

2023

SEPTEMBER - DECEMBER

ปีที่ 22 ฉบับที่ 3 เดือนกันยายน - ธันวาคม 2566

YEAR 22
3rd EDITION

03



JIE

JOURNAL OF INDUSTRIAL EDUCATION

— วารสารการศึกษาอุตสาหกรรม —

ISSN 2985-1890 (Online)



คณะอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี
**SCHOOL OF INDUSTRIAL
EDUCATION AND TECHNOLOGY**
KING MONKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง



วารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม

JOURNAL OF INDUSTRIAL EDUCATION

ปีที่ 22 ฉบับที่ 3 เดือนกันยายน – ธันวาคม 2566

ISSN 2985 – 1890 (Online)

1. ที่ปรึกษา

รศ.ดร.กิตติพงศ์ มะโน คณบดีคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี

คณะกรรมการวารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม

2. กองบรรณาธิการ

2.1 บรรณาธิการ

ผศ.ดร.ประเสริฐ เคนพันค้อ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี

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.ดร.ปรัชญนันท์ นิลสุข มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

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

ศ.สุชาติ เกาทอง มหาวิทยาลัยบูรพา

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

รศ.ดร.ขจรศักดิ์ บัวระพันธ์ มหาวิทยาลัยมหิดล

รศ.ดร.คำรณ สิริชนกุล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

รศ.ดร.จรัสดาว อินทรทัศน์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

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

รศ.ดร.ชัยวิชิต เขียวชนะ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

รศ.ดร.เตือนใจ อาชีวะพนิช มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ศูนย์นนทบุรี

รศ.ดร.นิรัช สุดสังข์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

รศ.ดร.พรเทพ ถนอมแก้ว มหาวิทยาลัยขอนแก่น

รศ.ดร.ไพบูลย์ เกียรติโกมล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

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

รศ.ดร.อุดมวิทย์ ไชยสกุลเกียรติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์

รศ.อรุณพร ฤทธิเกิด (ข้าราชการเกษียณอายุ) แขวงอนุสาวรีย์ เขตบางเขน กรุงเทพฯ

ผศ.ดร.จันทร์พนิต สุระศิลป์
ผศ.ดร.ทศพร แสงสว่าง
ผศ.ดร.ปัทมา พัฒนพงษ์
ผศ.ดร.เพ็ชรรัตน์ สุริยะไชย
ผศ.ดร.ยุพิน ผาสุข
ผศ.ดร.ศศิธร สุวรรณเทพ
ผศ.ดร.สีบพงษ์ ปราบใหญ่
ผศ.ดร.สุชาดา เกตุดี
ผศ.ดร.อนุศิษฐ์ อัมมานะตระกูล
ผศ.ปราโมทย์ อนันต์วราพงษ์
ดร.เกียรติศักดิ์ ศรีพิมานวัฒน์
ดร.บัณฑิต ประสานตรี
ดร.ปกรณ์ ประจวบวัน
ดร.สมใจ กลิ่นงาม
ดร.สมพร ศรีวัฒนพล
ดร.เสาวลักษณ์ แสงแก

มหาวิทยาลัยบูรพา
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
มหาวิทยาลัยมหิดล
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
มหาวิทยาลัยขอนแก่น
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
มหาวิทยาลัยรามคำแหง
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ
มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร
มหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี
มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

2.3 กองบรรณาธิการจากผู้ทรงคุณวุฒิภายใน สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ศ.ดร.คัมพงศ์ หนูบรรจง
ศ.ดร.พรชัย ทรัพย์นิธิ
ศ.ดร.ภาคพงศ์ ปวงสุข
รศ.ดร.กันยา ตันติวิสุทธิกุล
รศ.ดร.กาญจนา บุญภักดี
รศ.ดร.จตุรงค์ เลาหะเพ็ญแสง
รศ.ดร.ธนิษฐ์ รัตนโอฬาร
รศ.ดร.สุวรรณา เบ้งทอง
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.ศิริรัตน์ เพ็ชรแสงศรี
รศ.ดร.สมเกียรติ ตันติวงศ์วานิช
รศ.ดร.สมพล ดำรงเสถียร
รศ.ดร.สันติ ตันตระกูล
รศ.ดร.อัคพงศ์ สุขมาตย์
ผศ.ดร.จตุพร อนุชัย

ผศ.ดร.ธเนศ ภิรมย์การ
ผศ.ดร.ประเสริฐ เคนพันค้อ
ผศ.ดร.พิชญ์สินี มะโน
ผศ.ดร.ศราวุธ อินทรเทศ
ผศ.ดร.สมชาย หมั่นสายญาติ
ผศ.ดร.อภิรัฐ ลิ้มมณี
ผศ.นิตา ลาภศรีสวัสดิ์
ดร.ภทิตา โสตาบัน
ดร.ภัทราภรณ์ ภัทรรังสฤษฎ์
ดร.ราตรี ศิริพันธุ์

3. ฝ่ายศิลป์และจัดทำรูปเล่ม

พิสูจน์อักษรภาษาไทย

ผศ.สรียา ทับทัน
ดร.ภทิตา โสตาบัน

พิสูจน์อักษรภาษาอังกฤษ

ผศ.ดร.อำภาพรรณ ตันตินาครกุล

ฝ่ายออกแบบปก

นายธีระพัฒน์ เนื่อขุนทด

ฝ่ายระบบสารสนเทศ

รศ.ดร.ปิยะ ศุภวราสุวัฒน์
อาจารย์ใหม่ เจริญธรรม
นายประยุทธ์ ขุนทอง
นางจันทน์ ทรัพย์แสนดี

4. ฝ่ายรับสมาชิกวารสาร

นางจันทน์ ทรัพย์แสนดี

5. ฝ่ายทะเบียน

นางจันทน์ ทรัพย์แสนดี

6. ฝ่ายผู้ช่วยบรรณาธิการ

นางจันทน์ ทรัพย์แสนดี

กำหนดออก : ปีละ 3 ฉบับ

ฉบับที่ 1 เดือน มกราคม – เมษายน

ฉบับที่ 2 เดือน พฤษภาคม – สิงหาคม

ฉบับที่ 3 เดือน กันยายน – ธันวาคม

กำหนดการรับและพิจารณาบทความ

- รับพิจารณาบทความอย่างต่อเนื่อง

วัตถุประสงค์

- รับผิดชอบบทความด้านครุศาสตร์อุตสาหกรรมการศึกษา และเทคโนโลยี ได้แก่สาขาดังต่อไปนี้

1. สาขาครุศาสตร์/ศึกษาศาสตร์
2. สาขาวิศวกรรมศาสตร์
3. สาขาสถาปัตยกรรมศาสตร์
4. สาขาเกษตรศาสตร์

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

วารสารวารสารศาสตร์อุตสาหกรรมฉบับนี้ เป็นปีที่ 22 ฉบับที่ 3 เนื้อหาบทความในฉบับนี้ ได้นำเสนอ บทความปริทัศน์เรื่อง “ทลายกับดักความยากจนด้วยทุนให้เปล่าทางการศึกษาสายวิชาชีพ” บทความหนังสือเรื่อง “การพัฒนา BLOCKCHAN นวัตกรรมแห่งอนาคต” ในฉบับนี้ทางกองบรรณาธิการได้คัดสรรบทความวิจัยที่น่าสนใจ มาเสนอให้ท่านผู้อ่านทุกท่านเช่นเคยครับ

ในนามของกองบรรณาธิการวารสารศาสตร์อุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ขอขอบคุณทุกท่านที่ให้ความสนใจ สำหรับท่านที่สนใจในการ ส่งบทความเพื่อการตีพิมพ์เผยแพร่ในวารสารศาสตร์อุตสาหกรรม สามารถเข้าไปสมัครได้ทางเว็บไซต์ของวารสาร ครุศาสตร์อุตสาหกรรม www.tci-thaijo.org/index.php/JIE/index ซึ่งได้แสดงข้อมูลการสมัครและวิธีการส่งบทความไว้ โดยละเอียด หวังว่าทุกท่านจะได้รับข้อมูลและความรู้จากผลงานต่าง ๆ ในวารสารฉบับนี้ ขอขอบคุณครับ



(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประเสริฐ เคนพันค้อ)
บรรณาธิการวารสารศาสตร์อุตสาหกรรม

บทความปริทัศน์

ทลายกับดักความยากจนด้วยทุนให้เปล่าทางการศึกษาสายวิชาชีพ

A1-A6

BREAK DOWN THE POVERTY TRAP WITH FREE EDUCATIONAL GRANTS
IN VOCATIONAL CAREER

ประเสริฐ เคนพันคอ

Prasert Kenpankho

บทวิจารณ์หนังสือ

การพัฒนา BLOCKCHAN นวัตกรรมแห่งอนาคต

B1-B5

DEVELOPMENT OF BLOCKCHAIN TO FUTURE INNOVATION

ผู้เขียน: พรรณี สวนเพลง และพัฒน์พงษ์ โพธิ์ปัสสา

วิจารณ์โดย ณัฐพล ธนเชวงสกุล

Nattaphol Thanachawengsakul

บทความวิจัย

การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องวัสดุก่อสร้าง โดยใช้บอร์ดเกมร่วมกับกระบวนการเรียนรู้แบบ MIAP เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน

1-14

DEVELOPMENT OF AN INSTRUCTIONAL PACKAGE ON CONSTRUCTION MATERIALS
BY USING BOARD GAMES AND THE MIAP LEARNING PROCESS TO ENHANCE STUDENTS'
ACHIEVEMENTS

พีรพงศ์ เพชรจันทร์ น่านน้ำ บัวคล้าย สืบศักดิ์ สุ่มอิม และเมธา อึ้งทอง

Peerapong Phetjan, Nannam Buaklay, Suebsak Sumim, and Metha Oungthong

ผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับเทคนิค KWDL และเกม *Student vs. Zombie* ที่มีต่อทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

15-27

THE EFFECT OF 5E INQUIRY-BASED LEARNING MANAGEMENT WITH KWDL TECHNIQUE AND
STUDENT VS. ZOMBIE GAME ON GRADE 7 STUDENTS' SCIENCE PROBLEM-SOLVING SKILLS

เจษฎา ราษฎร์นิยม ปานตะวัน เชื้อบุญมี เมธิ์น อินทรประสิทธิ์ สุทธิพงศ์ บุญผดุง และสุมาลี เทียนทองดี

Jadsada Ratniyom, Pantawan Chaerboonmee, Methin Intaraprasit,

Suttipong Boonphadung, and Sumalee Tientongdee

การพัฒนากิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยประยุกต์ใช้สะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 THE DEVELOPMENT OF LEARNING MANAGEMENT ACTIVITIES BY APPLYING STEM EDUCATION TO PROMOTE THE SCIENTIFIC PROBLEM- SOLVING THINKING ABILITY OF MATHAYOMSUKSA 3 STUDENTS พุดิตา ภูจอมนิล วิศรุต พยุงเกียรติคุณ และทิพย์อุบล ทิพเลิศ Phuthita Phoojomnil, Wisarut Payoungkiattikun, and Tipubon Tippalert	28-38
การสร้างทักษะการเรียนรู้แบบนำตนเองผ่านกิจกรรมแบบห้องเรียนพลิกกลับ กรณีศึกษารายวิชานิวเมติกส์และไฮดรอลิกส์ DEVELOPING SELF-DIRECTED LEARNING SKILLS THROUGH THE FLIPPED CLASSROOM ACTIVITIES, CASE STUDY OF PNEUMATICS AND HYDRAULICS COURSE วิกานดา เกตสอาด และอนุศิษฐ์ อ้นมานะตระกูล Wikanda Kets-ard and Anusit Anmanatarkul	39-51
การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมทักษะการทดลองทางวิทยาศาสตร์ เรื่องเซลล์ไฟฟ้าเคมีจากน้ำผลไม้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 DEVELOPMENT OF THE LEARNING ACTIVITY PACKAGE TO ENHANCE SCIENCE EXPERIMENTAL SKILLS ON THE ELECTROCHEMICAL CELL FROM FRUIT JUICE FOR 9th GRADE STUDENTS น้ำฝน คูเจริญไพศาล ศุทธดา หมั่นแก้ว และสิตททัย ลิเอกวรรณเจริญ Numphon Koocharoenpisa, Sutthada Mankaew, and Sitahathai Lieagwanjarean	52-66
การพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านด้วยโครงงานเป็นฐานร่วมกับแอปพลิเคชัน EveryCircuit เพื่อพัฒนาทักษะการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้าของนักเรียนสาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ THE DEVELOPMENT OF FLIPPED CLASSROOM LEARNING USING PROJECT BASED LEARNING AND EVERYCIRCUIT APPLICATION TO ENHANCE ELECTRICAL CIRCUIT ANALYSIS SKILLS DEPARTMENT OF ELECTRONICS VOCATIONAL CERTIFICATE STUDENTS ฐิตาภรณ์ ไผ่ทอง และกอบสุข คงมนัส Tichaporn Fhaitong and Kobsook Kongmanus	67-79

สารบัญ	หน้า
ออกแบบเครื่องเคาะเซรามิกเพื่อการผ่อนคลาย PERCUSSION INSTRUMENT CERAMIC DESIGN FOR RELAXATION ศุภมาส ศุภพล และอภิศักดิ์ สินธุ์ศักดิ์ Suphamas Suphaphon and Apisak Sindhuphak	80-92
การสร้างแบบวัดจิตวิญญาณความเป็นครูช่างอุตสาหกรรม สำหรับนักศึกษาคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ A CONSTRUCTION OF TECHNICAL TEACHER SPIRITUALITY SCALE FOR STUDENTS OF FACULTY OF TECHNICAL EDUCATION AT KING MONGKUT'S UNIVERSITY OF TECHNOLOGY NORTH BANGKOK พลอยชมพู หันชนะชัย และชิตพล มังคลากุล Ploychompoo Hanchanachai and Chitpol Mangkhalakun	93-105
การศึกษาแนวทางการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ทางเทคโนโลยียานยนต์สมัยใหม่สำหรับนักศึกษาปริญญาตรี สายเทคโนโลยีเพื่อรองรับการเข้าสู่ยุคอุตสาหกรรม 4.0 THE STUDY OF GUIDELINES FOR DEVELOPMENT MODERN AUTOMOTIVE TECHNOLOGY LEARNING MANAGEMENT FOR UNDERGRADUATE TECHNOLOGY STUDENTS TOWARDS THE ERA OF INDUSTRIAL 4.0 วีระยุทธ สุดสมบูรณ์ Weerayute Sudsomboon	106-121
การพัฒนาบทเรียนบนเว็บ โดยใช้การเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน เรื่องกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรีปีที่ 1 หลักสูตรเทคโนโลยีบัณฑิต THE DEVELOPING WEB-BASED INSTRUCTION USING PROJECT-BASED LEARNING ON THE ENGINEERING DESIGN PROCESS FOR FIRST-YEAR STUDENT IN THE BACHELOR OF TECHNOLOGY PROGRAM ณรงค์ เครือกันทา และจันทร์ขาว สายเปล่ง Narong Kruegantha and Jankaoaw Saiplang	122-132



วารสารวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
Journal of Industrial Education

บทความปริทัศน์

ทลายกับดักความยากจนด้วยทุนให้เปล่าทางการศึกษาสายอาชีพ

BREAK DOWN THE POVERTY TRAP WITH FREE EDUCATIONAL GRANTS IN VOCATIONAL CAREER

ประเสริฐ เคนพันคอ*
Prasert Kenpankho*

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

Received: December 7, 2023

Revised: December 15, 2023

Accepted: December 28, 2023

ABSTRACT

This review article shows the way to break down the poverty trap in Thailand. The main issue that leads to poverty trap is low-income jobs, lack of access to quality education, restrictions on access to credit and financial services, inadequate social safety networks, and the transmission of intergenerational poverty. Many Thai households are stuck in low-wage jobs that provide limited financial security and lack of mobility. These jobs often lack benefits, job security, and advancement opportunities, resulting in households struggling to escape poverty despite hard work. According to the author 's work as the support team for the equitable education fund (EEF), the way to break down the poverty trap is to give free educational grants in vocational career.

Keywords: Poverty, Poverty trap, Equitable education fund (EEF), Educational grants, Vocational career

บทคัดย่อ

บทความปริทัศน์นี้ให้ข้อมูลแนวทางในการทลายกับดักความยากจนในประเทศไทย ประเด็นหลักของปัจจัยที่นำไปสู่ความยากจนคือ งานที่ทำมีรายได้น้อย ขาดการเข้าถึงการศึกษาที่มีคุณภาพ ข้อจำกัดในการเข้าถึงสินเชื่อและบริการทางการเงิน เครือข่ายความปลอดภัยทางสังคมที่ไม่เพียงพอ และการถ่ายทอดความยากจนข้ามรุ่น ครัวเรือนไทยจำนวนมากติดอยู่ในงานที่ทำมีค่าแรงต่ำซึ่งให้ความมั่นคงทางการเงินที่จำกัดและขาดความคล่องตัว งานเหล่านี้มักจะขาดผลประโยชน์ ความมั่นคงในงาน และโอกาสก้าวหน้าเป็นผลให้ครัวเรือนต้องดิ้นรนเพื่อหลีกเลี่ยงความยากจนแม้ว่าจะทำงานหนักก็ตาม ในฐานะที่ผู้เขียนได้ทำงานกับทีมทุนเสริมในกองทุนเพื่อความเสมอภาคทางการศึกษา (กสศ.) หนทางที่จะสามารถแก้ไขปัญหาภัยกับดักความยากจนได้คือการใช้ทุนให้เปล่าทางการศึกษาสายอาชีพ

คำสำคัญ: ความยากจน, กับดักความยากจน, กองทุนเพื่อความเสมอภาคทางการศึกษา (กสศ.), ทุนการศึกษา, สายอาชีพ

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

ภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520

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

บทนำ

หลายต่อหลายคนยังตั้งคำถามอยู่เสมอว่า การศึกษาสามารถทำให้คนหายจากความยากจนจริงหรือ ถ้าแก้ไขได้จริงแล้วทำไมประเทศไทยคนที่ยังมีจำนวนเพิ่มมากขึ้นทุกปี ถึงแม้ว่าในส่วนของภาครัฐให้การสนับสนุน และถือว่าการแก้ไขความยากจนของประชาชนเป็นสิ่งที่ต้องทำและเป็นนโยบายหลักของทุกรัฐบาลมาอย่างต่อเนื่อง จากข้อมูลของสำนักงานสถิติแห่งชาติสำรวจภาวะเศรษฐกิจและครัวเรือนไทย ปี พ.ศ. 2564 โดยมีการเก็บข้อมูลทุกเดือนตลอดทั้งปี จากผลการสำรวจพบว่า ครัวเรือนไทยที่มีมารายได้จากการทำงานมากที่สุด โดยมีค่าใช้จ่ายด้านอุปโภคบริโภคมากที่สุด และที่สำคัญครัวเรือนไทยเกินกว่าครึ่งมีหนี้สิน ข้อมูลชี้ชัดอย่างนี้ย่อมแสดงว่า การศึกษาได้ช่วยให้เกิดการมีงานทำจริง และครัวเรือนไทยมีรายได้เพิ่มมากขึ้นจริง แต่ถึงอย่างไรก็ตาม ครัวเรือนยังก่อหนี้เพื่อใช้ในครัวเรือน ก่อหนี้เพื่อใช้จ่ายด้านอุปโภคบริโภค

เพื่อทำความเข้าใจในประเด็นความยากจนก่อนที่จะเราจะแก้ไขปัญหานี้ เราต้องทำความเข้าใจปัจจัยที่นำไปสู่กับดักความยากจนก่อน ความยากจนที่น่าจะเหมือนกับความรวย ที่ใคร ๆ ก็เป็นไม่ได้ง่าย ๆ เช่นกัน จากการศึกษาข้อมูล และการที่ผู้เขียนได้ทำงานร่วมกับทีมทุนเสริมทุนนวัตกรรมสายอาชีพชั้นสูง กองทุนเพื่อความเสมอภาคทางการศึกษา สามารถสรุปประเด็นหลักของปัจจัยที่นำไปสู่ความยากจนคือ งานที่ทำมีรายได้น้อย ขาดการเข้าถึงการศึกษาที่มีคุณภาพ ข้อจำกัดในการเข้าถึงสินเชื่อและบริการทางการเงิน เครือข่ายความปลอดภัยทางสังคมที่ไม่เพียงพอ และการถ่ายทอดความยากจนข้ามรุ่น ครัวเรือนไทยจำนวนมากติดอยู่ในงานที่ทำมีค่าแรงต่ำซึ่งให้ความมั่นคงทางการเงินที่จำกัดและขาดความคล่องตัว งานเหล่านี้มักจะขาดผลประโยชน์ ความมั่นคงในงาน และโอกาสก้าวหน้า เป็นผลให้ครัวเรือนต้องดิ้นรนเพื่อหลีกเลี่ยงความยากจนแม้ว่าจะทำงานหนักก็ตาม การเข้าถึงการศึกษาที่มีคุณภาพอย่างจำกัด ชุมชนที่ยากจนมักมีโรงเรียนที่ขาดแคลนทุนทรัพย์ ทรัพยากรไม่เพียงพอ และขาดครูที่มีคุณภาพ หากไม่ได้รับการศึกษาที่เหมาะสม บุคคลอาจขาดทักษะและความรู้ที่จำเป็นต่อการใช้ชีวิตและการบริหารการเงิน ทำให้วงจรความยากจนยืดเยื้อ และยังได้งานที่มีค่าตอบแทนต่ำด้วย บุคคลใดก็ตามที่มีฐานะยากจนมักประสบปัญหาในการเข้าถึงสินเชื่อและบริการทางการเงิน เนื่องจากขาดหลักประกัน ความน่าเชื่อถือทางประวัติเครดิต หรือข้อมูล สิ่งนี้จำกัดความสามารถในการลงทุนในธุรกิจการค้าขาย ประกอบอาชีพส่วนตัว ซื้อสินทรัพย์ หรือรับมือกับเหตุฉุกเฉิน ขัดขวางศักยภาพในการสร้างความมั่งคั่งไปสู่คนที่ฐานะรวย รวมทั้งเครือข่ายความปลอดภัยทางสังคมที่ไม่เพียงพอ ไม่ได้เข้าถึงโครงการดี ๆ จากรัฐบาล เช่น โครงการสวัสดิการ สวัสดิการการว่างงาน หรือความคุ้มครองด้านสุขภาพ อาจทำให้เป็นเรื่องยากสำหรับคนยากจนที่จะหลบหนีจากความยากจน หากไม่มีการสนับสนุนที่เพียงพอ อาจประสบปัญหาในการตอบสนองความต้องการขั้นพื้นฐานและเผชิญกับอุปสรรคในการเข้าถึงโอกาสในการเคลื่อนย้ายฐานะในระดับที่สูงขึ้นจากการเปลี่ยนจากความยากจนเป็นความรวย ทำให้ความยากจนสามารถส่งต่อจากรุ่นสู่รุ่นได้ การเข้าถึงการศึกษาที่มีคุณภาพ การดูแลสุขภาพ และทรัพยากรอย่างจำกัดสามารถสร้างวัฏจักรที่เด็กที่มีภูมิหลังยากไร้ต้องเผชิญกับความท้าทายแบบเดียวกับพ่อแม่ ซึ่งทำให้กับดักนี้ดำเนินต่อไป

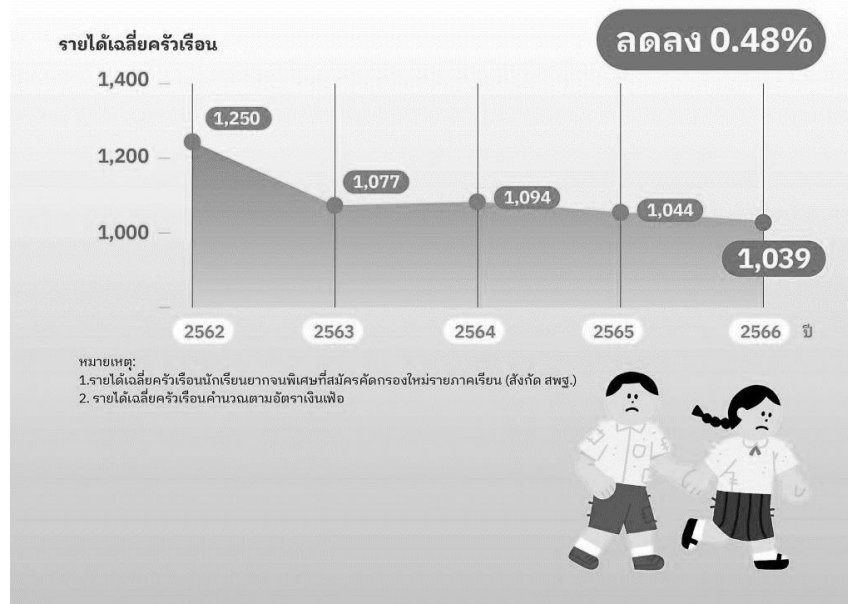
สิ่งสำคัญที่สุดในการหาวิธีการแก้ไขปัญหากับดักความยากจนก็คือข้อมูลที่เป็นจริงและถูกต้อง เมื่อเราจะแก้ไขปัญหากับดักความยากจนของประเทศไทย เราต้องมีข้อมูลที่เชื่อถือได้จากแหล่งข้อมูลที่ลงไปทำงานจริงในภาคสนามทั่วทั้งพื้นที่ของประเทศไทย เนื่องจากผู้แต่งได้มีส่วนร่วมในการทำงานกับกองทุนเพื่อความเสมอภาคทางการศึกษาในฐานะทีมทุนเสริมเป็นระยะเวลาต่อเนื่องเกือบ 5 ปี ทั้งลงภาคสนามเอง และค้นหาค้นพบข้อมูลจากเพื่อน ๆ ทีมงานจากหลากหลายองค์กร ทั้งภาคสนามทั่วทั้งพื้นที่ของประเทศไทย รวมทั้งข้อมูลรายงานต่าง ๆ ที่มาจากกองทุนเพื่อความเสมอภาคทางการศึกษา ทำให้มีข้อมูลที่เพียงพอ เป็นจริง และเชื่อถือได้ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2562 จนถึงปัจจุบัน

เพื่อเป็นการทลายกับดักความยากจนนี้และช่วยให้คนยากจนมีฐานะที่รวยขึ้นได้ เราจำเป็นต้องมีแนวทางที่ชัดเจนและครอบคลุม ซึ่งรวมถึงการให้การศึกษาและการฝึกอาชีพที่มีคุณภาพ การเพิ่มการเข้าถึงสินเชื่อและบริการทางการเงิน การใช้เครือข่ายความปลอดภัยทางสังคมที่มีประสิทธิภาพ การส่งเสริมการสร้างงานและการพัฒนาทักษะ และการจัดการความไม่เท่าเทียมกันอย่างเป็นระบบ นอกจากนี้ นโยบายที่สนับสนุนการเติบโตทางเศรษฐกิจอย่างครอบคลุม ลดความเหลื่อมล้ำทางรายได้ และส่งเสริมการเคลื่อนย้ายทางสังคมมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการยกระดับบุคคลให้หลุดพ้นจากความยากจนและช่วยให้พวกเขาสร้างความมั่งคั่งได้ ทั้งนี้ผู้เขียนได้นำเสนอแนวคิดการทลายกับดักความยากจนด้วยทุนให้เปล่าทางการศึกษา ตามแนวทางของกองทุนเพื่อความเสมอภาคทางการศึกษา

เส้นความยากจนนักเรียนนักศึกษา

จากการศึกษาข้อมูลนักเรียนนักศึกษาที่สมัครกองทุนเพื่อความเสมอภาคทางการศึกษา เราสามารถพิจารณาเส้นความยากจนของนักเรียนและนักศึกษาได้จากการเป็นสมาชิกในครัวเรือนหรือครอบครัวที่สมาชิกมีรายได้เฉลี่ยต่อคนต่อเดือนไม่เกิน 3,000 บาท เราจะเรียกว่า “ยากจน” ส่วนนักเรียนและนักศึกษาได้จากการเป็นสมาชิกในครัวเรือนหรือครอบครัวที่สมาชิกมีรายได้เฉลี่ยต่อคนต่อเดือนไม่เกิน 1,200 บาท เราจะเรียกว่า “ยากจนพิเศษ” จากข้อมูลระบบบริหารจัดการข้อมูลการพัฒนาคนแบบชี้เป้าของสำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ (Thai People Map and Analytics Platform: TPMAP) ครัวเรือนที่มีแนวโน้มจะตกอยู่ในความยากจน ข้ำมรุ่ง หรือเรียกโดยย่อว่า “ครัวเรือนยากจน ข้ำมรุ่ง” มีจำนวนประมาณ 597,248 ครัวเรือน หรือคิดเป็นประมาณ 15% ของครัวเรือนที่มีเด็กและเยาวชนเป็นสมาชิก ซึ่งมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น อันเป็นผลจากวิกฤตโควิด-19 โดย 70% ของหัวหน้าครัวเรือนยากจนข้ำมรุ่งมีการศึกษาเพียงระดับประถมศึกษาหรือต่ำกว่า ปัจจัยสำคัญที่สุดที่ทำให้ครัวเรือนเข้าข่าย เป็นครัวเรือนยากจนข้ำมรุ่ง คือ การขาดความมั่นคงทางการเงินเนื่องจากไม่มีเงินออม (73.4%) รองลงมาคือความขัดสนทางการศึกษา (17.2%) โดยเด็กจำนวนมากต้องหลุดออกนอกระบบการศึกษา เพราะครอบครัวไม่สามารถแบกรับภาระค่าใช้จ่ายทางการศึกษาได้ดังข้อมูลที่ปรากฏในรูปที่ 1 ที่รายได้ครัวเรือนที่ยากจนพิเศษระหว่าง ปี พ.ศ. 2562-2566 ลดลงทุกปีเหลือเพียง 1,039 บาท (ลดลง 0.48 %) ปัจจุบันเด็กไทยเกิดเพียงปีละประมาณ 500,000 คน อัตราการเกิดต่อสตรีเพียง 1.34 ทำให้เด็กเยาวชนทุกคนในระบบการศึกษาไทย คืออนาคตของชาติที่ต้องรักษาและลงทุนให้มีการสะสมทุนมนุษย์อย่างเสมอภาค การลงทุนเพื่อลดความเหลื่อมล้ำทางการศึกษาดูการพัฒนาทุนมนุษย์ให้แก่เด็กและเยาวชนอย่างเสมอภาคทุกช่วงวัย จึงถือเป็นการใช้เงินภาษีของประชาชนเพื่อการลงทุนที่คุ้มค่า และสำคัญอย่างยิ่งต่อการพัฒนาประเทศชาติอย่างยั่งยืน

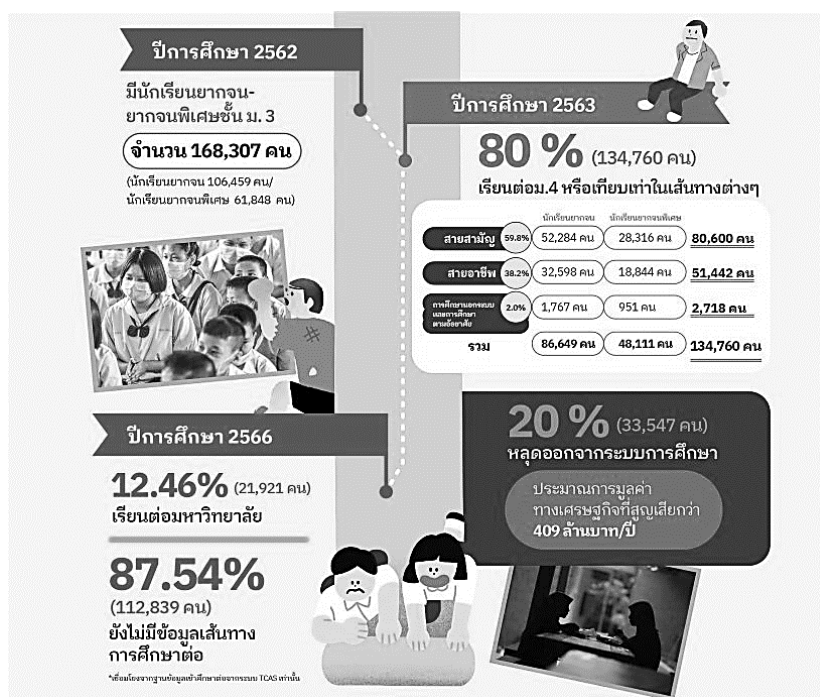
ปี พ.ศ. 2566 หลังจากสถานการณ์โควิด-19 เศรษฐกิจ ของประเทศไทยยังไม่ฟื้นตัวเต็มที่ สถานการณ์ เงินเฟ้อยังอยู่ในระดับสูง เป็นตัวเร่งให้สถานการณ์ ความเหลื่อมล้ำทางการศึกษารุนแรงขึ้นโดยเฉพาะ ค่าครองชีพที่เกี่ยวข้องกับการศึกษา เช่น ค่าเดินทาง ค่าอาหาร เด็กและเยาวชนจากครัวเรือนเปราะบาง ได้รับผลกระทบหนักที่สุด เนื่องจากมีปัญหาความยากจนหรือด้อยโอกาสในมิติต่าง ๆ เป็นทุนเดิม ถ้าหากเราไม่ดำเนินการช่วยเหลือดูแลเด็กและเยาวชนจากครัวเรือนเปราะบางเหล่านี้ประเทศไทยอาจมีการฟื้นตัวเป็นลักษณะที่มีช่องว่างความเหลื่อมล้ำของเด็กและเยาวชนจากครัวเรือนที่มีรายได้ได้น้อยกับครัวเรือนที่มีความพร้อมทางเศรษฐกิจมากกว่าจะยิ่งถ่างกว้างออกไปมากยิ่งขึ้น เด็กที่มาจากครอบครัวที่มีความพร้อมมากกว่า จะสามารถฟื้นตัวจากภาวะถดถอยจากการเรียนรู้ได้มากกว่า และเด็กที่ เข้าไม่ถึงโอกาสในการฟื้นฟู หรือหลุดจากระบบ จะกลายเป็นกลุ่มประชากรรุ่นที่สูญหายจากการเรียนรู้



รูปที่ 1 รายได้เฉลี่ยครัวเรือนของนักเรียนยากจนพิเศษตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2562-2566
(Equitable Education Fund [EEF], 2023, Online)

ความพร้อมของเด็กและเยาวชนในการปรับตัวให้สอดคล้องกับความต้องการของตลาดแรงงาน

สถาบันวิจัยเพื่อความเสมอภาคทางการศึกษา กองทุนเพื่อความเสมอภาคทางการศึกษา ร่วมกับคณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ได้ดำเนินการวิจัยเพื่อประเมินความพร้อมของเด็กและเยาวชนในการปรับตัวให้สอดคล้องกับความต้องการของตลาดแรงงานในยุคแห่งการปฏิวัติอุตสาหกรรมครั้งที่ 4 ซึ่งได้พบว่า แรงงานในประเทศไทยขาดทักษะพื้นฐานและขาดอุปนิสัยที่จำเป็นสำหรับการทำงาน ส่งผลให้มีคุณสมบัติที่ไม่ตรงตามความต้องการของตลาดแรงงาน การวิจัยเริ่มต้นในปีการศึกษา 2563 ซึ่งเป็นช่วงที่เกิดผลกระทบจากการระบาดของโควิด-19 เพื่อวัดความพร้อมด้านอาชีพ (Career readiness) โดยสำรวจเด็ก ม.3 จำนวนกว่า 5,200 คน ใน 26 จังหวัด ทั้งหมด 246 โรงเรียน แบ่งเป็นโรงเรียนขยายโอกาส จำนวน 156 โรงเรียน และโรงเรียนประเภทอื่น ๆ จำนวน 91 โรงเรียน การวิจัยครั้งนี้พบว่า การสูญเสียความพร้อมด้านอาชีพ (Career readiness loss) ในกลุ่มที่เข้าไปเก็บข้อมูล มี 3 ประเภทคือ 1. ทักษะการเข้าสังคม (Social skill) 2. อุปนิสัย บุคลิก ทักษะคิด (Soft skill) 3. การปรับตัวด้านอาชีพ (Career adaptability) การประเมิน Soft skill ทั้ง 7 ด้านคือ 1. ทักษะการคิดเชิงวิพากษ์ 2. ทักษะความคิดสร้างสรรค์ 3. ทักษะทุนทางจิตวิทยาเป็นบวก 4. ทักษะการแก้ปัญหา 5. ทักษะความร่วมมือกัน 6. ทักษะความฉลาดทางอารมณ์ และ 7. ทักษะการสื่อสารระหว่างบุคคล พบว่าเด็กต่ำกว่า เกณฑ์ทั้งหมด โดยลดลงถึง 30-50% กลุ่มที่มีคะแนนทดสอบต่ำกว่า คะแนนเฉลี่ยส่วนใหญ่เป็นกลุ่มนักเรียนจาก ครุเรือนยากจน เด็กชั้น ม.3 ในทุกจังหวัดมีความสามารถมองโลกในแง่บวกอยู่แค่ระดับปานกลาง โควิดทำให้ Soft skill ของเด็กที่เสี่ยงจะหลุดออกจากระบบที่อยู่ในโรงเรียนขยายโอกาสลดลงประมาณ 30-50% แต่ถ้าเป็นเด็กในโรงเรียนมัธยมทั่วไปจะลดลงแค่ 5-15% กลุ่มเด็กในโรงเรียนขยายโอกาสมี Soft skill น้อยกว่าที่ควร ซึ่งเป็นเรื่องน่ากังวล เพราะถ้าไม่สามารถโตได้ ชัยชนะได้เขาจะผ่านด้านชีวิตต่าง ๆ ไม่ได้และจะกลายเป็นปัญหาความยากจนข้ามรุ่น ดังนั้นเราสามารถบอกได้ว่ากลุ่มนักเรียนจากครุเรือนยากจน เด็กชั้น ม.3 ในทุกจังหวัดมีทักษะการเข้าสังคม อุปนิสัย บุคลิก ทักษะคิด การปรับตัวด้านอาชีพ ทักษะการคิดเชิงวิพากษ์ ทักษะความคิดสร้างสรรค์ ทักษะทุนทางจิตวิทยาเป็นบวก ทักษะการแก้ปัญหา ทักษะความร่วมมือกัน ทักษะความฉลาดทางอารมณ์ และ ทักษะการสื่อสารระหว่างบุคคล ต่ำกว่าเกณฑ์ทั้งหมดเป็นสาเหตุให้แรงงานในประเทศไทยขาดทักษะพื้นฐานและขาดอุปนิสัยที่จำเป็นสำหรับการทำงาน ส่งผลให้มีคุณสมบัติที่ไม่ตรงตามความต้องการของตลาดแรงงาน จากรูปที่ 2 ในปีการศึกษา 2562 มีนักเรียนยากจนและยากจนพิเศษจำนวน 168,307 คน และสามารถศึกษาต่อในระดับสูงขึ้นทั้งสายสามัญ สายอาชีพ และตามอัธยาศัย จำนวน 134,760 คน นั้นย่อมแสดงว่านักเรียนหลุดออกจากระบบการศึกษา 33,547 คน คิดเป็น 20% และในปีการศึกษา 2566 เรียนต่อในระดับมหาวิทยาลัยได้ 21,921 คน คิดเป็น 12.46% เท่านั้นเอง จากเหตุผลที่ปรากฏนี้ เราจึงต้องจัดสรรทุนมนุษย์ ให้พัฒนาการเรียนรู้ทางด้านอาชีพ เพื่อให้มีทักษะที่จำเป็นต่อการทำงาน ประกอบอาชีพ สร้างรายได้สู่ครัวเรือนได้เพิ่มขึ้นอย่างมีประสิทธิภาพ



รูปที่ 2 การหลุดออกจากระบบการศึกษาจากข้อมูลปีการศึกษา 2562-2566 (EEF, 2023, Online)

ทุนนวัตกรรมสายอาชีพชั้นสูง

กองทุนเพื่อความเสมอภาคทางการศึกษาได้เชิญสถานศึกษาที่จัดการศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ต่อเนื่องประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) หรือประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) หรืออนุปริญญาสายอาชีพ หรือประกาศนียบัตรหลักสูตรผู้ช่วยพยาบาล (1 ปี) หรือประกาศนียบัตรหลักสูตรผู้ช่วยทันตแพทย์ (1 ปี) จากทุกสังกัด ยื่นข้อเสนอโครงการทุนนวัตกรรมสายอาชีพชั้นสูง เป็นประจำทุกปี เพื่อสนับสนุนเป้าหมายในการพัฒนากำลังคนสายอาชีพและสร้างโอกาสให้เยาวชนได้ศึกษาต่อสายอาชีพชั้นสูงสอดคล้องกับแผนยุทธศาสตร์ประเทศไทย 4.0 และความต้องการตลาดแรงงานในประเทศ โดย กสศ. จะคัดเลือกข้อเสนอโครงการที่มีคุณภาพสูงสุดตามเกณฑ์เพื่อจัดสรรงบประมาณสนับสนุนการดำเนินงาน โดยมีกำหนดรับนักศึกษาเข้าสู่โครงการเริ่มในปีการศึกษา 2566 สถานศึกษาที่ผ่านการคัดเลือก จะได้รับทุนสำหรับพัฒนาสถานศึกษา และทุนการศึกษาแก่นักศึกษาจำนวนประมาณ 2,300 ทุน พร้อมกิจกรรมยกระดับคุณภาพการเรียนการสอนให้สามารถผลิตกำลังคนที่สร้างความเข้มแข็งให้กับภาคการผลิตและภาคธุรกิจ รวมถึงการสนับสนุนทางวิชาการโดยคณะผู้เชี่ยวชาญ เวทีแลกเปลี่ยนเรียนรู้ และนวัตกรรมการทำงานระหว่างสถานศึกษา โดยประเภททุนประกอบไปด้วย 1. ทุน 5 ปี (ปวช. ต่อเนื่อง ปวส.) 2. ทุน 2 ปี (ปวส./อนุปริญญา) และ 3. ทุน 1 ปี (ผู้ช่วยพยาบาล/ผู้ช่วยทันตแพทย์ที่ได้รับการรับรองหลักสูตรจากสภาวิชาชีพ)



รูปที่ 3 รายงานผลลัพธ์สำคัญของทุนนวัตกรรมสายอาชีพชั้นสูง (EEF, 2023, Online)

กองทุนเพื่อความเสมอภาคทางการศึกษาได้รายงานผลลัพธ์สำคัญของทุนนวัตกรรมสายอาชีพชั้นสูง เพื่อแก้ปัญหาคะยากจนข้ามรุ่นด้วยการสร้างโอกาสให้เยาวชนอายุ 15-24 ปี ที่ขาดแคลนทุนทรัพย์หรือด้อยโอกาสได้เรียนต่อสูงกว่าการศึกษาภาคบังคับในสาขาความต้องการของตลาดแรงงานในประเทศ จังหวัด และท้องถิ่น ขณะเดียวกันยังยกระดับคุณภาพสถานศึกษาสายอาชีพควบคู่ไปด้วย 5 ปีที่ผ่านมา มีเยาวชนจำนวน 11,818 คน 77 จังหวัด ได้เรียนต่อสายอาชีพและพัฒนาตนเองอย่างเต็มศักยภาพ ด้วยสวัสดิการเรียนฟรีเต็มรูปแบบ (ค่าเทอม ค่าครองชีพ) ในจำนวนนี้ 422 คน เป็นผู้เรียนที่มีความต้องการพิเศษ (พิการทางการเคลื่อนไหว การได้ยินหรือสื่อความหมาย บกพร่องทางสติปัญญา การเรียนรู้ ออทิสติก) นับว่าเป็นคนแรกของครอบครัวที่เรียนสูงกว่า ม.6 และเป็นแรงงานมีทักษะเข้าสู่ตลาดแรงงาน ร้อยละ 78 ของนักศึกษาทุน มีผลการเรียนระดับดีมาก เกรดเฉลี่ย 3.00-4.00 และจบการศึกษาแล้วจำนวน 4,257 คน โดยนักศึกษาทุนรุ่นแรก ที่เรียนจบ ปวส. มีรายได้เฉลี่ย 10,800 บาท รายได้สูงสุด 32,000 บาท ขณะเดียวกันยังเกิดนวัตกรรมผลิตและพัฒนากำลังคนสมรรถนะสูง ใน 130 สถานศึกษาสายอาชีพทุกสังกัด 50 จังหวัด ประกอบด้วย การมีกลไกการแนะแนวเพื่อสนับสนุนให้เด็กและครอบครัวมองเห็นโอกาสทางการศึกษาและการมีอาชีพ ระบบการส่งต่อและทุนการศึกษาที่ตอบโจทย์ข้อจำกัดในชีวิตของเยาวชนกลุ่มนี้ ระบบดูแลความเป็นอยู่ สวัสดิภาพ ป้องกันออกกลางคัน มีหลักสูตรและกระบวนการเรียนการสอนคุณภาพสูงเพื่อสร้างกำลังคนที่มีสมรรถนะสูง มีทักษะการทำงานในโลกยุคใหม่ ความร่วมมือภาครัฐ เอกชนและท้องถิ่น ระบบเสริมสร้างทักษะชีวิตและการดูแลช่วยเหลือเยาวชน และการส่งเสริมโอกาสการมีงานทำ เพื่อประกันการเรียนรู้แล้วได้วุฒิ ได้งานที่ตรงสาขาทันทีหลังจบการศึกษา พัฒนาหลักสูตรยุคความยากจน นักศึกษาทุนจบการศึกษามีงานทำ 100 % และเป็นที่ต้องการของตลาดแรงงาน ผ่านตัวแบบหลักสูตรผู้ช่วยพยาบาลผู้ช่วยทันตแพทย์ จำนวนทุนสะสม 1,253 คน ร่วมมือ ร่วมทุน ภาคเอกชนผ่านการยกระดับคุณภาพหลักสูตร 7 สาขา 14 สถานศึกษา ได้แก่อุตสาหกรรมเกษตร อาหารและโภชนาการ เมคคาทรอนิกส์ การซ่อมบำรุงระบบราง เครื่องกลงานเชื่อม ยานยนต์ไฟฟ้า/ยานยนต์สมัยใหม่มีการพัฒนามาตรฐานการฝึกงาน/ทวิภาคี การพัฒนาเครื่องมือในการเรียนการสอน การพัฒนาครูอาชีพศึกษาในสถานประกอบการ

บทสรุป

จากข้อมูลที่น่าเสนอมาทั้งหมดตั้งแต่ต้น คงสามารถที่จะตอบได้ว่าหนทางที่จะแก้ไขกับดักความยากจนของประเทศไทย เพื่อช่วยให้คนยากจนมีฐานะที่รวยขึ้นได้ เราจำเป็นต้องมีแนวทางที่ชัดเจนและครอบคลุมคือการให้ทุนนักเรียนยากจนและยากจนพิเศษในการศึกษาต่อทางอาชีพ สถานศึกษาก็จะได้รับทุนสำหรับพัฒนาสถานศึกษา ซึ่งรวมถึงการให้การศึกษาและการฝึกอาชีพที่มีคุณภาพ การส่งเสริมการสร้างงานและการพัฒนาทักษะเป็นที่ต้องการของตลาดแรงงาน มีทักษะการทำงานในโลกยุคใหม่ ทักษะความร่วมมือกับภาครัฐ เอกชนและท้องถิ่น ตามแนวทางของกองทุนเพื่อความเสมอภาคทางการศึกษา

เอกสารอ้างอิง

Equitable Education Fund. (2023). *Human capital to end inequality*. <https://www.eef.or.th/publication-28816/>. (in Thai)

Equitable Education Fund. (2023). *Thun manut phuā phō nakha wām yakchon khā marun*. <https://www.eef.or.th/publication-212342/>. (in Thai)



วารสารศึกษาศาสตร์อุตสาหกรรม
Journal of Industrial Education

บทวิจารณ์หนังสือ

บทวิจารณ์หนังสือ

การพัฒนา Blockchain นวัตกรรมแห่งอนาคต

DEVELOPING OF BLOCKCHAIN TO FUTURE INNOVATION

วิจารณ์โดย ณัฐพล ธนเชวงสกุล*
Nattaphol Thanachawengsakul*
nattaphol.t@chandra.ac.th*

Received: December 9, 2023

Revised: December 17, 2023

Accepted: December 19, 2023

ผู้เขียน พรรณี สอนเพลง และพัฒนพงษ์ โพธิ์ปัสสา
ซีเ็ดยูเคชั่น 2566 จำนวน 408 หน้า



รูปที่ 1 ปกหนังสือการพัฒนา Blockchain นวัตกรรมแห่งอนาคต

*Corresponding author E-mail: nattaphol.t@chandra.ac.th

หลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม กรุงเทพมหานคร 10900
Bachelor of Education Program in Computers, Faculty of Science, Chandrakasem Rajabhat University,
Bangkok 10900 Thailand

หนังสือ การพัฒนา Blockchain นวัตกรรมแห่งอนาคต เล่มนี้ จัดพิมพ์ครั้งแรกเป็นภาษาไทยโดยผู้เขียนมีแนวคิดในการบุกเบิกองค์ความรู้ทางด้านการพัฒนาเทคโนโลยีบล็อกเชนในประเทศไทยให้เกิดเป็นรูปธรรม ผ่านประสบการณ์ในการทำงานทางวิชาการและงานวิจัยทางด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ รวมถึงการรวบรวมองค์ความรู้จากหนังสือ บทความวิจัย บทความวิชาการ และเอกสารจากต่างประเทศ ที่มีเนื้อหาบูรณาการเทคโนโลยีบล็อกเชนกับการทำธุรกิจและการท่องเที่ยว รวมถึงมีการจัดทำรูปภาพประกอบเนื้อหาในรูปแบบอินโฟกราฟิก (Infographic) ทำให้การอ่านและการศึกษามีความเข้าใจได้อย่างชัดเจนมากยิ่งขึ้น โดยหนังสือเล่มนี้มีขอบเขตของเนื้อหาแบ่งเป็น 3 ส่วน ประกอบด้วย ส่วนที่ 1 เป็นการนำเสนอความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับเทคโนโลยีบล็อกเชน (Introduction to blockchain) ส่วนที่ 2 ได้นำเสนอความรู้ทางด้านการพัฒนาบล็อกเชนด้วยอีเธอเรียมรีมิคซ์ (Blockchain development by ethereum remix) และส่วนที่ 3 เป็นการยกตัวอย่างและกรณีศึกษาการพัฒนาบล็อกเชน (Blockchain development case study) สามารถแสดงรายละเอียดพอสังเขปได้ ดังนี้

ส่วนที่ 1 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับเทคโนโลยีบล็อกเชน (Introduction to blockchain)

เนื้อหาในส่วนที่ 1 จะเป็นการนำเสนอรายละเอียดเกี่ยวกับความรู้พื้นฐานในเชิงทฤษฎีเกี่ยวกับบล็อกเชน แบ่งเป็น 5 บท โดยมีรายละเอียด ดังนี้

บทที่ 1 ความรู้พื้นฐานของบล็อกเชน (Introduction to blockchain) ผู้เขียนได้มีการนำเสนอเนื้อหาสาระเกี่ยวกับความรู้เบื้องต้นของบล็อกเชนที่แสดงถึงวิวัฒนาการของบล็อกเชน คุณลักษณะของบล็อกเชน ลักษณะเฉพาะของบล็อกเชนได้อย่างละเอียด นอกจากนี้ ยังมีการอธิบายองค์ประกอบภายในสถาปัตยกรรมของบล็อกเชน การทำงานและการทำธุรกรรมในบล็อกเชน ประเภทของบล็อกเชน ที่มีลักษณะเป็นแผนภาพประกอบการอธิบาย ทำให้ผู้อ่านสามารถศึกษารายละเอียดที่เข้าใจได้มากยิ่งขึ้น และช่วงท้าย ได้มีการนำเสนอเกี่ยวกับประโยชน์ของเทคโนโลยีบล็อกเชน แนวทางการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีบล็อกเชน และกรณีศึกษา งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีบล็อกเชนทั้งในและต่างประเทศ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการประยุกต์ใช้บล็อกเชนกับภาคการท่องเที่ยว

บทที่ 2 เทคโนโลยีพื้นฐานของบล็อกเชน (Technology in blockchain) ผู้เขียนได้มีการนำเสนอเนื้อหาสาระเกี่ยวกับการใช้ทฤษฎี CAP ซึ่งเป็นทฤษฎีพื้นฐานที่รองรับการทำงานของบล็อกเชน รวมถึงมีการออกแบบและเลือกใช้รูปภาพประกอบการอธิบายเนื้อหาเกี่ยวกับความปลอดภัยของบล็อกเชน ทำให้ผู้อ่านเกิดความเข้าใจและเข้าถึงเนื้อหาที่มีความยากและซับซ้อนได้ง่ายขึ้น อีกทั้ง มีการนำเสนอเทคโนโลยีในบล็อกเชน ประกอบด้วย ฟังก์ชันแฮช (Hash function) อี-แสตมป์ (e-Stamp) และเครือข่ายเพียร์ทูเพียร์ (Peer-to-Peer network) ควบคู่กับประเด็นที่ควรให้ความสำคัญด้านเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับบล็อกเชน อาทิ ความเสี่ยงในการใช้เทคโนโลยีบล็อกเชน และความเสี่ยงด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและภัยคุกคามทางไซเบอร์ เป็นต้น ส่วนช่วงท้าย ผู้เขียนได้มีการยกตัวอย่างกรณีศึกษาและงานวิจัยเกี่ยวกับเทคโนโลยีพื้นฐานของบล็อกเชน ทำให้ผู้อ่านเห็นผลลัพธ์จากการนำเทคโนโลยีบล็อกเชนมาประยุกต์ในด้านต่าง ๆ ผ่านกระบวนการวิจัยจากนานาชาติ

บทที่ 3 อีเธอเรียมบล็อกเชน (Ethereum blockchain) ผู้เขียนได้มีการนำเสนอเนื้อหาสาระเกี่ยวกับความรู้พื้นฐานและประวัติของอีเธอเรียมที่เป็นสกุลเงินดิจิทัล สำหรับการแลกเปลี่ยนซื้อขายออนไลน์และการทำธุรกรรมต่าง ๆ นอกจากนี้ ยังมีการอธิบายเกี่ยวกับสถาปัตยกรรมของอีเธอเรียม การทำธุรกรรมในอีเธอเรียม โหนดในโครงข่ายอีเธอเรียม การขุดเหมืองในอีเธอเรียม การทดสอบและการอัปเดตอีเธอเรียม ส่วนช่วงท้าย ผู้เขียนได้มีการยกตัวอย่างกรณีศึกษาและงานวิจัยเกี่ยวกับอีเธอเรียม ซึ่งในภาพรวม ผู้อ่านสามารถมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับความปลอดภัยในการทำธุรกรรมด้วยกระบวนการอีเธอเรียมบล็อกเชน รวมถึงการสร้างแอปพลิเคชันบนระบบโอเพนซอร์ซที่เป็นลักษณะการกระจาย (Decentralize) อำนาจการประมวลผลตามที่ได้มีการนำเสนอรายละเอียดทั้งหมดในบทนี้

บทที่ 4 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับธุรกรรม (Fundamental of ethereum transaction) ผู้เขียนได้มีการนำเสนอเนื้อหาสาระเกี่ยวกับความหมายและความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับธุรกรรม ประเภทของธุรกรรมบนอีเธอเรียมบล็อกเชน แบ่งเป็น 3 ประเภท ประกอบด้วย 1) การทำธุรกรรมปกติ 2) การทำธุรกรรมภายใน และ 3) การโอนโทเคน รวมถึงมีการอธิบายเกี่ยวกับวงจรชีวิตของการทำธุรกรรม การเปลี่ยนแปลงสถานะของข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการทำธุรกรรม และกรณีศึกษา งานวิจัยเกี่ยวกับธุรกรรมในบล็อกเชน ซึ่งในภาพรวม ผู้อ่านสามารถมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการทำธุรกรรม (Transaction) ที่เป็นคำสั่งในการลงนามด้วยการเข้ารหัสลับจากบัญชี โดยจะมีกระบวนการและขั้นตอนของการทำธุรกรรมบนเครือข่ายอีเธอเรียม ตามที่ได้มีการนำเสนอรายละเอียดทั้งหมดในบทนี้

บทที่ 5 ดีแอป (DApp) ผู้เขียนได้มีการนำเสนอเนื้อหาสาระเกี่ยวกับความรู้พื้นฐานของดีแอป ซึ่งเป็นแอปพลิเคชันกระจายอำนาจ (Decentralized application) ทำงานบนเครือข่ายบล็อกเชนที่มีการทำงานแบบเพียร์ทูเพียร์ (Peer-to-Peer) บนระบบคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์อื่น ๆ โดยมีการเชื่อมต่อถึงกันผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ผู้ใช้งานสามารถแชร์ไฟล์และเชื่อมต่อหากันโดยไม่ต้องมีเครื่องแม่ข่ายกลาง ส่งผลให้เกิดประสิทธิภาพในการประมวลผลและเกิดความปลอดภัยในการทำธุรกรรมบนบล็อกเชน อีกทั้งได้มีการอธิบายรายละเอียดเกี่ยวกับสถาปัตยกรรมของอีเทอร์เรียมดีแอป ข้อดีและข้อเสียของการพัฒนาดีแอป เครื่องมือสำหรับการพัฒนาดีแอป อาทิ Scaffold ETH, Create ETH App, One Click DApp และ Etherflow เป็นต้น รวมถึงดีแอปเบราวเซอร์ที่เป็นส่วนในการเชื่อมต่อกับกระเป๋าเงินคริปโท (e-Wallet) ประกอบด้วย Cipher Browser, Toshi Browser, Status Browser และ Trust Wallet นอกจากนี้ ผู้เขียนได้มีการอธิบายเกี่ยวกับการพัฒนาดีแอปและสมาร์ตคอนแทรกต์ สถาปัตยกรรมรวมศูนย์และสถาปัตยกรรมการกระจายอำนาจ และช่วงท้าย ผู้เขียนได้มีการยกตัวอย่างกรณีศึกษา งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาดีแอป

ส่วนที่ 2 การพัฒนาบล็อกเชน (Blockchain development)

เนื้อหาในส่วนที่ 2 จะเป็นการนำเสนอรายละเอียดเกี่ยวกับการพัฒนาระบบบล็อกเชนด้วยอีเทอร์เรียมรีมิคซ์ แบ่งเป็น 8 บท โดยมีรายละเอียด ดังนี้

บทที่ 6 สภาพแวดล้อมสำหรับการพัฒนาบล็อกเชน (Blockchain development environment) ผู้เขียนได้มีการนำเสนอเนื้อหาสาระเกี่ยวกับสภาพแวดล้อมของสถาปัตยกรรมของดีแอป สภาพแวดล้อมในการประมวลผลสมาร์ตคอนแทรกต์ สภาพแวดล้อมการทำงานที่ใช้ตามาส์ เพื่อเชื่อมต่อกับเครือข่ายอีเทอร์เรียม ซึ่งจะเป็ปัจจัยแวดล้อมที่มีผลต่อการพัฒนาภาพรวมของระบบบล็อกเชน โดยจะมีรอบการทำงานที่จำเป็นต่อการพัฒนาอีเทอร์เรียมดีแอป ทั้งนี้ ผู้เขียนได้มีการอธิบายขั้นตอนต่าง ๆ อย่างละเอียดผ่านการใช้งานในโปรแกรม Truffle และช่วงท้าย ผู้เขียนได้มีการยกตัวอย่างกรณีศึกษา งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสภาพแวดล้อมของการพัฒนาบล็อกเชน ซึ่งในภาพรวม ผู้อ่านสามารถมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสภาพแวดล้อมโดยรวมของการพัฒนาบล็อกเชน ที่มีการทำงานเป็นเลเยอร์ควบคู่กับชุดคำสั่งต่าง ๆ และภาษาการเขียนโปรแกรมที่จะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาดีแอปไปใช้งานจริงต่อไปในอนาคต

บทที่ 7 อีเทอร์เรียมรีมิคซ์ (Ethereum Remix) ผู้เขียนได้มีการนำเสนอเนื้อหาสาระเกี่ยวกับความรู้พื้นฐานอีเทอร์เรียมรีมิคซ์ที่เป็นเว็บโอเพนซอร์ซ (Web open source) และแอปพลิเคชันเดสก์ท็อพ (Application desktop) สำหรับการออกแบบส่วนต่อประสาน (GUI) ในการใช้งาน โดยผู้เขียนได้มีการอธิบายขั้นตอนต่าง ๆ อย่างละเอียดผ่านการใช้งานโปรแกรม Remix IDE อาทิ ส่วนประกอบในการใช้งานโปรแกรม เครื่องมือในแถบไอคอนพาเนล ชุดคำสั่งภายใต้ไฟล์เอกซ์โพลเลอร์ ชุดคำสั่งภายใต้โซลิดิตีคอมไพเลอร์ ชุดคำสั่งภายใต้ Deploy & Run transaction ชุดคำสั่งภายใต้ลิกอินเมเนเจอร์ และชุดคำสั่งภายใต้เซตติง และช่วงท้าย ผู้เขียนได้มีการยกตัวอย่างกรณีศึกษา งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาบล็อกเชนด้วยอีเทอร์เรียมรีมิคซ์ ซึ่งในภาพรวม ผู้อ่านสามารถมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการพัฒนาอีเทอร์เรียมสมาร์ตคอนแทรกต์ ที่สามารถเรียกใช้งานผ่านเว็บเบราวเซอร์ด้วยเครื่องมือในการพัฒนาสมาร์ตคอนแทรกต์และดีแอปบนโครงข่ายอีเทอร์เรียมผ่านโปรแกรม Ethereum Remix

บทที่ 8 ความรู้พื้นฐานโซลิดิตี (Introduction to solidity) ผู้เขียนได้มีการนำเสนอเนื้อหาสาระเกี่ยวกับแนวคิดของโซลิดิตีซึ่งเป็นภาษาการเขียนโปรแกรมเชิงวัตถุ (Object oriented programming) ที่ออกแบบมาเพื่อใช้งานสมาร์ตคอนแทรกต์ในการพัฒนาระบบบล็อกเชน เรียกอีกอย่างว่า “ภาษาโซลิดิตี (Solidity language)” โดยผู้เขียนได้มีการอธิบายถึงโครงสร้างของโซลิดิตี การใช้งานโซลิดิตี หน่วยความจำเปรียบเทียบกับ การจัดเก็บ ตัวแปรและประเภทของตัวแปรในโซลิดิตี โครงสร้างข้อมูลในโซลิดิตี และการเขียนโปรแกรมบนโซลิดิตีไว้อย่างละเอียด และช่วงท้าย ผู้เขียนได้มีการยกตัวอย่างกรณีศึกษา งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับโซลิดิตี ซึ่งเป็นการประยุกต์ใช้ภาษาโซลิดิตีกับงานด้านต่าง ๆ ในต่างประเทศ ซึ่งในภาพรวม ผู้อ่านสามารถมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการใช้ภาษาโซลิดิตีในการเขียนโปรแกรมสำหรับการพัฒนาระบบบล็อกเชน

บทที่ 9 การเขียนโปรแกรมโซลิดิตี (Programming in solidity) ผู้เขียนได้มีการอธิบายเนื้อหาต่อเนื่องจากบทที่ 8 ที่มีรายละเอียดมากขึ้นเกี่ยวกับตัวแปรในโซลิดิตี แบ่งเป็น 3 ประเภท ประกอบด้วย 1) ตัวแปรสถานะ (State variables) 2) ตัวแปรเฉพาะที่ (Local variables) และ 3) ตัวแปรสากล (Global variables) รวมถึง การอธิบายเกี่ยวกับกฎการตั้งชื่อตัวแปร ขอบเขตของตัวแปร ตัวดำเนินการในภาษาโซลิดิตี การใช้คำสั่งวนลูปในภาษาโซลิดิตี การใช้คำสั่งในการตัดสินใจในภาษาโซลิดิตี ฟังก์ชันในภาษาโซลิดิตี และตัวปรับแต่งฟังก์ชัน ส่วนช่วงท้าย ผู้เขียนได้มีการยกตัวอย่างกรณีศึกษาและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาโซลิดิตี ซึ่งในภาพรวม ผู้อ่านสามารถมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการพัฒนาระบบบล็อกเชนด้วยภาษาโซลิดิตีผ่านตัวแปร ตัวดำเนินการ ฟังก์ชัน และคำสั่งในการเขียนโปรแกรมได้อย่างถูกต้อง

บทที่ 10 อีเทอร์สแกน (Etherscan) ผู้เขียนได้มีการนำเสนอเนื้อหาสาระเกี่ยวกับความรู้พื้นฐานของอีเทอร์สแกน ซึ่งเป็นเครื่องมือสำหรับบล็อกเชนที่ให้ผู้พัฒนาระบบสามารถเข้าไปดูข้อมูลสาธารณะเกี่ยวกับการทำธุรกรรมบนบล็อกเชนอีเทอร์เรียม รวมถึงได้มีการอธิบายเกี่ยวกับความสามารถในการตรวจสอบกระเป๋าเงิน ETH และโทเคนบนอีเทอร์สแกน การใช้งานอีเทอร์สแกน ส่วนช่วงท้าย ผู้เขียนได้มีการยกตัวอย่างกรณีศึกษาและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับอีเทอร์สแกนของต่างประเทศในการตรวจสอบความถูกต้องข้อมูลผ่านบริบทต่าง ๆ บนบล็อกเชน ซึ่งในภาพรวม ผู้อ่านสามารถมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับคุณสมบัติ จุดเด่น ลักษณะการทำงาน และการประยุกต์ใช้ของอีเทอร์สแกน

บทที่ 11 การสร้างสมาร์ตคอนแทรกต์ หรือสัญญาอัจฉริยะ (Smart contract development) ผู้เขียนได้มีการนำเสนอเนื้อหาสาระเกี่ยวกับการพัฒนาสมาร์ตคอนแทรกต์หรือสัญญาอัจฉริยะ ซึ่งเป็นหนึ่งในกระบวนการทำธุรกรรมทางดิจิทัลบนบล็อกเชน เพื่อให้เกิดความปลอดภัยของข้อมูลในการทำธุรกรรม โดยผู้เขียนได้มีการอธิบายขั้นตอนต่าง ๆ อย่างละเอียด อาทิ การรับเหรียญ ETH ฟรี เพื่อใช้ในการทดสอบการทำงานของสมาร์ตคอนแทรกต์ และวิธีการสร้างสมาร์ตคอนแทรกต์หรือสัญญาอัจฉริยะแรก เป็นต้น ส่วนช่วงท้าย ผู้เขียนได้มีการยกตัวอย่างกรณีศึกษาและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในต่างประเทศ ถึงการนำสมาร์ตคอนแทรกต์หรือสัญญาอัจฉริยะไปประยุกต์ใช้กับงานด้านต่าง ๆ ซึ่งในภาพรวม ผู้อ่านสามารถฝึกทักษะการเขียนสมาร์ตคอนแทรกต์แรกสำหรับผู้เริ่มต้นพัฒนาได้แอป โดยใช้โปรแกรม Ethereum Remix IDE

บทที่ 12 การปรับใช้สมาร์ตคอนแทรกต์ (Deploy smart contract) ผู้เขียนได้มีการนำเสนอเนื้อหาสาระเกี่ยวกับสิ่งที่จำเป็นต่อการปรับใช้สมาร์ตคอนแทรกต์บนอีเทอร์เรียม ซึ่งเป็นเนื้อหาที่สืบเนื่องจากบทที่ 11 โดยผู้อ่านสามารถมีความรู้ความเข้าใจภาพรวมในการปรับใช้สมาร์ตคอนแทรกต์ ถึงขั้นตอนการสร้างกระเป๋าเงินอีเทอร์เรียม การรับอีเทอร์ (Ether) บนเครือข่ายทดสอบบนอีเทอร์เรียม (Ropsten testnet) การคอมไพล์สมาร์ตคอนแทรกต์ การรัน Deployment script และการดำเนินการสมาร์ตคอนแทรกต์ นอกจากนี้ ผู้เขียนยังมีการยกตัวอย่างโค้ดสำหรับเรียนรู้การปรับใช้สมาร์ตคอนแทรกต์ ที่แสดงการใช้งานอย่างเป็นขั้นตอนที่เข้าใจง่าย และช่วงท้าย ผู้เขียนได้มีการยกตัวอย่างกรณีศึกษา งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการปรับใช้สมาร์ตคอนแทรกต์ในบริบทต่างประเทศ

บทที่ 13 การติดตั้งกระเป๋าอิเล็กทรอนิกส์เมตามาสก์ (MetaMask e-Wallet) ผู้เขียนได้มีการนำเสนอเนื้อหาสาระเกี่ยวกับความรู้พื้นฐานของเมตามาสก์ที่เป็นส่วนขยายของเบราว์เซอร์ ถูกออกแบบมาเพื่อใช้สำหรับการเข้าถึงระบบนิเวศของดีแอปอีเทอร์เรียม (DApp ethereum) ให้ง่ายขึ้น และยังทำหน้าที่เป็นกระเป๋าเงินสำหรับการถือโทเคน ERC-20 ที่อนุญาตให้ผู้ใช้สามารถเข้าถึงบริการต่าง ๆ ที่สร้างบนเครือข่ายผ่านกระเป๋าเงิน โดยผู้เขียนได้มีการอธิบายขั้นตอนต่าง ๆ อย่างละเอียดเกี่ยวกับขั้นตอนการติดตั้งเมตามาสก์บนระบบปฏิบัติการวินโดวส์ และช่วงท้าย ผู้เขียนได้มีการยกตัวอย่างกรณีศึกษา งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการติดตั้งกระเป๋าอิเล็กทรอนิกส์เมตามาสก์ในบริบทต่างประเทศ ซึ่งในภาพรวม ผู้อ่านสามารถมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการติดตั้งโปรแกรมเมตามาสก์ สำหรับเก็บเหรียญ ETH และเหรียญดิจิทัลสกุลอื่น ๆ ทำให้ผู้ใช้งานระบบบล็อกเชนที่ต้องการซื้อขายแลกเปลี่ยนสินทรัพย์ดิจิทัลสามารถทำได้แบบเพียร์ทูเพียร์ (Peer-to-Peer) โดยไม่ต้องผ่านตัวกลาง

ส่วนที่ 3 กรณีศึกษาการพัฒนาบล็อกเชน (Blockchain case study)

เนื้อหาในส่วนที่ 3 จะเป็นการนำเสนอรายละเอียดเกี่ยวกับตัวอย่างการพัฒนาบบล็อกเชน และตัวอย่างกรณีศึกษาที่ประยุกต์ใช้ระบบบล็อกเชนในอุตสาหกรรมต่าง ๆ รวมถึงเครื่องมือและช่องทางของการพัฒนาบล็อกเชนเพื่อการศึกษา ค้นคว้า และต่อยอดนวัตกรรมขั้นสูง แบ่งเป็น 2 บท โดยมีรายละเอียด ดังนี้

บทที่ 14 ตัวอย่างการพัฒนาบล็อกเชนแอปพลิเคชัน (Example of blockchain application development) ผู้เขียนได้มีการนำเสนอเนื้อหาสาระเกี่ยวกับตัวอย่างการเขียนสมาร์ตคอนแทรกต์ด้วยภาษาโซลิดิตีบนอีเทอร์เรียมมีกซ์ (Ethereum remix IDE) ผ่านโค้ดโปรแกรมตัวอย่าง 5 รูปแบบ ประกอบด้วย 1) สมาร์ตคอนแทรกต์เพื่อฝากเงิน (Deposit) 2) การออกเสียงหรือโหวต (Vote) 3) สัญญาดำเนินการกับธนาคารธรรมดา (SimpleBank) 4) สัญญาอัจฉริยะเพื่อใช้งานกระเป๋าเงินร่วมกัน (SharedWallet) และ 5) การจัดเก็บอย่างง่าย (SimpleStorage) ทั้งนี้ ผู้เขียนยังได้มีการยกตัวอย่างกรณีศึกษาและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาบล็อกเชนแอปพลิเคชัน ซึ่งในภาพรวม ผู้อ่านสามารถเรียนรู้และประยุกต์ใช้ความรู้จากโค้ดโปรแกรมต่าง ๆ ในบทนี้ ต่อยอดไปสู่การพัฒนาบล็อกเชนแอปพลิเคชันด้วยโซลิดิตีบนอีเทอร์เรียมมีกซ์

บทที่ 15 งานวิจัยเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้บล็อกเชน (Research of apply blockchain) ผู้เขียนได้มีการนำเสนอเนื้อหาสาระเกี่ยวกับตัวอย่างการประยุกต์ใช้บล็อกเชน แบ่งเป็น 4 ด้าน ประกอบด้วย 1) การประยุกต์ใช้บล็อกเชนกับการแพทย์ ด้วยการแบ่งปันข้อมูลทางการแพทย์ในด้านการวินิจฉัยโรคข้ามโรงพยาบาล รวมถึงการนำเทคโนโลยีบล็อกเชนและสมาร์ตคอนแทรกต์เข้ามาใช้สำหรับการสร้างกลไกการแบ่งปันเวชระเบียนอิเล็กทรอนิกส์ 2) การประยุกต์ใช้บล็อกเชนกับการท่องเที่ยว โดยผู้เขียนได้มีการนำเสนอผลการวิจัยในการพัฒนาการท่องเที่ยวเชิงเกษตรที่ปัญญาประดิษฐ์ (AI) แนะนำให้สนับสนุนการท่องเที่ยวโดยชุมชนในช่วงหลังโควิด-19 ผ่านแอปพลิเคชันที่สามารถเชื่อมต่อกับบล็อกเชนโหนด (Blockchain node) กับโมดูลสำคัญของระบบการท่องเที่ยวอัจฉริยะ (Smart tourism) ได้ 3) การประยุกต์ใช้บล็อกเชนกับการเกษตร ด้วยการบูรณาการอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (IoT) และระบบฝังตัว (Digital traceability) สำหรับการติดตามการเติบโตของต้นไม้ในฟาร์มและส่งข้อมูลไปที่ระบบเครือข่ายของฟาร์ม เพื่อให้ลูกค้าที่อยู่ในบล็อกเชนสามารถเรียกดูข้อมูลเกี่ยวกับสินค้าและต้นไม้ในฟาร์มได้ และ 4) การประยุกต์ใช้บล็อกเชนกับการพัฒนาเมืองอัจฉริยะ (Smart city) โดยผู้เขียนได้มีการนำเสนอผลการวิจัยเกี่ยวกับการนำเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์และเทคโนโลยีบล็อกเชนมาใช้ในการพัฒนาแพลตฟอร์มสำหรับกรองข่าวลวง ในการกลั่นกรองข่าวปลอมให้กับประชาชนในพื้นที่ ซึ่งเป็นการส่งเสริมการรับรู้ข้อมูลข่าวสารผ่านทางโซเชียล และภัยคุกคามทางไซเบอร์ต่าง ๆ อันจะนำไปสู่การพัฒนาเมืองอัจฉริยะ (Smart city) ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

จากรายละเอียดทั้งหมด 15 บท ผู้วิจารณ์มีความคิดเห็นว่าหนังสือเล่มนี้ เป็นหนังสือที่บุกเบิกองค์ความรู้ด้านการพัฒนาระบบบล็อกเชน เพื่อรองรับการทำธุรกรรมทางการเงินที่ปลอดภัย ทรงพลัง รองรับยุคของการเปลี่ยนแปลงทางดิจิทัล (Digital disruption) และการขับเคลื่อนด้วยนวัตกรรมแห่งอนาคต โดยมีการร้อยเรียงเรื่องราวในบทต่าง ๆ จากเรื่องพื้นฐานไปสู่การนำองค์ความรู้ เทคนิค วิธีการไปประยุกต์ใช้ในบริบทต่าง ๆ มีการสอดแทรกเรื่องราวผ่านกรณีศึกษา งานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในและต่างประเทศ รวมถึงผ่านประสบการณ์ในการทำงานวิจัยของผู้เขียนเอง ด้วยการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีบล็อกเชนสู่นวัตกรรมทางด้านการท่องเที่ยว ซึ่งผู้วิจารณ์มองว่าหนังสือเล่มนี้ มีลักษณะเด่นหลายประการ กล่าวคือ ผู้เขียนได้มีการอธิบายรายละเอียดของแต่ละประเด็นที่เป็นเนื้อหาสาระแต่ละบทได้อย่างชัดเจน พร้อมมีรูปภาพประกอบการอธิบายที่เข้าใจง่าย เหมาะสมกับเนื้อหา อีกทั้ง ยังมีการทำอ้างอิงเชิงบรรณานุกรม (Footnote) ที่แสดงรายละเอียดเพิ่มเติมเกี่ยวกับคำศัพท์ต่าง ๆ พร้อมแหล่งที่มา ทำให้ผู้อ่านสามารถติดตามหรือขยายความรู้ในประเด็นที่เกี่ยวข้องได้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น สุดท้ายที่ผู้วิจารณ์รู้สึกชื่นชอบอีกประเด็น คือ ส่วนสรุปท้ายบท ผู้เขียนได้มีการจัดทำเป็นแผนภาพสรุปองค์ความรู้ที่มีลักษณะเป็นการแสดงลำดับและความต่อเนื่องของเนื้อหาเมื่ออ่านจบในแต่ละบท พร้อมทั้งยังมีสรุปที่เป็นคำศัพท์ประจำบทให้ผู้อ่านได้ทำการทบทวนก่อนทำการศึกษาในบทถัดไป

เอกสารอ้างอิง

Suanpang, P., & Pothipassa, P. (2023). *Developing of blockchain to future innovation*. Se-education. (in Thai)



วารสารศาสตร์อุตสาหกรรม
Journal of Industrial Education

บทความวิจัย

การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องวัสดุก่อสร้าง โดยใช้บอร์ดเกมร่วมกับกระบวนการเรียนรู้แบบ MIAP เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน

DEVELOPMENT OF AN INSTRUCTIONAL PACKAGE ON CONSTRUCTION MATERIALS BY USING BOARD GAMES AND THE MIAP LEARNING PROCESS TO ENHANCE STUDENTS' ACHIEVEMENTS

พีรพงศ์ เพชรจันทร์^{1*}, นำนน้ำ บัวคล้าย², สืบศักดิ์ สุ่มอิม³, และเมธา อึ้งทอง⁴
Peerapong Phetjan^{1*}, Nannam Buaklay², Suebsak Sumim³, and Metha Oungthong⁴

E-mail: Peerapong6029@gmail.com*, nannam.b@fte.Kmutnb.ac.th, gsuebsak@gmail.com, and metha.o@fte.Kmutnb.ac.th

Received: June 18, 2023

Revised: July 17, 2023

Accepted: August 11, 2023

ABSTRACT

This research has developed an instructional package on construction materials using a board game and the MIAP learning process to enhance student achievement. This study is experimental research. The population consisted of 570 students in their second year at a vocational institution. They were randomly selected for use the study via cluster random sampling. Each of two sample groups consisted of 30 individuals. The first group, a control group, consisted of students who learner using conventional methods. The second group, an experimental group, that learns through a researcher – created instructional package. The research instruments included 1) lesson plans, 2) a board game on constructional materials, 3) a questionnaire on an instructional package, and 4) a four-option multiple-choice test for assessing learning achievement in construction materials. Thirty items had an IOC between 0.25 and 0.50, and a reliability of 0.63. Data analysis utilized the mean, standard deviation, and t-test, as a consequence of the development of the instructional package for construction materials consisted of seven sections, which received the highest rating in expert evaluation. The comparison of learning achievement between the control group and the experimental group revealed that the learning achievement of the experimental group students was significantly higher than that of the control group at the .05 level.

Keywords: Instructional package, Board game, MIAP learning process, Learning achievement

*Corresponding author E-mail: s6402012521105@email.kmutnb.ac.th

^{1,2,4}สาขาวิศวกรรมผลิตและอุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ กรุงเทพมหานคร 10800
Production and Industrial Engineering Program, Faculty of technical Education, King Mongkut's University of Technology North Bangkok, 10800 Thailand

³แผนกวิชาสามัญสัมพันธ์ วิทยาลัยเทคนิคปทุมธานี สถาบันการอาชีวศึกษาภาคกลาง 1 จ.ปทุมธานี 12000

General relations department Pathum Thani Technical College Central Vocational Education Institute 1, Pathum Thani, 12000 Thailand

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีการพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องวัสดุก่อสร้าง โดยการใช้บอร์ดเกมร่วมกับกระบวนการเรียนรู้แบบ MIAP เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน การวิจัยนี้เป็นงานวิจัยเชิงทดลอง ประชากรคือนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 2 ในสถาบันอาชีวศึกษาแห่งหนึ่ง โดยใช้การสุ่มแบบกลุ่ม ได้กลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม กลุ่มละ 30 คน โดยกลุ่มแรกเป็นกลุ่มควบคุม ซึ่งนักเรียนจะได้เรียน โดยวิธีปกติ ส่วนกลุ่มที่สองเป็นกลุ่มทดลอง ซึ่งเรียนรู้ผ่านชุดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย ประกอบด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้ 2) บอร์ดเกมเรื่องวัสดุก่อสร้าง 3) แบบประเมินความคิดเห็นของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ และ 4) แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวัสดุช่างอุตสาหกรรม เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ มีค่า IOC ระหว่าง 0.80-1.00 ค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.25-0.79 ค่าอำนาจจำแนกรหว่าง 0.20-0.50 และค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.63 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การทดสอบ t-test และมีการวิเคราะห์เนื้อหาผลการวิจัย พบว่า ผลการพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ พบว่า ชุดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องวัสดุก่อสร้าง ประกอบด้วยเนื้อหาใน 7 ส่วน โดยได้คะแนนการประเมินความเหมาะสม โดยผู้เชี่ยวชาญในระดับมากที่สุด ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่อยู่ในกลุ่มทดลอง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คำสำคัญ: ชุดกิจกรรมการเรียนรู้, บอร์ดเกม, กระบวนการเรียนรู้แบบ MIAP, ผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้

1. บทนำ

ปัจจุบันเทคโนโลยีมีบทบาทสำคัญในการจัดการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพ กระทรวงศึกษาธิการจึงได้กำหนดความสามารถในการใช้เทคโนโลยีให้เป็นสมรรถนะที่สำคัญที่ผู้เรียนต้องมีและปฏิบัติได้ โดยผู้เรียนจะต้องมีความสามารถในการใช้เทคโนโลยีต่าง ๆ เพื่อพัฒนาตนเองในด้านการเรียนรู้และการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ซึ่งการจัดการเรียนการสอนในปัจจุบันเข้าสู่โลกยุคดิจิทัล ที่ให้ความสำคัญในการใช้เทคโนโลยีกับการเรียนรู้ตามความสนใจของผู้เรียน และพัฒนากระบวนการเรียนการสอนโดยใช้เครือข่ายอินเทอร์เน็ตจึงทำให้เกิดการเชื่อมโยงข้อมูลข่าวสารซึ่งกันและกัน ภายใต้สิ่งแวดล้อมที่สมบูรณ์ รวมถึงการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ ที่จัดทำขึ้น กระบวนการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 จึงต้องประยุกต์ และปรับเปลี่ยนรูปแบบการเรียนการสอน เสริมสร้างคุณลักษณะที่จำเป็นของผู้เรียน ทั้งการเสริมสร้างองค์ความรู้ (Content knowledge) ทักษะเฉพาะทาง (Specific skills) ความเชี่ยวชาญเฉพาะด้าน (Expertise) และการรู้เท่าทัน (Literacy) (Athonvarangkul et al., 2022, pp. 13-29) ตามการอ้างอิงจากเครือข่ายองค์กรความร่วมมือ เพื่อทักษะแห่งการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 จึงเป็นเรื่องท้าทายสำหรับผู้สอนที่จะค้นคว้าหาวิธีการสอนที่หลากหลายตามสภาพสังคมในปัจจุบัน เน้นการผลิตนวัตกรรมและกิจกรรมการเรียนรู้สร้างสรรค์

โดยการพัฒนาการเรียนรู้นั้นจะต้องดำเนินการควบคู่ไปกับสื่อการเรียนรู้ที่เหมาะสม ซึ่งบอร์ดเกม (Board game) หรือเกมกระดาน นับเป็นสื่อการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐานรูปแบบหนึ่ง ที่ช่วยฝึกฝนให้ผู้เรียนกล้าคิด กล้าตัดสินใจ หาคำตอบต่อคำถามต่าง ๆ ด้วยตนเอง จนเกิดการเรียนรู้จากการเป็นผู้สร้างความรู้ด้วยตนเองได้เป็นอย่างดี โดยเฉพาะอย่างยิ่งบอร์ดเกมการศึกษาหรือบอร์ดเกมการเรียนรู้ ที่นับว่ามีจุดประสงค์หลักในการช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนได้รับความรู้เฉพาะเรื่องมากขึ้น ซึ่งการใช้บอร์ดเกมในการประกอบการจัดการเรียนรู้นั้นสามารถนำมาบูรณาการเข้ากับการเรียนการสอนจะทำให้ผู้เรียนเกิดความสนใจไม่รู้สึกเบื่อหน่าย ก่อให้เกิดความสนุกสนาน เพลิดเพลิน นักเรียนมีโอกาสใช้ปฏิภาณไหวพริบของตน สามารถจดจำเนื้อหาได้ง่าย รวดเร็วและจำได้นาน ซึ่งได้มีงานวิจัยของ Poopamonkaipob et al. (2020, pp. 110-117) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง การออกแบบเงื่อนไขกระบวนการสอนแบบ MIAP ร่วมกับบทเรียนผ่านเครือข่าย พบว่า หลังเรียนด้วยกระบวนการสอนแบบ MIAP ร่วมกับบทเรียนผ่านเครือข่ายนั้นจะทำให้เกิดการเรียนรู้ได้ถึง 75%

ซึ่งกระบวนการสอนแบบ MIAP มีความเหมาะสมกับนักเรียนที่จะเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรอาชีวศึกษาเป็นหลักสูตรที่พัฒนาขึ้นเพราะกระบวนการสอนแบบ MAIP คือการฝึกฝนคือการลงมือปฏิบัติจริง ทำให้ผู้เรียนได้เจอปัญหาจริงและเข้าใจในสิ่งที่ทำมากขึ้น และเนื่องจากระบบการเรียนจัดการเรียนรู้ในสายอาชีพนั้นจะเน้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงแก้ไขปัญหาต่าง ๆ โดย Motivation คือ การกระตุ้นความสนใจก่อนเข้าบทเรียน อาจจะเป็นการเล่าเรื่องที่น่าสนใจ การใช้คำถามนำ การแสดงหรือทำอะไรสักอย่างแต่ที่ให้ผู้เรียนรู้สึกและคิดตามหลัง จากนั้นก็ทำการโยงเรื่องไปสู่ขั้นตอนที่สอง Information คือ ขั้นตอนการให้เนื้อหาให้ผู้เรียน เป็นขั้นตอนเนื้อหาสาระ รายละเอียด และความรู้อย่าง Application คือ ขั้นตอนที่ต้องการตรวจสอบผู้เรียนว่ามีพฤติกรรมที่เปลี่ยนไปตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการหรือไม่ ขั้นตอนนี้จะถือเป็นการสอบผู้เรียน อาจใช้ข้อสอบ แบบทดสอบ ใช้การถามคำถาม หรือแสดงให้ดูในการปฏิบัติจริง Progress คือ ขั้นตอนที่ต้องเชื่อมโยงกับช่วง Application เป็นการนำผลการปฏิบัติมาทำการตรวจสอบว่าผ่านตามวัตถุประสงค์หรือไม่ แล้วให้ผลย้อนกลับไป ถ้าไม่บรรลุตามวัตถุประสงค์

ก็จะรู้ว่าผู้เรียนยังขาดความรู้เรื่องอะไร และก็ทำการแก้ไข แล้วสรุปทำความเข้าใจอีกครั้งซึ่งสอดคล้องกับพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2551 พระราชบัญญัติการอาชีวศึกษา และความเจริญก้าวหน้าทางเทคโนโลยี เพื่อผลิตกำลังคนระดับฝีมือที่มีสมรรถนะวิชาชีพ มีคุณธรรม จริยธรรม และจรรยาบรรณวิชาชีพ

ดังนั้นทางผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการใช้การจัดการเรียนรู้กระบวนการสอนแบบ MIAP ร่วมเข้ากับบอร์ดเกม ในการจัดการเรียนการสอนวิชาวัสดุช่างอุตสาหกรรม 2100-1002 เรื่องวัสดุก่อสร้าง เพราะเป็นอีกวิชาหนึ่งที่มีความสำคัญสำหรับนักเรียนระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพ ทำให้นักเรียนสามารถนำเนื้อหาวิชาที่เรียนไปต่อยอดในการประกอบอาชีพในอนาคต ซึ่งจะส่งผลต่อความสนใจของผู้เรียนโดยตรง เนื่องจากในบอร์ดเกมจะมีการให้รายละเอียดของเนื้อหาสาระการเรียนรู้โดยพื้นฐาน จึงมีวัตถุประสงค์ของการวิจัย ดังนี้ 1) เพื่อพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องวัสดุก่อสร้าง โดยใช้บอร์ดเกมร่วมกับกระบวนการเรียนรู้แบบ MIAP เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน และ 2) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่อง วัสดุก่อสร้าง โดยใช้บอร์ดเกมร่วมกับกระบวนการเรียนรู้แบบ MIAP กับนักเรียนที่เรียนแบบปกติซึ่งมีงานวิจัยของ Kaewsri (2019, p. 64) ที่ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ระบบภูมิคุ้มกัน ด้วยบอร์ดเกม ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนเรียนมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 8.57 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 12.90 โดยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ .05

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Poopamonkaipob et al. (2020, pp. 110-117) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง การออกแบบเงื่อนไข โดยใช้กระบวนการสอนแบบ MIAP พบว่า การศึกษาคุณสมบัติของผู้เรียน สภาพแวดล้อมของการเรียนรู้ และปัญหาของผู้เรียน นั้นมีความสำคัญกับการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ จึงทำให้แผนการจัดการเรียนรู้ที่มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก ($X = 4.59$, $SD = 0.17$) เนื่องจากกระบวนการสอนแบบ MIAP นั้น มีขั้นตอนที่ให้นักเรียนทำตามผู้สอนและมีขั้นตอนที่ให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง Kumkongkaew & Busayanon (2020, pp. 441-452) ได้พัฒนาบอร์ดเกม เรื่อง ระบบอวัยวะ ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนเรียนมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 11.17 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 25.02 ซึ่งผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ 0.05 Kaewsri (2019, p. 64) ได้พัฒนาบอร์ดเกม เรื่อง ระบบภูมิคุ้มกัน ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนเรียนมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 8.57 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 12.90 ซึ่งผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ 0.05

ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้นำแนวทางการวิจัยจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง มากำหนดกรอบแนวคิดในการวิจัย มีดังนี้ 1) การจัดการเรียนรู้ด้วยบอร์ดเกม 2) การจัดการเรียนรู้ร่วมกับ MIAP 3) ชุดกิจกรรม และ 4) วัสดุช่างอุตสาหกรรม ซึ่งจากงานวิจัยข้างต้นสมมติฐานการวิจัย ประกอบด้วย ชุดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องวัสดุก่อสร้างโดยใช้บอร์ดเกมร่วมกับกระบวนการเรียนรู้แบบ MIAP มีคุณภาพอยู่ในระดับมาก และนักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องวัสดุก่อสร้าง โดยใช้บอร์ดเกมร่วมกับกระบวนการเรียนรู้แบบ MIAP มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยเรื่อง การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องวัสดุก่อสร้าง โดยใช้บอร์ดเกมร่วมกับกระบวนการเรียนรู้แบบ MIAP เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทฤษฎีดังต่อไปนี้

3.1.1 การจัดการเรียนรู้ด้วยบอร์ดเกม

Limprem wattana and Thamwattann (2017, p. 120) ได้กล่าวว่า การใช้บอร์ดเกมในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ส่งผลทำให้ช่วยฝึกสมอง เกมกระดานทำให้มีความคิดสร้างสรรค์เพิ่มขึ้น ช่วยให้คิดและตัดสินใจแก้ไขปัญหาได้ดีขึ้น เกมกระดานช่วยให้มีสมาธิในการเรียนมากขึ้น

Kamewari (2020, pp. 60-74) ได้กล่าวว่า บอร์ดเกมเป็นอุปกรณ์เครื่องช่วยสอนที่ช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาสติปัญญา ด้านการคิด การสังเกต การคิดหาเหตุผล เนื่องจากเกมแต่ละชุดจะมีวิธีการเล่น โดยเฉพาะอาจเล่นคนเดียว หรือเป็นกลุ่ม

Chumwuttisak and Silanoi (2015, p. 180) ได้กล่าวว่า บอร์ดเกมการเรียนรู้เป็นรูปแบบการเรียนรู้รูปแบบหนึ่งที่ทำให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ของผู้เรียนเองผ่านเกม เป็นนวัตกรรมสื่อการเรียนรู้รูปแบบใหม่ที่ยืดหยุ่นและสอดคล้องกับเนื้อหาบทเรียนลงไปในเกม ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ลงมือเล่นและฝึกปฏิบัติในการเรียนรู้ด้วยตนเอง

3.1.2 การจัดการเรียนรู้ร่วมกับ MIAP

Hutamam (2022, pp. 32-43) ได้กล่าวว่า กระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนสายช่างอุตสาหกรรมที่เน้นหนักทางด้านปฏิบัติที่สอดคล้องกันกับด้านทฤษฎีรูปแบบการจัดการเรียนรู้ MIAP เป็นรูปแบบหนึ่งที่จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถคิดเป็นและทำได้ด้วยตนเอง ซึ่งเหมาะสมกับผู้เรียนสายช่างอุตสาหกรรม

Pathan (2021, pp. 136-150) ได้กล่าวว่า MIAP model เป็นกระบวนการสอนที่เหมาะสมกับการจัดการศึกษาในระดับอาชีวศึกษา เนื่องจากกระบวนการของ MIAP model ในทุกขั้นตอนมุ่งเน้นฝึกทักษะผู้เรียนเป็นสำคัญ เป็นกระบวนการสอนให้ผู้เรียนต้องลงมือปฏิบัติจริง

3.1.3 ชุดกิจกรรม

Phromwong (1994, pp. 113-114) ได้กล่าวว่า เป็นสื่อผสมประเภทหนึ่งซึ่งมีจุดมุ่งหมายเฉพาะเรื่องที่จะสอน มีความสอดคล้องกับเนื้อหาวิชาหน่วยการเรียนรู้หรือหัวเรื่อง และวัตถุประสงค์ เพื่อช่วยให้มีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเรียนรู้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

Soonthornprasert (2002, Online) ได้กล่าวว่า ชุดกิจกรรมเป็นสื่อประเภทหนึ่งซึ่งมีจุดมุ่งหมายเฉพาะเรื่องที่จะสอนเท่านั้น ชุดกิจกรรมจึงเป็นนวัตกรรมการใช้สื่อการสอนแบบประสมโดยอาศัยระบบบูรณาการสื่อหลาย ๆ อย่างเข้าด้วยกัน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามเป้าหมายอย่างมีประสิทธิภาพ

3.1.4 วัสดุช่างอุตสาหกรรม

Aimphan Channel (n.d., Online) ได้กล่าวว่า วัสดุช่างอุตสาหกรรม หมายถึง วัสดุต่าง ๆ ที่ใช้ในการผลิตชิ้นงาน เช่น ชิ้นส่วนเครื่องกล ชิ้นส่วนเครื่องจักรกล วัสดุในงานก่อสร้าง

