✖ รูปแบบ (Format)

ชื่อผู้แต่ง./ (ปีที่พิมพ์)./ ชื่อเรื่องหนังสือภาษาต้นฉบับ./ [ชื่อหนังสือที่แปลออกมาจากภาษานั้น]/ (พิมพ์ครั้งที่)./ สำนักพิมพ์.

✖ ตัวอย่าง (Example)

กรณีตัวอย่าง หนังสือภาษาไทยที่แปลมาจากหนังสือภาษาต่างประเทศ ให้ใส่ชื่อเรื่องที่แปลเป็นภาษาไทยไว้ใน [] ดังตัวอย่าง
Campbell, J., & Moyers, B. (2008). *The power of myth* [The power of myth พลาณภาพแห่งเทพปกรณัม].

//////Amarin. (in Thai)

กรณีตัวอย่าง หนังสือภาษาต่างประเทศ

Kiyosaki, R. T. (2015). *Rich dad, poor dad* [Was die Reichen ihren Kindern über Geld beibringen]. München

//////FBV.

4. [บทความในวารสาร]

บทความในวารสาร

▷ รูปแบบ (Format)

ชื่อผู้เขียนบทความ./ (ปีที่พิมพ์)./ ชื่อบทความ./ ชื่อวารสาร./ ปีที่ (ฉบับที่), เลขหน้า.

▷ ตัวอย่าง (Example)

Sangmanee, R. (2017). Using local wisdom with self-care behavior of hypertension patients in the 3
//////three southern border provinces. *Princess of Naradhiwas University Journal*, 9(2), 1-13. (in Thai)

Shaw, J. (2002). Hybrid orchid names: A history of the registration of orchid hybrids. *Orchids*, 71(6), 540-543.

▷ **จุดสังเกต:** ชื่อวารสารเมื่อทำการเอียงแล้ว จะต้องตัวอักษรขึ้นต้น ตัวใหญ่ทุกคำ ยกเว้น คำเชื่อม คำบุพบท เช่น a, an, the, of เป็นต้น ยกเว้นเป็นคำที่ขึ้นต้นประโยค หรือเป็นคำที่ใส่หลังเครื่องหมายหัพภาคคู่ หรือ “:” เท่านั้น

5. [วิทยานิพนธ์]

อ้างอิงวิทยานิพนธ์

◆ รูปแบบ (Format)

สกุล./ อักษรย่อชื่อ./ (ปีที่เผยแพร่)./ ชื่อวิทยานิพนธ์./ [Doctoral dissertation or master's thesis]./ ชื่อมหาวิทยาลัย.

◆ ตัวอย่าง (Example)

O'Brien, C. (2001). *Online, onscreen: Motion picture promotion via the internet* [Master's thesis].

//////Carleton University.

Sriboon, S. (2018). *The learning outcome of STEAM education based on problem based learning to
//////developing mathematical skills and process for seventh grade students* [Master's thesis].

//////Silpakorn University. (in Thai)

◆ **หมายเหตุ:** ระดับของวิทยานิพนธ์

1. วิทยานิพนธ์ระดับปริญญาดุษฎีบัณฑิต (ระดับปริญญาเอก) ให้ใช้คำว่า Doctoral dissertation
2. วิทยานิพนธ์ระดับปริญญาโท (ระดับปริญญาโท) ให้ใช้คำว่า Master's thesis
3. วิทยานิพนธ์ระดับปริญญาบัณฑิต (ระดับปริญญาตรี) ให้ใช้คำว่า Thesis
4. สารนิพนธ์ระดับปริญญาบัณฑิต (ระดับปริญญาตรี) ให้ใช้คำว่า Individual study
5. ภาคนิพนธ์ระดับปริญญาบัณฑิต (ระดับปริญญาตรี) ให้ใช้คำว่า Term paper

6. [หนังสือพิมพ์และหนังสือพิมพ์ออนไลน์]

หนังสือพิมพ์และหนังสือพิมพ์ออนไลน์

☐ รูปแบบ (Format)

สกุล/อักษรย่อชื่อ/(ปี,เดือน/วัน)/ชื่อคอลัมน์/ชื่อหนังสือพิมพ์/เลขหน้า.
สกุล/อักษรย่อชื่อ/(ปี,เดือน/วัน)/ชื่อคอลัมน์/ชื่อหนังสือพิมพ์/URL

☐ ตัวอย่าง (Example)

ตัวอย่าง หนังสือพิมพ์

Boonlert, P. (2018, August 15). Dailynews variety: 'Museum media' connect era to 'new dimension' intend. *//////Dailynews*, 4. (in Thai)

ตัวอย่าง หนังสือพิมพ์ออนไลน์

Broody, J. E. (2007, December 17). Mental reserves keep brain agile. *The New Yorks Times*.
//////http://www.nytimes.com

☐ **จุดสังเกต:** ให้เอียงที่ชื่อหนังสือพิมพ์ และเขียนในรูปแบบเดียวกับชื่อวารสาร

7. [บทสัมภาษณ์]

บทสัมภาษณ์

☞ รูปแบบ (Format)

ชื่อผู้ให้สัมภาษณ์/ตำแหน่ง(ถ้ามี)/(ปีที่สัมภาษณ์)/Interview/เดือน/วันที่.

☞ ตัวอย่าง (Example)

Kent, A. (1994). Interview, January 31.

8. [สื่ออิเล็กทรอนิกส์]

ข้อมูลที่มีเนื้อหาเต็มบนอินเทอร์เน็ต

8.1 Website

* รูปแบบ (Format)

สกุล/อักษรย่อชื่อผู้เขียน/(ปี, เดือน/วันที่เผยแพร่)/ชื่อเรื่องบทความ/ชื่อเว็บไซต์./URL

* ตัวอย่าง (Example)

Mitchell, J. A. (2017). *How and when to reference*. https://www.howandwhentoreference.com

Thailand Tourism council. (2019). *Thailand tourism entrepreneur confidence index*.

//////http://www.thailand tourismcouncil.org/wp-content/uploads/2020/01/Newsletter-Q4.2562.pdf

//////(in Thai)

8.2 E-Book

☞ รูปแบบ (Format)

สกุล/อักษรย่อชื่อผู้เขียน/(ปี, เดือน/วันที่เผยแพร่)/ชื่อเรื่อง E-book/ชื่อเว็บไซต์./URL

☞ ตัวอย่าง (Example)

Mitchell, J. A., Thomson, M., & Coyne, R. P. (2017). *A guide to citation*. https://www.mendeley.com/

//////reference-management/reference-manager

8.3 PowerPoint

◆ รูปแบบ (Format)

สกุล/อักษรย่อชื่อผู้เขียน/(ปี, เดือน/วันที่เผยแพร่)/ชื่อเรื่อง PowerPoint/URL

◆ ตัวอย่าง (Example)

Veres, S. (2015). *Internet statistic*. https://www.powershow.com/view/14a529-MGMxM/Internet_Statistics_powerpoint_ppt_presentation

8.4 YouTube

● รูปแบบ (Format)

สกุล/อักษรย่อชื่อผู้เขียน/(ปี, เดือน/วันที่เผยแพร่)/ชื่อเรื่อง Clip YouTube/URL

● ตัวอย่าง (Example)

Crowson, M. (2018). *Simple and parallel mediation using Process macro (Template, Model 4) in SPSS*. <https://www.youtube.com/watch?v=ZYggSNdlqfU>

● หมายเหตุ: ใช้ได้กับทุกชนิดสื่อประเภทกลุ่มอิเล็กทรอนิกส์ทุกชนิด

- กรณีที่ไม่มีวันที่เผยแพร่ปรากฏ ให้ใส่ n.d.
- กรณีที่มีปรากฏเฉพาะ พ.ศ. หรือ ค.ศ. ให้ใส่แค่ (ปี) เท่านั้น
- กรณีชื่อผู้เขียนและชื่อเว็บไซต์เป็นชื่อเดียวกัน ให้ตัดชื่อเว็บไซต์ออก

9. [รายงาน/สถิติประจำปี]

ใช้หลักเกณฑ์เดียวกับการลงรายการอ้างอิงรูปแบบหนังสือ

รายงาน

✖ รูปแบบ (Format)

สกุล/อักษรย่อชื่อ/(ปีที่พิมพ์)/ชื่อรายงานการวิจัยหรือสถิติ/สำนักพิมพ์.

*สำหรับ กรณีรายงานการวิจัยแบบออนไลน์

สกุล/อักษรย่อชื่อ/(ปีที่พิมพ์)/ชื่อรายงานการวิจัยหรือสถิติ/หน่วยงานหรือองค์กรที่จัดทำ/URL

✖ ตัวอย่าง (Example)

Edwards, C. (2015). *Lighting levels for isolated intersections: Leading to safety improvements*. <https://www.mndot.gov/research/2015-05/Report%20No.%20MnDOT%202015-05>. Center for Transportation Studies.

Techaprompan, S. (2002). *Eco-Tourism management of the eastern region national parks*. http://elibrary.trf.or.th/project_content.asp?PJID=RDG4450038 (in Thai)

10. [รายงานการประชุมทางวิชาการ] (Proceeding)

รายงานการประชุมทางวิชาการ

❖ รูปแบบ (Format)

สกุล/อักษรย่อชื่อ/(ปี)/ชื่อเรื่องบทความ./In/ชื่อบรรณาธิการ/(Ed. หรือ Eds.)/ชื่อหัวข้อการประชุม/ชื่อการประชุม/
/(pp./เลขหน้าแรก-เลขหน้าสุดท้ายของบทความ)/ฐานข้อมูล.

❖ ตัวอย่าง (Example)

Bengtsson, S., & Solheim, B. G. (1992). Enforcement of data protection, privacy and security in medical informatics. In K.C. Lun, P. Degoulet, T. E. Piemme, & O. Rienhoff (Eds.), *MEDINFO 92: Vol. 7. Proceedings of the 7th World Congress on Medical Informatics* (pp. 1561-1565). Elsevier Science.

❖ หมายเหตุ: บรรณาธิการ คนเดียว ให้ใช้ว่า Ed. | บรรณาธิการตั้งแต่ 2 คนขึ้นไป ให้ใช้ว่า Eds.

11. [พระราชกิจจานุเบกษา] (Royal Thai Government Gazette)

[พระราชกิจจานุเบกษา]

◆ **รูปแบบ (Format)**

ชื่อกฎหมาย./ (ปี./เดือน/วัน)./ราชกิจจานุเบกษา./เล่ม/ตอนที่./หน้า/เลขหน้า.

◆ **ตัวอย่าง (Example)**

The teacher council's regulations on professional ethics B.E. 2556. (2013, October 4). *Royal Thai Government Gazette*. Vol. 130, Special part 30d. p. 74. (in Thai)

◆ **หมายเหตุ** “เล่มที่” ให้แทนที่ด้วยว่า “Vol.” | “ตอนที่” ให้แทนที่ด้วยว่า “Sect.”

“ตอนพิเศษ” ให้แทนที่ด้วยคำว่า “Special Part” |

“หน้า” ให้แทนที่ด้วยคำว่า “p.” ใช้สำหรับอ้างอิงถึงหน้าเดียว หรือ “pp.” ใช้สำหรับอ้างอิงถึงหลายหน้า เช่น pp. 10-15.

วารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรมมีระบบการอ้างอิงในการเขียนบทความวิจัย และบทความวิชาการโดยใช้การอ้างอิงตามแบบ APA ฉบับที่ 7 (APA 7th edition) และที่สำคัญการเขียนอ้างอิงเพื่อการตีพิมพ์ในวารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรมให้ใช้ภาษาที่เขียนการอ้างอิงในการเขียนเป็นภาษาอังกฤษ เพื่อประโยชน์ในการอ้างอิงในฐานข้อมูลระดับนานาชาติ เป็นการต่อยอดการยอมรับและอ้างอิงงานวิจัยของผู้เขียนที่ตีพิมพ์ในวารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรมในอนาคต จากเวทีวิจัยในระดับนานาชาติ ผู้เขียนมีความคาดหวังว่าบทความนี้จะช่วยสร้างความเข้าใจในระบบการเขียนอ้างอิงที่วารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรมใช้ในการตีพิมพ์บทความ และเป็นประโยชน์ต่อผู้อ่านเป็นอย่างดี

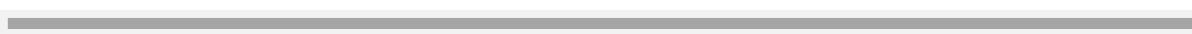
เอกสารอ้างอิง

American Psychological Association. (2020). *Publication manual of the American Psychological Association* (7th ed.). <https://doi.org/10.1037/0000165-000>



วารสารศึกษาศาสตร์อุตสาหกรรม
Journal of Industrial Education

บทวิจารณ์หนังสือ



บทวิจารณ์หนังสือ
ใครเอาเนยแข็งของฉันไป
ผู้เขียน: สเปนเซอร์ จอห์นสัน
ผู้แปล: ประภากร บรรพบุตร

วิจารณ์โดย ภูวรา มัสตุล* และสมศรี ถิ่นแสง
Phuwara Masstoon* and Somsri Thinsaeng

Received: January 26, 2022

Revised: January 30, 2022

Accepted: February 8, 2022



Who
Moved
My
Cheese?
ใครเอาเนยแข็งของฉันไป
Spencer Johnson, M.D.

ได้รับคำชื่นชมจากบุคคลชั้นนำและผู้ซื้อเสียงจากหลายวงการ
หนังสือที่ช่วยให้ใครหลายคนค้นพบความจริงของการใช้ชีวิตอย่างมีความสุข
กล่าวถึงวิถีการดำเนินชีวิตในหลากหลายแง่มุม ทั้งการทำงาน ความสัมพันธ์ และอื่น ๆ อีกมากมาย

ประภากร บรรพบุตร แปล

รูปที่ 1 ปกหนังสือ ใครเอาเนยแข็งของฉันไป
ผู้เขียน : สเปนเซอร์ จอห์นสัน
ที่มา: Johnson (2019)

*Corresponding author E-mail: phuwara.mas@chandra.ac.th

สำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม กรุงเทพมหานคร 10900

Office of Academic Resources and Information Technology Chandrakasem Rajabhat University,

Bangkok 10900 Thailand

หนังสือ เรื่อง “ใครเอาเนยแข็งของฉันไป” หรือในฉบับภาษาอังกฤษ “Who Moved My Cheese” เป็นหนังสือที่ผู้วิจารณ์เคยได้อ่านและได้เห็นในท้องสมุทมนานมาก แต่ไม่เคยคิดจะหยิบมาอ่านเลย เพราะคิดว่าเป็นหนังสือประเภทเล่าเรื่องธรรมดา ๆ ของชาวต่างชาติที่ชอบทานชีสหรือเนยแข็งแล้วมีใครมาขโมยไป และด้วยเหตุที่ ผู้วิจารณ์เป็นคนต่างจังหวัด ไม่ชอบทานชีสหรือเนยแข็งจึงทำให้มองข้ามไปเลย จนมาเมื่อปี พ.ศ. 2557 ผู้วิจารณ์ ได้ไปศึกษาต่อที่สถาบันแห่งหนึ่งซึ่งเป็นสาขาที่เกี่ยวข้องกับการบริหารธุรกิจและการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ อาจารย์ผู้สอนได้แนะนำให้อ่านหนังสือนอกเวลาในกลุ่มสาขาวิชาดังกล่าว เพื่อมานำเสนอในห้องเรียน และหนึ่งในนั้นมีหนังสือที่ชื่อว่า “ใครเอาเนยแข็งของฉันไป” จึงเป็นจุดเริ่มต้นของความสนใจในหนังสือเล่มนี้

หนังสือ เรื่อง “ใครเอาเนยแข็งของฉันไป” เป็นหนังสือที่ไม่ใช่เกาธรรมา แต่เป็นหนังสือเก่าที่ติดอันดับขายดีทั่วโลก และขายได้มากกว่า 35 ล้านเล่ม มีการพิมพ์ซ้ำถึง 41 ครั้ง โดยได้รับการแปลเป็นภาษาต่าง ๆ ถึง 44 ภาษา แต่งโดยนายแพทช์สเปนเซอร์ จอห์นสัน แพทย์สาขาจิตวิทยา ซึ่งเป็นหนังสือแนวจิตวิทยาการพัฒนาตนเอง ทั้งนี้ เนื้อหาภายในหนังสือมีการถ่ายทอดเรื่องราวในเชิงการเปรียบเทียบลักษณะนิสัยทั้ง 4 แบบ ตามช่วงเวลาที่ต้องสนองต่อการเปลี่ยนแปลงผ่านตัวละคร ประกอบด้วย ลักษณะนิสัยแบบที่ 1 การช่างสังเกตและรู้ทันต่อการเปลี่ยนแปลง ลักษณะนิสัยแบบที่ 2 การเดินไปข้างหน้าแบบไม่คิดอะไรมาก ลักษณะนิสัยแบบที่ 3 การรู้จักเปลี่ยนแปลงเพื่อเอาตัวรอดแต่ต้องใช้ระยะเวลา และลักษณะนิสัยแบบที่ 4 การยึดติดกับความสะดวกสบาย และปล่อยให้ความกลัวเข้าครอบงำ ส่งผลให้ผู้อ่านหนังสือเล่มนี้ เกิดความเข้าใจถึงธรรมชาติและพฤติกรรมต่าง ๆ ผ่านการเล่าเรื่องและตัวละครในหนังสือเล่มนี้

ผู้เขียนใช้วิธีการเล่าทานซ้อนกัน 3 เรื่อง มีการนำเสนอได้อย่างมีสีสัน ทำให้ง่ายต่อการจดจำ น่าติดตาม และทำให้มีความสนุกสนานในการอ่าน สำหรับเนื้อหาในเรื่องมีการใช้คำนิยามอยู่ 2 คำ คือ “เนยแข็ง” เปรียบเสมือนโอกาส (Opportunity) หรือสิ่งที่เราต้องการมีในชีวิต ไม่ว่าจะเป็นความสุข ความสบาย ความรักที่ดี ชีวิตที่มั่นคง บ้านหรือรถที่เราต้องการ รวมถึงครอบครัวที่อบอุ่น และ “เขาวงกต” เปรียบเสมือนสถานที่ (Place) ที่คนเราต่างแสวงหาสิ่งที่ต้องการมาเป็นของตนเอง อาจจะเป็นองค์กรสถานที่ทำงาน สังคมที่เราอาศัยอยู่ หรือสถานที่ที่มีความสัมพันธ์กับชีวิต ในที่นี้ผู้วิจารณ์ขอแยกนำเสนอเป็น 3 ตอน ประกอบด้วย

ตอนที่ 1 สังสรรค์เพื่อนร่วมรุ่นที่ชิคาโก ผู้เขียน กล่าวถึง ณ เมืองชิคาโก เพื่อนร่วมรุ่นสมัยมัธยมปลายกลุ่มหนึ่ง ได้นัดเจอกันที่ร้านอาหารอีกครั้งหลังจากที่ได้พบกันในงานคืนสู่เหย้าเมื่อวันก่อน แต่พวกเขายังอยากรับฟังเรื่องราวต่าง ๆ ของแต่ละคนให้มากขึ้น ในระหว่างรับประทานอาหารต่างสรวลเสเฮฮา หยอกล้อกันไปจนอึด จังหวะมาคุยกัน ด้วยความที่ไม่ได้เจอกันมานาน ต่างคนต่างเล่าถึงชีวิตของตนให้เพื่อน ๆ ฟัง รวมถึงเล่าปัญหาที่ได้พบเจอ วิธีแก้ปัญหา และวิธีการรับมือกับการเปลี่ยนแปลงที่แต่ละคนได้พบเจอ จึงมีคนที่ทั้งประสบความสำเร็จและประสบความล้มเหลว โดยเริ่มต้นที่ “แองเจลา” หนึ่งในกลุ่มคนที่กำลังสนทนาได้กล่าวขึ้นมาว่า “กลายเป็นว่าชีวิตของฉัน ไม่ได้เป็นไปอย่างที่เคคิดไว้ เมื่อสมัยอยู่โรงเรียน ซึ่งหลายอย่างเปลี่ยนไปมาก” จากนั้น “นาธาน” ผู้ดำเนินธุรกิจของครอบครัวแบบเดิมมาเป็นเวลานาน จนไม่มีคู่แข่งคนไหนมาแทนที่ได้ กล่าวรับต่อจากแองเจลาว่า “ใช่แล้ว...มันเปลี่ยนแปลงไปมากจริง ๆ” เพื่อน ๆ ต่างพากันแปลกใจว่าทำไมนาธานจึงพูดออกมาอย่างนั้น นาธานพูดต่อว่า “เพื่อน ๆ เคยสังเกตไหม คนเราไม่ชอบการเปลี่ยนแปลง ทั้ง ๆ ที่ทุกอย่างเปลี่ยนไป” จากนั้นเพื่อน ๆ ในกลุ่มต่างพลัดกันเล่าถึงการเปลี่ยนแปลง และผลกระทบที่ได้รับ วิธีรับมือกับการเปลี่ยนแปลงให้ดีขึ้น แล้ว “ไมเคิล” ก็พูดขึ้นมาว่า “ฉันเคยกลัวความเปลี่ยนแปลงนะ เมื่อครั้งการเปลี่ยนแปลงครั้งใหญ่เกิดขึ้นกับธุรกิจ ฉันไม่รู้จะทำอะไร จนทำให้ฉันเกือบสูญเสียธุรกิจไป จนกระทั่งฉันได้อ่านเรื่องสั้น ๆ ตลก ๆ เรื่องหนึ่ง ที่ทำให้ความคิดทุกอย่างของฉันเปลี่ยนไป เพราะทำให้ฉันมองความเปลี่ยนแปลงต่างไปจากเดิม และฉันได้นำเรื่องนี้ไปเล่าให้กับพนักงานในบริษัทฟัง และพวกเขาก็ไปเล่าต่อ ไม่ช้า ไม่นาน ธุรกิจของพวกเรากลับดีขึ้นมาก เพราะพวกเราทุกคนต่างพากันปรับตัวเข้ากับการเปลี่ยนแปลงได้เป็นอย่างดี จนทำให้สิ่งต่าง ๆ ดีขึ้นอย่างรวดเร็ว ไม่ว่าธุรกิจ ครอบครัว รวมถึงความรัก” แองเจลากลามต่อว่า “เรื่องมันเป็นอย่างไรเธอ” โดยไมเคิลตอบกลับว่า “เรื่องนี้มีชื่อว่า ใครเอาเนยแข็งของฉันไป” จากนั้นเพื่อนทั้งกลุ่มต่างพากันหัวเราะ แต่ “คาร์ลอส” พูดขึ้นมาว่า “ยังไม่ทันได้ฟังก็ชอบแล้วสิ เล่าให้ฟังเร็ว ๆ เถอะ” แล้วเขาจึงเล่าทานเรื่อง “ใครเอาเนยแข็งของฉันไป” ให้เพื่อนฟังจนจบ

ตอนที่ 2 เรื่อง “ใครเอาเนยแข็งของฉันไป” ผู้เขียน กล่าวถึง ครั้งหนึ่งนานมาแล้วมีสิ่งมีชีวิตทั้งสี่ คือ คนแคระ 2 คน ชื่อว่า เฮม (Hem) และฮอว์ (Haw) กับหนูอีก 2 ตัว ชื่อว่า สนิฟฟ์ (Sniff) กับสเคอร์รี่ (Scurry) ชีวิตประจำวันของทั้ง 4 ตัวละคร คือ การตื่นแต่เช้า สวมรองเท้า Jogging วิ่งเข้าไปในเขาวงกต เพื่อตามหาสถานีเนยแข็งมาเป็นอาหาร โดยทั้งหนูและคนแคระใช้เวลาในการค้นหาอย่างมาก เจ้าหนูสองตัวใช้วิธีลองถูกลงผิด วิ่งไปเจอทางตันแล้วก็ลองเส้นทางใหม่ โดยใช้จมูกเป็นเครื่องนำทาง แต่สำหรับคนแคระสองคน ใช้สมองที่เหนือกว่าทำการหาเส้นทางไปสู่เนยแข็งที่เขาชอบ โดยใช้การคิดและการเรียนรู้จากประสบการณ์ในอดีต จากการค้นหาอย่างไม่หยุดยั้ง จนในที่สุดทั้งหมดก็เจอเนยแข็งก้อนใหญ่ที่สถานีเนยแข็ง “น.” ทั้งสี่ไม่รู้ว่าเนยแข็งมาจากไหน หรือใครเอามาวางไว้ให้ แต่ในที่สุดพวกเขาก็เจอมัน เจ้าหนูสนิฟฟ์และสเคอร์รี่ต่างดีใจ และกินเนยแข็ง

อย่างเอร็ดอร่อย พวกมันพากันแชนรองเท้า Jogging ไว้กับคอ เพื่อเตรียมพร้อมตลอดเวลา และทุกวันพวกมันจะคอยสังเกตว่ามีอะไรเปลี่ยนแปลงไปบ้างในสถานีเนยแข็งแห่งนี้ ส่วนคนแคระเฮมและฮอว์ก็เช่นกัน พวกเขาดีใจและกินเนยแข็งอย่างเอร็ดอร่อยถึงกับเขียนข้อความบนผนังว่า “มีเนยแข็งทำให้มีความสุข” วันต่อมาพวกเขาก็ไม่รีบร้อน ต่างค่อย ๆ เดินทางไปยังสถานีเนยแข็ง “น.” เช่นเดิม และไม่สนใจว่ารองเท้า Jogging จะมีความจำเป็นสำหรับพวกเขาอีกหรือไม่ การเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นภายในสถานีเนยแข็ง พวกเขาก็ไม่สนใจ เพราะคนแคระทั้ง 2 คิดว่า เนยแข็งที่นี่มีเพียงพอสำหรับพวกเขาไปตลอดชีวิต จึงทำให้พวกเขาไม่ออกไปวิ่งหาเนยแข็งในที่แห่งใหม่เลย จนกระทั่งวันหนึ่งทั้งสี่มาที่สถานีเนยแข็ง “น.” เหมือนเดิมแต่กลับพบว่า เนยแข็งที่นั่นได้หายไปหมดแล้ว เจ้าหนูสนิฟฟ์และสเคอร์รี่ทั้งคู่ไม่ได้มีอาการตกใจต่อเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นเลย เพราะได้มีการสำรวจถึงความเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นนั้นอยู่ตลอดเวลา ทุกครั้งที่มากินเนยแข็ง มันสังเกตได้ว่าขนาดของเนยแข็งเล็กลงไปเรื่อย ๆ เมื่อมันไม่พบเนยแข็งในที่เดิมอีก พวกมันไม่ยอมเสียเวลาคิด วิเคราะห์ หาสาเหตุอะไรมา เพราะมันไม่ยึดติดกับอะไร และรู้ว่าต้องทำอะไร ดังนั้น ทั้งสองจึงรีบออกเดินทางเพื่อไปตามหาสถานีเนยแข็งแห่งใหม่ทันที จนกระทั่งวันหนึ่งทั้งคู่ได้พบกับสถานีเนยแข็งแห่งใหม่ที่ดีและใหญ่กว่าเดิม

ส่วนคนแคระเฮมและฮอว์ ทั้งสองไม่เคยสังเกตเห็นการเปลี่ยนแปลงในขนาดของเนยแข็ง และเมื่อพบว่า เนยแข็งที่นั่นได้หายไปหมดแล้ว ในนาทีแรกทั้งคู่มีพฤติกรรมที่เหมือนกัน คือ ต่างพากันตกใจว่าเนยแข็งของพวกเขากลับไปไหน เฮม แสดงอาการไม่พอใจอย่างมาก และคิดว่าคงมีคนมาขโมยเนยแข็งของเขาไปจึงอุทานขึ้นมาว่า “ใครเอาเนยแข็งของฉันไป” ส่วนฮอว์แสดงอาการหวาดกลัวต่อเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น และไม่อยากจะยอมรับถึงสิ่งที่เกิดขึ้นนั้นเลย เขาทั้งสองเฝ้าแต่คร่ำครวญและตะโกนร้องว่า “มันไม่ยุติธรรม เอาเนยแข็งของเราไปทำไม ใครเป็นคนเอาไป” ทั้งเฮมและฮอว์ยังคงวนเวียนกลับไปยังสถานีเดิมอยู่อย่างนั้นซ้ำ ๆ ทุกวัน แต่ผลลัพธ์ยังคงเหมือนเดิม ทั้งคู่เริ่มเครียด จนบางครั้งถึงกับทะเลาะกันเอง กระทั่งวันหนึ่ง ฮอว์ เริ่มคิดได้ว่า หากเขายังคงดันทุรัง กลับไปที่เดิมทุกวันย่อมไม่มีอะไรดีขึ้น เขาจึงควรที่จะเปลี่ยนแปลง ด้วยการออกไปตามหาเนยแข็งก้อนใหม่ เขาจึงชักชวนเฮม ให้ออกเดินทางไปตามหาเนยแข็งก้อนใหม่ด้วยกัน แต่ เฮม ปฏิเสธ ดังนั้น ฮอว์ จึงตัดสินใจว่าจะออกเดินทางไปตามหาสถานีเนยแข็งแห่งใหม่ ถึงแม้ว่าเขาจะยังมีความหวาดกลัวกับการหลงทางในเขาวงกตอยู่บ้าง แต่ในระหว่างทางเขาเจอเนยแข็งอยู่บ้างแต่ก็ไม่มาก เขาจึงได้เก็บเนยแข็งบางส่วนไปฝาก เฮม และชักชวนให้ เฮม เดินทางออกไปหาเนยแข็งสถานีใหม่พร้อมกับเขาอีกครั้งหนึ่ง แต่ เฮม ปฏิเสธและบอกว่า “เขาชอบเนยแข็งแบบเก่ามากกว่า และจะไม่ยอมออกไปหาสถานีเนยแข็งแห่งใหม่ จนกว่าจะได้สิ่งที่เขาต้องการ” ฮอว์ จึงจำใจต้องปล่อยเพื่อนไว้เช่นนั้น ส่วนตัวเขาเองก็ออกเดินทางทันที

เมื่อ ฮอว์ ได้ออกเดินทางความคิดของเขาเริ่มเปลี่ยนแปลงไป ทีละเล็กละน้อย เขาได้พบข้อคิดและสัจธรรม ในระหว่างการเดินทาง และได้เขียนไว้บนผนังแต่ละแห่ง เพื่อเป็นร่องรอยให้กับ เฮม เมื่อวันหนึ่ง เฮม อาจเปลี่ยนใจที่จะเดินตามหาเนยแข็ง หากเขาเพียงได้อ่านข้อความบนผนัง เขาก็จะหาทางไปสถานีเนยแข็งได้ ข้อคิดและสัจธรรมที่ ฮอว์ ได้ค้นพบ ทำให้เขาเข้าใจว่า “การเปลี่ยนแปลงเป็นธรรมชาติที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง ไม่ว่าเราอยากจะให้มันเกิดขึ้นหรือไม่ก็ตาม...หากเราเชื่อว่าการเปลี่ยนแปลงจะเป็นอันตราย เรามักจะเกิดการต่อต้านมัน แต่ถ้าเชื่อว่า เราสามารถปรับตัวเข้ากับการเปลี่ยนแปลงได้ ก็จะส่งผลดีอยู่ที่เราเลือกจะเชื่อแบบไหน ส่วนความกลัวที่เกิดขึ้น นั้นก็เป็นเพราะเขาสร้างมันขึ้นมาเอง” ดังนั้น เขาจึงเรียนรู้ที่จะเอาชนะความกลัว ด้วยการคิดเยาะเย้ยตัวเองตลอดว่า “ทำไมจะต้องกลัวในสิ่งที่ยังไม่เกิดขึ้น และถ้าเขาไม่กลัวละ เขาคงลงมือทำอะไรได้อีกหลายอย่าง” รวมทั้งการออกเดินไปหาสถานีเนยแข็งในเขาวงกต อย่างมีความหวังด้วยพลังของความมุ่งมั่นตั้งใจ จนในที่สุด ฮอว์ ได้ค้นพบสถานีเนยแข็งแห่งใหม่ และที่แห่งนั้น ทำให้เขาได้เจอ เจ้าหนู สนิฟฟ์และสเคอร์รี่ อีกครั้ง ทั้งนี้ ถึงแม้ว่า ฮอว์ จะออกเดินทางตามหาเนยแข็งช้ากว่าเจ้าหนูทั้งสอง แต่ในที่สุดเขาก็ได้พบสถานีเนยแข็งแห่งใหม่ “ที่ใหญ่และดีกว่าเดิม” เช่นกัน

ตอนที่ 3 “ได้ความคิดกันในวันนั้น” ผู้เขียน กล่าวถึงเรื่องสืบเนื่องจากตอนที่ 1 โดยก่อนแยกย้ายจากกันกับเพื่อน ๆ ในกลุ่มได้มีการช่วยกันหาข้อสรุปจากนิทานเรื่อง “ใครเอาเนยแข็งของฉันไป” จนได้ข้อสรุปว่า

1. การเปลี่ยนแปลงเป็นสิ่งที่ไม่อาจหลีกเลี่ยงได้ เราต้องเตรียมพร้อมรับการเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ และพร้อมที่จะเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว เพราะ “ถ้าหากไม่เปลี่ยนแปลง เราก็อายุไม่รอด” หากเราเชื่อว่าการเปลี่ยนแปลงจะเป็นอันตราย เราจะเกิดการต่อต้าน แต่ถ้าเชื่อว่า เราสามารถปรับตัวเข้ากับการเปลี่ยนแปลงได้ จะส่งผลดีต่อตัวเรา ซึ่งอยู่ที่เราเลือกจะเชื่ออย่างไร
2. การเฝ้าสังเกตความเปลี่ยนแปลง “อยากได้ผลลัพธ์ใหม่ ๆ อย่าทำแบบเดิม ผลลัพธ์จะเปลี่ยนแปลง ต่อเมื่อพฤติกรรมนั้นเปลี่ยนไป”
3. อย่าให้ความกลัวมาหยุดยั้งการเริ่มต้นสิ่งใหม่ ซึ่งความกลัวที่มีมากเกินไป ย่อมไม่ก่อให้เกิดประโยชน์อันใด แต่ถ้าหลุดจากความกลัวได้เมื่อใด เราจะมีอิสระในความคิดและการกระทำนั้นทันที

4. ไม่ใช่การเปลี่ยนแปลงทุกอย่างเป็นสิ่งที่ดี แต่มันมีความจำเป็นที่จะต้องเปลี่ยน ฉะนั้น เราจึงต้องหาประโยชน์จากการเปลี่ยนแปลง ด้วยการเรียนรู้จากมันและปรับตัวของเรา เพื่อที่จะได้ทำสิ่งต่าง ๆ มากยิ่งขึ้น

5. การไม่ยอมเปลี่ยนแปลง ย่อมจะทำให้ทุกสิ่งทุกอย่างหยุดชะงักลง มีแต่ความกล้าที่จะเปลี่ยนแปลงเท่านั้น จึงจะสามารถค้นพบสิ่งใหม่ ๆ ในชีวิตได้

6. การกำหนดเป้าหมายที่ชัดเจน แต่ละคนจะมีวิธีการค้นพบความสำเร็จเป็นของตนเอง

7. การลองผิด ลองถูก ยังดีกว่าไม่ลงมือทำอะไรเลย

8. การเริ่มต้นใหม่และการเปลี่ยนวิถีทางที่จะทำให้เกิดบรรลุเป้าหมาย ถึงแม้จะช้าแต่สามารถทำให้ประสบผลสำเร็จได้เช่นกัน แต่การเริ่มต้นใหม่เร็วเท่าใดอาจเกิดโอกาสของความสำเร็จเร็วมากขึ้นเท่านั้น

ทั้งนี้ ข้อคิดที่ได้จากการอ่านหนังสือเล่มนี้ ผู้อ่านจะได้แนวคิดในแง่ของวิธีการ “การจัดการความเปลี่ยนแปลงและพฤติกรรมที่ยึดติดที่เกิดจากวิถีชีวิตของแต่ละคน” อาจเกี่ยวข้องกับเรื่องการทำงานรวมถึงเรื่องความรัก ซึ่งสามารถนำมาประยุกต์ใช้ เพื่อแก้ปัญหาในสถานการณ์ปัจจุบันได้ โดยความแตกต่างของมุมมอง แนวคิด และวิธีในการจัดการกับความเปลี่ยนแปลงผ่านตัวละครในหนังสือจากคำว่า “เนยแข็ง” ที่เปรียบเสมือนความสุขที่ทุกคนต้องการ รวมถึงความสบาย การกำหนดเป้าหมายในชีวิต และครอบครัวที่แสนอบอุ่น ทำได้ดีที่สุด สิ่งเดียวในชีวิตที่ไม่เปลี่ยนแปลง คือ “การเปลี่ยนแปลง” แต่สิ่งสำคัญไม่ได้อยู่ที่การเปลี่ยนแปลง แต่เป็นทัศนคติของเราที่เปลี่ยนไปต่างหาก ที่จะทำให้เราไปถึงเป้าหมายที่ต้องการ

เอกสารอ้างอิง

Johnson, S. (2019). *Who moved my cheese?* [ใครเอาเนยแข็งของฉันไป] (41th ed.). Nanmeebooks. (in Thai)



วารสารศึกษาศาสตร์อุตสาหกรรม
Journal of Industrial Education

บทความวิชาการ

ปัญญาประดิษฐ์กับการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

ARTIFICIAL INTELLIGENT AND SCIENCE TEACHING

กมลชนก พูลสวัสดิ์, รุ่งนภา วันเพ็ญ, ศศธร ห่มซ้าย และพงศ์ประพันธ์ พงษ์โสภณ*

Gamonchanok Phoonsawat, Rungnapha Wanpeng,

Sasatorn Homsai and Pongprapan Pongsophon*

Received: December 29, 2021

Revised: February 7, 2022

Accepted: April 9, 2022

ABSTRACT

The current society has been facing social disruptive problems that affects human life. The disruption due to development of human innovation is increasing rapidly. It is undeniable that artificial intelligent (AI) is a functional machine that has a multi-skill, deep-learning, understanding, and learning how to acquire and solve problems. The four types of AI are 1) Systems that think like humans 2) Systems that act like humans 3) Systems that think rationally and 4) System that act rationally. AI has been developed and played a great role for daily life and it shows the nature of technology in terms of change. Teacher has to bring technology to change to make our world a better place and improve things for what human needs. In Education 4.0., teachers also use AI to develop educational applications for students and help them to achieve equal education and simple communication between teachers and students. For science, in Thailand's curriculum, science and technology are combined together. The introduction of this modern technology is continually evolving which improves teachers to adapt their pedagogy, methodology and teaching methods. As a teacher, he/she must develop himself/herself to keep up with the changes in the era of technology which enables them to choose and apply technology for both work and teaching management appropriately. They must also teach students how to use technology effectively and they must also learn to use technology especially in AI which is a good tool that teacher can use in teaching because in the future technology especially AI can help students effectively in learning.

Keywords: AI; Science Teaching; Nature of Technology

*Corresponding author E-mail: pongprapan.p@ku.th

ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร 10900

Department of Education, Faculty of Education, Kasetsart University,

Bangkok 10900 Thailand

บทคัดย่อ

ในสังคมปัจจุบันที่กำลังเผชิญกับปัญหาการของการพลิกผันของสังคม (Disruption) ที่ส่งผลกระทบต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ ซึ่งการพลิกผันนั้นเกิดจากการพัฒนาที่ไม่หยุดนิ่งของมนุษย์ก่อให้เกิดนวัตกรรมใหม่ ๆ ขึ้นมากมาย และที่ปฏิเสธไม่ได้เลยคือ ปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence : AI) หรือเครื่องจักรที่มีฟังก์ชันที่มีความสามารถในการทำความเข้าใจ เรียนรู้องค์ความรู้ และการแก้ปัญหาต่าง ๆ ซึ่ง AI เข้ามามีบทบาทในการดำรงชีวิต แสดงให้เห็นถึงธรรมชาติของเทคโนโลยีในด้านการเปลี่ยนแปลง การนำเทคโนโลยีเข้ามาเปลี่ยนโลกให้เข้ากับเราหรือที่มนุษย์อยากให้เป็น รวมไปถึงการศึกษาในยุค 4.0 ที่ได้นำปัญญาประดิษฐ์เข้ามาพัฒนาแอปพลิเคชันต่าง ๆ เกี่ยวกับการศึกษา มีส่วนช่วยให้ครูผู้สอนและนักเรียนสามารถติดต่อสื่อสารกันได้ง่ายขึ้น สำหรับการจัดการเรียนการสอนในวิชาวิทยาศาสตร์ของไทยในปัจจุบันได้นำเทคโนโลยีเข้มารวมไว้ในกลุ่มวิชาวิทยาศาสตร์ ส่งผลให้ครูต้องปรับเปลี่ยนรูปแบบและวิธีการสอนเพื่อให้สอดคล้องกับเทคโนโลยีที่พัฒนาขึ้นอย่างต่อเนื่อง ในฐานะครูต้องมีการพัฒนาตนเองให้ก้าวทันการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยี สามารถเลือกและนำเทคโนโลยีมาใช้ทั้งในด้านการงานและการจัดการเรียนการสอนได้อย่างเหมาะสม อีกทั้งต้องสอนให้นักเรียนสามารถใช้เทคโนโลยีอย่างมีประสิทธิภาพได้ โดยเฉพาะปัญญาประดิษฐ์เป็นเครื่องมือที่ดีที่ครูสามารถนำเข้ามาใช้ในการจัดการเรียนการสอนเพื่อช่วยให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ: ปัญญาประดิษฐ์; การสอนวิทยาศาสตร์; ธรรมชาติของเทคโนโลยี

1. บทนำ

ในปัจจุบันสังคมของเรากำลังเผชิญกับการพลิกผัน (Disruption) ในหลายด้าน ไม่ว่าจะเป็นด้านเทคโนโลยี ด้านสิ่งแวดล้อม ด้านเศรษฐกิจ ด้านสังคม ด้านภูมิรัฐศาสตร์ และด้านศิลปกรรม (Manarangsan, 2019, Online) ล้วนแต่ส่งผลกระทบต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ในปัจจุบัน ซึ่งการพลิกผัน เกิดจากการพัฒนาที่ไม่หยุดนิ่งของ “มนุษย์” เพื่อตอบสนองความต้องการของ “มนุษย์” และสิ่งที่ได้จากการพัฒนา คือ นวัตกรรมใหม่ ๆ ที่สร้างประโยชน์ให้คนกลุ่มหนึ่ง และอาจจะทำให้คนอีกกลุ่มหนึ่งเสียประโยชน์ไป (Coraline, 2017, Online) โดยเฉพาะงานที่ต้องทำซ้ำเป็นเวลานาน (Routine) ในโรงงานอุตสาหกรรม จะถูกแทนที่ด้วยนวัตกรรม นั่นก็คือ เครื่องจักร เพราะเครื่องจักรสามารถทำงานได้ดีกว่ามนุษย์ รวมทั้งไม่เหนื่อย ไม่เรียกร้องสิทธิประโยชน์ ซึ่งแตกต่างจากการกระทำของมนุษย์อย่างสิ้นเชิง (Phiriyantanthasin, 2019, Online) ถึงแม้เทคโนโลยีและนวัตกรรมใหม่เข้ามาทดแทนอาชีพหนึ่ง แต่ก็ยังมีอีกอาชีพหนึ่งเกิดขึ้นมาอยู่ดี สิ่งสำคัญคือ มนุษย์ต้องรู้จักปรับตัวไปตามเทคโนโลยีที่จะเกิดขึ้นในอนาคต

ความก้าวหน้าของเทคโนโลยีเป็นหนึ่งในปัจจัยที่ส่งผลให้เกิดการพลิกผันเข้าสู่ยุคดิจิทัล (Digital transformation) ที่มีการนำเทคโนโลยีดิจิทัลมาใช้ประโยชน์ในภาคส่วนต่าง ๆ อย่างกว้างขวางและแตกต่างไปจากวิถีการดำเนินชีวิตและการดำเนินกิจกรรมทางเศรษฐกิจและสังคมแบบเดิม อาทิ การใช้ระบบอัตโนมัติในกระบวนการผลิตเพื่อเพิ่มผลผลิตภาพ การใช้ข้อมูลขนาดใหญ่ในการกำหนดทิศทางธุรกิจเพื่อตอบสนองต่อความต้องการของผู้บริโภคได้อย่างเฉพาะเจาะจง และการใช้เทคโนโลยีดิจิทัลในการจัดการเรียนการสอนในภาคการศึกษา หรือแม้กระทั่งการใช้เทคโนโลยีดิจิทัลในการยกระดับประสิทธิภาพการให้บริการสาธารณะของภาครัฐ ทั้งนี้ Phimonsangsuriva (2021, Online) ได้เผยแนวโน้มของเทคโนโลยี ที่จะมีส่วนต่อการดำเนินชีวิตของมนุษย์ ซึ่งสิ่งที่ได้รับความสนใจในอันดับต้น ๆ นั่นก็คือ ปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence : AI)

ปัญญาประดิษฐ์เริ่มมีการใช้ในปี ค.ศ. 1956 แต่ได้รับความนิยมยิ่งขึ้นในปัจจุบันเนื่องจากปริมาณข้อมูลที่เพิ่มขึ้น อัลกอริทึมที่มีความก้าวหน้า การพัฒนาในศักยภาพของการคำนวณและการจัดเก็บข้อมูล (SAS, 2020, Online) ซึ่งเป็นไปตามธรรมชาติของเทคโนโลยี (Nature of technology) ที่จะช่วยขับเคลื่อนความเจริญของสังคมของมนุษย์ และช่วยเปลี่ยนโลกให้มีความเหมาะสมกับความต้องการของมนุษย์มากยิ่งขึ้น (Rutherford & Ahlgren, 1990, Online) โดยอาศัยความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นตัวช่วยที่ทำให้ปัญญาประดิษฐ์เกิดการพัฒนามาให้มีประสิทธิภาพสูงสุด (Sanchez, 2018, Online) ซึ่งในปัจจุบันวิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญอย่างมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในยุคนี้ที่วิทยาศาสตร์ได้เข้ามาเกี่ยวข้องกับชีวิตของมนุษย์ทุกคน ทั้งในด้านการดำรงชีวิตในสังคม การงานอาชีพ ข้าวของเครื่องใช้รวมถึงผลผลิตต่าง ๆ ที่ล้วนแต่จะต้องมีหลักวิทยาศาสตร์เข้ามาเกี่ยวข้องอยู่เสมอ ซึ่งทุกอย่างส่งผลให้เกิดความสะดวกสบายในการทำงานและการดำรงชีวิตของมนุษย์ ด้วยเหตุนี้ในด้านการศึกษาก็เป็นปัจจัยที่สำคัญในการพัฒนามนุษย์ทั้งด้านร่างกายและจิตใจไม่ว่าจะเป็นสติปัญญา ความรู้ เป็นคนดี มีคุณธรรม จริยธรรม และมีความสุข (Thongprong, 2017, pp. 1-16) อีกทั้งยังมีบทบาทสำคัญในการก่อให้เกิดสังคมแห่งการเรียนรู้ ซึ่งจำเป็นต้องพึ่งพาความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในการพัฒนาคน องค์กร เศรษฐกิจ สังคม อุตสาหกรรม เกษตรกรรม และการบริการ (Phumphimon, 2018, Online) ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ จึงมีความจำเป็นต้องมีการเปลี่ยนแปลงและพัฒนา

ให้มีความสอดคล้องความต้องการของสังคมที่ถูกขับเคลื่อนด้วยเทคโนโลยี โดยการนำเทคโนโลยีมาเข้ามามีส่วนช่วยในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีที่น่าสนใจก็คือปัญญาประดิษฐ์นั่นเอง ซึ่งวิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่ใช้ในการอธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆ ของธรรมชาติ นั้นรวมทั้งสิ่งรอบตัวที่เราสามารถมองเห็นและสิ่งที่เราไม่สามารถมองเห็นได้ ในการเรียนการสอนสิ่งที่ไม่ได้อยู่ในขอบเขตของการมองเห็นของมนุษย์จำเป็นต้องการสร้างตัวแทน หรือแบบจำลองขึ้นมา เพื่อช่วยให้ผู้เรียนได้เห็นภาพชัดเจน และปัญญาประดิษฐ์ก็เป็นเทคโนโลยีที่จะเข้ามาเติมเต็มการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ในขอบเขตเนื้อหาที่มนุษย์ไม่สามารถมองเห็นได้ เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างเต็มศักยภาพ

2. ปัญญาประดิษฐ์

ปัญญาประดิษฐ์ หรือ Artificial Intelligence (AI) เป็นระบบประมวลผล ความฉลาดเทียมที่สร้างให้กับสิ่งไม่มีชีวิตให้เท่าเทียมกับมนุษย์ มีระบบประมวลผลคล้ายสมองของมนุษย์ ก่อให้เกิดผลลัพธ์ที่เป็นการกระทำ เช่น การจดจำคำพูด การแปลภาษา Chatbots การโต้ตอบอัตโนมัติ ระบบอัตโนมัติที่ใช้หุ่นยนต์ทำงาน เป็นต้น ปัญญาประดิษฐ์เป็นศาสตร์หนึ่งทางคอมพิวเตอร์ที่ประกอบไปด้วย ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ และวิศวกรรมศาสตร์ ซึ่งเป็นการใช้โปรแกรม คอมพิวเตอร์ ให้เรียนรู้และเข้าใจความสามารถของมนุษย์ และมีความตั้งใจ ที่จะทำให้คอมพิวเตอร์มีความสามารถคล้ายกับมนุษย์โดยใช้ซอฟต์แวร์ และฮาร์ดแวร์ เพื่อสามารถทำงานได้แทนมนุษย์ หรือเพื่อส่งเสริมกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ให้ได้ดียิ่งขึ้น ปัญญาประดิษฐ์ คือ เครื่องจักร (Machine) ที่มีฟังก์ชันที่มีความสามารถในการทำความเข้าใจ เรียนรู้องค์ความรู้ต่าง ๆ อาทิเช่น การรับรู้ การเรียนรู้ การให้เหตุผล และการแก้ปัญหาต่าง ๆ เครื่องจักรที่มีความสามารถในการให้เหตุผลก็ถือว่าเป็นปัญญาประดิษฐ์นั่นเอง (Thaiprogrammer, 2018, Online)

วิวัฒนาการของปัญญาประดิษฐ์ ได้มีนักคณิตศาสตร์และนักวิทยาศาสตร์หลายท่านได้ศึกษาวิทยาการคอมพิวเตอร์และพัฒนาไปสู่การนำข้อมูลคำสั่งเข้าสู่อัลกอริทึม และในปี พ.ศ. 2493 Alan Turing ได้ศึกษาและพัฒนาคอมพิวเตอร์ด้านปัญญาประดิษฐ์ และโดยมีการตั้งเกณฑ์ทดสอบเพื่อที่จะระบุว่า เครื่องจักรกลหรือระบบคอมพิวเตอร์สามารถคิดได้เหมือนมนุษย์ “Turing test” เป็นการทดสอบความฉลาดของคอมพิวเตอร์ ทำให้ Alan Turing ได้เป็นบิดาแห่งวิทยาการคอมพิวเตอร์และปัญญาประดิษฐ์ วิวัฒนาการของปัญญาประดิษฐ์ได้มีการปรับเปลี่ยนรูปแบบมาจนถึงปัจจุบันที่เกิดเป็นเทคโนโลยีที่หลากหลายปรับเข้ายุคสมัย และการใช้เทคโนโลยีนั้น ทำให้ปัญญาประดิษฐ์ เป็นเทคโนโลยีที่ล้ำสมัยที่สามารถรับมือกับปัญหาที่ซับซ้อนเกินกว่าที่มนุษย์จะสามารถรับมือได้ และปัญญาประดิษฐ์ยังเป็นเครื่องมือที่สามารถทำงานที่ซ้ำซากน่าเบื่อแทนมนุษย์ได้อย่างดีเยี่ยม ช่วยให้เราสามารถมีเวลาไปโฟกัสงานที่สำคัญและสามารถสร้างมูลค่าได้มากกว่า (Thaiprogrammer, 2018, Online)

3. ธรรมชาติของเทคโนโลยี

ธรรมชาติของเทคโนโลยีคือการนำเทคโนโลยีเข้ามาเปลี่ยนโลกให้เข้ากับเราหรือที่มนุษย์อยากให้เป็น ดังเช่น การช่วยทุ่นแรงงานมนุษย์ การลดความเสี่ยง การช่วยอำนวยความสะดวกหรือแม้กระทั่งการตอบสนองความต้องการของมนุษย์เอง แต่อย่างไรนั้น การสร้างสรรค์ปัญญาประดิษฐ์ยังคงอยู่บนพื้นฐานความเป็นมนุษย์เพื่อไม่ก่อให้เกิดโทษ หรือความเสี่ยงที่ไม่ทันได้คาดคิด ธรรมชาติของเทคโนโลยีเป็นเครื่องมือที่นำมาพัฒนามุมมองและตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างผู้ใช้และผู้ออกแบบ หรือผู้สร้างเทคโนโลยี เทคโนโลยีนั้นส่งผลกระทบต่อผู้คน สิ่งแวดล้อม และวัฒนธรรมมากขึ้นอย่างไร ผู้รู้เทคโนโลยีเข้าใจ ความสำคัญของเทคโนโลยีในชีวิตประจำวันและผลกระทบของเทคโนโลยีต่อความเปลี่ยนแปลงของโลก เข้าใจความแตกต่างระหว่าง โลกที่มนุษย์สร้าง กับโลกที่เป็นจริงตามธรรมชาติ เทคโนโลยีขับเคลื่อนความเป็นอารยธรรมของมนุษย์ซึ่งเทคโนโลยีมีการผนวกเข้ากับอารยธรรมของมนุษย์โดยมีวิทยาศาสตร์เป็นจุดเชื่อมต่อและยังสะท้อนถึงค่านิยมของผู้คนอีกด้วย เทคโนโลยีเปลี่ยนโลกให้เข้ากับเราให้เราอยู่รอดและเราอยากให้เป็น ซึ่งการเปลี่ยนแปลงนั้นอาจเกี่ยวข้องกับความต้องการในการเอาชีวิตรอด แต่ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นนั้นอาจคาดการณ์ไม่ได้หรือมีความเสี่ยง การใช้เทคโนโลยีเข้ามาช่วยช่วยให้เกิดการคาดการณ์และได้ผลลัพธ์ที่มีความแม่นยำขึ้น

ปัญญาประดิษฐ์ซึ่งเป็นระบบประมวลผลคอมพิวเตอร์ เปรียบได้เหมือนกับเครือข่ายประสาทของมนุษย์ ซึ่งเกิดจากการสรรค์สร้างปัญญาประดิษฐ์โดยการผนวกระหว่างวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ในการช่วยอำนวยความสะดวก ลดภาระการใช้แรงงานหรือความเสี่ยงที่เกิดขึ้นจากการทำงาน ซึ่งมีระบบปฏิบัติการและระบบความจำที่แม่นยำ สามารถตอบโต้ได้หลากหลายภาษา ช่วยผ่อนแรงงานมนุษย์ เป็นต้น วิวัฒนาการปัญญาประดิษฐ์ที่มีผู้คิดค้น ทดลองมาเป็นระยะเวลายาวนาน ซึ่งสอดคล้องกับธรรมชาติของเทคโนโลยีที่ต้องการนำเทคโนโลยีเข้ามาอำนวยความสะดวกให้กับมนุษย์ และการพัฒนาที่ต่อเนื่อง

จากอดีตจนถึงปัจจุบันได้เกิดเทคโนโลยีด้านปัญญาประดิษฐ์มากมาย ปฏิเสธไม่ได้เลยว่าเข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวันของมนุษย์ไปแล้ว แต่หากการใช้ให้ก่อประโยชน์นั้นเราก็สามารถใช้ความสามารถของเทคโนโลยีได้หลากหลาย

4. ปัญญาประดิษฐ์กับการจัดการศึกษา

การเปลี่ยนแปลงระบบการศึกษาของไทย ยุค 4.0 เป็นผลมาจากยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี (พ.ศ. 2560-2579) ซึ่งเชื่อมโยงระหว่างยุทธศาสตร์ชาติกับแผนพัฒนา ฉบับที่ 12 คือ “ประเทศมีความมั่นคง มั่งคั่ง ยั่งยืน เป็นประเทศพัฒนาแล้วด้วยการพัฒนาตามปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง” Thailand 4.0 เป็นความมุ่งมั่นที่ต้องการปรับเปลี่ยนโครงสร้างเศรษฐกิจไปสู่เศรษฐกิจที่ขับเคลื่อนด้วยนวัตกรรม ซึ่งการจะขับเคลื่อนไปสู่เป้าหมายได้นั้นต้องผลิตและพัฒนากำลังคน การวิจัยและนวัตกรรม เพื่อสร้างขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศ ดังนั้นกระทรวงศึกษาธิการได้เตรียมการศึกษาเพื่อก้าวเข้าสู่ Thailand 4.0 ได้มีการพัฒนาแผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560-2579 ซึ่งมีส่วนที่มุ่งเน้นการพัฒนาความรู้ ความสามารถด้านเทคโนโลยีดังแสดงให้เห็นในยุทธศาสตร์ที่ 4 การสร้างโอกาส ความเสมอภาค และความเท่าเทียมทางการศึกษา เป้าหมายที่ 2 การเพิ่มโอกาสทางการศึกษา ผ่านเทคโนโลยีดิจิทัลเพื่อการศึกษา สำหรับคนทุกช่วงวัย เพื่อให้สอดคล้องกับการขับเคลื่อนยุทธศาสตร์ชาติ ในการเตรียมความพร้อมคนให้สามารถปรับตัวรองรับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงได้อย่างเหมาะสม กระทรวงศึกษาธิการจึงได้กำหนดให้มีการปรับปรุงมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) โดยมุ่งเน้นให้มีความทันสมัย ทันต่อการเปลี่ยนแปลงและความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาการต่าง ๆ คำนึงถึงการส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เป็นสำคัญ เตรียมผู้เรียนให้มีความพร้อมที่จะเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ พร้อมทั้งจะประกอบอาชีพ เมื่อจบการศึกษา หรือสามารถศึกษาต่อในระดับที่สูงขึ้น สามารถแข่งขันและอยู่ร่วมกับประชาคมโลกได้ในสาระสำคัญของการปรับปรุงหลักสูตรกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ คือจัดกลุ่มความรู้ใหม่ นำทักษะกระบวนการไปบูรณาการกับตัวชี้วัด เน้นให้ผู้เรียนเกิดการวิเคราะห์ คิดแก้ปัญหา กำหนดมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดสำหรับผู้เรียนทุกคน ที่เป็นพื้นฐานที่เกี่ยวกับชีวิตประจำวัน ได้เพิ่มสาระเทคโนโลยี ซึ่งประกอบด้วย การออกแบบ เทคโนโลยี และวิทยาการคำนวณ เพื่อเอื้อต่อการจัดการเรียนรู้บูรณาการสาระทางคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี กับกระบวนการเชิงวิศวกรรม ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อให้ผู้เรียนมีทักษะในศตวรรษที่ 21 ซึ่งในการส่งเสริมศักยภาพที่จะสนับสนุนการศึกษาของนักเรียนสามารถใช้ปัญญาประดิษฐ์เข้ามาช่วยในการวิเคราะห์ข้อมูล ให้ข้อเสนอแนะแก่ผู้สอน สามารถให้ความช่วยเหลือครู อำนวยความสะดวกให้ครูผู้สอนสามารถแก้ปัญหาให้นักเรียน อีกทั้งยังสามารถสร้างตำราปรับเพิ่มเติมเนื้อหาให้เป็นไปตามความเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นอยู่เสมอ

จากแผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560-2579 และมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) เห็นได้ว่าเทคโนโลยีดิจิทัลเพื่อศึกษานั้นมีส่วนเกี่ยวข้องกับทั้งชีวิตประจำวันและการเรียนการสอน ในปัจจุบัน กล่าวได้ว่าก้าวเข้าสู่การเรียนรู้ในยุคดิจิทัล ซึ่งปัญญาประดิษฐ์นั้น เข้ามามีบทบาทเป็นอย่างมาก มีการคาดการณ์ว่าการใช้ปัญญาประดิษฐ์ในกิจกรรมทางการศึกษาจะเพิ่มขึ้นถึงร้อยละ 48 จนกระทั่งปี ค.ศ. 2021 ผลกระทบเชิงบวกของปัญญาประดิษฐ์ จะปรากฏให้เห็นตั้งแต่การเรียนของเด็กชั้นอนุบาลจนถึงการศึกษาขั้นสูง ทั้งจะมีการสร้างสรรค์เครื่องมือเพื่อการเรียนรู้อีกหลายอย่าง และบางอย่างจะสามารถปรับให้เข้ากับผู้เรียนเป็นรายบุคคลได้ (Personalized tool) เพื่อให้ได้ผลด้านการเรียนสูงสุด (Intharawiset et al., 2019, pp. 478-494) ซึ่งสื่อการสอนปัญญาประดิษฐ์ในปัจจุบันที่แสดงให้เห็นถึงแนวโน้มในการทำปัญญาประดิษฐ์เข้ามาใช้ หรือผลกระทบเชิงบวกของปัญญาประดิษฐ์ได้ถูกพัฒนาขึ้นมาอย่างหลากหลาย เช่น Google ได้พัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับการศึกษา (Google for education) คือ ชุดโปรแกรมต่าง ๆ ของ Google ที่เปิดให้สถาบันการศึกษาใช้สำหรับเป็นเครื่องมือเสริม ประกอบการเรียนการสอนแบบออนไลน์ให้ครูผู้สอนสามารถนำไปประยุกต์ใช้ ประกอบด้วย Google Classroom, Google Docs, Google Sheet, Google Slide, Google Cloud, Chromebook และอื่น ๆ อีกมาก Sundar Pichai ซึ่งเป็น CEO ของ Google ได้กล่าวว่า “แม้เทคโนโลยีเพียงอย่างเดียวจะไม่ช่วยพัฒนาการศึกษา แต่นับเป็นองค์ประกอบที่ทรงพลังในการแก้ปัญหา” ซึ่งแสดงให้เห็นได้ว่าในยุคปัจจุบันที่ได้นำปัญญาประดิษฐ์เข้ามาพัฒนาแอปพลิเคชันต่าง ๆ เกี่ยวกับการศึกษา มีส่วนช่วยให้ครูผู้สอนและผู้เรียนสามารถติดต่อสื่อสารกันได้ง่ายขึ้น สะดวกในการพูดคุย ทั้งแบบส่วนตัว และแบบกลุ่ม สามารถปรับให้เข้ากับความต้องการของครูผู้เรียนในปัจจุบัน

ปัญญาประดิษฐ์สามารถนำมาพัฒนาระบบการจัดการเรียนการสอน เป็นนวัตกรรมการเรียนรู้ที่เป็นผลผลิตของความก้าวหน้าด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ ผสมผสานกับความสามารถของปัญญาประดิษฐ์ จากการศึกษาพบว่า แนวโน้มของการวิจัย และพัฒนาระบบการสอนจะนำไปสู่ความสามารถของระบบการเรียนการสอนด้วยคอมพิวเตอร์ จุดมุ่งหมายที่สำคัญของการพัฒนาระบบการเรียนการสอนด้วยปัญญาประดิษฐ์ คือการสร้างตัวแทนของการเรียนรู้ที่ทันสมัย ภายใต้สภาพแวดล้อมในการเรียนการสอนที่ปรับให้เข้ากับลักษณะของผู้เรียนเป็นรายบุคคล และตอบสนองความต้องการและความแตกต่างระหว่างบุคคลได้อีกทั้งยังมีแนวโน้มจะพัฒนาไปสู่การจัดการเรียนรู้เนื้อหาการฝึกปฏิบัติ และมีเทคนิคในการเพิ่มความสามารถของระบบโดยใช้เทคนิคที่หลากหลายในการพัฒนาผลการเรียนเพื่อให้ผู้เรียนบรรลุผลการเรียนรู้ตามที่คาดหวัง ภายใต้วิธีการประเมินผลระบบที่น่าเชื่อถือ เพื่อในอนาคตจะพัฒนาระบบจากการเป็นสื่อเสริม ไปสู่การเป็นสื่อหลักให้กับระบบการเรียนการสอนออนไลน์อย่างมีประสิทธิภาพ น่าเชื่อถือ (Intharawiset et al., 2019, pp. 478-494)

ทุกวันนี้เรามีการนำเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์เข้ามาใช้เพื่ออำนวยความสะดวกและส่งเสริมด้านการศึกษามากมาย ซึ่งนับว่าเป็นประโยชน์อย่างมากทั้งต่อตัวผู้เรียนและผู้สอน สำหรับประโยชน์ของปัญญาประดิษฐ์ที่มีต่อการศึกษา สามารถอธิบายได้ (Funchian, 2019a, Online) ดังนี้

1. ปัญญาประดิษฐ์ลดเวลาการทำงานของครู โดยปกติงานครูนอกจากการจัดการเรียนการสอนแล้ว งานอื่น ๆ เช่น งานจัดผลงานทะเบียน หรืองานธุรการต่าง ๆ ในโรงเรียน ก็มีความจำเป็นเช่นเดียวกัน การนำปัญญาประดิษฐ์มาช่วยในการทำงานส่วนนี้นอกจากจะช่วยลดภาระงานของครูแล้ว ยังช่วยให้งานเหล่านั้นมีความสมบูรณ์และถูกต้อง ซึ่งนอกจากจะช่วยให้เกิดความรวดเร็วแล้วยังลดข้อผิดพลาดลงได้มาก เช่น โปรแกรม AISchool เป็นโปรแกรมวัดประเมินผล ช่วยในการลงข้อมูลและวัดผลประเมินผลนักเรียนพร้อมพิมพ์แบบ ปพ.1-8 ในรูปแบบออนไลน์ ซึ่งช่วยให้ครูประหยัดเวลาและงบประมาณ เพราะนักเรียนและครูสามารถทำงานและดูผลการเรียนผ่านออนไลน์โดยไม่ต้องจัดซื้อเอกสารหรือสิ่งพิมพ์รูปแบบอื่น

2. ปัญญาประดิษฐ์ช่วยสร้างสรรค์เนื้อหาสำหรับการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพ การเข้ามามีบทบาทของปัญญาประดิษฐ์ส่งผลให้นักเรียนสามารถเรียนจากที่ไหนก็ได้ผ่านแอปพลิเคชันในการส่งเสริมการศึกษามากมาย โดยไม่จำเป็นต้องอยู่เฉพาะในห้องเรียน นอกจากนี้ยังช่วยให้ครูสามารถสร้างสรรค์เนื้อหาความรู้ต่าง ๆ ให้นักเรียนสามารถสืบค้นข้อมูลความรู้ที่เกี่ยวข้องได้ด้วยตนเอง เช่น MOOC หรือ Massive Open Online Course ซึ่งเป็นการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้จำนวนมาก ๆ ผ่านหน้าเว็บไซต์ ผู้เรียนสามารถเข้าศึกษาได้ผ่านช่องทางออนไลน์ โดยผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ต่าง ๆ เช่น การดูวิดีโอ การอ่าน Text/Infographic ต่าง ๆ การทำแบบทดสอบและการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ผ่าน Discussion ต่าง ๆ ได้อีกด้วย

3. ปัญญาประดิษฐ์ช่วยเป็นติวเตอร์ให้กับนักเรียนรายบุคคล ในปัจจุบันที่มีสถานการณ์โควิด-19 ทำให้ครูและนักเรียนอาจจะไม่ได้พบกันและไม่มีเวลาในการอธิบายเพิ่มเติม จากข้อจำกัดนี้ทำให้มีการนำปัญญาประดิษฐ์มาสร้างสรรค์เป็นแอปพลิเคชันที่ช่วยติวเตอร์ให้กับนักเรียนเพิ่มเติม นับได้ว่าเป็นช่องทางพิเศษที่ช่วยให้นักเรียนปรึกษากับครูได้สะดวกมากยิ่งขึ้น เช่น แอปพลิเคชัน Snapask (Snapask) เป็นแอปพลิเคชันติวเตอร์ส่วนตัวสำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา เพื่อติวสอบ สอบการบ้าน ช่วยตอบปัญหาและข้อสงสัยต่าง ๆ ในห้องเรียน ได้ตลอดเวลา เน้นความสำคัญกับการสื่อสารผ่านตัวบุคคล นักเรียนผู้ใช้งานสามารถปรึกษากับติวเตอร์ได้อย่างตรงไปตรงมา อีกทั้งยังช่วยต่อยอดความคิดเพื่อให้นักเรียนสามารถประยุกต์ใช้ในห้องเรียนหรือห้องสอบได้ นอกจากนี้ยังผนวกเทคโนโลยี Machine learning และ ปัญญาประดิษฐ์มาวิเคราะห์จุดอ่อนแบบรายบุคคล โดยสร้างโจทย์ให้ฝึกหัดตอบคำถามได้อีกด้วย

4. ปัญญาประดิษฐ์เป็นอาจารย์เสมือน ในอนาคตปัญญาประดิษฐ์อาจจะเข้ามาทำหน้าที่แทนครูในการจัดการเรียนการสอน ซึ่งข้อดีของปัญญาประดิษฐ์นั้น คือความแม่นยำและการประมวลผลที่รวดเร็ว โดยที่ไม่มีอารมณ์ความรู้สึกเข้ามาเกี่ยวข้อง ครูในอนาคตอาจกลายเป็นผู้ควบคุม ปัญญาประดิษฐ์ทำหน้าที่ในการป้อนข้อมูลที่เป็นต่อการส่งเสริมการเรียนรู้แก่นักเรียนให้กับปัญญาประดิษฐ์เพื่อทำหน้าที่แทนตัวเอง หรือให้เป็นผู้ช่วยในการสอน ซึ่งช่วยให้สอนได้ปริมาณมากและมีความหลากหลายยิ่งขึ้น เช่น การนำเกมสามมิติ และคอมพิวเตอร์แอนิเมชันมาใช้ในการเพื่อสร้างสภาพแวดล้อมเสมือนจริงและเครื่องมือเสมือนจริง (Visual environment and platforms) มาใช้ในการจัดการเรียนการสอน เป็นต้น

อย่างไรก็ตามแม้ว่าปัญญาประดิษฐ์จะเริ่มเข้ามามีส่วนในการพัฒนาการศึกษาหรือการเปลี่ยนแปลงการศึกษา จนอาจจะสามารถกลายเป็นตัวแทนของครูได้ ทำให้ครูต้องพัฒนาตนเองเพื่อสามารถใช้ปัญญาประดิษฐ์ในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ เพราะอย่างไรก็ตามการที่จะสอนให้นักเรียนมีความรู้สึกรักคิดและสามารถแยกแยะความคิดความเข้าใจ รวมถึงคุณธรรมจริยธรรมด้วยนั้น ยังคงเป็นสิ่งที่ ปัญญาประดิษฐ์ไม่สามารถเข้ามาทำหน้าที่ได้ จำเป็นต้องอาศัยครูเป็นผู้อบรมในเรื่องนี้ ดังที่นายแพทย์ธีระเกียรติ เจริญเศรษฐศิลป์ อดีตรัฐมนตรีว่าการกระทรวงศึกษาธิการ ได้แสดงทัศนะไว้ว่า การศึกษาในยุค Thailand 4.0 นั้น

เป็นยุคที่การศึกษาเป็นเรื่องที่มากกว่าการเตรียมความพร้อมของคนหรือให้ความรู้กับคนเท่านั้น แต่เป็นการเตรียมมนุษย์ให้เป็นมนุษย์ด้วย กล่าวคือ นอกจากให้ความรู้แล้ว จะต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนรักที่จะเรียน มีคุณธรรม สามารถอยู่ร่วมกันในสังคมได้อย่างเหมาะสม (Funchian, 2019b, Online)

5. การนำปัญญาประดิษฐ์เข้ามามีส่วนร่วมในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์

จากการศึกษาตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้เพิ่มสาระเทคโนโลยีเข้ามาอยู่ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยมีเนื้อหาของการออกแบบและเทคโนโลยี และวิทยาการคำนวณเข้ามา ซึ่งกำหนดสาระสำคัญไว้ว่า นักเรียนจะต้องเรียนรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสมโดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม การคิดเชิงคำนวณ การคิดวิเคราะห์ แก้ปัญหาเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ประยุกต์ใช้ความรู้ด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ และการสื่อสาร ในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ข้อมูลดังกล่าวข้างต้นแสดงให้เห็นถึงความสำคัญของ ปัญญาประดิษฐ์กับการสอนวิทยาศาสตร์ มีแนวทางในการนำมาประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอน ซึ่งขอยกตัวอย่างได้ดังนี้

1. ในปัจจุบันนักวิจัยได้มีการพัฒนา ปัญญาประดิษฐ์ที่สามารถวินิจฉัยโรคทางพันธุกรรมผ่านการสแกนใบหน้าผู้ป่วยได้ โดยบริษัท Facail Dysmorphology Novel Analysis หรือ FDNA ในอเมริกา ได้ทำการพัฒนาระบบวิเคราะห์ใบหน้าเพื่อตรวจหาความผิดปกติผ่านใบหน้าของผู้ป่วย ที่เรียกว่า DeepGestalt ขึ้นมา ระบบนี้จะถูกใช้งานผ่านแอปพลิเคชันบนโทรศัพท์มือถือ ที่มีชื่อว่า “Face2Gene” ซึ่งเพียงแค่อัปโหลดรูปภาพใบหน้าของผู้ป่วยเข้าไป ระบบก็จะทำการวิเคราะห์ใบหน้า และวินิจฉัยโรคทางพันธุกรรมได้ทันที (Natnaree TK, 2019, Online) จากงานวิจัยดังกล่าวมีความเกี่ยวข้องกับสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชีวภาพ เรื่องพันธุกรรม ซึ่งเป็นไปได้ว่าในอนาคตจะมีการนำมาปรับใช้ในการจัดการเรียนการสอนในเนื้อหาพันธุกรรม สำหรับนักเรียนเพื่อให้สามารถเห็นภาพและเข้าใจเนื้อหาได้ดียิ่งขึ้น

2. จากงานวิจัยล่าสุดที่นำเสนอโดย Pricewaterhouse Coopers (PwC) แสดงให้เห็นว่าปัญญาประดิษฐ์กำลังถูกจับตามองในฐานะ Game changer ที่จะเข้ามาสร้างความยั่งยืนต่อโลกอนาคต ในการวิจัยหัวข้อ AI for sustainability กล่าวถึงปัญญาประดิษฐ์ว่า นับจากการปฏิวัติอุตสาหกรรมครั้งแรกเกิดขึ้นจนกระทั่งปัจจุบันเป็นการปฏิวัติอุตสาหกรรมครั้งที่ 4 เพียงในระยะเวลาไม่กี่ทศวรรษ ได้ทำให้สิ่งที่มีอยู่เป็นล้านล้านถูกทำลายลงอย่างรวดเร็ว และเป็นต้นตอของปัญหาสังคมและสิ่งแวดล้อมมากมาย ซึ่งปัญญาประดิษฐ์กำลังเข้ามามีบทบาทในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ซึ่งสอดคล้องกับเป้าหมายของ SDGs (Thailand Management Association [TMA], 2019, Online) ยกตัวอย่างเช่น ปัญหา Climate change ที่หลายประเทศได้มีการนำปัญญาประดิษฐ์เข้ามาทำ Smart transportation เช่น ประเทศนอร์เวย์กำลังผลักดันให้มีการใช้รถไฟฟ้ามากขึ้นเรื่อย ๆ ด้วยการนำปัญญาประดิษฐ์มาคาดการณ์ระบบพลังงานว่ามีปริมาณการใช้เท่าไร หรือ Google ใช้ระบบ GPS เข้ามาวิเคราะห์ความหนาแน่นทางจราจร เพื่อนำเส้นทางที่ช่วยลดระยะเวลาเดินทาง รวมถึงการพยากรณ์ปริมาณน้ำฝนที่จะตก เพื่อภาครัฐจะได้เตรียมพร้อมรับมือ เป็นต้น จากตัวอย่างที่กล่าวมาจะเห็นได้ว่า การนำปัญญาประดิษฐ์มาใช้มีความเกี่ยวข้องกับสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ ในเรื่องของกระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ และผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม รวมถึงสาระการเรียนรู้เทคโนโลยี ในเรื่องของการนำเทคโนโลยีมาใช้ในการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว หากนำระบบปัญญาประดิษฐ์ดังกล่าวมาประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้จะช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีให้เกิดประโยชน์ต่อชีวิตประจำวัน และยังส่งเสริมให้นักเรียนตระหนักถึงความสำคัญของสิ่งแวดล้อม กระตุ้นให้นักรักทรัพยากรธรรมชาติและใช้เทคโนโลยีที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

3. ระบบสุริยะ Kepler-90 ที่ถูกค้นพบโดย NASA ด้วยข้อมูลจากกล้องโทรทรรศน์อวกาศเคปเลอร์ การค้นพบในครั้งนี้เกิดจากการสอนคอมพิวเตอร์แบบ Machine learning ซึ่งนับว่าเป็นหนึ่งในความสำเร็จของทีมนักดาราศาสตร์และโปรแกรมเมอร์ของ NASA พวกเขาได้ใช้การเขียนโปรแกรมแบบ Neural network ซึ่งเป็นการจำลองวิธีการทำงานของระบบประสาทของมนุษย์มาใช้ ด้วยความร่วมมือจาก Google โดย Machine learning สามารถนำไปใช้ได้หลายแบบ ไม่ว่าจะเป็นการทำ Image processing หรือสอนให้คอมพิวเตอร์วิเคราะห์ภาพถ่ายได้ว่าแต่ละส่วนคืออะไร มีความเชื่อมโยงกันอย่างไร สิ่งที่น่าสนใจคือการค้นพบครั้งนี้คือ พวกเขาได้สร้างปัญญาประดิษฐ์ขึ้นมา ปัญญาประดิษฐ์สามารถเรียนรู้ข้อมูลได้เองจากการทำงานและการ

ประมวลผลข้อมูลแต่ละครั้ง เป็นข้อมูลที่ได้จากยาน Kepler ที่บันทึกการกะพริบของดาวฤกษ์ ข้อมูลเหล่านี้ถูกนำมาสร้างแผนที่การโคจรของดาวเคราะห์ปัญหาประดิษฐ์นำมาประมวลผลและเป็นผลให้เกิดการค้นพบดาวนอกระบบสุริยะ (Dungsunenarn, 2017, Online) จากการค้นพบดังกล่าว มีความเชื่อมโยงกับเนื้อหาในสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ ในเรื่องเทคโนโลยีอวกาศ และสาระการเรียนรู้เทคโนโลยีเรื่องการออกแบบและเทคโนโลยี ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความก้าวหน้าของวิทยาการคอมพิวเตอร์ สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้ในเนื้อหาที่เกี่ยวข้องได้ให้นักเรียนได้เห็นถึงความสำคัญของการนำความรู้ด้านเทคโนโลยี และความรู้เรื่องเทคโนโลยีอวกาศมาใช้ในการค้นพบความรู้ใหม่ ๆ ได้

จะเห็นได้ว่าเทคโนโลยีนั้นสำคัญ มีส่วนเกี่ยวข้องกับการใช้ชีวิตประจำวันและการดำรงชีวิตของนักเรียนเป็นอย่างมาก ดังที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้นนั้นในฐานะของครูจำเป็นต้องสอนให้นักเรียนสามารถใช้เทคโนโลยีอย่างมีประสิทธิภาพได้ เป็นส่วนสำคัญในการช่วยตัดสินใจและใช้ชีวิตที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม เป็นสิ่งที่ท้าทายของครูผู้สอนที่จะสอนนักเรียนอย่างไรให้สามารถก้าวทันเทคโนโลยีที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วและยังต้องคำนึงถึงสิ่งแวดล้อมด้วย นอกจากสาระการเรียนรู้เทคโนโลยีแล้ว ในสาระการเรียนรู้อื่น ๆ ก็มีส่วนสำคัญจำเป็นที่จะใช้เทคโนโลยีและปัญญาประดิษฐ์เข้ามามีส่วนร่วมในการเรียนการสอนเพื่อช่วยให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพและเข้าใจในสิ่งที่ครูสอนได้ดียิ่งขึ้น

6. บทสรุป

ในสังคมที่เทคโนโลยีเข้ามามีบทบาทอย่างกว้างขวางในการดำรงชีวิตของมนุษย์ เป็นผลมาจากความต้องการของมนุษย์ที่ช่วยผลักดันเทคโนโลยีให้มีวิวัฒนาการอย่างก้าวกระโดด โดยเฉพาะปัญญาประดิษฐ์ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่อยู่รอบตัวมนุษย์ในทุกด้าน สอดคล้องกับธรรมชาติของเทคโนโลยีในด้านการเปลี่ยนแปลงการนำเทคโนโลยีเข้ามาเปลี่ยนโลกให้เข้ากับเราหรือที่มนุษย์อยากให้เป็น การขับเคลื่อนอารยธรรมมนุษย์และความอยู่รอด ซึ่งปัจจุบันปัญญาประดิษฐ์เข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวันมากขึ้น แม้กระทั่งด้านการจัดการเรียนการสอน ปัญญาประดิษฐ์ได้ถูกนำมาปรับใช้กับทางการศึกษา ไม่ว่าจะเป็นการวิเคราะห์ข้อมูลที่แม่นยำ การจดจำข้อมูลที่หลากหลาย จากประโยชน์ของปัญญาประดิษฐ์ทำให้มีหลากหลายบริษัทสนใจพัฒนาและนำมาซึ่งการแข่งขันทางการค้า เช่นบริษัท Google ได้พัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับทางการศึกษาที่ช่วยแก้ปัญหาด้านการทำงานของผู้คนที่อาศัยอยู่ในสถานที่ที่แตกต่างกัน สามารถทำงานร่วมกันได้จากตลอดเวลาจากทุกมุมโลกของเพียงแค่คุณมีอินเทอร์เน็ต เมื่อโลกพัฒนาไปอย่างรวดเร็วปฏิเสธไม่ได้เลยว่าสิ่งเหล่านี้ทำให้ช่วยอำนวยความสะดวกของมนุษย์มากขึ้นเรื่อย ๆ เช่นเดียวกับการเรียนรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา ปัญญาประดิษฐ์ได้เข้ามาช่วยในการพัฒนาด้านจัดการเรียนการสอนในห้องเรียน ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ในโลกเสมือนจริง อย่างเช่น เกมสามมิติ คอมพิวเตอร์แอนิเมชันมาใช้ในการสร้างสภาพแวดล้อมเสมือนจริงและเครื่องมือเสมือนจริง (Visual environment and platforms) แอปพลิเคชันสแนปอัสค์ (Snapask) เป็นแอปพลิเคชันตัวต่อส่วนตัว เพื่อตรวจสอบสอนการบ้าน ช่วยตอบปัญหาและข้อสงสัยต่าง ๆ MOOC ซึ่งเป็นการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้และ คอมพิวเตอร์แบบ Machine learning จะเห็นได้ว่าเทคโนโลยีประเภทปัญญาประดิษฐ์ได้เข้ามามีบทบาททางการศึกษามากยิ่งขึ้น ครูผู้สอนจึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาตนเองให้ก้าวทันการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยี สามารถเลือกและนำเทคโนโลยีมาใช้ทั้งในด้านการงานและการจัดการเรียนการสอนได้อย่างเหมาะสม เพื่อส่งเสริมผู้เรียนให้มีความรู้และทักษะที่สอดคล้องกับความต้องการของสังคมและก้าวทันโลกในอนาคตต่อการดำรงชีวิต ก่อให้ผู้เรียนเกิดทักษะ การตัดสินใจ การคิดค้นและพัฒนาสิ่งใหม่ ๆ เป็นกำลังสำคัญของประเทศชาติต่อไป

การวิวัฒนาการอย่างรวดเร็วของเทคโนโลยีถือว่าเป็นสิ่งที่ดีและเป็นประโยชน์สำหรับมนุษย์เป็นอย่างมาก เพราะจะช่วยอำนวยความสะดวกในการทำงานและการดำรงชีวิตของมนุษย์ แต่ถ้ามองในอีกมุมหนึ่งก็ถือว่าเป็นสิ่งที่น่ากลัว หากในอนาคตปัญญาประดิษฐ์ได้เข้ามามีบทบาทในการศึกษาทดแทนอาชีพครู การศึกษาของไทยจะเป็นอย่างไร

เอกสารอ้างอิง

- Coraline. (2017). *What is disruption?* <https://bit.ly/3mDFtCr> (in Thai)
- Dungsunenarn, N. (2017, December 15). *NASA uses artificial intelligence to discover exoplanet Kepler-90i*. <https://bit.ly/3JnxwLL> (in Thai)
- Funchian, N. (2019a, February 7). *How about 4.0 era teaching?* <https://bit.ly/3qxAODe> (in Thai)
- Funchian, N. (2019b, October 8). *AI and education promotion*. <https://bit.ly/3mF7Znc> (in Thai)
- Intharawiset, T., Phulketnakhon, T., Charoensa, T., Nak-in, N., Agbi, A., & Rong, P. R. (2019). *Veridian E-Journal, Silpakorn University (Humanities, Social Sciences and Arts)*, 12(6), 478-494. (in Thai)
- Manarangsang, S. (2019, August 13). *Thai people ready to deal with 6 super divisions*. CP E-News. <https://bit.ly/3HbgNcm> (in Thai)
- Natnaree TK. (2019, January 1). *Researchers develop AI capable of diagnosing genetic diseases through facial scans*. Beartai. <https://bit.ly/3sHZxrc> (in Thai)
- Phimonsangsuraya, A. (2021, July 6). *10 Disruptive technology trends that affect lifestyle*. ThansettakijOnline. <https://bit.ly/3FAsHwa> (in Thai)
- Phiriyanthasin, R. (2019, January 4). *New AI technology will be replacing the real human being*. E-reader. <https://bit.ly/3FBnDYa> (in Thai)
- Phumphimon, W. (2018). *Knowledge of teaching and learning management*. <https://bit.ly/3mCeWFC> (in Thai)
- Rutherford, F. J., & Ahlgren, A. (1990). *Science for all Americans: Chapter 3 - The nature of technology*. <https://bit.ly/342mNWK>
- Sanchez, G. (2018, June 30). *How important is science?* ArthomeOnline. <https://bit.ly/3FDwZTq> (in Thai)
- SAS. (2020). *Artificial intelligence*. <https://bit.ly/32vidjh> (in Thai)
- Thailand Management Association. (2019, February 28). *The role of AI in resolving environmental problems and creating a sustainable future*. https://www.tma.or.th/2016/news_detail.php?id=362 (in Thai)
- Thaiprogrammer. (2018, December 15). *What is Artificial Intelligence (AI)?* <https://bit.ly/3pvXch0> (in Thai)
- Thongprong, A. (2017). Human development of education management system in Thailand. *Ph.D. in Social Sciences Journal*, 7(2), 1-16. (in Thai)

เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อพัฒนาทักษะต่าง ๆ ของผู้เรียนในโลกชีวิตวิถีใหม่

AUGMENTED REALITY TECHNOLOGY TO IMPROVE LEARNERS' SKILLS IN THE
NEW NORMAL

อรวี ขุมมิน*, นฤมล ศิริวงษ์ และนิพาดา ไตรรัตน์

Orravee Khummin*, Naruemon Sirawong and Nipada Trirat

Received: December 29, 2021

Revised: January 20, 2022

Accepted: April 20, 2022

ABSTRACT

Augmented reality or often called for short that AR is technology that exhibits a virtual image in the real world. Currently, this technology has been widely applied to the education domain and responded to the development of essential skills to survive in the twenty-first century. AR is used to promote self-learning according to the constructivist theory, which believes that learning is a process arising within the learner. Furthermore, the COVID-19 pandemic has conducted to the new way of life, which is called the “new normal”, in which people avoid seeing each other, as well as minimize congestion at all places and contact. For this reason, teaching and learning have been adapted to online learning; the learning is carried out in front of an electronic device's screen and emphasizes lectures. Consequently, the learner is bored and lacks concentration. Moreover, online learning class has a negative impact on the learner's understanding, due to some lessons or activities require equipment or a supportive model to promote more substantial understanding. Therefore, AR is an alternative to resolve this problem. The adaptation of AR to active learning would thus create a positive learning environment, as the learner could see the materials as if they were viewing the actual materials and equipment. This article would explain the principle of AR, components of AR, benefits and limitations of AR, the application of AR to the learner's skills development in terms of language, analytical thinking, visual, and spatial, and the adaptation of AR to the new normal learning.

