2021 | MAY - AUGUST
ปีที่ 20 ฉบับที่ 2 เดือนพฤษภาคม - สิงหาคม 2564
YEAR 20th
2nd EDITION
02

# JIE

## JOURNAL OF INDUSTRIAL EDUCATION

วารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม

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

# วารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม

JOURNAL OF INDUSTRIAL EDUCATION

ISSN 1685 - 3954 ปีที่ 20 ฉบับที่ 2 เดือนพฤษภาคม – สิงหาคม 2564

| | |
|---|---|
| ผศ.ดร.สืบพงษ์ ปราบใหญ่ | มหาวิทยาลัยรามคำแหง |
| ผศ.ดร.สุชาดา เกตุดี | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร |
| ผศ.ดร.อนุศิษฏ์ อันมานะตระกูล | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี |
| ผศ.ปราโมทย์ อนันต์วราพงษ์ | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ |
| ดร.เกียรติศักดิ์ ศรีพิมานวัฒน์ | ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ |
| ดร.บัณฑิต ประสานตรี | มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร |
| ดร.ปกรณ์ ประจวบวัน | มหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี |
| ดร.สมใจ กลิ่นงาม | มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร |
| ดร.สมพร ศรีวัฒนพล | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ |
| ดร.เสาวลักษณ์ แสงแก | มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ |

**2.3 กองบรรณาธิการจากผู้ทรงคุณวุฒิภายใน สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง**

ศ.ดร.คุ้มพงศ์ หนูบรรจง
ศ.ดร.พรชัย ทรัพย์นิธิ
รศ.ดร.กันยา ตันติวิสุทธิกุล
รศ.ดร.กาญจนา บุญภักดิ์
รศ.ดร.จตุรงค์ เลาหะเพ็ญแสง
รศ.ดร.บุญจันทร์ สีสันต์
รศ.ดร.ปริยาภรณ์ ตั้งคุณานันต์
รศ.ดร.ปิ่นมณี ขวัญเมือง
รศ.ดร.ปิยะ ศุภวราสุวัฒน์
รศ.ดร.ไพฑูรย์ พิมดี
รศ.ดร.ภัคพงศ์ ปวงสุข
รศ.ดร.รัชดากร พลภักดี
รศ.ดร.วินัย ใจกล้า
รศ.ดร.วิสุทธิ์ สุนทรกนกพงศ์
รศ.ดร.สมพล ดำรงเสถียร
รศ.ดร.สันติ ตันตระกูล
รศ.ดร.สุวรรณา อินทร์น้อย
รศ.ดร.อัคพงศ์ สุขมาตย์
รศ.อรรถพร ฤทธิเกิด
ผศ.ดร.ธนินทร์ รัตนโอฬาร
ผศ.ดร.ธเนศ ภิรมย์การ
ผศ.ดร.ประเสริฐ เคนพันค้อ
ผศ.ดร.พิชญ์สินี มะโน
ผศ.ดร.ศราวุธ อินทรเทศ
ผศ.ดร.ศิริรัตน์ เพ็ชร์แสงศรี
ผศ.ดร.สมเกียรติ ตันติวงศ์วาณิช
ผศ.ดร.สมชาย หมื่นสายญาติ
ผศ.ดร.อภิรัฐ ลิ่มมณี
ผศ.นิดา ลาภศรีสวัสดิ์
ดร.จตุพร อนุชัย
ดร.ภัทณิดา โสดาบัน
ดร.ภัทราภรณ์ ภัทรรังสฤษฏิ์
ดร.ราตรี ศิริพันธุ์

**3. ฝ่ายศิลป์และจัดทำรูปเล่ม**

**พิสูจน์อักษรภาษาไทย**

ผศ.สรียา ทับทัน

ดร.ภัทณิดา โสดาบัน

**พิสูจน์อักษรภาษาอังกฤษ**

ผศ.ดร.อำภาพรรณ ตันตินาครกูล

นายพงศกร มิ่งศิริรัตน์

**ฝ่ายออกแบบปก**

ผศ.ชูเกียรติ แซ่ตั้ง

นายธีระพัฒน์ เนือกขุนทด

**ฝ่ายระบบสารสนเทศ**

รศ.ดร.ปิยะ ศุภวราสุวัฒน์

อาจารย์ใหม่ เจริญธรรม

นายประยุทธ์ ขุนทอง

นางจันทนี ทรัพย์แสนดี

**4. ฝ่ายรับสมาชิกวารสาร**

นางจันทนี ทรัพย์แสนดี

**5. ฝ่ายทะเบียน**

นางจันทนี ทรัพย์แสนดี

**6. ฝ่ายผู้ช่วยบรรณาธิการ**

นางจันทนี ทรัพย์แสนดี

**กำหนดออก :** ปีละ 3 ฉบับ

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

**กำหนดการรับและพิจารณาบทความ**

- รับพิจารณาบทความอย่างต่อเนื่อง

**วัตถุประสงค์**

- รับตีพิมพ์บทความทางด้านครุศาสตร์อุตสาหกรรม และ ด้านการศึกษาและเทคโนโลยี

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

**อีเมล :** journal.ided@kmitl.ac.th

**เจ้าของ :** คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เลขที่ 1 ซอยฉลองกรุง 1 แขวงลาดกระบัง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520
โทรศัพท์ 0 2329 8000 ต่อ 3723
มือถือ 08 6349 6020
โทรสาร 0 2329 8435

**“ข้อคิดเห็น เนื้อหา รวมทั้งการใช้ภาษาในบทความถือเป็นความรับผิดชอบของผู้เขียน”**

**บรรณาธิการแถลง**

สวัสดีครับ กระผมในนามของกองบรรณาธิการวารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม ฉบับนี้เป็นปีที่ 20 ฉบับที่ 2 ในฉบับนี้ได้นำเสนอบทความปริทัศน์เรื่อง “การพัฒนานวัตกรรมและเทคโนโลยีการเรียนรู้เพื่ออาชีวะศึกษา” บทวิจารณ์หนังสือเพื่อสอดคล้องกับการใช้ชีวิตในช่วงวิถีชีวิตใหม่เรื่อง “ลงทุนหุ้นท่ามกลางวิกฤต” ในฉบับนี้ทางกองบรรณาธิการได้คัดสรรบทความที่น่าสนใจทั้งบทความวิจัย 11 บทความ และบทความวิชาการ 3 บทความ มานำเสนอครับ

ถ้าท่านผู้อ่านสนใจในการส่งบทความเพื่อการตีพิมพ์เผยแพร่ ในวารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม ท่านสามารถเข้าไปสมัครได้ทางเว็บไซต์ของวารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม www.tci-thaijo.org/index.php/JIE/index ซึ่งได้แสดงข้อมูลการสมัครและวิธีการส่งบทความไว้อย่างละเอียด ในนามของกองบรรณาธิการวารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม กระผมขอบคุณทุกท่านที่ให้ความสนใจครับและเป็นกำลังใจให้ทุกท่าน ผ่านพ้นช่วงการระบาดของโรคโควิด-19 ไปด้วยความปลอดภัย สุขภาพร่างกายแข็งแรง สมหวังและประสบความสำเร็จในสิ่งที่พึงปรารถนาทุกประการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประเสริฐ เคนพันค้อ)
บรรณาธิการวารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม

**สารบัญ** **หน้า**

**สารบัญ** **หน้า**

**สารบัญ** **หน้า**

**สารบัญ** **หน้า**

วารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม
Journal of Industrial Education

# บทความปริทัศน์

# บทความปริทัศน์
# การพัฒนานวัตกรรมและเทคโนโลยีการเรียนรู้เพื่ออาชีวะศึกษา
# DEVELOPMENT OF INNOVATION AND LEARNING TECHNOLOGY FOR VOCATIONAL EDUCATION

**ทศพร แสงสว่าง***
**Thosporn Sangsawang***
**E-mail: sthosporn@rmutt.ac.th**

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี จ.ปทุมธานี 12110
Faculty of Technical Education Rajamangala University of Technology Thanyaburi,
Pathum Thani 12110 Thailand

***Corresponding author E-mail: sthosporn@rmutt.ac.th**

(Received: July 9, 2021; Revised: August 17 , 2021; Accepted: August 25 , 2021)

นวัตกรรมและเทคโนโลยีการเรียนรู้เพื่ออาชีวะศึกษา เป็นการนำแนวคิดใหม่ วิธีการใหม่หรือสิ่งใหม่มาใช้หรือการพัฒนา ปรับปรุง เปลี่ยนแปลงหรือเพิ่มเติม แนวคิดเดิม วิธีการเดิมหรือสิ่งเดิมเพื่อช่วยให้การทำงานมีประสิทธิภาพและประสิทธิผลดียิ่งขึ้น มีกระบวนการของนวัตกรรม มี 3 ระยะ ได้แก่ ระยะการประดิษฐ์คิดค้น ระยะการพัฒนา และระยะการนำไปใช้ โดยมีหลักเกณฑ์ในการพิจารณานวัตกรรมอยู่มี 5 ประเด็นดังนี้ นำไปใช้อย่างแพร่หลายจนกลายเป็นเทคโนโลยี นำเทคโนโลยีไปพัฒนาหรือใช้ในสภาพการณ์ใหม่แล้วกลับกลายมาเป็นนวัตกรรม นำนวัตกรรมหรือนำเทคโนโลยีการเรียนรู้มาใช้เพื่อการพัฒนาอาชีวะศึกษาจึงเป็นการนำเอานวัตกรรมมาใช้เพื่อช่วยเอื้อให้เกิดกระบวนการเรียนรู้ทั้งภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ เพื่อความเจริญงอกงามของบุคคลและสังคมอย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต นวัตกรรมและเทคโนโลยีการเรียนรู้เพื่ออาชีวะศึกษาถูกนำมาใช้ด้วยกลุ่มทำงานตามสมรรถนะเพื่อการพัฒนาศักยภาพในวงกว้างของทางอาชีวะศึกษา ปัจจุบันเทคโนโลยีดิจิทัล มีบทบาทและเป็นเทคโนโลยีเสริมการเรียนรู้ทางอาชีวะศึกษาที่มีคุณภาพ ยืดหยุ่น ทางการเรียนรู้เพื่ออาชีวะศึกษา ช่วยพัฒนาเครื่องมือเสริมสร้างสมรรถนะการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงกับนวัตกรรมแนวทางการสอนและแนวปฏิบัติแบบใหม่ สำหรับผู้สอนในระดับอาชีวะศึกษา จำเป็นต้องใช้เทคโนโลยีการเรียนรู้ที่ทันสมัยรองรับระบบการเรียนรู้เพื่ออาชีวะศึกษา เชิงรุก และยืดหยุ่น สร้างความเชี่ยวชาญเฉพาะทางวิชาชีพ ทักษะการปฏิบัติงาน ด้วยการพัฒนานวัตกรรมการจัดการเรียนรู้ผ่านออนไลน์ทั้งภาคทฤษฎีและปฏิบัติ ผู้สอนต้องปรับตัว พัฒนาหลักสูตร แผนการสอน การฝึกอบรม การตอบสนองของตลาดแรงงานที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว การเรียนรู้เพื่ออาชีวะจะสนับสนุนการสร้างอาชีพโดยไม่ต้อง พรมแดนและ การนำสิ่งใหม่ ๆ เข้ามาเปลี่ยนแปลงหรือเพิ่มเติมวิธีการที่ทำอยู่เดิมเพื่อให้ใช้ได้ผลดียิ่งขึ้น เป็นแนวความคิดการปฏิบัติ หรือสิ่งประดิษฐ์ใหม่ ๆ ที่ยังไม่เคยมีใช้มาก่อน หรือเป็นการพัฒนาดัดแปลงจากของเดิมที่มีอยู่แล้วให้ทันสมัยและใช้ได้ผลดียิ่งขึ้น เมื่อนำนวัตกรรมมาใช้จะช่วยให้การทำงานนั้นได้ผลดีมีประสิทธิภาพและประสิทธิผลสูงกว่าเดิมทั้งยังช่วยประหยัดเวลาและแรงงาน

กระบวนการของนวัตกรรม (Processes of Innovation) การทำงานใด ๆ ก็ตามถ้ามีการกระทำเป็นปกติวิสัยหรือเป็นที่ยอมรับและใช้กันโดยทั่วไปแล้วยังไม่ถือว่าเป็นนวัตกรรม แต่นวัตกรรมจะเกิดขึ้นเมื่อไหร่นั้นจะมีกระบวนการของนวัตกรรม ซึ่งมีนักการศึกษา นักวิชาการ ทั้งในและต่างประเทศได้กล่าวไว้ พอสรุปได้และแบ่งออกได้เป็น 3 ระยะ ดังนี้

ระยะที่ 1 การประดิษฐ์คิดค้น (Invention) เป็นระยะที่มีการคิดสร้างสรรค์แนวคิดใหม่ วิธีการใหม่ หรือสิ่งใหม่ หรือเป็นการพัฒนา ปรับปรุงเปลี่ยนแปลงหรือเพิ่มเติม แนวคิดเดิม วิธีการเดิมหรือสิ่งเดิมเพื่อให้เหมาะสมกับสภาพงานทันสมัย ตลอดจนเพิ่มประสิทธิภาพและประสิทธิผลของการทำงานให้สูงขึ้น

ระยะที่ 2 การพัฒนา (Development) เป็นระยะที่นำสิ่งที่คิดขึ้นในระยะที่ 1 มาทำการทดลองใช้ เพื่อที่จะดูว่าสิ่งที่คิดขึ้นนั้น มีประสิทธิภาพจริงและน่าเชื่อถือแค่ไหน และอาจจะปรับปรุงพัฒนาจนกว่าจะมีประสิทธิภาพที่น่าเชื่อถือซึ่งการทดลองบางลักษณะอาจจะอยู่ในรูปโครงการทดลองปฏิบัติก่อน หรือที่เรียกกันทั่วไปว่า โครงการนำร่อง (Pilot project)

ระยะที่ 3 การนำไปใช้ (Implementation) เป็น ระยะที่สืบเนื่องจาก ระยะที่ 2 เมื่อมีการทดลอง และพัฒนาจนมีประสิทธิภาพที่น่าเชื่อถือแล้วจึงนำสิ่งใหม่นี้ไปใช้ในสภาพการณ์จริงในระบบงานจริงซึ่งไม่เคยปฏิบัติมาก่อนถ้ากระบวนการของนวัตกรรมดำเนินมาถึงระยะที่ 3 แล้วจึงจะถือว่าเป็นนวัตกรรมขั้นสมบูรณ์

**หลักเกณฑ์ในการพิจารณานวัตกรรมและเทคโนโลยีการเรียนรู้เพื่ออาชีวะศึกษา** นวัตกรรมเป็นสิ่งที่สร้างขึ้นใหม่หรือพัฒนา ปรับปรุง เพิ่มเติมจากสิ่งเดิมแล้วนำมาทดลองจนมีประสิทธิภาพที่น่าเชื่อถือ และนำไปใช้ในสภาพงานจริงในที่สุด แต่เมื่อใช้นวัตกรรมจนเป็นที่แพร่หลายและยอมรับเป็นส่วนหนึ่งของงานแล้วก็จะถือได้ว่านวัตกรรมนั้นได้ปรับเปลี่ยนเป็นเทคโนโลยี แต่ก็ยังมีความไม่แน่ใจกันอีกว่า ถ้าเทคโนโลยีในสภาพแวดล้อมหนึ่งซึ่งใช้เป็นที่แพร่หลายแล้ว แต่ในอีกสภาพแวดล้อมหนึ่งยังถือว่าเป็นสิ่งใหม่เพราะไม่เคยนำไปปฏิบัติ จะถือว่าเป็นเทคโนโลยีหรือนวัตกรรม มีหลักเกณฑ์ในการพิจารณานวัตกรรมพอสรุปได้ ดังนี้