Sitthipanya (2012, Online) ได้กล่าวว่า วัสดุช่าง หมายถึง วัสดุต่าง ๆ ที่เรานำมาใช้ประโยชน์ เช่น สร้างอาคาร สิ่งก่อสร้างทางสถาปัตยกรรมต่าง ๆ เครื่องจักรกล เครื่องยนต์ ตลอดจนเครื่องใช้ในการอำนวยความสะดวกต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน ซึ่งประกอบมาจาก เหล็ก อะลูมิเนียม ทองแดง ตะกั่ว ดีบุก สังกะสี ไม้ พลาสติก แก้ว ยาง ปูนซีเมนต์ วัสดุเหล่านี้มีที่เป็นโลหะและอโลหะ ทั้งที่เกิดขึ้นเองโดยธรรมชาติและที่ผ่านการสังเคราะห์

Imraksa (2020, p. 45) ได้กล่าวว่า เป็นความรู้พื้นฐานทางช่างอุตสาหกรรมทุกชนิด อาทิ วัสดุ โลหะ อโลหะ ไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์ ก่อสร้าง พลาสติก แก้ว ยาง สี เชื้อเพลิง และสารหล่อลื่น

3.2 ขอบเขตการวิจัย

3.2.1 ขอบเขตด้านประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาช่างกลโรงงาน วิทยาลัยเทคนิคกำแพงเพชร จำนวน 570 คน
กลุ่มตัวอย่าง นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 2 สาขาช่างกลโรงงาน วิทยาลัยเทคนิคกำแพงเพชร ที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชาวัสดุช่างอุตสาหกรรม ประจำปีการศึกษา 2/2565 ซึ่งได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) จำนวน 2 กลุ่ม แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 1 กลุ่ม ทั้งหมด 30 คน และกลุ่มควบคุม 1 กลุ่ม ทั้งหมด 30 คน

3.2.2 ขอบเขตด้านตัวแปร

ตัวแปรอิสระ คือ การสอนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องวัสดุก่อสร้าง โดยใช้บอร์ดเกมร่วมกับกระบวนการเรียนรู้แบบ MIAP
ตัวแปรตาม คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย วิชาวัสดุช่างอุตสาหกรรม เรื่องวัสดุก่อสร้าง โดยใช้บอร์ดเกมร่วมกับกระบวนการ MIAP เรียนรู้สำหรับนักเรียนแบ่งออกได้ ดังนี้

1) ชุดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องวัสดุก่อสร้าง โดยใช้ บอร์ดเกม

- 1.1) แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมร่วมกับกระบวนการ MIAP วิชาวัสดุช่างอุตสาหกรรม เรื่องวัสดุก่อสร้าง
- 1.2) บอร์ดเกมการเรียนรู้ เรื่องวัสดุก่อสร้าง โดยใช้บอร์ดเกมร่วมกับกระบวนการเรียนรู้แบบ MIAP เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ซึ่งจะมีส่วนสำคัญ 2 ส่วนคือ กระดานเดินตัวหมาก และการตีให้ความรู้เรื่องวัสดุก่อสร้างดังในรูปที่ 1



รูปที่ 1 กระดานเกม KNOW-KI และการ์ดให้ความรู้

- 2) แบบประเมินความคิดเห็นของบอร์ดเกม วิชาวัสดุช่างอุตสาหกรรม เรื่องวัสดุก่อสร้าง
- 3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวัสดุช่างอุตสาหกรรม เรื่องวัสดุก่อสร้าง เป็นแบบปรนัยเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ

3.3.1 ชุดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องวัสดุก่อสร้าง โดยใช้ บอร์ดเกม KNOW-KI

- 1) แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมร่วมกับกระบวนการ MIAP วิชาวัสดุช่างอุตสาหกรรม เรื่องวัสดุก่อสร้าง ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างและหาคุณภาพตามขั้นตอน ดังต่อไปนี้

- 1.1) ศึกษาเนื้อหาวิชาวัสดุช่างอุตสาหกรรม เรื่องวัสดุก่อสร้าง
- 1.2) ศึกษาทฤษฎีแนวคิด และงานวิจัยเกี่ยวกับกระบวนการเรียนรู้ แบบ MIAP เพื่อเป็นแนวทางในการจัดแผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้บอร์ดเกมร่วมกับกระบวนการ MIAP เรื่องวัสดุก่อสร้าง
- 1.3) สร้างแผนการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการ MIAP เรื่อง วัสดุก่อสร้าง ซึ่งแผนการเรียนรู้แต่ละแผนจะระบุเกี่ยวกับหัวข้อ สารสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหาการเรียนรู้ และกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้บอร์ดเกมร่วมกับกระบวนการ MIAP โดยมีขั้นตอน ดังต่อไปนี้ ประกอบด้วย ขั้นสนใจปัญหา (Motivation) ในขั้นนี้จะบูรณาการบอร์ดเกมร่วมกับขั้นศึกษาข้อมูล (Information) ขั้นพยายาม (Application) ในขั้นนี้จะบูรณาการบอร์ดเกมร่วมกับกระบวนการ MIAP และขั้นสำเร็จผล (Progress) สื่อการเรียนรู้ การวัดประเมินผล งานที่มอบหมายให้นักเรียน เกณฑ์การประเมินผล

- 1.4) นำแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง วัสดุก่อสร้างที่สร้างแล้ว ไปเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อพิจารณาความถูกต้องของโครงสร้างของแผนการเรียนรู้และภาษาแล้วปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ

- 2) บอร์ดเกมการเรียนรู้ เรื่องวัสดุก่อสร้าง โดยใช้บอร์ดเกมร่วมกับกระบวนการเรียนรู้แบบ MIAP เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน

- 2.1) ศึกษาข้อมูลจากทฤษฎีแนวคิด และงานวิจัยเกี่ยวกับกระบวนการเรียนรู้ แบบ MIAP เพื่อเป็นแนวทางในการจัดแผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้บอร์ดเกมร่วมกับกระบวนการ MIAP เรื่องวัสดุก่อสร้าง

- 2.2) ศึกษาวัตถุประสงค์ของรายวิชาวัสดุช่างอุตสาหกรรม เรื่องวัสดุก่อสร้าง เพื่อใช้เป็นแนวทางในการสร้างบอร์ดเกมให้เกิดกับผู้เรียน หรือบุคคลที่เล่นบอร์ดเกม และนำไปออกแบบเกม กติกาของเกม KNOW-KI

- 2.3) ออกแบบบอร์ดเกม KNOW-KI โดยกำหนดเวลาในการเล่นเกม 15-20 นาที โดยที่บอร์ดเกมของผู้วิจัยจะนำไปใช้ในชั้นพยายาม (A)

- 2.4) ออกแบบกลไกหรือกติกาของบอร์ดเกม KNOW-KI โดยมีกลไกหลัก ๆ คือ ให้ผู้เล่นได้ทบทวนเนื้อหาเกี่ยวกับเรื่องวัสดุก่อสร้าง โดยแผนดังกล่าว คืออุปสรรคที่ผู้เล่นจะได้แข่งขันกัน เพื่อหาผู้ชนะ จากนั้นเขียนขั้นตอนการเล่น โดยประกอบไปด้วยวิธีการเล่น การได้รับชัยชนะ การวางตัวเดิน วิธีการเดิน ทิศทางในการเคลื่อนที่ของตัวเดิน การกำหนดการเดินก่อนหลังของผู้เล่น รวมถึงการนับคะแนนของเกม

2.5) ออกแบบแผนการเสนอแนะการเสี่ยงโชคและกลยุทธ์ของบอร์ดเกม KNOW-KI จากการที่ได้แต่ละจุดจะมีคะแนนที่แตกต่างกัน เพื่อให้ผู้เล่นได้ใช้ไหวพริบในการเก็บคะแนนให้ได้มากที่สุด ผู้เล่นจะมีโอกาสชนะเท่า ๆ กัน มีคะแนนสำหรับผู้เล่นเพื่อความรู้สึกที่ตื่นเต้น เกมเปิดโอกาสในการเล่นให้ทุกคนได้ใช้ความคิดและความจำ ซึ่งเปรียบเสมือนผู้เล่นได้ทำแบบฝึกหัดซ้ำ ๆ ไปในตัว

2.6) ออกแบบกติกาและวิธีการของบอร์ดเกม KNOW-KI เสร็จ ออกแบบการ์ด อุปกรณ์ที่ใช้ในการเล่น และจำนวนการ์ดที่เหมาะสมสำหรับการเล่น 4-5 คน โดยเริ่มจากการออกแบบเนื้อหาที่ต้องการให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ ผู้วิจัยเป็นผู้ออกแบบภาพวาดประกอบเอง การ์ดที่ออกแบบแบ่งเป็นสองส่วน ได้แก่ การ์ดที่ให้ความรู้ และการ์ดที่สุ่มกันเพื่อความสนุกสนาน

2.7) ผลิตวัสดุ อุปกรณ์เกมชุดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้บอร์ดเกม เรื่องวัสดุก่อสร้าง ด้วยกระดาษแข็ง และนำตัวบอร์ดเกมที่ได้สร้างขึ้นไปทดลองเล่น (DEMO)

2.8) ปรับปรุงเกมกระดานตามคำแนะนำของผู้เล่นแล้ว นำบอร์ดเกมไปให้กับผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบด้านความเป็นไปได้ ความเป็นประโยชน์ ความถูกต้อง ความเหมาะสม โดยผู้เชี่ยวชาญ 7 คน



รูปที่ 2 แผนการผลิตบอร์ดเกม KNOW-KI

2) วางแผนการสร้างเครื่องมือ ผู้วิจัยได้สร้างแบบประเมินความคิดเห็น เป็นข้อคำถามเกี่ยวกับประเด็นการประเมินความคิดเห็นของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้บอร์ดเกม เรื่องวัสดุก่อสร้าง ในประเด็นต่าง ๆ

3) สร้างแบบประเมินความคิดเห็นของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้บอร์ดเกม เรื่องวัสดุก่อสร้าง

4) นำแบบประเมินความคิดเห็นให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความถูกต้องของข้อคำถาม

5) นำแบบประเมินความคิดเห็นที่ปรับปรุงแล้วมาตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) และความเหมาะสมของภาษา โดยผู้เชี่ยวชาญ มี 5 คน

3.3.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวัสดุช่างอุตสาหกรรม เรื่องวัสดุก่อสร้าง เป็นแบบปรนัยเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างและหาคุณภาพตามขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1) ศึกษาหลักสูตรรายวิชาวัสดุช่างอุตสาหกรรม เรื่องวัสดุก่อสร้าง รหัสวิชา 20100-1002 ระดับ ประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2562

2) สร้างตารางวิเคราะห์ข้อสอบ (Test blueprint) เพื่อให้สามารถสร้างข้อสอบได้ครอบคลุมกับ เนื้อหา และวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ในรายวิชาวัสดุช่างอุตสาหกรรม เรื่องวัสดุก่อสร้าง

3) สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวัสดุช่างอุตสาหกรรม เรื่องวัสดุก่อสร้าง เป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ

4) นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวัสดุช่างอุตสาหกรรม เรื่องวัสดุก่อสร้าง ที่สร้างขึ้นไปตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) โดยหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of congruency: IOC) ระหว่างข้อสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ประเมิน จำนวน 5 คน จากนั้นนำผลมาวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ซึ่งมีค่าดัชนีความสอดคล้อง 0.80 ขึ้นไปทุกข้อ

5) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวัสดุช่างอุตสาหกรรม เรื่องวัสดุก่อสร้าง ไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม จำนวน 30 คน

6) นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย และอำนาจจำแนก โดยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวัสดุช่างอุตสาหกรรม เรื่องวัสดุก่อสร้าง ทั้ง 30 ข้อ

7) นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์หาความเชื่อมั่น ด้วยวิธีของ คูเดอร์ ริชาร์ดสัน (KR-20) โดยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวัสดุช่างอุตสาหกรรม เรื่องวัสดุก่อสร้าง ทั้งฉบับมีค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.63 โดยใช้สูตร

8) จัดชุดข้อสอบฉบับสมบูรณ์ของแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวัสดุช่างอุตสาหกรรม เรื่องวัสดุก่อสร้าง

3.4 ขั้นตอนการวิจัย

3.4.1 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองระหว่างกลุ่ม (Static group comparison design) เป็นการแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยมีการดำเนินการวิจัย ดังนี้

การเก็บรวบรวมข้อมูลผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอน 2 ขั้นตอน

1) เก็บผลการทดลองงานวิจัยเรื่องการพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่องวัสดุก่อสร้าง โดยใช้บอร์ดเกมร่วมกับกระบวนการเรียนรู้แบบ MIAP โดยมีขั้นตอน ดังนี้

1.1) ติดต่อยื่นคำร้องขออนุมัติหนังสือเชิญผู้เชี่ยวชาญในการทำวิจัยด้านต่าง ๆ จากงานบริหารวิชาการของภาควิชาครุศาสตร์เรื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

1.2) นำหนังสือเชิญผู้เชี่ยวชาญในการทำวิจัยส่งให้ผู้บริหารของวิทยาลัยต่าง ๆ เพื่อขออนุญาตและประสานงานในการเก็บข้อมูลงานวิจัย

1.3) ดำเนินการขอความอนุเคราะห์จากสถานศึกษา เพื่อขออนุญาตในการเก็บข้อมูลงานวิจัย

1.4) ทดลองใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่องวัสดุก่อสร้าง โดยใช้บอร์ดเกมร่วมกับกระบวนการเรียนรู้แบบ MIAP กับกลุ่มตัวอย่าง ที่ไม่ใช่กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

1.5) ปรับปรุง และจัดทำชุดฉบับสมบูรณ์ของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้บอร์ดเกม เรื่องวัสดุก่อสร้าง

1.6) นำไปใช้จริง และเก็บผลการทดลอง

2) การใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบอร์ดเกมร่วมกับกระบวนการ MIAP วิชาวัสดุช่างอุตสาหกรรม เรื่องวัสดุก่อสร้าง โดยการวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองระหว่างกลุ่ม (Static group comparison design) เป็นการแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ทำการทดลองเฉพาะกลุ่มทดลองโดยไม่มีการวัดหรือสังเกตใด ๆ ก่อนการทดลอง ส่วนกลุ่มควบคุมไม่ได้ถูกกระทำใด ๆ เพียงแต่มีการควบคุมตัวแปรแทรกซ้อนไม่ให้ส่งผลต่อตัวแปรตาม หลังจากเสร็จสิ้นการทดลองจึงทำการวัดหรือสังเกต เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม เพื่อสรุปผลของตัวแปรอิสระหรือตัวแปรต้น ที่มีต่อตัวแปรตาม ผู้วิจัยดำเนินการทดลองและเก็บข้อมูลมา ดังนี้

2.1) จัดการเรียนการสอน เรื่องวัสดุก่อสร้างกับนักเรียนด้วยโปรแกรม (Power point) กับกลุ่มควบคุม จำนวน 30 คน และกลุ่มทดลองจำนวน 30 คน และนำชุดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องวัสดุก่อสร้าง โดยใช้บอร์ดเกมร่วมกับกระบวนการเรียนรู้แบบ MIAP ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างและหาคุณภาพแล้วไปใช้กับนักเรียนกลุ่มทดลอง จำนวน 30 คน ดังในรูปที่ 3-4



รูปที่ 3 ผู้วิจัยทำการให้นักเรียน เรื่องวัสดุก่อสร้าง



รูปที่ 4 ผู้วิจัยนำบอร์ดเกมไปใช้กับนักเรียนกลุ่มทดลอง
จำนวน 30 คน

2.2) ทำการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวัสดุช่างอุตสาหกรรม เรื่องวัสดุก่อสร้าง เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ กับกลุ่มควบคุม จำนวน 30 คน และกลุ่มทดลองจำนวน 30 คน ดังในรูปที่ 5-6



รูปที่ 5 ผู้วิจัยทำการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับนักเรียนกลุ่มควบคุม



รูปที่ 6 ผู้วิจัยทำการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับนักเรียนกลุ่มทดลอง

2.3) นำผลที่ได้จากการทดสอบมาวิเคราะห์ทางสถิติ เพื่อวัดประเมินผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

นำผลที่ได้จากการทดสอบมาวิเคราะห์ทางสถิติ เพื่อวัดประเมินผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม การวิเคราะห์ข้อมูล แบ่งเป็นการวิเคราะห์ผลการวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณโดยการหาค่าเฉลี่ย (Mean) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) ของคะแนนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวัสดุช่างอุตสาหกรรม เรื่องวัสดุก่อสร้าง โดยใช้สถิติ t-test independent sample

4. ผลการวิจัย

จากการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.1 ผลการพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องวัสดุก่อสร้าง โดยใช้บอร์ดเกมร่วมกับกระบวนการเรียนรู้แบบ MIAP เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน

ตารางที่ 1 ผลการสังเคราะห์เนื้อหาการเรียนรู้เรื่องวัสดุก่อสร้าง

ประเด็น	อาทิตย์ งามกุล (2554)	พงศ์พน วรสุทโธสถ (2555)	วรพงศ์ วรสุทโธสถ (2555)	พัฒน์ชัย พรหมพา (2562)	มนัส วิสุทธิสมุทร (2562)	ความถี่
ไม้	✓	✓	✓	✓	✓	5
ปูนซีเมนต์	✓	✓	✓	✓	✓	5
หินในงานก่อสร้าง	✓	✓	✓	✓	✓	5
ทรายในงานก่อสร้าง	✓	✓	✓	✓	✓	5
คอนกรีตในงานก่อสร้าง	✓	✓	✓	✓	✓	5
อิฐในงานก่อสร้าง	✓	✓	✓	✓	✓	5

จากตารางที่ 1 ผลการสังเคราะห์เนื้อหาการเรียนรู้เรื่องวัสดุก่อสร้าง จากการศึกษา พบว่า ผลการศึกษาเรื่องวัสดุก่อสร้าง คือ เนื้อหาของงานก่อสร้างได้แก่ ลักษณะของไม้ ลักษณะของปูนซีเมนต์ หินในงานก่อสร้าง ลักษณะของทรายในงานก่อสร้าง หลักการผสมคอนกรีตในงานก่อสร้าง และอิฐในงานก่อสร้าง

ตารางที่ 2 ผลการสังเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เรื่องวัสดุก่อสร้าง

เนื้อหา	วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	จำ	เข้าใจ	นำไปใช้	วิเคราะห์
ไม้ในงานก่อสร้าง	อธิบายความหมายของไม้ได้อย่างถูกต้อง		✓	✓	✓
	จำแนกประเภทของไม้ได้อย่างถูกต้อง	✓			
ปูนซีเมนต์	อธิบายความหมายของปูนซีเมนต์ได้อย่างถูกต้อง		✓	✓	
	จำแนกประเภทของปูนซีเมนต์ได้อย่างถูกต้อง	✓			
หินในงานก่อสร้าง	อธิบายความหมายของหินได้อย่างถูกต้อง		✓	✓	✓
	จำแนกประเภทของหินได้อย่างถูกต้อง	✓			
ทรายในงานก่อสร้าง	อธิบายความหมายของทรายได้อย่างถูกต้อง		✓		✓
หลักการผสมคอนกรีตในงานก่อสร้าง	อธิบายหลักการผสมคอนกรีตได้อย่างถูกต้อง		✓	✓	✓
อิฐในงานก่อสร้าง	จำแนกประเภทของอิฐได้อย่างถูกต้อง	✓			

จากตารางที่ 2 ผลการสังเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เรื่องวัสดุก่อสร้าง พบว่า เนื้อหาไม้ในงานก่อสร้างมีวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม 2 ข้อ ได้แก่ อธิบายความหมายของไม้ได้อย่างถูกต้องอยู่ในขั้น เข้าใจ-วิเคราะห์ และจำแนกประเภทของไม้ได้อย่างถูกต้องอยู่ในขั้น จำ ปูนซีเมนต์มีวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม 2 ข้อ ได้แก่ อธิบายความหมายของปูนซีเมนต์ได้อย่างถูกต้องอยู่ในขั้นเข้าใจ-นำไปใช้ และจำแนกประเภทของปูนซีเมนต์ได้อย่างถูกต้องอยู่ในขั้น จำ หินในงานก่อสร้างมีวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม 2 ข้อ ได้แก่ อธิบายความหมายของหินได้อย่างถูกต้องอยู่ในขั้น เข้าใจ-วิเคราะห์ และจำแนกประเภทของหินได้อย่างถูกต้องอยู่ในขั้น จำ ทรายในงานก่อสร้างมีวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม 1 ข้อได้แก่ อธิบายความหมายของทรายได้อย่างถูกต้องอยู่ในขั้นเข้าใจ วิเคราะห์ หลักการผสมคอนกรีตในงานก่อสร้างมีวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม 1 ข้อ ได้แก่ อธิบายหลักการผสมคอนกรีตได้อย่างถูกต้องอยู่ในขั้น เข้าใจ-วิเคราะห์ อิฐในงานก่อสร้างมีวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม 1 ข้อ ได้แก่ จำแนกประเภทของอิฐได้อย่างถูกต้องอยู่ในขั้น จำ

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความคิดเห็นของกลุ่มผู้ให้ข้อมูลต่อชุดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องวัสดุก่อสร้าง โดยใช้บอร์ดเกมร่วมกับกระบวนการเรียนรู้แบบ MIAP ภาพรวม

รายการ	$\bar{X}$	SD	ระดับความคิดเห็น
1 ความเป็นไปได้	4.61	0.51	มากที่สุด
2 ความเป็นประโยชน์	4.78	0.44	มากที่สุด
3 ความถูกต้อง	4.56	0.51	มากที่สุด
4 ความเหมาะสม	4.78	0.40	มากที่สุด
รวม	4.68	0.46	มากที่สุด

จากตารางที่ 3 พบว่า ระดับความคิดเห็นของกลุ่มผู้ให้ข้อมูลต่อชุดกิจกรรมการเรียนรู้ วัสดุก่อสร้าง โดยใช้บอร์ดเกมร่วมกับกระบวนการเรียนรู้แบบ MIAP ภาพรวม อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.68$, SD = 0.46) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ด้านความเหมาะสม อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.78$, SD = 0.40) ด้านความเป็นประโยชน์ อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.78$, SD = 0.44) ด้านความเป็นไปได้ อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.61$, SD = 0.51) และด้านความถูกต้อง อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.56$, SD = 0.51) ตามลำดับ

ตารางที่ 4 ระดับความคิดเห็นของกลุ่มผู้ให้ข้อมูลต่อชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง วัสดุก่อสร้าง โดยใช้บอร์ดเกมร่วมกับกระบวนการเรียนรู้แบบ MIAP ด้านความเป็นไปได้ (n=7)

รายการ	ระดับความเป็นไปได้		ระดับ
	$\bar{X}$	SD	
ด้านคำแนะนำการใช้กิจกรรมการเรียนรู้สำหรับครูและนักเรียน	4.38	0.74	มากที่สุด
ด้านขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกม	4.38	0.74	มากที่สุด
ด้านแผนการจัดการเรียนรู้และสาระสำคัญของเนื้อหา	4.61	0.51	มากที่สุด
ด้านวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	4.61	0.50	มากที่สุด
ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	4.37	0.65	มากที่สุด
ด้านสื่อและแหล่งการเรียนรู้	4.63	0.49	มากที่สุด
ด้านการวัดและประเมินผลการเรียนรู้	4.64	0.48	มากที่สุด
รวม	4.61	0.51	มากที่สุด

จากตารางที่ 4 พบว่า ระดับความคิดเห็นของกลุ่มผู้ให้ข้อมูลต่อชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง วัสดุก่อสร้าง โดยใช้บอร์ดเกมร่วมกับกระบวนการเรียนรู้แบบ MIAP ด้านความเป็นไปได้ภาพรวม ($\bar{X}$, SD) พบว่า ด้านการวัดและประเมินผลการเรียนรู้อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.64, SD = 0.48) ด้านสื่อและแหล่งการเรียนรู้อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.63, SD = 0.49) ด้านแผนการจัดการเรียนรู้และสาระสำคัญของเนื้อหาอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.61, SD = 0.51) ด้านวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.61, SD = 0.50) ด้านคำแนะนำการใช้กิจกรรมการเรียนรู้สำหรับครูและนักเรียน และด้านขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกม อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.38, SD = 0.74) ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.37, SD = 0.65) ตามลำดับ

ตารางที่ 5 ระดับความคิดเห็นของกลุ่มผู้ให้ข้อมูลต่อชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง วัสดุก่อสร้าง โดยใช้บอร์ดเกมร่วมกับกระบวนการเรียนรู้แบบ MIAP ด้านความมีประโยชน์ (n=7)

รายการ	ระดับความมีประโยชน์		ระดับ
	$\bar{X}$	SD	
ด้านคำแนะนำการใช้กิจกรรมการเรียนรู้สำหรับครูและนักเรียน	4.52	0.51	มากที่สุด
ด้านขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกม	4.57	0.51	มากที่สุด
ด้านแผนการจัดการเรียนรู้และสาระสำคัญของเนื้อหา	4.71	0.46	มากที่สุด
ด้านวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	4.61	0.50	มากที่สุด
ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	4.54	0.56	มากที่สุด
ด้านสื่อและแหล่งการเรียนรู้	4.66	0.48	มากที่สุด
ด้านการวัดและประเมินผลการเรียนรู้	4.71	0.46	มากที่สุด
รวม	4.78	0.44	มากที่สุด

จากตารางที่ 5 พบว่า ระดับความคิดเห็นของกลุ่มผู้ให้ข้อมูลต่อชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง วัสดุก่อสร้าง โดยใช้บอร์ดเกมร่วมกับกระบวนการเรียนรู้แบบ MIAP ด้านความมีประโยชน์ภาพรวม ($\bar{X}$, SD) พบว่า ด้านแผนการจัดการเรียนรู้และสาระสำคัญของเนื้อหาและด้านการวัดและประเมินผลการเรียนรู้อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.71, SD = 0.46) ด้านสื่อและแหล่งการเรียนรู้อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.66, SD = 0.48) ด้านวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.61, SD = 0.50) ด้านขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.57, SD = 0.51) ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.54, SD = 0.56) ด้านคำแนะนำการใช้กิจกรรมการเรียนรู้สำหรับครูและนักเรียนอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.52, SD = 0.51) ตามลำดับ

ตารางที่ 6 ระดับความคิดเห็นของกลุ่มผู้ให้ข้อมูลต่อชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง วัสดุก่อสร้าง โดยใช้บอร์ดเกมร่วมกับกระบวนการเรียนรู้แบบ MIAP ด้านความถูกต้อง (n=7)

รายการ	ระดับความถูกต้อง		ระดับ
	$\bar{X}$	SD	
ด้านคำแนะนำการใช้กิจกรรมการเรียนรู้สำหรับครูและนักเรียน	4.48	0.51	มากที่สุด
ด้านขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกม	4.62	0.50	มากที่สุด
ด้านแผนการจัดการเรียนรู้และสาระสำคัญของเนื้อหา	4.57	0.51	มากที่สุด
ด้านวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	4.68	0.48	มากที่สุด
ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	4.60	0.55	มากที่สุด
ด้านสื่อและแหล่งการเรียนรู้	4.51	0.56	มากที่สุด
ด้านการวัดและประเมินผลการเรียนรู้	4.69	0.47	มากที่สุด
รวม	4.56	0.51	มากที่สุด

จากตารางที่ 6 พบว่า ระดับความคิดเห็นของกลุ่มผู้ให้ข้อมูลต่อชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง วัสดุก่อสร้าง โดยใช้บอร์ดเกมร่วมกับกระบวนการเรียนรู้แบบ MIAP ด้านความถูกต้องภาพรวม ($\bar{X}$, SD) พบว่า ด้านการวัดและประเมินผลการเรียนรู้อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.69, SD = 0.47) ด้านวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.68, SD = 0.48) ด้านขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกม อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.62, SD = 0.50) ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.60, SD = 0.55) ด้านแผนการจัดการเรียนรู้และสาระสำคัญของเนื้อหาอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.57, SD = 0.51) ด้านสื่อและแหล่งการเรียนรู้อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.51, SD = 0.56) ด้านคำแนะนำการใช้กิจกรรมการเรียนรู้สำหรับครูและนักเรียนอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.48, SD = 0.51) ตามลำดับ

ตารางที่ 7 ระดับความคิดเห็นของกลุ่มผู้ให้ข้อมูลต่อชุดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่อง วัสดุก่อสร้าง โดยใช้บอร์ดเกมร่วมกับกระบวนการเรียนรู้แบบ MIAP ด้านความเหมาะสม (n=7)

รายการ	ระดับความเหมาะสม		ระดับ
	$\bar{X}$	SD	
ด้านคำแนะนำการใช้กิจกรรมการเรียนรู้สำหรับครูและนักเรียน	4.52	0.51	มากที่สุด
ด้านขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกม	4.48	0.60	มากที่สุด
ด้านแผนการจัดการเรียนรู้และสาระสำคัญของเนื้อหา	4.67	0.58	มากที่สุด
ด้านวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	4.75	0.44	มากที่สุด
ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	4.63	0.66	มากที่สุด
ด้านสื่อและแหล่งการเรียนรู้	4.63	0.55	มากที่สุด
ด้านการวัดและประเมินผลการเรียนรู้	4.63	0.46	มากที่สุด
รวม	4.78	0.40	มากที่สุด

จากตารางที่ 7 พบว่า ระดับความคิดเห็นของกลุ่มผู้ให้ข้อมูลต่อชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง วัสดุก่อสร้าง โดยใช้บอร์ดเกมร่วมกับกระบวนการเรียนรู้แบบ MIAP ด้านความเหมาะสมภาพรวม ($\bar{X}$, SD) พบว่า ด้านวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.75, SD = 0.44) ด้านแผนการจัดการเรียนรู้และสาระสำคัญของเนื้อหาอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.67, SD = 0.58) ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.63, SD = 0.66) ด้านสื่อและแหล่งการเรียนรู้อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.63, SD = 0.55) ด้านการวัดและประเมินผลการเรียนรู้อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.63, SD = 0.46) ด้านคำแนะนำการใช้กิจกรรมการเรียนรู้สำหรับครูและนักเรียนอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.52, SD = 0.51) ด้านขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกม อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.48, SD = 0.60) ตามลำดับ

4.2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องวัสดุก่อสร้าง โดยใช้บอร์ดเกมร่วมกับกระบวนการเรียนรู้แบบ MIAP กับนักเรียนที่เรียนแบบปกติ

ตารางที่ 8 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องวัสดุก่อสร้าง โดยใช้บอร์ดเกมร่วมกับกระบวนการเรียนรู้แบบ MIAP กับนักเรียนที่เรียนแบบปกติ

กลุ่ม	n	$\bar{x}$	SD	t-test	df	p-value
นักเรียนกลุ่มทดลอง	30	19.50	3.57	4.64	58	.00
นักเรียนกลุ่มควบคุม	30	15.73	2.63			

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 8 พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลอง จำนวน 30 คนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ย เท่ากับ 19.50 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 3.57 นักเรียนกลุ่มควบคุม จำนวน 30 คน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ย เท่ากับ 15.73 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 2.63 เมื่อทดสอบสมมติฐานทางสถิติพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องวัสดุก่อสร้าง โดยใช้บอร์ดเกมร่วมกับกระบวนการเรียนรู้แบบ MIAP มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($t = 4.64, p = .00, df = 58$)

5. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

ผลการพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องวัสดุก่อสร้าง โดยใช้บอร์ดเกมร่วมกับกระบวนการเรียนรู้แบบ MIAP เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนมีการประเมินความคิดเห็นทั้งหมด 4 ด้าน แบ่งเป็น ด้านความเป็นไปได้ ด้านความมีประโยชน์ ด้านความถูกต้อง และด้านความเหมาะสม พบว่าทั้ง 4 ประเด็น อยู่ในระดับมากที่สุดทุกประเด็น เนื่องจากจากผู้วิจัยได้ทำการศึกษาและออกแบบบอร์ดเกม เรื่อง วัสดุก่อสร้าง ร่วมกับกระบวนการ MIAP โดยใช้บอร์ดเกมเป็นหลัก เพื่อให้ประโยชน์ในการดึงดูดความสนใจของผู้เรียนให้มีความสนใจในเนื้อหาการเรียนมากขึ้น ซึ่งผู้วิจัยมีความเห็นว่าบอร์ดเกมเป็นสิ่งที่สามารถดึงดูดความสนใจกับเด็กนักเรียนได้ดีมากเพราะสามารถพัฒนาทักษะทางด้านการคิดวิเคราะห์ การคิดคำนวณ ทักษะการเข้าสังคม และความรู้ในเรื่อง วัสดุก่อสร้าง ที่สอดแทรกเข้าไปในบอร์ดเกม เนื่องจากเป็นเกมที่มักถูกติกาไม่ซับซ้อน อธิบายให้คนที่ไม่เคยเล่นเข้าใจได้ภายใน 5-10 นาที ไม่ง่ายและไม่ยากเกินไปจนรู้สึกว่ามันท้าทาย มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น และถกเถียงกันตลอดการเล่น เกม หรือหาโอกาสแกล้งผู้เล่นคนอื่น หรือพลิกสถานการณ์ได้ ไม่มีเรื่องของความรุนแรง สามารถเล่นได้ภายใน 15-30 นาที โดยผู้วิจัยได้ทำความเข้าใจเกี่ยวกับการเรียนการสอนในปัจจุบันและได้คิดค้นหาความต้องการหรือสิ่งที่สามารถพัฒนาตัวผู้เรียนให้เหมาะสมกับวัย สอดคล้องกับ การสอนแบบ Active learning ที่สามารถดึงประสิทธิภาพการเรียนรู้ของผู้เรียนออกมาได้มากที่สุด ซึ่งในการพัฒนาบอร์ดเกม KNOW-KI ให้มีประสิทธิภาพในการนำไปใช้ในห้องเรียนนั้น อาจเนื่องจากผู้วิจัยได้ดำเนินการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดของ Office of Vocational Education Commission (2018, pp. 11-16) ที่ได้ให้ข้อเสนอแนะไว้ว่าการนำบอร์ดเกมการศึกษาไปจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนควรคำนึงถึงบริบทของโรงเรียนข้อจำกัดต่าง ๆ ของโรงเรียน เช่น ห้องเรียนมีความเหมาะสมต่อการเล่นบอร์ดเกมห้องเรียนสามารถให้นักเรียนเข้าได้อย่างสม่ำเสมอตามจำนวนครั้งที่เก็บข้อมูลอุปกรณ์ภายในห้องเรียนสำหรับการนำเสนอบอร์ดเกม โต๊ะเรียนในห้องเรียนต้องเพียงพอและสามารถปรับให้นักเรียนสามารถทำกิจกรรมรวมกันเป็นกลุ่มได้ จึงจะทำให้คุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้อยู่ในระดับดีมาก นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ Poopamonkaipob et al. (2020, pp. 110-117) ที่ได้ใช้บอร์ดเกมประเภทวางแผนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณได้พบว่า การรับรู้ของผู้เรียนเพิ่มขึ้นร้อยละ 30 ซึ่งนำไปสู่กระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ จนสามารถสร้างการเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง เมื่อตรวจสอบการเรียนรู้โดยวัดจากการทำแบบฝึกหัด กลุ่มตัวอย่างมีค่าเฉลี่ยคะแนนรวมทั้งสิ้นหลังเรียนรู้อยู่ด้วยจัดการเรียนการสอนด้วยบอร์ดเกม และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Jatunarat et al. (2016, pp. 219-225) ได้พัฒนาแผนจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบที่มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก

ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนในวิชาวัสดุช่างอุตสาหกรรม เรื่อง วัสดุก่อสร้าง พบว่านักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องวัสดุก่อสร้าง โดยใช้บอร์ดเกมร่วมกับกระบวนการเรียนรู้แบบ MIAP มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังนั้นการนำบอร์ดเกมมาใช้ร่วมกับกระบวนการเรียนรู้แบบ MIAP เรื่อง วัสดุก่อสร้างทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้นนั้น เนื่องจากบอร์ดเกมเป็นการเรียนรู้ที่มีระบบขั้นตอนที่ผู้เรียนสามารถลงมือปฏิบัติจริงผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งเป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดการสร้างสรรค์ทางปัญญา จะทำให้เห็นการตอบสนองที่แตกต่างกันอย่างชัดเจน โดยการรับรู้ด้วยบอร์ดเกม ผู้เล่นเกมทั้งหมดจะมีส่วนร่วมอย่างแข็งขันในกระบวนการรับรู้ ส่งผลต่อปฏิกิริยาตอบสนอง แนวทางการรับรู้ที่สนุกสนานดังกล่าวให้โอกาสผู้เล่นทุกคน เกิดเสริมภาพซึ่งเป็นสิ่งที่เห็นได้ชัดเจนโดยเฉพาะอย่างยิ่งในบริบทของความเข้าใจส่งเสริมและสร้างศักยภาพในการเรียนรู้และการสอน (Brathwaite & Schreiber, 2009, pp. 320-328) นอกจากนี้ผู้วิจัยได้ออกแบบบอร์ดเกมและพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้

บอร์ดเกม เรื่อง วัสดุก่อสร้าง ร่วมกับกระบวนการเรียนรู้แบบ MIAP โดยมีเป้าหมายให้เป็นบอร์ดเกมที่สามารถทำให้ผู้เรียนมีความสนุกสนานผนวกกับการได้รับเนื้อหาสาระ ซึ่งจะส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ที่สูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Kumkongkaew & Busayanon (2020, pp. 441-452) ได้พัฒนาบอร์ดเกม เรื่อง ระบบอวัยวะ ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนเรียนมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 11.17 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 25.02 ซึ่งผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ .05 โดยมีเทคนิคการสอนแบบ Active learning ให้ผู้สอนได้เลือกใช้มากมาย ไม่ว่าจะเป็นการจัดกิจกรรมการสอนภายในชั้นเรียน แม้สติปัญญาเป็นสิ่งที่จับต้องไม่ได้ แต่สังเกตเห็นได้จากผลการตอบสนองหากเปรียบเทียบการจัดการเรียนการสอนปกติกับการเรียนรู้ด้วยบอร์ดเกม และสอดคล้องกับ Kaewsri (2019, p. 64) ได้พัฒนาบอร์ดเกม เรื่อง ระบบภูมิคุ้มกัน ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนเรียนมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 8.57 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 12.90 ซึ่งผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ .05

6. ข้อเสนอแนะ

การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ในครั้งนี้ หากผู้ที่สนใจจะนำผลการวิจัยไปใช้เป็นแนวทางการออกแบบบอร์ดเกมพัฒนาสื่อการเรียนรู้รูปแบบบอร์ดเกม เพื่อไปประยุกต์พัฒนาต่อไปในภายภาคหน้า แนะนำให้พัฒนารูปแบบบอร์ดเกมให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมในรายวิชาที่จะบูรณาการสอนร่วมกับบอร์ดเกม และเพื่อให้ได้สื่อการเรียนรู้ที่ตรงกับจุดประสงค์ของผู้สอนควรคำนึงถึง 4 ประเด็นหลักในการพัฒนาบอร์ดเกม ได้แก่ ด้านความเป็นไปได้ ด้านความมีประโยชน์ ด้านความถูกต้อง และด้านความเหมาะสม เพื่อนำไปสู่การพัฒนาเครื่องมือวางแผนการออกแบบบอร์ดเกมการศึกษาที่สมบูรณ์ยิ่งขึ้น ซึ่งนำชุดกิจกรรมการเรียนรู้ไปใช้ในห้องเรียนจริงให้เกิดแรงจูงใจและความสนุกสนานให้นักเรียนบรรลุวัตถุประสงค์มากยิ่งขึ้น ผู้สอนควรเตรียมตัวและเตรียมชุดกิจกรรมให้เพียงพอต่อผู้เรียน อันเนื่องจากถ้าชุดกิจกรรมการเรียนรู้ไม่เพียงพอ ต่อจำนวนนักเรียนจะทำให้ นักเรียนไม่เกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้น ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนไม่สามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเองอย่างมีประสิทธิภาพ

7. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีด้วยความกรุณาจากผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่ให้ความกรุณาแนะนำ และตรวจประเมินเครื่องมือวิจัยต่าง ๆ เพื่อให้เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้มีคุณภาพ ขอขอบคุณผู้อำนวยความสะดวกตลอดจนผู้สอนสาขาวิชา ช่างกลโรงงาน วิทยาลัยเทคนิคกำแพงเพชร ที่ส่งเสริมแนะนำและให้การสนับสนุนในการวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- Athonvarangkul, P., Dibyamadala, J., & Mangkhang, C. (2022). The implementation of hybrid learning approach for Digital Task Based Language Teaching (DTBLT). *Social Sciences Research and Academic Journal*, 17(2), 13-29. (in Thai)
- Brathwaite, B., & Schreiber, I. (2009). *Challenges for game designers*. Boston, MA: Charles River Media.
- Aimphan Channel. (2021, June 1). *Fundamentals of industrial craftsman materials*.
<https://www.youtube.com/watch?v=USsSA4418R4> (in Thai)
- Chumwuttisak, K., & Silanoi, L. (2015). The developing Grade 5 Students' analytical thinking skill and attitude towards democratic citizenship in the learning unit on "good citizen in a democracy" social studies S15101 course, using game-based-learning. *Journal of Educational Khon Kaen University*, 38(4), 177-185. (in Thai)
- Hutamam, S. (2022). The Effect of using MIAP learning model with demonstration set and simulation to promote learning on electric drive and servo system subject. *Journal of Education Khon Kaen University*, 45(1), 32-43. (in Thai)

- Imraksa, P. (2020). *Teaching plans for learning management with a focus on career competency and integration based on the Sufficiency Economy Philosophy* [Curriculum]. Office of the National Education Commission. <https://anyflip.com/pdrjh/gvrv/basic> (in Thai)
- Jatunarat, P., Kantathanawat, T., & Tungkunan. (2016). The inquiry learning model to develop the achievement on conceptual model of upper secondary Princess Chulabhorn's college Chonburi. *Journal of Industrial Education*, 15(1), 219-225. (in Thai)
- Kaewsri, S. (2019). *Design and development a board game about the immune system* [Master's thesis]. Thaksin University. (in Thai)
- Kamewari, C. (2020). Development of educational achievement by practical skill training set with teaching format of MIAP cooperated with STEM education activity set. *Journal of Industrial Technology*, 15(1), 60-74. (in Thai)
- Kumkongkaew, C., & Busayanon, K. (2020). The design of educational board game "My hospital" for developing academic achievement on organ system for Grade 11 Students in Bodindecha (Sing Singhaseni) School. In C. Sriviboon (Ed.), *In the Proceeding of the National Conference on Education for Learning Development 2020* (pp. 441-452). Suan Sunandha Rajabhat University. (in Thai)
- Limpromwattana, V., & Thamwattann, K. (2017). Behavior of playing board games and component of effective factors for playing games of teenagers in the Bangkok. *Journal of Social Research*, 40(2), 107-132. (in Thai)
- Office of Vocational Education Commission. (2018). The manual to creating a learning Management plan focusing on efficiency. <http://bsq2.vec.go.th/document/doc3.html>. (in Thai)
- Poopamonkaipob, K., Tuntiwongvanich, S., & Tungkunan, P. (2020). Achievement with MIAP teaching method via web-based instruction on conditions design for certificate level. *Journal of Industrial Education*, 19(2), 110-117. (in Thai)
- Pathan, C. (2021). The development of learning management by using the flipped classroom model with MIAP teaching methods of database system for undergraduate students. *Sisaket Rajabhat University Journal*, 15(3), pp. 136-150. (in Thai)
- Phromwong, C. (1994). *Teaching package performance test: Course for teaching documents Educational Technology and Communication Unit 1-5*. Sukhothai Thammathirat Open University. (in Thai)
- Sitthipanya, R. (2012, August 19). *Meaning of craftsman materials*. <https://www.gotoknow.org/posts/499220> (in Thai)
- Soonthomprasert, S. (2002). *How are the teaching packages, learning packages, and activity packages similar or different?* <https://somordon.wordpress.com> (in Thai)

ผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับเทคนิค KWDL และเกม
Student vs. Zombie ที่มีต่อทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

THE EFFECT OF 5E INQUIRY-BASED LEARNING MANAGEMENT WITH KWDL
TECHNIQUE AND STUDENT VS. ZOMBIE GAME ON GRADE 7 STUDENTS' SCIENCE
PROBLEM-SOLVING SKILLS

เจษฎา ราชฤทธิ์นิยม^{1*} ปานตะวัน เชื้อบุญมี¹ เมธิน อินทรประสิทธิ์² สุทธิพงษ์ บุญผดุง¹ และสุมาลี เทียนทองดี¹
Jadsada Ratniyom^{1*}, Pantawan Chaerboonmee¹, Methin Intaraprasit²,
Suttipong Boonphadung¹, and Sumalee Tientongdee¹
E-mail: jadsada.ra@ssru.ac.th^{1*}, s62131113023@ssru.ac.th¹, methin@samsenwit.ac.th²,
suttipong.bo@ssru.ac.th¹, and sumalee.ti@ssru.ac.th²

Received: June 30, 2023

Revised: July 26, 2023

Accepted: September 6, 2023

ABSTRACT

The COVID-19 pandemic has had a significant impact on the educational system in Thailand. When entering secondary school, the majority of students who have experienced two academic years of online learning exhibit a deficiency in their proficiency for science problem-solving skills. In this research, the efficiency (E_1/E_2) of 5E inquiry-based learning management integrated with KWDL technique and Student vs. Zombie game was investigated based on the efficient criteria of 80/80 and compare grade 7 students' science problem-solving skills on the topic of thermal energy before and after the implementation of 5E inquiry-based learning management integrated with KWDL technique and Student vs. Zombie game. The sample of this study was 38 grade 7 students at a middle size secondary school in Bangkok in second semester of academic year 2022. This sample was selected by cluster random sampling method. The research instruments consisted of 1) lesson plans, 2) Student vs. Zombie game, and 3) a science problem-solving skill test. The data were analyzed by mean, standard deviation, and t-test for dependent sample. The finding revealed that: 1) the efficiency (E_1/E_2) of 5E inquiry-based learning management integrated with KWDL technique and Student vs. Zombie game was 82.50/80.78 which met the criteria of 80/80, and 2) the average score of students' science problem-solving skill after the implementation of 5E inquiry-based learning management integrated with KWDL technique and Student vs. Zombie game was significantly higher than before implementation at .01 statistical level. These results suggest that 5E inquiry-based learning management integrated with KWDL technique and Student vs. Zombie game can be effective approach for enhancing science problem-solving skills.

Keywords: 5E inquiry-based learning management, KWDL technique, Student vs. Zombie game,
Science problem-solving skills

*Corresponding author E-mail: jadsada.ra@ssru.ac.th

¹สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา กรุงเทพมหานคร 10300

¹Department of General Science, Faculty of Education, Suan Sunandha Rajabhat University, Bangkok 10300 Thailand

²กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โรงเรียนสามเสนวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร 10400

²Department of Science and Technology, Samsenwittayalai School, Bangkok 10400 Thailand

บทคัดย่อ

การแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโควิด-19 ส่งผลกระทบต่อภาคการศึกษาของประเทศไทยอย่างมาก นักเรียนที่เรียนออนไลน์ผ่านมา 2 ปีการศึกษา เมื่อขึ้นระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 นักเรียนส่วนใหญ่ขาดทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ในงานวิจัยนี้จะศึกษาประสิทธิภาพ (E_1/E_2) ของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับเทคนิค KWDL และเกม Student vs. Zombie ตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 และเปรียบเทียบทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับเทคนิค KWDL และเกม Student vs. Zombie กลุ่มตัวอย่างได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดกลางแห่งหนึ่งในกรุงเทพมหานคร ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 38 คน ได้จากการสุ่มแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้ 2) เกม Student vs. Zombie และ 3) แบบทดสอบวัดทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่มที่ข้อมูลไม่เป็นอิสระต่อกัน ผลการวิจัยพบว่า 1) ประสิทธิภาพ (E_1/E_2) ของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับเทคนิค KWDL และเกม Student vs. Zombie มีประสิทธิภาพเท่ากับ 82.50/80.78 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 80/80 และ 2) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับเทคนิค KWDL และเกม Student vs. Zombie มีทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ หลังการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ข้อค้นพบนี้ชี้ให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับเทคนิค KWDL และเกม Student vs. Zombie สามารถใช้เป็นแนวทางที่มีประสิทธิภาพในการเสริมสร้างทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

คำสำคัญ: การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น, เทคนิค KWDL, เกม Student vs. Zombie, ทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

1. บทนำ

การเรียนรู้วิทยาศาสตร์เป็นสิ่งสำคัญในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคต เนื่องจากวิทยาศาสตร์ช่วยให้เราเข้าใจความรู้เกี่ยวกับธรรมชาติและโลกที่เราอยู่อย่างลึกซึ้งมากขึ้น วิทยาศาสตร์ช่วยให้เราเข้าใจกระบวนการและหลักการที่กำลังเกิดขึ้นในโลกของเรา ตั้งแต่เหตุการณ์ทางธรรมชาติจนถึงกระบวนการการสร้างเทคโนโลยีใหม่ ๆ วิชาวิทยาศาสตร์ช่วยให้เรามีทักษะในการคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดวิเคราะห์ คิดสร้างสรรค์ในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันอย่างเป็นระบบ และสามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและมีประจักษ์พยานที่ตรวจสอบได้ ดังนั้นทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์เพื่อที่จะมีความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้น นำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์ และมีคุณธรรม (Ministry of Education, 2017, p. 30) ในช่วงปีการศึกษา 2563 และ 2564 ประเทศไทยประสบปัญหาการแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 หรือ โรคโควิด 19 (COVID-19) ซึ่งส่งผลกระทบอย่างมากต่อระบบการศึกษาของไทยในช่วง 2 ปีการศึกษาที่ผ่านมา (Sangsawangwatthana et al., 2020, pp. 378-380) การศึกษาในประเทศไทยต้องเปลี่ยนการเรียนการสอนจากเดิมที่เป็นการเรียนในห้องเรียนไปเป็นการเรียนแบบออนไลน์ผ่านแพลตฟอร์มการเรียนออนไลน์ เช่น Google Classroom, Microsoft Teams และ Zoom เป็นต้น ปัญหาสำคัญที่เกิดขึ้นจากผลกระทบของการแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโควิด 19 ได้แก่ ครูและนักเรียนไม่เคยมีประสบการณ์การเรียนการสอนออนไลน์ นักเรียนบางคนขาดความพร้อมทางด้านอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ในการเรียนออนไลน์ อาจมีอุปกรณ์ไม่เพียงพอหรือการเชื่อมต่อสัญญาณอินเทอร์เน็ตที่ไม่เพียงพอสำหรับการเรียนออนไลน์ ทำให้การเรียนการสอนออนไลน์มีความยุ่งยากและอาจมีผลต่อคุณภาพการเรียนรู้ของนักเรียน นอกจากนี้ยังพบว่าการติดตามความก้าวหน้าในการเรียนซึ่งเป็นสิ่งสำคัญในการประเมินผลและช่วยให้นักเรียนสามารถพัฒนาต่อไปได้อย่างเต็มที่นั้น อาจทำได้ยากเนื่องจากการเรียนการสอนออนไลน์ (Anuyan, 2020, pp. 20-21; Fakngem & Kijkuakul, 2021, pp. 228-234; Intharawiset et al., 2021, pp. 328-330) จากปัญหาของ 2 ปีการศึกษาที่ผ่านมา ส่งผลกระทบต่อเนื่องมาซึ่งปีการศึกษา 2565 กล่าวคือ นักเรียนในชั้นประถมศึกษาที่เรียนแบบออนไลน์มา 2 ปีการศึกษา เข้ามาเรียนต่อในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปีการศึกษา 2565 นักเรียนส่วนใหญ่มีปัญหาในการแก้โจทย์ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการคำนวณ นักเรียนไม่สามารถวิเคราะห์ได้ว่าโจทย์ให้ค่าอะไรมา โจทย์ต้องการทราบค่าอะไร และไม่สามารถเลือกใช้สูตรและแทนค่าตัวแปรลงในสูตรได้ รวมทั้งไม่เข้าใจการแก้สมการทางคณิตศาสตร์ การย้ายข้างสมการเพื่อนำไปสู่ผลลัพธ์การหาคำตอบ ซึ่งทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เหล่านี้จำเป็นอย่างยิ่งในการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ในระดับที่สูงขึ้นต่อไป ทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เป็นทักษะที่แสดงถึงความสามารถในการแก้โจทย์

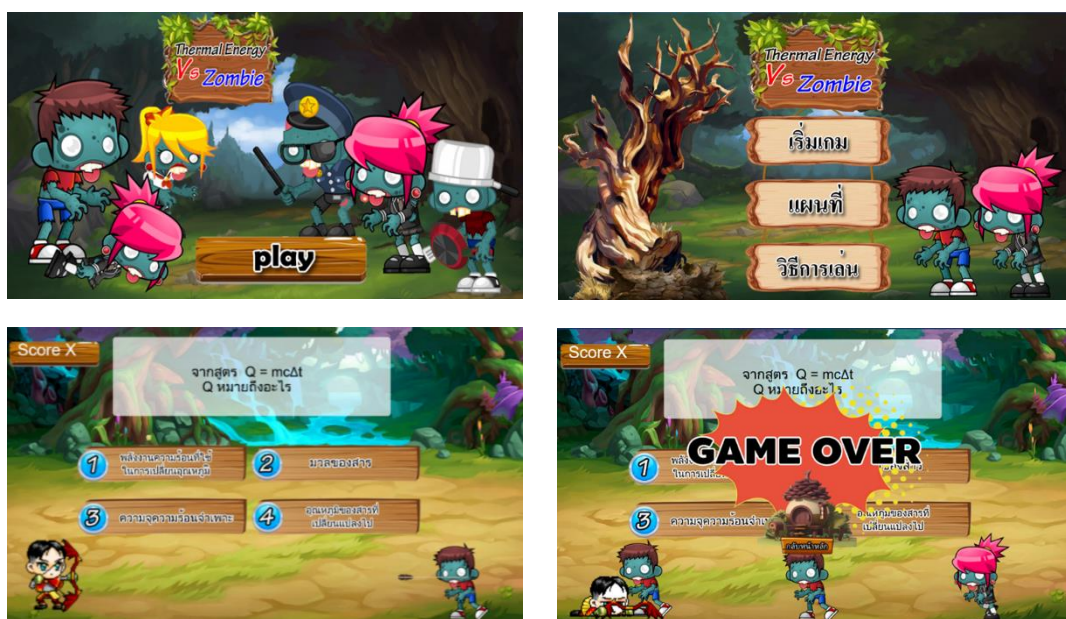
ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน ผ่านการวิเคราะห์โจทย์ แยกองค์ประกอบ เลือกใช้สูตรและสามารถใช้ทักษะการคำนวณ เพื่อนำไปสู่การหาคำตอบได้อย่างถูกต้อง ทักษะนี้ครอบคลุมความสามารถ 4 ด้าน (Hayihmat, 2019, p. 8) คือ ด้านทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา ด้านวิเคราะห์และวางแผนแก้โจทย์ปัญหา ด้านดำเนินการตามแผนที่วางไว้ และด้านตรวจสอบผลลัพธ์ ทักษะนี้เป็นทักษะที่จำเป็นอย่างยิ่งในการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ หากขาดทักษะนี้แล้ว อาจส่งผลกระทบต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ดังจะเห็นได้จาก ผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินิยมขั้นพื้นฐาน (O-NET) ปีการศึกษา 2564 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ผลปรากฏว่านักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น มีคะแนนเฉลี่ย 31.45 ซึ่งต่ำกว่าร้อยละ 50 (National Institute of Educational Testing Service, 2022, Online) เมื่อพิจารณาถึงคะแนนผลสัมฤทธิ์จำแนกตามรายสาระพบว่า สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 28.19 ซึ่งต่ำกว่าร้อยละ 50 เนื้อหาของบทเรียนในสาระที่ 2 นี้ ส่วนใหญ่จะเกี่ยวข้องกับการคำนวณ การแก้โจทย์ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่มีความยากและซับซ้อน บทเรียนเรื่อง พลังงานความร้อน ซึ่งอยู่ในสาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ ก็มีเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับการคำนวณและการแก้โจทย์ปัญหาเป็นส่วนใหญ่ ดังนั้น จึงเป็นบทเรียนที่เหมาะสมสำหรับใช้เป็นเนื้อหาในการวิจัยศึกษาทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน

จากปัญหาที่กล่าวข้างต้น ผู้วิจัยค้นพบว่า หากมีการแก้โจทย์ปัญหาเป็นลำดับขั้นตอนที่ชัดเจน จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Chuaytukpuan, 2016, pp. 28-29; Trahngan & Thongaim, 2016, pp. 771-772) เมื่อค้นคว้าหาขั้นตอนที่สามารถพัฒนาทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และเหมาะสมกับบริบทของผู้เรียน ผู้วิจัยค้นพบว่าการใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น มาผนวกร่วมกับเทคนิค KWDL สามารถพัฒนาทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้ (Hayihmat, 2019, pp. 92-94; Monsang et al., 2021, pp. 6-7; Viriyatham et al., 2018, pp. 147-150) การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับเทคนิค KWDL เป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนสืบค้น สำรวจ ตรวจสอบและแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง โดยมุ่งเน้นให้ความสำคัญกับการเชื่อมโยงความรู้เดิมเข้ากับความรู้ใหม่ และนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ ประกอบไปด้วย 5 ขั้น คือ ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ และขั้นที่ 5 ขั้นประเมินผล โดยได้สอดแทรกเทคนิค KWDL เข้าไปในขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ เทคนิค KWDL เป็นเทคนิคที่ใช้อย่างกว้างขวางในการพัฒนาทักษะการแก้โจทย์ปัญหา พัฒนาทักษะการคิดเชิงวิเคราะห์อย่างเป็นกระบวนการ ช่วยให้ผู้เรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาได้อย่างเป็นลำดับขั้นตอนและถูกต้องมากขึ้น โดยมีขั้นตอนย่อย 4 ขั้นตอน (Tharachan et al., 2020, p. 136) ดังนี้ ขั้น K (What we know) เป็นขั้นที่ให้ผู้เรียนพิจารณาโจทย์ปัญหา สิ่งที่เกี่ยวข้องกำหนดให้มีอะไรบ้าง สามารถอธิบายด้วยแผนภาพและข้อมูลที่โจทย์กำหนด ขั้น W (What we want to know) เป็นขั้นที่จะฝึกวิเคราะห์ว่าโจทย์ต้องการทราบอะไร สิ่งที่เกี่ยวข้องคืออะไร และกำหนดสูตรที่จะใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาได้ ขั้น D (What we do to find out) เป็นขั้นที่ผู้เรียนวางแผนและดำเนินการลงมือแก้โจทย์ปัญหา ผ่านการอธิบายในรูปของสมการทางคณิตศาสตร์หรือสูตรที่เกี่ยวข้องกับโจทย์ปัญหา และขั้น L (What we learned) เป็นขั้นที่นักเรียนสรุปคำตอบจากสิ่งที่โจทย์ถาม และระบุหน่วยของสิ่งที่โจทย์ถามได้ถูกต้อง

งานวิจัยทางการศึกษาในปัจจุบันแนะนำถึงการใช้เกมมีสื่อมาช่วยในการประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนในระหว่างการจัดการเรียนรู้ (Ahmad, et al., 2020, pp. 868-871; Delacruz, 2011, pp. 61-63; Saenboonsong, 2022, pp. 63-65) เกมบนสมาร์ตโฟน ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้เนื้อหาเพิ่มมากขึ้น และมีทัศนคติที่ดีต่อการเรียน (Ranuharja, et al., 2021, p. 54) ช่วยส่งเสริมความมีปฏิสัมพันธ์ร่วมกันภายในชั้นเรียน ช่วยสร้างบรรยากาศทางการเรียนรู้ที่ดีในชั้นเรียน (Saleh, et al., 2019, p. 139) ช่วยให้นักเรียนทราบได้ในขณะทำการจัดการเรียนรู้ว่าตนเองยังขาดความรู้ความเข้าใจในเรื่องใดของบทเรียนนั้น ๆ และยังช่วยปรับความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนในระหว่างการจัดการเรียนรู้ได้ (Ratniyom et al., 2021, pp. 274-276) ผู้วิจัยจึงได้พัฒนาและสร้างเกม Student vs. Zombie ขึ้นเพื่อใช้ประกอบการประเมินความรู้ความเข้าใจของผู้เรียน และสร้างบรรยากาศที่สนุกสนานเพลิดเพลินในระหว่างการจัดการเรียนรู้ เกม Student vs. Zombie เป็นเกมที่สร้างขึ้นจากโปรแกรม Construct 2 (Dadee, 2014, pp. 22-124) โดยมีเกมยอดนิมอย่าง Plants vs. Zombie เป็นต้นแบบ เกม Student vs. Zombie พัฒนาขึ้นเป็นเกมแอปพลิเคชันบนโทรศัพท์มือถือเพื่อทดสอบความเข้าใจ และกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน โดยผู้เรียนจะต้องตอบปัญหาเพื่อผ่านด่านอุปสรรคต่าง ๆ ซึ่งเนื้อหาภายในเกมจะเป็นบทเรียนเรื่อง พลังงานความร้อน ซึ่งเป็นบทเรียนวิทยาศาสตร์พื้นฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เกมเป็นแนวเกมการตอบปัญหาโดยการเลือกตัวเลือกทั้งหมด 4 ตัวเลือก ซึ่งจะมีคำตอบที่ถูกต้องเพียง 1 ตัวเลือกเท่านั้น หากนักเรียนตอบถูกตัวอื่นจะยังขอมบ 1 นัด หากนักเรียนเลือกคำตอบไม่ถูกต้องขอมบ 1 จะเดินเข้าหาฮีโร่เร็วขึ้น เป็นแบบนี้จนจบด่านนั้น ๆ เมื่อเกมจบลงนักเรียนจะสามารถดูเฉลยของคำถามที่นักเรียนตอบผิดได้ และจะมีคะแนนปรากฏเมื่อเกมจบ หน้าตาตัวอย่างเกม Student vs. Zombie แสดงในรูปที่ 1 ด้วยเหตุผลนี้ เกม Student vs. Zombie จึงเป็นเครื่องมือที่เหมาะสมอย่างยิ่งที่จะนำมาใช้ในการประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียน เพื่อให้เกิดการประเมินผลการเรียนรู้และสร้าง

บรรยากาศแห่งความสนุกสนานในระหว่างการจัดการเรียนรู้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจที่จะสอดแทรก เกม Student vs. Zombie ไว้ใน
ขั้นที่ 5 ขึ้นประเมินผล ของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับเทคนิค KWDL

จากแนวคิดที่กล่าวข้างต้นชี้ให้เห็นว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับเทคนิค KWDL และเกม Student vs. Zombie เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ช่วยส่งเสริมทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางวิทยาศาสตร์อย่างเป็นกระบวนการที่มีลำดับ
ขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาอย่างชัดเจน มีเกมที่ช่วยประเมินผลการเรียนรู้ พร้อมทั้งสร้างความสนุกสนานได้ในขณะจัดการ
เรียนรู้ โดยสอดแทรกเทคนิค KWDL ไว้ในขั้นที่ 4 ขยายความรู้ และสอดแทรก เกม Student vs. Zombie ไว้ในขั้นที่ 5 ขึ้น
ประเมินผล ดังนั้นในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับเทคนิค
KWDL และเกม Student vs. Zombie ตามเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ 80/80 และได้เปรียบเทียบทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทาง
วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ก่อนและหลังการใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับเทคนิค
KWDL และเกม Student vs. Zombie



รูปที่ 1 ภาพตัวอย่างจากเกม Student vs. Zombie

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยของ Monsang et al. (2021, pp. 6-7) ได้เปรียบเทียบรูปแบบการจัดการเรียนรู้ 2 รูปแบบ คือ การจัดการเรียนรู้
แบบปัญหาเป็นฐาน และการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ที่มีผลต่อทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนทั้ง 2 กลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ที่ต่างกันมีทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังการ
จัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ และทั้ง 2 กลุ่มมีทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้สูงขึ้น
ไม่แตกต่างกันมากนักแม้ใช้การจัดการเรียนรู้ที่ต่างกัน จากการศึกษาของ Hayihmat (2019, pp. 89-94) ที่ได้ผนวกเทคนิค
KWDL เข้ากับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการแก้โจทย์ปัญหา
ทางคณิตศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับเทคนิค KWDL สามารถช่วยพัฒนา
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ เทคนิค KWDL นี้ ได้รับการพัฒนามาจากแนวคิด
ของ Ogle (1986, pp. 564-570) เป็นเทคนิคที่ใช้ร่วมกับการจัดการเรียนรู้เพื่อเป็นแนวทางช่วยในการวิเคราะห์โจทย์ปัญหา
อย่างเป็นขั้นเป็นตอน เพื่อหาคำตอบของโจทย์ปัญหานั้น ประกอบไปด้วย 4 ขั้นตอน (Hayihmat, 2019, p. 4; Tharachan et al.,
2020, p. 136) คือ ขั้นที่ 1 K (What we know) เป็นขั้นที่นักเรียนฝึกอ่านโจทย์เพื่อวิเคราะห์ว่าโจทย์กำหนดสิ่งใดมาให้ ขั้นที่ 2 W
(What we want to know) เป็นขั้นที่ผู้เรียนฝึกระบุสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ และกำหนดขอบเขตของความรู้ที่จำเป็น
เพื่อนำไปสู่การหาคำตอบนั้น ขั้นที่ 3 D (What we do to find out) เป็นขั้นที่ฝึกให้นักเรียนฝึกดำเนินการแก้โจทย์ปัญหาตาม
แผนและขั้นตอนที่วางไว้ เพื่อหาคำตอบตามที่โจทย์ต้องการทราบ ขั้นที่ 4 L (What we learned) เป็นขั้นที่ผู้เรียนฝึกสรุป
สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ ซึ่งเทคนิค KWDL นี้มักใช้ในการพัฒนาทักษะการแก้โจทย์ปัญหาในวิชาคณิตศาสตร์อย่างแพร่หลาย

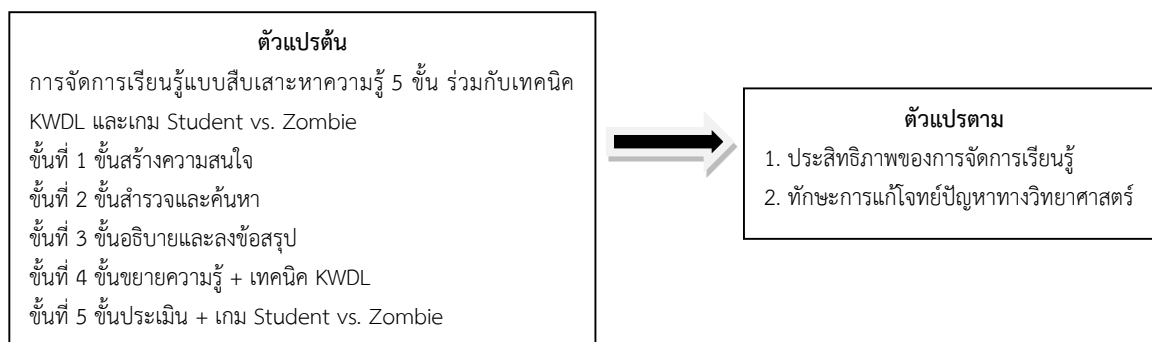
ผู้วิจัยเห็นความเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์มักถูกใช้เป็นเครื่องมือที่สำคัญในการวิเคราะห์และอธิบายข้อมูล เพื่อนำไปสู่การตอบคำถามในโจทย์ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับเทคนิค KWDL นี้ เพื่อศึกษาทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เมื่อศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องลึกลงไป พบว่ามีงานวิจัยของ Viriyatham et al. (2018, pp. 140-152) ที่ได้พัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิค KWDL เพื่อศึกษาผลของทักษะการแก้โจทย์ปัญหาในวิชาเคมี โดยสอดแทรกเทคนิค KWDL ไว้ในขั้นสำรวจและค้นหา และขั้นขยายความรู้ ผลการวิจัยพบว่า พัฒนาการของทักษะในการแก้โจทย์ปัญหา มีค่าเฉลี่ยสูงขึ้นเท่ากับร้อยละ 59.09 แสดงถึงนักเรียนมีพัฒนาการอยู่ในระดับสูง ในปัจจุบันการใช้เกมหรือแอปพลิเคชันจากโทรศัพท์มือถือถือมาวมกับการจัดการเรียนรู้กำลังได้รับความนิยมเป็นอย่างมาก เนื่องจากนักเรียนในยุคนี้เติบโตมาพร้อมกับเครื่องมืออิเล็กทรอนิกส์ จึงทำให้นักเรียนเกิดความชอบ และความถนัดในการใช้เทคโนโลยี และค้นพบอีกว่าเกมบนโทรศัพท์มือถือมักใช้เป็นเครื่องมือเพื่อประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนในขณะจัดการเรียนรู้ ดังแสดงในงานวิจัยของ Kaewdamrongchai and Wutchana (2022, pp. 10-24) ที่ได้พัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ด้วยบทเรียนออนไลน์บน Google Sites และใช้เกมวัน เดอ โก มาประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียน การใช้เกมตอบคำถามร่วมกับการจัดการเรียนรู้ นอกจากช่วยกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนและเพิ่มการมีปฏิสัมพันธ์ร่วมกันในชั้นเรียนแล้ว (Saenboonsong, 2022, pp. 63-65) ยังช่วยให้ผู้เรียนสามารถประเมินตนเองได้ในขณะจัดการเรียนรู้ว่าตนเองมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาบทเรียนวันนั้นมากน้อยเพียงใด (Ratniyom et al., 2021, pp. 274-276)

สมมติฐานของการวิจัยนี้ประกอบด้วย การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับเทคนิค KWDL และเกม Student vs. Zombie มีประสิทธิภาพ (E_1/E_2) สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ 80/80 และนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับเทคนิค KWDL และเกม Student vs. Zombie มีทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง พลังงานความร้อน หลังการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้

3. วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

ผู้วิจัยได้พัฒนาเกม Student vs. Zombies มาใช้ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับเทคนิค KWDL เพื่อศึกษาผลของทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสามารถแสดงกรอบแนวคิดในการวิจัยได้ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 กรอบแนวคิดในการวิจัย

3.2 ขอบเขตการวิจัย

3.2.1 ขอบเขตด้านเนื้อหา

การวิจัยครั้งนี้กำหนดขอบเขตของเนื้อหาในการวิจัย คือ สารที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ มาตรฐาน ว2.3 ตัวชี้วัด ม.1/1 เรื่อง พลังงานความร้อน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ.2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) เนื้อหาย่อยประกอบด้วย 1) พลังงานความร้อนกับการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ 2) แบบจำลองอนุภาคของสสารแต่ละสถานะ 3) การขยายตัวหรือหดตัวของสสาร และ 4) พลังงานความร้อนกับการเปลี่ยนสถานะของสสาร

3.2.2 ขอบเขตด้านประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดกลางแห่งหนึ่งในกรุงเทพมหานคร สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานประเภทสามัญศึกษาที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 3 ห้อง รวมมีนักเรียนทั้งหมด 104 คน ซึ่งเป็นนักเรียนที่ได้รับการจัดห้องแบบคละความสามารถ

กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดกลางแห่งหนึ่งในกรุงเทพมหานครที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 1 ห้อง มีนักเรียน 38 คน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม ผู้วิจัยวิเคราะห์คะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในเทอม 1 ปีการศึกษา 2565 ของทั้ง 3 ห้องเรียน พบว่าทั้ง 3 ห้องเรียน มีค่าเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนใกล้เคียงกัน ผู้วิจัยใช้การสุ่มแบบกลุ่มกับทั้ง 3 ห้องเรียน โดยมีหน่วยสุ่มเป็น ห้องเรียน ได้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 1 ห้อง มีนักเรียน 38 คน

3.2.3 ขอบเขตด้านตัวแปรที่ต้องศึกษา

ตัวแปรต้น คือ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับเทคนิค KWDL และเกม Student vs. Zombie

ตัวแปรตาม คือ ประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับเทคนิค KWDL และเกม Student vs. Zombie และทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.3.1 แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับเทคนิค KWDL และเกม Student vs. Zombie เรื่อง พลังงานความร้อน จำนวน 4 แผน แผนละ 3 คาบ รวมเป็น 12 คาบ คาบละ 50 นาที ซึ่งมีขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพ ดังนี้

1) ศึกษาและค้นคว้า วิธีการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับเทคนิค KWDL และเกม Student vs. Zombie ศึกษาจุดมุ่งหมายของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้ และจุดประสงค์การเรียนรู้ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

2) สร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับเทคนิค KWDL และเกม Student vs. Zombie จำนวน 4 แผน

3) นำแผนการจัดการเรียนรู้ เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 3 คน เพื่อประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ ตามองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด จุดประสงค์การเรียนรู้ ความเหมาะสมของเนื้อหา กิจกรรมการเรียนรู้กับทักษะในการแก้โจทย์ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และการวัดประเมินผล โดยใช้แบบประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ แบบประมาณค่า 5 ระดับ (Rating scale) พร้อมข้อเสนอแนะปลายเปิด ผลการประเมินพบว่า ได้ค่าความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้อยู่ในระดับ มากที่สุด ($\bar{X} = 4.83$, $SD = 0.21$)

4) ปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ นำแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับเทคนิค KWDL และเกม Student vs. Zombie ไปทดลองใช้กับนักเรียนกลุ่มเล็ก จำนวน 3 คน กลุ่มขนาดกลาง จำนวน 17 คน ซึ่งเป็นนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง แต่มีความรู้ความสามารถใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่าง โดยแต่ละกลุ่มมีนักเรียนคละความสามารถ เก่ง ปานกลาง และอ่อน เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับเทคนิค KWDL และเกม Student vs. Zombie พร้อมทั้งปรับปรุงแก้ไข

5) นำแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับเทคนิค KWDL และเกม Student vs. Zombie เรื่อง พลังงานความร้อน ที่สมบูรณ์แล้วไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 38 คน เพื่อหาค่าประสิทธิภาพเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด 80/80

3.3.2 เกม Student vs. Zombie เป็นเกมที่สร้างขึ้นจากโปรแกรม Construct 2 และพัฒนาขึ้นเป็นแอปพลิเคชันเกมบนโทรศัพท์มือถือเพื่อทดสอบความเข้าใจของผู้เรียน ตัวเกมเป็นแนวเกมตอบคำถาม จากตัวเลือกทั้งหมด 4 ตัวเลือก หากนักเรียนตอบถูกตัวฮีโร่จะยิงซอมบี้ 1 นัด หากนักเรียนเลือกคำตอบไม่ถูกต้องซอมบี้จะเดินเข้าหาฮีโร่เร็วขึ้น เมื่อจบเกมจะมีเฉลยและคะแนนของคำถามปรากฏ ตัวอย่างหน้าตาของเกมแสดงในรูปที่ 1 โดยเกม Student vs. Zombie มีขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพ ดังนี้

1) ศึกษาเนื้อหา เรื่อง พลังงานความร้อน ตามตัวชี้วัดหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) เพื่อวิเคราะห์ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังของวิชาวิทยาศาสตร์ หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 พลังงานความร้อน

2) ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับวิธีการสร้างเกม Student vs. Zombie จากโปรแกรม Construct 2 (Dadee, 2014, pp. 22-124)

3) ดำเนินการสร้างเกม Student vs. Zombie ผ่านโปรแกรม Construct 2

4) นำเกม Student vs. Zombie ที่สร้างขึ้น เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 3 คน เพื่อประเมินความเหมาะสมของเกม Student vs. Zombie ในด้านความเหมาะสมของเนื้อหา และความเหมาะสมขององค์ประกอบของเกม โดยใช้แบบประเมินความเหมาะสมของเกม Student vs. Zombie แบบประมาณค่า 5 ระดับ พร้อมข้อเสนอแนะปลายเปิด ผลการประเมินพบว่า เกม Student vs. Zombie มีค่าความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.76$, $SD = 0.25$)

5) นำเกม Student vs. Zombie ที่ผ่านการประเมินความเหมาะสมและปรับปรุงแก้ไขจากข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ไปใช้ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับเทคนิค KWDL เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับเทคนิค KWDL และเกม Student vs. Zombie กับกลุ่มที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างพร้อมทั้งปรับปรุงแก้ไข ก่อนนำไปใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่าง

3.3.3 แบบทดสอบวัดทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง พลังงานความร้อน เป็นข้อสอบแบบเขียนตอบ (อัตนัย) 5 ข้อ แต่ละข้อมีการให้คะแนนแบบรูบริค (Scoring rubric) คะแนนเต็มข้อละ 6 คะแนน แบบทดสอบวัดทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ มีขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพดังนี้

1) ศึกษาเนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้ จากหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560) เรื่อง พลังงานความร้อน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 วิทยาศาสตร์ และเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

2) ศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ให้ครอบคลุมทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 4 ด้าน (Hayihmat, 2019, p. 8) คือ ด้านทำความเข้าใจโจทย์ปัญหา ด้านวิเคราะห์และวางแผนแก้โจทย์ปัญหา ด้านดำเนินการตามแผนที่วางไว้ และด้านตรวจสอบผลลัพธ์

3) สร้างแบบทดสอบวัดทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง พลังงานความร้อน ซึ่งเป็นแบบทดสอบแบบเขียนตอบ จำนวน 10 ข้อ โดยสร้างให้สอดคล้องกับทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 4 ด้าน

4) สร้างเกณฑ์ในการตรวจให้คะแนนแบบรูบริคของแบบทดสอบวัดทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

5) นำแบบทดสอบวัดทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน เพื่อประเมินค่าดัชนีความสอดคล้องความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Index of item-objective congruence: IOC) ความสอดคล้องของข้อคำถามกับจุดประสงค์ที่ต้องการวัด และข้อเสนอแนะเกี่ยวกับเกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบ ข้อสอบที่สามารถนำไปวัดผลได้จะต้องมีค่า IOC เกินกว่า 0.67 ขึ้นไป

6) นำแบบทดสอบวัดทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญมาปรับปรุงแก้ไข

7) นำแบบทดสอบวัดทักษะการแก้โจทย์ปัญหาไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างแต่มีความรู้ความสามารถใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่าง เพื่อวิเคราะห์ค่าความยาก (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) แล้วพิจารณาคัดเลือกแบบทดสอบที่มีค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.20–0.80 ค่าอำนาจจำแนก 0.20 ขึ้นไป ดำเนินการคัดเลือกข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์ จำนวน 5 ข้อ ซึ่งพบว่ามีค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.34–0.62 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.61–0.74

8) นำแบบทดสอบที่ได้ไปหาค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับโดยใช้สัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบัค (Cronbach) พบว่าแบบทดสอบวัดทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางวิทยาศาสตร์มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.87

9) นำแบบทดสอบวัดทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่สมบูรณ์แล้วจำนวน 5 ข้อ ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

3.4.1 ผู้วิจัยจัดทำเอกสารโครงการการวิจัยเพื่อชี้แจงจุดประสงค์ของการวิจัยให้กลุ่มตัวอย่างทราบและลงนามยินยอมในการเข้าร่วมการวิจัยด้วยความสมัครใจ เพื่อรักษาสិทธิของกลุ่มตัวอย่างและเพื่อความสอดคล้องกับข้อปฏิบัติในการทำวิจัยในมนุษย์ โดยข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับกลุ่มตัวอย่างในงานวิจัยนี้จะถูกเก็บไว้เป็นความลับและจะเผยแพร่ผลของการวิจัยในภาพรวมเท่านั้น โครงการวิจัยนี้ได้รับการรับรองด้านจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์จาก คณะกรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา (Certificate NO: COA. 2-023/2023, Study code: 66-037-2-3)

3.4.2 ดำเนินการให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบวัดทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง พลังงานความร้อน ก่อนการจัดการเรียนรู้

3.4.3 ดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับเทคนิค KWDL และเกม Student vs. Zombie เรื่อง พลังงานความร้อน ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างไว้ จำนวน 4 แผน กับกลุ่มตัวอย่าง ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 ระยะเวลา 4 สัปดาห์ ตัวอย่างรูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้แสดงในตารางที่ 1 ในการจัดการเรียนรู้แต่ละครั้งจะมีการเก็บคะแนนย่อยจากใบกิจกรรมและคะแนนจากการเล่นเกม Student vs. Zombie เพื่อใช้หาค่าประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับเทคนิค KWDL และเกม Student vs. Zombie

ตารางที่ 1 ตัวอย่างการจัดกิจกรรมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับเทคนิค KWDL และเกม Student vs. Zombie

ขั้นตอนการดำเนินการ	กิจกรรม
ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ	ครูนำเข้าสู่บทเรียน โดยใช้คำถาม หรือนำเสนอข้อมูลของสถานการณ์ที่เป็นเรื่องที่น่าสนใจในขณะนั้น เชื่อมโยงกับเหตุการณ์ในชีวิตประจำวัน เพื่อกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน พร้อมทั้งทบทวนความรู้เดิมก่อนเข้าสู่การเรียนรู้ในขั้นถัดไป
ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา	ครูแบ่งกลุ่มนักเรียนเพื่อจัดกิจกรรมการเรียนรู้หรือการทดลอง เพื่อให้ให้นักเรียนสืบค้นความรู้หรือทำการทดลองด้วยตนเอง เพื่อรวบรวมข้อมูลหรือผลการทดลอง แล้วบันทึกข้อมูลที่ได้ลงในใบกิจกรรม
ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป	นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายและลงข้อสรุปผลการทดลองหรือผลการดำเนินกิจกรรมลงในใบกิจกรรม และออกมานำเสนอผลการดำเนินกิจกรรม พร้อมทั้งวิเคราะห์ เปรียบเทียบผลการทำกิจกรรมและข้อสรุปของกลุ่มตนเองและกลุ่มอื่น ๆ จากนั้นครูและนักเรียนทั้งห้องร่วมกันอภิปรายเพื่อลงข้อสรุปขององค์ความรู้ที่ได้เรียนรู้ในสัปดาห์นั้น ๆ หากมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนครูและนักเรียนจะอภิปรายร่วมกันเพื่อแก้ไขแนวคิดที่คลาดเคลื่อนนั้น
ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ + เทคนิค KWDL	นักเรียนจะได้ฝึกทำโจทย์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับเรื่อง พลังงานความร้อน ตามเทคนิค KWDL โดยมีขั้นตอน ดังนี้ ขั้น K (What we know) นักเรียนพิจารณาโจทย์ปัญหา ฝึกระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้มีย่อยไว้ และฝึกเขียนแผนภาพจากข้อมูลที่โจทย์กำหนด ขั้น W (What we want to know) นักเรียนจะฝึกวิเคราะห์ถึงสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ สิ่งใดที่โจทย์ให้มา สอดคล้องกับตัวแปรใด และระบุสูตรที่เกี่ยวข้องเพื่อใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา ขั้น D (What we do to find out) นักเรียนดำเนินการลงมือแก้โจทย์ปัญหา แทนค่าตัวแปรลงในสูตร และแสดงวิธีคิดผ่านการแก้สมการทางคณิตศาสตร์ ขั้น L (What we learned) นักเรียนสรุปคำตอบจากสิ่งที่โจทย์ถาม และระบุหน่วยของสิ่งที่โจทย์ถามได้ถูกต้อง
ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินผล + เกม Student vs. Zombie	นักเรียนจะเล่นเกม Student vs. Zombie เพื่อประเมินความรู้ความเข้าใจของสิ่งที่เรียนในคาบนั้น ๆ เมื่อเล่นเกมเสร็จนักเรียนจะจับภาพหน้าจอสรุปคะแนนสร้างเป็นอัลบั้มในกลุ่มไลน์เพื่อรายงานความก้าวหน้า

3.4.4 ดำเนินการให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบวัดทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง พลังงานความร้อน โดยใช้แบบทดสอบชุดเดียวกันกับการทดสอบก่อนเรียน และให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอีกฉบับหนึ่ง ซึ่งเป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ เพื่อใช้ข้อมูลในการหาประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับเทคนิค KWDL และเกม Student vs. Zombie ตามจุดประสงค์ของการวิจัยที่ตั้งไว้

3.4.5 นำข้อมูลที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ทั้งก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ มาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติต่อไป

3.4.6 ข้อมูลดิบที่ได้จากการเก็บข้อมูลของกลุ่มตัวอย่างจะถูกทำลายหลังจากวิเคราะห์ข้อมูลในภาพรวมเสร็จสิ้น ภายใน 60 วัน และจะนำเสนอข้อมูลในภาพรวมเท่านั้น เพื่อสอดคล้องกับแนวปฏิบัติของจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.5.1 ผู้วิจัยวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับเทคนิค KWDL และเกม Student vs. Zombie (E_1/E_2) ตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 โดยค่า 80 ตัวแรก (E_1) แสดงถึงร้อยละของคะแนนเก็บจากการประเมินการปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้หรือใบกิจกรรมในระหว่างการจัดการเรียนรู้ และ 80 ตัวหลัง (E_2) แสดงถึงร้อยละของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งวัดจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการจัดการเรียนรู้

3.5.2 วิเคราะห์คะแนนของแบบทดสอบวัดทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มตัวอย่าง โดยการหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้การทดสอบค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่มที่ไม่เป็นอิสระต่อกัน (t-test for dependent samples)

4. ผลการวิจัย

จากการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.1 ผลการหาประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับเทคนิค KWDL และเกม Student vs. Zombie (E_1/E_2) เรื่อง พลังงานความร้อน ตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับเทคนิค KWDL และเกม Student vs. Zombie เรื่อง พลังงานความร้อน

รายการ	จำนวนนักเรียน	คะแนนเต็ม	ค่าเฉลี่ยของผลรวมคะแนน ($\bar{X}$)	ประสิทธิภาพ
ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1)	38	40	33.0	82.50
ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2)	38	30	24.24	80.78

จากตารางที่ 2 พบว่า ประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับเทคนิค KWDL และเกม Student vs. Zombie เรื่อง พลังงานความร้อน มีค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) เท่ากับ 82.50 และประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) เท่ากับ 80.78 ดังนั้นการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับเทคนิค KWDL และเกม Student vs. Zombie มีค่าประสิทธิภาพเท่ากับ 82.50/80.78 สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ 80/80

4.2 ผลการเปรียบเทียบทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับเทคนิค KWDL และเกม Student vs. Zombie

ตารางที่ 3 ผลการเปรียบเทียบทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับเทคนิค KWDL และเกม Student vs. Zombie

การทดสอบ	จำนวนนักเรียน	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	SD	t-test	p-value
ก่อนเรียน	38	30	7.11	2.91	26.80**	< .001
หลังเรียน	38	30	24.24	3.91		

**นัยสำคัญที่ระดับ .01

จากตารางที่ 3 พบว่า คะแนนเฉลี่ยก่อนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับเทคนิค KWDL และเกม Student vs. Zombie มีค่าเท่ากับ 7.11 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.91 และคะแนนเฉลี่ยหลังการจัดการเรียนรู้มีค่าเท่ากับ 24.24 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 3.91 เมื่อเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับเทคนิค KWDL และเกม Student vs. Zombie ด้วยการทดสอบผลต่างของค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่มที่ข้อมูลไม่เป็นอิสระต่อกัน (t-test for dependent samples) พบว่าคะแนนเฉลี่ยของทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

5. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

ผลการหาประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับเทคนิค KWDL และเกม Student vs. Zombie (E_1/E_2) เรื่อง พลังงานความร้อน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่ามีค่าประสิทธิภาพเท่ากับ 82.50/80.78 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 และทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับเทคนิค KWDL และเกม Student vs. Zombie เรื่อง พลังงานความร้อน สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ผลการวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่าเมื่อใช้เกม Student vs. Zombie ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับเทคนิค KWDL แล้ว ประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับเทคนิค KWDL และเกม Student vs. Zombie มีประสิทธิภาพเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 80/80 ทั้งนี้อาจเป็นเพราะ ผู้วิจัยได้สร้างและพัฒนาคุณภาพของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับเทคนิค KWDL และเกม Student vs. Zombie ตามแนวคิดของ Brahmawong (2013, pp. 10-17) และขั้นตอนของงานวิจัยที่มีมาก่อนหน้านี้ (Ratniyom et al., 2019, p. 29; Sukhamsri et al., 2018, p. 50) โดยเริ่มจาก 1) ศึกษาเนื้อหาสาระจากหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560) เรื่อง พลังงานความร้อน และศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับเทคนิค KWDL จากนั้น นำแผนการจัดการเรียนรู้และเกม Student vs. Zombie ที่สร้างขึ้น เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน เพื่อตรวจประเมินความเหมาะสม แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ 2) นำเกม Student vs. Zombie ไปใช้ร่วมกับการจัดการเรียนรู้

แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับเทคนิค KWDL เพื่อทดลองใช้กับนักเรียนกลุ่มขนาดเล็ก จำนวน 3 คน ประกอบด้วยนักเรียนที่มีผลการเรียนสูง ปานกลาง และต่ำ อย่างละ 1 คน เพื่อศึกษาถึงข้อบกพร่องที่ควรแก้ไขในด้านสำนวนภาษา ความเหมาะสมของระยะเวลา ข้อคำถามและกราฟิกของตัวเกม และข้อเสนอแนะอื่น ๆ เพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไข 3) นำแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับเทคนิค KWDL และเกม Student vs. Zombie ไปทดลองใช้กับนักเรียนกลุ่มขนาดกลางจำนวน 17 คน ซึ่งเป็นนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างแต่มีความรู้ความสามารถใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่าง เพื่อหาแนวโน้มประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับเทคนิค KWDL และเกม Student vs. Zombie และปรับปรุงแก้ไข 4) นำแผนการจัดการเรียนรู้ไปทดสอบประสิทธิภาพภาคสนามกับนักเรียนจำนวน 1 ห้องเรียนมีนักเรียนจำนวน 38 คน ซึ่งจากขั้นตอนการดำเนินการเหล่านี้ส่งผลให้ประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับเทคนิค KWDL และเกม Student vs. Zombie สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 ผลของการหาประสิทธิภาพนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ Sopa et al. (2018, pp. 118-121) ที่ศึกษาประสิทธิภาพ (E₁/E₂) ของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับเกมเรื่องระบบต่าง ๆ ในร่างกายมนุษย์และสัตว์ ในวิชาวิทยาศาสตร์ พบว่า มีค่าประสิทธิภาพเท่ากับ 75.14/75.39 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 75/75 และยิ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Khunpinet and Robroo (2019, pp. 215-222) ที่ศึกษาประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึมร่วมกับเกมอิเล็กทรอนิกส์ พบว่า มีประสิทธิภาพเท่ากับ 80.37/90.22 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 80/80 เมื่อพิจารณาด้านทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ผู้เรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับเทคนิค KWDL และเกม Student vs. Zombie มีทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางวิทยาศาสตร์สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยคาดว่าอาจเป็นเพราะ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับเทคนิค KWDL และเกม Student vs. Zombie เป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนสืบค้น สำรวจ ตรวจสอบและแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง โดยมุ่งเน้นให้ความสำคัญกับการเชื่อมโยงความรู้เดิมเข้ากับความรู้ใหม่ และนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้โดยสอดคล้องกับเทคนิค KWDL เข้าไปในขั้นที่ 4 ขยายความรู้ เพื่อฝึกให้นักเรียนได้แยกองค์ประกอบของโจทย์ปัญหา และได้ฝึกการแก้โจทย์ปัญหาตามกระบวนการอย่างเป็นลำดับ และสอดคล้องกับเกม Student vs. Zombie เข้าไปในขั้นที่ 5 ประเมินผลเพื่อใช้วัดประเมินความรู้ของนักเรียน โดยในแต่ละขั้นของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับเทคนิค KWDL และเกม Student vs. Zombie จะช่วยส่งเสริมทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้ ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นขั้นที่ครูนำนักเรียนเข้าสู่บทเรียนโดยการถามคำถาม และอภิปรายเชื่อมโยงกับเหตุการณ์ในชีวิตประจำวัน ขั้นนี้จะเป็นขั้นที่ครูดึงดูดความสนใจของนักเรียน และทบทวนความรู้ในชีวิตประจำวันเพื่อนำเข้าสู่บทเรียน ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) ครูจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับเนื้อหาในบทเรียน โดยให้นักเรียนศึกษาและลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง พร้อมมีครูให้คำแนะนำ ในขั้นนี้นักเรียนจะได้ฝึกการสืบค้นหรือลงมือปฏิบัติการทดลองเพื่อรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง เพื่อจะได้เตรียมสรุปองค์ความรู้ในขั้นถัดไป ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายความรู้ที่ได้หลังทำกิจกรรม พร้อมช่วยกันลงข้อสรุปความรู้ของเนื้อหาบทเรียนนั้น ๆ หากพบว่านักเรียนยังคงมีแนวคิดหรือข้อสรุปที่คลาดเคลื่อน ครูจะแก้ไขแนวคิดที่คลาดเคลื่อนนั้น โดยร่วมกันอภิปรายเพื่อแก้ไขให้ถูกต้อง ขั้นที่ 4 ขยายความรู้ (Elaboration) ในขั้นนี้นักเรียนจะได้นำข้อมูลและความรู้ที่ได้เรียนรู้ในขั้นที่ 2 และ 3 มาฝึกทำโจทย์ปัญหาที่สอดคล้องกับเนื้อหาในบทเรียน โดยครูยกตัวอย่างโจทย์ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ให้นักเรียนฝึกทำ เพื่อขยายความรู้ความเข้าใจของนักเรียน ให้ได้ฝึกวิเคราะห์และแยกองค์ประกอบของโจทย์ปัญหาทางวิทยาศาสตร์อย่างเป็นขั้นตอน ผ่านเทคนิค KWDL ทั้ง 4 ขั้นตอนย่อย คือ ขั้น K (What we know) ครูให้นักเรียนอ่านโจทย์ และช่วยกันวิเคราะห์โจทย์ว่าโจทย์ให้อะไรมา หลังจากนั้นนำสิ่งที่โจทย์ระบุมาเขียนเป็นแผนภาพ ในขั้นนี้นักเรียนจะได้ฝึกวิเคราะห์โจทย์ปัญหาว่าโจทย์ระบุอะไรมา และฝึกการแปลข้อมูลจากโจทย์ปัญหาเป็นแผนภาพ เพื่อกำหนดกรอบกระบวนการทางความคิดคำนวณเป็นลำดับขั้นตอนให้สอดคล้องกับโจทย์ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ขั้น W (What we want to know) ครูฝึกให้นักเรียนนำค่าตัวเลขในโจทย์มาระบุเป็นตัวแปรว่าโจทย์ให้ค่าของตัวแปรใดมา และฝึกอ่านโจทย์เพื่อกำหนดตัวแปรที่โจทย์ต้องการทราบ นักเรียนจะได้ฝึกการแทนค่าตัวเลขลงในตัวแปรจากข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้ เพื่อทบทวนความเข้าใจของตนเองว่าโจทย์กำหนดค่าตัวแปรใดมา ให้ โจทย์ต้องการให้นักเรียนหาค่าของตัวแปรใด และให้นักเรียนกำหนดสูตรที่เกี่ยวข้องเพื่อใช้ในการหาคำตอบ นักเรียนจะได้ฝึกการเลือกสูตรที่เหมาะสมกับการแก้โจทย์ปัญหานั้น ขั้น D (What we do to find out) เป็นขั้นที่ให้นักเรียนนำตัวแปรที่ได้รับไว้ในขั้น W มาแทนค่าในสูตร และแสดงการแก้สมการเพื่อหาคำตอบ นักเรียนจะได้ฝึกการแทนค่าลงในสูตร และได้ฝึกการแก้สมการทางคณิตศาสตร์เพื่อหาคำตอบ และขั้น L (What we learned) เป็นขั้นที่ให้นักเรียนสรุปคำตอบเป็นความเรียงเพื่อทบทวนสิ่งที่โจทย์ระบุมา และตอบในสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ นักเรียนจะได้ฝึกการสรุปคำตอบเป็นความเรียงเพื่อทบทวนโจทย์ปัญหาและตอบปัญหาตามที่โจทย์ต้องการทราบ ส่วนในขั้นที่ 5 ขั้นประเมินผล (Evaluation) ซึ่งเป็นขั้นสุดท้ายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ในขั้นนี้จะใช้เกม Student vs. Zombie

เพื่อประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียน พร้อมทั้งได้รับความสนุกสนานในระหว่างการทำกิจกรรม ครูผู้สอนยังสามารถประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนได้ทันทีในขณะที่ทำการจัดการเรียนรู้ หากความเข้าใจของนักเรียนคลาดเคลื่อนตรงส่วนไหนนักเรียนก็สามารถปรับความเข้าใจได้ด้วยตนเองจากการเล่นเกม เผลอย้ายเกม หรืออภิปรายร่วมกันจากข้อคำถามของเกม นอกจากนี้นักเรียนจะได้ประเมินความเข้าใจได้ด้วยตนเองจากคะแนนที่ปรากฏท้ายเกมได้อีกด้วย ด้วยเหตุผลที่กล่าวข้างต้นนี้ ส่งผลให้ทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับเทคนิค KWDL และเกม Student vs. Zombie เพิ่มขึ้น ผลของการวิจัยครั้งนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ Monsang et al. (2021, pp. 6-7) ที่ศึกษาการเปรียบเทียบรูปแบบการสอน 2 รูปแบบระหว่าง การจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน และการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ที่มีผลต่อทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า การจัดการเรียนรู้ทั้ง 2 รูปแบบสามารถช่วยพัฒนาทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ในระดับใกล้เคียงกัน และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Viriyatham et al. (2018, pp. 140-152) ที่ศึกษาทักษะการแก้โจทย์ปัญหาในวิชาเคมี เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิค KWDL ผลการวิจัยพบว่า ทักษะการแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง ปริมาณสารสัมพันธ์ ของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้มีพัฒนาการที่สูงขึ้นซึ่งอยู่ในเกณฑ์ระดับสูง (ร้อยละ 59.09)

6. ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้ ก่อนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับเทคนิค KWDL และเกม Student vs. Zombie ผู้สอนควรตรวจสอบถึงความพร้อมของอุปกรณ์โทรศัพท์มือถือและสัญญาณอินเทอร์เน็ตของผู้เรียนก่อนเสมอ และควรชี้แจงวิธีการเล่นเกมและกติกาของเกม Student vs. Zombie ก่อนการจัดการเรียนรู้ ในการวิจัยครั้งต่อไปควรใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับเทคนิค KWDL นี้ ร่วมกับเกมหรือแอปพลิเคชันใหม่ ๆ ที่จะมีการพัฒนาขึ้นในอนาคต และควรนำการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับเทคนิค KWDL และเกม Student vs. Zombie นี้ไปพัฒนาทักษะการแก้โจทย์ปัญหาในวิชาอื่น ๆ ที่มีโจทย์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการคำนวณ เช่น ทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางฟิสิกส์ ทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางเคมี หรือ ทักษะการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นต้น

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจาก ทุนอุดหนุนการวิจัย คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา ประจำปีงบประมาณ 2566 และได้รับการรับรองด้านจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ จากคณะกรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา (Certificate NO: COA. 2-023/2023) ผู้วิจัยขอขอบคุณผู้เชี่ยวชาญตลอดจนผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในงานวิจัยนี้ สำหรับการให้ข้อเสนอแนะและข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อการวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- Ahmad, E., Alsadi, A., & Beggs, K. (2020). *A formative assessment framework using game-quiz educational approach*. In H. Mitsuhashi, Y. Goda, Y. Ohashi, M. M. T. Rodrigo, J. Shen, N. Venkatarayalu, G. Wong, M. Yamada, C. U. Lei, (Eds.), *Proceedings of the IEEE International Conference on Teaching, Assessment, and Learning for Engineering (TALE)* (pp. 868-872). IEEE.
- Anuyan, S. (2020). The future of education: An impact of covid-19 pandemic crisis. *Journal of Education Loei Rajabhat University*, 14(2), 14-25. (in Thai)
- Brahmawong, C. (2013). Developmental testing of media and instructional package. *Silpakom Educational Research Journal*, 5(1), 7-20. (in Thai)
- Chuyatkupuan, T. (2016). A study of problem solving process deficiencies in physics by Heller and Heller's logical problem solving strategy of undergraduate students : A case study of undergraduate students at Dhurakij Pundit University. *Journal of Educational Research Faculty of Education, Srinakharinwirot University*, 11(1), 26-35. (in Thai)

- Dadee, A. (2014). *Creating games I*. <https://www.nakam.ac.th/nkw/images/09-MainMenu/pdf/Game1.pdf> (in Thai)
- Delacruz, G. C. (2011). *Games as formative assessment environments: examining the impact of explanations of scoring and incentives on math learning, game performance, and help seeking* [Doctoral Dissertation]. University of California, Los Angeles.
- Fakngern, S., & Kijkuakul, S. (2021). Online science learning management during the covid-19 pandemic: a case study of a large school in the lower northern region of thailand. *Journal of Education, Mahasarakham University*, 15(3), 223-235. (in Thai)
- Hayihmat, S. (2019). *The results of inquiry cycle learning with KWDL technique on abilities of mathematics problem solving and learning achievement in measuring length weighing and dosing of primary grade 3 students* [Master's thesis]. Thaksin University. (in Thai)
- Intharawiset, T., Jareoan-sa, T., & Yuangsoi, P. (2021). Reflection on thai education after covid 2019. *Journal of Legal Entity Management and Local Innovation*, 7(4), 323-333. (in Thai)
- Kaewdamrongchai, T., & Wutchana, U. (2022). A study on the result of inquiry-based learning (5E) by online learning on google sites together with the game vonder go on ecosystem of the third year class for secondary level. *Journal of Roi Kaensarn Academi*, 7(5), 10-24. (in Thai)
- Khunpinee, P., & Robroo, I. (2019). The development of learning activities via electronic games: C programming language subject for mathayomsuksa 4 students, Rajavinit Bangkokhen school. *NRRU Community Research Journal*, 13(1), 215-224. (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)
- Monsang, P., Srikoorn, S., & Wichaino, N. (2021). The effects of problem based learning for enhancing science problem solving skills. *Journal of Physics: Conference Series*, 1835(1), 1-8.
- National Institute of Educational Testing Service. (2022). Summary of grade 9 students' O-NET results of the academic year 2021. <https://www.niets.or.th/uploads/editor/files/O-NET/rapid report M3-2564.pdf> (in Thai)
- Ogle, D. M. (1986). K-W-L: A teaching model that develops active reading of expository text. *The Reading Teacher*, 39(6), 564-570.
- 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.
- Ratniyom, J., Jongpungklang, K., Sudsin, M., Chuchuooy, K., Tientongdee, S., & Lee, A. (2021). The effect of using kahoot! as a formative assessment tool in 4ex2 learning management on learning achievement and analytical thinking abilities. *Journal of Science and Science Education*, 4(2), 264-278. (in Thai)
- Ratniyom, J., Jongraksa, S., Lee, A., & Sudsin, M. (2019). A comparison of grade 9 students' learning achievement and analytical thinking abilities on genetics using the 4MAT learning management and vee diagram learning management. *Journal of Industrial Education*, 18(3), 25-35. (in Thai)
- Saenboonsong, S. (2022). The development of game mobile application to enhance computational thinking skill for primary students under office of phranakhon si ayutthaya educational service area. *Journal of Industrial Education*, 21(1), 56-66. (in Thai)

- Saleh, H., Nurdyansyah, N., Hasanah, F. 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.
- Sangsawangwatthana, T., Sirisaiyas, N., & Bodeerat, C. (2020). "New normal" a new way of life and adaptation of thai people after covid-19: Work education and business. *Journal of Local Governance and Innovation*, 4(3), 371-386. (in Thai)
- Sopa, P., Pansuppawat, A., & Pansuppawat, T. (2018). The development of critical thinking through inquiry cycles (5Es) and games entitled "human and animal body systems" in science learning strand for mathayomsuksa 2. *Journal of Curriculum and Instruction Sakon Nakhon Rajabhat University*, 10(28), 113-123. (in Thai)
- Sukhamsri, C., Kuno, M., & Pinthong, C. (2018). Development of learning management using scientific representations in stoichiometry for high school students. *Journal of Industrial Education*, 17(3), 47-53. (in Thai)
- Tharachan, K., Pimpasalee, W., Yonwilad, W., & Rungkarach, W. (2020). Development of mathematical solving problem skill in linear equation with two variables using KWDL technique of grade-9 students. *Journal of Science and Science Education*, 3(2), 134-142. (in Thai)
- Trahngan, N., & Thongaime, A. (2016). The study of effects of KWDL for problem solving of physics or learning on electricity and magnetism. *DPU Graduate Studies Journal*, 5(2), 764-775. (in Thai)
- Viriyatham, P., Chaiprasert, P., & Srisanyong, S. (2018). Development of achievement and problem solving ability on stoichiometry for grade 10 students using 7E learning cycle with KWDL technique. *Journal of Education Naresuan University*, 20(2), 140-152. (in Thai)

การพัฒนากิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยประยุกต์ใช้สะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมความสามารถ
ในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

THE DEVELOPMENT OF LEARNING MANAGEMENT ACTIVITIES BY APPLYING
STEM EDUCATION TO PROMOTE THE SCIENTIFIC PROBLEM- SOLVING THINKING
ABILITY OF MATHAYOMSUKSA 3 STUDENTS

พฐิตา ภูจอมนิล* วิศรุต พยุงเกียรติคุณ และทิพย์อุบล ทิพเลิศ
Phuthita Phoojomnil*, Wisarut Payoungkiattikun, and Tipubon Tippalert
E-mail: Putita.ph@ksu.ac.th*, Wisarut.Pa@ksu.ac.th, and Tipubon.ti@ksu.ac.th

Received: May 12, 2023

Revised: June 18, 2023

Accepted: September 11, 2023

ABSTRACT

This research was conducted to design and develop an innovation by using Developmental research's type I. This research is divided into two phases: development phase and evaluation phase, which this study is in phase 2. The instruments of the research consisted of 1) 6 lessons plans, 2) the scientific problem-solving thinking proficiency tests, and 3) a satisfaction questionnaire. Statistics used in analyzing the data were percentage, mean, and standard deviation. The sample group was 30 Mathayomsuksa 3 students studying in semester 1/2022 at one of a school in Kalasin Province. Data were collected through 1) 20 items of the scientific problem-solving thinking proficiency tests, and 2) 10 items of the satisfaction questionnaire. The results found that 1) the development of learning management activities by applying STEM education for Mathayomsuksa 3 students met the efficiency at 80.50/84.17, which higher than the set criteria of 80/80, 2) The scientific problem-solving thinking ability of Mathayomsuksa 3 students after learning by applying STEM education was 77.83, which higher than the 70 percent criteria, and 3) students' satisfaction toward the learning activities by applying STEM education was at the highest level ($\bar{X}$ = 4.59, SD = 1.82).