Keywords: Augmented reality technology; AR; Skills development of learners; New normal

*Corresponding author E-mail: Orraveet@gmail.com

ภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ กรุงเทพมหานคร 10110
Department of Education Technology, Faculty of Education, Srinakharinwirot University,
Bangkok 10110 Thailand

บทคัดย่อ

เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม หรือที่เรียกว่า AR เป็นเทคโนโลยีที่แสดงภาพเสมือนไว้บนโลกความเป็นจริงซึ่งในปัจจุบันเทคโนโลยีนี้ถูกนำมาประยุกต์ใช้ในการศึกษาอย่างหลากหลายเพื่อสอดคล้องต่อการพัฒนาทักษะที่จำเป็นเพื่อดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21 และเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ด้วยตนเองตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ที่เชื่อว่าการเรียนรู้เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นภายในตัวผู้เรียน อีกทั้งในสถานการณ์ปัจจุบันที่เกิดการระบาดของโรคโควิด-19 ทำให้เกิดวิถีชีวิตแบบใหม่ หรือที่เรียกกันว่าวิถีชีวิตใหม่ ผู้คนต้องเลี่ยงการออกมาพบปะซึ่งกันและกัน ลดความแออัดในสถานที่ต่าง ๆ ลดการสัมผัส ซึ่งการเรียนการสอนก็ถูกปรับให้เป็นออนไลน์ทั้งหมด โดยเป็นการเรียนผ่านหน้าจอของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่เน้นการบรรยายเป็นหลัก ส่งผลให้ผู้เรียนเกิดความเบื่อหน่ายและขาดสมาธิได้ง่าย นอกจากนั้นการเรียนในรูปแบบออนไลน์ยังส่งผลทางลบต่อความเข้าใจของผู้เรียน เนื่องจากบางบทเรียนหรือบางกิจกรรมจำเป็นจะต้องใช้อุปกรณ์หรือโมเดลเสริมเพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจอย่างเป็นรูปธรรม ดังนั้นเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมจึงเป็นหนึ่งในตัวช่วยที่จะแก้ปัญหาเหล่านี้ จากการนำเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมมาประยุกต์ใช้ในการสอนแบบ Active learning ช่วยสร้างบรรยากาศการเรียนให้ผู้เรียนได้เห็นรูปแบบของอุปกรณ์หรือสิ่งของเสมือนว่าได้เห็นอุปกรณ์หรือสิ่งของจริง โดยในบทความนี้จะกล่าวถึงหลักการทำงานของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม องค์ประกอบของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ข้อดีและข้อจำกัดของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม การนำเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมไปใช้ในการพัฒนาทักษะด้านต่าง ๆ ของผู้เรียน ไม่ว่าจะเป็นด้านภาษา ด้านการคิดวิเคราะห์ และด้านมิติสัมพันธ์ รวมไปถึงการประยุกต์ความเป็นจริงเสริมกับการเรียนการสอนในวิถีชีวิตใหม่

คำสำคัญ: เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม; AR; การพัฒนาทักษะของผู้เรียน; วิถีชีวิตใหม่

1. บทนำ

เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม หรือที่เรียกว่า AR เป็นหนึ่งในเทคโนโลยีที่นิยมนำมาประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอน เนื่องจากการใช้สื่อประกอบการเรียนการสอนได้ถูกพัฒนาปรับเปลี่ยนมาเรื่อย ๆ ตามการพัฒนาของเทคโนโลยี โดยในสังคมปัจจุบันเทคโนโลยีเข้ามามีบทบาทกับชีวิตประจำวันเป็นอย่างมาก และการพัฒนาของเทคโนโลยีเป็นไปอย่างรวดเร็ว ทำให้ทักษะด้านการเรียนรู้และนวัตกรรม ทักษะสารสนเทศ สื่อและเทคโนโลยี ถือได้ว่าเป็นทักษะที่สำคัญในการดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21 ดังนั้นเพื่อตอบสนองต่อการพัฒนาทักษะดังกล่าว การจัดการเรียนรู้ในปัจจุบันจึงมีการนำเทคโนโลยีเข้ามาประยุกต์ใช้มากยิ่งขึ้น ซึ่งเทคโนโลยีนี้เป็นเทคโนโลยีที่ทำการแสดงภาพเสมือน 3 มิติที่ถูกสร้างขึ้นด้วยคอมพิวเตอร์มาวางซ้อนทับกับโลกความเป็นจริงและด้วยคุณลักษณะที่สำคัญของเทคโนโลยีความจริงเสริม คือการผสมผสานระหว่างโลกความจริงเข้ากับโลกเสมือนโดยการซ้อนภาพในโลกเสมือนไว้บนภาพในโลกความจริง (Lertbumroongchai, 2013, Online) ซึ่งผู้ใช้จะมองเห็นภาพเสมือนที่สร้างขึ้นผ่านอุปกรณ์จำพวกจอภาพสวมศีรษะ (Head-mounted display) หรือ สมาร์ทโฟน อย่างทันทีทันใด (Akkahad, 2020, pp. 239-252) เมื่อนำมาประยุกต์ใช้กับการเรียนการสอนจึงสร้างความน่าสนใจและแรงจูงใจในการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียน ซึ่งจะช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความอยากรู้ อีกทั้งเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมยังช่วยแก้ปัญหาในข้อจำกัดด้านจินตนาการภาพและการมองภาพของผู้เรียน ทำให้เกิดการเรียนรู้ให้เข้าใจได้โดยง่าย (Suradsrong & Kijkuakul, 2021, pp. 46-57) นอกจากนี้การสร้างสิ่งแวดล้อมจำลองและประสบการณ์ผ่านการใช้นี้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมยังช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ด้วยตนเองตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivism) ที่เชื่อว่าการเรียนรู้เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นภายในตัวผู้เรียน โดยผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้จากความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่พบเห็นในสิ่งแวดล้อมกับความรู้ความเข้าใจเดิมที่มีมาก่อน (Chaijaroen, 2014, pp. 375-377)

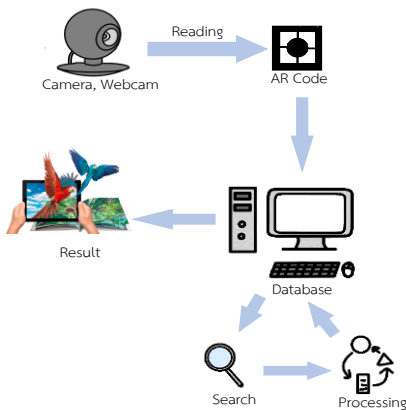
ในช่วงก่อนปี 2563 ซึ่งเป็นช่วงก่อนที่เกิดสถานการณ์โรคระบาดได้มีการนำเทคโนโลยีความเป็นจริงมาใช้ในการวิจัยอย่างหลากหลายเพื่อพัฒนาทักษะ ความสามารถ และประสิทธิภาพทางการเรียนรู้ โดยมักใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเป็นตัวช่วยสำหรับการเรียนการสอนในชั้นเรียนสลับกับการใช้อุปกรณ์หรือวัสดุจริง ซึ่งจากการศึกษาผลของการนำเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมไปใช้นั้นทำให้ทราบว่าเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมช่วยกระตุ้นความสนใจ หรือแรงจูงใจของผู้เรียน อีกทั้งยังช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียน เนื่องจากผู้เรียนสามารถเห็นภาพประกอบบทเรียนได้อย่างเป็นรูปธรรมทำให้เกิดความเข้าใจได้มากขึ้น และสามารถต่อยอดความรู้ต่อไปเรื่อย ๆ ได้โดยง่าย

ต่อมาได้เกิดสถานการณ์โรคระบาดทำให้ไม่สามารถจัดการเรียนแบบออนไลน์ได้ จึงมีความจำเป็นต้องมีการเปลี่ยนรูปแบบของการจัดการเรียนการสอนเป็นแบบออนไลน์ทั้งหมดเพื่อลดความเสี่ยงต่อการติดเชื้อโรคระบาดนี้ ส่งผลให้ผู้เรียนไม่สามารถเข้าถึงสื่อที่เป็นวัสดุหรืออุปกรณ์จริงได้ รวมถึงการเดินทางเพื่อไปศึกษาสถานศึกษาที่ทำได้ยากเช่นกัน นอกจากนี้การจัดการเรียนการสอนในรูปแบบออนไลน์นั้นยังทำให้ผู้เรียนเกิดความเบื่อหน่ายได้ง่ายจากการที่จะต้องนั่งเรียนหน้าคอมพิวเตอร์ตลอดเวลา ซึ่งจากการวิจัยต่าง ๆ ที่ผ่านมามีได้แสดงให้เห็นว่าเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพิ่มความน่าสนใจให้บทเรียนได้ และยังช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของการเรียนรู้ เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมจึงเป็นเทคโนโลยีที่น่าสนใจสำหรับการนำมาใช้สำหรับจัดการเรียนการสอนในรูปแบบออนไลน์

ดังนั้น เพื่อให้การเรียนการสอนด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมมีประสิทธิภาพสูงสุด ผู้ออกแบบการจัดการเรียนการสอนจึงควรศึกษารายละเอียดของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม รวมถึงรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเทคโนโลยี โดยในบทความวิชาการนี้มีจุดประสงค์เพื่ออธิบายถึงคุณลักษณะ ข้อดีและข้อจำกัดของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม รวมไปถึงรูปแบบ

แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคโนโลยีนี้

หลักการทำงานของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม



รูปที่ 1 หลักการทำงานของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (Svityk, 2016, Online)

ในขั้นต้นจะต้องกำหนดมาร์คเกอร์สำหรับการแสดงผลของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมก่อน จากนั้นใช้กล้องสแกนที่ AR Code ที่สร้างไว้ ตัวกล้องจะทำการอ่านข้อมูลจากโค้ดและส่งไปยังฐานข้อมูล เพื่อค้นหา ประมวลผล และระบุดิจิทัลที่สัมพันธ์กับมาร์คเกอร์ แสดงผลวัตถุดิจิทัลบนมาร์คเกอร์ในสภาพแวดล้อมจริง แนวคิดหลักของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมคือการพัฒนาเทคโนโลยีที่ผสานเอาโลกแห่งความเป็นจริงและความเสมือนจริงเข้าด้วยกันผ่านซอฟต์แวร์และอุปกรณ์เชื่อมต่อต่าง ๆ ซึ่งภาพเสมือนจริงนั้นจะแสดงผลผ่านอุปกรณ์แสดงผลต่าง ๆ โดยภาพเสมือนจริงที่ปรากฏขึ้นจะมีปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้ได้ทันทีทั้งในลักษณะที่เป็นภาพนิ่งสามมิติภาพเคลื่อนไหว หรืออาจจะเป็นสื่อที่มีเสียงประกอบ โดยกระบวนการภายในของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ประกอบด้วย 3 กระบวนการ (Tansiri, 2010, pp. 169-175) ได้แก่

- (1) การวิเคราะห์ภาพ (Image analysis) เป็นขั้นตอนการค้นหามาร์คเกอร์จากภาพที่ได้จากกล้องแล้วสืบค้นจากฐานข้อมูล (Marker Database) ที่มีการเก็บข้อมูลขนาดและรูปแบบของมาร์คเกอร์เพื่อนำมาวิเคราะห์รูปแบบของมาร์คเกอร์
- (2) การคำนวณค่าตำแหน่งเชิง 3 มิติ (Pose estimation) ของมาร์คเกอร์ เทียบกับกล้องที่ได้
- (3) กระบวนการสร้างภาพสองมิติจากโมเดลสามมิติ (3D rendering) เป็นการเพิ่มข้อมูลเข้าไปในภาพ โดยใช้ค่าตำแหน่งเชิง 3 มิติที่คำนวณได้จนได้ภาพเสมือนจริง

องค์ประกอบของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม



รูปที่ 2 มาร์คเกอร์ หรือ เซนเซอร์
ที่มา: Fabbri et al. (2019, p. 478)

จากหลักการทำงานของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม โดยสรุปแล้วจะเห็นว่าองค์ประกอบหลักที่สำคัญของระบบเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม มีดังนี้

1. มาร์คเกอร์ หรือ เซนเซอร์ เป็นเครื่องหมายหรือสัญลักษณ์ที่กำหนดไว้ เป็นตัวเปรียบเทียบกับฐานข้อมูล โดยมาร์คเกอร์อาจเป็นรูปภาพสัญลักษณ์ หรือวัตถุซึ่งจะต้องเป็นวัตถุที่มีความคงที่ของรูปร่างและตำแหน่ง
2. กล้อง ซึ่งจะใช้เป็นตัวจับเซ็นเซอร์ เพื่อทำการวิเคราะห์
3. ซอฟต์แวร์หรือระบบประมวลผล เพื่อสร้างภาพ
4. จอแสดงผล อาจเป็นจอคอมพิวเตอร์ จอโทรศัพท์ หรือจอแสดงผลอื่น ๆ ที่เชื่อมเข้ากับระบบประมวลผลได้

ข้อดีและข้อจำกัดของเทคโนโลยีความจริงเสริม

ข้อดีของเทคโนโลยีความจริงเสริม (Puangpaka & Wongboonmak, 2017, pp. 1-13; Sornjapo et al., 2021, pp. 204-209; Thongboonma, 2021, pp. 102-118; Thornton & Lammi, 2021, pp. 38-55) คือ

1. สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในหลาย ๆ ด้าน ไม่ว่าจะเป็นด้านการศึกษา ด้านการโฆษณา ด้านการบริการ และอื่น ๆ
2. สร้างความน่าสนใจของสื่อ นั้น จากการสร้างภาพเสมือนขึ้นซึ่งจะทำให้ผู้ใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมได้สัมผัสถึงประสบการณ์ด้วยตนเอง
3. ช่วยให้เห็นรายละเอียดของสิ่งที่ต้องการจะสื่อ เนื่องจากในบางครั้งสื่อที่เป็นวัตถุ อุปกรณ์จริงไม่สามารถที่จะใช้แสดงให้เห็นถึงรายละเอียดภายในได้ เช่น การจำลองโครงสร้างของสารเคมีในวิชาวิทยาศาสตร์ หรือบางครั้งไม่สามารถที่จะนำสื่อที่เป็นอุปกรณ์จริงมาให้ผู้เรียนสัมผัสจริงได้

ข้อจำกัดของเทคโนโลยีความจริงเสริม (Thongboonma, 2021, pp. 102-118) คือ

1. ไม่เหมาะสำหรับกลุ่มคนที่ไม่เชี่ยวชาญในเทคโนโลยี
2. ราคาโดยรวมค่อนข้างสูง



รูปที่ 3 การใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม

ในการฝึกทักษะด้านภาษา ที่มา: True (2020, Online)

การนำเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมมาใช้ในการพัฒนาทักษะด้านต่าง ๆ ของผู้เรียน

จากข้อดีของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมที่ช่วยในเรื่องของการเพิ่มความน่าสนใจและการแสดงรายละเอียดให้มีความชัดเจนยิ่งขึ้น จึงได้มีการใช้นำเทคโนโลยีความจริงเสริมนี้มาใช้ในการเรียนการสอน เพื่อพัฒนาทักษะของผู้เรียนในด้านต่าง ๆ ดังนี้

ทักษะด้านภาษา ได้มีการนำเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมมาใช้เป็นส่วนหนึ่งในการพัฒนาทักษะทางด้านภาษาของผู้เรียนในแงุ่มที่ หลากหลาย เช่น ในด้านการอ่าน การออกเสียงคำ รวมถึงการเรียนรู้ ความหมายของคำ โดยมักใช้เทคโนโลยีนี้เป็นสื่อประกอบการสอนเพื่อ

แสดงภาพประกอบในการให้ความหมาย หรือ การแสดงรูปแบบการออกเสียงของคำ เนื่องจากการแสดงผลที่หลากหลายรูปแบบของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เช่น การแสดงผลในรูปแบบของเสียง รวมทั้งการนำเทคโนโลยีอื่น ๆ มาใช้ร่วมกัน ช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ด้านทักษะภาษาได้ในหลายรูปแบบ อย่างเช่นในงานวิจัยของ Meksamoot et al. (2020, pp. 550-564) ได้ศึกษา เรื่อง การพัฒนาความสามารถการอ่านคำควบกล้ำ โดยใช้หนังสือส่งเสริมการอ่านร่วมกับเทคโนโลยีสแกนความจริงที่ใช้กิจกรรมการเรียนรู้เทคนิคเกมมิฟิเคชัน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 อีกทั้งผลการวิจัยของ Limpinan (2020, pp. 7-16) เรื่อง เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ส่งเสริมความคงทนในการจำคำศัพท์ภาษาอังกฤษพบว่า การนำเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมมาใช้ประกอบการพัฒนาทักษะนั้น ช่วยให้ผู้เรียนมีความคงทนต่อการจำ

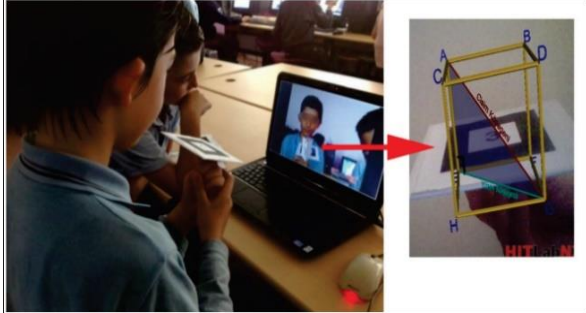


รูปที่ 4 การใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมในการสร้าง

สถานการณ์จำลอง ที่มา: Wa-Japan (2020, Online)

ทักษะการคิด ได้มีการนำเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมมาช่วยในการพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียน โดยมักจะสร้างเทคโนโลยีความจริงเสริมนี้เป็นสถานการณ์ในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อให้ผู้เรียนเลือกที่จะแก้ไขปัญหาที่นั้น ๆ รวมถึงการให้ข้อมูลย้อนกลับ เพื่อให้ผู้ทราบถึงผลที่อาจตามมาจากสถานการณ์จำลองดังกล่าว อย่างเช่นในงานวิจัยของ Yoikaew and Rampai (2021, pp.53-62) ได้ศึกษาเรื่อง การพัฒนาสื่อแอปพลิเคชันความจริงเสริม ร่วมกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้คำถามตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เพื่อเสริมสร้างทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนเซนต์คาเบรียล ผลการวิจัยพบว่า การวัดทักษะ การคิดวิเคราะห์หลังเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 17.97

ซึ่งมากกว่าก่อนเรียนที่มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 8.00 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และค่าดัชนีประสิทธิผลทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่างเท่ากับ 0.82 ซึ่งแสดงว่าสื่อแอปพลิเคชันความจริงเสริมสามารถทำให้ผู้เรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนเพิ่มขึ้น นอกจากนี้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมยังช่วยส่งเสริมทักษะการคิดอย่างสร้างสรรค์ โดยที่ผู้เรียนสามารถเติมแต่งจินตนาการของผู้เรียนให้เห็นเป็นภาพได้อย่างชัดเจน ยกตัวอย่างเช่น แอปพลิเคชัน Quiver Education ที่ให้ผู้เรียนระบายสีภาพจากนั้นเมื่อใช้กล้องส่องไปที่ภาพนั้นจะเห็นเป็นลักษณะ 3 มิติ ซึ่งช่วยให้ผู้เรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ได้



รูปที่ 5 การใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมในการพัฒนาทักษะด้านมิติสัมพันธ์ ที่มา: Tosik & Atasoy (2017, pp. 31-51)

ทักษะด้านมิติสัมพันธ์ คือ ความสามารถในการรับรู้ความสัมพันธ์ของตำแหน่งของสิ่งต่าง ๆ เมื่อเทียบกับจุดใดจุดหนึ่ง ซึ่งเป็นทักษะที่เกี่ยวข้องกับการมองภาพโดยตรง ดังนั้นเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมจึงมีจุดเด่นในเรื่องของการแสดงรายละเอียดแบบ 3 มิติจึงถูกนำมาใช้ในเรื่องในการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะด้านมิติสัมพันธ์ เนื่องจากเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมนำเสนอมุมมองที่ซ้อนทับข้อมูลภาพและอื่น ๆ ลงบนสภาพแวดล้อมจริงรอบตัว จึงช่วยให้ผู้เรียนสามารถที่จะเชื่อมโยง

สิ่งต่าง ๆ เข้าด้วยกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ อย่างเช่นในงานวิจัยของ Tosik and Atasoy (2017, pp. 31-51) ได้ศึกษาเรื่อง ผลของการใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมต่อทักษะด้านมิติสัมพันธ์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา ซึ่งผลการวิจัยพบว่า คะแนนความสามารถด้านมิติสัมพันธ์โดยเฉลี่ยก่อนและหลังการทดสอบมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญสำหรับนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม แสดงว่าทั้งการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม และการใช้วัตถุจริง 3 มิติในสภาพแวดล้อมทางการศึกษาส่งผลต่อความสามารถเชิงพื้นที่ของนักเรียน แต่คะแนนโดยเฉลี่ยของกลุ่มทดลองเพิ่มขึ้นมากกว่ากลุ่มควบคุมจึงแสดงให้เห็นว่าการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมช่วยเพิ่มประสิทธิภาพทางการเรียนได้ดีกว่าการใช้วัตถุจริง 3 มิติเพียงอย่างเดียว

ความเป็นจริงเสริมกับการเรียนการสอนในชีวิตวิถีใหม่

ในช่วงปลายปี 2563 ทั่วโลกได้พบการระบาดครั้งใหม่จากโรคโควิด-19 ซึ่งเกิดจากไวรัสโคโรนาสายพันธุ์ใหม่ที่เกิดอาการป่วยตั้งแต่โรคไข้หวัดธรรมดาไปจนถึงโรคที่มีความรุนแรงซึ่งเกี่ยวกับระบบทางเดินหายใจ และสามารถแพร่เชื้อจากคนสู่คนโดยสารคัดหลั่ง (Department of Health, 2020, p. 1) ทำให้ทั่วโลกต้องปรับเปลี่ยนรูปแบบวิถีชีวิต หรือที่เรียกกันว่าชีวิตวิถีใหม่ (New normal) ทุกคนต้องหันมาทำทุกอย่างที่บ้านเพื่อลดการพบปะกับผู้คน ทำให้การเรียนการสอนในหลายประเทศต้องปรับเปลี่ยนรูปแบบโดยการนำสื่อสังคมออนไลน์เข้ามาประยุกต์ใช้เพื่อลดความแออัดในสถานศึกษาและป้องกันการแพร่กระจายของเชื้อไวรัส ดังนั้นกระบวนการเรียนรู้จึงถูกปรับให้เป็นการเรียนรู้แบบออนไลน์ (Online learning) ซึ่งในการเรียนรู้นี้ผู้เรียนจะทำได้เพียงแค่เรียนรู้ผ่านจอของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ซึ่งเป็นรูปแบบที่เน้นการสอนแบบบรรยาย และเนื่องจากไม่สามารถจัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้เทคโนโลยีต่าง ๆ จึงถูกนำมาประยุกต์ใช้เพื่อช่วยในการจัดกระบวนการเรียนรู้ ซึ่งการนำเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมมาใช้เพื่อตอบสนองต่อพฤติกรรมที่เปลี่ยนแปลงไปของมนุษย์ในรูปแบบของการลดการสัมผัส เพื่อลดความเสี่ยงจากโรคระบาด สื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมจึงควรเข้ามามีบทบาทเพื่อสร้างเสริมประสบการณ์จริงให้กับผู้เรียน เช่นการเดินทางไปทัศนศึกษาในสถานที่ต่าง ๆ เป็นต้น อีกทั้งการนำเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมมาประยุกต์ใช้ในการสอนแบบ Active learning ช่วยสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้เห็นรูปแบบของอุปกรณ์หรือสิ่งของเสมือนว่าได้เห็นอุปกรณ์หรือสิ่งของจริง

จากบทความของ Gaol and Prasolova-Førland (2022, pp. 611-623) ได้รวบรวมผลการวิจัยจากการนำเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมไปประยุกต์ใช้กับการศึกษาในผู้เรียนตั้งแต่ระดับชั้นประถมไปจนถึงระดับมหาวิทยาลัยซึ่งเป็นนักศึกษาในสาขาที่ต่างกัน ไม่ว่าจะเป็นสถาปัตยกรรม วิศวกรรม บัญชี คอมพิวเตอร์ เป็นต้น จากผลงานวิจัยส่วนใหญ่ชี้ให้เห็นว่าเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมช่วยให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมและสร้างความน่าสนใจในกระบวนการเรียนรู้ อีกทั้งในงานวิจัยของ Eldokhny and Drwish (2021, pp. 199-218) ที่ได้มีการนำเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมไปใช้กับการเรียนทางไกลแบบออนไลน์ (Online distance learning) ในช่วงระหว่างสถานการณ์โรคระบาดยังพบว่าเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมส่งผลในทิศทางที่ดีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของ

ผู้เรียน แสดงให้เห็นว่าเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเป็นหนึ่งในตัวช่วยที่ดีสำหรับการเรียนรู้แบบออนไลน์ที่จะช่วยส่งเสริมประสิทธิภาพของกระบวนการเรียนรู้ให้เป็นไปในทิศทางที่ดีขึ้น

ถึงแม้ว่าในปัจจุบันการใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมกับการศึกษาในประเทศไทยค่อนข้างที่จะน้อย อาจเนื่องจากการจะใช้เทคโนโลยีนี้ต้องมีอุปกรณ์ที่สามารถเข้าถึงได้ รวมถึงอินเทอร์เน็ตที่ต้องมีความเสถียร ส่งผลให้การเตรียมอุปกรณ์ให้ผู้เรียนยังทำได้ไม่มากนัก แต่การแข่งขันกันในด้านของการพัฒนาเทคโนโลยีในอนาคตอาจทำให้การเข้าถึงเทคโนโลยีนี้มีหลายทางมากขึ้น รวมถึงราคาของอุปกรณ์ต่าง ๆ ก็อาจถูกลง และการพัฒนาในด้านระบบเครือข่ายของไทยอย่างเช่น การรองรับเทคโนโลยี 5G ก็อาจส่งผลให้การเข้าถึงเทคโนโลยีนี้มีความเสถียรและทั่วถึงได้มากกว่า นอกจากนี้ในปัจจุบันยังได้มีการพยายามที่จะนำเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมและเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน (Virtual reality) รวมเข้าด้วยกันเป็นเทคโนโลยีใหม่ที่เรียกว่าจักรวาลนิมิต (Metaverse) ซึ่งจะเป็นการสร้างสภาพแวดล้อมของโลกแห่งความจริงและเทคโนโลยีเข้าด้วยกันจนกลายเป็น “ชุมชนเสมือนจริง” (Rakkanjanun, 2021, Online) โดยใช้วาตาร์แทนตัวเราในโลกเสมือนจริงนี้ ประจวบกับชีวิตวิถีใหม่ที่ไม่สามารถออกไปพบปะซึ่งกันได้เทคโนโลยีเหล่านี้จึงน่าจะช่วยลดช่องว่างในการศึกษาได้เป็นอย่างดี

สรุป

เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม หรือ AR เป็นเทคโนโลยีที่มีคุณลักษณะที่สำคัญคือการสร้างภาพของโลกเสมือนซ้อนไว้บนโลกจริง ซึ่งช่วยให้สื่ออื่น ๆ มีความน่าสนใจ อีกทั้งยังช่วยแสดงรายละเอียดของสิ่งที่ต้องการสื่อได้โดยไม่ต้องใช้ของจริง รวมถึงแสดงผลได้อย่างหลากหลาย เมื่อนำมาใช้ในการเรียนการสอนจึงทำให้ผู้เรียนเกิดความสนใจและเข้าถึงสื่อได้โดยง่ายส่งผลให้ประสิทธิภาพในการเรียนรู้เป็นไปในทิศทางที่ดีขึ้น ประจวบกับสถานการณ์โรคระบาดในปัจจุบันที่ทำให้รูปแบบการเรียนการสอนทั่วโลกต้องเปลี่ยนไป เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมจึงเป็นหนึ่งในตัวช่วยที่สำคัญที่ช่วยให้ผู้เรียนสามารถเข้าถึงสื่อได้ในรูปแบบของการเรียนแบบออนไลน์

เอกสารอ้างอิง

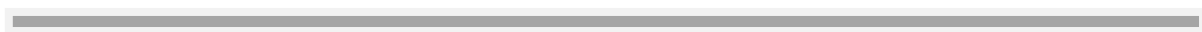
- Akkahad, D. (2020). Using of virtual technology for teaching and learning Management in Thailand 4.0. era. *Journal of Educational Studies*, 14(1), 239-252. (in Thai)
- Chaijaroen, S. (2014). *Instructional design : Principles and theories to practices*. Khonkaen: Anna Offset (in Thai)
- Department of Health. (2020). *A practical guide for educational institutions to prevent the spread of COVID-19*. Q Advertising. (in Thai)
- Eldokhny, A., & Drwish, A. (2021). Effectiveness of Augmented Reality in online distance learning at the time of the COVID-19 pandemic. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (IJET)*, 16(9), 199-218.
- Fabbri, A., Ramos, C., Haeuney, M. & Zavoleas, Y. (2019). PUTTING THE AR IN (AR)CHITECTURE: Integrating voice recognition and gesture control for Augmented Reality interaction to enhance design practice. *Intelligent & Informed, Proceedings of the 24th International Conference of the Association for Computer-Aided Architectural Design Research in Asia (CAADRIA) 2019*. (pp.475-484). ResearchGate.
- Gaol, F., & Prasolova-Førland, E. (2022). Special section editorial: The frontiers of augmented and mixed reality in all levels of education. *Education and Information Technologies*, (27), 611-623.
- Lertbumroongchai, K. (2013). *The construction of Augmented Reality media by Unity + Vuforia*. <http://www.oic.go.th/FILEWEB/CABINFOCENTER15/DRAWER051/GENERAL/DATA0000/00000104.PDF> (in Thai)
- Limpinan, P. (2020). Using Augmented Reality (AR) for encouraging the retention of learning English Vocabulary. *Journal of Innovative Technology Management Rajabhat Maha Sarakham University*, 4(2), 7-16. (in Thai)

- Meksamoot, A., Boonlue, S., & Tansatien, K. (2020). The development of the ability in Thai Diphthong Reading by The reading book which using Augmented Reality technology with gamifications technique for grade 3 students. *Veridian E-Journal, Silpakorn University*, 10(1), 550-564. (in Thai)
- Puangpaka, A., & Wongboonmak, S. (2560). Augmented Reality (AR) in the Library. *Phikul Journal*, 15(1), 1-13. (in Thai)
- Rakkanjanun, C. (2021). *Metaverse, the next generation of the Internet closer than we thought*. <https://www.finnomena.com/mr-messenger/metaverse-next-gen-internet/> (in Thai)
- Sornjapo, N., Boonyor, S., & Kulsrianantachai, I. (2021). E-Learning of industrial machine foundation learning using Augmented Reality Technology. In S. Prakancharoen & A. Sawatnatee (Eds.), *The CRU-National Conference on Science and Technology : NCST 4th 2021* (pp. 204-209). Chandrakasem Rajabhat University. (in Thai)
- Suradsrong, K., & Kijkuakul, S. (2021). Model-based learning approach integrated with enhancing grade 10 students' model-Building skill and scientific conceptions in solution topic. *Journal of Education Naresuan University*, 23(4), 46-57. (in Thai)
- Svityk, T. (2016). *Augmented reality books and their use in real life*. <https://letzgro.net/augmented-reality-books-use-in-real-life/>
- Tansiri, P. (2010). Augmented Reality. *Executive journal*, 30(2), 169-175. (in Thai)
- Thongboonma, K. (2021). The application of Augmented Reality in experiential marketing. *Siam Communication Review*, 20(1), 102-118. (in Thai)
- Thornton, T., & Lammi, M. (2021). An exploration of Augmented Reality in an introductory engineering graphics course. *Journal of Technology Education*, 32(2), 38-55.
- Tosik, E., & Atasoy, B. (2017). The Effects of Augmented Reality on elementary school students' spatial ability and academic achievement. *Eğitim ve Bilim*, 42(191), 31-51.
- True. (2020). *The genius of the world of fairy tales in the 5G e It's true with True 5G. Download the app Bookful powered by True VBOOK. Open the world of learning English with the most fun through 3D AR virtual reality technology. Simple, uncomplicated, lively, satisfying children 2 year up*. <https://www.wearecp.com/true-24112020/> (in Thai)
- Wa-Japan. (2020). *one step further Japanese schools use AR technology to help learn about disasters*. <https://www.marumura.com/japan-ar-disaster/>. (in Thai)
- Yoikaew, N., & Rampai, N. (2021). Development of Augmented Reality application by using the questioning method based on constructivism theory to enhance analytical skills of Second grade at St. Gabriel's College. *Journal of Mass Communication Technology*. 6(1), 53-62. (in Thai)



วารสารศาสตร์อุตสาหกรรม
Journal of Industrial Education

บทความวิจัย



กิจกรรมการเรียนการสอน เรื่อง ลิมิตและความต่อเนื่องของฟังก์ชัน โดยใช้เครื่องคำนวณ
เชิงกราฟ สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี

INSTRUCTIONAL ACTIVITY ON LIMITS AND CONTINUITY OF A FUNCTION BY
USING A GRAPHING CALCULATOR FOR UNDERGRADUATES

เคมีจิรา เตียงอยู่^{1*}, กฤติธี อนันต์², ปิยดา โพธิ์ศรี³, สุดาภรณ์ ภูแพร์⁴ และนภลัย เหล่ามะลอ⁵
Khemjira Tiengyoo^{1*}, Krittitee Anan², Piyada Phosri³, Sudaporn Poopra⁴ and Napalai Laomalaw⁵

Received: October 15, 2021

Revised: October 29, 2021

Accepted: December 29, 2021

ABSTRACT

The researchers had constructed the instructional activity on limits and continuity of a function by using a graphing calculator to enhance understanding levels of mathematical conceptual on limits and continuity of a function based on APOS theory and students' satisfaction after used our constructed activity. Students would understand the concept of convergence of a function by observed left and right limit of a function conducted by a graphing calculator. The study was conducted during the first semester of the 2021 academic year with undergraduates of the Department of Logistics Management, Thepsatri Rajabhat University. The experiment group with 60 students was using the cluster random sampling approach. The researchers taught the group for three periods of 180 minutes each. Final achievement on limits and continuity of a function test were used to assess the undergraduates' performance. Moreover, the selected sample was given a questionnaire to measure his/her satisfaction toward instructional activity. The results of the study were as follows: 1) The effectiveness of the instructional activity on the limits and continuity of a function by using a graphing calculator for undergraduates were 87.28/82.66, which is higher than the criteria of 80/80. 2) Limits and continuity of a function showed that the mean score of the action level was 16.45, the process level was 11.02, and the object level was 9.11, where the total marks are 20, 15, and 15, respectively. 3) The satisfaction toward the instructional activity on limits and continuity of a function by using a graphing calculator achieved a high score.

Keywords: Limits and continuity of a function; APOS theory; Graphing calculator

*Corresponding Author E-mail: khemjira.ty@gmail.com

^{1,3,4,5} ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี จ.ลพบุรี 15000

Department of Mathematics, Faculty of Science and Technology, Thepsatri Rajabhat University,
Lopburi 15000 Thailand

²ภาควิชาคณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร 10330

Mathematics and Computer Science, Faculty of Science, Chulalongkorn University,
Bangkok 10330 Thailand

บทคัดย่อ

คณะผู้วิจัยได้พัฒนากิจกรรมการเรียนการสอน เรื่อง ลิ้มิตและความต่อเนื่องของฟังก์ชัน โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ เพื่อเสริมสร้างระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ลิ้มิตและความต่อเนื่องของฟังก์ชัน ตามกรอบทฤษฎี APOS และสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อกิจกรรมการเรียนการสอนที่คณะผู้วิจัยพัฒนาขึ้น โดยนักศึกษาเกิดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์เกี่ยวกับการเข้าสู่ของฟังก์ชันผ่านการสังเกตการเข้าสู่ลิ้มิตทางซ้ายและลิ้มิตทางขวาของฟังก์ชันโดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ ซึ่งมีกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 3 สาขาการจัดการโลจิสติกส์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564 ซึ่งมีนักศึกษาจำนวน 60 คน นักศึกษาเหล่านี้ได้จากการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster random sampling) ดำเนินการสอนนักศึกษาในกลุ่มตัวอย่างโดยใช้กิจกรรมการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จำนวน 3 คาบ คาบละ 180 นาที รวม 540 นาที และประเมินผลการเรียนรู้จากคะแนนแบบทดสอบวัดระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ลิ้มิตและความต่อเนื่องของฟังก์ชัน และสอบถามความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อกิจกรรมการเรียนการสอน ผลการวิจัยพบว่า 1) กิจกรรมการเรียนการสอน เรื่อง ลิ้มิตและความต่อเนื่องของฟังก์ชัน โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มีประสิทธิภาพเท่ากับ 87.28/82.66 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 2) นักศึกษาที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีคะแนนเฉลี่ยระดับการกระทำ (A) กระบวนการ (P) และวัตถุ (O) เป็น 16.45, 11.02, 9.11 จากคะแนนเต็ม 20, 15, และ 15 คะแนน ตามลำดับ และ 3) นักศึกษากลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจต่อกิจกรรมการเรียนการสอนอยู่ในระดับมาก

คำสำคัญ: ลิ้มิตและความต่อเนื่องของฟังก์ชัน; ทฤษฎี APOS; เครื่องคำนวณเชิงกราฟ

1. บทนำ

สำนักงานคณะกรรมการอุดมศึกษาได้กำหนดแผนอุดมศึกษาระยะยาวฉบับที่ 2 (พ.ศ. 2551-2566) เกี่ยวกับการยกระดับคุณภาพอุดมศึกษาไทย เพื่อผลิตและพัฒนาบุคลากรให้มีคุณภาพ สามารถปรับตัวเข้ากับงานและสังคม มีศักยภาพในการสร้างความรู้และนวัตกรรม รวมทั้งสามารถแข่งขันในโลกยุคโลกาภิวัตน์ได้ (Office of the Higher Education Commission [OHEC], 2007, pp. 1-63) ส่งผลให้เกิดการปฏิรูปการศึกษาโดยกระทรวงศึกษาธิการออกพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 และ (ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2553 หมวด 4 มาตรา 22 ความว่า การจัดการศึกษาต้องยึดหลักผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ และถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด กระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ (OHEC, 2010, pp. 20-58) ทั้งด้านความรู้และทักษะด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี คณิตศาสตร์ ภาษา การประกอบอาชีพ และการดำรงชีวิตอย่างมีความสุข ซึ่งจะเห็นได้ว่า คณิตศาสตร์เป็นส่วนหนึ่งที่มีบทบาทสำคัญและจำเป็นต่อรากฐานการพัฒนาผู้เรียนและประเทศชาติ เนื่องจากคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่พัฒนาความคิดของมนุษย์ ทำให้มนุษย์คิดอย่างมีเหตุผล คิดอย่างมีวิจารณ์ญาณ คิดอย่างเป็นระบบ ตลอดจนสามารถพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา ตัดสินใจและวางแผนอย่างเป็นระบบได้ (Piasai, 2014, pp. 45-56) อย่างไรก็ตาม มีคนจำนวนไม่น้อยเกิดทัศนคติกับคณิตศาสตร์ว่าเป็นวิชาที่ยากซับซ้อน จึงตั้งคำถามจากรุ่นสู่รุ่น “เรียนคณิตศาสตร์ไปเพื่ออะไร” นั้นแสดงให้เห็นว่าผู้เรียนเหล่านั้นไม่สามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์มาประยุกต์ใช้ได้ แท้จริงแล้วคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือที่สำคัญต่อการศึกษาด้านต่าง ๆ เช่น ด้านฟิสิกส์เกี่ยวกับการหาอัตราการเปลี่ยนแปลงของความเร็วชั่วขณะ ณ เวลาใด ๆ ในการเคลื่อนที่ของวัตถุที่มีอัตราเร็วไม่คงที่ หรือด้านโลจิสติกส์เกี่ยวกับการสร้างฟังก์ชันรายรับ ฟังก์ชันรายจ่าย และฟังก์ชันกำไร เพื่อหาจุดคุ้มทุนในการขนส่ง ตลอดจนการนำคณิตศาสตร์ไปใช้กับศาสตร์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง

การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในระดับอุดมศึกษาพยายามผลักดันให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจมากกว่าความจำ เพื่อสามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้กับศาสตร์เฉพาะของตนเองได้ จึงกำหนดให้หลาย ๆ สาขาวิชาจำเป็นต้องเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งมีชื่อตามหลักสูตรที่มหาวิทยาลัยกำหนด คือ วิชาแคลคูลัส เป็นวิชาบังคับในหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต และหลักสูตรบริหารธุรกิจบัณฑิต สาขาการจัดการโลจิสติกส์ โดยคาดหวังว่า ภายหลังจากที่นักศึกษาได้เรียนวิชาแคลคูลัสไปแล้วจะสามารถนำความรู้เกี่ยวกับลิ้มิตและความต่อเนื่องของฟังก์ชัน การหาอนุพันธ์ของฟังก์ชันพีชคณิต และฟังก์ชันอดิศัย การประยุกต์ของอนุพันธ์ เช่น สมการของเส้นสัมผัสและเส้นตั้งฉาก อัตราสัมพัทธ์ การหาค่าสูงสุด-ต่ำสุด การสร้างฟังก์ชันรายรับ รายจ่าย และกำไร ตลอดจนการอินทิกรัลแบบไม่จำกัดเขตและจำกัดเขตไปประยุกต์ใช้ได้อย่างสมเหตุสมผลและถูกต้อง (Bachelor of Business Administration Program in Logistics Management, 2020, p. 6) จากการสัมภาษณ์อาจารย์ผู้สอนวิชาแคลคูลัสอย่างไม่เป็นทางการจำนวน 2 ท่าน และจากประสบการณ์สอนวิชาแคลคูลัสของคณะผู้วิจัยเป็นระยะเวลา 3 ปี

พบว่า หัวข้อลิมิตและความต่อเนื่องของฟังก์ชันเป็นเนื้อหาพื้นฐานสำหรับวิชาแคลคูลัส แต่นักศึกษาจำนวนไม่น้อยขาดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ เรื่อง ลิมิตและความต่อเนื่องของฟังก์ชัน ซึ่งพบสาเหตุในประเด็นต่าง ๆ ดังนี้ 1) นักศึกษามีความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ค่อนข้างอ่อน เช่น การบวก ลบ คูณ และหารจำนวนเต็มไม่คล่อง การแยกตัวประกอบพหุนามกำลังสองในรูป $ax^2 + bx + c$ โดยที่ a, b , และ c เป็นจำนวนเต็มใด ๆ และ a ไม่เป็นศูนย์ การแยกตัวประกอบพหุนามที่เป็นผลต่างกำลังสองในรูป $A^2 - B^2$ และการแยกตัวประกอบพหุนามที่เป็นผลบวกและผลต่างกำลังสามในรูป $A^3 \pm B^3$ โดยที่ A และ B เป็นพหุนามไม่ได้หรือได้ค่อนข้างช้า 2) นักศึกษาไม่สามารถดำเนินการทางคณิตศาสตร์แบบพื้นฐานได้ เนื่องจากมีความคลาดเคลื่อนในเรื่องสมบัติต่าง ๆ ของจำนวนจริงและเลขยกกำลัง ส่งผลให้เกิดข้อผิดพลาดในการหาผลลัพธ์ของเลขยกกำลัง และการแก้สมการกำลังสองตัวแปรเดียว เป็นต้น และ 3) นักศึกษาขาดประสบการณ์ฝึกทักษะการแก้ปัญหา และมีทัศนคติต่อวิชาคณิตศาสตร์อยู่ในระดับน้อย สาเหตุข้างต้นคงปฏิเสธไม่ได้ว่าความรู้เหล่านั้นเป็นพื้นฐานในระดับมัธยมศึกษาที่มีความสำคัญต่อการเรียน เรื่อง ลิมิตและความต่อเนื่องของฟังก์ชันสำหรับวิชาแคลคูลัส ดังนั้น การจัดการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับบริบทของผู้เรียนเป็นอีกหนึ่งแนวทางที่จะส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความรู้ ความเข้าใจที่มีศักยภาพได้ Robert (2002, Online) นักจิตวิทยาชาวอเมริกาได้ให้ความสำคัญกับสิ่งที่ผู้เรียนได้เรียนรู้ (What) ไม่ว่าผู้สอนจะสอนผู้เรียนอย่างไร (How) หากผู้เรียนมีความสามารถทำได้ตามวัตถุประสงค์ปลายทางที่กำหนดไว้จะถือว่าการเรียนการสอนนั้นประสบความสำเร็จ หรืออาจกล่าวอีกนัยหนึ่งได้ว่า ให้ความสำคัญกับผลลัพธ์ (Product or outcome) มากกว่ากระบวนการเรียนรู้ (Process) นั้นหมายความว่า เนื้อหาพื้นฐานมีอิทธิพลต่อการเรียนเรื่องถัดไป เช่น การที่ผู้เรียนจะเรียน เรื่อง ลิมิตและความต่อเนื่องของฟังก์ชันให้เกิดความเข้าใจได้นั้นจำเป็นต้องเกิดความเข้าใจในมโนทัศน์ เรื่อง การบวก ลบ คูณ และหารจำนวนเต็ม การแยกตัวประกอบพหุนามกำลังสองในรูป $ax^2 + bx + c$ โดยที่ a, b , และ c เป็นจำนวนเต็มใด ๆ และ a ไม่เป็นศูนย์ การแยกตัวประกอบพหุนามที่เป็นผลต่างกำลังสองในรูป $A^2 - B^2$ และการแยกตัวประกอบพหุนามที่เป็นผลบวกและผลต่างกำลังสามในรูป $A^3 \pm B^3$ โดยที่ A และ B เป็นพหุนาม รวมทั้งควรเกิดความเข้าใจเกี่ยวกับสมบัติต่าง ๆ ของจำนวนจริงและเลขยกกำลังมาก่อน ซึ่งสอดคล้องกับ Kilpatrick et al. (2001, pp. 116-118) ที่กล่าวว่าเมื่อผู้เรียนเข้าใจถึงแก่นของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์จะเป็นบุคคลที่เรียนรู้ได้เร็วจนสามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ได้ ส่วนกระทรวงศึกษาธิการและสถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้กล่าวในทำนองเดียวกันว่าควรจัดการเรียนการสอนที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนเป็นสำคัญ เข้าใจเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ไปพร้อม ๆ กับการพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ รวมทั้งใช้เทคโนโลยีประกอบการเรียนการสอน (Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology [IPST], 2008, pp. 1-4; IPST, 2016, pp. 220-266) เพื่อเสริมสร้างให้ผู้เรียนรู้ เข้าใจ และเกิดมโนภาพแต่ละมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ส่งผลให้สามารถเรียนเนื้อหาในระดับที่สูงขึ้นได้เป็นอย่างดี

ปัจจุบันเครื่องคำนวณเชิงกราฟ (Graphing calculator) เป็นเทคโนโลยีที่มีบทบาทสำหรับการเรียนการสอนในรายวิชาคณิตศาสตร์เป็นอย่างมาก นอกจากจะช่วยด้านการคำนวณ ตลอดจนสามารถหาผลลัพธ์ได้อย่างรวดเร็วแล้ว เครื่องคำนวณเชิงกราฟยังเปรียบเสมือนเป็นสื่อกลางต่อการอธิบายสิ่งที่เป็นามธรรมให้เป็นรูปธรรมได้ ส่งผลให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์มากขึ้น (Tiengyoo, 2018, pp. 29-40) ซึ่งสอดคล้องกับ Devantier (1992, pp. 55-60) ได้ศึกษาอิทธิพลของเครื่องคำนวณเชิงกราฟที่ส่งผลต่อความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ เรื่อง ฟังก์ชันและการเขียนกราฟของฟังก์ชัน พบว่า ผู้เรียนที่เรียนด้วยเครื่องคำนวณเชิงกราฟมีความเข้าใจเชิงมโนทัศน์สูงกว่าผู้เรียนที่ไม่เรียนด้วยเครื่องคำนวณเชิงกราฟ นั้นหมายความว่าเครื่องคำนวณเชิงกราฟส่งผลต่อความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ของผู้เรียน เนื่องจากเครื่องคำนวณเชิงกราฟสามารถเขียนกราฟของฟังก์ชันต่างๆ ได้ เช่น ฟังก์ชันเชิงเส้น (Linear function) ฟังก์ชันกำลังสอง (Quadratic function) ฟังก์ชันพหุนาม (Polynomial function) ฟังก์ชันตรรกยะ (Rational function) ฯลฯ เมื่อผู้เรียนกำหนดค่าของตัวแปรต้นในเครื่องคำนวณเชิงกราฟจะประมวลผลค่าของตัวแปรตามแล้วแสดงผลลัพธ์เป็นคู่อันดับ หากกำหนดค่าของตัวแปรต้นหลายค่ามากขึ้นเรื่อย ๆ เครื่องคำนวณเชิงกราฟจะแสดงคู่อันดับเหล่านั้นเรียงติดกันมากขึ้นจนกลายเป็นเส้นตรง หรือเส้นโค้งในที่สุด สำหรับส่วนนี้ผู้สอนสามารถเชื่อมโยงแนวคิดเกี่ยวกับการเขียนกราฟของฟังก์ชันให้ผู้เรียนเห็นที่มาของการเขียนกราฟของฟังก์ชันต่าง ๆ ได้อีกทั้งยังช่วยเสริมสร้างให้ผู้เรียนเกิดมโนภาพตลอดจนสามารถเขียนกราฟของฟังก์ชันด้วยตนเองได้เมื่อไม่มีเครื่องคำนวณเชิงกราฟ ส่วน Fox (1998, pp. 43-58) ได้ให้เหตุผลสนับสนุนว่า การใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟช่วยให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นต่อการเรียน สามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวน สัญลักษณ์ กราฟ และส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสารสื่อความหมาย และนำเสนอทางคณิตศาสตร์ผ่านการเขียนกราฟต่าง ๆ ได้ (Tiengyoo et al., 2018, pp. 143-150) นอกจากนี้ Surarit (2014, pp. 17-29) ได้ใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบซิปปา เรื่อง ลิมิตและความต่อเนื่องของฟังก์ชัน สำหรับนักศึกษาปริญญาตรีชั้นปีที่ 1 พบว่า นักศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับ Sotaro et al. (2020, pp. 328-335) ที่ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชาแคลคูลัส โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ พบว่า ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านเกณฑ์มากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนผู้เรียนทั้งหมด และมีความพึงพอใจต่อการใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ อยู่ในระดับมาก สำหรับการวัดและประเมินผลเป็นอีกหนึ่งเครื่องมือสำคัญที่ใช้แบ่งระดับความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียน เพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพของการเรียนการสอนว่าผู้เรียนเกิดความรู้ ความเข้าใจอยู่ในระดับใด และตรงตามตัวชี้วัดที่ผู้สอนกำหนดไว้หรือไม่ ปัจจุบันมีทฤษฎีที่ใช้แบ่งระดับความเข้าใจทางคณิตศาสตร์มีอยู่หลายทฤษฎี เช่น ทฤษฎีอนุกรมวิธานแบบโซโล ทฤษฎีพัฒนาการของความเข้าใจตามแนวคิดของไพร์-คีแรน และคาร์เพนเตอร์-ลีเออร์ แต่สำหรับการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยสนใจทฤษฎี APOS เป็นการแบ่งระดับความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ประกอบด้วย 4 ระดับ ได้แก่ 1) ระดับการกระทำ (Action) 2) ระดับกระบวนการ (Process) 3) ระดับวัตถุ (Object) และ 4) ระดับโครงสร้างทางปัญญา (Schema)

ด้วยเหตุผลข้างต้น ทำให้ผู้วิจัยสนใจสร้างกิจกรรมการเรียนการสอน เรื่อง ลิมิตและความต่อเนื่องของฟังก์ชัน โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี ให้มีประสิทธิภาพที่ระดับ 80/80 พร้อมทั้งศึกษาระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ลิมิตและความต่อเนื่องของฟังก์ชัน ตามกรอบทฤษฎี APOS และศึกษาความพึงพอใจที่มีต่อกิจกรรมการเรียนการสอน เรื่อง ลิมิตและความต่อเนื่องของฟังก์ชัน โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ

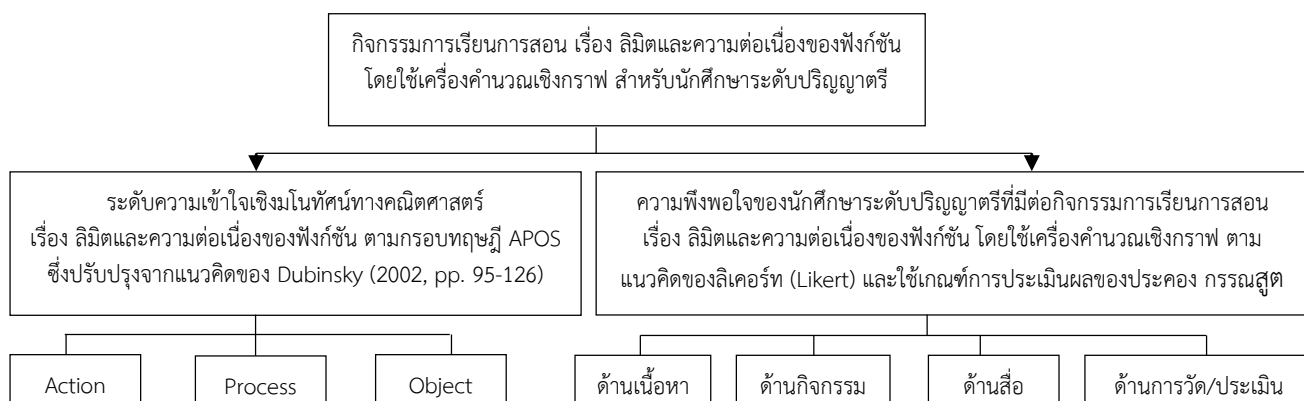
2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันมีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความสนใจศึกษาเกี่ยวกับความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ จนค้นพบทฤษฎีที่ใช้แบ่งระดับความเข้าใจทางคณิตศาสตร์อยู่หลายทฤษฎี สำหรับการวิจัยครั้งนี้คณะผู้วิจัยสนใจทฤษฎี APOS ดังที่กล่าวมาข้างต้น โดยทฤษฎี APOS เป็นการแบ่งระดับความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ที่ดูบินสกี (Dubinsky) เป็นผู้พัฒนาทฤษฎีนี้จากแนวคิดสำคัญผ่านการคิดสะท้อน (Reflective abstraction) ของเพียเจต์ พร้อมทั้งอธิบายว่า ทฤษฎี APOS ได้แบ่งระดับความเข้าใจทางคณิตศาสตร์เป็น 4 ระดับ ได้แก่ 1) ระดับการกระทำ (Action) เป็นระดับที่เกิดจากการตอบสนองต่อสิ่งเร้าภายนอกของตัวผู้เรียนเอง ผู้เรียนระดับนี้สามารถปฏิบัติตามเงื่อนไขหรือคำสั่งที่กำหนดให้ได้ 2) ระดับกระบวนการ (Process) เป็นการพัฒนาความเข้าใจจากระดับการกระทำผ่านกระบวนการภายในจิตใจ (Interiorization) ของผู้เรียนซึ่งเกิดความเข้าใจภายในใจ ตลอดจนคิดย้อนกลับและกระทำงานใด ๆ ที่ข้ามขั้นได้ 3) ระดับวัตถุ (Object) เป็นความสามารถของผู้เรียนในการเชื่อมโยงความรู้ของ 2 ขั้นก่อนหน้าเข้าด้วยกัน จนสามารถสร้างข้อความคาดการณ์หรือมโนทัศน์ใหม่ ๆ ได้ (Jamwan, 2016, Online) และ 4) ระดับโครงสร้างทางปัญญา (Schema) เป็นความสามารถสำหรับการเลือกเชื่อมโยงระดับต่าง ๆ เพื่อประยุกต์ใช้ความรู้แล้วสร้างเป็นองค์ความรู้ใหม่ในระดับที่สูงขึ้นหรือสร้างนวัตกรรมใหม่ ๆ ได้ (Dubinsky, 2002, pp. 95-123)

จากที่กล่าวมาข้างต้น คณะผู้วิจัยเล็งเห็นความสำคัญของการพัฒนาระดับความเข้าใจทางคณิตศาสตร์สำหรับผู้เรียน แต่การที่ผู้เรียนจะมีระดับความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ที่สูงได้ จำเป็นต้องอาศัยกิจกรรมการเรียนการสอนเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาระดับความเข้าใจเช่นกัน สำหรับการวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนโดยมีสมมติฐานการวิจัยว่า กิจกรรมการเรียนการสอนเรื่อง ลิมิตและความต่อเนื่องของฟังก์ชัน โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มีประสิทธิภาพเป็นไปตามเกณฑ์ 80/80

3. วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 แนวความคิดในการวิจัย



รูปที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

3.2 ขอบเขตการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 3 หมู่เรียน 62174730 สาขาการจัดการโลจิสติกส์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี ที่ลงทะเบียนรายวิชาแคลคูลัสสำหรับโลจิสติกส์ บร3008209 ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 60 คน โดยการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster random sampling)

ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรอิสระ คือ กิจกรรมการเรียนการสอน เรื่อง ลิมิตและความต่อเนื่องของฟังก์ชัน โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี

ตัวแปรตาม ได้แก่ ระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ลิมิตและความต่อเนื่องของฟังก์ชัน ตามกรอบทฤษฎี APOS และความพึงพอใจของนักศึกษาระดับปริญญาตรีที่มีต่อกิจกรรมการเรียนการสอน เรื่อง ลิมิตและความต่อเนื่องของฟังก์ชัน โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นเนื้อหา เรื่อง ลิมิตและความต่อเนื่องของฟังก์ชัน โดยจะพิจารณาเฉพาะฟังก์ชันพีชคณิต ประกอบด้วย 1) บทนิยามของลิมิต 2) ทฤษฎีบทเกี่ยวกับลิมิต 3) การหาค่าลิมิตของฟังก์ชันในรูปแบบต่าง ๆ และ 4) ความต่อเนื่องของฟังก์ชัน ที่จุด $x = a$

นิยามศัพท์เฉพาะ

1) เครื่องคำนวณเชิงกราฟ หมายถึง เครื่องคิดเลขที่นำมาใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เรื่อง ลิมิตและความต่อเนื่องของฟังก์ชัน โดยเป็นเครื่องคิดเลข รุ่น TI-Nspire CX CAS

2) แบบทดสอบระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ลิมิตและความต่อเนื่องของฟังก์ชัน หมายถึง แบบวัดระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ลิมิตและความต่อเนื่องของฟังก์ชัน ตามกรอบทฤษฎี APOS แบ่งเป็นข้อสอบระดับ A, P, และ O จำนวน 3, 3, และ 2 ข้อ ตามลำดับ ซึ่งข้อสอบมีลักษณะเป็นแบบอัตนัยจำนวน 8 ข้อ

3) ระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ลิมิตและความต่อเนื่องของฟังก์ชัน หมายถึง ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ แบ่งเป็น 3 ระดับ ตามกรอบทฤษฎี APOS ที่ปรับปรุงจากแนวคิดของคูบินสกี ได้แก่

ระดับการกระทำ (Action: A) นักศึกษาสามารถใช้สัญลักษณ์ อธิบายความหมายของลิมิตและความต่อเนื่องของฟังก์ชันอย่างไม่เป็นทางการได้ถูกต้อง

ระดับกระบวนการ (Process: P) นักศึกษาสามารถหาค่าลิมิตของฟังก์ชัน ขณะที่ x เข้าใกล้ a ในรูปแบบต่าง ๆ ได้ เช่น ลิมิตของฟังก์ชันแบบมีเงื่อนไข ลิมิตของฟังก์ชันในรูป $\frac{k}{0}$ เมื่อ k เป็นจำนวนจริงไม่เป็นศูนย์ และลิมิตในรูปแบบไม่กำหนด $\frac{0}{0}$ (Indeterminate form $\frac{0}{0}$) นอกจากนี้ นักศึกษาสามารถตรวจสอบความต่อเนื่องของฟังก์ชัน ที่จุด $x = a$ ได้ถูกต้อง

ระดับวัตถุ (Object: O) นักศึกษาสามารถอธิบายความหมายของลิมิตและความต่อเนื่องของฟังก์ชันอย่างเป็นทางการ

4) ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ลิมิตและความต่อเนื่องของฟังก์ชัน หมายถึง ความสามารถของนักศึกษา ที่เกี่ยวข้องกับลิมิตและความต่อเนื่องของฟังก์ชัน ซึ่งประกอบไปด้วย 1) บทนิยามของลิมิต 2) ทฤษฎีบทเกี่ยวกับลิมิต 3) การหาค่าลิมิตของฟังก์ชันในรูปแบบต่าง ๆ และ 4) ความต่อเนื่องของฟังก์ชัน ที่จุด $x = a$

5) เกณฑ์ หมายถึง ร้อยละ 50 ของคะแนนรวม กล่าวคือ ถ้านักศึกษาได้คะแนนตั้งแต่ร้อยละ 50 ขึ้นไปของคะแนนรวม ถือว่านักศึกษาสอบผ่าน

6) ความพึงพอใจของนักศึกษาระดับปริญญาตรีที่มีต่อกิจกรรมการเรียนการสอน เรื่อง ลิมิตและความต่อเนื่องของฟังก์ชัน โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ หมายถึง ระดับความรู้สึกรับชอบของนักศึกษาที่มีต่อกิจกรรมการเรียนการสอน เรื่องลิมิตและความต่อเนื่องของฟังก์ชัน โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ ซึ่งวัดจากแบบสอบถามความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อกิจกรรมการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นชนิดมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) ตามแนวคิดของลิเคิร์ต (Likert)

3.3 เครื่องมือในการวิจัย

1) กิจกรรมการเรียนการสอน เรื่อง ลิมิตและความต่อเนื่องของฟังก์ชัน โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ สำหรับนักศึกษา ระดับปริญญาตรี ประกอบด้วย 4 กิจกรรม ซึ่งจะใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟมาอธิบายบทนิยามของลิมิต การหาค่าของฟังก์ชันในรูปแบบต่าง ๆ ความต่อเนื่องของฟังก์ชันที่จุด $x = a$ รวมทั้งใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟในการคำนวณและเขียนกราฟของฟังก์ชัน

2) คอมพิวเตอร์ที่ลงโปรแกรม “เครื่องคำนวณเชิงกราฟ รุ่น TI Nspire CX CAS” สำหรับอาจารย์ผู้สอนจำนวน 1 เครื่อง

3) แบบทดสอบวัดระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ลิมิตและความต่อเนื่องของฟังก์ชัน ซึ่งเป็นแบบทดสอบอัตนัยจำนวน 8 ข้อ มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 1.00 ค่าความยากง่าย (p) ตั้งแต่ 0.36-0.75 ค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.25-0.54 และค่าความเชื่อถือได้ (Reliability) ของแบบทดสอบทั้งฉบับ เท่ากับ 0.84

4) แบบสอบถามความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อกิจกรรมการเรียนการสอน เรื่อง ลิมิตและความต่อเนื่องของฟังก์ชัน โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ แบ่งเป็น 4 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านเนื้อหา 2) ด้านกิจกรรมการเรียนการสอน 3) ด้านสื่อการเรียนการสอน และ 4) ด้านวัดผลและประเมินผล เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) 5 ระดับ โดยผ่านการตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสม ซึ่งมีความเชื่อถือได้ (Reliability) ของแบบสอบถามทั้งฉบับ เท่ากับ 0.76

3.4 ขั้นตอนการวิจัย

สำหรับขั้นตอนแรกคณะผู้วิจัยศึกษาสภาพปัญหาที่เกิดขึ้นกับนักศึกษาเกี่ยวกับการเรียน เรื่อง ลิมิตและความต่อเนื่องของฟังก์ชัน จากนั้นศึกษาทฤษฎี APOS เพื่อนำมาเป็นกรอบแนวคิดของการวิจัย แล้วดำเนินการจัดทำเครื่องมือ ได้แก่ 1) กิจกรรมการเรียนการสอน เรื่อง ลิมิตและความต่อเนื่องของฟังก์ชัน โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี 2) แบบทดสอบวัดระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ลิมิตและความต่อเนื่องของฟังก์ชัน ตามกรอบทฤษฎี APOS และ 3) แบบสอบถามความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อกิจกรรมการเรียนการสอน เรื่อง ลิมิตและความต่อเนื่องของฟังก์ชัน โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ โดยใช้วิธีดำเนินการวิจัยเป็นแบบกลุ่มเดียว มีการทดสอบหลังการทดลอง (One-group posttest-only design) ซึ่งเป็นแบบแผนการวิจัยที่เลือกใช้กลุ่มตัวอย่างเพียงกลุ่มเดียว มีการให้ตัวแปรอิสระกับกลุ่มตัวอย่างแล้วทำการทดสอบหลังจากการทดลอง เพื่อนำไปสู่การพิจารณาผลการทดลองในลำดับถัดไป จากนั้นคัดเลือกนักศึกษาที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการวิจัย จำนวน 60 คน ที่ลงทะเบียนรายวิชาแคลคูลัสสำหรับโลจิสติกส์ ภาคเรียนที่ 1/2564 โดยคณะผู้วิจัยดำเนินการสอนนักศึกษากลุ่มนี้ เรื่อง ลิมิตและความต่อเนื่องของฟังก์ชัน ซึ่งมีระยะเวลาในการสอนจำนวน 5 คาบ คาบละ 3 ชั่วโมง แบ่งเป็น 2 ช่วง ได้แก่ ช่วงที่ 1: ทบทวนความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์จำนวน 2 คาบ และช่วงที่ 2: ดำเนินการสอนจริงจำนวน 3 คาบ ด้วยกิจกรรมการเรียนการสอนที่คณะผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟเป็นสื่อการสอน ทั้งนี้คณะผู้วิจัยได้สร้างตารางวิเคราะห์พฤติกรรมความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์แต่ละระดับตามกรอบทฤษฎี APOS แล้วระบุพฤติกรรมแต่ละระดับของความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ลิมิตและความต่อเนื่องของฟังก์ชัน ตามกรอบทฤษฎี APOS ซึ่งแบ่งเป็น 3 ระดับ ได้แก่ ระดับการกระทำ กระบวนการ และวัตถุ เนื่องจากระดับโครงสร้างทางปัญญาเป็นสิ่งที่วัดค่อนข้างยาก อีกทั้งระดับความสามารถของนักศึกษากลุ่มตัวอย่างที่เลือกมามีความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับอ่อนถึงปานกลาง เมื่อพิจารณาจากเกรดรายวิชาคณิตศาสตร์และสถิติชีวิตประจำวันซึ่งเป็นวิชาพื้นฐาน เมื่อสิ้นสุดกิจกรรมการเรียนการสอน

เรื่อง ลิมิตและความต่อเนื่องของฟังก์ชัน โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟเรียบร้อยแล้ว คณะผู้วิจัยให้นักศึกษาทำแบบทดสอบวัดระดับความเข้าใจเชิงนิเทศศาสตร์ เรื่อง ลิมิตและความต่อเนื่องของฟังก์ชัน โดยใช้เวลา 2 ชั่วโมง เป็นข้อสอบแบบอัตนัยจำนวน 8 ข้อ แบ่งเป็นข้อ A1-A3, P4-P6, และ O7-O8 จากนั้นทำการวิเคราะห์ผลจากการทำแบบทดสอบวัดระดับความเข้าใจเชิงนิเทศศาสตร์ เรื่อง ลิมิตและความต่อเนื่องของฟังก์ชัน ตามลำดับดังนี้ หาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนการสอน เรื่อง ลิมิตและความต่อเนื่องของฟังก์ชัน โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ แล้วนำผลมาเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ 80/80 โดยใช้สูตร E_1/E_2 (Brahmawong, 2013, pp. 7-19) และวิเคราะห์แบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อกิจกรรมการเรียนการสอน เรื่อง ลิมิตและความต่อเนื่องของฟังก์ชัน โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ ประกอบด้วย ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ทั้งนี้ได้ประเมินระดับความคิดเห็นของนักศึกษากลุ่มตัวอย่างโดยใช้เกณฑ์การประเมินผลของ Krannasoot (2000, pp. 20-58) ได้แก่ 1) คะแนนเฉลี่ย 4.50-5.00 หมายถึง นักศึกษามีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด 2) คะแนนเฉลี่ย 3.50-4.49 หมายถึง นักศึกษามีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก 3) คะแนนเฉลี่ย 2.50-3.49 หมายถึง นักศึกษามีความพึงพอใจอยู่ในระดับปานกลาง 4) คะแนนเฉลี่ย 1.50-2.49 หมายถึง นักศึกษามีความพึงพอใจอยู่ในระดับน้อย และ 5) คะแนนเฉลี่ย 1.00-1.49 หมายถึง นักศึกษามีความพึงพอใจอยู่ในระดับน้อยที่สุด

4. ผลการวิจัย

4.1 ผลการหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนการสอน เรื่อง ลิมิตและความต่อเนื่องของฟังก์ชัน โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนการสอน เรื่อง ลิมิตและความต่อเนื่องของฟังก์ชัน โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ

คะแนน	จำนวนนักเรียน (n)	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้		เกณฑ์ที่กำหนด
			$\bar{x}$	ร้อยละ	
ระหว่างเรียน (ใบกิจกรรม)	60	50	43.64	87.28	80 (E_1)
หลังเรียน (แบบทดสอบ)	60	50	41.33	82.66	80 (E_2)

จากตารางที่ 1 พบว่า กิจกรรมการเรียนการสอน เรื่อง ลิมิตและความต่อเนื่องของฟังก์ชัน โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ มีประสิทธิภาพของกระบวนการ/ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ E_1/E_2 เท่ากับ 87.28/82.66 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ 80/80

4.2 ผลการศึกษาระดับความเข้าใจเชิงนิเทศศาสตร์ เรื่อง ลิมิตและความต่อเนื่องของฟังก์ชัน ตามกรอบทฤษฎี APOS ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนจากแบบทดสอบวัดระดับความเข้าใจเชิงนิเทศศาสตร์ เรื่อง ลิมิตและความต่อเนื่องของฟังก์ชัน โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ

แบบทดสอบข้อ	คะแนนเต็ม	$\bar{x}$	S.D.	จำนวนคนผ่าน (60 คน)
A1-A3	20	16.45	2.68	60
P4-P6	15	11.02	2.53	56
O7-O8	15	9.11	1.31	48

จากตารางที่ 2 พบว่า คะแนนระดับการกระทำ (A) มีคะแนนเฉลี่ย 16.45 ระดับกระบวนการ (P) มีคะแนนเฉลี่ย 11.02 และระดับวัตถุ (O) มีคะแนนเฉลี่ย 9.11 จากคะแนนเต็ม 20, 15 และ 15 คะแนน ตามลำดับ ซึ่งมีระดับความเข้าใจเชิงนิเทศศาสตร์ เรื่อง ลิมิตและความต่อเนื่องของฟังก์ชัน ตามกรอบทฤษฎี APOS และผ่านเกณฑ์ร้อยละ 50 ของคะแนนเต็ม ดังนี้ 1) นักศึกษากลุ่ม A จำนวน 60 คน 2) นักศึกษากลุ่ม AP จำนวน 56 คน และ 3) นักศึกษากลุ่ม APO จำนวน 48 คน

4.3 ผลการวิเคราะห์ระดับความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อกิจกรรมการเรียนการสอน เรื่อง ลิมิตและความต่อเนื่องของฟังก์ชัน โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 วิเคราะห์ระดับความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อกิจกรรมการเรียนการสอน เรื่อง ลิมิตและความต่อเนื่องของฟังก์ชัน โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ

รายการ	$\bar{x}$	S.D.	แปลผล
ด้านเนื้อหา	4.01	0.80	มาก
ด้านกิจกรรมการเรียนการสอน	4.72	1.52	มากที่สุด
ด้านสื่อการเรียนการสอน	4.89	0.34	มากที่สุด
ด้านวัดผลและประเมินผล	4.11	1.07	มาก
รวม	4.43	0.93	มาก

จากตารางที่ 3 พบว่า นักศึกษามีความพึงพอใจต่อกิจกรรมการเรียนการสอน เรื่อง ลิมิตและความต่อเนื่องของฟังก์ชัน โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ อยู่ในระดับมาก ($\bar{x} = 4.43$, S.D. = 0.93)

5. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

ผลการวิจัยด้วยกิจกรรมการเรียนการสอน เรื่อง ลิมิตและความต่อเนื่องของฟังก์ชัน โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี สามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

5.1 ผลการสร้างกิจกรรมการเรียนการสอน เรื่อง ลิมิตและความต่อเนื่องของฟังก์ชัน โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี ให้มีประสิทธิภาพที่ระดับ 80/80 พบว่า กิจกรรมการเรียนการสอนที่คณะผู้วิจัยสร้างขึ้น มีประสิทธิภาพเท่ากับ 87.28/82.66 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากประเด็นดังต่อไปนี้ 1) ในการวิจัยครั้งนี้คณะผู้วิจัยได้ใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 3 สาขาการจัดการโลจิสติกส์ ที่ผ่านการเรียนช่วงที่ 1: ทบทวนความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับการบวก ลบ คูณ และหารจำนวนเต็ม การแยกตัวประกอบพหุนามกำลังสองในรูป $ax^2 + bx + c$ โดยที่ a, b, และ c เป็นจำนวนเต็มใด ๆ และ a ไม่เป็นศูนย์ การแยกตัวประกอบพหุนามที่เป็นผลต่างกำลังสองในรูป $A^2 - B^2$ และการแยกตัวประกอบพหุนามที่เป็นผลบวกและผลต่างกำลังสามในรูป $A^3 \pm B^3$ โดยที่ A และ B เป็นพหุนาม รวมทั้งสมบัติต่าง ๆ ของจำนวนจริงและเลขยกกำลัง เพื่อเตรียมความพร้อมก่อนเข้าสู่บทเรียน โดยจะเห็นได้ว่า มโนทัศน์ที่กล่าวมาข้างต้นเป็นปัจจัยพื้นฐานที่สำคัญสำหรับการเรียน เรื่อง ลิมิตและความต่อเนื่องของฟังก์ชัน ดังทฤษฎีการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของดินส์ ซึ่งกล่าวว่า ปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลต่อการเรียนคณิตศาสตร์ คือ ความพร้อมทางวุฒิภาวะ ประสบการณ์ และองค์ความรู้เดิม ส่งผลต่อการเรียนรู้ในระดับที่สูงขึ้น (Suwapanit, 2018, Online) 2) คณะผู้วิจัยปรับระยะเวลาในการสอนให้เหมาะสมและสอดคล้องกับสภาพจริงของนักศึกษา เน้นให้นักศึกษาเข้าใจมโนทัศน์ที่แท้จริงมากกว่าเน้นปริมาณ รวมทั้งมีกิจกรรมผ่อนคลายความเครียดระหว่างการเรียนการสอนเป็นระยะ ๆ และ 3) ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณะผู้วิจัยได้แทรกเนื้อหาบางหัวข้อเกี่ยวกับการพิสูจน์ให้นักศึกษาเพิ่มเติม เพื่อให้ให้นักศึกษาเห็นถึงความสำคัญของบทนิยามมากขึ้น โดยนำเสนอผ่านตัวอย่าง สร้างข้อความคาดการณ์แล้วเขียนบทพิสูจน์ตามลำดับ

5.2 ผลการศึกษาระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ลิมิตและความต่อเนื่องของฟังก์ชัน ตามกรอบทฤษฎี APOS พบว่า นักศึกษากลุ่มตัวอย่างมีคะแนนระดับการกระทำ (A) 16.45 คะแนน ระดับกระบวนการ (P) 11.02 คะแนน และระดับวัตถุ (O) 9.11 คะแนน จากคะแนนเต็ม 20, 15 และ 15 คะแนน ตามลำดับ โดยนักศึกษาที่มีความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ลิมิตและความต่อเนื่องของฟังก์ชัน อยู่ในระดับ A จำนวน 60 คน ระดับ P จำนวน 56 คน และระดับ O จำนวน 48 คน สาเหตุเนื่องมาจากแบบทดสอบวัดระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ลิมิตและความต่อเนื่องของฟังก์ชัน มีลักษณะไม่กำหนดวิธีคิด เพื่อให้ให้นักศึกษาได้แสดงแนวคิดของตนเอง นอกจากนี้คณะผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลจากงานเขียนและสัมภาษณ์นักศึกษาบางส่วนที่แสดงพฤติกรรมตามกรอบทฤษฎี APOS เพื่อมาอธิบายลักษณะของระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ลิมิตและความต่อเนื่องของฟังก์ชัน ดังนี้

ระดับการกระทำ: ข้อ A2 รายละเอียดดังรูปที่ 2

2. ลิมิตคืออะไร
ตอน ลิมิตของฟังก์ชัน f มีค่าเท่ากับจำนวนจริง L เมื่อ x มีค่าใกล้กับ จำนวนจริง a ซึ่งเขียนแทนด้วยสัญลักษณ์

$$\lim_{x \rightarrow a} f(x) = L$$

ก็คือเมื่อ ค่าของ $f(x)$ มีค่าใกล้กับ L เมื่อค่าของ x มีค่าใกล้กับ a (จากหนังสือ จำนวนจริง) $10^6 \times 10^6$

รูปที่ 2 งานเขียนข้อ A2

จากรูปที่ 2 เป็นงานเขียนของ X นักศึกษาที่มีความสามารถอยู่ในระดับอ่อน เกิดความเข้าใจอยู่ในระดับการกระทำ เนื่องจากธรรมชาติของ X เป็นนักศึกษาที่มีความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ค่อนข้างอ่อน แต่ขยัน พยายาม หมั่นทบทวนความรู้อยู่เสมอ และสามารถอธิบายคำตอบอย่างไม่เป็นทางการ ได้ ซึ่ง X จะสามารถตอบได้เพียงข้อคำถามที่เน้นความจำ เช่น จงอธิบายความหมายของ..... เนื่องจากเป็นข้อคำถามที่ไม่เกี่ยวข้องกับการคิดคำนวณ หรือการประยุกต์ใช้ จึงสามารถตอบข้อ A2 ได้ แต่ไม่สามารถตอบข้อ P4-O8 ได้ นอกจากนั้น X ยังตอบสนองกับสิ่งเร้าภายนอกอย่างเครื่องคำนวณเชิงกราฟ กล่าวคือ สามารถปฏิบัติตามคำแนะนำอย่างเป็นขั้นตอน ไม่สามารถข้ามขั้นได้ หากข้ามขั้นจะแสดงอาการคิ้วขมวด ไม่เข้าใจว่าผลลัพธ์ที่ปรากฏขึ้นมาได้อย่างไร สามารถหาค่าลิมิตของฟังก์ชันอย่างง่ายโดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟได้ แต่ในทางตรงกันข้ามเมื่อไม่มีเครื่องคำนวณเชิงกราฟจะไม่สามารถแสดงวิธีคิดหรือหาผลลัพธ์โดยไม่ใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟได้ สอดคล้องกับ Naklamthong (2016, pp. 57-82) ที่อธิบายว่า นักศึกษาที่มีความสามารถคำนวณอย่างเป็นขั้นตอนเพื่อหาค่าของฟังก์ชันอย่างง่ายได้ ถือว่านักศึกษามีความเข้าใจอยู่ในระดับการกระทำ

ระดับกระบวนการ: ข้อ P4 รายละเอียดดังรูปที่ 3

Handwritten work for problem P4. It shows the limit of $\frac{9}{x}$ as x approaches 0. The student uses the epsilon-delta definition. For the left-hand limit, they set $\epsilon = 1$ and find $\delta = 1$. For the right-hand limit, they set $\epsilon = 1$ and find $\delta = 1$. The final conclusion is $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{9}{x} = \infty$.