1. เป็นแนวคิดใหม่ วิธีการใหม่ที่ไม่เคยใช้มาก่อน
2. เป็นแนวคิดเดิม วิธีการเดิมหรือสิ่งเดิม จากที่อื่นแล้วนำมาใช้กับสภาพการณ์ใหม่
3. เป็นแนวคิดเดิม วิธีการเดิมหรือสิ่งเดิมที่ถูกพัฒนาปรับปรุง เปลี่ยนแปลงหรือเพิ่มเติมให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นแล้วใช้ในสภาพการณ์เดิมหรือนำไปใช้ในสภาพการณ์ใหม่
4. เป็นแนวคิดวิธีการ หรือสิ่งที่ยังไม่ได้เป็นส่วนหนึ่งของระบบงานในปัจจุบันถ้าใช้จนกลายเป็นส่วนหนึ่งของระบบงานในปัจจุบันจะไม่ถือว่าเป็นนวัตกรรม แต่เปลี่ยนเป็นเทคโนโลยี
5. เป็นแนวคิด วิธีการ หรือสิ่งที่อยู่ในระหว่างการวิจัย หรือพิสูจน์ด้วยการวิจัยแล้วว่าช่วยให้การทำงานมีประสิทธิภาพสูงขึ้นถึงแม้ว่านวัตกรรมนั้นมีประสิทธิภาพที่เป็นน่าเชื่อถือและใช้เป็นที่แพร่หลายในสภาพแวดล้อมและสังคมหนึ่งแล้วนั้นมิได้หมายความว่าจะใช้ได้ดีหรือมีประสิทธิภาพในสภาพแวดล้อมและสังคมอื่นเสมอไป เนื่องจากในแต่ละสภาพแวดล้อมและสังคมจะมีความแตกต่างกัน เช่น วัฒนธรรม บุคลากร สถานที่ บรรยากาศ เป็นต้น ดังนั้นในการนำนวัตกรรมจากสภาพแวดล้อมและสังคมอื่นมาใช้ก็ควรที่จะต้องทดลองใช้กับสภาพแวดล้อมและสังคมใหม่ เพื่อรับประกันว่าในสภาพแวดล้อมและสังคมใหม่นี้นวัตกรรมที่นำมาใช้มีความเหมาะสมและมีประสิทธิภาพสูงกว่าจริงหรือมีการวิจัยยืนยันว่านวัตกรรมที่นำมาใช้นี้สามารถนำมาใช้ได้ดีและมีประสิทธิภาพในสภาพแวดล้อมและสังคมที่มีลักษณะใกล้เคียงหรือเหมือนกันนี้

นวัตกรรมและเทคโนโลยีการเรียนรู้เพื่ออาชีวะศึกษาในประเทศไทย ขึ้นอยู่กับเกณฑ์ในการพิจารณานวัตกรรมตามสภาพแวดล้อมแบ่งออกเป็นหมวดหมู่ 3 ประเภทใหญ่ ๆ คือ นวัตกรรมวิธีการหรือกระบวนการ นวัตกรรมที่ประสมวิธีการหรือกระบวนการและผลผลิต การคิดค้นนวัตกรรมการเรียนรู้ทางเทคโนโลยีการศึกษาโดยการประยุกต์ วัสดุ อุปกรณ์ และเทคนิควิธีการใหม่ ๆ ตลอดจนมีการนำเอาเทคโนโลยีสมัยใหม่และเทคโนโลยีที่เหมาะสม และเป็นการพัฒนารูปแบบเรียนการสอนเพื่อให้การเรียนการสอนที่สามารถถ่ายทอดความรู้ให้กับผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น ดังนั้น บทบาท แนวคิด การพัฒนานวัตกรรมการเรียนรู้ทางเทคโนโลยีการศึกษา ครอบคลุม ความหมายของนวัตกรรมการเรียนรู้ ความหมายของเทคโนโลยีการศึกษา แนวคิดของนวัตกรรมการเรียนรู้ทางเทคโนโลยีการศึกษา การพัฒนานวัตกรรมการเรียนรู้ทางเทคโนโลยีการศึกษา การแพร่กระจายนวัตกรรมการเรียนรู้ทางเทคโนโลยีการศึกษา และการยอมรับนวัตกรรมการเรียนรู้ทางเทคโนโลยีการศึกษา ซึ่งเป็นกระบวนการที่ซับซ้อนที่ไม่ได้แยกเป็นอิสระจากกันมีผลต่อการพัฒนาทักษะความรู้ทางการเรียนการสอนสอนให้มีประสิทธิภาพ ประสิทธิผล และประหยัดเพื่อการบรรลุวัตถุประสงค์ทางการจัดการเรียนการสอน เป็นหลักการคิดเพื่อสร้างสิ่งใหม่ที่ผ่านการปรับปรุง การพัฒนา และการประยุกต์ใช้ ความคิดใหม่ วิธีการสอนใหม่ หรือ สิ่งที่ประดิษฐ์ใหม่ เพื่อช่วยในการสื่อสารและถ่ายทอดความรู้อย่างเป็นกระบวนการจากสิ่งที่เป็นนามธรรม (Abstract) นำไปสู่สิ่งที่เป็นเป็นรูปธรรม (Contcret) ได้ง่ายสะดวก รวดเร็ว และมีความยืดหยุ่น ต่อการจัดการเรียนการสอนให้บรรลุวัตถุประสงค์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ประสิทธิผล ประหยัด และมีประโยชน์ ต่อการพัฒนาความรู้ความสามารถที่เกิดขึ้นภายในจิตใต้สำนึกส่วนลึกของมนุษย์ที่เรียกว่า “Tacit knowledge” ที่เกิดจากประสบการณ์การเรียน ความเชื่อ ความคิดสร้างสรรค์ในการปฏิบัติงาน หรือพรสรรค์ ถ่ายทอดความรู้แบบไม่เป็นทางการ การพัฒนาความรู้ และการแบ่งปันความรู้ด้วยวิธีการถ่ายทอด การสังเกต เลียนแบบ และความรู้ที่เป็นเหตุเป็นผล ที่เรียกว่า “Expricit knowledge” โดยการถ่ายทอดออกมาเป็น ลักษณ์ต่าง ๆ หรือ ตัวอักษร สื่อสาร และเผยแพร่ได้สะดวก ดังนั้น นวัตกรรมการเรียนรู้ทางเทคโนโลยีการศึกษา จึงเป็นกระบวนการที่ซับซ้อน โดยแต่ละส่วนของกระบวนการจะมีความเป็นบูรณาแนวความคิดเพื่อให้เกิดนวัตกรรมการเรียนรู้ทางเทคโนโลยีการศึกษาที่ไม่ได้แยกเป็นอิสระจากกัน ซึ่งแสดงได้จากการสังเคราะห์การเปรียบเทียบแนวคิดระหว่างนวัตกรรมการเรียนรู้ กับเทคโนโลยีการศึกษา ดังต่อไปนี้

การพัฒนานวัตกรรมและเทคโนโลยีการเรียนรู้เพื่ออาชีวะศึกษาบทบาทสำคัญในการพัฒนา และปรับปรุงนวัตกรรมการเรียนรู้จะก่อให้เกิดความมั่นคงให้กับองค์กร และประเทศ และช่วยยกระดับคุณภาพชีวิต ความได้เปรียบในการแข่งขัน จึงไม่ได้เป็นเพียงแค่การสร้างเทคโนโลยีใหม่ แต่รวมไปถึงการประยุกต์ และการผนวกเทคโนโลยีที่มีอยู่ (Existing technologies) ดังนั้นเทคโนโลยีจึงนิยามถึงความรู้ (Knowledge) กระบวนการ (Processes) วิธีการ (Methods) เครื่องมือ (Tool) และระบบ (Systems) เพื่อสร้างนวัตกรรมและการเพิ่มผลิตภาพ และสร้างศักยภาพให้กับชาติแนวทางการพัฒนาและปรับปรุงนวัตกรรมการเรียนรู้ทางเทคโนโลยีการศึกษา เป็นรากฐานสำคัญที่ ครอบคลุม 3 ด้าน ได้แก่ ด้านการบริหาร ด้านการบริการ และด้านการจัดการเรียนการสอน

1. ด้านการบริหาร ได้นำแนวคิดระบบ (System concept) มาเป็นรากฐานของการพัฒนาและปรับปรุงนวัตกรรมการเรียนรู้ทางเทคโนโลยีการศึกษา ระบบสารสนเทศ ที่แสดงให้เห็นถึงการนำระบบไปใช้ในองค์กรธุรกิจ รวมทั้งส่วนประกอบและกิจกรรมของระบบสารสนเทศ ซึ่งจะช่วยให้เข้าใจแนวคิดอื่น ๆ ของเทคโนโลยี โปรแกรมประยุกต์ การพัฒนา และการจัดการระบบสารสนเทศ ดังตัวอย่าง กรณีศึกษาของ American Management System : AMS มีศูนย์ความรู้ (The AMS Knowledge Center) มีระบบสารสนเทศแบบใหม่ เป็นระบบการจัดการองค์ความรู้ (Knowledge Management System : KMS) ที่ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศหลากหลาย เพื่อช่วยให้พนักงานขององค์กรที่มีความรู้ช่วยกันจัดโครงสร้างและแบ่งปันความรู้ทางธุรกิจในรูปของอินทราเน็ตเว็บไซต์ ในหัวข้อ การปฏิบัติงานที่ดี (Best practices) ได้รับการพัฒนาขึ้นจากประสบการณ์ทางธุรกิจของพนักงานและเก็บบันทึกไว้ในรูปแบบสื่อประสมเชื่อมโยงหลายมิติ (Hyperlink multimedia) บนเว็บไซต์ โดยพนักงานอื่นสามารถเรียกใช้งานได้จากเว็บบราวเซอร์ (Web browser) ศูนย์ความรู้ของ AMS เป็นหนึ่งในหลายๆรูปแบบของระบบสารสนเทศซึ่งมีส่วนประกอบพื้นฐานดังนี้ ทรัพยากรบุคคล ฮาร์ดแวร์ ซอฟต์แวร์ ข้อมูล และเครือข่าย สิ่งที่สนับสนุน ข้อมูลเข้า การประมวลผล ข้อมูลออก จัดเก็บและกิจกรรมควบคุม (Control activities) ผลิตภัณฑ์สารสนเทศ (Information products) ที่หลากหลายสำหรับผู้ใช้ (End user)

2. ด้านการบริการ การพัฒนาปรับปรุงกระบวนการโดยใช้นวัตกรรมการเรียนรู้ทางเทคโนโลยีการศึกษา เช่น สถาบันวิทยบริการ ให้การบริการการสืบค้นข้อมูลด้วยระบบโปรแกรมห้องสมุดอัตโนมัติ ซึ่งเป็นโปรแกรมใหม่ที่ไม่เคยมีผู้ใดเคยสืบค้นมาก่อนเลย การบริการในสิ่งใหม่ที่เคยทำมาแล้วในอดีต การบริการด้วยรูปแบบขั้นตอนวิธีการที่มีประสิทธิภาพ การปรับเปลี่ยนพฤติกรรมใหม่ที่มีการพัฒนามาจากพฤติกรรมของเก่าที่มีอยู่เดิม เช่น การบริการสื่อ Online บริการสื่ออิเล็กทรอนิกส์ บริการถ่ายทอดวัฒนธรรม ประเพณีความเป็นอยู่ในวิธีการแบบใหม่ [1]

3. ด้านการจัดการเรียนการสอน โดยใช้นวัตกรรมการเรียนรู้ทางเทคโนโลยีการศึกษามาใช้ในการพัฒนาปรับปรุงกระบวนการจัดการเรียนรู้ควรคำนึงถึงองค์ประกอบหลักของการพัฒนาปรับปรุงกระบวนสอน และกระบวนการจัดการเรียนรู้ ดังต่อไปนี้

1) กำหนดวิสัยทัศน์การนำนวัตกรรมการเรียนรู้ทางเทคโนโลยีการศึกษาไปใช้ในการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้

2) การศึกษาวัฒนธรรมเดิม และรูปแบบแนวคิดใหม่เพื่อเลือกใช้นวัตกรรม การเรียนรู้ทางเทคโนโลยีการศึกษาที่เหมาะสมในการแก้ปัญหากระบวนการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมในสังคมปัจจุบัน

3) การมีปฏิสัมพันธ์ผ่านนวัตกรรมการเรียนรู้ทางเทคโนโลยีการศึกษาผ่านรูปแบบ การเรียนรู้ที่เรียกว่า “สังคมการเรียนรู้ (Social network)” เพื่อพัฒนาทักษะความคิดสร้างสรรค์ระหว่างครู ผู้สอน และนักเรียน

4) ตั้งเป้าประสงค์ หรือมาตรการเพื่อเลือกใช้นวัตกรรมการเรียนรู้ทางเทคโนโลยีที่มีประสิทธิภาพ ประสิทธิผล ประหยัด และมีประโยชน์ ในเวลาที่เหมาะสมกับสภาพแวดล้อม

5) การระดมความคิดที่หลากหลายเพื่อค้นหาแนวทางการปรับปรุงและพัฒนานวัตกรรมการเรียนรู้ทางเทคโนโลยีการศึกษาให้สามารถแก้ปัญหาการจัดการเรียนการสอนทุกรูปแบบ ตลอดถึงการทบทวน ประสาน กลั่นกรอง แยกแยะแนวความคิดที่ได้เสนอมาเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนด้วยสื่อและนวัตกรรมการเรียนรู้ทางเทคโนโลยีการศึกษา

6) การสร้างนวัตกรรมการเรียนรู้ทางเทคโนโลยีการศึกษาเป็นได้ทั้งเปลี่ยนแปลงแบบก้าวกระโดด (Radical innovation) และแบบค่อยเป็นค่อยไป (Incremental innovation)

7) การแพร่กระจายนวัตกรรมการเรียนรู้ทางเทคโนโลยีการศึกษา โดยการนำเสนอโครงการออกสู่สาธารณชนโดยการเผยแพร่ให้เกิดการยอมรับในนวัตกรรมการเรียนรู้ทางเทคโนโลยีการศึกษานั้น ๆ โดยอาศัยการถ่ายทอดเพื่อส่งเสริมการพัฒนาคุณภาพชีวิตและสังคม สร้างการตลาดแนวใหม่เพื่อลดต้นทุนการใช้แรงงาน นำไปสู่การพัฒนากระบวนการผลิตเพื่อลดการใช้วัสดุ ลดการทำลายสิ่งแวดล้อม ทดแทนสินค้าบริการที่มีอยู่

8) การจัดการความรู้และกระบวนการเรียนรู้ของคนภายในองค์กร ผู้นำที่มีภาวะผู้นำและมีการบริหารจัดการงานอย่างเหมาะสม สุดท้ายคือความเข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับงานของแต่ละคน โดยการนำนวัตกรรมการเรียนรู้ทางเทคโนโลยีการศึกษาที่ก่อให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ที่มีจุดเริ่มต้นตั้งอยู่บนฐานสำคัญ คือ แนวคิด การปฏิบัติ หรือสิ่งประดิษฐ์ใหม่ ๆ ที่ยังไม่เคยมีใช้มาก่อนหรือเป็นการพัฒนาดัดแปลงจากของเดิมที่มีอยู่แล้วให้ทันสมัยและใช้ได้ผลดียิ่งขึ้น เมื่อนำนวัตกรรมการเรียนรู้ทางเทคโนโลยีการศึกษามาใช้ก็จะทำให้การการจัดการเรียนการสอน หรือการทำงานให้ได้ผลดีมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น และประสิทธิผลสูงขึ้นกว่าเดิม

9) การคิดค้นนวัตกรรมการเรียนรู้ทางเทคโนโลยีการศึกษาต้องมีความเหมาะสมและมีความคุ้มค่าต่อการนำมาใช้และต้องมีจุดเด่นที่เห็นได้ชัดกว่า วัสดุ อุปกรณ์ หรือวิธีการที่มีความทันสมัยและเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมในปัจจุบันและมีความเกี่ยวข้องกับความต้องการของผู้เรียนอย่างแท้จริง

10) การประเมินผลการใช้ของนวัตกรรมการเรียนรู้ทางเทคโนโลยีการศึกษาต้องการพิจารณาขอบข่ายของการประเมินผลทางการศึกษาให้ครอบคลุม ทฤษฎีเชิงระบบ มาช่วยกำหนดแนวทางการประเมินในลักษณะของปัจจัยนำเข้า (Inputs) กระบวนการ (Processes) และผลผลิต (Outputs) รวมทั้งใช้ส่วนที่เกี่ยวข้อง คือ บริบท (Contexts) ผลลัพธ์ (Outcomes) ผลกระทบ (Impacts) และข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) เพื่อนำไปสู่การพัฒนาความพร้อมสำหรับการเรียนรู้จากการพัฒนาความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี [2]