Keywords: Management of STEM education, The scientific problem-solving thinking proficiency, STEM education, Satisfaction

*Corresponding author E-mail: Putita.ph@ksu.ac.th, Tipubon.ti@ksu.ac.th

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะศึกษาศาสตร์และนวัตกรรมการศึกษา มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์ จ.กาฬสินธุ์ 46230

Department of General Science, Faculty of Education and Educational Innovation, Kalasin University, Kalasin 46230 Thailand

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการออกแบบและพัฒนานวัตกรรม โดยใช้รูปแบบการวิจัยเชิงพัฒนา (Developmental research) แบบ Type I ซึ่งมุ่งเน้นการออกแบบและพัฒนานวัตกรรมแบ่งออกเป็น 2 ระยะ ได้แก่ กระบวนการพัฒนาและกระบวนการประเมิน ซึ่งงานวิจัยนี้อยู่ในระยะที่ 2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 6 แผน 2) แบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ 3) แบบสอบถามความพึงพอใจสำหรับนักเรียน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน กลุ่มตัวอย่างในการศึกษาครั้งนี้คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่กำลังศึกษาในภาคการศึกษาที่ 1/2565 จำนวน 30 คน ของโรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดกาฬสินธุ์ เก็บรวบรวมข้อมูลด้วย 1) แบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 20 ข้อ 2) แบบสอบถามความพึงพอใจ จำนวน 10 ข้อ ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลการพัฒนา กิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยประยุกต์ใช้สะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีประสิทธิภาพ 80.50/84.17 สูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 80/80 2) ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ หลังการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยประยุกต์ใช้สะเต็มศึกษา สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า นักเรียนมีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้โดยประยุกต์ใช้สะเต็มศึกษาสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 คิดเป็นร้อยละ 77.83 3) นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยประยุกต์ใช้สะเต็มศึกษาอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.59, SD = 1.82)

คำสำคัญ: การจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา, ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์, สะเต็มศึกษา, ความพึงพอใจ

1. บทนำ

โลกปัจจุบันมีการเปลี่ยนแปลงที่รวดเร็วและมีความซับซ้อน มีความเชื่อมโยงใกล้ชิดกันมากยิ่งขึ้น ซึ่งในประเทศไทยกำลังพัฒนาไปสู่การเปลี่ยนแปลงในศตวรรษที่ 21 มุ่งเน้นให้ผู้เรียนมีการพัฒนาทักษะเพื่อเข้าสู่ศตวรรษที่ 21 ตามที่ Partnership for 21st Century Skills (2015, Online) ได้เสนอ ผู้เรียนต้องมี The 4 C's ได้แก่ ความริเริ่มสร้างสรรค์และนวัตกรรม (Creativity), การคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา (Critical thinking), การสื่อสารและการแสดงออก (Communication), การร่วมมือและการทำงานเป็นทีม (Collaboration) เพื่อก้าวไปสู่การเปลี่ยนแปลง ในการบริหารจัดการด้านการศึกษาแบบใหม่วิชาที่สร้างความสนุกและความรู้สู่คำตอบ การแก้ปัญหาคือ วิชาวิทยาศาสตร์ ที่เน้นการหาคำตอบ วิศวกรรมศาสตร์เป็นวิชาการแก้ปัญหา มีกระบวนการที่เหมาะสมเพื่อพัฒนาทักษะในด้านต่าง ๆ ที่หลากหลาย เช่น ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การคิดแก้ปัญหา ซึ่งเป็นทักษะสำคัญที่นักเรียนต้องมี เพื่อให้เด็กมีความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ความเข้าใจในการแก้ปัญหา ซึ่งสอดคล้องกับสาขา STEM education ที่มีความต้องการของประเทศ คือ (Science: S) วิทยาศาสตร์ (Technology: T) เทคโนโลยี (Engineering: E) วิศวกรรมศาสตร์ และ (Mathematics: M) คณิตศาสตร์ (Khamsmile & Sranamkam, 2019, pp. 16-34) ต้องสร้างแรงบันดาลใจ สร้างสิ่งจูงใจ สนับสนุนการศึกษา เพื่อพัฒนาระบบการเรียนการสอนอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ ให้นักเรียน เรียนรู้จากการลงมือทำ (Panich, 2015, pp. 3-14) โดยแผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560-2579 มีเป้าหมายด้านผู้เรียน (Learner aspirations) มุ่งพัฒนาผู้เรียนทุกคนให้มีคุณลักษณะ และทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 (3Rs8Cs) ซึ่งมีทักษะที่สำคัญ คือ ทักษะในการแก้ปัญหา (Problem solving) (Office of the Secretariat of the Council of Education, 2017, Online) หากผู้เรียนไม่มีการคิดแก้ปัญหา ผู้เรียนจะไม่สามารถระบุประเด็น หรือปัญหา หรือไม่สามารถบอกได้ว่าปัญหาใดที่สามารถแก้ไขด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะส่งผลให้ผู้เรียนขาดโอกาสในการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์กับการเผชิญปัญหาในชีวิตจริง และส่งผลกระทบในด้านต่าง ๆ โดยเฉพาะด้านการศึกษาที่ต้องอาศัยทักษะที่สำคัญในศตวรรษที่ 21 ซึ่งการคิดแก้ปัญหา เป็นหนึ่งทักษะของการใช้ชีวิตในสังคมยุคใหม่ที่ต้องอาศัยทักษะใหม่ ๆ ตลอดเวลา ซึ่งต้องพร้อมเรียนรู้วิชาใหม่ ๆ ที่จำเป็นต่อดำเนินชีวิตในอนาคต (Thailand competitiveness enhancement program, 2020, Online)

ถึงแม้ว่าประเทศไทยจะมีการจัดการเรียนรู้อย่างมากมาย แต่ส่วนใหญ่การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์จำเป็นต้องพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา การดำเนินชีวิตที่ต้องเผชิญกับภาวะสังคม ต้องมีความสามารถในการคิดแก้ปัญหา ซึ่งถือได้ว่าเป็นพื้นฐานสำคัญที่สุดของการคิดและยังมีประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตเป็นอย่างมาก (Munkham, 2004, p. 15) เพื่อให้ผู้เรียนมีความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้และความเข้าใจในการแก้ปัญหา ร่วมกับวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่สำคัญสำหรับผู้เรียน ได้มีการนำขั้นตอนการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 4 ขั้นตอนของ เวียร์ (Donhongpai, 2013, pp. 782-792) 1) ขั้นระบุปัญหา 2) ขั้นวิเคราะห์ปัญหา 3) ขั้นกำหนดวิธีการ และ 4) ขั้นการตรวจสอบผลลัพธ์ การสอนแบบสะเต็มศึกษาทำให้ผู้เรียนได้คิดแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสมและเกี่ยวข้องกับชีวิตจริง โดยการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการที่เน้นวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี

วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ อย่างสาขา STEM education เป็นรูปแบบการจัดการศึกษาภายใต้กรอบประเทศไทย 4.0 สู่ศตวรรษที่ 21 เพราะสามารถพัฒนาให้ผู้เรียนนำความรู้ทุกแขนงทั้งด้านความรู้ทักษะการคิดและทักษะอื่น ๆ มาใช้ในการแก้ปัญหา ค้นคว้า สร้างและพัฒนาคิดค้นสิ่งต่าง ๆ สอดคล้องกับแลนซ์ (Pitipornatapin, 2015, p. 133) ระบุว่าจัดการการเรียนรู้ตามแนวคิดนี้ผู้เรียนสามารถพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา ความเป็นผู้มีความคิดสร้างสรรค์ ความสามารถในการประดิษฐ์ ความเชื่อมั่นในตนเอง ความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลและความรู้ทางเทคโนโลยี

ดังนั้นการส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์จึงมีความสำคัญเป็นอย่างมาก ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะพัฒนากิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยประยุกต์ใช้สะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ให้สามารถนำความรู้ไปปรับใช้ในชีวิตประจำวันได้ และนำผลการวิจัยมาใช้ในการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นต่อไป

โดยมีจุดประสงค์ของงานวิจัย คือ 1) เพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยประยุกต์ใช้สะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 2) เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยประยุกต์ใช้สะเต็มศึกษา ให้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีต่อกิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยประยุกต์ใช้สะเต็มศึกษา

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

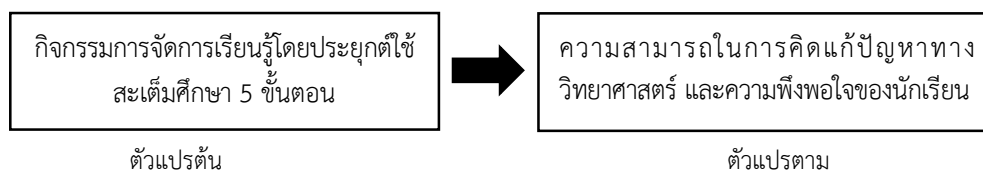
ผู้วิจัยได้ศึกษาการบูรณาการแนวคิดสะเต็มศึกษาของ Vasquez et al. (2013, p.32) กล่าวว่า สะเต็มศึกษา คือ การบูรณาการแบบข้ามสาขาวิชา (Transdisciplinary integration) เป็นการจัดการเรียนรู้ ที่ช่วยให้เด็กเชื่อมโยงเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ โดยประยุกต์ใช้ความรู้ไปสู่การแก้ปัญหาในการเรียนรู้ และขยายสู่การแก้ปัญหาในชีวิตจริง สอดคล้องกับงานวิจัยที่เกี่ยวข้องของ Singto (2020, pp. 387-398) ได้ศึกษา การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า กิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก เมื่อนำไปทดลองใช้มีประสิทธิภาพ เท่ากับ 78.49/77.98 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ และนักเรียนมีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ .01 งานวิจัยของ Wangdee and Bunterm (2022, pp. 35-43) ได้ศึกษา ผลการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM education) ที่มีต่อความสามารถในการคิดแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา มีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการคิดแก้ปัญหา และคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และงานวิจัยของ Khamsmile and Sranamkam (2019, pp. 16-34) ได้ศึกษา ผลการเรียนรู้แบบผสมผสานตามรูปแบบสะเต็มศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่า บทเรียนแบบผสมผสานฯ มีค่าประสิทธิภาพ (E_1/E_2) เท่ากับ 81.93/82.66 การคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยบทเรียนแบบผสมผสานตามรูปแบบสะเต็มศึกษาของนักเรียน อยู่ในระดับ “มาก”

สมมุติฐานการวิจัย ประกอบด้วย กิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 80/80 นักเรียนมีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังใช้กิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยประยุกต์ใช้สะเต็มศึกษาสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ร้อยละ 70 และมีความพึงพอใจหลังใช้กิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยประยุกต์ใช้สะเต็มศึกษาอยู่ในระดับมากที่สุด

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

งานวิจัยเรื่อง การพัฒนากิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยประยุกต์ใช้สะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งสามารถแสดงกรอบแนวคิดในการวิจัยได้ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

3.2 ขอบเขตการวิจัย

ด้านประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 โรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดกาฬสินธุ์ จำนวน 2 ห้องเรียน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/2 ที่กำลังศึกษาในปีการศึกษา 2565 จำนวน 30 คน ได้มาโดยวิธีเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling)

ด้านเนื้อหา

เนื้อหาที่ใช้เป็นเนื้อหาในรายวิชาวิทยาศาสตร์ รหัสวิชา ว23101 สารการเรียนรู้และมาตรฐานการเรียนรู้ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560) สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ ว 2.1 เข้าใจสมบัติของสสาร องค์ประกอบของสสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค หลักและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 การเกิดปฏิกิริยาเคมี และวัสดุในชีวิตประจำวัน

ด้านตัวแปร

ตัวแปรต้น คือ กิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยประยุกต์ใช้สะเต็มศึกษา ตัวแปรตาม คือ ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และความพึงพอใจของนักเรียน

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้

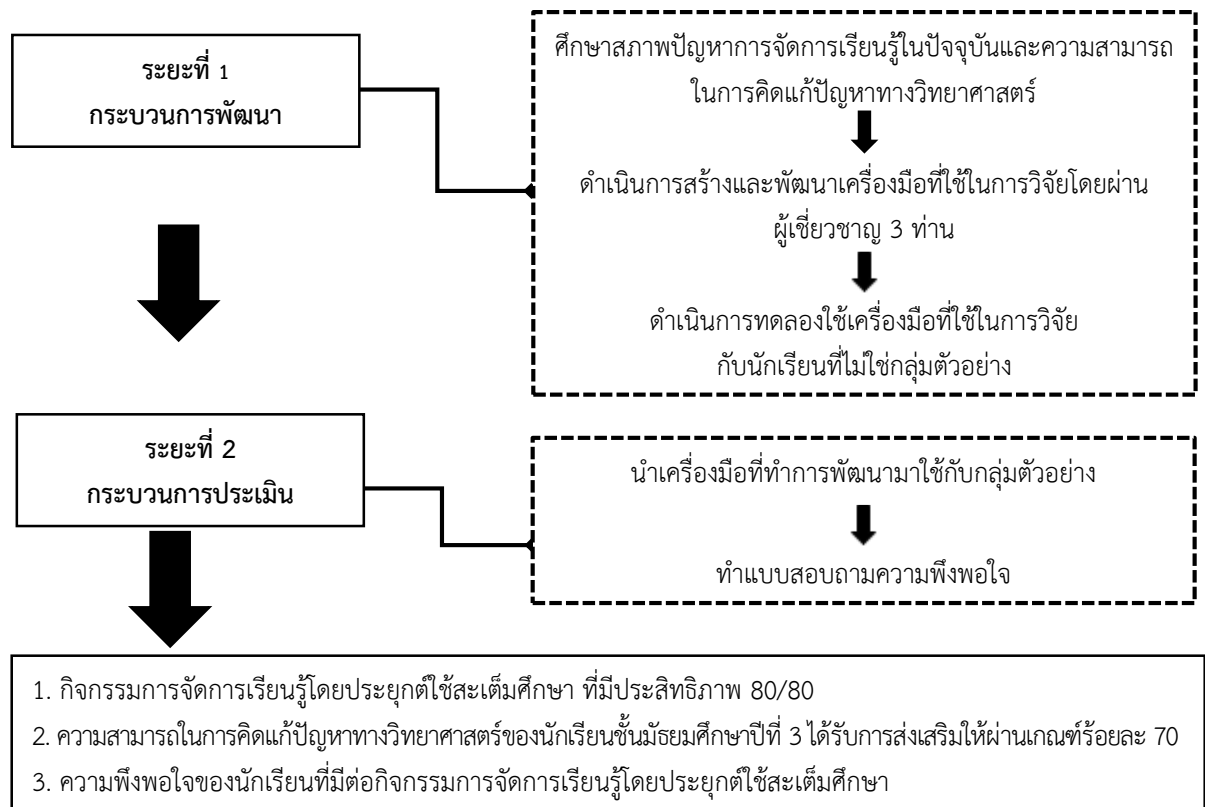
1. กิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยประยุกต์ใช้สะเต็มศึกษา เรื่อง การเกิดปฏิกิริยาเคมีและวัสดุในชีวิตประจำวัน จำนวน 6 แผนรวมทั้งหมด 13 ชั่วโมง

2. แบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ แบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ ผ่านการหาค่า IOC

3. แบบสอบถามความพึงพอใจ จำนวน 10 ข้อ แบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ที่ผ่านการหาค่า IOC

3.4 ขั้นตอนดำเนินการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นรูปแบบการวิจัยเชิงพัฒนา (Developmental research) แบบ Type I (Richey & Klein, 2007, Online) ซึ่งมุ่งเน้นการออกแบบและพัฒนานวัตกรรมแบ่งออกเป็น 2 ระยะ ได้แก่กระบวนการพัฒนา (Development process) และกระบวนการประเมิน (Evaluation process) ซึ่งในงานวิจัยนี้อยู่ในระยะที่ 2 พัฒนากิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยประยุกต์ใช้สะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 แสดงรายละเอียดดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 ขั้นตอนดำเนินการวิจัย

ระยะที่ 1 กระบวนการพัฒนา

1. ศึกษาสภาพปัญหาการจัดการเรียนรู้ในปัจจุบันและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์
2. ออกแบบกิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยประยุกต์ใช้สะเต็มศึกษา นำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาสภาพปัญหามาสร้างและพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้และเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล หลังจากนั้นนำไปตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน
3. ทดลองใช้ (Try-out) เครื่องมือ แผนการจัดการเรียนรู้โดยประยุกต์ใช้สะเต็มศึกษา จำนวน 6 แผน แบบสอบถามความพึงพอใจ และแบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/1 ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 26 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง

ระยะที่ 2 กระบวนการประเมิน (Evaluation process)

1. จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยประยุกต์ใช้สะเต็มศึกษา จำนวน 6 แผน กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/2 หลังจากนั้นทำการใช้แบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างรวมทั้งให้นักเรียนทำแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยประยุกต์ใช้สะเต็มศึกษา

กลุ่มตัวอย่าง นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/2 ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 30 คน ได้มาโดยวิธีเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling) เนื่องจากกลุ่มตัวอย่างไม่ผ่านการทดสอบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่เกณฑ์ร้อยละ 70

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

1. การหาค่าความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) จากนั้นนำค่าเฉลี่ยที่ได้มาแปลผลเป็นระดับความเหมาะสม (Likert, 2017, pp. 100-107) ดังนี้

- คะแนนเฉลี่ยตั้งแต่ 4.51 – 5.00 ความเหมาะสมในระดับมากที่สุด
- คะแนนเฉลี่ยตั้งแต่ 3.51 – 4.50 ความเหมาะสมในระดับมาก
- คะแนนเฉลี่ยตั้งแต่ 2.51 – 3.50 ความเหมาะสมในระดับปานกลาง
- คะแนนเฉลี่ยตั้งแต่ 1.51 – 2.50 ความเหมาะสมในระดับน้อย
- คะแนนเฉลี่ยตั้งแต่ 1.00 – 1.50 ความเหมาะสมในระดับน้อยที่สุด

2. วิเคราะห์ข้อมูลจากแบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ได้จากการทดสอบหลังสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้โดยหาค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) จากผู้เรียนได้คะแนนร้อยละ 70 ผ่านเกณฑ์ หากได้ต่ำกว่าร้อยละ 70 ไม่ผ่านเกณฑ์

3. คะแนนความพึงพอใจของนักเรียน นำมาหาค่าเฉลี่ย $\bar{X}$ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) นำค่าเฉลี่ยมาหาค่าระดับความพึงพอใจ 5 ระดับ (Likert, 2017, pp. 100-107) ดังนี้

คะแนนเฉลี่ยตั้งแต่ 4.51 – 5.00 ระดับความพึงพอใจมากที่สุด

คะแนนเฉลี่ยตั้งแต่ 3.51 – 4.50 ระดับความพึงพอใจมาก

คะแนนเฉลี่ยตั้งแต่ 2.51 – 3.50 ระดับความพึงพอใจปานกลาง

คะแนนเฉลี่ยตั้งแต่ 1.51 – 2.50 ระดับความพึงพอใจน้อย

คะแนนเฉลี่ยตั้งแต่ 1.00 – 1.50 ระดับความพึงพอใจน้อยที่สุด

4. ผลการวิจัย

การวิจัยเรื่องการพัฒนากิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยประยุกต์ใช้สะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สามารถนำเสนอผลการวิจัยได้ ดังนี้

4.1 ผลการพัฒนากิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยประยุกต์ใช้สะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ตารางที่ 1 ผลการพัฒนากิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยประยุกต์ใช้สะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80

รายการประเมิน	คะแนนเต็ม	จำนวนนักเรียน (คน)	$\bar{X}$	SD	ร้อยละ
ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E1)	60	30	48.30	0.93	80.50
ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E2)	20	30	16.83	0.99	84.17

ตารางที่ 2 การพัฒนากิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยประยุกต์ใช้สะเต็มศึกษา

รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ 5E ของโรงเรียน	กิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษา (Unkaew, 2018, Online)	กิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยประยุกต์ใช้สะเต็มศึกษา 5 ขั้นตอน	การคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ (Weir, 1974, pp. 16-18) 4 ขั้นตอน	บทบาทหน้าที่ครู
1. สร้างความสนใจ ครูใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนหาคำตอบ	1. ระบุปัญหา ขั้นตอนนี้เริ่มต้นจากการที่ผู้แก้ปัญหาตระหนักถึงสิ่งที่เป็นปัญหาในชีวิตประจำวันและจำเป็นต้องหาวิธีการหรือสร้างสิ่งประดิษฐ์เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว ในขั้นตอนของการระบุปัญหา ผู้แก้ปัญหามustพิจารณาปัญหาหรือกิจกรรมย่อยที่ต้องเกิดขึ้นเพื่อประกอบเป็นวิธีการในการแก้ปัญหาใหญ่ด้วย	ขั้นที่ 1 ระบุปัญหานักเรียนสังเกตและตอบปัญหาจากภาพที่กำหนดให้ และนักเรียนร่วมกันระบุปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ (ส่งเสริมขั้นระบุปัญหา)	ระบุปัญหา	Coach, facilitator
2. สำรวจค้นหา นักเรียนศึกษาความรู้จากหนังสือและอินเทอร์เน็ต	2. รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา หลังจากผู้แก้ปัญหาคำความเข้าใจปัญหาและระบุปัญหาย่อยได้ การรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาดังกล่าว ในการค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง	ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลเมื่อนักเรียนระบุปัญหาได้แล้วให้นักเรียนรวบรวมข้อมูลตามใบกิจกรรม ระบุสาเหตุ แนวทางการแก้ไข และเหตุผลในการเลือกวิธีแก้ปัญห (ส่งเสริมขั้นวิเคราะห์ปัญหา)	วิเคราะห์ปัญหา	Coach, co-learner

ตารางที่ 2 (ต่อ) การพัฒนากิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยประยุกต์ใช้สะเต็มศึกษา

รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ 5E ของโรงเรียน	กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบสะเต็มศึกษา (Unkaew, 2018, Online)	กิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยประยุกต์ใช้สะเต็มศึกษา 5 ขั้นตอน	การคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ (Weir, 1974, pp. 16-18) 4 ขั้นตอน	บทบาทหน้าที่ครู
3. อธิบายและลงข้อสรุป นักเรียนจดบันทึกใจความสำคัญและข้อสรุป	3. ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา หลังจากเลือกแนวคิดที่เหมาะสมในการแก้ปัญหาแล้วต่อไป คือ การนำความรู้ที่รวบรวมมาประยุกต์เพื่อออกแบบวิธีการกำหนดองค์ประกอบของวิธีการหรือผลผลิตทั้งนี้ ผู้แก้ปัญหาต้องอ้างอิงถึงความรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ที่รวบรวมได้ ประเมินตัดสินใจเลือกและใช้ความรู้ที่ได้มาในการสร้างภาพร่างหรือกำหนดเค้าโครงของวิธีการแก้ปัญหา	ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา นักเรียนออกแบบวิธีการกำหนดขั้นตอนวิธีการทำการทำกิจกรรม กำหนดเป้าหมายและเวลาในการแก้ปัญหา และวาดภาพพร้อมอธิบาย (ส่งเสริมขั้นดำเนินการแก้ปัญหา)	ดำเนินการแก้ปัญหา	co-leanner, facilitator
4. ขยายความรู้ นักเรียนร่วมกันเชื่อมโยงเข้ากับสถานการณ์ต่าง ๆ	4. วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา หลังจากที่ได้ออกแบบวิธีการและกำหนดเค้าโครงของวิธีการแก้ปัญหาแล้ว การพัฒนาต้นแบบ ของสิ่งที่ได้ออกแบบไว้ในขั้นตอนนี้ ผู้แก้ปัญหาต้องกำหนดขั้นตอนย่อยในการทำงาน รวมทั้งกำหนดเป้าหมายและระยะเวลาในการดำเนินการแต่ละขั้นตอนย่อยให้ชัดเจน	ขั้นที่ 4 ดำเนินการแก้ปัญหา นักเรียนแบ่งหน้าที่และลงมือปฏิบัติการแก้ปัญหา (ส่งเสริมขั้นดำเนินการแก้ปัญหา)	ดำเนินการแก้ปัญหา	Coach, co-learner
5. ประเมินผล นักเรียนส่งงานและร่วมกันตอบคำถาม	5. ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ไขปัญหาคือ ขั้นงาน เป็นขั้นตอนทดสอบและประเมินการใช้งานต้นแบบเพื่อแก้ปัญหา ผลที่ได้จากการทดสอบและประเมินอาจถูกนำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาผลลัพธ์ให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหามากขึ้น การทดสอบและประเมินผลสามารถเกิดขึ้นได้หลายครั้งในกระบวนการแก้ปัญหา	ขั้นที่ 5 สรุปผลการแก้ปัญหา นักเรียนนำเสนอผลงานร่วมกันประเมินชิ้นงาน และร่วมกันอภิปรายเพื่อให้ได้ข้อสรุปจากการแก้ปัญหา (ส่งเสริมขั้นตรวจสอบผลลัพธ์)	ตรวจสอบผลลัพธ์	Coach, co-learner
	6. นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน หลังจากการพัฒนา ปรับปรุงทดสอบและประเมินวิธีการแก้ปัญหาหรือผลลัพธ์จนมีประสิทธิภาพตามที่ต้องการแล้ว ผู้แก้ปัญหามustนำเสนอผลลัพธ์ต่อสาธารณชน โดยต้องออกแบบวิธีการนำเสนอข้อมูลที่เข้าใจง่ายและน่าสนใจ			

จากตารางที่ 1 และ 2 พบว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ของโรงเรียน ยังเป็นการสอนที่เน้นการบรรยายให้นักเรียนสืบค้นด้วยตัวเองจากหนังสือและอินเทอร์เน็ต นักเรียนได้มีการลงมือปฏิบัติกิจกรรมจริงที่จะช่วยส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เป็นส่วนน้อย แต่การจัดการเรียนรู้โดยประยุกต์ใช้สะเต็มศึกษา สอดคล้องกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้ของ Unkaew (2018, Online) มี 5 ขั้นตอน ได้แก่ 1. ระบุปัญหา 2. รวบรวมข้อมูล 3. ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา 4. ดำเนินการแก้ปัญหา 5. สรุปผลการแก้ปัญหา โดยรูปแบบกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น ได้แทรกกิจกรรมที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ทุกขั้นตอน เน้นให้นักเรียนได้เกิดกระบวนการคิดและลงมือปฏิบัติกิจกรรมจริง สะเต็มศึกษาจะฝึกให้รู้จักวิธีคิด การตั้งคำถาม การแก้ปัญหา สร้างทักษะการหาข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล ทำให้นักเรียนรู้จักนำองค์ความรู้จากวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์สาขาต่าง ๆ มาบูรณาการเพื่อมุ่งแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงหรือในสถานการณ์ที่เกิดขึ้น พบว่า ประสิทธิภาพของกิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยประยุกต์ใช้สะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น มีประสิทธิภาพ เท่ากับ 80.50/84.17 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด กล่าวคือ ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) มีค่าเท่ากับ 80.50 ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) มีค่าเท่ากับ 84.17 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ E_1/E_2 คือ ร้อยละ 80/80

4.2 ผลการส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยประยุกต์ใช้สะเต็มศึกษาให้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70

ตารางที่ 3 ผลการส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ หลังใช้กิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยประยุกต์ใช้สะเต็มศึกษา

ขั้นการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์	$\bar{X}$	SD	คะแนนเฉลี่ย (ร้อยละ)	ผลการประเมิน
1. ระบุปัญหา	4.00	0.73	80.00	ผ่าน
2. วิเคราะห์ปัญหา	4.07	0.63	81.33	ผ่าน
3. การกำหนดวิธีการแก้ปัญหา	3.70	0.69	73.33	ผ่าน
4. ตรวจสอบผลลัพธ์	3.63	0.55	72.67	ผ่าน
เฉลี่ยรวม	3.79	0.69	77.83	ผ่านเกณฑ์

จากตารางที่ 3 พบว่าผลการพัฒนาความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังใช้กิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยประยุกต์ใช้สะเต็มศึกษา มีคะแนนเฉลี่ย 1) ระบุปัญหา คะแนนเฉลี่ย 4.00 คิดเป็นร้อยละ 80.00 2) วิเคราะห์ปัญหา คะแนนเฉลี่ย 4.07 คิดเป็นร้อยละ 81.33 3) การกำหนดวิธีการแก้ปัญหา คะแนนเฉลี่ย 3.70 คิดเป็นร้อยละ 73.33 4) ตรวจสอบผลลัพธ์ คะแนนเฉลี่ย 3.63 คิดเป็นร้อยละ 72.67 คะแนนเฉลี่ยรวม 3.79 จากคะแนนเต็ม 5 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 77.83 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ร้อยละ 70

4.3 ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีต่อกิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยประยุกต์ใช้สะเต็มศึกษา

ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนที่ได้รับกิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยประยุกต์ใช้สะเต็มศึกษา

รายการประเมิน	$\bar{X}$	SD	แปลผล
1. การจัดการเรียนรู้สนุกและน่าสนใจ	4.60	0.49	มากที่สุด
2. การจัดการเรียนรู้ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์	4.60	0.49	มากที่สุด
3. รูปแบบกิจกรรมเหมาะกับระดับความรู้ความสามารถของนักเรียน	4.60	0.49	มากที่สุด
4. นักเรียนสามารถนำเนื้อหาที่เรียนมาคิดปรับใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างหลากหลาย	4.63	0.48	มากที่สุด
5. กิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับเวลาที่ใช้	4.57	0.50	มากที่สุด
6. นักเรียนสามารถศึกษาค้นคว้าทำความเข้าใจเนื้อหาได้ด้วยตัวเอง	4.60	0.49	มากที่สุด
7. นักเรียนเกิดกระบวนการคิดและลงมือปฏิบัติจริง	4.67	0.47	มากที่สุด
8. นักเรียนมีกระบวนการคิดสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้	4.40	0.49	มาก
9. การจัดการเรียนรู้ทำให้นักเรียนอยากเรียนวิชาวิทยาศาสตร์มากขึ้น	4.43	0.56	มาก
10. นักเรียนได้ซักถามและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างการจัดการเรียนการสอน	4.63	0.48	มากที่สุด
เฉลี่ยรวม	4.59	1.82	มากที่สุด

จากตารางที่ 4 พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยประยุกต์ใช้สะเต็มศึกษา มีความพึงพอใจเฉลี่ยรวม เท่ากับ 4.59 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 1.82 ซึ่งอยู่ในความพึงพอใจ ระดับมากที่สุด เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า นักเรียนเกิดกระบวนการคิดและลงมือปฏิบัติจริงจากกิจกรรมการเรียน มีความพึงพอใจเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 4.67 ส่วนเบี่ยงเบน

มาตรฐาน เท่ากับ 0.47 รองลงมา คือ นักเรียนสามารถนำเนื้อหาที่เรียนมาคิดปรับใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างหลากหลาย และนักเรียนได้ซักถามและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างการจัดการเรียนการสอน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.63 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.48

5. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

จากผลวิจัย การพัฒนากิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยประยุกต์ใช้สะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า นักเรียนมีคะแนนจากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียนซึ่งเป็นคะแนนกระบวนการ เฉลี่ยร้อยละ 80.50 และมีคะแนนจากการทำแบบทดสอบหลังการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ซึ่งเป็นคะแนนผลลัพธ์เฉลี่ยร้อยละ 84.17 กิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยประยุกต์ใช้สะเต็มศึกษา มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 80/80 ในส่วนผลของความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ หลังการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยประยุกต์ใช้สะเต็มศึกษา สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า นักเรียนมีความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้โดยประยุกต์ใช้สะเต็มศึกษา คะแนนคิดเป็นร้อยละ 77.83 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ร้อยละ 70 และมีความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยประยุกต์ใช้สะเต็มศึกษาอยู่ในระดับมากที่สุด มีคะแนนเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.59 เมื่อพิจารณารายข้อพบว่าข้อที่ 7 นักเรียนเกิดกระบวนการคิดและลงมือปฏิบัติจริง มีคะแนนสูงสุด เฉลี่ย 4.67

จากข้อมูลสรุปผลการวิจัยสามารถอภิปรายผลได้ดังนี้ การพัฒนากิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยประยุกต์ใช้สะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จำนวน 6 แผน 13 ชั่วโมง มีการประยุกต์ใช้สะเต็มศึกษา ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา นักเรียนสังเกตและตอบปัญหาจากภาพที่กำหนดให้ และนักเรียนร่วมกันระบุปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูล เมื่อนักเรียนระบุปัญหาได้แล้วให้นักเรียนรวบรวมข้อมูลตามใบกิจกรรม ระบุสาเหตุ แนวทางการแก้ไขและเหตุผลในการเลือกวิธีแก้ปัญหาด้วยตนเอง ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา เปิดโอกาสให้นักเรียนได้นำความรู้จาก STEM education ในการออกแบบการแก้ปัญหาคำหนดขั้นตอนวิธีการทำกิจกรรม กำหนดเป้าหมายเวลาในการแก้ปัญหา และวาดภาพประกอบ ขั้นที่ 4 ดำเนินการแก้ปัญหา นักเรียนแบ่งหน้าที่กันรับผิดชอบและลงมือปฏิบัติการแก้ปัญหตามวิธีการที่ออกแบบไว้ ขั้นที่ 5 สรุปผลการแก้ปัญหา โดยนักเรียนนำเสนอผลงานที่ได้ค้นคว้าและคิดออกมาพร้อมทั้งร่วมกันประเมินชิ้นงานและร่วมกันอภิปรายเพื่อให้ได้ข้อสรุปจากการแก้ปัญหา แผนการจัดการเรียนรู้โดยประยุกต์ใช้สะเต็มศึกษาได้ผ่านการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน พบว่าแผนการจัดการเรียนรู้โดยประยุกต์ใช้สะเต็มศึกษามีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด คะแนนความเห็นของผู้เชี่ยวชาญเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.56 และเมื่อได้นำไปทดลองใช้เพื่อหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ ทั้งนี้อาจเป็นผลมาจากแผนการจัดการเรียนรู้ได้ผ่านการประเมินตรวจสอบและปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญก่อนนำมาจัดการเรียนรู้ นอกจากนี้ผลการประเมินจากกระบวนการและผลลัพธ์ยังสะท้อนให้เห็นถึงการจัดการเรียนรู้ที่สามารถนำไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ นักเรียนเกิดการเรียนรู้มีความเข้าใจ ควบคู่กับความสนุกสนานเกิดกระบวนการคิดลงมือปฏิบัติกิจกรรมจริง อีกทั้งนักเรียนได้เรียนรู้ทักษะการแก้ปัญหาโดยการนำวิธีการวิทยาศาสตร์มาใช้ โดยอาศัยคำแนะนำของครูเพื่อให้เกิดความเข้าใจ ซึ่งสอดคล้องกับ Unkaew (2018, Online) ได้ให้แนวทางการสอนแบบสะเต็มศึกษา เป็นการจัดการเรียนรู้โดยนำจุดเด่นมาบูรณาการทั้ง 4 สาขา มาใช้ในการแก้ปัญหาและสร้างสรรค์ผลงาน 6 ขั้นตอน ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาคำหนดขั้นตอนการแก้ไขชิ้นงาน ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน และยังสอดคล้องกับ Singto (2020, pp. 387-398) ได้ศึกษา การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า กิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก เมื่อนำกิจกรรมไปทดลองใช้มีประสิทธิภาพเท่ากับ 78.49/77.98 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ในส่วนผลของความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้กิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยประยุกต์ใช้สะเต็มศึกษาของนักเรียน ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ ร้อยละ 70 ทั้งนี้เนื่องมาจากการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยประยุกต์ใช้สะเต็มศึกษา กิจกรรมในแต่ละขั้นจะส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนาความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ทั้ง 4 ขั้นตอน คือ ขั้นระบุปัญหา ขั้นรวบรวมข้อมูล ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา และขั้นตรวจสอบผลลัพธ์ เมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยแต่ละขั้นของการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์พบว่า คะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ในขั้นตรวจสอบผลลัพธ์มีคะแนนต่ำที่สุด คิดเป็นร้อยละ 72.67 ทั้งนี้อาจเป็นเพราะขั้นการตรวจสอบผลลัพธ์ต้องใช้การคิดรวบรวมตั้งแต่ขั้นระบุปัญหาจนถึงขั้นตรวจสอบผลลัพธ์ทำให้ผู้เรียนสับสนกับวิธีการแก้ปัญหาและวิธีการตรวจสอบผลลัพธ์ จึงส่งผลให้นักเรียนพัฒนาการตรวจสอบผลลัพธ์ได้ไม่เต็มที่

แต่สามารถพัฒนาต่อไปในบทเรียนอื่นได้ คะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ในชั้นรวบรวมข้อมูล มีคะแนนสูงสุด คิดเป็นร้อยละ 81.33 ทั้งนี้อาจเป็นเพราะกิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยประยุกต์ใช้สะเต็มศึกษา เป็นกิจกรรมที่เน้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมจริง ศึกษาจากสถานการณ์ปัญหาที่อยู่ในชีวิตประจำวัน และเสริมสร้างให้ผู้เรียนได้ฝึกกระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอนคือ การระบุปัญหา รวบรวมข้อมูล กำหนดวิธีการแก้ปัญหา และตรวจสอบผลลัพธ์ ซึ่งสอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นส่งเสริมให้ผู้เรียนทุกคนสามารถสร้างสรรค์ชิ้นงาน และมีทักษะในการออกแบบและคิดหาวิธีแก้ปัญหา โดยมีครูคอยแนะนำช่วยเหลือตามความเหมาะสม ทำให้บรรลุตามเป้าหมายที่วางไว้อย่างมีประสิทธิภาพซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของ Piaget (1962, p. 120) ได้อธิบายถึงการแก้ปัญหาตามทฤษฎีทางด้านการพัฒนาว่าเริ่มมีพัฒนาการมาตั้งแต่ชั้นที่ 3 เด็กอายุ 7-8 ปี โดยเริ่มมีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างง่าย และพัฒนามาถึงขั้นที่ 4 คือ “Stage of Concrete Operations” เด็กที่มีอายุ 11-12 ปี จะมีความสามารถในการคิดหาเหตุผลที่สูงขึ้น ซับซ้อนขึ้น และเรียนรู้สิ่งที่เป็นนามธรรมได้ สอดคล้องกับ Wangdee and Bunterm (2022, pp. 35-43) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM education) ที่มีต่อความสามารถในการคิดแก้ปัญหา และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการคิดแก้ปัญหา และคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และผลความพึงพอใจของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยประยุกต์ใช้สะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมการคิดทางวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยรวมอยู่ในระดับพึงพอใจมากที่สุด ทั้งนี้อาจเป็นเพราะผู้วิจัยได้จัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้ดำเนินการแก้ปัญหาด้วยตนเอง นักเรียนสามารถนำวิธีการแก้ปัญหาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ รวมทั้งการจัดกิจกรรมที่เน้นให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติกิจกรรมจริง เกิดกระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอน โดยอาศัยคำแนะนำของครูเพื่อให้เกิดความเข้าใจ ความชำนาญในการแก้ปัญหาอีกด้วย ผลการวิจัยยังมีผลเช่นเดียวกับ Khamsmile and Sranamkam (2019, pp. 16-34) ได้ศึกษา ผลการเรียนรู้แบบผสมผสานตามรูปแบบสะเต็มศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยบทเรียนแบบผสมผสานตามรูปแบบสะเต็มศึกษา อยู่ในระดับ “มาก”

6. ข้อเสนอแนะ

การพัฒนากิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยประยุกต์ใช้สะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หากผู้ที่สนใจนำผลการวิจัยไปใช้พัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยประยุกต์ใช้สะเต็มศึกษา ครูผู้สอนควรวางแผนการบริหารระยะเวลาและขั้นตอนการสอนที่ชัดเจนในการจัดกิจกรรมให้เหมาะสมกับผู้เรียนจะได้ปฏิบัติกิจกรรมอย่างมีประสิทธิภาพ สำหรับการกำหนดสถานการณ์เพื่อให้ผู้เรียนได้เกิดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ควรเป็นสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันมากที่สุดเพื่อให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้ได้อย่างเต็มศักยภาพ

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี เนื่องจากผู้วิจัยได้รับความช่วยเหลือดูแลเอาใจใส่เป็นอย่างดีจากหลาย ๆ ฝ่าย ขอขอบคุณอาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ทรงคุณวุฒิ และผู้เชี่ยวชาญที่สละเวลาตรวจทาน แก้ไขข้อบกพร่องของแผนการสอน ตรวจทานความถูกต้องของข้อสอบการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เพื่อพิจารณาความตรงเชิงเนื้อหาของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย และขอขอบคุณผู้อำนวยการ คณะผู้บริหารคณาจารย์ และนักเรียนที่ได้ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีในการดำเนินการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- Donhongpai, P. (2013). The effects of multimedia based on the inquiry process on substance around us on learning achievement and capability in solving scientific problems of pathomsuksa six students. *Veridian E-Journal, Silpakorn University (Humanities, Social Sciences and arts)*, 6(1), 782-792. (in Thai)
- Khamsmile, P., & Sranamkam, T. (2019). The Effects of Blended Learning with Stem Education to Enhance Science Problem Solving Thinking for Grade VIII Students. *e-Journal of Education Studies, Burapha University*, 1(5), 16-34. (in Thai)
- Likert, R. (2017). The Impact of Leadership Style on Middle Managers' Motivation: A Study of the Ministry of Civil Aviation in Egypt. *Journal of Business and Management Sciences*. 2017, DOI: 10.12691/jbms-5-3-5, 100-107.
- Munkham, S. (2004). *Teaching Strategies for Problem-Solving Thinking*. Bangkok: Printmaking. (in Thai)
- Office of the Secretariat of the Council of Education. (2017). *National Education Plan 2017–2036*. Bangkok. https://www.stou.ac.th/Offices/Oaa/OaaOldPage/Professional/Train_Professional/oaainfo/oaadep/Dept04/webcur63/Rule_MUA/Plan_Inter2560-2579.pdf. (in Thai)
- Panich, V. (2015). Ways to create learning for students in the 21st century. *Walailak Journal of Learning Innovations*, 1(2), 3-14.
- Pitipornatapin, S. (2015). *Learning Science and Society for the 21st Century*. Samutprakan: Boss Printing. (in Thai)
- Partnership for 21st Century Skills. (2015). 21st Century Learning Framework. [Online]. Retrieved January, 2023, from <http://www.p21.org/our-work/p21-framework>
- Piaget, J. (1962). The Stage of The Intellectual Development of The Child. *Thinking and Reasoning*. The United of America: Penguin Book.
- Singto, A. (2020). The development of stem education learningactivities to enhance problem solving thinking ability for mathayomsuksa 1. *Journal of MCU Nakhondhat*, 7(7), 387-398. (in Thai)
- Thailand competitiveness enhancement program. *Human Resource*. Retrieved on January 2023. <https://elibrary.tceb.or.th/getattachment/4d7d9a38-a4da-4582-8ec8-00bcd1d28ba2/6265.aspx>. (in Thai)
- Wangdee, L., & Bunterm, T. (2022). The effects of stem education learning management on problem-solving thinking ability and science achievement of mathayomsuksa 3 students. *Journal of Graduate School Sakon Nakhon Rajabhat University*, 19(86), 35-43. (in Thai)
- Weir, J. J. (1974). Problem solving is everybody's problem. *The Science Teacher*, 41(4), 16-18.
- Unkaew, S. (2018). *STEM education*. http://www.kids.ru.ac.th/document/KM/STEM_by_T.Somchaiunkeaw.pdf. (in Thai)
- Richey, R. C., & Klein. J. D. (2007). *Design and Development Research: Methods, Strategies, and Issues*, Routledge, New York. <https://doi.org/10.4324/9780203826034>.
- Vasquez, J. A., Sneider, C., and Comer, M. (2013). *STEM lesson essentials integrating Science, technology, engineering, and mathematics*. New Hampshire : Heinemann.

การสร้างทักษะการเรียนรู้แบบนำตนเองผ่านกิจกรรมแบบห้องเรียนพลิกกลับ
กรณีศึกษารายวิชานิวเมติกส์และไฮดรอลิกส์

DEVELOPING SELF-DIRECTED LEARNING SKILLS THROUGH THE FLIPPED
CLASSROOM ACTIVITIES, CASE STUDY OF PNEUMATICS AND HYDRAULICS
COURSE

วิกานดา เกตสอาด* และอนุศิษฐ์ อันมานะตระกูล
Wikanda Kets-ard* and Anusit Anmanatarkul

E-mail: wikanda.k@mail.kmutt.ac.th* and anusit.anm@mail.kmutt.ac.th

Received: April 3, 2023

Revised: May 2, 2023

Accepted: September 12, 2023

ABSTRACT

This research presents the self-learning skill building of learners through flipped classroom activities case study of pneumatics and hydraulics course selecting a specific sample group (purposive sampling), comprising 36 third-year vocational certificate students in the auto mechanic, IRPC technology college. In this research, the course of pneumatics and hydraulics in the first semester of the academic year 2022 was evaluating the effectiveness of the lesson assessment of learning achievement and satisfaction with teaching and learning activities in a flipped classroom to build self-learning skills of vocational certificate learners. In a case study of pneumatics and hydraulics, the research tools were the learning management in four modules which included a learning achievement test before class - after class, learning activities and exercises both in the classroom and outside the classroom, the student's attributes assessment form, and a student satisfaction assessment form. Statistics were used for analyzing the data including percentage, standard deviation, and t-test. The results of the research revealed the result of finding the quality of research tools by five experts is at an excellent level ($\bar{x} = 4.67$, $SD = 0.44$). The result of the satisfaction assessment on teaching and learning management is at a good level ($\bar{x} = 4.32$, $SD = 0.12$) and the result of the satisfaction assessment on learning in modules is at a good level ($\bar{x} = 4.30$, $SD = 0.08$).

Keywords: Learning activities, Flipped classroom learning activities plan, Self-learning management plan

*Corresponding author E-mail: wikanda.k@mail.kmutt.ac.th

สาขาวิศวกรรมเครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี กรุงเทพมหานคร 10140
Mechanical Engineering, Faculty of Industrial Education and Technology King Mongkut's University of Technology Thonburi,
Bangkok 10140 Thailand

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้นำเสนอการสังเกตทักษะการเรียนรู้แบบนำตนเองผ่านกิจกรรมแบบห้องเรียนพลิกกลับ กรณีศึกษารายวิชานิเวศน์และไฮดรอลิกส์ โดยเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive sampling) คือ นักเรียน ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 3 จำนวน 36 คน สาขาวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคโนโลยีไออาร์พีซี ในรายวิชานิเวศน์และไฮดรอลิกส์ ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 พร้อมทั้งหาคุณภาพของบทเรียน ศึกษาคุณลักษณะของผู้เรียนและหาความพึงพอใจในการทำกิจกรรมการเรียนการสอนแบบห้องเรียนพลิกกลับสร้างทักษะการเรียนรู้แบบนำตนเองระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ กรณีศึกษารายวิชานิเวศน์และไฮดรอลิกส์ ซึ่งมีเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ มอดูลการจัดการเรียนรู้จำนวน 4 มอดูล แบบประเมินคุณลักษณะผู้เรียน กิจกรรมการเรียนรู้และแบบฝึกหัดทั้งในห้องเรียน-นอกห้องเรียน และแบบประเมินความพึงพอใจ และสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที (t-test) ผลการวิจัย พบว่า ผลการหาคุณภาพของเครื่องมือวิจัยประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ($\bar{x} = 4.67$, $SD = 0.44$) และผลการประเมินความพึงพอใจ ส่วนประเมินผู้สอน/ สภาพแวดล้อม ($\bar{x} = 4.32$, $SD = 0.12$) อยู่ในระดับดี และส่วนประเมิน มอดูล/ เอกสารประกอบกิจกรรมการเรียนการสอน ($\bar{x} = 4.30$, $SD = 0.08$) อยู่ในระดับดี

คำสำคัญ: การจัดกิจกรรมการเรียนรู้, แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบห้องเรียนพลิกกลับ, แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยตนเอง, ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1. บทนำ

การศึกษาในปัจจุบันนี้ยังขาดความสามารถในการถ่ายทอดการเรียนรู้ และขาดการเชื่อมโยงประสบการณ์เดิมกับประสบการณ์ใหม่ การบรรยายหน้าชั้นเรียน ผู้เรียนนั่งเรียน จดบันทึกตามนั้นไม่เพียงพอสำหรับเด็กในยุคปัจจุบัน การเรียนการสอนแบบเดิม ทำให้ผู้เรียนขาดทักษะ ในการเรียนรวมไปถึงการพัฒนาในด้านการนำเสนอ การวางแผน การเขียนหรือจัดเรียงข้อมูลให้เป็นระบบ รวมไปถึงขาดการกล้าแสดงออกในด้านอื่น ๆ การจัดการศึกษาควรปรับให้เท่าทันยุคสมัยเพื่อให้ทันนักเรียนเกิดการเรียนรู้มากที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2562 แก้ไขเพิ่มเติม ฉบับที่ 4 ที่ระบุว่า มาตรา 32/1 กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม มีอำนาจหน้าที่เกี่ยวกับการส่งเสริม สนับสนุน และกำกับ การอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ การวิจัยและการสร้างสรรค์นวัตกรรม เพื่อให้การพัฒนาประเทศเท่าทันการเปลี่ยนแปลงของโลก และราชการอื่นตามที่มีกฎหมายกำหนด ผู้เรียนมีสิทธิได้รับการพัฒนาขีดความสามารถในการใช้เทคโนโลยีเพื่อการศึกษาในโอกาสแรกที่ได้ทำเพื่อให้มีความรู้ และทักษะเพียงพอที่จะใช้เทคโนโลยีเพื่อการศึกษาในการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองได้อย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต (Goedpump et al., 2019, pp. 224-226)

การเรียนรู้ห้องเรียนกลับด้าน (Flipped classroom) เป็นแนวทางการเรียนรู้ที่ Jonathan Bergmann และ Aaron Sams ผู้สอนวิชาเคมีในประเทศสหรัฐอเมริกาได้คิดค้นขึ้น โดยอาศัยแนวทางสำคัญ คือ "All students watch the same video on the same night, in class : All students complete the same activity or lab" (Bergmann & Sams, 2012, p. 9) และทาง Panich (2013, pp. 14-15) ได้อธิบายว่า ห้องเรียนกลับทาง คือวิธีใช้เวลาเรียนในห้องเรียนให้เกิดคุณค่าสูงสุดแก่ผู้เรียน โดยฝึกประยุกต์ใช้ความรู้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ให้เกิดการเรียนแบบ “รู้จริง” (Mastery learning) ซึ่งครูจะถ่ายทอดวิชาความรู้ผ่านวิดีโอที่สั้น ๆ หรือเป็นการมอบหมายงานให้ทำจากที่บ้าน และในวันรุ่งขึ้นผู้เรียนทำโจทย์หรือกิจกรรมเพื่อฝึกใช้ความรู้ นั้น เกิดกระบวนการ “เรียนรู้โดยลงมือทำ” (Learning by doing) ที่จะช่วยให้รู้ลึกและรู้จริง

เมื่อศึกษาแล้วนำมาผนวกกับการเรียนรู้แบบนำตนเอง (Self - Directed Learning : SDL) ซึ่ง Hiemstra (2013, pp. 23-45) เรียกว่า “การรู้จักฐานรากของตนเอง” ยิ่งรู้จักตนเองมากเท่าไร ยิ่งสามารถปรับปรุงและพัฒนาตนเองได้มากขึ้น กระบวนการรู้จักตนเองทำให้รู้จักฐานรากของตนเองและสามารถประมวลเป็น “ปรัชญาการศึกษาของตนเอง” แล้วนำทักษะนี้ไปใช้เป็นการเรียนรู้ตลอดชีวิต ซึ่งเป็นการเรียนที่ผู้เรียนมีส่วนร่วมหรือถูกกระตุ้นให้ร่วมรับผิดชอบ ควบคุมการเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง และปรับปรุงการเรียนของตนเองผ่านกระบวนการเรียนรู้ที่เป็นระบบ ผู้เรียนกำหนดเป้าหมายและจุดประสงค์ที่จะพัฒนาทักษะการเรียนวางแผนการเรียนโดยเลือกออกแบบยุทธวิธีการเรียนที่จะทำให้ง่ายบรรลุเป้าหมาย สอดคล้องกับ Hiemstra and Brockett (1994, pp. 59-80) และ Talangwit (2019, pp. 4-5) กล่าวว่า การเรียนรู้แบบนำตนเองทำให้ผู้เรียน เรียนรู้ได้มากกว่าการเป็นผู้รับแต่เพียงฝ่ายเดียว และเป็นการเรียนรู้ที่ยาวนานกว่าการที่รอรับคำสั่งจากครูฝ่ายเดียว ทำให้สามารถเรียนรู้ได้อย่างไม่สิ้นสุด Sinthorn and Bureekhampun (2020, p. 23) กล่าวว่า เป็นการเรียนรู้ที่ผู้เรียนสามารถเพิ่มขีดความสามารถในการเรียนรู้

ของตนเองตามการเรียนรู้ของแต่ละบุคคล กำกับกับการเรียนรู้ของตนเองได้โดยไม่ต้องแยกออกจากกลุ่มหรือผู้เรียนคนอื่น ๆ สอดคล้องกับงานของ Goedpum et al. (2019, pp. 224-226) และ Sajjaboriboon (2021, pp. 89-91) ว่าเน้นการศึกษาตลอดชีวิต (Lifelong learning) ด้วยวิธีการสอนที่มีความยืดหยุ่น (Flexible in how we teach) มีการกระตุ้นและจูงใจให้ผู้เรียนแสวงหาการเรียนรู้แม้จะจบการศึกษาออกไป

ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความตั้งใจที่จะพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบพลิกกลับ (Flipped classroom) โดยนำแนวคิดของความเชื่อมโยงเชิงโครงสร้างการศึกษาเชิงผลลัพธ์ (Outcome Based Education : OBE) ที่เป็นการออกแบบทฤษฎีการศึกษาที่เน้นกระบวนการเพื่อให้ผู้เรียนสามารถตั้งเป้าหมาย (Goal) ที่สามารถประสบความสำเร็จได้ด้วยตนเอง (Meearsa et al., 2022, pp. 55-56) ผสมกับ โครงสร้างการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ Structure of observed learning outcomes (SOLO) Taxonomy (Biggs & Collis, 1982, pp. 40-45) มาใช้ในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ ออกแบบการประเมิน ออกแบบเครื่องมือในการวิจัย ให้ผู้เรียนบรรลุตามเป้าหมายและกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดพฤติกรรมความใฝ่รู้ใฝ่เรียนตลอดเวลา และศึกษาสืบค้นข้อมูลด้วยตนเองจาก แหล่งที่ผู้วิจัยสร้างและ/หรือแหล่งอื่น ๆ ที่ผู้เรียนสนใจและเห็นว่ามีประโยชน์ต่อตนเอง สร้างนิสัยและทักษะความรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยการขึ้นาตนเอง (SDL) เป็นการสร้างการศึกษาตลอดชีวิต สามารถปรับตัวเองให้ทันโลกและทันต่อความเปลี่ยนแปลง จึงเป็นที่มาวัตถุประสงค์สำหรับการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ คือ การสร้างมอดูลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สอนแบบห้องเรียนพลิกกลับสร้างทักษะการเรียนรู้แบบนาคตนเอง ประเมินประสิทธิภาพของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และประเมินความพึงพอใจของนักเรียน โดยในขั้นตอนการเก็บข้อมูลได้เก็บรวบรวมความรู้ต่าง ๆ ทั้งการประเมินแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ คำถามและคำตอบจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน เพื่อให้แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีประสิทธิภาพ ตรงกับวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้ในหัวข้อดังกล่าวและตรงกับความต้องการในการใช้งานของผู้สอนและผู้เรียนมากที่สุด

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Jonathan Bergmann และ Aaron Sams ผู้สอนวิชาเคมีในประเทศสหรัฐอเมริกาได้คิดค้นการเรียนรู้ห้องเรียนกลับด้านเป็นแนวทางจัดการเรียนรู้โดยอาศัยแนวทางสำคัญ คือ "All students watch the same video on the same night, in class : All students complete the same activity or lab" (Bergmann & Sams, 2012, p. 9) และทาง Panich (2013, pp. 14-15) ได้อธิบายว่า เป็นการใช้เวลาเรียนในห้องเรียนให้เกิดคุณค่าสูงสุดแก่ผู้เรียน โดยฝึกประยุกต์ใช้ความรู้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ให้เกิดการเรียนแบบ "รู้จริง" (Mastery learning) ซึ่งครูจะไม่สอนแบบถ่ายทอดความรู้โดยตรง แต่ถ่ายทอดผ่านวิดีโอสั้น ๆ หรือเป็นการมอบหมายงานให้ทำจากที่บ้าน และในวันรุ่งขึ้นผู้เรียนทำโจทย์หรือกิจกรรมเพื่อฝึกใช้ความรู้นั้น เกิดกระบวนการ "เรียนรู้โดยลงมือทำ" สอดคล้องกับ Sajjaboriboon (2021, pp. 89-91) และ Goedpum et al. (2019, pp. 224-226) ต่อมา Phengsoy and Nokkaew (2022, pp. 74-77) ได้ศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนพลิกกลับร่วมกับงานทางคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมการรู้ทางสถิติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่า นักเรียนสรุปข้อมูลทางสถิติอย่างง่ายที่สามารถใช้คณิตศาสตร์ร่วมสรุปข้อมูลในสถานการณ์ที่ไม่ซับซ้อนอย่างมีวิจารณ์ญาณและหาค่ากลางของข้อมูลได้ และเมื่อผนวกกับการเรียนรู้ด้วยวิธีขึ้นาตนเอง (SDL) เป็นการเรียนที่ผู้เรียนมีส่วนร่วมหรือถูกกระตุ้นให้ร่วมรับผิดชอบ ควบคุมและปรับปรุงการเรียนรู้ของตนเองผ่านกระบวนการเรียนรู้ที่เป็นระบบ สามารถกำหนดเป้าหมายและจุดประสงค์ที่จะพัฒนาทักษะการเรียนรู้ด้วยตนเอง (Sinthon & Bureekhampun, 2020, p. 23) สอดคล้องกับ Talangwit (2019, pp. 4-5) กล่าวว่าการเรียนรู้แบบนาคตนเองทำให้ผู้เรียน เรียนได้มากกว่าการเป็นผู้รับแต่เพียงฝ่ายเดียว สามารถใช้ประโยชน์จากการเรียนรู้ได้ดีกว่า และยาวนานกว่าผู้เรียนที่รอรับคำสั่งจากครูฝ่ายเดียว ซึ่งทำให้สามารถเรียนรู้ได้อย่างไม่สิ้นสุดและ Thornton (2013, pp. 59-77) กล่าวว่าการเรียนรู้ด้วยตนเองส่งเสริมการคิด วิเคราะห์ ไตร่ตรองด้วยตนเองเป็นอย่างดี และส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความรับผิดชอบมากขึ้น ฉะนั้นการเรียนรู้ด้วยตนเองทำให้ผู้เรียนจัดการเรียนรู้ด้วยตนเองอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

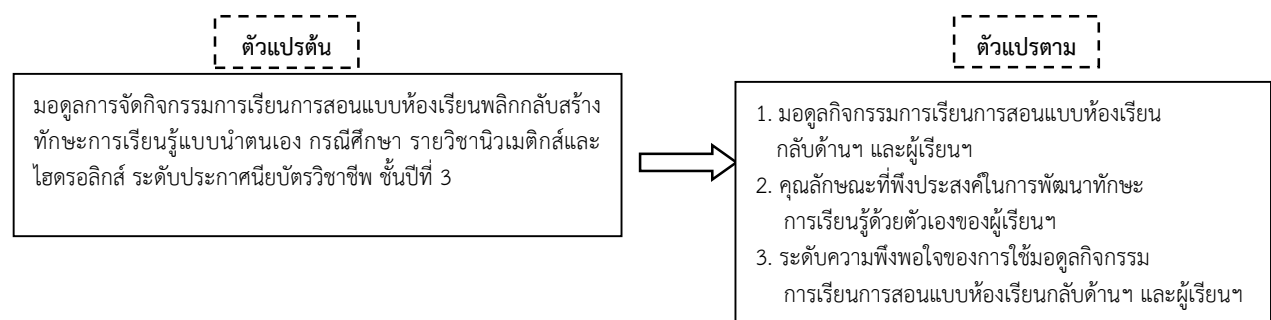
ดังนั้นผู้วิจัยจึงใช้แนวคิดห้องเรียนกลับด้านสร้างมอดูลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอน เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนสร้างทักษะการเรียนรู้ด้วยตัวเอง ผู้วิจัยได้นำแนวคิดของความเชื่อมโยงเชิงโครงสร้างการศึกษาเชิงผลลัพธ์ (OBE) ที่เป็นการออกแบบทฤษฎีการศึกษาที่เน้นกระบวนการเพื่อให้ผู้เรียนสามารถตั้งเป้าหมาย ที่สามารถประสบความสำเร็จได้ด้วยตนเอง (Meearsa et al., 2022, pp. 55-56) ผสมกับ โครงสร้างการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ SOLO Taxonomy (Biggs & Collis, 1982, pp. 40-45) ใช้ในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ ออกแบบการประเมิน ออกแบบเครื่องมือในการวิจัย ให้ผู้เรียนบรรลุตามเป้าหมายและกระตุ้น

ให้ผู้เรียนเกิดพฤติกรรมความใฝ่รู้ใฝ่เรียน และเพื่อให้ได้แผนการจัดการเรียนรู้ที่เป็นประโยชน์และเป็นแนวทางในการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ในวิชาอื่น ๆ ต่อไป

3. วิธีดำเนินงานวิจัย

3.1 กรอบแนวความคิดในงานวิจัย

ผู้วิจัยได้ศึกษากระบวนการเรียนรู้แบบห้องเรียนพลิกกลับของ Bergmann and Sams (2012, p. 9) และนำแนวคิดของความเชื่อมโยงเชิงโครงสร้างการศึกษาเชิงผลลัพธ์ (OBE) ที่เป็นการออกแบบทฤษฎีการศึกษาที่เน้นกระบวนการเพื่อให้ผู้เรียนสามารถตั้งเป้าหมาย (Goal) ที่สามารถประสบความสำเร็จได้ด้วยตนเอง (Meearsa et al., 2022, pp. 55-56) ผสมกับ โครงสร้างการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ SOLO Taxonomy (Biggs & Collis, 1982, pp. 40-45) ใช้ในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ ออกแบบการประเมิน ออกแบบเครื่องมือในการวิจัย โดยกรอบแนวคิดของงานวิจัยแสดงได้ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 กรอบแนวความคิดในการวิจัย

3.2 ขอบเขตของการวิจัย

3.2.1 ขอบเขตของการวิจัยด้านเนื้อหา

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้อ้างอิงหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2562 ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สาขาวิชาช่างยนต์ งานนิวเมติกส์และไฮดรอลิกส์ ประกอบด้วยเนื้อหาย่อย ได้แก่ หลักการทำงานของระบบนิวเมติกส์และไฮดรอลิกส์ ชนิดสัญลักษณ์โครงสร้างการทำงานของอุปกรณ์ การอ่าน การเขียนวงจร การต่อวงจรควบคุมทิศทาง วงจรปรับความเร็ว วงจรเรียงลำดับ วงจรหน่วงเวลา วงจรควบคุมด้วยมือ วงจรควบคุมโดยอัตโนมัติ และการบำรุงรักษาระบบนิวเมติกส์และไฮดรอลิกส์ ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการออกแบบและทำงานวิจัยทั้งสิ้น 4 มอดูล ดังนี้ 1) หลักการเบื้องต้นของระบบนิวเมติกส์ 2) วาล์วควบคุมทิศทาง 3) หลักการเขียนแผนภาพวงจรนิวเมติกส์พื้นฐาน และ 4) การจำลองการทำงานของระบบนิวเมติกส์

3.2.2 ขอบเขตของการวิจัยด้านกลุ่มเป้าหมายที่ศึกษา

นักเรียนที่กำลังศึกษาอยู่ในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 3 ที่เรียนวิชางานนิวเมติกส์และไฮดรอลิกส์ ในภาคการศึกษา 1/2565 แผนกวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคโนโลยีโออาร์พีซี จำนวน 36 คน

3.2.3 ขอบเขตของการวิจัยด้านตัวแปรที่ต้องศึกษา

ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัยนี้ ได้แก่ ตัวแปรต้น มอดูลการจัดการกิจกรรมการเรียนการสอนแบบห้องเรียนพลิกกลับสร้างทักษะการเรียนรู้แบบนำตนเอง กรณีศึกษารายวิชานิวเมติกส์และไฮดรอลิกส์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 3 ตัวแปรตาม คือ มอดูลกิจกรรมการเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้านฯ ที่ผ่านการประเมินหาคุณภาพของเครื่องมือวิจัยโดยผู้เชี่ยวชาญ คุณลักษณะที่พึงประสงค์ในการพัฒนาทักษะการเรียนรู้ด้วยตัวเองของผู้เรียนฯ และระดับความพึงพอใจของผู้เรียน

3.3 ขั้นตอนการวิจัย

การดำเนินงานวิจัยเริ่มจากการออกแบบมอดูลการจัดการกิจกรรมการเรียนการสอนแบบห้องเรียนพลิกกลับสร้างทักษะการเรียนรู้ด้วยตัวเอง 4 มอดูล ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ ออกแบบประเมินคุณลักษณะของผู้เรียน ออกข้อสอบก่อนเรียน-หลังเรียน และแบบประเมินความพึงพอใจของผู้เรียน เครื่องมือได้ออกแบบทั้งหมดการวิจัยครั้งนี้ผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน โดยมีรายละเอียดของเครื่องมือดังนี้

1. สร้างแบบกิจกรรมการเรียนรู้ (Teaching/ Learning approaches) โดยการออกแบบมอดูลการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบห้องเรียนพลิกกลับสร้างทักษะการเรียนรู้ด้วยตัวเอง 4 มอดูล เริ่มจากการหาความเชื่อมโยงเชิงโครงสร้างของรูปแบบการจัดการเรียนการสอนแบบห้องเรียนพลิกกลับผนวกกับเทคโนโลยีความรู้ในยุคปัจจุบัน และโครงสร้างการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ SOLO Taxonomy ใช้ในการออกแบบ ซึ่งแต่ละมอดูลใช้เวลาในการเรียนการสอน 4 ชั่วโมง/สัปดาห์/มอดูล

2. สร้างแบบประเมินคุณลักษณะของผู้เรียน (Self-directed learning assessment) ผู้วิจัยสร้างแบบประเมินชุดนี้เพื่อสะท้อนการจัดการเรียนรู้ของผู้เรียน ซึ่งสามารถแยกหรือแบ่งผู้เรียนออกเป็นระดับตามความสามารถ การให้คะแนนแบบรูบริก (Scoring rubric) เป็นเครื่องมือที่มีความชัดเจน สามารถแสดงเกณฑ์หรือคำอธิบายที่มีความเฉพาะเจาะจงตามคุณลักษณะของผู้เรียน (Brookhart, 2013, pp. 5-7) ใช้หลักเกณฑ์การให้คะแนนแบบแยกองค์ประกอบ (Analytic scoring rubrics) โดยให้ผู้เรียนประเมินตนเอง ผนวกกับผู้วิจัยหรือครูประจำการสอนเป็นผู้บันทึกข้อมูลทุกครั้งหลังจบการเรียนรู้

3. ข้อสอบก่อนเรียน-หลังเรียน (Pre-test/ Post-test) เป็นรูปแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ ต่อ แผนการจัดการเรียนรู้ รวม 4 มอดูล 80 ข้อ ซึ่งมีจุดประสงค์เพื่อวัดความรู้ ความจำ ความเข้าใจหลังจบการเรียนรู้ของแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้นำแบบวัดความรู้ทางสถิติให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาแล้วนำไปคำนวณหาดัชนีความสอดคล้อง Index of item objective congruence (IOC) ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

4. แบบประเมินความพึงพอใจของทั้ง 4 มอดูล งานวิจัยนี้ใช้แบบสอบถามประเมินความพึงพอใจแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้ ส่วนที่ 1 ประเมินผู้สอน/ สภาพแวดล้อม จำนวน 10 ข้อ และส่วนที่ 2 ประเมินมอดูล/ เอกสารประกอบกิจกรรมการสอน จำนวน 10 ข้อ โดยทุกข้อได้ผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ สถิติใช้ประเมินผลความพึงพอใจ คือ ค่าร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลตามขั้นตอน ดังนี้

1. เตรียมมอดูลการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบห้องเรียนพลิกกลับสร้างทักษะการเรียนรู้ด้วยตัวเอง ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น และสื่อการจัดการเรียนรู้สำหรับการจัดการเรียนรู้นอกห้องเรียน

2. ประชุมชี้แจงจุดประสงค์การเรียนรู้และรูปแบบการจัดการเรียนรู้ซึ่งดำเนินการตามแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน

3. ดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับรายวิชางานนิเวศน์และไฮดรอลิกส์ ด้วย 4 มอดูลการเรียนรู้ โดยมีขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 การวางแผน (Plan) ศึกษาปัญหาในชั้นเรียนแล้วพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้

ขั้นที่ 2 ขั้นปฏิบัติการ (Act) จัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามมอดูลการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบห้องเรียนพลิกกลับสร้างทักษะการเรียนรู้ด้วยตัวเอง

ขั้นที่ 3 ขั้นสังเกตการณ์ (Observe) ผู้วิจัยสังเกตการณ์ การทำกิจกรรมในห้องเรียนจากการทำใบงาน และกิจกรรมในชั้นเรียนของนักเรียน

ขั้นที่ 4 ขั้นสะท้อน (Reflect) ผู้เรียนสะท้อนตนเองโดยการใช้แบบประเมินคุณลักษณะของผู้เรียน ประเมินตนเอง และผู้วิจัยสังเกตการณ์สะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ ปัญหาและแนวทางแก้ไขลงในแบบประเมินคุณลักษณะของผู้เรียน

4. หลังเสร็จสิ้นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบห้องเรียนพลิกกลับสร้างทักษะการเรียนรู้ด้วยตัวเอง แต่ละมอดูลการเรียนรู้ ผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียนออนไลน์ทาง Quizizz เพื่อวิเคราะห์และเปรียบเทียบพัฒนาการตามระดับการเรียนรู้ของนักเรียนเป็นรายบุคคล



รูปที่ 2 แสดงลำดับการเก็บรวบรวมข้อมูล

4. ผลการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการสร้างมอดูลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนแบบห้องเรียนพลิกกลับสร้างทักษะการเรียนรู้ด้วยตัวเอง กรณีศึกษาวิทยานิพนธ์และไฮดรอลิกส์ โดยมีการวิเคราะห์ผลข้อมูลต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

4.1 ผลการหาคุณภาพแผนการสร้างทักษะการเรียนรู้แบบนำตนเองผ่านกิจกรรมแบบห้องเรียนพลิกกลับ

การหาคุณภาพแผนการสร้างทักษะการเรียนรู้แบบนำตนเองผ่านกิจกรรมแบบห้องเรียนพลิกกลับ ๆ โดยที่แต่ละมอดูลประกอบไปด้วยหัวข้อการประเมินทั้ง 3 ด้าน ดังนี้ 1. ด้านเนื้อหาของมอดูล 2. ด้านกิจกรรม/ รูปแบบแผนการจัดการเรียนรู้ และ 3. ด้านใบงาน/ ชุดสื่อที่ใช้ประกอบการเรียนรู้ของผู้เรียน แต่ละด้านประกอบไปด้วยข้อคำถามย่อย 5 ข้อ จากการวิเคราะห์การประเมินการหาประสิทธิภาพแผนฯ โดยผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Rating scale) ตามแบบของลิเคิร์ต (Likert) ดังแสดงในตารางที่ 1

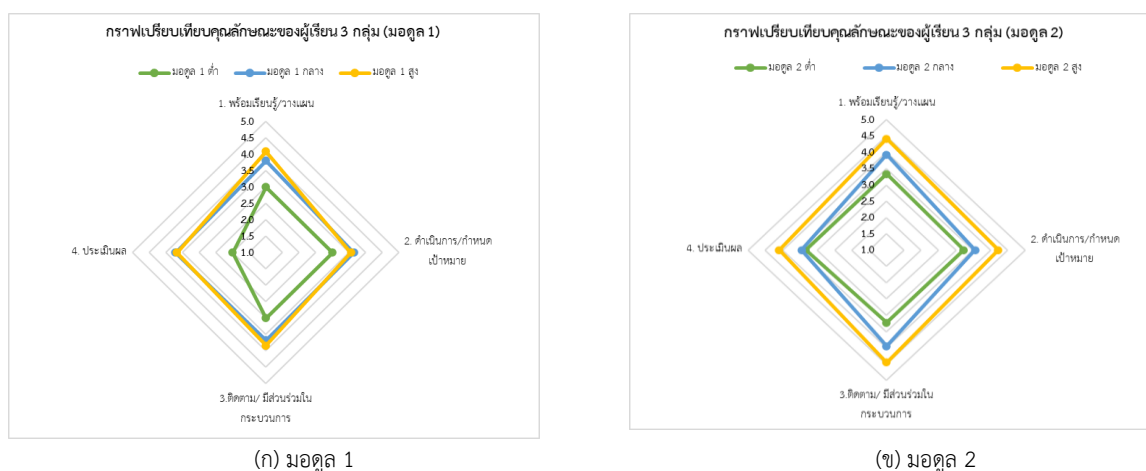
ตารางที่ 1 แสดงผลการหาคุณภาพแผนการสร้างทักษะการเรียนรู้แบบนำตนเองผ่านกิจกรรมแบบห้องเรียนพลิกกลับ

รายการประเมิน	$\bar{X}$	SD	ระดับคุณภาพ
1. ด้านเนื้อหาของมอดูล	4.62	0.44	ดีมาก
2. ด้านกิจกรรม/ รูปแบบแผนการจัดการเรียนรู้	4.75	0.41	ดีมาก
3. ด้านใบงาน/ ชุดสื่อที่ใช้ประกอบการเรียนรู้ของผู้เรียน	4.63	0.47	ดีมาก
สรุปผล	4.67	0.44	ดีมาก

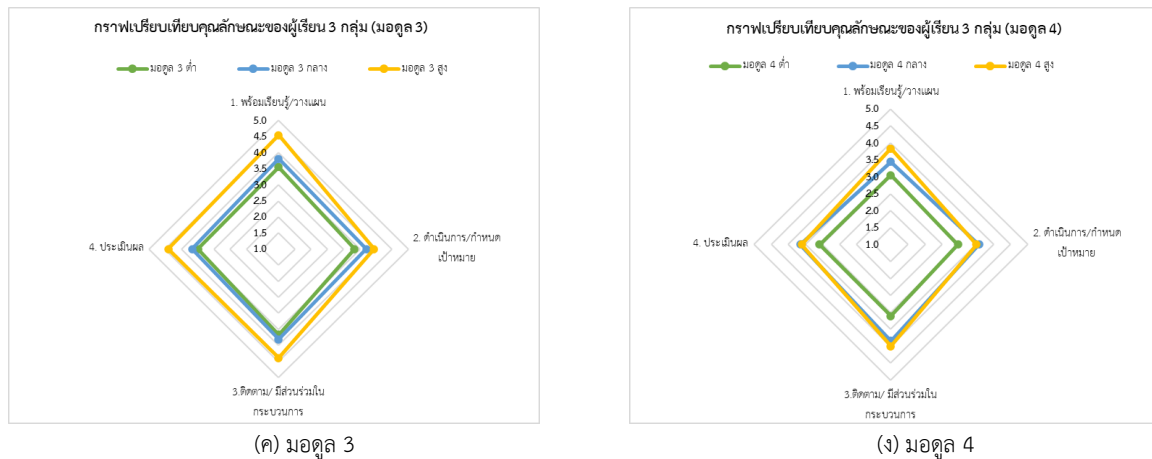
จากตารางที่ 1 ผลที่ได้จากการประเมินหาคุณภาพแผนการสร้างทักษะการเรียนรู้แบบนำตนเองผ่านกิจกรรมแบบห้องเรียนพลิกกลับ ๆ ตามหัวข้อการประเมินทั้ง 3 ด้าน ดังนี้ 1. ด้านเนื้อหาของมอดูล พบว่าผลอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X} = 4.62$, $SD = 0.44$) 2. ด้านกิจกรรม/ รูปแบบแผนการจัดการเรียนรู้ พบว่าผลอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X} = 4.75$, $SD = 0.41$) และ 3. ด้านใบงาน/ ชุดสื่อที่ใช้ประกอบการเรียนรู้ของผู้เรียน พบว่า ผลอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X} = 4.63$, $SD = 0.47$) ดังนั้นจากการประเมินหาคุณภาพแผนการสร้างทักษะการเรียนรู้แบบนำตนเองผ่านกิจกรรมแบบห้องเรียนพลิกกลับ ๆ ซึ่งประเมินโดยผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 5 ท่าน พบว่าผลการประเมินทั้ง 3 ด้าน อยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X} = 4.67$, $SD = 0.44$)

4.2 ผลการประเมินคุณลักษณะที่พึงประสงค์ในการพัฒนาทักษะการเรียนรู้ด้วยตัวเองของผู้เรียน โดยการประเมินและวิเคราะห์ตามคุณลักษณะของผู้เรียน (Self - directed Learning Assessment) ด้วยมอดูลการสร้างทักษะการเรียนรู้ด้วยตัวเองของผู้เรียนผ่านกิจกรรมแบบห้องเรียนกลับด้าน

4.2.1 ผลการประเมินคุณลักษณะของผู้เรียนเปรียบเทียบผู้เรียนกลุ่มต่ำ กลาง สูง ประเมินทั้ง 4 มอดูล โดยวิเคราะห์ผลตาม A Four-Step (Centre for Teaching Excellence, University of Waterloo, 2022, Online) และ Self-directed learning in practice: Four phases ของ Thornton (2013, pp. 59-77) ได้ประเมิน 4 ขั้นตอน ดังนี้ 1) วางแผน/พร้อมเรียนรู้ 2) ดำเนินการ/กำหนดเป้าหมาย 3) ติดตาม/มีส่วนร่วมในกระบวนการ 4) ประเมินผล สามารถสรุปเป็นกราฟดังรูปที่ 3



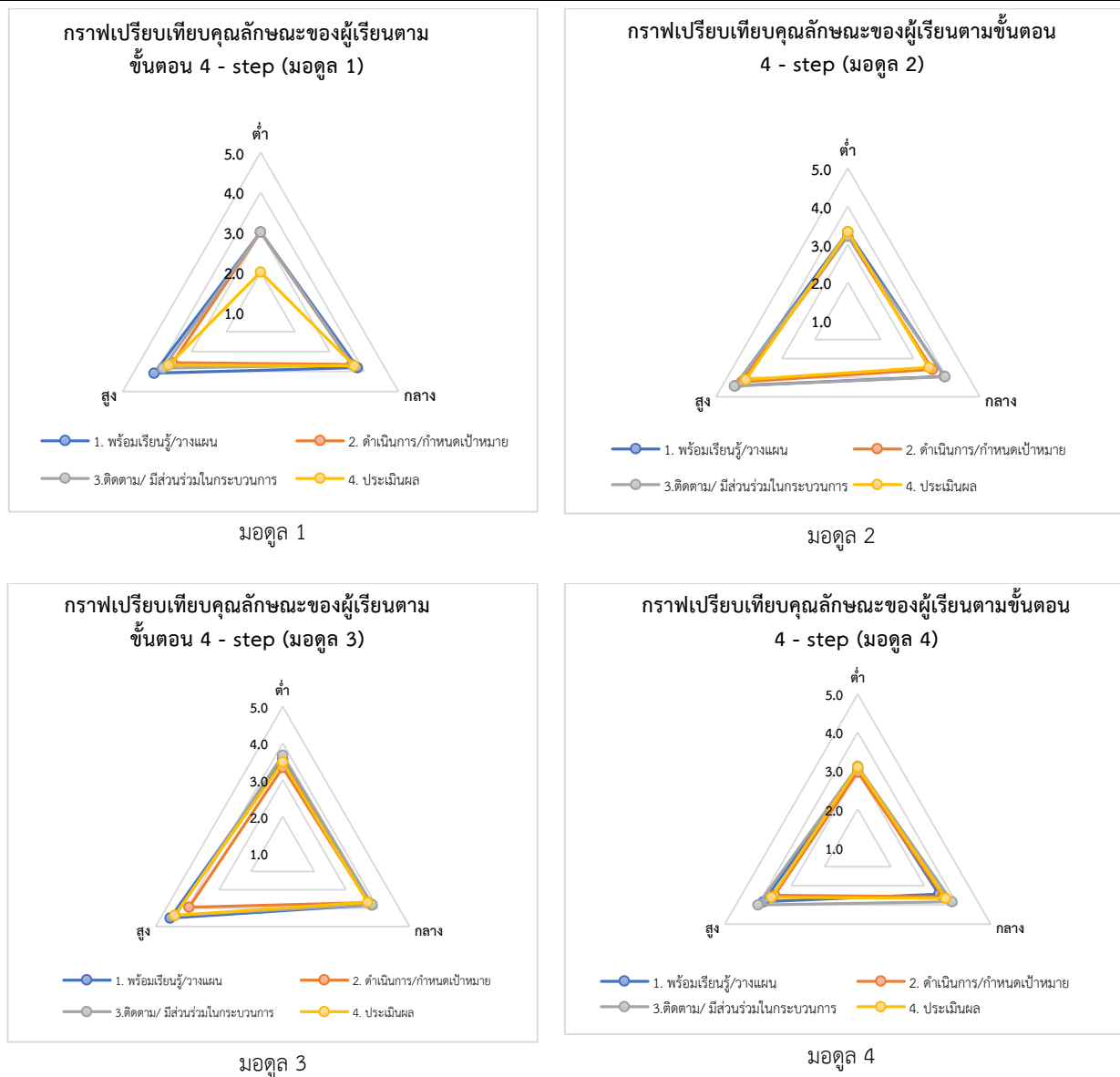
รูปที่ 3 แสดงผลการประเมินคุณลักษณะของผู้เรียน เมื่อวิเคราะห์ผลตาม A Four-Step ทั้ง 4 มอดูล



รูปที่ 3 (ต่อ) แสดงผลการประเมินคุณลักษณะของผู้เรียน เมื่อวิเคราะห์ผลตาม A Four-Step ทั้ง 4 มอดูล

จากรูปที่ 3 แสดงผลการประเมินคุณลักษณะของผู้เรียนโดยการแบ่งกลุ่ม ต่ำ กลาง สูง จากการจัดลำดับค่าเฉลี่ยของผลการประเมินคุณลักษณะของผู้เรียนด้วยประเด็นการประเมิน 15 ข้อย่อย เมื่อนำมาจัดกลุ่มและวิเคราะห์ผลตาม A Four-Step (Centre for Teaching Excellence, University of Waterloo, 2022, Online) และ Self-directed learning in practice: Four phases ของ Thornton (2013, pp. 59-77) ประเมิน 4 ขั้นตอน ในแต่ละมอดูลสามารถสรุปผลการประเมินของผู้เรียนได้ดังนี้ (ก) ผลการประเมินคุณลักษณะของผู้เรียนในมอดูล 1 ขั้นตอนที่ 1 พบว่า ในเรื่องของการวางแผน/ พร้อมเรียนรู้ พบว่า ผู้เรียนในกลุ่ม ต่ำ กลาง สูง คือ 3.0, 3.8, 4.1 คะแนนตามลำดับ ขั้นตอนที่ 2 พบว่า การกำหนดเป้าหมายและดำเนินการ กลุ่มต่ำ กลาง สูง คือ 3.0, 3.6, 3.6 คะแนน ตามลำดับ ขั้นตอนที่ 3 พบว่า การมีส่วนร่วมในกระบวนการติดตาม กลุ่มต่ำ กลาง สูง คือ 3.0, 3.7, 3.8 คะแนน ตามลำดับ ขั้นตอนที่ 4 พบว่า การประเมินผล กลุ่มต่ำ กลาง สูง คือ 2.0, 3.7, 3.7 คะแนน ตามลำดับ (ข) ผลการประเมินคุณลักษณะของผู้เรียนในมอดูล 2 ขั้นตอนที่ 1 พบว่า การวางแผนพร้อมเรียนรู้ กลุ่มต่ำ กลาง สูง คือ 3.3, 3.9, 4.4 คะแนน ตามลำดับ ขั้นตอนที่ 2 พบว่า การกำหนดเป้าหมายและดำเนินการ กลุ่มต่ำ กลาง สูง คือ 3.2, 3.6, 4.2 คะแนน ตามลำดับ ขั้นตอนที่ 3 พบว่า การมีส่วนร่วมในกระบวนการติดตาม กลุ่มต่ำ กลาง สูง คือ 3.2, 3.9, 4.4 คะแนน ตามลำดับ ขั้นตอนที่ 4 พบว่า การประเมินผล กลุ่มต่ำ กลาง สูง คือ 3.3, 3.5, 4.1 คะแนน ตามลำดับ (ค) ผลการประเมินคุณลักษณะของผู้เรียนในมอดูล 3 ขั้นตอนที่ 1 พบว่า การวางแผนพร้อมเรียนรู้ กลุ่มต่ำ กลาง สูง คือ 3.6, 3.8, 4.5 คะแนน ตามลำดับ ขั้นตอนที่ 2 พบว่า การกำหนดเป้าหมายและดำเนินการ กลุ่มต่ำ กลาง สูง คือ 3.3, 3.7, 3.9 คะแนนตามลำดับ ขั้นตอนที่ 3 พบว่า การมีส่วนร่วมในกระบวนการติดตาม กลุ่มต่ำ กลาง สูง คือ 3.7, 3.8, 4.4 คะแนน ตามลำดับ ขั้นตอนที่ 4 พบว่า การประเมินผล กลุ่มต่ำ กลาง สูง คือ 3.5, 3.7, 4.4 คะแนน ตามลำดับ (ง) ผลการประเมินคุณลักษณะของผู้เรียนในมอดูล 4 ขั้นตอนที่ 1 พบว่า การวางแผนพร้อมเรียนรู้ กลุ่มต่ำ กลาง สูง คือ 3.1, 3.4, 3.8 คะแนน ตามลำดับ ขั้นตอนที่ 2 พบว่า การกำหนดเป้าหมายและดำเนินการ กลุ่มต่ำ กลาง สูง คือ 3.0, 3.6, 3.5 คะแนน ตามลำดับ ขั้นตอนที่ 3 พบว่า การมีส่วนร่วมในกระบวนการติดตาม กลุ่มต่ำ กลาง สูง คือ 3.1, 3.8, 4.0 คะแนน ตามลำดับ ขั้นตอนที่ 4 พบว่า การประเมินผล กลุ่มต่ำ กลาง สูง คือ 3.1, 3.6, 3.6 คะแนน ตามลำดับ