รูปที่ 3 งานเขียนข้อ P4

จากรูปที่ 3 เป็นงานเขียนของ Y นักศึกษาที่มีความสามารถอยู่ในระดับปานกลาง เกิดความเข้าใจอยู่ในระดับการกระทำและกระบวนการ เนื่องจากสามารถนำเอาความรู้เดิมกับความรู้ใหม่มาเชื่อมโยงเพื่อหาคำตอบของฟังก์ชันจากลิมิตทางซ้ายและลิมิตทางขวาได้ หาค่าของลิมิต ขณะที่ x เข้าใกล้ a ในรูปแบบต่าง ๆ ได้ เช่น ลิมิตของฟังก์ชันที่อยู่ในรูปแบบไม่กำหนด $\frac{0}{0}$ หรือลิมิตของฟังก์ชันในรูป $\frac{k}{0}$ เมื่อ k เป็นจำนวนจริงที่ไม่เป็นศูนย์ นอกจากนั้นยังสามารถอธิบาย เปรียบเทียบ และสะท้อนสิ่งที่สังเกตจากเครื่องคำนวณเชิงกราฟได้ แต่ไม่มีความเข้าใจอยู่ในระดับวัตถุ เนื่องจาก Y ยังไม่เข้าใจอย่างถ่องแท้ว่า “ค่าของฟังก์ชัน” และ “ลิมิตของฟังก์ชัน” ต่างกันอย่างไร อีกทั้งยังขาดความเข้าใจเกี่ยวกับบทนิยามของลิมิตและความต่อเนื่องของฟังก์ชันอย่างเป็นทางการ

ระดับวัตถุ: ข้อ O8 รายละเอียดดังรูปที่ 4

Handwritten work for problem O8. It shows the limit of $\sqrt{x}$ as x approaches 0. The student uses the epsilon-delta definition. They set $\epsilon = \delta^2$ and find $\delta = \epsilon^2$. The final conclusion is $\lim_{x \rightarrow 0} \sqrt{x} = 0$.

รูปที่ 4 งานเขียน O8

จากรูปที่ 4 เป็นงานเขียนของ Z นักศึกษาที่มีความสามารถอยู่ในระดับเก่ง เกิดความเข้าใจอยู่ในระดับการกระทำกระบวนการและวัตถุ โดย Z สามารถเชื่อมโยงความเข้าใจระดับการกระทำและกระบวนการ ซึ่งอธิบายค่าของ $\lim_{x \rightarrow a} f(x)$ รวมทั้งเข้าใจบทนิยามของลิมิตและความต่อเนื่องของฟังก์ชันที่เป็นทางการได้ แม้ว่าจะพบข้อบกพร่องในการเขียนบทพิสูจน์ที่ขาดความชัดเจนในเรื่องลำดับเหตุผลก่อนหลัง เนื่องจากกลุ่มตัวอย่างไม่ได้เป็นสาขาวิชาที่เข้มงวดด้านการเขียนพิสูจน์ทางคณิตศาสตร์เท่ากับนักศึกษาที่เรียนสาขาวิชาคณิตศาสตร์โดยตรง ผู้วิจัยจึงอนุมานความเข้มงวดในการเขียนบทพิสูจน์แต่เน้นการนำไปใช้กับสาขาวิชาตนเองได้ ส่งผลให้การเขียนบทพิสูจน์ในข้อ O8 ไม่ครบถ้วนตามหลักการทางคณิตศาสตร์ แต่จากการสัมภาษณ์พบว่า Z มีความเข้าใจเกี่ยวกับบทนิยามของลิมิต ดังนี้ “หนูลอง

แทนค่าเลขตัว และแอปพลิเคชัน หลาย ๆ ค่า หลาย ๆ ครั้ง แล้วดูค่าที่มันลู่เข้า ถ้าข้อไหนลองแทนไปแล้วมันลู่เข้าสู่ค่าเดียวกันแสดงว่าลิมิตมีค่า แต่มีบางข้อลองแทนไปแล้วลิมิตซ้ายกับลิมิตขวามันลู่ออกจากกันไม่ว่าจะแทนที่ค่าผลลัพธ์จะแสดงออกต่างกันเรื่อย ๆ

จึงได้ว่าข้อนี้ไม่น่าจะลู่ออก” จากบทสัมภาษณ์แสดงว่า Z สามารถเชื่อมโยงความเข้าใจจากระดับการกระทำผ่านการทดลองแทนค่าเดลต้า และแอปพลิเคชันด้วยเครื่องคำนวณเชิงกราฟ และเข้าใจถึงข้อจำกัดในการใช้ลิมิตทางซ้ายและลิมิตทางขวา จนนำมาสู่ผลลัพธ์ที่ถูกต้องโดยไม่ใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟในการหาผลลัพธ์ได้ ซึ่งสอดคล้องกับ Tiengyoo et al. (2018, pp. 143-150) ที่อธิบายว่า เครื่องคำนวณเชิงกราฟสามารถสร้างมโนภาพให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในเนื้อหาทางคณิตศาสตร์มากขึ้น เนื่องจากผู้เรียนสามารถทดลอง ตลอดจนสร้างข้อความคาดการณ์ต่าง ๆ ผ่านเครื่องคำนวณเชิงกราฟได้

5.3 ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อกิจกรรมการเรียนการสอน เรื่อง ลิมิตและความต่อเนื่องของฟังก์ชัน โดยใช้เครื่องคำนวณเชิงกราฟ พบว่า มีความพึงพอใจต่อกิจกรรมการเรียนการสอนที่อยู่ในระดับมาก ($\bar{x} = 4.43$, S.D. = 0.93) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากเนื้อหาที่นำมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนมีรูปแบบการนำเสนอที่น่าสนใจ คณะผู้วิจัยสร้างสื่อการสอนโดยแสดงภาพเคลื่อนไหวด้วยเครื่องคำนวณเชิงกราฟ เป็นสื่อกลางที่ช่วยให้นักศึกษาเข้าใจเนื้อหาเป็นรูปธรรมมากขึ้น มีการใช้ภาษา และสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์เข้าใจง่าย ไม่ซับซ้อน ลำดับเนื้อหาจากง่ายไปยาก เมื่อนักศึกษาทำโจทย์ได้ถูกต้องคณะผู้วิจัยมีการกล่าวคำชม ส่งผลให้นักศึกษามีความกระตือรือร้น และสนุกกับการปฏิบัติกิจกรรม

ข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้จะเป็นแนวทางต่อการประเมินและพัฒนาเครื่องมือเพื่อวัดระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ในเนื้อหาสาระที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ สำหรับผู้เรียนทุกระดับ ตลอดจนเป็นข้อมูลสำหรับอาจารย์ผู้สอนต่อการคิดสรรวิธีการสอนที่เหมาะสมอันจะส่งเสริมต่อระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียน นอกจากนี้ยังเป็นแนวทางสำหรับนักวิจัยที่สนใจศึกษาระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ โดยนำไปต่อยอดกับเนื้อหาทางคณิตศาสตร์เรื่องอื่น หรือใช้วิธีการสอนอื่น เช่น วิธีการสอนแบบอุปนัย (Induction method) หรือวิธีการสอนแบบสาธิต (Demonstration method) ร่วมกับแนวคิดของทฤษฎี APOS

เอกสารอ้างอิง

- Bachelor of Business Administration Program in Logistics Management. (2020). *Bachelor of business administration (logistics management, 2021)*. Thepsatri Rajabhat University. (in Thai)
- Brahmawong, C. (2013). Developmental testing of media and instructional Package. *Silpakorn Educational Research Journal*, 5(1), 7-19. (in Thai)
- Devantier, A. L. (1992). *The impact of graphing calculators on the understanding of function and their graphs* [Master's thesis]. Central Michigan University.
- Dubinsky, E. (2002). Reflective abstraction in advance mathematical thinking. In D. Tall (Ed.), *Advance mathematical thinking* (pp. 95-126). Springer.
- Fox, L. F. (1998). *The effects of a graphing calculator used in an active learning environment on intermediate algebra student's achievement and attitude* [Doctoral dissertation]. University of South Florida.
- Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (2008). *The basic education core curriculum B.E. 2551* (3rd ed.). Khurasapha Press. (in Thai)
- Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (2016). *PISA 2015 assessment results science, reading and mathematics*. Programmed for International Student Assessment. (in Thai)
- Jamwan, S. (2016). *Level of mathematical understanding on symmetry axis based on APOS theory: A case study of Grad 4 Huanasuksawit school*. <https://drive.google.com/file/d/0B2vZpkob4eWgVzNzVFNCrmtaSm8/view> (in Thai)
- Kilpatrick, J., Swafford, J., & Findell, B. (2001). *Adding it up: Help children learn mathematics*. National Academy Press.

- Krannasoot, P. (2000). *Statistics for behavioral science research*. Chulalongkorn University Press. (in Thai)
- Naklamthong, S. (2016). *An investigation of levels of mathematical understanding on limit concept based on APOS theory using the Geometer's Sketchpad (GSP) as learning tool* [Master's thesis]. KhonKaen University. (in Thai)
- Office of the Basic Education Commission (OBEC). (2010). *National education act 1999 and its amendments (No. 3) B.E. 2010* (2nd ed.). Prime Minister's Office. (in Thai)
- Office of the Higher Education Commission (OHEC). (2007). *Framework of the 15-year long-term higher education plan, No. 2 (2008– 2022)*. Chulalongkorn Printing House. (in Thai)
- Piasai, K. (2014). Error analysis of doing the derivative test of First-year undergraduates (Health Science Major), Srinakharinwirot University. *Journal of Research Unit on Science, Technology and Environment for Learning*, 5(1), 45-56. (in Thai)
- Robert, G. (2002). *Gagne learning theory*. <http://www.igntu.ac.in/eContent/IGNTU-eContent-692127937295-B.Ed-2-Dr.ShikhaBanerjee-TeachingandLearning-Unit-3.pdf>
- Sotaro, S., Thauthae, S., & Sirininlakul, P. S. (2020). Instructional activity on calculus for high school level by using a TI Nspire CX CAS graphing calculator. In A. G. Abdullah, Ilhamdanish, I. Widiati, Ana, M. S. Barliana, & P. Sawetmethikul (Eds.), *Advances in Social Science, Education and Humanities Research. Proceedings of the 6th UPI International Conference on TVET 2020 (TVET 2020)* (pp. 328-335). Atlantis Press.
- Surarit, K. (2014). Application of graphing calculator pf learning activities through CIPPA model in limits and continuous function for the first year undergraduate in mathematics programme in Surindra Rajabhat University. In D. Rungsawanpho (Ed.), *The 7th Academic Meeting National and International Conference* (pp. 17-29; Vol. 1). TCI Database. (in Thai)
- Suwapanit, S. (2018). *Theory of instruction*. <https://www.gotoknow.org/posts/22883> (in Thai)
- Tiengyoo, K. (2018). *Instructional activity package on relations and functions by using graphing calculator for Mathayomsuksa students* [Master's thesis]. Srinakharinwirot University. (in Thai)
- Tiengyoo, K., Sotaro, S., & Chaladgarn, T. (2018). Instructional activity package on relations and functions by using graphing calculator for Mathayomsuksa students. *Industrial Education and Technology*, 17(2), 143-150. (in Thai)

การพัฒนาส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้สำหรับการเรียนการสอนแบบออนไลน์ เรื่องระบบพิกัดเชิงขั้ว

THE DEVELOPMENT OF GRAPHICAL USER INTERFACE FOR ONLINE LEARNING IN POLAR COORDINATE SYSTEM

จตุรัตน์ โพธิ์หลวง*

Jutarat Pholuang*

Received: October 15, 2021

Revised: November 20, 2021

Accepted: December 1, 2021

ABSTRACT

The researcher has developed the graphical user interface for online learning in polar coordinate system. The research has compared the learning achievement of the experimental group by using graphical user interface in polar coordinate system and the control group by using traditional method. Furthermore, the study has also investigated the students' opinions by using graphical user interface in polar coordinate system. The sample group consisted of students who enrolled in Engineering Mathematics course in the first semester of the 2021 academic year in Valaya Alongkorn Rajabhat University under the Royal Patronage, Pathum Thani. The research was obtained by simple random sampling. The sample group was divided into experimental and control groups. The research instruments consisted of the online learning lesson plans in polar coordinate system, the graphical user interface about the another representation of a point in polar coordinates, the polar-Cartesian coordinate conversion calculator and graphing polar equations, an achievement test in polar coordinate system, and a survey questionnaire on opinions by using graphical user interface in polar coordinate system. The statistical methods were used in data analysis : percentage, mean, standard deviation, analysis of variance, and independent sample t-test. The research findings showed that 1) the graphical user interface for online learning in polar coordinate system had been developed with the quality at the highest level, 2) learning achievement of the experimental group by using the graphical user interface had higher achievement than the control group by using traditional method at .05 significant level, and 3) students who learned by using the graphical user interface were satisfied with a high level.

Keywords: Graphical User Interface; Polar Coordinate System; Online learning

Corresponding Author E-mail: jutarat@vru.ac.th

สาขาวิชาคณิตศาสตร์ประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ จ.ปทุมธานี 13180
Applied Mathematics Program, Faculty of Science and Technology,
Valaya Alongkorn Rajabhat University under the Royal Patronage,
Pathum Thani 13180 Thailand

บทคัดย่อ

ผู้วิจัยได้พัฒนาส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้สำหรับการเรียนการสอนแบบออนไลน์ เรื่องระบบพิกัดเชิงขั้ว เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนเรื่องระบบพิกัดเชิงขั้วระหว่างการใช้ส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้และวิธีการสอนแบบปกติ และเพื่อสำรวจทัศนคติของผู้เรียนที่มีต่อการมีส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้ เรื่องระบบพิกัดเชิงขั้ว กลุ่มตัวอย่างในงานวิจัยนี้ คือนักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์วิศวกรรม ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564 มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ จังหวัดปทุมธานี และใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย ในการแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนการสอนแบบออนไลน์เรื่องระบบพิกัดเชิงขั้ว ส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้เกี่ยวกับการหาพิกัดเชิงขั้วอื่น ๆ ที่เป็นตัวแทนของจุดที่กำหนดให้ การหาความสัมพันธ์ของจุดในระบบพิกัดฉากกับระบบพิกัดเชิงขั้ว และการวาดกราฟของสมการในระบบพิกัดเชิงขั้ว แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องระบบพิกัดเชิงขั้ว และแบบสำรวจทัศนคติของผู้เรียนที่มีต่อการมีส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้เรื่องระบบพิกัดเชิงขั้ว สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การวิเคราะห์ความแปรปรวน และการทดสอบทีแบบกลุ่มอิสระ ผลการวิจัยพบว่า 1) ส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้สำหรับการเรียนการสอนออนไลน์เรื่องระบบพิกัดเชิงขั้วที่สร้างขึ้น มีคุณภาพการใช้งานอยู่ในระดับมากที่สุด 2) ผู้เรียนที่มีการมีส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าผู้เรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 และ 3) ผู้เรียนมีทัศนคติต่อการมีส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้อยู่ในระดับมาก

คำสำคัญ: ส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้; ระบบพิกัดเชิงขั้ว; การเรียนการสอนออนไลน์

1. บทนำ

การจัดการเรียนการสอนออนไลน์ถือเป็นทางเลือกหลักในการจัดการเรียนการสอนหลายพื้นที่ทั่วโลก ในสภาวะการระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (Coronavirus disease 2019) หรือโรคโควิด 19 (Covid-19) ด้วยการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว ทั้งผู้สอนและผู้เรียนจำเป็นต้องพร้อมรับการเปลี่ยนแปลงในรูปแบบและกระบวนการจัดการเรียนการสอน โดยเฉพาะผู้สอนจำเป็นต้องมีนวัตกรรมทางการศึกษา มีทักษะและเทคนิคการสอนที่ทันสมัย มีการออกแบบกระบวนการให้นักศึกษาได้มีส่วนร่วมและมีปฏิสัมพันธ์ในการทำกิจกรรมต่าง ๆ เพราะผู้เรียนจะเกิดการเรียนรู้ได้นั้นต้องอาศัยการลงมือปฏิบัติด้วย (Mathuros, 2021, pp. 33-42) ซึ่งในปัจจุบันการจัดการเรียนรู้อยู่ในรายวิชาคณิตศาสตร์ส่วนใหญ่ยังเป็นรูปแบบการสอนแบบบรรยายเป็นหลัก การปรับรูปแบบการเรียนการสอนและกิจกรรม จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดความสนใจและกระตือรือร้น มีใจจดจ่อในเนื้อหา มีความคิดริเริ่มมีปฏิสัมพันธ์ร่วมกัน เกิดการเรียนรู้และลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ผู้สอนจึงจำเป็นต้องนำเทคโนโลยีมาบูรณาการในการจัดการเรียนการสอน เพื่อให้สอดคล้องกับความต้องการของผู้เรียนในยุคดิจิทัล (Phooddee, 2020, pp. 190-199) โดยเฉพาะสื่อการสอนในลักษณะโปรแกรมทางคณิตศาสตร์ที่ใช้เป็นเครื่องมือในการคำนวณและการวาดกราฟต่าง ๆ เช่น โปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) โปรแกรม MATLAB โปรแกรม SCILAB เป็นต้น

ส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้ (Graphic User Interface: GUI) เป็นวิธีการที่ช่วยอำนวยความสะดวกแก่ผู้ใช้คอมพิวเตอร์ ในการติดต่อสื่อสารกับเครื่องคอมพิวเตอร์โดยผ่านทางภาพ เช่น การใช้เมาส์กดเลือกสัญลักษณ์รูป (Icon) แทนการพิมพ์คำสั่ง หรือการเลือกคำสั่งตามรายการเลือก ที่เรียกว่า เมนู ผู้ใช้สามารถทำงานกับโปรแกรมได้โดยไม่ต้องผ่านการเขียนคำสั่งที่ละบรรทัด เพียงทำตามคำสั่งสำเร็จรูปที่ผู้ออกแบบได้ทำขึ้นและสามารถใช้งานได้ทันที (Charoensuk, 2013, p. 12) ส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้จึงเป็นเครื่องมือที่นำมาช่วยในการจัดการเรียนการสอนรายวิชาคณิตศาสตร์ เพื่อใช้ในการคำนวณ การแปลงค่า และการวาดกราฟต่าง ๆ

จากข้อมูลผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษารายวิชาคณิตศาสตร์วิศวกรรม เรื่องระบบพิกัดเชิงขั้วในภาคเรียนที่ผ่านมา พบว่า นักศึกษายังมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในเกณฑ์ค่อนข้างต่ำ ด้วยค่าเฉลี่ย 8.84 จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน ผู้วิจัยจึงสร้างส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้ หรือ GUI ของโปรแกรม SCILAB สำหรับการเรียนการสอนรายวิชาคณิตศาสตร์วิศวกรรม เรื่องระบบพิกัดเชิงขั้วขึ้น เพื่อแก้ไขปัญหาและพัฒนาคุณภาพการเรียนการสอนให้สอดคล้องกับความต้องการของผู้เรียนในยุคดิจิทัลนี้

ในการวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้สำหรับการเรียนการสอนออนไลน์รายวิชาคณิตศาสตร์ วิศวกรรม เรื่องระบบพิกัดเชิงขั้ว เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนเรื่องระบบพิกัดเชิงขั้วระหว่างการใช้ส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้และวิธีการสอนแบบปกติ และเพื่อสำรวจทัศนคติของผู้เรียนที่มีต่อการมีส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้ เรื่องระบบพิกัดเชิงขั้ว

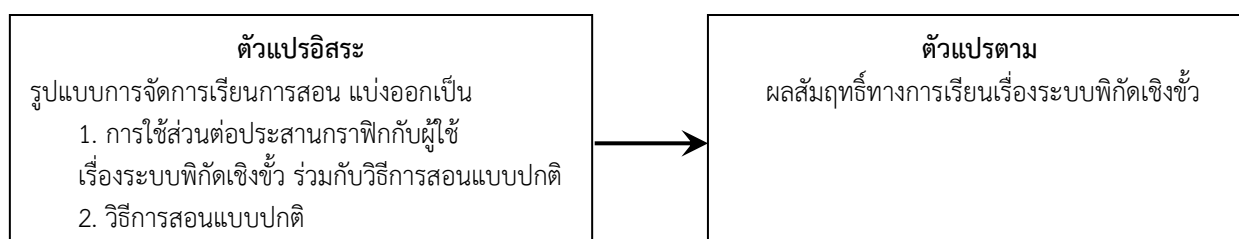
2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ปัจจุบันส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้เข้ามาเป็นเครื่องมือที่ช่วยในการจัดการเรียนการสอนรายวิชาคณิตศาสตร์ เพื่อใช้ในการคำนวณ การแปลงค่า และการวาดกราฟต่าง ๆ อย่างแพร่หลาย เช่น Charoensuk (2013) ได้สร้างสื่อประกอบการเรียนการสอน เรื่องปริพันธ์สามชั้น ในปริภูมิสามมิติ โดยใช้โปรแกรม MATLAB GUI ในการแสดงพื้นผิวต่าง ๆ และการคำนวณค่าปริพันธ์สามชั้น ซึ่งพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาในกลุ่มที่ใช้สื่อสูงกว่ากลุ่มที่ไม่ใช้สื่อ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .01 นอกจากนี้ Surpare et al. (2016, pp. 1-13) ได้พัฒนารูปแบบการเรียนการสอนแบบผสมผสานด้วยการเรียนแบบปรับเหมาะร่วมกับเครือข่ายสังคมออนไลน์ โดยใช้ GUI-SCILAB กับใบงานเป็นเครื่องมือที่ใช้ประกอบการเรียนการสอน ซึ่งพบว่า ผู้เรียนมีคะแนนด้านทักษะการคิดคำนวณหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .01 และในปีเดียวกัน Surpare and Seetao (2016, pp. 275-280) ได้พัฒนาชุด GUI-SCILAB เรื่องการแปลงฟูรีเยร์แบบต่อเนื่องทางเวลา สำหรับนักศึกษาสาขาวิศวกรรมไฟฟ้า ซึ่งพบว่า ผลการเรียนรู้ของผู้เรียนหลังการใช้ชุด GUI-SCILAB มีคะแนนสูงกว่าก่อนใช้ชุด GUI-SCILAB อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .01 รวมถึง Porncharoen (2016) ได้พัฒนาโปรแกรมจำลองการวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ที่สำคัญของสายอากาศสำหรับประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอนด้านวิศวกรรมโทรคมนาคม โดยใช้ฟังก์ชัน GUI ของโปรแกรม MATLAB ซึ่งผลการวิจัยพบว่า นักศึกษากลุ่มทดลองที่เรียนจากโปรแกรมจำลองการวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ที่สำคัญของสายอากาศมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่ใช้วิธีการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 จะเห็นได้ว่า ส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้ สามารถพัฒนาเป็นสื่อเพื่อใช้ในการจัดการเรียนการสอนรายวิชาทางด้านคณิตศาสตร์และวิศวกรรม และทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนสูงกว่าการเรียนการสอนแบบปกติ

ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้สร้างส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้ของโปรแกรม SCILAB สำหรับการเรียนการสอนในรายวิชาคณิตศาสตร์วิศวกรรม เรื่องระบบพิกัดเชิงขั้ว โดยมีสมมติฐานการวิจัยว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนเรื่องระบบพิกัดเชิงขั้ว โดยใช้ส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้สูงกว่าวิธีการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 และผู้เรียนมีทัศนคติต่อการมีส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้เรื่องระบบพิกัดเชิงขั้วอยู่ในระดับมาก

3. วิธีดำเนินการวิจัย

การพัฒนาส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้สำหรับการเรียนการสอนแบบออนไลน์ เรื่องระบบพิกัดเชิงขั้ว ผู้วิจัยได้นำแนวคิดการจัดการเรียนการสอนจากงานวิจัยของ Charoensuk (2013), Surpare et al. (2016, pp. 1-13), Surpare and Seetao (2016, pp. 275-280) Porncharoen (2016) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนเรื่องระบบพิกัดเชิงขั้วระหว่างการใช้ส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้และวิธีการสอนแบบปกติ ซึ่งแสดงกรอบแนวคิดการวิจัยได้ ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

เนื้อหาที่ผู้วิจัยได้นำมาสร้างส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้ เรื่องระบบพิกัดเชิงขั้ว ได้แก่ การหาพิกัดเชิงขั้วอื่น ๆ ที่เป็นตัวแทนของจุดที่กำหนดให้ การหาความสัมพันธ์ของจุดในระบบพิกัดฉากกับระบบพิกัดเชิงขั้ว และการวาดกราฟของสมการในระบบพิกัดเชิงขั้ว เพื่อใช้ในการคำนวณและการแสดงกราฟของระบบพิกัดเชิงขั้วที่ถูกต้องและสมจริง

ประชากรในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ คือ นักศึกษาคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ จังหวัดปทุมธานี ที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์วิศวกรรม ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 28 คน โดยกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย จากสูตรของ Yamane (1973, pp. 727-728) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และมีขนาดความคลาดเคลื่อนเป็น $\pm 5\%$ ได้ขนาดของกลุ่มตัวอย่างเป็น 26 คน และใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย (Simple random sampling) โดยการจับฉลากในการแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 13 คน ซึ่งกลุ่มทดลอง หมายถึง กลุ่มตัวอย่างที่มีการใช้ส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้ควบคู่กับการจัดการเรียนการสอนแบบปกติ กลุ่มควบคุม หมายถึง กลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบปกติเพียงอย่างเดียว

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนการสอนแบบออนไลน์รายวิชาคณิตศาสตร์วิศวกรรมเรื่องระบบพิกัดเชิงขั้ว ส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้เรื่องระบบพิกัดเชิงขั้ว เกี่ยวกับการหาพิกัดเชิงขั้วอื่น ๆ ที่เป็นตัวแทนของจุดที่กำหนดให้ การหาความสัมพันธ์ของจุดในระบบพิกัดฉากกับระบบพิกัดเชิงขั้ว และการวาดกราฟของสมการในระบบพิกัดเชิงขั้ว แบบประเมินคุณภาพการใช้งานส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้ในด้านต่าง ๆ จำนวน 12 ข้อ มีลักษณะแบบประเมินเป็นแบบมาตราส่วนประเมินค่า (Rating scale) ตามวิธีของ Likert (1967, pp. 90-95) แบ่งระดับการวัดเป็น 5 ระดับ คือ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องระบบพิกัดเชิงขั้ว จำนวน 20 ข้อ ลักษณะแบบทดสอบเป็นแบบเลือกตอบ (Multiple choice) จำนวน 4 ตัวเลือก และแบบสำรวจทัศนคติของผู้เรียนที่มีต่อการใช้ส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้เรื่องระบบพิกัดเชิงขั้ว จำนวน 15 ข้อ มีลักษณะแบบสำรวจเป็นแบบมาตราส่วนประเมินค่า 5 ระดับ

การสร้างและการทดสอบคุณภาพของเครื่องมือ ประกอบด้วยการสร้างแผนการจัดการเรียนการสอนรายวิชาคณิตศาสตร์วิศวกรรม เรื่องระบบพิกัดเชิงขั้ว ให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ ได้แก่ ระบบพิกัดเชิงขั้ว ความสัมพันธ์ระหว่างระบบพิกัดฉากกับระบบพิกัดเชิงขั้ว และกราฟในระบบพิกัดเชิงขั้ว การสร้างส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้เรื่องระบบพิกัดเชิงขั้ว มี 2 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตอนการกำหนดและวางส่วนประกอบต่าง ๆ ลงบนส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้ และขั้นตอนการเขียนโปรแกรม SCILAB เพื่อกำหนดการทำงานของส่วนประกอบต่าง ๆ พร้อมทั้งทดสอบการใช้งาน ตรวจสอบความถูกต้อง และปรับปรุงข้อบกพร่องเบื้องต้น จากนั้นจึงนำเสนอส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้ต่อผู้เชี่ยวชาญด้านคณิตศาสตร์ จำนวน 5 ท่าน เพื่อทดสอบและประเมินคุณภาพการใช้งานของระบบในด้านต่าง ๆ ได้แก่ ด้านการออกแบบส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้ ด้านการประมวลผล และการแสดงผล และด้านภาพรวมในการใช้งานของระบบ แบบประเมินคุณภาพมีลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประเมินค่า 5 ระดับ การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องระบบพิกัดเชิงขั้วที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ จำนวน 30 ข้อ ลักษณะแบบทดสอบเป็นแบบเลือกตอบ จำนวน 4 ตัวเลือก นำเสนอแบบทดสอบต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) โดยการหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ (Item-Objective Congruence Index: IOC) จากสูตรต่อไปนี้ (Rovinelli & Hambleton, 1977, pp. 49-60)

$$IOC = \frac{\sum R}{N}$$

เมื่อ IOC แทนดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์

$\sum R$ แทนผลรวมของคะแนนการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ

N แทนจำนวนผู้เชี่ยวชาญ

จากนั้นทำการคัดเลือกข้อคำถามที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป และมีค่ามากที่สุด จำนวน 20 ข้อ นำแบบทดสอบที่ผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญและปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่มีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มเป้าหมาย จำนวน 30 คน เพื่อวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (Difficulty) ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) และค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบ จากการวิเคราะห์ พบว่า แบบทดสอบมีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.23-0.77 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.30-0.70 และค่าความเชื่อมั่น ซึ่งวิเคราะห์ด้วยสูตรคูเดอร์ ริชาร์ดสัน 20 (Kuder-Richardson 20: KR-20) (Kuder & Richardson, 1937, pp. 151-160) มีค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นเป็น 0.74 แสดงว่า ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบมีคุณภาพดี อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ และการสร้างแบบสำรวจทัศนคติของผู้เรียนที่มีต่อการใช้ส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้ โดยแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่ 1 เป็นข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสำรวจ ส่วนที่ 2 เป็นคำถามแบบมาตราส่วนประเมินค่า 5 ระดับ และส่วนที่ 3 เป็นคำถามปลายเปิด (Open-ended questions) เพื่อให้ผู้ตอบแบบสำรวจแสดงความคิดเห็นและข้อเสนอแนะ นำเสนอแบบสำรวจทัศนคติต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา นำแบบสำรวจที่ผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญและปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่มีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มเป้าหมาย

จำนวน 30 คน เพื่อวิเคราะห์หาความเชื่อมั่นของแบบสำรวจด้วยวิธีสัมประสิทธิ์แอลฟา (Coefficient- α) ของ Cronbach (1957, pp. 297-334) จากการวิเคราะห์ พบว่า สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นมีค่าเป็น 0.77 แสดงว่า ความเชื่อมั่นของแบบสำรวจมีคุณภาพดี อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้

สำหรับการเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยได้ชี้แจงวัตถุประสงค์ของการวิจัยผ่านทางแอปพลิเคชันกูเกิลมีท เพื่อให้ผู้เรียนได้ทราบถึงขั้นตอน วิธีการวัดผล การประเมินผล และบทบาทของผู้เรียนในงานวิจัยนี้ พร้อมทั้งให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน (Pretest) แบบออนไลน์ ผ่านทางเว็บไซต์ <https://quizizz.com> โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องระบบพิกัดเชิงขั้ว ใช้เวลาในการทำแบบทดสอบ 40 นาที หลังจากนั้นผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดการเรียนการสอนแบบออนไลน์ ตามแผนการจัดการเรียนการสอนเรื่องระบบพิกัดเชิงขั้วที่สร้างขึ้นผ่านทางแอปพลิเคชันกูเกิลมีท ใช้เวลาทั้งหมด 3 ชั่วโมง โดยผู้วิจัยได้ส่งส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้ที่ผ่านการทดสอบและประเมินคุณภาพการใช้งานจากผู้เชี่ยวชาญ ให้แก่ผู้เรียนที่เป็นกลุ่มทดลองได้ทำการศึกษาเพิ่มเติมด้วยตนเองภายหลังการเรียนการสอนในชั่วโมงเรียน ภายหลังการเรียนการสอนเรื่องระบบพิกัดเชิงขั้ว 1 สัปดาห์ ผู้เรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน (Posttest) แบบออนไลน์ผ่านทางเว็บไซต์ <https://quizizz.com> โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องระบบพิกัดเชิงขั้ว ใช้เวลาในการทำแบบทดสอบ 40 นาที พร้อมทั้งให้ผู้เรียนที่เป็นกลุ่มทดลองทำแบบสำรวจทัศนคติที่มีต่อการใช้ส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้ ผ่านทางแอปพลิเคชัน กูเกิลฟอรม์

สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูล ประกอบด้วยการวิเคราะห์ข้อมูลการประเมินคุณภาพการใช้งานของส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้ด้วยค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) โดยเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยกับเกณฑ์ในการแปลระดับคุณภาพการใช้งาน การวิเคราะห์ข้อมูลคะแนนสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของผู้เรียนที่เป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ด้วยค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การวิเคราะห์ข้อมูลผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องระบบพิกัดเชิงขั้วของผู้เรียนที่เป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ใช้การทดสอบทีแบบกลุ่มอิสระ (Independent sample t-test) เพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบโดยเฉลี่ยระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ที่ระดับนัยสำคัญ (Significant level) .05 ซึ่งกำหนดสมมติฐานในการทดสอบ ดังนี้

$$H_0 : m_1 \leq m_2$$

$$H_1 : m_1 > m_2$$

เมื่อ m_1 แทนค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบโดยเฉลี่ยของผู้เรียนที่เป็นกลุ่มทดลอง

m_2 แทนค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบโดยเฉลี่ยของผู้เรียนที่เป็นกลุ่มควบคุม

โดยตรวจสอบการแจกแจงความน่าจะเป็นของข้อมูล ว่ามีการแจกแจงแบบปกติ (Normal distribution) หรือไม่ โดยใช้การทดสอบของชาปิโร-วิลค์ (Shapiro-Wilk test) ซึ่งกำหนดสมมติฐานในการทดสอบ ดังนี้

$$H_0 : \text{ข้อมูลมีการแจกแจงแบบปกติ}$$

$$H_1 : \text{ข้อมูลไม่มีการแจกแจงแบบปกติ}$$

พร้อมทั้งวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance: ANOVA) ของข้อมูล ว่ามีค่าเท่ากันหรือไม่ ซึ่งกำหนดสมมติฐานในการทดสอบ ดังนี้

$$H_0 : S_1^2 = S_2^2$$

$$H_1 : S_1^2 \neq S_2^2$$

เมื่อ S_1^2 แทนค่าความแปรปรวนของคะแนนสอบของผู้เรียนที่เป็นกลุ่มทดลอง

S_2^2 แทนค่าความแปรปรวนของคะแนนสอบของผู้เรียนที่เป็นกลุ่มควบคุม

และการวิเคราะห์ข้อมูลทัศนคติของผู้เรียนที่มีต่อการใช้ส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้ ด้วยค่าร้อยละ (Percentage) ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยกับเกณฑ์ในการแปลระดับความพึงพอใจ

4. ผลการวิจัย

จากการสร้างส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้สำหรับการเรียนการสอนรายวิชาคณิตศาสตร์วิศวกรรม เรื่องระบบพิกัดเชิงขั้ว แสดงตัวอย่างการใช้งาน ดังรูปที่ 2, 3 และ 4 ตามลำดับ

The another representation of a point in polar coordinates

Polar Coordinate: $r = 4$ $\theta = 60$ degree

Calculate Clear

Three representations of a polar coordinate

$r_1 = 4$ $\theta_1 = -300$ degree
 $r_2 = -4$ $\theta_2 = 240$ degree
 $r_3 = -4$ $\theta_3 = -120$ degree

Polar Coordinate: $r = -3$ $\theta = 150$ degree

Calculate Clear

Three representations of a polar coordinate

$r_1 = 3$ $\theta_1 = 330$ degree
 $r_2 = 3$ $\theta_2 = -30$ degree
 $r_3 = -3$ $\theta_3 = -210$ degree

รูปที่ 2 ตัวอย่างการหาพิกัดเชิงขั้วอื่น ๆ ที่เป็นตัวแทนของจุดที่กำหนดให้

Polar - Cartesian Coordinate Conversion Calculator

Cartesian Coordinate: $x = 5.1961524$ $y = -3$

Polar Coordinate: $r = 6$ $\theta = -30$ degree

To Polar Coordinate To Cartesian Coordinate

Clear

Polar - Cartesian Coordinate Conversion Calculator

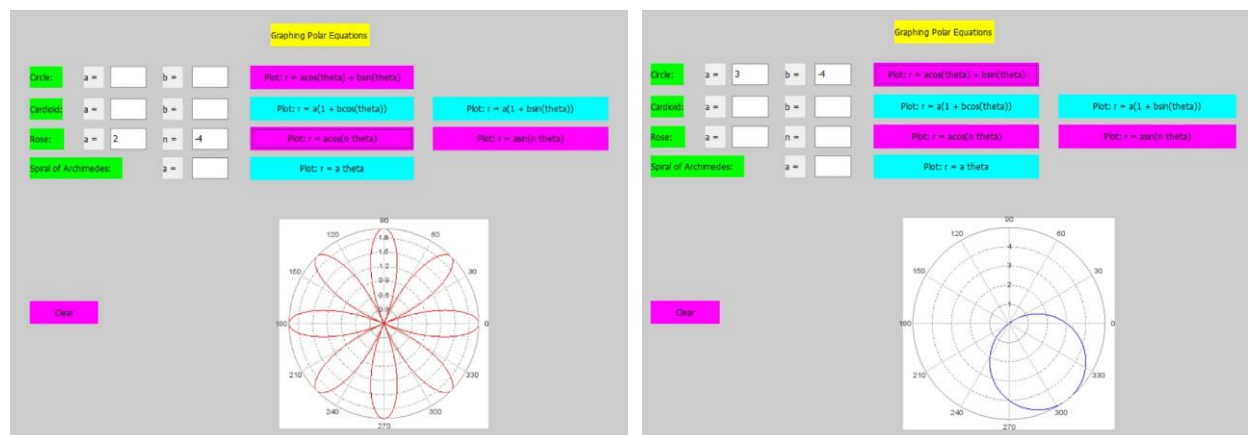
Cartesian Coordinate: $x = 3$ $y = 4$

Polar Coordinate: $r = 5$ $\theta = 53.130102$ degree

To Polar Coordinate To Cartesian Coordinate

Clear

รูปที่ 3 ตัวอย่างการหาความสัมพันธ์ของจุดในระบบพิกัดฉากและระบบพิกัดเชิงขั้ว



รูปที่ 4 ตัวอย่างการวาดกราฟของสมการในระบบพิกัดเชิงขั้ว

ผลการประเมินคุณภาพการใช้งานของส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้ในด้านต่าง ๆ โดยผู้เชี่ยวชาญด้านคณิตศาสตร์ จำนวน 5 ท่าน ด้วยค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน แสดงได้ดังตารางที่ 1 ซึ่งพบว่า ส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้มีคุณภาพการใช้งานในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ด้วยค่าเฉลี่ย 4.53 (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.48) โดยประเด็นด้านภาพรวมในการใช้งานของระบบมีค่าเฉลี่ยมากที่สุด คือ 4.76 (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.40) รองลงมา คือ ประเด็นด้านการประมวลผลและการแสดงผล มีค่าเฉลี่ย 4.45 (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.56) และประเด็นด้านการออกแบบส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้ มีค่าเฉลี่ย 4.27 (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.51) ตามลำดับ

ตารางที่ 1 ผลการประเมินคุณภาพการใช้งานของส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
1. ด้านการออกแบบส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้		
1.1 รูปแบบ องค์ประกอบ การจัดเรียง มีความเหมาะสม	4.40	0.55
1.2 ภาษาที่ใช้มีความชัดเจน เข้าใจง่าย	4.60	0.55
1.3 รูปแบบของตัวอักษร ขนาด และสีมีความเหมาะสม	3.80	0.45
รวม	4.27	0.51
2. ด้านการประมวลผลและการแสดงผล		
2.1 รูปแบบการแสดงผลมีความเหมาะสม	4.40	0.55
2.2 การประมวลผลทำได้ง่ายและมีความสะดวก	4.60	0.55
2.3 การประมวลผลในแต่ละส่วนมีความถูกต้องและรวดเร็ว	4.80	0.45
2.4 รูปแบบของตัวอักษร ขนาด และสีในการแสดงผลข้อมูลมีความเหมาะสม	4.00	0.71
รวม	4.45	0.56
3. ด้านภาพรวมในการใช้งานของระบบ		
3.1 ระบบมีความสะดวกและง่ายต่อการใช้งาน	4.60	0.55
3.2 ระบบนี้สามารถประมวลผลและสรุปผลได้ถูกต้องแม่นยำ	5.00	0.00
3.3 ระบบนี้สอดคล้องกับความต้องการที่จะนำไปใช้งาน	4.60	0.55
3.4 ระบบนี้ช่วยอำนวยความสะดวกในการประมวลผล	4.80	0.45
3.5 ระบบนี้มีประโยชน์เหมาะสมที่จะนำมาใช้งานได้จริง	4.80	0.45
รวม	4.76	0.40
ภาพรวมทั้งหมด	4.53	0.48

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลคะแนนสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของผู้เรียนที่เป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ด้วยค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน แสดงได้ดังตารางที่ 2 ซึ่งพบว่า กลุ่มควบคุมมีคะแนนสอบก่อนเรียนโดยเฉลี่ยมากกว่ากลุ่มทดลอง ในขณะที่กลุ่มทดลองมีคะแนนสอบหลังเรียนโดยเฉลี่ยมากกว่ากลุ่มควบคุม เมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยระหว่างการสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของผู้เรียนในแต่ละกลุ่ม พบว่า กลุ่มทดลองมีคะแนนสอบโดยเฉลี่ยเป็น 8.85 ซึ่งสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่มีคะแนนสอบโดยเฉลี่ยเป็น 6.46

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลคะแนนสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของผู้เรียนที่เป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่ม	คะแนนสอบ	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
กลุ่มทดลอง	คะแนนสอบก่อนเรียน	2.77	1.42
	คะแนนสอบหลังเรียน	14.92	2.29
	คะแนนสอบโดยเฉลี่ย	8.85	1.84
กลุ่มควบคุม	คะแนนสอบก่อนเรียน	3.00	1.53
	คะแนนสอบหลังเรียน	9.92	1.80
	คะแนนสอบโดยเฉลี่ย	6.46	1.65

ผลการตรวจสอบการแจกแจงความน่าจะเป็นของข้อมูลคะแนนสอบโดยเฉลี่ยของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้การทดสอบของชาฟิโร-วิลค์ จากโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ แสดงได้ดังตารางที่ 3 ซึ่งพบว่า ค่าความน่าจะเป็น (P-value) ของกลุ่มทดลองมีค่าเป็น .809 และค่าความน่าจะเป็นของกลุ่มควบคุมมีค่าเป็น .573 ซึ่งมากกว่าค่าระดับนัยสำคัญ .05 จึงยอมรับสมมติฐาน H_0 นั่นคือ ข้อมูลมีการแจกแจงปกติ

ตารางที่ 3 ผลการตรวจสอบการแจกแจงความน่าจะเป็นของข้อมูลคะแนนสอบโดยเฉลี่ยของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
คะแนนสอบโดยเฉลี่ยของกลุ่มทดลอง	.181	13	.200*	.964	13	.809
คะแนนสอบโดยเฉลี่ยของกลุ่มควบคุม	.139	13	.200*	.948	13	.573

a. Lilliefors Significance Correction

* This is a lower bound of the true significance.

ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องระบบพิกัดเชิงขั้วของผู้เรียนที่เป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้การทดสอบทีแบบกลุ่มอิสระ แสดงได้ดังตารางที่ 4 จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลคะแนนสอบโดยเฉลี่ยของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม พบว่า มีค่าความน่าจะเป็น .565 ซึ่งมากกว่าค่าระดับนัยสำคัญ .05 จึงยอมรับสมมติฐาน H_0 นั่นคือ ความแปรปรวนของคะแนนสอบของผู้เรียนที่เป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีค่าเท่ากัน สำหรับการทดสอบทีแบบกลุ่มอิสระ พบว่า มีค่าความน่าจะเป็น .001 ซึ่งน้อยกว่าค่าระดับนัยสำคัญ .05 จึงปฏิเสธสมมติฐาน H_0 นั่นคือ ค่าเฉลี่ยของคะแนนสอบโดยเฉลี่ยของผู้เรียนที่เป็นกลุ่มทดลองมีค่ามากกว่ากลุ่มควบคุม กล่าวได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนเรื่องระบบพิกัดเชิงขั้วโดยใช้ส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้สูงกว่าวิธีการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ตารางที่ 4 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องระบบพิกัดเชิงขั้วของผู้เรียนที่เป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
คะแนนสอบโดยเฉลี่ย	Equal variances assumed	.341	.565	-3.476	24	.002	-2.38462	.68605	-3.80055	-.96868
	Equal variances not assumed			-3.476	23.721	.002	-2.38462	.68605	-3.80143	-.96780

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทัศนคติของผู้เรียนที่มีต่อการใช้ส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้ ด้วยค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน แสดงได้ดังตารางที่ 5 และตารางที่ 6 ซึ่งแสดงให้เห็นว่า ผู้เรียนที่มีการใช้ส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้ส่วนใหญ่เป็นเพศชาย จำนวน 9 คน จากทั้งหมด 13 คน คิดเป็นร้อยละ 69.23 โดยเป็นผู้เรียนที่ศึกษาอยู่ในสาขาวิชาเมคคาทรอนิกส์และหุ่นยนต์ จำนวน 6 คน และสาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล จำนวน 7 คน คิดเป็นร้อยละ 46.15 และ 53.85 ตามลำดับ และผู้เรียนมีทัศนคติต่อการใช้ส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้ในภาพรวมอยู่ในระดับมาก ด้วยค่าเฉลี่ย 4.48 (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.45) โดยทัศนคติด้านการใช้งานมีค่าเฉลี่ยมากที่สุด คือ 4.60 (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.45) รองลงมา คือ ทัศนคติด้านรูปแบบการนำเสนอ มีค่าเฉลี่ย 4.43 (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.47) และทัศนคติด้านเนื้อหา มีค่าเฉลี่ย 4.42 (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.47) ตามลำดับ

ตารางที่ 5 ข้อมูลทั่วไปของผู้เรียน

รายการ		จำนวน	ร้อยละ
เพศ	ชาย	9	69.23
	หญิง	4	30.77
	รวม	13	100.00
สาขาวิชา	เมคคาทรอนิกส์และหุ่นยนต์	6	46.15
	วิศวกรรมเครื่องกล	7	53.85
	รวม	13	100.00

ตารางที่ 6 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทัศนคติของผู้เรียนที่มีต่อการมีส่วนร่วมต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
1. ด้านเนื้อหา		
1.1 มีความสอดคล้องกับเนื้อหาเรื่องระบบพิกัดเชิงขั้ว	4.54	0.52
1.2 มีความครอบคลุม ครบถ้วน และเพียงพอต่อการเรียนเรื่องระบบพิกัดเชิงขั้ว	4.38	0.51
1.3 มีความรู้ความเข้าใจเนื้อหาเรื่องระบบพิกัดเชิงขั้วเพิ่มขึ้น	4.46	0.52
1.4 สามารถนำไปใช้ประโยชน์ต่อการเรียนเรื่องระบบพิกัดเชิงขั้ว	4.38	0.51
1.5 สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับเนื้อหาเรื่องอื่น ๆ ได้	4.31	0.48
รวม	4.42	0.47
2. ด้านการใช้งาน		
2.1 มีความเหมาะสมในการใช้งาน ใช้งานง่ายไม่ซับซ้อน	4.62	0.51
2.2 มีความถูกต้องแม่นยำในการประมวลผล	4.77	0.44
2.3 มีความเหมาะสมของตัวอักษร ขนาด และสีในการแสดงผล	4.54	0.52
2.4 สามารถศึกษาวิธีใช้ได้ด้วยตนเอง	4.62	0.51
2.5 ช่วยอำนวยความสะดวกในการคำนวณและการวาดกราฟในระบบพิกัดเชิงขั้ว	4.46	0.52
รวม	4.60	0.45
3. ด้านรูปแบบการนำเสนอ		
3.1 ปุ่มกดและหน้าจอมีความชัดเจน	4.31	0.48
3.2 โปรแกรมมีความน่าสนใจ ดึงดูดการใช้งาน	4.46	0.52
3.3 มีความเหมาะสมของรูปแบบการจัดเรียงปุ่มกดและข้อความ	4.38	0.51
3.4 มีความสมดุลขององค์ประกอบต่าง ๆ บนหน้าจอ	4.54	0.52
3.5 กราฟมีสีสันสวยงามและมีความชัดเจน	4.46	0.52
รวม	4.43	0.47
ภาพรวมทั้งหมด	4.48	0.45

5. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

ส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้สำหรับการเรียนการสอนออนไลน์รายวิชาคณิตศาสตร์วิศวกรรม เรื่องระบบพิกัดเชิงขั้ว ที่พัฒนาขึ้น มีคุณภาพการใช้งานในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด โดยประเด็นด้านภาพรวมในการใช้งานของระบบมีค่าเฉลี่ยมากที่สุด วิจัยรณได้ว่า ส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้ที่สร้างขึ้นสามารถนำไปใช้คำนวณและแสดงกราฟในระบบพิกัดเชิงขั้วได้อย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพ จากการวิเคราะห์ข้อมูลคะแนนสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของผู้เรียนในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม พบว่า คะแนนสอบก่อนเรียนโดยเฉลี่ยของทั้งสองกลุ่มมีค่าใกล้เคียงกัน แต่เมื่อพิจารณาคะแนนสอบหลังเรียนโดยเฉลี่ย พบว่า กลุ่มทดลองมีคะแนนสอบหลังเรียนโดยเฉลี่ย 14.92 ซึ่งมากกว่ากลุ่มควบคุมที่มีคะแนนสอบหลังเรียนโดยเฉลี่ย 9.92 วิจัยรณได้ว่า คะแนนสอบหลังเรียนโดยเฉลี่ยของทั้งสองกลุ่มมีค่าแตกต่างกัน เมื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนทั้งสองกลุ่มโดยใช้คะแนนเฉลี่ยระหว่างคะแนนสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ด้วยการทดสอบทีแบบกลุ่มอิสระ พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่เป็นกลุ่มทดลองที่มีการใช้ส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้ควบคู่กับการเรียนการสอนแบบปกติ สูงกว่ากลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบปกติเพียงอย่างเดียว อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Charoensuk (2013), Surpare et al. (2016, pp. 1-13), Surpare and Seetao (2016, pp. 275-280), Porncharoen (2016) and Yonwilad (2016, pp. 1-7) นอกจากนี้ผู้เรียน ที่เป็นกลุ่มทดลองมีทัศนคติต่อการมีส่วนร่วมต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้ในระดับมากที่สุด ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่กำหนดไว้ ที่เป็นเช่นนี้อธิบายได้ว่า การใช้ส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้ควบคู่กับการจัดการเรียนการสอนแบบปกติ ช่วยให้ผู้เรียนได้ทดลองหาคำตอบและตรวจสอบคำตอบได้ด้วยตนเอง สามารถสังเกตและจับคู่กราฟกับสมการในระบบพิกัดเชิงขั้วได้ ทำให้ผู้เรียนมีความสนใจและกระตือรือร้นต่อการเรียนเพิ่มขึ้น สอดคล้องกับบทความของ (Phooddee, 2020, pp. 190-199) ที่กล่าวว่า เครื่องมือนวัตกรรมที่นำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์สามารถสนับสนุนให้ผู้เรียนได้มีการเรียนรู้ตลอดเวลาและสามารถแสดงศักยภาพของตนเองอย่างเต็มที่ เกิดการเรียนรู้ที่แท้จริง มีการจดจำในการเรียนรู้ที่ยาวนานและมีความฉลาดทางดิจิทัล (Digital Intelligence Quotient: DQ) ซึ่งเหมาะสมกับการจัดการเรียนการสอนแบบออนไลน์ในยุคที่มีการเปลี่ยนแปลงไปสู่ความปกติใหม่ (New normal)

สรุปได้ว่า ส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้สำหรับการเรียนการสอนออนไลน์รายวิชาคณิตศาสตร์วิศวกรรม เรื่องระบบพิกัดเชิงขั้วที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพการใช้งานอยู่ในระดับมากที่สุด สามารถช่วยอำนวยความสะดวกให้ผู้เรียนทบทวนเนื้อหาและฝึกปฏิบัติได้ด้วยตนเอง และยังช่วยพัฒนาระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่มีการใช้ส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้ควบคู่กับการจัดการเรียนการสอนแบบปกติ ผู้เรียนมีทัศนคติต่อการมีส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้ในระดับมาก ทั้งทางด้านเนื้อหา ด้านการใช้งาน และด้านรูปแบบการนำเสนอ ทำให้ผู้เรียนมีความสนใจ กระตือรือร้นที่อยากจะเรียนรู้ ต่อยอดความคิดทางด้านคณิตศาสตร์ และสามารถนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ในเรื่องอื่นหรือรายวิชาอื่นที่เกี่ยวข้องได้

6. ข้อเสนอแนะ

การจัดการเรียนการสอนเรื่องระบบพิกัดเชิงขั้วที่มีการใช้ส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้ร่วมกับการเรียนการสอนแบบปกติ ส่งผลให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้เพิ่มขึ้น สามารถทบทวนความรู้ได้ด้วยตนเอง ดังนั้นจึงสามารถนำส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้ไปประกอบการเรียนการสอนเรื่องระบบพิกัดเชิงขั้วในภาคเรียนต่อไปได้ สำหรับการวิจัยครั้งต่อไปควรมีการพัฒนาส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้ในเรื่องอื่น ๆ ของรายวิชาคณิตศาสตร์วิศวกรรมเพิ่มขึ้น เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความกระตือรือร้น สนใจการเรียนรู้ สามารถทบทวนเนื้อหาและฝึกปฏิบัติได้ด้วยตนเอง ซึ่งเหมาะสมกับการจัดการเรียนการสอนแบบออนไลน์ในยุคที่มีการเปลี่ยนแปลงไปสู่ความปกติใหม่

เอกสารอ้างอิง

- Charoensuk, K. (2013). *MATLAB GUI for teaching and learning in vector calculus: tripleintegrals* [Master's thesis]. Silpakorn University. (in Thai)
- Cronbach, L. J. (1957). Coefficient alpha and the internal structure of tests. *Psychometrika*, 16, 297-334.
- Kuder, G. F., & Richardson, M. W. (1937). The theory of the estimation of test reliability. *Psychometrika*, 2(3), 151-160.
- Likert, R. (1967). *The method of constructing and attitude scale, reading in attitude theory and measurement*. Wiley & Son.
- Mathuros, S. (2021). Management education online in the new normal Covid-19. *Rajapark Journal*, 15(3), 33-42. (in Thai)
- Phooddee, W. (2020). Mathematics instruction in digital age: Methods and tools. *Journal of Science & Science Education*, 3(2), 190-199. (in Thai)
- Porncharoen, R. (2016). *Development of simulated program for analysis of parameters of antenna for applying telecommunication engineering education* (Research report). Rajamangala University of Technology Phra Nakorn. (in Thai)
- Rovinelli, R. J., & Hambleton, R. K. (1977). On the use of content specialists in the assessment of criterion-referenced test item validity. *Dutch Journal of Educational Research*, 2, 49-60.
- Surpare, K., Lohakan, M., & Wannapiroon, P. (2016). Development of adaptive blended learning with social networks to enhance computation thinking skill and writing program skill for electrical engineering students. *Journal of graduate studies Valaya Alongkorn Rajabhat University*, 10(3), 1-13. (in Thai)
- Surpare, K., & Seetao, C. (2016). Development on graphical user interface (GUI) of SCILAB in continuous time Fourier transform for Electrical Engineering students. In W. Wittaya (Ed.), *TechEd 9. Proceeding of the 9th National Conference on Technical Education* (pp. 275-280). (in Thai)
- Yamane, T. (1973). *Statistics: An introductory analysis* (3rd ed.). Harper and Row
- Yonwilad, W. (2016). A comparative study of the learning achievement of finding the solution of linear equation system with the SCILAB program and traditional method. *Nakhon Lampang Buddhist College's Journal*, 5(1), 1-7. (in Thai)

ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยบทเรียนแบบฝึกหัดควบคู่การให้ข้อมูลป้อนกลับ
ที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องเลขยกกำลัง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

RESULTS OF LEARNING ACTIVITIES WITH EXERCISE LESSONS ALONG WITH GIVING
FEEDBACKS THAT AFFECT MATHEMATICS ACHIEVEMENT ON EXPONENTS
OF MATTHAYOMSULSA 1 STUDENTS

อุไร ชีรัมย์* และนิพนธ์ ฝ่ายบุญ
Urai Sirum* and Nipon Fauiboon

Received: October 26, 2021

Revised: December 13, 2021

Accepted: February 1, 2022

ABSTRACT

This research investigated and made the comparison of the learning achievements and studied the students' satisfaction after receiving Mathematics learning activities on exponents by exercise lessons and giving feedback. The research participants were 37 students from Matthayomsuksa 1: section 8 of the Demonstration School of Ramkhamhaeng University (Secondary level) selected using the cluster sampling technique. The research instruments were as follows 1) Five learning plans with sets of exercise lessons, which were modified according to the opinions of three experts, checked the Index of Item-Objective Congruence (IOC), 2) Mathematics achievement test on exponents, multiple-choice, four options, 30 items. The index of discrimination was between 0.20 and 0.75. The index of difficulty was between 0.33 and 0.80. The reliability of the whole test was at 0.868, and 3) 15 items of questionnaires for the students' satisfaction towards learning activities by exercise lessons and giving feedback. The questionnaires were composed with a 5-level scale which the reliability was at 0.94. The statistics used in the data analysis were mean, standard deviation, percentage, and t-test statistics. The results showed that the learning activities plans according to the opinion of the experts were effective at a good level ($\bar{x} = 4.44$, S.D. = 0.54). The test scores during the study compared with the test scores after the study which the ratios between process efficiency and outcome efficiency (E1/E2) were at 91.62/84.68. They were higher than the set criteria: 75/75. The post-test scores were statistically significantly higher than the pre-test scores by .05. The students were satisfied and interested in Mathematics learning activities on exponents by exercise lessons along with giving feedback. Overall, the feedback was at a high level ($\bar{x} = 4.35$, S.D. = 0.08).

Keywords: Exercise lessons; Providing feedback; Learning achievement; Exponent

*Corresponding author E-mail: urai.s@ru.ac.th

ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง กรุงเทพมหานคร 10240

Department of Curriculum and Instruction, Faculty of Education, Ramkhamhaeng University,

Bangkok 10240 Thailand

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้ได้ค้นพบและเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ และความพึงพอใจของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่องเลขยกกำลัง ด้วยบทเรียนแบบฝึกหัดกับการให้ข้อมูลป้อนกลับ ผู้เข้าร่วมการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ห้อง 8 จำนวนนักเรียน 37 คน ปีการศึกษา 2562 ของโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยรามคำแหง (ฝ่ายมัธยม) จากการสุ่มแบบกลุ่ม เครื่องมือในการวิจัย ได้แก่ 1) แผนและชุดบทเรียนแบบฝึกหัด จำนวน 5 แผน ซึ่งผ่านการแก้ไขตามความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่านตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างเนื้อหากับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เรื่องเลขยกกำลัง ชนิดปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ มีค่าอำนาจจำแนก 0.20-0.75 ค่าความยากง่าย 0.33-0.80 และค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ 0.868 3) แบบวัดความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนการสอนแบบฝึกหัดควบคู่การให้ข้อมูลป้อนกลับ จำนวน 15 ข้อ แบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ซึ่งมีค่าความเชื่อมั่น 0.94 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ร้อยละ สถิติทดสอบที ผลการวิจัยพบว่าแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามความเห็นของผู้เชี่ยวชาญประเมิน มีประสิทธิภาพอยู่ในระดับดี ($\bar{x}$ = 4.44, S.D. = 0.54) คะแนนทดสอบระหว่างเรียน และคะแนนทดสอบหลังเรียน มีอัตราส่วนระหว่างประสิทธิภาพของกระบวนการต่อประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E1/E2) เท่ากับ 91.62/84.68 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้คือ 75/75 และคะแนนสอบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่องเลขยกกำลังด้วยบทเรียนแบบฝึกหัดควบคู่การให้ข้อมูลป้อนกลับภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{x}$ = 4.35, S.D. = 0.08)

คำสำคัญ: บทเรียนแบบฝึกหัด; การให้ข้อมูลป้อนกลับ; ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้; เลขยกกำลัง

1. บทนำ

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อความสำเร็จในการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ช่วยให้มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างรอบคอบและถี่ถ้วน ช่วยให้การคำนวณ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหา ได้อย่างถูกต้องเหมาะสม และสามารถนำไปใช้ในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ เป็นเครื่องมือในการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และศาสตร์อื่น ๆ อันเป็นรากฐานในการพัฒนาทรัพยากรบุคคลของชาติให้มีคุณภาพและพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศให้ทัดเทียมกับนานาชาติ ทันท่วงทีเทคโนโลยีที่เจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็วในยุคโลกาภิวัตน์ (Ministry of Education, 2017b, p. 8) ซึ่งในปัจจุบันการจัดการเรียนรู้สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ยังไม่ประสบความสำเร็จจากผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินำพื้นฐาน (O-NET) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2557-2561 วิชาคณิตศาสตร์ ของระดับประเทศ อยู่ในระดับค่าเฉลี่ย 29.65, 32.40, 29.31, 26.30 และ 30.04 ลำดับ ทั้งนี้ต่ำกว่าร้อยละ 50 อีกทั้งยังไม่มีแนวโน้มว่าผลการทดสอบนี้จะสูงกว่าร้อยละ 50 แต่อย่างใด สาระการเรียนรู้พีชคณิตมีความน่าสนใจ นักเรียนควรใส่ใจเป็นพิเศษ หากแต่ยังไม่ประสบความสำเร็จที่จะทำให้มีค่าเฉลี่ยสูงกว่าร้อยละ 50 เช่นกัน

การเรียนรู้เพื่อให้มีประสิทธิภาพและเกิดประสิทธิผลสูงสุดต่อผู้เรียนแสดงให้เห็นจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้เป็นส่วนสำคัญ ด้วยผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจ สามารถนำความรู้ไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ทั้งแก้ปัญหาเฉพาะหน้าในชีวิตประจำวัน ซึ่งครูผู้สอนสังเกตพฤติกรรมอันแสดงออกถึงความรู้ความสามารถ การวัดและประเมินผลด้วยแบบทดสอบในลักษณะต่าง ๆ (Good et al., 1973, p. 9; Ministry of Education, 2017b, p. 8; Royal Institute., 2008, p. 9; Tayraukham, 2008, pp. 72-73) ทั้งนี้บทเรียนแบบฝึกหัด ที่ผู้เรียนต้องทบทวนความรู้ความเข้าใจด้วยตนเองอีกครั้งจึงมีความสำคัญยิ่งเปิดโอกาสให้ผู้เรียนศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมตามเวลาที่สะดวกภายใต้การฝึกทักษะการวางแผนทำงานเพื่อให้ทันตามกำหนดเวลา ครูผู้สอนประเมินแบบฝึกหัดของผู้เรียนเพื่อให้ข้อมูลป้อนกลับซึ่งช่วยกระตุ้นการเรียนรู้ และให้ข้อมูลพื้นฐานการเรียนรู้ของผู้เรียน ได้แก่ จุดประสงค์ วิธีการ กระบวนการ สื่อแหล่งการเรียนรู้และภาระงาน ตลอดจนวิธีการวัดและการเรียนรู้ที่แท้จริงเป็นกระบวนการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นภายในผู้เรียน ช่วยผู้เรียนเรียนรู้กระบวนการและวิธีการเรียนรู้ด้วยตนเอง เรียนรู้ความสามารถ เข้าใจและปรับปรุงวิธีการเรียนรู้ของตนเองทั้งด้านเนื้อหาสาระ การปฏิบัติ การอยู่ร่วมกันและการประกอบอาชีพในอนาคต (Berry, 2008, p. 10; Butler & Nisan, 1986, pp. 210-216; Naiyapatana, 2014, pp. 10-11; Office of Royal Society, 2015, p. 298) การให้ข้อมูลป้อนกลับโดยทั่วไปมักกล่าวถึงข้อดีและข้อเสียของผลงาน แต่ปัจจุบันการเสนอแนวคิดในการชี้แนะเพื่อปรับปรุง (Feedforward) ผลงานเน้นแนวทางในการปฏิบัติในอนาคตโดยไม่คำนึงถึงในปัจจุบันว่าผลงานมีข้อดีหรือข้อเสียอย่างไร (Lumthong, 2010, pp. 1-2) มีความสำคัญในการส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาศักยภาพของตนเองได้ดียิ่งขึ้น (Nooprick, 2016, pp. 18-30) การจัดการเรียนรู้สิ่งทีวัดความสำเร็จ

นั้นสำคัญที่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ ทั้งนี้ครูผู้สอนและผู้เรียนไม่ได้ให้ความสำคัญกับผลงานหรือแบบฝึกหัดที่เกิดขึ้นระหว่างการเรียนรู้ การส่งแบบฝึกหัดของผู้สอนส่งตามที่หรือครูผู้สอนมอบหมายหรืออาจจะไม่ส่งเลยละเลยในการประเมินความรู้ความเข้าใจของตนเองด้วยการทำแบบฝึกหัด ครูผู้สอนเองบ่อยครั้งที่ส่งคืนผลงานผู้เรียนหรือแบบฝึกหัดนั้นเพียงระบุว่าส่งงานตามมอบหมาย ทำให้ผู้เรียนไม่เห็นความสำคัญและต้องการพัฒนางานของตนเองให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นในครั้งต่อไป การสร้างแรงจูงใจให้ผู้เรียนเกิดอยากเรียนรู้เป็นสิ่งสำคัญและการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สนองความต้องการของผู้เรียนนับว่าสำคัญยิ่ง ผู้เรียนได้รับการตอบสนองความต้องการ พอใจหรือไม่พอใจ และประโยชน์ที่ได้รับนั้นสำเร็จได้ด้วยความรู้สึกรับชอบหรือไม่ชอบต่องานนั้น ซึ่งความพึงพอใจเป็นกระบวนการทางจิตวิทยาไม่สามารถมองเห็นได้ชัดเจน แต่สามารถคาดคะเนได้ว่า มีหรือไม่มี จากการสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนเท่านั้น (Davis, 1981, p. 83; Khammani, 2008, p. 10; Piumsomboon, 1988, pp. 34-36; Preedeedilok, 1986, p. 321; Wallerstein, 1971, p. 256) ผลการสังเกตนี้ครูผู้สอนให้ความสำคัญเพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้สนองความต้องการของผู้เรียนเป็นผลให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพเกิดประสิทธิผลสูงสุดแก่ผู้เรียน ผู้วิจัยจึงมีความสนใจในการให้ความสำคัญกับการให้ข้อมูลป้อนกลับที่เกิดขึ้นในขณะจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และหลังการจัดการเรียนรู้อย่างทันท่วงทีมีความต่อเนื่อง เพื่อช่วยให้การจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพ ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียน มุ่งมั่นในการทำแบบฝึกหัดให้มีประสิทธิภาพต่อไป

ผู้วิจัยเห็นความสำคัญและสนใจที่จะพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์เรื่องเลขยกกำลังของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ด้วยการให้บทเรียนแบบฝึกหัดควบคู่กับการให้ข้อมูลป้อนกลับเพื่อสะท้อนผลการเรียนรู้และนำไปสู่การพัฒนาตนเองของผู้เรียน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ซึ่งครูผู้สอนให้ข้อมูลผลการเรียนรู้ป้อนกลับเพื่อเกิดการพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียน (Berry, 2008, p. 10) ผู้เรียนเรียนรู้ให้เกิดความเข้าใจเชื่อมโยงความรู้อื่นเสริมสร้างข้อค้นพบเรียนรู้ใหม่ ครูผู้สอนมีบทบาทสำคัญในการชี้แนะสร้างสถานการณ์ให้ผู้เรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น ทบทวนความรู้ของตนเองด้วยการทำแบบฝึกหัดและพัฒนาความรู้ความเข้าใจจากข้อมูลป้อนกลับที่ได้รับจากครูผู้สอน การเรียนรู้เช่นนี้ช่วยผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจ เกิดความคงทน กระตุ้นการเรียนรู้ เป็นแนวทางในการพัฒนาตน พัฒนางานยิ่งขึ้นมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เรียนสูง (Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology [IPST], 2018, pp. 60-62; Ministry of Education, 2017a, p. 13) อีกทั้งเป็นแนวทางปฏิบัติที่ดีของครูผู้สอนในการสะท้อนผลงานผู้เรียนและการปฏิบัติงานของผู้เรียนให้สามารถพัฒนางานของตนเองให้ดียิ่งขึ้นเสริมสร้างสมรรถนะการเรียนรู้ให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้และประสบความสำเร็จในการทำภาระงานต่าง ๆ เป็นสำคัญ

วัตถุประสงค์ของการวิจัยเพื่อพัฒนาแผนและแบบบทเรียนแบบฝึกหัดคณิตศาสตร์ เรื่องเลขยกกำลัง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ให้มีประสิทธิภาพไปตามเกณฑ์ 75/75 อีกเพื่อศึกษาและเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ และเพื่อประเมินพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่องเลขยกกำลังด้วยบทเรียนแบบฝึกหัดควบคู่การให้ข้อมูลป้อนกลับ

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ระเบียบวิธีวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi –experimental research) ซึ่งผู้วิจัยใช้แบบแผนการวิจัยแบบศึกษากลุ่มเดียว วัดก่อน-วัดหลังการทดลอง (One-group pretest-posttest design) และใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS เพื่อการวิเคราะห์ข้อมูลรายงานผลการวิจัยครั้งนี้

2.1 แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในการวิจัย

2.1.1 การให้ข้อมูลป้อนกลับ (Feedback)

การให้ผลการประเมินกลับไปหาผู้เรียนหรือผู้ถูกประเมินเพื่อนำผลการประเมินไปปรับปรุงและพัฒนาตนเองการให้ผลการประเมินป้อนกลับสู่ผู้เรียนก่อให้เกิดผลต่อการพัฒนาหรืออาจเกิดผลกระทบต่อการพัฒนาเช่นกัน ผู้ประเมินควรต้องศึกษารูปแบบการให้ผลการประเมินป้อนกลับสู่ผู้เรียนเพื่อประสิทธิภาพของการพัฒนา

การจำแนกการให้ข้อมูลป้อนกลับมี 3 รูปแบบ (1) การให้ข้อมูลป้อนกลับโดยสร้างแรงจูงใจ (Motivational feedback) เป็นการสร้างแรงจูงใจเชิงบวก เช่น การให้คำชม การให้รางวัล การให้เกียรติที่ดี การให้คำแนะนำเชิงบวก (2) การให้ผลการประเมิน (Evaluative feedback) โดยการให้เกรด หรือคะแนนในการทำงานที่เฉพาะเจาะจง เพื่อให้นักเรียนได้รู้การทำงานของตนเองในปัจจุบันเพื่อการปรับปรุง (3) การให้ข้อมูลป้อนกลับเป็นข้อเรียนรู้ (Learning feedback) ซึ่งรูปแบบนี้นักเรียนจะรู้วิธีการปรับปรุงการเรียนรู้เพื่อไปสู่เป้าหมาย โดยครูให้คำแนะนำ วิธีการให้นักเรียนสามารถปรับปรุงงานให้ดีขึ้น รวมทั้งกระตุ้นให้นักเรียนกระตือรือร้นในการเรียนโดยผ่านการคิดและการตัดสินใจในคำแนะนำเหล่านั้น

การให้ข้อมูลกระตุ้นการเรียนรู้ เป็นการให้ข้อมูลพื้นฐานของการเรียนรู้ ได้แก่ จุดประสงค์ วิธีการ กระบวนการ สื่อแหล่งการเรียนรู้และภาระงาน ตลอดจนวิธีการวัดและการเรียนรู้ที่แท้จริงเป็นกระบวนการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นภายในผู้เรียน การประเมินเพื่อการเรียนรู้จึงมุ่งให้ผู้เรียนเรียนรู้กระบวนการและวิธีการเรียนรู้ด้วยตนเอง เรียนรู้ความสามารถ เข้าใจและปรับปรุง วิธีการเรียนรู้ของตนเองทั้งด้านเนื้อหาสาระ การปฏิบัติ การอยู่ร่วมกันและการประกอบอาชีพในอนาคต การประเมินเพื่อการเรียนรู้ประกอบด้วย การให้ข้อมูลกระตุ้นการเรียนรู้ การให้ข้อมูลป้อนกลับ และการให้ข้อมูลต่อยอดการเรียนรู้ ดังนั้น การประเมินเพื่อการเรียนรู้จึงมีความสำคัญและส่งผลต่อการเป็นบุคคล การเรียนรู้และอนาคตของผู้เรียน (Berry, 2008, p. 10; Butler & Nisan, 1986, pp. 210-216; Naiyapatana, 2014, pp. 10-11; Office of Royal Society, 2015, p. 298)

การประเมินผู้เรียนแล้วให้ข้อมูลป้อนกลับ (Feedback) เป็นหนึ่งในกลวิธีการประเมินความก้าวหน้า (Formative assessment) เป็นแนวทางที่ครูนั้นใช้การประเมินเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียน Nooprick (2016, pp. 18-30) การตรวจงานของครูควรให้ข้อเสนอแนะ แทนการให้เป็นคะแนนหรือเกรด เพื่อให้นักเรียนและครูสามารถตรวจสอบความก้าวหน้าได้ ข้อเสนอแนะเหล่านั้นควรมีการจัดบันทึกไว้สม่ำเสมอ อาจทำในรูปแบบบันทึกการเรียนรู้ การให้ข้อมูลป้อนกลับของครูควรมีลักษณะเชิงบวก ควรมีการชมเชยและระบุจุดเด่นของงาน ในขณะเดียวกันก็ควรให้การแนะแนวทางเพื่อการปรับปรุง ให้นักเรียนรู้ว่าจะพัฒนางานได้อย่างไรครูอาจจะเป็นแม่แบบในการให้ข้อมูลป้อนกลับ เพื่อให้นักเรียนนำไปใช้ในการประเมินงานของเพื่อนได้ด้วย ครูอาจงานงานหรือการบ้านที่นักเรียนทำผิดมาเป็นประเด็นในการอภิปราย เพื่อช่วยแก้ไขความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน อย่างไรก็ตามครูไม่ควรสร้างบรรยากาศเชิงลบหรือทำให้นักเรียนรู้สึกว่าคุณค่าต่ำ นอกจากการให้ผลป้อนกลับแล้วครูควรเปิดโอกาสให้นักเรียนแก้ไข ผลงานของนักเรียนเอง ซึ่งครูควรจัดเวลาเพื่อไว้หลังจากการตรวจงานนักเรียน นอกจากนั้นครูควรมีการติดตามให้นักเรียนได้แก้ไขงานตามข้อมูลป้อนกลับที่ได้รับ

2.1.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การประสบความสำเร็จ (Accomplish) หรือสมรรถภาพ (Performance) ในการใช้ทักษะหรือใช้ความรู้ ในวิชาหนึ่งวิชาใด โดยเฉพาะ การได้รับรู้ (Knowledge attained) การพัฒนาทักษะทางการเรียนในโรงเรียน ซึ่งสามารถสังเกตและวัดได้โดยใช้แบบทดสอบมาตรฐาน หรือแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้น หรืออาจใช้แบบทดสอบ ทั้งสองชนิดเทียบจากเกณฑ์ที่กำหนด (Good et al., 1973, p. 9; Ministry of Education, 2017b, p. 8; Royal Institute., 2008, p. 9; Tayraukham, 2008, pp. 72-73)

ลักษณะของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (1) ความจำเป็นลักษณะที่สำคัญของการเรียนความสามารถในการจำสิ่งต่าง ๆ ได้ เป็นตัวเสริมให้เกิดความรู้ความสามารถในการเรียนความจำจึงเป็นผลสัมฤทธิ์พื้นฐานก่อนการแสดง ความสามารถในการระดับที่สูงขึ้น ซึ่งได้แก่ความเข้าใจและการนำความรู้ไปใช้ (2) ความเข้าใจเป็นความสามารถในระดับที่สูงกว่าความจำนั้นคือนักเรียนมีความสามารถในการเข้าใจสาระต่าง ๆ ที่ตนจำความเข้าใจในที่นี้คือความสามารถในการแปลความหมายความสามารถในการตีความและความสามารถในการสรุปความและอ้างอิงต่อไปได้ (3) การนำไปใช้ ความสามารถในการนำความรู้ที่ได้เรียนไปแล้วไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ได้ถือว่าเป็น การบรรลุถึงจุดมุ่งหมายของการนำไปใช้การนำไปใช้ในสภาพที่ตนเคยจำได้ถือว่าเป็นความสามารถในการจำการนำไปใช้ในที่นี้จึงเน้นที่สถานการณ์ใหม่ที่ตนยังไม่ได้พบแต่สามารถนำความรู้ของตนไป แก้ปัญหาหรือไปปรับวิธีการเก่าให้ดีกว่าเดิม (4) การวิเคราะห์เป็นการแยกแยะเนื้อหาให้เป็นส่วนย่อยแล้วระบุความสัมพันธ์ของ ส่วนย่อยกับส่วนย่อย ส่วนย่อยกับส่วนใหญ่การวิเคราะห์ที่จัดอยู่ในความสามารถระดับต่ำได้แก่การวิเคราะห์นามธรรมที่ไม่ยุ่งยากตรงไปตรงมา ส่วนการวิเคราะห์ที่จัดอยู่ในความสามารถระดับสูงเป็นการวิเคราะห์นามธรรมที่ซับซ้อนต้องใช้ความสามารถมาก (5) การสังเคราะห์ เป็นการนำสิ่งที่วิเคราะห์มาผสมผสานใหม่เป็นเรื่องใหม่รูปแบบใหม่ สิ่งอย่างเช่นงานเขียนของนักเรียนซึ่งใช้ความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาสาระผสมผสานกับการวิเคราะห์ และการประยุกต์ใช้มาจัดทำเป็นผลงานใหม่ของนักเรียนซึ่งมีความคิดของตนเองและมีข้อความที่สมบูรณ์ (6) การประเมิน ความสามารถในการประเมินเพื่อให้ได้คุณค่าบางอย่างถือว่าเป็นขั้นสุดท้ายของการพัฒนา ด้านสมองของนักเรียนความสามารถในการประเมินเป็นผลจากความสามารถในการจำเข้าใจ ประยุกต์วิธีวิเคราะห์และสังเคราะห์ โดยที่ผู้ประเมินนำความรู้ดังกล่าวที่ได้สะสมไว้มาประมวลเข้าด้วยกันแสวงหาเกณฑ์มาประกอบเพื่อให้เกิดผลประเมินการประเมินเป็นการตัดสินคุณค่าของงาน คำตอบวิธีการเนื้อหาสาระลักษณะคนสัตว์สิ่งของโดยใช้เกณฑ์และมาตรฐานเพื่อวัดความถูกต้อง ความมีประสิทธิภาพประสิทธิผลคุณภาพความสอดคล้องความประหยัดความพึงพอใจความคุ้มค่าการประเมินเป็นการนำความรู้ความจำความเข้าใจการวิเคราะห์การสังเคราะห์มาใช้โดยเพิ่มเกณฑ์ประเมินเข้าไปด้วย เกณฑ์ในการประเมินภายในคือความคิดเห็นประสพการณ์ความรู้ของตนเองเป็นเหตุผลในการตัดสินเช่นการพิจารณาผลการเรียนของนักเรียนโดยอาศัยความคิดเห็นของครูเป็นหลัก การประเมินโดยใช้เกณฑ์ภายนอกคือหลักฐานเอกสารข้อพิสูจน์ข้อเท็จจริงวิธีการปฏิบัติในสังคม วิธีการในสาขาวิชาเช่นการพิจารณาผลงานของนักเรียนโดยใช้เกณฑ์ของครูคนอื่นผนวกกับเกณฑ์ของโรงเรียนอื่น (Jamornmam, 2007, pp. 55-57)

2.1.3 ความพึงพอใจในการเรียนรู้ของผู้เรียน

ความพึงพอใจ หมายถึง ทศนคติที่ต้องผ่านกระบวนการรับรู้ และตีความของบุคคล ซึ่งมีการประเมินค่าของสิ่งที่รับรู้ ว่าความรู้สึกที่ชอบหรือพอใจที่มีต่อองค์ประกอบหรือสิ่งจูงใจในด้านต่าง ๆ ของงาน ผู้ปฏิบัติงานได้รับการตอบสนองความต้องการพอใจหรือไม่พอใจของผู้ปฏิบัติงานความสัมพันธ์ระหว่างความคาดหวังของงานผู้ปฏิบัติงานที่มีต่องาน และผลประโยชน์ที่ได้รับงานนั้นสำเร็จได้ด้วยความรู้สึกชอบหรือไม่ชอบต่องานนั้น ความพึงพอใจเป็นกระบวนการทางจิตวิทยาไม่สามารถมองเห็นได้ชัดเจน แต่สามารถคาดคะเนได้ว่า มีหรือไม่มี จากการสังเกตพฤติกรรมของคนเท่านั้น (Davis, 1981, p. 83; Khammani, 2008, p. 10; Piumsomboon, 1988, pp. 34-36; Preedeedilok, 1986, p. 321; Wallerstein, 1971, p. 256)

ความพึงพอใจได้จัดลำดับความต้องการของมนุษย์มี 5 ชั้น (Maslow, 1968, p. 112) ดังนี้

1. ความต้องการด้านร่างกาย (Physiological needs) เป็นความต้องการขั้นพื้นฐานของมนุษย์ได้แก่ อาหาร ที่อยู่อาศัย เครื่องนุ่งห่ม ยารักษาโรค ความต้องการพักผ่อน และความต้องการทางเพศ ฯลฯ ความต้องการทางด้านร่างกายจะมีอิทธิพลต่อพฤติกรรมของคนก็ต่อเมื่อความต้องการ ด้านร่างกายยังไม่ได้ได้รับการตอบสนองเลย

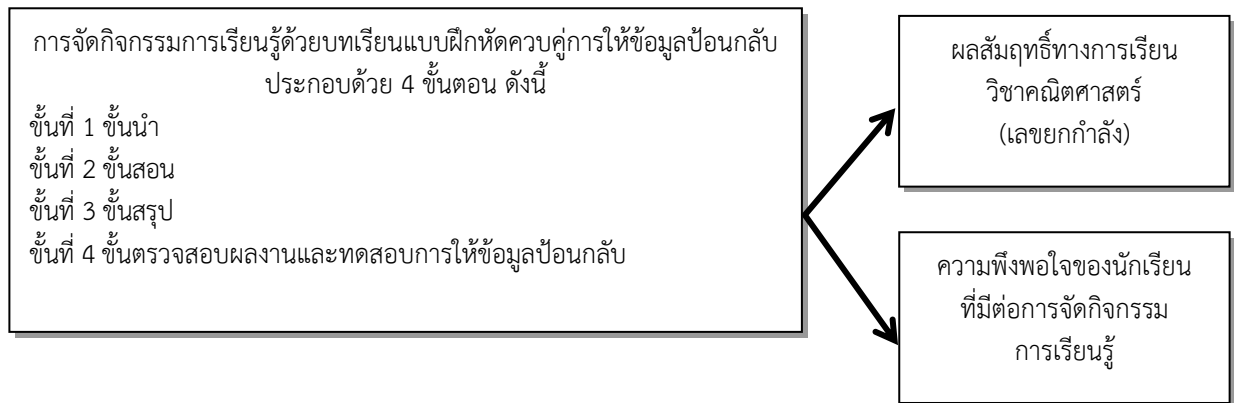
2. ความต้องการความปลอดภัย และความคงทน (Safety and security needs) ถ้าหากความต้องการทางด้านร่างกายได้รับการตอบสนองตามสมควรแล้ว มนุษย์ก็จะมีความต้องการ ในขั้นต่อไปที่สูงขึ้น คือ ความต้องการเกี่ยวกับความมั่นคงปลอดภัยต่าง ๆ ความต้องการทางด้านความปลอดภัยจะเป็นเรื่องเกี่ยวกับการป้องกันเพื่อให้เกิดจากอันตรายต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นกับร่างกาย ความสูญเสียทางด้านเศรษฐกิจ ส่วนความมั่นคงนั้น หมายถึง ความต้องการความมั่นคง ในการดำรงชีวิต เช่น ความมั่นคงในหน้าที่การงาน สถานะทางสังคม

3. ความต้องการทางด้านสังคม (Social or belongingness needs) หลังจากที่ได้มีการตอบสนองในสองขั้นดังกล่าวแล้ว ก็จะมีความต้องการขั้นสูงขึ้น คือ ความต้องการทางสังคม จะเริ่มเป็นสิ่งที่สำคัญพฤติกรรมของคน ความต้องการทางด้านนี้ จะเป็นความต้องการเกี่ยวกับการอยู่ร่วมกัน และการได้รับการยอมรับจากบุคคลอื่น และมีความรู้สึกว่าตนเองนั้นเป็นส่วนหนึ่งของกลุ่มทางสังคมอยู่เสมอ

4. ความต้องการการยอมรับ และยกย่องนับถือ (Esteem needs) ความต้องการขั้นต่อมา จะเป็นความต้องการที่ประกอบด้วยสิ่งต่าง ๆ ดังนี้คือ ความมั่นใจในตนเองในเรื่องความสามารถความรู้ และความสำคัญในตนเอง รวมตลอดทั้งความต้องการที่จะมีฐานเด่นเป็นที่ยอมรับของบุคคลอื่น หรืออยากที่จะให้บุคคลอื่นยกย่องสรรเสริญในความรับผิดชอบในหน้าที่การงาน การดำรงตำแหน่งที่สำคัญในองค์กร

5. ความต้องการที่จะประสบความสำเร็จในชีวิต (Self-actualization or self-realization needs) ลำดับขั้นความต้องการ ที่สูงสุดของมนุษย์ คือ ความต้องการที่อยากจะประสบความสำเร็จในชีวิตตามความนึกคิด หรือความคาดหวัง ทะเยอทะยานใฝ่ฝัน ที่อยากได้รับผลสำเร็จในสิ่งอันสูงส่ง ในทัศนะตนเป็นความปรารถนาที่จะใช้ศักยภาพสูงสุดที่ตนมีอยู่ ทำในสิ่งที่คิดว่าสามารถที่จะเป็น หรือจะทำได้ เช่น ความต้องการบรรลุถึงสิ่งที่ตนสามารถจะเป็น ประสบความสำเร็จในชีวิต เป็นพนักงานตัวอย่าง ฯลฯ

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดทฤษฎีการจัดการเรียนรู้ด้วยบทเรียนแบบฝึกหัดควบคู่การให้ข้อมูลย้อนกลับรายวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง ผู้วิจัยนำหลักการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวทางการลงมือปฏิบัติให้เกิดการเรียนรู้ และสะท้อนผลการเรียนรู้ด้วยผลงาน ครูผู้สอนให้ข้อมูลผลการเรียนรู้ย้อนกลับเพื่อเกิดการพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียน (Bery, 2008, p. 10) เน้นนักเรียนเรียนรู้ จากกิจกรรมการเรียนรู้ในห้องเพื่อความเข้าใจของตนเองโดยการผสมผสานระหว่างความรู้เก่ากับความรู้ใหม่เข้าด้วยกันซึ่งครูมีบทบาทเป็นผู้ชี้แนะ ผู้สร้าง สถานการณ์ปัญหา และจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่กระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ นักเรียนทำแบบฝึกหัด กิจกรรมที่มอบหมายทั้งเป็นกลุ่ม และด้วยตนเอง นักเรียนได้ลงมือทำกิจกรรมในการเรียน แบบฝึกหัดได้ด้วยตนเองตามความสามารถของตนและส่งเสริมความร่วมมือภายในกลุ่ม เพื่อตรวจสอบความรู้ความเข้าใจ แนวทางในการพัฒนาตน พัฒนางานยิ่งขึ้นมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เรียนสูง (Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology [IPST], 2018, pp. 60-62; Ministry of Education, 2017a, p. 13)



รูปที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

2.2 ขอบเขตการวิจัย

2.2.1 เนื้อหาในการวิจัย

เนื้อหาคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการวิจัยคือเรื่องเลขยกกำลัง ซึ่งประกอบไปด้วยเนื้อหาย่อยได้แก่ ความหมายของเลขยกกำลัง การคูณและการหารเลขยกกำลัง และสัญกรณ์วิทยาศาสตร์ใช้ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

2.2.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 ของโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยรามคำแหง (ฝ่ายมัธยม) จำนวนนักเรียนทั้งหมด 267 คน แบ่งออกเป็น 8 ห้องเรียนคละความสามารถของผู้เรียนตามผลการสอบคัดเลือกเพื่อเข้าศึกษาในสถานศึกษา กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ห้อง 8 จำนวนนักเรียน 37 คน

2.2.3 ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรจัดกระทำ (Manipulate variable) คือ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยบทเรียนแบบฝึกหัดควบคุมการให้ข้อมูลป้อนกลับ

ตัวแปรตาม (Dependent variable) คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ (เลขยกกำลัง) และความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

3. วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 การสร้างและการหาคุณภาพเครื่องมือ

1. แผนและชุดบทเรียนแบบฝึกหัดนั้นศึกษาหลักสูตรการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ แนวคิดทฤษฎี การให้ข้อมูลป้อนกลับ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง วิเคราะห์เนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ เพื่อกำหนดโครงสร้างของแผนการจัดการเรียนรู้และบทเรียนแบบฝึกหัด เรื่องเลขยกกำลัง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 5 ชุด เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ เพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างเนื้อหาบทเรียนที่คาดหวังเพื่อหาความตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) โดยมีผู้เชี่ยวชาญพิจารณาฉบับละ 3 ท่าน แล้วนำผลการประเมินมาปรับปรุงแผน ซึ่งผลการประเมินพบว่าผ่านเกณฑ์การประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ

ขั้นของแผนการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความสามารถในการทำแบบฝึกหัดเสริมสร้างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน

ขั้นนำ คือ การขั้นนำเข้าสู่บทเรียน เพื่อเป็นการเตรียมความพร้อมของนักเรียนและสร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้โดยผู้วิจัยกระตุ้นให้นักเรียนนึกถึงประสบการณ์เดิมที่จำเป็นและเป็นความรู้พื้นฐานที่นักเรียนจะนำไปเชื่อมโยงในการสร้างโครงสร้างใหม่ทางปัญญา เช่น การสนทนา การใช้คำถามกระตุ้นความคิดของนักเรียน

ขั้นสอน ประกอบด้วยดังนี้ 1) เสนอสถานการณ์ที่เป็นปัญหา และไตร่ตรองปัญหาระดับบุคคลโดยครูเสนอปัญหาที่เกี่ยวกับเรื่องที่เรียน สอดคล้องกับชีวิตประจำวัน เหมาะสมกับวัยและความสามารถของนักเรียนเพื่อเป็นแรงจูงใจให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น นักเรียนทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหา และหาแนวทางในการแก้ปัญหา ครูกระตุ้นให้นักเรียนพยายามคิดหาคำตอบเป็นรายบุคคลโดยใช้คำถามในลักษณะที่หลากหลาย สร้างสรรค์เพื่อให้นักเรียนสามารถนำความรู้เดิมมาใช้ในการแก้ปัญหา 2) ไตร่ตรองปัญหาระดับทั้งระดับบุคคลและกลุ่มย่อย แบ่งกลุ่มละ 4-5 คน หาแนวทางในการแก้ปัญหาของตนเองนำเสนอกลุ่มครูจะต้องพยายามกระตุ้นให้ผู้เรียนสะท้อนความคิดของตนเองออกมา กระตุ้นให้นักเรียนกล้าแสดงความรู้ ความคิดของตนเอง

และแลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกันเพื่อที่จะนำเสนอต่อกลุ่มใหญ่ อีกทั้งครูผู้ช่วยช่วยตรวจสอบชี้แนะแนวทางต่างเพื่อนำไปสู่ความสามารถในการแก้ปัญหา 3) ไตร่ตรองปัญหาในระดับชั้นเรียน เป็นขั้นที่กลุ่มย่อยเสนอแนวทางในการแก้ปัญหาและนำเสนอผลงานของตนเองถึงวิธีคิดและข้อสรุปของกลุ่มตน พร้อมทั้งให้เหตุผลต่อข้อสงสัยของเพื่อน ๆ และตั้งคำถามให้เพื่อน ๆ ได้ร่วมแสดงความคิดเห็น

ขั้นสรุป คือ การให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายสรุปแนวคิดและกระบวนการแก้ปัญหาในเรื่องที่เรียน และครูช่วยเสริมแนวคิดหลักการ ความคิดรวบยอดและกระบวนการในการแก้ปัญหาที่ชัดเจนยิ่งขึ้น อีกทั้งการพัฒนางานแบบฝึกหัดของนักเรียนให้มีความถูกต้อง มีลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหา ซึ่งคุณภาพงานจะมีประสิทธิภาพ เกิดประสิทธิผลต่อความรู้ความเข้าใจของนักเรียน

ขั้นตรวจสอบมอบหมายแบบฝึกหัดและทดสอบการให้ข้อมูลป้อนกลับ คือ การให้นักเรียนและครูผู้สอนร่วมกันเสนอปัญหาหรือข้อคำถามจากแบบฝึกหัดเพื่อให้นักเรียนได้ฝึกแก้ปัญหาระหว่างและหลังการจัดการเรียนรู้ในห้องเรียน

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ศึกษามาตรฐานการเรียนรู้ คู่มือการจัดการเรียนรู้ คู่มือการวัด และประเมินผลการเรียนรู้ วิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้ แผนการจัดการเรียนรู้สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เลขยกกำลัง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยแบบทดสอบเป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 35 ข้อ นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน โดยผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ เพื่อประเมินความสอดคล้องข้อคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้ และวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ซึ่งมีเกณฑ์ไม่ต่ำกว่า 0.6 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้ (Try-out) กับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยรามคำแหง(ฝ่ายมัธยม) ที่ผ่านการเรียนเรื่องนี้มาแล้ว เพื่อนำผลการตรวจสอบที่ได้มาหาค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับแล้วจัดทำแบบทดสอบฉบับจริง โดยคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป และมีค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.2-0.8 โดยให้ครอบคลุมทุกจุดประสงค์การเรียนรู้ ได้แบบทดสอบจำนวน 30 ข้อที่มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20-0.75 และมีค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.33-0.80 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไปคำนวณหาค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ ซึ่งได้ค่าความเชื่อมั่นที่ 0.868 เพื่อนำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไปใช้กับกลุ่มทดลอง

3. แบบวัดความพึงพอใจ ในกิจกรรมการเรียนรู้บทเรียนแบบฝึกหัดควบคู่กับการให้ข้อมูลป้อนกลับ ศึกษาเอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับความพึงพอใจเพื่อนำแนวคิดและหลักการเป็นแนวทางในการสร้างแบบวัดความพึงพอใจ ศึกษาวิธีสร้างแบบวัด สร้างแบบวัดความพึงพอใจจำนวน 15 ข้อ เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) 5 ระดับ นำแบบวัดความพึงพอใจ เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญเพื่อตรวจสอบความถูกต้อง และความสอดคล้องกับนิยาม จากนั้นปรับปรุง และแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ จัดทำแบบประเมินความพึงพอใจฉบับจริงนำแบบประเมินความพึงพอใจที่ปรับปรุงและแก้ไขแล้ว ไปใช้กับนักเรียนกลุ่มทดลองหาค่าความเชื่อมั่นได้ 0.94

3.2 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการวิจัย คือ 1) กลุ่มทดลองทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน (Pre-test) จำนวน 30 ข้อ 2) จัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยบทเรียนแบบฝึกหัดควบคู่กับการให้ข้อมูลป้อนกลับ เรื่องเลขยกกำลัง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 5 แผน ใช้เวลาทั้งสิ้น 10 คาบเรียน คาบเรียนละ 50 นาที 3) นักเรียนทำการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน (Post-test) 4) และประเมินความพึงพอใจที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

3.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำข้อมูลในส่วนของแบบทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) และแบบทดสอบหลังเรียน (Post-test) มาเปรียบเทียบโดยใช้การทดสอบที (t-test) แบบ Dependent และ โดยใช้การทดสอบที (t-test) แบบ One sample เพื่อให้ได้ผลของกลุ่มตัวอย่างนำไปใช้ในการสรุปผลและอภิปรายผลจากนั้นนำข้อมูลในแบบสอบถามความพึงพอใจ ความสนใจในกิจกรรมการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ด้วยบทเรียนแบบฝึกหัดควบคู่การให้ข้อมูลป้อนกลับ เรื่องเลขยกกำลัง มาวิเคราะห์โดยใช้สถิติร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

4. ผลการวิจัย

1. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ด้วยบทเรียนแบบฝึกหัดควบคู่การให้ข้อมูลป้อนกลับ เรื่องเลขยกกำลัง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยมีผลการวิเคราะห์แสดง (ดังตารางที่ 1-3)

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และร้อยละของประสิทธิภาพแผนกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ด้วยบทเรียนแบบฝึกหัดควบคู่การให้ข้อมูลป้อนกลับ

รายการ	คะแนนเต็ม	ผู้เรียนชาย 1		ผู้เรียนชาย 2		ผู้เรียนชาย 3		รวม		การแปลความหมาย
			S.D.	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.	
แผนกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ที่ 1	5	4.33	0.49	4.40	0.51	4.53	0.52	4.42	0.50	ดี
แผนกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ที่ 2	5	4.47	0.52	4.47	0.52	4.33	0.72	4.42	0.58	ดี
แผนกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ที่ 3	5	4.27	0.59	4.53	0.52	4.47	0.52	4.42	0.54	ดี
แผนกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ที่ 4	5	4.67	0.49	4.47	0.64	4.33	0.62	4.49	0.59	ดี
แผนกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ที่ 5	5	4.47	0.52	4.47	0.52	4.33	0.49	4.42	0.50	ดี
รวม	25	4.44	0.53	4.47	0.53	4.40	0.57	4.44	0.54	ดี

จากตารางที่ 1 พบว่า ประสิทธิภาพแผนกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยบทเรียนแบบฝึกหัดควบคู่การให้ข้อมูลป้อนกลับนั้นภาพรวมอยู่ในระดับดี ซึ่งทุกแผนการจัดการเรียนรู้ที่อยู่ในระดับดี

ตารางที่ 2 คะแนนเฉลี่ย และคะแนนร้อยละของคะแนนเฉลี่ย แบบฝึกหัด ชิ้นงาน แบบทดสอบย่อยและพฤติกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ด้วยแบบฝึกหัดควบคู่การให้ข้อมูลป้อนกลับ (จำนวนนักเรียน 37 คน)

	แบบฝึกหัด (10)	ชิ้นงาน (10)	พฤติกรรมการเรียนรู้ (10)	แบบทดสอบย่อย (40)	รวม
$\bar{x}$	8.92	9.11	9.59	36.51	64.14
S.D.	0.89	0.74	0.69	1.71	2.54
ร้อยละ	89.19	91.08	95.95	91.28	91.62

จากตารางที่ 2 พบว่า คะแนนร้อยละของคะแนนเฉลี่ยรวมทั้งหมด ระหว่างเรียนมีประสิทธิภาพเท่ากับ 91.62

ตารางที่ 3 ผลการหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ด้วยบทเรียนแบบฝึกหัดควบคู่การให้ข้อมูลป้อนกลับ เรื่องเลขยกกำลัง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 (จำนวนนักเรียน 37 คน)

คะแนน	จำนวน (คน)	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ย	ร้อยละ
ระหว่างเรียน	37	70	64.14	91.62
หลังเรียน	37	30	25.41	84.68

จากตารางที่ 3 พบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ด้วยบทเรียนแบบฝึกหัดควบคู่การให้ข้อมูลป้อนกลับเรื่องเลขยกกำลัง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 91.62/84.68

2. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างเรียนจากกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ด้วยบทเรียนแบบฝึกหัดควบคู่การให้ข้อมูลป้อนกลับ เรื่องเลขยกกำลัง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กับเกณฑ์ร้อยละ 75 (ดังตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 แสดงผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 75

การทดสอบ	n	คะแนนเต็ม	$\bar{x}$	S.D.	% of Mean	t	Sig. (1-tailed)
ระหว่างเรียน	37	70	64.14	2.54	91.63	27.86	.000

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 4 พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างเรียนของนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ย 64.14 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 91.63 และเมื่อเทียบกับเกณฑ์คะแนนระหว่างเรียน พบว่า คะแนนระหว่างเรียนของนักเรียนสูงกว่าเกณฑ์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ด้วยบทเรียนแบบฝึกหัดควบคู่การให้ข้อมูลป้อนกลับ เรื่องเลขยกกำลัง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ก่อนเรียน และหลังเรียน (ดังตารางที่ 5)

ตารางที่ 5 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ด้วยบทเรียนแบบฝึกหัดควบคู่การให้ข้อมูลป้อนกลับ เรื่องเลขยกกำลัง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ก่อนเรียน และหลังเรียน

กลุ่มทดลอง	คะแนนเต็ม	$\bar{x}$	S.D.	t	df	Sig.
ก่อนเรียน	30	9.27	2.96	29.807	36	.000
หลังเรียน	30	25.41	2.33			

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 5 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์จากกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยบทเรียนแบบฝึกหัดควบคู่กับการให้ข้อมูลป้อนกลับ เรื่องเลขยกกำลัง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนจากกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ด้วยบทเรียนแบบฝึกหัดควบคู่การให้ข้อมูลป้อนกลับ เรื่องเลขยกกำลัง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กับเกณฑ์ร้อยละ 75 (ดังตารางที่ 6)

ตารางที่ 6 แสดงผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 75

การทดสอบ	n	คะแนนเต็ม	$\bar{x}$	S.D.	% of Mean	t	Sig. (1-tailed)
หลังเรียน	37	30	25.41	2.33	84.70	7.60	.000

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 6 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ย 25.41 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 84.70 และเมื่อเทียบเกณฑ์กับคะแนนหลังเรียน พบว่า คะแนนหลังเรียนของนักเรียนสูงกว่าเกณฑ์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5. ความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่องเลขยกกำลังจากกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยบทเรียนแบบฝึกหัดควบคู่การให้ข้อมูลป้อนกลับ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 (ดังตารางที่ 7)

ตารางที่ 7 ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความพึงพอใจ ของนักเรียนที่เรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่องเลขยกกำลังจากกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยบทเรียนแบบฝึกหัดควบคู่การให้ข้อมูลป้อนกลับ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 (จำนวน 37 คน)

รายการ	$\bar{x}$	S.D.	ระดับ
1. นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติงาน แบบฝึกหัดด้วยตนเอง	4.35	0.75	มาก
2. นักเรียนกล้าซักถามคุณครูเพื่อตรวจสอบความเข้าใจ	4.38	0.72	มาก
3. นักเรียนหาคำตอบของปัญหาจากการค้นคว้าด้วยตนเอง	4.24	0.89	มาก
4. นักเรียนได้อธิบาย นำเสนอผลงาน แบบฝึกหัดของตนเอง	4.27	0.84	มาก
5. นักเรียนมีความมุ่งมั่นในการทำงาน แบบฝึกหัดที่มอบหมาย	4.49	0.65	มาก
6. นักเรียนได้ทำงาน แบบฝึกหัดตามความสามารถของตนเอง	4.27	0.87	มาก
7. นักเรียนได้แนวทางที่ชัดเจนในการทำงาน แบบฝึกหัดให้ดียิ่งขึ้น	4.35	0.75	มาก
8. นักเรียนได้ร่วมอภิปรายกับเพื่อนในห้องเพื่อหาคำตอบของปัญหา	4.41	0.69	มาก
9. นักเรียนแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับงานที่ได้รับมอบหมายกับเพื่อน ๆ	4.35	0.72	มาก
10. ครูอธิบายเขียนแสดงวิธีการทำงานที่มอบหมายอย่างไรให้มีคุณภาพยิ่งขึ้น	4.38	0.68	มาก
11. นักเรียนเรียนรู้ทำงาน แบบฝึกหัดให้มีคุณภาพดียิ่งขึ้นจากการชี้แนะของครู	4.41	0.60	มาก
12. ครูให้ผลการประเมินงาน แบบฝึกหัดและข้อเสนอแนะเพื่อการพัฒนาต่อไป	4.35	0.63	มาก
13. นักเรียนมีการติดตามงาน แบบฝึกหัดเพื่อเรียนรู้แก้ไขให้มีคุณภาพยิ่งขึ้น	4.30	0.74	มาก
14. นักเรียนสามารถแก้ไขงาน และได้รับผลประเมินงานที่ดีขึ้นในครั้งต่อไป	4.38	0.72	มาก
15. การให้ข้อเสนอแนะชิ้นงาน แบบฝึกหัดเป็นสิ่งที่นักเรียนต้องการอยากรู้	4.38	0.68	มาก
รวม	4.35	0.08	มาก

จากตารางที่ 7 พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจ ต่อการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่องเลขยกกำลังด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยบทเรียนแบบฝึกหัดควบคู่การให้ข้อมูลป้อนกลับภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{x}$ = 4.35, S.D. = 0.08) ทั้งนี้ นักเรียนมีความมุ่งมั่นในการทำงาน แบบฝึกหัดที่มอบหมาย และได้ร่วมอภิปรายกับเพื่อนในห้องเพื่อหาคำตอบของปัญหา เรียนรู้ทำงาน แบบฝึกหัดให้มีคุณภาพดียิ่งขึ้นจากการชี้แนะของครู

5. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

นักเรียนที่ผ่านการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์จากบทเรียนแบบฝึกหัดควบคู่กับการให้ข้อมูลป้อนกลับ เรื่องเลขยกกำลัง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 นั้นมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้เนื่องจากก่อนเรียน นักเรียนไม่เคยเรียนรู้เรื่องเลขยกกำลังมาก่อน การเรียนรู้และทำแบบฝึกหัดแล้วครูผู้สอนจะได้รับการสะท้อนตอบกลับจากนักเรียนในการเรียนรู้แต่ละครั้งคือการให้ข้อมูลป้อนกลับ ช่วยให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นที่จะทำงาน แบบฝึกหัด ปรับปรุงเพื่อให้มีคุณภาพดีขึ้น มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเพื่อนและครูผู้สอน บรรยากาศเป็นไปในลักษณะการเรียนรู้ร่วมกัน จึงส่งผลให้

การพัฒนาตนเองให้มีความรู้ความสามารถของนักเรียนดีขึ้นมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนซึ่งสอดคล้องกับ Namda et al. (2018, pp. 69-78) ศึกษาพัฒนาการการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้กระบวนการประเมินเพื่อพัฒนานักเรียน ผลการวิจัยพบว่ากิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับการนำไปใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นเรียนโดยใช้กระบวนการประเมินเพื่อพัฒนาผู้เรียน มี 6 ขั้นตอน ได้แก่ 1) กำหนดเป้าหมายการเรียนรู้ 2) กำหนดเกณฑ์ความสำเร็จในการเรียนรู้ 3) ปฏิบัติกิจกรรมและจัดหาหลักฐานการเรียนรู้ 4) ประเมินผลจากหลักฐานการเรียนรู้ 5) ให้ข้อมูลป้อนกลับ และ 6) การสรุปผลการเรียนรู้ ซึ่งการสะท้อนกลับข้อมูลจากนักเรียนบ่งบอกถึงความก้าวหน้าทางการเรียนที่ทำให้บรรลุเป้าหมายการเรียนรู้ มีความรู้ทางคณิตศาสตร์ดีขึ้น และสอดคล้องกับ Varasunun (2015, pp. 33-40) ซึ่งกล่าวว่าการให้ข้อมูลป้อนกลับเป็นองค์ประกอบหนึ่งที่ช่วยพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียนสร้างบรรยากาศในการเรียนและพัฒนาศักยภาพของนักเรียนมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม การเรียนรู้เป็นสิ่งสำคัญ

ความพอใจในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์จากบทเรียนแบบฝึกหัดควบคู่กับการให้ข้อมูลป้อนกลับ เรื่อง เลขยกกำลัง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 นั้น โดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{x} = 4.35$, S.D. = 0.08) ซึ่งจากการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนนั้น นักเรียนเห็นความสำคัญในการรับงาน แบบฝึกหัดจากครูผู้สอน ใส่ใจในรายละเอียดของงานแสดงออกถึงความมุ่งมั่นตั้งใจทำงาน แบบฝึกหัดในครั้งต่อไปได้รับผลการประเมินที่ดีขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับ Shelly (1975, pp. 252-268) ซึ่งกล่าวว่า ความพึงพอใจของมนุษย์นั้นเป็นความรู้สึกในสองแบบกล่าวคือ ความรู้สึกทางบวกที่เกิดขึ้นแล้วจะมีความสุข และความรู้สึกทางลบที่เกิดขึ้นแล้วจะทำให้ไม่มีความสุข ทั้งนี้ความพึงพอใจจะเกิดขึ้นเมื่อความรู้สึกทางบวกมากกว่าความรู้สึกทางลบ การทำงานใด ๆ ผู้ทำงานเกิดความพึงพอใจต่อการทำงานมากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับสิ่งจูงใจในการทำงาน สำหรับในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน นักเรียนจะเกิดความพึงพอใจในการเรียนก็ต่อเมื่อนักเรียนมีแรงจูงใจที่จะอยากเรียน ซึ่งครูผู้สอนต้องคำนึงถึงสิ่งที่ก่อให้เกิดแรงจูงใจในหลาย ๆ ด้าน เช่น การสร้างสถานการณ์ปัญหาเทคนิควิธีการสอน การเสริมแรงโดยการให้คะแนนเพิ่มหรือให้รางวัล รวมถึงการให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนนั้น ๆ ให้นักเรียนเกิดความรู้สึกภาคภูมิใจในความสำเร็จ ซึ่งจะทำให้นักเรียนเกิดความพึงพอใจ ในการจัดกิจกรรม เช่นเดียวกับ Namda et al. (2018, pp. 69-78) ได้ศึกษาพัฒนาการการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้กระบวนการประเมินเพื่อพัฒนาผู้เรียน ผลการวิจัยพบว่าการสะท้อนกลับข้อมูลจากนักเรียนบ่งบอกถึงความก้าวหน้าทางการเรียนที่ทำให้บรรลุมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ พฤติกรรมการเรียนรู้ระหว่างครูกับนักเรียนเป็นแบบเชิงรุก ครูเป็นผู้ฝึก นักเรียนลงมือปฏิบัติจริง มีปฏิสัมพันธ์ที่ดีต่อกัน Phatsoongnern & Sahatsathatsana (2019, pp. 1-11) ศึกษาพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง อสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้แบบฝึกทักษะตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ พบว่า ความพึงพอใจของนักเรียนต่อการเรียนรู้อยู่ในระดับมากที่สุด

6. ข้อเสนอแนะ

6.1 ข้อเสนอแนะทั่วไป

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยบทเรียนแบบฝึกหัดควบคู่กับการให้ข้อมูลป้อนกลับ การเตรียมพร้อมของครูผู้สอนในเรื่องข้อมูลส่วนบุคคลของนักเรียนและความถูกต้องของแบบฝึกหัดในแต่ละครั้งที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้ จะช่วยให้บรรยากาศในชั้นเรียนเกิดการอยากเรียนรู้ต่อเนื่อง ครูผู้สอนเปิดกว้างให้นักเรียนสามารถแสดงความคิดเห็นที่แตกต่าง กล้าคิด กล้าแสดงออก อีกทั้งการศึกษาข้อมูลส่วนบุคคลของนักเรียนจะช่วยให้เข้าใจและรู้ถึงพื้นฐานความรู้ว่าเพียงพอในการเรียนรู้เนื้อหาปัจจุบันหรือไม่ ครูสะท้อนผู้เรียนเพื่อพัฒนาตนเองเป็นสิ่งสำคัญ และคำนึงถึงสภาพของบรรยากาศในชั้นเรียนเหมาะสมแก่การเสริมสร้างองค์ความรู้ทางการเรียนให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์ที่ดีต่อกัน

6.2 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

ควรมีการศึกษารูปแบบการให้ข้อมูลป้อนกลับที่แตกต่างกันมีผลต่อการพัฒนาการของนักเรียนอย่างไร เพื่อให้การจัดการเรียนรู้ของครูผู้สอนผ่านตามจุดมุ่งหมายในการจัดการเรียนรู้ อีกทั้งเชื่อว่าสามารถพัฒนาศักยภาพนักเรียนที่แตกต่างกันรายบุคคลได้เป็นสำคัญ ตลอดจนศึกษาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สมรรถนะของนักเรียนเมื่อผ่านการให้ข้อมูลป้อนกลับเพื่อการพัฒนาให้นักเรียนให้มีสมรรถนะเต็มตามศักยภาพของนักเรียน

เอกสารอ้างอิง

- Berry, R. (2008). *Assessment for learning*. Hong Kong University Press.
- Butler, R., & Nisan, M. (1986). Effects of no feedback, task-related comments, and grades on intrinsic motivation and performance. *Journal of Educational Psychology*, 78(3), 210-216.
- Davis, K. (1981). *Human behavior at work: Organizational behavior* (5th ed.). McGraw-Hill.
- Good, C. V., Merkel, W. R., & Kappa, P. D. (1973). *Dictionary of education*. McGraw-Hill.
- Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (IPST). (2018). *Mathematics curriculum guide (revised edition B.E. 2560): Basic education core curriculum B.E. 2551*. Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (in Thai)
- Jamornmarn, U. (2007). *Type and research instrument in education: Case study research*. Chulalongkorn University Press. (in Thai)
- Khammani, T. (2008). *Teaching science: Knowledge for effective learning process management* (8th ed.). Chulalongkorn University Press. (in Thai)
- Lumthong, D. (2010). *The effects of feedback styles on visual art development: An application of feedback and feedforward approaches* [Master's thesis]. Chulalongkorn University. (in Thai)
- Maslow, A. H. (1968). *Toward a psychology of being*. D. Van Nostrand.
- Ministry of Education. (2017b). *Indicators and learning standards, learning area of mathematics the basic education core curriculum B.E. 2551 (A.D. 2008)*. Agricultural Cooperative Federation of Thailand. (in Thai)
- Ministry of Education. (2017b). *Indicators and learning standards, learning area of mathematics the basic education core curriculum B.E. 2551 (A.D. 2008)*. Agricultural Cooperative Federation of Thailand. (in Thai)
- Naiyapatana, O. (2014). *New directions for institutional research and higher education development: Institutional research and learning management process in the future*. Association of Institutional Research and Higher Education Development. (in Thai)
- Namda, B., Pradujprom, P., & Ruengtip, P. (2018). The development of mathematical learning activities for Matthayom Suksa 1 Students using a formative assessment process. *Ubon Ratchathani Journal of Research and Evaluation*, 7(2), 69-78. (in Thai).
- Nooprick, C. (2016). Assessment for learning: Questioning and feedback to enhance learning. *Silpakorn Educational Research Journal*, 13(2), 18-30. (in Thai)
- Office of Royal Society. (2015). *Dictionary of education contemporary (Royal Society version)*. Office of Royal Society. (in Thai)
- Piumsomboon, P. (1988). *Basic crime with the judicial process: Problem and obstacles and control approaches*. Phranakhon Printing. (in Thai)
- Preedeedilok, K. (1986). *Organization management theory*. Thana Printing. (in Thai)
- Royal Institute. (2008). *A-L Alphabet education dictionary (Royal Institute version)*. Aroon Karnpim. (in Thai)
- Shelly, M. W. (1975). *Responding to social change*. Dowden Huntchisam Press.
- Tayraukham, S. (2008). *Research methodology for social sciences and humanities* (2nd ed.). Thai Prasan. (in Thai)
- Varasunun, P. (2015). Developing learners by using peer feedback. *Rajabhat Maha Sarakham University Journal (Humanities and Social Sciences)*, 9(1), 33-40. (in Thai).
- Wallerstein, H. A. (1971). *Dictionary of psychology*. Penguin Books.

การศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด

CONCRETE-PICTORIAL-ABSTRACT: CPA

A STUDY OF MATHEMATICAL PROBLEM-SOLVING ABILITY IN LINEAR EQUATIONS
IN ONE VARIABLE OF GRADE 7 STUDENTS USING CONCRETE-PICTORIAL-
ABSTRACT: CPA APPROACH

นัฐวุฒิ โชติวิญญู*, ญานิน กองทิพย์ และธีรศักดิ์ ฉลาดการณ
Nuttavut Chotwinyu*, Yanin Kongthip and Teerasak Chaladgarn

Received: November 30, 2021

Revised: December 27, 2021

Revised: February 2, 2022

ABSTRACT

The goal of this study was to compare grade 7 students' abilities to solve mathematical problems in linear equations in one variable using the Concrete-Pictorial-Abstract: CPA technique with 60 percent of the maximum score criterion. A one-group posttest-only design was used in this study. The participants in this study were 44 Grade 7 students from Sriyudhya School who were in the second semester of the 2019 academic year. The cluster random sampling approach was used to choose them. The research instrument of this study comprised (1) linear equations in one variable lesson plans employing the CPA technique, (2) a test of mathematical problem-solving abilities in linear equations in one variable, and (3) a checklist for mathematical problem-solving behavior observation. Descriptive statistics and a Z-test for population proportion were used to analyze the quantitative data acquired. Alice F. Artz and Eleanor Armour-Thomas' observation framework was used to examine the qualitative data obtained. The results showed that at the statistical significance level of .05, more than 60% of the participants who studied mathematical problem-solving skills in linear equations in one variable earned a score greater than 60% of the maximum score requirement. The majority of students did the following: (1) highlighted significant facts or conditions provided by the problem, as well as the problem's aim, (2) created an equation from the graphic to demonstrate the link between the supplied information, (3) accurately solved an equation utilizing cancellation principles, and (4) comprehended the link between the equation's concrete, pictorial, and abstract concepts.

Keywords: Mathematical problem-solving ability; Mathematical problem solving; Concrete-Pictorial-Abstract; Linear equations in one variable

*Corresponding author E-mail: nuttavut.chotwinyu@g.swu.ac.th

ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ กรุงเทพมหานคร 10110

Department of Mathematics, Faculty of Science, Srinakharinwirot University,

Bangkok 10110 Thailand

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract: CPA เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม การวิจัยนี้เป็นการวิจัยแบบกลุ่มเดียววัดผลหลังการทดลอง กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยนี้ คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนศรีอยุธยา ในพระอุปถัมภ์ฯ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 44 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ (1) แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว (2) แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว และ (3) แบบตรวจสอบรายการสำหรับสังเกตพฤติกรรมในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ วิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา และการทดสอบสัดส่วนของประชากรด้วยสถิติ Z วิเคราะห์พฤติกรรมของนักเรียน ซึ่งเป็นข้อมูลเชิงคุณภาพตามกรอบแนวคิดของ Artz และ Armour-Thomas ผลการวิจัยพบว่า หลังนักเรียนได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA นักเรียนที่มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ผ่านเกณฑ์คะแนนร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม มีจำนวนมากกว่าร้อยละ 60 ของนักเรียนทั้งหมด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยที่นักเรียนส่วนใหญ่แสดงพฤติกรรม ระบุข้อมูลสำคัญ เงื่อนไข และสิ่งที่โจทย์ต้องการ วาดแผนภาพเพื่อแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลและสร้างสมการจากแผนภาพ แก้สมการโดยใช้สมบัติการเท่ากันเกี่ยวกับการบวกและการคูณได้ เชื่อมโยงความรู้และโน้ตสึน ระหว่างเชิงรูปธรรม เชิงรูปภาพ และเชิงนามธรรมได้

คำสำคัญ: ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์; การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์; Concrete-Pictorial-Abstract; สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

1. บทนำ

คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เกี่ยวข้องกับการใช้เหตุผล การคิด และการแก้ปัญหา ประโยชน์ของการเรียนคณิตศาสตร์อาจแบ่งได้เป็น 2 ด้าน ได้แก่ (1) ด้านการพัฒนาศักยภาพของนักเรียน คือ ส่งเสริมให้นักเรียนเป็นคนมีเหตุผล คิดอย่างเป็นระบบ คิดสร้างสรรค์ รวมไปถึงคิดวิเคราะห์ปัญหาได้อย่างรอบด้าน (2) ด้านการนำความรู้คณิตศาสตร์ไปใช้เพื่อการดำรงชีวิต คือ การนำคณิตศาสตร์ไปใช้เป็นเครื่องมือสำหรับศึกษาศาสตร์อื่น ๆ อาทิ วิทยาศาสตร์ มนุษยศาสตร์ ทั้งทางตรงและทางอ้อม โดยด้านการนำความรู้คณิตศาสตร์ไปใช้เพื่อการดำรงชีวิตอาจแบ่งได้เป็น 3 รูปแบบ ได้แก่ เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการอธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการทำนายปรากฏการณ์ที่จะเกิดขึ้น และเป็นเครื่องมือที่ใช้ควบคุมความเป็นไปของปรากฏการณ์ ยกตัวอย่างเช่น ผู้ที่มีการคิดเชิงคณิตศาสตร์จะสามารถให้เหตุผล ใช้หลักการ กฎ หรือทฤษฎีบท เพื่อสร้างตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์สำหรับอธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตหรือแก้ปัญหาที่พบในชีวิตประจำวัน โดยอาศัยความรู้คณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการแก้ปัญหาดังกล่าวได้ดี (The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology [IPST], 2012a, p.1 ; IPST, 2012b, pp. 1-12) สอดคล้องกับกรอบแนวคิดทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ที่ใช้ในการออกแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้มีศักยภาพที่เพียงพอต่อการดำรงชีวิตและยืนหยัดในฐานพลเมืองโลกได้อย่างมีคุณภาพ ซึ่งประกอบไปด้วยทักษะ 3 หมวดหมู่ ได้แก่ ด้านการเรียนรู้และนวัตกรรม ด้านทักษะสารสนเทศและเทคโนโลยี และด้านทักษะชีวิตและอาชีพ โดยทักษะการคิดแบบมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา เป็นส่วนหนึ่งของทักษะด้านการเรียนรู้และนวัตกรรม แสดงว่าทักษะการแก้ปัญหาเป็นหนึ่งในทักษะที่สำคัญสำหรับผู้เรียนที่จะใช้ชีวิตได้อย่างมีคุณภาพ (Battelle for Kids, 2019) โดยตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ระบุว่านอกจากผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์จะต้องจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาตามตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางแล้ว ยังต้องจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้มีทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ (Office of the Basic Education Commission, 2017) ทั้งนี้ครูสามารถพัฒนาทักษะในการแก้ปัญหาให้นักเรียน ด้วยการฝึกให้นักเรียนใช้ยุทธวิธีแก้ปัญหาที่หลากหลาย เช่น การเขียนภาพหรือแผนภาพ การสร้างตัวแบบ การเขียนสมการ เป็นต้น นอกจากนี้ความรู้เรื่องสมการยังมีความสำคัญอีก 2 ประการ ได้แก่ (1) จำเป็นในการศึกษาเนื้อหาอื่นในวิชาคณิตศาสตร์ เช่น การแปรผัน ฟังก์ชัน เป็นต้นและ (2) จำเป็นต่อการนำไปประยุกต์กับสถานการณ์จริง เช่น การหาอัตราปฏิกิริยาเคมี การแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณทางฟิสิกส์ เป็นต้น (IPST, 2012b, pp. 1-12)

จากการวิเคราะห์หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน (พุทธศักราช 2551) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ พบว่านักเรียนระดับมัธยมศึกษาได้เรียนรู้สมการหลากหลายรูปแบบ เช่น สมการพหุนาม สมการกำลังสองตัวแปรเดียว สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว เป็นต้น ซึ่งสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวเป็นสมการชนิดแรกที่นักเรียนจะได้เรียน เพราะเป็นสมการที่มีความซับซ้อนน้อยที่สุด และเป็นพื้นฐานสำคัญในการเรียนรู้เกี่ยวกับสมการเรื่องอื่น ๆ ที่สูงขึ้นต่อไป แต่จากการศึกษาปัญหาในการเรียน เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวของนักเรียน จากงานวิจัยของ Nasomtrug et al. (2012, pp. 75-88) พบว่า มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวของนักเรียน ได้แก่ (1) การขาดการตรวจสอบระหว่างการแก้ปัญหา (2) ด้านการบิดเบือนทฤษฎีบท กฎ สูตร บทนิยาม และสมบัติ (3) ด้านการตีความ (4) ด้านข้อผิดพลาดในเทคนิคการทำ และ (5) ด้านการใช้ข้อมูลผิด และจากงานวิจัยของ Luechai (2012, pp. 144-145) พบว่าในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีปัญหาในการสร้างความสัมพันธ์ของข้อมูลที่โจทย์กำหนด การสร้างสมการคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับเงื่อนไขที่โจทย์กำหนด และการดำเนินการแก้สมการ มากที่สุด โดยสาเหตุที่นักเรียนมักดำเนินการแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวผิดพลาด มีดังต่อไปนี้ (1) การใช้สมบัติของการเท่ากันเกี่ยวกับการบวกและการคูณไม่ถูกต้อง (2) การใช้สมบัติการแจกแจงไม่ถูกต้อง (3) การรวมพจน์ที่เหมือนกันไม่ถูกต้อง และ (4) การคำนวณไม่ถูกต้อง (Powell, 2012, p. 32)

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract: CPA จะช่วยให้เด็กมีความสามารถในการใช้ตัวแทนที่หลากหลาย (Multiple representation) มีความเข้าใจเชิงสัมพันธ์ (Relational understanding) และช่วยส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาของผู้เรียน (Van de Walle et al., 2010, pp. 26-29) โดยความสามารถในการใช้ตัวแทนที่หลากหลายจะช่วยให้ผู้เรียนสามารถเขียนนิพจน์พีชคณิตหรือสมการ จากสถานการณ์ที่กำหนดได้ดีขึ้น (The National Council of Teachers of Mathematics (NCTM), 2014, p. 25) อีกทั้งการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA ยังทำให้ผู้เรียนเรียนรู้อย่างมีความหมาย ซึ่งจะช่วยให้เข้าใจทฤษฎีบท กฎ สูตร บทนิยาม และสมบัติ ที่มีลักษณะเป็นนามธรรมได้ดีขึ้น ช่วยลดความคลาดเคลื่อนเชิงมโนทัศน์ด้านการบิดเบือนทฤษฎีบท กฎ สูตร บทนิยาม และสมบัติ ของผู้เรียน (Witzel et al., 2008, pp. 270-276)

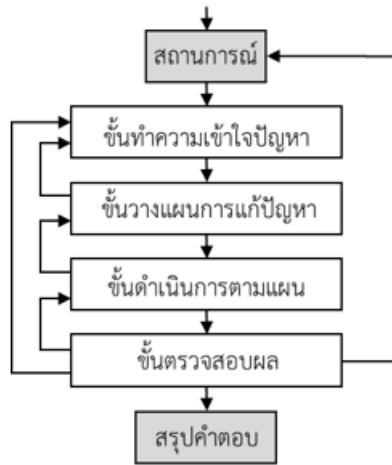
จากความสำคัญและปัญหาดังกล่าว จะเห็นว่าความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความรู้เกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวมีความสำคัญต่อผู้เรียน ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA และเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA กับเกณฑ์ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้และทักษะเหล่านี้ไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA หมายถึง แนวทางการสอนคณิตศาสตร์ซึ่งมีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาความเข้าใจและมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ให้กับนักเรียน ประกอบไปด้วยขั้นตอนการสอน 3 ขั้นตอน ที่มีการเชื่อมโยงกัน ได้แก่ (1) การสอนเชิงรูปธรรม (Concrete: C) (2) การสอนเชิงรูปภาพ (Pictorial: P) และ (3) การสอนเชิงนามธรรม (Abstract: A) (Ministry of Education Singapore, 2013, pp. 30-33) ทั้งนี้ผู้วิจัยได้ให้รายละเอียดเพิ่มเติมไว้ในหัวข้อที่ 3.1 กรอบแนวคิดการวิจัย โดยประโยชน์ของแนวคิดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA คือจะลดภาระในการจดจำของนักเรียน เพิ่มความคงทนในการเรียนรู้ให้กับนักเรียน และช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้กับนักเรียน (Van de Walle et al., 2010, pp. 26-27) โดยที่นักศึกษาคณิตศาสตร์หลายท่าน ได้ให้ความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ในทิศทางเดียวกันว่า การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (Mathematical problem solving) หมายถึง กระบวนการการประยุกต์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ ยุทธวิธีการแก้ปัญหา และประสบการณ์เดิมของผู้เรียน เพื่อใช้หาคำตอบของสถานการณ์ที่ไม่คุ้นเคย (IPST, 2012a, p. 7; Szetela & Nicol, 1992, p. 1)

จากศึกษาพบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA ทำให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ (Mathematical symbol) ที่เป็นนามธรรม กับสถานการณ์จริงที่เป็นรูปธรรมได้ (Lee et al., 2019, p. 37) และช่วยให้นักเรียนสามารถวาดรูปภาพหรือเขียนแผนภาพประกอบ การทำความเข้าใจปัญหาและการเขียนนิพจน์พีชคณิต (Algebraic expression) ได้ดียิ่งขึ้น (Souviney, 1994, p. 90) สอดคล้องกับงานวิจัยของ Chaisongkram and Vanichwatanavorachai (2020) ที่พบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยเทคนิค TGT ร่วมกับบาร์โมเดล (ซึ่งเป็นรูปแบบหนึ่งของ CPA) จะช่วยให้นักเรียนเห็นความสัมพันธ์

ระหว่างข้อมูลในโจทย์ปัญหา โดยใช้วิธีการพิจารณาบาร์โมเดลที่ตนเองวาดขึ้น จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องผู้วิจัยจึงตั้งสมมติฐานการวิจัยว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม มากกว่าร้อยละ 60 ของนักเรียนทั้งหมด



รูปที่ 1 กรอบแนวคิดการแก้ปัญหของ
Wilson et al.
ที่มา: Wilson et al. (1993, p. 61)

3. วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 กรอบแนวคิดการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือเนื้อหากลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 อ้างอิงเนื้อหาจากหนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เล่ม 2 ตามมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (OBEC, 2017; IPST, 2018, pp. 10-67; OBEC, 2017)

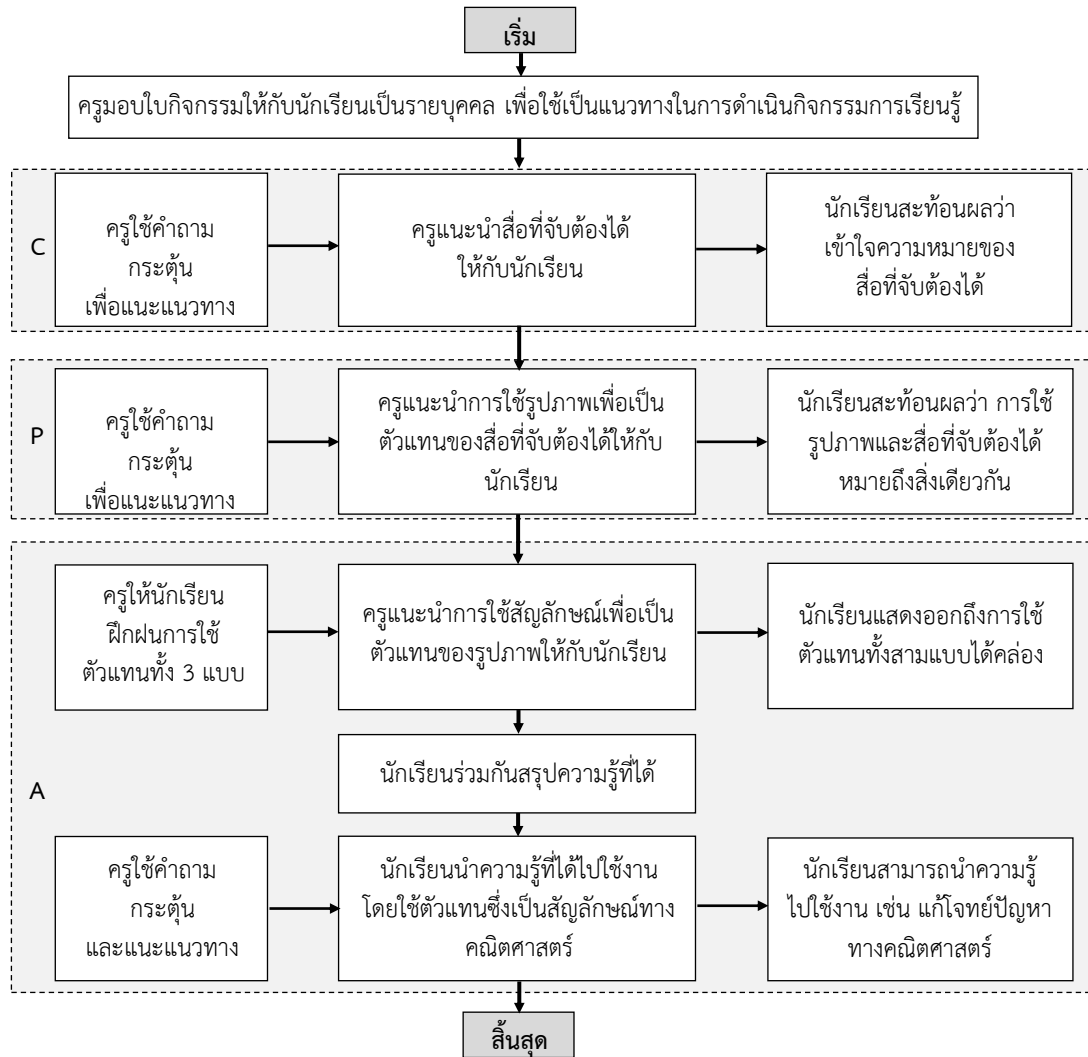
ตามกรอบแนวคิดของ Polya (1973, pp. 5-6) การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง การแสดงแนวคิดหรือแนวทางหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยผ่านการใช้ความคิดที่ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์และประสบการณ์เดิมเพื่อให้ได้มาซึ่งแนวคิดหรือแนวทางในการหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์นั้น ประกอบไปด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ (1) ขั้นทำความเข้าใจปัญหา (2) ขั้นวางแผนการแก้ปัญหา (3) ขั้นดำเนินการตามแผน และ (4) ขั้นตรวจสอบผล ต่อมา Wilson et al. (1993, pp. 57-77) จึงปรับปรุงกระบวนการแก้ปัญหของ Polya (1973, pp. 5-6)

และได้เสนอกระบวนการแก้ปัญหามีความเป็นพลวัต ดังรูปที่ 1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ริเริ่มโดยกระทรวงศึกษาธิการของประเทศสิงคโปร์ในช่วงปีคริสต์ศักราช 1980 (Hoong et al., 2015, pp. 1-18) ประกอบไปด้วยขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 3 ขั้นตอน ได้แก่ (1) การสอนเชิงรูปธรรม (Concrete: C) (2) การสอนเชิงรูปภาพ (Pictorial: P) และ (3) การสอนเชิงนามธรรม (Abstract: A) ซึ่งขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ดังกล่าว มีความสอดคล้องกันตามลำดับขั้นการเรียนรู้ตามทฤษฎีการเรียนรู้ของ Bruner (1966, pp. 44-45) แบบหนึ่งต่อหนึ่ง ซึ่งได้แก่ขั้นการเรียนรู้จากการกระทำ (Enactive) ขั้นการเรียนรู้จากจินตนาการ (Iconic) และขั้นการเรียนรู้จากการใช้สัญลักษณ์ (Symbolic) โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ที่เหมาะสมกับนักเรียนระดับชั้นปฐมวัยถึงระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น แนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA คือ เมื่อผู้สอนต้องการสอนเนื้อหาหรือมโนทัศน์ใหม่ที่นักเรียนไม่คุ้นเคย ผู้สอนควรเริ่มแนะนำให้นักเรียนทำความเข้าใจความคุ้นเคยเนื้อหาใหม่ ผ่านการใช้สิ่งที่ เป็นรูปธรรม จับต้องได้เป็นอันดับแรก เช่น เหรียญ ผลไม้ ตัวนับ ลูกบาศก์ เป็นต้น เมื่อนักเรียนมีความคุ้นเคยกับสิ่งที่ เป็นรูปธรรม แล้ว ผู้สอนจึงจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนสามารถเปลี่ยนความรู้จากเชิงรูปธรรมมาเป็นความรู้เชิงรูปภาพหรือ ตัวแทน เช่น การใช้วงกลม จุด รูปสี่เหลี่ยม เพื่อแทนจำนวนต่าง ๆ และเมื่อนักเรียนมีความเข้าใจถึงความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่ เป็นรูปธรรมและรูปภาพเป็นอย่างดีแล้ว ผู้สอนจึงจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนเปลี่ยนความรู้จากเชิงรูปธรรมและ เชิงรูปภาพ มาเป็นความรู้เชิงนามธรรม เช่น ตัวเลข ตัวดำเนินการ ตัวแปร เป็นต้น โดยเมื่อผู้เรียนมีความชำนาญมากขึ้น ผู้สอน จะลดบทบาทและน้ำหนักของการสอนเชิงรูปธรรมและเชิงรูปภาพลง จนกระทั่งกลายเป็นการสอนเชิงนามธรรม (Ministry of Education Singapore, 2012; Wong, 2015, p. 40) โดยปกติแล้วกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA ที่กล่าวมาทั้งหมด จะใช้เวลาและไม่ได้เสร็จสิ้นภายในคาบเรียนเดียว (Hoong et al., 2015, pp. 1-18)

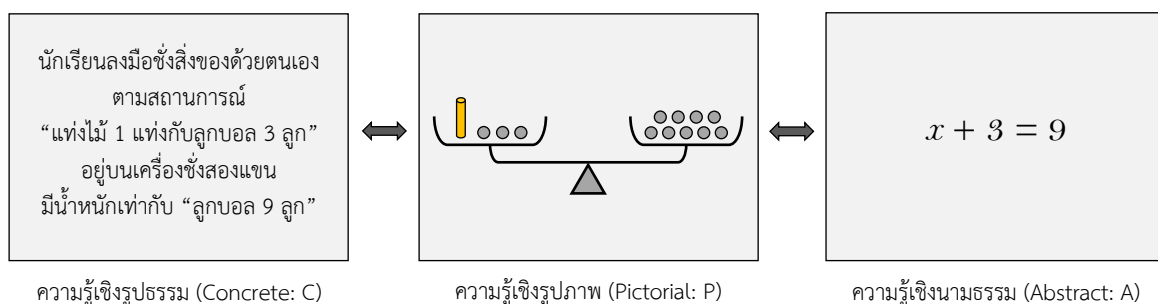
ดังนั้นจากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ความหมายและ แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA ผู้วิจัยจึงสร้างเป็นกรอบแนวคิดของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ตามแนวคิด CPA เพื่อมุ่งหวังจะพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวของนักเรียน โดยแบ่งได้เป็น 2 ช่วง ดังต่อไปนี้

(1) ช่วงที่ 1: คาบเรียนที่ 1 ถึงคาบเรียนที่ 5 มีเนื้อหาประกอบไปด้วยนิพจน์พีชคณิต คำตอบของสมการ สมบัติของการเท่ากัน เกี่ยวกับการบวก สมบัติของการเท่ากันเกี่ยวกับการคูณ และการแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ซึ่งเป็นความรู้ที่จำเป็นสำหรับ ผู้เรียนในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ผู้สอนจะสอนแต่ละเนื้อหาและมโนทัศน์ให้กับผู้เรียน

โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาผ่านตัวอย่างที่เป็นรูปธรรม (C) ไปสู่การเชื่อมโยงความรู้ที่เป็นตัวแทนเชิงรูปภาพ (P) และสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ที่มีความเป็นนามธรรม (A) ตามลำดับ ซึ่งแต่ละขั้นประกอบไปด้วยขั้นตอนย่อย ๆ ได้แก่ การใช้คำถามกระตุ้นเพื่อแนะแนวทาง การแนะนำสื่อที่เกี่ยวข้อง และการประเมินความเข้าใจในความหมายและความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ในแต่ละขั้นที่ได้เรียน ซึ่งสามารถเขียนเป็นกรอบแนวคิดในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้ดังรูปที่ 2 และผู้วิจัยได้แสดงตัวอย่างการเชื่อมโยงความรู้เชิงรูปธรรม เชิงรูปภาพ และเชิงนามธรรมดังรูปที่ 3

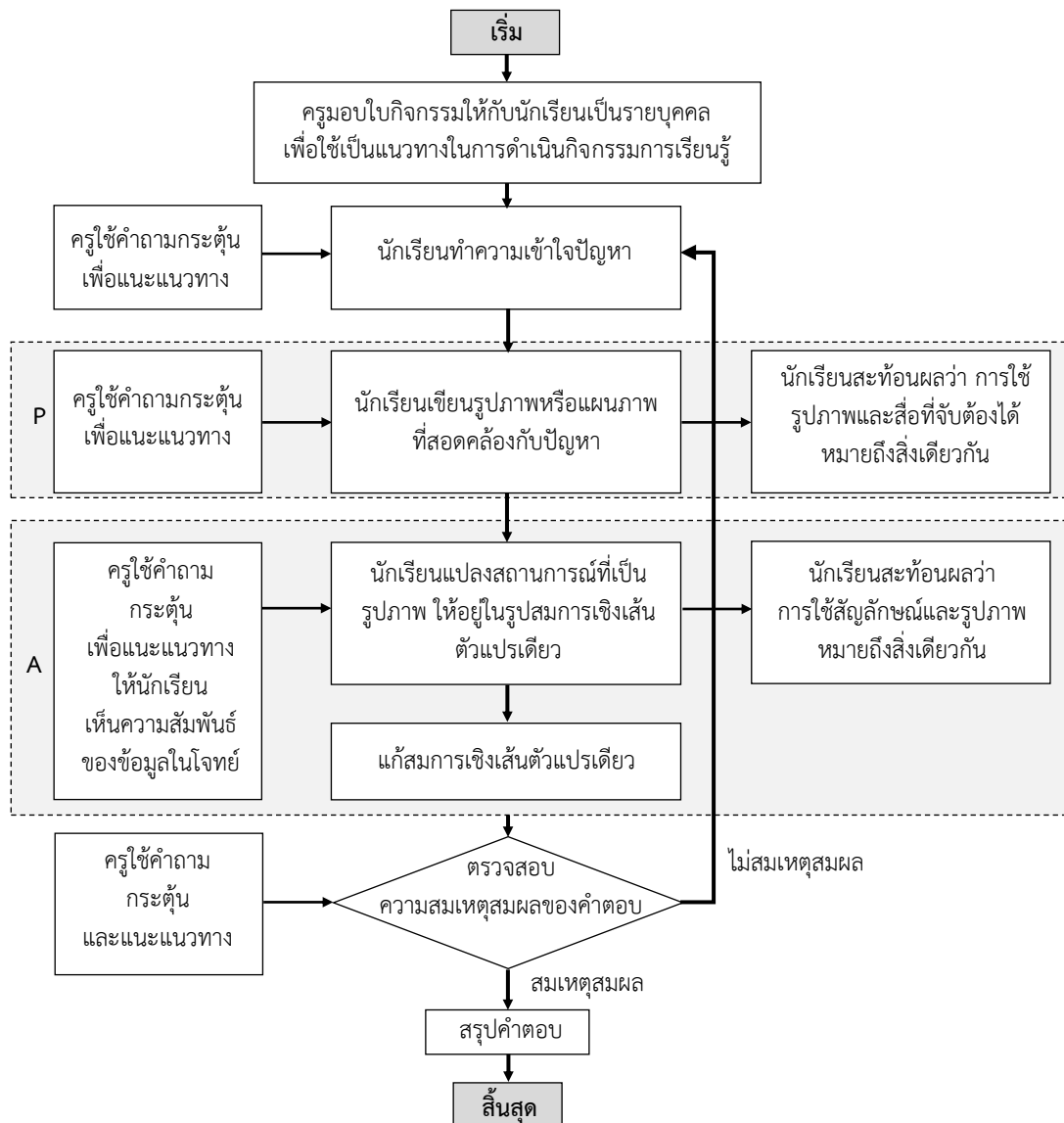


รูปที่ 2 กรอบแนวคิดในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA ช่วงที่ 1



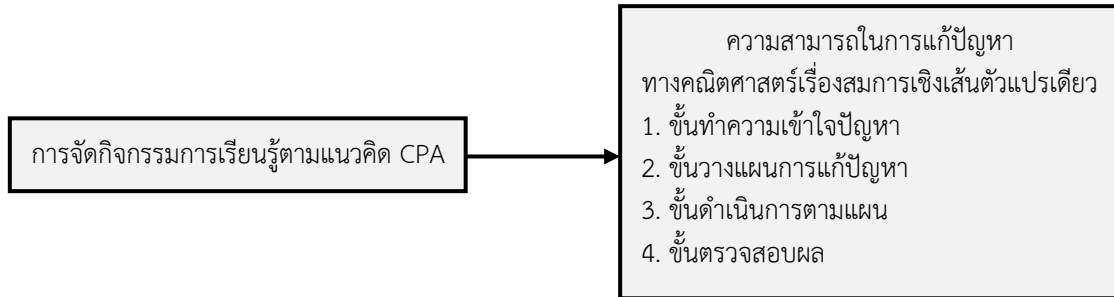
รูปที่ 3 ตัวอย่างการเชื่อมโยงความรู้เชิงรูปธรรม ความรู้เชิงรูปภาพ และความรู้เชิงนามธรรม

(2) ช่วงที่ 2: คาบเรียนที่ 6 ถึงคาบเรียนที่ 11 เป็นการฝึกกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว โดยใช้ความรู้ที่ได้เรียนมาจากช่วงที่ 1 จนลดความเป็นรูปธรรมไปสู่การแสดงแทนด้วยภาพได้ ครูจึงใช้เพียงตัวแบบเชิงรูปภาพ (P) เชื่อมโยงไปสู่เชิงนามธรรม (A) เท่านั้น และหลังจากที่นักเรียนหาสมการที่สอดคล้องกับโจทย์ปัญหาได้แล้ว ครูให้นักเรียนดำเนินการแก้สมการ และตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้ หากคำตอบที่ได้สมเหตุสมผล ให้นักเรียนสรุปคำตอบนั้น แต่ถ้าคำตอบที่ได้ไม่สมเหตุสมผล ให้นักเรียนย้อนกลับตามลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของ Wilson et al. (1993, pp. 57-77) เพื่อตรวจสอบว่าตนเองแก้โจทย์ปัญหาผิดพลาดในขั้นตอนใด ซึ่งสามารถเขียนเป็นกรอบแนวคิดในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้ดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 กรอบแนวคิดในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA ช่วงที่ 2

จากหลักการและแนวทางข้างต้น จึงนำไปสู่การศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA ซึ่งเขียนเป็นกรอบแนวคิดการวิจัยได้ดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 กรอบแนวคิดการวิจัย

3.2 ขอบเขตการวิจัย

3.2.1 ประชากร คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนศรีอยุธยา ในพระอุปถัมภ์ฯ แขวงถนนพญาไท เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 12 ห้องเรียน มีนักเรียน 522 คน

3.2.2 กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนศรีอยุธยา ในพระอุปถัมภ์ฯ แขวงถนนพญาไท เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 จำนวน 1 ห้องเรียน มีนักเรียน 44 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) จากนั้นจึงจำแนกนักเรียนกลุ่มตัวอย่างออกเป็นกลุ่มเก่ง ปานกลาง และอ่อน โดยใช้คะแนนรายวิชา คณิตศาสตร์พื้นฐาน ของภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 เป็นเกณฑ์ และแบ่งนักเรียนกลุ่มตัวอย่างออกเป็นกลุ่ม จำนวน 11 กลุ่ม โดยแต่ละกลุ่มมีนักเรียน 4 คน ซึ่งประกอบไปด้วยนักเรียนกลุ่มเก่ง 1 คน กลุ่มปานกลาง 2 คน และกลุ่มอ่อน 1 คน จากนั้นผู้วิจัยเลือกนักเรียนเป้าหมาย 1 กลุ่ม เพื่อศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

3.3 ตัวแปรที่ศึกษา

3.3.1 ตัวแปรต้น คือ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA)

3.3.2 ตัวแปรตาม คือ ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

3.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.4.1 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

เป็นแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จำนวน 11 แผน ใช้เวลาเรียนแผนละ 1 คาบเรียน (50 นาที) โดยแต่ละแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ประกอบไปด้วย จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ สื่อและแหล่งการเรียนรู้ และการวัดประเมินผล โดยได้รับการตรวจสอบคุณภาพของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จากความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน พบว่าแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทุกแผน มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 1.00

3.4.2 แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

ประกอบไปด้วยข้อสอบแบบแสดงวิธีทำ จำนวน 2 ข้อ ตรวจสอบให้คะแนนโดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบวิเคราะห์ (Analytic rubric scoring) ตรวจสอบคุณภาพของข้อสอบจากความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน พบว่าข้อสอบทุกข้อมีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 1.00 ผู้วิจัยได้ดำเนินการปรับปรุงข้อสอบตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ จากนั้นจึงนำแบบทดสอบดังกล่าวไปทดลองกับกลุ่มนักร้อง พบว่าค่าความยาก (p) ของข้อสอบอยู่ในช่วง 0.26-0.35 ค่าอำนาจจำแนก (r) ของข้อสอบอยู่ในช่วง 0.40-0.52 และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยวิธีหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาเท่ากับ 0.83

3.4.3 แบบตรวจสอบรายการสำหรับสังเกตพฤติกรรมในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ใช้สำหรับสังเกตพฤติกรรมในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนขณะลงมือแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA ประกอบไปด้วยข้อคำถาม 15 ข้อ โดยปรับปรุงกรอบแนวคิดการวิเคราะห์พฤติกรรมของ Artz and Armour-Thomas (1992, pp. 137-175) โดยได้รับการตรวจสอบคุณภาพของแบบตรวจสอบรายการสำหรับสังเกตพฤติกรรมในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จากความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ซึ่งพบว่าข้อคำถามในแบบตรวจสอบรายการสำหรับสังเกตพฤติกรรมในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) อยู่ในช่วง 0.67-1.00

3.5 ขั้นตอนการวิจัยและการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยดำเนินการทดลองตามแบบแผนการวิจัยกลุ่มเดียววัดหลังการทดลอง (One-group posttest only design) มีรายละเอียดการดำเนินการดังนี้

3.5.1 ผู้วิจัยดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ตามแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ครบทั้ง 11 คาบเรียน

3.5.2 เมื่อนักเรียนได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ครบทั้ง 11 คาบเรียน ในคาบเรียนที่ 12 ผู้วิจัยดำเนินการทดสอบหลังเรียนเพื่อเก็บข้อมูลความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว โดยใช้แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ซึ่งประกอบไปด้วยข้อสอบแบบแสดงวิธีทำ จำนวน 2 ข้อ

3.5.3 ผู้วิจัยตรวจแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว โดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบวิเคราะห์ (Analytic rubric scoring) จากนั้นจึงนำไปคำนวณหาค่าสถิติเชิงพรรณนา และนับจำนวนนักเรียนที่ได้คะแนนตั้งแต่ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็มขึ้นไป เพื่อนำไปตรวจสอบสมมติฐานการวิจัยต่อไป

3.5.4 หาค่าสถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{x}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ซึ่งได้มาจากเครื่องมือวิจัยแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

3.5.5 ทดสอบภาวะปกติ (Normality test) ของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ใช้การทดสอบของ Shapiro-wilk เพื่อยืนยันข้อตกลงเบื้องต้นของการทดสอบสัดส่วนของประชากรด้วยสถิติ Z

3.5.6 การทดสอบสัดส่วนของประชากรด้วยสถิติ Z (Z-test for population proportion) เพื่อทดสอบสมมติฐานการวิจัยที่ว่า “นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA มีความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม มากกว่าร้อยละ 60 ของนักเรียนทั้งหมด”

3.5.7 วิเคราะห์พฤติกรรมในการแก้ปัญหาของนักเรียน ซึ่งเป็นข้อมูลเชิงคุณภาพ ด้วยการสังเกตจากร่องรอยการทำงานของนักเรียนทั้งชั้นเรียน และสังเกตพฤติกรรมในการแก้ปัญหาของนักเรียนเป้าหมาย จำนวน 4 คน โดยใช้แบบตรวจสอบรายการสำหรับสังเกตพฤติกรรมในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

4. ผลการวิจัย

หลังนักเรียนได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA เป็นจำนวน 11 คาบเรียน ผู้วิจัยได้ศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียน โดยใช้เครื่องมือวิจัยแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ได้ผลการวิจัยดังต่อไปนี้

4.1 การหาค่าสถิติเชิงพรรณนาของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA

ตารางที่ 1 ค่าสถิติเชิงพรรณนาของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว	n	คะแนนเต็ม	$\bar{x}$	S.D.
การทดสอบหลังเรียน	44	20	14.06	3.24

จากตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยเลขคณิตจากแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว เท่ากับ 14.06 จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน (คิดเป็นร้อยละ 70.30 ของคะแนนเต็ม) และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 3.24

4.2 การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม

ตารางที่ 2 การจำแนกนักเรียนตามความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว โดยใช้จุดตัดร้อยละ 60 ของคะแนนเต็มเป็นเกณฑ์

ผลการจำแนกนักเรียนตามความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว	n	Observed prop.	Test prop.	Z	p
ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม	35	0.795	0.600	2.65	0.005*
ไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม	9	0.215			

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ผู้วิจัยได้ทดสอบภาวะปกติ (Normality test) ของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว โดยใช้การทดสอบของ Shapiro-wilk พบว่าการกระจายของข้อมูลไม่แตกต่างจากการแจกแจงแบบปกติ (Normal distribution) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามข้อตกลงเบื้องต้นของการทดสอบสัดส่วนของประชากรด้วยสถิติ Z (Z-test for population proportion) โดยจากตารางที่ 2 พบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม มีจำนวนมากกว่าร้อยละ 60 ของนักเรียนทั้งหมด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4.3 พฤติกรรมในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA

จากการวิเคราะห์พฤติกรรมในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนขณะการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA และจากร่องรอยการทำงานของนักเรียน พบว่านักเรียนแสดงพฤติกรรมการอ่านโจทย์ปัญหา ระบุข้อมูลสำคัญที่โจทย์กำหนดและระบุสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ จากนั้นจึงนำข้อมูลดังกล่าวไปใช้ในการวาดแผนภาพและกำหนดตัวแปร แล้วใช้แผนภาพที่วาดขึ้นเป็นเครื่องมือในการสร้างสมการที่สอดคล้องกับโจทย์ปัญหา เมื่อพิจารณาร่องรอยการแก้สมการ พบว่านักเรียนส่วนใหญ่สามารถดำเนินการแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว โดยใช้สมบัติการเท่ากันเกี่ยวกับการบวกและลบสมบัติการเท่ากันเกี่ยวกับการคูณได้ถูกต้อง นอกจากนี้ยังพบว่า นักเรียนมีความเข้าใจถึงความเชื่อมโยงกันระหว่างมโนทัศน์เกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวที่เป็นเชิงรูปธรรม เชิงรูปภาพ และเชิงนามธรรม

5. สรุปและอภิปรายผลวิจัย

จากผลการวิจัยพบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม มีจำนวนมากกว่าร้อยละ 60 ของนักเรียนทั้งหมด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้เนื่องมาจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA ทำให้นักเรียนเห็นความเชื่อมโยงระหว่างสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ที่มีความเป็นนามธรรมกับสถานการณ์จริงที่มีความเป็นรูปธรรม (Lee et al., 2019, pp. 35-53) การวาดรูปภาพหรือแผนภาพเพื่อช่วยในการทำความเข้าใจปัญหา เป็นอีกหนึ่งกลวิธีที่ใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Souviney, 1994, p. 90) ส่งผลให้นักเรียนเขียนนิพจน์พีชคณิตและสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวที่สอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหาได้ดีขึ้น และทำให้นักเรียนเห็นความเชื่อมโยงระหว่างความรู้เชิงกระบวนการกับความรู้เชิงมโนทัศน์ได้ดีขึ้น จึงลดภาระในการจดจำกฎหรือทฤษฎีบท ทำให้นักเรียนจดจำและเข้าใจในหลักการเท่ากันเกี่ยวกับการบวก และหลักการเท่ากันเกี่ยวกับการคูณได้ดีขึ้น ลดข้อผิดพลาดในการดำเนินการแก้สมการโดยใช้หลักการทางคณิตศาสตร์ที่ไม่ถูกต้อง (Van de Walle et al., 2010, pp. 26-29) สอดคล้องกับงานวิจัยของ Pakpiankij (2015, p. 103) ที่กล่าวว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดโมเดลเมธอดซึ่งเป็นรูปแบบหนึ่งของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แนวคิด CPA มีพัฒนาการความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งด้านการแปลงข้อมูลของสถานการณ์ปัญหาและดำเนินการดำเนินการแก้สถานการณ์ปัญหา เพราะแนวคิดโมเดลเมธอดทำให้นักเรียนสร้างสมการที่สอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหาได้ง่ายขึ้น และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ Thaneepoon and Viriyapong (2020, p. 103) ที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาของโพลยา ร่วมกับบาร์โมเดลให้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 พบว่านักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เพราะการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ดังกล่าวได้ส่งเสริมให้นักเรียนดำเนินการแก้ปัญหาได้อย่างเป็นขั้นเป็นตอน

6. ข้อเสนอแนะ

ผู้สอนควรจัดสรรเวลาให้กับแต่ละเนื้อหาให้มีความเหมาะสม เพราะการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้ระยะเวลานานเมื่อเทียบกับปริมาณเนื้อหาและมโนทัศน์ที่นักเรียนจะได้รับ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อนำไปใช้สอนนักเรียนที่ไม่เคยได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA มาก่อน และทางผู้สอนควรให้ความสำคัญในการประเมินความสามารถของนักเรียนเป็นระยะ เพื่อให้มั่นใจว่านักเรียนสามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างความรู้เชิงรูปธรรมกับความรู้เชิงรูปภาพ และนักเรียนสามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างความรู้เชิงรูปภาพกับความรู้เชิงนามธรรมได้ก่อนที่จะเปลี่ยนแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ไปยังขั้นตอนถัดไป มิเช่นนั้นผู้เรียนอาจไม่สามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของ

ความรู้เชิงรูปธรรม ความรู้เชิงรูปภาพ และความรู้เชิงนามธรรมเข้าด้วยกันได้ อย่างไรก็ตามแม้ผลการวิจัยจะแสดงให้เห็นว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA สามารถส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนได้ แต่กลับพบว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA นี้ ไม่ช่วยส่งเสริมผู้เรียนในด้านทักษะการคำนวณ เช่น การบวก ลบ คูณ หาร จำนวนเต็ม ทศนิยม และเศษส่วน ซึ่งทำให้ผู้เรียนที่มีพื้นฐานการคำนวณที่ไม่ดี มักคำนวณไม่ถูกต้อง และได้คำตอบของโจทย์ปัญหาไม่ถูกต้องอยู่บ่อยครั้ง ดังนั้นผู้สอนควรตรวจสอบพื้นฐานการคำนวณของผู้เรียน และพิจารณาสอนซ่อมเสริมให้กับผู้เรียนที่มีพื้นฐานการคำนวณที่ไม่ดี ก่อนจะเริ่มดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA น่าจะทำให้ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้รูปแบบนี้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นได้ และหากมีโอกาส ควรนำการวิจัยเกี่ยวกับการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA ไปปรับใช้กับนักเรียนระดับชั้นอื่น ๆ หรือใช้กับเนื้อหาในวิชาส่วนอื่น ๆ เพิ่มเติมในอนาคต เช่น จำนวนนับ เศษส่วน ทศนิยม และจำนวนเต็ม อัตราส่วนและร้อยละ การดำเนินการเกี่ยวกับพหุนามและการแยกตัวประกอบพหุนาม เป็นต้น และเสนอแนะให้ทำวิจัยกับตัวแปรตามอื่น ๆ นอกเหนือจากความสามารถในการแก้ปัญหา เช่น การสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ การเชื่อมโยงความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงกระบวนการ เป็นต้น

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณทุนโครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สควค.) จากสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ที่ให้งบประมาณสนับสนุนการทำวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- Artz, A. F., & Armour-Thomas, E. (1992). Development of a cognitive-metacognitive framework for protocol analysis of mathematical problem solving in small groups. *Cognition and Instruction*, 9(2), 137-175.
- Battelle for Kids. (2019). *Framework for 21st century learning definitions*. <https://www.battelleforkids.org/networks/p21/frameworks-resources>
- Bruner, J. S. (1996). *Toward a theory of instruction* (2nd ed.). Harvard University Press.
- Chaisongkram, S., & Vanichwatanavorachai, S. (2019). *The development of mathematics problem solving of fifth grade students taught by TGT technique with bar model method*. [Master's thesis]. Silpakorn University. (in Thai).
- Hoong, L. Y., Kin, H. W., & Pien, C. L. (2015). Concrete-Pictorial-Abstract: Surveying its origins and charting its future. *The Mathematics Educator*, 16(1), 1-18.
- Lee, N. H., Ng, W. L., & Lim, L. G. P. (2019). The intended school mathematics curriculum. In T. L. Toh, B. Kaur, & E. G. Tay (Eds.), *Mathematics Education in Singapore* (pp. 35-53). Springer.
- Luechai, A. (2012). *An analysis of skills used for solving mathematical word problems of seventh grade students*. [Master's thesis]. Chulalongkorn University. (in Thai)
- Ministry of Education Singapore. (2012). *Mathematics syllabus primary one to six*. https://www.moe.gov.sg/docs/default-source/document/education/syllabuses/sciences/files/mathematics_syllabus_primary_1_to_6.pdf
- Ministry of Education Singapore. (2013). *Nurturing early learners curriculum volume 6*. Ministry of Education.
- Nasomtrug, T., Suwapanich, S., & Jansila, A. (2012). Analysis of mathematical misconception on linear equation in one variable in Matayomsueksa I students. *Academic Journal of Humanities and Social Sciences Buriram Rajabhat University*, 4(1), 75-88. (in Thai)
- Office of the Basic Education Commission (OBEC). (2017). *Indicators and learning standards of mathematics learning area (revised in B.E. 2560) in accordance with the basic education core curriculum B.E. 2551*. Press of the agricultural co-operative federation of Thailand.