**การแพร่กระจายนวัตกรรมการเรียนรู้** (Diffusion of learning innovation) การแพร่กระจายนวัตกรรมการเรียนรู้ทางเทคโนโลยีการศึกษา เป็นกระบวนการในการถ่ายเทความคิด การปฏิบัติ ข่าวสาร หรือพฤติกรรมไปสู่ที่ต่างๆจากบุคคลหรือกลุ่มบุคคลอื่นโดยกว้างขวางจนเป็นผลให้เกิดการยอมรับความคิดและการปฏิบัติเหล่านั้นอันมีผลต่อโครงสร้างและวัฒนธรรมและการเปลี่ยนแปลงทางสังคมในที่สุด ความหมายของการแพร่กระจาย คือ กระบวนการซึ่งนวัตกรรมถูกสื่อสารผ่านช่องทางในช่วงเวลาหนึ่งระหว่างสมาชิกต่าง ๆ ที่อยู่ในระบบสังคม Everette M. Roger, 1983 said in “Diffusion is the process by which an innovation is communicated through certain channels overtime among the members of a social system” ส่วนประกอบของการแพร่กระจายนวัตกรรมการเรียนรู้ทางเทคโนโลยีการศึกษา

1) นวัตกรรมการเรียนรู้และสื่อเทคโนโลยีการศึกษา (Learning innovation and educational technology media)
2) ช่องทางการสื่อสาร (Communication channels)
3) ช่วงระยะเวลาหนึ่ง (Time)
4) ระบบสังคม (Social system)

ลักษณะสำคัญบางประการของการแพร่กระจายนวัตกรรม

การแพร่กระจายเป็นการเปลี่ยนแปลงทางสังคม (Social change) กระบวนการของนวัตกรรมของสังคมใดสังคมหนึ่งเป็นกระบวนการเปลี่ยนแปลงสังคมประกอบด้วยขั้นตอน

1) การประดิษฐ์คิดค้น
2) ผลของการรับนวัตกรรม
3) การประเมิน

การยอมรับนวัตกรรมการเรียนรู้ทางเทคโนโลยีการศึกษา (Adoption of learning Innovation in educational technology process)

ขั้นตอนการยอมรับนวัตกรรมการเรียนรู้

1) ขั้นตื่นตัวหรือรับทราบ (Awareness)
2) ขั้นสนใจ (Interest)
3) ขั้นประเมินผล (Evaluation)
4) ขั้นทดลอง (Trial)
5) ขั้นยอมรับปฏิบัติ (Adoption)

ประโยชน์ของนวัตกรรมการเรียนรู้

1) ช่วยให้การศึกษาและการเรียนการสอนมีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น ผู้เรียนสามารถเกิดการเรียนรู้ได้อย่างรวดเร็วมีประสิทธิภาพสูงกว่าเดิม เกิดแรงจูงใจในการเรียนด้วยนวัตกรรมและประหยัดเวลาในการเรียนได้เช่น สื่ออินเทอร์เน็ต การสอนบนเว็บ ห้องเรียนเสมือน สื่อประสม เป็นต้น

2) สามารถการเพิ่มปริมาณของผู้เรียนในระดับชั้นประถมและมัธยมศึกษา ให้เป็นไปอย่างรวดเร็ว นักเทคโนโลยีการศึกษาต้องหานวัตกรรมการเรียนรู้ทางเทคโนโลยีการศึกษามาใช้เพื่อให้สามารถสอนได้มากขึ้น

3) ช่วยในการบริหารการจัดการการเรียนการสอนที่มีการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีเป็นไปอย่างรวดเร็ว

4) ช่วยให้การจัดการเรียนการสอนสามารถตอบสนองรูปแบบการเรียนการสอนใหม่ ๆ ที่ช่วยให้เรียนเรียนรู้ได้เร็วขึ้นมากขึ้นในเวลาจำกัด

5) ช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้เรียนให้มีแนวโน้มในการเรียนรู้ด้วยตนเองมากขึ้น การเรียนรู้ตามวามสามารถของแต่ละบุคคล ลดความแตกต่างระหว่างบุคคล เช่น Web-based learning ทำให้สามารถเรียนรู้ในทุกที่ทุกเวลาสำหรับทุกคน "Anywhere, any time for everyone"

6) ช่วยเพิ่มบทบาทของนักการศึกษายุคใหม่ที่ต้องคิดค้นหาวิธีการใหม่ๆในการประยุกต์ใช้ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์เป็นฐานในการเรียนรู้ สร้างนวัตกรรมทางการผลิตและการใช้สื่อใหม่ ๆ ตามศักยภาพของเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ที่เพิ่มมากขึ้น เช่น คอมพิวเตอร์กราฟิกระบบมัลติมีเดีย วิดีโอออนดีมานด์ (Video-on-demand) การประชุมทางไกล (Teleconference) อี-เลินนิ่ง (e-Learning) อี-เอ็ดดูเคชัน (e-Education)

## เอกสารอ้างอิง

[1] Sangsawang, T. (2020). “An Instructional Design for Online Learning in Vocational Education to a Self-Regulated Learning Framework for Problem Solving during the CoViD-19 Crisis.” **Indonesian Journal of Science & Technology.** 5(2), 108-123.

[2] Sangsawang, T. (2021). “The Machine Game Automatic for Reading Skill Using Internet of Things.” **Journal of Engineering Science and Technology Special Issue on AASSEEEC2020**. 6(6), 39-46.

วารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม
Journal of Industrial Education

# บทวิจารณ์หนังสือ

# บทวิจารณ์หนังสือ
# ลงทุนหุ้นท่ามกลางวิกฤติ
# ผู้เขียน: ดร.นิเวศน์ เหมวชิรวรากร

**วิจารณ์โดย สุวัจน์ ด่านสมบูรณ์***
Suwaj Dansomboon*
E-mail: suwaj.da@kmitl.ac.th

คณะบริหารธุรกิจ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520
Business School, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang Bangkok 10520

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

(Received: August 20, 2021; Revised: August 24, 2021; Accepted: August 28, 2021)


**รูปที่ 1** ปกหน้าหนังสือ ลงทุนหุ้นท่ามกลางวิกฤติ ผู้เขียน : ดร. นิเวศน์ เหมวชิรวรากร

**"ลงทุนหุ้นท่ามกลางวิกฤติ"** เป็นหนังสือในหมวดการเงินการลงทุน-หุ้น ของ ดร. นิเวศน์ เหมวชิรวรากร ที่ตีพิมพ์เผยแพร่ในปี 2564 โดยได้รวบรวมหลายบทความที่ได้เขียนบันทึกไว้ในช่วงปี 2563 และปี 2564 แสดงแนวคิดและมุมมองด้านการลงทุนในหุ้น ตลาดหุ้น และเรื่องที่เชื่อมโยงกับวิกฤติโควิด-19 กับตลาดทุน โดยมีการนำเสนอเนื้อหาสั้น ๆ ประมาณ 5-6 หน้าต่อเรื่อง โดยทั้งหมดในเล่มนี้จะมีรวมกัน 46 เรื่อง เช่น การเกิดวิกฤติของสถานการณ์หุ้น ลักษณะหุ้นในช่วงวิกฤติ มุมมองการลงทุนยุคใหม่ หุ้นพื้นฐาน บทเรียนของการเล่นหุ้นตามสถานการณ์ และวิวัฒนาการของนักลงทุน การกล่าวถึงสัญญาณเศรษฐกิจ สัญญาณเก็งกำไรในตลาดหุ้น แนวโน้มอนาคตของหุ้นไทย และอันดับเศรษฐีโลกในรอบ 25 ปี รวมทั้ง 20 มหาเศรษฐีที่เกิดขึ้นหลังโควิด-19 โดยผู้อ่านสามารถนำแนวคิดและประสบการณ์ มาปรับใช้ เพื่อ **ลงทุนหุ้นท่ามกลางวิกฤติ ที่เป็นยุคร่วมสมัยในสภาวะปัจจุบันเพื่อรับมือความเปลี่ยนแปลงที่เกิดจากความแตกต่างจากการลงทุนในสภาวะที่ปกติ**

**ลงทุนในตัวเอง**

ในเรื่องแรกของหนังสือเรื่อง **ลงทุนหุ้นท่ามกลางวิกฤติ**นี้ได้ให้แนวคิดเกี่ยวกับเรื่อง**ลงทุนในตัวเอง** โดยให้มุมมองเพื่อแสดงความเป็นเหตุและผล ให้รู้จักตัวตนของตนเอง ตั้งแต่การเลือกเรียนปริญญาตรีคณะวิศวกรรมศาสตร์ วางแผนการทำงานเพื่อเตรียมทุนต่อยอดความรู้และความมุ่งมั่นในการลงทุนด้านการศึกษาเปิดมุมมองใหม่ ๆ โดยเลือกศึกษาต่อปริญญาโท MBA สายบริหารธุรกิจ จากพื้นฐานเดิมทางสายช่าง สายวิศวกร แบบอนุรักษนิยม ทำให้เข้าใจการเปลี่ยนแปลงและเปิดรับสิ่งใหม่ ๆ มาพัฒนาตนเองและพัฒนาความรู้ข้ามสายงานจากปริญญาตรีมาจนเป็นปริญญาเอกสาขาการเงิน ซึ่งถือว่าเป็นเรื่องใหม่ในยุคนั้น ๆ โดยปัจจุบันนี้ก็เป็นที่ยอมรับว่าต้องมีความรู้ความเชี่ยวชาญข้ามสายงาน ซึ่งนับว่า ดร.นิเวศน์ เหมวชิรวรากร ท่านเป็นผู้บุกเบิกและแนวทางที่เป็นที่นับถือสำหรับนักลงทุนในตัวเองในรุ่นต่อ ๆ มาอีกมากมาย

**ลงทุนหุ้นปันผล**

โดยท่านให้มุมมองว่าในช่วงตลาดหุ้นตกต่ำให้พิจารณาเลือกลงทุนในหุ้นปันผล โดยมีหลักเบื้องต้นให้พิจารณา 5 ข้อ โดยที่มีข้อที่สำคัญสอดคล้องกับยุคปัจจุบันคือ หุ้นนั้นต้องไม่มีผลกระทบจากเทคโนโลยีหรือการทำธุรกิจรูปแบบใหม่ที่อ้างอิงกับยุคดิจิทัล หรือนิวนอร์มอล ที่เรากำลังปรับตัวกันในปัจจุบันนี้

**ลงทุนในหุ้นตัวใหญ่**

ได้ให้แนวคิดการเลือก **ลงทุนในหุ้นตัวใหญ่** ในระยะยาวโดยพิจารณาหุ้นที่มีราคาตกลงมามาก ไม่ใช่หุ้นที่มีราคาขึ้นไปมาก คือเน้นน้ำหนักไปที่ ความปลอดภัย ในการลงทุนมากกว่าปัจจัยเรื่องของการเติบโตตามแนวคิดการลงทุนแบบ Value investor โดยท่านได้ให้มุมมองในกลุ่มต่าง ๆ ถึงแนวโน้มการที่ผลตอบแทนจะกลับมาในระยะเวลา 3-4 ปีข้างหน้า

**ลงทุนหุ้นท่ามกลางวิกฤติ เล่นหุ้นท่ามกลางมรสุม และ หุ้นโรงพยาบาลก็ติดโควิด-19**

เนื้อหาในกลุ่มนี้จะเป็นการให้มุมมองถึงการวางแผนการลงทุนที่จะต้องมีความปลอดภัย เนื่องจากในภาพเทคนิคการที่หุ้นขึ้นหรือลงแรงจะเป็นเรื่องการเก็งกำไร โดยต้องพิจารณาความเสี่ยงเลือกลงทุนจากหุ้นที่มีพื้นฐาน อธิบายโดยการแบ่งเป็นหุ้น 4 กลุ่มที่มีการปรับตัวสูงมากกว่าพื้นฐาน เช่นจากกลุ่มผู้เข้าไปลงทุนที่จะเข้าไปเก็งกำไรระยะสั้น เช่นเดย์เทรด หรือจากการที่มีข่าวหรือหุ้นมี Free float ต่ำ และมีราคาที่ขึ้นลงรวดเร็ว และให้ข้อสังเกตถึงหุ้นที่เพิ่งเข้ามาเทรดในตลาดหรือ IPO ที่วันแรกในปัจจุบันมักจะใช้ในการเก็งกำไร ถ้าเป็นหุ้นเล็กและ Free float น้อย และผลจากการที่โควิด-19 ส่งผลกระทบนอกจากโรงแรมหรือท่องเที่ยว ท่านพิจารณาว่าหุ้นโรงพยาบาลชั้นนำยังน่าจะมีศักยภาพที่จะกลับมาได้หลังจากสถานการณ์โควิด-19 ได้ผ่านพ้นไป และหุ้นยังมีโอกาสเป็นซูปเปอร์สต๊อกได้ตามเทรนด์จากสังคมสูงอายุ

**SET VS VN Index and Super Stock ใน 10 ปีข้างหน้า**

โดย ดร. นิเวศน์ เหมวชิรวรากร ได้ทำการเปรียบเทียบตลาดหุ้นไทยกับเวียดนาม และมองว่าในปัจจุบันผลตอบแทนจากตลาดเวียดนามน่าสนใจ และมีข้อสังเกตว่าตลาดหุ้นไทยกับเวียดนามคล้ายกันมาก โดยที่ประเทศไทยได้เริ่มขึ้นมาก่อน โดยในปัจจุบันท่านได้เข้าไปลงทุนในตลาดเวียดนามมากขึ้น และได้มีการยกตัวอย่างอ้างอิงหุ้น A B C D ในตลาดหุ้นเวียดนาม ที่อาจมีศักยภาพในการเป็นซูปเปอร์สต๊อกได้

**Corner หุ้น IPO and Corner หุ้นแสนล้าน**

เป็นการอธิบายถึงหุ้นที่มีข่าวการจะเติบโตในอนาคตด้วยเหตุผลที่น่าเชื่อถือและสามารถทำได้มาระยะหนึ่งเช่นในไม่กี่ไตรมาสที่ผ่านมาซึ่งจะทำให้ราคาหุ้นปรับตัวขึ้นไปเร็วเมื่อเปรียบเทียบกับหุ้นอื่นในอุตสาหกรรมเดียวกันในระยะยาว โดยมีหลักสังเกตว่าราคาที่ขึ้นไปแรง ๆ ราคาหุ้นต่อจากนั้นจะเกิดการผันผวนจากแรงขายทำกำไร และแรงซื้อจากกลุ่มนักลงทุนที่พิจารณาว่าราคาเหมาะสมรวมกับนักเก็งกำไร จนกระทั่งถึงจุดที่เรียกว่า Corner เช่น การเติบโตนั้นไม่เกิดขึ้นในระยะเวลาที่ประมาณการไว้ทำให้มีคนขายเยอะ หรือเปลี่ยนเป็นเกมการเงินเพื่อหาหุ้น Corner ตัวใหม่ โดยท่านได้ยกตัวอย่างชุดและกลุ่มหุ้นไว้ให้พิจารณาอยู่ 5 ตัวอย่าง โดยเน้นให้ข้อคิดว่าจะต้องรอบคอบและพิจารณาในการเข้าไปลงทุน เพราะในอดีตอาจคาดว่ามีแต่หุ้นตัวเล็ก หรือขนาดกลาง แต่ในยุคนี้มีการใช้เงินลงทุนจากนอกประเทศเข้ามานับแสนล้านบาทในการทำให้หุ้นใหญ่มีราคาผันผวนอย่างหนักได้

**Fair Company at Wonderful Price and Survivor**

บทความ Fair company at wonderful price นี้อ้างอิงจากกรณีมีการศึกษาจากการที่ Warren edward buffett ได้ซื้อหุ้นบริษัทญี่ปุ่นในช่วงที่มีราคาถูก โดยเปลี่ยนแนวจากเน้นเลือกลงทุนหุ้นที่มีคุณสมบัติเป็นซุปเปอร์สต็อกตามแนวความคิดในการลงทุนซื้อบริษัทที่ดีกว่าในราคาที่ยุติธรรมเทียบกับการซื้อบริษัทที่แค่ดีพอใช้ในราคาที่ถูกกว่า โดยพิจารณาว่าการที่บัฟเฟตต์ได้ปรับกลยุทธ์เพราะในปัจจุบันหาหุ้นซุปเปอร์สต๊อกยาก ดังนั้นการลงทุนก็จะพิจารณาความเหมาะสมจากราคาหุ้นที่ถูกเช่นการพิจารณาวัดจากค่า PE และ การกล่าวถึง Survivor เป็นการนำเสนอถึงกูรูทั้งในประเทศและต่างประเทศที่เคยทำกำไรสร้างพอร์ตได้อย่างรวดเร็ว แต่อาจจะไม่ประสบผลสำเร็จในระยะยาวได้ ถ้าไม่มีแนวทางลดความเสี่ยงหรือกระจายความเสี่ยง เช่นถือหุ้นน้อยตัวเกินไปและการพิจารณาถือหุ้นตัวใหญ่ที่เหมาะสมกับน้ำหนักเปอร์เซ็นต์ของพอร์ตการลงทุน เช่น มีการกระจายตลาด เช่น ถือหุ้นต่างประเทศด้วย หรืออาจมี การถือทรัพย์สินอื่นเช่น พันธบัตรหรืออสังหาริมทรัพย์