4.2.2 ผลการประเมินคุณลักษณะของผู้เรียน (Self-directed learning assessment) ของผู้เรียนเปรียบเทียบพฤติกรรมของผู้เรียน กลุ่มต่ำ กลาง สูง ในแต่ละมอดูลจากการประเมินทั้งหมด 15 ข้อ ทั้ง 4 มอดูล ดังแสดงในรูปที่ 4



รูปที่ 4 แสดงผลการประเมินคุณลักษณะของผู้เรียน

จากรูปที่ 4 แสดงผลการประเมินคุณลักษณะของผู้เรียน เมื่ออ่านกราฟและวิเคราะห์แสดงให้เห็นว่า ผู้เรียนกลุ่มต่ำ กลาง สูง มีพัฒนาการไปในทิศทางที่ดีขึ้น มีแนวโน้มการประเมินเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ตามแบบประเมินทั้ง 15 ข้อ หรือ 4 ขั้นตอน เมื่อเทียบจากมอดูล 1 ไปมอดูล 4

4.3 ผลการวัดทักษะการเรียนรู้ของผู้เรียนจากการทำกิจกรรมนอกห้องเรียนและในห้องเรียน

ผลการวัดทักษะการเรียนรู้ของผู้เรียนจากการทำกิจกรรมนอกห้องเรียนและในห้องเรียน จากมอดูลการสร้างทักษะการเรียนรู้ด้วยตัวเองของผู้เรียนผ่านกิจกรรมแบบห้องเรียนกลับด้าน กรณีศึกษารายวิชางานนิเวศน์และไฮดรอลิกส์ ทั้ง 4 มอดูล แสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงผลสัมฤทธิ์การทำแบบฝึกหัดก่อน – หลังเรียน (7 กลุ่ม) รวม 36 คน

คะแนน	จำนวนผู้เรียน (N)	คะแนนเต็ม	$\bar{x}$	ร้อยละ	T	df	Sig.
แบบฝึกหัดก่อนเรียน	36	80	13.42	67.08	6.97	6	.00
แบบฝึกหัดหลังเรียน	36	80	17.00	85.01			

จากตารางที่ 2 แสดงผลการวัดทักษะการเรียนรู้ของผู้เรียนจากการทำกิจกรรมนอกห้องเรียนและในห้องเรียน จากการใช้มอดูลการสร้างทักษะการเรียนรู้ด้วยตัวเองของผู้เรียนผ่านกิจกรรมแบบห้องเรียนกลับด้าน กรณีศึกษารายวิชางานนิเวศน์และไฮดรอลิกส์ ในการทำแบบฝึกหัดก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการคำนวณค่าเฉลี่ยคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนจากคะแนนเต็ม 80 คะแนน โดยมีผู้เรียนทั้งหมด 36 คน จากผลการวิเคราะห์ พบว่า ผลการทำแบบฝึกหัดก่อนเรียน ร้อยละ 67.08 และผลการทำแบบฝึกหัดหลังเรียน ร้อยละ 85.01 แสดงให้เห็นว่า ผู้เรียนทั้ง 36 คน มีพัฒนาการทางการเรียนที่ดีขึ้นหลังจากการใช้มอดูลการสร้างทักษะการเรียนรู้ด้วยตัวเองของผู้เรียนผ่านกิจกรรมแบบห้องเรียนกลับด้าน กรณีศึกษารายวิชางานนิเวศน์และไฮดรอลิกส์ เป็นเครื่องมือในการเรียนการสอนครั้งนี้

4.4 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนที่เรียนด้วยแผนการสร้างทักษะการเรียนรู้แบบนำตนเองผ่านกิจกรรมแบบห้องเรียนพลิกกลับ กรณีศึกษารายวิชางานนิเวศน์และไฮดรอลิกส์

การประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนที่เรียนด้วยแผนการสร้างทักษะการเรียนรู้แบบนำตนเองผ่านกิจกรรมแบบห้องเรียนพลิกกลับ จำนวน 36 คน โดยแบบประเมินประกอบด้วย 2 ส่วน แต่ละส่วนประกอบด้วย 10 ข้อคำถาม และได้ผลการประเมินโดยสรุปดังแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 3 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียน

รายการ	$\bar{x}$	SD	ระดับคุณภาพ
ส่วนที่ 1 ประเมินผู้สอน/สภาพแวดล้อม	4.32	0.12	ดี
ส่วนที่ 2 ประเมินมอดูล/เอกสารประกอบกิจกรรมการสอน	4.30	0.08	ดี
สรุปรวม	4.31	0.10	ดี

ผลที่ได้จากการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนแบ่งเป็น 2 ส่วน ดังนี้ ส่วนที่ 1 ประเมินผู้สอน/สภาพแวดล้อม ซึ่งประกอบไปด้วยข้อคำถามย่อย 10 ข้อ พบว่าผลการประเมินเฉลี่ยแล้วอยู่ในระดับดี ($\bar{x} = 4.32$, $SD = 0.12$) และส่วนที่ 2 ประเมินมอดูล/เอกสารประกอบกิจกรรมการสอน ซึ่งประกอบไปด้วยข้อคำถามย่อย 10 ข้อ พบว่าผลการประเมินเฉลี่ยแล้วอยู่ในระดับดี ($\bar{x} = 4.30$, $SD = 0.08$) จากผลความพึงพอใจการใช้แผนการสร้างทักษะการเรียนรู้แบบนำตนเองผ่านกิจกรรมแบบห้องเรียนพลิกกลับฯ ทั้ง 2 ส่วน ดังกล่าวพบว่าผลการประเมินอยู่ในระดับดี ($\bar{x} = 4.31$, $SD = 0.10$)

5. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

ผลการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ จากข้อมูลในตารางที่ 1 พบว่า คุณภาพของมอดูลการสร้างทักษะการเรียนรู้ด้วยตัวเองของผู้เรียนผ่านกิจกรรมแบบห้องเรียนกลับด้าน กรณีศึกษารายวิชางานนิเวศน์และไฮดรอลิกส์อยู่ในระดับดีมาก ($\bar{x} = 4.67$, $SD = 0.44$) และจากผลการประเมินคุณภาพเครื่องมือรายข้อ ทั้ง 3 ด้าน ซึ่งมีค่าเฉลี่ยที่สูงดังนี้ ด้านเนื้อหาของมอดูล ในข้อ 1.3) ลำดับขั้นตอนในการนำเสนอเนื้อหา มอดูล อยู่ในเกณฑ์ดีมาก ($\bar{x} = 4.95$, $SD = 0.22$) ต่อมา ด้านกิจกรรม/ รูปแบบมอดูลการเรียนรู้ ในข้อ 2.2) วิธีการสอนลดการบรรยาย และทำให้บรรยายภาคในห้องเรียนผ่อนคลายเป็นเกณฑ์ดีมาก ($\bar{x} = 4.95$, $SD = 0.22$) และ ด้านใบงาน/ ชุดสื่อที่ใช้ประกอบการเรียนรู้ของผู้เรียน ในข้อ 3.2) ใบงาน/ สื่อที่ใช้ในกิจกรรมในห้องเรียน กระตุ้นให้ผู้เรียนกล้าแสดงความคิดเห็นในชั้นเรียน/ และหมั่นสะท้อนคิดด้วยตนเองอยู่ในเกณฑ์ดีมาก ($\bar{x} = 4.380$, $SD = 0.41$) แสดงให้เห็นว่า หากเราสร้างมอดูลให้มีการจัดลำดับขั้นตอนในการนำเสนอเนื้อหา บรรยาย การสร้างบรรยากาศในห้องเรียนผ่อนให้คลาย และการสร้างใบงาน/ สื่อที่ใช้ในกิจกรรมในห้องเรียน จะสามารถกระตุ้นให้ผู้เรียนกล้าแสดงความคิดเห็นในชั้นเรียนและศึกษาสืบค้นข้อมูลด้วยตนเอง สร้างนิสัยและทักษะความรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยการชี้นำตนเอง (Self-Directed Learning : SDL) เป็นการสร้างการศึกษาตลอดชีวิต และผลการประเมินคุณลักษณะที่พึงประสงค์ในการพัฒนาทักษะการเรียนรู้ด้วยตัวเองของผู้เรียน โดยการประเมินและวิเคราะห์ตามคุณลักษณะของผู้เรียน (Self-directed learning assessment) ด้วยมอดูลการสร้างทักษะการเรียนรู้ด้วยตัวเองของผู้เรียนผ่านกิจกรรมแบบห้องเรียนกลับด้าน กรณีศึกษารายวิชางานนิเวศน์และไฮดรอลิกส์ วิเคราะห์โดยการแบ่งกลุ่ม ต่ำ กลาง สูง จากการจัดลำดับค่าเฉลี่ยของผลการประเมินคุณลักษณะของผู้เรียนด้วยประเด็น

การประเมิน 15 ข้อย่อย แล้วเมื่อนำมาจัดกลุ่มและวิเคราะห์ผลตาม A Four-Step (Centre for Teaching Excellence, University of Waterloo, 2022, Online) และ Self-directed learning in practice: Four phases ของ Thornton (2013, pp. 59-77) ประเมิน 4 ขั้นตอน ในแต่ละมอดูลสามารถสรุปผลการประเมินของผู้เรียนได้ดังแสดงในกราฟรูปที่ 4.1 เมื่อวิเคราะห์ผลเชิงลึกจาก 4 ขั้นตอนทีวิเคราะห์ในแต่ละมอดูล พบว่า กราฟรูปภาพที่ 4.1(ก) ผลการประเมินคุณลักษณะของผู้เรียนในมอดูล 1 ผลการประเมินในขั้นตอนที่ 1 ในเรื่องของการวางแผน/ พร้อมเรียนรู้ ของผู้เรียนทั้งสามกลุ่มมีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดเมื่อเทียบกับจากที่ 4 ขั้นตอน ต่อมา กราฟรูปภาพที่ 4.1(ข) ผลการประเมินคุณลักษณะของผู้เรียนในมอดูล 2 ผลการประเมินในขั้นตอนที่ 1 ในเรื่องของการวางแผน/ พร้อมเรียนรู้ ของผู้เรียนทั้งสามกลุ่มมีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดเมื่อเทียบกับจากที่ 4 ขั้นตอน เช่นกัน ต่อมา กราฟรูปภาพที่ 4.1(ค) ผลการประเมินคุณลักษณะของผู้เรียนในมอดูล 3 ผลการประเมินในขั้นตอนที่ 1 ในเรื่องของการวางแผน/ พร้อมเรียนรู้ ของผู้เรียนทั้งสามกลุ่มมีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดเมื่อเทียบกับจากที่ 4 ขั้นตอน เช่นกัน และสุดท้าย กราฟรูปภาพที่ 4.1(ง) ผลการประเมินคุณลักษณะของผู้เรียนในมอดูล 4 ผลการประเมินในขั้นตอนที่ 1 ในเรื่องของการวางแผน/ พร้อมเรียนรู้ และขั้นตอนที่ 3 พบว่า การมีส่วนร่วมในกระบวนการติดตาม แสดงให้เห็นว่า การวางแผนที่ดีและแบ่งเวลาในการเรียนทฤษฎีและปฏิบัติได้ดีจะส่งผลให้การประเมินผลดีตามสอดคล้องกับ Sirapat and Jaturunn (2020, pp. 10-20) และ Krumsvik and Jones (2013, pp. 171-180) ผวนกับผู้สอนและผู้เรียนมีส่วนร่วมในการติดตามผลการเรียนอย่าง สม่าเสมอ จึงสามารถปรับปรุงหรือเพิ่มเติมส่วนที่ขาดหายได้ทันที และนักเรียนกลุ่มนี้จะเข้าถึงครูผู้สอนได้มากขึ้น ช่วยให้ปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนกับครูมีมากขึ้น และส่งเสริมนักเรียนให้พัฒนาความคิดอย่างเป็นระบบสามารถเชื่อมโยงการเรียนรู้ได้ด้วยตนเองเกิดพฤติกรรม “รู้แล้ว รู้เลย” และผลการประเมินความพึงพอใจ ดังแสดงข้อมูลในตารางที่ 3 พบว่าอยู่ในระดับดี ($\bar{x} = 4.31$, $SD = 0.10$) แสดงให้เห็นว่าผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้แผนการสร้างทักษะการเรียนรู้ด้วยตัวเองของผู้เรียนผ่านกิจกรรมแบบห้องเรียนกลับด้านกรณีศึกษากรณีศึกษา รายวิชานิวเมติกส์และไฮดรอลิกส์

จากข้อมูลสามารถอธิบายผลการวิจัยดังนี้ เนื่องจากผู้วิจัยได้เตรียมเนื้อหาบทเรียนในหลายลักษณะ เช่น กิจกรรมก่อนเรียน-หลังเรียน แบบฝึกหัดก่อนเรียน-หลังเรียน คำถามระหว่างการบรรยายในห้องเรียน แบบทดสอบก่อนและหลังเรียน ซึ่งทุกส่วนได้สอดคล้องและเชื่อมโยงระหว่างกันทำให้ผลการประเมินสื่ออยู่ในระดับดีมาก ณ ช่วงเวลาที่ผู้วิจัยทำการเก็บรวบรวมข้อมูล ผลการวิจัยพบปัญหากลุ่มตัวอย่าง ผู้เรียนในห้องติดเชื่อโควิดมากกว่า 30% จึงต้องปรับเป็นการเรียนการสอนออนไลน์ 2 สัปดาห์ เพื่อให้ผู้เรียนรักษาตัวและสังเกตอาการของผู้เรียนคนอื่น ๆ แต่ถือว่าเป็นโอกาสที่ดีที่ผู้วิจัยได้นำเครื่องมือที่สร้างมาปรับใช้ในรูปแบบออนไลน์ 100% เนื่องด้วยเครื่องมือที่ผู้วิจัยสร้างเตรียมเนื้อหาบทเรียนในหลายลักษณะ จึงไม่ได้เป็นอุปสรรคในการเรียนการสอน เมื่อผู้เรียนใช้มอดูลการสร้างทักษะการเรียนรู้ด้วยตัวเองของผู้เรียนผ่านกิจกรรมแบบห้องเรียนกลับด้านกรณีศึกษากรณีศึกษารายวิชานิวเมติกส์และไฮดรอลิกส์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นผู้เรียนมีพฤติกรรมและพัฒนาการในการเรียนรู้ด้วยตนเองตามที่ผู้วิจัยมุ่งหวังไปในทิศทางที่ดีขึ้นเรื่อย ๆ สอดคล้องกับ Lapkhuntod et al. (2021, pp. 1-11) และสอดคล้องกับ Boonrid and Sumirattana (2019, pp. 109-118) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านทำให้นักเรียนใช้เวลานอกชั้นเรียนเพื่อศึกษาเนื้อหาและทฤษฎีบทผ่านสื่อที่ครูจัดเตรียมไว้อย่างยืดหยุ่น เมื่อผู้สอนเกริ่นนำเข้าสู่ห้องเรียน โดยการเปิดคลิปวิดีโอที่มอบหมายให้ผู้เรียนทำกิจกรรมกลุ่มพร้อมใบงานก่อนเริ่มการบรรยายในชั้นเรียน พฤติกรรมของผู้เรียนที่ผู้วิจัยเห็นได้ชัดคือ ครั้งแรกของการเก็บผลการวิจัยในมอดูล 1 ผู้เรียนมีความสับสน มึนงงและแยกกันถามเยอะมาก เช่น เราเรียนแบบใหม่ทำไมหอรครับ? ปฏิบัติเลยไม่ได้หรือครับ? คลิปวิดีโออย่างไรหอรครับ? หาข้อมูลอื่น ๆ จากไหนหอรครับ? เป็นต้น เพราะเป็นการเรียนการสอนที่แตกต่างจากปกติที่ผู้เรียนเคยเรียนมา พอผ่านมาเป็นการเก็บผลวิจัย มอดูล 2 ยังคงมีคำถามและข้อสงสัยต่าง ๆ จากผู้เรียนอยู่ แต่เป็นคำถามที่ต่างจากครั้งแรก เพราะผู้เรียนเริ่มเข้าใจกระบวนการเรียนหรือกิจกรรมที่ผู้สอนใช้กับตนแล้ว ดังนั้นคำถามที่เกิดขึ้นจึงเป็นคำถามที่สะท้อนพฤติกรรมผู้เรียนได้ดีมาก เช่น ครูครับผมนำเสนอคลิปวิดีโอของกลุ่มโดยใช้สื่อบทเรียนธรรมดา ได้หรือไม่ครับ? ต่อมาที่การเก็บผลวิจัย มอดูล 3 และ 4 ผู้วิจัย แทบไม่ต้องชี้แจงขั้นตอนการทำกิจกรรมเลย ผู้วิจัยสามารถมอบใบงานและมอบหมายกิจกรรมให้ผู้เรียนได้เลยหลังจากนั้น ผู้เรียนจับกลุ่มตามเดิมแบ่งหน้าที่กันทำงาน มีถกเถียงกัน สอบถามกันทั้งในกลุ่มเดียวกันและระหว่างกลุ่มอื่น ๆ เมื่อสมาชิกมีความคิดเห็นไม่ตรงกัน แสดงให้เห็นว่า เครื่องมือวิจัยที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นมีความเหมาะสมและผู้เรียนสามารถทำงานหรือกิจกรรมตามที่ได้รับมอบหมายได้เป็นอย่างดีโดยมีครูเป็นผู้กำกับ ติดตาม ตรวจสอบ ทำให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติอย่างหลากหลายวิธีตามที่ตนเองสนใจและท้าทายความสามารถในการแสดงออกของผู้เรียน ซึ่งสอดคล้อง Palee and Kamol (2020, p. 115) ที่ระบุว่า การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองผ่านการทำงานที่ท้าทาย ทำให้นักเรียนได้แสดงแนวคิดที่หลากหลายในชั้นเรียนที่ส่งผลให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้และพัฒนาการของตนเอง มีพัฒนาการทางการเรียนที่ดีขึ้นหลังจากการใช้ มอดูลการสร้างทักษะการเรียนรู้ด้วยตัวเอง

ของผู้เรียนผ่านกิจกรรมแบบห้องเรียนกลับด้าน กรณีศึกษารายวิชางานนิเวศน์และไฮดรอลิกส์ ซึ่งสอดคล้องกับ ประโยชน์ของห้องเรียนกลับด้านที่ Bergmann and Sams (2012, p. 1-20) และ Panich (2013, p. 28) กล่าวว่า การนำเทคโนโลยีมาใช้กับนักเรียนเพื่อให้สามารถเรียนและทบทวนนอกเวลา และเพิ่มการทำกิจกรรมที่ฝึกการคิดในระดับสูงและเพิ่มปฏิสัมพันธ์ในชั้นเรียน ซึ่งช่วยส่งเสริมพัฒนาการให้นักเรียนสามารถเรียนได้ตามศักยภาพของตนเอง สอดคล้องกับ Jariya (2019, pp. 1-19) และ Phichet (2016, pp. 53-61) กล่าวว่า การเรียนรู้ที่เกิดขึ้นสามารถพัฒนาความเป็นตัวของตัวเอง ความเป็นอิสระในการเรียน และมีความรับผิดชอบต่องานเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ อีกทั้งการเรียนรู้แบบนำตนเองจะทำให้ ผู้เรียนได้พัฒนาความสามารถให้สอดคล้องกับระบบการศึกษาใหม่ ทำให้ผู้เรียนสามารถดำรงชีวิตอยู่ในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงได้อย่างมีความสุขอย่างค่าพูดที่กล่าวว่า “รู้แล้ว รู้เลย”

6. ข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการนอกชั้นเรียนและในชั้นเรียน ซึ่งการวิจัยครั้งนี้เป็นการเรียนการสอนในรายวิชาปฏิบัติที่ครูผู้สอนสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในรายวิชาอื่น ๆ ที่เหมาะสม หรือเป็นวิธีการสอนเสริม โดยเน้นการเรียนรู้แบบผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง (Active learning) สามารถออกแบบกิจกรรมใบงานเป็นการให้คำถามปลายเปิดและสื่อในการช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสงสัยหรือสนใจต้องการที่จะหาคำตอบ โดยที่ผู้เรียนสามารถเรียนรู้นอกเวลาเรียนและเรียนที่ไหนก็ได้ตามความสะดวกเป็น การสร้างทักษะเรียนรู้ด้วยตัวเองของผู้เรียนให้เกิดขึ้นเกิดการซึมซับเป็นนิสัยแห่งการเรียนรู้ การนำผลการวิจัยไปใช้ควรพิจารณาความแตกต่างและปรับให้เหมาะสมกับบริบทของห้องเรียน และนักเรียนที่นำไปใช้ การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้เตรียมเนื้อหาบทเรียนในหลายลักษณะ เช่น กิจกรรมก่อนเรียน-หลังเรียน แบบฝึกหัดก่อนเรียน-หลังเรียน คำถามระหว่างการบรรยายในห้องเรียนแบบทดสอบก่อนและหลังเรียน แม้ว่าช่วงเวลาที่ผู้วิจัยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลพบปัญหากลุ่มตัวอย่าง ผู้เรียนในห้องติดเชื้อโควิดมากกว่า 30% จึงต้องปรับเป็นการเรียนการสอนออนไลน์ 2 สัปดาห์ เพื่อให้ผู้เรียนรักษาตัวและสังเกตอาการของผู้เรียนคนอื่น ๆ แต่ถือว่าเป็นโอกาสที่ดีที่ผู้วิจัยได้นำเครื่องมือที่สร้างมาปรับใช้ในรูปแบบออนไลน์ 100% เนื่องจากเครื่องมือที่ผู้วิจัยสร้างเตรียมเนื้อหาบทเรียนในหลายลักษณะจึงไม่ได้เป็นอุปสรรคในการเรียนการวิจัยครั้งนี้ และการทำวิจัยครั้งถัดไปควรศึกษาเครื่องมือที่มีความเหมาะสมเพิ่มเติม เพื่อให้สามารถสะท้อนพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนในรายวิชาที่นำมาวิจัยเป็นจริงและชัดเจนยิ่งขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

การจัดการเรียนรู้โดยใช้แผนการสร้างทักษะการเรียนรู้ด้วยตัวเองของผู้เรียนผ่านกิจกรรมแบบห้องเรียนกลับด้านกรณีศึกษากรณีศึกษารายวิชานิเวศน์และไฮดรอลิกส์ ในครั้งนี้ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ ผศ.ดร.อนุศิษฐ์ อันมานะตระกูล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ให้คำแนะนำ และข้อเสนอแนะในการดำเนินการวิจัยครั้งนี้จนแล้วเสร็จ ขอขอบพระคุณคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ทุกท่าน ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำ ตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ จนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความถูกต้องสมบูรณ์ และขอบคุณผู้ทรงคุณวุฒิที่ได้กรุณาช่วยเหลือให้คำแนะนำ ตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องของเครื่องมือในการวิจัย ให้มีคุณภาพและมีความเหมาะสมต่อการวิจัยครั้งนี้ ทั้งนี้ผู้วิจัยได้รับประกาศนียบัตรรับรองการเข้าอบรมจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ ที่จัดอบรมออนไลน์ขึ้นโดยสำนักบริหารงานวิจัยและนวัตกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี เลขที่ ใบประกาศฯ (KMUTT- IRB (S) – 65 - 0731) คุณค่าและประโยชน์ใด ๆ อันพึงมีจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบให้แก่ บิดา มารดา และครูอาจารย์ทุกท่าน ด้วยความเคารพยิ่ง หากมีข้อผิดพลาดประการใด ผู้วิจัยขออภัยมา ณ ที่นี้ด้วย

เอกสารอ้างอิง

- Bergmann, J., & Sams, A. (2012). *Flip your classroom: Reach every student in every class every day*. International Society for Technology in Education (ISTE) and the Association for Supervision and Curriculum Development (ASCD).
- Biggs, J. B., & Collis, K. F. (1982). *Evaluating the quality of learning: The SOLO taxonomy (structure of observed learning outcome)*. Academic Press.
- Brookhart, S. (2013). *How to create and use rubrics for formative assessment and grading*. ASCD.
- Boonrid, P., & Sumirattana S. (2019). A study of mathematics learning achievement and geometric thinking on circular of Mathayomsuksa 3 students learning by using the Geometer's Sketchpad Program (GSP) with concept of flipped classroom activities. *Journal of Industrial Education*, 18(1), 109–118. (in Thai)
- Centre for Teaching Excellence, University of Waterloo. (2022). *Self-directed learning: A four-step process*. <https://uwaterloo.ca/centre-for-teaching-excellence/teaching-resources/teaching-tips/tips-students/self-directed-learning/self-directed-learning-four-step-process>
- Goedpum, N., Tungkunan, P., & Pimdee, P. (2019). The psychomotor achievement of flipped classroom with e-learning on machanic electric and electronic. *Journal of Industrial Education*, 18(3), 224-231. (in Thai)
- Hiemstra, R. (2013). Self-directed learning: Why do most instructors still do it wrong? *International Journal of Self-Directed Learning*, 10(1), 23-45.
- Hiemstra, R., & Brockett, R. G. (1994). From behaviorism to humanism: Incorporating self-direction in learning concepts into the instructional design process. In: H. B. Long (Ed.), *New ideas about self-directed learning* pp. 59-80.
- Jariya, T. (2019). Self-Directed Learning Characteristic of Undergrad Student, Faculty of Education, Bunditpatanasilapa Institute. *Journal of Learning Innovation, Faculty of Education at Bunditpatanasilapa Institute*, 5(1), 1-9. (in Thai)
- Krumsvik, R., & Jones, L. (2013). Teacher's digital competence in upper secondary School. Paper session presented at the International conference at Information Communication Technologies in Education, Crete.
- 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)
- Meearsa, J., Ponkum, S., Pinit, P., Anmanatarkul, A., & Jiracheewanun, S. (2022). Impact of constructive alignment and assessment in outcome base education on students' learning: Case study of automotive course. *Journal of Industrial Education*, 21(2), 55-65. (in Thai)
- Panich, V. (2013). *Teacher for students create flipped classroom* (2nd ed.). S.R. Printing Mass Product. (in Thai)
- Palee, P., & Kamol, N. (2020). Classroom action research for promoting statistical thinking of Grade 7 students by using the five practices. *Journal of Education Research Faculty of Education, Srinakharinwirot University*, 15(2), 105-117. (in Thai)

- Phengsoy, N., & Nokkaew, A. (2022). Alternative instructional strategies: Flipped classroom and Mathematical task practices. *Journal of Industrial Education*, 21(2), 74-85. (in Thai)
- Phichet .K, (2016). Role of e-Learning with Self-directed learning. *TUH Journal online Volume*, 1(1). (in Thai)
- Sajjaboriboon, T. (2021). Courseware according to a U-learning model for flipped classroom model with KWDL technique by collaborative learning using project-based learning. *Journal of Yala Rajabhat University*, 16(1), 89-99. (in Thai)
- Sinthon, S., & Bureekhampun, S. (2020). The study and designing of Self-Directed Learning (SDL) skills enhancement activities for 10th Grade students in a technical subject. *Journal of Industrial Education*, 19(3), 21-31. (in Thai)
- Sirapat, J., & Jaturunn, C. (2020), pp. 10-20). A Study of the Needs for Teaching Instructional Media for Hydraulics and Pneumatics Course of Students, Faculty of Industrial Education, Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi. *Journal of Nakhon Si Thammarat Rajabhat University*, 12(3), 10-20. (in Thai)
- Talangwit, J. (2019). Self-directed learning characteristic of undergrad student, Faculty of Education, Bunditpatanasilapa Institute. *Walailak Journal of Learning Innovations*, 5(1), 1-19. (in Thai)
- Thornton, K. (2013). Supporting self-directed learning: A framework for teachers. In R. Stroupe & K. Kimura (Eds.), *Research and practice in English language teaching in Asia* (pp. 59-77). Language Education Asia.

การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมทักษะการทดลองทางวิทยาศาสตร์ เรื่องเซลล์ไฟฟ้าเคมี
จากน้ำผลไม้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

DEVELOPMENT OF THE LEARNING ACTIVITY PACKAGE TO ENHANCE SCIENCE
EXPERIMENTAL SKILLS ON THE ELECTROCHEMICAL CELL FROM FRUIT JUICE FOR
9th GRADE STUDENTS

น้ำฝน คูเจริญไพศาล* ศุทธดา หมั่นแก้ว และสิตหทัย ลิเอกวรรณเจริญ
Numphon Koocharoenpibal*, Sutthada Mankaew, and Sitahathai Lieagwanjarean

E-mail: numphon@g.swu.ac.th*, sutthada.mankaew@g.swu.ac.th, and
sitahathai.pim@g.swu.ac.th

Received: September 1, 2023

Revised: September 14, 2023

Accepted: October 16, 2023

ABSTRACT

This research was to develop the learning activity package that enhance science experimental skills on the electrochemical cell from fruit juice for 9th grade students and study the implementation of the learning activity package consisting of comparing the students' science experimental skills between before and after learning, and studying the students' science experimental skills comparing the mean score during learning with the 70% criteria of scores. A quasi-experimental research of one-group pretest-posttest design was used in this study. The sample group was one classroom of 9th grade students by cluster random sampling (N = 33). The research tools consisted of: 1) the learning activity package to enhance science experimental skills on the electrochemical cell from fruit juice, 2) the students' work assessment form, and 3) the test of science experimental skills. The statistics for data analysis were mean, standard deviation, percentage, t-test for dependent sample, and t-test for one sample. The results showed that 1) the quality of learning activity package verified by experts was at level of very good, 2) the mean scores of science experimental skills of posttest were higher than those of pretest at the statistically significant .01 level, and 3) the science experimental skills of students have mean scores during learning at 77.67%, which was higher than the 70% criteria at the statistically significant .01 level.

Keywords: Electrochemical cell, Experimental skills, Learning activity package, Science learning

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

ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ กรุงเทพมหานคร 10110

Department of General Science, Faculty of Science, Srinakharinwirot University, Bangkok 10110 Thailand

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้พัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมทักษะการทดลองทางวิทยาศาสตร์เรื่องเซลล์ไฟฟ้าเคมีจากน้ำผลไม้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และศึกษาผลการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมทักษะการทดลองทางวิทยาศาสตร์ โดยเปรียบเทียบทักษะการทดลองทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน และ ศึกษาทักษะการทดลองทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนจากการปฏิบัติกิจกรรมระหว่างเรียนโดยเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยระหว่างเรียนกับเกณฑ์คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 70 ที่กำหนด การวิจัยนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลองแบบกลุ่มเดียวที่มีการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน และมีการเก็บข้อมูลคะแนนการปฏิบัติกิจกรรมระหว่างเรียนร่วมด้วย กลุ่มตัวอย่างที่ใช้คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 1 ห้องเรียน มีนักเรียน 33 คน ได้จากการสุ่มแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมทักษะการทดลองทางวิทยาศาสตร์เรื่องเซลล์ไฟฟ้าเคมีจากน้ำผลไม้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 2) แบบประเมินผลงานการสร้างแบบจำลองเซลล์ไฟฟ้าเคมีจากน้ำผลไม้ และ 3) แบบวัดทักษะการทดลองทางวิทยาศาสตร์ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ประกอบด้วย ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ร้อยละ ค่าสถิติแบบ t-test for dependent sample และค่าสถิติแบบ t-test for one sample ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลการประเมินคุณภาพของชุดกิจกรรมโดยผู้เชี่ยวชาญอยู่ในระดับมากที่สุด 2) ทักษะการทดลองทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ 3) ทักษะการทดลองทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระหว่างเรียนมีคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 77.67 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ที่กำหนดไว้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

คำสำคัญ: เซลล์ไฟฟ้าเคมี, ทักษะการทดลอง, ชุดกิจกรรมการเรียนรู้, การเรียนรู้วิทยาศาสตร์

1. บทนำ

วิธีการจัดการเรียนรู้ในปัจจุบันต้องการส่งเสริมให้สถานศึกษานำหลักสูตรฐานสมรรถนะไปปฏิบัติ โดยจัดการเรียนรู้ให้ผู้เรียนเรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติจริง และเน้นพัฒนาสมรรถนะผู้เรียนเป็นสำคัญ เพื่อยกระดับคุณภาพของการศึกษา สอดคล้องกับแผนการปฏิรูปประเทศด้านการศึกษาที่เน้นพัฒนาการเรียนรู้สู่การเรียนรู้ฐานสมรรถนะ ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนรู้มีส่วนร่วมในการลงมือปฏิบัติและเรียนรู้ด้วยตนเอง ซึ่งในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นมีจุดเน้นมุ่งต่อยอดการเรียนรู้เพื่อเน้นทักษะพื้นฐานทางการเรียนรู้และการดำรงชีวิต เพื่อพัฒนาคุณภาพการศึกษาที่อยู่ในระดับค่อนข้างต่ำให้สูงขึ้น (Office of the National Economic and Social Development Council [NESDC], 2021; 2023, Online) การจัดการเรียนรู้เชิงรุก (Active learning) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ด้วยตนเอง รวมถึงมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนและผู้สอน ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะการเรียนรู้ด้านต่าง ๆ และกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนให้มีความสุขกับการเรียน (Chomchunjai et al., 2022, p. 107; Netrthanon, 2020, p. 109) การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ค้นพบความรู้ด้วยตนเอง เพื่อฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และได้ค้นหาความรู้จากกระบวนการสืบเสาะจากวิธีการสังเกต การสำรวจตรวจสอบ และการทดลอง โดยนำผลที่ได้มาจัดระบบเป็นหลักการ แนวคิด และองค์ความรู้ เพื่อนำความรู้ ความเข้าใจในวิชาวิทยาศาสตร์ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิต (Office of the Basic Education Commission [OBEC], 2017, p. 3) จากข้อมูลโครงการประเมินผลนักเรียนร่วมกับนานาชาติ หรือ PISA ในปี 2018 ที่มีการประเมินวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งกลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนอายุ 15 ปี พบว่าคะแนนเฉลี่ยวิทยาศาสตร์ของนักเรียนไทยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 426 ซึ่งต่ำกว่าค่าเฉลี่ย OECD ที่มีค่า 489 (OECD คือ Organization for Economic Co-Operation and Development) ซึ่งเห็นว่าความสามารถ ด้านการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนยังต้องได้รับการพัฒนาปรับปรุง ซึ่งการประเมินของ PISA ให้ความสำคัญกับความสามารถในการนำความรู้และทักษะไปใช้ได้จริงในชีวิตและการทำงานในอนาคต นักเรียนเรียนรู้ทฤษฎีและแนวคิดพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์มาน้อยเพียงใด มีสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ และสามารถแก้ปัญหาในชีวิตจริงที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้ดีเพียงใด ผลการประเมินในหมวดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์เป็นเรื่องที่สาคลให้มีความสำคัญ เพราะถือว่าเป็นตัวชี้บอถึงความสามารถในการใช้ความรู้และทักษะกระบวนการวิทยาศาสตร์ในชีวิตจริง ซึ่งนักเรียนไทยเกือบร้อยละ 50 มีสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ไม่ถึงระดับพื้นฐานจึงชี้ให้เห็นถึงปัญหาของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น (Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology [IPST], 2021, pp. 19-20) จากผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติด้านพื้นฐาน (O-NET) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2564 รายวิชาวิทยาศาสตร์ พบว่า นักเรียนได้คะแนนเฉลี่ย ร้อยละ 31.45 ซึ่งคะแนนเฉลี่ยรายวิชาวิทยาศาสตร์

มีคะแนนต่ำกว่าร้อยละ 50 เนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่ผ่านมายังไม่ประสบผลสำเร็จเท่าที่ควร ซึ่งถือว่าอยู่ในเกณฑ์ไม่น่าพึงพอใจ (National Institute of Educational Testing Service [NIETS], 2021, Online) ผู้วิจัยจึงต้องการพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้อิวิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมวิทยาศาสตร์ด้วยตนเอง เพื่อพัฒนาทักษะการทดลองทางวิทยาศาสตร์

ทักษะการทดลองทางวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งจำเป็นต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ เนื่องจากนักเรียนจะได้คิด ปฏิบัติ ศึกษา ค้นคว้าทดลอง และฝึกฝนการใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ให้ได้มาซึ่งความรู้โดยการปฏิบัติและฝึกการคิดอย่างเป็นระบบ ฝึกการแก้ปัญหา และแสวงหาความรู้ใหม่ ผู้เรียนควรพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้เป็นนักสำรวจ นักคิด นักแก้ปัญหา มีพฤติกรรมที่ชอบการเรียนรู้แบบลงมือปฏิบัติและสามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองได้ (Longpoh & Wutchana, 2022, p. 242) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีความสำคัญอย่างมากในการจัดการเรียนรู้อิวิทยาศาสตร์ ดังนั้น นักเรียนควรได้รับการฝึกฝน ค้นคว้า และทดลองด้วยตนเอง ซึ่งจะส่งผลให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น (Sedrit et al., 2020, pp. 29-30) การจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมเป็นการเรียนรู้ที่ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการค้นคว้า ปฏิบัติการทดลองด้วยตนเอง และมีครูเป็นผู้ให้คำปรึกษา ทำให้ผู้เรียนเกิดความสุข ความภาคภูมิใจ ในผลงานของตนเอง และส่งผลให้มีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ในระดับมาก (Sopha et al., 2018, p. 111) ชุดกิจกรรมมีประโยชน์ต่อการจัดการเรียนการสอนเนื่องจากช่วยให้นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมตามขั้นตอนได้อย่างเป็นระบบ มีการใช้สื่อการสอนที่หลากหลาย ช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนมีความสนใจและอยากเรียนรู้ การปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง ทำให้พัฒนากระบวนการคิด และทำงานตามความสามารถตนเองได้เต็มตามศักยภาพ ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Tebumroon, 2018, pp. 95-108) การเรียนด้วยชุดกิจกรรมเป็นการจัดการกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง ได้มีส่วนร่วมในการเรียนรู้ โดยครูมีหน้าที่เตรียมกิจกรรมการเรียนรู้ คอยแนะนำผู้เรียนหากผู้เรียนมีข้อสงสัย เพื่อให้ผู้เรียนสามารถแสดงศักยภาพในการเรียนรู้ของตนเองออกมาอย่างเต็มที่ (Ngamprakhon et al., 2018, p. 78)

Phakdeevong and Watchana (2021, pp. 113-126) ได้ศึกษาวิจัยการใช้ชุดกิจกรรมการทดลองและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าก่อนใช้ชุดกิจกรรม เนื่องจากเป็น การจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ นักเรียนได้เรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติ สื่อที่ใช้เป็นสื่อที่เป็นรูปธรรมมีความหลากหลาย มีความเหมาะสมกับวัย เนื้อหา และความแตกต่างระหว่างบุคคล นักเรียนได้สืบค้นความรู้และฝึกปฏิบัติด้วยตนเอง อย่างเป็นขั้นตอน มีครูคอยเสนอแนะ และเปิดโอกาสให้แลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเพื่อนในห้อง Chema (2020, pp. 41-54) ได้ศึกษาวิจัยและพบว่าการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ โดยใช้ชุดกิจกรรมการทดลองทางวิทยาศาสตร์ ทำให้ผู้เรียนฝึกความสามารถ ในการใช้เครื่องมือ วัสดุและอุปกรณ์ ในการปฏิบัติกิจกรรมการทดลอง และหาข้อสรุปผลการทดลอง นักเรียนได้เรียนรู้และรู้จัก การคิดหาเหตุผลจากการลงมือปฏิบัติสิ่งต่าง ๆ ด้วยตนเอง เกิดเป็นองค์ความรู้ของตนเอง โดยมีครูเป็นผู้ชี้แนะและสนับสนุน คอยช่วยเหลือในกรณีที่กิจกรรมที่เหมาะสมกับวัย งานวิจัยของ Koocharoenpisal et al. (2022, p. 103) ได้พัฒนาชุด กิจกรรมวิทยาศาสตร์เรื่องสร้างสรรค์สิ่งประดิษฐ์จากดินญี่ปุ่น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า ผลการเรียนรู้ของ นักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ มีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ที่กำหนด เนื่องจากนักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงผ่านการเรียนด้วยกระบวนการกลุ่ม มีกิจกรรมให้ผู้เรียนได้สืบค้นข้อมูลและเรียนรู้ด้วยตนเอง แลกเปลี่ยนความคิด เพื่อวิเคราะห์ผลการทดลอง บันทึกผลการทดลอง และนักเรียนได้ออกแบบและสร้างสรรค์ผลงาน รวมทั้งพัฒนาทักษะการสื่อสาร ผ่านการนำเสนอผลงาน

ด้วยเหตุนี้ ผู้วิจัยต้องการพัฒนาทักษะการทดลองทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติทดลอง ฝึกทักษะการใช้วัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ โดยการสร้างชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ที่มีเนื้อหา สาระเกี่ยวกับเซลล์ไฟฟ้าเคมี โดยประยุกต์เนื้อหาเกี่ยวกับ การสร้างเซลล์ไฟฟ้าเคมีจากน้ำผลไม้ เพื่อให้เนื้อหาและกิจกรรมมีความ ทันสมัย แปลกใหม่ และออกแบบกิจกรรมให้แตกต่างไปจากเนื้อหาในหลักสูตรวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนเคยเรียน เพื่อให้ นักเรียนได้ทำ การทดลองทางวิทยาศาสตร์ใหม่ ๆ ที่แตกต่างจากเดิม ทั้งนี้ ผู้วิจัยประยุกต์เนื้อหาจากงานวิจัยของผู้วิจัยที่ได้ทำการศึกษา ประสิทธิภาพการสร้างแรงดันไฟฟ้าจากน้ำผักและผลไม้ชนิดต่าง ๆ และผลการวิจัยพบว่า น้ำผักและผลไม้ชนิดต่าง ๆ สามารถ สร้างแรงดันไฟฟ้าได้แตกต่างกันโดยใช้แบบจำลองเซลล์ไฟฟ้าเคมีแบบเซลล์กัลวานิกที่ใช้น้ำผักผลไม้แทนสารละลายที่ทำจาก สารเคมี จึงสนใจที่จะนำเนื้อหาเรื่องนี้มาจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และเมื่อวิเคราะห์หลักสูตรและตัวชี้วัดแล้ว จึงกำหนด กลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เพราะนักเรียนมีพื้นฐานในการเรียนวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับเรื่องแรงดันไฟฟ้ามาแล้ว และนักเรียนกลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนที่ยังขาดประสบการณ์ในการทำทดลองทางวิทยาศาสตร์ เนื่องจาก 2-3 ปีที่ผ่านมา (พ.ศ. 2563-2565) นักเรียนต้องเรียนออนไลน์อยู่ที่บ้านเป็นส่วนใหญ่ เนื่องจากการแพร่ระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา

(COVID-19) ดังนั้น ผู้วิจัยจึงต้องการพัฒนาทักษะการทดลองทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้ชุดกิจกรรม โดยวัตถุประสงค์ของการวิจัย คือ เพื่อพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมทักษะการทดลองทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง เซลล์ไฟฟ้าเคมีจากน้ำผลไม้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และเพื่อศึกษาผลการใช้ชุดกิจกรรมที่สร้างกับกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยแบ่งเป็นการเปรียบเทียบทักษะการทดลองทางวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมเรื่องเซลล์ไฟฟ้าเคมีจากน้ำผลไม้ และศึกษาทักษะการทดลองทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรม โดยเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยระหว่างเรียนที่ได้กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ที่กำหนด

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ทักษะการทดลองเป็นทักษะหนึ่งของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่สำคัญมากในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ที่ผู้เรียนจะต้องได้รับการพัฒนา ทักษะการทดลองสามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาสถานการณ์ต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันได้ ทักษะการทดลองจะเกิดขึ้นได้ นักเรียนต้องได้ลงมือปฏิบัติจริง ลงมือปฏิบัติตามขั้นตอนด้วยตนเอง ทำให้เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองและเกิดความเข้าใจอย่างลึกซึ้ง Vishnu (2021, pp. 27-29) และ Wanpan & Ruangsak (2021, pp. 43-52) อธิบายว่าทักษะการทดลองทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเป็นส่วนสำคัญของการศึกษาวิทยาศาสตร์ ทักษะการทดลองทางวิทยาศาสตร์แบ่งเป็นการออกแบบและการวางแผนการทดลอง การออกแบบเครื่องมือทดลอง การสร้างเครื่องมือทดลองและการตรวจสอบ การพัฒนาขั้นตอนการทดลอง รวบรวมข้อมูลและนำเสนอในรูปแบบที่เหมาะสม (การสังเกต การอ่านเครื่องมือและการนำเสนอผลด้วยความถูกต้อง เหมาะสม) และการวิเคราะห์ผลการทดลอง ซึ่งทักษะการทดลองสามารถพัฒนาได้จากการใช้ชุดกิจกรรม งานวิจัยของ Manopattanakron (2019, pp. 55-62) ได้พัฒนาชุดกิจกรรมเพื่อเสริมความรู้ความเข้าใจและทักษะการทดลองของนักเรียน เรื่อง แบคทีเรียและเชื้อราในวิชาชีววิทยา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผลการศึกษาพบว่าค่าเฉลี่ยคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและทักษะการทดลองมีคะแนนเฉลี่ยจากทุกกิจกรรมอยู่ในระดับดีมาก เนื่องจากนักเรียนได้พัฒนาทักษะการทดลองในด้านการออกแบบการทดลอง ด้านการบันทึกและสรุปผล อีกทั้งการสอนโดยใช้การทดลองเป็นการสอนที่ผู้เรียนได้ดำเนินกิจกรรมด้วยตนเอง สมาชิกทุกคนได้มีโอกาสลงมือปฏิบัติ ได้คิดวิเคราะห์และฝึกฝนแก้ปัญหา ชุดกิจกรรมการเรียนรู้เป็นสื่อการเรียนรู้ที่สามารถนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งนี้ เนื่องจากชุดกิจกรรมมีความหลากหลาย ทำให้นักเรียนมีความสนใจและกระตือรือร้นในการเรียน ทำให้การเรียนมีประสิทธิภาพตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ นอกจากนี้ ชุดกิจกรรมเป็นสื่อการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับการนำมาใช้ประกอบการเรียนการสอน เพราะเป็นสื่อที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเอง และได้ปฏิบัติกิจกรรมเพื่อฝึกทักษะการเรียนรู้ต่าง ๆ การสร้างชุดกิจกรรม มีหลักการอย่างเป็นระบบ ออกแบบเนื้อหาให้เหมาะสมกับวัยและระดับชั้นของนักเรียน มีการเรียงลำดับเนื้อหาให้ต่อเนื่อง นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงด้วยกระบวนการกลุ่ม กิจกรรมมีความน่าสนใจ แปลกใหม่ มีการจัดสื่อเข้าอย่างเป็นระบบและหลากหลาย ทำให้บรรยากาศในการเรียนไม่น่าเบื่อ Chotchum (2019, pp. 57-68) และ Nipornram et al. (2021, p. 154) ที่ได้พัฒนาชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์เรื่องการตรวจสอบคุณภาพไข่ไก่เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ พบว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อาจเนื่องจากชุดกิจกรรมมีความง่ายเหมาะสมกับระดับชั้นของนักเรียน เนื้อหาทันสมัยแปลกใหม่ สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้จริง การออกแบบชุดกิจกรรมมีความน่าสนใจ มีภาพประกอบใบกิจกรรมเหมาะสมต่อการทำกิจกรรม มีกิจกรรมที่หลากหลาย เน้นการทดลอง การสร้างสรรค์การประดิษฐ์ชิ้นงานผ่านการทำงานกลุ่ม ทำให้นักเรียนให้ความสนใจ มีการอธิบายลำดับขั้นตอนในการปฏิบัติกิจกรรมที่ชัดเจนทำให้นักเรียนสามารถปฏิบัติกิจกรรมได้ด้วยตนเอง นอกจากนี้การสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมมีผลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และส่งเสริมให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้น เนื่องจากชุดกิจกรรมปฏิบัติการทดลองมีขั้นตอนกิจกรรมที่หลากหลาย ที่ช่วยพัฒนาทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ทักษะการทดลอง ทักษะการตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป

Sungthong and Phumkeaw (2020, pp. 24-25) อธิบายว่า เซลล์กัลวานิก (Galvanic cell) คือ เซลล์ไฟฟ้าเคมีชนิดหนึ่ง ที่เปลี่ยนพลังงานเคมีเป็นพลังงานไฟฟ้าจากปฏิกิริยารีดอกซ์ โดยทั่วไปประกอบด้วย 2 ครึ่งเซลล์ที่มาต่อเข้าด้วยกัน แต่ละครึ่งเซลล์ประกอบด้วยขั้วไฟฟ้าที่จุ่มลงในสารละลาย เรียกว่า อิเล็กโทรด (Electrode) ขั้วที่จ่ายอิเล็กตรอนเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน เรียกว่า ขั้วแอโนด (Anode) เป็นขั้วลบ (-) และขั้วที่รับอิเล็กตรอนเกิดปฏิกิริยารีดักชัน เรียกว่า ขั้วแคโทด (Cathode) เป็นขั้วบวก (+) โดยขั้วไฟฟ้าแต่ละครึ่งเซลล์เชื่อมต่อกันด้วยเส้นลวดตัวนำและต่อเข้ากับโวลต์มิเตอร์เพื่อวัดแรงดันไฟฟ้า และเชื่อมวงจรภายในให้ครบวงจรโดยใช้สะพานเกลือต่อระหว่างสารละลายในแต่ละครึ่งเซลล์ โดยจะเป็นสารอิเล็กโทรไลต์ที่ไม่ทำปฏิกิริยากับสารในเซลล์และมีไอออนบวก ไอออนลบ เคลื่อนที่ด้วยความเร็วใกล้เคียงกัน สารละลายที่ใช้ทำสะพานเกลือ เช่น สารละลาย

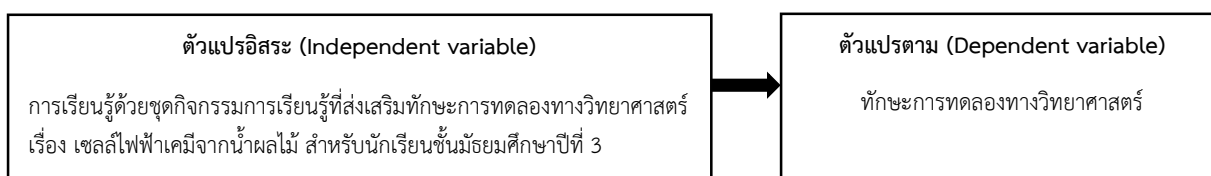
โพแทสเซียมไนเตรต (KNO_3) มีการนำเซลล์กัลวานิกมาใช้ประโยชน์ทั่วไป เช่น ถ่านไฟฉาย แบตเตอรี่ (Jansrimai et al., 2020, p. 70; Sawangpop et al., 2017, pp. 421-428) งานวิจัยของ Tan and Pee (2020, pp. 81-89) ศึกษาสมบัติทางไฟฟ้าเคมีของแบตเตอรี่ ผักและผลไม้ โดยได้จับคู่ขั้วไฟฟ้าที่แตกต่างกัน ประกอบไปด้วย เหล็ก ทองแดง แมกนีเซียม สังกะสี อะลูมิเนียม ผักและผลไม้ ได้แก่ มะนาว มันฝรั่ง กีวี แอปเปิล ส้ม และเกรปฟรุต พบว่าหลอดไฟ LED สว่าง สรุปได้ว่าผักและผลไม้สามารถทำให้เกิด แรงดันไฟฟ้าแทนสารละลายอิเล็กโทรไลต์ที่เป็นสารเคมีได้ นอกจากนี้ Khattiyavong et al. (2014, pp. 146-154) พัฒนาชุด การทดลองเซลล์กัลวานิกแบบย่อส่วนที่ทำจากเส้นด้าย ชุดอุปกรณ์นี้ประกอบด้วยแผ่นโลหะ ได้แก่ ทองแดง เงิน สังกะสี ตะกั่ว ดีบุก เหล็ก อะลูมิเนียม และแมกนีเซียม โดยใช้สะพานเกลือที่ทำจากเส้นด้ายชุบด้วยสารละลายเกลือที่แตกตัวง่าย พบว่าเส้นด้าย ที่ชุบด้วยสารละลายโซเดียมคลอไรด์ ($NaCl$) ให้ค่าศักย์ไฟฟ้าสูงกว่าสารละลายโพแทสเซียมไนเตรต (KNO_3) แต่จะมีอายุการใช้งาน ที่ค่อนข้างสั้น และอาจเกิดเป็นตะกอนหากใช้กับขั้วไฟฟ้าที่เป็นสังกะสี เงิน และตะกั่ว ส่วนเส้นด้ายที่ชุบด้วยสารละลายอิมัลชัน โพแทสเซียมไนเตรต (KNO_3) มีความเสถียรมากกว่า และทำให้เซลล์มีศักย์ไฟฟ้าสูง ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อใช้เป็นสื่อการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการทดลองทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยมีเนื้อหา เกี่ยวกับเรื่องเซลล์ไฟฟ้าเคมีจากน้ำผลไม้ สื่อการเรียนรู้ที่ใช้ในชุดกิจกรรม จะเน้นการใช้วัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือวิทยาศาสตร์ พื้นฐานที่นักเรียนจำเป็นต้องเรียนรู้และฝึกปฏิบัติกิจกรรมการทดลอง งานวิจัยนี้ออกแบบเนื้อหากิจกรรมใหม่ให้ทันสมัย แตกต่าง จากเนื้อหาเดิมที่มีอยู่ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนได้ทดลองปฏิบัติกิจกรรมใหม่ ๆ และนักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้ ไปใช้ประโยชน์ได้

3. วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้ใช้แบบแผนการทดลองแบบกลุ่มเดียวที่มีการทดสอบเปรียบเทียบทักษะการทดลองทางวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อน เรียนและหลังเรียน (One-group pretest-posttest design) และเปรียบเทียบทักษะการทดลองทางวิทยาศาสตร์ระหว่างเรียนกับ เกณฑ์ร้อยละ 70 ที่กำหนด

กรอบแนวคิดในการวิจัย

งานวิจัยนี้ได้พัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมทักษะการทดลองทางวิทยาศาสตร์ เรื่องเซลล์ไฟฟ้าเคมีจากน้ำผลไม้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และนำชุดกิจกรรมที่สร้างไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง โดยมีแนวคิดการวิจัย ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

สมมติฐานของการวิจัย

1. ทักษะการทดลองทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมทักษะ การทดลองทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง เซลล์ไฟฟ้าเคมีจากน้ำผลไม้ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
2. ทักษะการทดลองทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมทักษะ การทดลองทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง เซลล์ไฟฟ้าเคมีจากน้ำผลไม้ มีคะแนนเฉลี่ยระหว่างเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ที่กำหนด

ขอบเขตการวิจัย

ประชากร ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่กำลังศึกษาในปีการศึกษา 2565 ภาคเรียนที่ 2 ของโรงเรียนเตรียมอุดมศึกษา พัฒนาการ รัชดา จังหวัดกรุงเทพมหานคร จำนวน 11 ห้องเรียน มีนักเรียน 467 คน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 1 ห้องเรียน มีนักเรียน 33 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling)

ขอบเขตเนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยเกี่ยวกับหลักการออกแบบและสร้างเซลล์ไฟฟ้าเคมีประเภทเซลล์กัลวานิกที่ใช้ น้ำผลไม้แทน สารละลายอิเล็กโทรไลต์ องค์ประกอบที่ใช้ทำเซลล์ไฟฟ้าเคมีประเภทเซลล์กัลวานิก การใช้วัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือทาง วิทยาศาสตร์ เช่น มัลติมิเตอร์วัดแรงดันไฟฟ้า เครื่องชั่งน้ำหนัก เซลล์ไฟฟ้าเคมีจากน้ำผลไม้

ขั้นตอนการวิจัย มีวิธีดำเนินการวิจัยแบ่งเป็น 6 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การศึกษาข้อมูลพื้นฐานจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องจากเอกสารและงานวิจัย เช่นการพัฒนาชุดกิจกรรม ทักษะการทดลองทางวิทยาศาสตร์ และเซลล์ไฟฟ้าเคมีประเภทเซลล์กัลวานิก เซลล์ไฟฟ้าเคมีจากน้ำผลไม้ เพื่อนำเนื้อหาหาวิเคราะห์ และกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ และขอบเขตเนื้อหาที่จะใช้ในการออกแบบกิจกรรม ศึกษาการสร้างเครื่องมือในการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล เช่น การสร้างแบบวัดทักษะการทดลองทางวิทยาศาสตร์ แบบประเมินผลงานนักเรียน และศึกษาการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการตรวจสอบและประเมินคุณภาพเครื่องมือวิจัย

ขั้นตอนที่ 2 การศึกษาและทดลองการสร้างแบบจำลองเซลล์ไฟฟ้าเคมีในห้องปฏิบัติการ เพื่อนำมาออกแบบชุดกิจกรรม

นำข้อมูลที่ได้จากขั้นตอนที่ 1 มาออกแบบกิจกรรมการทำการทดลองการสร้างแบบจำลองเซลล์ไฟฟ้าเคมีในห้องปฏิบัติการ เพื่อนำผลที่ได้มาใช้ในการออกแบบชุดกิจกรรม ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับสารและอุปกรณ์ที่ใช้ และวิธีการในการสร้างเซลล์ไฟฟ้าเคมี จากการทดลองพบว่า น้ำผลไม้เมื่อละลายน้ำสามารถแตกตัวให้ไอออนได้ แล้วสร้างแรงดันไฟฟ้าได้ จึงสามารถนำน้ำผลไม้มาใช้แทนสารละลายอิเล็กโทรไลต์ซึ่งเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของแบบจำลองเซลล์ไฟฟ้าเคมี โดยน้ำผลไม้แต่ละชนิดจะสร้างแรงดันไฟฟ้าได้ต่างกัน จากการวิเคราะห์ข้อมูลจากเอกสารและบทความวิจัยต่าง ๆ ผู้วิจัยจึงคัดเลือกผลไม้ 6 ชนิด ได้แก่ แตงโม แคนตาลูป แตงร้าน ส้ม สับปะรด และมะเขือเทศ เพื่อนำน้ำผลไม้เหล่านี้มาใช้เป็นสารละลายในแต่ละครึ่งเซลล์ของแบบจำลองเซลล์ไฟฟ้าเคมี ทั้งนี้ขั้นตอนหลักในการสร้างเซลล์ไฟฟ้าเคมี คือ การนำส่วนประกอบต่าง ๆ มาเชื่อมกันเป็นวงจรโดยใช้สายไฟพร้อมปากคีบสีดำและสีแดง ออกแบบกิจกรรมการทดลองและทำการทดลองสร้างแบบจำลองเซลล์ไฟฟ้าเคมีในห้องปฏิบัติการ โดยกำหนดสารเคมี วัสดุและอุปกรณ์ และเวลาสำหรับทำกิจกรรมให้มีความเหมาะสมในการนำไปใช้จัดกิจกรรมกับนักเรียน โดยสรุปสาระสำคัญของการทดลอง ที่แบ่งเป็น 3 การทดลอง ดังนี้

การทดลองที่ 1 เพื่อเปรียบเทียบแรงดันไฟฟ้าของเซลล์ไฟฟ้าเคมีจากน้ำผลไม้ที่ใช้ความยาวของสะพานเกลือที่ต่างกัน และเปรียบเทียบแรงดันไฟฟ้าของเซลล์ไฟฟ้าเคมีจากน้ำผลไม้ที่ใช้ความยาวของขั้วไฟฟ้าต่างกัน สร้างแบบจำลองเซลล์ไฟฟ้าเคมีจากน้ำผลไม้ โดยแบ่งเป็น 2 การทดลอง ได้แก่ 1) แบบจำลองเซลล์ไฟฟ้าเคมีประเภทเซลล์กัลวานิกจากน้ำผลไม้ที่มีสะพานเกลือที่ทำจากเส้นด้ายชนิดฝ้ายชุบด้วยสารละลายโพแทสเซียมไนเตรด (KNO_3) ความเข้มข้น 0.01 โมลต่อลิตร ที่มีความยาวต่างกัน ดังนี้ แบบที่ 1 แบบจำลองเซลล์ไฟฟ้าเคมี 2 ขุด ที่ใช้สะพานเกลือยาว 15 และ 20 เซนติเมตร แบบที่ 2 สร้างแบบจำลองเซลล์ไฟฟ้าเคมี 2 ขุด ที่ใช้สะพานเกลือยาว 20 และ 30 เซนติเมตร ผลการทดลอง พบว่า แบบจำลองเซลล์ไฟฟ้าเคมีแบบที่ 2 สามารถสร้างแรงดันไฟฟ้าได้มากกว่า จึงมีความเหมาะสมในการนำไปสร้างเป็นกิจกรรม 2) แบบจำลองเซลล์ไฟฟ้าเคมีประเภทเซลล์กัลวานิกจากน้ำผลไม้ที่มีขั้วไฟฟ้าที่ทำจากโลหะชนิดสังกะสีและโลหะชนิดทองแดงที่มีความยาวต่างกัน (พื้นที่ผิวต่างกัน) ดังนี้ แบบที่ 1 สร้างแบบจำลองเซลล์ไฟฟ้าเคมี 2 ขุด ที่ใช้ชนิดสังกะสีและโลหะชนิดทองแดงที่จุ่มลงในน้ำผลไม้ ความยาว 3 และ 4 เซนติเมตร แบบที่ 2 สร้างแบบจำลองเซลล์ไฟฟ้าเคมี 2 ขุด ที่ใช้ชนิดสังกะสีและโลหะชนิดทองแดงที่จุ่มลงในน้ำผลไม้ความยาว 3 และ 5 เซนติเมตร ผลการทดลองพบว่า แบบจำลองเซลล์ไฟฟ้าเคมีแบบที่ 2 สร้างแรงดันไฟฟ้าได้ดีกว่าจึงเลือกไปออกแบบกิจกรรมในชุดกิจกรรม

การทดลองที่ 2 สร้างแบบจำลองเซลล์ไฟฟ้าเคมีประเภทเซลล์กัลวานิกจากน้ำผลไม้ 6 ชนิด ได้แก่ แตงโม แคนตาลูป มะนาว ส้ม สับปะรด และมะเขือเทศ ที่นำมาใช้เป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์ โดยเลือกใช้คูน้ำผลไม้ที่มีชนิดต่างกัน และเปรียบเทียบแรงดันไฟฟ้าที่ได้จากแบบจำลองเซลล์ไฟฟ้าเคมีจากน้ำผลไม้แต่ละคู่โดยสังเกตแรงดันไฟฟ้าที่ได้จากแบบจำลองเซลล์ไฟฟ้าเคมีที่วัดด้วยมัลติมิเตอร์ พบว่า คูน้ำผลไม้ที่มีชนิดต่างกันส่งผลให้แรงดันไฟฟ้าที่ได้แตกต่างกัน จึงสามารถนำน้ำผลไม้ 6 ชนิด มาออกแบบกิจกรรมได้

การทดลองที่ 3 การสร้างแบบจำลองเซลล์ไฟฟ้าเคมีจากน้ำผลไม้ที่นำมาใช้เป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์ที่มีความเข้มข้นต่างกัน โดยนำน้ำผลไม้มาเตรียมที่ความเข้มข้น 25%, 50% และ 100% w/w เพื่อเปรียบเทียบแรงดันไฟฟ้าของน้ำผลไม้มีความเข้มข้นต่างกันแต่ละคู่ โดยวัดแรงดันไฟฟ้าด้วยมัลติมิเตอร์ พบว่า แบบจำลองเซลล์ไฟฟ้าเคมีจากน้ำผลไม้ที่มีความเข้มข้นต่างกันสามารถสร้างแรงดันไฟฟ้าได้แตกต่างกัน โดยคูน้ำผลไม้ที่มีความเข้มข้นมากกว่าจะสามารถสร้างแรงดันไฟฟ้าได้มากกว่าคูน้ำผลไม้ที่มีความเข้มข้นน้อยกว่า แต่แรงดันไฟฟ้าต่างกันไม่มากและเพื่อเป็นการออกแบบกิจกรรมที่เน้นการใช้ทรัพยากรให้คุ้มค่า เน้นความประหยัด ความพอเพียง ผู้วิจัยจึงเลือกใช้น้ำผลไม้ที่มีความเข้มข้นน้อยมาออกแบบกิจกรรม โดยจากการทดลองการสร้างแบบจำลองเซลล์ไฟฟ้าเคมี พบว่า การทดลองที่ 1 แบบจำลองเซลล์ไฟฟ้าเคมีประเภทเซลล์กัลวานิกจากน้ำผลไม้ที่มีสะพานเกลือและขั้วไฟฟ้าแบบที่ 2 การทดลองที่ 2 แบบจำลองเซลล์ไฟฟ้าเคมีจากน้ำผลไม้ 6 ชนิด พบว่า แตงโม แคนตาลูป แตงร้าน

ส้ม สับปะรด และมะเขือเทศ สามารถนำมาใช้เป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์ได้ และการทดลองที่ 3 แบบจำลองเซลล์ไฟฟ้าเคมีประเภทเซลล์กัลวานิกจากน้ำผลไม้ที่สารละลายอิเล็กโทรไลต์ที่มีความเข้มข้นต่างกัน เตรียมที่ความเข้มข้น 25% และ 50% w/w มีความเหมาะสมในการนำไปออกแบบกิจกรรม

ขั้นตอนที่ 3 การออกแบบและสร้างชุดกิจกรรม และเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย

1. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมทักษะการทดลองทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง เซลล์ไฟฟ้าเคมีจากน้ำผลไม้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 3 กิจกรรม ได้แก่ กิจกรรมที่ 1 การสร้างเซลล์ไฟฟ้าเคมีประเภทเซลล์กัลวานิก ใช้เวลา 1 คาบ กิจกรรมที่ 2 การออกแบบและสร้างแบบจำลองเซลล์ไฟฟ้าเคมีจากน้ำผลไม้ ใช้เวลา 2 คาบ และกิจกรรมที่ 3 การสร้างแบบจำลองเซลล์ไฟฟ้าเคมีจากน้ำผลไม้ที่ความเข้มข้นต่างกัน ใช้เวลา 1 คาบ รวม 3 กิจกรรม ใช้เวลา 4 คาบ (คาบละ 50 นาที)
2. แบบประเมินผลงานการสร้างแบบจำลองเซลล์ไฟฟ้าเคมีจากน้ำผลไม้ ใช้เกณฑ์รูบริคแบบแยกส่วน (Analytic rubric score) แบ่งเกณฑ์การประเมิน 4 ด้าน ได้แก่ 1) การออกแบบวางแผนขั้นตอนการสร้างแบบจำลอง 2) การใช้อุปกรณ์ในการทดลอง 3) การปฏิบัติการทดลอง และ 4) การบันทึกและสรุปผลการทดลอง โดยมีคะแนนเต็ม 12 คะแนน
3. แบบวัดทักษะการทดลองทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 25 ข้อ (35 คะแนน) ซึ่งประกอบด้วยข้อสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ (20 คะแนน ข้อละ 1 คะแนน) และข้อสอบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ (15 คะแนน ข้อละ 3 คะแนน) ใช้เวลาทำแบบวัดทักษะ 40 นาที
4. แบบประเมินคุณภาพของชุดกิจกรรมโดยผู้เชี่ยวชาญ แบ่งออกเป็น 2 ตอน ได้แก่ ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ประเมิน และตอนที่ 2 แบบประเมินคุณภาพชุดกิจกรรม โดยใช้รูปแบบของการประเมินที่มีลักษณะเป็นมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) มีลักษณะเป็น 5 ระดับ แบ่งรายการประเมินออกเป็น 4 ด้าน ดังนี้ 1) ด้านการจัดกิจกรรม 2) ด้านเนื้อหา 3) ด้านคุณค่าและประโยชน์ที่ได้รับ และ 4) ด้านองค์ประกอบอื่น ๆ
5. แบบตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้กับเนื้อหาของชุดกิจกรรมโดยผู้เชี่ยวชาญ
6. แบบตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างทักษะการทดลองกับข้อคำถามของแบบวัดทักษะการทดลองทางวิทยาศาสตร์โดยผู้เชี่ยวชาญ

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมทักษะการทดลองทางวิทยาศาสตร์เรื่องเซลล์ไฟฟ้าเคมีจากน้ำผลไม้สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ประกอบด้วย 3 กิจกรรม มีจุดประสงค์การเรียนรู้ และลักษณะของกิจกรรม ดังนี้

ตารางที่ 1 ลักษณะสำคัญของกิจกรรมในชุดกิจกรรมเรื่องเซลล์ไฟฟ้าเคมีจากน้ำผลไม้

กิจกรรม	จุดประสงค์การเรียนรู้	ลักษณะกิจกรรม
กิจกรรมที่ 1 การสร้างเซลล์ไฟฟ้าเคมีประเภทเซลล์กัลวานิก (ใช้เวลา 50 นาที) กิจกรรมที่ 1.1 การสร้างเซลล์ไฟฟ้าเคมีจากน้ำผลไม้ที่ใช้สะพานเกลือที่มีความยาวต่างกัน กิจกรรมที่ 1.2 การสร้างเซลล์ไฟฟ้าเคมีจากน้ำผลไม้ที่ใช้ขั้วไฟฟ้าที่มีความยาวต่างกัน	1. อธิบายหลักการทำงานของเซลล์ไฟฟ้าเคมีประเภทเซลล์กัลวานิก 2. สืบค้นข้อมูลและอธิบายขั้นตอนการสร้างแบบจำลองเซลล์ไฟฟ้าเคมี 3. ทดลองการสร้างแบบจำลองเซลล์ไฟฟ้าเคมีจากน้ำผลไม้ 4. เปรียบเทียบแรงดันไฟฟ้าของเซลล์ไฟฟ้าเคมีจากน้ำผลไม้ที่ใช้ความยาวของสะพานเกลือต่างกัน 5. เปรียบเทียบแรงดันไฟฟ้าของเซลล์ไฟฟ้าเคมีจากน้ำผลไม้ที่ใช้ความยาวของขั้วไฟฟ้าต่างกัน	เรียนรู้หลักการทำงานของเซลล์ไฟฟ้าเคมีแบบเซลล์กัลวานิก และขั้นตอนการสร้างเซลล์ไฟฟ้าเคมีจากน้ำผลไม้ ทดลองเปรียบเทียบแรงดันไฟฟ้าที่ได้จากแบบจำลองเซลล์ไฟฟ้าเคมีเมื่อใช้สะพานเกลือที่ทำจากเส้นด้ายชนิดฝ้ายชุบด้วยสารละลายโพแทสเซียมไนเตรด (KNO_3) ความเข้มข้น 0.01 โมลต่อลิตร ที่มีความยาวต่างกัน (พื้นที่ผิวต่างกัน) และเปรียบเทียบแรงดันไฟฟ้าที่ใช้ขั้วไฟฟ้าที่ทำจากโลหะชนิดสังกะสีและโลหะชนิดทองแดงที่มีความยาวต่างกัน (พื้นที่ผิวแตกต่างกัน) ในการจุ่มลงในสารละลายที่ทำจากน้ำผลไม้ และสังเกตแรงดันไฟฟ้าที่ได้จากแบบจำลองเซลล์ไฟฟ้าเคมีที่วัดด้วยมัลติมิเตอร์
กิจกรรมที่ 2 การออกแบบและสร้างแบบจำลองเซลล์ไฟฟ้าเคมีจากน้ำผลไม้ (ใช้เวลา 100 นาที)	1. อธิบายขั้นตอนในการสร้างแบบจำลองเซลล์ไฟฟ้าเคมีจากน้ำผลไม้ 2. ออกแบบและสร้างแบบจำลองเซลล์ไฟฟ้าเคมีจากน้ำผลไม้ชนิดต่าง ๆ 3. เปรียบเทียบแรงดันไฟฟ้าของเซลล์ไฟฟ้าเคมีที่ใช้น้ำผลไม้ชนิดต่างกัน	ออกแบบแบบจำลองเซลล์ไฟฟ้าเคมีจากน้ำผลไม้ที่สร้างแรงดันไฟฟ้าได้ต่างกัน ทดลองสร้างแบบจำลองเซลล์ไฟฟ้าเคมีจากน้ำผลไม้ที่นำมาใช้เป็นสารละลายอิเล็กโทรไลต์ด้วยการเลือกใช้น้ำผลไม้ชนิดต่างกัน เพื่อเปรียบเทียบแรงดันไฟฟ้าของแต่ละคู่ และสังเกตแรงดันไฟฟ้าที่ได้จากแบบจำลองเซลล์ไฟฟ้าเคมีที่วัดด้วยมัลติมิเตอร์

ตารางที่ 1 (ต่อ) ลักษณะสำคัญของกิจกรรมในชุดกิจกรรมเรื่องเซลล์ไฟฟ้าเคมีจากน้ำผลไม้

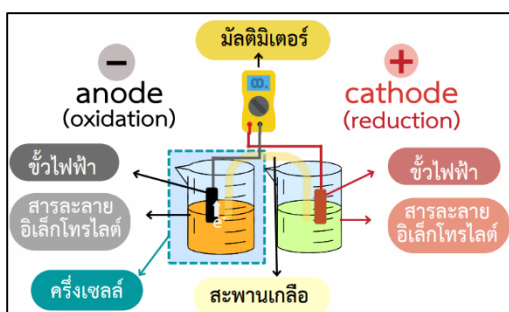
กิจกรรม	จุดประสงค์การเรียนรู้	ลักษณะกิจกรรม
กิจกรรมที่ 3 การสร้างแบบจำลองเซลล์ไฟฟ้าเคมีจากน้ำผลไม้ที่ความเข้มข้นต่างกัน (ใช้เวลา 50 นาที)	1. อธิบายขั้นตอนในการสร้างแบบจำลองเซลล์ไฟฟ้าเคมีจากน้ำผลไม้ที่ความเข้มข้นต่างกัน 2. เปรียบเทียบแรงดันไฟฟ้าของเซลล์ไฟฟ้าเคมีที่ใช้ความเข้มข้นของน้ำผลไม้ต่างกัน	ออกแบบแบบจำลองเซลล์ไฟฟ้าเคมีจากน้ำผลไม้ที่ความเข้มข้นต่างกัน ที่สร้างแรงดันไฟฟ้าได้ต่างกัน ทดลองสร้างแบบจำลองเซลล์ไฟฟ้าเคมีจากน้ำผลไม้ที่นำมาใช้เป็นสารละลายที่มีความเข้มข้นต่างกัน และเปรียบเทียบแรงดันไฟฟ้าของแบบจำลองแต่ละคู่ที่วัดด้วยมัลติมิเตอร์

ขั้นตอนที่ 4 การประเมินคุณภาพของชุดกิจกรรม และเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยโดยผู้เชี่ยวชาญ

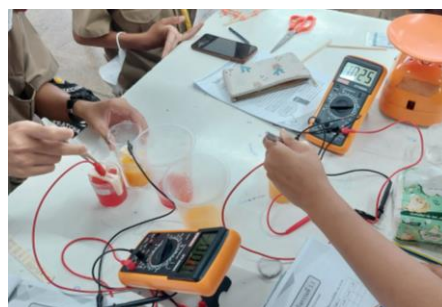
นำชุดกิจกรรมที่สร้างส่งให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ประเมินคุณภาพ และตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้กับเนื้อหาของชุดกิจกรรม ผลการประเมินพบว่า ชุดกิจกรรมมีค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence, IOC) เท่ากับ 1.00 ทุกกิจกรรม ซึ่งผ่านเกณฑ์ที่กำหนดว่าค่าดัชนีความสอดคล้องต้องมีค่าระหว่าง 0.50-1.00 และนำผลการประเมินคุณภาพชุดกิจกรรมมาวิเคราะห์ โดยหาค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) นำคะแนนมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ดังนี้ ค่าเฉลี่ยระหว่าง 4.51-5.00 หมายถึง มากที่สุด 3.51-4.50 หมายถึง มาก 2.51-3.50 หมายถึง ปานกลาง 1.51-2.50 หมายถึง น้อย 1.00-1.50 หมายถึง น้อยที่สุด ผลการประเมินคุณภาพของชุดกิจกรรมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.77 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) เท่ากับ 0.23 แสดงว่าชุดกิจกรรมมีคุณภาพอยู่ในระดับมากที่สุด และปรับปรุงแก้ไขชุดกิจกรรมให้สมบูรณ์ขึ้นนำแบบวัดทักษะที่สร้างให้ผู้เชี่ยวชาญประเมิน โดยแบบวัดที่สร้างมีข้อสอบจำนวน 32 ข้อ แบ่งเป็นข้อสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 25 ข้อ และข้อสอบอัตนัย จำนวน 7 ข้อ นำไปให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินจำนวน 3 ท่าน พบว่ามีค่าดัชนีความสอดคล้องของทักษะการทดลองกับข้อคำถามของแบบวัดทักษะ มีค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่าง 0.67-1.00 ซึ่งผ่านเกณฑ์การประเมิน จึงเลือกข้อสอบเพื่อนำไปใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่างโดยแบ่งเป็นข้อสอบปรนัยจำนวน 20 ข้อ และข้อสอบอัตนัยจำนวน 5 ข้อ

ขั้นตอนที่ 5 การทดลองใช้ชุดกิจกรรมเรื่องเซลล์ไฟฟ้าเคมีจากน้ำผลไม้กับกลุ่มตัวอย่างและเก็บรวบรวมข้อมูล

นำชุดกิจกรรมไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เป็นกลุ่มตัวอย่างจำนวน 33 คน ใช้เวลาทั้งหมด 4 วัน เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล โดยวันที่ 1 ให้นักเรียนทำแบบวัดทักษะการทดลองทางวิทยาศาสตร์เรื่องเซลล์ไฟฟ้าเคมีจากน้ำผลไม้ ใช้เวลาในการสอบ 40 นาที วันที่ 2 ให้นักเรียนทำกิจกรรมที่ 1 การสร้างเซลล์ไฟฟ้าเคมีประเภทเซลล์กัลวานิก 1 คาบ วันที่ 3 นักเรียนทำกิจกรรมที่ 2 การออกแบบและสร้างเซลล์ไฟฟ้าเคมีประเภทเซลล์กัลวานิกจากน้ำผลไม้ 2 คาบ วันที่ 4 นักเรียนทำกิจกรรมที่ 3 การสร้างแบบจำลองเซลล์ไฟฟ้าเคมีจากน้ำผลไม้ที่ความเข้มข้นต่างกัน 1 คาบ เมื่อนักเรียนทำกิจกรรมครบทั้ง 3 กิจกรรมแล้ว จึงให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียนโดยใช้แบบวัดทักษะการทดลองทางวิทยาศาสตร์ฉบับเดิมกับที่ใช้ก่อนเรียน และในการจัดกิจกรรมผู้วิจัยดำเนินการสอนด้วยตนเอง และเก็บข้อมูลระหว่างที่นักเรียนทำกิจกรรมร่วมด้วยเพื่อนำไปวิเคราะห์ผลและนำผลการปฏิบัติกิจกรรมในชุดกิจกรรมของนักเรียนมาวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเก็บคะแนนระหว่างเรียนร่วมด้วย



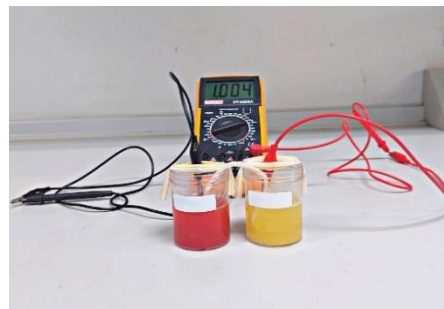
รูปที่ 2 ส่วนประกอบเซลล์กัลวานิก



รูปที่ 3 นักเรียนสร้างเซลล์ไฟฟ้าเคมีประเภทเซลล์กัลวานิก



รูปที่ 4 นักเรียนปฏิบัติกรทดลองสร้างแบบจำลองเซลล์ไฟฟ้าเคมีจากน้ำผลไม้ที่มีความเข้มข้นต่างกัน



รูปที่ 5 แบบจำลองเซลล์ไฟฟ้าเคมีจากน้ำผลไม้

ขั้นตอนที่ 6 การวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผลการวิจัย

วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าร้อยละ และเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยทักษะการทดลองทางวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้สถิติค่า t -test for dependent samples และวิเคราะห์คะแนนทักษะการทดลองทางวิทยาศาสตร์ระหว่างเรียนจากใบกิจกรรมทั้ง 3 กิจกรรม มาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยและค่าร้อยละ เปรียบเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ใช้สถิติค่า t -test for one sample โดยใช้โปรแกรม IBM SPSS Statistics Base 22.0

4. ผลการวิจัย

4.1 ผลการพัฒนาชุดกิจกรรมเรื่องเซลล์ไฟฟ้าเคมีจากน้ำผลไม้สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และผลการประเมินคุณภาพชุดกิจกรรมโดยผู้เชี่ยวชาญ

ชุดกิจกรรมที่สร้างเป็นสื่อการเรียนรู้ประเภทสื่อสิ่งพิมพ์เพื่อใช้สำหรับวิชาวิทยาศาสตร์ กิจกรรมการเรียนรู้ให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง และเน้นพัฒนาทักษะการทดลองทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการสร้างแบบจำลองเซลล์ไฟฟ้าเคมีจากน้ำผลไม้ นักเรียนได้พัฒนาทักษะการใช้เครื่องมือ วัสดุและอุปกรณ์ต่าง ๆ ในการทดลองวิทยาศาสตร์ ได้บันทึกผล สรุปผล และอภิปรายผล โดยองค์ประกอบของชุดกิจกรรมประกอบด้วยชื่อชุดกิจกรรม คำชี้แจง ชื่อกิจกรรม จุดประสงค์การเรียนรู้ เวลาที่ใช้ในการทำกิจกรรม ใบกิจกรรม คำถามท้ายกิจกรรม ใบความรู้ และเกณฑ์การประเมินผลงาน แบ่งการประเมินทักษะการทดลองทางวิทยาศาสตร์เป็น 2 วิธี ได้แก่ 1) การประเมินระหว่างเรียนจากการปฏิบัติกิจกรรม แบ่งเป็น 3 กิจกรรม ได้แก่ กิจกรรมที่ 1 การสร้างเซลล์ไฟฟ้าเคมีประเภทเซลล์กัลวานิก กิจกรรมที่ 2 การออกแบบและสร้างแบบจำลองเซลล์ไฟฟ้าเคมีจากน้ำผลไม้ และกิจกรรมที่ 3 การสร้างแบบจำลองเซลล์ไฟฟ้าเคมีจากน้ำผลไม้ที่มีความเข้มข้นต่างกัน และ 2) การประเมินก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้แบบวัดทักษะการทดลองทางวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้ผลการประเมินคุณภาพของชุดกิจกรรม แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการประเมินคุณภาพของชุดกิจกรรม โดยผู้เชี่ยวชาญ

ระดับคุณภาพ	ชุดกิจกรรมการเรียนรู้		
	$\bar{X}$	SD	ระดับคุณภาพ
1. ด้านการจัดกิจกรรม			
1.1 กิจกรรมมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	0.00	มากที่สุด
1.2 กิจกรรมมีความเหมาะสมกับชั้นของนักเรียน	5.00	0.00	มากที่สุด
1.3 กิจกรรมส่งเสริมทักษะการทดลองทางวิทยาศาสตร์	5.00	0.00	มากที่สุด
1.4 กิจกรรมมีความหลากหลาย น่าสนใจ	5.00	0.00	มากที่สุด
1.5 เวลาที่ใช้ในการปฏิบัติกิจกรรมมีความเหมาะสม	4.33	0.58	มาก
1.6 ขั้นตอนการปฏิบัติกิจกรรมอธิบายละเอียดชัดเจน	5.00	0.00	มากที่สุด
1.7 วัสดุ อุปกรณ์ที่ใช้มีความเหมาะสมกับกิจกรรม	5.00	0.00	มากที่สุด
1.8 คำถามท้ายกิจกรรมมีจำนวนข้อเหมาะสม	4.67	0.58	มากที่สุด
1.9 คำถามท้ายกิจกรรมมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	0.00	มากที่สุด
1.10 คำถามท้ายกิจกรรมมีความยากง่ายเหมาะสมกับนักเรียน	4.67	0.58	มากที่สุด
คะแนนเฉลี่ยด้านการจัดกิจกรรม	4.87	0.17	มากที่สุด

ตารางที่ 2 (ต่อ) ผลการประเมินคุณภาพของชุดกิจกรรม โดยผู้เชี่ยวชาญ

ระดับคุณภาพ	ชุดกิจกรรมการเรียนรู้		
	$\bar{x}$	SD	ระดับคุณภาพ
2. ด้านเนื้อหา			
2.1 เนื้อหาที่มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.67	0.58	มากที่สุด
2.2 เนื้อหาที่มีความถูกต้องตามหลักวิชาการ	4.67	0.58	มากที่สุด
2.3 เนื้อหาที่มีความง่ายเหมาะสมกับนักเรียน	4.67	0.58	มากที่สุด
2.4 การจัดลำดับเนื้อหาที่มีความต่อเนื่อง	4.67	0.58	มากที่สุด
2.5 ภาษาที่ใช้อ่านเข้าใจง่าย ชัดเจน ไม่กำกวม	4.67	0.58	มากที่สุด
คะแนนเฉลี่ยด้านเนื้อหา	4.67	0.58	มากที่สุด
3. ด้านคุณค่าและประโยชน์ที่ได้รับ			
3.1 การเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมทำให้นักเรียนเกิดการพัฒนาทักษะการทดลองทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น	5.00	0.00	มากที่สุด
3.2 กิจกรรมส่งเสริมให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงในการทดลอง	5.00	0.00	มากที่สุด
3.3 กิจกรรมส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ทำงานเป็นกลุ่ม	5.00	0.00	มากที่สุด
คะแนนเฉลี่ยด้านคุณค่าและประโยชน์ที่ได้รับ	5	0.00	มากที่สุด
4. ด้านองค์ประกอบอื่น ๆ			
4.1 คำชี้แจงในชุดกิจกรรมมีความชัดเจน	4.67	0.58	มากที่สุด
4.2 ขนาดของตัวอักษรในชุดกิจกรรมมีความเหมาะสม	4.33	0.58	มาก
4.3 ขนาดของเล่มชุดกิจกรรมมีความเหมาะสม	4.67	0.58	มากที่สุด
4.4 การเรียงลำดับหัวข้อของชุดกิจกรรมมีความเหมาะสม	4.67	0.58	มากที่สุด
4.5 การจัดวางองค์ประกอบได้เหมาะสม	4.33	0.58	มาก
คะแนนเฉลี่ยด้านองค์ประกอบอื่น ๆ	4.53	0.58	มากที่สุด
คะแนนเฉลี่ยรวม	4.77	0.23	มากที่สุด

จากตารางที่ 2 พบว่า ผลการประเมินคุณภาพชุดกิจกรรมมีคะแนนเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.77 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.23 แสดงว่า ชุดกิจกรรมมีคุณภาพในระดับมากที่สุด และแต่ละด้านมีคุณภาพอยู่ในระดับมากที่สุด

4.2 ผลการเปรียบเทียบทักษะการทดลองทางวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่ใช้ชุดกิจกรรม

ผลการเปรียบเทียบทักษะการทดลองทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมเรื่องเซลล์ไฟฟ้าเคมีจากน้ำผลไม้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 แสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการเปรียบเทียบทักษะการทดลองทางวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียน

การทดสอบ	N	แบบทดสอบ	คะแนนเต็ม	$\bar{x}$	%	SD	ร้อยละความก้าวหน้า (%)	t.	Sig.
ก่อนเรียน	33	ปรนัย	20	5.88	29.39	2.27	26.75	21.644**	.000
		อัตนัย	15	0.00	0.00	0.00			
		รวม	35	5.88	16.80	2.27			
หลังเรียน	33	ปรนัย	20	14.42	72.12	1.90			
		อัตนัย	15	0.81	5.45	1.24			
		รวม	35	15.24	43.55	2.06			

**มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตารางที่ 3 พบว่า ทักษะการทดลองทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้เรื่องเซลล์ไฟฟ้าเคมีจากน้ำผลไม้ คะแนนข้อสอบปรนัย มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.88 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 16.80 และข้อสอบอัตนัยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.00 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 0.00 รวมคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 5.88 คิดเป็นร้อยละ 16.80 ส่วนหลังเรียน ข้อสอบปรนัย มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 14.42 คะแนน จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 72.12 และข้อสอบอัตนัยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.81 คะแนน จากคะแนนเต็ม 15 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 5.45 รวมคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 15.24 คะแนน จากคะแนนเต็ม 35 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 43.55 มีร้อยละความก้าวหน้า 26.75 และจากการทดสอบด้วยสถิติ t-test for dependent sample พบว่า ทักษะการทดลองทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

4.3 ผลคะแนนทักษะการทดลองทางวิทยาศาสตร์ระหว่างเรียนของนักเรียนที่ใช้ชุดกิจกรรมเปรียบเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70

ผลคะแนนทักษะการทดลองทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้จากการปฏิบัติกิจกรรมระหว่างเรียน โดยเก็บคะแนนจากการปฏิบัติกิจกรรมและบันทึกข้อมูลในชุดกิจกรรม และแบบประเมินผลงานการสร้างแบบจำลองเซลล์ไฟฟ้าเคมีจากน้ำผลไม้ นำมาคำนวณหาค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และร้อยละ (%) แสดงดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 คะแนนทักษะการทดลองทางวิทยาศาสตร์ระหว่างเรียนของนักเรียนที่ใช้ชุดกิจกรรม

ชุดกิจกรรม	วิธีการวัด	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	SD	%
กิจกรรมที่ 1 การสร้างเซลล์ไฟฟ้าเคมีประเภท เซลล์กัลวานิก	ใบบันทึกกิจกรรมที่ 1.1	10	7.52	1.80	75.15
	ใบบันทึกกิจกรรมที่ 1.2	10	4.58	2.11	45.76
	คำถามท้ายกิจกรรมที่ 1	10	7.00	0.00	70.00
	คะแนนรวม	30	19.09	3.36	63.64
กิจกรรมที่ 2 การออกแบบและสร้างแบบจำลอง เซลล์ไฟฟ้าเคมีจากน้ำผลไม้	ใบบันทึกกิจกรรมที่ 2	20	14.91	1.96	74.55
	คำถามท้ายกิจกรรมที่ 2	8	6.91	0.29	86.36
	แบบประเมินผลงานการสร้างแบบจำลอง เซลล์ไฟฟ้าเคมีจากน้ำผลไม้	12	8.58	0.87	71.46
	คะแนนรวม	40	30.39	2.70	75.98
กิจกรรมที่ 3 การสร้างแบบจำลองเซลล์ไฟฟ้าเคมี จากน้ำผลไม้ที่ความเข้มข้นต่างกัน	ใบบันทึกกิจกรรมที่ 3	20	18.61	2.15	93.03
	คำถามท้ายกิจกรรมที่ 3	10	9.58	0.56	95.76
	คะแนนรวม	30	28.18	2.11	93.94
ค่าเฉลี่ยของคะแนนรวม		100	77.67	4.63	77.67

จากตารางที่ 4 พบว่า คะแนนทักษะการทดลองทางวิทยาศาสตร์ระหว่างเรียนของนักเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 77.67 จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 77.67 กิจกรรมที่ 1 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 19.09 จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 63.64 กิจกรรมที่ 2 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 30.39 จากคะแนนเต็ม 40 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 75.98 กิจกรรมที่ 3 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 28.18 จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 93.94

จากนั้นเปรียบเทียบร้อยละคะแนนเฉลี่ยทักษะการทดลองทางวิทยาศาสตร์ระหว่างเรียนที่ได้กับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้สถิติ t-test for one sample แสดงดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 เปรียบเทียบคะแนนทักษะการทดลองทางวิทยาศาสตร์กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ที่กำหนดไว้

คะแนนทักษะการทดลองทางวิทยาศาสตร์	N	$\bar{X}$	SD	t	Sig
	33	77.67	4.63	9.517**	.000

**มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตารางที่ 5 พบว่า ทักษะการทดลองทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ประเมินจากการปฏิบัติกิจกรรมระหว่างเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 77.67 จากคะแนนเต็ม 100 คิดเป็นร้อยละ 77.67 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ที่กำหนดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

5. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมทักษะการทดลองทางวิทยาศาสตร์ เรื่องเซลล์ไฟฟ้าเคมีจากน้ำผลไม้ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สรุปผลได้ว่า ผลการประเมินคุณภาพของชุดกิจกรรมอยู่ในระดับมากที่สุด ผลการใช้ชุดกิจกรรม พบว่าทักษะการทดลองทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนก่อนเรียน มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 5.88 คิดเป็นร้อยละ 16.80 ส่วนหลังเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 15.24 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 43.55 จากคะแนนเต็ม 35 คะแนน ทักษะการทดลองทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทักษะการทดลองทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระหว่างเรียนมีคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 77.67 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ที่กำหนด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อภิปรายผลการวิจัยได้ว่า ชุดกิจกรรมมีเนื้อหาสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ มีการคำนึงถึงระดับชั้นของนักเรียน และเน้นการทดลอง กิจกรรมพัฒนาทักษะการทดลองทางวิทยาศาสตร์ โดยนักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ ได้ใช้อุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ เช่น มัลติมิเตอร์ ยูนิเวอร์แซลอินดิเคเตอร์ เครื่องวัดค่าพีเอช การเขียนขั้นตอนการทำกิจกรรมมีการจัดลำดับเนื้อหาให้มีความต่อเนื่อง อธิบายขั้นตอนให้ชัดเจน นักเรียนสามารถปฏิบัติได้ ออกแบบวาดภาพประกอบขั้นตอนการทำกิจกรรมให้เหมาะสม