- Pakpiankij, T. (2015). *Effect of organizing learning activities by using the model method and cognitively guided instruction on mathematical problem solving ability of eighth grade student*. [Master's thesis]. Chulalongkorn University. (in Thai)
- Polya, G. (1973). *How to solve it: A new aspect of mathematical method* (2nd ed.). Princeton University Press.
- Powell, A. N. (2012). *A study of middle school and college students' misconceptions about solving multi-step linear equations*. [Master's thesis]. State University of New York at Fredonia.
- Souviney, R. J. (1994). *Learning to teach mathematics* (2nd ed.). Merrill.
- Szetela, W., & Nicol, C. (1992). Evaluating problem solving in mathematics. *Educational Leadership*, 49(8), 42-45.
- Thaneepoon, C., & Viriyapong, N. (2020). Development of the arithmetic problem solving abilities of Prathomsuksa 3 students using Polya's problem solving process with bar model. *Journal of Humanities and Social Sciences Surin Rajabhat University*, 22(1), 93-106. (in Thai)
- The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (IPST). (2012a). *Mathematical skills and processes* (3rd ed.). 3Q Media. (in Thai)
- The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (IPST). (2012b). *Professional mathematics teacher: The road to success*. 3Q Media. (in Thai)
- The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (IPST). (2018). *Basic mathematics student book for Mathayomsuksa 1 volume 2*. Chulalongkorn University Press. (in Thai)
- The National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). (2014). *Principles to actions: Ensuring mathematical success for all*. Author
- Van de walle, J. A., Karp, K. S., & Bay-Williams, J. M. (2010). *Elementary and middle school mathematics teaching developmentally* (7th ed.). Pearson.
- Wilson, J. W., Fernandez, M. L., & Hadaway, N. (1993). Mathematical problem solving. In P.S Wilson (Ed). *Research ideas for the classroom: High school mathematics* (pp. 57-77). Macmillan.
- Witzel, B. S., Riccomini, P. J., & Schneider, E. (2008). Implementing CRA with secondary students with learning disabilities in mathematics. *Intervention in School and Clinic*, 43(5), 270-276.
- Wong, K. Y. (2015). *Effective mathematics lessons through an eclectic Singapore approach*. World Scientific.

การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานผ่านแชทบอท สำหรับวิชาวิทยาการคำนวณทางคอมพิวเตอร์
PROBLEM-BASED LEARNING VIA CHATBOT FOR ADVANCE TOPIC
IN COMPUTER COURSE

ศราวุธ มากชิต*

Sarawut Markchit*

Received: December 24, 2021

Revised: April 8, 2022

Accepted: April 18, 2022

ABSTRACT

This research developed the problem-based learning management via chatbot. The sample employed in this research was a group of 20 third-year undergraduate students majoring in Computer Education selected by purposive sampling method, who enrolled in Advance Topic in computer course of education faculty, Surattani Rajabhat University. We also assessed the learning achievement, evaluated the effectiveness of the lesson, and assessed the satisfaction towards the use of chatbot in teaching and learning process. This study is a research and development (R&D). The topic of Fundamental of Python Programming was chosen to develop as the lesson via chatbot on Dialogflow platform through LINE application. The developed chatbot is a keyword-based conversation. The Natural Language Processing (NLP) was used to translate the keyword question from a student and respond the answer according to the pattern of conversation that chatbot had set. The research instruments were 1) Lessons using chatbots, 2) problems or questions during learning, 3) pre-test and post-test, and 4) satisfaction assessment towards the use of chatbot. The statistics used to analyze the data were percentage, standard deviation (S.D.) and t-test. The results showed that 1) the learning efficiency (E_1/E_2) was higher than the standard criterion at 83.91/81.13, 2) the post-learning achievement of students treated by problem-based learning management via chatbot was higher than the pre-learning counterpart learning at the .05 level of statistical significance, and 3) the satisfaction towards the use of chatbot in teaching and learning process was at a high level ($\bar{x} = 3.74$, $SD = 0.77$).

Keywords: Problem-based learning; Chatbot; LINE application; Dialogflow; Python programming

*Corresponding author E-mail: sarawut.mar@sru.ac.th

สาขาคอมพิวเตอร์ศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี จ.สุราษฎร์ธานี 84100
Computer Education, Faculty of Education, Surattani Rajabhat University,
Surat Thani Province, 84100

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้นำเสนอการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานผ่านแชทบอท โดยเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 3 จำนวน 20 คน สาขาคอมพิวเตอร์ศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาวิทยาการก้าวหน้าทางคอมพิวเตอร์ พร้อมทั้งประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ประเมินประสิทธิภาพของบทเรียน และประเมินความพึงพอใจการใช้งานแชทบอทในกระบวนการเรียนการสอน งานวิจัยนี้เป็นการวิจัยและพัฒนา โดยพัฒนาบทเรียนในหัวข้อการเขียนโปรแกรมภาษาไพทอนเบื้องต้นผ่านแชทบอททำงานบนแพลตฟอร์ม Dialogflow และใช้งานผ่านแอปพลิเคชันไลน์ (LINE) แชทบอทที่พัฒนาขึ้นเป็นการสนทนาผ่านข้อความ (Keyword-based conversation) โดยใช้วิธีการประมวลผลภาษาธรรมชาติ (Natural Language Processing: NLP) เพื่อแปลข้อความคำถามจากผู้เรียนและตอบคำถามตามรูปแบบที่กำหนดไว้ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) บทเรียนผ่านแชทบอท 2) ปัญหาหรือคำถามระหว่างเรียน 3) แบบทดสอบก่อนและหลังเรียน และ 4) แบบประเมินความพึงพอใจการใช้งานแชทบอท สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที (t-test) ผลการวิจัย พบว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานผ่านแชทบอทมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนโดยคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ประสิทธิภาพบทเรียน (E_1/E_2) มีค่าเท่ากับ 83.91/81.13 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ และการประเมินความพึงพอใจในการจัดการเรียนการสอนอยู่ในระดับมาก ($\bar{x} = 3.74$, S.D. = 0.77)

คำสำคัญ: การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน; แชทบอท; แอปพลิเคชันไลน์; ไดอะล็อกโฟลว์; โปรแกรมภาษาไพทอน

1. บทนำ

เนื่องจากการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ (Online learning) เป็นสิ่งที่จำเป็นและหลีกเลี่ยงไม่ได้ในสถานการณ์ปัจจุบันนี้ ทั้งในหลายระดับชั้นและเกือบทุกสถาบันการศึกษา เพราะต้องเผชิญกับสถานการณ์การแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโควิด-19 การจัดการเรียนการสอนออนไลน์จึงเป็นนวัตกรรมทางการศึกษาในอีกรูปแบบหนึ่ง ซึ่งสามารถเปลี่ยนแปลงวิธีการเรียนรู้จากรูปแบบเดิม ๆ ให้เป็นการเรียนรู้รูปแบบใหม่ที่ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเข้ามาช่วยในกระบวนการเรียนการสอน โดยผ่านระบบคอมพิวเตอร์ที่เชื่อมต่อเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ซึ่งการใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่ร่วมกับเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเป็นการศึกษาที่มีปฏิสัมพันธ์คุณภาพสูง โดยผู้สอนและผู้เรียนไม่จำเป็นต้องเดินทาง ทำให้เกิดความสะดวก และเข้าถึงได้อย่างรวดเร็ว สามารถเรียนได้ทุกสถานที่ ทุกเวลา เป็นการสร้างการศึกษาตลอดชีวิต เกิดเครือข่ายความรู้เชื่อมโยงไปทั่วโลก เป็นการเน้นการเรียนรู้แบบผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ช่วยลดช่องว่างระหว่างการเรียนรู้ในเมืองกับท้องถิ่นชนบท เป็นการเรียนที่มีความยืดหยุ่นสูง ผู้เรียนจำเป็นต้องมีความรับผิดชอบในการเรียนมากกว่าปกติ ยิ่งเรียนยิ่งได้กับตัวเอง การประยุกต์ใช้งานแชทบอทก็เป็นหนึ่งในด้านเทคโนโลยีสมัยใหม่ ที่ออกแบบมาเพื่อแทนที่หรือเป็นส่วนเสริมแอปพลิเคชันหรือการเยี่ยมชมเว็บไซต์ โดยให้ผู้ใช้งานสามารถโต้ตอบกับบริการผ่านการพูดคุย (Smart chat) ในเนื้อหาสาระที่ผู้พัฒนาต้องการ

Sumikawa et al. (2020, pp. 3-13) กล่าวว่า มหาวิทยาลัยหลายแห่งได้จัดให้มีระบบอีเลิร์นนิงเพื่อรองรับการเรียนการสอน แม้ว่าจะระบบจะเป็นสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ แต่ก็มักจะขาดระบบสนับสนุนผู้ใช้หรือผู้เรียนแบบไดนามิก (Dynamic) แชทบอทเป็นตัวเลือกที่ดีในการสนับสนุนระบบถามตอบแบบอัตโนมัติ Janarthnam (2017, pp. 18-19) กล่าวว่า การใช้งานแชทบอทเป็นส่วนประสานงานกับผู้เรียนแบบสนทนา โดยการโต้ตอบมนุษย์ที่เชื่อมโยงกับเทคโนโลยี ปัจจุบันมีหลาย ๆ งานวิจัยได้มุ่งเน้นพัฒนาแชทบอทเพื่อให้ได้ความแม่นยำสูงและประสิทธิภาพให้ดียิ่งขึ้น โดยที่แพลตฟอร์ม Dialogflow ก็เป็นหนึ่งในทางเลือกในการประยุกต์ใช้งานแชทบอทที่มีคุณภาพดี Sabharwal and Agrawal (2020, pp. 13-24) กล่าวว่า Dialogflow เป็น Platform ที่ใช้ในการจัดการคำถามและคำตอบสำหรับสร้างแชทบอทได้เป็นอย่างดี ปัจจุบันได้มีนักพัฒนานำแชทบอทมาช่วยงานในหลาย ๆ ด้าน เช่น งานวิจัยของ Muhammad et al. (2020, pp. 468-475) พัฒนาแชทบอทการสนทนาภาษาอังกฤษ โดยใช้ Dialogflow และ Ranavare and Kamath (2020, pp. 4806-4814) พัฒนาแชทบอทที่ใช้ปัญญาประดิษฐ์สำหรับจัดตำแหน่งการจัดกิจกรรมของวิทยาลัยโดยใช้ Dialogflow ด้วยคุณสมบัติที่กล่าวมาทำให้ผู้วิจัยตัดสินใจเลือกประยุกต์ใช้ Dialogflow ในการพัฒนาแชทบอทของงานวิจัยนี้ และยังมีงานวิจัยอื่น ๆ อีกที่ประยุกต์ใช้แชทบอทในด้านการเรียนการสอน เช่น Carlander-Reuterfelt et al. (2020, pp. 180672-180680) พัฒนาแชทบอท JAICOB สำหรับวิทยาการข้อมูล และ Hiremath et al. (2018, pp. 37-43) พัฒนาแชทบอทสำหรับระบบการศึกษา งานวิจัยที่พัฒนานี้ได้ประยุกต์ใช้แชทบอททำงานร่วมกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-based Learning: PBL) โดยที่ Boonyapalanant (2014, pp. 3-7)

ให้ความหมายของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานไว้ว่า PBL เป็นการเรียนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง สามารถนำมาใช้ในการพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียนได้ดีที่สุดวิธีหนึ่ง Owen (2019, pp. 139-151) กล่าวว่า PBL จะช่วยพัฒนาความสามารถของนักเรียนในการแก้ไขปัญหาที่ซับซ้อนและไม่มีโครงสร้าง ซึ่งใกล้เคียงกับสถานการณ์ที่ผู้เรียนน่าจะเผชิญในอนาคต และมีหลายงานวิจัยนำเทคนิค PBL มาประยุกต์ใช้ เช่น Chomrung et al. (2021, pp. 201-212) พัฒนาการประเมินการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ Klinmalee and Phonak (2019, pp. 59-79) พัฒนาการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานกับการเรียนรู้ออนไลน์ และ Arcos-Alonso and Arcos-Alonso (2021, pp. 227-287) พัฒนาการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อสนับสนุนการสอนทางไกลในช่วงการระบาดของโควิด-19

แนวคิดหลักในการพัฒนางานวิจัยนี้ คือ การประยุกต์ใช้งานแชทบอทพร้อมกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน โดยแนวคิดการใช้งานแชทบอทศึกษาตัวอย่างจากงานวิจัยดังนี้ Promla and Krootjohn (2020, pp. 100-109) ได้สร้างแชทบอทชุดข้อมูล FAQ สำหรับ E-learning และ Imcham and Na-Songkhla (2020, pp. 45-57) ได้พัฒนาแชทบอทเพื่อช่วยเสริมศักยภาพการเรียนรู้ออนไลน์ และอีกหนึ่งแนวคิดคือ PBL โดยศึกษาจากวิจัยตัวอย่าง Lapkhuntod et al. (2021, pp. 1-11) ได้พัฒนาการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการสอนแบบเว็บ และ Wattanaklang et al. (2021, pp. 3-7) ได้พัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานและบทเรียนออนไลน์ ซึ่งงานวิจัยที่กล่าวมามีความสัมพันธ์กับการทำวิจัยนี้ คือ การตั้งโจทย์หรือคำถามให้กับผู้เรียนในการหาวิธีเขียนโปรแกรมเพื่อให้ได้มาซึ่งผลลัพธ์ที่ต้องการ โดยการสอบถามข้อมูลความรู้ต่าง ๆ ผ่านระบบแชทบอทที่ผู้สอนได้จัดเตรียมไว้

เนื่องด้วยการเขียนโปรแกรมในภาษาต่าง ๆ รวมทั้งภาษาไพทอนจะต้องอาศัยความรู้ความเข้าใจอย่างลึกซึ้ง ผู้เรียนจะต้องฝึกปฏิบัติ ทำซ้ำ ทำที่ไหนและเมื่อไหร่ก็ได้ จึงจะก่อให้เกิดความเชี่ยวชาญและสามารถทำงานที่ได้รับมอบหมาย ประยุกต์ใช้งาน หรือ ทบทวนความรู้ได้ ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดพัฒนาแชทบอทมาใช้ในการกระบวนการเรียนการสอนของรายวิชาวิทยาการก้าวหน้าทางคอมพิวเตอร์ ในหัวข้อการเขียนโปรแกรมภาษาไพทอนเบื้องต้น เพื่อช่วยจัดสรรสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ โดยช่วยกรองข้อมูลจำนวนมากในโลกอินเทอร์เน็ตให้เหมาะสมกับผู้เรียน เพื่อให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ดังต่อไปนี้ การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานผ่านแชทบอทแบบ Keyword-based chat สำหรับวิชาวิทยาการก้าวหน้าทางคอมพิวเตอร์ นักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 3 สาขาคอมพิวเตอร์ศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี ประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ประเมินประสิทธิภาพบทเรียน และประเมินความพึงพอใจของนักศึกษาที่เรียนโดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานผ่านแชทบอท โดยในขั้นตอนการเก็บข้อมูลได้เก็บรวบรวมความรู้ต่าง ๆ ทั้งการประเมินบทเรียน คำถามและคำตอบจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน และได้นำความรู้นั้นไปสร้างแชทบอท เพื่อให้การโต้ตอบมีประสิทธิภาพ ตรงกับวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้ในหัวข้อดังกล่าว เพื่อให้ตรงกับความต้องการในการใช้งานของผู้เรียนมากที่สุด

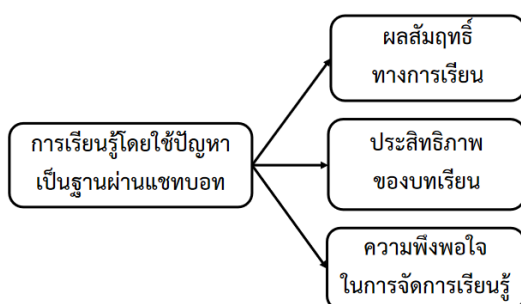
2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Janarthanam (2017, pp. 18-19) กล่าวว่า แชทบอทมีคุณสมบัติที่โดดเด่น คือ 1) การพร้อมใช้งาน (Availability) การโต้ตอบอัตโนมัติด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล สามารถตอบได้ตลอดเวลา 7 วัน 24 ชั่วโมง 2) เฉพาะส่วนบุคคล (Personalized experience) สามารถโต้ตอบตัวต่อตัวได้อย่างเป็นธรรมชาติในการสนทนา และเข้าใจเป้าหมายของผู้ใช้งาน 3) ราคาถูก (Low cost) การบริการลูกค้าหรือผู้ใช้งานจะมีค่าใช้จ่ายที่ถูกกว่าใช้นุชย์ในการให้ข้อมูล 4) ความสม่ำเสมอ (Consistency) มีความสม่ำเสมอในการให้บริการ ไม่หิว ไม่โกรธ 5) เวลาตอบสนองที่รวดเร็ว (Quick response time) ซึ่งมนุษย์ตอบคำถามได้ช้ากว่าผู้ใช้งานไม่ต้องรอในการโทรศัพท์เพื่อจะได้สนทนา และ 6) รองรับจำนวนผู้ใช้งานที่สูงขึ้น (Scale up) ซึ่งตรงกับวัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้ คือ ต้องการให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ตลอดเวลา ก็ครั้งก็ได้ และที่ไหนก็ได้ เพื่อให้สามารถตอบคำถามหรือแก้ไขปัญหาตามโจทย์หรือวัตถุประสงค์ของบทเรียนได้ อย่างไรก็ตามเป็นการยากที่จะรวบรวมข้อมูลคำถามและคำตอบ (Q&A) จำนวนมากหรือชุดข้อมูลคุณภาพสูงที่จำเป็นในการสอนโมเดล (Training model) ถ้าข้อมูลสอนโมเดลมีสาระครบถ้วนเท่าใดก็ทำให้ระบบมีความฉลาดมากเท่านั้น การพัฒนาแชทบอทเพื่อให้ได้ความแม่นยำสูงและมีประสิทธิภาพเป็นเรื่องที่น่าสนใจมากในปัจจุบัน โดยแพลตฟอร์ม Dialogflow ก็เป็นหนึ่งในทางเลือกในการพัฒนาแชทบอท Sabharwal and Agrawal (2020, pp. 13-24) กล่าวว่า Dialogflow เป็น Platform พัฒนาแชทบอทที่พัฒนาโดยบริษัท Google ที่ใช้การเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning: ML) ด้านการประมวลผลภาษาธรรมชาติ (Natural Language Processing: NLP) มาช่วยในทำความเข้าใจถึงความต้องการ (Intent) และสิ่งที่ต้องการ (Entity) ในประโยคสนทนาของผู้ใช้งาน และตอบคำถามตามความต้องการของผู้ใช้งานตามรูปแบบ (Pattern) ที่ผู้พัฒนางานเอาไว้ ซึ่ง Dialogflow จะช่วยเพิ่มความยืดหยุ่นการสนทนาของประโยคที่แชทบอทรับมา ซึ่งไม่จำเป็นต้องตรงตาม

Keyword หรือ เงื่อนไขทุกประการ บอทก็สามารถทำนายหรือทำความเข้าใจถึงความต้องการของผู้ใช้งานหรือผู้เรียนได้ หลักการทำงานจะใช้คุณสมบัติ NLP เพื่อจัดการกับสถานการณ์การสนทนาที่ซับซ้อน ช่วยเติมเต็มการสนทนาของบอทด้วยการทำความเข้าใจความรู้สึกของผู้ใช้ Adamopoulou and Moussiades (2020, pp. 373-383) ได้ศึกษาประวัติและประโยชน์จากการใช้งานแชทบอทในการสนับสนุนการทำงานด้านต่าง ๆ เช่น การตลาด ระบบสนับสนุน การดูแลสุขภาพ มรดกทางวัฒนธรรม ความบันเทิง รวมถึงด้านการศึกษาด้วยเช่นกัน อีกทั้งได้นำเสนอสถาปัตยกรรมของแชทบอทสมัยใหม่ด้วย และยังมีงานวิจัยอื่น ๆ อีกที่ประยุกต์ใช้แชทบอทในด้านการเรียนการสอน เช่น Carlander-Reuterfelt et al. (2020, pp. 180672-180680) พัฒนาแชทบอท JAICOB สำหรับวิทยาการข้อมูล และ Hiremath et al. (2018, pp. 37-43) พัฒนาแชทบอทสำหรับระบบการศึกษา การจัดการศึกษาด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-based Learning: PBL) เป็นการจัดการเรียนรู้แบบเน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางวิธีหนึ่งที่ได้รับค่านิยมและน่าสนใจในการพัฒนาผู้เรียน โดยที่ Boonyapalanant (2014, pp. 3-7) กล่าวว่า การเรียนรู้ด้วย PBL มุ่งสร้างประสบการณ์ตรงโดยเน้นให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติ ฝึกทักษะการคิด เผชิญสถานการณ์ปัญหา วางแผนการเรียนรู้ และตรวจสอบก้ากับการเรียนรู้ นอกจากนี้ PBL สามารถช่วยสร้างแรงจูงใจในการเรียนให้กับผู้เรียนได้ด้วย ซึ่งเป็นสิ่งที่ช่วยสร้างทักษะการคิดและแก้ปัญหาได้ดี ดังนั้น การเรียนรู้ด้วย PBL จึงเป็นการใช้ปัญหาที่ทำให้เกิดปัญญา

Lapkhuntod et al. (2021, pp. 1-11) พัฒนาการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เพื่อพัฒนาความสามารถการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักศึกษาครุศาสตร์อุตสาหกรรม จำนวน 60 คน โดยแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ๆ ละ 20 คน ดังนี้ กลุ่มที่ 1 เพื่อหาประสิทธิภาพบทเรียน กลุ่มที่ 2 ทดลองเรียน และกลุ่มที่ 3 เพื่อจัดการเรียนรู้แบบปกติ ซึ่งผลการวิจัยพบว่าผู้เรียนกลุ่มที่ 2 ที่เรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตมีคะแนนสูงกว่ากลุ่มที่ 3 ที่เรียนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 และผลการทดสอบประสิทธิภาพบทเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 80/80 Wattanaklang et al. (2021, pp. 3-7) พัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานและบทเรียนออนไลน์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 45 คน ในหัวข้อการเขียนโปรแกรมด้วยโปรแกรม Scratch ผลการวิจัยพบว่าผลการประเมินคุณภาพการจัดการเรียนรู้และบทเรียนอยู่ในระดับดีมาก พร้อมทั้งประเมินประสิทธิภาพบทเรียนผ่านเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 80/80 Promla and Krootjohn (2020, p. 100-109) พัฒนาแชทบอทเพื่อจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานสำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพสังกัดสถาบันการอาชีวศึกษา ภาคตะวันออกเฉิยเหนือ 1 เป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 30 คน ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มที่ใช้งานแชทบอทผสมผสานในการช่วยจัดการเรียนรู้มีคะแนนสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่จัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .01 และผลการเปรียบเทียบความจำขณะปฏิบัติงานของผู้เรียนกลุ่มทดลองสูงกว่าผู้เรียนกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .01 Imcham and Na-Songkhla (2020, pp. 45-57) พัฒนาแชทบอทเพื่อช่วยเสริมศักยภาพการเรียนรู้ออนไลน์ที่มีต่อการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีบุคลิกภาพที่แตกต่างกัน จำนวน 60 คน พบว่าคะแนนเฉลี่ยหลังทดลองสูงกว่าก่อนทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 กับผู้เรียนทั้งสองบุคลิกภาพแบบเปิดเผยและแบบเก็บตัว และยังพบอีกว่านักเรียนที่มีบุคลิกภาพแบบเก็บตัวมีค่าเฉลี่ยการใช้งานแชทบอทสูงกว่าผู้เรียนบุคลิกภาพแบบเปิดเผยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 สมมติฐานการวิจัยนี้ คือ การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพและส่งผลให้เกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ประสิทธิภาพบทเรียนสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 และคะแนนประเมินความพึงพอใจในการเรียนอยู่ในระดับมาก

3. วิธีดำเนินการวิจัย



รูปที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

กรอบแนวคิดในการวิจัย

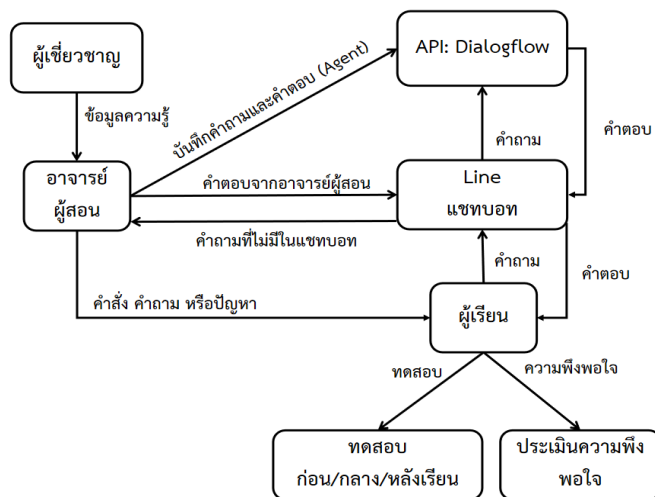
กรอบแนวคิดของงานวิจัยแสดงดังรูปที่ 1 ผู้เรียนที่เรียนรู้ผ่านการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานผ่านแชทบอท สำหรับวิชาวิทยาการก้าวหน้าทางคอมพิวเตอร์ ในหัวข้อการเขียนโปรแกรมไพทอนเบื้องต้น ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ประสิทธิภาพของบทเรียน และความพึงพอใจของผู้เรียนในการจัดการเรียนการสอน

ขอบเขตการวิจัย

ขอบเขตด้านประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ประชากร คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 3 สาขาคอมพิวเตอร์ศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี ปีการศึกษา 2564 ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาการก้าวหน้าทางคอมพิวเตอร์ จำนวน 2 ห้อง ห้องที่ 1 จำนวน 23 คน และห้องที่ 2 จำนวน 20 คน รวมทั้งหมดจำนวน 43 คน กลุ่มตัวอย่าง เป็นการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง นักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 3 สาขาคอมพิวเตอร์ศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี ปีการศึกษา 2564 ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาการก้าวหน้าทางคอมพิวเตอร์ จำนวน 43 คน โดยแบ่งนักศึกษาออกเป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่มที่ 1 เพื่อใช้ทดสอบประสิทธิภาพเบื้องต้น (Try out) จำนวน 23 คน และกลุ่มที่ 2 เพื่อใช้ทดสอบประสิทธิภาพสอนจริง (Trial run) จำนวน 20 คน

เนื้อหาวิชา คือ เนื้อหาที่จัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานผ่านแชทบอท สำหรับวิชาการก้าวหน้าทางคอมพิวเตอร์ เรื่องการเขียนโปรแกรมภาษาไพทอนเบื้องต้น จำนวน 20 ชั่วโมงการเรียนรู้ ประกอบด้วย 6 หัวข้อดังนี้

- หัวข้อที่ 1 ขั้นตอนการดาวน์โหลดและติดตั้งโปรแกรม (Download and installation)
- หัวข้อที่ 2 โครงสร้างและลักษณะการเขียนโปรแกรม (Programming structure and characteristics)
- หัวข้อที่ 3 การใช้งานตัวแปร (Variable) นิพจน์ (Expression) และตัวดำเนินการ (Operator)
- หัวข้อที่ 4 การตรวจสอบเงื่อนไข (Condition)
- หัวข้อที่ 5 การทำซ้ำ (Loop)
- หัวข้อที่ 6 การจัดการแฟ้มข้อมูล (File handing)



รูปที่ 2 สถาปัตยกรรมการจัดการเรียนรู้ผ่านแชทบอท

ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรต้น ได้แก่ การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานผ่านแชทบอท สำหรับวิชาการก้าวหน้าทางคอมพิวเตอร์ ตัวแปรตาม ได้แก่ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ประสิทธิภาพบทเรียน และความพึงพอใจในการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานผ่านแชทบอท

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยนี้ประกอบด้วยแชทบอทแบบ Keyword-based chat สำหรับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน แบบทดสอบก่อนและหลังเรียน เพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คำถามระหว่างเรียนและแบบทดสอบหลังเรียนเพื่อประเมินประสิทธิภาพบทเรียน และแบบประเมินความพึงพอใจการใช้งานแชทบอท โดยมีขั้นตอนการดำเนินงานในแต่ละส่วนดังนี้

1. การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานผ่านแชทบอท งานวิจัยนี้พัฒนาบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตโดยใช้หลักการของ ADDIE Model ซึ่ง Pusurinkum (2006, pp. 3-5) ได้สรุปว่ามีขั้นตอนการพัฒนา 5 ขั้นตอนดังนี้ 1) การวิเคราะห์ (Analysis: A) โดยวิเคราะห์ปัญหาและความต้องการ สิ่งแวดล้อม เป้าหมาย และวัตถุประสงค์การเรียนรู้ 2) การออกแบบ (Design: D) รวมถึงการกำหนดเป้าหมาย จุดประสงค์ให้ถ่ายทอดการเรียนรู้ วางแผนการประเมิน และการเลือกสื่อต่าง ๆ 3) การพัฒนา (Development: D) กิจกรรมในขั้นตอนนี้จะเป็นการสร้างสื่อกิจกรรม การทดสอบ (Try out) และปรับปรุงสื่อ 4) การนำไปใช้ (Implement: I) รวมถึงการเผยแพร่สื่อ การติดตั้งการบำรุงรักษา การจัดการอบรมครูผู้สอน รวมถึงการช่วยเหลือสนับสนุนต่าง ๆ และ 5) การประเมินผล (Evaluation: E) เป็นการประเมินเครื่องมือ กิจกรรมหรือโปรแกรมหลังจากการนำสื่อไปใช้งานกับกลุ่มตัวอย่าง โดยสื่อที่มีหลากหลายรูปแบบ เช่น คำถามและคำตอบเกี่ยวกับการเขียนโปรแกรม ลิงก์ไฟล์เอกสาร PDF ที่พัฒนาโดยผู้สอน ลิงก์สื่อวิดีโอช่วยสอนผ่าน YouTube ที่พัฒนาโดยผู้สอนและลิงก์วิดีโออื่น ๆ เพิ่มเติม ลิงก์เว็บไซต์เพื่อศึกษาความรู้เพิ่มเติมในแต่ละหัวข้อ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลในส่วนนี้ ได้แก่ ค่าร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

การประเมินสื่อได้รับความอนุเคราะห์จากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่านในการประเมินสื่อแบบทบทวนก่อนและหลังเรียน การวิเคราะห์ดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของข้อสอบ และมีผู้เรียนกลุ่ม Try out จำนวน 23 คน ที่ใช้ข้อมูลในการคำนวณหาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของข้อสอบ ซึ่งผลการประเมินสื่อแบบทบทวนแสดงดังตารางที่ 1 โดยมีเกณฑ์การประเมิน 5 ระดับดังนี้

ระดับคะแนนการประเมิน

- 5 หมายถึง มีความสอดคล้อง/เชื่อมโยง/ครอบคลุม/เหมาะสมและสัมพันธ์กัน อย่างชัดเจน
 - 4 หมายถึง มีความสอดคล้อง/เชื่อมโยง/ครอบคลุม/เหมาะสมและสัมพันธ์กัน แต่ขาดความชัดเจนบางส่วน
 - 3 หมายถึง มีความสอดคล้อง/เชื่อมโยง/ครอบคลุม/เหมาะสมและสัมพันธ์กันในบางส่วน
 - 2 หมายถึง มีความสอดคล้อง/เชื่อมโยง/ครอบคลุม/เหมาะสมและสัมพันธ์กันแต่ไม่สมบูรณ์
 - 1 หมายถึง เนื้อหาขาดความสอดคล้อง/เชื่อมโยง/ครอบคลุม/เหมาะสมและสัมพันธ์กัน
- (1.00-1.50 = น้อยที่สุด, 1.51-2.50 = น้อย, 2.51-3.50 = ปานกลาง, 3.51-4.50 = ดี, 4.51-5.00 = ดีมาก)

2. การประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่เรียนผ่านกระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานผ่านแบบทบทวน งานวิจัยนี้ใช้แบบทบทวนก่อนและหลังเรียนในการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผู้วิจัยเลือกข้อสอบที่ผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญที่มีการคำนวณค่า ICO อยู่ระหว่าง 0.5-1.00 และนำแบบทบทวนก่อนและหลังเรียนไปใช้กับกลุ่ม Try out แล้วคำนวณค่าความยากง่าย (p) เพื่อเลือกข้อสอบที่มีค่าอยู่ระหว่าง 0.2-0.8 และหาค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.2-1.0 ในข้อสอบประเภท 4 ตัวเลือก จากจำนวน 30 ข้อ เลือกข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์มา 20 ข้อ 20 คะแนน และข้อสอบอัตนัยจำนวน 5 ข้อ 20 คะแนน รวมทั้งหมด 40 คะแนน ที่ผ่านการประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิ และจะใช้ข้อสอบชุดนี้ในการคำนวณค่า E_2 ในการประเมินประสิทธิภาพบทเรียนด้วย สถิติที่ใช้ในส่วนนี้ คือ ค่าร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที (t-test dependent)

3. การประเมินประสิทธิภาพบทเรียนที่ใช้ในกระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานผ่านแบบทบทวน งานวิจัยนี้ใช้คำถามระหว่างเรียนและแบบทดสอบหลังเรียนเพื่อประเมินประสิทธิภาพบทเรียน ผู้วิจัยเลือกคำถามที่ผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญซึ่งมีการทดสอบระหว่างเรียนจำนวน 3 ครั้ง โดยเน้นพัฒนาทักษะการเขียนโปรแกรม คำถามครั้งที่ 1 จำนวน 9 ข้อ ครั้งที่ 2 จำนวน 4 ข้อ และครั้งที่ 3 จำนวน 2 ข้อ รวมคะแนนทั้งหมด 60 คะแนน และข้อสอบที่มีการคำนวณค่า ICO อยู่ระหว่าง 0.5-1.00 ในส่วนของแบบทดสอบหลังเรียนใช้ชุดเดียวกันกับการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในหัวข้อการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สถิติที่ใช้ในการประเมินผลส่วนนี้ คือ ค่าร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

4. การประเมินความพึงพอใจของนักศึกษาที่เรียนโดยด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานผ่านแบบทบทวน งานวิจัยนี้ใช้แบบสอบถามประเมินความพึงพอใจจำนวน 7 ข้อ โดยทุกข้อได้ผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ เพื่อวัดระดับความพึงพอใจ โดยมีรายละเอียดแต่ละข้อดังนี้ 1) สื่อแบบทบทวนสามารถรู้หรือกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน 2) สื่อการสอนแบบทบทวนมีความถูกต้องชัดเจน เข้าใจง่าย 3) เนื้อหาการสอนสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้จริง 4) เป็นกิจกรรมแบบ Active learning สอดคล้องกับเนื้อหาที่ใช้ในการเรียนการสอน 5) สื่อการสอน/วิธีการสอนกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการคิดวิเคราะห์ ส่งเสริมการเรียนรู้เชิงแก้ปัญหา 6) ระยะเวลาในการใช้สื่อเหมาะสมกับบทเรียน และ 7) ภาพรวมนักศึกษามีความพึงพอใจในการจัดการเรียนการสอนแบบใช้แบบทบทวนร่วมกับปัญหาเป็นฐาน แบบสอบถามจะมีเกณฑ์การประเมิน 5 ระดับ สถิติใช้ประเมินผลความพึงพอใจ คือ ค่าร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ขั้นตอนการวิจัย

งานวิจัยนี้ได้นำหลักการจัดการเรียนรู้โดยใช้ PBL มาประยุกต์ใช้ในกระบวนการทำวิจัย โดยการตั้งโจทย์หรือคำถามให้กับผู้เรียนในการหาวิธีเขียนโปรแกรมเพื่อแก้ปัญหาให้ได้มาซึ่งผลลัพธ์ที่ต้องการ ซึ่งวิธีการเขียนโปรแกรมมีหลากหลายวิธีที่ผู้เรียนสามารถทำได้ ผู้เรียนสามารถสอบถาม สนทนา หรือค้นหาข้อมูลจากแบบทบทวนที่ผู้สอนได้จัดเตรียมเนื้อหาไว้ล่วงหน้า โดยประยุกต์ใช้ Dialogflow ในการจัดการคำถามและคำตอบ ด้วยการประมวลผลภาษาธรรมชาติในทำความเข้าใจถึงความต้องการของผู้เรียน และตอบคำถามตามความต้องการของผู้เรียนตามรูปแบบที่กำหนดไว้ ซึ่งแบบทบทวนสามารถคาดเดาหรือทำความเข้าใจถึงความต้องการของผู้เรียนได้

การเก็บรวบรวมข้อมูลของงานวิจัยสามารถสรุปได้ดังรูปที่ 2 ซึ่งแสดงสถาปัตยกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานผ่านแบบทบทวน โดยมีขั้นตอนการทำงานดังนี้

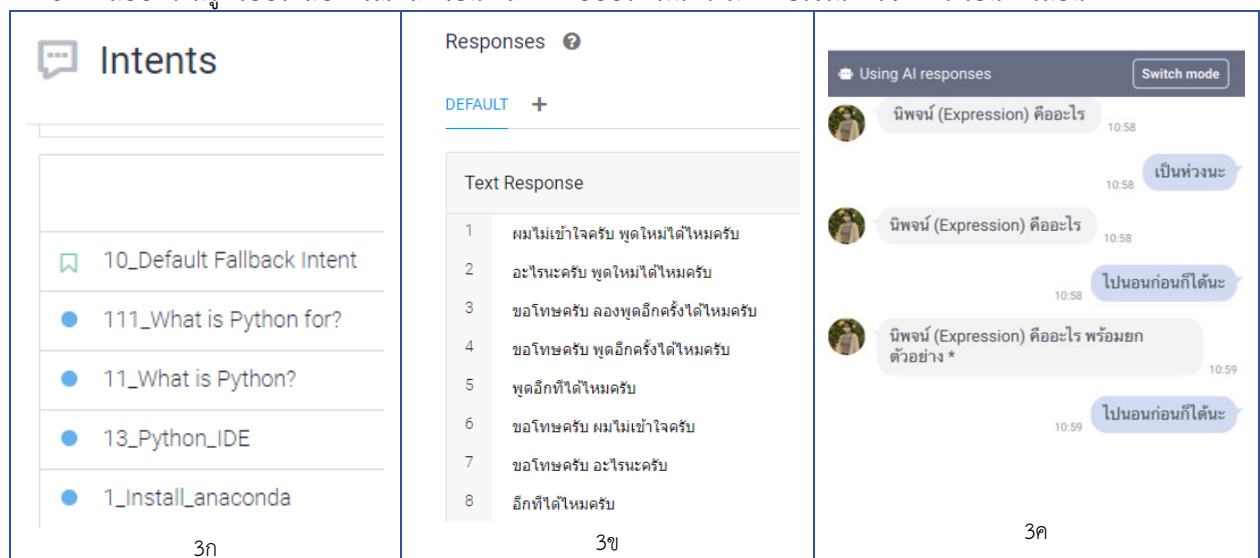
1. เก็บข้อมูลความรู้ (Knowledge) จากผู้เชี่ยวชาญ คำแนะนำ และการประเมินบทเรียน
2. ผู้สอนหรือผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูล ออกแบบโครงสร้าง เมนูแชทบอท เนื้อหา และบันทึกข้อมูลลง API: Dialogflow
3. เชื่อมต่อ API: Dialogflow กับ แอปพลิเคชัน LINE OA
4. ทดสอบการใช้งานในการถามและตอบคำถามโดยผู้เชี่ยวชาญ

5. ทดสอบกับกลุ่ม Try out จำนวน 23 คน เพื่อปรับปรุงแก้ไขข้อมูลและข้อผิดพลาดต่าง ๆ โดยให้กลุ่มนี้สลับเวลาและเรียนนอกเวลาเพื่อเรียนรู้บทเรียนก่อน โดยตัวอย่างปัญหาที่เจอมากที่สุดคือ คำถามหรือ Keyword ที่บอทไม่สามารถตอบได้ ผู้วิจัยปรับปรุงด้วยการเพิ่มเติมข้อมูลทั้งในส่วนของคำถามและคำตอบเพิ่มเติม แสดงตัวอย่างการสร้างแชทบอทดังรูปที่ 3 โดยส่วนที่ 3ก แสดงหน้าจอการจัดการข้อมูลคำถามและคำตอบด้วย Dialogflow ส่วนที่ 3ข แสดงตัวอย่างคำตอบของคำถามที่บอทไม่สามารถตอบได้ เช่น 1) ผมไม่เข้าใจครับ พูดใหม่ได้ไหมครับ 2) อะไรนะครับ พูดใหม่ได้ไหมครับ 3) ขอโทษครับ ลองพูดอีกครั้งได้ไหมครับ 4) ขอโทษครับ พูดอีกครั้งได้ไหมครับ 5) พูดอีกทีได้ไหมครับ 6) ขอโทษครับ ผมไม่เข้าใจครับ 7) ขอโทษครับ อะไรนะครับ 8) อีกทีได้ไหมครับ 9) ว่ายังงั้นนะครับ 10) ช่วยพูดอีกทีได้ไหมครับ 11) ผมไม่เข้าใจครับ และ 12) ผมฟังไม่ทันครับ และในส่วนที่ 3ค แสดงตัวอย่างหน้าจอคำถามที่แชทบอทไม่สามารถตอบคำถามได้ ซึ่งได้รับการปรับปรุงแก้ไขแล้วก่อนนำไปทดลองใช้งานจริง เพื่อให้การสนทนาที่มีความราบรื่นมากขึ้น บอทสามารถตอบคำถามได้ครอบคลุมและมีความฉลาดมากขึ้น จากนั้นทดลองกับกลุ่มผู้เรียนจริงจำนวน 20 คนที่เรียนในเวลาตามลำดับ โดยเริ่มต้นจากให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน เพื่อประเมินความรู้และประสบการณ์เดิม

6. ผู้เรียนศึกษาคำถามระหว่างเรียน โดยการหาคำตอบจากการสอบถามข้อมูลความรู้จากแชทบอท เพื่อใช้ในการแก้ไขปัญหาหรือเขียนโปรแกรม ในกรณีที่ระบบแชทบอทไม่สามารถตอบคำถามได้ อาจารย์ผู้สอนสามารถเพิ่มเติมข้อมูลได้ใน Dialogflow หรือสามารถตอบคำถามผ่านแชทบอทให้กับผู้เรียนได้โดยตรง โดยใช้เวลาการเรียนรู้จำนวน 20 ชั่วโมงการเรียนรู้ ในเนื้อหา 6 หัวข้อ

7. ผู้เรียนได้คำตอบจากคำถามระหว่างเรียน หรือคำถามอื่น ๆ ตามความต้องการจากแชทบอท แล้วจึงทำการวิเคราะห์เพื่อตอบคำถามระหว่างเรียน

8. ทดสอบความรู้หรือประสบการณ์หลังเรียน และทำแบบประเมินความพึงพอใจในการจัดการเรียนการสอน



รูปที่ 3 แสดงตัวอย่างหน้าจอการจัดการข้อมูลคำถามและคำตอบ

4. ผลการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานผ่านแชทบอท โดยมีการวิเคราะห์ผลข้อมูลต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

4.1 ผลการศึกษาระบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานผ่านแชทบอท

ผลการพัฒนาแชทบอทแสดงตัวอย่างหน้าจอดังรูปที่ 4 และรูปที่ 5 โดยรูปที่ 4 แสดงเมนูหลักที่ใช้ในการโต้ตอบกับผู้เรียน โดยเมนูแบ่งออกเป็น 6 หัวข้อตามเนื้อหารายวิชา และรูปที่ 5 แบ่งเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนที่ 5ก แสดงการโต้ตอบกับผู้เรียนโดยใช้ Keyword และส่วนที่ 5ข แสดงประวัติการสนทนาระหว่างผู้เรียนกับบอท ผู้สอนสามารถใช้ในการตรวจสอบและประเมินผลการสนทนาได้จากการวิเคราะห์การประเมินสื่อผ่านแชทบอท คำถามระหว่างเรียน แบบทดสอบก่อนและหลังเรียน แสดงผลการประเมินสื่อดังตารางที่ 1

ซึ่งผลการประเมินอยู่ในระดับดีมาก และการคำนวณค่าดัชนีความสอดคล้อง (Item-Objective Congruence: IOC) จะเลือกรายการที่มีค่าระหว่าง 0.5-1.00 พร้อมทั้งคำนวณค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของข้อสอบ และเลือกข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์ 0.2-0.8 มา 20 ข้อ

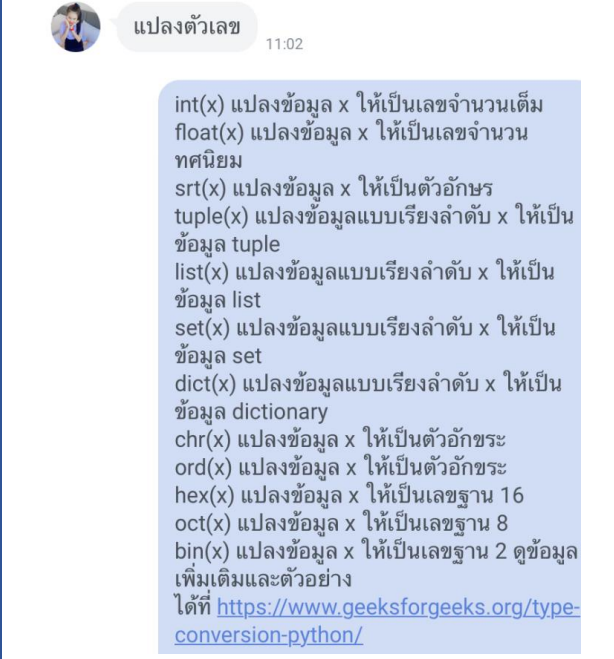
ตารางที่ 1 ผลการประเมินสื่อแพททอบทโดยผู้เชี่ยวชาญ

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
1. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการสอน เหมาะสมสอดคล้องกับการวัดผลการเรียนรู้	4.33	0.55	ดี
2. สื่อสามารถเร้าหรือกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน	4.67	0.55	ดีมาก
3. สื่อการสอนมีความถูกต้อง ชัดเจน เข้าใจง่าย	4.33	0.55	ดี
4. มีการใช้สื่อ ICT เข้ามาใช้ในการเรียนการสอน	5.00	0.00	ดีมาก
5. ทำให้ประหยัดเวลาแก่ครู ลดภาระที่ต้องอธิบาย	4.67	0.55	ดีมาก
6. ระยะเวลาในการใช้สื่อเหมาะสมกับบทเรียน	4.33	0.71	ดี
7. สื่อการสอน/วิธีการสอน/คำถามระหว่างเรียน กระตุ้นให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิด วิเคราะห์ ส่งเสริมการเรียนรู้เชิงแก้ปัญหา	4.33	0.55	ดี
8. ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการใช้สื่อการสอน/นวัตกรรม	4.67	0.45	ดีมาก
9. สื่อและแบบทดสอบมีส่วนช่วยในการวัดและประเมินผลผู้เรียนอย่างมีประสิทธิภาพ	4.67	0.55	ดีมาก
10. โดยภาพรวมสื่อการสอน/ กิจกรรมระหว่างเรียน/แบบทดสอบส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียน	4.67	0.55	ดีมาก
สรุปผล	4.57	0.50	ดีมาก

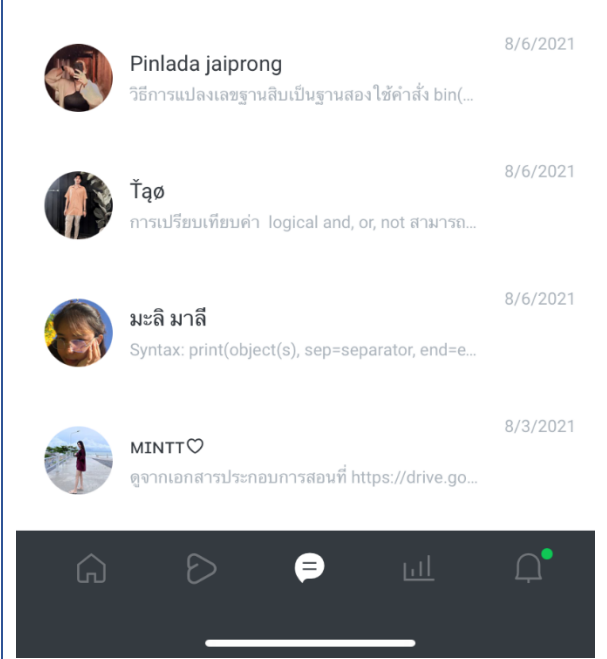


เมนู ▾

รูปที่ 4 แสดงหน้าจอเมนูการใช้งานแพททอบท



5ก



5ข

รูปที่ 5 แสดงตัวอย่างหน้าจอการใช้งานแชทบอท

4.2 ผลการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานผ่านแชทบอท

ตารางที่ 2 ผลการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

คะแนน	จำนวนผู้เรียน (N)	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	ร้อยละ	t	df	Sig.
ก่อนเรียน	20	40	4.95	12.38	-46.138	19	0.00
หลังเรียน	20	40	32.45	81.13			

จากตารางที่ 2 แสดงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยการคำนวณค่าเฉลี่ยคะแนนก่อนและหลังเรียนจากคะแนนเต็ม 40 คะแนน ซึ่งมีผู้เรียนทั้งหมด 20 คน

4.3 ผลการประเมินประสิทธิภาพบทเรียนที่ใช้ในกระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานผ่านแชทบอท

ตารางที่ 3 ผลการประเมินประสิทธิภาพบทเรียน

คะแนน	จำนวนผู้เรียน (N)	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	ร้อยละ	ประสิทธิภาพของบทเรียน (E_1/E_2)
ระหว่างเรียน (E_1)	20	60	50.34	83.91	83.91/81.13
หลังเรียน (E_2)	20	40	32.45	81.13	

จากตารางที่ 3 แสดงค่าประสิทธิภาพบทเรียน (E_1/E_2) จากคะแนนระหว่างเรียนเต็ม 60 คะแนน และคะแนนหลังเรียนจากคะแนนเต็ม 40 คะแนน ซึ่งมีผู้เรียนทั้งหมด 20 คน

4.4 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานผ่านแชทบอท

ตารางที่ 4 แสดงผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนที่เรียนโดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานผ่านแชทบอทจำนวน 7 หัวข้อ

ตารางที่ 4 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียน

รายการ	$\bar{X}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
1. สื่อแบบบทสามารถเร้าหรือกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน	3.47	0.73	ดี
2. สื่อการสอนแบบบทมีความถูกต้อง ชัดเจน เข้าใจง่าย	3.34	0.78	ดี
3. เนื้อหาการสอนสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้จริง	3.87	0.70	ดี
4. เป็นกิจกรรมแบบ Active learning สอดคล้องกับเนื้อหาที่ใช้ในการเรียนการสอน	4.03	0.79	ดี
5. สื่อการสอน/วิธีการสอนกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการคิดวิเคราะห์ ส่งเสริมการเรียนรู้เชิงแก้ปัญหา	3.89	0.80	ดี
6. ระยะเวลาในการใช้สื่อเหมาะสมกับบทเรียน	3.76	0.82	ดี
7. ภาพรวมนักศึกษามีความพึงพอใจในการจัดการเรียนการสอนแบบใช้แบบบทร่วมกับปัญหาเป็นฐาน	3.82	0.77	ดี
สรุปผล	3.74	0.77	ดี

5. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานผ่านแบบบท สามารถสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้ ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานผ่านแบบบท วิชาวิทยาการก้าวหน้าทางคอมพิวเตอร์ ในหัวข้อการเขียนโปรแกรมภาษาไพทอน เบื้องต้นผ่านแบบบท จากผลการประเมินสื่อโดยผู้ทรงคุณวุฒิ ดังข้อมูลในตารางที่ 1 พบว่าผลอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X} = 4.57$, S.D. = 0.55) ในส่วนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานผ่านแบบบท จากผลการประเมินด้วยแบบทดสอบก่อนและหลังเรียนดังข้อมูลในตารางที่ 2 แสดงให้เห็นว่าคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับงานผลงานวิจัยของ Promla and Krootjohn (2020, pp. 100-109) และงานวิจัยของ Imcham and Na-Songkhla (2020, pp. 45-57) แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแบบบท ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนรู้ได้ ในส่วนของผลการประเมินประสิทธิภาพบทเรียนโดยทดลองกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 20 คน แสดงข้อมูลดังตารางที่ 2 พบว่ามีประสิทธิภาพ (E_1/E_2) เท่ากับ 83.91./81.13 ซึ่งมีค่าสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 80/80 ซึ่งสอดคล้องกับผลงานวิจัยของ Lapkhuntod et al. (2021, pp. 1-11) และงานวิจัยของ Wattanaklang et al. (2021, pp. 10-18) แสดงให้เห็นว่าปัญหาหรือคำถามระหว่างเรียนสามารถกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการอยากเรียนรู้เพื่อแสวงหาคำตอบ และในส่วนของผลความพึงพอใจการใช้งานแบบบทสำหรับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน แสดงข้อมูลดังตารางที่ 3 พบว่าอยู่ในระดับดี ($\bar{X} = 3.74$, S.D. = 0.77) แสดงให้เห็นว่าผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานผ่านแบบบท

จากข้อมูลสรุปผลการวิจัยสามารถอภิปรายผลได้ดังนี้ เนื่องจากผู้วิจัยได้เตรียมเนื้อหาบทเรียนในหลายลักษณะ เช่น คำถาม-คำตอบผ่านแบบบท ไฟล์ PDF ลิงก์ตัวอย่าง วิดีโอช่วยสอน คำถามระหว่างเรียน แบบทดสอบก่อนและหลังเรียน ซึ่งทุกส่วนได้สอดคล้องและเชื่อมโยงระหว่างกันทำให้ผลการประเมินสื่ออยู่ในระดับดีมาก อีกทั้งการกระตุ้นผู้เรียนด้วยคำถามหรือปัญหาเพื่อให้ผู้เรียนมีความอยากรู้ อยากหาคำตอบ โดยที่ผู้เรียนสามารถค้นหาคำตอบด้วยตัวเองผ่านการสนทนากับแบบบท ทำให้ผู้เรียนได้ฝึกเรียนรู้ด้วยตัวเอง พร้อมกับการฝึกปฏิบัติเขียนโปรแกรมด้วยตัวเองเพื่อเสริมสร้างประสบการณ์ตรง สามารถศึกษาเพิ่มเติมนอกเวลาเรียนได้ และคำถามนั้นยังทำให้ผู้เรียนมีความสนใจและกระตือรือร้นในการฝึกปฏิบัติเพื่อให้ส่งงานทันเวลา พร้อมด้วยสื่อต่าง ๆ ที่หลากหลาย เช่น ข้อมูลคำตอบ เอกสาร เว็บไซต์ วิดีโอ และผู้สอนสามารถติดตามกระบวนการเรียนของผู้เรียนแต่ละคนได้ผ่านแบบบทในระหว่างการเรียนการสอนหรือนอกเวลาเรียนก็ตาม อีกทั้งผู้สอนสามารถตอบคำถามที่บทไม่สามารถตอบได้ด้วยเหตุนี้ส่งผลให้ผู้เรียนเกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยมีคะแนนสอบหลังเรียนที่สูงกว่าก่อน และคะแนนระหว่างเรียนกับหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ด้วยเช่นกัน ในส่วนของคะแนนความพึงพอใจเมื่อตรวจสอบคะแนนประเมินรายบุคคลพบว่าผู้เรียนบางคนประเมินคะแนนน้อย อาจเป็นเพราะการเรียนรู้ด้วยวิธีการนี้ไม่เหมาะกับผู้เรียนบางคนที่ยังต้องการให้มีครูผู้สอนคอยแนะนำ แต่ผู้เรียนส่วนใหญ่ก็ประเมินคะแนนค่อนข้างสูงซึ่งแสดงให้เห็นว่าผู้เรียนหลายคนมีความอยากรู้ อยากทำให้ได้ สนุกเมื่อพูดคุยกับบท และมองปัญหาเป็นสิ่งที่ท้าทาย

6. ข้อเสนอแนะ

ผู้ที่มีความสนใจสามารถนำวิธีการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานผ่านแพลตฟอร์มไปประยุกต์ใช้ในรายวิชาอื่น ๆ ที่เหมาะสม หรือเป็นวิธีการสอนเสริม โดยเน้นการเรียนรู้แบบผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง (Active learning) สามารถออกแบบให้คำถามและสื่อในการช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสงสัยหรือสนใจต้องการที่จะหาคำตอบ โดยที่ผู้เรียนสามารถเรียนรู้นอกเวลาเรียน และเรียนที่ไหนก็ได้ตามความสะดวก ข้อสังเกตในส่วนของการตอบคำถามด้วยข้อความยาว ๆ หรือสูตรการคำนวณต่าง ๆ จะทำให้ผู้ใช้งานอานยาก เพราะระบบไม่รองรับการจัดรูปแบบข้อความให้ขึ้นบรรทัดใหม่ ผู้ที่นำไปพัฒนาต่อสามารถปรับเปลี่ยนรูปแบบการตอบคำถามเป็นรูปภาพแทนข้อความ อินโฟกราฟิก สื่อมัลติมีเดีย หรือสื่ออื่น ๆ ได้ตามความเหมาะสม

เอกสารอ้างอิง

- Adamopoulou, E., & Moussiades, L. (2020). An overview of chatbot technology. In I. Maglogiannis, L. Iliadis, & E. Pimenidis (Eds.), *Artificial Intelligence Applications and Innovations: AIAI 2020. 16th IFIP Advances in Information and Communication Technology* (pp. 373-383, Vol. 584). Springer.
- Arcos-Alonso, A., & Arcos-Alonso, A. (2021). Problem-based learning and other active methodologies as support for distance teaching during the COVID-19 pandemic. *Cypriot Journal of Educational Sciences*, 16(1), 277-287.
- Boonyapalanant, E. (2014). Problem based learning. *Journal of Humanities and Social Sciences University of Phayao*, 2(2), 3-7. (in Thai)
- Carlander-Reuterfelt, D., Carrera, Á., Iglesias, C. A., Araque, Ó., Rada, J. F. S., & Muñoz, S. (2020). JAICOB: A data science chatbot. *IEEE Access*, 8, 180672-180680.
- Chomrung, T., Chuntra, C., & Chaiso, P. (2021). Using assessment for learning and problem based learning to promote Grade 6 Student's ability for mathematical problem solving. *Journal of Legal Entity Management and Local Innovation*, 7(6), 201-212. (in Thai)
- Hiremath, G., Hajare, A., Bhosale, P., Nanaware, R., & Wagh, K. S. (2018). Chatbot for education system. *International Journal of Advance Research, Ideas and Innovations in Technology*, 4(3), 37-43.
- Imcham, S., & Na-Songkhla, J. (2020). Effects of online scaffolding chatbot on computational thinking of tenth grade students with different personalities. *STOU Education Journal*, 13(1), 45-57. (in Thai)
- Janarthanam, S. (2017). *Hands-on chatbots and conversational UI development: Build chatbots and voice user interfaces with Chatfuel, Dialogflow, Microsoft Bot Framework, Twilio, and Alexa Skills*. Packt.
- Klinmalee, R., & Phonak, D. (2019). Problem-based learning with online learning for bachelor's degree students. *Journal of International Studies, Prince of Songkla University*, 9(1), 59-79. (in Thai)
- Lapkhuntod, K., Kaewkuekool, S., & Peasura, P. (2021). The learning management with problem based learning together web based instruction on aluminum welding for production technology education students. *Journal of Industrial Education*, 20(2), 1-11. (in Thai)
- Muhammad, A. F., Susanto, D., Alimudin, A., Adila, F., Assidiqi, M. H., & Nabhan, S. (2020). Developing English conversation chatbot using dialogflow. In A. A. Yunanto, A. K. N. H. H. Muarifin, T. H. Muliawati, P. A. M. Putra, F. Gamar, & M. Ridwan (Eds.), *2020 International Electronics Symposium (IES)* (pp. 468-475). IEEE.
- Owen, C. (2019). Problem-based learning. In K. Daniels, C. Elliott, S. Finley & C. Chapman (Eds.), *Learning and Teaching in Higher Education: Perspectives from a business school* (pp. 139-151). Edward Elgar.
- Promla, P., & Krootjohn, S. (2020). The effect of using chatbot in blended learning for vocational certificate students in the colleges under the institute of vocational education northeastern region 1. *Journal of Industrial Education*, 19(2), 100-109. (in Thai)

- Pusurinkum, S. (2006). *Development of an information technology and communication knowledge sharing model using a collaborative learning approach for developing commination of practice of lab school teachers in Bangkok Metropolis* [Doctoral dissertation]. Chulalongkorn University. (in Thai)
- Ranavare, S. S., & Kamath, R. S. (2020). Artificial intelligence based chatbot for placement activity at college using dialogflow. *Our Heritage*, 68(30), 4806-4814.
- Sabharwal, N., & Agrawal, A. (2020). *Cognitive virtual assistants using Google dialogflow: Develop complex cognitive bots using the Google dialogflow platform*. Apress.
- Sumikawa, Y., Fujiyoshi, M., Hatakeyama, H., & Nagai, M. (2020). Supporting creation of FAQ dataset for E-learning chatbot. In I. Czarnowski, R. Howlett, & L. Jain (Eds.), *Smart Innovation, Systems and Technologies. Proceedings of the 11th KES International Conference on Intelligent Decision Technologies (KES-IDT 2019)* (pp. 3-13, Vol. 142). Springer.
- Wattanaklang, K., Kantathanawat, T., & Tungkunan, P. (2021). Development of problem-based learning management plan and e-learning on scratch programming for the secondary education Grade 7 Students. *Journal of Industrial Education*, 20(1), 10-18. (in Thai)

การพัฒนาเกมโมบายล์แอปพลิเคชันเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณ
สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา สังกัดเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาพระนครศรีอยุธยา

THE DEVELOPMENT OF GAME MOBILE APPLICATION TO ENHANCE
COMPUTATIONAL THINKING SKILL FOR PRIMARY STUDENTS UNDER OFFICE OF
PHRANAKHON SI AYUTTHAYA EDUCATIONAL SERVICE AREA

ศิริพล แสนบุญส่ง*
Siripon Saenboonsong*

Received: March 26, 2022

Revised: April 11, 2022

Accepted: April 22, 2022

ABSTRACT

Computational thinking skill is the ability to think analytically, solve problems in a stepwise manner and digest problems that help you cope with complex problems. It's an important skill and competence of Thai youth in the 21st century. In this experimental research, the researcher has developed a mobile game application that promotes computational thinking skills by playing interactive games consist of images, animation, and music that engage students to learn with fun. It also stimulates self-organized analytical thinking and a greater interest in learning. The sample group in this study was randomized 30 students in grade 6 by using the multi-stage random sampling from primary school in Phra Nakhon Si Ayutthaya province to compare students' computational thinking skills with a multiple choice test and study student's satisfaction after using a mobile game application by using a questionnaire. The statistics in this research were used mean, standard deviation, and t-test. The results showed that 1) the overall quality assessment result of the mobile game application in content view was averaged in the highest level ($\bar{x}=4.63$, S.D.=0.48), design view was averaged in the highest level ($\bar{x}=4.66$, S.D.=0.48), and technical efficiency was averaged in the highest level ($\bar{x}=4.69$, S.D.=0.47), 2) the student's computational thinking skills gained higher scores than before using a mobile game application with the statistical significance at .05 level, and 3) the student's satisfaction after using a mobile game application was averaged in the highest level ($\bar{x}=4.56$, S.D.=0.64). This learning by using the game mobile application can develop primary students' computational thinking skills and other skills in the future.

Keywords: Game for education; Mobile application; Computational thinking skills; Primary students

*Corresponding author E-mail: ssiripon@aru.ac.th

สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา จ.พระนครศรีอยุธยา 13000
Department of Computer Education, Faculty of Education, Phranakhon Si Ayutthaya Rajabhat University,
Phranakhon Si Ayutthaya 13000 Thailand

บทคัดย่อ

ทักษะการคิดเชิงคำนวณเป็นความสามารถในการคิดวิเคราะห์แก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอน แยกแยะปัญหาที่ช่วยให้รับมือกับปัญหาที่ซับซ้อนได้ เป็นทักษะและสมรรถนะสำคัญของเยาวชนไทยในศตวรรษที่ 21 การวิจัยเชิงทดลองนี้ผู้วิจัยได้พัฒนาเกมโมบิลแอปพลิเคชันส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณในรูปแบบเกมแบบมีปฏิสัมพันธ์ประกอบด้วยภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว และเสียงดนตรีช่วยสร้างแรงจูงใจให้นักเรียนได้รับความรู้พร้อมกับความสนุกสนานที่ส่งเสริมทักษะในการคิดวิเคราะห์อย่างมีขั้นตอน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 30 คน โดยใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบหลายขั้นตอนจากนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา เปรียบเทียบทักษะการคิดเชิงคำนวณด้วยแบบทดสอบปรนัย และศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนโดยใช้แบบสอบถาม จากการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงมาตรฐาน และค่าทดสอบที ผลการวิจัยพบว่า 1) คุณภาพเกมบนโมบิลแอปพลิเคชันที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นด้านเนื้อหาภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x}=4.63$, S.D.=0.48) ด้านการออกแบบมีคุณภาพภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x}=4.66$, S.D.=0.48) และด้านเทคนิคมีคุณภาพในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x}=4.69$, S.D.=0.47) 2) นักเรียนมีค่าเฉลี่ยของคะแนนการทดสอบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณหลังใช้งานสูงกว่าก่อนใช้งานเกมบนโมบิลแอปพลิเคชันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 3) นักเรียนมีความพึงพอใจต่อเกมบนโมบิลแอปพลิเคชันภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x}=4.56$, S.D.=0.64) สรุปว่าการเรียนด้วยเกมโมบิลแอปพลิเคชันสามารถพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา ซึ่งย่อมนำไปสู่การพัฒนาทักษะการคิดในรูปแบบอื่น ๆ ต่อไป

คำสำคัญ: เกมการศึกษา; โมบิลแอปพลิเคชัน; ทักษะการคิดเชิงคำนวณ; นักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา

1. บทนำ

ในชีวิตประจำวันที่มนุษย์ต้องใช้ในการคิดอย่างเป็นขั้นตอนในการแก้ปัญหา เช่น ค้นหาเส้นทางการเดินทางที่รวดเร็วที่สุด เลือกซื้อวัสดุอุปกรณ์ไปใช้ในการสร้างชิ้นงานอย่างเหมาะสม การรับฟังข่าวสารจากสื่อต่าง ๆ เป็นต้น ดังที่กระทรวงศึกษาธิการ และสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้ตระหนักถึงความสำคัญของการพัฒนาทักษะของผู้เรียนให้ดำรงชีวิตอยู่ได้อย่างมีคุณภาพในศตวรรษที่ 21 เพื่อตอบสนองต่อโมเดลประเทศไทย 4.0 ที่ใช้เป็นเครื่องมือในการขับเคลื่อนก้าวสู่ประเทศที่มีความมั่นคง (The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology [IPST], 2018, p. 2) กระบวนการจัดการศึกษาจึงต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ ดังนั้นการจัดการกระบวนการเรียนการสอนจึงต้องมุ่งเน้นความสำคัญที่ตัวผู้เรียน โดยส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น แสวงหาความรู้และการนำความรู้มาประยุกต์ใช้เพื่อการพัฒนาศักยภาพของตนเองอย่างเต็มที่ (Muangseengarm et al., 2020, p. 13) จากการปรับปรุงหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ที่เน้นการจัดการเรียนการสอนในเรื่องเทคโนโลยี เพิ่มวิชาการออกแบบและเทคโนโลยี และวิชาวิทยาการคำนวณ โดยเฉพาะเรื่องแนวคิดเชิงคำนวณ ช่วยพัฒนาให้นักเรียนมีทักษะในการคิดวิเคราะห์แก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ประยุกต์ใช้ความรู้ด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Ministry of Education, 2017, p. 4) ซึ่งผู้เรียนสามารถนำทักษะนี้ไปประยุกต์ใช้เพื่อแก้ปัญหาในชีวิตจริงได้

การสอนเรื่องการคิดเชิงคำนวณ (Computational thinking) เป็นทักษะพื้นฐานที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหาในหลากหลายลักษณะ เช่น การจัดลำดับเชิงตรรกศาสตร์ การวิเคราะห์ข้อมูล และการสร้างสรรค์วิธีแก้ปัญหาที่ละขั้นตอน รวมทั้งการย่อยปัญหาที่ช่วยให้รับมือกับปัญหาที่ซับซ้อนหรือมีลักษณะเป็นคำถามปลายเปิดได้ (Wing, 2006, pp. 33-35) ซึ่งการพัฒนาให้ผู้เรียนเกิดทักษะการคิดเชิงคำนวณได้นั้น ต้องสอนให้ผู้เรียนสามารถคิด วิเคราะห์ แก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ มีทักษะในการค้นหาข้อมูลหรือสารสนเทศ ประเมิน จัดการ วิเคราะห์ สังเคราะห์ และนำสารสนเทศไปใช้ในการแก้ปัญหา สามารถประยุกต์ใช้ความรู้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริงและทำงานร่วมกันอย่างสร้างสรรค์ และสามารถใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารอย่างปลอดภัย รู้เท่าทัน มีความรับผิดชอบ มีจริยธรรม (IPST, 2018, p. 4) ซึ่งสามารถทำได้ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งที่ใช้หรือไม่ใช้คอมพิวเตอร์ ช่วยให้ผู้เรียนสามารถแก้ปัญหาที่ซับซ้อนด้วยการทำความเข้าใจที่เป็นปัญหาและพัฒนาแนวทางแก้ไขที่เป็นไปได้ (Barr et al., 2011, p. 20; Keereerat, 2019, p. 34) สามารถนำไปปรับใช้เพื่อแก้ไขปัญหาในสาขาวิชาต่าง ๆ ได้ทั้งวิทยาศาสตร์ สังคมศาสตร์ หรือวิชาอื่น ๆ

เทคโนโลยีด้านการสื่อสารมีความก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะสมาร์ทโฟนและแท็บเล็ตได้กลายเป็นส่วนหนึ่งของชีวิตประจำวันของนักเรียน เพราะการเข้าถึงข้อมูลได้ง่าย มีความยืดหยุ่นในการใช้งาน (Shanmugam et al., 2019, p. 1294) เนื่องจากการใช้โทรศัพท์สมาร์ทโฟนและแท็บเล็ตเพื่อการเรียนการสอนนั้นช่วยตอบสนองต่อการพัฒนาทักษะการเรียนรู้ของผู้เรียนให้สามารถรับรู้เนื้อหาเพิ่มมากขึ้น และมีทัศนคติที่ดีต่อการเรียนรู้ (Ranuharja et al., 2021, p. 54) ซึ่งการพัฒนาแอปพลิเคชันที่ทำงานกับอุปกรณ์โมบายล์อย่างโทรศัพท์เคลื่อนที่ สมาร์ทโฟน แท็บเล็ต หรืออุปกรณ์เคลื่อนที่อื่น ๆ ช่วยเพิ่มขีดความสามารถในการใช้งานให้กับอุปกรณ์เหล่านั้นได้ (Watthanatam & Khlaisang, 2021, p. 10) มีปฏิสัมพันธ์ร่วมกันภายในชั้นเรียน สร้างบรรยากาศทางการเรียนรู้ที่ดี (Saleh et al., 2019, p. 139) อีกทั้งการใช้แนวคิดของเกมการศึกษาพัฒนาโมบายล์แอปพลิเคชันให้สอดคล้องกับเนื้อสาระความรู้ช่วยส่งเสริมและพัฒนาการด้านทักษะการคิดอย่างเป็นระบบซึ่งต้องอยู่ภายใต้เงื่อนไขที่กำหนด (Noemi & Máximo, 2014, p. 230) โดยสอดแทรกเนื้อหาไปพร้อมกับการเล่นเกม มุ่งให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้พร้อมกับความสนุกสนาน (Khamanee, 2016, p. 368) ซึ่งเป็นการส่งเสริมพัฒนาการด้านสติปัญญา และตอบสนองความต้องการตามวัยของผู้เรียนอีกด้วย

จากความสำคัญและที่มาข้างต้น ผู้วิจัยจึงได้พัฒนาเกมโมบายล์แอปพลิเคชันเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณสำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาให้มีคุณภาพก่อนนำไปใช้ โดยอาศัยหลักของวิธีการระบบ ADDIE (Thienthong, 2011, pp. 97-100) ประกอบด้วยการวิเคราะห์ การออกแบบ การพัฒนา ทดลองใช้ และการประเมินผล (Cheung, 2016, pp. 2-3) ช่วยให้สื่อการเรียนรู้มีคุณภาพในระดับมาก (Weerapan & Janchalong, 2019, p. 92) เปรียบเทียบทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนที่ใช้เกมโมบายล์แอปพลิเคชัน และศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนหลังการใช้เกมโมบายล์แอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้น ซึ่งมีลักษณะของการทำภารกิจแต่ละด่านให้สำเร็จ มีการมุ่งใจและมีปฏิสัมพันธ์กันระหว่างเกมกับผู้เล่น สามารถให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เนื้อหาผ่านการมีปฏิสัมพันธ์แบบมีลัดมีเดียด้วยภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว และเสียงดนตรีทำให้ผู้เล่นได้รับความสนุกสนานในกระบวนการเรียนรู้และส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณสำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา ได้รับความรู้มีทักษะในการคิดวิเคราะห์อย่างมีขั้นตอนและเป็นระบบซึ่งย่อมนำไปสู่การพัฒนาทักษะคิดในรูปแบบอื่น ๆ ต่อไป

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

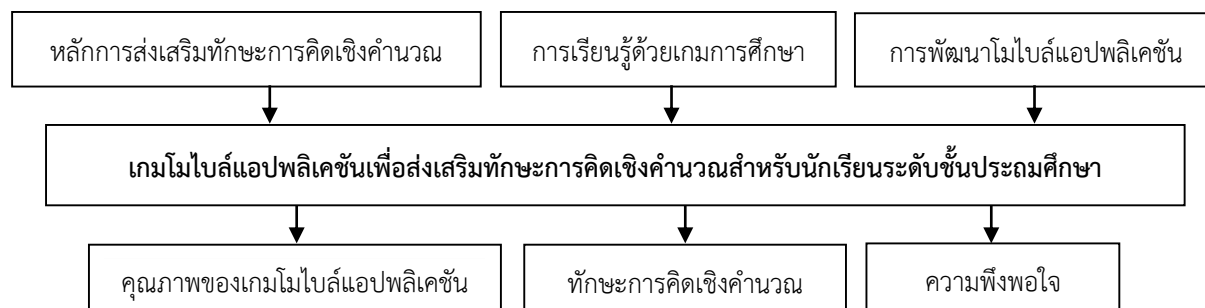
Keereerat (2019, p. 31) กล่าวว่า การคิดเชิงคำนวณเป็นเครื่องมือที่สำคัญในการพัฒนาความสามารถในการเรียนรู้ ซึ่งพัฒนาทักษะนี้ได้จากการลงมือพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ด้วยเช่นกัน นอกจากนั้นยังเป็นทักษะพื้นฐานสำหรับทุกคนในการอ่าน เขียน และคำนวณ สามารถจัดระเบียบและวิเคราะห์ข้อมูลได้ในขั้นต้น (Barr et al., 2011, pp. 20-21) สามารถประยุกต์ใช้ความรู้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริงและทำงานร่วมกันอย่างสร้างสรรค์ และสามารถใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารอย่างปลอดภัย รู้เท่าทัน มีความรับผิดชอบมีจริยธรรม (IPST, 2018, p. 4) ซึ่งการเรียนรู้ด้วยโมบายล์แอปพลิเคชันที่ทำงานกับโทรศัพท์เคลื่อนที่หากนำมาใช้เพื่อการเรียนการสอนนั้น จะช่วยอำนวยความสะดวกเกิดความรวดเร็วในการตอบสนองต่อการพัฒนาทักษะการเรียนรู้ได้เป็นอย่างดี (Watthanatam & Khlaisang, 2021, p. 10) จากการศึกษาของ Connolly et al. (2021, p. 49) ที่ได้ศึกษาผลการเรียนรู้ผ่านอุปกรณ์เคลื่อนที่ในพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณ พบว่า ผู้เรียนมีพัฒนาการทางด้านความรู้และคิดเชิงคำนวณเพิ่มมากขึ้น สอดคล้องกับ Shanmugam et al. (2019, p. 1299) ที่ได้พัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณผ่านการพัฒนาแอปพลิเคชันบนมือถือช่วยเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและสร้างแรงจูงใจการเรียนรู้เกี่ยวกับทักษะการคิดเชิงคำนวณได้มากขึ้น อีกทั้งการจัดการเรียนรู้ด้วยเกมจะช่วยดึงดูดใจให้ผู้เรียนสนใจจดจ่อกับการเรียนรู้มากกว่าเรียนแบบปกติ ส่งเสริมการพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ การทำงานเป็นทีม ความคิดสร้างสรรค์ การบรรลุเป้าหมาย การวางแผนผลลัพธ์ ความยืดหยุ่น และการทำงานกับสิ่งแวดล้อม (Noemi & Máximo, 2014, p. 237) สอดคล้องกับ Ranuharja et al. (2021, p. 54) ที่ได้พัฒนาแอปพลิเคชันการเรียนรู้ในลักษณะเกมการคูณ 2 มิติ พบว่า นักเรียนที่ใช้แอปพลิเคชันมีความเข้าใจและสามารถรับรู้เนื้อหาในแอปพลิเคชันเพิ่มมากขึ้น และมีทัศนคติที่ดีต่อการเรียนรู้