**กองทุนพยุงหุ้น (กู้) BFS, Property Grand Sale**

ในหัวข้อกองทุน BFS ได้มีการวิเคราะห์วัตถุประสงค์ที่จะเพิ่มสภาพคล่องให้กลุ่มบริษัทเช่นกลุ่มท่องเที่ยวที่ได้รับผลโดยตรงจากโควิด-19 หรือกลุ่มอสังหาริมทรัพย์ ที่ได้รับผลจากกำลังซื้อที่ลดน้อยลง และการกล่าวถึงกลุ่มสถาบันการเงินที่จะได้รับผลกระทบจากกรณี NPL และในเรื่องของการวิเคราะห์เพื่อพิจารณาจากตัวอย่างหุ้น 8 ตัวในกลุ่มอสังหาริมทรัพย์ที่มีราคาต่ำลงมาอย่างมากเนื่องจากสร้างเสร็จเหลือขายและมีสต๊อกค้างอยู่ ที่เป็นโอกาสในการลงทุน

**จบรอบหุ้นใหญ่แสนล้าน ฝรั่งขายหุ้น**

ในบทวิเคราะห์นี้ ได้มีการถึงช่วงเวลาและการเริ่มสร้างความดึงดูดให้มีผู้สนใจซื้อขายหุ้นได้ เช่นอุตสาหกรรมที่กำลังเติบโตหรือกำลังได้ประโยชน์จากกฎเกณฑ์ของรัฐ โดยทำให้ราคาหุ้นในกลุ่มนั้นก็จะปรับตัวขึ้น พร้อมกับปริมาณการซื้อขายที่เพิ่มขึ้นและบทจากนักวิเคราะห์และข่าวดีที่ดีของบริษัททำให้เป็นที่ต้องการของนักลงทุนและนักเก็งกำไรอย่างมาก โดยได้สิ่งที่สังเกต 5 ข้อ โดยเฉพาะต้องพิจารณาจากการที่หุ้นใหญ่ที่มี PE สูงมาก และเมื่อมีการจบรอบจะทำให้หุ้นมีราคาร่วงลงอย่างรวดเร็วสร้างความเสียหายให้นักลงทุนอย่างหนัก นอกจากนี้ยังมีสิ่งที่นำมาพิจารณาจากกรณีที่นักลงทุนจากต่างชาติมีสถิติการซื้อขายหุ้นที่น่าสนใจ ในช่วง 8 ปีที่ผ่านมาพบว่านักลงทุนต่างประเทศเป็นกลุ่มที่มีการขายหุ้นสุทธิมาตลอดเฉลี่ยประมาณปีละแสนล้านบาท โดยในระดับรวมนักลงทุนต่างชาติถือหุ้นอยู่ประมาณ 30% และเหตุผลสำคัญที่ผ่านมาที่มีการขายสุทธิกันอย่างต่อเนื่อง เพราะว่านักลงทุนต่างชาติก็จะมีการย้ายเงินลงทุนไปสู่ตลาดหุ้นที่มีผลตอบแทนที่สูงกว่า และคำแนะนำสำหรับนักลงทุนในประเทศที่สนใจจะลงทุนในตลาดหุ้นต่างประเทศจะต้องศึกษาและมีความรู้สำคัญเช่นเรื่องของค่าเงินที่อาจจะเปลี่ยนแปลงไป หรือยังคงลงทุนในตลาดหุ้นในประเทศได้โดยพิจารณาเลือกการลงทุนในกองทุนรวมที่ลงทุนในต่างประเทศ

**พอร์ตหุ้นเพื่อชีวิต**

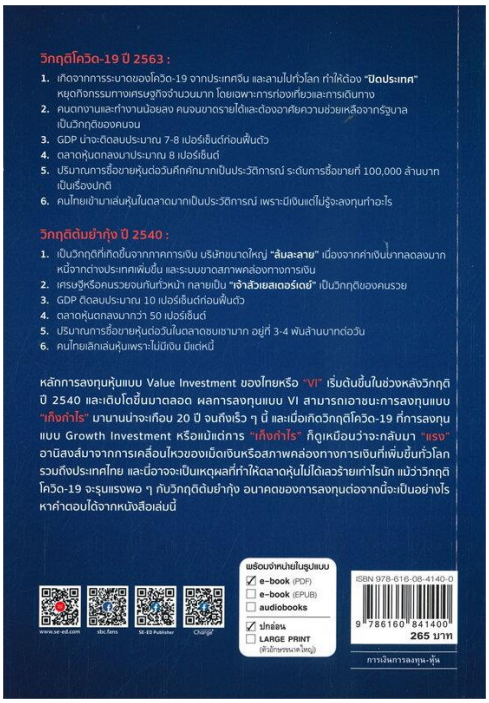
ในหัวข้อนี้เป็นการให้ความหมายมุมมองในสภาวะปัจจุบันโดยมีเหตุผลว่าถ้าประเทศไทยมีอัตราการเติบโตที่ช้าซึ่งจะคล้ายกับประเทศญี่ปุ่นเนื่องจากปัจจัยจากการเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุ จะมีผลกระทบต่อตลาดหุ้นไม่ได้ให้ผลตอบแทนในระยะยาว ดังนั้นท่านจึงพิจารณาแนวคิดการเลือกตลาดหุ้นที่ดูมีอนาคตเพื่อลดความเสี่ยงโดยใช้การกระจายการลงทุนเพื่อให้ผลตอบแทนที่ดีในระยะยาว โดยนอกจากประเทศไทยแล้ว เพิ่มอีก 3 ประเทศคือ ตลาดหุ้นสหรัฐ จีน เวียดนาม โดยแสดงเหตุผลที่น่าสนใจในการพิจารณาลงทุนในตลาดหุ้นต่างประเทศเหล่านี้ พร้อมคำแนะนำสำหรับการเลือกลงทุนในกองทุนรวมอิงดัชนีตลาดหรือ ETF ของตลาดเพื่อหลีกเลี่ยงความผิดพลาดในการเลือกหุ้นเป็นรายตัว เพื่อผลตอบแทนที่ดีในระยะยาว

**เลือกหุ้นในวิกฤติโควิด-19 และบทเรียนการลงทุนจากวิกฤติโควิด-19**

ท่านได้ให้แนวคิดว่าเราควรจะแบ่งหุ้นทั้งตลาดออกเป็น 3 กลุ่มใหญ่ ๆ ที่ได้รับผลกระทบและพิจารณดูว่าเมื่อทุกอย่างสงบลงแล้วมันจะเป็นอย่างไรโดยพิจารณาเลือกหุ้นจากกลุ่ม Survivor หรือ กลุ่มที่จะอยู่รอด โดย ราคาหุ้นที่ต้องมีการนำมาเปรียบเทียบกับราคาที่ก่อนที่จะมีเหตุการณ์โควิด-19 ว่ามีความเหมาะสมเทียบกับคุณสมบัติของบริษัทและการเติบโตของธุรกิจ สำหรับบทเรียนการลงทุนจากวิกฤติโควิด-19 ท่านได้ให้แนวคิดว่าวิกฤติโควิด-19 จะเป็นเช่น “Wake up call” สำหรับนักลงทุนรุ่นใหม่ที่ประสบการณ์ไม่เกิน 12 ปี ที่จะเจอเหตุการณ์แบบนี้ ซึ่งการปลุกให้ตื่นจะให้ข้อคิดบทเรียนต่าง ๆ แยกเป็น 8 บทเรียนได้เพื่อนำไปประมัดระวังและรอบคอบในการลงทุน

**บทสรุป**

ในหนังสือเล่มนี้ ดร. นิเวศน์ เหมวชิรวรากร ได้แนะนำเรื่องต่าง ๆ เกี่ยวกับสาระที่ทันสมัยในปัจจุบันที่อยู่ในยุคนิวนอร์มอลและโควิด-19 ได้อย่างน่าสนใจมาก สำหรับผู้วิจารณ์มีความชอบและประทับใจในเนื้อหาของหนังสือเล่มนี้หลายเรื่อง ด้วยเป็นเพราะว่ามีพื้นฐานเบื้องต้นในงานวิศวกรเป็นสายอาชีพในระดับปริญญาตรี และต่อยอดปริญญาโทและเอกมาด้านสายบริหาร และปัจจุบันเป็นอาจารย์สายวิชาการที่โอกาสถ่ายทอดประสบการณ์คุณภาพและข้อคิดที่ดีให้กับลูกศิษย์และผู้สนใจตลาดหุ้นที่มีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาที่ต้องปรับตัวตามสถานการณ์ โดยผู้วิจารณ์ได้เลือกหัวข้อที่เกี่ยวข้องกับโควิด-19 ที่เป็นเหตุการณ์ในปัจจุบันอธิบาย มาประกอบบทวิจารณ์นี้ เพื่อให้ผู้ที่สนใจได้มีโอกาสอ่านงานฉบับเต็มของท่าน หลังจากได้อ่านบทวิจารณ์เบื้องต้นนี้ เพื่อโอกาสสำหรับเรียนรู้และนำมาเป็นแบบอย่าง หรือนำไปใช้ได้ดีจากหนังสือเล่มนี้ เพื่อความมั่นคงปลอดภัยลดความเสี่ยงในการลงทุนในยุคปัจจุบัน




**รูปที่ 2** ปกหลังหนังสือ ลงทุนหุ้นท่ามกลางวิกฤติ ผู้เขียน : ดร. นิเวศน์ เหมวชิรวรากร

## เอกสารอ้างอิง

Hemwachirawarakorn, N. (2021). **Stock Investment in the crisis midset.** Bangkok: SE-EDucation. 248. (in Thai)

วารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม
Journal of Industrial Education

# บทความวิจัย

# การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง การเชื่อมอะลูมิเนียม สำหรับนักศึกษาครุศาสตร์อุตสาหการ

# THE LEARNING MANAGEMENT WITH PROBLEM BASED LEARNING TOGETHER WEB BASED INSTRUCTION ON ALUMINUM WELDING FOR PRODUCTION TECHNOLOGY EDUCATION STUDENTS

**เกียรติศักดิ์ ลาภขุนทด สิทธิชัย แก้วเกื้อกูล และปรัชญา เพียสุระ***
**Kiattisak Lapkhuntod, Sittichai Kaewkuekool, and Prachya Peasura***
**E-mail: kiattisak.lap@mail.kmutt.ac.th, sittichai.kae@kmutt.ac.th, and prachya.pea@kmutt.ac.th**

ภาควิชาครุศาสตร์อุตสาหการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี กรุงเทพมหานคร 10140
Department of Production Technology Education, Faculty of Industrial Education and Technology,
King Mongkut's University of Technology Thonburi, Bangkok 10140 Thailand

*Corresponding author Email: prachya.pea@kmutt.ac.th

(Received: March 18, 2021; Revised: April 4, 2021; Accepted: May 12, 2021)

## ABSTRACT

The objective of this research was to develop the learning management plan with problem based learning combined web based instruction on aluminum welding that develop the analytical abilities for production technology education students. The subject in this research was the third year's student of the Department of Production Technology Education with random sampling of 60 students. They were classified into 3 groups who the first group was the 20 students for learning effectiveness through the web based instruction. The second group was a problem-based learning experimental group with lessons via the web based instruction of 20 students and the third group was the 20 students in the conventional learning management. The tools in the research were the problem based learning management plan, quality assessment for learning management plan lessons through the web based instruction on aluminum welding, quality assessment of lessons learned via the web based instruction, and assessment of the academic achievement of students who studied with lessons via the web based instruction. The results were analyzed by means of mean ($\bar{x}$), standard deviation (S.D.), and t-test. The result showed that the quality of problem based learning via the web based instruction plan was good level ($\bar{x}$ = 4.25, S.D. = 0.38) and the quality of web based instruction was very good level ($\bar{x}$ = 4.67, S.D. = 0.30). The ratio of process efficiency to outcome (E1 / E2) was 81.43 / 82.33 which was higher than the set criteria of 80/80. The results were compared the problem based learning which combined with the web based instruction among learners with the normal learning management which showed the statistically significant difference at .05.

**Keywords:** Problem based learning; Web based instruction; Learning management plan; Aluminum welding

**บทคัดย่อ**

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องการเชื่อมอะลูมิเนียม เพื่อพัฒนาความสามารถการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักศึกษาครุศาสตร์อุตสาหการ กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยได้แก่นักศึกษาภาควิชาครุศาสตร์อุตสาหการ ชั้นปีที่ 3 จากการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม จำนวน 60 คน แบ่งเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ 1 กลุ่มหาประสิทธิภาพบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต จำนวน 20 คน กลุ่มที่ 2 กลุ่มทดลองเรียนที่เรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต จำนวน 20 คน และกลุ่มที่ 3 กลุ่มเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ จำนวน 20 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้แบบการใช้ปัญหาเป็นฐาน แบบประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้ บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง การเชื่อมอะลูมิเนียม แบบประเมินคุณภาพบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต และแบบประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนด้วยบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต จากนั้นนำผลการทดลองมาวิเคราะห์ ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และทดสอบ t-test ผลการวิจัยพบว่าคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ร่วมกับบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตอยู่ในระดับดี ($\overline{X}$ = 4.25, S.D. = 0.38) และคุณภาพบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตอยู่ในระดับดีมาก ($\overline{X}$ = 4.67, S.D. = 0.30) ผลการหาประสิทธิภาพบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต มีอัตราส่วนระหว่างประสิทธิภาพของกระบวนการต่อประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E1/E2) เท่ากับ 81.43/82.33 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้คือ 80/80 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างผู้เรียนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ร่วมกับบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต และผู้เรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

**คำสำคัญ:** การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน; บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต; แผนการจัดการเรียนรู้; การเชื่อมอะลูมิเนียม

## 1. บทนำ

การจัดการเรียนรู้ให้มีความสอดคล้องกับทักษะในศตวรรษที่ 21 วิธีการจัดการเรียนรู้ ครู ผู้เรียน ต้องมีการปรับเปลี่ยนบทบาทและหน้าที่ให้มีความสอดคล้องกับปัจจุบัน เช่น ครูผู้สอน จากเดิมวิธีการสอนบรรยาย ครูอาจต้องเปลี่ยนบทบาททำหน้าที่เป็นครูเกื้อหนุน (Facilitator) ในการกระตุ้น หนุนเสริมให้เกิดการเรียนรู้ รวมถึงการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบใช้โครงงานเป็นฐาน (Project based learning) หรือการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem based learning) เป็นต้น สอดคล้องกับพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 นโยบายรัฐบาล ไทยแลนด์ 4.0 และกรอบยุทธศาสตร์การพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ของประเทศ พ.ศ. 2560-2579 ที่ต้องการให้การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการที่หลากหลายให้มีความสอดคล้องกับความสนใจ ความถนัด โดยคำนึงถึงความแตกต่างของผู้เรียน ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากสถานการณ์จริง ฝึกคิด วิเคราะห์ ปฏิบัติตามสาระการเรียนรู้ ผลลัพธ์การเรียนรู้ของหลักสูตร (Program learning outcome) [1], [2]

การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นการเรียนรู้ที่ เน้นให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้เป็นโจทย์ปัญหาในการกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความต้องการที่จะศึกษาค้นคว้าหาความรู้ โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง เพื่อให้ผู้เรียนมีการตัดสินใจที่ดีมีความคิดอย่างมีวิจารณญาณ สามารถเรียนรู้การทำงานเป็นทีม [3] นอกจากวิธีการจัดการเรียนรู้ที่ต้องการให้ผู้เรียนได้ฝึกการคิด วิเคราะห์แล้ว สื่อการเรียนรู้มีบทบาทที่สำคัญเป็นกลไกในการช่วยทำให้การจัดการเรียนรู้บรรลุตามผลลัพธ์การเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ต้องมีความเหมาะสมกับผู้เรียนในปัจจุบัน บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต (Web based instruction) เป็นสื่อการเรียนรู้ที่ทำให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับเนื้อหา สามารถทบทวนซ้ำได้ สามารถเข้าถึงได้ง่าย และเพิ่มความสามารถในการคิดวิเคราะห์ [4] ในหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ และหลักสูตรเทคโนโลยีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม เอกวิชาเทคโนโลยีอุตสาหการ ได้มีกลุ่มวิชาทางด้านเทคโนโลยีการเชื่อมจำนวน 3 รายวิชา โดยในกลุ่มวิชาทางด้านเทคโนโลยีการเชื่อมมีเนื้อหา เรื่อง การเชื่อมอะลูมิเนียม ซึ่งการเชื่อมอะลูมิเนียมจะต้องมีความรู้ ความเข้าใจในประเภทของอะลูมิเนียม ความสามารถวิเคราะห์กระบวนการเชื่อมต่างๆที่มีผลต่อรอยเชื่อม ชนิดของจุดบกพร่อง การวิเคราะห์สาเหตุและการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นจากการเชื่อมอะลูมิเนียม จากที่กล่าวมาจะเห็นได้ว่าการที่จะทำให้สามารถบรรลุผลลัพธ์การเรียนรู้รายวิชา (Course learning outcome) ในหัวข้อการเชื่อมอะลูมิเนียมจะต้องใช้ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ จากรายงานวิจัยของ Muangseengarm, Tuntiwongwanich, และ Kiddee [5] ได้พัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานร่วมกับบทเรียนอีเลิร์นนิง สำหรับนักเรียนระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพ รายงานวิจัยของ Tapiantong, Kantathanawat, และ Innoi [6] ที่ได้จัดการเรียนรู้

ด้วย Google application for education ร่วมกับบทเรียนบนเครือข่ายเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน รายงานการวิจัยของ Boonprasom และ Sinthanakul [7] ได้นำเสนอถึงการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเว็บแบบผสมผสานตามฐานสมรรถนะ ร่วมกับการเรียนรู้แบบ MIAP รายงานการวิจัยของ Pitiwong, Tuntiwongwanich, และ Kiddee [8] ได้ประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับบทเรียนอีเลิร์นนิงเพื่อพัฒนาทักษะการเขียนโปรแกรมของผู้เรียน รายงานวิจัยของ Polsawat และ Chansiriwat [9] ที่ได้พัฒนารูปแบบการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานในการสอนทักษะปฏิบัติ เช่นเดียวกับ Sumalai, Supavarasuwat, และ Maunsaiyat [10] ได้พัฒนาบทเรียนอีเลิร์นนิงเพื่อพัฒนาให้นักศึกษาสามารถเข้ารับการทดสอบมาตรฐานฝีมือแรงงานแห่งชาติ ช่างไฟฟ้าภายในอาคารระดับ 1 งานวิจัยของ Boosamsai, Oungthong, และ Mangkhalakun [11] ที่ได้พัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี Kassymova et al. [12] ที่ได้พัฒนาบทเรียนอีเลิร์นนิง เรื่องสิ่งแวดล้อม โดยใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยบทเรียนอีเลิร์นนิงร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน รายงานการวิจัยของ Nurkhin, Kardoyo, Pramusinto, Setiyani, และ Widhiastuti [13] ได้ประยุกต์ใช้การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้โซเชียลมีเดียเพื่อการเรียนรู้ รวมถึงงานวิจัยของ Mann et al. [14] ที่ได้ศึกษากรอบการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อการจัดการเรียนรู้ของวิศวกรสำหรับการทำงานในอนาคต จากงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่ามีงานวิจัยที่ได้มีการประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับสื่อการเรียนรู้ที่หลากหลาย แต่ยังไม่ได้มีการวิจัยที่ได้มุ่งเน้นการประยุกต์ใช้จัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เพื่อพัฒนาความสามารถการคิดวิเคราะห์โดยเฉพาะอย่างยิ่งในองค์ความรู้ทางด้านการเชื่อมอะลูมิเนียม ที่เป็นพื้นฐานสำคัญต่อครูช่างอุตสาหการและนักเทคโนโลยีอุตสาหการ ที่จะต้องมีองค์ความรู้อย่างลึกซึ้งที่จะสามารถนำไปสอนนักศึกษาระดับอาชีวศึกษา และการปฏิบัติงานในภาคอุตสาหกรรมต่อไป

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้มุ่งเน้นการบูรณาการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เพื่อพัฒนาการจัดการเรียนการสอนให้มีบรรลุผลลัพธ์การเรียนรู้ของรายวิชา พัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์สำหรับนักศึกษาครุศาสตร์อุตสาหการ รวมถึงให้นักศึกษาสามารถนำหลักการที่ได้จากการพัฒนาการเรียนรู้ในหัวข้อดังกล่าวนำไปใช้ในรายวิชาอื่น ๆ ที่ต้องใช้ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ต่อไป

## 2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

2.1 พัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องการเชื่อมอะลูมิเนียม เพื่อพัฒนาความสามารถการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักศึกษาครุศาสตร์อุตสาหการ

2.2 พัฒนาบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง การเชื่อมอะลูมิเนียม ที่มีคุณภาพและประสิทธิภาพ

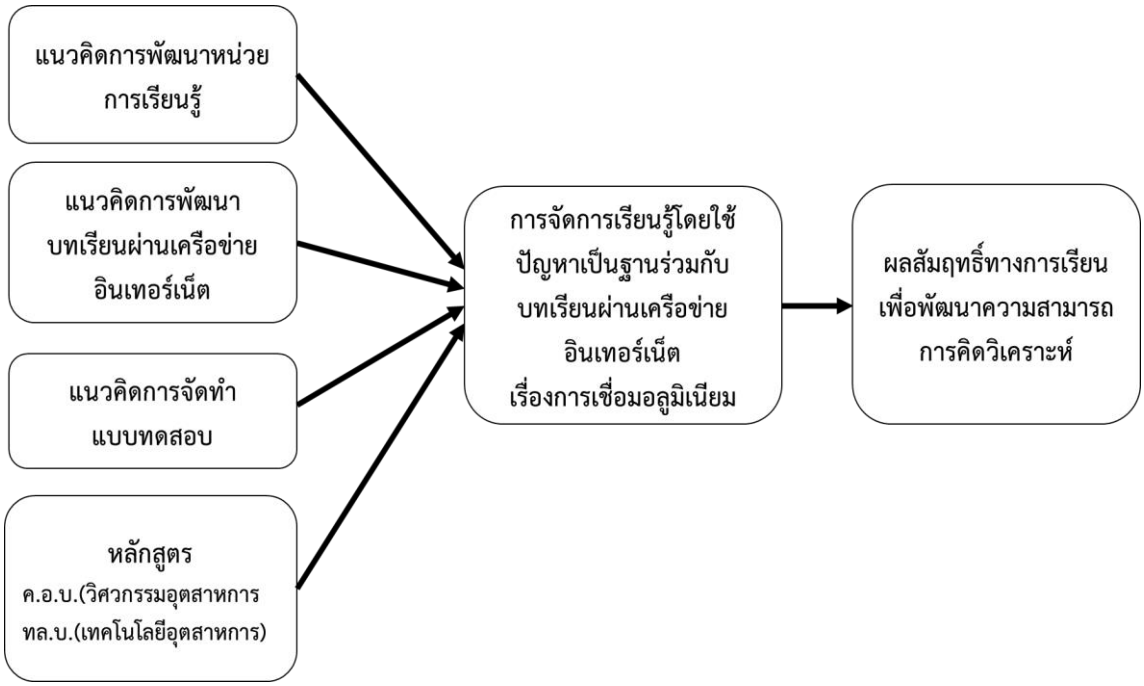
2.3 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การเชื่อมอะลูมิเนียม สำหรับนักศึกษาครุศาสตร์อุตสาหการที่เรียนตามแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ร่วมกับบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต กับนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

## 3. สมมติฐานการวิจัย

นักศึกษานักศึกษาครุศาสตร์อุตสาหการ ชั้นปีที่ 3 ที่เรียนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ร่วมกับบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง การเชื่อมอะลูมิเนียม มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

## 4. กรอบแนวคิดการวิจัย

กรอบแนวคิดงานวิจัยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องการเชื่อมอะลูมิเนียม สำหรับนักศึกษาครุศาสตร์อุตสาหการ ผู้วิจัยมีกรอบแนวคิดในการดำเนินงาน ดังรูปที่ 1




**รูปที่ 1** กรอบแนวคิดงานวิจัย เรื่อง การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องการเชื่อมอะลูมิเนียม สำหรับนักศึกษาครุศาสตร์อุตสาหการ

4.1 แนวคิดการพัฒนาหน่วยการเรียนรู้ งานวิจัยได้มีการพัฒนาตามกรอบแนวคิดของ Muangseengarm, Tuntiwongwanich, และ Kiddee [5] Pitiwong, Tuntiwongwanich, และ Kiddee [8] เป็น 3 ขั้นตอน ได้แก่ 1. การกำหนดผลลัพธ์การเรียนรู้ของหน่วยการเรียนรู้ 2. ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ และ 3. การวัดและประเมินผลลัพธ์การเรียนรู้ โดยในขั้นตอนการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ งานวิจัยได้ออกแบบกิจกรรมภายใต้แนวคิดของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีขั้นตอนตอนดังนี้ 1. การกำหนดปัญหาโดยการถามนำเข้าสู่บทเรียนและตั้งปัญหา 2. วิเคราะห์ปัญหาโดยแบ่งกลุ่มเพื่อรับผิดชอบในการแก้ปัญหา 3. ตั้งสมมุติฐานโดยผู้เรียนคาดเดาปัญหามีสาเหตุจากอะไร 4. เก็บรวบรวมข้อมูล 5. วิเคราะห์ข้อมูลแต่ละกลุ่มร่วมกัน จากนั้นนำข้อมูลที่ไปค้นคว้าเพื่อหาคำตอบ 6. สรุปผล [9]

4.2 แนวคิดการพัฒนาบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องการเชื่อมอะลูมิเนียม สำหรับนักศึกษาครุศาสตร์อุตสาหการ ผู้วิจัยได้นำทฤษฎีพฤติกรรมนิยม (Behaviorism) ของ Skinner [15] กรอบแนวคิดการจัดทำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนของ Addie Model [16]

4.3 แนวคิดในการจัดทำแบบทดสอบเพื่อการวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ งานวิจัยได้ดำเนินตามกรอบแนวคิดของ Bloom [17] ที่ได้กล่าวว่าแบบทดสอบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ต้องครอบคลุมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียนทั้ง 3 ด้าน ได้แก่ การวิเคราะห์ความสำคัญ การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ และการวิเคราะห์หลักการ โดยงานวิจัยได้พัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ผู้เรียน ได้แก่ ใบงาน แบบฝึกหัดระหว่างบทเรียน และแบบทดสอบหลังเรียนในรูปแบบออนไลน์ เพื่อการวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียนต่อไป

4.4 ศึกษารายละเอียดของหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ และหลักสูตรเทคโนโลยีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม เอกวิชาเทคโนโลยีอุตสาหการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ได้แก่ ผลลัพธ์การเรียนรู้ของหลักสูตร (Program learning outcome) ผลลัพธ์การเรียนรู้ชั้นปี (Year learning outcome) และผลลัพธ์การเรียนรู้ของรายวิชา (Course learning outcome) โดยงานวิจัยนี้จะไปเป็นส่วนเสริมนักศึกษาทั้ง 2 หลักสูตรที่ต้องมีการเรียนการสอนในกลุ่มรายวิชาเทคโนโลยีการเชื่อมเพื่อให้บรรลุผลลัพธ์การเรียนรู้ของหลักสูตรต่อไป

## 5. ขอบเขตของการวิจัย

5.1 ประชากร คือ นักศึกษาภาควิชาครุศาสตร์อุตสาหการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 3 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 68 คน ที่ได้ผ่านการเรียนวิชา PTE 262 Production technology practice และวิชา PDT 262 Production technology workshop

5.2 กลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษาภาควิชาครุศาสตร์อุตสาหการชั้นปีที่ 3 ระดับปริญญาตรีหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ และหลักสูตรเทคโนโลยีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม เอกวิชาเทคโนโลยีอุตสาหการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยพระจอมเกล้าธนบุรี ชั้นปีที่ 3 ปีการศึกษา 2563 ได้จากการสุ่มกลุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) ของนักศึกษาทั้ง 2 หลักสูตร จำนวน 60 คน จัดเป็นกลุ่ม 3 กลุ่ม กลุ่มละ 20 คน ในแต่ละกลุ่มจะมีนักศึกษาทั้ง 2 หลักสูตร ดังนี้

กลุ่มที่ 1 กลุ่มหาประสิทธิภาพบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต จำนวน 20 คน

กลุ่มที่ 2 กลุ่มทดลองเรียนที่เรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต จำนวน 20 คน

กลุ่มที่ 3 กลุ่มเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ จำนวน 20 คน

5.3 ตัวแปรที่ศึกษาในงานวิจัย

5.3.1 ตัวแปรต้น ได้แก่ การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องการเชื่อมอะลูมิเนียมสำหรับนักศึกษาครุศาสตร์อุตสาหการ

5.3.2 ตัวแปรตาม ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพื่อพัฒนาความสามารถการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักศึกษาครุศาสตร์อุตสาหการ

## 6. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

6.1 แผนการจัดการเรียนรู้แบบการใช้ปัญหาเป็นฐาน

ผู้วิจัยได้ดำเนินการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ตามลำดับขั้นตอนตามแนวคิดของการศึกษาครั้งนี้พัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดของ Dewey [18] ได้แก่ 1. การกำหนดปัญหาโดยการถามนำเข้าสู่บทเรียนและตั้งปัญหา 2. วิเคราะห์ปัญหาโดยแบ่งกลุ่มเพื่อรับผิดชอบในการแก้ปัญหา 3. ตั้งสมมุติฐานโดยผู้เรียนคาดเดาปัญหามีสาเหตุจากอะไร 4. เก็บรวบรวมข้อมูล 5. วิเคราะห์ข้อมูลแต่ละกลุ่มร่วมกันจากนั้นนำข้อมูลที่ไปค้นคว้าเพื่อหาคำตอบ 6. สรุปผล โดยในการวิจัยครั้งนี้ได้นำแนวคิดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ร่วมกับการใช้บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ 1. กำหนดปัญหา 2. วิเคราะห์ปัญหา 3. เก็บรวบรวมข้อมูล 4. สรุปผล แผนการจัดการเรียนรู้แบบการใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่องการเชื่อมอะลูมิเนียมแบ่งเป็น 4 หน่วย ได้แก่ 1. ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับการเชื่อมอะลูมิเนียม 2. การเชื่อมอะลูมิเนียมด้วยกระบวนการเชื่อมอาร์กโลหะด้วยมือ 3. การเชื่อมอลูมิเนียมด้วยกระบวนการเชื่อมทิก และ 4. การเชื่อมอลูมิเนียมด้วยกระบวนการเชื่อมอาร์กโลหะแก๊สปกคลุม

6.2 แบบประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้

การประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้ งานวิจัยได้สร้างแบบประเมินเป็นมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) 5 ระดับ โดยใช้แนวคิดของ Likert [19] สิ่งที่ต้องพิจารณาประกอบไปด้วย 4 ด้าน ได้แก่ 1. ภาพรวมของแผนการจัดการเรียนรู้ 2. วัตถุประสงค์การเรียนรู้ 3. กิจกรรมการเรียนการรู้ และ 4. การวัดและประเมินผล

6.3 บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง การเชื่อมอะลูมิเนียม

งานวิจัยได้ดำเนินการพัฒนาบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ตามแนวคิดการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนของ Tironthanakun, Kiattikomol, และ Yampinij [20] ประกอบไปด้วย 5 ช่วง และ 16 ขั้นตอน คือ 1. ช่วงการวิเคราะห์เนื้อหา (Analysis) 2. ช่วงการออกแบบหน่วยการเรียน (Design) 3. ช่วงการพัฒนาหน่วยการเรียน (Development) 4. ช่วงการพัฒนาเนื้อหาลงบนคอมพิวเตอร์ (Implementation) และ 5. การประเมินผล (Evaluation) บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเรื่องการเชื่อมอะลูมิเนียม แบ่งเป็น 4 หน่วย ได้แก่ 1. ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับการเชื่อมอะลูมิเนียม 2. การเชื่อมอะลูมิเนียมด้วยกระบวนการเชื่อมอาร์กโลหะด้วยมือ 3. การเชื่อมอลูมิเนียมด้วยกระบวนการเชื่อมทิก และ 4. การเชื่อมอลูมิเนียมด้วยกระบวนการเชื่อมอาร์กโลหะแก๊สปกคลุม