ภาษาที่ใช้เข้าใจง่ายและชัดเจน และในชุดกิจกรรมมีใบความรู้ให้นักเรียนได้ศึกษาเรียนรู้ด้วยตนเอง และมีคำถามท้ายกิจกรรมเพื่อตรวจสอบความเข้าใจ การสร้างชุดกิจกรรมเป็นไปตามหลักการ และมีองค์ประกอบต่าง ๆ เหมาะสม กิจกรรมมีความแปลกใหม่แตกต่างไปจากกิจกรรมในหนังสือเรียนวิทยาศาสตร์ กิจกรรมคำนึงถึงระดับความยากง่ายของนักเรียน จึงทำให้เหมาะสมกับระดับวัยและชั้นของนักเรียน จึงทำให้ชุดกิจกรรมมีคุณภาพ และสามารถนำไปใช้พัฒนาทักษะการทดลองของนักเรียนให้สูงขึ้นได้อย่างไรก็ตามจากผลการทดลอง พบว่าคะแนนทักษะการทดลองทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 15.24 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 43.55 โดยคะแนนจากแบบทดสอบปรนัยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 14.42 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 72.12 และแบบทดสอบอัตนัยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.81 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 5.45 ทั้งนี้เนื่องจาก นักเรียนตอบคำถามของข้อสอบอัตนัยได้น้อยมาก บางคนไม่ตอบ บางคนตอบแต่อธิบายไม่ชัดเจน จากเหตุนี้ ผู้วิจัยคิดว่า น่าจะมาจากข้อสอบอัตนัยอาจมีความยากเกินไป และมีคำถามที่เน้นการคิดวิเคราะห์หลายข้อ เน้นการอธิบายให้เหตุผล เน้นการอธิบายเพื่อตรวจสอบทักษะการทดลองทางวิทยาศาสตร์ การอธิบายและสรุปผล และเวลาในการทำข้อสอบอาจให้เวลาน้อยเกินไป แนวทางการแก้ไขคือ ควรมีการปรับแก้ไขเกี่ยวกับแบบทดสอบให้มีคุณภาพเหมาะสมกับนักเรียน มีความยากเหมาะสม และให้เวลาในการทำแบบทดสอบเพิ่มมากขึ้น และจากการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนระหว่างการทำปฏิบัติการ นักเรียนบางคนยังไม่มีทักษะการใช้วัสดุอุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ เช่น มัลติมิเตอร์ในการวัดแรงดันไฟฟ้า และเครื่องวัดค่าพีเอชในการวัดค่าความเป็นกรดเบสของน้ำผลไม้ การใช้เครื่องชั่งในการชั่งน้ำหนัก และการใช้ฟอว์เซพคิปปะพานเกลียวที่ทำจากเส้นด้าย ดังนั้นการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ด้วยชุดกิจกรรม จำเป็นต้องคำนึงถึงความรู้พื้นฐานและประสบการณ์เดิมของนักเรียนเป็นสำคัญ การออกแบบกิจกรรมต้องมีความยากง่ายเหมาะสม กำหนดเวลาในการจัดกิจกรรมให้เหมาะสม รวมทั้งกำหนดเวลาในการวัดผล ประเมินผลให้เหมาะสม นอกจากนี้ในการปฏิบัติกิจกรรมนักเรียนจะได้ฝึกบันทึกข้อมูล ฝึกตอบคำถามท้ายกิจกรรม เช่น การบันทึกผลการทดลองในรูปแบบของตาราง การสร้างตารางบันทึกผลการทดลองด้วยตนเอง และการสรุปผลการทดลอง แต่นักเรียนบางส่วนเขียนอธิบายไม่ค่อยได้จึงส่งผลทำให้เมื่อสอบด้วยข้อสอบอัตนัยทำให้ได้คะแนนน้อย และเมื่อพิจารณาคะแนนทักษะการทดลองทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนเรียนและหลังเรียนพบว่าหลังเรียนมีคะแนนสูงกว่าก่อนเรียน มีร้อยละความก้าวหน้า 26.75 % แต่คะแนนหลังเรียนมีคะแนนคิดเป็นร้อยละ 43.55 ซึ่งเป็นคะแนนที่ไม่สูง ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากนักเรียนทำข้อสอบอัตนัยไม่ทันและทำไม่ได้ และข้อสอบอัตนัยเป็นข้อสอบที่มีคำถามวัดการคิดวิเคราะห์จำนวนมาก อาจจะมีผลทำให้คะแนนน้อย ผลการวิจัยพบว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมสามารถพัฒนาทักษะการทดลองทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนให้สูงขึ้นได้ ชุดกิจกรรมจึงเป็นสื่อการเรียนรู้ที่ดี สามารถนำไปใช้เพื่อการพัฒนาทักษะของนักเรียนได้ นักเรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง ได้ปฏิบัติกิจกรรมและฝึกการคิด การแก้ปัญหา ผ่านการทำงานแบบกลุ่ม ได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันกับเพื่อน ๆ สร้างบรรยากาศในการเรียนให้น่าเรียน กระตุ้นความสนใจของนักเรียน จากงานวิจัยของ Hongkhon (2022, pp. 1-10) พบว่าการจัดกิจกรรมโดยใช้ชุดกิจกรรมการทดลองทางวิทยาศาสตร์เปิดโอกาสให้นักเรียนเรียนรู้จากประสบการณ์ตรงได้ลงมือปฏิบัติกับสิ่งที่จริง โดยมีครูช่วยเตรียมสื่อ ใช้คำถามกระตุ้นและแนะนำนักเรียนให้คิด ลงมือทำ และสื่อความหมายข้อมูลออกมาในขั้นสรุป ตามที่ Darmaji et al. (2019, pp. 293-298) ได้ศึกษาและพบว่ากรณีที่นักเรียนลงมือทำปฏิบัติการทดลองจริงด้วยตนเองทำให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงประสบการณ์ตรงเข้ากับเนื้อหาทฤษฎี ส่งผลให้นักเรียนมีทักษะการทดลองเพิ่มขึ้น และจากงานวิจัยของ Idris et al. (2022, pp. 155-170) การทดลองทางวิทยาศาสตร์มีความสำคัญ เนื่องจากนักเรียนได้ปฏิบัติจริงและสามารถบูรณาการความรู้ที่ได้รับและทำความเข้าใจแนวคิดเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ผ่านประสบการณ์ที่ได้ทำด้วยตนเอง นอกจากนี้ Shana and Abulibdeh (2020, pp. 199-215) พบว่าการให้นักเรียนลงมือปฏิบัติมีความสำคัญต่อการพัฒนาทักษะและความรู้ของผู้เรียนซึ่งเป็นการผสมผสานระหว่างความรู้ทางทฤษฎีและการปฏิบัติ ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มขึ้น นอกจากนี้การเรียนด้วยชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์สามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และส่งเสริมความสุขในการเรียนวิทยาศาสตร์ได้อีกด้วย (Bunpho et al., 2022, pp. 290-308) จากเหตุผลดังกล่าวจึงสรุปได้ว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้เรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมทักษะการทดลองทางวิทยาศาสตร์เรื่องเซลล์ไฟฟ้าเคมีจากน้ำผลไม้ได้พัฒนาทักษะการทดลองให้สูงขึ้นได้

6. ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้ ก่อนให้นักเรียนทำกิจกรรม ควรให้ความรู้เบื้องต้นแก่นักเรียนเกี่ยวกับการใช้อุปกรณ์และเครื่องมือวิทยาศาสตร์ต่าง ๆ เช่น การใช้เครื่องชั่งน้ำหนัก การใช้เครื่องวัดแรงดันไฟฟ้า เครื่องมัลติมิเตอร์ เพื่อให้นักเรียนมีทักษะพื้นฐานและสามารถปฏิบัติกิจกรรมได้ทันเวลาที่กำหนดในชุดกิจกรรม อีกทั้งเพื่อป้องกันการเกิดความเสียหายของอุปกรณ์และเครื่องมือ หากนักเรียนมีพื้นฐานด้านทักษะการทดลองน้อย หรือขาดประสบการณ์การใช้เครื่องมือควรเพิ่มเวลา

ในการทำกิจกรรมให้มากขึ้น และแบ่งกลุ่มนักเรียนประมาณ 4-5 คนต่อกลุ่ม เพื่อให้นักเรียนทุกคนได้มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม และควรส่งเสริมให้นักเรียนฝึกทักษะของการจัดกระทำและสื่อความหมายของข้อมูล การบันทึกข้อมูล และสรุปผลการทดลอง เพราะการใช้ชุดกิจกรรมที่พัฒนาทักษะการทดลองทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนต้องบันทึกผลการทดลอง ออกแบบตารางบันทึกผล ใช้แผนภาพในการอธิบายผลการทดลอง และสรุปผลการทดลอง สำหรับข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป ควรมีการพัฒนาชุดกิจกรรมวิทยาศาสตร์ที่เน้นทักษะการทดลองทางวิทยาศาสตร์ให้มีความหลากหลายมากขึ้น และควรพัฒนาทักษะการทดลองทางวิทยาศาสตร์ ให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการใช้อุปกรณ์และเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ให้มีความหลากหลายมากขึ้น ควรมีการทำวิจัยที่ให้นักเรียนได้ออกแบบและทำการทดลองทางวิทยาศาสตร์โดยใช้กิจกรรมที่หลากหลาย และสามารถนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหา และใช้จริงในสถานการณ์ต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน ควรมีการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนให้ออกแบบและสร้างกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์ที่แปลกใหม่ ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และทักษะการเรียนรู้อื่น ๆ เช่น ทักษะการทำงานร่วมกัน ทักษะทางสังคม และทักษะการสื่อสาร และควรมีการพัฒนาการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน และส่งเสริมให้นักเรียนทำแบบทดสอบอัตนัยที่เน้นการคิดวิเคราะห์มากขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยเรื่องนี้สำเร็จได้ด้วยดี โดยได้รับความอนุเคราะห์จากโรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาพัฒนาการ รัชดา จังหวัด กรุงเทพมหานคร ที่ให้ผู้วิจัยทำการทดลองงานวิจัยกับกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 1 ห้องเรียน นักเรียน 33 คน ซึ่งทั้งคุณครูและนักเรียนได้ให้ความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่ง และขอรับรองว่า การดำเนินงานวิจัยและการนำเสนอผลการวิจัยได้คำนึงถึงหลักจริยธรรมการทำวิจัยในมนุษย์ โดยผู้วิจัยได้ผ่านการอบรม และได้รับประกาศนียบัตรการอบรมจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ ที่จัดอบรมจากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

เอกสารอ้างอิง

- Bunpho, S., Saksuparb, K., & Haemaprasith, S. (2022). Development of an active learning activity package to promote science learning happiness and creativity. *Silpakorn Educational Research Journal*, 14(2), 290-308. (in Thai)
- Chemae, S. (2020). The learning experiences by using a set of science experiment activities to develop scientific process skills for preschool children in 3rd kindergarten. *Journal of Educational Technology and Communications Faculty of Education Mahasarakham University*, 3(8), 41-54. (in Thai)
- Chomchunjai, W., Plangprasopchok, S., & Sokhuma, K. (2022). The effects of learning management using active learning on ratio, proportion and percentage for Mathayomsuksa 1 students. *Rajabhat Rambhai Barni Research Journal*, 16(2), 102-108. (in Thai)
- Chotchum, T. (2019). The development of the science learning package on 12th grade students on electrochemistry science content using the student team achievement division (STAD) learning technique. *NRRU Community Research Journal*, 14(1), 57-68. (in Thai)
- Darmaji, D., Kurniawan, D. A., & Irdianti, I. (2019). Physics education students' science process skills. *International Journal of Evaluation and Research in Education (IJERE)*, 8(2), 293-298.
- Hongkhon, C. (2022). Promotion science skills of early childhood children by using a series of scientific experiments. *Journal of Early Childhood Education Management*, 4(1), 1-10. (in Thai)
- Idris, N., Talib, O., & Razali, F. (2022). Strategies in mastering science process skills in science Experiments: A systematic literature review. *Journal Pendidikan IPA Indonesia*, 11(1), 155-170
- Jansrimai, W., Supatchaiyawong, P., & Dawan, S. (2020). Inquiry-based learning for develop concepts at the microscopic levels of galvanic cells through the creation of stop motion work pieces. *Thaksin University Library Journal*, 9(1), 58-78. (in Thai)

- Khattiyavong, P., Jarujamrus, P., Supasorn, S., & Kulsing, C. (2014). The development of small scale and low-cost galvanic cells as a teaching tool for electrochemistry. *Journal of Research Unit on Science, Technology and Environment for Learning*, 5(2), 146-154. (in Thai)
- Koocharoenpisal, N., Kaewlaead, R., Lhaokor, N., & Chatsanguanchai, P. (2022). Development of science activity packages on creating invention from air dry clay for 9th Grade students. *Journal of Curriculum and Instruction Sakon Nakhon Rajabhat University*, 14(39), 103-116. (in Thai)
- Longpoh, R., & Wutchana, U. (2022). Comparison of science process skills of Grade 8 students on the topic of earth and natural resources which have been taught by scientific learning games and 3-step model. *Journal of Modern Learning Development*, 7(11), 240-253. (in Thai)
- Manopattanakron, K. (2019). The development of learning activity package in biology in a lesson on bacteria protists and fungi for enhance understanding and experimental skills of twelfth grade students. *Ramkhamhaeng Research Journal of Humanities and Social Sciences*, 22(2), 55-62. (in Thai)
- National Institute of Educational Testing Service. (2021). Summarized results of the basic national educational test (O-Net), grade 9, academic year 2021. <https://www.niets.or.th/uploads/editor/files/O-NET/rapid%20report%20M3-2564.pdf>. (in Thai)
- Netrthanon, S. (2020). The effect of using active learning process on learning behavior and learning attitude for internship student-teachers. *Sripatum Chonburi Journal*, 16(4), 100-110. (in Thai)
- Ngamprakhon, S., Sangnont, K., & Tanapanyo, P. (2018). Learning management innovation, theory to practice. *Mahachula Academic Journal*, 5(Special edition), 74-82. (in Thai)
- Nipornram, K., Thakan, S., & Koocharoenpisal, N. (2021). Development of science activity packages on egg quality testing to enhance integrated science process skills for high school students. *Journal of Rangsit University: Teaching & Learning*, 15(2), 154-172. (in Thai)
- Office of the Basic Education Commission. (2017). *Indicators and core learning content science learning group (revised version 2017) according to the basic education core curriculum, 2008*. Printing House of the Agricultural Co-operative Federation of Thailand. (in Thai)
- Office of the National Economic and Social Development Council. (2021). *Country reform plan (revised version)*. <http://nscr.nesdc.go.th/cr/>. (in Thai)
- Office of the National Economic and Social Development Council. (2023). *Master plan under the national strategy (2023-2037) (amended version)*. http://nscr.nesdc.go.th/wp-content/uploads/2022/12/NS_file-23NS-261265.pdf. (in Thai)
- Phakdeevong, A., & Watchana, U. (2021). Development of integrated scientific process skills with Facebook trial activity series on pure substances of Mathayomsuksa 1 students. *NEU Academic and Research Journal*, 11(2), 113-126. (in Thai)
- Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (2021). *PISA 2018 assessment results of reading mathematics, and science*. <https://pisathailand.ipst.ac.th>. (in Thai)
- Sawangpop, M., Jarujamrus, P., Amatongchai, M., Tamuang, S., & Chairam, S. (2017). Fabrication of simple galvanic cells using cotton thread to investigate electrochemistry. *Journal of Research Unit on Science, Technology and Environment for Learning*, 8(2), 421-428. (in Thai)
- Sedrit, E., Prabhong, U., & Vonganusith, V. (2020). The development of learning activity package on atom and properties of elements for Mathayomsuksa 4 based on inquiry cycle (5E) model and cooperative learning. *Journal of Curriculum and Instruction Sakon Nakhon Rajabhat University*, 12(33), 27-38. (in Thai)

- Shana, Z., & Abulibdeh, E. S. (2020). Science practical work and its impact on students' science achievement. *Journal of Technology and Science Education*, 10(2), 199–215.
- Sopha, N., Pansuppawat, T., & Chusab, N. (2018). The development of science process skills using scientific learning activity package based on inquiry cycles (5Es) entitled “light energy” for Prathomsuksa 4. *Journal of Curriculum and Instruction Sakon Nakhon Rajabhat University*, 10(29), 111-119. (in Thai)
- Sungthong, P., & Phumkeaw, P. (2020). The development of science process skills of Mathayomsuksa 4 students using experimental activities package on properties of elements and compounds. *Sisaket Rajabhat University Journal*, 14(2), 24-25. (in Thai)
- Tan, M. X., & Pee, M. G. Y. (2020). Electrochemistry hands-on activity on fruit battery with cost and design optimization. *Journal of Laboratory Chemical Education*, 8(3), 81-89.
- Tebumroon, P. (2018). The development of chemical bonds learning activity package based on constructivist learning approach and analytical thinking process for undergraduate students. *Journal of Education Research*, 13(2), 95-108. (in Thai)
- Vishnu, T. A. (2021). Science experimental skills. *International Journal of Science and Engineering*, 6(8), 27-29.
- Wanpan, W., & Ruangsak, W. (2021). The development of scientific process skills with the observational skill packages on classification and experiment for Grade 6 students in Satit elementary school, Phranakhon Si Ayutthaya Rajabhat University. *ARU Research Journal*, 8(3), 43-52. (in Thai)

การพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านด้วยโครงการเป็นฐานร่วมกับ
แอปพลิเคชัน EveryCircuit เพื่อพัฒนาทักษะการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้าของนักเรียน
สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ

THE DEVELOPMENT OF FLIPPED CLASSROOM LEARNING USING PROJECT
BASED LEARNING AND EVERYCIRCUIT APPLICATION TO ENHANCE ELECTRICAL
CIRCUIT ANALYSIS SKILLS DEPARTMENT OF ELECTRONICS VOCATIONAL
CERTIFICATE STUDENTS

ฐิติภรณ์ ฝัฟอง* และกอบสุข คมมนัส

Tichaporn Fhaitong* and Kobsook Kongmanus

E-mail: tichapornf63@nu.ac.th* and kobsookk@nu.ac.th

Received: August 24, 2023

Revised: September 5, 2023

Accepted: October 30, 2023

ABSTRACT

This research is flipped classroom learning using project based learning and EveryCircuit application. The samples were 20 students from vocational certificate level students, Sri Samrong Industrial and Community Education College who enrolled in the subject Direct Current Circuit, semester 1, academic year 2022 and selected by purposive sampling. The research instruments were 1) a lesson plan of flipped classroom learning using project based learning and EveryCircuit application, 2) a achievement test of flipped classroom learning using project based learning and EveryCircuit application, 3) the assessment of electrical circuit analysis skills, and 4) the assessment of project based learning. Research data were analyzed by using mean ($\bar{x}$), standard deviation (SD), percentage (%) and test the hypothesis with t-test for dependent-samples. The results of the research were: 1) the quality assessment result of flipped classroom learning using project based learning and EveryCircuit application from five experts was at a high mean value ($\bar{x} = 4.85$), with standard deviation (SD) = 0.120. 2) The comparison shows that learners' learning achievement after studying is significantly (.05) higher than before studying. 3) The comparison of learners' electrical circuit analysis skills after studying higher than before study which was significant at .05. 4) The project was evaluated at the highest-level mean value ($\bar{x} = 2.39$), accounting for more than 80% of the total.

Keywords: Flipped classroom, Project based learning, EveryCircuit application, Electrical circuit analysis skills

*Corresponding author E-mail: kobsookk@nu.ac.th

สาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร จ.พิษณุโลก 65000

Faculty of Education Naresuan University, Phitsanulok 65000 Thailand

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาการจัดการเรียนรูแบบห้องเรียนกลับด้านด้วยโครงการเป็นฐานร่วมกับแอปพลิเคชัน EveryCircuit โดยประชากร คือ นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) อาชีวศึกษาจังหวัดสุโขทัย กลุ่มตัวอย่าง นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) วิทยาลัยการอาชีพศรีสำโรง ที่ลงทะเบียนเรียนวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 20 คน ได้มาโดยใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่วิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้แบบทดสอบความรู้ แบบประเมินทักษะ และแบบประเมินชิ้นงาน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ร้อยละ (%) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และการทดสอบค่าที่ (t-test) แบบ Dependent ผลการวิจัยพบว่า 1) การพัฒนาการจัดการเรียนรูแบบห้องเรียนกลับด้านด้วยโครงการเป็นฐานร่วมกับแอปพลิเคชัน EveryCircuit เพื่อพัฒนาทักษะการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้าของนักเรียนสาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพในภาพรวม พบว่า มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.85 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.12 2) การเปรียบเทียบความรู้ เรื่อง การวิเคราะห์วงจรไฟฟ้าของผู้เรียน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) ทักษะการคิดวิเคราะห์วงจรไฟฟ้าของผู้เรียน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 4) ผลงาน การวิเคราะห์วงจรไฟฟ้าของผู้เรียนมีค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$ = 2.39) คิดเป็นร้อยละ 80 เป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้

คำสำคัญ: ห้องเรียนกลับด้าน, โครงการเป็นฐาน, แอปพลิเคชัน EveryCircuit, ทักษะการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า

1. บทนำ

จากเหตุการณ์การแพร่ระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (COVID-19) ถือว่าเป็นโรคระบาดใหญ่ทั่วโลก เป็นเวลาหลายปีที่ประชาคมทั่วโลกต้องเผชิญกับสถานการณ์นี้ ซึ่งการแพร่ระบาดนี้ได้ส่งผลกระทบต่อสังคมอย่างกว้างขวางทั้งด้านสังคม เศรษฐกิจ ระบบบริการสุขภาพ (Chaosurin et al., 2021, p. 97) รวมไปถึงการจัดการศึกษาที่ต้องมีการปรับเปลี่ยนเพื่อให้สอดคล้องกับการจัดหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2562 ไม่สามารถจัดการเรียนการสอนรูปแบบในชั้นเรียนหรือรูปแบบปกติในสถานศึกษาได้ สถานศึกษาต้องกำหนดให้ครูปรับวิธีการจัดการเรียนการสอนจากรูปแบบปกติเป็นการจัดการเรียนการสอนออนไลน์ในลักษณะสอนสด (Live) ผ่านแพลตฟอร์ม (Platform) การจัดการเรียนรู้ออนไลน์ที่มีคุณภาพ ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่มุ่งให้บรรลุจุดประสงค์รายวิชาที่เทียบเคียงกับการสอนในห้องเรียน มอบหมายงานและรับ-ส่งงานผ่านระบบอิเล็กทรอนิกส์ โดยไม่ต้องเข้าชั้นเรียน แต่การจัดการเรียนการสอนอาชีวศึกษานั้นมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ฝึกปฏิบัติและการลงมือทำด้วยตนเอง ผ่านกระบวนการจัดการเรียนรู้ของครู เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความชำนาญ จึงจะสามารถใช้งานและแก้ปัญหาในสถานการณ์จริงได้ จึงเป็นความท้าทายของการจัดการอาชีวศึกษาให้สอดคล้องกับสถานการณ์ แต่ยังคงคุณภาพของผู้เรียนและผู้สำเร็จการศึกษาเพื่อเป็นกำลังคนที่สำคัญของประเทศต่อไป (Office of the Vocational Education Commission [OVEC], 2021, p. 4)

โครงสร้างหลักสูตรที่ดำเนินการเรียนการสอนแต่ละภาคเรียน โดยจัดอัตราส่วนการเรียนรู้ภาคทฤษฎีต่อภาคปฏิบัติในหมวดวิชาสมรรถนะวิชาชีพ ประมาณ 20 : 80 ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะหรือกระบวนการจัดการเรียนรู้ร่วมกันในลักษณะของงานโครงการ และหรือชิ้นงานในแต่ละภาค Intharayut et al. (2016, p. 72) กล่าวว่า เนื่องจากวิชาการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้าหรือวงจรไฟฟ้า เป็นวิชาบังคับและเป็นวิชาพื้นฐานสำหรับการเรียนอิเล็กทรอนิกส์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ จากการสังเกตการเรียนการสอนวิชาการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้าโดยส่วนใหญ่ ผู้สอนให้ความรู้ตามเนื้อหาสาระด้วยการบรรยาย อธิบายแสดงสาธิต ซึ่งเห็นได้ว่าการแก้ปัญหาโจทย์มีหลายขั้นตอนในการเรียนการสอนในรูปแบบปกติ ผู้เรียนมีจำนวนมาก ผู้สอนเพียงคนเดียวไม่สามารถตรวจสอบและตรวจปรับผู้เรียนได้ทุกคนทุกขั้นตอนได้ทั่วถึงทั้งชั้น ด้านพฤติกรรมกรรมการทำบ้านของนักศึกษา ซึ่งจากความคิดเห็นของนักศึกษา ไม่ค่อยมีเวลาทบทวนบทเรียน เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ยากมีพื้นฐานไม่แน่น สิ่งที่สำคัญไม่กล้าถามอาจารย์เมื่อไม่เข้าใจ (Wattananai et al., 2010, pp. 736-741)

แนวทางในการจัดการเรียนรู้ชีวิตวิถีใหม่สามารถดำเนินการได้หลากหลายรูปแบบซึ่งไม่ว่าสถานศึกษาจะเลือกใช้รูปแบบหรือวิธีการใดก็ตาม แต่ต้องเล็งเห็นความสำคัญในการจะพัฒนาผู้เรียนไปสู่การพัฒนาได้อย่างยั่งยืนไม่ใช่เป็นเพียงแค่การพัฒนาแบบผิวเผิน แต่ต้องเป็นการพัฒนาแบบลุ่มลึก ทั้งนี้การที่สถานศึกษาจะพัฒนาผู้เรียนเพื่อให้เป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์ได้นั้นจะต้องสามารถพัฒนาผู้เรียนแบบองค์รวมโดยสถานศึกษาควรตระหนักให้มีความสำคัญในการวางแผนการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาผู้เรียนได้อย่างมีคุณภาพนำไปสู่การพัฒนาได้อย่างยั่งยืน (Jitchayawanit et al., 2022, p. 494) ปัจจุบันเทคโนโลยี

เข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวันมากเพิ่มขึ้น ทำให้การเรียนการสอนมีการเอาเทคโนโลยีเข้ามาเกี่ยวข้องในรูปแบบของสื่อต่าง ๆ ทั้งวีดิทัศน์ คอมพิวเตอร์ช่วยสอน รวมไปถึงแอปพลิเคชัน โดยการใช้สื่อให้เหมาะสมกับผู้เรียนจะช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งทำให้เกิดการนำแอปพลิเคชันมาเป็นตัวช่วยเสริมความรู้ผ่านโทรศัพท์เคลื่อนที่ หรือแท็บเล็ต โดยเป็นอีกช่องทางที่ทำให้การเรียนรู้ไม่จำกัดอยู่แต่ภายในห้องเรียน อีกทั้งยังสะดวกสามารถทบทวนบทเรียนได้ ทุกที่ตามต้องการ จึงมีความจำเป็นที่จะต้องใช้อุปกรณ์การเรียนรู้ที่เหมาะสมแก่บุคคลเหล่านี้ (Khlangoonklong, 2012, pp. 2-4) แอปพลิเคชัน EveryCircuit เป็นแอปพลิเคชันจำลองการทำงานของวงจรไฟฟ้าแบบออนไลน์ที่มีรูปแบบการนำเสนอที่สวยงามดูดี สามารถวาดวงจรไฟฟ้าและสามารถทำงานบนโทรศัพท์มือถือ ทั้งระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ (Android) และระบบปฏิบัติการไอโอเอส (iOS) ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ใช้ง่ายมาก มีระบบการออกแบบที่ที่สามารถช่วยเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนได้ (Khotmanee & Trebooniti, 2022, p. 35) การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน (Project-Based Learning: PBL) เป็นการส่งเสริมการเรียนรู้ตลอดชีวิต สอดคล้องกับทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยการสร้างสรรค์ชิ้นงาน และการเรียนรู้แบบร่วมมือ ซึ่งมีขั้นตอนการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับการแสวงหาความรู้ การใช้กระบวนการคิด และทักษะในการแก้ปัญหา ผู้เรียนจะเรียนรู้โดยสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองโดยใช้โครงงานเป็นฐาน ซึ่งการจัดการเรียนรู้ลักษณะนี้ ผู้เรียนต้องศึกษาค้นคว้า ทดลอง ปฏิบัติและแก้ปัญหาเพื่อสร้างผลงานหรือชิ้นงาน เป็นการฝึกให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากการกระทำเพื่อสร้างองค์ความรู้ที่ถาวรด้วยตัวผู้เรียนเอง ทั้งนี้ ผู้เรียนอาจทำเป็นกลุ่มเล็กหรือเป็นกลุ่มใหญ่ก็ได้ ซึ่งจะเป็นการฝึกให้ผู้เรียนเกิดทักษะการทำงาน เป็นทีม ได้ร่วมมือร่วมใจในการทำงานเพื่อให้บรรลุเป้าหมายของกลุ่มและเกิดผลสำเร็จร่วมกัน (OVEC, 2016, p. 2) การจัดการเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้านโดยใช้โครงงานเป็นฐานสามารถตอบสนองต่อการพัฒนาทักษะการเรียนรู้ได้เป็นอย่างดี ด้วยเหตุผล คือ เกิดการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียนและผู้เรียนกับครู มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้กันทั้งภายในห้องเรียนและนอกห้องเรียน มีการฝึกปฏิบัติให้ผู้เรียนได้เรียนรู้การทำงานอย่างเป็นระบบจนเกิดเป็นชิ้นงาน เกิดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยการร่วมกันทำกิจกรรม มีการเชื่อมโยงแหล่งเรียนรู้ที่หลากหลาย ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีคุณลักษณะเป็นผู้มีนิสัยใฝ่รู้ใฝ่เรียน สามารถเรียนรู้ด้วยตนเอง และแสวงหาความรู้อย่างต่อเนื่องมีความสามารถในการสื่อสาร สามารถคิด วิเคราะห์ แก้ปัญหา คิดริเริ่ม สร้างสรรค์ มีจิตสาธารณะ มีระเบียบวินัยสามารถก้าวทันโลก (Pongsawat & Piriyastrawong, 2015, p. 233)

โดยวัตถุประสงค์ของการวิจัยประกอบด้วย 1) เพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านด้วยโครงงานเป็นฐานร่วมกับแอปพลิเคชัน EveryCircuit 2) เพื่อเปรียบเทียบผลการเรียนรู้เรื่องการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้าก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนสาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ 3) เพื่อเปรียบเทียบทักษะการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้าของนักเรียนสาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ และ 4) เพื่อศึกษาทักษะการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้าของนักเรียนสาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านด้วยโครงงานเป็นฐานร่วมกับแอปพลิเคชัน EveryCircuit

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การจัดการเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้านโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน เป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่สามารถใช้ได้กับผู้เรียนเพื่อสนับสนุนผู้เรียนให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพทำให้ผู้เรียนเข้าถึงแหล่งเรียนรู้ได้อย่างไร้ขีดจำกัด (Pongsawat & Piriyastrawong, 2015, p. 228) โดยโปรแกรม EveryCircuit เป็นโปรแกรมจำลองการทำงานของวงจรไฟฟ้าแบบออนไลน์ที่มีรูปแบบการนำเสนอที่สวยงามดูดี โปรแกรมสามารถวาดวงจรไฟฟ้าและสามารถทำงานบนมือถือได้ด้วย (Wittarit & Kantayut, 2022, p. 35) ความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนนั้นสามารถพัฒนาได้จากการจัดประสบการณ์ที่หลากหลายและจากบรรยากาศของการเรียนรู้ร่วมกัน เช่น การแลกเปลี่ยนความคิดเห็น การชี้แจงเหตุผล การแก้ปัญหา รวมถึงวิธีการสอนของครูที่ส่งผลต่อความสามารถด้านการวิเคราะห์ของนักเรียน (Bloom, 1956, pp. 25-39) จากการศึกษาของ Sajjaboriboon (2018, pp. 91-92) ที่ได้ศึกษารูปแบบการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานในห้องเรียนกลับด้านแบบร่วมมือผ่านเครือข่ายสังคม พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนหลังเรียนด้วยบทเรียนตามรูปแบบการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นสูงกว่าก่อนเรียน สอดคล้องกับ Tursina & Mahammad (2017, p. 399) ที่ได้ทำการศึกษา ผลของการใช้โปรแกรมจำลองผล EveryCircuit ที่ช่วยกระตุ้นความสามารถในการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า สามารถช่วยดึงดูดการเรียนรู้ และยังช่วยเพิ่มความสามารถในการคิดวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า พัฒนาในการคิดและคำนวณเพื่อเป็นพื้นฐานของวงจรอิเล็กทรอนิกส์จาก EveryCircuit

สมมติฐานประกอบด้วย ความรู้เรื่องการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า ของนักเรียนสาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ หลังเรียนเมื่อสอนแบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับแอปพลิเคชัน EveryCircuit โดยใช้โครงงานเป็นฐานสูงกว่าก่อนเรียน ทักษะในการคิดวิเคราะห์วงจรไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ของนักศึกษาหลังเรียนเมื่อสอนแบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับแอปพลิเคชัน EveryCircuit โดยใช้โครงงานเป็นฐานสูงกว่าก่อนเรียน และวัดทักษะชิ้นงานการสร้างวงจรไฟฟ้าที่ได้คะแนนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร คือ นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) อาชีวศึกษาจังหวัดสุโขทัย

กลุ่มตัวอย่าง นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) วิทยาลัยการอาชีพศรีสำโรง ที่ลงทะเบียนเรียนวิชา วงจรไฟฟ้า กระแสตรง ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 กลุ่มเป้าหมายในการเลือกที่ได้โดยใช้วิธีแบบเจาะจง จำนวน 20 คน

3.2 ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรต้น คือ การจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านด้วยโครงงานเป็นฐานร่วมกับแอปพลิเคชัน EveryCircuit

ตัวแปรตาม คือ ความรู้เรื่องการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า ของนักเรียนสาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ และทักษะการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า ของนักเรียนสาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย คือ เนื้อหาในรายวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์เนื้อหา โดยคุณสมบัติของเนื้อหาที่เหมาะสมสำหรับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านด้วยโครงงานเป็นฐานร่วมกับแอปพลิเคชัน EveryCircuit โดยแบ่งเนื้อหาออกเป็น 6 หน่วย ได้แก่

หน่วยที่ 1 วงจรไฟฟ้าและปริมาณทางไฟฟ้า

หน่วยที่ 2 การต่อตัวต้านทาน

หน่วยที่ 3 กฎของโอห์ม

หน่วยที่ 4 วงจรไฟฟ้าแบบอนุกรม

หน่วยที่ 5 วงจรไฟฟ้าแบบขนาน

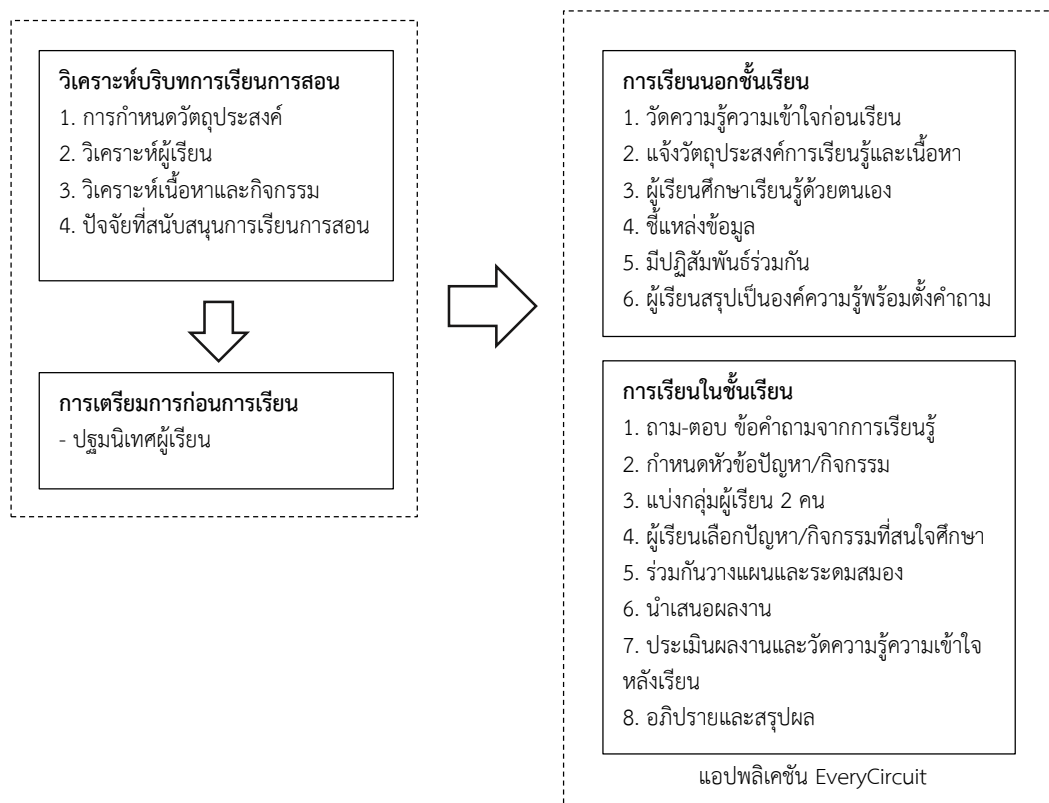
หน่วยที่ 6 วงจรไฟฟ้าแบบผสม

ขอบเขตด้านระยะเวลา คือ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับแอปพลิเคชัน EveryCircuit โดยใช้โครงงานเป็นฐาน

แผนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับแอปพลิเคชัน EveryCircuit โดยใช้โครงงานเป็นฐาน เรื่องการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า ของนักเรียนสาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ มีการสร้างขึ้นตามหลักการของการออกแบบและพัฒนาระบบการสอน อย่างมีระบบของ ADDIE Model (Seels & Glasgow, 1998, p. 177) ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างตามขั้นตอน ดังนี้



รูปที่ 1 รูปแบบแผนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับแอปพลิเคชัน EveryCircuit โดยใช้โครงงานเป็นฐาน เรื่องการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า

2) แบบทดสอบความรู้เรื่องการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า ของนักเรียนสาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ผู้วิจัยได้ดำเนินการพัฒนาแบบทดสอบความรู้เรื่อง การวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า ของนักเรียนสาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ เพื่อใช้เป็นแบบทดสอบความรู้ก่อนเรียนและหลังเรียน เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก 30 ข้อ ซึ่งมีขั้นตอนการสร้าง ดังต่อไปนี้

ศึกษาหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2562 ของสาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ โดยการวิเคราะห์สมรรถนะการเรียนรู้ตามหลักสูตรทุกแผนการเรียนรู้ ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและวิธีการประเมินผล เพื่อใช้เป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบความรู้ ดำเนินการสร้างแบบทดสอบความรู้ เรื่อง การวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า ตามผลการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ใน การเขียนยึดหลักตามหลักการเขียนแบบทดสอบประเภทเลือกตอบ โดยเลือกแบบทดสอบเป็นแบบเลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือก หลักในการคิดคะแนน คือ ตอบถูก 1 ข้อ ได้ 1 คะแนน ถ้าตอบผิดหรือไม่ตอบหรือตอบมากกว่า 1 คำตอบได้ 0 คะแนน นำแบบทดสอบความรู้ เรื่อง การวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า เสนออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของแผนการจัดการเรียนรู้ และนำกลับมาปรับปรุงตามข้อเสนอแนะ นำแบบทดสอบความรู้ เรื่อง การวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า ที่สร้างขึ้นเสนอผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งมีคุณสมบัติด้านประสบการณ์การสอนหรือการทำงานมีความรู้ความสามารถด้านเนื้อหา และด้านวิจัยจำนวน 5 ท่าน เพื่อตรวจสอบและให้ข้อเสนอแนะผู้เชี่ยวชาญประเมินความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับ จุดประสงค์การเรียนรู้ ประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับผลการเรียนรู้ (IOC) โดยพิจารณาจากเกณฑ์การให้คะแนน (Worakum, 2018, p. 269) ดังนี้

ให้คะแนน	+1	เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดได้ตรง
ให้คะแนน	0	เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดได้ตรง
ให้คะแนน	-1	เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดได้ไม่ตรงผลการเรียนรู้

นำข้อมูลที่รวบรวมได้จากข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญมาปรับปรุงแก้ไขแบบทดสอบความรู้เรื่อง การวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า ซึ่งได้แก่ ปรับแก้ข้อคำถามของแบบทดสอบความรู้ให้สอดคล้องกับผลการเรียนรู้ และปรับแก้ข้อคำถามของแบบทดสอบให้ตรงกับคุณลักษณะที่ต้องการวัดนำผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามของแบบทดสอบกับผลการเรียนรู้ผลการประเมินพบว่าแบบทดสอบความรู้มีค่า IOC ค่าตั้งแต่ 0.60-1.00 ได้ข้อสอบ 30 ข้อ นำแบบทดสอบความรู้ทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างเพื่อประเมินความรู้เรื่องวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า

3) แบบประเมินทักษะการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า ของนักเรียนสาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ มีขั้นตอนการสร้าง ดังต่อไปนี้

ศึกษาแนวคิด หลักการ ทฤษฎี รูปแบบ วิธีการสร้างแบบประเมินจากหนังสือ เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง นำข้อมูลที่ได้จากการศึกษามาสร้างแบบประเมินทักษะการคิดวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า แบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ วิเคราะห์ความสำคัญ วิเคราะห์ความสัมพันธ์ และวิเคราะห์หลักการโดยสร้างตามขอบข่ายวัตถุประสงค์ของทักษะการคิดวิเคราะห์ตามแนวคิดของบลูม (Bloom, 1956, pp. 25-39) จำนวน 5 ข้อ นำแบบประเมินทักษะการคิดวิเคราะห์วงจรไฟฟ้าเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญเพื่อตรวจสอบความถูกต้องด้านเนื้อหา ภาษา และประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับองค์ประกอบการเรียนรู้ (IOC) โดยพิจารณาจากเกณฑ์การให้คะแนนของ Worakum (2018, p. 269) ดังนี้

ให้คะแนน	+1	เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดได้ตรงตามจุดประสงค์
ให้คะแนน	0	เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดได้ตรงตามจุดประสงค์
ให้คะแนน	-1	เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดได้ไม่ตรงตามจุดประสงค์

นำผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามของแบบวัดกับคุณลักษณะที่ต้องการวัดวิเคราะห์ พบว่า แบบประเมินทักษะการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า มีค่า IOC ค่าตั้งแต่ 0.60-1.00 ได้จำนวน 10 ข้อ นำข้อมูลที่รวบรวมได้จากข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญมาปรับปรุงแก้ไขแบบประเมินทักษะการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า คือ ปรับแก้ตัวเลือกของข้อสอบและข้อคำถามให้สอดคล้องกับองค์ประกอบของทักษะการคิดวิเคราะห์ นำแบบประเมินทักษะการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า จำนวน 10 ข้อ ไปทดลองใช้ (Try out) กับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ระดับชั้นปีที่ 1 จำนวน 20 คน วิทยาลัยการอาชีพศรีสำโรง เพื่อปรับปรุงเนื้อหา ภาษา ข้อคำถาม และเวลาที่ใช้ในการทดสอบ นำผลที่ได้จากการทดลองใช้แบบประเมินทักษะการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า จำนวน 10 ข้อ มาวิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนก พบว่ามีค่าอยู่ระหว่าง 0.06-0.80 จากนั้นคัดเลือกแบบประเมินทักษะการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า จำนวน 5 ข้อ ซึ่งมีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.45-0.80 นำแบบประเมินทักษะการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้าที่คัดเลือกไว้ จำนวน 5 ข้อ มาหาค่าความเชื่อมั่น พบว่ามีค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.89 จัดพิมพ์เป็นแบบประเมินทักษะการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า ที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพจำนวน 5 ข้อ เพื่อใช้วัดทักษะการคิดวิเคราะห์ก่อนและหลังเรียนกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

4) แบบประเมินชิ้นงานจากการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า ของนักเรียนสาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ

ผู้วิจัยสร้างแบบประเมินชิ้นงานจากการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า ของนักเรียนสาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ เพื่อใช้ในการประเมินชิ้นงาน ซึ่งมีขั้นตอนการดำเนินการสร้างแบบประเมิน ดังนี้ ศึกษาแนวคิด หลักการ ทฤษฎี รูปแบบ วิธีการสร้างแบบประเมินจากหนังสือเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษามาสร้างแบบประเมินชิ้นงาน ซึ่งกำหนดประเด็นในการประเมินโครงงาน ประกอบไปด้วย 1) รายงานชิ้นงาน 2) ความสำคัญของการจัดทำชิ้นงาน 3) เนื้อหาชิ้นงาน 4) กระบวนการทำงาน 5) การนำเสนอชิ้นงาน 6) ผลงานจากการทำชิ้นงานกำหนดเกณฑ์ของแบบประเมินกระบวนการทำงานชิ้นงานแบบรูบริกส์ (Rubrics) โดยใช้แบบมาตรประเมินค่า 3 ระดับ คือ

3 คะแนน	หมายถึง ชิ้นงานอยู่ในระดับสูง
2 คะแนน	หมายถึง ชิ้นงานอยู่ในระดับปานกลาง
1 คะแนน	หมายถึง ชิ้นงานอยู่ในระดับต่ำ
โดยใช้เกณฑ์การแปลความหมาย ดังนี้	
2.50 - 3.00	หมายถึง การทำชิ้นงานอยู่ในระดับสูง
1.50 - 2.49	หมายถึง การทำชิ้นงานอยู่ในระดับปานกลาง
1.00 - 1.49	หมายถึง การทำชิ้นงานอยู่ในระดับต่ำ

นำแบบประเมินกระบวนการทำชิ้นงานที่สร้างขึ้นไปปรึกษาอาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อพิจารณาและเสนอแนะเกี่ยวกับการใช้ ภาษา ความชัดเจน ความเหมาะสม แล้วนำคำแนะนำที่ได้มาปรับปรุงแก้ไข นำแบบทดสอบทั้งหมดให้ผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งมีคุณสมบัติด้านประสบการณ์การสอนหรือการทำงานมีความรู้ความสามารถด้านเนื้อหา และด้านวิจัย จำนวน 5 ท่าน ประเมินความสอดคล้อง เพื่อนำมาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) และปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญนำแบบ ประเมินชิ้นงานไปใช้ในการประเมินระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านด้วยโครงงานเป็นฐานร่วมกับแอปพลิเคชัน EveryCircuit

3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยตามขั้นตอน ดังนี้

- 1) นำแบบทดสอบความรู้ก่อนเรียน เรื่องการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า แบบปรนัย 4 ตัวเลือกไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง แล้วบันทึกคะแนนกลุ่มตัวอย่างจากการทดสอบครั้งนี้เป็นคะแนนก่อนเรียน (Pre-test)
- 2) นำแบบประเมินทักษะก่อนเรียน เรื่องการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า แบบอัตนัยจำนวน 5 ข้อไปทดสอบกับ กลุ่มตัวอย่างจากการทดสอบครั้งนี้เป็นคะแนนก่อนเรียน (Pre-test)
- 3) ดำเนินการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านด้วยโครงงานเป็นฐานร่วมกับแอปพลิเคชัน EveryCircuit ซึ่งผู้วิจัยเป็นผู้จัดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ใช้เวลาจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 6 สัปดาห์ รวม 24 ชั่วโมง ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565
- 4) นำแบบทดสอบความรู้ หลังเรียน เรื่องการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้าที่แบบปรนัย 4 ตัวเลือกไปทดสอบกับ นักเรียนระดับ ประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยการอาชีพศรีสำโรง จำนวน 20 คน แล้วบันทึกคะแนนกลุ่ม ตัวอย่างจากการทดสอบครั้งนี้เป็นคะแนนหลังเรียน (Post-Test)
- 5) นำแบบทดสอบทักษะ หลังเรียน เรื่องการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้าที่แบบอัตนัย 5 ข้อ ไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง แล้วบันทึกคะแนนกลุ่มตัวอย่างจากการทดสอบครั้งนี้เป็นคะแนนหลังเรียน (Post-Test)
- 6) ประเมินผลงานของนักเรียนด้วยแบบประเมินชิ้นงาน การจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านด้วยโครงงานเป็นฐาน ร่วมกับแอปพลิเคชัน EveryCircuit

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

- 1) ผลการประเมินคุณภาพแผนพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านด้วยโครงงานเป็นฐานร่วมกับแอปพลิเคชัน EveryCircuit มีผลการประเมินความเหมาะสม โดยวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)
- 2) เปรียบเทียบแบบทดสอบความรู้หลังเรียนแบบห้องเรียนกลับด้านด้วยโครงงานเป็นฐานร่วมกับแอปพลิเคชัน EveryCircuit เรื่องการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า โดยวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และทดสอบสมมติฐาน ด้วยสถิติ t-test for One-Sample
- 3) เปรียบเทียบทักษะการคิดวิเคราะห์ระหว่างก่อนและหลังเรียนแบบห้องเรียนกลับด้านด้วยโครงงานเป็นฐานร่วมกับแอปพลิเคชัน EveryCircuit เรื่องการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้าโดยวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และทดสอบ สมมติฐานด้วยสถิติ t-test for One-Sample
- 4) ศึกษาทักษะการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้าจากชิ้นงาน วิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ร้อยละ (%) ซึ่งมีเกณฑ์การผ่านร้อยละ 80

4. ผลการวิจัย

4.1 ผลการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ผลการประเมินคุณภาพ แผนพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านด้วย โครงงานเป็นฐานร่วมกับแอปพลิเคชัน EveryCircuit เพื่อพัฒนาทักษะการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้าของนักเรียนสาขาวิชา อิเล็กทรอนิกส์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ

ตารางที่ 1 ผลการประเมินคุณภาพแผนพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านด้วยโครงงานเป็นฐานร่วมกับแอปพลิเคชัน EveryCircuit

รายการประเมิน	$\bar{x}$	SD	ระดับการประเมิน n=5
1. จุดประสงค์การเรียนรู้			
1.1 สอดคล้องกับผลการเรียนรู้	5.00	.000	มากที่สุด
1.2 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	4.60	.548	มากที่สุด
1.3 สามารถวัด/ประเมินผลได้	4.60	.548	มากที่สุด
เฉลี่ย	4.733	.278	มากที่สุด
2. สารสำคัญ			
2.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	.000	มากที่สุด
2.2 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้ ชัดเจน เข้าใจง่าย	4.60	.548	มากที่สุด
2.3 เหมาะสมกับระดับชั้นของผู้เรียน	5.00	.000	มากที่สุด
เฉลี่ย	4.866	.182	มากที่สุด
3. สาระการเรียนรู้			
3.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	.000	มากที่สุด
3.2 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	4.40	.548	มาก
3.3 เหมาะสมกับระดับชั้นของผู้เรียน	4.60	.548	มากที่สุด
3.4 กำหนดเนื้อหาเหมาะสมกับเวลาเรียน	5.00	.000	มากที่สุด
เฉลี่ย	4.75	.250	มากที่สุด
4. เนื้อหา			
4.1 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	4.80	.447	มากที่สุด
4.2 สอดคล้องกับผลการเรียนรู้	4.80	.447	มากที่สุด
4.3 เหมาะสมกับเวลาที่ทำการสอน	5.00	.000	มากที่สุด
เฉลี่ย	4.86	.182	มากที่สุด
5. กิจกรรมการเรียนรู้			
5.1 สอดคล้องกับเนื้อหา	4.80	.447	มากที่สุด
5.2 สอดคล้องกับการวัดและประเมินผล	5.00	.000	มากที่สุด
5.3 ได้รับความสนใจ ให้ผู้เรียนกระตือรือร้นที่จะเรียนรู้	4.60	.548	มากที่สุด
5.4 เหมาะสมกับระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ	5.00	.000	มากที่สุด
5.5 เรียงลำดับกิจกรรมได้เหมาะสม	5.00	.000	มากที่สุด
เฉลี่ย	4.88	.109	มากที่สุด
6. สื่อ / แหล่งการเรียนรู้			
6.1 เหมาะสมกับวัยและความสามารถของผู้เรียน	5.00	.000	มากที่สุด
6.2 เหมาะสมกับเนื้อหาและกิจกรรม	5.00	.000	มากที่สุด
6.3 ได้รับความสนใจต่อผู้เรียน	5.00	.000	มากที่สุด
เฉลี่ย	5.00	.000	มากที่สุด
7. การวัดและประเมินผล			
7.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	.000	มากที่สุด
7.2 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	5.00	.000	มากที่สุด
7.3 สามารถวัดและประเมินผลสิ่งที่ระบุไว้ได้	4.80	.447	มากที่สุด
7.4 วัดและประเมินผลได้ครอบคลุมสาระการเรียนรู้	5.00	.000	มากที่สุด
7.5 เครื่องมือที่ใช้วัดเหมาะสมกับผู้เรียน	4.60	.548	มากที่สุด
เฉลี่ย	4.88	.178	มากที่สุด
เฉลี่ยทั้งหมด	4.85	.120	มากที่สุด

จากตารางที่ 1 พบว่าผลการประเมินคุณภาพแผนพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านด้วยโครงงานเป็นฐานร่วมกับแอปพลิเคชัน EveryCircuit จากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่านนั้น ในภาพรวมปรากฏว่า มีผลการประเมินความเหมาะสมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.85 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.120 เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่ได้กำหนดไว้ พบว่า ระดับความ

เหมาะสม อยู่ในระดับ มากที่สุด โดยเมือพิจารณารายข้อแล้ฟพบว่า ข้อที่มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด คือ สื่อ/แหล่งการเรียนรู้ และการวัดและประเมินผล

4.2 ผลการวิเคราะห์ผลการเรียนรู้เรื่องการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า ของนักเรียนสาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ

จากการศึกษาผลคะแนนแบบทดสอบความรู้ทางการเรียนก่อนและหลังแผนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านด้วยโครงงานเป็นฐานร่วมกับแอปพลิเคชัน EveryCircuit เพื่อพัฒนาทักษะการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้าของนักเรียนสาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 20 คน โดยวิเคราะห์ทักษะการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้าก่อนเรียนและหลังเรียนแบบห้องเรียนกลับด้านด้วยโครงงานเป็นฐานร่วมกับแอปพลิเคชัน EveryCircuit

ตารางที่ 2 ผลการเปรียบเทียบความรู้เรื่องการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า ของนักเรียนสาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ก่อนเรียนและหลังเรียน

ผลการทดลอง	n	$\bar{x}$	SD	t	df	Sig
ก่อนเรียน	20	9.60	2.23	17.14	19	.000
หลังเรียน	20	17.00	1.37			

*p < .05

จากตารางที่ 2 พบว่า นักเรียนมีความรู้เรื่องการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า ของนักเรียนสาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

4.3 ผลการวิเคราะห์ทักษะการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า ของนักเรียนสาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพก่อนเรียนและหลังเรียนเมื่อสอนแบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับแอปพลิเคชัน EveryCircuit โดยใช้โครงงานเป็นฐาน

จากการศึกษาผลคะแนนทักษะการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า ทางกรเรียนก่อนและหลังแผนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านด้วยโครงงานเป็นฐานร่วมกับแอปพลิเคชัน EveryCircuit เพื่อพัฒนาทักษะการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้าของนักเรียนสาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 20 คน โดยวิเคราะห์ผลการทดสอบความรู้ก่อนเรียนและหลังเรียนแบบห้องเรียนกลับด้านด้วยโครงงานเป็นฐานร่วมกับแอปพลิเคชัน EveryCircuit

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ทักษะการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า ของนักเรียนสาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพก่อนเรียนและหลังเรียนเมื่อสอนแบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับแอปพลิเคชัน EveryCircuit โดยใช้โครงงานเป็นฐาน

ผลการทดลอง	n	$\bar{x}$	SD	t	df	Sig
ก่อนเรียน	20	7.55	2.06	14.64	19	.000
หลังเรียน	20	16.30	1.56			

*p < .05

จากตารางที่ 3 พบว่า นักเรียนมีคะแนนทักษะการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า ของนักเรียนสาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

4.4 ผลการประเมินชิ้นงานจากการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านด้วยโครงงานเป็นฐานร่วมกับแอปพลิเคชัน EveryCircuit เพื่อพัฒนาทักษะการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้าของนักเรียนสาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ

การจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านด้วยโครงงานเป็นฐานร่วมกับแอปพลิเคชัน EveryCircuit โดยใช้แบบประเมินกระบวนการทำชิ้นงาน แสดงไว้ในตาราง ดังนี้

ตารางที่ 4 ผลการประเมินชันงานจากการจัดการเรียนรูแบบหองเรียนกลับดานด้วยโครงงานเป็นฐานร่วมกับ แอปพลิเคชัน EveryCircuit

รายการที่ตองประเมิน	$\bar{x}$	ร้อยละ (%)	ผลการประเมิน n = 20
1. รายงานโครงงาน	2.50	83.3 %	สูง
2. ความสำคัญของการจัดทำโครงงาน	2.60	86.7 %	สูง
3. เนื้อหาโครงงาน	2.44	81.3 %	สูง
4. กระบวนการทำงาน	2.43	81 %	สูง
5. การนำเสนอ	2.41	80.3 %	สูง
6. ผลงานจากการทำชันงาน	2.47	82.3 %	สูง
เฉลี่ย	2.47	82.56 %	สูง

จากตารางที่ 4 พบว่า ผลการประเมินชันงานจากการจัดการเรียนรูแบบหองเรียนกลับดานด้วยโครงงานเป็นฐานร่วมกับ แอปพลิเคชัน EveryCircuit เพื่อพัฒนาทักษะการวิเคราะห์หวงจรไฟฟ้าของนักเรียนสาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ มีผลการประเมินอยู่ในระดับปานกลางค่าเฉลี่ย $\bar{x}$ ทั้งหมด 2.47 ได้คะแนนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80

5. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

จากการวิจัยการจัดการเรียนรูหองเรียนกลับดานด้วยโครงงานเป็นฐานร่วมกับแอปพลิเคชัน EveryCircuit เรื่อง การวิเคราะห์หวงจรไฟฟ้า ของนักเรียนสาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ผู้วิจัยสรุปผลได้ ดังนี้ 1) ผลการพัฒนาการจัดการเรียนรูผลการประเมินคุณภาพ แผนพัฒนาการจัดการเรียนรูแบบหองเรียนกลับดานด้วยโครงงาน เป็นฐานร่วมกับแอปพลิเคชัน EveryCircuit เพื่อพัฒนาทักษะการวิเคราะห์หวงจรไฟฟ้าของนักเรียนสาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ในภาพรวมปรากฏว่า มีผลการประเมินความเหมาะสม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.85 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.120 เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้ พบว่า ระดับความเหมาะสม อยู่ในระดับ มากที่สุด 2) ผลเปรียบเทียบแบบทดสอบความรู้หลังเรียนแบบหองเรียนกลับดานด้วยโครงงานเป็นฐานร่วมกับแอปพลิเคชัน EveryCircuit เรื่อง การวิเคราะห์หวงจรไฟฟ้า หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) ผลเปรียบเทียบทักษะการคิดวิเคราะห์หระหว่างก่อนและหลังแบบหองเรียนกลับดานด้วยโครงงานเป็นฐานร่วมกับแอปพลิเคชัน EveryCircuit เรื่องการวิเคราะห์หวงจรไฟฟ้าโดยวิเคราะห์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 4) ผลการประเมินชันงานจากการจัดการเรียนรูแบบหองเรียนกลับดานด้วยโครงงานเป็นฐานร่วมกับแอปพลิเคชัน EveryCircuit เพื่อพัฒนาทักษะการวิเคราะห์หวงจรไฟฟ้าของนักเรียนสาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ มีผลการประเมินอยู่ในระดับปานกลางค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ทั้งหมด 2.47 ได้คะแนนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80

จากการวิจัยการจัดการเรียนรูหองเรียนกลับดานด้วยโครงงานเป็นฐานร่วมกับแอปพลิเคชัน EveryCircuit เรื่อง การวิเคราะห์หวงจรไฟฟ้า ของนักเรียนสาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ผู้วิจัยได้อภิปรายผลได้ ดังนี้ 1) ผลการประเมินคุณภาพแผนพัฒนาการจัดการเรียนรูแบบหองเรียนกลับดานด้วยโครงงานเป็นฐานร่วมกับแอปพลิเคชัน EveryCircuit ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างตามชันตอนจนได้แผนการจัดการเรียนรู จำนวน 6 หน่วยการเรียนรู้ ได้รับการประเมินคุณภาพของ แผนพัฒนาการจัดการเรียนรูแบบหองเรียนกลับดานด้วยโครงงานเป็นฐานร่วมกับแอปพลิเคชัน EveryCircuit จากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่านนั้น ในภาพรวมปรากฏว่า มีผลการประเมินความเหมาะสม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.85 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.120 เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้ พบว่า ระดับความเหมาะสม อยู่ในระดับ มากที่สุด ทั้งนี้เพราะมีการจัด กิจกรรมการเรียนการสอนที่เป็นลำดับชันตอนและมีความหลากหลายของการเรียนรู ยึดผู้เรียนเป็นจุดศูนย์กลาง มีการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีและแอปพลิเคชันเป็นเครื่องมือในการประกอบการสอน เน้นทักษะการคิดในชันสูงการวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ และการประยุกต์ใช้ซึ่งเหมาะกับการเรียนรูในปัจจุบัน ที่ให้เรียน ได้รู้ ได้ทดลองจริงด้วยตนเอง ทั้งยังฝึกการมีปฏิสัมพันธ์ร่วมกันระหว่างเพื่อนและครูผู้สอนในชันเรียน โดยสอดคล้องกับแนวคิดของ Boonmee (2021, pp. 383-384) การสอนที่เน้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติกับสื่อการสอนที่เป็นของจริง ร่วมทำกิจกรรมต่าง ๆ ได้ทดลองทำในสิ่งที่คิดผ่านการ ทำโครงงาน เรียนรู้การทำงานผ่านกระบวนการกลุ่ม ออกไปเรียนรู เก็บเกี่ยวประสบการณ์จากแหล่งเรียนรูภายนอก หรือจัดแสดงของตนเอง จะทำให้เกิดประสบการณ์เกิดความรู้ และทักษะ เกิดการพัฒนาตนเอง และสามารถนำไปปรับใช้ในการประกอบอาชีพ และดำรงชีวิตในยุคศตวรรษที่ 21 2) ผลการเปรียบเทียบแบบทดสอบความรู้หลังเรียนแบบหองเรียนกลับดาน ด้วยโครงงานเป็นฐานร่วมกับแอปพลิเคชัน EveryCircuit เรื่องการวิเคราะห์หวงจรไฟฟ้าหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมี

นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อพิจารณาจากผลความแตกต่างของคะแนน พบว่า คะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 9.60 คะแนน และคะแนนหลังเรียน 17.00 คะแนนมีความแตกต่าง 7.40 แสดงให้เห็นว่า แผนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับแอปพลิเคชัน EveryCircuit โดยใช้โครงงานเป็นฐาน แสดงให้เห็นว่า สามารถตอบสนองต่อการพัฒนาทักษะการเรียนรู้ได้เป็นอย่างดี มีความสามารถในการสื่อสาร สามารถคิด วิเคราะห์ แก้ปัญหา คิดริเริ่มสร้างสรรค์ มีจิตสาธารณะมีระเบียบวินัย สามารถก้าวทันโลก และส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะที่พึงประสงค์ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Srihirun (2017, p. 19) ผู้เรียนต้องใช้กระบวนการคิดวิเคราะห์ที่ในกรณีศึกษาข้อมูลจากแหล่งสารสนเทศ ผ่านสื่อเทคโนโลยี ICT เพื่อให้เกิดนวัตกรรมของเนื้อหาและทำความเข้าใจถึงเรื่องราวหรือเนื้อเรื่องต่าง ๆ ว่าประกอบด้วยอะไร มีจุดมุ่งหมายหรือความประสงค์สิ่งใด ที่สำคัญนั้นแต่ละเหตุการณ์เกี่ยวพันกันอย่างไรบ้าง อีกทั้งเป็นการพัฒนาให้ผู้เรียนสามารถอธิบายการแก้ปัญหาได้อย่างชัดเจนและมีเหตุผล สามารถนำทักษะการคิดวิเคราะห์ที่เกิดขึ้นนั้นไปประยุกต์ใช้ต่อไปได้ในอนาคต ซึ่งผลการวิจัยที่พบนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ Thana (2020, p. 64) ศึกษาการพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพแบบใช้โครงงานเป็นฐาน (PjBL) ในรายวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ของนักเรียนที่ได้รับกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐานหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) ผลเปรียบเทียบทักษะการคิดวิเคราะห์ระหว่างก่อนและหลังแบบห้องเรียนกลับด้านด้วยโครงงานเป็นฐานร่วมกับแอปพลิเคชัน EveryCircuit เรื่องการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้าโดยวิเคราะห์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อพิจารณาจากผลความแตกต่างของคะแนน พบว่า คะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 7.55 คะแนน และหลังเรียน 16.30 มีความแตกต่างกัน 8.75 โดย Thana (2020, p. 64) ได้ศึกษาในเรื่อง การพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพแบบใช้โครงงานเป็นฐาน (PjBL) ในรายวิชา ไมโครคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น พบว่า ทักษะการคิดของนักเรียนก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐานมีทักษะการคิดวิเคราะห์หลังได้รับการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เช่นเดียวกับงานวิจัยของ Chabaporn (2019, p. 89) ศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านร่วมกับสืบเสาะหาความรู้ (5E) ที่ส่งเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สมบัติของสารพันธุกรรมและมิวเทชันของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีคะแนนทักษะการคิดวิเคราะห์เฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 23.68 คิดเป็นจำนวนร้อยละเท่ากับ 84.59 ซึ่งสูงกว่าก่อนเรียนที่นักเรียนมีคะแนนทักษะการคิดวิเคราะห์เฉลี่ยเท่ากับ 20.67 คิดเป็นจำนวนร้อยละเท่ากับ 73.83 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 4) ผลการประเมินชิ้นงานจากการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านด้วยโครงงานเป็นฐานร่วมกับแอปพลิเคชัน EveryCircuit เพื่อพัฒนาทักษะการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้าของนักเรียนสาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ มีผลการประเมินอยู่ในระดับปานกลางค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ทั้งหมด 2.47 คะแนนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 ทั้งนี้เพราะการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านด้วยโครงงานเป็นฐานร่วมกับแอปพลิเคชันมีกระบวนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้ นอกชั้นเรียน (Out class activities) แบ่งออกเป็น ขั้นเตรียม ขั้นที่ 1 สร้างความสนใจ (Engagement) ขั้นที่ 2 สำรวจและสืบค้น (Exploration) และการจัดการเรียนในชั้นเรียน (In class activities) แบ่งออกเป็นขั้นที่ 3 อภิปรายและลงข้อมูล (Explanation) ขั้นที่ 4 ขยายความรู้และประยุกต์ (Elaboration) ขั้นที่ 5 ประเมิน (Evaluation) ขั้นที่ 6 สรุป สอดคล้องกับ Pongsawat & Piriyasurawong (2015, p. 233) การจัดการเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้านโดยใช้การเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน เป็นการบูรณาการหลักการและทฤษฎีทางการเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้าน (Flipped classroom) การเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน (PjBL) มาสร้างเป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่สามารถใช้ได้กับผู้เรียนเพื่อสนับสนุนผู้เรียนให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้ผู้เรียนเข้าถึงแหล่งเรียนรู้ได้อย่างไร ชัดจำกัด ศึกษาหาความรู้ได้ตามสภาพแวดล้อมและเวลาที่ผู้เรียนต้องการ ดังนั้น การเรียนการสอนยุคใหม่ทั้งบทบาทหน้าที่และกิจกรรมการเรียนการสอนของผู้เรียนและผู้สอนเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมจากห้องเรียนสู่โลกกว้างมีรูปแบบกิจกรรมเชิงแลกเปลี่ยนเรียนรู้ และการสร้างองค์ความรู้ด้วยตัวของผู้เรียน ตลอดจนใช้เทคโนโลยีเพื่อการเรียนรู้มากยิ่งขึ้นนักเรียนมีโอกาสเรียนรู้ด้วยตนเองเป็นรายบุคคลมากยิ่งขึ้น ผู้เรียนมีเวลามากขึ้นในการทำกิจกรรมต่าง ๆ สามารถสอบถามในสิ่งที่ผู้เรียนสงสัยและสนใจ สามารถฝึกกระบวนการคิด การวางแผน การแก้ปัญหาต่าง ๆ อย่างเป็นระบบจนได้เป็นชิ้นงานที่เกิดจากความรู้ความเข้าใจในการเรียนรู้ของผู้เรียนและสมาชิกภายในกลุ่ม และ 4) ผลการประเมินชิ้นงานจากการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านด้วยโครงงานเป็นฐานร่วมกับแอปพลิเคชัน เพื่อพัฒนาทักษะการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้า ของนักเรียนสาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ได้คะแนนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 จะเห็นได้ว่า ผู้เรียนสามารถจัดทำรายงานชิ้นงานออกมาเป็นรูปเล่มชิ้นงานมีองค์ประกอบครบถ้วนและเสร็จตามเวลาที่กำหนดได้ดี ในส่วนของความสำคัญของการจัดทำ

ชิ้นงาน มีการทำงานเป็นกระบวนการกลุ่มและมีการพัฒนาตนเอง ด้านเนื้อหาโครงงาน มีการใช้ข้อมูลข่าวสารที่เหมาะสมอย่างเด่นชัด กระบวนการทำงาน ในการประเมินและปรับปรุงการดำเนินงานมีการนำเสนอ ความเหมาะสมของรูปแบบที่ใช้ในการนำเสนอ และผลงานจากการทำชิ้นงาน มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

6. ข้อเสนอแนะ

การวิจัยควรมีการเพิ่มเติมในส่วนของการวิจัยเชิงคุณภาพเพื่อสร้างความเชื่อมั่นของเครื่องมือและการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านด้วยโครงงานเป็นฐานร่วมกับแอปพลิเคชัน เพื่อพัฒนาทักษะการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้าของนักเรียนสาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพต้องมีการสร้างความเข้าใจเป็นอย่างมาก เพื่อให้เกิดความเข้าใจและสามารถวางแผนการสอนได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม อีกทั้งผู้สอนควรจัดสภาพแวดล้อมให้เหมาะสมในบริบทของตนเอง

เอกสารอ้างอิง

- Bloom, B. S. (Ed.). (1956). *Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals* (Handbook 1). David McKay.
- Boonmee, W. (2021). Teaching materials and learning in the 21st century. *Journal of Legal Entity Management and Local Innovation*, 7(9), 373-386. (in Thai)
- Chabaporn, P. (2019). *The 5Es flipped classroom for promoting critical thinking skills and learning achievement on the properties of genetic material and mutation of Grade 12 student* [Master's thesis]. Rajabhat Maha Sarakham University. (in Thai)
- Chaosurin, S., Kasemsiri, J., Chewwattana, W., Manipantee, S., & Chuchan, N. (2021). The impact of the Coronavirus disease 2019 (COVID-19) pandemic on children with chronic diseases and guidelines for providing care. *Vajira Nursing Journal*, 23(2), 97-107. (in Thai)
- Intharayut, S., Tansriwong, S., & Koseeyaporn, P. (2016). The development of a computer-based learning and practice program under eclecticism theory for the subject of electric circuit analysis. *The Golden Teak: Humanity and Social Science Journal*, 22(1), 70-83. (in Thai)
- Jitchayawanit, K., Suwanasri, N., Khamkhad, U., Krutmuang, C., & Rojanaiti, S. (2022). *Learning management in new normal towards sustainable development. Journal of Modern Learning Development*, 7(7), 490-503. (in Thai)
- Khlangboonklong, K. (2012). *The assisted mother in raising her child and recording the child development web application* [Thesis]. King Mongkut's University of Technology Thonburi. (in Thai)
- Khotmanee, W., & Trebooniti, K. (2022). a study on online learning achievement with EveryCircuit program: A case study on basic parameter measurement of electrical measurements and instrumentation. *Vocational Education Central Region Journal*, 6(1), 34-39. (in Thai)
- Office of the Vocational Education Commission. (2021). *Curriculum for certificate of vocational education in electronic*. Author. (in Thai)
- Pongsawat, P., & Piriyasurawong, P. (2015). Flipped classroom using project-based Learning. *Technical Education Journal King Mongkut's University of Technology North Bangkok*. 6(2), 228-234. (in Thai)
- Seels, B., & Glasgow, Z. (1998). *Making instructional design decisions* (2nd ed.). Merrill.
- Srihirun, W. (2017). Critical thinking with flipped classroom. *Graduate Studies Journal*, 13(65), 19-28. (in Thai)

- Sajjaboriboon, M. (2018). *The Project-Based Learning Model in a Collaborative Flipped Classroom through Social Networks* [Master's Thesis]. King Mongkut's University of Technology North Bankok. (in Thai)
- Thana, T. (2020). *Development of analytical thinking ability and academic achievement for vocational certificate students through Project Based Learning (PjBL) of a Basic Microcontroller* [Master's Thesis]. King Mongkut's University of Technology Thonburi. (in Thai)
- Tursina, R., & Muhammad, E. (2017). The Effect of EveryCircuit Simulator to Enhance Motivation and Students Ability in Analyzing Electrical Circuits. In 2nd Asia Education Symposium. (AES 2017). (pp. 399-404). SCITEPRESS. (in Indonesia)
- Wattananai, Luksanasakul, A., Koseeyaporn, P., & Wangsanitwong, M. (2010). The study of the academic process problem at the Department of Teacher Training in Electrical Engineering, Faculty of Technical Education, King Mongkut's University of Technology. In P. Koseeyaporn (Ed.), *Proceedings of 3rd National Conference on Technical Education "Engineering & Technical Education"* (pp. 736-741). NCTechED. (in Thai)
- Worakum, P. (2018). *Educational research* (9th ed.). Thaksila Printing. (in Thai)
- Wittarit, K., & Kantayut, T. (2022). A Study on Online Learning Achievement with EveryCircuit Program : A Case Study on Basic Parameter Measurement of Electrical Measurements an Instrumentation. *Vocational Education Central Region Journal*, 6(1), 34-39. (in Thai)

ออกแบบเครื่องเคาะเซรามิกเพื่อการผ่อนคลาย

PERCUSSION INSTRUMENT CERAMIC DESIGN FOR RELAXATION

ศุภมาส ศุภผล* และอภิสิทธิ์ ลินธุ์ศักดิ์

Suphamas Suphaphon* and Apisak Sindhuphak

E-mail: 59603192@kmitl.ac.th and apisak.si@kmitl.ac.th

Received: August 17, 2023

Revised: September 5, 2023

Accepted: November 2, 2023

ABSTRACT

This research, a percussion instrument, is designed with the purpose to help raise the level of relaxation music activities using instruments to accompany the extent of the body's rhythmic sound of Carl Orff teachings. The selected sample group of 30 participants, who began to practice playing percussion instruments at the Duak Music. They were asked to identify the most suitable percussion for each body part based on the type of clay bodies and glazes fired at 1200 °C. The choice of statistics used were mean, standard deviation, and percentage. The results showed that the lip pattern is related to the reverberation, and the tone is related to the thickness of the casting, the overlapping of clay bodies, and the knocking on the bottom of the uncoated part of the product which yielded a narrow sound. As a result, the sound is clear when knocking on the metal head. There were four designs of the percussion instruments. In summary, the satisfactory level rated by experts a percussion instrument, with the fingers "type 2" was very appropriate ($\bar{x} = 4.00$, SD = 0.97). As for hands "type 3", it showed a very high degree of suitability ($\bar{x} = 3.98$, SD = 1.08). As for the upper legs, the 3rd form was very appropriate ($\bar{x} = 4.01$, SD = 0.80) and for the feet portion, the first model had a very high level of suitability ($\bar{x} = 3.97$, SD = 0.93). Regarding the satisfaction toward simplicity among the beginner percussion, it was found that the finger part had a high level of satisfaction ($\bar{x} = 4.07$). On the hand, there was a high level of satisfaction ($\bar{x} = 3.81$). The upper-leg part had high level of satisfaction ($\bar{x} = 3.74$), and the feet part had a high level of satisfaction ($\bar{x} = 3.79$).

Keywords: Percussion instrument, Relaxation, Music activities, Un-rhythmic music, Rhythm, Clay bodies

*Corresponding author E-mail: 59603192@kmitl.ac.th

สาขาวิชาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คณะเศรษฐศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520

Technology of Industrial Product Design, School of Industrial Education and Technology,

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

บทคัดย่อ

การออกแบบเครื่องเคาะเพื่อการผ่อนคลายเป็นสื่อกลางในการประกอบกิจกรรมดนตรีสำหรับคนวัยทำงานที่ไม่เป็นดนตรีโดยเคาะจังหวะประกอบบทเพลงตามแนวการสอนของคาร์ล ออร์ฟ ตามขอบเขตพื้นฐานเสียงจากร่างกาย กลุ่มตัวอย่าง คือ ผู้เริ่มฝึกเล่นเครื่องเคาะ ที่เดอะดวก มิวสิค จำนวน 30 คน โดยทดลองเนื้อดินเปอร์ชเลนและเนื้อดินสโตนแวร์ เผาเคลือบอุณหภูมิ 1200 องศาเซลเซียส ออกแบบให้เหมาะสมกับเสียงเคาะ สถิติที่ใช้ คือ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ร้อยละ ผลการวิจัยพบว่า ขอบปากสัมพันธ์กับความกังวล โทนเสียงสัมพันธ์กับความหนาว การทับซ้อน และส่วนที่ไม่เคลือบเสียงจะแคบลง เสียงชัดเจนเมื่อเคาะด้วยไม้โลหะ ออกแบบเป็น 4 ส่วน สรุประดับความคิดเห็นโดยผู้เชี่ยวชาญ คือ ส่วนที่ใช้ไม้แบบที่ 2 ขอบปากกว้างรูปแบบเข้าใจง่ายระดับความเหมาะสมมาก ($\bar{X} = 4.00$, $SD = 0.97$) ส่วนที่ใช้มือแบบที่ 3 ขอบปากแคบลงรูปแบบสะดวกต่อการถือ ระดับความเหมาะสมมาก ($\bar{X} = 3.98$, $SD = 1.08$) ส่วนที่ใช้ต้นขาแบบที่ 3 ทรงคล้ายโดมเสียงกังวานน้อยลง ระดับความเหมาะสมมาก ($\bar{X} = 4.01$, $SD = 0.80$) และส่วนที่ใช้เท้า แบบที่ 1 ทรงคล้ายสี่เหลี่ยมลดขอบปากเสียงกังวานน้อย ระดับความเหมาะสมมาก ($\bar{X} = 3.97$, $SD = 0.93$) ปรับปรุงตามคำแนะนำและสร้างต้นแบบเพื่อประเมินความพึงพอใจ โดยกลุ่มผู้ใช้ พบว่า ส่วนที่ใช้ไม้ ระดับความพึงพอใจมาก ($\bar{X} = 4.07$) ส่วนที่ใช้มือ ระดับความพึงพอใจมาก ($\bar{X} = 3.81$) ส่วนที่ใช้ต้นขา ระดับความพึงพอใจมาก ($\bar{X} = 3.74$) และส่วนที่ใช้เท้า ระดับความพึงพอใจมาก ($\bar{X} = 3.79$)

คำสำคัญ: เครื่องเคาะ, ผ่อนคลาย, กิจกรรมดนตรี, ไม่เป็นดนตรี, จังหวะ, เนื้อดินเปอร์ชเลนและเนื้อดินสโตนแวร์

1. บทนำ

สุขภาพจิตของแต่ละบุคคลเป็นผลจากปัจจัยและประสบการณ์ปฏิสัมพันธ์ทางสังคมโครงสร้าง ทรัพยากรทางสังคมและค่านิยมทางวัฒนธรรม ซึ่งได้รับอิทธิพลจากประสบการณ์ในชีวิตประจำวัน ทั้งด้านครอบครัว บทบาทงานหรือในที่ทำงาน (World Health Organization [WHO], 2017, p.15) ในปี 2015 มีการสำรวจโดยจีเอฟเค ประเทศไทย ในหมู่พนักงานประจำของชนชั้นกลาง 21 ประเทศ เปรียบเทียบกับประเทศอื่นในเอเชียพบว่า ประเทศไทยมีชั่วโมงการทำงานเฉลี่ยสูงสุดคือ มากถึง 50.9 ชั่วโมง ต่อสัปดาห์ (Positioning Editor Team., 2015, Online) ชั่วโมงทำงานที่นานเกินไปเป็นปัจจัยทำให้เกิดภาวะเครียดทั้งรู้ตัวและไม่รู้ตัวส่งผลให้คนวัยทำงานจำนวนไม่น้อยเกิดปัญหาสุขภาพจิตสะสมซึ่งคนวัยทำงานเกือบ 50% เครียดระดับผิดปกติ (Mgironline, 2015, Online) ดังนั้นการจัดการกับความเครียด โดยการทำกิจกรรมหรืองานอดิเรก อย่างเช่น ออกกำลังกาย ฟังเพลง ร้องเพลงเล่นดนตรี ปลุกต้นไม้ เปลี่ยนบรรยากาศ ทำให้เกิดความเพลิดเพลินช่วยให้เกิดความผ่อนคลายและช่วยลดปัญหาด้านสุขภาพที่จะตามมาได้ (Office of Mental Health Promotion and Development, 2015, pp. 20-22)

Boonderek (2005, pp. 26-28) กล่าวว่า เสียงดนตรีมีอิทธิพลต่อจิตใจทำให้อารมณ์เกิดการเปลี่ยนแปลง ซึ่งความเร็วและจังหวะมีความสำคัญต่อร่างกายเป็นอย่างมาก หากระดับความเร็วของจังหวะเท่ากับอัตราการเต้นของชีพจรหรือการเต้นของหัวใจจะทำให้ร่างกายรู้สึกผ่อนคลาย ซึ่งดนตรีเสมือนตัวเสริมแรงของการผ่อนคลายที่สามารถบรรยายออกมาเป็นคำพูดหรือกิจกรรมต่าง ๆ สอดคล้องกับ Phumdoung (2005, p. 188) กล่าวว่า จากการวิจัยพบว่ากลุ่มตัวอย่างที่ได้มีกิจกรรมเกี่ยวกับดนตรีร่วมด้วยในขณะฟังดนตรีจะช่วยลดปัญหาด้านอารมณ์ได้ ซึ่งเครื่องดนตรีประเภทเครื่องกระทบมีแหล่งกำเนิดเสียงง่ายไม่มีอุปกรณ์มากมายและสามารถคิดประดิษฐ์ได้อย่างอิสระ (Phonthongasathit & Chaloeamnirundorn, 2017, p. 820) โดยสามารถใช้วัสดุแร่ธาตุประดิษฐ์เครื่องดนตรีได้ (Nakrop, 2014, p. 38) ซึ่งสามารถขึ้นรูปดินด้วยวิธีการหล่อขึ้นด้วยแม่พิมพ์ปูนปลาสเตอร์ เป็นวิธีที่ผลิตผลิตภัณฑ์สามารถควบคุมความหนาและขนาดของชิ้นงานได้ดีที่สุดในระดับความหนาที่ 1-3.5 มิลลิเมตร เผาที่อุณหภูมิ 1200 องศาเซลเซียส (Manit, 2014, p. 86) โดยการสร้างและการพัฒนาเครื่องดนตรีได้คำนึงถึงคุณลักษณะที่เหมาะสม ถัดได้สะดวก ใช้งานง่าย สามารถป้องกันไม่ให้ลื่นในระหว่างใช้งาน ซึ่งช่วงความดังเสียงจากเครื่องดนตรีอยู่ที่ 40-50 เดซิเบล เป็นเสียงที่ทำให้ผู้ใช้งานเกิดความพึงพอใจ (Boonrod et al., 2018, pp. 81-95)

เครื่องดนตรีเป็นอุปกรณ์ที่สำคัญอย่างหนึ่งในการประกอบกิจกรรมดนตรี การสร้างเครื่องดนตรีต้องคำนึงถึงขนาดที่เหมาะสมกับสภาพของผู้เข้ารับการบำบัด การใช้ในกิจกรรม และสถานที่การใช้งาน ซึ่งอุปกรณ์ที่มีคุณภาพ ทันสมัย ช่วยให้ประสบผลสำเร็จกระตุ้นความสนใจของผู้เข้าร่วมกิจกรรมได้ ซึ่งบุคคลปกติสามารถนำเครื่องดนตรีมาใช้เพื่อความสนุกสนานได้เช่นกัน โดยผู้ไม่มีพื้นฐานทางดนตรีสามารถใช้เครื่องทำจังหวะมาเคาะทำจังหวะไปกับบทเพลงทำให้เกิดความสนุกสนานและผ่อนคลาย (Binson, 2010, pp. 164-169) โดยแนวคิดในการออกแบบเครื่องดนตรีประยุกต์จากการใช้ร่างกายทำจังหวะ ซึ่งใช้วัสดุธรรมชาติ

คือ เนื้อดินมาทดลองรูปแบบการกำเนิดเสียงของเครื่องเคาะให้เหมาะสมกับลักษณะวิธีการเคลื่อนไหวในกิจกรรมและลักษณะเสียงแต่ละส่วนของร่างกาย Khamchu (2012, p. 46) โดยเริ่มจากการเคลื่อนไหวร่างกายที่ง่ายที่สุด ได้แก่ การตบมือ การตีด้น การตบตักและย่าเท้า ซึ่งสามารถสร้างเสียงพื้นฐานจากร่างกายได้ 4 เสียงหลัก คือ soprano, alto, tenor และ bass ตามลำดับ (Nakwong, 2004, p. 32) โดยคำนึงถึงคุณลักษณะที่เหมาะสมของเครื่องดนตรี คือ เครื่องดนตรีต้องถือได้สะดวก ใช้งานง่ายและไม่ให้ลื่นในระหว่างใช้งานของผู้ใช้งาน (Boonrod et al., 2018, pp. 81-95)

วัตถุประสงค์ของการวิจัยเพื่อศึกษารูปแบบเครื่องเคาะและทฤษฎีการผ่อนคลายความเครียดด้วยเสียง เพื่อออกแบบเครื่องเคาะเพื่อการผ่อนคลาย และเพื่อประเมินความพึงพอใจของเครื่องเคาะเพื่อการผ่อนคลาย

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Boonderek (2005, pp. 26-28) กล่าวว่า เสียงดนตรีเป็นสิ่งที่มียุทธพลต่อจิตใจของมนุษย์เป็นอย่างมาก ทำให้มีอารมณ์หลุดเหว้า สนุกสนานร่าเริง หรือเกรี้ยวกราดในระยะเวลาอันสั้น ซึ่งลักษณะดนตรีหรือบทเพลงที่ดีช่วยลดระดับความเครียด อีกทั้งยังสามารถปรับสภาวะของร่างกายให้เกิดความสมดุล ซึ่งความเร็วและจังหวะมีความสำคัญต่อร่างกายหากจังหวะเท่ากับอัตราการเต้นของหัวใจจะทำให้ร่างกายรู้สึกผ่อนคลาย โดยมีความคิดเห็นของอริสโตเติลและเพลโตปรากฏอยู่ในงานเขียนว่า ดนตรีมีอิทธิพลในการบำบัดและรักษาสามารถส่งผลหรือมีผลต่อสุขภาพและพฤติกรรมมนุษย์ และมีงานวิจัย พบว่า ดนตรีเป็นกระบวนการฝึกทักษะและสามารถหันเหความสนใจจากสิ่งรบกวนนอก โดยเริ่มด้วยกระบวนการทำงานในพื้นที่สมองบางส่วนให้จดจ่อกับสิ่งที่กำลังกระทำสร้างสมาธิ ป้องกันความสับสนและเกิดการผ่อนคลาย ซึ่งการเล่นดนตรีแบบเดี่ยวหรือรวมวง เช่น การฟังเพลง การฟังเพลงดนตรีประกอบจินตนาการ การทำกิจกรรมเข้าจังหวะ การใช้ดนตรีประกอบการวาดภาพ เป็นการสร้างประโยชน์ให้ตนเอง ซึ่งดนตรีเป็นตัวส่งเสริมกระตุ้นสามารถบรรยายเป็นคำพูดหรือกิจกรรมต่าง ๆ เป็นหนทางในการแสดงออกอารมณ์ความรู้สึกทำให้เกิดความพึงพอใจ สอดคล้องกับ Phumduong (2005, p. 188) จากการวิจัย พบว่า การทำกิจกรรมร่วมด้วยขณะฟังจะช่วยลดปัญหาด้านอารมณ์ของกลุ่มตัวอย่างได้ และจากการศึกษาในผู้สูงอายุจากสถาบันบำบัด พบว่า ผู้สูงอายุสามารถระบายความรู้สึกผ่านทางการเล่นดนตรีเกิดความรู้สึกสงบและผ่อนคลาย สอดคล้องกับการศึกษาของ Sinwatthanawong et al. (2016, pp. 37-45) ศึกษาเรื่องความต้องการในการเรียนเปียโนของผู้เรียนวัยผู้ใหญ่ กรณีศึกษาสถาบันการสอนดนตรี เคพีเอ็น พบว่า ผู้เรียนไม่ได้กำหนดระยะเวลาที่จะบรรลุเป้าหมายและไม่มีเป้าหมายในการเรียนแต่มาเรียนเพื่อหาความสุข ความพึงพอใจ สร้างสมาธิ ฝึกสมอง เพลิดเพลิน คลายเครียด และสร้างประโยชน์ให้กับตนเองและผู้อื่น เรียนตามแบบเรียนของสถาบันที่เข้าใจง่าย และมีความยากง่ายเหมาะสม ส่วนหนึ่งสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้กับบทเพลงที่ชื่นชอบ ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นเพลงเด็ก เพลงที่คุ้นหูทั่ว ๆ ไป กับ Boonrod et al. (2018, pp. 81-95) ผลการศึกษาประสบการณ์การเข้าร่วมกิจกรรมดนตรีเพื่อผู้สูงอายุโดยใช้เครื่องดนตรี bamboo bell พบว่า บทเพลงที่ใช้ต้องเข้าถึงง่าย มีจังหวะและท่วงทำนองไม่ซับซ้อน เกิดปฏิสัมพันธ์ ทำให้คุณภาพชีวิตดีขึ้น โดยเครื่องดนตรีที่ใช้เป็นเครื่องที่สามารถปฏิบัติได้ง่าย ไม่ซับซ้อน และเกิดความเพลิดเพลิน ซึ่งได้สร้างและพัฒนาเครื่องดนตรีจากวัสดุทางธรรมชาติที่คุ้นเคยและสามารถหาได้ง่ายอย่างไม้ไผ่ โดยเพื่อคำนึงถึงคุณลักษณะที่เหมาะสม กับผู้ใช้งานเป็นสำคัญ สอดคล้องกับ Manit (2014, p. 86) ที่ใช้วัสดุทางธรรมชาติในการผลิตเครื่องดนตรีโดยศึกษาและทดสอบคุณสมบัติของวัสดุเครื่องปั้นดินเผา ขึ้นรูปด้วยวิธีการหล่อขึ้นรูปดินเหนียวในรูปแบบต่างกัน ซึ่งสูตรและเทคนิคการเผาส่งผลต่อคุณภาพเสียงสะท้อนของวัสดุ (Hopkin, 2010, p. 153) เพื่อนำมาใช้ในการออกแบบให้เหมาะสมกับลักษณะการใช้งานตามแต่ละส่วนของร่างกายเมื่อเคาะให้ผลิตภัณฑ์ต้นแบบเกิดเสียงต่างกัน 4 เสียงสามารถนำอุปกรณ์มาใช้เล่นในกิจกรรมดนตรีได้ไม่ซับซ้อน

สมมุติฐานการวิจัยในการออกแบบเครื่องเคาะเพื่อการผ่อนคลาย โดยใช้วัสดุเนื้อดิน 3 ประเภทใหญ่ คือ เนื้อดินเอร์เททินแวร์ เนื้อดินสโตนแวร์ และเนื้อดินปอร์ซเลน ทดลองขึ้นรูปด้วยการหล่อขึ้นรูปดินเหนียวในรูปแบบต่างกัน ซึ่งสูตรและเทคนิคการเผาส่งผลต่อคุณภาพเสียงสะท้อนของวัสดุ (Hopkin, 2010, p. 153) เพื่อนำมาใช้ในการออกแบบให้เหมาะสมกับลักษณะการใช้งานตามแต่ละส่วนของร่างกายเมื่อเคาะให้ผลิตภัณฑ์ต้นแบบเกิดเสียงต่างกัน 4 เสียงสามารถนำอุปกรณ์มาใช้เล่นในกิจกรรมดนตรีได้ไม่ซับซ้อน

3. วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 กรอบแนวความคิดในการวิจัย

กำหนดกรอบแนวทางเพื่อศึกษารูปแบบเครื่องเคาะและทฤษฎีการผ่อนคลายเป็นเสียง ใช้กรอบแนวคิด Idiophones ของ Hopkin (2010, p. 32) ประกอบด้วย Tuning the Bar และกรอบแนวคิด วิธีการใช้กิจกรรมดนตรีบำบัดในชีวิตประจำวัน ด้านการบรรเลงของ Binson (2010, pp. 164-169) ประกอบด้วย การบรรเลงเพื่อความรู้แจ้งบันเทิงใจ และกรอบแนวคิด ระบบการสอนของออร์ฟใน Nakwong (2005, pp. 1-2) คือ จังหวะเป็นจุดเริ่มต้นที่เหมาะสมเป็นส่วนประกอบหลักของดนตรี การตอบสนองทางดนตรีที่เป็นธรรมชาติและสามัญที่สุด คือ การใช้จังหวะ เนื่องจากจังหวะเป็นส่วนประกอบสำคัญที่สุดที่อยู่ในทั้งคำพูด ในการเคลื่อนไหวและในดนตรี และกำหนดกรอบแนวทางเพื่อศึกษาออกแบบอุปกรณ์สำคัญที่ใช้ในกิจกรรมดนตรี เพื่อออกแบบเครื่องเคาะ เพื่อประเมินผลการออกแบบและประเมินผลความพึงพอใจของผู้เล่นที่มีต่อเครื่องเคาะเพื่อการผ่อนคลายเป็นเสียง ใช้กรอบแนวคิดอุปกรณ์สำคัญที่ใช้ในกิจกรรมดนตรีบำบัดของ Binson (2010, p. 183) ประกอบด้วย เครื่องดนตรี คือเครื่องดนตรีควรเป็นเครื่องดนตรีที่มีคุณภาพ เสียงไม่เพี้ยน มีขนาดพอเหมาะ และหลักการออกแบบผลิตภัณฑ์ของ Saksot (2001, pp. 88-92) คือ ผลิตภัณฑ์ที่ดีย่อมเกิดมาจากการออกแบบที่ดีต้องคำนึงถึงหลักการออกแบบผลิตภัณฑ์เป็นเกณฑ์ มีทั้งหมด 9 ข้อ โดยผู้วิจัยได้เลือกหัวข้อเพื่อให้เหมาะสมกับงานวิจัยเป็นจำนวน 6 ข้อ ประกอบด้วย 1) หน้าที่ใช้สอย 2) ความปลอดภัย 3) ความแข็งแรง 4) ความสะดวกสบายในการใช้งาน 5) ความสวยงาม 6) วัสดุและการผลิต