สมมติฐานการวิจัย ประกอบด้วย เกมโมบายล์แอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพอยู่ในระดับมาก กลุ่มตัวอย่างมีคะแนนจากทดสอบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณหลังใช้แอปพลิเคชันสูงกว่าก่อนใช้แอปพลิเคชันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีความพึงพอใจหลังใช้เกมโมบายล์แอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้นอยู่ในระดับมาก

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

กรอบแนวคิดในการวิจัย

จากการศึกษาเอกสาร แนวคิด และทฤษฎีที่เกี่ยวข้องนำมาสังเคราะห์องค์ประกอบของการพัฒนาเกมโมบายล์แอปพลิเคชันเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณสำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา ซึ่งสามารถแสดงกรอบแนวคิดในการวิจัยได้ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

ขอบเขตการวิจัย

ขอบเขตด้านประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ประชากร นักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา ในโรงเรียนสังกัดเขตพื้นที่การศึกษา ประถมศึกษาพระนครศรีอยุธยา กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษา สังกัดเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาพระนครศรีอยุธยา คัดเลือกโดยใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบหลายขั้นตอนจากการสุ่มแบบแบ่งกลุ่มแล้วสุ่มอย่างง่าย ประกอบด้วย การสุ่ม 5 ชั้น ได้แก่ ชั้นที่ 1 เขตพื้นที่การศึกษา ชั้นที่ 2 อำเภอ ชั้นที่ 3 ตำบล ชั้นที่ 4 โรงเรียน และชั้นที่ 5 ระดับชั้นของนักเรียน โดยมีเกณฑ์ ดังนี้ 1) เป็นนักเรียนในระดับชั้นประถมศึกษา อยู่ในโรงเรียนสังกัดเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาพระนครศรีอยุธยา 2) เป็นนักเรียนที่มีอายุระหว่าง 10-12 ปี และ 3) ยินยอมเข้าร่วมโครงการ และจะต้องได้รับการยินยอมจากผู้แทนโดยชอบธรรม โดยได้กลุ่มตัวอย่างคือ โรงเรียนพระอินทร์ศึกษา (กลุ่มสกุลอุทิศ) สังกัดเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาพระนครศรีอยุธยา เขต 1 โดยนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 30 คน ปีการศึกษา 2564

ขอบเขตด้านตัวแปร ตัวแปรต้น คือ เกมโมบายล์แอปพลิเคชันเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณ ตัวแปรตาม คือ คุณภาพของเกมโมบายล์แอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้น ทักษะการคิดเชิงคำนวณ และความพึงพอใจของนักเรียน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. เกมโมบายล์แอปพลิเคชันเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณสำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา เป็นแอปพลิเคชันที่ติดตั้งบนสมาร์ตโฟนหรือแท็บเล็ตระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ รุ่น 6.0 ขึ้นไป มีลักษณะเป็นเกมการศึกษาส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณตามแนวของ สสวท. ผ่านการประเมินคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญก่อนนำไปใช้ทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง

2. แบบประเมินคุณภาพของเกมโมบายล์แอปพลิเคชัน จำนวน 3 แบบประเมิน เป็นแบบประเมินมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ซึ่งทุกแบบประเมินข้อคำถามทุกข้อมีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) 0.67 ขึ้นไป ประกอบด้วย 1) แบบประเมินคุณภาพด้านเนื้อหา จำนวน 25 ข้อ มีค่าความเชื่อมั่น 0.72 2) แบบประเมินคุณภาพด้านการออกแบบ จำนวน 16 ข้อ มีค่าความเชื่อมั่น 0.73 และ 3) แบบประเมินคุณภาพด้านเทคนิค จำนวน 28 ข้อ มีค่าความเชื่อมั่น 0.64

3. แบบทดสอบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณ เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ มีค่าดัชนีความสอดคล้อง 0.67 ขึ้นไป ทุกข้อ และมีค่าความเชื่อมั่น 0.66

4. แบบสอบถามความพึงพอใจ เป็นแบบประเมินมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ซึ่งข้อคำถามทุกข้อมีค่าดัชนีความสอดคล้อง 0.67 ขึ้นไป มีจำนวน 16 ข้อ มีค่าความเชื่อมั่น 0.88

ขั้นตอนการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นงานวิจัยเชิงทดลอง โดยใช้แบบแผนการทดลองที่มีกลุ่มทดลองกลุ่มเดียววัดสองครั้ง (One group pretest posttest design) โดยมีการดำเนินการวิจัย ดังนี้

1. การศึกษาข้อมูลและรวบรวมข้อมูล โดยแบ่งส่วนของการศึกษาออกเป็น 3 ส่วน คือ

1.1 ศึกษาแนวทางการส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณระดับชั้นประถมศึกษา จากสสวท. (IPST, 2018, p. 29) ประกอบด้วย 1) การแบ่งปัญหาใหญ่ออกเป็นปัญหา/งานย่อย (Decomposition) เป็นการพิจารณาและแบ่งปัญหา/งาน/ส่วนประกอบออกเป็นส่วนย่อย เพื่อให้จัดการกับปัญหาได้ง่ายขึ้น 2) การพิจารณารูปแบบของปัญหาหรือวิธีการแก้ปัญหา (Pattern recognition) การพิจารณารูปแบบแนวโน้ม และลักษณะทั่วไปของปัญหา/ข้อมูล โดยพิจารณาว่าเคยพบปัญหาลักษณะนี้มาก่อนหรือไม่ หากมีรูปแบบของปัญหาที่คล้ายกันสามารถนำวิธีการแก้ปัญหานั้นมาประยุกต์ใช้ และพิจารณารูปแบบปัญหาย่อยซึ่งอยู่ภายในปัญหาเดียวกัน ว่ามีส่วนใดที่เหมือนกัน เพื่อใช้วิธีการแก้ปัญหาย่อยได้ ทำให้จัดการกับปัญหาได้ง่ายขึ้น และการทำงานมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น 3) การพิจารณาสาระสำคัญของปัญหา (Abstraction) เป็นการพิจารณารายละเอียดที่สำคัญของปัญหา แยกแยะสาระสำคัญออกจากส่วนที่ไม่สำคัญ และ 4) การออกแบบอัลกอริทึม (Algorithms) ขั้นตอนในการแก้ปัญหาหรือการทำงาน โดยมีลำดับของคำสั่งหรือวิธีการที่ชัดเจนที่คอมพิวเตอร์สามารถปฏิบัติตามได้

1.2 ศึกษาขั้นตอนของเกมการศึกษา โดยศึกษาจากเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า การเรียนรู้ในลักษณะของเกมการศึกษาช่วยให้ผู้เรียนเป็นผู้ที่มีการสังเกตดี ช่วยให้เห็นได้ ได้ฟัง หรือคิดอย่างรวดเร็ว ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ลงมือเล่นและฝึกปฏิบัติในการเรียนรู้ด้วยตนเอง ซึ่งผู้วิจัยได้นำมาใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาซึ่งเกี่ยวข้องและสัมพันธ์กับการสร้างแอปพลิเคชัน โดยวิธีการนำเสนอแอปพลิเคชันเป็นลักษณะของเกมให้นักเรียนได้เล่นเกมในแต่ละด่านโดยสอดแทรกเนื้อหาเกี่ยวกับการรู้เท่าทันสื่อไปพร้อมกับการเล่นเกม

1.3 ศึกษาโปรแกรมที่ใช้สำหรับพัฒนาเกมบนโมบิลแอปพลิเคชัน ซึ่งเกี่ยวข้องกับการสร้างเครื่องมือในการนำเสนอเนื้อหาและกิจกรรมในแอปพลิเคชัน รูปแบบของข้อความ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว และเสียง และศึกษาการสร้างแบบประเมินแบบทดสอบ และแบบสอบถามจากตัวชี้วัดกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

2. การพัฒนาเกมบนโมบิลแอปพลิเคชัน ใช้กระบวนการพัฒนาอย่างเป็นระบบแบบ ADDIE Model (Thienthong, 2011, pp. 97-100) โดยมีขั้นตอนการพัฒนา ดังนี้

2.1 การวิเคราะห์ (Analysis) โดยสังเกตพฤติกรรมและสภาพปัญหาของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาในรายวิชาวิทยาการคำนวณ และจากการสอบถามนักศึกษาฝึกประสบการณ์การสอนสาขาวิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564 พบว่า ผู้สอนยังไม่มีสื่อประกอบการสอนที่น่าสนใจเพียงพอที่จะดึงดูดความสนใจของนักเรียน ส่วนใหญ่ผู้สอนใช้เพียงสไลด์นำเสนอข้อมูล หรือคลิปประกอบการสอนจากเว็บไซต์ยูทูบเท่านั้น จากนั้นวิเคราะห์เนื้อหาการจัดการเรียนรู้วิทยาการคำนวณตามแนวทางการส่งเสริมของ สสวท. เป็นการมุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้และมีทักษะการคิดเชิงคำนวณ การคิดวิเคราะห์ แก้ปัญหาเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ประยุกต์ใช้ความรู้ด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์ เทคโนโลยีสารสนเทศ และการสื่อสาร ในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ และวิเคราะห์โปรแกรมที่ใช้พัฒนาเกมบนโมบิลแอปพลิเคชัน โดยใช้โปรแกรม Adobe Animate ในการพัฒนาแอปพลิเคชัน โปรแกรม Adobe Illustrator ในการออกแบบภาพ และใช้โปรแกรม Audacity ในการจัดการเสียง

2.2 การออกแบบ (Design) การออกแบบรูปแบบของเกมและกิจกรรมในแอปพลิเคชัน ประกอบด้วย การกำหนดวัตถุประสงค์ในการนำเสนอเนื้อหา กิจกรรม ออกแบบเนื้อหาจากผลการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน และสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ในห้องเรียนตามสภาพจริงในรูปแบบของเกมโดยเริ่มจากง่ายไปยาก หรือจากใกล้ตัวไปไกลตัว ออกแบบหน้าจอให้เป็นสัดส่วนในวางตำแหน่งของการนำเสนอเนื้อหา ภาพ ปุ่มควบคุม และส่วนอื่น ๆ ที่จำเป็น และออกแบบกิจกรรมจำนวน 4 ด่าน ได้แก่ 1) การแบ่งปัญหาใหญ่ออกเป็นปัญหา/งานย่อย 2) การพิจารณารูปแบบของปัญหาหรือวิธีการแก้ปัญหา 3) การพิจารณาสาระสำคัญของปัญหา และ 4) การออกแบบอัลกอริทึม โดยมีลำดับของคำสั่งหรือวิธีการที่ชัดเจนที่นักเรียนสามารถปฏิบัติตามได้จากภาพและข้อความที่ปรากฏที่หน้าจอ โดยการสัมผัสปุ่มหรือตำแหน่งเงื่อนไขที่กำหนดไว้ให้ถูกต้อง

2.3 การพัฒนา (Development) สร้างเนื้อหาแอปพลิเคชันตามการวิเคราะห์และออกแบบไว้ ไม่ว่าจะเป็นภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว เสียงดนตรี เสียงบรรยาย โทนีส์ และการมีปฏิสัมพันธ์ จัดทำลำดับเนื้อหาให้เป็นไปตามกรอบเนื้อหาหรือบทดำเนินเรื่อง สร้างแอปพลิเคชันตามบทดำเนินเรื่องที่ละเฟรมจนครบ จากนั้นทดสอบการใช้งานโดยทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างย่อยเป็นนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาที่ไม่ใช่กลุ่มทดลอง จำนวน 5 คน แล้วสังเกตและสอบถามเพื่อนำผลไปปรับปรุงให้ดียิ่งขึ้นต่อไป แล้วนำเกมบนโมบิลแอปพลิเคชันให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา ด้านการออกแบบ และด้านเทคนิค จำนวน 15 คน ตรวจสอบและให้คำแนะนำโดยใช้แบบประเมินคุณภาพด้านเนื้อหา ด้านการออกแบบ และด้านเทคนิคที่พัฒนาขึ้นในการประเมินตามหลักการ Blackbox testing ตรวจสอบผลลัพธ์ที่แสดงบนหน้าจอ แล้ววิเคราะห์ผลนำไปปรับปรุงก่อนนำไปใช้จริง

2.4 การนำไปใช้ (Implementation) ดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล มีขั้นตอนประกอบด้วย 1) ส่งหนังสือถึงผู้อำนวยการโรงเรียนเพื่อขออนุญาตเก็บข้อมูล 2) ส่งหนังสือขอความยินยอมให้กับผู้ปกครองของนักเรียนเพื่อชี้แจงรายละเอียดต่าง ๆ ของโครงการได้ทราบ และลงนาม 3) ดำเนินการทดลองตามระยะเวลาที่กำหนด เริ่มจากการชี้แจงรายละเอียดของโครงการต่าง ๆ แล้วให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณก่อนการใช้งานแอปพลิเคชัน จากนั้นผู้วิจัยอธิบายวิธีการใช้งานแอปพลิเคชัน แล้วให้นักเรียนใช้งานแอปพลิเคชันด้วยแท็บเล็ตที่เตรียมไว้คนละหนึ่งเครื่องจำนวน 3 ครั้ง ๆ ละไม่เกิน 30 นาที ภายในระยะทั้งหมด 2 สัปดาห์ 4) ให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณด้วยชุดคำถามเดิมแต่เป็นการสลับข้อคำถาม และ 5) ให้นักเรียนตอบแบบสอบถามเพื่อวัดระดับความพึงพอใจที่มีต่อการใช้งานแอปพลิเคชัน

2.5 การประเมินผล (Evaluation) นำข้อมูลจากแบบทดสอบ และแบบสอบถามเข้าสู่การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อการวิจัย วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติต่อไป แล้วจัดเก็บและรวบรวมเอกสารไว้อย่างดี จากนั้นจะทำลายอย่างถูกวิธีเมื่อถึงเวลาที่กำหนด

3. การวิเคราะห์ข้อมูล แบ่งเป็นการวิเคราะห์ผลการวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณโดยการหาค่าเฉลี่ย (Mean) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) ของคะแนนจากแบบทดสอบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณ ในระยะก่อนและหลังการทดลอง และทดสอบความแตกต่างของคะแนนจากแบบทดสอบ โดยใช้สถิติ Paired-sample t-test และการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบประเมินคุณภาพและแบบสอบถามความพึงพอใจซึ่งเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Rating Scale) ตามวิธีของ Likert โดยวิเคราะห์ผลของค่าเฉลี่ยจากเกณฑ์ในการแปลความหมาย (Thienthong, 2012, p. 157) มีรายละเอียดดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.50 – 5.00 หมายถึงอยู่ในระดับ มากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.50 – 4.49 หมายถึงอยู่ในระดับ มาก

ค่าเฉลี่ย 2.50 – 3.49 หมายถึงอยู่ในระดับ ปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.50 – 2.49 หมายถึงอยู่ในระดับ น้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.49 หมายถึงอยู่ในระดับ น้อยที่สุด

4. ผลการวิจัย

จากการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.1 ผลการพัฒนาเกมโมไบล์แอปพลิเคชันเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณสำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา

ผู้วิจัยได้ออกแบบเกมโมไบล์แอปพลิเคชันส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณสำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาตามแนว สสวท. แสดงผลบนอุปกรณ์โมไบล์ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ประกอบด้วย 4 ด้าน ได้แก่ 1) การแบ่งปัญหาใหญ่ออกเป็นปัญหา/งานย่อย 2) การพิจารณารูปแบบของปัญหาหรือวิธีการแก้ปัญหา 3) การพิจารณาสาระสำคัญของปัญหา และ 4) การออกแบบอัลกอริทึม ประกอบด้วยภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว เสียงดนตรีบรรเลง เสียงบรรยาย และปฏิสัมพันธ์ในลักษณะของเกมจับคู่ ลากวาง เลือกดออป และจัดอันดับ นักเรียนที่ใช้งานแอปพลิเคชันได้รับความรู้เกี่ยวกับทักษะการคิดเชิงคำนวณจากเนื้อหาในช่วงต้น ให้นักเรียนทำความเข้าใจก่อนการเล่น เกม แอปพลิเคชันสามารถตรวจสอบความถูกต้อง และสะท้อนผลกลับทันทีที่นักเรียนมีส่วนร่วมในรูปแบบของการแสดงข้อความตัวเลขของคะแนน ภาพกราฟิก และเสียงดนตรี อีกทั้งยังมีส่วนของการเฉลยคำตอบ เพื่อให้เหตุผลของคำตอบให้นักเรียนมีความเข้าใจมากยิ่งขึ้น ดังรูปที่ 2-7



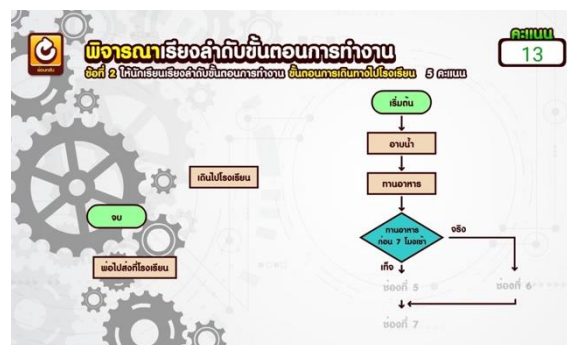
รูปที่ 2 หน้าแรกของเกม



รูปที่ 3 หน้าเลือกเกม จำนวน 4 เกม



รูปที่ 4 ตัวอย่างหน้านำเสนอเนื้อหา



รูปที่ 5 ตัวอย่างหน้าเกมลากวาง



รูปที่ 6 ตัวอย่างหน้าเกมเลือกตอบ



รูปที่ 7 ตัวอย่างหน้าเฉลยเกม

ผลการประเมินคุณภาพของเกมโมบายล์แอปพลิเคชันให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา ด้านการออกแบบ และด้านเทคนิค เป็นบุคลากรทางการศึกษาที่มีประสบการณ์เกี่ยวกับการศึกษาระดับประถม เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ คอมพิวเตอร์ศึกษา และด้านการพัฒนาสื่อการเรียนรู้ ประเมินคุณภาพของแอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้น พบว่า 1) ด้านเนื้อหา มีคุณภาพในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.63 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.48 โดยข้อคำถามทั้ง 25 ข้อ มีค่าเฉลี่ยระหว่าง 4.20–5.00 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานระหว่าง 0–0.55 2) ด้านการออกแบบ มีคุณภาพในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.66 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.48 โดยข้อคำถามทั้ง 16 ข้อ มีค่าเฉลี่ยระหว่าง 4.20–5.00 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานระหว่าง 0–0.55 และ 3) ด้านเทคนิค มีคุณภาพในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.69 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.47 โดยข้อคำถามทั้ง 28 ข้อ มีค่าเฉลี่ยระหว่าง 4.20–5.00 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานระหว่าง 0–0.55

4.2 ผลการเปรียบเทียบทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนที่ใช้เกมโมบายล์แอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้น

ผลการเปรียบเทียบทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนที่ใช้เกมโมบายล์แอปพลิเคชันเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณสำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณก่อนและหลังใช้เกมบนโมบายล์แอปพลิเคชัน

คะแนนที่ได้รับ	จำนวน (คน)	คะแนนเต็ม	ก่อนใช้แอปพลิเคชัน		หลังใช้แอปพลิเคชัน		t	P
			$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.		
การทดสอบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณ	30	20	9.30	2.09	13.37	1.56	9.04	.00*

*p < .05 t(.05, df 29) t = 1.699

จากตารางที่ 1 นักเรียนจำนวน 30 คน ได้ทดสอบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณโดยใช้แบบทดสอบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ คะแนนเต็ม 20 คะแนน พบว่า นักเรียนได้คะแนนการทดสอบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณหลังใช้งานแอปพลิเคชันมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 13.37 สูงกว่าคะแนนการทดสอบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณก่อนใช้งานแอปพลิเคชันมีค่าเฉลี่ยเท่ากับเฉลี่ยเท่ากับ 9.30 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4.3 ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนหลังการใช้เกมบนโมบายล์แอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้น

จากการให้นักเรียนที่ใช้งานเกมบนโมบายล์แอปพลิเคชันครบตามจำนวนที่กำหนด แล้วสอบถามความพึงพอใจต่อเกมบนโมบายล์แอปพลิเคชันเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณหลังการใช้งาน ซึ่งสามารถสรุปข้อมูลแสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนที่ใช้เกมบนโมบิลแอปพลิเคชัน

รายการประเมิน	$\bar{x}$	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
1. ด้านเนื้อหา	4.45	0.74	มาก
1.1 เนื้อหาเข้าใจง่าย	4.53	0.63	มากที่สุด
1.2 ลำดับเนื้อหามีความต่อเนื่อง	4.23	0.82	มาก
1.3 เนื้อหามีความทันสมัยน่าสนใจ	4.50	0.86	มากที่สุด
1.4 เนื้อหามีความชัดเจนตรงตามจุดประสงค์	4.53	0.63	มากที่สุด
2. ด้านการออกแบบ	4.66	0.59	มากที่สุด
2.1 การออกแบบหน้าจอมีสีสันสดใส	4.70	0.53	มากที่สุด
2.2 ปุ่มคำสั่งมีความสะดวกต่อการใช้งาน	4.67	0.61	มากที่สุด
2.3 ขนาดของวัตถุต่าง ๆ เหมาะสมชัดเจน	4.57	0.68	มากที่สุด
2.4 การจัดวางตำแหน่งของวัตถุต่าง ๆ มีความเหมาะสม	4.70	0.53	มากที่สุด
3. ด้านองค์ประกอบของแอปพลิเคชัน	4.51	0.64	มากที่สุด
3.1 เสียงดังฟังชัดเจน	4.43	0.73	มาก
3.2 ความสนุกสนานของเกม	4.50	0.63	มากที่สุด
3.3 แอปพลิเคชันมีลูกเล่นน่าสนใจ	4.47	0.57	มาก
3.4 ภาพต่าง ๆ ที่ใช้ในเกมเหมาะสมเข้าใจง่าย	4.63	0.61	มากที่สุด
4. ด้านการนำไปใช้งาน	4.61	0.57	มากที่สุด
4.1 เนื้อหาและกิจกรรมส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการคิดเชิงคำนวณ	4.67	0.55	มากที่สุด
4.2 เนื้อหาความรู้ที่ได้รับสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการเรียน	4.57	0.63	มากที่สุด
4.3 อยากให้มีแอปพลิเคชันแบบนี้ในการเรียนเรื่องอื่น ๆ	4.53	0.57	มากที่สุด
4.4 เกมมีความน่าสนใจให้นักเรียนอยากกลับมาเล่นใหม่อีกครั้ง	4.67	0.55	มากที่สุด
ภาพรวมของผลการสอบถามความพึงพอใจ	4.56	0.64	มากที่สุด

จากตารางที่ 2 พบว่า นักเรียนทั้ง 30 คน ที่ใช้งานเกมโมบิลแอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้นมีความพึงพอใจหลังการใช้งานในภาพรวมอยู่ระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.56 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.64 เมื่อพิจารณาลำดับค่าเฉลี่ยรายด้านพบว่า ด้านการออกแบบภาพรวมอยู่ระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.66 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.59 ด้านการนำไปใช้งานภาพรวมอยู่ระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.61 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.57 ด้านองค์ประกอบของแอปพลิเคชันภาพรวมอยู่ระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.51 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.64 และด้านเนื้อหาภาพรวมอยู่ระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.45 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.74 ตามลำดับ

5. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลผลการใช้เกมโมบิลแอปพลิเคชันที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น สามารถสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้ 1) เกมโมบิลแอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพในภาพรวมประกอบด้วย ด้านเนื้อหาอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.63 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.48 ด้านการออกแบบอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.66 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.48 และด้านเทคนิคอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.69 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.47 2) นักเรียนได้คะแนนทักษะการคิดเชิงคำนวณหลังใช้งานแอปพลิเคชันมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 13.37 สูงกว่าคะแนนทักษะการคิดเชิงคำนวณก่อนใช้งานแอปพลิเคชันมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 9.30 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 3) นักเรียนที่ใช้งานเกมโมบิลแอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้นมีความพึงพอใจหลังการใช้งานในภาพรวมอยู่ระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.56 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.64

ผู้วิจัยได้ใช้วิธีการพัฒนาเกมโมบิลแอปพลิเคชันด้วยขั้นตอนแบบ ADDIE model เป็นรูปแบบของการพัฒนาระบบโดยอาศัยหลักของวิธีการระบบ (System approach) (Thienthong, 2011, pp. 97-100) ที่นำออกแบบการเรียนการสอนนิยมใช้กันเพื่อการวิเคราะห์ การออกแบบ การพัฒนา ทดลองใช้ และการประเมินผล (Cheung, 2016, pp. 2-3) ผ่านแบบประเมินคุณภาพเกมโมบิลแอปพลิเคชันโดยผู้เชี่ยวชาญให้ข้อเสนอแนะความสมบูรณ์ของเนื้อหา รูปแบบการนำเสนอ และความถูกต้อง และการออกแบบโดยหัวข้อเนื้อหาและกิจกรรมส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะการคิดเชิงคำนวณสามารถใช้เป็นสื่อประกอบการเรียนการสอน การออกแบบกิจกรรมทำให้ผู้เรียนมีความสนุกสนาน และมีความง่ายต่อการใช้งานซึ่งภาพรวมมีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด โดยมีขั้นตอนการพัฒนา 5 ขั้นตอน ดังนี้ 1) การวิเคราะห์ ได้วิเคราะห์แนวทางในการพัฒนาแอปพลิเคชัน โดยสังเกตพฤติกรรมและสภาพปัญหา

ของนักเรียนที่มีบริบทใกล้เคียงกับกลุ่มเป้าหมาย และวิเคราะห์โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการพัฒนาแอปพลิเคชัน

2) การออกแบบ ได้ออกแบบรูปแบบของเกมและกิจกรรมในแอปพลิเคชันโดยใช้วิธีการนำเสนอด้วยภาพเคลื่อนไหวพร้อมเสียง และกิจกรรมเสริมทักษะในรูปแบบของเกมให้มีความสนุกสนานน่าติดตาม 3) การพัฒนา ได้พัฒนาแอปพลิเคชันตามที่ออกแบบไว้ นำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างย่อย เพื่อตรวจสอบปัญหา และอุปสรรคที่อาจเกิดขึ้น แล้วนำข้อมูลที่ได้มาแก้ไขและปรับปรุง จากนั้น นำแอปพลิเคชันให้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหา ด้านการออกแบบ และด้านเทคนิค ตรวจสอบและให้คำแนะนำ 4) การนำไปใช้ ได้นำแอปพลิเคชันที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองกับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง แล้วสังเกตผลการใช้ แล้วสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อแอปพลิเคชัน และ 5) การประเมินผล ได้นำผลการสอบถามมาวิเคราะห์หาค่าทาง สถิติ และแปลผล สอดคล้องกับงานวิจัยของ Weerapan and Janchalong (2019, p. 92) ที่ได้พัฒนาสื่อมัลติมีเดียแบบ ปฏิสัมพันธ์กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ตามขั้นตอนโดยใช้รูปแบบ ADDIE Model ได้สื่อมัลติมีเดียแบบปฏิสัมพันธ์ที่มีคุณภาพอยู่ในระดับมาก และผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนหลังเรียนเฉลี่ยร้อยละ 79.40 สูงกว่าเกณฑ์ ที่กำหนดไว้ร้อยละ 75 ของคะแนนเต็มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และยังสอดคล้องกับ Ranuharja et al. (2021, p. 54) ที่ได้พัฒนาแอปพลิเคชันการเรียนรู้แบบปฏิสัมพันธ์โดยใช้รูปแบบการพัฒนา ADDIE กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาใน รายวิชาวิทยาศาสตร์ พบว่า นักเรียนที่ใช้แอปพลิเคชันมีความเข้าใจและสามารถรับรู้เนื้อหาในแอปพลิเคชันเพิ่มมากขึ้น และมี ทักษะที่ดีต่อการเรียนรู้ จากการนำแอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้นไปทดลองใช้ พบว่า นักเรียนได้คะแนนทักษะการคิดเชิงคำนวณสูงกว่า ก่อนใช้งานแอปพลิเคชันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้เนื่องจากเกมโมบิลแอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้นได้นำแนวทางการ ส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณสำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาตามแนวทางของ สสวท. ที่มุ่งเน้นการพัฒนาทักษะ กระบวนการคิดวิเคราะห์แก้ปัญหาผ่านการสื่อประกอบการเรียนรู้ที่สามารถเข้าถึงได้ทั้งในและนอกเวลาเรียน เพื่อหาวิธีการ แก้ปัญหาในรูปแบบที่สามารถนำไปประมวลผลได้อย่างมีประสิทธิภาพ ประกอบด้วย 4 องค์ประกอบ คือ 1) การแบ่งปัญหาใหญ่ ออกเป็นปัญหา/งานย่อย 2) การพิจารณารูปแบบของปัญหาหรือวิธีการแก้ปัญหา 3) การพิจารณาสาระสำคัญของปัญหา และ 4) การออกแบบอัลกอริทึม พัฒนาสื่อการเรียนรู้ในลักษณะของเกมบนโมบิลแอปพลิเคชันที่มีข้อความ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว เสียงดนตรีบรรเลง เสียงบรรยาย และปฏิสัมพันธ์ในลักษณะของเกมจับคู่ เกมลากวาง เกมเลือกตอบ และเกมจัดอันดับ โดยสอดแทรกเนื้อหาเกี่ยวกับการคิดเชิงคำนวณไปพร้อมกับการเล่นเกม มุ่งให้ผู้เล่นเกมเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ได้รับความ สนุกสนาน และเกิดการเรียนรู้จากการเล่นเกม (Khamanee, 2016, p. 368) สอดคล้องกับงานวิจัยของ Watthanatam and Khlaisang (2021, pp. 6-7) ที่ได้ศึกษาการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ความต้องการจำเป็นและปัจจัยที่ส่งผลต่อการใช้โมบิล แอปพลิเคชันเพื่อส่งเสริมทักษะฟัง-พูดภาษาจีนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา พบว่า นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาที่ ลงทะเบียนเรียนรายวิชาภาษาจีน ในเขตกรุงเทพมหานคร ต่างจังหวัด และพื้นที่ห่างไกลในประเทศไทย จำนวน 400 คน ส่วนการใช้ สมาร์ทโฟนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการใช้โมบิลแอปพลิเคชันคือ การใช้งานง่าย ความสะดวกรวดเร็วใน การเข้าถึงข้อมูล ดังนั้นการสร้างสื่อการเรียนรู้ด้วยโมบิลแอปพลิเคชันจะส่งผลต่อการเรียนรู้และทักษะที่เพิ่มขึ้นสอดคล้อง ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ของผู้สอนได้ นอกจากนี้ผู้วิจัยได้สอบถามความพึงพอใจของนักเรียนหลังการใช้งานเกมโมบิล แอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้น พบว่า ในภาพรวมอยู่ระดับมากที่สุด โดยได้ออกแบบหน้าจอให้มีสีสันสดใสมีการจัดวางตำแหน่งของวัตถุ ต่าง ๆ มีความเหมาะสม อีกทั้งเนื้อหาและกิจกรรมส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการคิดเชิงคำนวณอีกด้วย เนื่องจากการส่งเสริม ทักษะการคิดเชิงคำนวณสำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษานั้น ผู้สอนควรเพิ่มโอกาสในการเรียนรู้โดยนำเทคโนโลยีมา ใช้ สนับสนุนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้อย่างทั่วถึงทั้งในและนอกเวลาเรียน เน้นการพัฒนาทักษะ กระบวนการคิด วิเคราะห์ แก้ปัญหา อีกทั้งการส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดองค์ความรู้ได้อย่างคงทนนั้น ต้องให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์จริงจากกิจกรรมที่ผู้สอนจัดขึ้นอย่าง น่าสนใจสามารถดึงดูดผู้เรียนได้ โดยการใช้เกมโมบิลแอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้นนั้นช่วยให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ไปพร้อมกับการ เล่นเกม สามารถพัฒนาทักษะการแสวงหาความรู้และการนำความรู้มาประยุกต์ใช้เพื่อการพัฒนาศักยภาพของตนเองอย่าง เต็มที่ (Muangseengarm et al., 2020, p. 13) โดยเกมโมบิลแอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้นได้พัฒนาอย่างเป็นระบบประกอบด้วย เนื้อหาสาระความรู้ตามแนวทางการส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณของ สสวท. มีภาพกราฟิกที่สดใสช่วยให้ผู้เรียนจดจ่อกับการดู สิ่งที่ได้นำเสนอที่จอภาพอย่างต่อเนื่อง อีกทั้งยังได้ออกแบบเกมแบบปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับสถานการณ์ที่กำหนดในเกมได้ฝึก คิดวิเคราะห์ และแก้ไขปัญหาที่ได้กำหนดให้จนสามารถผ่านไปได้ มีการสะท้อนผลด้วยเสียงดนตรี ภาพกราฟิก และข้อความให้ผู้เรียนได้ทราบถึงผลที่ตนได้ร่วมเล่นเกมอีกด้วย จึงทำให้ผู้เรียนมีความพึงพอใจในการใช้งานและสามารถนำไป ประยุกต์ใช้กับเนื้อหาอื่น ๆ และรายวิชาอื่น ๆ ได้อย่างดี สอดคล้องกับ Saleh et al. (2019, p. 139) ที่ได้ประยุกต์ใช้แอปพลิเคชัน แบบตอบกลับเพื่อวัดผลการเรียนรู้ของนักศึกษาปริญญาตรีสาขาวิชาการประถมศึกษา จำนวน 120 คน พบว่า การประยุกต์ใช้แอปพลิเคชัน

ชั้นช่วยให้นักศึกษามีความรู้ความเข้าใจในการเรียนมากขึ้น ยังมีผลดีด้านการมีปฏิสัมพันธ์ร่วมกันภายในชั้นเรียน สร้างบรรยากาศทางการเรียนรู้ที่ดี ช่วยให้นักเรียนมีกิจกรรมที่สนุกสนานในการเรียนรู้ ทำให้ใช้เวลาในการเรียนรู้นานยิ่งขึ้น

6. ข้อเสนอแนะ

การพัฒนาเกมโมบายล์แอปพลิเคชันเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณสำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา หากผู้ที่สนใจนำผลการวิจัยไปใช้พัฒนาสื่อการเรียนรู้รูปแบบเกมโมบายล์แอปพลิเคชันนั้น จะต้องประยุกต์ใช้ความรู้และทักษะทางด้านการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ และคอมพิวเตอร์กราฟิกอย่างมาก มีการวิเคราะห์และออกแบบอย่างเป็นระบบ เพื่อให้ได้สื่อการเรียนรู้ที่ตรงกับจุดประสงค์ของผู้สอน ควรศึกษาสภาพความพร้อมทางเทคโนโลยีและอุปกรณ์สมาร์ตโฟนหรือแท็บเล็ต และระดับความสามารถในการใช้งานของผู้เรียนก่อนนำไปใช้ เพื่อลดปัญหาความไม่เท่าเทียมในการเข้าถึงสื่อการเรียนรู้ สำหรับการพัฒนากเกมโมบายล์แอปพลิเคชันครั้งต่อไป แนะนำให้ใช้เทคนิคของเกมมิฟิเคชัน (Gamification) ร่วมด้วย เพื่อให้มีฟังก์ชันหรือแนวทางของเกมที่หลากหลายเพิ่มขึ้น เกิดแรงจูงใจและความสนุกสนานในการเรียนรู้ให้บรรลุวัตถุประสงค์มากยิ่งขึ้น และควรส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณของผู้เรียนโดยการใช้สื่อการเรียนรู้รูปแบบอื่น ๆ ให้ผู้เรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเองอย่างมีประสิทธิภาพ ส่งเสริมการเรียนรู้ตามที่คาดหวัง และควรพัฒนาเกมโมบายล์แอปพลิเคชันในรายวิชาอื่น ๆ เพื่อสร้างประสบการณ์เรียนรู้รูปแบบใหม่โดยใช้สมาร์ตโฟนหรือแท็บเล็ตที่ผู้เรียนสามารถเข้าถึงได้สะดวกและรวดเร็ว

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยที่ได้รับทุนสนับสนุนจากกองทุนวิจัย มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา ประจำปีงบประมาณ 2563 และได้รับใบรับรองจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์จากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา เลขที่ ARU-REC No. 010/64 ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

เอกสารอ้างอิง

- Barr, D., Harrison, J., & Conery, L. (2011). Computational thinking: A digital age skill for everyone. *Learning & Leading with Technology*, 38(6), 20-23.
- Cheung, L. (2016). Using the ADDIE model of instructional design to teach chest radiograph interpretation. *Journal of Biomedical Education*, 2016, 1-6.
- Connolly, C., Hijón-Neira, R., & Gràdaigh, S. Ó. (2021). Mobile learning to support computational thinking in initial teacher education: A case study. *International Journal of Mobile and Blended Learning (IJMBL)*, 13(1), 49-62.
- Keereerat, C. (2019). Using the problem-solving and app inventor to develop computational thinking skill for high school students. *Journal of Education Studies*, 47(2), 31-47. (in Thai)
- Khamanee, T. (2016). *Pedagogical sciences: Knowledge for organizing effective learning processes* (20th ed.). Chulalongkorn University Printing House. (in Thai)
- Ministry of Education. (2017). *Learning standards and indicators for math, science, and geography subject groups in the learning subject group of social studies, religion and culture (updated edition B.E. 2017) according to the core curriculum of basic education, B.E. 2008*. Agricultural Cooperative Association of Thailand. (in Thai)
- Muangseengarm, O., Tuntiwongwanich, S., & Kiddee, K. (2020). Development of analytical thinking by problem-base learning with e-learning on two-dimensional array for vocational certificate students. *Journal of Industrial Education*, 19(3), 11-20. (in Thai)
- Noemí, P. M., & Máximo, S. H. (2014). Educational games for learning. *Universal Journal of Educational Research*, 2(3), 230-238.

- Ranuharja, F., Ganefri, G., Fajri, B. R., Prasetya, F., & Samala, A. D. (2021). Development of interactive learning media edugame using ADDIE model. *Jurnal Teknologi Informasi dan Pendidikan*, 14(1), 53-59.
- Saleh, H., Fitria Nur Hasanah, N.N., Rudyanto H.E., & Mu'alimin, M. (2019). Application of Classroom Response Systems (CRS): Study to measure student learning outcome. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 14(14), 132-142.
- Shanmugam, L., Yassin, S. F., & Khalid, F. (2019). Enhancing students' motivation to learn computational thinking through mobile application development module (M-CT). *International Journal of Engineering and Advanced Technology*, 8(5), 1293-1303.
- The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (2018). *Course guide technology* (Computational Science). <http://oho.ipst.ac.th/cs-curriculum-teacher-guide/> (in Thai)
- Thienthong, M. (2011). *Design and development of computer lessons*. PTA Best Supply. (in Thai)
- Thienthong, M. (2012). *Research methodology in computer studies*. DANEX. (in Thai)
- Watthanatam, K., & Khlaisang, J. (2021). A study of information technology usage the needs and factors affecting the mobile application usage to enhance secondary students' Chinese listening-speaking skills. *Journal of Educational Technology and Communications Faculty of Education Mahasarakham University*, 4(12), 7-18. (in Thai)
- Weerapan, D., & Janchalong, C. (2019). Development of interactive multimedia mathematics for Grade 1 Students. *VRU Research and Development Journal Humanities and Social Science*, 14(3), 92-102. (in Thai)
- Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33-35.

การออกแบบผลิตภัณฑ์ช่วยอำนวยความสะดวกผู้สูงอายุ อุปกรณ์ช่วยเดินขึ้นลงบันได

PRODUCT DESIGN FOR PHYSICALLY FACILITATE THE ELDERLY
DEVICE TO HELP WALK UP AND DOWN STAIRSสมชาย ดิษฐาภรณ์*
Somchye Distapohn*

Received: March 24, 2022

Revised: April 11, 2022

Accepted: April 22, 2022

ABSTRACT

The device for physically facilitate the elderly to walk up and down stairs is designed to solve problem of the elderly who cannot conveniently walk up or down stairways because of knee pain. The device is designed within the conceptual framework of theory of good industrial design which is composed of usefulness, beauty, convenience to use, safety, and durability. The appropriateness of the device is assessed by three experts in the matters related to the elder. The samples are the elderly people in Yan Nawa District, consisting of 30 samples from the elderly's school who test the use of the device and 70 samples who give opinion on their satisfaction towards the device. The research tools are the questionnaire for the experts, questionnaire on the trial of the device, and questionnaire on satisfaction with the device. The statistics used are percentages, means, and standard deviations. The outputs from the design are the devices with the height of the step that is inferior to a normal stairway step or not higher than 15 centimeters. Finding that model 2 is the most appropriate ($\bar{x} = 4.03$, S.D. = 0.55), which means it is at a high level. The models of devices with the height of step of 11 centimeters, 13 centimeters, and 15 centimeters are built and used for walking up and down of a stairway of five steps before assessing the satisfaction. The findings from the trial show that the elder who cannot lift legs conveniently or have knee pain when used the device with step of 13 centimeters height uses the least time stepping up and down the stairways ($\bar{x} = 20.79$, S.D. = 2.26), which means the device with the step of this height is the most appropriate of all. From the assessment of satisfaction, it is revealed that the overall device that is designed on the basis of all the components of the theory of designed is satisfied ($\bar{x} = 4.12$, S.D. = 0.19), which means the satisfaction in high level.

Keywords: Product design; Capacity; The elderly

*Corresponding Author E-mail: somchye.d@mail.rmutk.ac.th

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ กรุงเทพมหานคร 10120

Faculty of Science and Technology, Rajamangala University of Technology Krungthep,

Bangkok 10120 Thailand

บทคัดย่อ

การออกแบบผลิตภัณฑ์ช่วยอำนวยความสะดวกสำหรับผู้สูงอายุ อุปกรณ์ช่วยเดินขึ้นลงบันไดนี้ เพื่อแก้ปัญหาผู้สูงอายุที่เดินขึ้นลงบันไดได้ไม่สะดวกเนื่องจากอาการปวดเข่า ออกแบบพัฒนาตามกรอบทฤษฎีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่ดี คือ การใช้สอยที่ดี ความสวยงาม ความสะดวกสบายในการใช้งาน ความปลอดภัย และความแข็งแรง ประเมินความเหมาะสมของรูปแบบโดยผู้เชี่ยวชาญทางด้านผู้สูงอายุ 3 คน กลุ่มตัวอย่าง คือผู้สูงอายุในเขตนานาว่า ประกอบด้วย กลุ่มทดสอบการใช้งานผลิตภัณฑ์ในโรงเรียนผู้สูงอายุ 30 คน และกลุ่มตัวอย่างประเมินความพึงพอใจที่มีต่อผลิตภัณฑ์ 70 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือแบบสอบถามผู้เชี่ยวชาญด้านผู้สูงอายุ แบบทดสอบการใช้งานผลิตภัณฑ์ และแบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อผลิตภัณฑ์ สถิติที่ใช้ คือ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการออกแบบได้ผลิตภัณฑ์ที่มีระดับความสูงที่วางเท้าอุปกรณ์น้อยกว่าชั้นบันไดปกติ คือไม่เกิน 15 เซนติเมตร สอบถามเลือกรูปแบบของผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสมและข้อเสนอแนะโดยผู้เชี่ยวชาญ พบว่ารูปแบบที่ 2 มีความเหมาะสมที่สุด ($\bar{X} = 4.03$, S.D. = 0.55) หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับมาก สร้างต้นแบบผลิตภัณฑ์ที่มีระดับความสูงของที่วางเท้าต่างกัน คือ 11, 13 และ 15 เซนติเมตร ทดสอบการใช้งานและประเมินความพึงพอใจ ผลการทดสอบการใช้งานผลิตภัณฑ์ พบว่ากลุ่มผู้สูงอายุที่ยกขาไม่สะดวกหรือปวดเข่าเมื่อใช้บันได ทดสอบผลิตภัณฑ์ที่มีความสูงของระดับที่วางเท้า 13 เซนติเมตร ใช้เวลารวมเดินขึ้นและลงบันไดน้อยที่สุด ($\bar{X} = 20.79$, S.D. = 2.26) หมายถึง มีความเหมาะสมมากที่สุด ผลประเมินความพึงพอใจ พบว่าความพึงพอใจที่มีต่อผลิตภัณฑ์โดยรวมทุกด้านตามกรอบทฤษฎีการออกแบบ ($\bar{X} = 4.12$, S.D. = 0.19) หมายถึง มีความพึงพอใจในระดับมาก

คำสำคัญ: ออกแบบผลิตภัณฑ์; สมรรถภาพ; ผู้สูงอายุ

1. บทนำ

National Statistical Office (2018, p. 5) ระบุว่า ประเทศไทยกำลังเข้าสู่สังคมสูงวัย จากนั้นจะกลายเป็นสังคมสูงวัยอย่างสมบูรณ์ (Complete aged society) เมื่อมีประชากรสูงอายุ 60 ปีขึ้นไปมากกว่าร้อยละ 20 ของประชากรทั้งหมดในปี พ.ศ. 2564 และจะเป็นสังคมสูงวัยระดับสุดยอด (Super aged society) เมื่อมีประชากรสูงอายุ 60 ปีขึ้นไปมากกว่าร้อยละ 28 ของประชากรทั้งหมดประมาณปี พ.ศ. 2574” โดย Department of Mental Health (2013, p. 1) ได้ให้ความหมายของผู้สูงอายุว่า บุคคลที่มีอายุมากกว่า 60 ปีขึ้นไป แบ่งตามช่วงอายุดังนี้ “ผู้สูงอายุ” (Elderly) คืออายุระหว่าง 60-69 ปี “คนชรา” (Old) คืออายุระหว่าง 70-79 ปี “คนชรามาก” (Very old) คืออายุตั้งแต่ 80 ปีขึ้นไป

การขึ้นลงบันไดเป็นส่วนหนึ่งของชีวิตประจำวัน และบันไดเป็นบริเวณที่ผู้สูงอายุอาจเกิดอุบัติเหตุได้ง่าย มาตรฐานของบันไดที่เหมาะสมกับผู้สูงอายุของ Bureau of Environmental Health (2015, p. 14) ความลาดชันลูกตั้งลูกนอนต้องมีความเหมาะสม มีรูปแบบบันไดที่มีความปลอดภัย พื้นผิวของบันไดควรใช้วัสดุที่ไม่ลื่น ควรมีขนาดลูกตั้งบันไดสูงไม่เกิน 15 เซนติเมตร และลูกนอนกว้างไม่น้อยกว่า 28 เซนติเมตร ปิดด้านหลังขั้นบันไดให้สนิทเนื่องจากผู้สูงอายุอาจจะเดินหลังค่อม เขาและสะโพกงอเล็กน้อยเวลาก้าวเดินขึ้นลงบันไดฝ่าเท้าจะระเือกกับพื้น ก้าวยกขาได้สั้น ถ้าบันไดแต่ละขั้นสูงจะก้าวขึ้นบันไดลำบาก Saksod (2001, p. 88) ระบุแนวความคิดการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่ดีว่า ผลิตภัณฑ์ต้องมีหน้าที่ใช้สอยให้เหมาะสมตามลักษณะการใช้งานของกลุ่มเป้าหมาย มีขนาด สัดส่วนผลิตภัณฑ์เหมาะสมตามหลักกายวิภาคของผู้ใช้งาน จะต้องมีการทรง ขนาด สี สีสันสวยงาม น่าใช้ ตรงตามรสนิยมของกลุ่มผู้บริโภคเป้าหมาย Charungchitsunthon (2005, p. 41) กล่าวว่า ผลิตภัณฑ์ทุกชนิดจะต้องมีหน้าที่ใช้สอยถูกต้องตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ Ekwutvongsa (2016, p. 103) กล่าวว่า การออกแบบผลิตภัณฑ์ต้องพิจารณาหน้าที่การใช้งานได้ตามวัตถุประสงค์ตามความต้องการของผู้บริโภค Antonio and Perry (2014, pp. 429-434) ศึกษาความเสถียรของร่างกายขณะเดินลงบันไดในกลุ่มหนุ่มสาวและกลุ่มผู้สูงอายุ พบว่า ความมั่นคงขณะเดินลงบันไดของกลุ่มผู้สูงอายุมีค่าน้อยกว่ากลุ่มหนุ่มสาวอย่างมีนัยสำคัญ Peter (2013, p. 108) กล่าวถึงหลักการออกแบบผลิตภัณฑ์ที่ดีต้องมีคุณสมบัติตามหลักการการออกแบบโครงสร้างรูปทรงที่สอดคล้องกับระบบและขนาดสัดส่วนมนุษย์ มีความปลอดภัยขณะใช้งาน ไม่มีจุดเสี่ยงตก หัก แผลมคม ที่อาจเป็นอันตรายต่อผู้ใช้ Saributra (2006, p. 11) กล่าวว่า การออกแบบอุตสาหกรรม จะต้องพิจารณาความแข็งแรง ทนทาน ที่ต้องสนองต่อหน้าที่ได้เป็นเวลานานตามที่กำหนดไว้ในคุณภาพของผลิตภัณฑ์นั้น ๆ

ดังนั้นโครงการวิจัยนี้จึงมุ่งการแก้ปัญหาการเดินขึ้นลงบันไดของผู้สูงอายุ ที่เหยียดขาหรืองอเข้าได้ไม่ปกติ ออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ต้นแบบโดยกำหนดความสูงของระดับที่วางเท้าบนอุปกรณ์ไม่เกิน 15 เซนติเมตร ความยาวที่วางเท้าไม่น้อยกว่า 28 เซนติเมตร ใช้วัสดุที่มีความปลอดภัยต่อผู้สูงอายุ ตามมาตรฐานบันไดที่เหมาะสมกับผู้สูงอายุของ Bureau of Environmental Health (2015, p. 14) พัฒนาร่วมกับผู้เชี่ยวชาญผู้สูงอายุเพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีความเหมาะสมกับการใช้งานมากที่สุด ใช้ทฤษฎีของ Suksod (2001, p. 88) การออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่ดีควรคำนึงถึงความสำคัญ 5 ด้าน คือ มีหน้าที่ใช้สอยตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ มีความสวยงามน่าใช้ มีความสะดวกสบายในการใช้ มีความปลอดภัยต่อผู้ใช้งาน และมีความแข็งแรงทนทานต่อการใช้งานตามหน้าที่ การประเมินความพึงพอใจใช้แบบสอบถามตามทฤษฎีมาตราส่วนประเมินค่า (Rating scale) ตามวิธีของ ลิเคิร์ท (Likert) อ้างใน (Silpcharu, 2020, pp. 74-75)

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและออกแบบพัฒนาผลิตภัณฑ์ช่วยอำนวยความสะดวกสำหรับผู้สูงอายุ เพื่อทดสอบการใช้งานของผลิตภัณฑ์ช่วยอำนวยความสะดวกสำหรับผู้สูงอายุ และเพื่อประเมินความพึงพอใจที่มีต่อผลิตภัณฑ์ช่วยอำนวยความสะดวกสำหรับผู้สูงอายุ

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Jarutach et al. (2005, p. 23) พบว่า การออกแบบบันไดในอาคารสำหรับผู้สูงอายุควรมีความสูงของลูกตั้งบันไดไม่เกิน 13 เซนติเมตร และเมื่อสำรวจความพึงพอใจต่ออุปกรณ์อำนวยความสะดวกสำหรับผู้สูงอายุ พบว่า ลักษณะของบันไดสำหรับผู้สูงอายุพึงพอใจที่สุด คือลูกตั้งบันไดที่มีความสูง 13 เซนติเมตร Amput and Wongphon (2020, pp. 199-202) ระบุว่า “ผู้สูงอายุมักมีการเสื่อมถอยของโครงสร้างร่างกายในช่วงอายุประมาณ 60-70 ปี ส่งผลให้ไม่สามารถยกเท้าได้สูงเป็นปกติ ทำให้เมื่อเดินบนทางต่างระดับจะเกิดการสะดุด นำไปสู่การสูญเสียความสามารถในการทรงตัว และเกิดการหกล้มตามมา” Muangmool (2018, pp. 60-67) ระบุว่า “ปัจจุบันประเทศไทยมีผู้ป่วยโรคข้อเสื่อมกว่า 6 ล้านคน พบมากในผู้สูงอายุที่มีอายุ 65 ปีขึ้นไป เนื่องจากแคลเซียมในร่างกายจะเสื่อมสลายทำให้ประสิทธิภาพการทำงานของร่างกายจะลดลง ส่งผลกระทบต่อการดำเนินชีวิตประจำวันของผู้สูงอายุ อีกทั้งโรคข้อเข่าเสื่อมเป็นการเจ็บป่วยเรื้อรัง การดูแลรักษาจำต้องสูญเสียเงินค่อนข้างมากและระยะยาว” Antonio and Perry (2014, pp. 429-434) ได้ศึกษาความเสถียรของร่างกายขณะเดินลงบันไดในกลุ่มหนุ่มสาวและกลุ่มผู้สูงอายุที่มีความสูง และน้ำหนักใกล้เคียงกันโดยใช้กล้องจับการเคลื่อนไหว ผู้ถูกทดลองถูกมาร์คเกอร์ติดที่เท้าแล้วเดินลงบันไดที่มีแผ่นบังคับ วิเคราะห์ความมั่นคงขณะเดินลงบันได พบว่า ความมั่นคงขณะเดินลงบันไดของกลุ่มผู้สูงอายุมีค่าน้อยกว่ากลุ่มหนุ่มสาวอย่างมีนัยสำคัญ Suksod (2001, p. 88) กำหนดข้อควรคำนึงของการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่ดีไว้ 5 ด้าน คือ หน้าที่ใช้สอย (Function) ความสวยงามน่าใช้ ความสะดวกสบายในการใช้ ความปลอดภัย และความแข็งแรง Silpcharu (2020, pp. 74-75) ใช้ลักษณะแบบสอบถามตามวิธีของลิเคิร์ท (Likert) เป็นแบบมาตราส่วนประเมินค่า (Rating scale) ความเหมาะสม 5 ระดับ

3. วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 กรอบทฤษฎีที่ใช้ในงานวิจัย

กำหนดกรอบทฤษฎีเพื่อการศึกษาแนวทางการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม การทดสอบการใช้งาน และการประเมินความพึงพอใจที่มีต่อผลิตภัณฑ์ต้นแบบ โดยใช้กรอบทฤษฎีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมของ Suksod (2001, p. 88) ที่กำหนดข้อควรคำนึงของการออกแบบผลิตภัณฑ์ที่ดีไว้ ดังนี้ 1) หน้าที่ใช้สอย (Function) ผลิตภัณฑ์ทุกชนิดจะต้องมีหน้าที่ใช้สอยถูกต้องตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ 2) ความสวยงามน่าใช้ (Aesthetics or sales appeal) ผลิตภัณฑ์ที่ออกแบบนั้นจะต้องมีรูปทรง ขนาด สี สีสัน สวยงามน่าใช้ 3) ความสะดวกสบายในการใช้ (Ergonomics) การออกแบบต้องเข้าใจกายวิภาคเชิงกลขนาด สัดส่วน ความสามารถ และขีดจำกัดที่เหมาะสมกับอวัยวะต่าง ๆ ของผู้ใช้ 4) ความปลอดภัย (Safety) การออกแบบผลิตภัณฑ์ต้องคำนึงถึงความปลอดภัย ไม่เลือกใช้วัสดุ วัสดุกรรมวิธีการผลิตที่เป็นอันตรายต่อผู้ใช้ 5) ความแข็งแรง (Construction) ผลิตภัณฑ์ที่ออกแบบมานั้นจะต้องมีความแข็งแรง ทนทานต่อการใช้งานตามหน้าที่และวัตถุประสงค์ที่กำหนด

3.2 ขอบเขตการวิจัย

ประชากร คือผู้สูงอายุในพื้นที่เขตยานนาวา จังหวัดกรุงเทพมหานคร กลุ่มตัวอย่าง คือผู้สูงอายุที่มีอายุในช่วง 60-80 ปี ในพื้นที่เขตยานนาวา แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มตัวอย่างทดสอบการใช้งานต้นแบบผลิตภัณฑ์ ตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 3 คือผู้สูงอายุในโรงเรียนผู้สูงอายุนาวาจำนวน 30 คน โดยการสุ่มแบบเจาะจง และกลุ่มตัวอย่างประเมินความพึงพอใจที่มีต่อผลิตภัณฑ์ต้นแบบตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 4 คือผู้สูงอายุในเขตยานนาวาจำนวน 70 คน โดยการสุ่มแบบบังเอิญ

ตัวแปรที่ใช้ในขั้นตอนทดสอบใช้งานผลิตภัณฑ์ ตัวแปรต้น คือผลิตภัณฑ์ช่วยอำนวยความสะดวกให้ผู้สูงอายุ อุปกรณ์ช่วยเดินขึ้นลงบันได ตัวแปรตาม คือผลทดสอบการใช้งานของผลิตภัณฑ์ช่วยอำนวยความสะดวกให้ผู้สูงอายุ อุปกรณ์ช่วยเดินขึ้นลงบันได

ตัวแปรที่ใช้ในขั้นตอนการประเมินความพึงพอใจ ตัวแปรต้น คือผลิตภัณฑ์ช่วยอำนวยความสะดวกให้ผู้สูงอายุ อุปกรณ์ช่วยเดินขึ้นลงบันได ตัวแปรตาม คือผลความพึงพอใจที่มีต่อผลิตภัณฑ์ช่วยอำนวยความสะดวกให้ผู้สูงอายุ อุปกรณ์ช่วยเดินขึ้นลงบันได

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

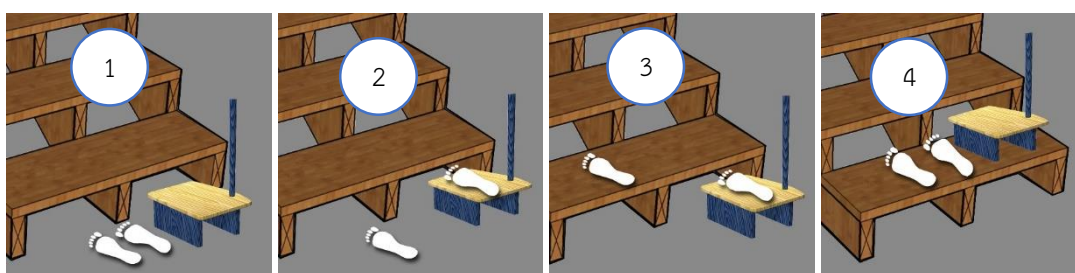
1. แบบสอบถามความเหมาะสมของการออกแบบผลิตภัณฑ์ช่วยอำนวยความสะดวกให้ผู้สูงอายุ อุปกรณ์ช่วยเดินขึ้นลงบันได สอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทางด้านผู้สูงอายุ จำนวน 3 คน

2. แบบทดสอบประกอบการใช้งานต้นแบบผลิตภัณฑ์ แยกกลุ่มทดสอบเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มยกขาไม่สะดวกหรือมีอาการปวดเวลาใช้บันได 9 คน และกลุ่มผู้สูงอายุที่สามารถใช้บันไดได้ตามปกติ 21 คน บันทึกข้อมูลในรูปแบบตาราง โดยหาค่าเฉลี่ยเวลาการใช้งานผลิตภัณฑ์ประกอบการขึ้นและลงบันได

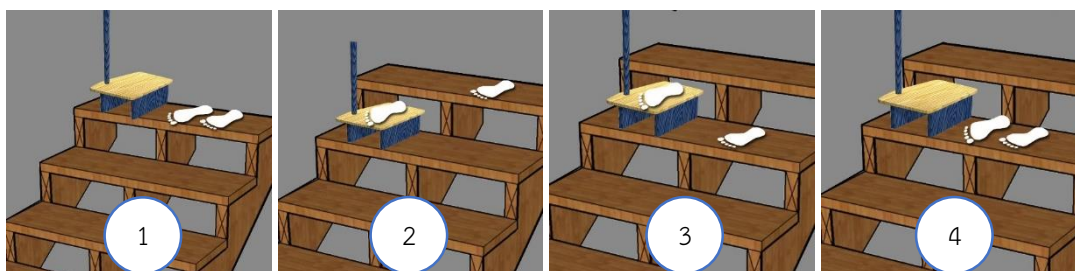
3. แบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อผลิตภัณฑ์ช่วยอำนวยความสะดวกให้ผู้สูงอายุ 70 คน ประเมินความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่าง 5 ด้าน ตามกรอบทฤษฎีของ Suksod (2001, p. 88) ลักษณะแบบสอบถามเป็นแบบมาตราส่วนประเมินค่า (Rating scale) ความเหมาะสม 5 ระดับ ตามวิธีของลิเคิร์ท (Likert) (Silpcharu, 2020, pp. 74-75)

3.4 ขั้นตอนการวิจัย

1. เก็บรวบรวมข้อมูลทุติยภูมิจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อหาแนวความคิดเป็นแนวทางการออกแบบ
2. ประเมินความเหมาะสมการออกแบบผลิตภัณฑ์ โดยสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านผู้สูงอายุ เกี่ยวกับความเหมาะสมของการออกแบบผลิตภัณฑ์ด้วยคอมพิวเตอร์กราฟิกสามมิติเสมือนจริง และสอบถามความคิดเห็นของกลุ่มทดสอบนำร่อง (Pilot group) หลังการทดลองการใช้ผลิตภัณฑ์ประกอบการเดินขึ้นและลงบันได เพื่อปรับปรุงพัฒนาด้านแบบผลิตภัณฑ์
3. ทดสอบการใช้งานผลิตภัณฑ์ต้นแบบ โดยสร้างต้นแบบผลิตภัณฑ์ทดสอบ กำหนดความสูงของที่วางเท้าบนอุปกรณ์ให้น้อยกว่าบันไดบ้านทั่วไป และให้มีความสูงต่างกัน 3 ระดับ นำไปทดสอบการใช้งานกับบันไดบ้านทั่วไปที่มีความสูงขั้นบันไดปกติ 18-20 เซนติเมตร จำนวนการเดินทดสอบ 5 ขั้นบันได วิธีการทดสอบ คือผู้วิจัยสาธิตวิธีการเดินขึ้นและลงบันไดประกอบการใช้อุปกรณ์ 1 รอบ แล้วให้ผู้สูงอายุทดลอง 1 รอบก่อนทดสอบ เริ่มการทดสอบการเดินขึ้นบันไดโดยให้ผู้สูงอายุยืนในตำแหน่งจุดเริ่มต้นโดยวางผลิตภัณฑ์ในด้านที่ตนเองถนัด ต่อด้วยผู้วิจัยประกาศเริ่มต้นเดินขึ้นบันไดพร้อมกับจับเวลา เมื่อสิ้นสุดขั้นบันไดที่ 5 ผู้วิจัยจับเวลาสิ้นสุดแล้วบันทึกผลในตารางบันทึกผล และการทดสอบการเดินลงบันไดโดยให้ผู้สูงอายุยืนในตำแหน่งบนบันไดขั้นที่ 5 โดยวางผลิตภัณฑ์ในด้านที่ตนเองถนัด ต่อด้วยผู้วิจัยประกาศเริ่มต้นเดินลงบันไดพร้อมกับจับเวลา เมื่อผู้สูงอายุเดินลงสุดบันไดด้วยเท้าทั้งคู่พร้อมกับผู้วิจัยหยุดเวลา บันทึกผลลงในตารางบันทึกผล ทดสอบจนครบการใช้งานของผลิตภัณฑ์ทั้ง 3 ระดับ
4. ประเมินความพึงพอใจของผู้สูงอายุที่มีต่อผลิตภัณฑ์ต้นแบบ



รูปที่ 1 วิธีการก้าวเท้าประกอบการใช้อุปกรณ์ทดสอบการเดินขึ้นบันได



รูปที่ 2 วิธีก้าวเท้าประกอบการใช้อุปกรณ์ทดสอบการเดินลงบันได

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์ข้อมูลจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง สรุปผลในรูปแบบความเรียง ใช้เป็นข้อมูลแนวทางในการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้เหมาะสมกับผู้สูงอายุ

2. วิเคราะห์ข้อมูลการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ในรูปแบบตาราง คือ 1) ข้อมูลความเหมาะสมของการออกแบบผลิตภัณฑ์ ประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญทางด้านผู้สูงอายุ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ ค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation)

3. วิเคราะห์ข้อมูลการทดสอบการใช้งานผลิตภัณฑ์ต้นแบบ นำเสนอในรูปแบบตาราง คือ 1) การวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของผู้ทดสอบ โดยการหาค่าร้อยละ (Percentage) 2) การวิเคราะห์ผลการทดสอบการใช้งานผลิตภัณฑ์ต้นแบบประกอบการเดินขึ้นลงบันได หาเวลารวม (วินาที) ค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) ค่าเฉลี่ยของเวลาที่น้อยที่สุด หมายถึง มีความเหมาะสมกับผู้สูงอายุมากที่สุด

4. วิเคราะห์ความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่าง โดยการนำต้นแบบผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการทดสอบ มีความเหมาะสมกับผู้สูงอายุมากที่สุด มาให้ผู้สูงอายุใช้งานจริงประกอบการประเมินความพึงพอใจ การวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปโดยการหาค่าร้อยละ (Percentage) การวิเคราะห์ความพึงพอใจที่มีต่อผลิตภัณฑ์ใช้การหาค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) เกณฑ์การแปลค่าจากการวิเคราะห์ระดับความพึงพอใจ คือ

ค่าเฉลี่ย 4.50–5.00 หมายถึง ระดับความพึงพอใจมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.50–4.49 หมายถึง ระดับความพึงพอใจมาก

ค่าเฉลี่ย 2.50–3.49 หมายถึง ระดับความพึงพอใจปานกลาง

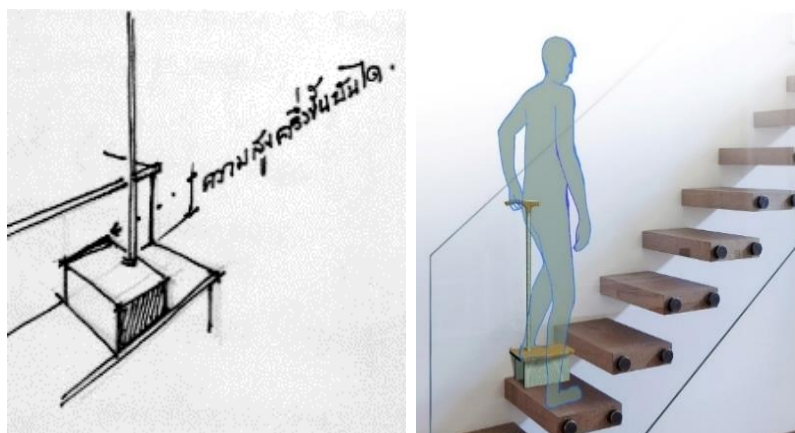
ค่าเฉลี่ย 1.50–2.49 หมายถึง ระดับความพึงพอใจน้อย

ค่าเฉลี่ย 0.00–1.49 หมายถึง ระดับความพึงพอใจน้อยที่สุด

5. ผลการวิจัย

5.1 ผลการศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้อง

สาเหตุที่เป็นปัญหาในการเดินขึ้นลงบันไดของผู้สูงอายุ คือ ปัญหาสมรรถภาพผู้สูงอายุจากการมีสภาพเข่าที่เสื่อม อาการที่พบบ่อยก็คืออาการปวดเข่าขณะเดินขึ้นลงบันได บันไดที่เหมาะสมกับผู้สูงอายุ คือ ขนาดลูกตั้งขึ้นบันไดสูงไม่เกิน 15 เซนติเมตร ลูกนอนบันไดกว้างไม่น้อยกว่า 28 เซนติเมตร มีราบบันไดในความสูงระดับ 80 เซนติเมตรจากพื้น ส่วนบันไบบ้านทั่วไปมีลูกตั้งขึ้นบันไดสูง 18-20 เซนติเมตร ไม่เหมาะสมกับการเดินขึ้นบันไดผู้สูงอายุ การออกแบบผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสมกับผู้สูงอายุ คือ 1) มีหน้าที่ใช้สอยที่ตอบสนองประโยชน์ของผู้สูงอายุได้อย่างประสิทธิภาพ 2) มีรูปแบบสวยงามน่าใช้ มีรูปทรง สีสันสวยงามตามรสนิยมของผู้สูงอายุ 3) มีความสะดวกสบายในการใช้ คำนึงถึงขนาด สัดส่วน และขีดจำกัดของร่างกายผู้สูงอายุ 4) มีความปลอดภัยต่อผู้สูงอายุ 5) มีความแข็งแรงต่อการใช้งาน มีโครงสร้างที่เหมาะสมตามคุณสมบัติของวัสดุ



รูปที่ 3 ภาพสเก็ชแนวทางการออกแบบผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสมกับผู้สูงอายุ

5.2 ผลการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์

ผู้วิจัยได้ศึกษาแบบผลิตภัณฑ์หลากหลายรูปแบบ เพื่อหารูปแบบที่เหมาะสมนำไปขอข้อเสนอแนะจากผู้ที่เกี่ยวข้องเชี่ยวชาญทางด้านผู้สูงอายุ สรุปผลการออกแบบได้ 3 รูปแบบ ดังแสดงผลการออกแบบในตารางที่ 1 ดังนี้

ตารางที่ 1 แสดงผลการออกแบบผลิตภัณฑ์เพื่อช่วยอำนวยความสะดวกผู้สูงอายุ อุปกรณ์ช่วยเดินขึ้นลงบันได

รูปแบบที่ 1	ผลการออกแบบ
	วัสดุที่ใช้ : ที่วางเท้าเป็นอลูมิเนียมหนา 3 มม. มีความแข็งแรงทนทาน สามารถผลิตได้ง่ายในกระบวนการผลิต โดยการพับงอด้วยเครื่องพับทั่วไป ด้ามจับเป็นท่ออลูมิเนียมกลวงยึดติดกับที่วางเท้า มือจับเป็นพลาสติกหล่อแข็งสีดำ ความสวยงาม : ออกแบบสีสันทันด้วยสีของวัสดุที่ใช้ในการผลิต ให้สีเป็นสีเงิน ผิวมันวาว ให้ความรู้สึกแข็งแรง เรียบหรู และมั่นคง ความแข็งแรงทนทาน : วัสดุอลูมิเนียมมีความแข็งแรงทนทาน ที่วางเท้าผลิตจากอลูมิเนียมแผ่น โดยการพับจนได้รูป จึงไม่มีรอยเชื่อมต่อทำให้แข็งแรง ความปลอดภัย : โครงสร้างแข็งแรง ทำให้ลดความเสี่ยงในการแตกหัก มีความปลอดภัยขณะใช้งาน
	วัสดุที่ใช้ : เป็นไม้สนหนา 12 มม. มีความแข็งแรงทนทาน สามารถผลิตได้ง่ายในกระบวนการผลิต โดยการต่อชิ้นรูปยึดแน่นด้วยกาวติดไม้ ด้ามจับและมือจับทำจากไม้เนื้อแข็งแท่งทั้งชิ้น ความสวยงาม : ออกแบบสีสันทันด้วยสีของวัสดุที่ใช้ในการผลิต ให้สีโอ๊คอ่อน ๆ จากไม้สนนอก ขารองรับไม้สนนอกหนา 30 มม. ย่อมลื่นขึ้นดไปรงใส่ให้มีความสวยงามเหมาะสมตามคู่มือให้ความรู้สึกเป็นธรรมชาติ เรียบง่ายแต่มีสีสันทัน ความแข็งแรงทนทาน : วัสดุมีความแข็งแรงทนทาน ผลิตได้ง่าย มีน้ำหนักเบา ความปลอดภัย : การยึดเกาะกับบันไดได้ดี ไม่มีความลื่น ปลอดภัยต่อการใช้งานของผู้สูงอายุ
	วัสดุที่ใช้ : เป็นแผ่นพลาสติกอะคริลิกหนา 8 มม. มีความแข็งแรงทนทาน สามารถผลิตได้ง่ายในกระบวนการผลิต โดยการพับขึ้นรูป มือจับทำจากไม้เนื้อแข็งแท่งทั้งชิ้น ด้ามจับพลาสติกแข็ง ความสวยงาม : ออกแบบสีสันทันด้วยสีของวัสดุที่ใช้ในการผลิต สามารถเลือกสีได้ตามต้องการมีทั้งชนิดสีทึบแสงและสีโปร่งแสงตามวัสดุพลาสติกอะคริลิก ให้ความรู้สึกทันสมัย เรียบ มีสีสันทัน ความแข็งแรงทนทาน : แผ่นอะคริลิกหนามีความแข็งแรงทนทาน ผลิตได้ง่ายโดยการขึ้นรูปพับงอด้วยวัสดุชิ้นเดียว ไม่มีการต่อ ความปลอดภัย : โครงสร้างวัสดุมีความแข็งแรง ปลอดภัย ไม่มีการเชื่อมต่อที่อาจแตกหักขณะใช้งาน

ผลการประเมินความเหมาะสมของการออกแบบผลิตภัณฑ์โดยผู้เชี่ยวชาญทางด้านผู้สูงอายุ ดังตารางที่ 2 ดังนี้

ตารางที่ 2 ผลการประเมินความเหมาะสมของรูปแบบผลิตภัณฑ์โดยผู้เชี่ยวชาญด้านผู้สูงอายุ

(n=3)

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม								
	รูปแบบที่ 1			รูปแบบที่ 2			รูปแบบที่ 3		
	$\bar{x}$	S.D.	ความหมาย	$\bar{x}$	S.D.	ความหมาย	$\bar{x}$	S.D.	ความหมาย
ด้านการใช้สอย	3.66	0.57	มาก	3.66	0.57	มาก	3.00	0.00	ปานกลาง
ด้านความสวยงามน่าใช้	3.66	0.57	มาก	4.33	0.57	มาก	3.83	0.57	มาก
ด้านความสะดวกสบายการใช้	3.49	0.57	ปานกลาง	4.16	0.57	มาก	3.00	0.00	ปานกลาง
ด้านความปลอดภัย	3.66	0.57	มาก	4.00	1.00	มาก	3.66	0.57	มาก
ด้านความแข็งแรง	4.00	1.00	มาก	3.66	0.57	มาก	3.66	0.57	มาก
รวมทุกด้าน	3.53	0.62	มาก	4.03	0.55	มาก	3.36	0.49	ปานกลาง

จากตารางที่ 2 พบว่า ระดับความเหมาะสมในการออกแบบพัฒนาผลิตภัณฑ์ช่วยอำนวยความสะดวกให้ผู้สูงอายุ รวมทุกด้าน รูปแบบที่ 2 มีระดับความเหมาะสมมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.03 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.55 หมายถึง เหมาะสมในระดับมาก รองลงมาคือ รูปแบบที่ 1 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.53 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.62 หมายถึง เหมาะสมในระดับมาก และ รูปแบบที่ 3 มีความเหมาะสมน้อยที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.36 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.49 หมายถึง ความเหมาะสมในระดับปานกลาง

ผลการพัฒนาต้นแบบผลิตภัณฑ์ (Prototype) นำผลิตภัณฑ์ที่คัดเลือกโดยผู้เชี่ยวชาญ คือรูปแบบที่ 2 มาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ต้นแบบจำนวน 3 ชิ้นงาน มีความต่างกันของความสูงพื้นวางเท้า 3 ระดับ คือ 11, 13 และ 15 ซม. ตามลำดับ



รูปที่ 4 ขนาด สัดส่วนของอุปกรณ์เหมาะสมตามหลักกายศาสตร์ของผู้สูงอายุ



รูปที่ 5 ต้นแบบผลิตภัณฑ์อุปกรณ์ช่วยเดินขึ้นลงบันไดผู้สูงอายุ

5.3 ผลการทดสอบการใช้งานผลิตภัณฑ์ต้นแบบ

พบว่า ข้อมูลทั่วไปของผู้ทดสอบ จำนวนผู้สูงอายุที่มีอาการปวดทุกครั้งเวลาขึ้นลงบันไดมีมากที่สุด คือร้อยละ 50 ไม่มีอาการปวดใช้บันไดได้ตามปกติ ร้อยละ 30 และผู้ทดสอบที่ไม่มีอาการปวดแต่ยกขาขึ้นลงบันไดไม่สะดวกน้อยที่สุด ร้อยละ 20 ตามลำดับ

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของเวลาทดสอบการเดินขึ้นและลงบันไดด้วยผลิตภัณฑ์ต้นแบบ กลุ่มสามารถใช้บันไดได้ปกติ ไม่มีอาการปวด

(n=9)

ความสูง ของพื้นวางเท้า (ซม.)	เวลาทดสอบการเดินขึ้นและลงบันได ด้วยผลิตภัณฑ์ต้นแบบ (กลุ่มสามารถใช้บันไดได้ปกติ ไม่มีอาการปวด)								
	เวลาเดินขึ้นบันได (วินาที)			เวลาเดินลงบันได (วินาที)			เวลารวม (วินาที)		
	เวลา	$\bar{X}$	S.D.	เวลา	$\bar{X}$	S.D.	เวลา	$\bar{X}$	S.D.
11	161.86	17.98	1.22	160.17	17.79	1.53	322.03	17.89	1.35
13	153.07	17.00	1.36	149.61	16.62	1.06	302.68	16.81	1.20
15	165.24	18.36	1.40	161.19	17.91	1.15	326.43	18.13	1.26

จากตารางที่ 3 พบว่า ผู้สูงวัยที่ใช้บันไดได้ปกติไม่มีอาการปวด ใช้เวลาในการทดสอบขึ้นบันไดที่มีความสูงของระดับพื้นวางเท้า 13 ซม. ใช้เวลาน้อยที่สุดคือ 153.07 วินาที มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 17.00 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.36 รองลงมา คือความสูง 11 ซม. 161.86 วินาที มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 17.98 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.22 และ 15 ซม. ใช้เวลามากที่สุด คือ 165.24 วินาที มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 18.36 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.40 และเดินลงบันไดที่มีความสูงของระดับพื้นวางเท้า 13 ซม. ใช้เวลาน้อยที่สุดคือ 149.61 วินาที มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 16.62 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.06 รองลงมา คือ 11 ซม. 160.17 วินาที มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 17.79 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.53 และ 15 ซม. ใช้เวลามากที่สุด คือ 161.19 วินาที มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 17.91 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.15 และเวลาในการทดสอบเดินขึ้นและลงบันไดรวมกัน ผลิตภัณฑ์ที่มีความสูงของพื้นวางเท้า 13 ซม. ใช้เวลารวมน้อยที่สุด คือ 302.68 วินาที มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 16.81 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.20 รองลงมาคือ 11 ซม. เวลารวม 322.03 วินาที มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 17.89 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.35 และ 15 ซม. ใช้เวลารวมมากที่สุด คือ 326.43 วินาที มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 18.13 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.26 ตามลำดับ

ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของเวลาทดสอบการเดินขึ้นและลงบันไดด้วยผลิตภัณฑ์ต้นแบบ กลุ่มยกขาไม่สะดวก หรือมีอาการปวดทุกครั้งเวลาขึ้นลงบันได

(n=21)

ความสูง ของพื้นวางเท้า (ซม.)	เวลาทดสอบการเดินขึ้นและลงบันได ด้วยผลิตภัณฑ์ต้นแบบ (กลุ่มยกขาไม่สะดวกหรือมีอาการปวดทุกครั้งเวลาขึ้นลงบันได)								
	เวลาเดินขึ้นบันได (วินาที)			เวลาเดินลงบันได (วินาที)			เวลารวม (วินาที)		
	เวลา	$\bar{X}$	S.D.	เวลา	$\bar{X}$	S.D.	เวลา	$\bar{X}$	S.D.
11	459.94	21.90	1.96	449.60	21.40	2.22	909.54	21.65	2.09
13	435.52	20.73	2.08	437.78	20.84	2.47	873.30	20.79	2.26
15	494.40	23.54	1.47	456.18	21.72	2.59	950.58	22.63	2.27

จากตารางที่ 4 พบว่า กลุ่มยกขาไม่สะดวกหรือมีอาการปวดทุกครั้งเวลาขึ้นลงบันได ใช้เวลาในการทดสอบขึ้นบันไดที่มีความสูงของระดับพื้นวางเท้า 13 ซม. ใช้เวลาน้อยที่สุด 435.52 วินาที มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 20.73 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.08 รองลงมาคือ 11 ซม. 459.94 วินาที มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 21.90 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.96 และ 15 ซม. ใช้เวลามากที่สุด 494.40 วินาที มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 23.54 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.47 และเวลาทดสอบเดินลงบันไดที่มีความสูงของระดับพื้นวางเท้า 13 ซม. ใช้เวลาน้อยที่สุด คือ 437.78 วินาที มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 20.84 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.47 รองลงมาคือ 11 ซม. 449.60 วินาที มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 21.40 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.22 และ 15 ซม. ใช้เวลามากที่สุด คือ 456.18 วินาที มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 21.72 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.59 และเวลาทดสอบการเดินขึ้นและลงบันไดรวมกัน ผลิตภัณฑ์ที่มีความสูงของระดับพื้นวางเท้า 13 ซม. ใช้เวลารวมน้อยที่สุด คือ 873.30 วินาที มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 20.79 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.26 รองลงมาคือ 11 ซม. 909.54 วินาที มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 21.65 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.09 และ 15 ซม. ใช้เวลารวมมากที่สุด คือ 950.58 วินาที มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 22.63 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.27 ตามลำดับ