6.4 แบบประเมินคุณภาพบทเรียนบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องการเชื่อมอะลูมิเนียม

ผู้วิจัยดำเนินการสร้างแบบประเมินคุณภาพบทเรียนอีเลิร์นนิงเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ สามารถแบ่งเป็น 2 ด้านคือ การตรวจสอบคุณภาพด้านสื่อ และการตรวจสอบคุณภาพทางด้านเนื้อหา ตามแนวคิดของ Likert [19] และ Tironthanakun [20]

6.5 แบบประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนด้วยบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

งานวิจัยพัฒนาแบบประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา เพื่อวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ตามแนวคิดของ Bloom [17] ที่ได้กล่าวถึงแบบทดสอบการวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ผู้เรียนต้องครอบคลุมทั้ง 3 ด้าน ได้แก่ การวิเคราะห์ความสำคัญ การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ และการวิเคราะห์หลักการ เป็นข้อสอบปรนัยแบบ 4 ตัวเลือก ที่ได้ผ่านการประเมินความสอดคล้องระหว่างเครื่องมือกับวัตถุประสงค์หรือเนื้อหาจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน จากจำนวน 35 ข้อ และคัดเลือกข้อสอบที่มีคุณภาพ จำนวน 30 ข้อ เพื่อใช้ประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนด้วยบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

## 7. การดำเนินการวิจัยและวิเคราะห์ข้อมูล

7.1 การดำเนินการวิจัยสำหรับการหาคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องการเชื่อมอะลูมิเนียม สำหรับนักศึกษาครุศาสตร์อุตสาหการ ได้ถูกประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน ประเมินคุณภาพทั้งหมด 4 ด้าน ได้แก่ 1. ภาพรวมของแผนการจัดการเรียนรู้ 2. วัตถุประสงค์การจัดการเรียนรู้ 3. กิจกรรมการเรียนรู้ และ 4. การวัดและประเมินผล จากนั้นทำการวิเคราะห์โดยการหาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

7.2 พัฒนาบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องการเชื่อมอะลูมิเนียม จากนั้นนำบทเรียนที่ถูกพัฒนาขึ้นประเมินคุณภาพบทเรียนโดยผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด 3 คน ในการประเมินคุณภาพเนื้อหา และเทคนิคการผลิตสื่อ จากนั้นทำการวิเคราะห์บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องการเชื่อมอะลูมิเนียม โดยการหาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

7.3 การดำเนินการออกแบบเครื่องมือประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนด้วยบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต แบบทดสอบการคิดวิเคราะห์ได้พัฒนาเป็นข้อสอบปรนัยแบบ 4 ตัวเลือก จำนวน 35 ข้อ จากนั้นนำแบบทดสอบมาให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน ในการตรวจสอบหาความสอดคล้องระหว่างเครื่องมือกับวัตถุประสงค์หรือเนื้อหา (Index of Consistency, IOC) พบว่าจากข้อสอบปรนัย จำนวน 35 ข้อ ข้อสอบที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป จำนวน 32 ข้อ และข้อที่มีค่า IOC ต่ำกว่า 0.50 จำนวน 3 ข้อ ผู้วิจัยทำการปรับปรุงทางข้อสอบตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ และคัดเลือกข้อสอบให้เหลือ จำนวน 30 ข้อ เพื่อใช้ในการทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง กลุ่มที่ 1 กลุ่มหาประสิทธิภาพบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต จำนวน 20 คน พบว่าแบบทดสอบมีค่าความยากง่าย ตั้งแต่ 0.28-0.85 ค่าอำนาจจำแนก มีค่าตั้งแต่ 0.14-0.85 และมีค่าความเชื่อมั่น (KR-20) เท่ากับ 0.86

7.4 การดำเนินการหาประสิทธิภาพของบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องการเชื่อมอะลูมิเนียม โดยกลุ่มที่ 1 กลุ่มหาประสิทธิภาพบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต จำนวน 20 คน โดยให้เรียนบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องการเชื่อมอะลูมิเนียม ใช้เวลาในการทดลองหน่วยละ 1 ชั่วโมง รวมทั้งสิ้น 4 ชั่วโมง ก่อนทำการทดลองมีการชี้แจงวัตถุประสงค์และอธิบายการใช้งานบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต จากนั้นให้ผู้เรียนได้เรียนรู้บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตและทำแบบทดสอบหลังเรียนในแต่ละหน่วย เมื่อผู้เรียนดำเนินการเรียนเสร็จสิ้นแล้วจึงทำการทดสอบหลังเรียนเพื่อวัดประสิทธิภาพของผลลัพธ์ นำไปเปรียบเทียบกับประสิทธิภาพของกระบวนการ (E1) และประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E2) เกณฑ์ที่ตั้งไว้ คือ 80/80

7.5 การดำเนินการทดลองใช้แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องการเชื่อมอะลูมิเนียม กับกลุ่มที่ 2 กลุ่มทดลองเรียนที่เรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต จำนวน 20 คน เป็นเวลา 6 ชั่วโมง และกลุ่มที่ 3 กลุ่มเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ จำนวน 20 คน จากนั้นทำการวิเคราะห์ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่มที่เป็นอิสระต่อกัน การวิจัยครั้งนี้กลุ่มตัวอย่างมีขนาดเท่ากัน 2 กลุ่ม ผู้วิจัยจึงใช้ t-test independent แบบ Pooled variance t-test ในการวิเคราะห์ข้อมูล

## 8. ผลการวิจัย

8.1 ผลการประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเรื่องการเชื่อมอะลูมิเนียม สำหรับนักศึกษาครุศาสตร์อุตสาหการ

**ตารางที่ 1** ผลการประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ร่วมกับบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง การเชื่อมอะลูมิเนียม

| รายการประเมิน | $\overline{X}$ | S.D. | หัวข้อ |
|---|---|---|---|
| ด้านภาพรวมของแผน | 3.92 | 0.74 | ดี |
| ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้ | 4.56 | 0.38 | ดีมาก |
| ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ | 4.40 | 0.25 | ดี |
| ด้านการวัดและประเมินผล | 4.10 | 0.16 | ดี |
| **รวมทุกด้าน** | **4.25** | **0.38** | **ดี** |

ผลการวิเคราะห์การประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ร่วมกับบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง การเชื่อมอะลูมิเนียม จากตารางที่ 1 พบว่าคุณภาพด้านจุดประสงค์การเรียนรู้มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก ($\overline{X}$ = 4.56, S.D. = 0.38) มีค่าเฉลี่ยสูงสุด ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ มีผลการประเมินผลอยู่ในระดับดี ($\overline{X}$ = 4.40, S.D. = 0.25) ด้านการวัดและประเมินผล มีผลการประเมินผลอยู่ในระดับดี ($\overline{X}$ = 4.10, S.D. = 0.16) และด้านภาพรวมของแผน มีผลการประเมินผลอยู่ในระดับดี ($\overline{X}$ = 3.92, S.D. = 0.74) โดยสรุป คุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ร่วมกับบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง การเชื่อมอะลูมิเนียม รวมทุกด้าน ($\overline{X}$ = 4.25, S.D. = 0.38) อยู่ในระดับดี

8.2 ผลการประเมินคุณภาพบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง การเชื่อมอะลูมิเนียม

**ตารางที่ 2** ผลการประเมินคุณภาพบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง การเชื่อมอะลูมิเนียม

| รายการประเมิน | $\overline{X}$ | S.D. | หัวข้อ |
|---|---|---|---|
| ด้านเนื้อหา | 4.75 | 0.29 | ดีมาก |
| ด้านนำเสนอมัลติมิเดีย | 4.50 | 0.32 | ดีมาก |
| ด้านปฏิสัมพันธ์ | 4.75 | 0.29 | ดีมาก |
| **รวมทุกด้าน** | **4.67** | **0.30** | **ดีมาก** |

คุณภาพบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง การเชื่อมอะลูมิเนียม โดยเมื่อพิจารณาเป็นรายด้านทั้ง 3 ด้านจาก ตารางที่ 2 พบว่าคุณภาพบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง การเชื่อมอะลูมิเนียม รวมอยู่ในระดับดีมาก ($\overline{X}$ = 4.67, S.D. = 0.30) โดยเมื่อแยกรายด้านเรียงลำดับจากมากไปน้อยมีผลประเมินคุณภาพดังนี้ ด้านเนื้อหาและด้านปฏิสัมพันธ์ ($\overline{X}$ = 4.75, S.D.= 0.29) อยู่ในระดับดีมาก ด้านนำเสนอมัลติมิเดีย ($\overline{X}$ = 4.50, S.D. = 0.32) อยู่ในระดับดีมาก ตามลำดับ

8.3 ผลการหาประสิทธิภาพของบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง การเชื่อมอะลูมิเนียม

**ตารางที่ 3** ผลการหาประสิทธิภาพของบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง การเชื่อมอะลูมิเนียม

| คะแนน | จำนวนนักเรียน | คะแนนเต็ม | คะแนนที่ได้ | |
|---|---|---|---|---|
| | | | ค่าเฉลี่ย | ร้อยละ |
| ระหว่างเรียน | 20 | 30 | 24.40 | 81.43 ($E_1$) |
| หลังเรียน | | | 24.70 | 82.33 ($E_2$) |

ผลการหาประสิทธิภาพบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง การเชื่อมอะลูมิเนียม จากตารางที่ 3 พบว่าคะแนนมีอัตราส่วนระหว่างประสิทธิภาพของกระบวนการต่อประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E1/E2) เท่ากับ 81.43/82.33 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้คือ 80/80

8.4 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนตามแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต กับนักศึกษาที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

**ตารางที่ 4** ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนตามแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ร่วมกับบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต กับนักศึกษาที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

| กลุ่มตัวอย่าง | n | $\overline{X}$ | S.D. | T | df | Sig. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| กลุ่มที่ 2 | 20 | 25.25 | 2.48 | 6.038 | 38 | 0.000* |
| กลุ่มที่ 3 | | 20.95 | 1.98 | | | |

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

จากตารางที่ 4 พบว่านักศึกษา (กลุ่มที่ 2) ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ร่วมกับบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง การเชื่อมอะลูมิเนียม มีค่าเฉลี่ยคะแนน 25.25 (S.D. = 2.48) และนักศึกษาที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ (กลุ่มที่ 3) มีค่าเฉลี่ยคะแนน 20.95 (S.D. = 1.98) ผลการวิเคราะห์ทางสถิติแสดงได้ว่าค่า Sig. มีค่าเท่ากับ 0.000 ซึ่งน้อยกว่า 0.05 จึงสามารถสรุปได้ว่า ค่าเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนตามแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ร่วมกับบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต กับนักศึกษาที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบปกติแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

## 9. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

9.1 แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ร่วมกับบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง การเชื่อมอะลูมิเนียม อยู่ในระดับดี ($\bar{x}$ = 4.25, S.D. = 0.38) เนื่องจากงานวิจัยได้ศึกษาค้นคว้าแนวคิดและหลักการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้โดยมีกระบวนการ 3 ขั้นตอน ได้แก่ 1. การตั้งจุดประสงค์การเรียนรู้ (Objective) 2. การจัดกิจกรรมเรียนการสอน (Learning) และ 3. การกำหนดวิธีการวัดและประเมินผล (Evaluation) อีกทั้งงานวิจัยได้นำกระบวนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ คือ 1. กำหนดปัญหา 2. วิเคราะห์ปัญหา 3. เก็บรวบรวมข้อมูล และ 4. สรุปผล ทำให้แผนการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพ สอดคล้องกับรายงานวิจัยของ Subcharoen, Tungkunanan, และ Kantathanawat [21] ที่ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะตีมศึกษาร่วมกับบทเรียนอีเลิร์นนิง พบว่าคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้เกิดจากแนวคิดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน และรายงานวิจัยของ Polsawat และ Chansiriwat [9] ที่ได้พัฒนารูปแบบการเรียนรู้ของนักศึกษาโดยใช้ปัญหาเป็นฐานในการสอนทักษะภาคปฏิบัติรายวิชาเทคโนโลยีพีแอลซี พบว่าแผนการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วยกิจกรรมการเรียนรู้เมื่อผู้เรียนแบ่งกลุ่มย่อยเพื่อจัดการกับปัญหาแล้วให้ผู้เรียนค้นคว้าด้วยตนเองทำให้สามารถเชื่อมโยงความรู้เก่ากับความรู้ใหม่ที่ค้นพบได้ส่งผลให้คุณภาพของแผนจัดการเรียนรู้มีคุณภาพดี

9.2 บทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง การเชื่อมอะลูมิเนียมมีคุณภาพในภาพรวมอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{x}$ =4.72 ,S.D.=0.05) ผลจากการดำเนินงานวิจัยที่ได้ใช้แนวคิดของ Tironthanakun [18] 5 ช่วง 16 ขั้นตอน ในการพัฒนาบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ซึ่งได้วิเคราะห์โครงสร้างและพิจารณาความเหมาะสมของเนื้อหา ทั้งยังให้ความสำคัญกับความถูกต้องของเนื้อหาและปฏิสัมพันธ์ของบทเรียนอีกด้วย สอดคล้องกับงานวิจัยของ Maneechai, Sovajassatakul, และ Pimdee [22] ที่ได้พัฒนาบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยการจัดการเรียนรู้ด้วยการนำตนเอง กล่าวว่าบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เนตมีความสะดวกต่อการค้นคว้า และยังสามารถเรียนซ้ำในเนื้อหาเดิมได้ สำหรับประสิทธิภาพของบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง การเชื่อมอะลูมิเนียม เมื่อเทียบอัตราส่วนระหว่างประสิทธิภาพของกระบวนการต่อประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E1/E2) เท่ากับ 81.43/82.33 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ ที่ตั้งไว้คือ 80/80 เนื่องมาจากงานวิจัยได้ทำการออกแบบบทเรียนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ตามกรอบแนวคิดของ ADDE [16] และ Tironthanakun [18] ส่งผลให้บทเรียนบทเรียนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตมีความเหมาะสม รวมถึงงานวิจัยได้เลือกใช้เทคโนโลยีที่มีความสอดคล้องกับการเรียนการสอนกับกลุ่มทดลองปัจจุบัน ทำให้สามารถเข้ามาใช้บทเรียนได้ง่าย และสะดวก มีการปฏิสัมพันธ์ระหว่างบทเรียนและผู้เรียน โดยงานวิจัยได้มีการแก้ไขปรับปรุงบทเรียนให้สมบูรณ์ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญในด้านสื่อและด้านเนื้อหา สอดคล้องกับงานวิจัยของ Arslan, Inan, และ Cheon [23] ได้ออกแบบและพัฒนาบทเรียนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการพัฒนาวิชาชีพในระดับอุดมศึกษา โดยพบว่าบทเรียนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่มีผลสะท้อนกลับจาการทำแบบฝึกหัดหรือกิจกรรมช่วยเพิ่มประสิทธิภาพและประสิทธิผลของบทเรียนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

9.3 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง การเชื่อมอะลูมิเนียม ของนักศึกษาครุศาสตร์อุตสาหการ สูงกว่าการจัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 เป็นไปตามสมมติฐานการวิจัย เนื่องจากการจัดการเรียนรู้ด้วยการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตส่งเสริมให้ผู้เรียนนำความรู้และมีลักษณะการกิจกรรมแบบแก้ปัญหา ซึ่งสามารถกระตุ้นให้เกิดทักษะการคิดแก้ปัญหา นักเรียน วิเคราะห์ปัญหา ในการหาคำตอบของการเชื่อมอะลูมิเนียม ด้วยการค้นคว้าหลักการวิเคราะห์ปัญหาด้วยตนเองกับกลุ่มเพื่อนให้ได้ถูกต้องว่าหาคำตอบเพื่อการแก้ปัญหา สอดคล้อง Dewey [19] ที่ได้กล่าวถึงขั้นตอนการสอนของวิธีการสอนแบบแก้ปัญหาขั้นการวิเคราะห์ปัญหา เมื่อผู้เรียนได้รับโจทย์ปัญหาจากผู้สอน ผู้สอนจะให้ผู้เรียนแบ่งกลุ่มและช่วยกันระดมสมองเพื่อช่วยหาคำตอบของปัญหา ดังนั้นจึงทำให้ผู้เรียนที่ได้เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบโดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเกิดการกระต้นหนุนเสริมทั้งจากผู้สอน และเพื่อนในกลุ่มตลอดเวลาจึงทำให้