3.2 ขอบเขตการวิจัย

ขอบเขตด้านประชากรและกลุ่มตัวอย่าง วัตถุประสงค์ข้อที่ 1 คือ 1) ผู้เชี่ยวชาญด้านเครื่องดนตรีประเภทเครื่องเคาะ จำนวน 3 ท่าน 2) ผู้เชี่ยวชาญด้านกิจกรรมดนตรี จำนวน 3 ท่าน 3) คนวัยทำงาน ในพื้นที่จังหวัดปทุมธานี อายุระหว่าง 20-50 ปี จำนวน 30 คน โดยการสุ่มแบบเจาะจง 4) เนื้อดินเซรามิก จำนวน 3 ชนิด เนื้อดินเอิร์ทเทินแวร์ เนื้อดินสโตนแวร์และเนื้อดินปอร์ซเลน วัตถุประสงค์ข้อที่ 2 คือ 1) ผู้เชี่ยวชาญด้านเครื่องดนตรีประเภทเครื่องเคาะ 2) ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์ 3) ผู้เชี่ยวชาญด้านวัสดุเซรามิก ขอบเขตด้านการออกแบบ ประกอบด้วย 1) เครื่องเคาะส่วนนี้ 2) เครื่องเคาะส่วนมือ 3) เครื่องเคาะส่วนต้นขา 4) เครื่องเคาะส่วนเท้า และวัตถุประสงค์ข้อที่ 3 คือ กลุ่มตัวอย่าง ผู้เริ่มฝึกเล่นเครื่องเคาะ ที่เดอะดวกมิวสิก จำนวน 30 ท่าน โดยการสุ่มแบบเจาะจง

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แบบสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ คือ 1) ผู้เชี่ยวชาญด้านเครื่องดนตรีประเภทเครื่องเคาะ 2) ผู้เชี่ยวชาญด้านกิจกรรมดนตรี
2. แบบสอบถามวิธีการกำจัดความเครียดของกลุ่มคนวัยทำงาน
3. แบบประเมินและแสดงความคิดเห็นด้านการออกแบบของผู้เชี่ยวชาญ คือ 1) ผู้เชี่ยวชาญด้านเครื่องดนตรีประเภทเครื่องเคาะ 2) ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์ 3) ผู้เชี่ยวชาญด้านวัสดุเซรามิก
4. แบบประเมินความพึงพอใจต่อเครื่องเคาะเพื่อการผ่อนคลายเป็นเสียง

3.4 ขั้นตอนการวิจัย

ผู้วิจัยได้แบ่งขั้นตอนตามวัตถุประสงค์ โดยมีขั้นตอนการดำเนินวิจัย ดังนี้

1. ศึกษารูปแบบเครื่องเคาะ และทฤษฎีการผ่อนคลายเป็นเสียง ดังนี้

1.1 ขั้นตอนการศึกษารูปแบบเครื่องเคาะ เก็บรวบรวมข้อมูลจากหนังสือ เอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้องและสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญด้านเครื่องดนตรีประเภทเครื่องเคาะจำนวน 3 ท่าน เกี่ยวกับประเภทวัสดุ ประเภทไม้ที่นำมาใช้เคาะ การให้กำเนิดเสียงของเครื่องเคาะ นำผลการสัมภาษณ์มาวิเคราะห์และรวบรวมกับข้อมูลจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องโดยทดลองหล่อในรูปแบบต่างจากเนื้อดินเซรามิก 3 ชนิด ได้แก่ เนื้อดินปอร์ซเลน เนื้อสโตนแวร์ และเนื้อดินเอิร์ทเทินแวร์ และทดลองนำเนื้อดินทั้ง 3 ชนิดมาหล่อซ้อนทับกัน เมาเคลือบที่อุณหภูมิ 1200 องศาเซลเซียส ทำการทดลองเคาะเพื่อฟังเสียงด้วยไม้มอลเล่ย์ที่หัวต่างกัน จากนั้นทำการบันทึกวิเคราะห์และสรุปผลการทดลองของคุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินเซรามิก เพื่อนำข้อมูลเป็นแนวทางการออกแบบ

1.2 ขั้นตอนการศึกษาทฤษฎีการผ่อนคลายเป็นเสียง โดยเก็บรวบรวมข้อมูลจากหนังสือ เอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญด้านกิจกรรมดนตรี จำนวน 3 ท่าน และสอบถามวิธีการจัดการความเครียดของคนวัยทำงาน

2. ออกแบบเครื่องเคาะเพื่อการผ่อนคลาย

นำแบบร่างผลิตภัณฑ์ไปประเมินและแสดงความคิดเห็น โดยแบบประเมินที่ผ่านการตรวจ IOC จากผู้ทรงคุณวุฒิ โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวนด้านละ 3 ท่าน คือ 1) ผู้เชี่ยวชาญด้านเครื่องดนตรีประเภทเครื่องเคาะ 2) ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์ 3) ผู้เชี่ยวชาญด้านวัสดุเซรามิก ทำการปรับปรุงแก้ไขแบบร่างตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญและผลิตต้นแบบ

3. ประเมินความพึงพอใจของเครื่องเคาะเพื่อการผ่อนคลาย

นำต้นแบบเครื่องเคาะเพื่อการผ่อนคลายประเมินความพึงพอใจโดยผู้เริ่มฝึกเล่นเครื่องเคาะ โดยแบบประเมินที่ผ่านการตรวจ IOC จากผู้ทรงคุณวุฒิ

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยแบ่งเป็นการวิเคราะห์ข้อมูลจากเอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง การตอบแบบสัมภาษณ์ของผู้เชี่ยวชาญด้านเครื่องดนตรีประเภทเครื่องเคาะและผู้เชี่ยวชาญด้านกิจกรรมดนตรีนำมาสรุปในรูปแบบความเรียง และการตอบแบบสอบถามการกำจัดความเครียดของคนวัยทำงาน นำมาสรุปวิเคราะห์ผลสถิติค่าร้อยละ และผลการทดลองเนื้อดิน 3 ประเภท นำมาสรุปในรูปแบบตารางและความเรียง จากนั้นวิเคราะห์ข้อมูลในขั้นตอนการประเมินแบบร่าง จากตารางประเมินผลและแสดงความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ สรุปผลการออกแบบ โดยใช้สถิติค่าเฉลี่ยเลขคณิตและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถามความพึงพอใจ โดยให้กลุ่มตัวอย่างทดลองเล่นต้นแบบ และประเมินความพึงพอใจจากแบบสอบถาม โดยใช้สถิติค่าเฉลี่ยเลขคณิตและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ตามระดับมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) กำหนดค่าน้ำหนักตามวิธีของลิเคิร์ต (Likert) กำหนดเกณฑ์แปลความหมาย (Silpcharu, 2012, p. 75) ดังนี้ ค่าเฉลี่ย 4.50-5.00 กำหนดให้อยู่ในเกณฑ์ พึงพอใจมากที่สุด ค่าเฉลี่ย 3.50-4.49 กำหนดให้อยู่ในเกณฑ์ พึงพอใจมาก ค่าเฉลี่ย 2.50-3.49 กำหนดให้อยู่ในเกณฑ์ พึงพอใจปานกลาง ค่าเฉลี่ย 1.50-2.49 กำหนดให้อยู่ในเกณฑ์ พึงพอใจน้อย ค่าเฉลี่ย 1.00-1.49 กำหนดให้อยู่ในเกณฑ์ พึงพอใจน้อยที่สุด

4. ผลการวิจัย

4.1 ผลการศึกษารูปแบบเครื่องเคาะ และทฤษฎีการผ่อนคลายความเครียดด้วยเสียง

1. จากการศึกษาแบบเครื่องเคาะ พบว่า รูปแบบโครงสร้างส่งผลต่อการสะท้อนและขยายเสียง รูปแบบขนาดใหญ่ เมื่อลดขนาดลงจะทำให้ความกว้างของเสียงลดลง สอดคล้องกับผลการทดลองเคาะของผู้วิจัยโดยใช้ไม้มอลเล่ย์หัวโลหะที่เสียงเคาะจะชัดเจนและกังวานมากกว่าไม้เคาะชนิดอื่น ซึ่งเมื่อใช้ไม้เคาะหัวโลหะเคาะผลิตภัณฑ์โดยหล่อน้ำดินในแม่พิมพ์รูปแบบต่างกันที่ความสูงเท่ากัน 6 รูปทรง เค้าเคลือบที่อุณหภูมิ 1200 องศา มีความหนาหลังเผา 0.3 เซนติเมตร พบว่า รูปแบบที่ทำให้เกิดเสียงกังวานมากที่สุดเป็นรูปทรงที่ขอบปากกว้างออกมาจากเส้นผ่านศูนย์กลางมาก ได้แก่ 1) รูปทรงบาตรพระ ถัดมา คือ 2) รูปทรงกระบอก มีรูปแบบขอบปากแคบลง และรูปทรงที่เสียงกังวานน้อยถัดมา คือ รูปทรงที่ฐานด้านล่างแคบเข้าหาจุดศูนย์กลาง คือ 3) รูปทรงระฆัง และลำดับสุดท้าย คือ รูปทรงที่ขอบปากแคบเข้าหาเส้นผ่านศูนย์กลางทำให้เสียงแคบมากที่สุด 3 รูปทรง คือ 4) รูปทรงนาฬิกาทราย 5) รูปทรงกลองบาร์เรล 6) รูปทรงกลองบาร์เรลปากแคบ ดังรูปที่ 1



รูปทรงบาตรพระ



รูปทรงกระบอก



รูปทรงระฆัง



รูปทรงนาฬิกาทราย



รูปทรงกลองบาร์เรล



รูปทรงกลองบาร์เรลปากแคบ

รูปที่ 1 รูปแบบรูปทรงที่ใช้ทดลองเคาะ

ตารางที่ 1 ผลการทดลองคุณสมบัติทางกายภาพด้านเสียงประเภทเนื้อดินที่มีความสัมพันธ์ต่อการให้กำเนิดเสียงของเครื่องเคาะ

ประเภทเนื้อดิน	ความหนาหลังเผาเคลือบ (ซม.)	ระดับความกังวาน				ลักษณะเสียง			
		4	3	2	1	สูง	กลาง	ทุ้ม	ต่ำ
ดินเอร์ทเทินแวร์	ไม่มีผลการทดลองเนื่องจากผู้วิจัยไม่สามารถหล่อในแม่พิมพ์ได้								
ดินสโตนแวร์	0.3		X			X			
ดินสโตนแวร์หล่อทับดินเอร์ทเทินแวร์	0.6		X			X			
ดินสโตนแวร์หล่อทับดินปอร์ซเลน	0.6			X		X			
ดินปอร์ซเลน	0.3	X				X			
ดินปอร์ซเลนหล่อทับดินเอร์ทเทินแวร์	0.6			X			X		
ดินปอร์ซเลนหล่อทับดินสโตนแวร์	0.6				X			X	

จากตารางที่ 1 ผลการทดลองเคาะจากการฟังของผู้วิจัยโดยใช้ไม้หัวโลหะทดลองเคาะและฟังเสียงโดยเลือกรูปทรงที่รูปแบบขอบปากกว้างเท่ากัน คือ รูปทรงบาตรพระ เผาเคลือบที่อุณหภูมิ 1200 องศาเซลเซียส ความหนาหลังการเผา 0.3 เซนติเมตร ของเนื้อดินที่ไม่ได้หล่อซ้อนทับและเนื้อดินที่หล่อซ้อนทับความหนา 0.6 เซนติเมตร พบว่าประเภทเนื้อดินเอร์ทเทินแวร์ไม่มีผลการทดลองเผาเนื่องจากผู้วิจัยไม่สามารถหล่อในแม่พิมพ์ได้ เนื้อดินปอร์ซเลนความหนา 0.3 เซนติเมตร เมื่อเสียงเคาะดังกังวานและอยู่ในโทนเสียงสูง ประเภทเนื้อดินสโตนแวร์ความหนา 0.3 เซนติเมตร เนื้อดินสโตนแวร์ภายในหล่อทับด้วยดินเอร์ทเทินแวร์ความหนา 0.6 เซนติเมตร มีเสียงดังกังวานรองจากเนื้อดินปอร์ซเลนแต่เสียงยังคงสูงเหมือนกับเนื้อดินปอร์ซเลน และดินสโตนแวร์ภายในหล่อทับด้วยดินปอร์ซเลนและเนื้อดินปอร์ซเลนหล่อทับดินเอร์ทเทินแวร์ความหนา 0.6 เซนติเมตร มีความกังวานลดลงเพียงเล็กน้อย และดินปอร์ซเลนภายในหล่อทับด้วยดินสโตนแวร์ความหนา 0.6 เซนติเมตร มีเสียงดังกังวานน้อยที่สุดและเสียงทุ้มมากกว่าเนื้อดินทุกประเภทที่ได้ทดลองเคาะ ดังรูปที่ 2



เนื้อดินสโตนแวร์



เนื้อดินสโตนแวร์ภายในหล่อทับด้วยเนื้อดินเอร์ทเทินแวร์



เนื้อดินสโตนแวร์ภายในหล่อทับด้วยเนื้อดินปอร์ซเลน



เนื้อดินปอร์ซเลน



เนื้อดินปอร์ซเลนภายในหล่อทับด้วยเนื้อดินเอร์ทเทินแวร์



เนื้อดินปอร์ซเลนภายในหล่อทับด้วยเนื้อดินสโตนแวร์

รูปที่ 2 การทดลองประเภทเนื้อดินที่มีความสัมพันธ์ต่อการให้กำเนิดเสียงของเครื่องเคาะ

2. ทฤษฎีการผ่อนคลายความเครียดด้วยเสียง พบว่า กิจกรรมทางดนตรีเพื่อการผ่อนคลายสามารถทำได้หลายรูปแบบ ดังนี้ การร้อง การเล่นเครื่องดนตรี การเคลื่อนไหวตามเสียงเพลง คือ การร้อง การขับ การนอนฟังเพลง ซึ่งระยะโดยประมาณส่วนใหญ่คือ 15 ถึง 30 นาที หรือ 30 ถึง 45 นาที หรือ 30 นาที ถึง 1 ชั่วโมง โดยเริ่มจากค่อย ๆ ปรับอารมณ์ของผู้เข้าร่วมกิจกรรม 5 นาที โนม่นาวในการทำกิจกรรม 10 นาที และอีก 20 นาที จึงค่อย ๆ ทำกิจกรรมดนตรี หลักของการทำกิจกรรมดนตรีมี 3 หลัก คือ 1) จังหวะ ควรเริ่มจากจังหวะช้า 60 ครั้ง/นาที 2) เสียงไม่ดัง 3) ระดับเสียงจะต่ำ ซึ่งผู้ไม่มีพื้นฐานทางดนตรีหรือมีพื้นฐานเบื้องต้นสามารถเล่นเครื่องเคาะจังหวะเคาะจังหวะไปกับดนตรี ซึ่งควรเริ่มจากจังหวะง่าย เพลงง่าย ๆ โดยเริ่มจากจังหวะ และลีลา จังหวะเพิ่มทำนองและเล่นกับเนื้อร้อง ซึ่งเครื่องดนตรีที่ใช้ต้องไม่เรียนรู้เยอะและฝึกง่ายส่วนมากจึงเป็นเครื่องเคาะ หรือเครื่องเพอร์คัสชัน หรือ Body percussion ซึ่งสอดคล้องกับผลการสอบถามคนวัยทำงาน อายุระหว่าง 20-50 ปี จำนวน 30 คน พบว่า

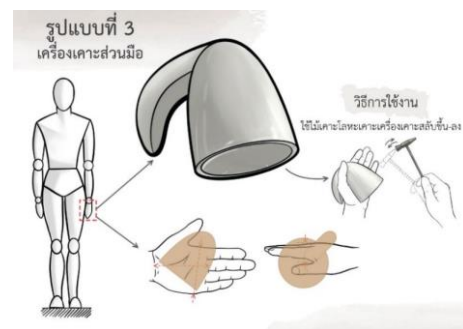
ความสนใจประเภทเครื่องดนตรีประเภทตี/เครื่องเคาะ/Percussion คิดเป็นร้อยละ 23.30 ซึ่งวัตถุประสงค์ที่หันมาเรียนหรือเล่นดนตรีของคนวัยทำงานมากที่สุด คือ เพื่อการผ่อนคลาย คิดเป็นร้อยละ 80.00 ซึ่งวิธีการจัดการกับความเครียดด้านกิจกรรมดนตรีมีร้อยละ 20.00 และสนใจในกิจกรรมเล่นดนตรีร้อยละ 10.00

4.2 ผลการออกแบบเครื่องเคาะเพื่อการผ่อนคลาย

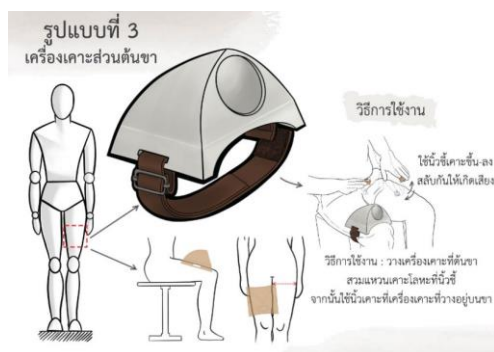
ผลการประเมินรูปแบบและแสดงความคิดเห็นโดยผู้เชี่ยวชาญด้านเครื่องดนตรีประเภทเครื่องเคาะ ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์ และผู้เชี่ยวชาญด้านวัสดุเซรามิก ทั้ง 4 ส่วนพบว่า เครื่องเคาะเพื่อการผ่อนคลายส่วนนี้ รูปแบบที่ 2 มีระดับความเหมาะสมมาก มีค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$ = 4.00) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD = 0.97) เครื่องเคาะเพื่อการผ่อนคลายส่วนมือ รูปแบบที่ 3 มีระดับความเหมาะสมมาก มีค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$ = 3.98) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD = 1.08) เครื่องเคาะเพื่อการผ่อนคลายส่วนต้นขา รูปแบบที่ 3 มีความเหมาะสมมาก มีค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$ = 4.01) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD = 0.80) เครื่องเคาะส่วนเท้า รูปแบบที่ 1 มีระดับความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$ = 3.97) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD = 0.93) มีความเหมาะสมที่จะนำไปปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญและผลิตต้นแบบ ดังรูปที่ 3-6



รูปที่ 3 เครื่องเคาะส่วนนิ้ว แบบร่างที่ 2



รูปที่ 4 เครื่องเคาะส่วนมือ แบบร่างที่ 3



รูปที่ 5 เครื่องเคาะส่วนต้นขา แบบร่างที่ 3



รูปที่ 6 เครื่องเคาะส่วนเท้า แบบร่างที่ 1

ผู้วิจัยได้ทำการปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ ดังนี้ เครื่องเคาะส่วนนิ้ว ด้านประโยชน์ใช้สอย ความสะดวกสบาย ได้เลือกใช้เนื้อดินปอร์ซเลนในส่วนของเสียงสูง ด้านความสวยงามออกแบบให้สีอยู่ในโทนสว่างใช้สีของเนื้อดินเพื่อให้รู้สึกสบายตา และได้พัฒนาส่วนที่ต้องสัมผัสกับร่างกายโดยการใช้น้ำมันเนื้อแข็งเพื่อให้เหมาะสมกับการใช้งานและมีความปลอดภัยขณะใช้งานมากขึ้น เครื่องเคาะส่วนมือได้ปรับปรุงแก้ไขให้เหมาะสมกับประโยชน์ใช้สอย ความสะดวกสบายโดยเลือกใช้ดินปอร์ซเลนหล่อให้มีความหนาเพิ่มขึ้นจากเครื่องเคาะส่วนมือเล็กน้อยและหล่อในรูปแบบที่ขอบปากกว้างน้อยกว่าเพื่อต้องการให้เสียงกังวานน้อยลง ด้านความสวยงามส่วนของที่จับออกแบบให้เป็นสีไม้เพื่อความเป็นธรรมชาติและเพิ่มสีสันตัดกับสีของเครื่องเคาะ และส่วนที่ต้องสัมผัสกับร่างกายผู้วิจัยได้เปลี่ยนเป็นไม้ยึดติดกับตัวผลิตภัณฑ์เพื่อความปลอดภัย เครื่องเคาะส่วนต้นขาได้ปรับปรุงด้านประโยชน์ใช้สอยโดยใช้เนื้อดินปอร์ซเลนหล่อทับด้วยเนื้อดินสโตนแวร์ ให้มีความหนาหลังเผา 0.6 เซนติเมตร เพื่อให้เสียงแคบลงเหมาะสมกับส่วนต้นขา ด้านฐานของเครื่องเคาะเปลี่ยนเป็นใช้ไม้สีเข้มเพื่อให้ตัดกับสีของเนื้อผลิตภัณฑ์เพิ่มความสวยงาม และส่วนที่ต้องสัมผัสกับร่างกายเปลี่ยนเป็นใช้ไม้และเปลี่ยนสายรัดจากตีนตุ๊กแกเป็นตัวล็อกก้ามปูเพื่อความสะดวกและปลอดภัยในการใช้งานมากขึ้น และเครื่องเคาะส่วนเท้าด้านประโยชน์ใช้สอยใช้เนื้อดินสโตนแวร์ เช็กเคลือบส่วนที่ต้องถูกเคาะเพื่อให้เสียงแคบลงนำหัวยางมาหุ้มไม้หัวโลหะเพื่อให้เสียงเคาะทุ้มต่ำลงกว่าส่วนอื่น ด้านความสวยงาม ใช้ไม้ทำฐานสีเข้มให้เข้ากับเครื่องเคาะส่วนอื่น ๆ

และสี่ไม้ติดกับสื่อดินสโตนแวร์ ด้านความปลอดภัย ฐานเป็นโครงสร้างไม้เพื่อความปลอดภัยในการสวมขณะใช้งานส่วนเท้า ดังรูปที่ 7-10



รูปที่ 7 ต้นแบบเครื่องเคาะส่วนนิ้วที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไข



รูปที่ 8 ต้นแบบเครื่องเคาะส่วนมือที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไข



รูปที่ 9 ต้นแบบเครื่องเคาะส่วนต้นขาที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไข



รูปที่ 10 ต้นแบบเครื่องเคาะส่วนเท้าที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไข

4.3 ผลการประเมินความพึงพอใจของเครื่องเคาะเพื่อการผ่อนคลาย

1. ผลวิเคราะห์พบว่าความคิดเห็นระดับความพึงพอใจของเครื่องเคาะเพื่อการผ่อนคลาย เครื่องเคาะส่วนนิ้ว

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์การประเมินความพึงพอใจของผู้ฝึกเล่นเครื่องเคาะที่มีต่อต้นแบบเครื่องเคาะเพื่อการผ่อนคลาย เครื่องเคาะส่วนนิ้ว

รายการประเมิน	$\bar{X}$	SD	ระดับความพึงพอใจ
ด้านหน้าที่ใช้สอย ความสะดวกสบาย			
1. ท่านรู้สึกพอใจที่เครื่องเคาะเพื่อการผ่อนคลายมีเสียงเคาะชัดเจน (ส่วนนิ้วเสียงสูงส่วนมือเสียงกลาง กังวานน้อยกว่าเครื่องเคาะส่วนนิ้ว ส่วนต้นขา เสียงกลาง กังวานน้อยกว่าเครื่องเคาะส่วนมือและส่วนเท้า เสียงทุ้มกังวานน้อยที่สุด)	3.90	0.96	มาก
2. ท่านรู้สึกพอใจที่เครื่องเคาะเพื่อการผ่อนคลายมีรูปแบบขนาดสัดส่วนเหมาะสมพอดีกับการใช้งานตามแต่ละส่วนของร่างกาย	4.13	0.82	มาก
3. ท่านรู้สึกพอใจที่เครื่องเคาะเพื่อการผ่อนคลายมีรูปแบบที่เข้าใจง่ายต่อการใช้งานตามแต่ละส่วนของร่างกาย	4.10	0.84	มาก
รวม	4.04	0.87	มาก
ด้านความสวยงามน่าใช้			
4. ท่านรู้สึกถูกใจที่เครื่องเคาะเพื่อการผ่อนคลายมีรูปแบบที่สื่อถึงความผ่อนคลาย	3.77	0.87	มาก
5. ท่านรู้สึกชอบที่เครื่องเคาะเพื่อการผ่อนคลายผสมผสานระหว่างรูปทรงต่าง ๆ กับรูปแบบวิธีการใช้สอยตามแต่ละส่วนของร่างกายได้อย่างกลมกลืนเหมาะสมสวยงาม	4.17	1.02	มาก
6. ท่านรู้สึกชอบที่เครื่องเคาะเพื่อการผ่อนคลายมีรูปแบบขนาด สัดส่วนที่เหมาะสมสวยงามตามการใช้งานแต่ละส่วนของร่างกาย	4.10	0.99	มาก
รวม	4.01	0.96	มาก
ด้านวัสดุ ความแข็งแรง และความปลอดภัยในการใช้งาน			
7. ท่านรู้สึกพอใจที่เครื่องเคาะเพื่อการผ่อนคลายมีโครงสร้างมั่นคงแข็งแรงทนต่อการใช้งานเคาะ	4.20	0.96	มาก
8. ท่านรู้สึกพอใจที่เครื่องเคาะเพื่อการผ่อนคลายมีความปลอดภัยในการใช้งาน	4.13	0.97	มาก
รวม	4.17	0.97	มาก
รวมทุกด้าน	4.07	0.93	มาก

จากตารางพบว่า ด้านหน้าที่ใช้สอย ความสะดวกสบาย มีระดับความคิดเห็นอยู่ในระดับที่พึงพอใจมาก มีค่าเฉลี่ย $\bar{x}$ ที่ 4.04 (SD = 0.87) ด้านความสวยงามน่าใช้ มีระดับความคิดเห็นอยู่ในระดับที่พึงพอใจมาก มีค่าเฉลี่ย $\bar{x}$ ที่ 4.01 (SD = 0.96) ด้านวัสดุ ความแข็งแรง และความปลอดภัยในการใช้งาน มีระดับความคิดเห็นอยู่ในระดับที่พึงพอใจมาก มีค่าเฉลี่ย $\bar{x}$ ที่ 4.17 (SD = 0.97) และผลประเมินความพึงพอใจรวมทุกด้านอยู่ในระดับที่พึงพอใจมาก มีค่าเฉลี่ย $\bar{x}$ ที่ 4.07 (SD = 0.93)

2. ผลวิเคราะห์พบว่าความคิดเห็นระดับความพึงพอใจของเครื่องเคาะเพื่อการผ่อนคลาย เครื่องเคาะส่วนมือ

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์การประเมินความพึงพอใจของผู้เล่นเครื่องเคาะที่มีต่อต้นแบบเครื่องเคาะเพื่อการผ่อนคลาย เครื่องเคาะส่วนมือ

รายการประเมิน	$\bar{x}$	SD	ระดับความพึงพอใจ
ด้านหน้าที่ใช้สอย ความสะดวกสบาย			
1. ท่านรู้สึกพอใจที่เครื่องเคาะเพื่อการผ่อนคลายมีเสียงเคาะชัดเจน (ส่วนนิ้วเสียงสูง ส่วนมือเสียงกลาง กังวานน้อยกว่าเครื่องเคาะส่วนนิ้ว ส่วนต้นขา เสียงกลาง กังวานน้อยกว่าเครื่องเคาะส่วนมือและส่วนเท้า เสียงทุ้มกังวานน้อยที่สุด)	3.53	0.73	มาก
2. ท่านรู้สึกพอใจที่เครื่องเคาะเพื่อการผ่อนคลายมีรูปแบบขนาดสัดส่วนเหมาะสมพอดีกับการใช้งานตามแต่ละส่วนของร่างกาย	3.83	0.75	มาก
3. ท่านรู้สึกพอใจที่เครื่องเคาะเพื่อการผ่อนคลายมีรูปแบบที่เข้าใจง่ายต่อการใช้งานตามแต่ละส่วนของร่างกาย	3.93	0.98	มาก
รวม	3.77	0.82	มาก
ด้านความสวยงามน่าใช้			
4. ท่านรู้สึกพอใจที่เครื่องเคาะเพื่อการผ่อนคลายมีรูปแบบที่สื่อถึงความผ่อนคลาย	3.63	0.93	มาก
5. ท่านรู้สึกชอบที่เครื่องเคาะเพื่อการผ่อนคลายผสมผสานระหว่างรูปทรงต่าง ๆ กับรูปแบบวิธีการใช้สอยตามแต่ละส่วนของร่างกายได้อย่างกลมกลืนเหมาะสมสวยงาม	3.83	0.79	มาก
6. ท่านรู้สึกชอบที่เครื่องเคาะเพื่อการผ่อนคลายมีรูปแบบขนาด สัดส่วนที่เหมาะสมสวยงามตามการใช้งานแต่ละส่วนของร่างกาย	3.83	0.75	มาก
รวม	3.77	0.82	มาก
ด้านวัสดุ ความแข็งแรง และความปลอดภัยในการใช้งาน			
7. ท่านรู้สึกพอใจที่เครื่องเคาะเพื่อการผ่อนคลายมีโครงสร้างมั่นคงแข็งแรงทนต่อการใช้งานเคาะ	3.97	0.81	มาก
8. ท่านรู้สึกพอใจที่เครื่องเคาะเพื่อการผ่อนคลายมีความปลอดภัยในการใช้งาน	3.83	0.60	มาก
รวม	3.90	0.70	มาก
รวมทุกด้าน	3.81	0.78	มาก

จากตารางพบว่า ด้านหน้าที่ใช้สอย ความสะดวกสบาย มีระดับความคิดเห็นอยู่ในระดับที่พึงพอใจมาก มีค่าเฉลี่ย $\bar{x}$ ที่ 3.77 (SD = 0.82) ด้านความสวยงามน่าใช้ความคิดเห็นที่มีอยู่ในระดับที่พึงพอใจมาก มีค่าเฉลี่ย $\bar{x}$ ที่ 3.77 (SD = 0.82) ด้านวัสดุ ความแข็งแรง และความปลอดภัยในการใช้งาน มีระดับความคิดเห็นอยู่ในระดับที่เหมาะสมมาก มีค่าเฉลี่ย $\bar{x}$ ที่ 3.90 (SD = 0.70) และผลประเมินความพึงพอใจรวมทุกด้านอยู่ในระดับที่พึงพอใจมาก มีค่าเฉลี่ย $\bar{x}$ ที่ 3.81 (SD = 0.78)

3. ผลวิเคราะห์พบว่าความคิดเห็นระดับความพึงพอใจของเครื่องเคาะเพื่อการผ่อนคลาย เครื่องเคาะส่วนต้นขา

ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์การประเมินความพึงพอใจของผู้ฝึกเล่นเครื่องเคาะที่มีต่อต้นแบบเครื่องเคาะเพื่อการผ่อนคลาย เครื่องเคาะส่วนต้นขา

รายการประเมิน	$\bar{x}$	SD	ระดับความพึงพอใจ
ด้านหน้าที่ใช้สอย ความสะดวกสบาย			
1. ท่านรู้สึกพอใจที่เครื่องเคาะเพื่อการผ่อนคลายมีเสียงเคาะชัดเจน (ส่วนนิ้วเสียงสูง ส่วนมือเสียงกลาง กังวานน้อยกว่าเครื่องเคาะส่วนนิ้ว ส่วนต้นขา เสียงกลาง กังวานน้อยกว่าเครื่องเคาะส่วนมือและส่วนเท้า เสียงทุ้มกังวานน้อยที่สุด)	3.50	0.97	มาก
2. ท่านรู้สึกพอใจที่เครื่องเคาะเพื่อการผ่อนคลายมีรูปแบบขนาดสัดส่วนเหมาะสมพอดีกับการใช้งานตามแต่ละส่วนของร่างกาย	3.90	0.84	มาก
3. ท่านรู้สึกพอใจที่เครื่องเคาะเพื่อการผ่อนคลายมีรูปแบบที่เข้าใจง่ายต่อการใช้งานตามแต่ละส่วนของร่างกาย	3.70	0.88	มาก
รวม	3.70	0.90	มาก

ตารางที่ 4 (ต่อ) ผลการวิเคราะห์การประเมินความพึงพอใจของผู้ฝึกเล่นเครื่องเคาะที่มีต่อต้นแบบเครื่องเคาะเพื่อการผ่อนคลาย เครื่องเคาะส่วนต้นขา			
รายการประเมิน	$\bar{X}$	SD	ระดับความพึงพอใจ
ด้านความสวยงามน่าใช้			
4. ท่านรู้สึกถูกใจที่เครื่องเคาะเพื่อการผ่อนคลายมีรูปแบบที่สื่อถึงความผ่อนคลาย	3.47	0.68	มาก
5. ท่านรู้สึกชอบที่เครื่องเคาะเพื่อการผ่อนคลายผสมผสานระหว่างรูปทรงต่าง ๆ กับรูปแบบวิธีการใช้สอยตามแต่ละส่วนของร่างกายได้อย่างกลมกลืนเหมาะสมสวยงาม	3.80	0.66	มาก
6. ท่านรู้สึกชอบที่เครื่องเคาะเพื่อการผ่อนคลายมีรูปแบบขนาด สัดส่วนที่เหมาะสมสวยงามตามการใช้งานแต่ละส่วนของร่างกาย	3.57	0.73	มาก
รวม	3.61	0.69	มาก
ด้านวัสดุ ความแข็งแรง และความปลอดภัยในการใช้งาน			
7. ท่านรู้สึกพอใจที่เครื่องเคาะเพื่อการผ่อนคลายมีโครงสร้างมั่นคงแข็งแรงทนต่อการใช้งานเคาะ	4.03	0.76	มาก
8. ท่านรู้สึกพอใจที่เครื่องเคาะเพื่อการผ่อนคลายมีความปลอดภัยในการใช้งาน	3.80	0.76	มาก
รวม	3.92	0.76	มาก
รวมทุกด้าน	3.74	0.78	มาก

จากตารางพบว่า ด้านหน้าที่ใช้สอย ความสะดวกสบาย มีระดับความคิดเห็นอยู่ในระดับที่พึงพอใจมาก มีค่าเฉลี่ย $\bar{X}$ ที่ 3.70 (SD = 0.90) ด้านความสวยงามน่าใช้ความคิดเห็นที่มีอยู่ในระดับที่พึงพอใจมาก มีค่าเฉลี่ย $\bar{X}$ ที่ 3.61 (SD = 0.69) ด้านวัสดุ ความแข็งแรง และความปลอดภัยในการใช้งาน มีระดับความคิดเห็นอยู่ในระดับที่พึงพอใจมาก มีค่าเฉลี่ย $\bar{X}$ ที่ 3.92 (SD = 0.76) และผลประเมินความพึงพอใจรวมทุกด้านอยู่ในระดับที่พึงพอใจมาก มีค่าเฉลี่ย $\bar{X}$ ที่ 3.74 (SD = 0.78)

4. ผลวิเคราะห์พบว่าความคิดเห็นระดับความพึงพอใจของเครื่องเคาะเพื่อการผ่อนคลาย เครื่องเคาะส่วนเท้า

ตารางที่ 5 ผลการวิเคราะห์การประเมินความพึงพอใจของผู้ฝึกเล่นเครื่องเคาะที่มีต่อต้นแบบเครื่องเคาะเพื่อการผ่อนคลาย เครื่องเคาะส่วนเท้า

รายการประเมิน	$\bar{X}$	SD	ระดับความพึงพอใจ
ด้านหน้าที่ใช้สอย ความสะดวกสบาย			
1. ท่านรู้สึกพอใจที่เครื่องเคาะเพื่อการผ่อนคลายมีเสียงเคาะชัดเจน (ส่วนนิ้วเสียงสูง ส่วนมือเสียงกลาง กังวานน้อยกว่าเครื่องเคาะส่วนนิ้ว ส่วนต้นขา เสียงกลาง กังวานน้อยกว่าเครื่องเคาะส่วนมือและส่วนเท้า เสียงทุ้มกังวานน้อยที่สุด)	3.20	0.81	ปานกลาง
2. ท่านรู้สึกพอใจที่เครื่องเคาะเพื่อการผ่อนคลายมีรูปแบบขนาดสัดส่วนเหมาะสมพอดีกับการใช้งานตามแต่ละส่วนของร่างกาย	3.97	0.67	มาก
3. ท่านรู้สึกพอใจที่เครื่องเคาะเพื่อการผ่อนคลายมีรูปแบบที่เข้าใจง่ายต่อการใช้งานตามแต่ละส่วนของร่างกาย	3.97	0.76	มาก
รวม	3.71	0.75	มาก
ด้านความสวยงามน่าใช้			
4. ท่านรู้สึกถูกใจที่เครื่องเคาะเพื่อการผ่อนคลายมีรูปแบบที่สื่อถึงความผ่อนคลาย	3.60	0.93	มาก
5. ท่านรู้สึกชอบที่เครื่องเคาะเพื่อการผ่อนคลายผสมผสานระหว่างรูปทรงต่าง ๆ กับรูปแบบวิธีการใช้สอยตามแต่ละส่วนของร่างกายได้อย่างกลมกลืนเหมาะสมสวยงาม	3.87	0.73	มาก
6. ท่านรู้สึกชอบที่เครื่องเคาะเพื่อการผ่อนคลายมีรูปแบบขนาด สัดส่วนที่เหมาะสมสวยงามตามการใช้งานแต่ละส่วนของร่างกาย	3.77	0.68	มาก
รวม	3.74	0.78	มาก
ด้านวัสดุ ความแข็งแรง และความปลอดภัยในการใช้งาน			
7. ท่านรู้สึกพอใจที่เครื่องเคาะเพื่อการผ่อนคลายมีโครงสร้างมั่นคงแข็งแรงทนต่อการใช้งานเคาะ	3.93	0.74	มาก
8. ท่านรู้สึกพอใจที่เครื่องเคาะเพื่อการผ่อนคลายมีความปลอดภัยในการใช้งาน	3.90	0.71	มาก
รวม	3.92	0.73	มาก
รวมทุกด้าน	3.79	0.75	มาก

จากตารางพบว่า ด้านหน้าที่ใช้สอย ความสะดวกสบาย มีระดับความคิดเห็นอยู่ในระดับที่พึงพอใจมาก มีค่าเฉลี่ย $\bar{X}$ ที่ 3.71 (SD = 0.75) ด้านความสวยงามน่าใช้ความคิดเห็นที่มีอยู่ในระดับที่พึงพอใจมาก มีค่าเฉลี่ย $\bar{X}$ ที่ 3.74 (SD = 0.78) ด้านวัสดุ ความแข็งแรง และความปลอดภัยในการใช้งาน มีระดับความคิดเห็นอยู่ในระดับที่พึงพอใจมาก มีค่าเฉลี่ย $\bar{X}$ ที่ 3.92 (SD = 0.73) และผลประเมินความพึงพอใจรวมทุกด้านอยู่ในระดับที่พึงพอใจมาก มีค่าเฉลี่ย $\bar{X}$ ที่ 3.79 (SD = 0.75)



รูปที่ 11 ทดลองใช้เครื่องเคาะเซรามิกจากกลุ่มตัวอย่าง

5. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

ผลสรุปการวิจัยการออกแบบเครื่องเคาะเซรามิกเพื่อการผ่อนคลาย พบว่า รูปแบบโครงสร้างเครื่องเคาะเป็นปัจจัยต่อความกังวานของเสียง วัสดุและความหนาของวัสดุที่ใช้ในการผลิตส่งผลต่อลักษณะของเสียงเคาะ วัสดุเนื้อดินส่งผลต่อลักษณะเสียงเมื่อใช้เนื้อดินปอร์ซเลนหล่อที่ความหนา 3 มิลลิเมตร มีรูปแบบขอบปากกว้างเมื่อเคาะลักษณะเสียงจะสูง ดังกังวานกว่าเนื้อดินสโตนแวร์ที่มีรูปทรงแบบเดียวกัน และเมื่อหล่อวัสดุเซรามิกซ้อนทับกันส่งผลให้เกิดความแน่นของวัสดุเปลี่ยนไปมีผลต่อเสียงเคาะเนื้อดินปอร์ซเลนหล่อทับเนื้อดินสโตนแวร์ความหนา 6 มิลลิเมตรและเผาเคลือบเมื่อเคาะเสียงจะทุ้มกว่าเนื้อดินชนิดอื่นที่หล่อซ้อนทับกันซึ่งวัสดุและความหนาของผลิตภัณฑ์ส่งผลต่อเสียงเคาะ และไม้หัวโลหะเมื่อนำมาเคาะกับวัสดุเซรามิกเสียงจะดังกังวานชัดเจนกว่าไม้ชนิดอื่น ซึ่งเครื่องเคาะหรือการประกอบจังหวะจากร่างกายเป็นเครื่องดนตรีที่ฝึกง่ายและไม่ต้องเรียนรู้เยอะสำหรับผู้ที่ไม่มีความรู้พื้นฐานทางดนตรีในการเคาะประกอบจังหวะ จากการสรุปผลข้อมูลจึงได้นำไปกำหนดรูปแบบของเครื่องเคาะเพื่อการผ่อนคลาย โดยออกแบบให้ผลิตภัณฑ์มีความเหมาะสมกับลักษณะวิธีการใช้และเสียงในแต่ละส่วนของร่างกายทั้ง 4 ส่วน คือ เครื่องเคาะส่วนที่ใช้นิ้วเลือกใช้วัสดุเนื้อดินปอร์ซเลนออกแบบให้รูปแบบขอบปากกว้าง ทรงลึกลงกว่าส่วนอื่นเมื่อเคาะจะมีเสียงสูงและกังวานมากที่สุด เครื่องเคาะส่วนที่ใช้นิ้วเลือกใช้วัสดุเนื้อดินปอร์ซเลนออกแบบรูปแบบขอบปากแคบกว่าเครื่องเคาะส่วนที่ใช้นิ้ว และผลิตภัณฑ์มีทรงลึกมากกว่าเมื่อเคาะเสียงจะกังวานน้อยกว่า เครื่องเคาะส่วนที่ใช้ต้นขาซึ่งเสียงจะต่ำกว่าส่วนมือเลือกใช้วัสดุเนื้อดินปอร์ซเลนหล่อซ้อนทับเนื้อดินสโตนแวร์ออกแบบเป็นรูปทรงโดม และหล่อผลิตภัณฑ์หนามากกว่าเครื่องเคาะส่วนที่ใช้นิ้วเมื่อเคาะเสียงจะกังวานน้อยกว่าแม้จะมีขนาดกว้างของขอบปากผลิตภัณฑ์เท่ากัน เครื่องเคาะส่วนที่ใช้เท้าเลือกใช้เนื้อดินสโตนแวร์ออกแบบลักษณะคล้ายทรงสี่เหลี่ยม ด้านหลังมีรูขอบปากแคบน้อยกว่าเครื่องเคาะส่วนต้นขาและออกแบบให้ส่วนที่ถูกเคาะไม่เคลือบ เคาะด้วยไม้หัวโลหะทุ้มด้วยหัวยางเพื่อให้เสียงกังวานและทุ้มต่ำกว่าเครื่องเคาะส่วนต้นขา

จากข้อมูลอภิปรายผลได้ ดังนี้ ด้านรูปแบบเครื่องเคาะและทฤษฎีการผ่อนคลายด้วยเสียง เนื่องจากผู้วิจัยได้ทดลองคุณสมบัติทางกายภาพของวัสดุเซรามิกเพื่อนำมาใช้ในการผลิตต้นแบบเครื่องเคาะให้สอดคล้องกับแต่ละส่วนของร่างกายจึงออกแบบให้เสียงแต่ละส่วนสัมพันธ์กับรูปแบบของผลิตภัณฑ์ โดยขอบปากกว้างจะให้เสียงกังวานมากที่สุดเป็นเสียงสูงใช้ที่ส่วนนิ้ว รูปแบบขอบปากแคบลงจะทำให้เสียงกังวานน้อยออกแบบให้รูปแบบสอดคล้องกับการใช้ที่ส่วนมือ และหล่อเนื้อดินปอร์ซเลนซ้อนทับดินสโตนแวร์ความหนาหลังเผาเคลือบ 0.6 เซนติเมตร เพื่อให้สามารถเคาะเสียงที่ทุ้มต่ำลงได้มากขึ้นสำหรับส่วนที่ใช้ต้นขาที่เสียงต่ำกว่าต้นแบบเครื่องเคาะส่วนที่ใช้นิ้ว และหล่อเนื้อดินสโตนแวร์โดยส่วนที่ถูกเคาะจะไม่เคลือบเมื่อเคาะจะให้เสียงที่ทุ้มมากขึ้นเพื่อให้สอดคล้องกับรูปแบบเครื่องเคาะใช้ที่ส่วนเท้ามีเสียงต่ำกว่าส่วนที่ใช้ต้นขา ซึ่งเสียงสัมพันธ์กับรูปแบบของผลิตภัณฑ์ สอดคล้องกับกรอบแนวคิด Idiophones ของ Hopkin (2010, p. 32) ประกอบด้วย Tuning the Bar ความสัมพันธ์ของระดับเสียงในรูปแบบที่แตกต่างกันโดยเสียงจะเชื่อมโยงกับความหนาแน่นของวัสดุและความแข็งแรง สามารถกำหนดระดับของรูปทรงได้จากการคำนวณวิธีทางคณิตศาสตร์และจากทดลองจากการฟังระดับ สอดคล้องกับ Manit (2014, p. 86) ศึกษาและทดสอบคุณสมบัติของวัสดุเครื่องปั้นดินเผา พบว่า วัสดุเครื่องปั้นดินเผาผลิตเสียง และการผลิตด้วยวิธีการหล่อน้ำดินด้วยแม่พิมพ์สามารถควบคุมความหนาและขนาดของชิ้นงานได้ดีที่สุด ซึ่งกลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจต่อเครื่องเคาะตีจากวัสดุดินเผาที่สามารถใช้ในการเล่นประกอบการแสดง ซึ่งสอดคล้องกับ Boonrod et al. (2018, pp. 81-95) ผลการศึกษาประสบการณ์การเข้าร่วมกิจกรรมเพื่อผู้สูงอายุโดยใช้เครื่องดนตรี Bamboo bell เป็นเครื่องดนตรีผลิตจากวัสดุธรรมชาติ พบว่า ไม่มีความปลอดภัย น้ำหนักเบาสามารถนำมาใช้ในกิจกรรม ซึ่งบทเพลงที่ใช้ในกิจกรรมเป็นบทเพลงที่สามารถเข้าถึงได้ง่าย มีจังหวะและท่วงทำนองที่ไม่ซับซ้อนเป็นบทเพลงไทยเดิมที่คุ้นหูจึงง่ายต่อการปฏิบัติ จดจำกับบทเพลง หากบทเพลงที่ไม่คุ้นเคยอาจจะต้องทวนซ้ำหลายรอบจึงสามารถบรรเลงบทเพลงได้

ซึ่งกิจกรรมช่วยสร้างสมาธิ สร้างความสุข และช่วยเสริมสร้างคุณภาพชีวิต สอดคล้องกับ Sinwatthanavong et al. (2016, pp. 37-45) ศึกษาเรื่องความต้องการในการเรียนเปียโนของผู้เรียนวัยผู้ใหญ่ กรณีศึกษาสถาบันการดนตรี เคพีเอ็น พบว่า เป้าหมายในการเรียนดนตรีมาเรียนเพื่อสร้างสมาธิ ผิกสมอง สุขภาพ คลายเครียดและเพื่อความเพลิดเพลิน ซึ่งบทเพลงที่ชื่นชอบนอกเหนือจากบทเพลงที่ใช้เรียนจะเป็นบทเพลงของเด็กและเพลงที่คุ้นหู สอดคล้องกับแนวคิดของ Binson (2010, pp. 164-169) ประกอบด้วย การบรรเลงเพื่อความรื่นเริงบันเทิงใจซึ่งผู้ไม่เป็นดนตรีสามารถใช้เครื่องเคาะประกอบจังหวะไปกับบทเพลง สอดคล้องกับ กรอบแนวคิดระบบการสอนของออร์ฟ Nakwong (2005, pp. 1-2) คือ การตอบสนองทางดนตรีที่เป็นธรรมชาติและสามัญที่สุด คือ การใช้จังหวะ ที่เป็นส่วนประกอบสำคัญทั้งคำพูด การเคลื่อนไหวและในดนตรี โดยใช้ร่างกายทำจังหวะ บทร้องเล่น บทเพลงสำหรับเด็ก ซึ่งเป็นบทเพลงพื้นเมือง มาประกอบกับแนวการสอนของออร์ฟ ซึ่งกิจกรรมเหล่านี้ปฏิบัติง่ายจึงเกิดความสุขสนุกสนาน สอดคล้องกับ Phumdoung (2005, p. 188) จากการวิจัย พบว่า การฟังหรือทำกิจกรรมร่วมกับขณะฟังของกลุ่มตัวอย่างจะช่วยลดปัญหาด้านอารมณ์ โดยด้านออกแบบเครื่องเคาะเพื่อการผ่อนคลายยึดตามกรอบแนวคิดอุปกรณ์สำคัญที่ใช้ในกิจกรรมดนตรีบำบัดของ Binson (2010, p. 183) ที่กล่าวว่า เครื่องดนตรีมีคุณภาพชัดเจน เสียงไม่เพี้ยน มีขนาดพอเหมาะ และสอดคล้องกับ Boonrod et al. (2018, pp. 81-95) ได้สร้างและพัฒนาเครื่องดนตรีเพื่อตอบสนองกลุ่มผู้ใช้งาน โดยคำนึงถึงการใช้งานง่าย และสะดวก ให้มีความเหมาะสม น้ำหนักน้อย สะดวกต่อการถือ ด้านการผลิตเสียงจะอยู่ที่ 40-50 เดซิเบล เป็นเสียงที่ทำให้กลุ่มผู้ใช้งานเกิดความพึงพอใจ สอดคล้องกับหลักการออกแบบอุตสาหกรรมของ Suktot (2001, pp. 88-92) ที่กล่าวว่า ผลิตภัณฑ์ที่ดีย่อมเกิดมาจากการออกแบบที่ดีต้องคำนึงถึงหลักการออกแบบผลิตภัณฑ์ ประกอบด้วย 1) หน้าที่ใช้สอย 2) ความปลอดภัย 3) ความแข็งแรง 4) ความสะดวกสบายในการใช้งาน 5) ความสวยงาม 6) วัสดุและการผลิต โดยได้เลือกหัวข้อเพื่อให้เหมาะสมกับงานวิจัย

6. ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำผลงานไปใช้ มีดังนี้ การใช้เครื่องเคาะประกอบเล่นในกิจกรรมดนตรีควรให้ผู้เข้าร่วมกิจกรรมมีส่วนร่วมเลือกบทเพลงที่ต้องการบรรเลงเพื่อให้ผู้เข้าร่วมกิจกรรมเกิดความพึงพอใจและเกิดความรู้สึกผ่อนคลายในการเล่นประกอบในกิจกรรมมากที่สุด ในกระบวนการผลิตขั้นตอนการเผาคอร์ทำเครื่องชิ้นงานให้เหมาะสมพอดีกับรูปทรงเพื่อรักษารูปทรงระหว่างการเผาและเพื่อให้การต่อประกอบของวัสดุอื่นกับวัสดุเซรามิกเกิดข้อผิดพลาดให้น้อยสุดและควรออกแบบเพิ่มเติมระบบการเคาะในส่วนที่ใช้เท้าเพื่อให้ได้เสียงเคาะที่มีคุณภาพและชัดเจนมากยิ่งขึ้น ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไปในกระบวนการผลิตควรมีเครื่องมือชี้วัดระดับเสียงสูง เสียงกลาง และเสียงต่ำนอกจากการฟังด้วยเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์เพื่อให้เกิดความต่างของเสียงอย่างชัดเจนมากขึ้น ซึ่งเครื่องเคาะสามารถนำไปต่อยอดส่งเสริมการสอนดนตรี ควรแยกกลุ่มอายุของผู้ใช้งานเพื่อให้สามารถออกแบบชิ้นงานต้นแบบ สามารถปรับเปลี่ยนวัสดุ รูปแบบลักษณะวิธีการจับตามความถนัดของกลุ่มผู้ใช้ที่เฉพาะกลุ่มมากยิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

- Binson, B. (2010). *Music therapy* (2nd ed.). Chulalongkorn University Press. (in Thai)
- Boonderek, P. (2005). Music therapy. *Fine and Applied Arts Journal*, 1(1), 26-29. (in Thai)
- Boonrod, V., Kaenampornpan P., & Vatanasapt, P. (2018). The study of elderly's experiences in participating music activities using bamboo bell. *Journal of International Studies*, (8)1, 81-106. (in Thai)
- Hopkin, B. (2010). *Musical instrument design* (7th ed.). See Sharp Press.
- Khamchu, P. (2012). *Use of Carl Orff-based extra-curricular activities to develop music and drama skills of primary school* [Master's thesis]. Rajamangala University of Technology Thanyaburi. (in Thai)
- Manit, S. (2014). The design of central region Thai folk ceramic percussion musical instrument. *Thammasat University Journal*, 33(1), 86-97. (in Thai)
- Mgronline. (2018, November 27). The Department of Mental Health is concerned about 50% of the working-age city people with abnormal levels of stress. *Mgronline*. <https://m.mgronline.com/uptodate/detail/9610000096847>. (in Thai)

- Ministry of Public Health, Department of Mental Health, Office of Mental Health Promotion and Development. (2015). *Guidelines for using mental health tools for health workers in community hospitals (Chronic Disease Clinic) Revised Edition*. n.p. (in Thai)
- Nakrop, S. (2014). *Ethnomusicology*. Kasetsart. (in Thai)
- Nakwong, T. (2004). *Music education for children according to Carl Orff*. Kasetsart. (in Thai)
- Nakwong, T. (2005). *Song of Orff-Schulwerk*. Kasetsart. (in Thai)
- Phonthongsatit, A., & Chaloeannirundorn, N. (2017). Basic musical skill development using percussion: a case study of the second year air music students. Vanee Sooksatra (Ed), *Education 5.0 for Thailand 4.0. Proceedings of The 12th RSU national graduate research conference 2017*. (pp. 819-827). RUSJournals. (in Thai)
- Phumdoung, S. (2005). Music therapy. *Songklanagarind Medical Journal*, 23(3), 185-191. (in Thai)
- Positioning Editor Team. (2015, 3 July). *Thai people work 51 hours a week, the highest in Asia!*. <https://positioningmag.com/60849>. (in Thai)
- Silpcharu, T. (2012). *Research and analyze statistical data with SPSS and AMOS* (13th ed.). Business R&d. (in Thai)
- Sinwatthanawong, C., Chanyanon, O., & Hirunrak, S. (2016). The need of adult student in studying piano: a case study KPN music academy. *Rangsit Music Journal*, 11(2), 37-48. (in Thai)
- Suksot, T. (2001). *Industrial product design*. Odeon Store. (in Thai)
- World Health Organization. (2017). *Promotion mental health: concepts-emerging evidence-practice summary report*. Author (in Thai)

การสร้างแบบวัดจิตวิญญาณความเป็นครูช่างอุตสาหกรรม สำหรับนักศึกษาคณะครุศาสตร์
อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

A CONSTRUCTION OF TECHNICAL TEACHER SPIRITUALITY SCALE FOR STUDENTS
OF FACULTY OF TECHNICAL EDUCATION AT KING MONGKUT'S UNIVERSITY OF
TECHNOLOGY NORTH BANGKOK

พลอยชมพู หันชนะชัย และชิตพล มังคลากุล*

Ploychompoo Hanchanachai and Chitpol Mangkhalakun*

E-mail: s6402012520084@email.kmutnb.ac.th and chitpol.m@fte.kmutnb.ac.th*

Received: October 2, 2023

Revised: October 25, 2023

Accepted: November 2, 2023

ABSTRACT

A construction of technical teacher spirituality scale is for students of Technical Education in King Mongkut's University of technology North Bangkok. The samples of this research were 400 people who are studying in bachelor's degree at King Mongkut's University of Technology North Bangkok. The research instruments were the technical teacher spirituality scale that rated from 1 to 6, for students of Faculty of Technical Education in King Mongkut's University of Technology North Bangkok, and semi-structured interview about a technical teacher spirituality. The results of this research were as follows: (1) The technical teacher spirituality scale for students of Faculty of Technical Education in King Mongkut's University of Technology North Bangkok consisted of five components: take responsibility for your role, be a good role model for students, behaving as a person with morals and ethics, be adoring and believe in the teaching profession, and be adoring and kindness to students and (2) The technical teacher spirituality scale for students of Faculty of Technical Education in King Mongkut's University of Technology North Bangkok consisted of 30 items that showed content validity at 1.0 and discrimination in a range of 0.355–0.689. There was construct validity proof by second-order confirmatory factor analysis (CFA) ($\chi^2 = 328.325$, $df = 289$, $p\text{-value} = 0.0554$, $GFI = 0.932$, $AGFI = 0.890$, $CFI = 0.998$, $RMSEA = 0.0213$, $RMR = 0.0343$). The Cronbach's alpha reliability coefficient was 0.962.

Keywords: Teacher spirituality, Students of Faculty of Technical Education, Confirmatory factor analysis, King Mongkut's University of Technology North Bangkok

*Corresponding author E-mail: chitpol.m@fte.kmutnb.ac.th

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ กรุงเทพมหานคร 10800
Department of Teacher Training in Mechanical Engineering, Faculty of Technical Education,
King Mongkut's University of Technology North Bangkok, Bangkok 10800 Thailand

บทคัดย่อ

การสร้างแบบวัดจิตวิญญาณความเป็นครูช่างอุตสาหกรรม สำหรับนักศึกษาคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือในครั้งนี้ มีกลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษาคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ จำนวน 400 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบแบ่งชั้นภูมิ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ และแบบวัดจิตวิญญาณความเป็นครูช่างอุตสาหกรรม สำหรับนักศึกษาคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ผลการวิจัยพบว่า 1) จากการศึกษาเอกสารงานวิจัย และสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ เพื่อการศึกษางานประกอบในการสร้างแบบวัดจิตวิญญาณความเป็นครูช่างอุตสาหกรรม สำหรับนักศึกษาคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ พบว่า มี 5 องค์ประกอบได้แก่ 1. การมีความรับผิดชอบในการปฏิบัติหน้าที่ 2. การเป็นแบบอย่างที่ดีต่อศิษย์ 3. การประพฤติตน เป็นบุคคลที่มีคุณธรรม จริยธรรม 4. การมีความรัก และศรัทธาในวิชาชีพครู 5. การมีความรัก และเมตตาต่อศิษย์ 2) การตรวจสอบคุณภาพของแบบวัดจิตวิญญาณความเป็นครูช่างอุตสาหกรรม พบว่าแบบวัดจำนวน 30 ข้อ มีค่าดัชนีค่าความสอดคล้อง IOC เท่ากับ 1.0 มีค่าอำนาจจำแนกอยู่ตั้งแต่ 0.355-0.689 การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของโมเดลการวัดจิตวิญญาณความเป็นครูช่างอุตสาหกรรม พบว่า มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ($\chi^2 = 328.325$, $df = 289$, $p\text{-value} = 0.0554$, $GFI = 0.932$, $AGFI = 0.890$ $CFI = 0.998$, $RMSEA = 0.0213$, $RMR = 0.0343$). มีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.962

คำสำคัญ: จิตวิญญาณความเป็นครู, นักศึกษาคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม, การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

1. บทนำ

ในปัจจุบันการพัฒนาทางด้านเศรษฐกิจ และอุตสาหกรรมของประเทศ มีอัตราการขยายตัวสูงขึ้น จึงทำให้มีความต้องการทางด้านแรงงานในระบบอุตสาหกรรม จึงมีการส่งเสริมการศึกษาเกี่ยวกับด้านทักษะเฉพาะทางสาขาวิชาเกี่ยวกับช่างอุตสาหกรรม สำหรับการพัฒนาบุคลากรให้มีคุณภาพเพื่อให้ทันกับความต้องการของการเติบโตทางเศรษฐกิจ ซึ่งมีบทบาทสำคัญต่อการพัฒนาประเทศเป็นอย่างมาก เนื่องจากมีความเกี่ยวข้องกับการจ้างงาน และจากการที่ภาครัฐให้การสนับสนุนทางการเงินทั้งการอุดหนุนและเงินอุดหนุนต่าง ๆ ความต้องการบุคลากรทางด้านอุตสาหกรรม โดย “อาชีวศึกษา” จัดอยู่ในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา มีการจัดการเรียนการสอนด้านวิชาช่างอุตสาหกรรมต่าง ๆ ซึ่งมีรูปแบบการสอนด้วยการเน้นการศึกษาภาคทฤษฎีควบคู่กับการฝึกภาคปฏิบัติ จึงทำให้ผู้ที่ศึกษาในระบบนี้มีความรู้ และความเชี่ยวชาญทั้งภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ ซึ่งเข้ามามีส่วนร่วมในการผลิต และพัฒนาแรงงานเพื่อให้มีความรู้ ประสิทธิภาพ และความสามารถตามที่ตลาดแรงงานอุตสาหกรรมต้องการทั้งในระดับแรงงานฝีมือ (Skilled labor) และแรงงานกึ่งฝีมือ (Semi-skilled labor) ซึ่งการศึกษาเป็นเครื่องมือสำคัญอย่างยิ่งในการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์

บุคคลสำคัญที่สุด ในกระบวนการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ และการเรียนรู้ก็คือ “ครู” ซึ่งคุณภาพของผู้เรียนขึ้นอยู่กับคุณภาพของผู้สอน โดยในระบบอาชีวศึกษานอกจากครูอาชีวศึกษาจะต้องมีความรู้ ความสามารถทางด้านทักษะวิชาชีพแล้ว ครูในสาขาวิชาช่างอุตสาหกรรมควรจะมีการพัฒนาสมรรถนะเพื่อจะได้ทันต่อความเปลี่ยนแปลงของโลกาภิวัตน์ เพื่อให้การสอนมีประสิทธิภาพมากที่สุดที่จะทำให้ผู้เรียน มีความรู้ ความสามารถ และทักษะทางด้านวิชาชีพช่างอุตสาหกรรมตรงตามความต้องการของตลาดแรงงานอุตสาหกรรม โดยการเป็นครูควรจะต้องปฏิบัติหน้าที่การสอนโดยยึดถือใน “จิตวิญญาณความเป็นครู” ซึ่งจาก Bhuripakio et al. (2019, p. 32) ได้ให้สรุปของความหมายจิตวิญญาณความเป็นครูไว้ว่าเป็นการพัฒนาตนเองอย่างต่อเนื่องให้มีความรู้ โดยเฉพาะทักษะการใช้เทคโนโลยี และทักษะในการสอน ประพฤติเป็นแบบอย่างที่ดี เอาใจใส่และหวังดีต่อศิษย์ ประารถนาให้ศิษย์ทุกคนได้มีงานที่ดีทำและเป็นคนดีของสังคม การปฏิบัติงานของครู ลักษณะดังกล่าวเรียกว่า การปฏิบัติด้วยการปฏิบัติหน้าที่ของครู ด้วยความวิริยะ มุ่งมั่นและทุ่มเทด้วยจิตและวิญญาณ อุทิศตนเพื่อการสอน และมีการพัฒนาสื่อการสอนตลอด ก็จะทำให้เกิดความตระหนักและมุ่งมั่นทุ่มเทในการทำงาน พยายามรักษาศักดิ์ศรีแห่งตนและวิชาชีพ และที่สำคัญคือความศรัทธาในวิชาชีพครูมุ่งมั่นพัฒนาตนเอง ครูที่มีจิตวิญญาณความเป็นครูจะมีความสำนึกในความรับผิดชอบต่อตนเองอย่างเต็มที่ทั้งต่อหน้าที่ของตนเอง การอบรมสั่งสอน มีความรัก เมตตา ประารถนาดีต่อศิษย์ ตลอดจนพัฒนาตนเองให้เป็นประโยชน์ต่อผู้เรียนและต่อวิชาชีพ ดังนั้น จิตวิญญาณความเป็นครูจึงเป็นสิ่งสำคัญที่จะต้องได้รับการศึกษาและพัฒนาเป็นอย่างยิ่ง

ครูช่างอุตสาหกรรมถือว่าเป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้อาชีพครูมีคุณค่า และความหมาย ทั้งต่อตนเอง ผู้เรียน และวิชาชีพ ซึ่งครูช่างอุตสาหกรรมควรเป็น “ครูที่มีจิตวิญญาณความเป็นครูช่างอุตสาหกรรม” การมีจิตวิญญาณความเป็นครูช่างอุตสาหกรรม สะท้อนถึงการมีหัวใจเพื่อศิษย์ ตระหนักถึงบทบาทหน้าที่ของครู เป็นแบบอย่างที่ดีมีการทุ่มเท มุ่งมั่นพัฒนาตนเอง มีเมตตาและหวังดีต่อศิษย์ ครูจึงไม่ได้เป็นแค่บุคคลที่มีความรู้ดี หรือมีทักษะการสอนในภาคทฤษฎี และปฏิบัติของสาขาวิชาเท่านั้น หากแต่จะต้องมีจิตวิญญาณความเป็นครูร่วมด้วย เมื่อครูทำงานด้วยจิตวิญญาณวิชาชีพ แน่ใจว่าศิษย์ซึ่งเป็นผลผลิตของครูย่อมมีคุณลักษณะตามที่สังคมต้องการ ดังนั้นเราควรพัฒนาครูช่างอุตสาหกรรมให้มีจิตวิญญาณความเป็นครูช่างอุตสาหกรรม แต่หากยังขาดเครื่องมือในการวัด หรือตรวจสอบ ระดับจิตวิญญาณความเป็นครูช่างอุตสาหกรรม ที่กล่าวถึงข้างต้น ในปัจจุบันมีผู้ที่พัฒนาแบบวัดจิตวิญญาณความเป็นครูไว้ อาทิ Lawthong and Visessuvanapoom (2010, p. 27) ได้ทำการพัฒนาตัวชี้วัดจิตวิญญาณความเป็นครูและพัฒนาสร้างแบบวัดจิตวิญญาณความเป็นครู ซึ่งสามารถวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจได้จำนวน 4 องค์ประกอบ จำนวน 38 ข้อ และ Khothawee (2014, p. 112) ได้สร้างแบบวัดจิตวิญญาณความเป็นครู เพื่อใช้วัดระดับจิตวิญญาณความเป็นครู ของนักศึกษาวิชาชีพครู มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ จำนวน 66 ข้อ และ Chanasit et al. (2016, p. 115) ได้สร้างแบบสอบถามเกี่ยวกับระดับจิตวิญญาณความเป็นครูของนักศึกษา สังกัดคณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม จำนวน 37 ข้อ และ Prasantree (2018, p. 158) ได้ผลสรุปการวิเคราะห์องค์ประกอบจิตวิญญาณความเป็นครูไว้ 7 ด้าน ดังนี้ 1) ด้านความรักความเมตตาต่อศิษย์ 2) ด้านความรับผิดชอบหรือการปฏิบัติตามหน้าที่ 3) ด้านความรักศรัทธาในวิชาชีพครู 4) ด้านคุณธรรมจริยธรรม 5) ด้านความเสียสละและความอดทน 6) การมีมนุษยสัมพันธ์ และ 7) ด้านการเป็นแบบอย่างที่ดีต่อศิษย์ ซึ่งเป็นการศึกษาในบริบทของครูโดยทั่วไปและเฉพาะกลุ่มของมหาวิทยาลัยตนเองเท่านั้น และยังไม่มีการวิจัยใดที่ศึกษาเกี่ยวกับระดับจิตวิญญาณความเป็นครูช่างอุตสาหกรรม

จากสิ่งที่กล่าวมาข้างต้นผู้วิจัยเห็นความสำคัญของสาขาวิชาช่างอุตสาหกรรมในระบบการศึกษาอาชีวศึกษา และเห็นถึงความสำคัญของจิตวิญญาณความเป็นครูช่างอุตสาหกรรมเป็นอย่างมาก ผู้วิจัยจึงมีความมุ่งหมายในการสร้าง และตรวจสอบคุณภาพของแบบวัดจิตวิญญาณความเป็นครูช่างอุตสาหกรรม เพื่อใช้แบบวัดระดับจิตวิญญาณความเป็นครูช่างอุตสาหกรรมว่า นักศึกษาคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ มีจิตวิญญาณความเป็นครูช่างอุตสาหกรรมมากน้อยเพียงใด และสามารถนำผลของแบบวัดนี้ ไปทำการวิเคราะห์ และนำไปพัฒนาระดับจิตวิญญาณความเป็นครูช่างอุตสาหกรรม รวมถึงปลูกฝังจิตวิญญาณความเป็นครูช่างอุตสาหกรรมให้แก่นักศึกษาในคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมได้ เพื่อจะได้มีจิตวิญญาณความเป็นครูช่างอุตสาหกรรมในระดับที่เพิ่มมากขึ้น และสามารถประกอบอาชีพครูช่างอุตสาหกรรมได้อย่างมีคุณภาพต่อไป

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จิตวิญญาณวิชาชีพครู เป็นตัวแปรคุณลักษณะที่มีการพัฒนาเครื่องมือวัดมาอย่างยาวนาน เพราะครูที่มีจิตวิญญาณวิชาชีพครูจะเป็นครูที่มีจิตวิญญาณความเป็นครูมีความสำนึกในความรับผิดชอบของตนอย่างเต็มที่ ทั้งต่อหน้าที่ของตนเอง การอบรมสั่งสอน มีความรัก เมตตา ปรารถนาดีต่อศิษย์ ตลอดจนพัฒนาตนเองให้เป็นประโยชน์ต่อผู้เรียนและต่อวิชาชีพ ตลอดระยะเวลาที่ผ่านมาได้มีการพัฒนาเครื่องมือวัดจิตวิญญาณวิชาชีพครูอย่างมากมาย เช่น Lawthong and Visessuvanapoom (2010, p. 27) ได้ทำการพัฒนาตัวชี้วัดจิตวิญญาณความเป็นครู และพัฒนาสร้างแบบวัดจิตวิญญาณความเป็นครู Khothawee (2014, p. 112) ได้สร้างแบบวัดจิตวิญญาณความเป็นครู เพื่อใช้วัดระดับจิตวิญญาณความเป็นครู ของนักศึกษาวิชาชีพครู มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ และ Chanasit et al. (2016, p. 115) ได้สร้างแบบสอบถามเกี่ยวกับระดับจิตวิญญาณความเป็นครูของนักศึกษา สังกัดคณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม เป็นต้น ซึ่งจากงานวิจัยที่ผู้วิจัยทบทวนวรรณกรรม พบว่า การพัฒนาตัวแปร หรือแบบวัดจิตวิญญาณวิชาชีพครูนั้นจะพัฒนามักกับกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่มใหญ่ ๆ คือ ครูในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (สพฐ.) และ นักศึกษาคณะครุศาสตร์ ซึ่งยังไม่มีการวิจัยที่พัฒนาตัวแปรนี้สำหรับนักศึกษาครูช่างอุตสาหกรรม

แนวคิดเกี่ยวกับจิตวิญญาณความเป็นครู มีนักวิชาการได้ให้ความหมาย และองค์ประกอบไว้อย่างหลากหลาย ดังนั้นผู้วิจัยจึงทบทวนวรรณกรรมตามที่นักวิชาการ และผู้ทำวิจัยเกี่ยวกับจิตวิญญาณวิชาชีพครู ผู้วิจัยได้ทำการสังเคราะห์จากแหล่งอ้างอิงทั้งหมด 10 แหล่ง โดยมีระยะเวลาไม่เกิน 10 ปี เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบวัดจิตวิญญาณวิชาชีพครู พบว่า จิตวิญญาณความเป็นครู หมายถึง คุณลักษณะของบุคคลที่มีความรัก ความศรัทธา เชื้อมั่น นับถือในตนเอง และวิชาชีพครูมีคุณธรรม จริยธรรม ปฏิบัติตนเป็นแบบอย่างที่ดีให้แก่ผู้เรียน มีความเสียสละ และยึดมั่นปฏิบัติตามอุดมการณ์ของวิชาชีพมีการศึกษาหาความรู้ พัฒนาตนเอง และทักษะต่าง ๆ เพื่อให้พร้อมจะถ่ายทอดความรู้ใหม่ ๆ ให้แก่ผู้เรียนอยู่เสมอ (Chalakbang, 2016, p. 125; Chanasit et al., 2016, p. 115; Charoensuk, 2016, p. 193; Kaensan et al., 2017, p. 11; Lawthong & Visessuvanapoom, 2010, p. 27; Moolsathan, 2014, p. 78; Nosu, 2014, p. 55; Prasantree, 2018, p. 158; Somsak et al., 2018, p. 56)

โดยมี 5 องค์ประกอบที่นิยมใช้ในการสร้างเครื่องมือวัด ได้แก่ 1) ความรัก และศรัทธาในวิชาชีพครู 2) การปฏิบัติตามหน้าที่ครู 3) ความรักและเมตตาต่อศิษย์ 4) การเป็นแบบอย่างที่ดี และ 5) มีคุณธรรม และจริยธรรม แต่เพื่อให้องค์ประกอบและความหมายของ จิตวิญญาณความเป็นครูเหมาะสมกับบริบทที่ผู้วิจัยศึกษา ผู้วิจัยจึงใช้องค์ประกอบดังกล่าวเป็นกรอบในการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ เกี่ยวกับพฤติกรรม และบทบาทของครู เพื่อให้ได้องค์ประกอบและนิยามสำหรับพัฒนาแบบวัดจิตวิญญาณวิชาชีพครูช่าง อุตสาหกรรม

3. วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 ระยะที่ 1 การศึกษาข้อมูลเชิงคุณภาพเพื่อแบบวัดจิตวิญญาณความเป็นครูช่างอุตสาหกรรม สำหรับนักศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

3.1.1 กลุ่มผู้ให้ข้อมูล

กลุ่มผู้ให้ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้คือ ครูที่ปฏิบัติการสอนวิชาประเภทช่างอุตสาหกรรม ในวิทยาลัยสังกัดอาชีวศึกษา จำนวน 6 คน ได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง โดยมีเกณฑ์การเลือกดังนี้ 1) เป็นครูในวิทยาลัยสังกัดอาชีวศึกษาที่ทำปฏิบัติการสอนในสาขาวิชาช่างอุตสาหกรรม 2) ปฏิบัติการสอนตำแหน่งครูในวิทยาลัยสังกัดอาชีวศึกษาเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 5 ปี และ 3) เริ่มต้นประกอบวิชาชีพครูตั้งแต่จบการศึกษาระดับปริญญาตรี โดยไม่ประกอบอาชีพใด ๆ มาก่อน

3.1.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบสัมภาษณ์กึ่งมีโครงสร้างเกี่ยวกับจิตวิญญาณความเป็นครูช่างอุตสาหกรรม มีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

3.1.2.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับจิตวิญญาณความเป็นครูช่างอุตสาหกรรมเพื่อศึกษาเกี่ยวกับ นิยาม และองค์ประกอบจิตวิญญาณความเป็นครูช่างอุตสาหกรรม

3.1.2.2 สร้างข้อคำถามเกี่ยวกับประเด็นของนิยาม และพฤติกรรมของครูที่มีจิตวิญญาณความเป็นครูช่าง อุตสาหกรรมสำหรับสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ

3.1.2.3 นำแบบสัมภาษณ์ที่สร้างขึ้นไปปรึกษาอาจารย์ที่ปรึกษาในด้านการใช้ภาษาและความถูกต้อง และปรับปรุง แก้ไขตามข้อเสนอแนะ

3.1.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลการสัมภาษณ์จากกลุ่มผู้ให้ข้อมูลโดยการวิเคราะห์เนื้อหา (Content analysis)

3.2 ระยะที่ 2 การตรวจสอบคุณภาพแบบวัดจิตวิญญาณความเป็นครูช่างอุตสาหกรรม สำหรับนักศึกษา คณะครุศาสตร์ อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

3.2.1 ประชากร และกลุ่มตัวอย่าง

3.2.1.1 ประชากรในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักศึกษาคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ จำนวน 1,403 คน ปีการศึกษา 2565 ประกอบด้วย ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล จำนวน 384 คน ภาควิชา ครุศาสตร์ไฟฟ้า จำนวน 533 คน ภาควิชาครุศาสตร์โยธา จำนวน 288 คน ภาควิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา จำนวน 218 คน

3.2.1.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้มีจำนวนทั้งหมด 400 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ

1) กลุ่มตัวอย่างสำหรับการทดลองใช้เครื่องมือ (Try out) เพื่อตรวจสอบค่าอำนาจจำแนก คือ นักศึกษาชั้น ปริญญาตรี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ จำนวน 100 คน ด้วยวิธีการสุ่มแบบ แบ่งชั้นภูมิ (Stratified random sampling)

2) กลุ่มตัวอย่างสำหรับการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง ซึ่งเป็นนักศึกษาชั้นปริญญาตรี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ จำนวน 300 คน คัดเลือกผ่านวิธีการสุ่มแบบ แบ่งชั้นภูมิ (Stratified random sampling) โดยการกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างผู้วิจัยใช้แนวคิดของแฮร์ และคณะ (Hair et al., 2010, p. 124) ซึ่งขนาดกลุ่มตัวอย่าง ควรมีอย่างน้อย 10 - 20 คนต่อจำนวน 1 ตัวแปร ในการวิเคราะห์องค์ประกอบ เชิงยืนยัน ผู้วิจัยมีจำนวนตัวแปรที่สังเกตได้จำนวน 30 ตัวแปร ดังนั้นผู้วิจัยจึงกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างจำนวน 300 คน ซึ่งเพียงพอต่อการวิเคราะห์ข้อมูล

3.2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ แบบวัดจิตวิญญาณความเป็นครูช่างอุตสาหกรรม สำหรับนักศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ จำนวน 50 ข้อ มีลักษณะข้อคำถามเป็นแบบมาตรประมาณค่าตามวิธีของลิเคิร์ต (Likert) มีขั้นตอนการสร้าง 6 ขั้นตอน ดังนี้

3.2.2.1 ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับวิธีการสร้างแบบวัดชนิดมาตรวัดลิเคิร์ต (Likert)

3.2.2.2 กำหนดโครงสร้างข้อคำถาม โดยกำหนดจำนวนข้อคำถาม 6 ข้อในแต่ละองค์ประกอบ รวมจำนวน 30 ข้อ

3.2.2.3 เขียนข้อคำถามตามจำนวนข้อที่ได้กำหนดไว้ในโครงสร้าง จำนวนข้อคำถามแล้วจัดชุดเป็นแบบวัดจิตวิญญาณความเป็นครูช่างอุตสาหกรรม

3.2.2.4 นำแบบวัดจิตวิญญาณความเป็นครูช่างอุตสาหกรรม ที่สร้างขึ้นไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสมของข้อความ จากนั้นนำไปตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) โดยหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of item Objective Congruence : IOC) ทางด้านครูช่างอุตสาหกรรมจำนวน 3 คน โดยคัดเลือกคำถามที่มีค่าความสอดคล้อง ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป สำหรับข้อคำถามที่มีความสอดคล้องน้อยกว่า 0.5 ผู้วิจัยจะตัดออกหรือปรับปรุงตามคำแนะนำผู้เชี่ยวชาญ

3.2.2.5 นำแบบวัดจิตวิญญาณความเป็นครูช่างอุตสาหกรรม ไปทดลองใช้ (Try out) กับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักศึกษาชั้นปริญญาตรี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือจำนวน 100 คน เพื่อตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือเบื้องต้นคือ การหาค่าอำนาจจำแนก โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนข้อคำถามแต่ละข้อกับคะแนนรวมที่ตัดข้อนั้นออกของแบบวัด (Corrected item-total correlation) โดยคัดเลือกค่าอำนาจจำแนกที่มีค่าตั้งแต่ 0.3 ขึ้นไป

3.2.2.6 นำข้อคำถามที่ผ่านการคัดเลือกมาจัดทำเป็นแบบวัดจิตวิญญาณความเป็นครูช่างอุตสาหกรรม ไปเก็บข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 300 คน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง และประมาณค่าความเชื่อมั่น ของแบบวัดจิตวิญญาณความเป็นครูช่างอุตสาหกรรม

3.2.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษานี้ ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปช่วยในการวิเคราะห์ ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

3.2.3.1 ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) โดยหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of item Objective Congruence : IOC)

3.2.3.2 ตรวจสอบค่าอำนาจจำแนกของแบบวัด โดยการหาค่าอำนาจจำแนกด้วยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนรายข้อกับคะแนนรวมที่ตัดข้อนั้นออก (Corrected Item-total correlation)

3.2.3.3 ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง (Construct validity) โดยใช้วิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory factor analysis)

3.2.3.4 ประมาณค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดโดยการหาความสอดคล้องภายใน (Internal consistency) ด้วยวิธีการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาครอนบาค (Cronbach's Alpha coefficient)

4. ผลการวิจัย

4.1 ผลการสร้างแบบวัดจิตวิญญาณความเป็นครูช่างอุตสาหกรรม สำหรับนักศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

4.1.1 ผลการวิเคราะห์เนื้อหาจากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับจิตวิญญาณความเป็นครูช่างอุตสาหกรรม

การสร้างแบบวัดจิตวิญญาณความเป็นครูช่างอุตสาหกรรม สำหรับนักศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ผู้วิจัยได้ส่งเคราะห์เอกสาร และงานวิจัย พร้อมทั้งสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ โดยผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลการสัมภาษณ์จากกลุ่มผู้ให้ข้อมูลโดยการวิเคราะห์เนื้อหา (Content analysis) ได้ผลการวิจัย ดังนี้

ตารางที่ 1 สรุปประเด็นการวิเคราะห์เนื้อหาจากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ

สรุปประเด็นการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับ จิตวิญญาณความเป็นครู	ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 1	ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 2	ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 3	ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 4	ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 5	ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 6	รวม
การมีความรับผิดชอบในการปฏิบัติหน้าที่							
หน้าที่ครูคือการปฏิบัติการสอน	✓	✓	✓	✓	✓	✓	6
พัฒนาความรู้ตนเองให้ทันสมัย			✓	✓	✓	✓	4
การเป็นแบบอย่างที่ดีต่อศิษย์							
ครูปฏิบัติตน วางตัวเหมาะสมเช่นไร ผู้เรียนจะปฏิบัติตนเช่นนั้น	✓	✓	✓	✓		✓	5
ครูประพฤติตนดีเพื่อเป็นการส่งเสริมให้ผู้เรียนประพฤติตนดี	✓	✓	✓	✓		✓	5
การประพฤติตนเป็นบุคคลที่มีคุณธรรม จริยธรรม							
การมีคุณธรรมจริยธรรม จริยธรรมเป็นสิ่งที่ครูพึงมี		✓	✓	✓	✓	✓	5
หากขาดการมีคุณธรรม จริยธรรมก็จะไม่สามารถประพฤติตนเป็นแบบอย่างที่ดีให้แก่ผู้เรียนได้ดีเท่าที่ควร		✓	✓	✓	✓		4
การมีความรัก และศรัทธาในวิชาชีพครู							
ครูควรมีความรัก และศรัทธาในวิชาชีพ	✓		✓	✓		✓	4
ครูควรมีความเคารพ และปฏิบัติตนให้เกียรติในความเป็นครู	✓		✓	✓		✓	4
การมีความรัก และเมตตาต่อศิษย์							
ครูควรมีความรัก และเมตตาแก่ผู้เรียนทุกคนอย่างเท่าเทียม	✓	✓	✓	✓	✓	✓	6
ครูควรให้การช่วยเหลือแก่ผู้เรียนอย่างเต็มความสามารถ	✓	✓	✓		✓		4
ครูควรมีความเอาใจใส่ และสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนอยู่เสมอ		✓	✓	✓	✓	✓	5

จากตารางที่ 1 การสัมภาษณ์ครูที่ปฏิบัติการสอนวิชาประเภทช่างอุตสาหกรรมในวิทยาลัยสังกัดอาชีวศึกษา และเทียบเคียงกับผลการวิเคราะห์เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า จิตวิญญาณความเป็นครูช่างอุตสาหกรรมมีจำนวน 5 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) การมีความรับผิดชอบในการปฏิบัติหน้าที่ 2) การเป็นแบบอย่างที่ดีต่อศิษย์ 3) การประพฤติตนเป็นบุคคลที่มีคุณธรรม จริยธรรม 4) การมีความรัก และศรัทธาในวิชาชีพครู และ 5) การมีความรัก และเมตตาต่อศิษย์

4.1.2 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง ของแบบวัดจิตวิญญาณความเป็นครูช่างอุตสาหกรรม

ผู้วิจัยสร้างแบบวัดจิตวิญญาณความเป็นครูช่างอุตสาหกรรม สำหรับนักศึกษาคณะเศรษฐศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือจากเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง รวมถึงการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ โดยแบบวัดจิตวิญญาณความเป็นครูช่างอุตสาหกรรมมี จำนวน 50 ข้อ มีลักษณะข้อคำถามเป็นแบบมาตราประมาณค่าตามวิธีของลิเคิร์ต (Likert) 6 ระดับ จากนั้นนำแบบวัดที่สร้างขึ้น ไปปรึกษาอาจารย์ที่ปรึกษา และนำไปตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา(Content validity) โดยหาค่าดัชนีความสอดคล้อง(Index of item Objective Congruence : IOC) ระหว่างข้อคำถามกับนิยามศัพท์เฉพาะจากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน ได้ผลดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง ของแบบวัดจิตวิญญาณความเป็นครูช่างอุตสาหกรรม

องค์ประกอบ	จำนวนข้อคำถาม	ค่า IOC	ข้อคำถามที่ผ่านเกณฑ์
1. การมีความรับผิดชอบในการปฏิบัติหน้าที่	10	1.0 ทุกรายการ	10
2. การเป็นแบบอย่างที่ดีต่อศิษย์	10	1.0 ทุกรายการ	10
3. การประพฤติตนเป็นบุคคลที่มีคุณธรรม จริยธรรม	10	1.0 ทุกรายการ	10
4. การมีความรัก และศรัทธาในวิชาชีพครู	10	1.0 ทุกรายการ	10
5. การมีความรัก และเมตตาต่อศิษย์	10	1.0 ทุกรายการ	10
รวม	50	1.0 ทุกรายการ	50

จากตารางที่ 2 พบว่า ข้อคำถามทั้ง 50 ข้อ มีค่า IOC สอดคล้อง (Index of item Objective Congruence : IOC) เท่ากับ 1.0 ทุกข้อ ซึ่งข้อคำถามทั้ง 50 ข้อสามารถนำไปทดลองใช้เพื่อหาคุณภาพของแบบวัดต่อไปได้

4.2 ผลการวิเคราะห์หาคุณภาพของแบบวัดจิตวิญญาณความเป็นครูช่างอุตสาหกรรม สำหรับนักศึกษาคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

4.2.1 ผลการตรวจสอบค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดจิตวิญญาณความเป็นครูช่างอุตสาหกรรม

หลังจากตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) จากผู้เชี่ยวชาญเรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยดำเนินการเก็บข้อมูลครั้งที่ 1 กับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 100 คน เพื่อตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือเบื้องต้น คือการหาค่าอำนาจจำแนก โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนข้อคำถามแต่ละข้อกับคะแนนรวมที่ตัดข้อนั้นออกของแบบวัด (Corrected item-total correlation) ผลการวิเคราะห์แสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดจิตวิญญาณความเป็นครูช่างอุตสาหกรรม

องค์ประกอบ	จำนวนข้อคำถาม	ค่าอำนาจจำแนก	ข้อคำถามที่ผ่านเกณฑ์	ข้อคำถามที่คัดเลือก
1. การมีความรับผิดชอบในการปฏิบัติหน้าที่	10	0.222-0.514	10	6
2. การเป็นแบบอย่างที่ดีต่อศิษย์	10	0.480-0.668	10	6
3. การประพฤติตนเป็นบุคคลที่มีคุณธรรม จริยธรรม	10	0.390-0.696	10	6
4. การมีความรัก และศรัทธาในวิชาชีพครู	10	0.397-0.617	10	6
5. การมีความรัก และเมตตาต่อศิษย์	10	0.377-0.615	10	6
รวม	50	0.222-0.696	50	30

จากตารางที่ 3 พบว่าแบบวัดจิตวิญญาณความเป็นครูช่างอุตสาหกรรมทั้ง 50 ข้อ มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.222-0.696 เมื่อพิจารณาเป็นรายองค์ประกอบพบว่า องค์ประกอบการมีความรับผิดชอบในการปฏิบัติหน้าที่ ข้อคำถามจำนวน 10 ข้อ มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.222-0.514 องค์ประกอบการเป็นแบบอย่างที่ดีต่อศิษย์ ข้อคำถามจำนวน 10 ข้อ มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.480-0.668 องค์ประกอบการประพฤติตนเป็นบุคคลที่มีคุณธรรม จริยธรรม ข้อคำถามจำนวน 10 ข้อ มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.390-0.696 องค์ประกอบการมีความรัก และศรัทธาในวิชาชีพครู ข้อคำถามจำนวน 10 ข้อ มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.397-0.617 และองค์ประกอบการมีความรัก และเมตตาต่อศิษย์ข้อคำถามจำนวน 10 ข้อ มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.377-0.615 ซึ่งข้อคำถามทุกข้อผ่านเกณฑ์ทั้งหมด แต่เพื่อให้แบบวัดมีคุณภาพ และไม่ยาวเกินไปผู้วิจัยจึงคัดเลือกข้อคำถามที่มีค่าอำนาจจำแนกสูงสุดแต่ละองค์ประกอบจำนวน 6 ข้อ รวมทั้งหมด 30 ข้อ มีค่าอำนาจจำแนกอยู่ตั้งแต่ 0.355-0.689 ซึ่งข้อคำถามที่คัดเลือกผู้วิจัยได้คำนึงถึงความครอบคลุมของนิยามในแต่ละองค์ประกอบแล้ว

4.2.2 ผลการประมาณค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดของแบบวัดจิตวิญญาณความเป็นครูช่างอุตสาหกรรม

ผู้วิจัยทำการเก็บข้อมูลครั้งที่ 2 กับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 300 คน เพื่อประมาณค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดจิตวิญญาณความเป็นครูช่างอุตสาหกรรม โดยการหาความสอดคล้องภายใน (Internal consistency) ด้วยวิธีการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาครอนบาค (Cronbach's Alpha coefficient) ได้ผลการวิเคราะห์แสดงดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลการประมาณค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดของแบบวัดจิตวิญญาณความเป็นครูช่างอุตสาหกรรม

องค์ประกอบ	ค่าความเชื่อมั่น
องค์ประกอบที่ 1 การมีความรับผิดชอบในการปฏิบัติหน้าที่	0.822
องค์ประกอบที่ 2 การเป็นแบบอย่างที่ดีต่อศิษย์	0.861
องค์ประกอบที่ 3 การประพฤติตนเป็นบุคคลที่มีคุณธรรม จริยธรรม	0.853
องค์ประกอบที่ 4 การมีความรัก และศรัทธาในวิชาชีพครู	0.894
องค์ประกอบที่ 5 การมีความรัก และเมตตาต่อศิษย์	0.907
รวม	0.962

จากตารางที่ 4 พบว่าแบบวัดจิตวิญญาณความเป็นครูช่างอุตสาหกรรมมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.962 เมื่อพิจารณาเป็นรายองค์ประกอบพบว่า องค์ประกอบที่ 1 การมีความรับผิดชอบในการปฏิบัติหน้าที่มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.822 องค์ประกอบที่ 2 การเป็นแบบอย่างที่ดีต่อศิษย์ มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.861 องค์ประกอบที่ 3 การประพฤติตนเป็นบุคคลที่มีคุณธรรม จริยธรรมมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.853 องค์ประกอบที่ 4 การมีความรัก และศรัทธาในวิชาชีพครูมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.894 องค์ประกอบที่ 5 การมีความรัก และเมตตาต่อศิษย์มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.907

4.2.3 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของโมเดลการวัดจิตวิญญาณความเป็นครูช่างอุตสาหกรรม

หลังจากผู้วิจัยประมาณค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดจิตวิญญาณความเป็นครูช่างอุตสาหกรรม เรียบร้อยแล้วผู้วิจัยนำข้อมูลของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 300 คน มาทำการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของโมเดลการวัดจิตวิญญาณความเป็นครูช่างอุตสาหกรรม เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง ได้ผลการวิเคราะห์แสดงดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของโมเดลการวัดจิตวิญญาณความเป็นครูช่างอุตสาหกรรม

ตัวแปร	น้ำหนักองค์ประกอบ				r ²
	สปส	SE	t	SC	
องค์ประกอบที่ 1 การมีความรับผิดชอบ ในการปฏิบัติหน้าที่ (Responsibility)	0.977	0.082	11.865	0.977	0.955
R4	0.640	-	-	0.638	0.407
R6	0.681	0.066	10.358	0.674	0.455
R7	0.717	0.065	11.002	0.725	0.525
R8	0.802	0.067	11.002	0.796	0.634
R9	0.733	0.062	11.808	0.736	0.542
R10	0.642	0.066	9.729	0.623	0.388
องค์ประกอบที่ 2 การเป็นแบบอย่างที่ดีต่อศิษย์ (Model)	0.977	0.082	11.865	0.977	0.955
M1	0.765	-	-	0.763	0.582
M4	0.592	0.057	10.376	0.592	0.351
M5	0.658	0.057	11.607	0.654	0.428
M8	0.776	0.056	13.902	0.778	0.605
M9	0.802	0.059	13.537	0.805	0.648
M10	0.654	0.063	10.367	0.656	0.430
องค์ประกอบที่ 3 การมีคุณธรรม จริยธรรม (Ethics)	0.933	0.065	14.257	0.933	0.870
E1	0.771	-	-	0.769	0.591
E2	0.712	0.055	12.944	0.714	0.510
E4	0.769	0.055	13.964	0.766	0.587
E7	0.615	0.056	10.977	0.620	0.384
E9	0.756	0.055	13.780	0.755	0.570
E10	0.642	0.056	11.487	0.642	0.413
องค์ประกอบที่ 4 การมีความรัก และศรัทธาในวิชาชีพครู (Professional)	0.937	0.072	13.039	0.937	0.877
P3	0.710	-	-	0.710	0.504
P4	0.811	0.065	12.402	0.811	0.652
P5	0.741	0.060	12.371	0.741	0.554
P6	0.668	0.056	11.951	0.668	0.443
P7	0.824	0.060	13.652	0.824	0.677
P9	0.765	0.061	12.582	0.765	0.583

ตารางที่ 5 (ต่อ) ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของโมเดลการวัดจิตวิญญาณความเป็นครูช่างอุตสาหกรรม

ตัวแปร	น้ำหนักองค์ประกอบ				r ²
	สปส	SE	t	SC	
องค์ประกอบที่ 5 การมีความรักและเมตตาต่อศิษย์ (Kindness)	0.942	0.061	15.397	0.942	0.887
K1	0.790	-	-	0.790	0.642
K2	0.757	0.051	14.914	0.757	0.580
K4	0.779	0.050	15.466	0.779	0.615
K7	0.840	0.048	17.545	0.840	0.732
K9	0.821	0.049	16.584	0.821	0.683
K10	0.677	0.052	12.977	0.677	0.460
$\chi^2 = 328.325$, $df = 289$, $(\chi^2 / df) = 1.136$, $p = 0.0554$, $GFI = 0.932$, $AGFI = 0.890$, $CFI = 0.998$, $RMSEA = 0.0213$, $RMR = 0.0343$					

หมายเหตุ : ค่า SC หมายถึง Completely standardized solution

จากตารางที่ 5 พบว่า โมเดลการวัดจิตวิญญาณความเป็นครูช่างอุตสาหกรรม ของนักศึกษาคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ มีความสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ พิจารณาได้จาก ค่าไคสแควร์สัมพันธ์ (χ^2 / df) มีค่าเท่ากับ 1.136 ($\chi^2 = 328.325$, $df = 289$, $p = 0.0554$) ดัชนีวัดความกลมกลืน (Goodness-of-Fit Index: GFI) มีค่าเท่ากับ 0.932 ดัชนีวัดความกลมกลืนที่ปรับแก้แล้ว (Adjusted Goodness-of-Fit Index: AGFI) มีค่าเท่ากับ 0.890 ค่าดัชนีเชิงเปรียบเทียบ (Comparative Fit Index: CFI) มีค่าเท่ากับ 0.998 และ ดัชนีบอกขนาดของเศษที่เหลือโดยเฉลี่ย (Root Mean Squared Residual: RMR) มีค่าเท่ากับ 0.0343 ค่าดัชนีรากของค่าเฉลี่ยกำลังสองของความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่า (RMSEA) มีค่าเท่ากับ 0.0213