5.4 ผลการประเมินความพึงพอใจที่มีต่อผลิตภัณฑ์ต้นแบบ

ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม พบว่า เพศหญิงมีจำนวนร้อยละ 67.14 เพศชาย ร้อยละ 32.85 อายุ 70-74 ปี มีจำนวนมากที่สุด คือ ร้อยละ 38.57 รองลงมาคืออายุ 65-69 ปี ร้อยละ 35.71 อายุ 75 ปีขึ้นไป ร้อยละ 15.71 และอายุ 60-64 ปี ร้อยละ 12.85 ตามลำดับ ผู้ที่มีปัญหาอาการปวดทุกครั้งเวลาขึ้นลงบันไดมีมากที่สุดคือ ร้อยละ 51.42 รองลงมาคือไม่มีอาการปวดสามารถใช้บันไดได้ปกติ ร้อยละ 35.71 และไม่มีอาการปวดแต่ยกขาขึ้นบันไดไม่สะดวก ร้อยละ 12.85 ตามลำดับ

ตารางที่ 5 ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ความพึงพอใจที่มีต่อผลิตภัณฑ์ช่วยอำนวยความสะดวกผู้สูงอายุ

(n=70)

รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ		
	$\bar{x}$	S.D.	ความหมาย
ด้านหน้าที่ใช้สอย			
อุปกรณ์สามารถแก้ปัญหาการขึ้นลงบันไดของผู้สูงอายุได้	4.58	0.57	มากที่สุด
อุปกรณ์มีส่วนประกอบต่าง ๆ เพียงพอต่อการใช้งาน	4.07	0.76	มาก
หน้าที่ของอุปกรณ์เหมาะสมกับผู้สูงอายุ	4.51	0.55	มากที่สุด
รวม	4.39	0.67	มาก
ด้านความสวยงามน่าใช้			
สีของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากวัสดุไม่สนมีความสวยงาม	4.08	0.69	มาก
รูปแบบผลิตภัณฑ์มีความสวยงามน่าใช้	3.84	0.58	มาก
รูปแบบโดยรวมของอุปกรณ์มีความน่าใช้งาน	4.15	0.52	มาก
รวม	4.02	0.61	มาก
ด้านความสะดวกสบายในการใช้			
ด้ามจับและมือจับใช้งานได้สะดวกเหมาะสมกับผู้สูงอายุ	4.37	0.70	มาก
การยกและวางอุปกรณ์บนขั้นบันไดมีความสะดวก	3.81	0.64	มาก
การวางเท้าบนอุปกรณ์มีความสะดวกต่อผู้สูงอายุ	4.05	0.73	มาก
น้ำหนักอุปกรณ์มีความเหมาะสมกับผู้สูงอายุ	4.08	0.75	มาก
รวม	4.08	0.73	มาก
ด้านความปลอดภัย			
รูปแบบผลิตภัณฑ์ไม่มีความเสี่ยงต่อการหกล้มขณะใช้งาน	3.77	0.74	มาก
รูปแบบอุปกรณ์ไม่มีจุดเสี่ยง ตก หัก แผลม ที่อาจเป็นอันตรายต่อผู้สูงอายุ	3.82	0.56	มาก
ผิววัสดุผลิตภัณฑ์ไม่เรียบ ลื่น ไม่เป็นอันตรายต่อผู้สูงอายุ	3.94	0.67	มาก
การวางอุปกรณ์ใช้งานบนบันไดมีความมั่นคง ปลอดภัย	3.98	0.84	มาก
รวม	3.88	0.71	มาก
ด้านความแข็งแรง			
วัสดุที่เลือกใช้มีความแข็งแรงเหมาะสมต่อการใช้งาน	4.22	0.61	มาก
ผลิตภัณฑ์มีความทนทานต่อการใช้งานตามหน้าที่	4.25	0.60	มาก
การประกอบโครงสร้างผลิตภัณฑ์มีความแข็งแรง	4.27	0.75	มาก
รวม	4.25	0.66	มาก
รวมทุกด้าน	4.12	0.19	มาก

จากตารางที่ 5 พบว่า ความพึงพอใจที่มีต่อรูปแบบผลิตภัณฑ์รวมทุกด้าน มีความพึงพอใจในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.12 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.19 เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า ด้านหน้าที่การใช้สอย มีความพึงพอใจมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.39 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.67 ความพึงพอใจรองลงมา คือ ด้านความแข็งแรง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.25 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.66 ด้านความสะดวกสบายในการใช้ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.08 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.73

ด้านความสวยงามน่าใช้ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.02 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.61 และด้านความปลอดภัย มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.88 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.71 ตามลำดับ



รูปที่ 6 การทดสอบการใช้งานผลิตภัณฑ์ต้นแบบ

5. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

ผลสรุปการวิจัย ผลการศึกษาแนวทางการออกแบบและพัฒนาตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 1 พบว่า แนวทางการออกแบบอุปกรณ์ช่วยเดินขึ้นลงบันไดเทียบเคียงกับมาตรฐานระดับความสูงของลูกตั้งบันไดที่เหมาะสมกับผู้สูงวัย คือสูงไม่เกิน 15 เซนติเมตร และความยาวของที่วางเท้าบนอุปกรณ์ไม่น้อยกว่า 28 เซนติเมตร ผลการออกแบบผลิตภัณฑ์ช่วยอำนวยความสะดวกให้ผู้สูงวัยตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 2 พบว่า ผู้เชี่ยวชาญทางด้านผู้สูงวัยมีความคิดเห็นความเหมาะสมต่อการออกแบบในรูปแบบที่ 2 มากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.03 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.55 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับมาก ผลการทดสอบการใช้งานผลิตภัณฑ์ตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 3 พบว่า ผลิตภัณฑ์ที่มีระดับความสูงของพื้นวางเท้า 13 เซนติเมตร มีความเหมาะสมกับการใช้งานมากที่สุด ใช้เวลารวมในการทดสอบการเดินขึ้นและลงบันไดน้อยที่สุด คือ กลุ่มไม่มีอาการปวดสามารถใช้บันไดได้ปกติ ใช้เวลาเฉลี่ยรวม 16.81 วินาที ส่วนกลุ่มยกขาไม่สะดวกหรือมีอาการปวดทุกครั้งเวลาขึ้นลงบันได ใช้เวลาเฉลี่ยรวม 20.79 วินาที ผลการประเมินความพึงพอใจที่มีต่อผลิตภัณฑ์ตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 4 พบว่า ผลิตภัณฑ์ต้นแบบมีความเหมาะสมมาก คือมีความพึงพอใจรวมทุกด้านในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.12 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.19 ผลสรุปประเด็น พบว่า ด้านหน้าที่การใช้สอยผลิตภัณฑ์มีความเหมาะสมมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.39 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.67 หมายถึง มีความพึงพอใจในระดับมาก รองลงมาคือด้านความแข็งแรง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.25 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.66 หมายถึง มีความพึงพอใจในระดับมาก ด้านความสะดวกสบายในการใช้งาน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.08 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.73 หมายถึง มีความพึงพอใจในระดับมาก ด้านความสวยงามน่าใช้ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.02 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.61 หมายถึง มีความพึงพอใจในระดับมาก และด้านความปลอดภัย มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.88 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.71 หมายถึง มีความพึงพอใจในระดับมาก ตามลำดับ

ดังนั้นจึงสามารถอภิปรายผลวิจัยได้ว่า ผลิตภัณฑ์ช่วยอำนวยความสะดวกให้ผู้สูงวัย อุปกรณ์ช่วยเดินขึ้นลงบันได ที่ออกแบบพื้นที่ยาวเท้าบนอุปกรณ์ให้มีความสูงให้น้อยกว่าลูกตั้งบันไดบ้านปกติ กำหนดระดับความสูง 13 เซนติเมตร และความยาวของที่วางเท้าไม่น้อยกว่า 28 เซนติเมตร เป็นขนาดที่เหมาะสมกับผู้สูงวัยมากที่สุด ตามมาตรฐานการจัดสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมกับผู้สูงวัยของ Bureau of Environmental Health (2015, p. 14) เป็นขนาดที่ผู้สูงวัยสามารถก้าวขาเดินขึ้นลงบันไดได้สะดวกที่สุด ช่วยลดการรอเข้าให้น้อยลงขณะขึ้นบันได และลดการเหยียดขาขณะลงบันได ทำให้มีความเจ็บเข่าน้อยลง การออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ต้นแบบที่ยึดแนวคิดตามทฤษฎีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่ดี 5 ด้านของ Suksood (2001, p. 88) คือ ด้านหน้าที่ใช้สอย (Function) ทำให้ผลิตภัณฑ์มีความเหมาะสมตามลักษณะการใช้งานของกลุ่มเป้าหมายผู้สูงวัย มีขนาด สัดส่วนผลิตภัณฑ์เหมาะสมตามหลักกายวิภาคของผู้สูงวัย สอดคล้องกับแนวคิดของ Charungchitsunthon (2005, p. 41) ที่กล่าวว่า ผลิตภัณฑ์ทุกชนิดจะต้องมีหน้าที่ใช้สอยถูกต้องตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ สามารถตอบสนองประโยชน์ใช้สอยตามที่ต้องการได้อย่างมีประสิทธิภาพ รวมทั้งต้องเข้าใจกายวิภาคเชิงกลเกี่ยวกับขนาด สัดส่วน ความสามารถและขีดจำกัดที่เหมาะสมสำหรับอวัยวะส่วนต่าง ๆ ของผู้ใช้ ยังสอดคล้องกับแนวคิดของ Egwutvongsa (2016, p. 103) ที่กล่าวว่า การออกแบบผลิตภัณฑ์ต้องพิจารณาให้เหมาะสมกับการใช้งาน รวมถึงทำหน้าที่ได้ตามวัตถุประสงค์ตามความต้องการของผู้บริโภค และสอดคล้องกับ Antonio and Perry (2014, pp. 429-434) ที่ศึกษาความเสถียรของร่างกายขณะเดินลงบันไดในกลุ่มหนุ่มสาวและกลุ่มผู้สูงวัย

วิเคราะห์ความมั่นคงขณะเดินลงบันได พบว่า ความมั่นคงขณะเดินลงบันไดของกลุ่มผู้สูงอายุมีค่าน้อยกว่ากลุ่มหนุ่มสาวอย่างมีนัยสำคัญ ดังนั้นการออกแบบการใช้สอยผลิตภัณฑ์ที่ดีจะอำนวยความสะดวกให้ผู้สูงอายุจะเพิ่มความมั่นคงในการขึ้นลงบันไดของผู้สูงอายุได้มากขึ้น ด้านความสวยงาม (Aesthetics or sales appeal) การใช้สีผลิตภัณฑ์ที่ได้มาจากตัววัสดุเอง คือผลิตภัณฑ์จากไม้สนทำให้ผลิตภัณฑ์มีความทันสมัย เป็นรูปแบบที่เรียบง่าย มีความพึงพอใจต่อผู้สูงอายุ สอดคล้องกับ Suksod (2001, p. 88) ที่กล่าวว่า ผลิตภัณฑ์ที่ออกแบบมานั้นจะต้องมีรูปทรง ขนาด สี สีสันสวยงามน่าใช้ ตรงตามรสนิยมของกลุ่มผู้บริโภคเป้าหมาย เป็นวิธีการเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์ที่ได้รับความนิยมและได้ผลดี ด้านความสะดวกสบายในการใช้ (Ergonomics) มีรูปแบบการวางเท้าบนผลิตภัณฑ์ที่มีความเหมาะสมกับการยศาสตร์ผู้สูงอายุ สอดคล้องกับหลักการออกแบบผลิตภัณฑ์ของ จอห์น อี ไตเตอร์ (George E. Dieter) อ้างใน Peter (2013, p. 108) ที่กล่าวถึงหลักการออกแบบผลิตภัณฑ์ที่ดีต้องมีคุณสมบัติตามหลักการ การออกแบบโครงสร้างรูปทรงภายนอก ที่มีรูปทรงสอดคล้องกับระบบภายในและขนาดสัดส่วนมนุษย์ ด้านความปลอดภัยขณะใช้งาน (Safety) ไม่มีจุดเสี่ยงแตก หัก แผล คม ที่อาจเป็นอันตรายต่อผู้สูงอายุ การวางอุปกรณ์ขณะใช้งานบนบันไดมีความมั่นคง ปลอดภัย สอดคล้องกับ Suksod (2001, p. 88) ที่กล่าวไว้ว่า การออกแบบต้องคำนึงถึงความปลอดภัยของชีวิตและทรัพย์สินของผู้บริโภคเป็นสำคัญ และด้านความแข็งแรง (Durability) การเลือกใช้วัสดุและโครงสร้างที่แข็งแรง เพียงพอต่อการรับน้ำหนักของผู้สูงอายุ สอดคล้องกับหลักการออกแบบอุตสาหกรรมของ Saributra (2006, p. 11) ที่กล่าวว่า การออกแบบอุตสาหกรรม จะต้องพิจารณาความแข็งแรงทนทาน ที่ต้องสนองต่อหน้าที่ได้เป็นเวลานานตามที่กำหนดไว้ในคุณภาพของผลิตภัณฑ์นั้น ๆ คือ สิ่งที่ต้องสร้างต้องแข็งแรงทนทานจากการวิจัยในครั้งนี้จึงอภิปรายโดยรวมได้ว่า การออกแบบผลิตภัณฑ์ช่วยอำนวยความสะดวกให้ผู้สูงอายุ อุปกรณ์ช่วยเดินขึ้นลงบันไดมีทั้งคุณภาพที่ประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญผู้สูงอายุ มีประสิทธิภาพจากการทดสอบการใช้งานของผู้สูงอายุ และมีความพึงพอใจในระดับมากจากการนำไปประเมินโดยกลุ่มตัวอย่างผู้สูงอายุ

6. ข้อเสนอแนะ

อุปกรณ์ช่วยเดินขึ้นลงบันไดสำหรับผู้สูงอายุ นอกจากให้ความสำคัญของการใช้สอยที่ดีแล้ว การออกแบบควรเน้นเรื่องความปลอดภัยในการใช้งานของผู้สูงอายุเป็นสำคัญตามมากกว่าความสวยงามน่าใช้ และอุปกรณ์นี้ถูกออกแบบเฉพาะคนที่ถนัดขวา ไม่สะดวกสำหรับคนที่ถนัดซ้าย หากจะให้สามารถใช้ได้ทั้งสองด้าน ควรออกแบบปรับด้ามมือจับให้สามารถปรับทิศทางได้ทั้งสองด้าน และผลิตภัณฑ์ต้นแบบเป็นวัสดุไม้ ต้องอาศัยฝีมือช่างและเวลามากในการผลิตต่อชิ้นเพื่อให้ได้ผลทั้งการใช้สอย และความสวยงามควบคู่กัน หากเป็นการผลิตในเชิงอุตสาหกรรมเพื่อการพาณิชย์ จะต้องมีการปรับเปลี่ยนวัสดุและกระบวนการผลิตที่เหมาะสมในเชิงอุตสาหกรรม หลักเลือกวัสดุที่มีน้ำหนักมากและวัสดุที่มีความเย็นอาจทำให้ผู้สูงอายุเกิดอาการชา

อุปกรณ์ช่วยเดินขึ้นลงบันไดสำหรับผู้สูงอายุ สามารถปรับรูปแบบการใช้สอยและรูปแบบความสวยงามให้เหมาะสมกับการใช้งานเป็นอุปกรณ์เพื่อสาธารณะ เช่น อุปกรณ์ช่วยเดินขึ้นบันไดในวัด หรือแหล่งท่องเที่ยวต่าง ๆ ได้ ตลอดจนการนำอุปกรณ์ช่วยเดินขึ้นลงบันไดสำหรับผู้สูงอายุไปเป็นผลิตภัณฑ์ชุมชน เลือกว่าวัสดุในท้องถิ่นที่ขึ้นรูปได้ง่ายและมีความแข็งแรง เป็นการสร้างมูลค่าเพิ่มและสร้างรายได้แก่ชุมชน นำไปสู่ความแข็งแกร่งของสังคมและประเทศชาติ

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จลงได้ด้วยคุณูปการของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ ที่ได้อุดหนุนทุนวิจัยงบประมาณเงินรายได้ พ.ศ. 2563 ขอขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญทางด้านผู้สูงอายุ คุณสุธีรา จำลองสกุลลักษณ์ กรรมการผู้จัดการ บริษัท โอพีพีวาย จำกัด คุณลิขิต ลิ้มสรวย ผู้อำนวยการสถาบันส่งเสริมภูมิปัญญาเพื่อสังคม และคุณรัตนา ศิริวัฒนโยธิน ผู้ช่วยผู้จัดการฝ่ายบริการสังคม โรงเรียนผู้สูงอายุยานนาวา กรุงเทพมหานคร ที่ได้ร่วมสรุปประเด็นสำคัญต่าง ๆ และการประเมินความเหมาะสมในการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ ทำให้ได้ผลงานเพื่อประโยชน์ต่อผู้ที่เกี่ยวข้องมากที่สุด

เอกสารอ้างอิง

- Amput, P., & Wongphon, S. (2020). Effect of coconut-shell-stepping exercise on balance ability of elders. *Srinagarind Medical Journal*, 35(2), 199-202. (in Thai)
- Antonio, P. J., & Perry, S. D. (2014). Quantifying stair gait stability in young and older adults with modifications to insole hardness. *Gait & Posture*, 40(3), 429-434.
- Bureau of Environmental Health. (2015). *Providing an environment suitable for the elderly*. Veterans Relief Organization. (in Thai)
- Charungchitsunthon, W. (2005). *Theory and concept of design*. Appa. (in Thai)
- Department of Mental Health. (2013). *5 Dimensions of guide to happiness for the elderly* (6th ed.). Agricultural Cooperative Association of Thailand. (in Thai)
- Egwutvongsa, S. (2016). *thinking for industrial product development*. Mean Service Supply. (in Thai)
- Jarutach, T., Kespichayawattana, J., Lormaneenopparat, S., & Sirisuk, K. (2005). *The minimum standard of environment and housing for Thai elderly*. Thailand Research Fund. (in Thai)
- Muangmool, J. (2018). The knee osteoarthritis pain level of elderly. *Journal of Disease Prevention and Control: DPC. 2 Phitsanulok*, 5(2), 60-67. (in Thai)
- National Statistical Office. (2018). *Report on the 2017 survey of the older persons in Thailand*. Text and Journal. (in Thai)
- Peters, S. (2013). *Human and design*. Odeon store. (in Thai)
- Saributra, A. (2006). *Industrial design technology*. Odeon store. (in Thai)
- Silpcharu, T. (2020). *Research and statistical analysis with SPSS and AMOS* (8th ed.). Business R&D. (in Thai)
- Suksod, T. (2001). *Industrial product design*. OS Printing House. (in Thai)

การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามรูปแบบการเรียนรู้ด้วยตนเอง วิชา โปรแกรม
นำเสนอ เรื่องการใช้งานโปรแกรม Microsoft PowerPoint สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 6 โรงเรียนคุระบุรีชัยพัฒนาพิทยาคม

THE DEVELOPMENT OF COMPUTER-ASSISTED INSTRUCTION USING THE THEORY
OF SELF-DIRECTED LEARNING SUBJECT PRESENTATION PROGRAM SUBJECT
USING MICROSOFT POWERPOINT PROGRAM OF GRADE 12 STUDENTS AT
KURABURI CHAIPATTANA PITTAYAKOM

พานุวัฒน์ ศรีไชยเลิศ และสิทธิชัย ศิริมา*
Panuwat Srichailard and Sittichai Sirima*

Received: March 23, 2022

Revised: April 3, 2022

Accepted: April 23, 2022

ABSTRACT

The study of research was to develop the computer-assisted instruction by using the theory of Self-Directed Learning (SDL): Subject presentation program on using Microsoft PowerPoint program; compare pre-school and post-study of the Self-Directed Learning (SDL) for the students, and verify about the student's learning satisfaction with CAI based on Self-Directed Learning (SDL). Also, the population and the sampling were 30 students who studied at Grade 12 Section 3, Kuraburi Chaipattana Pittayakom School, Kuraburi District, Phang Nga Province. The research instruments concluded with the computer-assisted instructions combined with 1) Self-Directed Learning test (SDL test), 2) quality assessment test, 3) the measuring academic achievements are the pre-test and post-test for the students, and 4) student satisfaction assessment. This research statistic used mean, standard deviation (SD), and t-test. The results found that the experts commented that content quality was excellent; 1) three units of the computer-assisted instruction and developed Self-Directed Learning (SDL) techniques. The mean and the standard deviation (SD) were 4.20 and .48. The lesson design aspect was excellent, with a mean and a standard deviation (SD) of 4.10 and .50; 2) the result of evaluating the effectiveness using the E1/E2 criterion was 82.04/83.98, which was higher than the 80/80 threshold; 3) the score of post-test was higher than the pre-test score significantly at .05; and 4) the lesson satisfaction of students found that it was at a very high level, the average is an equal with a mean and a standard deviation (SD) of 4.20 and .48.

Keywords: Computer assisted instruction; Self-Directed Learning; PowerPoint program; Presentation program; ADDIE Model

*Corresponding author E-mail: sittichaiinwyorn@gmail.com

สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม จ.นครปฐม 73000

Department of Computer Education, Faculty of Science and Technology, Nakhon Pathom Rajabhat University,
Nakhon Pathom 73000 Thailand.

บทคัดย่อ

การศึกษาวิจัยนี้คือการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามรูปแบบการเรียนรู้ด้วยตัวเอง วิชาโปรแกรมนำเสนอ เรื่องการใช้งานโปรแกรม Microsoft PowerPoint และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียน รวมทั้งตรวจสอบหาความพึงพอใจของผู้เรียนผ่านบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามรูปแบบการเรียนรู้ด้วยตนเองที่พัฒนาขึ้น ประชากรและกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/3 โรงเรียนคุระบุรีชัยพัฒนาพิทยาคม อำเภอคุระบุรี จังหวัดพังงา จำนวน 30 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ (1) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (2) แบบประเมินคุณภาพ (3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และ (4) แบบประเมินความพึงพอใจนักเรียน สถิติที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และ t-test ผลวิจัย พบว่า 1) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามรูปแบบการเรียนรู้ด้วยตนเอง วิชาโปรแกรม นำเสนอ เรื่องการใช้งานโปรแกรม Microsoft PowerPoint มีคุณภาพด้านเนื้อหาอยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.20 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน .48 และคุณภาพด้านการออกแบบบทเรียนอยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.10 และ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน .50 2) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามรูปแบบการเรียนรู้ด้วยตนเอง วิชาโปรแกรม นำเสนอ เรื่องการใช้งานโปรแกรม Microsoft PowerPoint มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน ใช้เกณฑ์ E1/E2 มีค่าเท่ากับ 82.04/83.98 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 3) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนพบว่า หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 4) นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามรูปแบบการเรียนรู้ด้วยตนเองวิชาโปรแกรม นำเสนอ เรื่องการใช้งานโปรแกรม Microsoft PowerPoint โดยรวมอยู่ในระดับดี มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 4.20 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ .48

คำสำคัญ: บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน; การเรียนรู้ด้วยตัวเอง; โปรแกรม PowerPoint; โปรแกรมนำเสนอ; ADDIE Model

1. บทนำ

ปัจจุบันเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์เริ่มเข้ามามีบทบาทสำคัญในการใช้ชีวิตในแต่ละวันของผู้คน ด้านการศึกษายังเป็นอุปกรณ์ช่วยในการเรียนการสอน นอกจากนี้คอมพิวเตอร์ถูกนำมาใช้ในงานต่าง ๆ เช่น งานด้านบัญชี งานในสถานพยาบาล เป็นต้น ดังนั้นสถาบันการศึกษาต่าง ๆ จึงให้ความสำคัญต่อการส่งเสริมการศึกษาด้านนี้ โดยบรรจุไว้ในหลักสูตร เพื่อเพิ่มทักษะและพัฒนาความรู้ให้ผู้เรียน (Chansap, 2013, pp. 3-4; Saso, 2012, pp. 4-5) กระตุ้นความสนใจของผู้เรียนและสามารถเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้น ครูผู้สอนจึงพัฒนาการเรียนการสอนคอมพิวเตอร์ให้อยู่ในหลักสูตรการเรียนการสอน ในรูปแบบของ บทเรียนทางคอมพิวเตอร์ (Kaewsuphan, & Jaroenkornburi, 2014, pp. 108-116; Pimbaotham, 2013, p. 4) ยิ่งไปกว่านั้นจากการที่องค์การอนามัยโลก (WHO) ได้ประกาศให้การแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโคโรนาสายพันธุ์ใหม่เป็น “การระบาดใหญ่” หลังเกิดการติดเชื้อลุกลามไปใน 118 ประเทศและดินแดนทั่วโลก และมีผู้ติดเชื้อกว่า 121,000 คน ทั้งได้คร่าชีวิตผู้คนไปแล้วกว่า 4,300 คน (BBC New, 2020, Online) จากสภาพปัญหาโรคระบาดโควิด-19 ทำให้เกิดผลกระทบทั้งด้านสุขภาพเศรษฐกิจและสังคม กระทบต่อผู้คนที่ต้องปรับตัวให้เข้ากับวิถีชีวิตแบบใหม่ (New Normal) ทำให้เราจำเป็นต้องมีการจัดการเรียนรู้รูปแบบใหม่ตามไปด้วย (Rajamangala University of Technology Lanna, 2021, Online) เพราะเป้าหมายทางการศึกษายังคงเดิม การเลือกใช้วิธีที่แตกต่างออกไปเพื่อให้ไปถึงจุดหมายทางการศึกษา รวมทั้งการกำหนดแนวทางจัดการเรียนการสอนที่เหมาะสมกับช่วงเวลาปัจจุบัน (Poovijit, 2017, Online) ดังนั้นการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามรูปแบบการเรียนรู้ด้วยตนเอง นับเป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่ช่วยสร้างความสนใจและกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจขณะเรียนรู้ ซึ่งการเรียนการสอนรูปแบบนี้แตกต่างจากการเรียนการสอนในห้องเรียนทั่วไป

สื่อประเภทบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น ช่วยให้ผู้เรียนสามารถโต้ตอบเชื่อมโยงกันได้ทันทีขณะเรียนมากกว่าสื่อประเภทอื่น (Phromwong, 2013, pp. 7-19) หากต้องการจัดรูปแบบการสอนแบบรายเดี่ยวต้องคำนึง ความแตกต่าง ความต้องการและความรู้พื้นฐาน รวมไปถึงความสามารถของผู้เรียนแต่ละคนว่าสามารถเรียนรู้ได้ตามวิธีการและสื่อการสอนลักษณะใด ดังนั้นการเลือกสื่อการสอนจึงมีความสำคัญต่อผู้เรียน ทั้งยังช่วยสนับสนุนการเรียนแบบรายบุคคลได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Hannafin & Peck, 1988, pp. 5-6) และการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับบทเรียนได้ตลอดเวลา (Malitong, 1993, pp. 2-3) นั้นทำให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเองผ่านบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยอาศัยตัวกระตุ้น เช่น ภาพเคลื่อนไหว วิดีโอ เป็นต้น ช่วยกระตุ้นให้เกิดสมาธิและความสนใจในวิชาเรียนเพิ่มมากขึ้น นอกจากนี้ผู้สอนยังสามารถควบคุมเนื้อหาในการเรียน ให้มีความถูกต้อง ครบถ้วน และตรงตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้ในวิชาของผู้สอนเอง ทั้งยังสามารถนำมาใช้สอนซ้ำ

ได้รวมทั้งยังเกิดประโยชน์ต่อผู้เรียนที่สามารถนำมาเรียนหรือทบทวนซ้ำได้ เพราะเนื้อหายังคงเดิมตลอด (Puttinatphaisan & Srichailerd, 2019, pp. 1329-1335) จากรูปแบบการสร้างความรู้ด้วยตนเอง ตอบสนองผู้เรียนสามารถเข้าไปศึกษาบทเรียนนั้น ๆ ได้ทุกเวลา ทำให้ผู้เรียนมีความสะดวกสบายในการเรียนรู้และในการเรียนรู้นั้นผู้วิจัยได้ใช้ทฤษฎีบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามรูปแบบการเรียนรู้ด้วยตนเอง (Khamanee, 2002, pp. 6-10) ทำให้ผู้เรียนสามารถเข้าไปศึกษาเรียนรู้ได้ด้วยตนเองจากที่ต่าง ๆ เช่น บ้าน ห้องสมุด เป็นต้น ผ่านอุปกรณ์พกพาได้ด้วยตัวเอง นับเป็นประโยชน์โดยเฉพาะในช่วงสถานการณ์โรคโควิด-19 ในขณะนี้ที่สถานศึกษามักหยุดเรียนบ่อย ๆ ทำให้ผู้เรียนยังสามารถเข้าถึงการเรียนรู้ผ่านบทเรียนคอมพิวเตอร์ได้ด้วยตนเองได้ตลอดเวลา สอดคล้องกับงานวิจัยของ Yimlamai and Srichailerd (2020, pp. 1048-1058) นักเรียนมีความพึงพอใจภายหลังได้รับการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ออนไลน์ร่วมกับการเรียนแบบผสมผสาน วิชา การใช้งานโปรแกรม Microsoft PowerPoint 2013 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนอุ้มทอง มีค่าเท่ากับ 4.70 โดยมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.48

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาวิจัยโดยมีแนวคิดที่จะสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามรูปแบบการเรียนรู้ด้วยตนเอง เพื่อใช้เป็นสื่อการเรียนทางเลือกที่จะช่วยเข้าไปแก้ไขปัญหาของการเรียนและช่วยเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของตัวผู้เรียนให้ดีขึ้นได้ยิ่งไปกว่านั้น บทเรียนคอมพิวเตอร์ที่ให้ผู้ศึกษาสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเองนี้จะอยู่ในรูปแบบออนไลน์ด้วย โดยใช้ ADDIE Model (Tianthong, 2011, p. 97) ซึ่งเป็นลักษณะของรูปแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เข้ามา ซึ่งมีทั้งหมด 5 ขั้นตอน คือ วิเคราะห์ ออกแบบ พัฒนา นำไปใช้ และประเมินผล ทั้งผู้วิจัยยังศึกษาเพิ่มเติม ในงานวิจัยของ Bairaksa and Srichailard (2020, p. 958) และงานวิจัยของ Phengson and Srichailard (2018, pp. 429-438) ซึ่งนำไปพัฒนาลงไปตามขั้นตอนของ ADDIE Model โดยเนื้อหาที่ใช้ในการสอนโปรแกรมนำเสนอ การใช้งานโปรแกรม Microsoft PowerPoint จะมีเนื้อหาที่ซับซ้อนกว่าของงานวิจัยที่กล่าวมาเบื้องต้น เพื่อให้เหมาะสมกับผู้เรียนในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 6 มากที่สุด ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนเข้าใจในบทเรียนได้อย่างรวดเร็ว จนบรรลุวัตถุประสงค์การเรียนรู้ในวิชา และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้จริงในอนาคตได้

ในการวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) พัฒนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามรูปแบบการเรียนรู้ด้วยตนเอง วิชาโปรแกรมนำเสนอ เรื่องการใช้งานโปรแกรม Microsoft PowerPoint (2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งก่อนและหลังเรียน และ (3) ศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนผ่านบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามรูปแบบการเรียนรู้ด้วยตนเองที่พัฒนาขึ้น

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

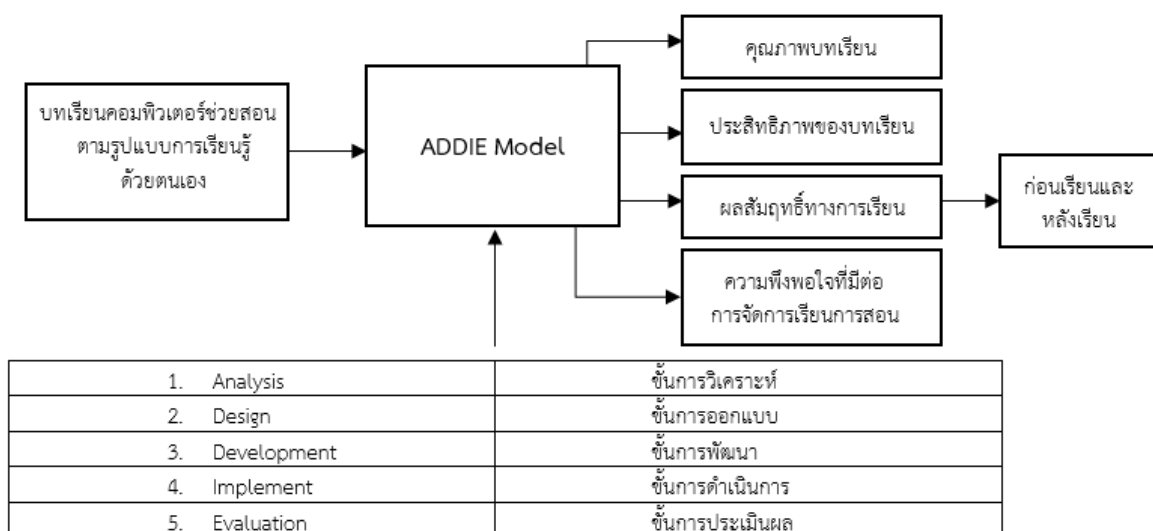
บทเรียนคอมพิวเตอร์ และการออกแบบหรือสรุปเนื้อหาใส่ในโปรแกรม PowerPoint (Kiangkham, 2009, pp. 1-50; Laohacharasang, 2002, pp. 2-3) ข้อดีของสื่อประเภทบทเรียนคอมพิวเตอร์ CAI คือ การโต้ตอบเชื่อมระหว่างผู้เรียนกับบทเรียนในขณะที่กำลังเรียนอยู่ ณ ตอนนั้นได้มากกว่าสื่อประเภทอื่น ๆ ทั้งยังช่วยสนับสนุนการเรียนแบบรายบุคคลให้เห็นผลชัดเจน (Hannafin & Peck, 1988, pp. 5-6; Phromwong, 2013, pp. 7-19) การจัดการเรียนการสอนแบบรายบุคคลเป็นการศึกษาที่พิจารณาถึงความแตกต่าง ความต้องการ และความสามารถ เพื่อให้ผู้เรียนแต่ละคนสามารถเรียนรู้ได้ ตามวิธีการและสื่อการสอนที่เหมาะสม จนบรรลุตามวัตถุประสงค์ของการเรียนที่ตั้งไว้ ย่อมต้องอาศัยระบบการจัดการและการวางแผนการสอนที่ดีด้วย ข้อได้เปรียบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับสื่อการสอนประเภทอื่น คือ การเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับบทเรียนได้ตลอดเวลา (Malitong, 1993, pp. 2-3) ทั้งยังสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง ได้ในทุกเวลาใดก็ได้ตามความต้องการ มีส่วนที่จะช่วยกระตุ้นจาก ตัวอักษร ข้อความ ภาพกราฟิก ภาพเคลื่อนไหวและเสียงดนตรีประกอบ เป็นต้น ทำให้ผู้เรียนเกิดสมาธิจดจ่อต่อการเรียน เนื้อหาที่ใช้กับนักศึกษาทั้งหมดเหมือนกันตลอด ทั้งเนื้อหายังมีการตรวจสอบความถูกต้องและครบถ้วน ความสมบูรณ์ของเนื้อหาและจัดลำดับอย่างเหมาะสม ทั้งยังให้เหมือนเดิมทุกครั้งที่เรียน ทำให้เชื่อมั่นได้ว่า เมื่อผู้เรียนได้เข้าไปใช้ศึกษาในบทเรียนทุกครั้ง จะสามารถเรียนผ่านเนื้อหาเหมือนเดิมทุกครั้ง (Puttinatphaisan & Srichailerd, 2019, pp. 1329-1335) การที่ผู้เรียนอยู่ในกระบวนการศึกษาเรียนรู้ด้วยตนเอง ทำให้เกิดความสนใจใคร่รู้ และมีความชำนาญหรือมีการนำมาใช้งานบ่อย ๆ ตามวัตถุประสงค์ต่าง ๆ เช่น ประยุกต์ใช้ในการเรียน เป็นต้น ซึ่งแต่ละคนสามารถทำได้เอง หรือขอให้ผู้อื่นสอนให้ จึงเกิดการเรียนรู้เพิ่มขึ้นตามมา นอกจากนั้นอาจเกิดการขึ้นานตนเองมีหลายรูปแบบ เช่น อ่านจากทรัพยากรสารสนเทศในห้องสมุด การฟังอภิปรายจากแหล่งข้อมูล การไปสอบถามหรือสัมภาษณ์จากผู้รู้ การแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับผู้รู้ เรียนรู้ด้วยตนเองจากการใช้คอมพิวเตอร์โปรแกรม หรือจากสื่อต่าง ๆ (Pengson & Srichailerd, 2018, pp. 429-438) การเรียนรู้ด้วยตนเอง (Self-Directed Learning: SDL) คือ กระบวนการเรียนรู้แบบหนึ่งที่ทำให้ผู้เรียนมีอิสระในการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งผู้เรียนต้องตระหนักและมีความรับผิดชอบต่อการเรียนรู้ของตนเอง โดยผู้เรียนจะทำการวางแผนและกำหนดกิจกรรมการเรียนรู้ การเลือกแหล่งข้อมูล รวมไปถึงวิธีการเรียนรู้และการประเมินผล ซึ่งสามารถปรึกษาหรือขอความช่วยเหลือจากผู้สอนท่านอื่น

(Masangsom, 2000, p. 10) โดยสื่อที่ใช้ในการเรียนรู้ เช่น จากการใช้คอมพิวเตอร์ โปรแกรม บทเรียนออนไลน์หรือออฟไลน์ สื่อประเภทต่าง ๆ เป็นต้น ทางด้าน Grow (1991, pp. 141-145) ได้เสนอรูปแบบการเรียนรู้โดยการขึ้นนำตนเองตามขั้นตอน หรือ “Staged Self-Directed Learning Model: SSDL” ไว้โดยมีขั้นตอน 4 ขั้น ได้แก่ ขั้นแรก ผู้สอนนำโดยการชักจูง อธิบาย หรือให้ลองฝึกหัด ขั้นที่ 2 ผู้สอนจูงใจให้นักเรียนสนใจโดยการบรรยาย การอภิปรายโดยผู้สอนเป็นผู้ช่วยให้ตั้งเป้าหมายและกำหนด กลยุทธ์วิธีการเรียน ขั้นที่ 3 นักเรียนเรียนโดยผู้สอนเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการเรียน อภิปรายกลุ่ม จัดสัมมนา และขั้นสุดท้าย นักเรียนขึ้นนำตนเองโดยผู้สอนเป็นที่ปรึกษา ทำได้โดยการลองฝึกด้วยตนเอง เช่น การฝึกงาน การค้นคว้า การทำงานรายบุคคล หรืองานกลุ่ม เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีหลายงานวิจัย ที่ศึกษาเกี่ยวกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน Phengson and Srichailard (2018, pp. 429-438) ได้การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การใช้งานโปรแกรม Microsoft PowerPoint สำหรับผู้เรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองกรณีศึกษาโรงเรียนเทศบาล 4 (เขawanปรีชาอุทิศ) ผลการวิจัยพบว่า 1) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ 80.22/81.67 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่พัฒนาขึ้นสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับ .05 3) ผู้เรียนมีความพึงพอใจด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่พัฒนาขึ้นในระดับดี ($\bar{x} = 4.44$, S.D. = .17) ขณะที่ Bairaksa and Srichailard (2020, p. 958) ได้ทำการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยใช้เทคนิคการสอนแบบเพื่อนคู่คิด กรณีศึกษาการใช้งานโปรแกรม Microsoft PowerPoint สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนเทศบาล 2 วัดเสนหา (สมัครพลผดุง) ผลการวิจัยพบว่า 1) ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอยู่ในระดับมากที่สุดมีค่าเฉลี่ยคือ ($\bar{x} = 4.90$, S.D. = .31) ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านเทคนิคที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอยู่ในระดับมากที่สุดมีค่าเฉลี่ยคือ ($\bar{x} = 4.86$, S.D. = .35) 2) ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่พัฒนาขึ้นมีค่าเท่ากับ 83.83/82.33 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ 80/80 3) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้นักเรียน หลังเรียนมีผลการทดสอบคือ ($\bar{x} = 24.70$, S.D. = 1.56) สูงกว่าก่อนเรียนมีผลการทดสอบคือ ($\bar{x} = 13.37$, S.D. = 2.28) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 และ 4) ผลประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเพื่อนคู่คิด โดยรวมอยู่ในระดับพึงพอใจมากมี ผลคะแนน ($\bar{x} = 4.40$, S.D. = .77)

การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามรูปแบบการเรียนรู้ด้วยตนเอง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนกระบือรีย พัฒนาพิทยาคม สำหรับวิชา โปรแกรมนำเสนอ (Microsoft PowerPoint) ในการดำเนินการวิจัย โดยใช้ ADDIE Model (Tianthong, 2011, p. 97) ในการวิจัย

3. วิธีดำเนินการวิจัย

การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามรูปแบบการเรียนรู้ของตนเอง โดยใช้ ADDIE Model จึงได้กรอบแนวคิด ในการวิจัย ดังนี้



รูปที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนคุระบุรีชัยพัฒนาพิทยาคม อำเภอคุระบุรี จังหวัดพังงา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 184 คน

กลุ่มตัวอย่าง ในงานวิจัยนี้ใช้กลุ่มตัวอย่าง คือนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนคุระบุรีชัยพัฒนาพิทยาคม อำเภอคุระบุรี จังหวัดพังงา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 จำนวนทั้งสิ้น 30 คน โดยใช้วิธีการได้มาโดยวิธีการสุ่มอย่างง่าย **ตัวแปรที่ศึกษา ในการวิจัย** คือ ตัวแปรต้น ได้แก่ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามรูปแบบการเรียนรู้ด้วยตนเอง วิชา โปรแกรมนำเสนอ หรือ Microsoft PowerPoint สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 และ ตัวแปรตาม ได้แก่ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความพึงพอใจของนักเรียน

ขอบเขตด้านเนื้อหา

การศึกษาการใช้งานโปรแกรม PowerPoint เพื่อวางแผนการใช้สื่อและเทคโนโลยีในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในกรอบเรียนรู้ด้วยตนเอง ซึ่งจะมีอยู่ในหน่วยการเรียนรู้ 3 หน่วย ประกอบด้วย หน่วยที่ 1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับ Microsoft PowerPoint หน่วยที่ 2 เริ่มต้นใช้งานโปรแกรม Microsoft PowerPoint และ หน่วยที่ 3 การออกแบบสไลด์งานนำเสนอ โดยเป็นเนื้อหาตามหลักสูตรวิชา โดยใช้เวลาในการสอนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามรูปแบบการเรียนรู้ด้วยตนเอง วิชา โปรแกรมนำเสนอ (Microsoft PowerPoint) สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนคุระบุรีชัยพัฒนาพิทยาคม โดยมีจำนวนทั้งหมด 2 ครั้ง ครั้งละ 2 ชั่วโมง รวมทั้งสิ้น 4 ชั่วโมง โดยแบ่งเป็น 4 เทคนิค คือ ทบทวนความรู้เดิม เรียนรู้ด้วยตนเอง การประยุกต์ใช้และการนำไปใช้ (Pruettikul, 2015, pp. 8-10)

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามรูปแบบการเรียนรู้ด้วยตนเอง วิชาโปรแกรมนำเสนอ เรื่องการใช้งานโปรแกรม Microsoft PowerPoint
2. แบบประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามรูปแบบการเรียนรู้ด้วยตนเอง ด้านเนื้อหา จำนวน 10 ข้อ และด้านเทคนิคผลิตสื่อ ทั้ง 4 ด้าน ได้แก่ ด้านตัวอักษร จำนวน 5 ข้อ ด้านภาพนิ่ง จำนวน 4 ข้อ ด้านวิดีโอ จำนวน 2 ข้อ และด้านปฏิสัมพันธ์ 2 ข้อ
3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยแบ่งเป็น 2 ส่วนคือ แบบฝึกหัดก่อนเรียน และแบบทดสอบหลังเรียน
4. แบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนช่วยสอนโดยเลือกใช้เทคนิคการเรียนรู้ด้วยตนเอง

วิธีการดำเนินการพัฒนาและหาคุณภาพของเครื่องมือวิจัย

ได้ดำเนินการพัฒนา โดยใช้ทฤษฎีของ ADDIE Model (Tianthong, 2011, p. 97) ซึ่งมีทั้งหมด 5 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นการวิเคราะห์ (Analysis)

เริ่มศึกษาให้ทราบถึงปัญหาต่าง ๆ ที่พบบ่อย รวมทั้งค้นหาความต้องการจากหลายส่วน โดยนำรายละเอียดตัวชี้วัดต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องมาศึกษา รวมทั้งสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่ม สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สาระการเรียนรู้ที่ 4 เทคโนโลยี ตามหลักสูตรแกนกลาง การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) (Ministry of Education, 2002, p. 10) และหน่วยการเรียนรู้ที่จะนำมาพัฒนา มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้แกนกลาง ถูกนำมาดำเนินการวิเคราะห์ จนสามารถแบ่งเนื้อหาเป็น 3 หน่วยการเรียนรู้ คือ

หน่วยที่ 1 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับ Microsoft PowerPoint

หน่วยที่ 2 เริ่มต้นใช้งานโปรแกรม Microsoft PowerPoint

หน่วยที่ 3 การออกแบบสไลด์งานนำเสนอ

โดยศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบการเรียนรู้ด้วยตนเอง ศึกษาเลือกใช้เทคโนโลยีให้เหมาะสมสอดคล้องกัน เป็นส่วนสำคัญเพื่อใช้พัฒนาบทเรียนช่วยสอนนี้ และศึกษารูปแบบวิธีการเรียน รวมถึงการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ซึ่งจากการศึกษา ผู้วิจัยได้วิเคราะห์จากเนื้อหาวิชา กลุ่มผู้เรียน โดยใช้รูปแบบที่ใช้คือ การเรียนรู้แบบเทคนิคการเรียนรู้ด้วยตนเอง

การนำเอาหลักการของการเรียนรู้ด้วยตนเอง (Self-Directed Learning) มาผสมผสานในการออกแบบเครื่องมือ โดยในเนื้อหาจะมีการเรียงลำดับดังนี้โดย ขั้นแรก ตัวเนื้อหา บทเรียนช่วยสอนจะอธิบายให้พอรู้จักโปรแกรมในเบื้องต้น ขั้นที่ 2 เนื้อหาที่เริ่มต้นเข้ามามีการสอนเพื่อเริ่มใช้งานโปรแกรมต้องดึงดูดความสนใจด้วยภาพประกอบ เสียงบรรยาย และวิดีโอ ขั้นที่ 3 ให้ผู้เรียนได้ทดลองปฏิบัติในการตามใช้งาน และลองออกแบบงานนำเสนออย่างง่าย ๆ จากโจทย์ในบทเรียนช่วยสอน และ ขั้นสุดท้าย ผู้เรียนนำเสนอผลงานที่เรียน และค้นคว้าหรือสอบถามจากครูผู้สอนผ่านตัวบทเรียนช่วยสอน

ขั้นที่ 2 ขั้นการออกแบบ (Design)

กำหนดเนื้อหา และอธิบายวัตถุประสงค์ ซึ่งเป็นส่วนของเนื้อหาการเรียน ทั้งสิ้น 3 ข้อ และสร้างข้อสอบเพื่อทดสอบ ทั้งสิ้น 30 ข้อ ให้มีจำนวนตรงตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ และ โดยมีลำดับขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 ออกแบบแผนการสอน เนื้อหาด้านความรู้ความจำ ความเข้าใจ ด้านทักษะและการปฏิบัติ และสุดท้ายเนื้อหาทางด้านเจตคติ (ทำแผนการสอนให้ตรงตามวัตถุประสงค์การเรียน)

ขั้นที่ 2 ก่อนจะนำมาสร้างเป็นแผนการสอน และสร้างเป็นบทเรียน ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเนื้อหา ก่อน และดำเนินการเริ่มวาดเป็นแผนผังบทเรียนการสอน หรือ Storyboard เพื่อให้เชื่อมโยงประสานกัน

ขั้นที่ 3 จัดเตรียมทรัพยากรต่าง ๆ ได้แก่ เนื้อหา รูปภาพ วิดีโอ ข้อความ ที่มีข้อมูลเกี่ยวข้องหรือเชื่อมโยงเข้ากับบทเรียน

ขั้นที่ 4 ออกแบบแผนภูมิลำดับการนำเสนอเนื้อหาบทเรียน (ทำแผนภูมิ)

ขั้นที่ 5 ออกแบบแบบประเมินต่าง ๆ ที่ใช้ในการวิจัย มีดังนี้

- แบบประเมินค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ (IOC)
- แบบประเมินคุณภาพบทเรียนมีทั้งด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคผลิตสื่อ
- แบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนช่วยสอนโดยเลือกใช้เทคนิคการเรียนรู้ด้วยตนเอง
- แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์

ขั้นที่ 3 ขั้นการพัฒนา (Development)

ขั้นที่ 1 ผู้วิจัยให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ประเมินข้อสอบที่ได้จากขั้นตอนการออกแบบในส่วนของค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ หรือ IOC ปรากฏว่า ได้ค่า IOC อยู่ที่ 0.33-1.00 ซึ่งมีค่าอยู่ในเกณฑ์ที่ต่ำกว่ามาตรฐานอยู่จำนวน 35 ข้อ จากนั้นผู้วิจัยจึงดำเนินการตัดข้อคำถามทิ้ง เหลือแต่ข้อคำถามส่วนที่นำไปหาค่าความเชื่อมั่นใหม่อีกครั้ง จำนวน 30 ข้อ ใช้สูตร KR-20 เพื่อหาค่าความเชื่อมั่น ได้ค่าร้อยละ .76 และนำไปหารระดับความยากง่าย มีค่าเท่ากับ .84 เมื่อผู้วิจัยพบว่า มีบางข้อที่ง่ายหรือยากสำหรับผู้เรียนจนเกินไป ผู้วิจัยจึงตัดข้อเหล่านั้นออก ทำให้เหลือข้อสอบที่สามารถนำไปใช้ทดสอบภายในงานวิจัยได้ ทั้งหมด 30 ข้อ ซึ่งข้อคำถามครอบคลุมตามวัตถุประสงค์ในการเรียนครบทุกข้อ

ขั้นที่ 2 ผู้วิจัยนำแผนการสอนให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ได้ค่าเท่ากับ ($\bar{X} = 4.23$, S.D. = .46) ซึ่งอยู่ในระดับดี

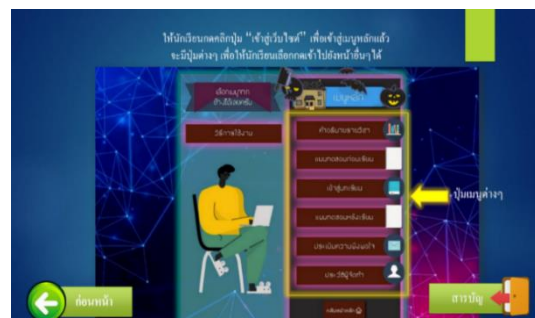
ขั้นที่ 3 ผู้วิจัยนำสื่อบทเรียนช่วยสอนที่ได้จากการออกแบบในขั้นตอนการออกแบบมา พัฒนาโดยใช้โปรแกรม Google site ก่อนนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน เพื่อประเมินหาคุณภาพ ใน 2 ด้านคือ ด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคผลิตสื่อ ในการประเมินเพื่อทดสอบ ผลจากการประเมินคุณภาพด้านเนื้อหา มีค่าเท่ากับ ($\bar{X} = 4.00$, S.D. = .69) อยู่ในระดับดี ขณะที่การประเมินทางด้านเทคนิคมีค่าเท่ากับ ($\bar{X} = 4.10$, S.D. = .50) อยู่ในระดับดี นอกจากนี้ทางผู้วิจัยยังเสนอแนะให้นำไปปรับปรุงแก้ไขให้สมบูรณ์มากยิ่งขึ้นก่อนนำไปใช้งานในขั้นต่อไป

ขั้นที่ 4 ขั้นการนำไปใช้ (Implementation)

นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามรูปแบบการเรียนรู้ด้วยตนเอง วิชา โปรแกรมนำเสนอ (Microsoft PowerPoint) สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่พัฒนาขึ้นไปทดสอบใช้กับกลุ่มทดลองเพื่อตรวจหาประสิทธิภาพของบทเรียน หลังจากได้ผลการทดสอบมา จะดำเนินการนำมาปรับปรุงแก้ไขให้ดียิ่งขึ้น



รูปที่ 2 แนะนำสื่อเบื้องต้น



รูปที่ 3 เข้าสู่เว็บไซต์

ขั้นที่ 5 ขั้นการประเมินผล (Evaluation)

ขั้นประเมินผลที่ 1 ทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง

ขั้นประเมินผลที่ 2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนทั้งหมดจะถูกนำข้อมูลมา และวิเคราะห์ทางสถิติ

ขั้นประเมินผลที่ 3 ผู้วิจัยนำข้อมูลจากการสอบถามความพึงพอใจต่อการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามรูปแบบการเรียนรู้ด้วยตนเอง วิชา โปรแกรมนำเสนอ (Microsoft PowerPoint) สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับรวมไว้รวมทั้งข้อเสนอแนะต่าง ๆ เพื่อนำมาวิเคราะห์



รูปที่ 4 แบบฝึกหัดก่อนเรียน

วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัย

ขั้นที่ 1 คือ ทดสอบก่อนเรียน นำกลุ่มตัวอย่าง เมื่อผ่านการแนะนำการใช้งานและเข้าใจถึงกระบวนการเรียนรู้ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบการเรียนรู้ด้วยตนเอง แล้ว กลุ่มตัวอย่างทุกคนจะต้องทำแบบฝึกหัดก่อนเรียนผ่านบทเรียนที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น เพื่อให้ทราบว่ากลุ่มตัวอย่างมีความรู้ความสามารถในรายวิชาดังกล่าวเบื้องต้นว่ามีมากน้อยเพียงใด

ขั้นที่ 2 คือ กระบวนการเรียนรู้ ผู้วิจัยแสดงและอธิบายถึงจุดประสงค์การเรียนรู้ของแต่ละหน่วยให้ผู้เรียนทราบก่อน หลังจากนั้นผู้เรียนจะเริ่มศึกษาเนื้อหาที่หน่วยการเรียนรู้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามรูปแบบการเรียนรู้ด้วยตนเอง วิชา โปรแกรมนำเสนอ เรื่อง การใช้งานโปรแกรม Microsoft PowerPoint

ขั้นที่ 3 คือ ทำการทดสอบหลังเรียน เมื่อผู้เรียนได้ทำกิจกรรมตามแผนการเรียนรู้ในบทเรียนเสร็จเรียบร้อยแล้ว ผู้เรียนจะรับการทดสอบหลังเรียนอีกครั้ง เพื่อให้ผู้วิจัยสามารถตรวจสอบได้ว่า กลุ่มตัวอย่างเกิดความรู้ความเข้าใจหลังจากเรียนผ่านสื่อการเรียนรู้ผ่านบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามรูปแบบการเรียนรู้ด้วยตนเอง วิชา โปรแกรมนำเสนอ เรื่อง การใช้งานโปรแกรม Microsoft PowerPoint เพิ่มขึ้นในระดับใดพร้อมกับให้นักเรียนทุกคนทำแบบประเมินความพึงพอใจ และเก็บคะแนนจากกลุ่มตัวอย่างไปวิเคราะห์ต่อไป

ขั้นที่ 4 คือ ผู้วิจัยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลที่ได้จากแบบทดสอบ 2 แบบ คือ 1) แบบฝึกหัดก่อนเรียน และ 2) แบบทดสอบหลังเรียน ซึ่งแบบประเมินความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งจะนำมารวมและหาค่าเฉลี่ยของข้อมูลและค่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และนำมาเปรียบเทียบกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

ขั้นที่ 5 คือ ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลในแง่ประสิทธิภาพของการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามรูปแบบการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยใช้คะแนนระหว่างเรียนและคะแนนหลังเรียนมาทำ การคำนวณหาค่าประสิทธิภาพของบทเรียน โดยใช้เกณฑ์ E1/E2

ขั้นที่ 6 คือ ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนและหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้คะแนน จากการทำแบบทดสอบก่อนและหลังเรียน แล้วนำผลคะแนนมาทำการคำนวณหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ขั้นที่ 7 คือ ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลแบบประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามรูปแบบการเรียนรู้ด้วยตนเองการวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ สถิติที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และเปรียบเทียบค่าสถิติ (Dependent t-test) โดยใช้เกณฑ์การประเมิน ของ Srisaet (2013, p. 103) มาเทียบกับผลที่ได้มา โดยสามารถแปลผลหรืออ่านค่าการประเมินได้ แสดงในตารางที่ 1 ดังนี้

ตารางที่ 1 การแปลผลค่าเฉลี่ยและระดับเกณฑ์ที่ใช้ประเมิน (ความพึงพอใจ)

ค่าเฉลี่ย	ระดับ
4.50 – 5.00	ดีมาก
3.50 – 4.49	ดี
2.50 – 3.49	ปานกลาง
1.50 – 2.49	น้อย
1.00 – 1.49	น้อยที่สุด

ที่มา: Sinjaru (2009, p. 111)

4. ผลการวิจัย

ผลจากการประเมินคุณภาพแล้วนำมาวิเคราะห์โดยใช้ค่าสถิติพื้นฐานเทียบกับเกณฑ์และสรุปผลดังแสดงใน ตารางที่ 2 และ 3 ดังนี้

ตารางที่ 2 ผลการประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามรูปแบบการเรียนรู้ด้วยตนเอง วิชา โปรแกรมนำเสนอ (Microsoft PowerPoint) สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนคุระบุรีชัยพัฒนาพิทยาคม

ข้อที่	รายการที่ประเมิน	$\bar{x}$	SD.	ความหมาย
1.	การแจ้งวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมให้ผู้เรียนทราบ	4.33	.58	ดี
2.	วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมสอดคล้องกับเนื้อหาบทเรียน	4.00	1.00	ดี
3.	เนื้อหามีความถูกต้อง ชัดเจน	4.33	.58	ดี
4.	ระดับของผู้เรียนกับเนื้อหาบทเรียนมีความเหมาะสม	4.00	.00	ดี
5.	เนื้อหาของบทเรียนมีการจัดลำดับการนำเสนอได้อย่างเหมาะสม	4.33	.58	ดี
6.	เนื้อหาของบทเรียนมีการจัดเรียงตามระดับความยากง่ายให้เหมาะกับผู้เรียน	4.33	.58	ดี
7.	เนื้อหาที่รูปภาพประกอบมีความเหมาะสมกัน	4.33	.58	ดี
8.	ภาษาที่ใช้ภายในบทเรียนมีความถูกต้อง	4.00	.00	ดี
9.	เนื้อหาของแบบทดสอบมีความครอบคลุมตรงตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	4.00	.00	ดี
10.	เนื้อหาที่นำมาใช้งานมีความเหมาะสมเมื่อใช้การนำเสนอบนโปรแกรม PowerPoint	4.33	.58	ดี
รวม		4.20	.48	ดี

จากตารางที่ 2 ผลการประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามรูปแบบการเรียนรู้ด้วยตนเอง วิชา โปรแกรมนำเสนอ (Microsoft PowerPoint) สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนคุระบุรีชัยพัฒนาพิทยาคมของผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน พบว่ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.20 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ .48 เมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานอยู่ในระดับดี

ตารางที่ 3 ผลการประเมินคุณภาพด้านเทคนิคผลิตสื่อของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามรูปแบบการเรียนรู้ด้วยตนเอง วิชา โปรแกรมนำเสนอ (Microsoft PowerPoint) สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนคุระบุรีชัยพัฒนาพิทยาคม

ข้อที่	รายการที่ประเมิน	$\bar{x}$	SD.	ความหมาย
1. ด้านตัวอักษร (Text)				
1.1	อุปกรณ์พกพามีการแสดงขนาดตัวอักษรสวยงามและเหมาะสม	4.00	.00	ดี
1.2	รูปแบบตัวอักษรอ่านง่าย และชัดเจน	4.33	.58	ดี
1.3	สีตัวอักษร และสีของพื้นที่ใช้มีความเหมาะสม	4.00	1.00	ดี
1.4	จัดวางตัวอักษรหรือข้อความในแต่ละส่วนบนอุปกรณ์พกพามีความเหมาะสม	4.00	.00	ดี
1.5	ข้อความที่ใช้มีความถูกต้องตรงตามหลักภาษา	4.00	.00	ดี
2. ด้านภาพนิ่ง (Image)				
2.1	อุปกรณ์พกพามีการแสดงขนาดภาพบนหน้าจอได้อย่างเหมาะสม	4.00	.00	ดี
2.2	สีและความชัดเจนของภาพ	4.33	.58	ดี
2.3	ภาพที่ใช้เพื่อสื่อความหมายในบทเรียนนั้นมีความเหมาะสม	4.00	.00	ดี
2.4	จัดสมดุลของการจัดวางภาพในอุปกรณ์พกพา	4.00	.00	ดี
3. ด้านวิดีโอ (Video)				
3.1	สอดคล้องกับเนื้อหา	3.33	.58	ปานกลาง
3.2	ขนาดของวิดีโอและตำแหน่งที่แสดงผลบนอุปกรณ์พกพามีความเหมาะสม	4.00	.00	ดี
4. ด้านปฏิสัมพันธ์ (Interactive)				
4.1	การควบคุมบทเรียนบนอุปกรณ์พกพาทำได้สะดวกและง่าย	4.67	.58	ดีมาก
4.2	ความเหมาะสมของการเชื่อมโยงเนื้อหาภายในหน่วยการเรียนรู้	4.67	.58	ดีมาก
รวม		4.10	.50	ดี

จากตารางที่ 3 ผลการประเมินคุณภาพเทคนิคผลผลิตสื่อของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามรูปแบบการเรียนรู้ด้วยตนเอง วิชา โปรแกรมนำเสนอ (Microsoft PowerPoint) สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนคุระบุรีชัยพัฒนาพิทยาคม ของผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน พบว่ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.10 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ .50 เมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ พบว่าอยู่ในระดับดี

ตารางที่ 4 ผลการศึกษาระดับคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามรูปแบบการเรียนรู้ด้วยตนเอง วิชา โปรแกรมนำเสนอ (Microsoft PowerPoint) สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนคุระบุรีชัยพัฒนาพิทยาคม

จำนวนผู้เรียน (คน)	คะแนนทดสอบจากแบบฝึกหัด (ก่อนเรียน) (คะแนนเต็ม 30 คะแนน)		คะแนนทดสอบจากแบบทดสอบ (หลังเรียน) (คะแนนเต็ม 30 คะแนน)	
	คะแนนเฉลี่ย $\bar{X}$	ร้อยละ E_1	คะแนนเฉลี่ย $\bar{X}$	ร้อยละ E_2
30	11.06	82.04	25.19	83.98

จากตารางที่ 4 พบว่าประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามรูปแบบการเรียนรู้ด้วยตนเอง วิชา โปรแกรมนำเสนอ (Microsoft PowerPoint) สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนคุระบุรีชัยพัฒนาพิทยาคม ประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้เป็น E_1/E_2 เท่ากับ 80/80 โดย E_1 มาจากคะแนนแบบฝึกหัด และ E_2 มาจากแบบทดสอบหลังเรียน พบว่า คะแนนจากการทำแบบฝึกหัดก่อนเรียน (E_1) ของแต่ละหน่วยมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 11.06 คิดเป็นร้อยละ 82.04 ของคะแนนเต็มและคะแนนแบบทดสอบหลังเรียน (E_2) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 25.19 คิดเป็น ร้อยละ 83.98 ของคะแนนเต็ม ดังนั้นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามรูปแบบการเรียนรู้ด้วยตนเอง วิชา โปรแกรมนำเสนอ เรื่องการใช้งานโปรแกรม Microsoft PowerPoint สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนคุระบุรีชัยพัฒนาพิทยาคม ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 82.04/83.98 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งเอาไว้

ตารางที่ 5 ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียน

การทดสอบ	คะแนนเต็ม	จำนวน (ผู้เรียน)	$\bar{X}$	SD.	สถิติ t	Sig.
ก่อนเรียน	30	30	11.06	5.43	t = 12.55 df = 35	.00
หลังเรียน	30	30	25.19	3.83		

จากตารางที่ 5 ผลเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยก่อนและหลังเรียน พบว่าคะแนนเฉลี่ยของผู้เรียนก่อนเรียนเท่ากับ 11.06 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 5.43 และค่าเฉลี่ยของผู้เรียนหลังเรียน เท่ากับ 25.19 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.83 ซึ่งค่า t ที่คำนวณได้มีค่า 12.55 และค่า Sig. เท่ากับ .00 จึงสรุปได้ว่า คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 6 ผลการศึกษาระดับความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามรูปแบบการเรียนรู้ด้วยตนเอง วิชา โปรแกรมนำเสนอ (Microsoft PowerPoint) สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนคุระบุรีชัยพัฒนาพิทยาคม

ข้อที่	รายการ	$\bar{X}$	SD.	ความหมาย
1. การนำเสนอเนื้อหาบทเรียนตามรูปแบบการเรียนรู้ด้วยตนเอง ด้วยโปรแกรม PowerPoint				
1.1	บทเรียนมีการใช้ภาษาสื่อสารที่เข้าใจได้ง่าย	4.33	.58	ดี
1.2	เนื้อหาวิชาเข้าใจง่าย	4.33	.58	ดี
1.3	การใส่เนื้อหาในแต่ละบทเรียนมีปริมาณที่เหมาะสม	4.33	.58	ดี
1.4	ตัวผู้เรียนสามารถศึกษาจนเข้าใจภายในเนื้อหาด้วยการเรียนรู้ด้วยตนเอง	4.33	.58	ดี
2. การออกแบบบทเรียนตามรูปแบบการเรียนรู้ด้วยตนเอง ด้วยโปรแกรม PowerPoint				
2.1	มีการใช้ตัวอักษรในบทเรียนที่มีรูปแบบเหมาะสม	4.00	.00	ดี
2.2	บทเรียนมีการใช้ตัวอักษรที่มีสีสันทันเหมาะสม และสบายตา	4.00	.00	ดี
2.3	มีบทเรียนที่ใช้ภาพกราฟิกอย่างเหมาะสม	4.00	.00	ดี
2.4	มีขนาดการแสดงผลของวิดีโออย่างเหมาะสม	4.33	.58	ดี
3. ประโยชน์จากการเรียนผ่านบทเรียนตามรูปแบบการเรียนรู้ด้วยตนเอง ด้วยโปรแกรม PowerPoint				
3.1	บทเรียนตามรูปแบบการเรียนรู้ด้วยตนเอง ด้วยโปรแกรม PowerPoint ให้ความรู้เกี่ยวกับเนื้อหาได้เช่นเดียวกับเรียนจากครูผู้สอน	3.67	.58	ดี
3.2	บทเรียนตามรูปแบบการเรียนรู้ด้วยตนเอง ด้วยโปรแกรม PowerPoint ทางผู้เรียนสามารถศึกษาบทเรียนได้ตลอดทุกที่ ทุกเวลา	4.67	.58	ดีมาก
รวม		4.20	.48	ดี

จากตารางที่ 6 พบว่าการศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามรูปแบบการเรียนรู้ด้วยตนเอง วิชา โปรแกรมนำเสนอ (Microsoft PowerPoint) สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนคุระบุรีชัยพัฒนาพิทยาคม โดยภาพรวมเฉลี่ยทั้ง 3 ด้าน พบว่า ผู้เรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับดี โดยค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.20 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ .48 พบว่าอยู่ในระดับดี

5. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิจัยมีการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ ช่วยสอนตามรูปแบบการเรียนรู้ด้วยตนเอง วิชา โปรแกรมนำเสนอ เรื่องการใช้งานโปรแกรม Microsoft PowerPoint สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนคุระบุรีชัยพัฒนาพิทยาคมในครั้งนี้สรุปได้ว่า ในเรื่อง บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชา โปรแกรมนำเสนอ (Microsoft PowerPoint) สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนคุระบุรีชัยพัฒนาพิทยาคม มีคุณภาพด้านเนื้อหาและเทคนิคผลิตสื่อโดยรวมอยู่ในระดับดี โดยคุณภาพด้านเนื้อหาเฉลี่ยเท่ากับ 4.20 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ .48 และคุณภาพด้านเทคนิคผลิตสื่อมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.10 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ .50 โดยรวมอยู่ในระดับดี และบทเรียนที่ได้พัฒนาขึ้นที่มีประสิทธิภาพเท่ากับ 80.67/80.22 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 80/80 ขณะที่ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน มีค่าเท่ากับ 11.06 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 5.43 และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนมีค่าเท่ากับ 25.19 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.83 และในส่วนของผู้เรียนพึงพอใจต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามรูปแบบการเรียนรู้ด้วยตนเอง วิชา โปรแกรมนำเสนอ (Microsoft PowerPoint) สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนคุระบุรีชัยพัฒนาพิทยาคม โดยรวมอยู่ในระดับดี โดยค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.20 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ .48

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามรูปแบบการเรียนรู้ด้วยตนเอง วิชา โปรแกรมนำเสนอเรื่องการใช้งานโปรแกรม Microsoft PowerPoint สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนคุระบุรีชัยพัฒนาพิทยาคมที่สร้างขึ้นนี้ ซึ่งสามารถอภิปรายผลที่ได้จากการทดสอบได้ โดยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามรูปแบบการเรียนรู้ด้วยตนเองมีคุณภาพทั้ง 2 ด้าน คือ ด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคผลิตสื่ออยู่ในระดับดี และประสิทธิภาพบทเรียนที่ได้พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ 80.67/80.22 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 เนื่องมาจากผู้วิจัยได้ออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามรูปแบบการเรียนรู้ด้วยตนเอง ตามหลักการออกแบบของ ADDIE Model ซึ่งมีขั้นตอนในการออกแบบสื่อการสอนที่ชัดเจนทั้งยังสามารถยืดหยุ่นได้ ทั้งยังช่วยประหยัดเวลาและงบประมาณในการออกแบบได้ ส่งผลให้บทเรียนที่พัฒนาขึ้นของทางผู้วิจัยนั้นมีคุณภาพจริงเมื่อนำมาทดสอบจริง รวมไปถึงเนื้อหาที่จัดทำในบทเรียนมีความครบถ้วนตรงตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ และมีการจัดลำดับเนื้อหาที่มีความต่อเนื่องกัน ตามลำดับ ตัวเครื่องมือมีการออกแบบที่ทำให้ผู้เรียนสามารถใช้งานง่าย ไม่ซับซ้อนเหมาะสมกับผู้เรียน รวมไปถึงมีการใส่ภาพประกอบที่ดึงดูดความสนใจ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Bairaksa and Srichailard (2020, pp. 964-965) ที่ผลการวิจัยพบว่า ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่พัฒนาขึ้นมีค่าเท่ากับ 83.83/82.33 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ 80/80 ขณะที่ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เนื่องจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามรูปแบบการเรียนรู้ด้วยตนเอง เมื่อทำการประเมินและพบว่า มีคุณภาพและประสิทธิภาพที่ดี เพราะผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง เมื่อเปรียบเทียบกับรูปแบบการสอนกันในห้องคอมพิวเตอร์ที่มีครูผู้สอนทำการสอนด้วยตนเอง บางครั้งผู้เรียนอาจเข้าถึงวิชาที่เรียนได้ไม่เต็มที่ เนื่องจากครูผู้สอนต้องสอนและดูแลผู้เรียนหลายคน หรือผู้เรียนบางคนไม่กล้าสอบถามครูผู้สอน การให้ผู้เรียนศึกษาผ่านบทเรียนทางคอมพิวเตอร์ด้วยตนเอง ช่วยเอื้อให้เด็กทุกคนสามารถเข้าถึงการเรียนรู้ได้ทั่วถึงทั้งหมด ทั้งยังกระตุ้นให้เด็กเรียนรู้ได้โดยตลอดและสามารถกลับมาเรียนซ้ำได้อีก จึงส่งผลทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนสูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ Phengson and Srichailard (2018) ที่พบว่า บทเรียนช่วยสอนที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ 80.22/81.67 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่พัฒนาขึ้นสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 และผู้เรียนมีความพึงพอใจด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่พัฒนาขึ้นในระดับดี โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.44 และมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ .17 แสดงให้เห็นว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถช่วยเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้จริง และในเรื่องของผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามรูปแบบการเรียนรู้ด้วยตนเอง วิชา โปรแกรมนำเสนอ (Microsoft PowerPoint) สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนคุระบุรีชัยพัฒนาพิทยาคม โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด โดยค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.20 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.48 เนื่องจาก รูปแบบการสร้างความรู้ด้วยตนเอง ตอบสนองผู้เรียนสามารถเข้าไปศึกษาบทเรียนนั้น ๆ ได้ตลอดเวลา ทำให้ผู้เรียนมีความสะดวกสบายในการเรียนรู้และในการเรียนรู้นั้นผู้วิจัยได้ใช้ทฤษฎีบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ตามรูปแบบการเรียนรู้ด้วยตนเอง (Khamanee, 2002, pp. 6-10) ทำให้ผู้เรียนสามารถเข้าไปศึกษาเรียนรู้ได้ด้วยตนเองจากที่ต่าง ๆ เช่น บ้าน ห้องสมุด เป็นต้น ผ่านอุปกรณ์พกพาได้ด้วยตัวเอง นับเป็นประโยชน์โดยเฉพาะในช่วงสถานการณ์โรคโควิด-19 ในขณะนี้ ที่สถานศึกษามักหยุดเรียนบ่อย ๆ ทำให้ผู้เรียนยังสามารถเข้าถึงการเรียนรู้ผ่านบทเรียนคอมพิวเตอร์ได้ด้วยตนเองได้ตลอดเวลา สอดคล้องกับงานวิจัยของ Yimlamai and Srichailerd (2020, pp. 1048-1058) นักเรียนมีความพึงพอใจภายหลังได้รับการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ออนไลน์ร่วมกับการเรียนแบบผสมผสาน วิชา การใช้งานโปรแกรม Microsoft PowerPoint 2013 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนอุ้มทอง มีค่าเท่ากับ 4.70 โดยมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.48

6. ข้อเสนอแนะ

ทางผู้วิจัยขอเสนอแนะให้นำไปปรับใช้ในรายวิชาอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น วิชาโปรแกรมนำเสนอ และวิชาการออกแบบการนำเสนอ เป็นต้น ผู้สอนควรเตรียมการ/ศึกษาผลที่เกิดขึ้นในการจัดกิจกรรมกลุ่มในระบบออนไลน์ให้ชัดเจน ซึ่งช่วยสามารถดำเนินกิจกรรมมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นตัวกระตุ้นและส่งเสริมให้ผู้เรียนสนใจและเข้าใจในบทเรียนทางด้านคอมพิวเตอร์ได้ง่ายยิ่งขึ้น ดังนั้นสามารถนำไปสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์รูปแบบต่าง ๆ ให้ผู้เรียนได้ใช้งาน อาจทำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบ ที่มีระบบโต้ตอบ (Chat) ให้ผู้เรียนสามารถสอบถามจุดที่สงสัยในวิชาเรียนจากครูผู้สอนได้ตลอดเวลา หากมีการวิจัยในครั้งต่อไป ควรทำการศึกษาวิจัยพัฒนาบทเรียนให้สามารถทำงานแบบมี Interactive กับผู้เรียนให้มากกว่านี้ เช่น การแสดงผลแบบ Pop-up ต่าง ๆ เพื่อทำให้บทเรียนมีประสิทธิภาพและคุณภาพที่สูงขึ้น

เอกสารอ้างอิง

- Bairaksa, C., & Srichailard, P. (2020). The development of computer assisted instruction lessons by using think pair share techniques a case study of using Microsoft PowerPoint for Mathayomsuksa 1 students at Tessaban 2 Wat Saneha School (Samak Phol Padung). In V. Pinkaew (Ed.), *The 10th NPRU National Academic Conference, Nakhon Pathom Rajabhat University: Fostering the King's Philosophy in Research and Sustainability Regional Development* (pp. 958-966). Nakhon Pathom Rajabhat University. (in Thai)
- BBC New. (2020, 12 March). *Coronavirus: WHO declares COVID-19 a global 'pandemic'*. <https://www.bbc.com/thai/international-51838536> (in Thai)
- Chansap, J. (2013). *The development of computer-assisted instruction on main component and using computer of grade level 1 for Protom Suksa 3 students: The elementary demonstration school of Bansomdejchaopraya Rajabhat University*. Bansomdejchaopraya Rajabhat University. (in Thai)
- Grow, G. O. (1991). Teaching learners to be self-directed. *Adult Education Quarterly*, 41(3), 125-149.
- Hannafin, M. J., & Peck, K. L. (1988). *The design, development, and evaluation of instructional software*. Macmillan.
- Kaewsuphan, P., & Jaroenkornburi, S. (2014). The development of learning achievement in Microsoft PowerPoint 2007 subject for Mattayomsuksa II Students of Khok phochai Suksa School through web-based instruction. *Journal of Education, Graduate Studies Research, Khon Kaen University*, 8(2), 108-116. (in Thai)
- Khamanee, T. (2002). *Self-knowledge theory: Pedagogical science, knowledge for organizing effective learning processes*. Chulalongkorn University Press. (in Thai)
- Kiangkham, D. (2009). *The complete PowerPoint guides*. Provision. (in Thai)
- Laohacharasang, T. (2002). *Designing e-Learning web design and building principles for teaching*. Arun. (in Thai)
- Malitong, K. (1993). *Contemporary educational technology* (2nd ed.) Chulalongkorn University. (in Thai)
- Masangsom, P. (2000). *A study of some factors related to self - directed learning readiness* [Master's thesis]. Srinakharinwirot University. (in Thai)

- Ministry of Education. (2002). *The National Education Act, B.E. 2542 (No. 2) and its amendments BE 2545*. Author. (in Thai)
- Pengson, N., & Srichailert, P. (2018, March 29-30). The development of computer-assisted instruction on the use of Microsoft PowerPoint for grade 6 students by using self-knowledge theory: A case study Municipal School 4 (Chao Na Preecha Uthit). In V. Pinkaew (Ed.), *The 10th NPRU National Academic Conference, Nakhon Pathom Rajabhat University: Fostering the King's Philosophy in Research and Sustainability Regional Development* (pp. 429-438). Nakhon Pathom Rajabhat University. (in Thai)
- Phromwong, C. (2013). Testing media performance or teaching series. *Silpakorn Education Research Journal*, 5(1), 7-19. (in Thai)
- Pimbaotham, N. (2013). *Development of computer-assisted instruction on the Internet for people with hearing impairments by providing problem-based learning science course Secondary school Year 1* [Master's thesis]. Phra University of Technology Chom Klao. (in Thai)
- Poovijit, J. (2017). *Efficiency in online learning management of digital age*. <http://www.nidtep.go.th/2017/publish/doc/20210827.pdf> (in Thai)
- Pruettikul, S. (2015). *learner quality caused by the learning process*. Burapa University. (in Thai)
- Puttinatphaisan, N., & Srichailerd, P. (2019). The development of computer-assisted instruction in a game-based format self-study in computer course for students in Mathayom Suksa 1 School, Municipality 2, Sanha Temple (Sam Pholphadung). In T. Areerat (Ed.), *The 5th National Academic Conference: Technology and Innovation Management* (pp. 1329-1335). Faculty of Information Technology Maha Sarakham Rajabhat University. (in Thai)
- Rajamangala University of Technology Lanna. (2021). *Knowledge management: Teaching management in Covid-19 situation*. <https://bit.ly/3uyXWol> (in Thai)
- Saisophon, R. (2009). *Self-directed learning: SDL*. Off-school Education. (in Thai)
- Saso, K. (2012). *Development of computer-assisted instruction on creating web pages in HTML for learners Level 3 vocational certificate* [Master's thesis]. Songkhla Rajabhat University. (in Thai)
- Sinjaru, T. (2009). *Research and data analyzing by SPSS* (10th ed.). Business R&D. (in Thai)
- Srisaat, B. (2013). *Preliminary research* (9th ed.). Suveriyasarn. (in Thai)
- Tianthong, M. (2011). *Design and development of courseware for computer-assisted instruction* (3rd ed.). Department of Computer Studies, Faculty of Industrial Education, King Mongkut's Institute of Technology. (in Thai)
- Yimlamai, M., & Srichailerd, U. (2020, July). The development of online learning media, book format research project computer education department Nakhon Pathom Rajabhat University. In V. Pinkaew (Ed.), *The 12th NPRU National Academic Conference Nakhon Pathom Rajabhat University: King's Philosophy and Research for Life Balance in Disruptive Technology Era* (pp. 1048-1058). Nakhon Pathom Rajabhat University. (in Thai)

ระบบทบทวนมาตรฐานผลการเรียนรู้ตามมาตรฐานการศึกษาด้วยหลักการ Machine Learning

SYSTEM OF REVIEW LEARNING OUTCOMES STANDARD BY MACHINE LEARNING PRINCIPLES

ไพจิตร สุขสมบูรณ์*
Paijit Sukomboon*

Received: October 27, 2021

Revised: February 1, 2022

Accepted: April 25, 2022

ABSTRACT

The researcher has developed system of review learning outcomes standard by machine learning principles, and studied the achievement by learning outcomes. By creating a model from the learning outcomes according to the standard of 40 subjects, analyzing, selection subjects group by similar expected learning outcomes characteristics of 31 columns in five areas by defining the level of inheritance for learning outcomes, three levels are 0-no expected, 1-expected a little, and 2-expected outcome must be achieved, to use the principles of machine learning, group the appropriate subjects to part of measure learning achievement. Then study the learning achievement to review the learning outcome standard of the target group curricula. As support guidelines on the decision-making concerning the curriculum development in future, the results of research concluded that prototype system based on the machine learning and studied the achievement by learning outcomes which summarized into two aspects as follows that; 1) Assessment of the importance of the overall information was at a high level (86.67%), focusing on information on learning outcomes standards in the highest level (96%), information on curriculum objectives/goals in the highest level (93.33%), and information on teaching behaviors in the highest level (90%), respectively. 2) Assessment to use of information on the prototype system showing the consist of teaching, course description and expected learning outcome at the highest level (92%), has resulted in the review of curriculum mapping for the next curriculum improvement at the highest level (96.67%). Therefore, this model system can be used to review learning outcomes according to educational standards and to support decision-making in curriculum development.