มีผลสัมฤทธิ์มากกว่ากลุ่มที่มีการเรียนการสอนแบบปกติ รายงานวิจัยของ Aji, Hendrayana, และ Hudha [24] พบว่าความเข้าใจในเนื้อหาฟิสิกส์ระหว่างชั้นเรียนที่สอนโดยใช้แบบจัดกิจกรรมดีกว่าชั้นเรียนที่สอนตามปกติและนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมมีการตอบสนองที่ดีในการเรียนรู้ จากรายงานวิจัยของ Mookmalee และ Sumranwanich [25] ที่ได้ทำการศึกษาการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนทำกิจกรรมมีคะแนนเฉลี่ยน้อยกว่าหลังทำกิจกรรม รวมถึงรายงานการวิจัยของ Khotsing, Erawan, และ Siwarom [26] พบว่ารูปแบบการสอนวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยทักษะกระบวนการคิดแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนด้วยรูปแบบการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการสอนมีพฤติกรรมทางการเรียนดีขึ้น และรายงานวิจัยของ Muangseengarm, Tuntiwongwanich, และ Kiddee [5] ที่ได้พัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์โดยใช้การจัดการเรียนรู้ แบบปัญหาเป็นฐานร่วมกับบทเรียนอีเลิร์นนิง พบว่าการดำเนินการตาม 6 ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสำหรับกลุ่มที่ใช้การเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานร่วมกับบทเรียนอีเลิร์นนิงสูง

## 10. ข้อเสนอแนะ

10.1 ข้อเสนอแนะเพื่อการนำผลการวิจัยไปใช้

10.1.1 แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ร่วมกับบทเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง การเชื่อมอะลูมิเนียม สามารถใช้เป็นแนวทางของการจัดการเรียนรู้ในสถานศึกษาสำหรับการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสานได้

10.1.2 สามารถนำบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ ไปใช้เป็นสื่อการเรียนรู้โดยผู้เรียนสามารถทบทวนเนื้อหาซ้ำได้

10.2 ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

10.2.1 สามารถประยุกต์แผนการเรียนรู้จากปัญหาเป็นฐาน เป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบอื่น ๆ ได้ เช่นการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน การจัดการเรียนรู้แบบความร่วมมือ เป็นต้น

10.2.2 สามารถนำบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง การเชื่อมอะลูมิเนียม พัฒนาให้อยู่ในรูปแบบอื่น ๆ เช่น การฝึกอบรมแบบออนไลน์ (Online) สื่อการฝึกอบรมผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์ (E- training) โดยเพิ่มเติมวิดีโอสาธิตปฏิบัติการเชื่อมด้วยกระบวนการเชื่อมต่าง ๆ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเรียนด้วยตนเอง สามารถปฏิบัติการเชื่อมอะลูมิเนียมได้และพัฒนาทักษะในการเชื่อมอะลูมิเนียมต่อไป

## เอกสารอ้างอิง

[1] Chumman, N., Sukwan, O., Chareonsri, P., & Kumsucharit, S. (2020). “Industrial education and student competency enhancement.” **Journal of Industrial Education.** 14(2), 60-74. (in Thai)

[2] Sirinupong, P. (2020). “Introduction to industrial systems for higher education students in teaching curriculum.” **Journal of Industrial Education.** 14(2), 134-147. (in Thai)

[3] Alrahlah, A. (2016). “How effective the problem-based learning (PBL) in dental education: A critical review.” **Saudi Dental Journal.** 28, 155–161.

[4] Dittapanya, P., & Haemaprasith, S. (2020). “Effect of problem base learning with think pair share technique to develop scientific problem solving ability and self-confidence of fifth grade students.” **Journal of Industrial Education.** 14(2), 24-41. (in Thai)

[5] Muangseengarm, O., Tuntiwongwanich, S., & Kiddee, K. (2020). “Development of analytical thinking by problem-base learning with e-learning on two-dimensional array for vocational certificate students” **Journal of Industrial Education.** 19(3), 11-20. (in Thai)

[6] Tapiantong, S., Kantathanawat, T., & Innoi, S. (2020). “The learning management with google application for education collaboration networking lessons to promote learning achievement in related skills on the information technology in presentation method for grade 9.” **Journal of Industrial Education.** 19(1), 15-24. (in Thai)

[7] Boonprasom, C., & Sinthanakul, K. (2020). "The development of WBI for blended learning according to competency based by using MIAP learning method on data structure and algorithm." **Technical Education Journal.** 11(1), 12-20. (in Thai)

[8] Pitiwong, A., Tuntiwongwanich, S., & Kiddee, K. (2020). "The development of programming skills with problem-based learning method together with e-learning courseware on selection structure programming for grade 7 students." **Journal of Industrial Education.** 19(2), 20-30. (in Thai)

[9] Polsawat, A., & Chansiriwat, T. (2016). "The development of learning model for student by using problem-based learning for teaching practical skills course in programmable logic controller technology." **Journal of Humanities and Social Sciences Valaya Alongkorn.** 12(1), 61-72. (in Thai)

[10] Sumalai, K., Supavarasuwat, P., & Maunsaiyat, S. (2019). "An e-learning lesson on basic indoor electricity for level 1 indoor electricians." **Journal of Industrial Education.** 18(2), 188-196. (in Thai)

[11] Boosamsai, S., Oungthong, M., & Mangkhalakun, C. (2020). "Development of computer assisted instruction on charting and calculating shear force and bending moment diagrams for students in faculty of thechnical education in king mongkut's university of technology north Bangkok." **Journal of Industrial Education.** 19(1), 75-83. (in Thai)

[12] Kassymova, G., Akhmetova, A., Baibekova, M., Kalniyazova, A., Mazhinov, B., & Mussina S. (2020). "E-Learning Environments and Problem-Based Learning International." **Journal of Advanced Science and Technology.** 29(7), 346-356.

[13] Nurkhin, A., Kardoyo, K., Pramusinto, H., Setiyani, R., & Widhiastuti, R. (2020). "Applying blended problem-based learning to accounting studies in higher education; optimizing the utilization of social media for learning." **International Journal of Emerging Technologies in Learning.** 15(8), 22-39.

[14] Mann, L., Chang, R., Chandrasekaran, S., Coddington, A., Daniel, S., Cook, E., ... Smith, T.D. (2021). "From problem-based learning to practice-based education: a framework for shaping future engineers." **European Journal of Engineering Education.** 46(1), 27–47.

[15] Skinner, B. F. (1963). "Operant behavior." **American Psychologist.** 18(8), 503–515.

[16] Branson, R. K., Rayner, G. T., Cox J. L., Furman, J. P., King, F. J., & Hannum, W. H. (1975). **Interservice procedures for instructional systems development: Executive summary and model.** Tallahassee: Florida State University. 1-132.

[17] Bloom, B. S. (1956). **Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals.** (Handbook I: Cognitive domain). New York: Mckay. 201-207.

[18] Dewey, J. (2010). **The school and society and the child and the curriculum**. 2nd ed. Kansas: Digireads. 5-65.

[19] Likert, R. (1932). "A technique for the measurement of attitudes." **Archives of Psychology.** 22(140), 55.

[20] Tironthanakun, P., Kiattikomol, P., & Yampinij, S. (2003). **Design and production of instructional computer lessons for e-Learning**. Bangkok: Pimdee. 197-198. (in Thai)

[21] Subcharoen, P., Tungkunanan, P., & Kantathanawat, T. (2020). "The effect of learning management plan with e-learning based on steam education on 10th grade in project development of technology 1 subject (computing science)." **Journal of Industrial Education.** 19(2), 90-99. (in Thai)

[22] Maneechai, K., Sovajassatakul, T., & Pimdee, P. (2016). "A development of web based instruction for self-directed learning on electronic circuit and device of third year vocational certificate students." **Journal of Industrial Education.** 15(2), 41-47. (in Thai)

[23] Arslan, O., Inan, F., A., & Cheon, J. (2020, September). "Design and Development of a Web-Based Instruction for Professional Development in Higher Education." **Proceedings of Society for Information Technology & Teacher Education International Conference,** Waynesville, NC, USA.

[24] Aji, S. D., Hendrayana, A. D., & Hudha, M. N. (2019). "Problem based learning (PBL) as a learning device integrated with computer assisted instruction (CAI) to enhance junior high school students comprehension on the concept of sound." **Journal of Physics: Conference Series.** 1375(1), 1-4.

[25] Mookmalee, K., & Sumranwanich, W. (2014). "Development of problem solving ability and learning achievement on food and existence for Grade 8 students by problem based learning." **Graduate Research Conference 2014,** Rangsit University, Pathum Thani. (in Thai)

[26] Khotsing, S., Erawan, P., & Siwarom, M. (2013). "Development of a science instruction model based on problem-based learning to enhance problem solving skills of grade seven students." **Research Methodology & Cognitive Science.** 11(2), 40-52. (in Thai)

# ผลของการสอนแบบห้องเรียนกลับด้าน เรื่องการวิเคราะห์ภาพถ่ายส่งขายออนไลน์ ที่มีต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักศึกษาระดับปริญญาตรี

# EFFECTS OF A FLIPPED CLASSROOM INSTRUCTION IN ONLINE SALES PHOTOS ANALYZING ON ANALYTIC THINKING ABILITY OF UNDERGRADUATE STUDENTS

**วิญลี่ รุ่งฤดีสมบัติกิจ***
**Winly Rungrudeesombutkit***
**E-mail: Winly.run@kbu.ac.th**

สาขาวิชานวัตกรรมการสื่อสารองค์กรและแบรนด์คณะนิเทศศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต กรุงเทพมหานค 10510
Department of Innovative Organizational Communication and Brand, Faculty of Communication Arts, Kasem Bundit University, Bangkok 10510 Thailand

*Corresponding author E-mail: Winly.run@kbu.ac.th

(Received: January 2, 2021; Revised: March 23, 2021; Accepted: May 27, 2021)

## ABSTRACT

This research aimed to (1) create online videos for flipped classroom teaching in order to meet the quality of Office for National Education Standards and Quality Assessment (ONESQA) and the E1/E2 of 80/80 criteria, (2) create flipped classroom teaching plans to meet the ONESQA criteria, (3) compare students' analytical thinking ability before and after flipped classroom teaching which the participants selected by purposive sampling were 38 students from Faculty of Communication Arts, Kasem Bundit University, during the semester 2/2020, and (4) compare the proportion of students who failed the Microstock sites photographic exam between the students who were taught with the flipped classroom and the ones who were taught with regular teaching. The participants who were selected by cluster sampling were students from Faculty of Communication Arts, Kasem Bundit University. They were divided into two groups. The first group included 18 students who enrolled in semester 1/2020 were taught through regular teaching and the second group included 20 students who enrolled in semester 2/2020 were taught through flipped classroom teaching. Percentages, mean ($\bar{x}$), standard deviation (S.D.), t-test for dependent samples, and Z-test for two population proportions were employed in analyzing data.

The findings revealed that: (1) The online videos were at a very good level in terms of quality according to the ONESQA's criteria and have 80.75/83.50 efficiency values as specified. (2) The flipped classroom teaching plans were at a very good level in terms of quality according to the ONESQA's criteria. (3) The students' analytical thinking ability when teaching with the flipped classroom had a significantly higher post-study score than pre-study the instruction at the .05 statistically level. (4) The proportion of students taking the Microstock sites photographic exam failed at students who studied with regular teaching were numbers significantly higher than studied with the flipped classroom at the .05 statistically level.

**Keywords:** Online video; Flipped classroom; Analytic thinking ability; Microstock faculty of communication Arts; Kasem Bundit University

**บทคัดย่อ**

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) สร้างวิดีโอออนไลน์เรื่องการวิเคราะห์ภาพถ่ายส่งขายออนไลน์สำหรับการสอนแบบห้องเรียนกลับด้านให้มีคุณภาพตามเกณฑ์สำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา (องค์กรมหาชน) (สมศ.) และให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดคือ 80/80 2) สร้างแผนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้านเรื่องการวิเคราะห์ภาพถ่ายส่งขายออนไลน์ให้มีคุณภาพตามเกณฑ์ สมศ. 3) เปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักศึกษาระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนเมื่อได้รับการสอนแบบห้องเรียนกลับด้าน กลุ่มตัวอย่างได้จากการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง คือ นักศึกษาคณะนิเทศศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต ที่ลงทะเบียนวิชา ปช.427 พื้นฐานสำหรับธุรกิจภาพถ่ายสต็อก ภาคเรียนที่ 2/2563 รวมทั้งสิ้น 38 คน 4) เปรียบเทียบสัดส่วนของนักศึกษาที่สอบเป็นช่างภาพของเว็บไซต์ขายภาพออนไลน์ Microstock ไม่ผ่าน เมื่อได้รับการสอนแบบห้องเรียนกลับด้านกับการสอนแบบปกติ กลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษาคณะนิเทศศาสตร์มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิตที่ลงทะเบียนวิชา ปช.427 พื้นฐานสำหรับธุรกิจภาพถ่ายสต็อกปีการศึกษา 2563 จำแนกเป็น 2 กลุ่ม คือ ก) นักศึกษาที่ลงทะเบียนในภาคเรียนที่ 1/2563 จำนวน 18 คนที่สอนแบบปกติ ข) นักศึกษาที่ลงทะเบียนภาคเรียนที่ 2/2563 จำนวน 20 คนที่สอนแบบห้องเรียนกลับด้านได้จากการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ วิดีโอออนไลน์ แผนการสอน แบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สถิติที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สถิติทดสอบ t (t-test for dependent samples) และสถิติทดสอบ Z (Z-test for two population proportions)

ผลการวิจัยพบว่า 1) วิดีโอออนไลน์มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมากตามเกณฑ์ สมศ. และมีค่าประสิทธิภาพ 80.75/83.50 ตามเกณฑ์ที่กำหนด 2) แผนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้านมีคุณภาพอยู่ในระดับดีมากตามเกณฑ์ สมศ. 3) ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักศึกษาเรื่องการวิเคราะห์ภาพส่งขายออนไลน์ที่ได้รับการสอนแบบห้องเรียนกลับด้าน มีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 4) สัดส่วนของนักศึกษาที่สอบเป็นช่างภาพของ Microstock ไม่ผ่าน เมื่อเรียนด้วยวิธีปกติสูงกว่านักศึกษาที่เรียนด้วยห้องเรียนกลับด้านอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

**คำสำคัญ:** วิดีโอออนไลน์; ห้องเรียนกลับด้าน; ความสามารถในการคิดวิเคราะห์; เว็บไซต์ขายภาพออนไลน์

## 1. บทนำ

ความเจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็วทางด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ ทำให้ทุกภูมิภาคของโลกสามารถรับรู้ข้อมูลข่าวสารอย่างรวดเร็ว เชื่อมต่อกันอย่างไร้พรมแดน ส่งผลต่อการใช้ชีวิตของนักศึกษาภายใต้สังคมที่เปลี่ยนแปลง ทำให้เกิดความท้าทายในการพัฒนานักศึกษาที่เน้นทั้งทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 และคุณลักษณะที่สำคัญสำหรับอนาคต การประกันคุณภาพการศึกษาระดับอุดมศึกษาฉบับ พ.ศ. 2557 ได้ตระหนักถึงความสำคัญในการพัฒนาทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ซึ่งเป็นสิ่งที่จำเป็นและสำคัญสำหรับนักศึกษาในยุคนี้ [1] ทักษะด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ การคิดวิเคราะห์ การคิดสร้างสรรค์ การทำงานเป็นทีม และการสื่อสาร เป็นส่วนหนึ่งของทักษะการเรียนรู้ที่พึงประสงค์ในศตวรรษที่ 21 ซึ่งทักษะต่างๆดังกล่าวเกี่ยวข้องกับการรู้สารสนเทศ (Information literacy) ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดผลการเรียนรู้ทั้ง 5 ด้านตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษา [2]