ผลการวิเคราะห์ค่าน้ำหนักองค์ประกอบจิตวิญญาณความเป็นครูช่างอุตสาหกรรม พบว่า ค่าน้ำหนักองค์ประกอบมีค่าตั้งแต่ 0.615-0.840 โดยค่าน้ำหนักองค์ประกอบของจิตวิญญาณความเป็นครูช่างอุตสาหกรรมมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เมื่อพิจารณาค่าน้ำหนักความสำคัญขององค์ประกอบพบว่า

องค์ประกอบที่ 1 การมีความรับผิดชอบในการปฏิบัติหน้าที่ (Take responsibility for your role: Role) ตัวแปร R8 มีน้ำหนักความสำคัญวัดในรูปน้ำหนักองค์ประกอบการมีความรับผิดชอบในการปฏิบัติหน้าที่ สูงสุดเท่ากับ 0.802 มีความแปรผันร่วมกับองค์ประกอบที่ 1 ในระดับน้อย (ร้อยละ 63.4)

องค์ประกอบที่ 2 การเป็นแบบอย่างที่ดีต่อศิษย์ (Be a good role model for students: Model) ตัวแปร M9 มีน้ำหนักความสำคัญวัดในรูปน้ำหนักองค์ประกอบการเป็นแบบอย่างที่ดีต่อศิษย์สูงสุดเท่ากับ 0.802 มีความแปรผันร่วมกับองค์ประกอบที่ 2 ในระดับปานกลาง (ร้อยละ 64.8)

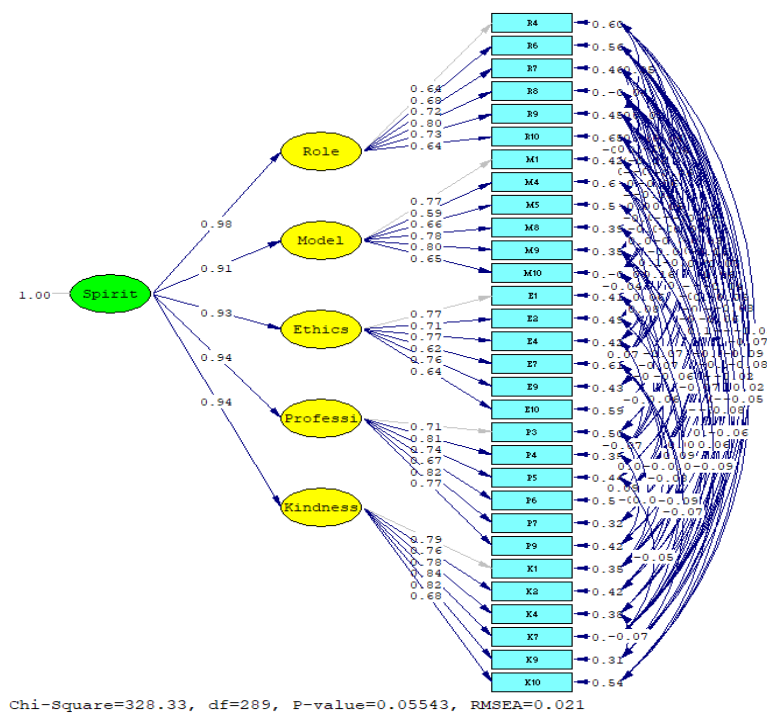
องค์ประกอบที่ 3 การประพฤติตนเป็นบุคคลที่มีคุณธรรม จริยธรรม (Behaving as a person with morals and ethics: Ethics) ตัวแปร E1 มีน้ำหนักความสำคัญวัดในรูปน้ำหนักองค์ประกอบการประพฤติตนเป็นบุคคลที่มีคุณธรรม จริยธรรม สูงสุดเท่ากับ 0.771 มีความแปรผันร่วมกับองค์ประกอบที่ 3 ในระดับปานกลาง (ร้อยละ 59.1)

องค์ประกอบที่ 4 การมีความรัก และศรัทธาในวิชาชีพครู (Be adoring and believe in the teaching profession: Profession) ตัวแปร P7 มีน้ำหนักความสำคัญวัดในรูปน้ำหนักองค์ประกอบการมีความรัก และศรัทธาในวิชาชีพครูเท่ากับ 0.824 มีความแปรผันร่วมกับองค์ประกอบที่ 4 ในระดับ ปานกลาง (ร้อยละ 67.7)

องค์ประกอบที่ 5 การมีความรัก และเมตตาต่อศิษย์ (Be adoring and kindness to students: Kindness) ตัวแปร K7 มีน้ำหนักความสำคัญวัดในรูปน้ำหนักองค์ประกอบการมีความรัก และเมตตาต่อศิษย์สูงสุดเท่ากับ 0.840 มีความแปรผันร่วมกับองค์ประกอบที่ 5 ในระดับมาก (ร้อยละ 73.2)

เมื่อพิจารณาน้ำหนักองค์ประกอบจิตวิญญาณความเป็นครูช่างอุตสาหกรรม ของนักศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าพระนครเหนือ พบว่า องค์ประกอบที่ 1 การมีความรับผิดชอบในการปฏิบัติหน้าที่ (Take responsibility for your role: Role) มีน้ำหนักความสำคัญต่อจิตวิญญาณความเป็นครูช่างอุตสาหกรรมสูงที่สุดในรูปมาตรฐานเท่ากับ 0.977 และมีความแปรผัน ร่วมกับจิตวิญญาณความเป็นครูช่างอุตสาหกรรมในระดับสูง (ร้อยละ 95.5) รองลงมาคือ องค์ประกอบที่ 5 การมีความรัก และเมตตาต่อศิษย์ (Be have adoring and kindness to students : Kindness) มีน้ำหนักความสำคัญต่อจิตวิญญาณความเป็นครูช่างอุตสาหกรรมในรูปมาตรฐานเท่ากับ 0.987 และมีความแปรผันร่วมกับจิตวิญญาณความเป็นครูช่างอุตสาหกรรมในระดับสูง (ร้อยละ 88.7)

เมื่อพิจารณาน้ำหนักองค์ประกอบจิตวิญญาณความเป็นครูช่างอุตสาหกรรม ของนักศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าพระนครเหนือ พบว่า องค์ประกอบที่ 1 การมีความรับผิดชอบในการปฏิบัติหน้าที่ (Take responsibility for your role: Role) มีน้ำหนักความสำคัญต่อจิตวิญญาณความเป็นครูช่างอุตสาหกรรมสูงที่สุดในรูปมาตรฐานเท่ากับ 0.977 และมีความแปรผัน ร่วมกับจิตวิญญาณความเป็นครูช่างอุตสาหกรรมในระดับสูง (ร้อยละ 95.5) รองลงมาคือ องค์ประกอบที่ 5 การมีความรัก และเมตตาต่อศิษย์ (Be have adoring and kindness to students : Kindness) มีน้ำหนักความสำคัญต่อจิตวิญญาณความเป็นครูช่างอุตสาหกรรมในรูปมาตรฐานเท่ากับ 0.987 และมีความแปรผันร่วมกับจิตวิญญาณความเป็นครูช่างอุตสาหกรรมในระดับสูง (ร้อยละ 88.7) ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 โมเดลการวัดจิตวิญญาณความเป็นครูช่างอุตสาหกรรม

5. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

จากการสัมภาษณ์ครูที่ปฏิบัติการสอนวิชาประเภทช่างอุตสาหกรรมในวิทยาลัยสังกัดอาชีวศึกษา และเทียบเคียงกับผลการวิเคราะห์เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า จากการสัมภาษณ์ครูที่ปฏิบัติการสอนวิชาประเภทช่างอุตสาหกรรมในวิทยาลัยสังกัดอาชีวศึกษา และเทียบเคียงกับผลการวิเคราะห์เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า จิตวิญญาณความเป็นครูช่างอุตสาหกรรมมีจำนวน 5 องค์ประกอบดังนี้ ได้แก่ 1) การมีความรับผิดชอบในการปฏิบัติหน้าที่ 2) การเป็นแบบอย่างที่ดีต่อศิษย์ 3) การประพฤติตนเป็นบุคคลที่มีคุณธรรม จริยธรรม 4) การมีความรัก และศรัทธาในวิชาชีพครู และ 5) การมีความรัก และเมตตาต่อศิษย์ ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง ของแบบวัดจิตวิญญาณความเป็นครูช่างอุตสาหกรรม พบว่า แบบวัดจิตวิญญาณความเป็นครูช่างอุตสาหกรรม สำหรับนักศึกษาคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ข้อคำถามทั้ง 50 ข้อ มีค่า IOC สอดคล้อง (Index of item Objective Congruence : IOC) เท่ากับ 1.0 ทุกข้อ ผลการตรวจสอบค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดจิตวิญญาณความเป็นครูช่างอุตสาหกรรม พบว่า แบบวัดจิตวิญญาณความเป็นครูช่างอุตสาหกรรม

ทั้ง 30 ข้อ มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.222-0.696 เมื่อพิจารณาเป็นรายองค์ประกอบพบว่า องค์ประกอบที่มีความรับผิดชอบในการปฏิบัติหน้าที่ ข้อคำถามจำนวน 10 ข้อ มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.222-0.514 องค์ประกอบที่เป็นแบบอย่างที่ดีต่อศิษย์ ข้อคำถามจำนวน 10 ข้อ มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.480-0.668 องค์ประกอบที่ประพฤติตนเป็นบุคคลที่มีคุณธรรม จริยธรรม ข้อคำถามจำนวน 10 ข้อ มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.390-0.696 องค์ประกอบที่มีความรัก และศรัทธาในวิชาชีพครู ข้อคำถามจำนวน 10 ข้อ มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.397-0.617 และองค์ประกอบที่มีความรัก และเมตตาต่อศิษย์ ข้อคำถามจำนวน 10 ข้อ มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.377-0.615 ผลการประมาณค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดจิตวิญญาณความเป็นครูช่างอุตสาหกรรมพบว่า แบบวัดจิตวิญญาณความเป็นครูช่างอุตสาหกรรมมีความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.962 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันของโมเดลการวัดจิตวิญญาณความเป็นครูช่างอุตสาหกรรม พบว่า โมเดลการวัดจิตวิญญาณความเป็นครูช่างอุตสาหกรรม ของนักศึกษาคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ มีความสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ พิจารณาได้จาก ค่าไคสแควร์สัมพันธ์ (χ^2 / df) มีค่าเท่ากับ 1.136 ($\chi^2 = 328.325$, $df = 289$, $p = 0.0554$) ดัชนีวัดความกลมกลืน (Goodness-of-Fit Index : GFI) มีค่าเท่ากับ 0.932 ดัชนีวัดความกลมกลืนที่ปรับแก้แล้ว (Adjusted Goodness-of-Fit Index : AGFI) มีค่าเท่ากับ 0.890 ค่าดัชนีเชิงเปรียบเทียบ (Comparative Fit Index : CFI) มีค่าเท่ากับ 0.998 และ ดัชนีบอกขนาดของเศษที่เหลือโดยเฉลี่ย (Root Mean Squared Residual : RMR) มีค่าเท่ากับ 0.0343 ค่าดัชนีรากของค่าเฉลี่ยกำลังสองของความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่า (RMSEA) มีค่าเท่ากับ 0.0213

จิตวิญญาณความเป็นครูช่างอุตสาหกรรมมีองค์ประกอบจำนวน 5 องค์ประกอบจากการศึกษาเอกสารและ การสัมภาษณ์อาจเนื่องมาจากผู้วิจัยมีเกณฑ์กำหนดในการเลือกกลุ่มผู้ให้ข้อมูล คือ 1) เป็นครูในวิทยาลัยสังกัดอาชีวศึกษาที่ทำการปฏิบัติการสอนในสาขาวิชาช่างอุตสาหกรรม 2) ปฏิบัติการสอนตำแหน่งครูในวิทยาลัยสังกัดอาชีวศึกษาเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 5 ปี 3) เริ่มต้นประกอบวิชาชีพครูตั้งแต่จบการศึกษาระดับปริญญาตรีโดยไม่ประกอบอาชีพใด ๆ มาก่อน ซึ่งเป็นคุณลักษณะที่บุคคลเหล่านี้จะมีความเป็นครูอยู่ในตัว เนื่องจากครูช่างที่จบจากคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สามารถเลือกประกอบอาชีพได้ 2 ลักษณะ คือเป็นครูและประกอบอาชีพในภาคอุตสาหกรรม ซึ่งสอดคล้องกับ Jaijaroen (2020, p. 70) ที่กล่าวว่า บัณฑิตครูช่างอุตสาหกรรมสามารถเลือกประกอบวิชาชีพทั้งในทางวิศวกรรม และงานวิชาชีพครูได้นับเป็นแรงดึงดูดที่ส่งผลต่อผู้สำเร็จการศึกษาใหม่ และผู้ประกอบวิชาชีพครูมาระยะหนึ่งให้ออกจากระบบ ไปสู่ตลาดแรงงานอื่นที่มีรายได้สูงกว่า และมีสภาพแวดล้อมการทำงานที่ดีกว่า การคงอยู่ในวิชาชีพครูช่างอุตสาหกรรมจึงมีระยะเวลาสั้นกว่าผู้ประกอบวิชาชีพอื่น ๆ อาจจะ 1-2 ปีหรือน้อยกว่านั้น ดังนั้น จึงทำให้ผลการวิจัยสอดคล้องกับหลากหลายงานวิจัยที่ศึกษามา (Chalabang, 2016, p. 125; Chanasit et al., 2016, p. 115; Charoensuk, 2016, p. 193; Kaensan et al., 2017, p. 11; Lawthong & Visessuvanapoom, 2010, p. 27; Moolsathan, 2014, p. 78; Nosu, 2014, p. 55; Prasantree, 2018, p. 158; Somsak et al., 2018, p. 56) ผลการหาคุณภาพของแบบวัดจิตวิญญาณความเป็นครูช่างอุตสาหกรรมผ่านเกณฑ์ที่ผู้วิจัยกำหนดไว้ทุกรายการ อาจเนื่องมาจาก ผู้วิจัยมีการเก็บข้อมูลเชิงคุณภาพเพื่อนำตัวอย่างลักษณะพฤติกรรมของครูที่มีความยึดมั่นผูกพันในวิชาชีพครูในระดับสูง มาใช้เป็นข้อมูลสำหรับสร้างแบบวัด ทำให้ข้อคำถามที่เขียนขึ้นนั้นอ้างอิงจากพฤติกรรมที่แสดงออกจริง ๆ ของครูช่างอุตสาหกรรมที่ปฏิบัติการสอนอยู่ในปัจจุบัน ทำให้ข้อคำถามที่สร้างขึ้นมีความสอดคล้องกับนิยามศัพท์เฉพาะที่เขียนขึ้นทำให้ผลการหาค่าความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับนิยามศัพท์มีค่าเท่ากับ 1.0 ทุกข้อ นอกจากนั้น ผู้วิจัยได้สัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับเหตุการณ์ หรือลักษณะที่สามารถจำแนก หรือแบ่งแยกผู้ที่มีและไม่มีจิตวิญญาณความเป็นครูเพื่อนำสิ่งดังกล่าวมาประยุกต์ในการสร้างเครื่องมือเพื่อให้แบบวัดที่สร้างออกมามีค่าอำนาจจำแนกที่สูงซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Mangkhalakun (2021, p. 117) ที่มีการสัมภาษณ์ข้อมูลเชิงคุณภาพสำหรับการสร้างข้อคำถามให้มีคุณภาพในระดับสูง และ ผู้วิจัยคัดเลือกข้อคำถามที่มีอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.3 ขึ้นไปด้วยวิธีการหาค่าสหสัมพันธ์ของข้อคำถามซ้อนกันกับคะแนนรวมที่ตัดข้อนั้นออก ซึ่งอาจแปลความหมายได้ว่าข้อคำถามแต่ละข้อมีความสัมพันธ์กันที่ให้ความเชื่อมั่นออกมาสูง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Mangkhalakun (2021, p. 117) ที่กล่าวว่า วิธีการประมาณค่าความเชื่อมั่นแบบความสอดคล้องภายใน เป็นการวัดระดับความเป็นเอกพันธ์ของแบบวัดว่าแบบวัดนั้นวัดในเรื่องเดียวกันมากน้อยเพียงใด หากวัดในเรื่องเดียวกันก็น่าจะมีความสัมพันธ์ระหว่างข้อคำถามที่ถูกแบ่งออกเป็นส่วน ๆ สูงทำให้ค่าความเชื่อมั่นที่คำนวณออกมามีค่าสูงไปด้วย โมเดลการวัดจิตวิญญาณความเป็นครูช่างอุตสาหกรรม ของนักศึกษาคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ มีความสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ อาจเนื่องมาจากลักษณะพฤติกรรมของครูช่างอุตสาหกรรมที่ได้จากข้อมูลเชิงคุณภาพนั้นมีความสอดคล้องกับองค์ประกอบจิตวิญญาณความเป็นครูช่างอุตสาหกรรมที่ 5 องค์ประกอบ ซึ่งเป็นข้อมูลที่ผู้วิจัยใช้สำหรับสร้างแบบวัด และผู้วิจัยมีการทดลองใช้เครื่องมือเพื่อหาคุณภาพในด้านอำนาจจำแนก โดยคัดเลือกข้อคำถามที่มีค่าอำนาจจำแนกมากกว่า 0.3 ขึ้นไป ทำให้แบบวัดที่นำไปเก็บข้อมูลมีคุณภาพ

นอกจากนั้นแบบวัดที่นำไปใช้เก็บข้อมูลเพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันมีจำนวนข้อที่ไม่มากเกินไปทำให้ผู้ตอบไม่เกิดความเหนื่อยล้า หรือความเหนื่อยหน่ายขึ้นจึงส่งผลให้โมเดลการวัดจิตวิญญาณความเป็นครูช่างอุตสาหกรรมของนักศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ มีความสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัย (Chalakbang, 2016, p. 125; Chanasit, et al., 2016, p. 115; Charoensuk, 2016, p. 193; Kaensan et al., 2017, p. 11; Lawthong & Visessuvanapoom, 2010, p. 27; Moolsathan, 2014, p. 78; Nosu, 2014, p. 55; Prasantree, 2018, p. 158; Somsak et al., 2018, p. 56)

6. ข้อเสนอแนะ

แบบวัดจิตวิญญาณความเป็นครูช่างอุตสาหกรรมเหมาะสำหรับนักศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ หากนำแบบวัดนี้ไปใช้ กับกลุ่มตัวอย่างที่อยู่นอกเหนือจากที่กล่าวมา อาจต้องพิจารณาความเหมาะสมขององค์ประกอบ รวมไปถึงลักษณะของข้อคำถามของแบบวัดจิตวิญญาณความเป็นครูช่างอุตสาหกรรมอีกครั้ง ในการสร้างแบบวัดจิตวิญญาณความเป็นครูช่างอุตสาหกรรมเหมาะสำหรับนักศึกษาคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือครั้งนี้ ข้อคำถาม มีลักษณะเป็นแบบมาตราประมาณค่า (Rating scale) ของลิเคิร์ต (Likert) ซึ่งในการวิจัยครั้งต่อไปอาจมีการศึกษาเพิ่มเติมพัฒนาแบบวัดในรูปแบบอื่น ๆ ต่อไป เช่น แบบวัดที่ใช้ข้อคำถามเป็นเชิงสถานการณ์ ซึ่งอาจจะสามารถกระตุ้นให้ผู้ตอบมีความสนใจ และเข้าใจในการทำแบบวัดมากขึ้น และใช้ทฤษฎีการวัดแบบดั้งเดิมเท่านั้น ซึ่งมีจุดอ่อนอย่างหนึ่งคือ คุณภาพของแบบวัดจะผันแปรไปตามกลุ่มผู้ตอบ ดังนั้นในการวิจัยครั้งต่อไปอาจมีการใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ ในการหาคุณภาพของแบบวัดเพื่อเป็นการลดข้อจำกัดในส่วนนี้

กิตติกรรมประกาศ

ในการพัฒนาแบบวัดจิตวิญญาณความเป็นครูช่างอุตสาหกรรม สำหรับนักศึกษาคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ในครั้งนี้ ทีมผู้วิจัยขอขอบพระคุณคณะผู้เชี่ยวชาญที่เสียสละเวลาอันมีค่าเข้าร่วมการสัมภาษณ์เกี่ยวกับประเด็น ของตัวแปรจิตวิญญาณความเป็นครูช่างอุตสาหกรรม ซึ่งทำให้ผู้วิจัยสามารถนำข้อมูลบันทึก การให้สัมภาษณ์มาใช้วิเคราะห์องค์ประกอบ และค่านิยมของจิตวิญญาณความเป็นครูช่างอุตสาหกรรม เป็นผลทำให้งานวิจัยในครั้งนี้สามารถสร้างข้อคำถามที่สอดคล้องกับจิตวิญญาณความเป็นครู ช่างอุตสาหกรรมจากประสบการณ์การปฏิบัติการสอนในสถานศึกษา ขอขอบพระคุณนักศึกษาคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี พระจอมเกล้าพระนครเหนือทุกท่านที่ได้ให้ความร่วมมือในการทำแบบวัดจิตวิญญาณความเป็นครู ช่างอุตสาหกรรม ทำให้ผู้วิจัยสามารถเก็บผลของแบบวัด เพื่อนำมาใช้วิเคราะห์ข้อมูลสำหรับงานวิจัย ซึ่งผู้วิจัยได้ผลจากการทำแบบวัดมาวิเคราะห์ครบถ้วนตามจำนวนที่ตั้งเป้าหมายไว้ ทำให้ผู้วิจัยได้ผลการวิจัยที่ครบถ้วน และสมบูรณ์ในท้ายที่สุด ทั้งนี้ทีมผู้วิจัยได้รับประกาศนียบัตรรับรองการเข้าอบรมหลักสูตรหลักจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ สำหรับนักศึกษา/นักวิจัย จากสำนักงานการวิจัยแห่งชาติ ร่วมกับสำนักงานจริยธรรมการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- Chalakbang, W. (2016). The spirituality of teachers: A key characteristic of professional teachers. *Nakhon Phanom University Journal*, 6(2), 123-128. (in Thai)
- Chanasit, D., Maneerat, C., & Jiraro, P. (2016). Spiritual teacher of the Faculty of Education Nakhon Pathom Rajabhat University. *Silpakorn Educational Research Journal*, 8(1), 107-131. (in Thai)
- Charoensuk, O. (2016). A construct validity testing of teacher spirituality measurement model of teacher students in bachelor degree program of education Srinakharinwirot University: Multiple group analysis. *Journal of Research Methodology*, 29(2), 189-208. (in Thai)
- Hair, J. F., Jr., Black, W. C., Babin, B. J., & Anderson, R. E. (2010). *Multivariate data analysis* (7th ed.). Prentice Hall.

- Jaijaroen, R. (2020). An exploratory factor analysis characteristics of students requirement to be teacher. *Silpakorn University Journal*, 40(5), 59-72. (in Thai)
- Kaensan, A. Chalakbang, W., Phengsawat, W., & Steannoppakao, P. (2017). Developing indicators of spirituality of teachers under the Office of the Basic Education Commission. *Nakhon Phanom University Journal*, 7(1), 7-15. (in Thai)
- Khothawee, S. (2014). *The development of instructional model with contemplative education approach to enhance teacher spirituality for Rajabhat University student teacher* [Doctoral dissertation]. Naresuan University. (in Thai)
- Lawthong, N., & Visessuvanapoom, P. (2010). Development of the teacher spirituality scale. *Journal of Research Methodology*, 23(1), 25-54. (in Thai)
- Mangkhakun, C. (2021). *Construction of professional engagement scale on teaching profession for technical teacher in Bangkok and vicinity* [Master's thesis]. Srinakharinwirot University. (in Thai)
- Moolsathan, R. (2014). *Development of competency for the teacher profession students in accordance with the Mae Hong Son contexts* [Doctoral dissertation]. Chiang Mai Rajabhat University. (in Thai)
- Nosu, K. (2014). Factor and indicators of spirituality of teachers under offices of educational service areas in Upper Northern Provinces. *Kasalongkham Research Journal*, 8(1), 53-65. (in Thai)
- Bhuripanno, P. C., Phrakhrusophonphutthisat, Phrakhrupatnontakitti, Boonpoo, S., & Chaisuk, P. (2019). A spirituality of teachers for professional. *Journal of MCU Nakhondhat*, 6(1), 31-37. (in Thai)
- Prasantree, T. (2018). Teacher's spiritual cultivation. *Journal of Curriculum and Instruction Sakon Nakhon Rajabhat University*, 10(29), 153-165. (in Thai)
- Somsak, M., Khongnaluek, N., Tongkhundum, T., & Aksrawadeewat, R. (2018). Factors and indicators of teachers' spirituality of student teachers at faculty of education, Rajabhat University. *Journal of Southern technology*, 11(1), 51-58. (in Thai)

การศึกษาแนวทางการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ทางเทคโนโลยียานยนต์สมัยใหม่สำหรับ
นักศึกษาปริญญาตรีสายเทคโนโลยีเพื่อรองรับการเข้าสู่ยุคอุตสาหกรรม 4.0

THE STUDY OF GUIDELINES FOR DEVELOPMENT MODERN AUTOMOTIVE
TECHNOLOGY LEARNING MANAGEMENT FOR UNDERGRADUATE TECHNOLOGY
STUDENTS TOWARDS THE ERA OF INDUSTRIAL 4.0

วีระยุทธ สดสมบุญ*

Weerayute Sudsomboon*

E-mail: weerayute_sud@nstru.ac.th*

Received: October 19, 2023

Revised: November 10, 2023

Accepted: November 22, 2023

ABSTRACT

This research explored the guidelines for development modern automotive technology learning management for undergraduate technology students towards the era of industrial 4.0. This research was a qualitative research methodology. The participants were 23 key informants, who were separated the four groups as follow as: the first group were 15 administrators and undergraduate automotive instructors under the Office of Vocational Education Commission, Ministry of Education; the second group were 5 undergraduate automotive instructors in higher education institution, Ministry of Higher Education, Science, Research, and Innovation; and the third group were 3 expertise in modern automotive technology training from two authorized dealers in Nakhon Si Thammarat province. The research instrumentation was a structured interview form and a participation observation form. Data were analyzed by protocol analysis, analytic induction and content analysis. The research results showed that the main issues of guidelines for development modern automotive technology learning management for undergraduate technology students towards the era of industrial 4.0. The research results explored 5 aspects: 1) Curriculum development aspect; 2) Learning and instruction development aspect; 3) Learning assessment and evaluation development aspect; 4) Learning innovation development aspect; and 5) Both the Instructors' and students' competency development aspect. Moreover, the guidelines in modern automotive technology learning management development for undergraduate technology students towards the era of industrial 4.0 have been generated the research finding that: the competency-based curriculum development that according to competency standard in the era of industrial 4.0, the teaching should be implemented the cooperative workplace integrated education, and the learning management with innovation in technology and its applications.

Keywords: Modern automotive technology, Learning management, Undergraduate technology students, Industrial 4.0

*Corresponding author E-mail: weerayute_sud@nstru.ac.th

สาขาวิชานวัตกรรมเทคโนโลยีอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช จ.นครศรีธรรมราช 80280
Innovation of Industrial Technology Program, Faculty of Industrial Technology, Nakhon Si Thammarat Rajabhat University,
Nakhon Si Thammarat 80280 Thailand

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาแนวทางการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ทางเทคโนโลยียานยนต์สมัยใหม่สำหรับนักศึกษาปริญญาตรีสายเทคโนโลยี เพื่อรองรับการเข้าสู่ยุคอุตสาหกรรม 4.0 ระเบียบวิธีวิจัยเป็นการวิจัยเชิงคุณภาพ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย กลุ่มผู้บริหารสถานศึกษาและอาจารย์ผู้สอนในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ จำนวน 15 คน กลุ่มอาจารย์ผู้สอนในหลักสูตรเทคโนโลยีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีเครื่องกลในสถาบันอุดมศึกษา สังกัดกระทรวงอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม จำนวน 5 คน และกลุ่มผู้เชี่ยวชาญทางด้านการฝึกอบรมเทคโนโลยียานยนต์สมัยใหม่จากสถานประกอบการชั้นนำ 2 แห่ง ในจังหวัดนครราชสีมา จำนวน 3 คน รวมจำนวนกลุ่มตัวอย่างทั้งสิ้น 23 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้างและแบบสังเกตการณ์อย่างมีส่วนร่วม การวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ การวิเคราะห์ค่าหลัก เพื่อจัดกลุ่มค่า การวิเคราะห์สรุปอุปนัยและการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา ผลการวิจัย พบว่า ประเด็นสำคัญสำหรับการศึกษาแนวทางการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ทางเทคโนโลยียานยนต์สมัยใหม่สำหรับนักศึกษาปริญญาตรีสายเทคโนโลยีเพื่อรองรับการเข้าสู่ยุคอุตสาหกรรม 4.0 ประกอบด้วย 5 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านการพัฒนาหลักสูตร 2) ด้านการพัฒนาการเรียนการสอนและการจัดการเรียนรู้ 3) ด้านการพัฒนาการวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้ 4) ด้านการพัฒนาวัฒนธรรมการเรียนรู้ และ 5) ด้านการพัฒนาสมรรถนะอาจารย์และนักศึกษา แนวทางการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ทางเทคโนโลยียานยนต์สมัยใหม่สำหรับนักศึกษาปริญญาตรีสายเทคโนโลยีเพื่อรองรับการเข้าสู่ยุคอุตสาหกรรม 4.0 มีข้อค้นพบที่สำคัญคือ การพัฒนาหลักสูตรฐานสมรรถนะอ้างอิงตามมาตรฐานอาชีพสอดคล้องกับอุตสาหกรรม 4.0 การจัดการเรียนสอนและการจัดการเรียนรู้ร่วมกับสถานประกอบการ การประยุกต์ใช้วัฒนธรรมการเรียนรู้ทางเทคโนโลยีเพื่อเสริมสร้างการเรียนรู้

คำสำคัญ: เทคโนโลยียานยนต์สมัยใหม่, การจัดการเรียนรู้, นักศึกษาปริญญาตรีสายเทคโนโลยี, อุตสาหกรรม 4.0

1. บทนำ

ปัจจุบันความก้าวหน้าในการพัฒนาเทคโนโลยีและนวัตกรรมส่งผลให้ระบบเศรษฐกิจและสังคมมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว สอดคล้องกับยุทธศาสตร์การพัฒนาอุตสาหกรรมไทย 4.0 ภายใต้กรอบยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี (พ.ศ. 2560-2579) มีหลักการที่สำคัญคือ การพัฒนาประเทศให้ก้าวพ้นจากกับดักรายได้ปานกลางมุ่งสู่การขับเคลื่อนเศรษฐกิจให้เป็นประเทศที่มีรายได้สูงด้วยการใช้เทคโนโลยีและนวัตกรรมเป็นเครื่องมือในการขับเคลื่อน (Banmairuoy et al., 2022, p. 200) แนวคิดการขับเคลื่อนอุตสาหกรรม 4.0 ให้ความสำคัญกับการปรับตัวเข้าสู่ระบบดิจิทัล (Digitalization) บนพื้นฐานของการจัดการข้อมูล (Data driven) การเชื่อมต่อ (Connectivity) และลูกค้า (Customers) ซึ่งเป็นทิศทางการพัฒนาเทคโนโลยียานยนต์สมัยใหม่ อุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่ได้ถูกกำหนดอยู่ในกลุ่มการต่อยอดอุตสาหกรรมเดิมที่มีศักยภาพ (First s-curve) เป็นการต่อยอด 5 อุตสาหกรรมด้วยเทคโนโลยีและนวัตกรรมในระดับที่สูงขึ้น ได้แก่ อุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่ อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์อัจฉริยะ อุตสาหกรรมอาหารแปรรูป อุตสาหกรรมการท่องเที่ยว และอุตสาหกรรมเกษตรและเทคโนโลยีชีวภาพ (Ministry of Industry, 2016, Online) โดยประเด็นสำคัญของ First s-curve ในอุตสาหกรรมยานยนต์สมัยใหม่มุ่งเน้นการผลิตเครื่องยนต์และชิ้นส่วนเครื่องยนต์ ผลิตชิ้นส่วนยานพาหนะที่ใช้เทคโนโลยีขั้นสูง ผลิตชิ้นส่วนอุปกรณ์ความปลอดภัยและประหยัดพลังงาน ผลิตอุปกรณ์สำหรับยานยนต์ไฟฟ้าแบบผสมผสาน (Hybrid Electric Vehicles: HEV) ยานยนต์ไฟฟ้า (Electric Vehicles: EV) ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ และผลิตกำลังคนที่มีศักยภาพสูงเพื่อเพิ่มรองรับการบริการหลังการขาย โดยเฉพาะงานซ่อมและบริการรถยนต์ในศูนย์บริการเพื่อขีดความสามารถในการแข่งขันทางเทคโนโลยียานยนต์สมัยใหม่

จากความเป็นมาดังกล่าวมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการวางแผนและพัฒนากำลังคนทางเทคโนโลยียานยนต์สมัยใหม่ ในปัจจุบันการพัฒนาเทคโนโลยียานยนต์สมัยใหม่มุ่งเน้นในประเด็นของเทคโนโลยีขั้นสูงเป็นเทคโนโลยีอัจฉริยะเพื่อการขับขี่ (Intelligent driving technology) เทคโนโลยีระบบขับเคลื่อนอัจฉริยะ (Intelligent power technology) และเทคโนโลยีการผสมผสานการอนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อม (Intelligent energy and environmental conservation integration technology) ซึ่งเทคโนโลยียานยนต์มีความเป็นอัจฉริยะมีการประยุกต์ใช้ปัญญาประดิษฐ์ (Artificial intelligence) เพื่อทำการตรวจสอบและควบคุมการทำงานของรถยนต์ให้สอดคล้องกับความต้องการของผู้ขับขี่ ตอบสนองการทำงานได้อย่างรวดเร็วผสมผสานกับความปลอดภัยที่เป็นเลิศ (Sudsomboon, 2021, p. 87) โดยนักเทคโนโลยีที่เป็นผู้ปฏิบัติงานซ่อมและบริการรถยนต์นอกเหนือจากการมีทักษะทางเทคนิคในการตรวจซ่อมและบริการด้วยการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้แสดงผลจากเครื่องมือวิเคราะห์และวินิจฉัยข้อบกพร่องแบบเวลาจริง (Real-time monitoring) การปฏิบัติงานซ่อมและบริการโดยใช้เครื่องมือวิเคราะห์และวินิจฉัยข้อบกพร่องขั้นสูงเชื่อมต่อผ่าน

โปรแกรมคอมพิวเตอร์ (Computer connectivity) ตามสมรรถนะ (Functional competency) ที่สถานประกอบการกำหนดแล้ว นักเทคโนโลยีจึงจำเป็นต้องมีทักษะการวิเคราะห์และแก้ไขปัญหาทางเทคโนโลยียานยนต์ (Automotive troubleshooting) ที่มีประสิทธิภาพสอดคล้องกับแนวคิดของ Boonnak et al. (2021, pp. 42-45) ได้สรุปแนวคิดการจัดการเรียนรู้เพื่อรองรับการเข้าสู่ยุคการศึกษา 4.0 มีจุดเน้นที่เป็นทักษะสำคัญคือ 1) การพัฒนาผู้เรียนให้มีทักษะการคิดวิเคราะห์ (Analytic thinking skills) ซึ่งเป็นฐานสำหรับการพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูง (Higher order thinking skills) 2) การพัฒนาผู้เรียนให้มีทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Critical thinking skills) 3) การพัฒนาผู้เรียนให้มีความสามารถในการคิดเชิงสร้างสรรค์ (Creative thinking) และ 4) การพัฒนาผู้เรียนให้มีความสามารถในการคิดเชิงผลิตภาพ (Productivity thinking) (Siphai & Sinlarat, 2018, pp. 14-18) โดยทักษะทั้ง 4 ประการเป็นเสาหลักการวิเคราะห์สาเหตุ (Causes) และการเชื่อมโยงข้อมูล (Data linkage) เพื่อใช้ในการวิเคราะห์และแก้ไขปัญหาทางเทคโนโลยียานยนต์ ที่มีประสิทธิภาพ (Sudsomboon, 2020, p. 50)

จากความสำคัญดังกล่าวมาผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บข้อมูลเชิงปฐมภูมิ (Primary data) ร่วมกับการสังเกตการณ์ปฏิบัติงานพบว่า ผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้และข้อมูลป้อนกลับจากสถานประกอบการภายใต้โครงการส่งเสริมเพิ่มพูนสมรรถนะการเรียนรู้และการฝึกปฏิบัติทักษะวิชาชีพทางเทคโนโลยียานยนต์ ในรูปแบบความร่วมมือระหว่างมหาวิทยาลัยกับสถานประกอบการ (University-Industry Collaboration: UIC) ให้สอดคล้องกับความต้องการของสถานประกอบการ ให้สอดคล้องกับการพัฒนาการเรียนรู้ของนักศึกษาในการปฏิบัติงานวิชาชีพวิศวกรรมเครื่องกลตามประกาศมหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช เรื่อง นโยบายสภามหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช พ.ศ. 2564-2567 ในการปฏิรูปกระบวนการจัดการเรียนรู้ เพิ่มศักยภาพของนักศึกษาให้มีสมรรถนะตามมาตรฐานวิชาชีพ ทักษะศตวรรษที่ 21 และคุณลักษณะ 4 ประการ ตามพระบรมราโชบายด้านการศึกษาของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว รัชกาลที่ 10 โดยเน้นการทำงานจริงในสถานประกอบการหรือหน่วยงานภายนอก เน้นการนำนวัตกรรมมาศึกษาเพื่อเสริมสร้างจิตสำนึกในการพัฒนาท้องถิ่นและสนับสนุนการพัฒนาหน่วยวิจัยเฉพาะทาง เพื่อเป็นศูนย์วิจัยความเป็นเลิศตามอัตลักษณ์ของมหาวิทยาลัย โดยการขับเคลื่อนของหน่วยวิจัยเฉพาะทางเทคโนโลยียานยนต์อัจฉริยะ (Intelligent Automotive Technology Research Unit: IATRU) ของคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช พบปัญหาการจัดการเรียนรู้ทางเทคโนโลยีสมัยใหม่ในรายวิชา 6032508 งานเทคโนโลยียานยนต์สมัยใหม่ ชั้นปีที่ 2 ของนักศึกษาปริญญาตรีหลักสูตรอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช ระหว่างปี พ.ศ. 2561-2565 พบว่า 1) นักศึกษายังขาดการเชื่อมโยงความรู้ทางทฤษฎีลงสู่การปฏิบัติงานวิเคราะห์และแก้ไขปัญหาทางด้านเทคโนโลยียานยนต์สมัยใหม่ 2) ทักษะการคิดวิเคราะห์และแก้ไขปัญหาอย่างผู้เชี่ยวชาญ และ 3) คุณลักษณะอันพึงประสงค์สมรรถนะการปฏิบัติงานตามความต้องการของสถานประกอบการ ผู้วิจัยจึงตระหนักและเล็งเห็นปัญหาที่สำคัญในการวางแผนและพัฒนากำลังคนทางเทคโนโลยียานยนต์สมัยใหม่ที่มีบทบาทต่อการขับเคลื่อนธุรกิจอุตสาหกรรมยานยนต์ของประเทศ อีกทั้งงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยนี้ยังปรากฏไม่แพร่หลายในทางวิชาการ

อย่างไรก็ตาม จากการวิเคราะห์สภาพปัญหาและความต้องการในการจัดการเรียนรู้ทางเทคโนโลยียานยนต์สมัยใหม่สำหรับนักศึกษาปริญญาตรีสายเทคโนโลยีเพื่อรองรับการเข้าสู่ยุคอุตสาหกรรม 4.0 มีความจำเป็นต่อการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ (Learning management) ซึ่งเป็นกระบวนการที่อาจารย์ผู้สอนจัดสถานการณ์ หรือกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านรูปแบบการเรียนรู้ที่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างอาจารย์ผู้สอน นักศึกษา ร่วมกับผู้เชี่ยวชาญในอาชีพจากสถานประกอบการ และหรือสภาพแวดล้อมการจัดการเรียนรู้ที่เอื้อต่อประสิทธิภาพการจัดการเรียนรู้ทางเทคโนโลยียานยนต์สมัยใหม่ ด้วยการตระหนักถึงสภาพปัญหาและความต้องการดังกล่าวมาในการส่งเสริมการจัดการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับบริบทการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยียานยนต์ที่มีการนำเทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้า เทคโนโลยีควบคุมอัจฉริยะ เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ และสื่อเสมือนจริงรองรับการเข้าสู่ยุคอุตสาหกรรม 4.0 มาประยุกต์ใช้ รวมถึงการจัดการเรียนรู้เพื่อรองรับผลลัพธ์การเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้ โดยสามารถนำประสบการณ์การเรียนรู้ไปประยุกต์ใช้ได้จริงตามมาตรฐานอาชีพด้วยการจัดการเรียนรู้ 5 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านการพัฒนาหลักสูตร 2) ด้านการพัฒนาการเรียนการสอนและการจัดการเรียนรู้ 3) ด้านการพัฒนาการวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้ 4) ด้านการพัฒนาวัฒนธรรมการเรียนรู้ และ 5) ด้านการพัฒนาสมรรถนะอาจารย์และนักศึกษา (Boonnak et al., 2021, pp. 47-52; McGrath & Yamada, 2023, p. 2; Office of the Vocational Education Commission [OVEC], 2019, p. 2; Siphai & Sinlarat, 2018, pp. 14-18; Zhou et al., 2022, pp. 1-2) ในการวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวทางการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ทางเทคโนโลยียานยนต์สมัยใหม่สำหรับนักศึกษาปริญญาตรีสายเทคโนโลยีเพื่อรองรับการเข้าสู่ยุคอุตสาหกรรม 4.0 เพื่อนำผลลัพธ์ที่ได้จากการวิจัยมากำหนดเป็นทิศทางและกลยุทธ์ในการจัดการเรียนรู้ทางเทคโนโลยียานยนต์สมัยใหม่ของมหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราชที่มีประสิทธิภาพสอดคล้องกับความต้องการของสถานประกอบการต่อไป

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาแนวทางการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ทางเทคโนโลยีรายนศสมัยใหม่สำหรับนักศึกษาปริญญาตรีสายเทคโนโลยี เพื่อรองรับการเข้าสู่ยุคอุตสาหกรรม 4.0 เป็นการศึกษาการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ผสมผสานกับแนวคิดการศึกษา 4.0 และอุตสาหกรรม 4.0 โดยผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยของ Hyuthong (2019, Online) ได้นำเสนอแนวคิดการจัดการเรียนรู้ทางอาชีพ และเทคนิคศึกษาโดยคำนึงผลลัพธ์การเรียนรู้ (Learning outcomes) ซึ่งเป็นเกณฑ์บ่งชี้คุณลักษณะการเรียนรู้และผลของการเรียนรู้ทั้งที่เกิดขึ้นจากกระบวนการเรียนรู้ตามมาตรฐานการเรียนรู้ของหลักสูตรที่กำหนดไว้ในแต่ละระดับและประเภท การศึกษา และหรือประสบการณ์ที่เกิดขึ้นจากการฝึกปฏิบัติและจากการทำงาน ประกอบด้วย 3 มิติ ได้แก่ ความรู้ (Knowledge) ทักษะ (Skills) และความสามารถในการประยุกต์ใช้และความรับผิดชอบ (Application and responsibility) สอดรับกับ OVEC (2019, p. 2) ได้กำหนดเป้าหมายการจัดการอาชีวศึกษาเพื่อให้ผู้สำเร็จการศึกษาต้องมีคุณภาพตามเกณฑ์มาตรฐานคุณวุฒิ อาชีวศึกษาระดับปริญญาตรีสายเทคโนโลยีหรือสายปฏิบัติการ พ.ศ. 2562 มีคุณภาพอย่างน้อย 4 ด้าน คือ ด้านคุณธรรม จริยธรรม และคุณลักษณะที่พึงประสงค์ ด้านความรู้ ด้านทักษะ และด้านความสามารถในการประยุกต์ใช้และความรับผิดชอบ ให้เป็นไปตามกรอบคุณวุฒิแห่งชาติ มาตรฐานอาชีพ และความต้องการของสถานประกอบการ รวมถึงงานวิจัยของ Pimdee et al. (2017, pp. 204-205) ได้นำเสนอแนวคิดการพัฒนาการศึกษาภายใต้กรอบประเทศไทย 4.0 สู่ศตวรรษที่ 21 เป็นจุดเริ่มต้น ยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี ในการขับเคลื่อนไปสู่ความมั่นคง มั่งคั่ง พอเพียงและยั่งยืนอย่างเป็นรูปธรรม การขับเคลื่อนเชิงปฏิบัติการที่ ผลักดันการปฏิรูปการศึกษาแบบ 6R12C3E ประกอบด้วย 6R ได้แก่ การอ่าน (Reading) การเขียน ((W) Riting) การคิดเลขเป็น ((A) Rthmetics) วิทยาศาสตร์ (Relation science) เทคโนโลยีและนวัตกรรม (Relation technology and innovation) และ คุณภาพ (Relation quality) 12 C ได้แก่ การคิดวิเคราะห์(Critical thinking) ความคิดสร้างสรรค์ (Creativity) พลังสร้างสรรค์ (Creative tension) การคิดเชิงรุก (Critical proactively) การสื่อสาร (Communication) การร่วมมือ (Collaboration) การเกื้อกูลและแบ่งปัน (Collaborative cultural) สมรรถนะ (Competency) การเชื่อมโยง (Connecting) การยึดมั่น (Composition) การกำกับและติดตาม (Controlling) และการใช้ทรัพยากรที่คุ้มค่า (Cost effectiveness) และ 3E ได้แก่ การเสริมสร้างพลังอำนาจ (Empowerment) ประสิทธิภาพและประสิทธิผล (Efficiency and effectiveness) และการ ประเมินผล (Evaluation)

กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการรวบรวมข้อมูลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อกำหนดเป็นแนวทางในการดำเนินงานวิจัย โดยได้ทำการศึกษางานวิจัยของ McGrath and Yamada (2023, p. 1) ได้นำเสนอทักษะสำหรับการพัฒนาอาชีวศึกษา และฝึกอบรม : การศึกษาสภาพปัจจุบันและแนวโน้มในอนาคต จำแนกออกเป็น 5 มิติ ได้แก่ มิติการมุ่งเน้นการฝึกปฏิบัติให้มีความ สอดคล้องกับสถานประกอบการ มิติการพัฒนาอาชีวศึกษาและฝึกอบรมให้มีความสมดุลทั้งในด้านผู้เรียนและผู้ใช้งานในสถาน ประกอบการ มิติการพัฒนาหลักสูตรอาชีวศึกษาและฝึกอบรมให้ผู้เรียนสร้างความรู้ได้ด้วยตนเองตามแนวทางคอนสตรัคชันวิสัย มิติการพัฒนาทักษะฝีมือให้สอดคล้องกับนโยบายการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศ และมิติการพัฒนาศักยภาพของแรงงานอย่าง ยั่งยืน ซึ่งการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ทางเทคโนโลยีรายนศสมัยใหม่สำหรับนักศึกษาปริญญาตรีสายเทคโนโลยีเพื่อรองรับการ เข้าสู่ยุคอุตสาหกรรม 4.0 ได้ดำเนินการจัดการศึกษาแบบมุ่งเน้นผลลัพธ์การเรียนรู้ (Outcome-based Education: OBE) สอดคล้องกับงานวิจัยของ Mearsa et al. (2022, p. 55) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ผลของความเชื่อมโยงเชิงโครงสร้างและการประเมิน ตามรูปแบบของการศึกษาที่มุ่งเน้นผลลัพธ์การเรียนรู้เป็นสำคัญที่มีต่อผลลัพธ์การเรียนรู้ของผู้เรียน : กรณีศึกษา ในรายวิชาการปฏิบัติงานด้านยานยนต์ โดยงานวิจัยมุ่งเน้นการประเมินผลลัพธ์การเรียนรู้ 5 สมรรถนะหลัก ได้แก่ การเรียนรู้ด้วย การชี้นำตนเอง การตอบสนองและมีส่วนร่วม การอธิบายหลักการทำงานทางเทคโนโลยียานยนต์ การปฏิบัติงานทางเทคโนโลยียาน ยนต์ และการวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นทางเทคโนโลยียานยนต์ การออกแบบกระบวนการศึกษาเชิงผลลัพธ์ประกอบด้วย การออกแบบผลลัพธ์การเรียนรู้ การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ และการออกแบบการประเมินผลตามผลลัพธ์การเรียนรู้ ผลการวิจัยพบว่า ด้านการเรียนรู้ ด้านการชี้นำตนเอง การตอบสนองและมีส่วนร่วม ผู้เรียนทั้งหมดสามารถบรรลุผลลัพธ์การเรียนรู้ ที่คาดหวังไว้ ด้านการอธิบายหลักการทำงานทางเทคโนโลยียานยนต์ และการปฏิบัติงานทางเทคโนโลยียานยนต์ และด้าน การวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นทางเทคโนโลยียานยนต์ มีผู้เรียนบางส่วนไม่สามารถบรรลุผลลัพธ์การเรียนรู้ที่คาดหวัง เนื่องจาก ข้อจำกัดเรื่องระดับความสามารถในการเรียนรู้ของผู้เรียนที่ไม่เท่ากัน กรอบเวลาการจัดการเรียนการสอน ข้อจำกัดในการใช้ เครื่องมือประเมินเป็นครั้งแรก รวมถึงการเสริมสร้างยุทธวิธีการจัดการเรียนรู้เชิงรุก (Active learning) สอดรับกับงานวิจัยของ Nilsook et al. (2014, pp. 14-20) ได้นำเสนอการเรียนรู้แบบจินตนิเวศกรรมเป็นกระบวนการต้นใหม่ในการจัดการเรียนรู้สำหรับ การพัฒนาคุณลักษณะของผู้เรียนให้สอดคล้องกับโลกในยุคศตวรรษที่ 21 และได้กำหนดขั้นตอนการเรียนรู้แบบจินตนิเวศกรรม

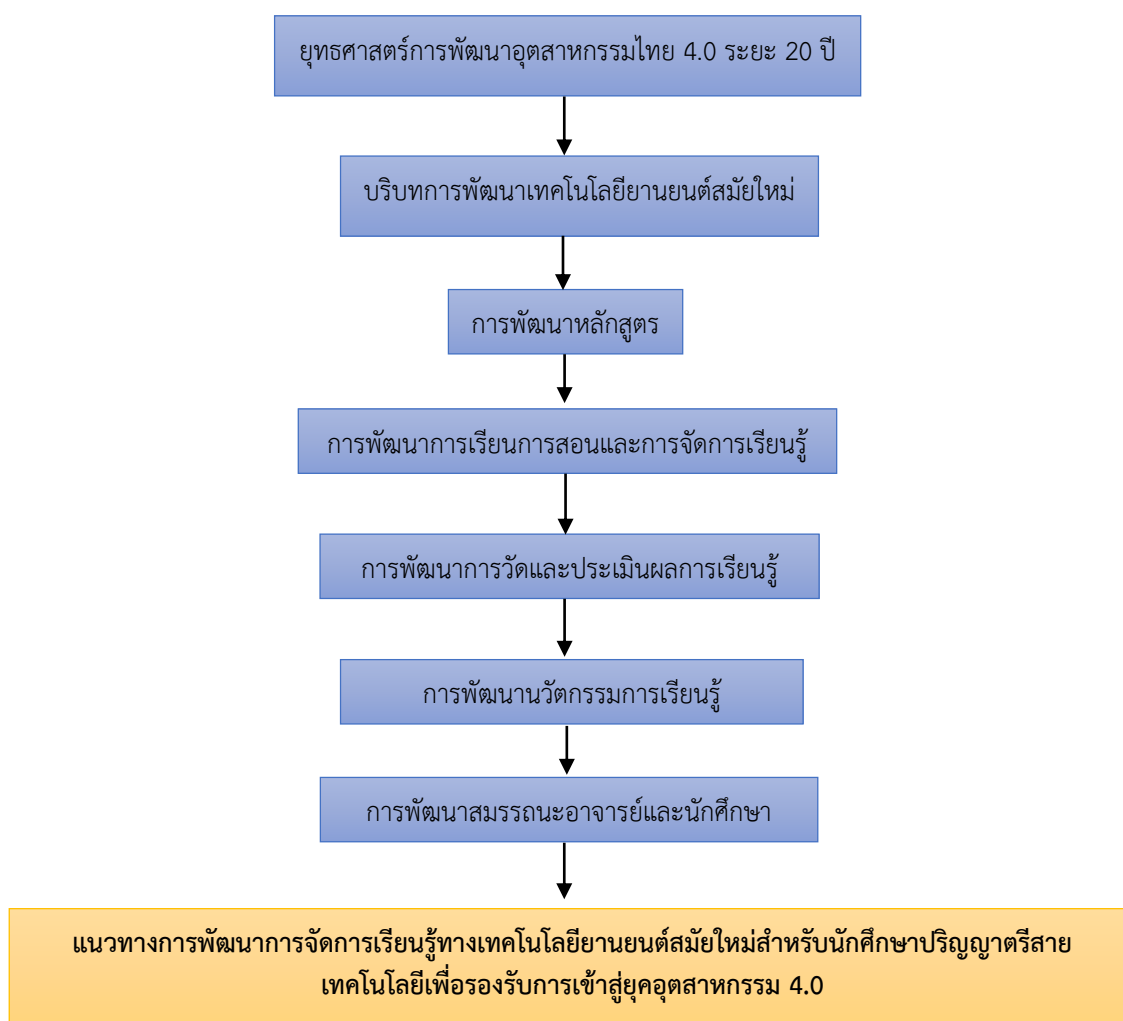
ออกเป็น 6 ด้าน ได้แก่ ด้านจินตนาการ ด้านการออกแบบ ด้านการพัฒนา ด้านการนำเสนอ ด้านการปรับปรุง และด้านการประเมินผล และ Inma and Poonpaiboonpipat (2021, p. 23) ได้ทำการวิจัยการพัฒนาความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete Pictorial Abstract: CPA ร่วมกับชุดลูกบอลและแท่งเรียนรู้เรขาคณิต เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์อยู่ใน 3 ระดับ คือ นักเรียนสามารถนึกถึงภาพของรูปเรขาคณิต วิเคราะห์รูปเรขาคณิตต่าง ๆ ในจินตนาการ เพื่อสื่อสารความคิดออกมาเป็นรูปธรรมภายนอก เกี่ยวกับรูปเรขาคณิตสามมิติ หน้าตัดหรือฐานหน้าข้างของรูปเรขาคณิตสามมิติ ในด้านการวาดภาพ การบอกชนิด และการเลือกภาพได้อย่างถูกต้อง รวมทั้งกระบวนการยังสนับสนุนการเรียนรู้ให้มีมาตรฐาน โดยการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ทางเทคโนโลยียานยนต์สมัยใหม่สำหรับนักศึกษาปริญญาตรีสายเทคโนโลยีเพื่อรองรับการเข้าสู่ยุคอุตสาหกรรม 4.0 มุ่งเน้นการประยุกต์ใช้นวัตกรรมการเรียนรู้ทางเทคโนโลยีเพื่อเสริมสร้างการเรียนรู้ สอดรับกับ Rott et al. (2022, p. 1) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การศึกษาความจำเป็นและความต้องการใช้คุณสมบัติของปัญญาประดิษฐ์ระหว่างการทำงานในระบบทวิภาคี : ผลสัมฤทธิ์จากนักศึกษาฝึกงานและครูอาชีพศึกษา โดยใช้ระเบียบวิธีวิจัยแบบผสมผสาน ดำเนินการเก็บข้อมูลด้วยการสัมภาษณ์ครูอาชีพศึกษา จำนวน 12 คน และเก็บข้อมูลด้วยแบบสอบถามกับนักเรียนฝึกงานในระบบทวิภาคี จำนวน 746 คน ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มครูอาชีพศึกษาและนักเรียนฝึกงานมีการยอมรับการใช้เนื้อหาในการเรียนที่เกี่ยวข้องกับทฤษฎีพื้นฐานผ่านปัญญาประดิษฐ์ ครูสามารถใช้เป็นวิธีการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานทั้งสอนแบบออนไลน์และในชั้นเรียน ประโยชน์ที่ได้รับส่งผลให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง และสามารถฝึกปฏิบัติได้ด้วยตนเองตามแบบที่ครูกำหนด ซึ่งครูสามารถนำมาใช้พัฒนาเป็นยุทธวิธีการเรียนรู้ได้อย่างเหมาะสมและ Sudsomboon (2017, p. 64) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การใช้ผังมโนทัศน์เป็นยุทธวิธีการฝึกอบรมเพื่อเสริมสร้างทักษะการแก้ปัญหาในระบบแมคคาทรอนิกส์ยานยนต์ ผลการวิจัยพบว่า คะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และเมื่อวิเคราะห์คะแนนวิธีการเขียนผังมโนทัศน์สำหรับการแก้ปัญหาในระบบแมคคาทรอนิกส์แบบกลุ่มพบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญของกลุ่มทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จำนวน 2 กรณี ได้แก่ กรณีที่ 1 วาล์วดูดน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลไม่ทำงาน และ กรณีที่ 5 คลัทช์แม่เหล็กไฟฟ้าของระบบปรับอากาศรถยนต์ไม่ตัดต่อ ผู้เข้ารับการฝึกอบรมมีทักษะการแก้ปัญหาที่เพิ่มขึ้น โดยประเมินจากผังมโนทัศน์และทักษะการปฏิบัติงานที่นำเสนอเชิงข้อค้นพบ ตลอดจนข้อเสนอแนะที่เกี่ยวข้องกับการเพิ่มประสิทธิภาพการแก้ปัญหาในระบบแมคคาทรอนิกส์ยานยนต์ของรถยนต์มิซูบิชิ อีกทั้งงานวิจัยของ Sudsomboon (2020, p. 47) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างทักษะการแก้ปัญหาทางเทคโนโลยียานยนต์สมัยใหม่ของนักศึกษาปริญญาตรี ตามความต้องการของสถานประกอบการ ผลการวิจัยพบว่า 1) รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วย 4 ขั้นตอน เรียกว่า PIER โมเดล ผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญโดยภาพรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.44$, $SD = 0.05$) และ 2) ผลการหาประสิทธิภาพของรูปแบบที่พัฒนาขึ้น ด้านปัจจัยนำเข้าพบว่า ผู้เรียนมีคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบฝึกหัดมีค่าประสิทธิภาพ (E_1/E_2) เท่ากับ 82.59/80.13 และมีคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาร้อยละ 77.50 ซึ่งมีค่าสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ และผลการประเมินด้านผลลัพธ์ พบว่า ความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นโดยภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.70$, $SD = 0.10$) อีกทั้ง Sudsomboon (2021, p. 85) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การประเมินความต้องการจำเป็นและจัดลำดับความต้องการจำเป็นในการพัฒนาการจัดการเรียนการสอนทางเทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้าในระดับอุดมศึกษาตามความต้องการของสถานประกอบการ ผลการวิจัยพบว่า 1) สภาพการจัดการเรียนการสอนทางเทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้าในระดับอุดมศึกษาตามความต้องการของสถานประกอบการอยู่ในระดับน้อย ($\bar{X} = 2.19$, $SD = 0.14$) และมีความต้องการพัฒนาการจัดการเรียนการสอนทางเทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้าในระดับอุดมศึกษาอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.48$, $SD = 0.11$) 2) สถานประกอบการมีความต้องการพัฒนาการจัดการเรียนการสอนทางเทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้าทุกข้อ จากการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ทางเทคโนโลยียานยนต์สมัยใหม่ดังกล่าวมา Wildeman et al. (2022, p. 1) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การส่งเสริมอาจารย์ผู้สอนเทคนิคศึกษาโดยบูรณาการการสอนภาษา : ผลสัมฤทธิ์ของการพัฒนาหลักสูตร ในรูปแบบหลักสูตรการพัฒนาความเป็นเลิศ (PDP) มุ่งเน้นให้อาจารย์ผู้สอนตระหนักในการใช้ภาษาเพื่อเสริมสร้างทักษะการปฏิบัติงานและปรับปรุงภาษาโดยบูรณาการพฤติกรรมการสอนของอาจารย์ ดำเนินการเก็บข้อมูลด้วยแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง การสังเกตการณ์ในชั้นเรียน และการสัมภาษณ์ผ่านวิดีโอ ผลการวิจัยพบว่า หลักสูตร PDP สามารถเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการสอนและความตระหนักในการใช้ภาษาซึ่งส่งผลต่อผลลัพธ์การเรียนรู้ของผู้เรียน และ Zhou et al. (2022, p. 1) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การจัดการเรียนรู้อย่างมีอาชีพของครูอาชีพศึกษา : การทบทวนงานวิจัยที่

เกี่ยวข้องอย่างเป็นระบบ ผลการวิจัยพบว่า จากการทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องอย่างเป็นระบบที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ของครูอาชีวศึกษาและผลลัพธ์การเรียนรู้โดยสังเคราะห์งานวิจัยจำนวน 54 เรื่อง ระหว่างปี 2010-2021 ประเด็นสำคัญคือ ครูอาชีวศึกษามีความสามารถในการจัดการเรียนรู้ทั้งในสถานศึกษา โรงฝึกงาน และสถานประกอบการ ในด้านการพัฒนาหลักสูตรอาชีวศึกษา การเรียนรู้ด้วยการนำตนเอง การสร้างความร่วมมือ และการจัดการเรียนรู้โดยใช้ฐานความร่วมมือกับสถานประกอบการ รวมถึงการจัดการอาชีวศึกษาทั้งในระบบและนอกระบบ ผลลัพธ์การเรียนรู้มีความสอดคล้องกับความรู้และคุณลักษณะที่พึงประสงค์ของผู้เรียนตามความต้องการของสถานประกอบการ

3. วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

จากการทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องแนวทางการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ทางเทคโนโลยียานยนต์สมัยใหม่สำหรับนักศึกษาปริญญาตรีสายเทคโนโลยีเพื่อรองรับการเข้าสู่ยุคอุตสาหกรรม 4.0 สามารถกำหนดเป็นกรอบแนวคิดในการวิจัยแสดงดังรูปที่ 1 ดังนี้



รูปที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

3.2 ขอบเขตการวิจัย

ขอบเขตด้านกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้เป็นผู้ให้ข้อมูลสำคัญ (Key informants) ได้แก่

1) ผู้บริหารวิทยาลัยเทคนิคประจวบคีรีขันธ์ ที่ปรึกษาวิทยาลัยเทคนิคประจวบคีรีขันธ์ และประธานหลักสูตรเทคโนโลยีบัณฑิต สาขาวิชาชีพเทคโนโลยียานยนต์ วิทยาลัยเทคนิคประจวบคีรีขันธ์ สถาบันการอาชีวศึกษาภาคกลาง 5 จำนวน 5 คน

2) อาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตรเทคโนโลยีบัณฑิต สาขาวิชาชีพเทคโนโลยีเครื่องกล วิทยาลัยเทคนิคอุดรธานี สถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 1 จำนวน 5 คน

3) อาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตรเทคโนโลยีบัณฑิต สาขาวิชาชีพเทคโนโลยีเครื่องกล วิทยาลัยเทคนิคหนองคาย สถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 1 จำนวน 5 คน

4) อาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตรเทคโนโลยีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีเครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี จำนวน 5 คน

5) ผู้จัดการฝ่ายเทคนิค ศูนย์บริการรถยนต์โตโยต้า บริษัท โตโยต้านครศรีธรรมราช จำกัด จำนวน 1 คน

6) ผู้จัดการศูนย์บริการและหัวหน้าช่าง ศูนย์บริการรถยนต์ฟอร์ด บริษัท วิเฟอร์เพลค ออโต้คาร์ จำกัด สาขานครศรีธรรมราช จำนวน 2 คน รวมจำนวนกลุ่มตัวอย่างทั้งสิ้น 23 คน โดยทำการสุ่มตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive sampling)

ขอบเขตด้านระยะเวลา ผู้วิจัยดำเนินการเก็บข้อมูลตั้งแต่เดือนมกราคม - มีนาคม พ.ศ. 2566

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ แบบสัมภาษณ์เชิงลึก (In-depth interview) แบบมีโครงสร้าง (Structured interview form) จำนวน 1 ฉบับ และแบบสังเกตการณ์อย่างมีส่วนร่วม จำนวน 1 ฉบับ โดยแบบสัมภาษณ์แบ่งออกเป็น 3 ตอน ได้แก่ ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้สัมภาษณ์เพื่อการวิจัย ตอนที่ 2 ข้อมูลทั่วไปของผู้ให้ข้อมูลสำคัญ และตอนที่ 3 แบบสัมภาษณ์เพื่อการวิจัย มีประเด็นสำคัญทางด้านการพัฒนาหลักสูตร ด้านการสอนและการจัดการเรียนรู้ ด้านการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ และด้านผลลัพธ์การเรียนรู้

3.4 การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยดำเนินการสร้างแบบสัมภาษณ์เชิงลึกแบบมีโครงสร้าง และแบบสังเกตการณ์อย่างมีส่วนร่วม ด้วยการวิเคราะห์เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องร่วมกับข้อมูลการจัดการเรียนรู้ทางเทคโนโลยียานยนต์สมัยใหม่ในช่วงเวลา 5 ปี ของผู้วิจัย โดยร่างเป็นแบบสัมภาษณ์ และแบบสังเกตการณ์อย่างมีส่วนร่วมแล้วส่งให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบจำนวน 5 คน และดำเนินการปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

3.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลมีขั้นตอนการดำเนินการดังต่อไปนี้

1) ผู้วิจัยทำหนังสือขออนุญาตเก็บข้อมูลเพื่อการวิจัยจากคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช ถึง ผู้ให้ข้อมูลทั้ง 23 คน พร้อมชี้แจงรายละเอียดการดำเนินการเก็บข้อมูลเพื่อการวิจัย

2) ผู้วิจัยดำเนินการเก็บข้อมูลด้วยเทคนิคการสัมภาษณ์เชิงลึก (In-depth interview) เป็นคำถามแบบปลายเปิดในสถานที่ตั้งของผู้ให้ข้อมูลสำคัญ

3) ผู้วิจัยดำเนินการสังเกตการณ์การเรียนการสอนอย่างมีส่วนร่วม (Participant observation) พร้อมบันทึกภาพคลิปวิดีโอ และจดบันทึกร่วมกับผู้ให้ข้อมูลสำคัญในข้อที่ 3.2

3.6 การตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล

ผู้วิจัยใช้วิธีการตรวจสอบข้อมูลแบบสามเส้า (Data triangulation) สำหรับการพิสูจน์ความถูกต้องของข้อมูลร่วมกับการตรวจสอบข้อมูลจากระเบียบวิธีวิจัยที่ต่างกัน (Methodological triangulation) เพื่อทำการวิเคราะห์และสังเคราะห์หาความถูกต้องสอดคล้องกับข้อมูลเบื้องต้น

3.7 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ ได้แก่ การวิเคราะห์คำหลักเพื่อจัดกลุ่มคำ การวิเคราะห์สรุปอุปนัยจากบันทึกพรรณนา และการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา

4. ผลการวิจัย

ผลการวิจัยใช้วิธีการวิเคราะห์สรุปอุปนัยจากบันทึกการสัมภาษณ์เชิงลึกและบันทึกสังเกตการณ์การมีส่วนร่วม โดยสรุปข้อมูลที่ได้จากการจัดกลุ่มคำ (Coding) ที่ทำการวิเคราะห์ส่วนประกอบ (Protocol analysis) โดยกำหนดผู้ให้ข้อมูลสำคัญ (Key informants) ในรหัส KI ดังตารางที่ 1-5

ตารางที่ 1 ผลการวิจัยแนวทางการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ทางเทคโนโลยียานยนต์สมัยใหม่สำหรับนักศึกษาปริญญาตรีสายเทคโนโลยีเพื่อรองรับการเข้าสู่ยุคอุตสาหกรรม 4.0 ด้านพัฒนาหลักสูตร

ประเด็นสัมภาษณ์	ข้อมูลจากการสัมภาษณ์
ด้านการพัฒนาหลักสูตร	KI 1 ในมุมมองของการพัฒนาหลักสูตรให้สอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้ทางเทคโนโลยียานยนต์สมัยใหม่สำหรับนักศึกษาปริญญาตรีสายเทคโนโลยีต้องพิจารณาเกณฑ์มาตรฐานคุณวุฒิอาชีวศึกษาระดับปริญญาตรีสายเทคโนโลยีหรือสายปฏิบัติการ พ.ศ. 2562 และประกาศคณะกรรมการมาตรฐานการอุดมศึกษา เรื่อง เกณฑ์มาตรฐานหลักสูตรระดับปริญญาตรี พ.ศ. 2565 KI 2 การพัฒนาหลักสูตรให้สอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้ทางเทคโนโลยียานยนต์สมัยใหม่ตามประกาศคณะกรรมการมาตรฐานการอุดมศึกษา เรื่อง เกณฑ์มาตรฐานหลักสูตรระดับปริญญาตรี พ.ศ. 2565 อาจารย์ผู้รับผิดชอบหลักสูตรต้องวิเคราะห์สถานการณ์ความต้องการของแรงงานทางเทคโนโลยียานยนต์ หลักสูตรต้องมีความครอบคลุมเทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้า (Electric vehicle) จัดเตรียมทรัพยากรในการจัดการศึกษาพร้อมสร้างความร่วมมือกับสถานประกอบการยานยนต์ในการจัดการเรียนการสอนร่วมกัน เพื่อรองรับการประเมินและรับรองมาตรฐานอาชีพให้นักศึกษาสอดคล้องกับยุคอุตสาหกรรม 4.0 KI 3 การพัฒนาหลักสูตรให้สอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้ทางเทคโนโลยียานยนต์สมัยใหม่นอกจากการปฏิบัติตามเกณฑ์มาตรฐานหลักสูตรแล้ว ยังต้องคำนึงผลลัพธ์การเรียนรู้ 4 ด้าน ได้แก่ ด้านความรู้ ด้านทักษะ ด้านจริยธรรม และด้านลักษณะบุคคล ดำเนินการพัฒนาหลักสูตรฐานสมรรถนะที่สอดคล้องกับความต้องการแรงงานของสถานประกอบการภายใต้รูปแบบ C-A-S-E (Connected, Autonomous, Shared & services, Electric vehicle) KI 4 การพัฒนาหลักสูตรให้สอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้ทางเทคโนโลยียานยนต์สมัยใหม่ตามประกาศคณะกรรมการมาตรฐานการอุดมศึกษา เรื่อง เกณฑ์มาตรฐานหลักสูตรระดับปริญญาตรี พ.ศ. 2565 ตามแนวทางการจัดการศึกษาที่มุ่งเน้นผลลัพธ์การเรียนรู้เป็นสำคัญ (Outcomes-based Learning: OBE) KI 5 การพัฒนาหลักสูตรให้สอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้ทางเทคโนโลยียานยนต์สมัยใหม่ ควรจัดทำมาตรฐานสมรรถนะ (Competency standards) ร่วมกับสถานประกอบการตามพื้นที่ความเป็นเลิศ (Area of excellence) เพื่อวิเคราะห์ความต้องการนักเทคโนโลยียานยนต์สมัยใหม่ให้สอดคล้องกับความต้องการของตลาดแรงงานในบริบทเชิงพื้นที่ของจังหวัดนั้น ๆ KI 6 หลักสูตรเทคโนโลยียานยนต์สมัยใหม่ต้องบูรณาการผลลัพธ์การเรียนรู้ 4 ด้าน ร่วมกับการเสริมสร้างขีดความสามารถในการวิเคราะห์และแก้ไขปัญหาโดยใช้เทคโนโลยีและนวัตกรรมที่เหมาะสม

ตารางที่ 2 ผลการวิจัยแนวทางการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ทางเทคโนโลยียานยนต์สมัยใหม่สำหรับนักศึกษาปริญญาตรีสายเทคโนโลยีเพื่อรองรับการเข้าสู่ยุคอุตสาหกรรม 4.0 ด้านการพัฒนาการเรียนการสอนและการจัดการเรียนรู้

ประเด็นสัมภาษณ์	ข้อมูลจากการสัมภาษณ์
ด้านการพัฒนาการเรียนการสอนและการจัดการเรียนรู้	KI 1 การสอนเทคโนโลยียานยนต์สมัยใหม่ที่มีประสิทธิภาพ อาจารย์ผู้สอนต้องผ่านการทดสอบสมรรถนะตามเกณฑ์ผู้สอนงาน (Coaching) หรือ Train the trainer จากสถานประกอบการ และต้องมีทักษะการบูรณาการจัดการเรียนรู้แบบหลากหลายศาสตร์ (Multi-disciplinary) ทั้งวิชาพื้นฐาน วิชาชีพ วิชาทางบริหารธุรกิจ เพื่อเชื่อมโยงวิธีคิดให้นักศึกษาสามารถเชื่อมโยงความรู้ ทักษะ ความสามารถในการประยุกต์ใช้และความรับผิดชอบ และคุณลักษณะที่พึงประสงค์สู่การปฏิบัติงานได้อย่างมีประสิทธิภาพตามมาตรฐานอาชีพสอดคล้องกับความต้องการแรงงานของสถานประกอบการ KI 2 อาจารย์ผู้สอนต้องสามารถระบุสมรรถนะวิชาชีพเทคโนโลยียานยนต์สมัยใหม่ตามความต้องการของสถานประกอบการ ดำเนินการสอนได้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ ที่สำคัญสามารถจัดการเรียนรู้ตามสมรรถนะวิชาชีพที่กำหนดไว้อย่างยืดหยุ่นและมีความหลากหลายทั้งการฝึกอาชีพ การฝึกประสบการณ์วิชาชีพ การฝึกงาน เป็นต้น KI 3 การสอนเทคโนโลยียานยนต์สมัยใหม่ต้องเน้นการสอนตามมาตรฐานอาชีพ การจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้นักศึกษาได้รับประสบการณ์ตรงทั้งการจัดการฝึกอบรบเทคโนโลยียานยนต์สมัยใหม่ร่วมกับสถานประกอบการ การทำบันทึกข้อตกลงความร่วมมือทางวิชาการร่วมกับสถานประกอบการเพื่อให้นักศึกษาได้ฝึกงานหรือทำงานในสถานประกอบการในรูปแบบการจัดการอาชีวศึกษาทวิภาคี ตลอดจนงานศึกษาดูงานแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกับศูนย์บริการรถยนต์

ตารางที่ 2 (ต่อ) ผลการวิจัยแนวทางการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ทางเทคโนโลยีรายนศสมัยใหม่สำหรับนักศึกษาปริญญาตรีสายเทคโนโลยีเพื่อรองรับการเข้าสู่ยุคอุตสาหกรรม 4.0 ด้านการพัฒนาการเรียนการสอนและการจัดการเรียนรู้

ประเด็นสัมภาษณ์	ข้อมูลจากการสัมภาษณ์
ด้านการพัฒนาการเรียนการสอนและการจัดการเรียนรู้	KI 4 การสอนเทคโนโลยีรายนศสมัยใหม่ที่สอดคล้องกับบริบทการพัฒนาเทคโนโลยีรายนศสมัยใหม่ต้องเน้นความเชื่อมโยงเชิงโครงสร้างการศึกษาเชิงผลลัพธ์ อาจารย์ผู้สอนต้องสามารถออกแบบผลลัพธ์และออกแบบกิจกรรมเรียนรู้ได้เหมาะสมกับผู้เรียนทั้งรายบุคคลและเป็นกลุ่ม มีกลยุทธ์ส่งเสริมการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนสามารถตั้งเป้าหมายการเรียนรู้ที่ตนเองสามารถประสบความสำเร็จได้ การสอนจำเป็นต้องจัดการศึกษาโดยวิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้แยกย่อยเป็นโมดูลการเรียนรู้ที่เหมาะสม มีการหมุนเวียน (Rotate) การปฏิบัติงานทางเทคโนโลยีรายนศ และการเรียนรู้ร่วมกัน มีการจัดการเตรียมความพร้อมเครื่องมือ อุปกรณ์ฝึก มีการสอดแทรกวิธีการฝึกให้นักศึกษาสามารถบำรุงรักษาได้ด้วยตนเองตามมาตรฐานอาชีพของสถานประกอบการ KI 5 การสอนงานเทคโนโลยีรายนศสมัยใหม่มีความสำคัญยิ่ง การสร้างนักเทคโนโลยีที่มีความเป็นเลิศในการวิเคราะห์และแก้ไขปัญหาได้ตรงประเด็น มีภาวะผู้นำ มีคุณลักษณะในการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง มีความสามารถในการปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมขององค์กร รวมถึงการมีทัศนคติที่ดีต่อองค์กร การเรียนรู้ผ่านงานผ่านประสบการณ์จริงสามารถหล่อหลอมให้นักศึกษามีความรู้ ทักษะการคิดวิเคราะห์ ทักษะการแก้ไขปัญหาอย่างเป็นระบบ ทักษะการบริการลูกค้าที่ดี ทักษะมนุษยสัมพันธ์ ทักษะการสื่อสาร ทักษะการทำงานเป็นทีม เป็นทักษะการเรียนรู้ที่สถานประกอบการต้องการ KI 6 การสอนงานเทคโนโลยีรายนศสมัยใหม่ต้องเชื่อมโยงความรู้ทางทฤษฎีสู่การปฏิบัติงานได้อย่างถูกต้อง การปฏิบัติงานตามกฎความปลอดภัย ทักษะการเรียนรู้การใช้เครื่องมือวัดและวิเคราะห์ ทักษะดิจิทัลในการเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์กับรถยนต์ การลงโปรแกรมหรือการอัปเดตซอฟต์แวร์อย่างถูกต้องและแม่นยำ ต้องมีพื้นฐานความรู้ทางเทคนิคที่ดี ตลอดจนคุณลักษณะส่วนบุคคลที่สอดคล้องกับความต้องการของสถานประกอบการทั้งความตรงต่อเวลา ทักษะการสื่อสาร ทักษะการทำงานร่วมกันเป็นทีม ทักษะการแก้ไขปัญหาอย่างเป็นระบบ ทักษะการเจรจาต่อรอง ทักษะการบริหารธุรกิจ สอดแทรกให้นักศึกษาได้เรียนรู้ในโลกของการทำงานจริง การจัดการเรียนรู้ต้องเน้นกรณีศึกษา การแก้ปัญหาภายใต้สถานการณ์จริง การพัฒนาภาวะผู้นำในการปฏิบัติงาน

ตารางที่ 3 ผลการวิจัยแนวทางการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ทางเทคโนโลยีรายนศสมัยใหม่สำหรับนักศึกษาปริญญาตรีสายเทคโนโลยีเพื่อรองรับการเข้าสู่ยุคอุตสาหกรรม 4.0 ด้านการพัฒนาการวัดและประเมินผลการเรียนรู้

ประเด็นสัมภาษณ์	ข้อมูลจากการสัมภาษณ์
ด้านการพัฒนาการวัดและประเมินผลการเรียนรู้	KI 1 อาจารย์ผู้สอนต้องดำเนินการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ทางเทคโนโลยีรายนศสมัยใหม่ตามมาตรฐานอาชีพ โดยเชิญผู้เชี่ยวชาญในสถานประกอบการเข้ามามีส่วนร่วม สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีรายนศสมัยใหม่โดยองค์วิชาชีพ KI 2 ในประเด็นการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ทางเทคโนโลยีรายนศสมัยใหม่ต้องมีความเชื่อมโยงความรู้ทางทฤษฎีและปฏิบัติอย่างเหมาะสม มีการวัดและประเมินผลการเรียนรู้จากการวิเคราะห์และจัดทำแผนการเรียนรู้ ใบเนื้อหา ใบงาน ใบแบบฝึกหัด รายงานที่มอบหมาย การประเมินผลการเรียนรู้ด้วยตนเอง (Self-paced learning) และประเด็นการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ที่สำคัญต้องตรงตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาแห่งชาติ (มคอ.) มาตรฐานคุณวุฒิวิชาชีพ และมาตรฐานอาชีพตามความต้องการของสถานประกอบการ KI 3 รูปแบบการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ทางเทคโนโลยีรายนศสมัยใหม่ต้องสอดคล้องกับ มคอ. ของหลักสูตร มีการจัดทำแบบทดสอบภายใต้การดำเนินงานของศูนย์ทดสอบวิชาชีพเพื่อรับรองสมรรถนะวิธีการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ให้อ้างอิงตามการจัดการเรียนรู้ตามหน่วยการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับจุดประสงค์และสมรรถนะประจำหน่วยการเรียนรู้ตามใบเนื้อหาและใบงาน ใบแบบฝึกหัด กำหนดเกณฑ์การประเมินแบบ Rubric scores KI 4 วิธีการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ทางเทคโนโลยีรายนศสมัยใหม่ต้องอยู่บนพื้นฐานการออกแบบผลลัพธ์การเรียนรู้ การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ การออกแบบการประเมินผลตามผลลัพธ์การเรียนรู้ ตามโครงสร้างของ OBE Constructive alignment แล้วสร้างใบประเมินคุณลักษณะการปฏิบัติงานทางเทคโนโลยีรายนศ มีใบเนื้อหา ใบงาน ใบแบบฝึกหัด ใช้เกณฑ์การประเมินแบบ Rubric Scores

ตารางที่ 3 (ต่อ) ผลการวิจัยแนวทางการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ทางเทคโนโลยียานยนต์สมัยใหม่สำหรับนักศึกษาปริญญาตรีสายเทคโนโลยีเพื่อรองรับการเข้าสู่ยุคอุตสาหกรรม 4.0 ด้านการพัฒนาการวัดและประเมินผลการเรียนรู้

ประเด็นสัมภาษณ์	ข้อมูลจากสัมภาษณ์
ด้านการพัฒนาการวัดและประเมินผลการเรียนรู้	KI 5 การวัดและประเมินผลการจัดการเรียนรู้ทางเทคโนโลยียานยนต์ตามความต้องการของสถานประกอบการให้ยึดมาตรฐานอาชีพเป็นหลัก วิธีการวัดผลการเรียนรู้ในสถานประกอบการต้องผ่านเกณฑ์การฝึกอบรมตามที่สถานประกอบการกำหนด สมรรถนะหลัก (Core competency) สมรรถนะในหน้าที่ (Functional competency) และค่านิยมหลัก (Value) ขององค์กร การประเมินผลการเรียนรู้ทางเทคโนโลยียานยนต์สมัยใหม่ใช้วิธีการสังเกตการณ์ปฏิบัติงาน การอ่านค่าผลการทดสอบ การวิเคราะห์ข้อมูล การประมวลผลข้อมูลเพื่อนำมาเป็นข้อสรุปในการกำหนดวิธีการแก้ปัญหาทางเทคโนโลยียานยนต์ KI 6 การวัดผลทักษะการปฏิบัติงานด้วยความปลอดภัย เจตคติในการปฏิบัติงาน ความเอาใจใส่ กระตือรือร้นความเป็นมิตรกับลูกค้า ทักษะการใช้เครื่องมือวิเคราะห์และวินิจฉัยข้อบกพร่องของรถยนต์ ทักษะการคิดวิเคราะห์แก้ไขปัญหาบนพื้นฐานของข้อมูล (Data driven) ตามสภาพเป็นจริง การนำเทคโนโลยีโทรศัพท์มือถือ มาเชื่อมโยงกับการปฏิบัติงานเพื่อรายงานให้กับลูกค้า ทักษะการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการศึกษาและสร้างเสริมขีดความสามารถในทางธุรกิจ การประเมินผลการเรียนรู้วัดตามมาตรฐานอาชีพที่กำหนด

ตารางที่ 4 ผลการวิจัยแนวทางการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ทางเทคโนโลยียานยนต์สมัยใหม่สำหรับนักศึกษาปริญญาตรีสายเทคโนโลยีเพื่อรองรับการเข้าสู่ยุคอุตสาหกรรม 4.0 ด้านการพัฒนาวัตกรรมการเรียนรู้

ประเด็นสัมภาษณ์	ข้อมูลจากสัมภาษณ์
ด้านการพัฒนาวัตกรรมการเรียนรู้	KI 1 นวัตกรรมการเรียนรู้ทางเทคโนโลยียานยนต์สมัยใหม่ อาจารย์ผู้สอนต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ Coding / AI / Machine language มี Multi-task skills เทคโนโลยี Virtual Reality (VR) ที่สามารถเชื่อมโยงองค์ความรู้ ทักษะที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้า (EV) เทคโนโลยีแมคคาทรอนิกส์ (Mechatronics) โดยเทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้า (EV) ที่ต้องจัดการเรียนรู้ให้เกิดทักษะแก่ผู้เรียน อาทิ Battery Management System (BMS) เทคโนโลยีแบตเตอรี่ เทคโนโลยีควบคุมการขับเคลื่อน เทคโนโลยีการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า ซึ่งนวัตกรรมที่ส่งเสริมวิธีการจัดการเรียนรู้ที่หลากหลาย ส่งเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์และนวัตกรรมการจัดการเรียนการสอนตามมาตรฐานสมรรถนะอาชีพ (Competency standards) KI 2 นวัตกรรมการเรียนรู้ควรมีรูปแบบและวิธีการที่หลากหลายและครอบคลุมเทคโนโลยียานยนต์สมัยใหม่ เทคโนโลยียานยนต์ไฮบริด (HEV) เทคโนโลยียานยนต์ Plug-in HEV เทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้า (EV) นวัตกรรมการเรียนรู้แบบผสมผสาน (Blended learning) สื่อการสอนสมัยใหม่ คอมพิวเตอร์ช่วยสอน แอปพลิเคชันไลน์ ชุดสาธิต ชุดฝึกอบรม การพัฒนาวัตกรรมการเรียนรู้ด้วยตนเอง KI 3 นวัตกรรมการเรียนรู้ทางเทคโนโลยียานยนต์สมัยใหม่ต้องเน้นมุ่งเน้นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่หลากหลาย ได้แก่ Flipped classroom, Active learning, Automotive essentials, Electric vehicles, Engine management simulator, Training aids เป็นต้น KI 4 นวัตกรรมที่เป็นสื่อการเรียนรู้มีอิทธิพลต่อสมรรถนะของนักศึกษา ผลลัพธ์การเรียนรู้นอกเหนือจากการใช้วัตกรรมการเรียนการสอนตามรูปแบบ OBE Constructive alignment แล้วยังต้องใช้นวัตกรรมการเรียนรู้แบบเสมือนจริงที่เรียกว่า Electrude simulator challenge ซึ่งเป็นโปรแกรมทดลองการต่อวงจรไฟฟ้า การทดสอบการทำงานของอุปกรณ์ระบบแมคคาทรอนิกส์ยานยนต์ทั้ง Sensors, Electronics control module, Actuators ซึ่งช่วยเสริมสร้างสมรรถนะการเรียนรู้ทำให้ผู้เรียนสามารถฝึกทักษะก่อนเรียนและหลังเรียน ตลอดจนเป็นการเพิ่มพูนทักษะความคิดเชิงสร้างสรรค์ในการเรียนรู้ได้ KI 5 นวัตกรรมการเรียนรู้ที่สามารถสร้างองค์ความรู้ สำหรับการจัดการความรู้ การเก็บความรู้ และการนำเสนอความรู้ การแชร์ความรู้ให้ผู้ร่วมงาน นวัตกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้เพิ่มศักยภาพการปฏิบัติงานโดยการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการสื่อสาร KI 6 นวัตกรรมการเรียนรู้ที่เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับการตรวจสอบและวินิจฉัยข้อบกพร่องเทคโนโลยีที่ช่วยในการค้นหาปัญหา วางแผนและตรวจสอบในการซ่อมบริการรถยนต์ได้อย่างครบวงจร

ตารางที่ 5 ผลการวิจัยแนวทางการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ทางเทคโนโลยียานยนต์สมัยใหม่สำหรับนักศึกษาปริญญาตรีสายเทคโนโลยีเพื่อรองรับการเข้าสู่ยุคอุตสาหกรรม 4.0 ด้านการพัฒนาสมรรถนะอาจารย์และนักศึกษา

ประเด็นสัมภาษณ์	ข้อมูลจากการสัมภาษณ์
ด้านการพัฒนาสมรรถนะอาจารย์และนักศึกษา	KI 1 ส่งเสริมให้อาจารย์ผู้สอนเข้ารับการฝึกอบรมทางเทคโนโลยียานยนต์สมัยใหม่ในสถานประกอบการชั้นนำ และฝึกอบรมเพื่อรับประกาศนียบัตร/ใบรับรองมาตรฐานคุณวุฒิวิชาชีพ เพื่อสร้างความน่าเชื่อถือทางวิชาการ และเป็นการสร้างเส้นทางอาชีพเพื่อยกระดับวิทยฐานะให้กับอาจารย์ ในส่วนของนักศึกษาทางหลักสูตรจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลาย การฝึกงานร่วมกับสถานประกอบการ การศึกษาดูงานทางเทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้าทั้งในประเทศและต่างประเทศ KI 2 อาจารย์ผู้สอนต้องแสวงหาความร่วมมือกับสถานประกอบการเทคโนโลยียานยนต์ชั้นนำ ดำเนินการจัดทำบันทึกข้อตกลงทางวิชาการ (MOU) ระหว่างสถานศึกษากับสถานประกอบการทางเทคโนโลยียานยนต์ และเข้ารับการฝึกอบรมการถ่ายทอดเทคโนโลยียานยนต์จากสถานประกอบการอย่างต่อเนื่อง สำหรับนักศึกษาควรส่งเสริมให้เข้ารับการฝึกวิชาชีพในสถานประกอบการ มีการจัดการศึกษาในระบบทวิภาคีเพื่อส่งเสริมทักษะวิชาชีพและรายได้ระหว่างเรียน KI 3 อาจารย์ผู้สอนต้องปรับเปลี่ยน Mindset เป็นผู้ใฝ่รู้อย่างต่อเนื่อง (Life-long learning) แสวงหาความรู้ใหม่ด้วยการนำตนเอง การแสวงหาทุนวิจัยเพื่อจัดทำข้อเสนอโครงการวิจัยเป็นเส้นทางการพัฒนาอาชีพของตนเอง การ Re-skills / Up-skills เพิ่มพูนทักษะวิชาชีพทางเทคโนโลยียานยนต์สมัยใหม่ในสถานประกอบการ ในส่วนของนักศึกษาปริญญาตรีส่วนใหญ่เรียนในระบบทวิภาคีอยู่ในสถานประกอบการ ก็ได้รับประสบการณ์การทำงานจากสถานประกอบการโดยตรง มีกฎ ระเบียบ ข้อบังคับขององค์กรในการปฏิบัติ KI 4 สมรรถนะของอาจารย์ผู้สอนต้องมีความสามารถในการผสมผสานศาสตร์ทางวิชาชีพทั้งศาสตร์การสอนและวิศวกรรมควบคู่กัน มีการพัฒนาตนเองอย่างต่อเนื่องเพิ่มพูนความรู้ ทักษะทางเทคโนโลยียานยนต์สมัยใหม่ร่วมกับสถานประกอบการในการนำมาปรับปรุงและพัฒนาการเรียนการสอนและการจัดการเรียนรู้ สำหรับนักศึกษาต้องพัฒนาให้เป็นผู้มีทักษะการเรียนรู้ตามแนวคิดการศึกษา 4.0 และคุณลักษณะที่พึงประสงค์ของผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 โดยหลักสูตรมีผลลัพธ์การเรียนรู้ (Program Learning Outcomes: PLOs) เป็นกลไกกำหนดคุณภาพของนักศึกษา KI 5 อาจารย์ผู้สอนทางเทคโนโลยียานยนต์สมัยใหม่ต้องมีใจรักในการเรียนรู้ หมั่นฝึกฝนทักษะ เข้ารับการฝึกอบรมกับสถานประกอบการเพื่อนำความรู้ ทักษะ และประสบการณ์ไปถ่ายทอดให้ผู้เรียน สำหรับผู้เรียนต้องมีความรู้ ความเข้าใจ ในเทคโนโลยียานยนต์สมัยใหม่เป็นพื้นฐาน มีใจรักด้านงานบริการ มีความมานะอดทนซื่อสัตย์ เคารพกฎ ระเบียบขององค์กร ทักษะกระบวนการคิด วิเคราะห์ แก้ไขปัญหา ทักษะการทำงานเป็นทีม ทักษะการสื่อสาร การใช้เครื่องมือดิจิทัล การอ่านและเขียนรายงาน การนำเสนอรายงาน การสรุปความ และการสร้างความรู้ด้วยตนเอง KI 6 อาจารย์ผู้สอนควรมีความเชี่ยวชาญในศาสตร์ทางเทคโนโลยียานยนต์สมัยใหม่ ใฝ่เรียนรู้แสวงหาความรู้ใหม่ ๆ เข้ารับการฝึกอบรมตามหลักสูตรที่สถานประกอบการเชิญเข้ารับการฝึกอบรม ในส่วนของผู้เรียนขอให้มีความรักในการทำงาน มีกณินทรีย์ที่ตรงต่อเวลา ขยัน อดทน ทำงานหนัก มีความพยายามพัฒนาตนเอง ทำงานในหน้าที่สามารถประสบความสำเร็จ

5. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

จากการวิเคราะห์ข้อมูลแนวทางการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ทางเทคโนโลยียานยนต์สมัยใหม่สำหรับนักศึกษาปริญญาตรีสายเทคโนโลยีเพื่อรองรับการเข้าสู่ยุคอุตสาหกรรม 4.0 สามารถสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้ 1) ด้านการพัฒนาหลักสูตร พบว่าการพัฒนาหลักสูตรให้สอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้ทางเทคโนโลยียานยนต์สมัยใหม่สำหรับนักศึกษาปริญญาตรีสายเทคโนโลยีต้องพิจารณาเกณฑ์มาตรฐานคุณวุฒิอาชีวศึกษาระดับปริญญาตรีสายเทคโนโลยีหรือสายปฏิบัติการ พ.ศ. 2562 และประกาศคณะกรรมการมาตรฐานการอุดมศึกษา เรื่อง เกณฑ์มาตรฐานหลักสูตรระดับปริญญาตรี พ.ศ. 2565 และสามารถวิเคราะห์สถานการณ์ความต้องการของแรงงานทางเทคโนโลยียานยนต์ จัดเตรียมทรัพยากรในการจัดการศึกษาพร้อมสร้างความร่วมมือกับสถานประกอบการยานยนต์ในการจัดการเรียนการสอนร่วมกันเพื่อรองรับการประเมินและรับรองมาตรฐานอาชีพให้นักศึกษาสอดคล้องกับยุคอุตสาหกรรม 4.0 และมาตรฐานสมรรถนะ (Competency standards) ร่วมกับสถานประกอบการตามพื้นที่ความเป็นเลิศ (Area of excellence) เพื่อวิเคราะห์ความต้องการนักเทคโนโลยียานยนต์สมัยใหม่ให้สอดคล้องกับความต้องการของตลาดแรงงานในบริบทเชิงพื้นที่ของจังหวัดนั้น ๆ 2) ด้านการพัฒนาการเรียนการสอนและการจัดการเรียนรู้ พบว่า การสอนเทคโนโลยียานยนต์สมัยใหม่ต้องเน้นการสอนตามมาตรฐานอาชีพการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้นักศึกษาได้รับประสบการณ์ตรง