Keywords: Review systems; Learning outcome standard; Educational standard; Machine learning

*Corresponding author E-mail: paijitn@gmail.com

คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง จ.ลำปาง 52100
Faculty of Industrial Technology, Lampang Rajabhat University,
Lampang 52100 Thailand

บทคัดย่อ

ผู้วิจัยได้พัฒนาระบบต้นแบบในการทบทวนผลการเรียนรู้ของรายวิชาตามมาตรฐานการเรียนรู้ของหลักสูตรด้วยหลักการ Machine learning โดยสร้างตัวแบบจากผลการเรียนรู้ตามมาตรฐานรายวิชาจำนวน 40 รายวิชา และวิเคราะห์คัดเลือกกลุ่มวิชาที่มีคุณลักษณะ 31 คอลัมน์ที่คาดหวังใกล้เคียงกันในการการเรียนรู้ 5 ด้านตามที่กำหนดในมาตรฐานการศึกษาระดับอุดมศึกษา โดยกำหนดระดับการถ่ายทอดให้เกิดผลการเรียนรู้ 3 ระดับ คือ 0-ไม่คาดหวัง 1-คาดหวังผลลัพธ์เล็กน้อย และ 2-ต้องเกิดผลลัพธ์ที่คาดหวัง และนำมาจัดกลุ่มตัวแบบที่เหมาะสม จากนั้นศึกษาผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้เพื่อนำมาทบทวนมาตรฐานผลการเรียนรู้ของหลักสูตรกลุ่มเป้าหมาย และเป็นแนวทางในการสนับสนุนการตัดสินใจในการปรับปรุงคุณภาพหลักสูตรต่อไปในอนาคต ผลการวิจัยสรุปได้ว่า ระบบต้นแบบและผลสัมฤทธิ์การเรียนการสอนที่ได้รับสามารถสรุปได้ 2 ด้าน 1) ด้านการประเมินผลด้านความสำคัญของข้อมูลโดยรวมอยู่ในระดับสูง คิดเป็นร้อยละ 86.67 โดยให้ความสำคัญในเรื่องข้อมูลมาตรฐานผลการเรียนรู้ในระดับสูงที่สุด คิดเป็นร้อยละ 96 ข้อมูลวัตถุประสงค์/เป้าหมายของหลักสูตรในระดับสูงที่สุด คิดเป็นร้อยละ 93.33 และข้อมูลพฤติกรรมการสอนในระดับสูงที่สุด คิดเป็นร้อยละ 90 2) ด้านประเมินการใช้สารสนเทศบนระบบต้นแบบ แสดงถึงความสอดคล้องเกี่ยวกับการสอนคำอธิบายรายวิชา และมาตรฐานผลการเรียนรู้ที่กำหนดในระดับสูงที่สุด คิดเป็นร้อยละ 92 ทำให้เกิดการทบทวนแผนที่มาตรฐานผลการเรียนรู้ เพื่อนำมาใช้ในการปรับปรุงหลักสูตรอยู่ในระดับสูงที่สุด คิดเป็นร้อยละ 96.67 ดังนั้น สรุปได้ว่าระบบต้นแบบนี้สามารถนำใช้ทบทวนมาตรฐานผลการเรียนรู้ตามมาตรฐานการศึกษาและสนับสนุนการตัดสินใจในการพัฒนาหลักสูตรได้

คำสำคัญ: ระบบทบทวน; มาตรฐานผลการเรียนรู้; มาตรฐานการศึกษา; เรียนรู้แบบเครื่องกล

1. บทนำ

การศึกษาระดับอุดมศึกษาเป็นการศึกษาขั้นสูง จัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ซึ่งสัมพันธ์กับผลการเรียนรู้ที่มุ่งหมายให้เกิดขึ้นแก่นักศึกษาในระดับอุดมศึกษา 5 ด้าน ตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษา (Hiangrat et al., 2018, pp. 33-47) ที่กำหนดมาตรฐานผลการเรียนรู้ของแต่ละระดับคุณวุฒิที่ประกอบด้วย ระดับของคุณวุฒิ ลักษณะของหลักสูตรในแต่ละระดับคุณวุฒิ ปริมาณการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับเวลาที่ต้องใช้ รวมถึงแผนที่กระจายความรับผิดชอบในหลักสูตร (Curriculum mapping) โดยมุ่งหวังให้ผู้เรียนพัฒนาขึ้นจากการเรียนรู้ทั้ง 5 ด้าน ที่มีตัวเลือกผลการเรียนรู้ตามมาตรฐานทั้ง 31 รายการ โดยแต่ละหลักสูตรต้องศึกษาการจัดการเรียนรู้ที่และเลือกผลการเรียนรู้ที่เหมาะสม (Sawekngam, 2016, p. 13) ได้ให้ความหมายของ ผลการเรียนรู้ (Learning outcomes) หมายถึงสิ่งที่ผู้เรียนสามารถทำได้อันเป็นผลมาจากการเรียนรู้ของผู้เรียน เป็นการแสดงออกถึงการเรียนรู้ของผู้เรียน ทั้งความรู้ ทักษะการคิด ทักษะการปฏิบัติ และคุณลักษณะอันพึงประสงค์

ทุกปีการศึกษา หลักสูตรในระดับอุดมศึกษาต้องจัดทำรายละเอียดของรายวิชา พร้อมแผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่ง Sawekngam (2016, p. 13) ได้ให้ความหมายของ การจัดการเรียนรู้ หมายถึงการดำเนินการหรือการจัดสภาพการณ์ของการเรียนการสอนตามหลักการหรือทฤษฎี ของผู้สอน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ ตามจุดมุ่งหมายที่กำหนด หากสิ้นสุดภาคเรียนให้จัดส่งรายงานผลการดำเนินการของรายวิชา ทบทวนผลสัมฤทธิ์การเรียนการสอนในการประกันคุณภาพการศึกษา และผลนำมาวิเคราะห์เพื่อการประเมินคุณภาพของหลักสูตรตามที่กำหนดตามมาตรฐานการเรียนรู้ไว้ สำหรับนำมาใช้พัฒนาการเรียนการสอนแต่ละรายวิชา และบริหารจัดการหลักสูตรต่อไป อย่างไรก็ตาม เพื่อให้บรรลุเป้าหมายหลักสูตร ต้องทราบถึง ธรรมชาติของการจัดการเรียนการสอนในระดับอุดมศึกษามุ่งประกอบที่สัมพันธ์กัน คือ คน (ผู้เรียนและผู้สอน) องค์ความรู้ และสังคม (Ma-oon, 2016, pp. 169-176) ที่เป็นปัจจัยทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนในการเรียนรู้ที่คาดหวังได้ ซึ่งสำหรับผู้สอนมักจะดำเนินการตามคำอธิบายและผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ของผู้เรียน จนบางครั้งละเลยเป้าหมาย ความสอดคล้องของกลุ่มรายวิชา และประเมินผลการเรียนรู้ตามรายวิชาที่กำหนดไว้อย่างครบถ้วน ซึ่งหากมีตัวแบบผลการเรียนรู้ที่สามารถสะท้อนให้เห็นถึงผลความสอดคล้องและสร้างความตระหนักรู้แก่ผู้ที่เกี่ยวข้องเพื่อย้อนกลับไปคิดวิเคราะห์เป้าหมายหลักสูตรและสมรรถนะของนักศึกษาได้ เพื่อใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อการพัฒนาหลักสูตรในรอบถัดไป เมื่อได้ศึกษาเรื่อง Machine learning ที่ SAS Institute (2022, Online) ได้กล่าวไว้ ทำให้ทราบถึงวิธีการและกระบวนการในการทำงานของ Machine learning และเมื่อศึกษางานวิจัยของ Sae-Wong (2018, pp. 59-61) ที่ได้สร้างตัวแบบการเรียนรู้เช่นเดียวกับตัวบ่งชี้จำารมณโกรธของลูกค้า ในบริบทของข้อมูลเสี่ยงสนทนา ระหว่างลูกค้าและเจ้าหน้าที่ของศูนย์ให้บริการข้อมูล ด้วยการจำแนกเสียงโกรธในบทสนทนาของศูนย์ให้บริการข้อมูลด้วยสกัดคุณลักษณะทางคลื่นเสียง และงานวิจัยของ Arreerard (2018, pp. 45-49) ที่สามารถจำแนกประเภทข้อความที่เข้าข่ายหมิ่นประมาทบนสื่อสังคมออนไลน์โดยเสนอคุณลักษณะด้วยการใช้เอ็น-แกรม คลังคำศัพท์จากศาสตร์ และโครงสร้างไวยากรณ์

โดยกำหนดชุดข้อมูลเพื่อฝึกสอนให้เกิดตัวแบบการเรียนรู้ตามหลักการ Machine learning และวัดประสิทธิภาพของตัวแบบก่อนใช้งานต่อไป

จากแนวความคิดในการสร้างตัวแบบผลการเรียนรู้ ผู้วิจัยจึงได้นำวิธีการหลักการ Machine learning แบบ Unsupervised โดยพิจารณาความสอดคล้องของผลการเรียนรู้ของแต่ละรายวิชาในหลักสูตรที่ต่างกัน ด้วยหลักเกณฑ์ในการเลือกจำนวนกลุ่มที่มีคุณลักษณะที่สนใจเหมือนกันจากข้อมูลผลการเรียนรู้ จำนวน 31 รายการแต่ละรายวิชาจำนวน 40 รายวิชา และสร้างตัวแบบด้วยเทคนิค K-means clustering ด้วยวิธี Silhouette (Thachai, 2017, Online) สามารถจัดกลุ่มตามผลการเรียนรู้ได้ 3 กลุ่มที่มีค่าความถูกต้องของตัวแบบคิดเป็นร้อยละ 72.5 ซึ่งรายชื่อยวิชาที่จัดอยู่ในแต่ละกลุ่มจะสะท้อนให้ผู้ที่เกี่ยวข้องเห็นถึงผลการเรียนรู้ว่าสอดคล้องกับเป้าหมายของหลักสูตร และมุ่งเน้นให้เกิดสมรรถนะแก่นักศึกษาแต่ละชั้นปีหรือไม่ ทั้งนี้ ผู้วิจัยได้สร้างต้นแบบระบบทบทวนมาตรฐานผลการเรียนรู้ตามมาตรฐานการศึกษาด้วยการวิเคราะห์และออกแบบตามกระบวนการทางวิศวกรรมซอฟต์แวร์ โดยรวบรวมและแสดงผลการเรียนรู้ตามมาตรฐานรายวิชาของแต่ละรายวิชาผ่านเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ที่มีนักศึกษาของหลักสูตรเป้าหมายร่วมประเมินจำนวน 17 รายวิชา รวมทั้งสิ้น 87 รายการ และผลพฤติกรรมการสอนของคณาจารย์ผ่านระบบสนับสนุนการตัดสินใจเกี่ยวกับคุณภาพของการสอนของอาจารย์ด้วยการวิเคราะห์ฐานข้อมูลด้านวิชาการแบบหลายมิติ (Suksomboon & Suksomboon, 2018, pp. 54-66) เพื่อรายงานผลสัมฤทธิ์ให้ผู้เกี่ยวข้องได้ทราบถึงความคิดเห็นที่ตอบกลับหลายมิติมากขึ้น ด้วยเหตุที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยจึงเล็งเห็นการพิจารณาการจัดกลุ่มผลการเรียนรู้จากแผนที่กระจายความรับผิดชอบต่อผลการเรียนรู้ในแต่ละรายวิชา และเมื่อสร้างต้นแบบผลการเรียนรู้ตามหลักการของ Machine learning และประเมินผล จะเกิดการศึกษาค้นคว้าเพื่อปรับปรุงการปรับปรุงการปรับปรุงค่าสมรรถนะหลักในแผนที่กระจายความรับผิดชอบต่อผลการเรียนรู้ในแต่ละรายวิชาที่ส่งผลการเรียนรู้ในภาพรวมของหลักสูตรเพื่อนำมาสร้างตัวแบบผลการเรียนรู้ที่คาดหวังอย่างแท้จริง และใช้ระบบต้นแบบนี้ทบทวนมาตรฐานผลการเรียนรู้ตามมาตรฐานการศึกษา และสนับสนุนการตัดสินใจในการพัฒนาหลักสูตรได้

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

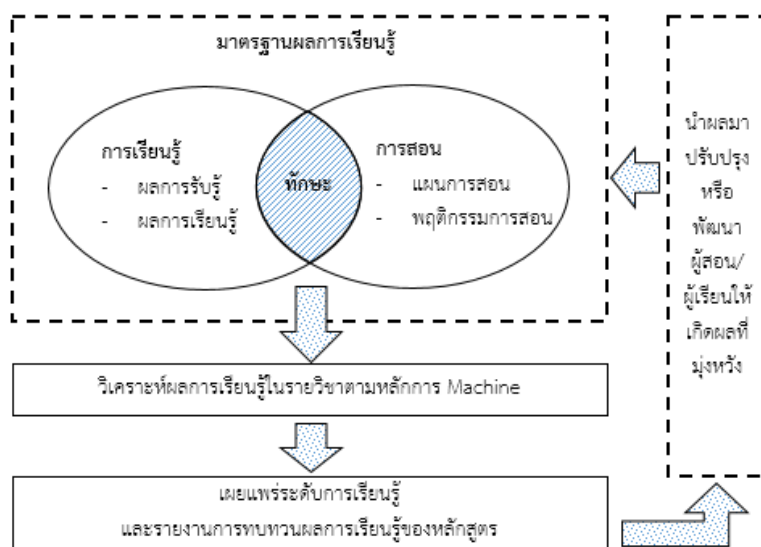
Sawekngam (2016, p. 13) ได้ให้ความหมายผลการเรียนรู้ หมายถึงสิ่งที่ผู้เรียนสามารถทำได้อันเป็นผลมาจากการเรียนรู้ของผู้เรียน เป็นการแสดงออกถึงการเรียนรู้ของผู้เรียน ทั้งความรู้ ทักษะการคิด ทักษะการปฏิบัติ และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ซึ่งทุกหลักสูตรมักคาดหวังผลลัพธ์ปลายทางสูงสุด ดังนั้น การพัฒนาหลักสูตรจึงควรทบทวนมาตรฐานผลการเรียนรู้เพื่อใช้ในการทบทวนผลการเรียนรู้ในแต่ละรายวิชาโดยการจัดกลุ่มผลการเรียนรู้เดิมในแผนที่กระจายความรับผิดชอบในหลักสูตร ด้วยหลักการ Machine learning โดยที่ SAS Institute (2022, Online) กล่าวถึงการเรียนรู้ของเครื่องหรือ Machine learning ว่าเป็นรูปแบบหนึ่งของการวิเคราะห์ข้อมูล ที่ดำเนินการวิเคราะห์ด้วยแบบจำลองอย่างเป็นอัตโนมัติ ทั้งนี้ Sae-Wong (2018, pp. 59-61) ได้พัฒนาตัวแบบรู้จำอารมณ์โกรธของลูกค้าในบริบทของข้อมูลเสียงสนทนาระหว่างลูกค้าและเจ้าหน้าที่ของศูนย์ให้บริการข้อมูล โดยใช้คุณลักษณะทางคลื่นเสียงจำแนกการโต้ตอบที่เป็นอารมณ์โกรธและอารมณ์ปกติเท่านั้น จากข้อมูลที่ใช้พัฒนาตัวแบบจำนวน 1,345 รอบการโต้ตอบ ซึ่งพบว่าประสิทธิภาพของตัวแบบมีความถูกต้องสอดคล้องคิดเป็นร้อยละ 85.53 ที่สามารถนำไปทำนายการโต้ตอบที่เป็นอารมณ์โกรธและอารมณ์ปกติเพื่อประโยชน์ใช้งานด้านการสนทนาระหว่างเจ้าหน้าที่และลูกค้าของศูนย์บริการในอนาคต และ Arreerard (2018, pp. 45-49) ได้พัฒนาวิธีการสำหรับการจำแนกประเภทข้อความที่เข้าข่ายหมิ่นประมาทบนสื่อสังคมออนไลน์ โดยพิจารณาคุณลักษณะจาก เอ็น-แกรม คลังคำศัพท์จากศาสตร์ และโครงสร้างไวยากรณ์ ด้วยวิธีการของ Machine learning ในการจำแนกประเภทข้อความ พบว่าขั้นตอนวิธีการต่าง ๆ การเลือกคุณลักษณะของข้อความเพื่อใช้ในการจำแนกข้อความส่งผลต่อประสิทธิภาพของการจำแนกประเภทอย่างมาก

สมมติฐานการวิจัย การพัฒนาระบบต้นแบบในการทบทวนผลการเรียนรู้ โดยเลือกวิธีคัดเลือกคุณลักษณะด้วยการลดมิติข้อมูลจากมาตรฐานผลการเรียนรู้จำนวน 31 รายการ คำนวณดัชนีความสำคัญของคุณลักษณะ และคัดเลือกเซตของคุณลักษณะที่ดี สร้างตัวแบบด้วยการพิจารณาระดับการถ่ายทอดให้เกิดผลการเรียนรู้ และจัดกลุ่มตามผลการเรียนที่คาดหวังอย่างเหมาะสมตามหลักการ Machine learning เมื่อได้กลุ่มนำมาพัฒนาด้านระบบตามกระบวนการทางวิศวกรรมซอฟต์แวร์ รวบรวมผลประเมินวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ และรายงานผลสัมฤทธิ์ที่ได้รับ เพื่อให้ผู้สอนได้เล็งเห็นผลการเรียนรู้ที่ผู้เรียนตอบรับและประเมินกลับ และให้ผู้บริหารหลักสูตรได้ตระหนักถึงผลการเรียนรู้ในแต่ละรายวิชาเข้าข่ายตามกลุ่มตัวแบบ เป้าหมายหลักสูตร และสมรรถนะของนักศึกษาที่คาดหวังอย่างแท้จริง เพื่อนำไปใช้พัฒนาหลักสูตรในรอบถัดไป

3. วิธีดำเนินการวิจัย

กรอบแนวคิดในการวิจัย

กรอบแนวคิดในการวิจัยที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นโดยศึกษาวิธีการจัดกลุ่มโดยพิจารณาแผนที่กระจายความรับผิดชอบต่อผลการเรียนรู้ทุกรายวิชาที่กำหนดผลการเรียนรู้ไว้ และนำมาจัดทำตัวแบบในการศึกษาและวิเคราะห์ผลการเรียนรู้ตามหลักการของ Machine learning โดยสร้างต้นแบบระบบทบทวนมาตรฐานผลการเรียนรู้ตามมาตรฐานการศึกษา ในการรวบรวมผล วิเคราะห์ผล และรายงานผลเพื่อใช้ในการศึกษาผลสัมฤทธิ์สำหรับพัฒนาคุณภาพการศึกษาต่อไป ซึ่งสามารถแสดงกรอบแนวคิดในการวิจัยได้ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

ขอบเขตงานวิจัย

ขอบเขตด้านเนื้อหา การศึกษามาตรฐานการเรียนรู้และเลือกเทคนิคการแบ่งกลุ่มตามหลัก Machine learning ที่เหมาะสมเพื่อนำมาประยุกต์ใช้ในการพัฒนาแบบจำลองตามหลักการ Machine learning และนำไปใช้กิจกรรมการทบทวนผลการเรียนรู้แต่ละรายวิชาของหลักสูตรวิทยาลัยการศึกษาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมซอฟต์แวร์

ขอบเขตประชากร นักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมซอฟต์แวร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี และอาจารย์ของหลักสูตรเป้าหมาย

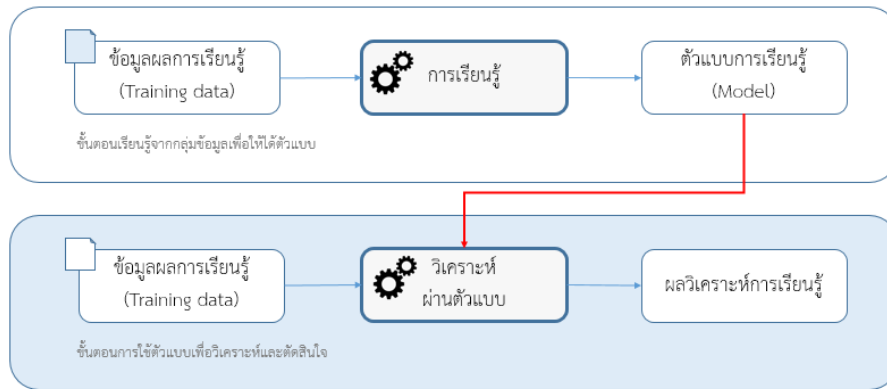
ขอบเขตด้านตัวแปร ประกอบด้วย ตัวแปรต้น คือผู้รับผิดชอบการสอน แผนการสอน ผลการเรียนรู้ที่มุ่งหวัง ตัวแปรตามคือการทบทวนผลการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้ และ ตัวแปรทดลอง คือนักศึกษา พฤติกรรมการสอน

วิธีการดำเนินงานวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ มีขั้นตอนการสร้างเครื่องมือในการวิจัยครั้งนี้ มีขั้นตอนการสร้างเครื่องมือวิจัย ตามลำดับดังนี้

1. ศึกษาข้อมูลการจัดการศึกษาของประชากรและหลักสูตรเป้าหมาย ได้แก่ นักศึกษา ผู้สอน รายวิชาเรียน การจัดตารางเรียนในแต่ละภาคเรียน สรรวจแผนการเรียนและผลการเรียนรู้ที่พึงประสงค์

2. ออกแบบระบบฐานข้อมูล และส่วนบริหารจัดการผลการทบทวนการเรียนรู้และพฤติกรรมการสอน และเริ่มสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือวิจัย

2.1 การเรียนรู้จากกลุ่มข้อมูลสำหรับต้นแบบระบบ วิเคราะห์ข้อมูล และสร้างตัวแบบ ดังนี้

(1) การจัดเตรียมข้อมูลผลการเรียนรู้ที่เหมาะสม จากกลุ่มข้อมูลผลการเรียนรู้ของหมวดวิชาเฉพาะด้านที่จำแนกผลการเรียนรู้ตามมาตรฐานรายวิชาของแต่ละรายวิชาของสาขาวิชาต้นแบบ จำนวน 40 รายวิชา

(2) จัดหาวิธีการวิเคราะห์จำนวนกลุ่ม ด้วยหลักเกณฑ์ในการเลือกจำนวนกลุ่มที่มีคุณลักษณะที่สนใจเหมือนกันหรือคล้ายกันจากข้อมูลผลการเรียนรู้ จำนวน 31 คอลัมน์

กลุ่ม R11-R17 คือ ผลการเรียนรู้ด้านคุณธรรม จริยธรรม

กลุ่ม R21-R28 คือ ผลการเรียนรู้ด้านความรู้

กลุ่ม R31-R34 คือ ผลการเรียนรู้ด้านทักษะทางปัญญา

กลุ่ม R41-R46 คือ ผลการเรียนรู้ด้านทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและความสามารถในการรับผิดชอบ

กลุ่ม R51-R54 คือ ผลการเรียนรู้ด้านทักษะในการวิเคราะห์เชิงตัวเลข การสื่อสาร และการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ แปลงผลค่าความรู้ให้เกิดความแปรปรวนแบบคงที่ด้วยคำสั่งได้ผลลัพธ์ของ Instance ดังรูปที่ 3

	R11	R12	R13	R14	R15	R16	R17	R21	R22	R23	...	R41	R42	R43	R44	R45
0	-0.577350	-3.000000	-0.774597	-0.5	-0.577350	-0.333333	-0.57735	0.160128	0.615882	1.527525	...	-0.377964	-0.615882	-0.26968	0.333333	-0.284751
1	-0.577350	0.333333	-0.774597	2.0	1.732051	-0.333333	-0.57735	0.160128	0.615882	-0.654654	...	-0.377964	-0.615882	-0.26968	0.333333	-0.284751
2	1.732051	0.333333	-0.774597	-0.5	-0.577350	-0.333333	-0.57735	0.160128	0.615882	-0.654654	...	-0.377964	-0.615882	-0.26968	0.333333	-0.284751
3	-0.577350	0.333333	-0.774597	-0.5	-0.577350	-0.333333	-0.57735	0.160128	-1.623688	-0.654654	...	-0.377964	-0.615882	-0.26968	0.333333	-0.284751
4	1.732051	0.333333	-0.774597	-0.5	-0.577350	-0.333333	-0.57735	0.160128	0.615882	-0.654654	...	-0.377964	-0.615882	-0.26968	0.333333	-0.284751

5 rows × 29 columns

รูปที่ 3 ตัวอย่างค่าผลการเรียนรู้ ที่ได้จากปรับค่าข้อมูลให้แปรปรวนน้อยที่สุด (5 Samples)

ทั้งนี้ ผู้วิจัยได้วิเคราะห์กลุ่มด้วยเทคนิค Silhouette เพื่อกำหนด Cluster ที่เหมาะสมที่สุดสำหรับต้นแบบ จากสมการที่ 1

$$s(i) = \begin{cases} 1 - a(i)/b(i), & \text{if } a(i) < b(i) \\ 0, & \text{if } a(i) = b(i) \\ b(i)/a(i) - 1 & \text{if } a(i) > b(i) \end{cases} \quad (1)$$

โดยแต่ละรอบของ Instance ที่ i , ให้ $a(i)$ เป็นค่าเฉลี่ยความต่าง (Dissimilarity) ที่ i กับทุก Instances ใน Cluster เดียวกัน $b(i)$ เป็นค่าเฉลี่ยความต่างที่มีค่าน้อยที่สุดของ i กับ Cluster อื่นที่ไม่ใช่สมาชิก (Thachai, 2017, Online)

(3) การวัดประสิทธิภาพตัวแบบ จากในภายในตาราง Confusion matrix ที่ใช้วิธีการแก้ปัญหา Classification กลุ่มข้อมูล ด้วยสมการต่อไปนี้

1) การวัดความแม่นยำของข้อมูล (Precision) จากสมการที่ 2

$$\frac{TP}{TP + FP} \quad (2)$$

2) การวัดความถูกต้องของตัวแบบ (Recall) จากสมการที่ 3

$$\frac{TP}{TP + FN}$$

(3)

3) การวัดความถูกต้องของตัวแบบ (Accuracy) จากสมการที่ 4

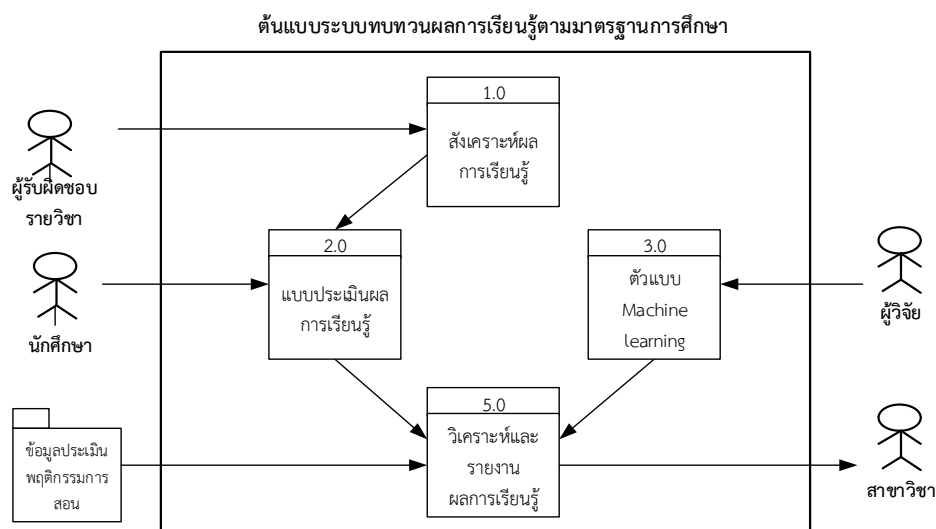
$$\frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN}$$

(4)

โดยที่ True Positive (TP) คือ สิ่งที่โปรแกรมทำนายว่า “จริง” และมีค่าเป็น “จริง” True Negative (TN) คือ สิ่งที่โปรแกรมทำนายว่า “ไม่จริง” และมีค่าเป็น “ไม่จริง” False Positive (FP) คือ สิ่งที่โปรแกรมทำนายว่า “จริง” และมีค่าเป็น “ไม่จริง” False Negative (FN) คือ สิ่งที่โปรแกรมทำนายว่า “ไม่จริง” และมีค่าเป็น “จริง” (Chengz, 2019, Online)

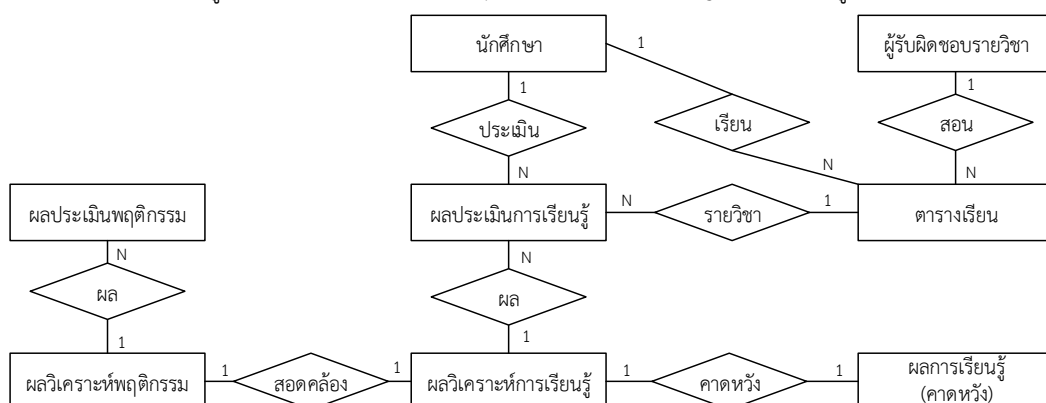
2.2 ขั้นตอนการใช้ตัวแบบเพื่อวิเคราะห์และตัดสินใจ

(1) พัฒนาระบบระบบทบทวนผลการเรียนรู้ จากสาขาวิชาเป้าหมาย ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์และออกแบบระบบระบบทบทวนมาตรฐานผลการเรียนรู้ตามมาตรฐานการศึกษาด้วยหลักการ Machine learning โดยใช้หลักด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ จำแนกงานตามแผนภาพการทำงานดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 กระบวนการพัฒนาระบบทบทวนผลการเรียนรู้ตามมาตรฐานการศึกษา

โดยประกอบไปด้วยตารางข้อมูลที่สัมพันธ์กันจำนวน 8 Entity ด้วยแผนภาพ E-R Diagram แสดงดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 แผนภาพ E-R Diagram แสดงความสัมพันธ์ของตารางข้อมูล

(2) การรวบรวมข้อมูลผลการเรียนรู้จากนักศึกษาในกลุ่มเป้าหมาย โดยผู้วิจัยได้วิเคราะห์รูปแบบ และรวบรวมผลการประเมินของนักศึกษาการเรียนรู้อิงภาคเรียน ด้วยการจัดเก็บผลการเรียนรู้ของนักศึกษาผ่านการเรียนการสอนในแต่ละรายวิชาเป้าหมาย โดยแยกประเมินเป็น 2 แบบ

1) ผลการเรียนรู้ตามมาตรฐานรายวิชาของแต่ละรายวิชาผ่านเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ โดยมีนักศึกษาร่วมประเมิน 17 รายวิชา มีจำนวนรายการประเมินทั้งสิ้น 87 รายการ

2) ผลพฤติกรรมการสอนของคณาจารย์ ผ่านระบบสนับสนุนการตัดสินใจเกี่ยวกับคุณภาพของการสอนของอาจารย์ด้วยการวิเคราะห์ฐานข้อมูลด้านวิชาการแบบหลายมิติ (Suksomboon & Suksomboon, 2018, pp. 54-66) พิจารณาเฉพาะข้อมูลรายวิชาและผู้สอนตามกลุ่มเป้าหมายจำนวน 3,578 รายการ

(3) การวิเคราะห์ผลการเรียนรู้ผ่านตัวแบบด้วยการหาค่าเฉลี่ยจากการประเมินผลการเรียนรู้จากนักศึกษาจำแนกตามรายวิชาแสดงได้ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลเชิงสถิติของผลการเรียนรู้ตามมาตรฐานการศึกษานักศึกษา (Learning outcome = 1/2563)

Subjcode	Trans	R11	R12	R13	R14	R15	R16	R17	R21	R22	...	R41	R42	R43	R44	R45	R46	R51	R52	R53	R54
5671101	4	1.75	1.75	1.5	2	2	1.75	2	1.75	2	...	2	1.75	1.75	1.75	2	2	2	1.75	2	1.75
5671201	5	1.6	2	2	1.6	2	2	1.6	2	1.6	...	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	2	2	1.6
5671202	4	2	2	2	2	2	2	2	2	2	...	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
5674302	8	1.13	1.25	1.25	1.63	1.38	1.25	1.25	1.25	1.25	...	1.38	1.38	1.5	1.5	1.5	1.38	1.5	1.25	1.5	1.5
5674303	8	1.5	2	1.5	1.5	1.63	1.5	1.5	2	1.38	...	1.5	1.5	1.5	2	1.5	1.63	1.5	1.38	1.5	1.5
5674304	9	1.38	2	1.38	1.38	1.38	1.38	2	2	2	...	1.38	1.38	1.38	1.38	1.63	1.38	1.38	2	1.63	1.38
5674501	8	1.5	1.5	1.63	1.5	1.5	1.5	1.63	1.5	1.5	...	1.38	1.5	1.38	1.63	1.38	1.38	1.5	1.38	1.5	1.5
5672101	3	2	1.67	1.67	2	2	2	2	2	1.67	...	1.67	2	1.67	2	2	2	2	2	1.67	1.67
5672201	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	...	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
5672202	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	...	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
5672501	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	...	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
5672602	5	1.2	1	1.2	1.2	1.2	1.4	1.2	1.2	1.2	...	1.4	1.2	1.2	1.4	1.2	1	1	1.2	1.4	1
5673101	4	1.5	1.5	1.75	1.5	1.5	1.75	1.75	1.25	1.5	...	1.25	1.25	1.25	1.5	1.25	1.25	1	1.25	1.5	1.5
5673602	5	1	1	1.2	1.2	1.4	1.2	1	1.4	1.2	...	1.2	1.2	1.2	1.2	1	1.2	1	1.2	1	1
5673603	4	1.25	2	1.5	1.5	1.25	1.25	1.25	2	2	...	1.5	1.25	1.25	1.5	1.25	1.25	1.25	2	1.5	1.25
5673605	6	1	1.17	1.17	1.17	1.33	0.83	1	1.33	1.33	...	1	1.17	1.17	1.33	1.17	1.17	1	1.17	1.17	1.17
5674901	7	1.43	2	1.57	2	1.57	1.71	1.71	1.71	1.57	...	1.43	1.29	1.29	1.43	1.43	1.43	1.29	1.57	1.71	1.57

4. ผลการวิจัย

4.1 ผลการสร้างตัวแบบการเรียนรู้ด้วยหลักการ Machine learning ได้มีผลการวิจัยดังนี้

(1) การจัดเตรียมข้อมูลผลการเรียนรู้ที่เหมาะสม ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล จากกลุ่มข้อมูลผลการเรียนรู้ของหมวดวิชาเฉพาะด้านที่จำแนกผลการเรียนรู้ตามมาตรฐานรายวิชาของแต่ละรายวิชาของสาขาวิชาต้นแบบ จำนวน 40 รายวิชา เพื่อกำหนดเป็นข้อมูลผลการเรียนรู้ (Training data) ที่มีการกำหนดผลการเรียนรู้ (Curriculum mapping) 5 ด้านในรูปแบบที่แตกต่างกัน จำนวน 31 หัวข้อ และกำหนดระดับการถ่ายทอดให้เกิดผลการเรียนรู้ 3 ระดับคือ 0-ไม่ต้องถ่ายทอด 1-ถ่ายทอดบ้างเล็กน้อย และ 2-เน้นการถ่ายทอดให้เกิดผล ซึ่งพบว่ารายวิชาของสาขาวิชาวิศวกรรมซอฟต์แวร์ มีการกำหนดผลการเรียนรู้ใน 2 แบบ คือ ระดับ 1 และระดับ 2 ในแต่ละหัวข้อของทุกรายวิชาของสาขา

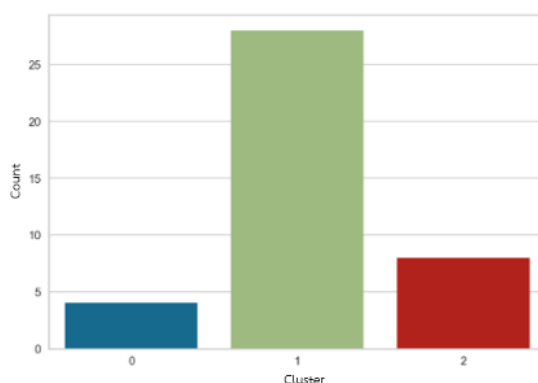
(2) การเลือกจำนวน K กลุ่มข้อมูล และ Feature เพื่อสร้างตัวแบบข้อมูล เมื่อนำข้อมูล ในการนี้ผู้วิจัยได้หาจำนวน Clusters ที่เหมาะสมในเทคนิค K-means clustering ด้วยวิธี Silhouette ได้ผลการวิเคราะห์ตามสถิติได้ค่า Scores = [[0.1978, 2], [0.2181, 3], [0.1787, 4], [0.1978, 5]] แสดงให้เห็นถึงจำนวนกลุ่ม Cluster ที่เหมาะสมคือ 3 ทำให้วิเคราะห์เชิงสถิติได้ว่า กลุ่มรายวิชาตามมาตรฐานที่กำหนดผลการเรียนรู้ 40 รายการ นั้นที่สามารถจัดกลุ่มตามผลการเรียนรู้ได้ 3 กลุ่ม ซึ่งสามารถวิเคราะห์ผลการเรียนรู้ของแต่ละกลุ่มโดยพิจารณาผลได้ดังนี้ Cluster 0 เน้นผลการเรียนรู้ข้อ R12, R13, R17, R22, R23, R31, R32, R33, R42, R44, R51 และ R54 ส่วน Cluster 1 เน้นผลการเรียนรู้ข้อ R12, R21, R31, R44, R46, R51 และ R54 สุดท้ายคือ Cluster 2 เน้นผลการเรียนรู้ข้อ R12, R13, R21, R31 R33, R46, R51 และ R54

(3) การใช้ตัวแบบของ Machine learning และทดสอบตัวแบบ ซึ่งผู้วิจัยได้นำมาสร้างตัวแบบ ด้วยคำสั่ง model= KMeans (n_clusters=3) และ model.fit(X) โดยกำหนดการวิเคราะห์จำนวน 4 รอบ ได้ผลการจัดกลุ่มที่พิจารณาตามผลการเรียนรู้ของแต่ละรายวิชา และสรุปการจัดกลุ่ม Cluster โดยกำหนด Label คือ 0, 1, 2 ตามลำดับ แสดงดังรูปที่ 6 และกราฟแสดงแบ่งกลุ่ม 40 รายวิชาเฉพาะด้าน ดังรูปที่ 7

	Subjcode	Stype	Sgroup	R11	R12	R13	R14	R15	R16	R17	...	R42	R43	R44	R45	R46	R51	R52	R53	R54	cluster
0	5672501	2	1	2	1	1	1	1	2	1	...	2	1	2	1	2	2	1	2	2	1
1	5673501	2	1	1	1	2	1	2	2	1	...	2	1	2	1	2	2	1	1	2	1
2	5674501	2	1	1	2	2	2	1	1	2	...	2	1	2	2	1	2	1	2	2	2
3	5672301	2	2	1	2	1	1	1	2	1	...	1	1	2	1	2	2	1	1	2	1
4	5672304	2	2	1	2	1	1	1	1	2	...	1	1	2	1	2	2	1	1	2	1

5 rows × 33 columns

รูปที่ 6 ตัวอย่างการแบ่งกลุ่มการเรียนรู้ (5 Samples)



รูปที่ 7 กราฟแสดงแบ่งกลุ่มการเรียนรู้ 40 รายวิชาเฉพาะด้าน

และทดสอบตัวแบบจากข้อมูลผลการเรียนรู้ที่ได้รับจากนักศึกษาในกลุ่มเป้าหมายในภาคเรียน ซึ่งปรากฏการทำนายกลุ่มผลการเรียนรู้จากการประเมินของผู้เรียน คือ จัดอยู่ใน Cluster ที่ 0 ทุกรายวิชา

(4) ใช้การวัดประสิทธิภาพตัวแบบ จากในภายในตาราง Confusion matrix ที่ใช้วิธีการแก้ปัญหา Classification กลุ่มข้อมูล พบว่าค่าความถูกต้องของตัวแบบ (Accuracy) ในภาพรวม คิดเป็นร้อยละ 72.5 และได้ผลวัดประสิทธิภาพดังตารางที่ 2 พบว่า ความแม่นยำของข้อมูล (Precision) และความถูกต้องของตัวแบบใน Cluster ที่ 0 และ Cluster ที่ 2 อยู่ในระดับต่ำกว่าเกณฑ์แต่ Cluster ที่ 1 มีความแม่นยำและถูกต้องของตัวแบบอยู่ในระดับสูง

ตารางที่ 2 การวัดประสิทธิภาพตัวแบบจำแนกตาม Cluster

ตัวแปร	TP	TN	FP	FN	Precision	Recall
Cluster 0	0	28+0+3+1	0+4	1+3	0.00	0.00
Cluster 1	28	0+3+4+1	1+3	0+0	0.88	1.00
Cluster 2	1	0+1+0+28	3+0	4+3	0.25	0.13

4.2 เพื่อสร้างเครื่องมือและต้นแบบระบบสำหรับทบทวนผลการเรียนรู้ของรายวิชาตามมาตรฐานการเรียนรู้ ภายหลังจากเมื่อรวบรวมข้อมูลและส่งผลผ่านเครื่องมือทางสถิติ และสร้างต้นแบบการเรียนรู้ จึงนำผลที่ผ่านการเรียนรู้ตามหลักการ Machine learning นำเสนอผลสัมฤทธิ์ผ่านระบบต้นแบบได้ดังรูปที่ 8-10

ทั้งนี้ การเรียนรู้ตามหลักการของ Machine learning จากข้อมูล 40 รายการ แบบ Unsupervised จนได้ ตัวแบบการเรียนรู้ที่จัด Cluster ได้ 3 กลุ่ม และผู้วิจัยได้ส่งผลการเรียนรู้ 17 รายวิชา ของภาคเรียนผ่านตัวแบบการเรียนรู้ โดยรวบรวมและนำเข้าฐานข้อมูล

5. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

การวิจัยสรุปผลตามวัตถุประสงค์ 2 ประการ คือ 1) สามารถสร้างตัวแบบผลการเรียนรู้ด้วยหลักการ Machine learning โดยผู้วิจัยเลือกกระบวนการแบบ Unsupervised ในการสร้างกลุ่มตัวแบบจากกลุ่มวิชาเฉพาะด้านจำนวน 40 รายวิชาที่ระบุแผนที่กระจายความรับผิดชอบต่อการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นผลการเรียนรู้มาจัดกลุ่มด้วยเทคนิค K-means clustering ด้วยวิธี Silhouette (Thachai, 2017, Online) สามารถจัดกลุ่มตามผลการเรียนรู้ได้ 3 กลุ่มที่มีค่าความถูกต้องของตัวแบบคิดเป็นร้อยละ 72.5 และ 2) สามารถสร้างต้นแบบระบบทบทวนผลการเรียนรู้ตามมาตรฐานการศึกษาระดับต้นแบบการทบทวนผลการเรียนรู้โดยรวบรวมข้อมูลและแสดงผลการเรียนรู้ตามมาตรฐานรายวิชาของแต่ละรายวิชาผ่านเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ที่มีนักศึกษาของหลักสูตรเป้าหมายร่วมประเมินจำนวน 17 รายวิชา รวมทั้งสิ้น 87 รายการ และผลพฤติกรรมการสอนของคณาจารย์ผ่านระบบสนับสนุนการตัดสินใจเกี่ยวกับคุณภาพของการสอนของอาจารย์ด้วยการวิเคราะห์ฐานข้อมูลด้านวิชาการแบบหลายมิติ (Suksomboon & Suksomboon, 2018, pp. 54-66) 2) ทั้งนี้ระบบได้ถูกใช้งานและประเมินผลการใช้งานในภาพรวมคิดเป็นร้อยละ 92 อยู่ในระดับมากที่สุด

ผลสัมฤทธิ์ที่ได้จากการเรียนรู้วิจัย ทำให้ทราบถึงการจัดกลุ่มผลการเรียนรู้ด้วยหลักการ Machine learning ด้วยเทคนิค K-means clustering ด้วยวิธี Silhouette จำนวน 3 กลุ่ม โดยใช้รายการข้อมูลแต่ละรายวิชาที่มีการกำหนดมาตรฐานผลการเรียนรู้ 5 ด้านตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษา (Hiangrat et al., 2018, pp. 33-47) มีหัวข้อมาตรฐานและรายการย่อยจำนวนมากถึง 31 หัวข้อ และกำหนดระดับการถ่ายทอดให้เกิดผลการเรียนรู้ 3 ระดับคือ 0-ไม่ต้องถ่ายทอด 1-ถ่ายทอดบ้างเล็กน้อย และ 2-เน้นการถ่ายทอดให้เกิดผล มีผลต่อการจัดกลุ่มและตัวแบบที่สร้างได้ อีกทั้งพบว่าทุกรายวิชาของหลักสูตรเป้าหมาย มีการกำหนดการถ่ายทอดเพียง 2 ระดับ คือ ระดับ 1 และระดับ 2 ซึ่งกำหนดขึ้นในช่วงขณะการพัฒนาหลักสูตรและเสร็จสิ้นกระบวนการพัฒนาหลักสูตรไปแล้ว ดังนั้น เมื่อระบบต้นแบบพัฒนาแล้วเสร็จ การวิเคราะห์และรายงานผลการเรียนรู้ทำให้พบว่า ผลการเรียนรู้บางรายการของแต่ละรายวิชา และผู้สอนแต่ละคน ไม่อยู่ในกลุ่มตามมาตรฐานผลการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ และการเรียนรู้ไม่สอดคล้องตามกลุ่มผลการเรียนรู้ที่จัดไว้ ปัจจัยที่ทำให้ผลคลาดเคลื่อนตีความได้จากธรรมชาติของการจัดการเรียนการสอนในระดับอุดมศึกษามุ่งองค์ประกอบที่สัมพันธ์กัน คือ คน (ผู้เรียนและผู้สอน) องค์ความรู้ และสังคม (Ma-oon, 2016, pp. 169-176) ที่เป็นปัจจัยทำให้ผลการเรียนรู้ไม่เป็นไปตามที่คาดหวังได้ทั้งผู้เรียน ผู้สอน และหลักสูตรได้ เช่น ผู้สอนถ่ายทอดผู้เรียนไม่เห็นเป็นรูปธรรม หรือถ่ายทอดไม่ชัดเจน ตัวอย่างเช่น ข้อภาวะความเป็นผู้นำและผู้ตาม ซึ่งมักไม่ปรากฏเป็นลายลักษณ์อักษร แต่อาจแฝงความหมายลงในการบรรยาย มอบหมายงาน หรือให้ปฏิบัติที่ส่งผลทางอ้อมได้ อาทิ เสนอแนะ วิพากษ์วิจารณ์ ผลงาน หรือการตอบคำถาม เป็นต้น อย่างไรก็ตาม เมื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ที่ได้จากการเรียนรู้จากตัวแบบและผลประเมินจากระบบต้นแบบจากงานวิจัยที่สามารถสะท้อนให้ผู้บริหารหลักสูตร ได้ร่วมกันสังเคราะห์ผล และเห็นถึงความสำคัญของผลการเรียนรู้ที่ต้องหาข้อสรุปร่วมกันในการกำหนดในแผนที่กระจายความรับผิดชอบในแต่ละรายวิชาของหลักสูตร เพื่อให้เกิดความสอดคล้องตามเป้าหมาย และส่งผลให้เกิดสรรถนะของนักศึกษาในแต่ละปีของหลักสูตรเป้าหมายได้จริงสำหรับพัฒนาหลักสูตรรอบถัดไปได้ อนึ่งผู้วิจัยคาดหวังว่า ผลของการจัดกลุ่มผลการเรียนรู้จะทำให้หลักสูตรเล็งเห็นถึงประเด็นหลักเฉพาะด้านที่สำคัญต่อหลักสูตร เช่น ทักษะความรู้ ทักษะทางด้านปัญญา เป็นต้น เพื่อให้ทบทวนผลการเรียนรู้เฉพาะหัวข้อเป้าหมาย และจำแนกรายละเอียดเพิ่มเติมเป็นหัวข้อย่อยเพื่อวัดให้เห็นถึงทักษะดังกล่าวได้จริง ซึ่งหากผู้สอน หน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาหลักสูตร และมหาวิทยาลัย ได้เกิดระบบทบทวนผลการเรียนรู้ที่สามารถนำไปพัฒนาทักษะของนักศึกษาที่สอดคล้องทางสายวิชาชีพในอนาคตได้ต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง ให้การสนับสนุนงบประมาณในการดำเนินการวิจัย ผลความสำเร็จของงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้รับความร่วมมือจากบุคลากรของสาขาวิชาวิศวกรรมซอฟต์แวร์ ที่ใช้เป็นต้นแบบผลการเรียนรู้ตามมาตรฐานการศึกษา และส่งผลให้บรรลุเป้าหมายในการปรับปรุงหลักสูตรให้เกิดความเหมาะสมตามมาตรฐานการประกันคุณภาพการศึกษาต่อไป ทีมผู้วิจัยคาดหวังว่างานวิจัยนี้ จะใช้เป็นต้นแบบระบบทบทวนมาตรฐานการเรียนรู้ของสาขาวิชาต่าง ๆ และเพื่อใช้ข้อมูลสนับสนุนให้เกิดพัฒนาหลักสูตรของสาขาวิชาที่เหมาะสมตามสภาพแวดล้อม วัตถุประสงค์ เป้าหมายของหลักสูตร และแนวทางในการผลิตบัณฑิตในสายวิชาชีพหรือวิชาการต่อไป

เอกสารอ้างอิง

- Arreerard, R. (2018). *Defamatory text classification on online social media* [Master's thesis]. Chulalongkorn University. (in Thai)
- Chengz. (2019, October 3). *Measure model performance from the confusion matrix*. <https://bit.ly/3qglU45> (in Thai)
- Hiangrat, P., Sacchanand, C., & Choempayong, S. (2018). Information literacy of undergraduate students of Rajabhat Universities. *TLA Research Journal*, 11(1), 33-47. (in Thai)
- Ma-oon, R. (2016). Effective teaching and learning in higher education. *Southern Technology Journal*, 9(2), 169-176. (in Thai)
- Sae-Wong, W. (2018). *Classification of anger voice in call center dialog* [Master's thesis]. Chulalongkorn University. (in Thai)
- SAS Institute. (2022). *Machine learning: Significance and definition*. https://www.sas.com/th_th/insights/analytics/machine-learning.html (in Thai)
- Sawekngam, W. (2016, February 19). *Lecture documents: Teaching management in active learning*. <https://shorturl.asia/N1Zlk> (in Thai)
- Suksomboon, P., & Suksomboon, N. (2018). Development of a decision support system for the quality of teaching using academic database and multi-dimensional analysis. *Industrial Technology Lampang Rajabhat University Journal*, 11(2), 54-66. (in Thai)
- Thachai, W. (2017, March 15). *Determination of optimal k number using silhouette method*. <https://bit.ly/3yKKYUR> (in Thai)

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิที่พิจารณาบทความในวารสารเศรษฐศาสตร์อุตสาหกรรม

รศ.ดร.เกียรติศักดิ์ พันธุ์ลำเจียก	ผศ.ดร.ทงศักดิ์ โสวจัสดากุล	ดร.จินดา ไชยช่วย
รศ.ดร.ปณิตา วรรณพิรุณ	ผศ.ดร.เศรษฐชัย ชัยสนิท	ดร.อภิชาติ อนุกุลเวช
รศ.ดร.ทรงวุฒิ เอกภูมิวงศา	ผศ.ดร.ทศพร แสงสว่าง	
รศ.ดร.ไพบูลย์ เกียรติโกมล	ผศ.ดร.ศิริรัตน์ เพ็ชรแสงศรี	
รศ.ดร.มารุต พัฒนาผล	ผศ.อำพล ทองระอา	
รศ.ดร.รัฐไท พรเจริญ	ผศ.ดร.อนุศิษฐ์ อันมานะตระกูล	
รศ.ดร.วิสุทธิ สุนทรกนกพงศ์	ผศ.ดร.ณัฐพงศ์ แก้วบุญมา	
รศ.ดร.สันติ ตันตระกูล	ผศ.สุระชัย พิมพ์สาลี	
รศ.ดร.สุติเทพ ศิริพิพัฒน์กุล		



ใบสมัครสมาชิกวารสารศาสตร์อุตสาหกรรม
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

- ประเภทสมาชิก ☐ สมัครสมาชิกใหม่ (กองบรรณาธิการจะออกใบเสร็จให้ผู้เขียนบทความชื่อแรกเท่านั้น)
- กรุณาระบุค่านำหน้านาม (เนื่องจากการออกใบเสร็จรับเงินต้องใส่ค่านำหน้านาม) ☐ นาย / ☐ นาง / ☐ นางสาว / ☐ อื่นๆ.....
- ชื่อ - สกุล (เขียน/พิมพ์ให้ชัดเจน).....
- ที่อยู่ออกใบเสร็จ (กรณีต้องการนำไปเบิกกับหน่วยงาน กรุณาเขียนที่อยู่ให้ชัดเจน).....
- ที่อยู่สำหรับส่งใบเสร็จรับเงินและรับเล่มวารสาร () บ้าน () ที่ทำงาน กรณีส่งเอกสารทางไปรษณีย์ ☐ ธรรมดา / ☐ ลงทะเบียน (ต้องลงนามรับ) ที่อยู่.....
เบอร์โทรศัพท์..... E-mail
- ค่าสมัครสมาชิกวารสาร
มีความประสงค์ขอสมัครสมาชิกวารสารศาสตร์อุตสาหกรรม (Journal of Industrial Education) และยินดีสนับสนุนค่าสมัครสมาชิก
1. ☐ ค่าสมัครเป็นสมาชิกเพื่อตีพิมพ์บทความ (1 ปี) ราคา 2,500 บาท (รับเล่มวารสารของตนเองที่ตีพิมพ์เผยแพร่ 1 เล่ม)
2. ☐ ต้องการซื้อเล่ม จำหน่ายปลีกราคาเล่มละ ราคา 200 บาท
- การชำระเงิน
☐ โอนเงินผ่านบัญชี ธนาคารไทยพาณิชย์ จำกัด (มหาชน) สาขาเทคโนโลยีฯ เจ้าคุณทหาร
เลขที่บัญชี 088-2-62427- 4
ชื่อบัญชี วารสารศาสตร์อุตสาหกรรม (แทรกรูปภาพหลักฐานการโอนเงินมาพร้อมใบสมัคร)
- พิมพ์หรือเขียนใบสมัครพร้อมแทรกรูปภาพหลักฐานการโอนเงิน และแนบส่งอีเมล: Journal.ided@kmitl.ac.th
และแนบเอกสารส่งในระบบด้วย
- ติดต่อสอบถามที่ นางจันทน์ ทรัพย์แสนดี งานวารสารวิชาการ
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เลขที่ 1 ซอยฉลองกรุง 1 แขวงลาดกระบัง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520
โทรศัพท์ : 0 2329 8000 ต่อ 3723 โทรสาร : 0 2329 8435 โทรศัพท์มือถือ 08 6349 6020

*สำหรับเจ้าหน้าที่การเงินคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี

ใบเสร็จรับเงิน เล่มที่ / เลขที่..... ลงวันที่..... ลงชื่อ (ผู้รับเงิน).....

แทรกรูปภาพหลักฐานการโอนเงินตรงนี้

วันที่โอนเงินเข้าบัญชี (วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....)

หมายเหตุ การสมัครจะสมบูรณ์เมื่อผู้สมัครได้ชำระเงิน และแนบรูปถ่ายหลักฐานการโอนเงิน
กองบรรณาธิการจะไม่คืนเงินค่าสมัครสมาชิกที่ชำระไปแล้ว ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น



แบบฟอร์มใบนำเสนอบทความวารสารศาสตร์อุตสาหกรรม (กรอกข้อมูลโดยพิมพ์หรือเขียนให้ชัดเจน)
คณะกรรมการอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

1. ชื่อ-สกุลผู้ส่งบทความ.....เบอร์โทรศัพท์ □□ - □□□□ - □□□□

1.1 บุคคลภายในสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

หน่วยงาน.....คณะ.....

1.2 บุคคลภายนอกสถาบัน

☐ บุคลากรภายนอก (บุคคลทั่วไป)

หน่วยงาน.....ตำแหน่ง.....

☐ นักศึกษาระดับ ป.โท และ ป.เอก (ที่เป็นนักศึกษาในสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง)

ตัวอย่างการระบุชื่อหลักสูตร *หลักสูตรศาสตราจารย์บัณฑิต (ค.อ.ม.) สาขาวิชาการบริหารการศึกษา*

ชื่อหลักสูตร.....

☐ นักศึกษาระดับ ป.โท ป.เอก (ที่ไม่ใช่ นักศึกษาในสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง)

ภาควิชา.....ชื่อสถานศึกษา.....

2. ประเภทบทความ ☐ บทความวิจัย / ☐ บทความวิชาการ

3. ชื่อเรื่องบทความ.....

4. ที่อยู่สถานที่ติดต่อเจ้าของบทความหรือผู้แทนส่งบทความ.....

5. ลายมือชื่อ/สกุล ผู้เขียนบทความ และผู้เขียนร่วม ยินยมนำส่งบทความ (ใส่ชื่อผู้เขียนได้ตามจำนวนที่ต้องการ) เพิ่มช่องผู้เขียนร่วมได้ไม่กำหนด

(กรุณาลายมือชื่อและลายเซ็นของผู้เขียนร่วมครบทุกท่าน กรณีเป็นนักศึกษาให้เขียนดังนี้ (หมายเลข ๑ ผู้เขียนบทความหรือชื่อนักศึกษา) (หมายเลข ๒ ๓ ลงนามผู้เขียนร่วมทุกท่าน)

ชื่อ-สกุล (ภาษาไทย ตัวบรรจง)	ลายเซ็น	โทรศัพท์	ชื่อย่อหน่วยงาน	E-mail
1.				
2.				
3.				
4.				

6. การรับรองบทความ (รับรองโดยผู้เชี่ยวชาญภาษาอังกฤษ /เจ้าของภาษา / อาจารย์ที่สอนภาษาอังกฤษ) (ไม่ใช่อาจารย์ที่ปรึกษา)

ข้าพเจ้าขอรับรองว่าได้ผ่านการตรวจสอบความถูกต้อง (ภาษาอังกฤษ)
ทั้งนี้ไดลงนามไว้เป็นหลักฐาน

(ชื่อ-สกุล).....(เขียนหรือพิมพ์ให้ชัดเจน)

(คุณวุฒิที่จบการศึกษา).....(เขียนตัวบรรจงให้ชัดเจน)

(หน่วยงานที่สังกัด/อาชีพ).....

(เบอร์โทร).... □□ - □□□□ - □□□□

(วัน / เดือน / ปี) ที่ตรวจบทความ.....

☒ ยืนยันให้ตรวจสอบผู้รับรองความถูกต้องภาษาอังกฤษ

ผู้เขียนบทความได้ตรวจสอบความถูกต้องการเขียนแล้วดังนี้ (ภาษาไทย)

☐ การสะกดคำตามหลักไวยากรณ์

☐ การเขียนอ้างอิงถูกต้อง (ตามแบบฟอร์มการเขียนของวารสารศาสตร์)

ข้าพเจ้าขอรับรองว่าได้ตรวจสอบความถูกต้องเรียบร้อยแล้ว

ทั้งนี้ไดลงนามไว้เป็นหลักฐาน

(ชื่อ-สกุล).....(เขียนหรือพิมพ์ให้ชัดเจน)

ผู้ส่งบทความ

7. กรณีเป็นบทความวิจัย ท่านได้รับทุนวิจัยจากหน่วยงานใด.....

8. การรับรองบทความ

☐ ขอรับรองว่าบทความต้นฉบับนี้ยังไม่เคยได้รับการเผยแพร่และตีพิมพ์ที่ใดมาก่อน

☐ ขอรับรองว่าบทความต้นฉบับนี้เคยได้รับการเผยแพร่และตีพิมพ์ที่อื่นแล้วคิดเป็น.....

ชื่อสิ่งตีพิมพ์.....ปีที่.....ฉบับที่.....เล่มที่.....เดือน.....ปี.....

9. แบบฟอร์มนำเสนอฉบับนี้ ข้าพเจ้าได้แนบเอกสารและได้ส่งบทความตามรายการต่อไปนี้ครบถ้วนแล้ว

☐ บทความฉบับสมบูรณ์ ส่งเข้าทางระบบ เว็บไซต์ : <http://www.tci-thaijo.org/index.php/JIF>

ขอรับรองว่าข้อความดังกล่าวข้างต้นเป็นจริงทุกประการ

ลงชื่อ.....เจ้าของบทความหรือผู้แทนส่งบทความ (เขียนตัวบรรจง)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

หมายเหตุ 1. กรอกแบบฟอร์มนำเสนอบทความวารสารศาสตร์อุตสาหกรรมให้ถูกต้องสมบูรณ์ตามที่กำหนด

2. ในกรณีผู้ส่งบทความปลอมแปลงเอกสารใดๆ และทำการคัดลอกผลงานวิชาการ กองบรรณาธิการจะแจ้งหนังสือเรียนถึงต้นสังกัดสถานศึกษาปฏิเสธการตีพิมพ์บทความของผู้ส่งบทความตลอดไป

ในกรณีไม่ดำเนินการให้ถูกต้อง กองบรรณาธิการวารสารศาสตร์อุตสาหกรรม จะไม่รับพิจารณาบทความและไม่ดำเนินการใดๆ ทั้งสิ้น

**คำแนะนำในการเตรียมบทความเพื่อลงตีพิมพ์ในวารสารศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง**

1. การผลิตวารสารศาสตร์อุตสาหกรรม	
1.1 กำหนดการจัดพิมพ์ (ตามปีปฏิทิน)	ออกเผยแพร่จำนวน 1 ฉบับต่อปี โดยมีกำหนดการจัดพิมพ์ดังนี้ - ฉบับที่ 1 ประจำปี เดือน มกราคม - เมษายน - ฉบับที่ 2 ประจำปี เดือน พฤษภาคม - สิงหาคม - ฉบับที่ 3 ประจำปี เดือน กันยายน - ธันวาคม
1.2 ขอบเขต	กำหนดการรับและพิจารณาบทความ : รับพิจารณาบทความอย่างต่อเนื่อง รับตีพิมพ์บทความทางด้านวารสารศาสตร์อุตสาหกรรม และ ด้านการศึกษาและเทคโนโลยี
1.3 ประเภทผลงาน	บทความวิจัย บทความวิชาการ บทความปริทัศน์ และบทความวิจารณ์หนังสือ ที่ไม่เคยตีพิมพ์เผยแพร่ ที่ไหนมาก่อน ไม่อยู่ในระหว่างการพิจารณาตีพิมพ์ในวารสารใด ๆ
1.4 บุคคลที่ส่งบทความ	ผู้สนใจทั่วไป
1.5 วัตถุประสงค์	- เพื่อตีพิมพ์เผยแพร่งานวิจัยทางด้านวารสารศาสตร์อุตสาหกรรม และ ด้านการศึกษาและเทคโนโลยี แก่ผู้สนใจทั่วไป - เพื่อเป็นสื่อกลางนำเสนอข้อมูลงานวิจัยที่เป็นประโยชน์และมีคุณค่าที่เกี่ยวข้องกับด้านวารสารศาสตร์อุตสาหกรรม และ ด้านการศึกษาและเทคโนโลยี - เพื่อแลกเปลี่ยนแนวความคิด/ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับวิชาการและการวิจัยทางด้านวารสารศาสตร์อุตสาหกรรม และ ด้านการศึกษาและเทคโนโลยี
1.6 การเผยแพร่	- เผยแพร่ผลงานในรูปแบบอิเล็กทรอนิกส์ (แบบรูปเล่มเฉพาะเพื่อการประชาสัมพันธ์) แก่ผู้สนใจทั่วไป - เผยแพร่ในฐานข้อมูล TCI เว็บไซต์ https://www.tci-thaijo.org/index.php/JIE/index

2. หัวข้อหลักบทความวิจัย
<u>ส่วนที่ 1 ประกอบด้วย</u> 1. ชื่อบทความ ภาษาไทยและภาษาอังกฤษ สั้นกะทัดรัดให้แสดงชี้ถึงเป้าหมายหลักของการวิจัย 2. ชื่อผู้เขียนบทความ ภาษาไทยและภาษาอังกฤษ ชื่อผู้เขียนหลักและผู้เขียนร่วม ระบุชื่อและนามสกุลโดยไม่ต้องมีคำนำหน้านาม ทำตัวเลขไว้หลังชื่อ กรณีอยู่คนละสังกัดหน่วยงาน (เขียนชื่ออีเมลล์ของผู้รับผิดชอบบทความหลัก และหน่วยงานใส่ข้างล่างหน้าแรก) 3. ABSTRACT บทคัดย่อ ภาษาอังกฤษและภาษาไทย เขียนแบบวรรคเดียว สั้นตรงประเด็น (ไม่นำเสนอวัตถุประสงค์) ให้นำเสนอสิ่งที่ค้นพบ วิธีการวิจัยที่ปรับปรุง/ใหม่ ผลการวิจัยโดยสรุป เพื่อให้ผู้อ่านเห็นข้อมูลสำคัญของการวิจัย ** บทคัดย่อภาษาอังกฤษ และภาษาไทยต้องมีคำตั้งแต่ 250 คำ และไม่เกิน 300 คำ ** 4. Keywords คำสำคัญ ภาษาอังกฤษและภาษาไทย เลือกคำสำคัญที่เกี่ยวข้องกับบทความอย่างน้อย 3 คำขึ้นไป
<u>ส่วนที่ 2 เนื้อหาประกอบด้วย</u> 1. บทนำ ประกอบด้วย 4 วรรค วรรคที่ 1 ความสำคัญและมูลเหตุที่นำไปสู่การวิจัยผู้นำเสนอผลงาน ควรสั้นตรงประเด็น วรรคที่ 2 วิธีการวิจัยเก่า/ปัจจุบัน ที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยครั้งนี้ ควรสั้นตรงประเด็น วรรคที่ 3 วิธีการวิจัย เก่า/ปัจจุบัน/ใหม่ ที่นำมาใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ควรสั้นตรงประเด็น วรรคที่ 4 วัตถุประสงค์ของการวิจัย เพื่อให้เห็นภาพรวมทั้งฉบับ (ไม่เขียนเป็นข้อ ๆ) ให้เขียนแบบบรรยาย 2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ประกอบด้วย 2 วรรค วรรคที่ 1 ข้อมูลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ที่ผ่านมาจนถึงปัจจุบัน และใช้ในการอ้างอิงในการวิจัยครั้งนี้ วรรคที่ 2 ข้อมูลงานวิจัย สมมุติฐานการวิจัย ที่นำมาใช้หรือพัฒนาในการวิจัยครั้งนี้ 3. วิธีดำเนินการวิจัย แนวความคิดในการวิจัย ขอบเขตการวิจัย ขั้นตอนการวิจัย ควรสั้นตรงประเด็นเนื้อหา ประกอบไปด้วยรูปที่เกี่ยวข้อง 4. ผลการวิจัย แสดงผลการวิจัยที่พบอย่างชัดเจนสมบูรณ์ แสดงผลเป็นตาราง และมีข้อมูลรายละเอียดครบถ้วน 5. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย สรุปและอธิบายผลการวิจัยที่เกิดขึ้นตามข้อสังเกตและหรือการเปรียบเทียบและอ้างอิงจากงานวิจัยอื่น ๆ 6. ข้อเสนอแนะ (ถ้ามี) เสนอแนะที่เกี่ยวข้องกับผลการวิจัย ควรสั้นตรงประเด็น กิตติกรรมประกาศ (ถ้ามี) ไม่ต้องใส่หมายเลขกำกับหน้าหัวข้อ ใช้ตัวอักษรขนาดเดียวกัน

ส่วนที่ 3 อ้างอิงประกอบด้วย

เอกสารอ้างอิง

ไม่ต้องใส่หมายเลขกำกับหน้าหัวข้อ ใช้รูปแบบการอ้างอิงแบบ APA (ดูในหน้าเว็บไซต์เท่านั้น) ตามแบบที่วารสาร
ครุศาสตร์อุตสาหกรรมกำหนดอย่างเคร่งครัด ควรใช้รายการเอกสารอ้างอิงไม่น้อยกว่า 7 รายการ (ยกเว้นเป็นเรื่อง
ใหม่ๆ) และเขียนเอกสารอ้างอิงเฉพาะเอกสารที่นำมาอ้างอิงในเนื้อหาเท่านั้น ทั้งนี้ผู้เขียนบทความต้องรับผิดชอบ
ความถูกต้องของเอกสารที่นำมาอ้างอิงทั้งหมด

3. รูปแบบการพิมพ์

1. รูปแบบการพิมพ์

การตั้งค่านักกระดาษ จำนวนหน้าทั้งหมด 6 - 15 หน้า (ไม่เกิน 15 หน้า)

- รูปแบบตัวอักษร แบบตัวอักษรใช้ Th SarabunPSK เท่านั้น
- ระยะขอบ ขอบบน 1 นิ้ว
 ขอบล่าง 1 นิ้ว
 ขอบซ้าย 1 นิ้ว
 ขอบขวา 0.8 นิ้ว

2. ชื่อเรื่องและชื่อผู้เขียน

ชื่อภาษาอังกฤษใช้ตัวพิมพ์ใหญ่ทั้งหมด (ขนาด 18 ตัวหนา)

3. ชื่อผู้เขียนหลักและผู้เขียนร่วม

การเขียนชื่อต้องมีครบทุกท่าน ระบุผู้รับผิดชอบบทความ พร้อมอีเมล (ขนาด 15 ตัวหนา)

4. ส่วนของบทคัดย่อ

ส่วนบทคัดย่อ (ABSTRACT) ใช้ตัวอักษรขนาด 16 ตัวหนา จัดตรงกลางบทความ คำว่า ABSTRACT
ให้ใช้ตัวพิมพ์ใหญ่ และเนื้อความใช้อักษร ขนาด 14 ตัวปกติ จัดพิมพ์ 1 คอลัมน์ เขียนวรรคเดียว

5. คำสำคัญ (Keywords): ใช้ตัวอักษรขนาด 14 ตัวปกติ คั่นด้วยเครื่องหมาย ; แต่ละคำเคาะวรรค 2 ครั้ง

ตัวอย่างเช่น ภูมิปัญญาพื้นบ้าน; หัตถกรรมไม้ตาล; ภูมิปัญญาพื้นบ้านด้านการผลิต; การพัฒนาเชิงพาณิชย์

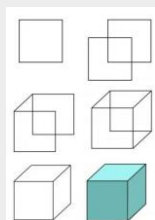
6. ส่วนของเนื้อหา

ส่วนของเนื้อหาให้จัดพิมพ์เป็น 1 คอลัมน์ หัวข้อใหญ่ใช้ตัวอักษร 16 ตัวหนา หัวข้อย่อย
ขนาดอักษร 14 ตัวหนา เนื้อความใช้อักษรขนาด 14 ตัวปกติ โดยเคาะ 5 ครั้ง

3. รูปแบบการพิมพ์ (ต่อ)

7. รูปภาพ และตาราง

7.1 ไม่ใส่กรอบ คำว่า “รูปที่” ใช้ตัวหนา ขนาดอักษร 13 ถ้ามีตัวอักษรในรูปใช้ขนาดอักษร 12 และต้องชัดเจน



รูปที่ 1 (ตัวอักษร ขนาด 13 ตัวปกติ จัดกึ่งกลางหน้า)

7.2 ก่อนแทรกข้อมูลตารางให้เว้น 1 บรรทัด และหลังจากแทรกตารางให้เว้น 1 บรรทัดก่อนพิมพ์คำบรรยายท้ายตาราง

7.3 คำว่า “ตารางที่ ...” ตัวหนา ให้พิมพ์ชิดขอบกระดาษด้านซ้ายสุด โดยใช้ตัวอักษรขนาด 12 ตัวหนา

7.4 ชื่อตาราง ให้ใช้ตัวอักษรขนาด 12 ปกติ และถ้าหากคำบรรยายยาวเกินกว่า 1 บรรทัด ให้พิมพ์ตัวอักษรตัวแรกของบรรทัดที่สอง หรือบรรทัดถัดๆ ไป ให้ตรงกับตัวอักษรตัวแรกของชื่อตารางในบรรทัดที่หนึ่ง

7.5 ให้สร้างตารางในดับทความเท่านั้น โดยใช้รูปแบบตารางแบบเปิดซ้าย – ขวา

ตารางที่ 1 (ชื่อตาราง ขนาดตัวอักษร 12 ตัวอักษร)

หัวข้อ (ใช้ตัวอักษรขนาด 12 ตัวหนา)	หัวข้อ	หัวข้อ	หัวข้อ	หัวข้อ
เนื้อหา (ขนาดตัวอักษร 12 ตัวปกติ)	เนื้อหา	เนื้อหา	เนื้อหา	เนื้อหา
เนื้อหา	เนื้อหา	เนื้อหา	เนื้อหา	เนื้อหา

8. สรุปผลการวิจัย ตัวหนา หัวข้อขนาดตัวอักษร 16

จัดชิดซ้ายคอลัมน์ เนื้อความ โดยให้บรรทัดแรกของทุกย่อหน้าเยื้อง 4 ตัวอักษร (เนื้อหาขนาดอักษร 14 ตัวปกติ)

9. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย ตัวหนา หัวข้อขนาดตัวอักษร 16

จัดชิดซ้ายคอลัมน์ เนื้อความ โดยให้บรรทัดแรกของทุกย่อหน้าเยื้อง 4 ตัวอักษร (ขนาดตัวอักษรเนื้อหา 14 ตัวปกติ)

10. ข้อเสนอแนะ กิตติกรรมประกาศ ตัวหนา หัวข้อขนาดตัวอักษร 16

ไม่ต้องใส่หมายเลขกำกับหน้าหัวข้อ (ขนาดตัวอักษรเนื้อหา 14 ตัวปกติ)

11. การเขียนเอกสารอ้างอิง ตัวหนา ไม่ต้องมีเลขกำกับหน้าคำว่า เอกสารอ้างอิง

หัวข้อขนาดตัวอักษร 16 (ขนาดตัวอักษรเนื้อหา 14 ตัวปกติ)

12. การพิมพ์ตารางและตัวเอ็กบาร์

- กรณีที่มีตารางให้สร้างในดับทความ ห้าม Copy ไฟล์มา และตัวหนังสือจะต้องใช้รูปแบบเดียวกัน
- กำหนดใช้เอ็กบาร์ที่กำหนดเท่านั้น (x) และ (S.D.)

13. หลักการเขียนภาษาอังกฤษในแบบ APA รวมทั้งกรณีการเขียนชื่อเฉพาะ ขึ้นต้นอักษรแรกด้วยตัวพิมพ์ใหญ่ หลังจากนั้นใช้ตัวเล็กหมด ตัวอย่าง (Concept generation and selection) ยกเว้น คำที่มีคำย่อต่อท้าย เช่น (Computer Assited Instruction: CAI)

4. การเตรียมต้นฉบับ /การส่งต้นฉบับบทความ เพื่อตีพิมพ์ลงวารสารครุศาสตร์
การส่งต้นฉบับบทความ เพื่อให้กระบวนการพิจารณาบทความ และการดำเนินการจัดพิมพ์วารสารเป็นไปอย่างเรียบร้อย รวดเร็ว และถูกต้อง จึงจำเป็นต้องให้ผู้เขียนบทความปฏิบัติตามข้อกำหนดอย่างเคร่งครัดดังนี้
1. กำหนดให้พิมพ์ผลงานทางวิชาการด้วยกระดาษ เอ 4 พิมพ์หน้าเดียว จำนวน 6-15 หน้า แบบคอลัมน์เดียว โดยจัดพิมพ์ด้วย ** Microsoft Word (.doc หรือ .docx) ** โดยใช้ชนิดและขนาดของตัวอักษรตามที่กำหนดเพื่อให้การดำเนินการจัดพิมพ์บทความเป็นไปอย่างเรียบร้อยรวดเร็ว และถูกต้อง จึงจำเป็นต้องให้ผู้เขียนบทความปฏิบัติตามรายละเอียดที่กำหนดให้อย่างเคร่งครัด
2. โดยมีรายละเอียดเอกสารและไฟล์บทความส่งเข้าระบบมีดังนี้ (https://www.tci-thaijo.org/index.php/JIE/index) การเตรียมเอกสาร/การส่งต้นฉบับบทความวารสาร/และค่าธรรมเนียมเพื่อพิจารณาตีพิมพ์วารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม เอกสารที่ 1 พิมพ์รายละเอียดใบสมัครสมาชิกวารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม ส่งในรูปแบบไฟล์ PDF 1 ไฟล์ เอกสารที่ 2 พิมพ์และลงนามชื่อผู้เขียนร่วมให้รายละเอียดในใบนำส่งบทความวารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม ส่งในรูปแบบไฟล์ PDF 1 ไฟล์ เอกสารที่ 3 ไฟล์บทความ (ฉบับมีชื่อ และต้นสังกัด ตามแบบฟอร์ม) ส่งในรูปแบบไฟล์ PDF 1 ไฟล์ เอกสารที่ 4 ไฟล์บทความ (ฉบับมีชื่อ และต้นสังกัด ตามแบบฟอร์ม) ส่งในรูปแบบไฟล์ WORD 1 ไฟล์ เลือกเป็น Article Text เอกสารที่ 5 (พิมพ์ชื่อ-นามสกุล และที่อยู่อย่างชัดเจน) เพื่อส่งใบเสร็จรับเงินและเล่มวารสาร ส่งในรูปแบบไฟล์ WORD 1
3. บทความต้องมีความชัดเจนทั้งเนื้อหาและรูปภาพประกอบบทความ
4. บทความที่ตีพิมพ์ต้องไม่เคยตีพิมพ์หรือเผยแพร่ที่ไหนมาก่อน
5. ต้นฉบับบทความที่ส่งมาให้เจ้าของบทความหรือผู้เขียนบทความตรวจสอบความถูกต้องของตัวสะกดรูปแบบการจัดพิมพ์บทความให้ถูกต้องตามที่กำหนด
6. เขียนหรือพิมพ์แบบฟอร์มใบสมัครสมาชิกวารสาร และแนบหลักฐานการโอนในแบบฟอร์ม ให้เรียบร้อยครบถ้วน
1.7 กรอกแบบฟอร์มนำส่งบทความวารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรมให้ครบถ้วนตามที่กำหนด พร้อมทั้งลงนามโดยชื่อแรกเป็นชื่อผู้เขียน ชื่อที่ 2 และ 3 4 5 6 เป็นชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา /ควบคุมวิทยานิพนธ์
1.8 ต้นฉบับบทความจะต้องเป็นบทความที่จัดรูปแบบได้ถูกต้องตามที่กำหนดเท่านั้น หากบทความที่ส่งมาไม่ถูกต้องตามข้อกำหนด กองบรรณาธิการจะไม่ดำเนินการใด ๆ ในขั้นตอนต่อไป
1.9 การจัดส่งบทความต้นฉบับทางเว็บไซต์วารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม เข้าสู่ระบบโดยพิมพ์ URL/ http://www.tci-thaijo.org/index.php/JIE (มีคู่มือวิธีใช้ทางเว็บไซต์)

ติดต่อสอบถามโดยตรงที่

นางจันทน์ ทรัพย์แสนดี ผู้ช่วยบรรณาธิการวารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม
โทรศัพท์ มือถือ 08 6349 6020
โทรศัพท์ 0 2329 8000 ต่อ 3723
โทรสาร 0 2329 8435

ที่อยู่

งานวารสารวิชาการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เลขที่ 1 ซอยฉลองกรุง 1 แขวงลาดกระบัง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

--Link ที่เกี่ยวข้อง--

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

E-mail: Journal.ided@kmitl.ac.th

QR Code วารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม



JIE

JOURNAL OF INDUSTRIAL EDUCATION

— วารสารคุุศาสตรอุตสาหกรรม —



www.tci-thaijo.org/index.php/JIE

www.siet.kmitl.ac.th

☎ 02 329 8000 ext. 3723

✉ journal.ided@kmitl.ac.th

1 Chalongkrung Rd. Ladkrabang, Bangkok Thailand 10520 | ซอยฉลองกรุง 1 แขวงลาดกระบัง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520