ทั้งการจัดการฝึกอบรมเทคโนโลยียานยนต์สมัยใหม่ร่วมกับสถานประกอบการ การทำบันทึกข้อตกลงความร่วมมือทางวิชาการร่วมกับสถานประกอบการเพื่อให้นักศึกษาได้ฝึกงานหรือทำงานในสถานประกอบการในรูปแบบการจัดการอาชีวศึกษาทวิภาคี ตลอดจนการศึกษาดูงานแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกับศูนย์บริการรถยนต์ 3) ด้านการพัฒนาการวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้ พบว่า การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ทางเทคโนโลยียานยนต์สมัยใหม่ต้องมีความเชื่อมโยงความรู้ทางทฤษฎีและปฏิบัติอย่างเหมาะสมมีการวัดและประเมินผลการเรียนรู้จากการวิเคราะห์และจัดทำแผนการเรียนรู้ ใบเนื้อหา ใบแบบฝึกหัด รายงานที่มอบหมาย การประเมินผลการเรียนรู้ด้วยตนเอง (Self-paced learning) และประเด็นการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ที่สำคัญต้องตรงตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาแห่งชาติ (มคอ.) มาตรฐานคุณวุฒิวิชาชีพ และมาตรฐานอาชีพตามความต้องการของสถานประกอบการ 4) ด้านการพัฒนานวัตกรรมการเรียนรู้ พบว่า การนำนวัตกรรมการเรียนรู้ทางเทคโนโลยีสารสนเทศมาประยุกต์ใช้ การนำซอฟต์แวร์มาใช้เพื่อจำลองสถานการณ์ (Simulation) ที่เรียกว่า Electride simulator challenge ซึ่งเป็นโปรแกรมทดลองการต่อวงจรไฟฟ้า การทดสอบการทำงานของอุปกรณ์ระบบแมคคาทรอนิกส์ยานยนต์ทั้ง Sensors, Electronics control module, Actuators ซึ่งช่วยเสริมสร้างสมรรถนะการเรียนรู้ทำให้ผู้เรียนสามารถฝึกทักษะก่อนเรียนและหลังเรียน ตลอดจนเป็นการเพิ่มพูนทักษะความคิดเชิงสร้างสรรค์ในการเรียนรู้ได้ สามารถช่วยลดเวลาเรียนรู้และเพิ่มประสิทธิภาพในการเตรียมตัวของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี และ 5) ด้านการพัฒนาสมรรถนะอาจารย์และนักศึกษา พบว่า อาจารย์ผู้สอนเข้ารับการฝึกอบรมทางเทคโนโลยียานยนต์สมัยใหม่ ในสถานประกอบการชั้นนำ และฝึกอบรมเพื่อรับประกาศนียบัตร/ใบรับรองมาตรฐานคุณวุฒิวิชาชีพ เพื่อสร้างความน่าเชื่อถือทางวิชาการ และเป็นการสร้างเส้นทางอาชีพเพื่อยกระดับวิทยฐานะให้อาจารย์ ในส่วนของนักศึกษาทางหลักสูตรจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลาย การฝึกงานร่วมกับสถานประกอบการ การศึกษาดูงานทางเทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้าทั้งในประเทศและต่างประเทศ สำหรับผู้เรียนต้องมีความรู้ ความเข้าใจในเทคโนโลยียานยนต์สมัยใหม่เป็นพื้นฐาน มีใจรักด้านงานบริการ มีความมานะอดทนซื่อสัตย์ เคารพกฎ ระเบียบขององค์กร ทักษะกระบวนการคิด วิเคราะห์ แก้ไขปัญหา ทักษะการทำงานเป็นทีม ทักษะการสื่อสาร การใช้เครื่องมือดิจิทัล การอ่านและเขียนรายงาน การนำเสนอรายงาน การสรุปตีความ และการสร้างความรู้ด้วยตนเอง

การอภิปรายผลการวิจัยมีดังนี้ คือ 1) ด้านการพัฒนาหลักสูตร พบว่า ผู้ให้ข้อมูลสำคัญส่วนใหญ่มีความเห็นที่สอดคล้องกันกับการพัฒนาหลักสูตรให้สอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้ทางเทคโนโลยียานยนต์สมัยใหม่สำหรับนักศึกษาปริญญาตรีสายเทคโนโลยี ต้องพิจารณาเกณฑ์มาตรฐานคุณวุฒิอาชีวศึกษาระดับปริญญาตรีสายเทคโนโลยีหรือสายปฏิบัติการ พ.ศ. 2562 และประกาศคณะกรรมการมาตรฐานการอุดมศึกษา เรื่อง เกณฑ์มาตรฐานหลักสูตรระดับปริญญาตรี พ.ศ. 2565 และสามารถวิเคราะห์สถานการณ์ความต้องการของแรงงานทางเทคโนโลยียานยนต์ หลักสูตรต้องมีความครอบคลุมเทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้า (Electric vehicle) จัดเตรียมทรัพยากรในการจัดการศึกษาพร้อมสร้างความร่วมมือกับสถานประกอบการยานยนต์ในการจัดการเรียนการสอนร่วมกันเพื่อรองรับการประเมินและรับรองมาตรฐานอาชีพให้นักศึกษาสอดคล้องกับยุคอุตสาหกรรม 4.0 และมาตรฐานสมรรถนะ (Competency standards) ร่วมกับสถานประกอบการตามพื้นที่ความเป็นเลิศ (Area of excellence) เพื่อวิเคราะห์ความต้องการนักเทคโนโลยียานยนต์สมัยใหม่ให้สอดคล้องกับความต้องการของตลาดแรงงานในบริบทเชิงพื้นที่ของจังหวัดนั้น ๆ สอดคล้องกับงานวิจัยของ McGrath and Yamada (2023, p. 1) ได้นำเสนอทักษะสำหรับการพัฒนาอาชีวศึกษาและฝึกอบรม : การศึกษาสภาพปัจจุบันและแนวโน้มในอนาคต จำแนกออกเป็น 5 มิติ ได้แก่ มิติการมุ่งเน้นการฝึกปฏิบัติให้มีความสอดคล้องกับสถานประกอบการ มิติการพัฒนาอาชีวศึกษาและฝึกอบรมให้มีความสมดุลทั้งในด้านผู้เรียนและผู้ใช้งานในสถานประกอบการ มิติการพัฒนาหลักสูตรอาชีวศึกษาและฝึกอบรมให้ผู้เรียนสร้างความรู้ได้ด้วยตนเองตามแนวทางคอนสตรัคชันวิซิซึม มิติการพัฒนาทักษะฝีมือให้สอดคล้องกับนโยบายการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศ และมิติการพัฒนาศักยภาพของแรงงานอย่างยั่งยืน อีกทั้ง Zhou et al. (2022, pp. 6-7) พบว่า จากการทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องอย่างเป็นระบบที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ของครูอาชีวศึกษาและผลลัพธ์การเรียนรู้โดยสังเคราะห์งานวิจัยจำนวน 54 เรื่อง ระหว่างปี 2010-2021 ประเด็นสำคัญคือครูอาชีวศึกษามีความสามารถในการจัดการเรียนรู้ทั้งในสถานศึกษา โรงฝึกงาน และสถานประกอบการ ในด้านการพัฒนาหลักสูตรอาชีวศึกษา การเรียนรู้ด้วยการนำตนเอง การสร้างความร่วมมือ และการจัดการเรียนรู้โดยใช้ฐานความร่วมมือกับสถานประกอบการ รวมถึงการจัดการอาชีวศึกษาทั้งในระบบและนอกระบบ ผลลัพธ์การเรียนรู้มีความสอดคล้องกับความรู้และคุณลักษณะที่พึงประสงค์ของผู้เรียนตามความต้องการของสถานประกอบการ 2) ด้านการพัฒนาการเรียนการสอนและการจัดการเรียนรู้ พบว่า ผู้ให้ข้อมูลสำคัญส่วนใหญ่มีความเห็นที่สอดคล้องกันเกี่ยวกับการสอนเทคโนโลยียานยนต์สมัยใหม่ต้องเน้นการสอนตามมาตรฐานอาชีพการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้นักศึกษาได้รับประสบการณ์ตรงทั้งการจัดการฝึกอบรมเทคโนโลยียานยนต์สมัยใหม่ร่วมกับสถานประกอบการ การทำบันทึกข้อตกลงความร่วมมือทางวิชาการร่วมกับสถานประกอบการเพื่อให้นักศึกษา

ได้ฝึกงานหรือทำงานในสถานประกอบการในรูปแบบการจัดการอาชีวศึกษาวิชาชีพ ตลอดจนการศึกษาดูงานแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกับศูนย์บริการรถยนต์ ซึ่งสอดคล้องกับ Hyuthong (2019, Online) ได้นำเสนอแนวคิดการจัดการเรียนรู้ทางอาชีพและเทคนิคศึกษาโดยคำนึงผลลัพธ์การเรียนรู้ (Learning outcomes) ซึ่งเป็นเกณฑ์บ่งชี้คุณลักษณะการเรียนรู้และผลของการเรียนรู้ทั้งที่เกิดขึ้นจากกระบวนการเรียนรู้ตามมาตรฐานการเรียนรู้ของหลักสูตรที่กำหนดไว้ในแต่ละระดับและประเภทการศึกษา และหรือประสบการณ์ที่เกิดขึ้นจากการฝึกปฏิบัติและจากการทำงาน ประกอบด้วย 3 มิติ ได้แก่ ความรู้ (Knowledge) ทักษะ (Skills) และความสามารถในการประยุกต์ใช้และความรับผิดชอบ (Application and responsibility) ตลอดจนบริบทการพัฒนาเทคโนโลยี ยานยนต์สมัยใหม่ต้องเน้นความเชื่อมโยงเชิงโครงสร้างการศึกษาเชิงผลลัพธ์ อาจารย์ผู้สอนต้องสามารถออกแบบผลลัพธ์ และออกแบบกิจกรรมเรียนรู้ได้เหมาะสมกับผู้เรียนทั้งรายบุคคลและเป็นกลุ่ม มีกลยุทธ์ส่งเสริมการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนสามารถตั้งเป้าหมายการเรียนรู้ที่ตนเองสามารถประสบความสำเร็จได้ การสอนจำเป็นต้องจัดการศึกษาโดยวิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้แยกย่อยเป็นโมดูลการเรียนรู้ที่เหมาะสม สอดคล้องกับงานวิจัยของ Meearsa et al. (2022, pp. 58-60) ได้ทำการวิจัย เรื่อง ผลของความเชื่อมโยงเชิงโครงสร้างและการประเมินตามรูปแบบของการศึกษาที่มุ่งเน้นผลลัพธ์การเรียนรู้เป็นสำคัญที่มีต่อผลลัพธ์การเรียนรู้ของผู้เรียน : กรณีศึกษาในรายวิชาการปฏิบัติงานด้านยานยนต์ โดยงานวิจัยมุ่งเน้นการประเมินผลลัพธ์การเรียนรู้ 5 สมรรถนะหลัก ได้แก่การเรียนรู้ด้วยการชี้นำตนเอง การตอบสนองและมีส่วนร่วม การอธิบายหลักการทำงานทางเทคโนโลยียานยนต์ การปฏิบัติงานทางเทคโนโลยียานยนต์ และการวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นทางเทคโนโลยียานยนต์ การออกแบบกระบวนการศึกษาเชิงผลลัพธ์ประกอบด้วย การออกแบบผลลัพธ์การเรียนรู้ การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ และการออกแบบการประเมินผลตามผลลัพธ์การเรียนรู้ ผลการวิจัยพบว่า ด้านการเรียนรู้ ด้านการชี้นำตนเอง การตอบสนองและมีส่วนร่วมและประเด็นที่เป็นข้อค้นพบที่สำคัญของงานวิจัยนี้คือ การสร้างนักเทคโนโลยีที่มีความเป็นเลิศใน การวิเคราะห์และแก้ไขปัญหาได้ตรงประเด็น มีภาวะผู้นำมีคุณลักษณะในการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง มีความสามารถในการปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมขององค์กร รวมถึงการมีทัศนคติที่ดีต่อองค์การการเรียนรู้ผ่านประสบการณ์จริงสามารถหล่อหลอมให้นักศึกษามีความรู้ ทักษะการคิดวิเคราะห์ ทักษะการแก้ไขปัญหาอย่างเป็นระบบ ทักษะการบริการลูกค้าที่ดี ทักษะมนุษยสัมพันธ์ ทักษะการสื่อสาร ทักษะการทำงานเป็นทีมเป็นทักษะการเรียนรู้ที่สถานประกอบการต้องการ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Pimdee et al. (2017, pp. 204-205) ที่เป็นแนวคิดการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และการขับเคลื่อนเชิงปฏิบัติการที่ผลักดันการจัดการศึกษาอย่างมีประสิทธิภาพในการพัฒนานักศึกษาในยุคศตวรรษที่ 21 ตามรูปแบบแบบ 6R12C3E 3) ด้านการวัดและประเมินผล การเรียนรู้ พบว่า ผู้ให้ข้อมูลสำคัญส่วนใหญ่มีความเห็นในทิศทางที่หลากหลายโดยสามารถนำเสนอแนวทางการวัดและประเมินผล การเรียนรู้ทางเทคโนโลยียานยนต์สมัยใหม่ต้องมีความเชื่อมโยงความรู้ทางทฤษฎีและปฏิบัติอย่างเหมาะสมมีการวัดและประเมินผลการเรียนรู้จากการวิเคราะห์และจัดทำแผนการเรียนรู้ ใบเนื้อหา ใบงาน ใบแบบฝึกหัด รายงานที่มอบหมาย การประเมินผลการเรียนรู้ด้วยตนเอง (Self-paced learning) และประเด็นการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ที่สำคัญต้องตรงตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษาแห่งชาติ (มคอ.) มาตรฐานคุณวุฒิวิชาชีพ และมาตรฐานอาชีพตามความต้องการของสถานประกอบการ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Sudsomboon (2020, p. 47) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างทักษะการแก้ปัญหาทางเทคโนโลยียานยนต์สมัยใหม่ของนักศึกษาปริญญาตรี ตามความต้องการของสถานประกอบการ ผลการวิจัยพบว่า 1) รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วย 4 ขั้นตอน เรียกว่า PIER โมเดล และ Sudsomboon (2017, p. 64) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การใช้ผังมโนทัศน์เป็นยุทธวิธีการฝึกอบรมเพื่อเสริมสร้างทักษะการแก้ปัญหาแบบแมคคาทรอนิกส์ยานยนต์ ผลการวิจัยพบว่า คะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และเมื่อวิเคราะห์คะแนนวิธีการเขียนผังมโนทัศน์สำหรับการแก้ปัญหาแบบแมคคาทรอนิกส์แบบกลุ่มพบว่า มีค่าคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จำนวน 2 กรณี ได้แก่ กรณีที่ 1 วาล์วดูดน้ำมันเชื้อเพลิงดีเซลไม่ทำงาน และ กรณีที่ 5 คลัทช์แม่เหล็กไฟฟ้าของระบบปรับอากาศรถยนต์ไม่ตัดต่อ ผู้เข้ารับการฝึกอบรมมีทักษะการแก้ปัญหาที่เพิ่มขึ้น โดยประเมินจากผังมโนทัศน์และทักษะการปฏิบัติงานที่นำเสนอเชิงข้อค้นพบ ตลอดจนข้อเสนอนะที่ เกี่ยวข้องกับการเพิ่มประสิทธิภาพการแก้ปัญหาแบบแมคคาทรอนิกส์ยานยนต์ของรถยนต์มิซูบิชิ ทั้งนี้ข้อค้นพบที่สำคัญคือ วิธีการวัดผลการเรียนรู้ในสถานประกอบการต้องผ่านเกณฑ์การฝึกอบรมตามที่สถานประกอบการกำหนด สมรรถนะหลัก (Core competency) สมรรถนะ ในหน้าที่ (Functional competency) และค่านิยมหลัก (Value) ขององค์กร การประเมินผล การเรียนรู้ ทางเทคโนโลยียานยนต์สมัยใหม่ใช้วิธีการสังเกตการณ์ปฏิบัติงาน การอ่านค่าผลการทดสอบการวิเคราะห์ข้อมูลการประมวลผลข้อมูลเพื่อนำมาป็นข้อสรุปในการกำหนดวิธีการแก้ปัญหาทางเทคโนโลยียานยนต์ใช้เกณฑ์การประเมินแบบ Rubric scores 4) ด้านการพัฒนาวัฒนธรรมการเรียนรู้ พบว่า ผู้ให้ข้อมูลสำคัญส่วนใหญ่มีความเห็นในการนำวัฒนธรรมการเรียนรู้ทาง

เทคโนโลยีสารสนเทศมาประยุกต์ใช้ การนำซอฟต์แวร์มาใช้เพื่อจำลองสถานการณ์ (Simulation) ที่เรียกว่า Electrude simulator challenge ซึ่งเป็นโปรแกรมทดลองการต่อวงจรไฟฟ้า การทดสอบการทำงานของอุปกรณ์ระบบแมคคาทรอนิกส์ยานยนต์ทั้ง Sensors, Electronics control module, Actuators ซึ่งช่วยเสริมสร้างสมรรถนะการเรียนรู้ทำให้ผู้เรียนสามารถฝึกทักษะก่อนเรียนและหลังเรียน ตลอดจนเป็นการเพิ่มพูนทักษะความคิดเชิงสร้างสรรค์ในการเรียนรู้ได้ สามารถช่วยลดเวลาเรียนรู้และเพิ่มประสิทธิภาพในการเตรียมตัวของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี ซึ่งสอดคล้องกับงานของ Nilsook et al. (2014, pp. 14-20) ได้นำเสนอการเรียนรู้แบบจินตวิศวกรรมเป็นกระบวนการใหม่ในการจัดการเรียนรู้สำหรับการพัฒนาคุณลักษณะของผู้เรียนให้สอดคล้องกับโลกในยุคศตวรรษที่ 21 และได้กำหนดขั้นตอนการเรียนรู้แบบจินตวิศวกรรมออกเป็น 6 ด้าน ได้แก่ ด้านจินตนาการ ด้านการออกแบบ ด้านการพัฒนา ด้านการนำเสนอ ด้านการปรับปรุง และด้านการประเมินผล ตลอดจน Rott et al. (2022, p. 1) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การศึกษาความจำเป็นและความต้องการใช้คุณสมบัติของปัญญาประดิษฐ์ระหว่างการศึกษาฝึกงานในระบบทวิภาคี : ผลสัมฤทธิ์จากนักศึกษาฝึกงานและครูอาชีพศึกษา โดยใช้ระเบียบวิธีวิจัยแบบผสมผสาน ดำเนินการเก็บข้อมูลด้วยการสัมภาษณ์ครูอาชีพศึกษา จำนวน 12 คน และเก็บข้อมูลด้วยแบบสอบถามกับนักเรียนฝึกงานในระบบทวิภาคี จำนวน 746 คน ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มครูอาชีพศึกษาและนักเรียนฝึกงานมีการยอมรับการใช้เนื้อหา ในการเรียนที่เกี่ยวข้องกับทฤษฎีพื้นฐานผ่านปัญญาประดิษฐ์ ครูสามารถใช้เป็นวิธีการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานทั้งสอนแบบออนไลน์และในชั้นเรียน ประโยชน์ที่ได้รับส่งผลให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง และสามารถฝึกปฏิบัติได้ด้วยตนเองตามแบบที่ครูกำหนด ซึ่งครูสามารถนำมาใช้พัฒนาเป็นยุทธวิธีการเรียนรู้ได้อย่างเหมาะสม และ 5) ด้านการพัฒนาสมรรถนะอาจารย์และนักศึกษา พบว่า ผู้ให้ข้อมูลสำคัญส่วนใหญ่มีความเห็นว่าอาจารย์ผู้สอนเข้ารับการฝึกอบรมทางเทคโนโลยียานยนต์สมัยใหม่ ในสถานประกอบการชั้นนำ และฝึกอบรมเพื่อรับประกาศนียบัตร/ใบรับรองมาตรฐานคุณวุฒิวิชาชีพ เพื่อสร้างความน่าเชื่อถือทางวิชาการ และเป็นการสร้างเส้นทางอาชีพเพื่อยกระดับวิทยฐานะให้กับอาจารย์ ในส่วนของนักศึกษาทางหลักสูตรจัดการเรียนรู้อัตนวิสัย การฝึกงานร่วมกับสถานประกอบการ การศึกษาดูงานทางเทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้าทั้งในประเทศและต่างประเทศ และอาจารย์ผู้สอนทางเทคโนโลยียานยนต์สมัยใหม่ต้องมีใจรักในการเรียนรู้ หมั่นฝึกฝนทักษะ เข้ารับการฝึกอบรมกับสถานประกอบการเพื่อนำความรู้ ทักษะและประสบการณ์ไปถ่ายทอดให้กับผู้เรียนสำหรับผู้เรียนต้องมีความรู้ ความเข้าใจในเทคโนโลยียานยนต์สมัยใหม่เป็นพื้นฐาน มีใจรักด้านงานบริการ มีความมานะอดทนซื่อสัตย์ เคารพกฎ ระเบียบขององค์กร ทักษะกระบวนการคิด วิเคราะห์ แก้ไขปัญหา ทักษะการทำงานเป็นทีม ทักษะการสื่อสาร การใช้เครื่องมือดิจิทัล การอ่านและเขียนรายงาน การนำเสนอรายงาน การสรุปตีความ และการสร้างความรู้ด้วยตนเอง สอดคล้องกับงานวิจัยของ McGrath and Yamada (2023, pp. 5-6) และ Zhou et al. (2022, p. 1) ได้นำเสนอ 5 มิติทักษะที่จำเป็นในการพัฒนาอาจารย์และนักศึกษาให้มีศักยภาพใน 5 มิติ ได้แก่ มิติการมุ่งเน้นการฝึกปฏิบัติให้มีความสอดคล้องกับสถานประกอบการ มิติการพัฒนาอาชีพศึกษาและฝึกอบรมให้มีความสมดุลทั้งในด้านผู้เรียนและผู้ให้แรงงานในสถานประกอบการ มิติการพัฒนาหลักสูตรอาชีพศึกษาและฝึกอบรมให้ผู้เรียนสร้างความรู้ได้ด้วยตนเองตามแนวทางคอนสตรัคชันวิสัยทัศน์ มิติการพัฒนาทักษะฝีมือให้สอดคล้องกับนโยบายการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศ และมิติการพัฒนาศักยภาพของแรงงานอย่างยั่งยืน

6. ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้ สถานศึกษาที่จัดการเรียนการสอนในระดับปริญญาตรี สาขาวิชาชีพเทคโนโลยียานยนต์ และสาขาวิชาเทคโนโลยีเครื่องกล สามารถนำผลการวิจัยไปใช้เพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้ทางเทคโนโลยียานยนต์สมัยใหม่สำหรับนักศึกษาปริญญาตรีสายเทคโนโลยีเพื่อรองรับการเข้าสู่ยุคอุตสาหกรรม 4.0 ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยผลการวิจัยได้สะท้อนมุมมองและแนวคิดของผู้มีส่วนในการจัดการเรียนการสอนทางด้านเทคโนโลยียานยนต์สมัยใหม่ และผู้ใช้บัณฑิตจากสถานประกอบการทางเทคโนโลยียานยนต์ชั้นนำทั้งการพัฒนาหลักสูตรทางเทคโนโลยียานยนต์สมัยใหม่ควรมีการจัดทำมาตรฐานอาชีพ (Competency standards) กำหนดสมรรถนะหลัก (Core competency) และสมรรถนะหน้าที่ (Functional competency) ให้สอดคล้องกับบริบท โดยการมีส่วนร่วมของเจ้าของอาชีพเพื่อให้ได้หลักสูตรฐานสมรรถนะ (Competency-based curriculum) ตามความต้องการของสถานประกอบการสอดคล้องกับทิศทางการพัฒนาอุตสาหกรรม 4.0 และควรนำการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบผลลัพธ์การเรียนรู้ (Learning outcomes) ประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์โดยตรงต่อนักศึกษา และข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไปควรมีการพัฒนาแบบการจัดการเรียนรู้ทางเทคโนโลยียานยนต์สมัยใหม่สำหรับนักศึกษาปริญญาตรีสายเทคโนโลยีเพื่อรองรับการเข้าสู่ยุคอุตสาหกรรม 4.0 การศึกษาผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ และการพัฒนาหลักสูตรฐานสมรรถนะเพื่อรองรับการพัฒนาเทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้าตามความต้องการของสถานประกอบการต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณ นายรินทร์ แก้วทอง ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคประจวบคีรีขันธ์ นายพิลิน สกุนา และนายบรรยงค์ วงศ์สกุล ที่ปรึกษาวิทยาลัยเทคนิคประจวบคีรีขันธ์ สถาบันการอาชีวศึกษาภาคกลาง 5 นายธีรภัทร์ ไชยสัตย์ ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคอุดรธานี นายเดชวิชัย พิมพ์โคตร ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคหนองคาย สถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 1 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิเชษฐ์ พินิจ หัวหน้าสาขาวิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี นายสุทิน จันทร์เอียด ผู้จัดการฝ่ายเทคนิค ศูนย์บริการรถยนต์โตโยต้า บริษัท โตโยต้านครศรีธรรมราช จำกัด และนายณัฐวีร์ ดอเลาะ ผู้จัดการศูนย์บริการ ศูนย์บริการรถยนต์ฟอร์ด บริษัท วีเพอร์เพค โอโต้คาร์ จำกัด สาขานครศรีธรรมราช ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ผู้วิจัยในการดำเนินการเก็บข้อมูลจนสำเร็จลงด้วยดี ผู้วิจัยผ่านการอบรมหลักสูตร “จริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ ด้านสังคมและพฤติกรรมศาสตร์” ระหว่างวันที่ 21-22 กุมภาพันธ์ 2565 จากคณะกรรมการจริยธรรมวิจัยในคน มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช มีผลตั้งแต่วันที่ 22 กุมภาพันธ์ 2565 ถึงวันที่ 22 กุมภาพันธ์ 2567

เอกสารอ้างอิง

- Banmairuroy, W., Kritjareon, T., & Homsombat, W. (2022). The effect of knowledge-oriented leadership and human resource development on sustainable competitiveness advantage through organizational innovation's component factors: Evidence from Thailand's new S-curve industries. *Asia Pacific Management Review*, 27, 200-209.
- Boonnak, S., Chaopo, T., & Podapol, C. (2021). Education 4.0: Educational paradigm towards future. *Srilanchang Research Journal*, 1(1), 41-53.
- Hyuthong, W. (2019). *Vocational curriculum and education*.
<https://vecp.vec.go.th/Portals/68/Doc/2562/CurriculumManagement%20%28privatr2019%29.pdf>. (in Thai)
- Inma, S., & Poonpaiboonpipat, W. (2021). The Development of Mathematical Visualization Abilities through Learning Implementation based on Concrete Pictorial Abstract: CPA Approach with Stick and Ball Geometry Kit on Three-Dimensional Geometry of Grade 6 Students. *Journal of Industrial Education*, 20(2), 22-32. (in Thai)
- McGrath S., & Yamada, S. (2023). Skills for development and vocational education and training: Current and emergent trends. *International Journal of Educational Development*, 102, 102853.
- Meearsa, J., Ponkum, S., Pinit, P., Anmanatarkul, A., & Jiracheewanun, S. (2022). Impact of Constructive Alignment and Assessment in Outcome Base Education on Students' Learning: Case Study of Automotive Course. *Journal of Industrial Education*, 21(2), 54-65. (in Thai)
- Ministry of Industry. (2016). *Thailand's Development Strategy for Industrial 4.0 (B.E. 2560-2579)*.
<https://waa.inter.nstda.or.th/stks/pub/2017/20171114-oie.pdf>. (in Thai)
- Nilsook, P., Utrakit, N., & Cleden, J. (2014). Imagineering in education: A framework to enhance students' learning performance and creativity in thinking. *Educational Technology*, 54(1), 14-20.
- Office of the Vocational Education Commission. (2019). *Criterion and Guidelines for Vocational and Technical Education*. Minburi Technical College. (in Thai)
- Pimdeed, P., Jedaman, P., Kidrakarn, P., Sukkamart, A., Wangsa-ard, K., & Suksup, C. (2017). The educational development in the 21st Century under the Thailand 4.0 framework. *Journal of Industrial Education*, 16(2), 199-206. (in Thai)
- Rott, K. J., Lao, L., Petridou, E., & Schmidt-Hertha, B. (2022). Needs and requirements for an additional AI qualification during dual vocational training: Results from studies of apprentices and teachers. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 3, 100102.

- Siphai, S., & Sinlarat, P. (2018). Thailand's Educational Transformation towards Education 4.0. *Journal of Educational Measurement, Mahasarakham University*, 24(2), 13-27.
- Sudsomboon, W. (2017). Using concept mapping as a training strategy for enhancing problem-solving skills on automotive mechatronics system. *Technical Education Journal : King Mongkut's University of Technology North Bangkok*, 8(2), 64-73.
- Sudsomboon, W. (2020). The development of learning management model to enhance problem-solving skills in modern automotive technology of undergraduate students for enterprise demands. *Technical Education Journal : King Mongkut's University of Technology North Bangkok*, 11(1), 47-57. (in Thai)
- Sudsomboon, W. (2021). A needs assessment to develop electric vehicles technology instruction in higher education according to enterprise demands. *Technical Education Journal : King Mongkut's University of Technology North Bangkok*, 12(3), 85-97. (in Thai)
- Wildeman, E., Koopman, M., & Beijaard, D. (2022). Fostering subject teachers' integrated language teaching in technical education: Results of a professional development program, *Teaching and Teacher Education*, 112, 103626.
- Zhou, N., Tigelaar, D. E.H., & Admiraal, W. (2022). Vocational teachers' professional learning: A systematic review of the past decade. *Teaching and Teacher Education*, 119, 103856.

การพัฒนาบทเรียนบนเว็บ โดยใช้การเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน เรื่องกระบวนการออกแบบ
เชิงวิศวกรรม สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรีปีที่ 1 หลักสูตรเทคโนโลยีบัณฑิต

THE DEVELOPING WEB-BASED INSTRUCTION USING PROJECT-BASED LEARNING
ON THE ENGINEERING DESIGN PROCESS FOR FIRST-YEAR STUDENT IN THE
BACHELOR OF TECHNOLOGY PROGRAM

ณรงค์ เครือกันทา และจันทรชิว สายแปลง*
Narong Kruegantha and Jankoaw Saiplang*

E-mail: Narong@lpru.ac.th and Jankoaw@g.lpru.ac.th*

Received: September 4, 2023

Revised: November 1, 2023

Accepted: November 28, 2023

ABSTRACT

This research was to develop the web-based instruction using the learning management with project-based learning on engineering design process and to compare learning outcome between the student in the experimental group and the controlled group. The samples used in this research were 30 students in the two groups : experimental group and control group, 15 first-year students in the Bachelor of Technology Program in the field of Industrial Technology, Lampang Rajabhat University in second semester 2021. The results showed that the web-based instruction had overall quality in a highest level ($\bar{x} = 4.67$, $SD = 0.41$), when considering each aspect of the assessment items, it was found that, in term of content quality was highest ($\bar{x} = 4.66$, $SD = 0.35$), in the production technique: the media was highest ($\bar{x} = 4.67$, $SD = 0.44$), the efficiency of the web-based Instruction device in cooperated was 83.33/86.00 which was higher than 80/80 as set criterion. The learning outcome of the student in the experimental group was higher than the learning outcome of the student in controlled group with a statistical significance level of 0.05 and the students showed their overall satisfaction to the web-based instruction at highest level ($\bar{x} = 4.60$, $SD = 0.49$). It can be used the developed for instruction properly and the students learning achievement was higher.

Keywords: Web-based instruction, Project-based learning, Engineering design process,
Learning achievement

*Corresponding author E-mail: Jankoaw@g.lpru.ac.th

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง จ.ลำปาง 52000

Faculty of Science, Lampang Rajabhat University, Lampang 52000 Thailand

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้เป็นการพัฒนาบทเรียนบนเว็บ โดยใช้การเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน เรื่องกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ที่มีคุณภาพและประสิทธิภาพ และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนด้วยบทเรียนบนเว็บโดยใช้การเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน กับนักศึกษาที่เรียนด้วยวิธีปกติ โดยทดลองกับกลุ่มตัวอย่างคือนักศึกษาชั้นปีที่ 1 หลักสูตรเทคโนโลยีบัณฑิต มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพ ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 ด้วยการคัดเลือกแบบเจาะจง จำนวน 30 คน โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 15 คน ผลการวิจัยพบว่า คุณภาพของบทเรียนบนเว็บที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.67$, $SD = 0.41$) มีคุณภาพด้านเนื้อหาอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.66$, $SD = 0.35$) มีคุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่อ อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.67$, $SD = 0.44$) บทเรียนบนเว็บ โดยใช้การเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น มีประสิทธิภาพ 83.33/86.00 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่ตั้งไว้ นักศึกษากลุ่มทดลองที่เรียนด้วยวิธีการสอนโดยใช้บทเรียนบนเว็บมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่า นักศึกษากลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 และ 3) นักศึกษามีความพึงพอใจต่อบทเรียนบนเว็บโดยใช้การเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน ภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.60$, $SD = 0.49$) สรุปได้ว่าบทเรียนบนเว็บโดยใช้การเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานที่พัฒนาขึ้น สามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอน และเกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้น

คำสำคัญ: บทเรียนบนเว็บ, การเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน, กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม, ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1. บทนำ

สถานการณ์โลกปัจจุบันในยุคศตวรรษที่ 21 มีการเปลี่ยนแปลงที่รวดเร็ว พลิกผัน รุนแรง และคาดไม่ถึงต่อการดำรงชีวิต รวมถึงสถานการณ์โรคระบาดโรคไวรัสโควิด-2019 Panich (2012, p. 52) ผู้สอนและผู้เรียนต้องมีทักษะสูงในการปรับตัวและการเรียนรู้ การสร้างทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมเทคโนโลยีปัจจุบันเข้ามามีบทบาททางด้านการจัดการศึกษา ได้เปลี่ยนแปลงจากการสอนที่เน้นการท่องจำ และการถ่ายทอดเพียงผู้สอน กระทั่งได้พัฒนาไปสู่กระบวนการจัดการเรียนการสอนที่ให้ผู้เรียน สามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง ให้ผู้สอนจัดสภาพแวดล้อมทางการเรียนรู้ เป็นผู้อำนวยความสะดวก เป็นผู้วางแผน ผู้จัดการ เป็นที่ปรึกษา Boosamsai et al. (2020, p. 76) การเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เป็นวิธีการจัดการศึกษาที่เพิ่มบทบาทของผู้เรียนและลดบทบาทของผู้สอน เพื่อให้ผู้เรียนสามารถแสวงหาความรู้ด้วยตนเองจากบทเรียนผ่านอินเทอร์เน็ต ก่อให้เกิดทักษะการเรียนรู้ตลอดชีวิต ซึ่งเป็นทักษะหนึ่งของการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21

Suttirat (2018, p. 356) กล่าวว่า การเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน (Project-based learning) เป็นวิธีการจัดการเรียนการสอนที่มุ่งเน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง มีการเรียนรู้ที่เฉพาะเจาะจงหรือวัตถุประสงค์การเรียนรู้ ตามโครงงานที่ผู้เรียนได้กำหนดด้วยตนเอง ช่วยให้ผู้เรียนมีอิสระมากขึ้น สามารถเรียนรู้ในสิ่งที่ตนเองสนใจ เป็นการสร้างแรงจูงใจให้แก่ผู้เรียนและมีความรับผิดชอบในการเรียนมากขึ้น นอกจากนี้ยังเป็นการส่งเสริมให้ผู้เรียนฝึกทักษะในการปฏิบัติงาน ผู้เรียนรู้จักวิธีทำงานอย่างมีระบบ และแผนงานที่ดี มีโอกาสได้ฝึกฝนกระบวนการในการค้นหาความรู้ ตลอดจนผู้เรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ และสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ในชีวิตจริง ในแง่ของการทำงานอย่างมีระบบ และมีความคิดสร้างสรรค์ ดังนั้นการเรียนรู้แบบโครงงานจึงเป็นวิธีการเรียนรู้หนึ่ง ที่ผู้สอนส่วนใหญ่เลือกที่จะนำมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน การเรียนการสอนบนเว็บ ถือเป็นทางเลือกหนึ่งในการนำเทคโนโลยีใหม่มาใช้ เพื่อพัฒนาระบบการศึกษา เป็นการผสมผสานระหว่างเทคโนโลยีใหม่ ๆ กับการเรียนการสอนทางคอมพิวเตอร์ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพทางการเรียนรู้ด้วยตนเองของผู้เรียน และแก้ปัญหาในเรื่อง ข้อจำกัดทางด้านสถานที่ และเวลาในการเรียนหรือที่เรียกว่า E-learning เป็นสื่อการเรียนการสอน ที่มีรูปแบบการเรียนรู้ที่หลากหลาย โดยผสมผสานสื่อที่เป็นตัวอักษร เสียง ภาพเคลื่อนไหว และภาพนิ่งเข้าด้วยกัน ช่วยสร้างแรงจูงใจในการเรียน (Keeratrattana 2008, p. 73) มุ่งเน้นให้ผู้เรียนมีโอกาสด้าน และทำความเข้าใจเนื้อหาตามความสามารถของตนเอง สามารถทบทวนเนื้อหา ตามความต้องการ หรือจนกว่าจะเข้าใจ (Laohajatsaeng 2002, p. 7) นอกจากนี้มีการออกแบบกิจกรรมที่สามารถปฏิสัมพันธ์ได้ระหว่างผู้เรียนกับคอมพิวเตอร์ เป็นการเสริมแรงผู้เรียน (Malithong, 2005, p. 157) เมื่อผู้เรียนได้เข้าถึงสื่อการเรียนได้มากที่สุด จะทำให้ผู้เรียนเกิดการจดจำเนื้อหาอย่างเป็นระบบ ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการจดจำเนื้อหาขึ้นได้ดียิ่งขึ้น (Khlaisang, 2012, p. 5)

การเรียนการสอนในรายวิชา 5712102 กระบวนการคิดเชิงวิศวกรรม เป็นรูปแบบการจัดการเรียนการสอนโดยใช้โครงงานเป็นฐานจำเป็นต้องยกตัวอย่างปัญหาจากสถานการณ์จริงและข้อมูลประกอบการอธิบาย ให้ผู้เรียนทำการแก้ไขปัญหาจากสถานการณ์นั้นด้วยกระบวนการทางวิศวกรรม บางสถานการณ์มีขั้นตอนการดำเนินงานที่นานและต้องตรวจสอบการแก้ไขปัญหาซ้ำกับสถานการณ์ที่กำหนด การใช้บทเรียนบนเว็บไซต์ที่ประกอบด้วยข้อความภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหวช่วยให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ ลดความเบื่อหน่ายในการเรียนซ้ำ ส่งผลให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจ สามารถแก้ไขปัญหาจากสถานการณ์นั้นได้โดยสมบูรณ์ ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชาสูงขึ้นได้

จากความสำเร็จและเหตุผลดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึงมีความคิดพัฒนาบทเรียนบนเว็บ โดยใช้การเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน เรื่องกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรีปีที่ 1 หลักสูตรเทคโนโลยีบัณฑิต มหาวิทยาลัยราชภัฏรำปาง ให้มีคุณภาพก่อนนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอน โดยนำแนวคิดของ ADDIE model (Saenboonsong 2022, p. 58) พัฒนาบทเรียนบนเว็บให้มีประสิทธิภาพ และนักศึกษามีความพึงพอใจในกระบวนการเรียนรู้และส่งเสริมทักษะกระบวนการคิดเชิงวิศวกรรม การเรียนรู้เป็นกลุ่มในการจัดทำโครงงาน การคิดวิเคราะห์อย่างมีขั้นตอน มีความรู้มีทักษะกระบวนการทำงานอย่างเป็นระบบส่งผลให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

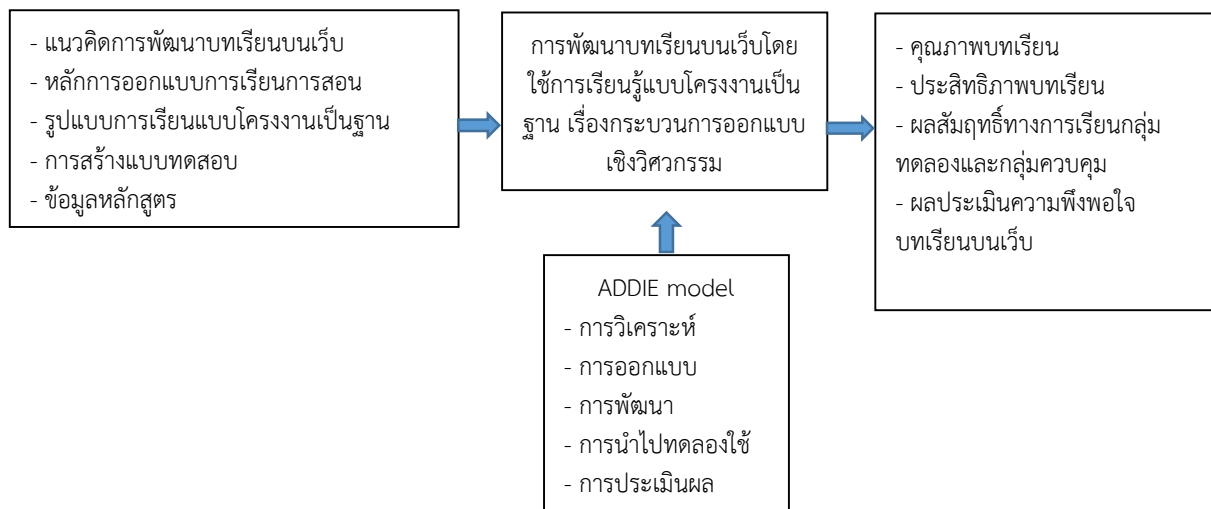
Laohajaratsaeng (2002, pp. 9-10) กล่าวว่า บทเรียนบนเว็บ (Web-Based Instruction: WBI) เป็นรูปแบบของการเรียนทางอิเล็กทรอนิกส์ (E-learning) ซึ่งไม่มีความแตกต่างระหว่าง E-learning และ WBI ทั้งสองคำเป็นผลจากการผสมผสานระหว่างเว็บเทคโนโลยีกับกระบวนการออกแบบการเรียนการสอนเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพทางการเรียนรู้และแก้ปัญหาในเรื่องข้อจำกัดทางด้านสถานที่และเวลาในการเรียน วิธีการจัดการเรียนรู้ที่สามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะดังกล่าวได้หลายวิธี หนึ่งในนั้นคือการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ด้วยกระบวนการที่เน้นให้ผู้เรียนค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง เพื่อแก้ไขสถานการณ์ ปัญหาที่กำหนดขึ้น (Panich, 2012, p. 16) ผสมกับการทำงานร่วมกันของผู้เรียนเพื่อหาคำตอบ สามารถส่งเสริมทักษะใน 8Cs ได้หลายด้าน เช่น 1) ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ 2) ทักษะในการแก้ปัญหา 3) ทักษะด้านการสร้างสรรค์ 4) ทักษะด้านความร่วมมือ 5) ทักษะด้านการสื่อสาร เป็นต้น หากผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้าจากสื่อคอมพิวเตอร์ ผู้เรียนจะได้รับทักษะด้านคอมพิวเตอร์ด้วย สื่อคอมพิวเตอร์ที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลาย คือ บทเรียนบนเว็บ ที่สามารถจัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้ตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงสิ้นสุด สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับวิธีสอนได้หลากหลาย ทั้งสื่อหลักในการจัดการเรียนรู้ หรือสื่อเสริมสำหรับทบทวนนอกเวลาเรียน ผู้เรียนสามารถเลือกใช้งานได้ตามความต้องการของตนเอง โดยไร้ข้อจำกัดด้านสถานที่และเวลา ซึ่งเทคนิคในการจัดการเรียนการสอนเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์มีอยู่หลากหลาย หนึ่งในนั้นคือ การจัดการเรียนการสอนด้วยรูปแบบการใช้โครงงานเป็นฐาน ซึ่งเทคนิคการทำโครงงานเป็นฐาน นอกจากจะส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะในการออกแบบแก้ปัญหาอย่างมีเหตุผล และการทำงานอย่างมีระบบ ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะในการทำงานเป็นทีมและการยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่นและทำให้เกิดความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนได้ดีขึ้น (Dureh, 2021, p. 66) รวมถึงการเรียนรู้ผ่านบทเรียนออนไลน์จะมีสื่อที่แสดงเนื้อหาที่หลากหลาย แบบฝึกหัด แบบทดสอบ รวมถึงเครื่องมือในการจัดการชั้นเรียนบรรจุอยู่ให้ผู้เรียนเลือกใช้ ถือได้ว่าบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง สามารถตอบโจทย์ในการพัฒนาทักษะด้านคอมพิวเตอร์ และเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารได้อย่างดี จากการศึกษาของ Pitiwong et al. (2021, p. 21) ที่ได้ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาทักษะการเขียนโปรแกรม ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ร่วมกับบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ร่วมกับบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง เรื่อง การเขียนโปรแกรมแบบมีทางเลือก มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงกว่า นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ สอดคล้องกับ Boosamsai et al. (2020, p. 82) ที่ได้พัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การเขียนแผนภูมิและการคำนวณแรงเฉือนและโมเมนต์ดัดในคาน พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์ สอดคล้องกับ Wongjinda and Pibool (2020, p. 54) ได้พัฒนาบทเรียนออนไลน์ร่วมกับเทคโนโลยีคิวอาร์โค้ด วิชาการจัดการเรียนรู้สำหรับนักศึกษาหลักสูตรประกาศนียบัตรบัณฑิต พบว่า บทเรียนออนไลน์มีคุณภาพ ด้านเทคนิคการผลิตสื่ออยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X} = 4.91$) คุณภาพด้านเนื้อหาอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X} = 4.88$) มีประสิทธิภาพ (E1/ E2) เท่ากับ 82.76/82.43 และผลสัมฤทธิ์หลังเรียนของนักศึกษาหลักสูตรประกาศนียบัตรบัณฑิต สาขาวิชาชีพครู ที่เรียนผ่านบทเรียนออนไลน์ร่วมกับเทคโนโลยีคิวอาร์โค้ด วิชาการจัดการเรียนรู้ สูงกว่าก่อนเรียน

สมมุติฐานการวิจัย ประกอบด้วย ประสิทธิภาพการเรียนรู้ด้วยบทเรียนบนเว็บ โดยใช้การเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน เรื่อง กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมที่พัฒนาขึ้นสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดระดับ 80/80 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา กลุ่มทดลองที่เรียนโดยใช้บทเรียนบนเว็บ สูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 และมีความพึงพอใจต่อบทเรียนบนเว็บที่พัฒนาขึ้นอยู่ในระดับมาก

3. วิธีดำเนินการวิจัย

กรอบแนวคิดในการวิจัย

ผู้วิจัยได้นำกรอบแนวคิดของ ADDIE model (Thienthong 2011, p. 97) และทฤษฎีที่เกี่ยวข้องนำมาสังเคราะห์ องค์ประกอบของการพัฒนาบทเรียนบนเว็บ ซึ่งสามารถแสดงกรอบแนวคิดในการวิจัยได้ ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

ขอบเขตการวิจัย

ขอบเขตด้านประชากร เป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 ปีการศึกษา 2564 หลักสูตรเทคโนโลยีบัณฑิต คณะเทคโนโลยี อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี จำนวน 42 คน กลุ่มตัวอย่างในงานวิจัยนี้เป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี หลักสูตร เทคโนโลยีบัณฑิต ที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชาการออกแบบเชิงวิศวกรรม จำนวน 30 คน คัดเลือกโดยใช้วิธีการเลือกแบบ เจาจง (Purpose sampling) โดยผู้วิจัยได้ทำการแบ่งนักศึกษาทั้งหมดออกเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มควบคุม เป็นกลุ่มนักศึกษาที่เรียน ด้วยวิธีการสอนตามปกติ จำนวน 15 คน และกลุ่มทดลอง เป็นกลุ่มนักศึกษาที่เรียนด้วยบทเรียนบนเว็บ โดยใช้การเรียนรู้แบบ โครงงานเป็นฐาน เรื่องกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม จำนวน 15 คน

ขอบเขตด้านตัวแปรที่ศึกษาในงานวิจัย ตัวแปรต้น คือ บทเรียนบนเว็บที่พัฒนาขึ้น ตัวแปรตาม คือ ประสิทธิภาพของบทเรียน บนเว็บโดยใช้การเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน เรื่องกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่ เรียนด้วยบทเรียนบนเว็บ และการเรียนการสอนแบบปกติ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1.บทเรียนบนเว็บ โดยใช้การเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน เรื่องกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม สำหรับนักศึกษาระดับ ปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 หลักสูตรเทคโนโลยีบัณฑิต ที่ออกแบบโดยวิเคราะห์หลักสูตรและเนื้อหารายวิชา เพื่อกำหนดวัตถุประสงค์ และเนื้อหาการศึกษา พัฒนาด้วยกระบวนการ ADDIE model ประกอบไปด้วย 5 ขั้นตอน คือ 1) การวิเคราะห์ (Analysis) 2) การออกแบบ (Design) 3) การพัฒนา (Development) 4) การนำไปทดลองใช้ (Implementation) และ 5) การประเมินผล (Evaluation) ก่อนนำไปใช้ทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง

2.แบบประเมินคุณภาพของบทเรียนบนเว็บ จำนวน 3 แบบประเมิน เป็นแบบประเมินมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับซึ่งทุก แบบประเมินข้อคำถามทุกข้อมีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) 0.60 ขึ้นไป ประกอบด้วย 1) แบบประเมินคุณภาพด้านเนื้อหา จำนวน 25 ข้อ มีความเชื่อมั่น 0.73 2) แบบประเมินคุณภาพด้านการออกแบบ จำนวน 16 ข้อ มีความเชื่อมั่น 0.82 และ

3) แบบประเมินคุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่อ จำนวน 28 ข้อ มีค่าความเชื่อมั่น 0.64 ผ่านการประเมินคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง ความเหมาะสมด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ในการประเมินบทเรียนโดยใช้แบบประเมินคุณภาพบทเรียน

3.แบบประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนด้วยบทเรียนบนเว็บ โดยการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน เรื่องกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เพื่อวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์แบบทดสอบการวัดความสามารถเป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ มีค่าดัชนีความสอดคล้อง 0.60 ขึ้นไปทุกข้อ และมีค่าความเชื่อมั่น 0.83

4.แบบสอบถามความพึงพอใจ เป็นแบบประเมินมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ซึ่งข้อคำถามทุกข้อมีค่าดัชนีความสอดคล้อง 0.60 ขึ้นไป มีจำนวน 16 ข้อ มีค่าความเชื่อมั่น 0.88 สร้างแบบประเมินความพึงพอใจ จำนวน 20 ข้อ โดยข้อคำถามแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) กำหนดค่าคะแนนเป็น 5 ระดับ และกำหนดเกณฑ์มาทำข้อมูลในการประเมิน ดังนี้ 5 หมายถึง พึงพอใจมากที่สุด 4 หมายถึง พึงพอใจมาก 3 หมายถึง พึงพอใจปานกลาง 2 หมายถึง ความพึงพอใจน้อย และ 1 หมายถึง พึงพอใจน้อยที่สุด

ขั้นตอนการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นงานวิจัยเชิงทดลอง (Experimental research) โดยใช้แบบแผนการทดลองแบบสองกลุ่ม วัดผลก่อนและหลังการทดลอง (Pretest-posttest control group design) โดยดำเนินการวิจัย ดังนี้

1. การศึกษาเนื้อหา วิเคราะห์หลักสูตรในรายวิชาการกระบวนการคิดเชิงวิศวกรรม จากแผนการสอนหรือแผนการจัดการเรียนรู้ เอกสาร ตำราต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง รวมถึงวัตถุประสงค์ของการเรียนการสอน จากนั้นวิเคราะห์การสอนโดยการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับบทเรียนบนเว็บ

2. การพัฒนาบทเรียนบนเว็บ โดยการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน ใช้กระบวนการพัฒนาอย่างเป็นระบบแบบ ADDIE model (Thienthong 2011, pp. 97-100) โดยมีขั้นตอนการพัฒนา ดังนี้

2.1 การวิเคราะห์ (Analysis) วิเคราะห์เนื้อหาการจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตร มุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้และมีทักษะการคิดเชิงคำนวณ การคิดวิเคราะห์ แก้ปัญหาเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ โดยการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน

2.2 การออกแบบ (Design) การออกแบบรูปแบบของบทเรียนบนเว็บ ประกอบด้วย การกำหนดเนื้อหา วัตถุประสงค์การเรียนรู้ แผนการเรียนรู้ (Flow chart) ผังบทเรียน (Storyboard) โดยสร้างการนำเสนอเนื้อหา กิจกรรมการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล แบบประเมินคุณภาพของบทเรียนบนเว็บด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อ โดยนำข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์มาร่างรูปแบบบทเรียนบนเว็บ ในรายวิชาการกระบวนการคิดเชิงวิศวกรรม เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญด้านการพัฒนาบทเรียนบนเว็บ จำนวน 5 ท่าน พิจารณาความเหมาะสมของบทเรียนบนเว็บ เพื่อหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างบทเรียนกับวัตถุประสงค์ของบทเรียน วิเคราะห์ความสอดคล้องด้วยค่า IOC กับเกณฑ์การยอมรับที่กำหนดไว้ที่ 0.5 เป็นต้นไป

2.3 การพัฒนา (Development) สร้างเนื้อหาบทเรียนบนเว็บตามการวิเคราะห์และออกแบบไว้ ไม่ว่าจะเป็นภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว เสียงดนตรี เสียงบรรยาย โทนี และการมีปฏิสัมพันธ์ จัดทำลำดับเนื้อหาให้เป็นไปตามกรอบเนื้อหา เพื่อให้ง่ายต่อการเรียนรู้ รวมถึงเนื้อหาต้องมีความถูกต้องชัดเจน จากนั้นทดสอบการใช้งาน โดยทดสอบกับนักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชาผ่านมาแล้ว และมีความรู้พื้นฐาน จำนวน 10 คน เพื่อนำผลไปปรับปรุงบทเรียนบนเว็บ โดยการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน เรื่องกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ให้ดียิ่งขึ้นต่อไป

2.4 การนำไปใช้ (Implementation) ดำเนินการนำบทเรียนบนเว็บ โดยการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน เรื่องกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ทดลองตามแบบแผนของการวิจัย แบบสองกลุ่ม วัดผลก่อนเรียนและหลังการทดลอง โดยดำเนินการทดลองให้ครบ 3 หน่วยการเรียนรู้ ทดลอง 3 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 4 ชั่วโมง มีขั้นตอนประกอบด้วย 1) กำหนดให้กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมเรียนตามวันเวลาที่กำหนด 2) นำบทเรียนบนเว็บ โดยการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน เรื่องกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม มาทดลองใช้กับกลุ่มทดลอง และดำเนินการสอนด้วยวิธีแบบปกติกับกลุ่มควบคุม 3) ดำเนินการทดสอบความรู้ของนักศึกษา ก่อนและหลังการเรียนรู้ด้วยบทเรียนบนเว็บ โดยการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน เรื่องกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมที่สร้างขึ้น ไปวิเคราะห์หาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยทดสอบสถิติค่าที (t-test) 4) หลังการทดลองใช้บทเรียนบนเว็บนำผลที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูล และ 5) ให้นักศึกษาตอบแบบสอบถามเพื่อวัดระดับความพึงพอใจที่มีต่อบทเรียนบนเว็บ โดยการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน เรื่องกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

2.5 การประเมินผล (Evaluation) ประเมินคุณภาพของบทเรียนบนเว็บ โดยใช้การเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน เรื่องกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ดำเนินการโดยใช้ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของรูปแบบบทเรียนบนเว็บและเนื้อหาบทเรียนโดยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา และเทคนิคการผลิตสื่อ จำนวน 5 ท่าน การหาประสิทธิภาพของบทเรียนบนเว็บ จากคะแนนผลสัมฤทธิ์ของกลุ่มทดลองจำนวน 15 คน ที่เรียนด้วยบทเรียนบนเว็บ โดยกำหนดเกณฑ์ E1/E2 เท่ากับ 80/80

4. ผลการวิจัย

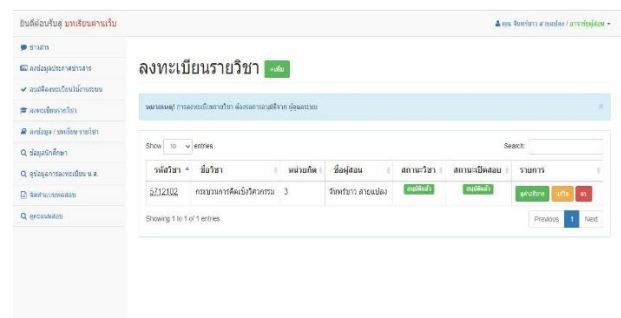
จากการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.1 ผลการพัฒนาบทเรียนบนเว็บ โดยใช้การเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน เรื่องกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม สำหรับนักศึกษาหลักสูตรเทคโนโลยีบัณฑิต

ผู้วิจัยได้ออกแบบและพัฒนาบทเรียนบนเว็บ โดยใช้การเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน เรื่อง กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ตามขั้นตอนการวิจัย โดยนำข้อมูลจากการศึกษา มาวิเคราะห์และพัฒนาบทเรียนบนเว็บ ประกอบด้วยเนื้อหา 3 บทเรียน ได้แก่ 1) วิเคราะห์ขั้นตอนการทำงานตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม 2) การออกแบบวิธีการแก้ปัญหา และ 3) การวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา สร้างโดยพิจารณาจากวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยมีส่วนประกอบของบทเรียนบนเว็บ ดังนี้ 1) ส่วนการใช้งานบทเรียนบนเว็บ 2) ส่วนเนื้อหาสาระการเรียนรู้ 3) ส่วนแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน และ 4) ส่วนของผู้ใช้งานระบบ ดังรูปที่ 2-7



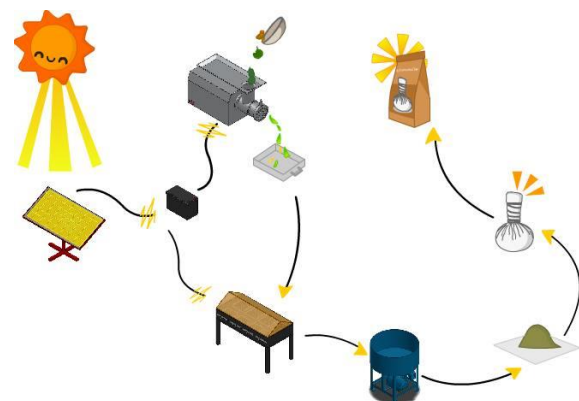
รูปที่ 2 หน้าแรกของบทเรียนบนเว็บ



รูปที่ 3 หน้าลงทะเบียนรายวิชา



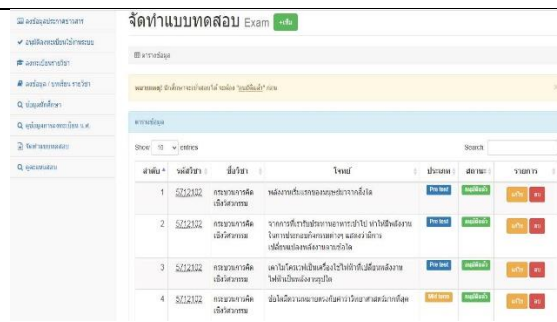
รูปที่ 4 ตัวอย่างหน้าเนื้อหาบทเรียนแต่ละหน่วยเรียน



รูปที่ 5 ตัวอย่างหน้าวิดีโอกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม



รูปที่ 6 ตัวอย่างหน้าเนื้อหาบทเรียนรายวิชา



รูปที่ 7 ตัวอย่างหน้าแบบทดสอบ

ผลการประเมินคุณภาพบทเรียนบนเว็บ โดยใช้การเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน เรื่องกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม จากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คนได้ประเมินคุณภาพสื่อ ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานและระดับคุณภาพของบทเรียนบนเว็บ ด้วยวิธีการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน จำแนกตามภาพรวม และรายด้าน

รายการประเมิน	$\bar{x}$	SD	ระดับคุณภาพ
1. ด้านเนื้อหา	4.66	0.35	มากที่สุด
2. ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ	4.67	0.44	มากที่สุด
รวม	4.67	0.41	มากที่สุด

จากตารางที่ 1 พบว่า ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อบทเรียนบนเว็บ พบว่า ด้านเนื้อหาที่มีคุณภาพอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.66 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.35 โดยข้อคำถามทั้ง 10 ข้อ มีค่าเฉลี่ยระหว่าง 4.20-5.00 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานระหว่าง 0-0.55 และด้านเทคนิคการผลิตสื่อ มีคุณภาพอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.67 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.44 โดยรวมมีคุณภาพอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.67 เมื่อพิจารณาแต่ละด้าน โดยข้อคำถามทั้ง 20 ข้อ มีค่าเฉลี่ยระหว่าง 4.20-5.00 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.55

4.2 ผลการหาประสิทธิภาพของบทเรียนบนเว็บที่พัฒนาขึ้น

ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนบนเว็บ โดยใช้การเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน เรื่องกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม สำหรับนักศึกษาชั้นปีที่ 1 หลักสูตรเทคโนโลยีบัณฑิต แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการหาประสิทธิภาพของบทเรียนบนเว็บ โดยใช้การเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน เรื่องกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

รายการ	คะแนนเต็ม	คะแนนรวม	ค่าเฉลี่ยรวม	ประสิทธิภาพ
แบบฝึกหัด	30	375	25.00	83.33
แบบทดสอบ	30	387	25.80	86.00

จากตารางที่ 2 การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนบนเว็บมีค่าเท่ากับ 83.33/86.00 ซึ่งพบว่าร้อยละของค่าเฉลี่ยของคะแนนแบบทดสอบท้ายบทเรียน (E1) มีค่าเท่ากับ 83.33 และร้อยละของค่าเฉลี่ยของคะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ (E2) มีค่าเท่ากับ 86.00 แสดงว่าประสิทธิภาพของบทเรียน (E1/E2) อยู่ในเกณฑ์ที่ตั้งไว้คือ 80/80

4.3 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

จากการให้กลุ่มทดลองที่เรียนกับบทเรียนบนเว็บ โดยใช้การเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน เรื่องกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ซึ่งสามารถสรุปข้อมูลแสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มทดลองที่เรียนโดยบทเรียนบนเว็บและกลุ่มควบคุมที่เรียนโดยวิธีปกติ

กลุ่ม	N	$\bar{x}$	SD	t	Sig
กลุ่มทดลอง	15	25.87	1.64	6.617	.000*
กลุ่มควบคุม	15	21.13	2.23		

*p ≤ 0.05 t = 1.7613

จากตารางที่ 3 พบว่า กลุ่มผู้เรียนที่เรียนด้วยบทเรียนบนเว็บ โดยใช้การเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานที่พัฒนาขึ้น จำนวน 15 คน มีค่าเฉลี่ยคะแนนเท่ากับ 25.87 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่า 1.64 และกลุ่มที่เรียนโดยวิธีปกติ จำนวน 15 คน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนค่าเฉลี่ยคะแนนเท่ากับ 21.13 มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.23 จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน เมื่อทำการทดสอบค่า t มีค่าเท่ากับ 6.617 พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของกลุ่มที่เรียนโดยบทเรียนบนเว็บสูงกว่า กลุ่มที่เรียนโดยวิธีปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

4.4 ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อบทเรียนบนเว็บที่พัฒนาขึ้น

จากการให้นักศึกษาที่เรียนโดยใช้บทเรียนบนเว็บ โดยใช้การเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน เรื่อง กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม แล้วสอบถามความพึงพอใจต่อบทเรียนบนเว็บ สามารถสรุปข้อมูลแสดงดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักศึกษาที่เรียนด้วยบทเรียนบนเว็บ โดยใช้การเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน

รายการ	$\bar{X}$	SD	ระดับความพึงพอใจ
1.ด้านการผลิตสื่อบทเรียนบนเว็บ	4.61	0.50	มากที่สุด
2.ด้านเนื้อหาบทเรียนบนเว็บ	4.49	0.51	มาก
3.ด้านการประเมินผลการเรียน	4.68	0.47	มากที่สุด
รวม	4.60	0.49	มากที่สุด

จากตารางที่ 4 พบว่า ความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อบทเรียนบนเว็บ ในภาพรวมอยู่ระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.60 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.49 เมื่อพิจารณาลำดับค่าเฉลี่ยรายด้านตามลำดับค่าเฉลี่ย พบว่า นักศึกษามีความพึงพอใจมากที่สุดในด้านการประเมินผลการเรียนอยู่ระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.68 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.47 และด้านการผลิตสื่อบทเรียนบนเว็บ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.61 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.50 และนักศึกษามีความพึงพอใจมากในด้านเนื้อหาบทเรียนบนเว็บ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.49 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.51 ตามลำดับ

5. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

การพัฒนาบทเรียนบนเว็บ โดยใช้การเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน เรื่องกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ประกอบด้วยเนื้อหา 3 บทเรียน ได้แก่ 1) วิเคราะห์ขั้นตอนการทำงานตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม 2) การออกแบบวิธีการแก้ปัญหา และ 3) การวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา โดยนำบทเรียนบนเว็บมาทดลองใช้กับนักศึกษาในรายวิชาการออกแบบเชิงวิศวกรรม พบว่านักศึกษากลุ่มทดลองที่เรียนด้วยวิธีการสอนโดยใช้บทเรียนบนเว็บมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่า นักศึกษากลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 และนักศึกษามีความพึงพอใจต่อบทเรียนบนเว็บโดยใช้การเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน ภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด

จากผลการวิจัยครั้งนี้จะเห็นได้ว่า บทเรียนบนเว็บที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ทั้งด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ทั้งนี้เนื่องจากผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนการออกแบบเนื้อหาให้มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของรายวิชา รวมถึงการจัดลำดับเนื้อหาให้เหมาะสม และน่าสนใจ ให้เนื้อหาทันสมัยและมีความสอดคล้องเชื่อมโยงกันผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ จึงทำให้บทเรียนบนเว็บที่พัฒนาขึ้น พบว่าด้านเนื้อหาคุณภาพมากที่สุด ($\bar{X} = 4.66$, $SD = 0.35$) ด้านเทคนิคการผลิตสื่อมีคุณภาพมากที่สุด ($\bar{X} = 4.67$, $SD = 0.44$) ในภาพรวมมีคุณภาพอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.67$, $SD = 0.41$) ทั้งสองด้าน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Phetkham and Sovajassatakul (2022, p. 100) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาสื่อมัลติมีเดีย ด้วยวิธีการเรียนรู้ด้วยตนเอง สำหรับนักเรียนระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 2 ผลการวิจัยพบว่าด้านเนื้อหาคุณภาพดีมาก ($\bar{X} = 4.89$, $SD = 0.31$) ด้านเทคนิคการผลิตสื่อมีคุณภาพดีมาก ($\bar{X} = 4.60$, $SD = 0.49$) ในภาพรวมมีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X} = 4.76$, $SD = 0.43$) เนื่องจากการออกแบบเนื้อหาให้มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ มีความเหมาะสม ความน่าสนใจ ความทันสมัยของเนื้อหา และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Rakkathok and Sovajassatakul (2020, pp. 83) ได้พัฒนาบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยใช้การเรียนรู้แบบสืบเสาะมีคุณภาพด้านเนื้อหาและคุณภาพด้านเทคนิคผลิตสื่อโดยภาพรวมอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X} = 4.59$, $SD = 0.50$) โดยคุณภาพด้านเนื้อหาอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X} = 4.74$, $SD = 0.44$) และคุณภาพด้านเทคนิคผลิตสื่ออยู่ในระดับดี ($\bar{X} = 4.42$, $SD = 0.49$) บทเรียนที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพของบทเรียนบนเว็บโดยใช้การเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน เรื่องกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม มีค่าเท่ากับ 83.33/86.00 ซึ่งพบว่าร้อยละของค่าเฉลี่ยของคะแนนแบบทดสอบท้ายบทเรียน (E1) มีค่าเท่ากับ 83.33 และร้อยละของค่าเฉลี่ยของคะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ (E2) มีค่าเท่ากับ 86.00 อยู่ในเกณฑ์ที่ตั้งไว้คือ 80/80 ทั้งนี้เนื่องจากบทเรียนบนเว็บ ได้ออกแบบให้มีเนื้อหาสอดคล้องกับ

วัตถุประสงค์ รวมถึงรูปแบบของบทเรียนบนเว็บให้ใช้งานสะดวก ง่ายต่อการทำความเข้าใจ โดยมีข้อความ รูปภาพ เสียง และวีดิทัศน์ที่กระตุ้นให้ผู้เรียนสนใจ โดยใช้วิธีการพัฒนาบทเรียนบนเว็บตามขั้นตอน ADDIE model ใช้ในการวิเคราะห์ การออกแบบ การพัฒนา ทดลองใช้ และการประเมินผล (Thienthong 2011, p. 99) ผ่านการประเมินคุณภาพบทเรียนบนเว็บ โดยใช้วิธีการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน จากผู้เชี่ยวชาญที่ให้ข้อเสนอแนะมาสร้างบทเรียนบนเว็บ ให้สอดคล้องกับวิธีการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน กิจกรรมส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการคิดและการออกแบบโครงงานตามที่น่าสนใจ ทำให้ผู้เรียนเกิดแนวคิดใหม่ และมีความง่ายต่อการทำความเข้าใจกับบทเรียนบนเว็บ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Pitiwong et al. (2021, p. 27) ที่ได้ทดสอบบทเรียน อีเลิร์นนิ่ง เรื่องการเขียนโปรแกรมแบบมีทางเลือก จากการทดสอบ ประสิทธิภาพภาคสนาม มีประสิทธิภาพเท่ากับ 79.13/78.89 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 80/80 ที่ได้กำหนดไว้ ที่ได้พัฒนาศักยภาพในการพัฒนาบทเรียนอีเลิร์นนิ่ง ภายใต้กรอบแนวคิด ADDIE ซึ่งทำให้ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มผู้เรียนที่เรียนด้วยบทเรียนบนเว็บ โดยใช้การเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานที่พัฒนาขึ้น จำนวน 15 คน มีค่าเฉลี่ยคะแนนเท่ากับ 25.87 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่า 1.64 และกลุ่มที่เรียนโดยวิธีปกติ จำนวน 15 คน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนค่าเฉลี่ยคะแนนเท่ากับ 21.13 มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.23 จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน เมื่อทำการทดสอบค่า t มีค่าเท่ากับ 6.617 พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของกลุ่มที่เรียนโดยบทเรียนบนเว็บ สูงกว่า กลุ่มที่เรียนโดยวิธีปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 เนื่องจาก กระบวนการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานที่ผู้วิจัยนำมาใช้ประยุกต์ในการออกแบบโครงงาน จึงส่งผลให้นักศึกษา มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ที่ถูกต้อง สอดคล้องกับ Rakkrathok and Sovajassatakul (2020, p. 88) ได้พัฒนาบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยใช้การเรียนรู้แบบสืบเสาะ เรื่อง การจัดการสารสนเทศ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยใช้บทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยใช้การเรียนรู้แบบสืบเสาะ สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 และสอดคล้องกับ Lapkhuntod et al. (2021, p. 8) ที่ศึกษาจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง การเชื่อมอะลูมิเนียม สำหรับนักศึกษาครุศาสตร์อุตสาหกรรม พบว่านักศึกษา (กลุ่มที่ 2) ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ร่วมกับบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง การเชื่อมอะลูมิเนียม มีค่าเฉลี่ยคะแนน 25.25 (SD = 2.48) และนักศึกษาที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ (กลุ่มที่ 3) มีค่าเฉลี่ยคะแนน 20.95 (SD = 1.98) ผลการวิเคราะห์ทางสถิติแสดงได้ว่าค่า Sig. มีค่าเท่ากับ 0.000 ซึ่งน้อยกว่า 0.05 จึงสามารถสรุปได้ว่า ค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนตามแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ร่วมกับบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต กับนักศึกษาที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติแตกต่างกันอย่าง มีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 และบทเรียนที่พัฒนาขึ้นนักศึกษามีความพึงพอใจต่อบทเรียนบนเว็บ โดยใช้การเรียนรู้แบบโครงงานเป็นพื้นฐาน เรื่องกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ในภาพรวมอยู่ระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.60 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.49 เมื่อพิจารณาลำดับค่าเฉลี่ยรายด้านตามลำดับค่าเฉลี่ย พบว่านักศึกษามีความพึงพอใจมากที่สุดในด้านการประเมินผลการเรียนอยู่ระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.68 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.47 และด้านการผลิตสื่อบทเรียนบนเว็บ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.61 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.50 และนักศึกษามีความพึงพอใจมากในด้านเนื้อหาบทเรียนบนเว็บ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.49 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.51 เนื่องจากการเรียนด้วยบทเรียนบนเว็บ โดยใช้การเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานทำให้นักศึกษามีกระบวนการคิดแก้ปัญหาและลงมือปฏิบัติอย่างเป็นระบบ จึงส่งผลให้นักศึกษาเกิดการเรียนรู้ควบคู่ไปกับการทำงานเป็นทีม สอดคล้องกับ Chantahansa et al. (2021, p. 40) ที่พัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเกษตร โดยจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา ร่วมกับโครงงานเป็นฐาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนวิชาเกษตรอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.63, SD = 0.61) จากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสะท้อนถึงการบูรณาการสะเต็มศึกษาร่วมกับโครงงานเป็นฐานเป็นการวิเคราะห์ สังเคราะห์ และประเมินแนวทางการแก้ไขปัญหาที่มีประสิทธิภาพสูงขึ้น ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/7 ที่มีต่อการเรียนวิชาเกษตรพบว่าในภาพรวมนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนวิชาเกษตรในระดับมากที่สุด โดยมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ ($\bar{X}$ = 4.63, SD = 0.61) และสอดคล้องกับ Nuntasri and Sinthanakul (2019, p. 78) ซึ่งศึกษาพัฒนารูปแบบบทเรียนอีเลิร์นนิ่งแบบผสมผสานตามฐานสมรรถนะด้วยกระบวนการเรียน MIAP สำหรับนักศึกษาปริญญาตรีสาขาคอมพิวเตอร์ศึกษา ผลการหาความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อบทเรียนอีเลิร์นนิ่งที่พัฒนาขึ้น โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.52, SD = 0.65)

6. ข้อเสนอแนะ

การพัฒนาบทเรียนบนเว็บ โดยใช้การเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน เรื่องกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม สำหรับผู้ที่สนใจนำผลการวิจัยไปใช้พัฒนาการจัดการเรียนการสอน และการพัฒนาบทเรียนบนเว็บนั้น ควรเพิ่มกิจกรรมที่กระตุ้นการเรียนการสอนให้ผู้เรียนประยุกต์ใช้ความรู้และทักษะทางด้านการจัดทำโครงงานที่ผู้เรียนได้กำหนดด้วยตนเอง รวมถึงมีการวิเคราะห์และออกแบบโครงงานอย่างเป็นระบบ เพื่อให้ผู้เรียนได้มีกระบวนการคิดในการจัดทำโครงงานได้ตรงกับวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ และผู้สอนควรศึกษาระดับความสามารถของผู้เรียนในการใช้งานและอุปกรณ์ที่ใช้ เพื่อลดปัญหาในการเข้าถึงบทเรียน สำหรับการพัฒนาบทเรียนบนเว็บครั้งต่อไป แนะนำให้ใช้การนำเสนอโดยไฟล์วิดีโอในหัวข้ออื่น ๆ ร่วมด้วย เพื่อให้มีความน่าสนใจและสามารถย้อนกลับมาดูได้ตลอดเวลา ส่งผลให้ผู้เรียนได้ศึกษาทบทวนการเรียนรู้ได้อย่างต่อเนื่อง และควรจัดกิจกรรมที่หลากหลายส่งเสริมทักษะกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมของผู้เรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเองและต่อยอดในการนำไปประยุกต์ใช้และบริการชุมชนอย่างมีประสิทธิภาพ และควรพัฒนาบทเรียนบนเว็บในรายวิชาอื่น ๆ เพื่อให้มีสื่อการเรียนบนเว็บที่หลากหลาย

กิตติกรรมประกาศ

การทำวิจัยครั้งนี้สำเร็จลงไปด้วยดี เนื่องจากได้รับความร่วมมือจากนักศึกษาปีที่ 1 หลักสูตรเทคโนโลยีบัณฑิตมหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง และได้รับใบรับรองหลักสูตรจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ จากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง ตามแนวปฏิบัติของสำนักมาตรฐานจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

เอกสารอ้างอิง

- Boosamsai, S., Oungthong, M., & Mangkhalakun, C. (2020). Develop of computer-assisted instruction on charging and calculating shear force and bending moment diagrams for students in faculty of technical in King Mongkut's University of Technology North Bangkok. *Journal of Industrial Education*, 19(1), 75-85. (in Thai)
- Chantahansa, P., Junlek, P., & Pounsuk, P. (2020). Develop agricultural learning achievement by integrating STEM education and project-based learning for high school students. *Journal of Industrial Education*, 19(3), 32-41. (in Thai)
- Dureh, N. (2021). The Project-Based Learning and Growth Score for Statistical Modeling Subject. *Journal of Education Khon Kaen University*, 44(1), 66-76. (in Thai)
- Keeratirattana, T. (2008). E-learning. *Journal of Information*, 9(1), 71-79. (in Thai)
- Khlaisang, J. (2012). *E-Learning courseware: Concepts into practice for teaching and learning at all levels*. Chulalongkorn University Press. (in Thai)
- Laohajaratsaeng, T. (2002). *Design E-learning*. Arun Printing House. (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)
- Malithong, K. (2005). *Technology and communication for education*. Arun Printing House. (in Thai)
- Nuntasri, W., & Sinthanakul, K. (2019). The development of a blended E- learning model om competency-based using MIAP method in process for undergraduate students in Computer Education Program. *Journal of Industrial Education*, 18(3), 71-79. (in Thai)
- Panich, V. (2012). *Way to create learning for disciples in the 21st century*. Sodsri-Saritwong Foundation. (in Thai)

- Phetkham, S., & Sovajassatakul, T. (2022). A development multimedia courseware using the self-directed learning on computer assembly for student at the second years Vocational Certificate level. *Journal of Industrial Education*, 21(3), 99-108. (in Thai)
- Pitiwong, A., Tuntiwongwanich, S., & Kiddee, K. (2020). The development of programming skills with problem based learning method together with E-learning using courseware on selection structure programming for grade 7 students. *Journal of Industrial Education*, 19(2), 20-30. (in Thai)
- Rakkrathok, P., & Sovajassatakul, T. (2020). The develop web-based instruction using inquiry-based learning on information management for grade 7 students. *Journal of Industrial Education*, 19(3), 82-90. (in Thai)
- Saenboonsong, S. (2022). The development of game mobile application to enhance computational thinking skill for primary students under office of Phra Nakhon Si Ayutthaya education service area. *Journal of Industrial Education*, 21(1), 56-66. (in Thai)
- Suttirat, C. (2018). *80 Learning management innovations that focus on learners*. (8th ed.). P Balance Design and Printing. (in Thai)
- Thienthong, M. (2011). *Courseware design and development for CAI*. King Mongkut's University of Technology North Bangkok. (in Thai)
- Wongjinda, W., & Pibool, S. (2019). The development of online learning with QR code on learning management for diploma students in teaching profession at Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi, *Journal of Industrial Education*. 18(3), 53-60. (in Thai)

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิที่พิจารณาบทความในวารสารเศรษฐศาสตร์อุตสาหกรรม

รศ.ดร.กาญจนา บุญศักดิ์	ผศ.ดร.ทรงธรรม ดีวานิชสกุล	ดร.เลอลักษณ์ โอทยานนท์
รศ.ดร.กิตติศักดิ์ อริยะเครือ	ผศ.ดร.ทศพร แสงสว่าง	ดร.สมใจ กลิ่นงาม
รศ.ดร.เกรียงศักดิ์ เขียวมั่ง	ผศ.ดร.พิชญ์สินี มะโน	ดร.อภิชาติ อนุกุลเวช
รศ.ดร.ทงศักดิ์ โสวัจสตากุล	ผศ.ดร.มารุต พัฒนา	
รศ.ดร.ปณิดา วรรณพิรุณ	ผศ.ดร.สมชาย หมั่นสายญาติ	
รศ.ดร.ปิยะ ศุภวาราสวัฒน์	ผศ.ดร.สัมพันธ์ จันทร์ดี	
รศ.ดร.พินันทา ฉัตรวัฒนา	ผศ.ดร.สีหนาท ประสงค์สุข	
รศ.ดร.ไพบุลย์ เกียรติโกมล	ผศ.ดร.สุดาร์ตน์ ถนนแก้ว	
รศ.ดร.ภัทรวรรณ จีรพัฒน์ธนธร	ผศ.ดร.สุติเทพ ศิริพิพัฒน์กุล	
รศ.ดร.รัฐไท พรเจริญ	ผศ.ชลดา ปานสง	
รศ.ดร.วิสุทธิ สุนทรกนกพงศ์		
รศ.ดร.ศุภวัฒน์ ลาวัณย์วิสุทธิ		

คำแนะนำในการเตรียมบทความเพื่อลงตีพิมพ์ในวารสาร

คำแนะนำในการเตรียมบทความเพื่อลงตีพิมพ์ในวารสารเศรษฐศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

1. การผลิตวารสารเศรษฐศาสตร์อุตสาหกรรม
1.1 กำหนดการจัดพิมพ์ (ตามปีปฏิทิน) ออกเผยแพร่จำนวน 1 ฉบับต่อปี โดยมีกำหนดการจัดพิมพ์ดังนี้ - ฉบับที่ 1 ประจำเดือน มกราคม - เมษายน - ฉบับที่ 2 ประจำเดือน พฤษภาคม - สิงหาคม - ฉบับที่ 3 ประจำเดือน กันยายน - ธันวาคม
1.2 ขอบเขต กำหนดการรับและพิจารณาบทความ : รับพิจารณาบทความอย่างต่อเนื่อง รับตีพิมพ์บทความทางด้านเศรษฐศาสตร์อุตสาหกรรม และ ด้านการศึกษาและเทคโนโลยี
1.3 ประเภทผลงานและการรับพิจารณาบทความ - บทความวิจัย (Research article) ประกอบด้วย บทคัดย่อ บทนำ งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง วิธีดำเนินการวิจัย ผลการวิจัย สรุป และอภิปรายผลการวิจัย ข้อเสนอแนะ (ถ้ามี) กิตติกรรมประกาศ (ถ้ามี) และเอกสารอ้างอิง - บทความวิชาการ (Academic article) ประกอบด้วย บทคัดย่อ บทนำ เนื้อหาควรกล่าวถึงประเด็นที่ต้องการนำเสนออย่างชัดเจน ทั้งยังต้องจัดเรียงลำดับเนื้อหาได้อย่างเหมาะสม บทสรุป ข้อเสนอแนะ (ถ้ามี) กิตติกรรมประกาศ (ถ้ามี) และเอกสารอ้างอิง - บทความปริทัศน์ (Review Article) เน้นการศึกษารวบรวมค้นคว้า วิเคราะห์ สังเคราะห์องค์ความรู้ที่ทันสมัย ทั้งในเชิงกว้างและเชิงลึก เพื่อให้สามารถนำไปใช้ศึกษาและพัฒนาได้ต่อไป โดยเนื้อหาต้องจัดเรียงในประเด็นที่ชัดเจนและเหมาะสม อาจแยกประเด็นเป็นข้อ ๆ ประกอบด้วย บทคัดย่อ บทนำ และเนื้อหาควรกล่าวถึงประเด็นที่ต้องการนำเสนออย่างชัดเจนและเอกสารอ้างอิง - บทความวิจารณ์หนังสือ (Book review) ประกอบด้วยชื่อหนังสือที่ต้องการนำมาวิจารณ์ ภาพปกหนังสือ เนื้อหาเน้นวิพากษ์วิจารณ์ เนื้อหาสาระสำคัญ คุณค่า รวมไปถึงรายละเอียดของหนังสือ จนทำให้ผู้อ่านบทความทราบถึงรายละเอียดที่น่าสนใจ ประโยชน์ หรือสาระสำคัญของหนังสือ และเอกสารอ้างอิง ** บทความต้องไม่เคยตีพิมพ์เผยแพร่ที่ไหนมาก่อน และ/หรือไม่อยู่ในระหว่างพิจารณาตีพิมพ์ในวารสารใด ๆ **
1.4 บุคคลที่ส่งบทความ ผู้สนใจทั่วไป
1.5 วัตถุประสงค์ - เพื่อตีพิมพ์เผยแพร่งานวิจัยทางด้านเศรษฐศาสตร์อุตสาหกรรม และ ด้านการศึกษาและเทคโนโลยี แก่ผู้สนใจทั่วไป - เพื่อเป็นสื่อกลางนำเสนอข้อมูลงานวิจัยที่เป็นประโยชน์และมีคุณค่าที่เกี่ยวข้องกับด้านเศรษฐศาสตร์อุตสาหกรรม และ ด้านการศึกษาและเทคโนโลยี - เพื่อแลกเปลี่ยนแนวความคิด/ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับวิชาการและการวิจัยทางด้านเศรษฐศาสตร์อุตสาหกรรม และ ด้านการศึกษาและเทคโนโลยี
1.6 การเผยแพร่ - เผยแพร่ผลงานในรูปแบบอิเล็กทรอนิกส์ (แบบรูปเล่มเฉพาะเพื่อการประชาสัมพันธ์) แก่ผู้สนใจทั่วไป - เผยแพร่ในฐานข้อมูล TCI เว็บไซต์ https://www.tci-thaijo.org/index.php/JIE/index

คำแนะนำในการเตรียมบทความเพื่อลงตีพิมพ์ในวารสาร

2. หัวข้อหลักบทความวิจัย	
ส่วนที่ 1 ประกอบด้วย	
1. ชื่อบทความ ภาษาไทยและภาษาอังกฤษ สั้นกะทัดรัดให้แสดงชี้ถึงเป้าหมายหลักของการวิจัย	
2. ชื่อผู้เขียนบทความ ภาษาไทยและภาษาอังกฤษ ชื่อผู้เขียนหลักและผู้เขียนร่วม ระบุชื่อและนามสกุลโดยไม่ต้องมีคำนำหน้านาม ทำตัวเลขไว้หลังชื่อ กรณีอยู่คนละสังกัดหน่วยงาน (เขียนข้อมูลอีเมลของผู้รับผิดชอบบทความหลัก และหน่วยงานในช่องว่างหน้าแรก)	
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 แต่ละคำคั่นด้วยเครื่องหมาย , เว้นวรรค 2 เคาะ	
ส่วนที่ 2 เนื้อหาประกอบด้วย	
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 ที่ผ่านมามาจนถึงปัจจุบัน และใช้ในการอ้างอิงในการวิจัยครั้งนี้ วรรคที่ 2 ข้อมูลงานวิจัย สมมุติฐานการวิจัย ที่นำมาใช้หรือพัฒนาในการวิจัยครั้งนี้	
3. วิธีดำเนินการวิจัย แนวความคิดในการวิจัย ขอบเขตการวิจัย ขั้นตอนการวิจัย ควรสั้นตรงประเด็นเนื้อหา ประกอบไปด้วยรูปที่เกี่ยวข้อง	
4. ผลการวิจัย แสดงผลการวิจัยที่พบอย่างชัดเจนสมบูรณ์ แสดงผลเป็นตาราง และมีข้อมูลรายละเอียดครบถ้วน	
5. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย ทำเป็นสองย่อหน้าเท่านั้น ย่อหน้าที่ 1 คือสรุป ย่อหน้าที่ 2 อภิปรายผล สรุปและอธิบายผลการวิจัยที่เกิดขึ้นตามข้อสังเกตและหรือการเปรียบเทียบและอ้างอิงจากงานวิจัยอื่น ๆ ไม่ต้องมีหัวข้อย่อย หรือเขียนเป็นข้อ ๆ	
6. ข้อเสนอแนะ (ถ้ามี) เสนอแนะที่เกี่ยวข้องกับผลการวิจัย ควรสั้นตรงประเด็น เขียนเป็นหนึ่งย่อหน้าเท่านั้น และไม่ต้องมีหัวข้อย่อยหรือเขียนเป็นข้อ ๆ	
กิตติกรรมประกาศ (ถ้ามี) ไม่ต้องใส่หมายเลขกำกับหน้าหัวข้อ ใช้ตัวอักษรขนาดเดียวกัน	

คำแนะนำในการเตรียมบทความเพื่อลงตีพิมพ์ในวารสาร

ส่วนที่ 3 อ้างอิงประกอบด้วย

เอกสารอ้างอิง

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

3. รูปแบบการพิมพ์

1. รูปแบบการพิมพ์

การตั้งค่านำกระดาษ จำนวนหน้าทั้งหมด 6-15 หน้า (ไม่เกิน 15 หน้า)

- รูปแบบตัวอักษร แบบตัวอักษรใช้ Th SarabunPSK เท่านั้น
- ระยะขอบ ด้านบน (Top) และด้านล่าง (Bottom) 1 นิ้ว
- ด้านซ้าย (Left) และด้านขวา (Right) 1 นิ้ว
- หัวกระดาษและท้ายกระดาษ 1 นิ้ว
- ระยะห่างระหว่างบรรทัด (Line spacing) 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 เนื้อความใช้ตัวอักษรขนาด 14 ตัวปกติ โดยเคาะ 5 ครั้ง

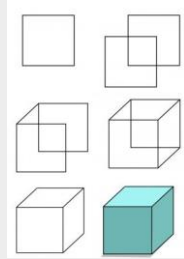
คำแนะนำในการเตรียมบทความเพื่อลงตีพิมพ์ในวารสาร

3. รูปแบบการพิมพ์ (ต่อ)

7. รูปภาพ และตาราง

ภาพประกอบต้องเป็นภาพที่มีความคมชัด ความสูงของภาพต้องไม่น้อยกว่า 6 ซม.

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

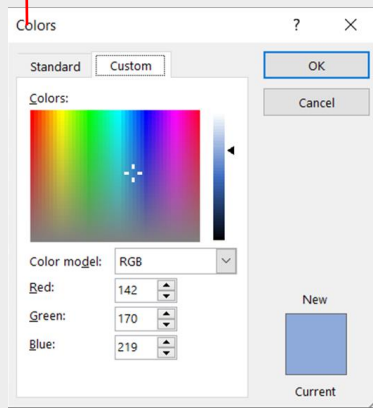
7.3 คำว่า “ตารางที่ ...” ตัวหนา ให้พิมพ์ชิดขอบกระดาษด้านซ้ายสุด โดยใช้ตัวอักษรขนาด 12 ตัวหนา

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

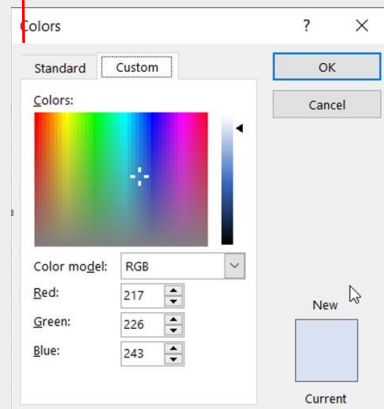
7.5 ให้สร้างตารางในตัวอย่างบทความนั้น โดยใช้รูปแบบตารางแบบเปิดซ้าย-ขวา

ตารางที่ 1 (ชื่อตาราง ขนาดตัวอักษร 12 ตัวอักษร)

หัวข้อ ขนาดตัวอักษร 12	หัวข้อ	หัวข้อ	หัวข้อ	หัวข้อ
เนื้อหา	เนื้อหา	เนื้อหา	เนื้อหา	เนื้อหา
เนื้อหา	เนื้อหา	เนื้อหา	เนื้อหา	เนื้อหา



ตัวเลขระบุสีหัวข้อตาราง บรรทัดที่ 1



ตัวเลขระบุสีในส่วนของตาราง เริ่มบรรทัดที่ 2

คำแนะนำในการเตรียมบทความเพื่อลงตีพิมพ์ในวารสาร

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 - กรณีที่มีตารางให้สร้างในต้นบทความ ห้าม Copy ไฟล์มา และตัวหนังสือจะต้องใช้รูปแบบเดียวกัน - กำหนดใช้เอ็กบาร์ที่กำหนดเท่านั้น x และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น SD
13. หลักการเขียนภาษาอังกฤษในต้นบทความ เขียนแบบ APA *(ส่วนการเขียนอ้างอิงตามคู่มือเท่านั้น)* 1. การเขียนคำทั่วไป หรือ ชื่อเฉพาะ เช่น Google Sheets, Microsoft Teams, และ PowerPoint เป็นต้น ขึ้นต้นอักษรแรกด้วยตัวพิมพ์ใหญ่ หลังจากนั้นใช้ตัวพิมพ์เล็กทั้งหมด ตัวอย่าง (Concept generation and selection) ยกเว้น คำที่มีคำย่อต่อท้าย เช่น (Computer Assisted Instruction: CAI)

4. การเตรียมต้นฉบับ /การส่งต้นฉบับบทความ เพื่อตีพิมพ์ลงวารสารเศรษฐศาสตร์
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/การส่งต้นฉบับบทความวารสารเศรษฐศาสตร์อุตสาหกรรม เอกสารที่ 1 ใบนำส่งบทความ พิมพ์และลงนามชื่อผู้เขียนร่วมให้ละเอียด ส่งในรูปแบบไฟล์ PDF 1 ไฟล์ เอกสารที่ 2 ไฟล์บทความ (ฉบับมีชื่อ และต้นสังกัด ตามแบบฟอร์ม) ส่งในรูปแบบไฟล์ WORD 1 ไฟล์ เลือกเป็น Article Text เอกสารที่ 3 ไฟล์ตารางข้อมูล ส่งในรูปแบบไฟล์ WORD
3. บทความต้องมีความชัดเจนทั้งเนื้อหาและรูปภาพประกอบบทความ

คำแนะนำในการเตรียมบทความเพื่อลงตีพิมพ์ในวารสาร

4. บทความที่ตีพิมพ์ต้องไม่เคยตีพิมพ์หรือเผยแพร่ที่ไหนมาก่อน
5. ต้นฉบับบทความที่ส่งมาให้เจ้าของบทความหรือผู้เขียนบทความตรวจสอบความถูกต้องของตัวสะกดรูปแบบการจัดพิมพ์บทความให้ถูกต้องตามที่กำหนด
6. กรอกแบบฟอร์มนำส่งบทความวารสารศาสตร์อุตสาหกรรมให้ครบถ้วนตามที่กำหนด พร้อมทั้งลงนามโดยชื่อแรกเป็นชื่อผู้เขียน ชื่อที่ 2 และ 3 4 5 6 เป็นชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา /ควบคุมวิทยานิพนธ์
7. ต้นฉบับบทความจะต้องเป็นบทความที่จัดรูปแบบได้ถูกต้องตามที่กำหนดเท่านั้น หากบทความที่ส่งมาไม่ถูกต้องตามข้อกำหนด กองบรรณาธิการจะไม่ดำเนินการใด ๆ ในขั้นตอนต่อไป
8 การจัดส่งบทความต้นฉบับทางเว็บไซต์วารสารศาสตร์อุตสาหกรรม เข้าสู่ระบบโดยพิมพ์ URL/ http://www.tci-thaijo.org/index.php/JIE (มีคู่มือวิธีใช้ทางเว็บไซต์)

ติดต่อสอบถามโดยตรงที่

นางจันทิ ทรัพย์แสนดี ผู้ช่วยบรรณาธิการวารสารศาสตร์อุตสาหกรรม
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 วารสารศาสตร์อุตสาหกรรม



JIE

JOURNAL OF INDUSTRIAL EDUCATION

— วารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม —



🌐 www.siet.kmitl.ac.th | www.tci-thaijo.org/index.php/JIE

✉ journal.ided@kmitl.ac.th ☎ 02 329 8000 ext. 3723

1 ซอยฉลองกรุง 1 แขวงลาดกระบัง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520