ดังนั้น สาขาวิชาการประชาสัมพันธ์ คณะนิเทศศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิตจึงได้ออกแบบหลักสูตรนิเทศศาสตรบัณฑิตให้มีวัตถุประสงค์เพื่อผลิตบัณฑิตให้มีทักษะในการคิดวิเคราะห์สถานการณ์ มีความสามารถในการทำงานกับผู้อื่น มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ มีความสามารถในการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ มีคุณธรรม จริยธรรม มีความรอบรู้ทางวิชาการและทักษะวิชาชีพทางสื่อสังคมและสารสนเทศดิจิทัล [3] ซึ่งสอดคล้องกับผลการเรียนรู้ทั้ง 5 ด้านตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษา

การคิดวิเคราะห์ (Analytical thinking) หมายถึง ความสามารถในการจำแนก แยกแยะองค์ประกอบต่างๆ ของสิ่งใดสิ่งหนึ่งซึ่งอาจจะเป็นวัตถุสิ่งของ เรื่องราว หรือเหตุการณ์และหาความสัมพันธ์เชิงเหตุผลระหว่างองค์ประกอบเหล่านั้น เพื่อค้นหาสภาพความเป็นจริงหรือสิ่งสำคัญของสิ่งที่กำหนดให้ [4] กระบวนการคิดวิเคราะห์มีองค์ประกอบที่สำคัญ 3 ประการคือ 1) การวิเคราะห์เนื้อหาของสิ่งต่างๆ (Analysis of element) 2) การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ (Analysis of relationship) 3) การวิเคราะห์หลักการ (Analysis of organization principles) [5]

วิชา ปช.427 พื้นฐานสำหรับธุรกิจภาพถ่ายสต็อก เป็นวิชาเลือก (Elective course) ในสาขาวิชาการประชาสัมพันธ์ นักศึกษาที่จะลงทะเบียนวิชานี้ต้องสอบผ่านวิชา นศ.211 การถ่ายภาพทางนิเทศศาสตร์ มาก่อน โดยวิชา ปช.427 นี้มีวัตถุประสงค์เพื่อให้นักศึกษามีความรู้ ความเข้าใจ สามารถวิเคราะห์ได้ถึงลักษณะต่างๆของภาพถ่ายที่มีคุณภาพเป็นที่ยอมรับของตลาดผู้ใช้ภาพทั่วโลก ดังนั้นนอกจากนักศึกษาจะต้องมีความรู้พื้นฐานในการถ่ายภาพแล้วยังต้องมีความสามารถในการวิเคราะห์ภาพถ่ายส่งขายออนไลน์อีกด้วย อย่างไรก็ตาม เมื่อเสร็จสิ้นภาคเรียนที่ 1/2563 พบว่า มีนักศึกษาจำนวนหนึ่งได้ส่งผลงานภาพถ่ายดิจิทัลไป

ที่ Microstock ผลปรากฏว่ามีผู้ที่ไม่ผ่านการพิจารณาให้เป็นช่างภาพ (สอบไม่ผ่าน) คิดเป็นสัดส่วนเท่ากับ 66.7% ของนักศึกษาทั้งหมดที่ลงทะเบียนเรียนวิชา ปช.427 ทั้งนี้ผลงานภาพถ่ายดิจิทัลที่จะผ่านการพิจารณาได้หรือไม่นั้นควรมีกรอบแนวคิดในการวิเคราะห์โดยอ้างอิงจาก Microstock ดังนี้ คือ 1) การวิเคราะห์เนื้อหาของสิ่งต่างๆ (Analysis of element) นักศึกษาสามารถจำแนกประเภทของภาพถ่ายที่ตลาดผู้ใช้งานภาพทั่วโลกมีความต้องการโดยพิจารณาผ่านหมวดหมู่ (Category) ต่าง ๆ ของภาพถ่าย ที่เป็นข้อมูลจากเว็บไซต์ตัวแทนขายภาพออนไลน์เพื่อการตัดสินใจกำหนดแนวภาพไว้เป็นแนวทางในการถ่ายภาพ 2) การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ (Analysis of relationship) นักศึกษาสามารถเข้าใจถึงความสัมพันธ์ของการใช้อุปกรณ์ถ่ายภาพอย่างเหมาะสมเพื่อให้ได้ภาพถ่ายดิจิทัลที่มีคุณภาพตรงตามมาตรฐานภาพถ่ายสต็อก เช่น ถ่ายด้วยกล้อง DSLR ระดับมืออาชีพหรือสมาร์ทโฟนคุณภาพสูง การตรวจสอบภาพด้วยขนาดเต็ม (100%) มีโฟกัสที่คมชัดเมื่อดูภาพที่ความละเอียดเต็มรูปแบบ ปราศจากจุดรบกวน (Noise) เม็ดเล็กๆ สีต่างๆ ในเงามืดของภาพซึ่งมักเกิดจากการตั้งค่า ISO สูง ถ่ายภาพในรูปแบบ RAW ไม่ใช่รูปแบบ JPEG ความผิดเพี้ยนของสี (ขอบม่วงหรือขอบสี)เข้าใจความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ฝังไว้ในไฟล์ภาพกับแนวโน้มที่ภาพถูกค้นพบได้ง่ายขึ้นเช่น มีคำอธิบาย (Description) ที่ถูกต้อง คำหลัก (Keyword) ทั้งหมดในภาพควรเกี่ยวข้องกับภาพและเฉพาะเจาะจงกับเนื้อหาที่แสดง 3) การวิเคราะห์หลักการ (Analysis of organization principles) นักศึกษาสามารถเข้าใจหลักการจัดองค์ประกอบภาพที่เหมาะสมต่อการนำไปใช้งานของลูกค้า และสร้างความแตกต่างเพื่อเป็นตัวเลือกที่แปลกใหม่ในตลาดขายภาพออนไลน์เข้าใจความสำคัญของการใช้โปรแกรมแต่งภาพใช้คำสั่งพื้นฐานของโปรแกรมในการตกแต่งแก้ไขไฟล์ภาพให้ได้ไฟล์ภาพตามมาตรฐานภาพถ่ายสต็อกทำให้ภาพมีโอกาสผ่านเข้าไปเสนอขายต่อลูกค้าทั่วโลกได้ง่ายขึ้นเข้าใจวิธีการจัดการข้อมูลในไฟล์ภาพให้มีคุณภาพตามมาตรฐานภาพถ่ายสต็อกข้อมูลสำคัญ คือ ชื่อภาพ (Title) คำอธิบายภาพ (Description) และการเลือกใช้คำค้น (Keyword) ที่เหมาะสมถูกต้องตามมาตรฐานภาพถ่ายสต็อก เพื่อบันทึกข้อมูลทั้งหมดฝังไว้ในไฟล์ภาพหลีกเลี่ยงการละเมิดลิขสิทธิ์ เช่น มีโลโก้หรือเครื่องหมายการค้าเมื่อถ่ายภาพ การไม่แนบใบอนุญาตของตัวแบบ (Model release) [6], [7]

การเรียนการสอนสมัยใหม่ต้องใช้สื่อเทคโนโลยีและทำให้นักศึกษาเรียนรู้ได้ตลอดเวลาและในสถานที่ใดก็ได้ ผู้สอนมีหน้าที่เป็นผู้อำนวยความสะดวกให้เกิดการเรียนรู้ [8] การสอนแบบห้องเรียนกลับด้านเป็นการจัดกิจกรรมทั้งในห้องเรียนจากผู้สอนโดยตรงและกิจกรรมนอกห้องเรียนผ่านสื่อเทคโนโลยี ซึ่งผู้เรียนต้องใช้กระบวนการคิดวิเคราะห์ในการศึกษาข้อมูลจากแหล่งสารสนเทศผ่านสื่อเทคโนโลยีเพื่อให้เกิดมโนทัศน์รวบยอดของเนื้อหา และทำความเข้าใจถึงเนื้อเรื่องต่างๆ ว่าประกอบด้วยอะไร มีจุดมุ่งหมายหรือความประสงค์สิ่งใด ที่สำคัญนั้นแต่ละเหตุการณ์เกี่ยวพันกันอย่างไรบ้าง อีกทั้งเป็นการพัฒนาให้ผู้เรียนสามารถอธิบายการแก้ปัญหาได้อย่างชัดเจนและมีเหตุมีผล สามารถนำเอาทักษะการคิดวิเคราะห์ที่เกิดขึ้นนั้นไปประยุกต์ใช้ต่อไปได้ในอนาคต [9]

การสอนแบบห้องเรียนกลับด้านเป็นรูปแบบการสอนที่ผู้เรียนจะได้เรียนรู้เนื้อหาจากวิดีโอที่ได้มอบหมายและทำแบบฝึกหัดในระหว่างหรือเสร็จสิ้นการศึกษาวิดีโอด้วยการเรียนด้วยตนเองนอกชั้นเรียน เป็นการเรียนการสอนที่สามารถสนับสนุนการพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูง เช่น การคิดวิเคราะห์ และกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนทั้งในและนอกห้องเรียน [10] การเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้านไม่ใช่ผู้เรียนเท่านั้นที่เรียนกลับทาง แต่ผู้สอนต้องกลับทางด้วยกล่าวคือต้องเรียนรู้การใช้เทคโนโลยีเพื่อนำมาปรับใช้ในการสอน [11] ตัวอย่างเช่น การบันทึกเนื้อหาการสอนออนไลน์แล้วอัปโหลดขึ้นบน YouTube ซึ่งเป็นแหล่งให้บริการออนไลน์ที่ผู้เรียนสามารถเข้าถึงและนำมาใช้ร่วมกับการเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้านได้ [12]

การผลิตสื่อการเรียนการสอนในปัจจุบันให้ความสำคัญกับสื่อวิดีโอที่อาจมาจากกระแสความนิยมการใช้งาน YouTube และ Facebook ซึ่งมีวิดีโอเป็นองค์ประกอบหลัก อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบในแง่ของเวลาและคุณค่าในการเรียนรู้ พบว่า สื่อที่ใช้เวลาในการเรียนรู้น้อยที่สุดและให้คุณค่าในการเรียนรู้มากที่สุดได้แก่ YouTube [13] โดยในปัจจุบันมีอาชีพที่เกิดขึ้นมาจากการผลิตวิดีโอแล้วนับจำนวนยอดคนที่เข้ามาดูใน YouTube และรับชมโฆษณาที่เรียกว่า ยูทูบเบอร์ (YouTuber) [14] สำหรับในวงการศึกษาก็เช่นกัน ปัจจุบันมียูทูบเบอร์ที่ผลิตวิดีโอการสอนในเรื่องต่าง ๆ เพิ่มมากขึ้น

ดังนั้นหากผู้สอนมีเนื้อหาบทเรียนที่ผู้สอนมีอยู่แล้ว เช่น PowerPoint ภาพนิ่ง หรือเอกสารต่างๆ ก็สามารถนำมาผลิตสื่อการเรียนการสอนในรูปแบบวิดีโออย่างง่ายได้ด้วยตนเอง [15] วิดีโอการสอนที่ผู้สอนได้ผลิตขึ้นมานั้น ผู้สอนสามารถนำไปเผยแพร่ได้ด้วยตนเองด้วยการสร้างช่องใน YouTube [13] ซึ่งเป็นสื่อสังคมที่คนไทยนิยมใช้มากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 98.8 [16]

ด้วยเหตุนี้ ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะศึกษาผลของการสอนแบบห้องเรียนกลับด้านโดยการสร้างวีดีโอออนไลน์เรื่องการวิเคราะห์ภาพถ่ายส่งขายออนไลน์เป็นสื่อเสริมแล้วอัปโหลดขึ้นบน YouTube โดยคาดว่าการศึกษานี้จะส่งผลต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์และสัดส่วนที่สอบเป็นช่างภาพของ Microstock ไม่ผ่านของนักศึกษาคณะนิเทศศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต

## 2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

2.1 เพื่อสร้างวิดีโอออนไลน์เรื่องการวิเคราะห์ภาพถ่ายส่งขายออนไลน์วิชา ปช.427 พื้นฐานสำหรับธุรกิจภาพถ่ายสต็อก สำหรับการสอนแบบห้องเรียนกลับด้านให้มีคุณภาพตามเกณฑ์ สมศ. และมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดคือ 80/80

2.2 เพื่อสร้างแผนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้านเรื่องการวิเคราะห์ภาพถ่ายส่งขายออนไลน์ให้มีคุณภาพตามเกณฑ์ของ สมศ.

2.3 เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักศึกษาระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน เมื่อได้รับการสอนแบบห้องเรียนกลับด้านเรื่องการวิเคราะห์ภาพถ่ายส่งขายออนไลน์วิชา ปช.427 พื้นฐานสำหรับธุรกิจภาพถ่ายสต็อก

2.4 เพื่อเปรียบเทียบสัดส่วนของนักศึกษาที่สอบเป็นช่างภาพของ Microstock ไม่ผ่าน เมื่อได้รับการสอนแบบห้องเรียนกลับด้านกับการสอนแบบปกติเรื่องการวิเคราะห์ภาพถ่ายส่งขายออนไลน์วิชา ปช.427 พื้นฐานสำหรับธุรกิจภาพถ่ายสต็อก

## 3. สมมติฐานการวิจัย

3.1 ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักศึกษาหลังเรียนเมื่อสอนแบบห้องเรียนกลับด้านสูงกว่าก่อนเรียน

3.2 สัดส่วนของนักศึกษาที่สอบเป็นช่างภาพของ Microstock ไม่ผ่านเมื่อได้รับการสอนด้วยวิธีปกติสูงกว่าสัดส่วนของนักศึกษาที่สอบช่างภาพไม่ผ่านเมื่อได้รับการสอนแบบห้องเรียนกลับด้าน

## 4. ขอบเขตของการวิจัย

4.1 ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัยอยู่ในระหว่างภาคเรียนที่ 1/2563 และภาคเรียนที่ 2/2563

4.2 เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย คือ เรื่องการวิเคราะห์ภาพถ่ายส่งขายออนไลน์วิชา ปช.427 พื้นฐานสำหรับธุรกิจภาพถ่ายสต็อก

4.3 ตัวแปรที่ศึกษาจำแนกตามสมมติฐานการวิจัยดังนี้

4.3.1 เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักศึกษาระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน เมื่อได้รับการสอนแบบห้องเรียนกลับด้าน ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา คือ

4.3.1.1 ตัวแปรอิสระ ได้แก่ การสอนแบบห้องเรียนกลับด้าน

4.3.1.2 ตัวแปรตาม ได้แก่ ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักศึกษา

4.3.2 เพื่อเปรียบเทียบสัดส่วนของนักศึกษาที่สอบเป็นช่างภาพของ Microstock ไม่ผ่าน เมื่อได้รับการสอนแบบห้องเรียนกลับด้านกับการสอนแบบปกติ ตัวแปรที่ศึกษา คือ

4.3.2.1 ตัวแปรอิสระ ได้แก่ การสอนแบบห้องเรียนกลับด้านและการสอนแบบปกติ

4.3.2.2 ตัวแปรตาม ได้แก่ สัดส่วนของนักศึกษาที่สอบเป็นช่างภาพของ Microstock ไม่ผ่าน

## 5. วิธีดำเนินการวิจัย

### 5.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

5.1.1 ประชากร คือ นักศึกษามหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิตคณะนิเทศศาสตร์ทุกสาขาวิชาที่ลงทะเบียนวิชา ปช.427 พื้นฐานสำหรับธุรกิจภาพถ่ายสต็อกในปีการศึกษา 2563 และต้องสอบผ่านวิชาบังคับก่อนคือ นศ.211 การถ่ายภาพทางนิเทศศาสตร์รวมเป็นจำนวนทั้งสิ้น 78 คน

5.1.2 กลุ่มตัวอย่างมี 2 กลุ่ม ได้แก่ 1) กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักศึกษาระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนเมื่อได้รับการสอนแบบห้องเรียนกลับด้าน คือ นักศึกษาที่ลงทะเบียนวิชา ปช.427 ในภาคเรียนที่ 2/2563 จำนวน 38 คนได้จากการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง 2) กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการเปรียบเทียบสัดส่วนของนักศึกษาที่สอบเป็นช่างภาพของ Microstock ไม่ผ่านเมื่อได้รับการสอนแบบห้องเรียนกลับด้านกับการสอนแบบปกติ คือ นักศึกษาที่ได้รับการสอนแบบปกติในภาคเรียนที่ 1/2563 จำนวน 18 คน และนักศึกษาที่ได้รับการสอนแบบห้องเรียนกลับด้านในภาคเรียนที่ 2/2563 จำนวน 20 คนได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (หรือได้มาจากการสุ่มตัวอย่างจากแต่ละสาขาวิชา)

### 5.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

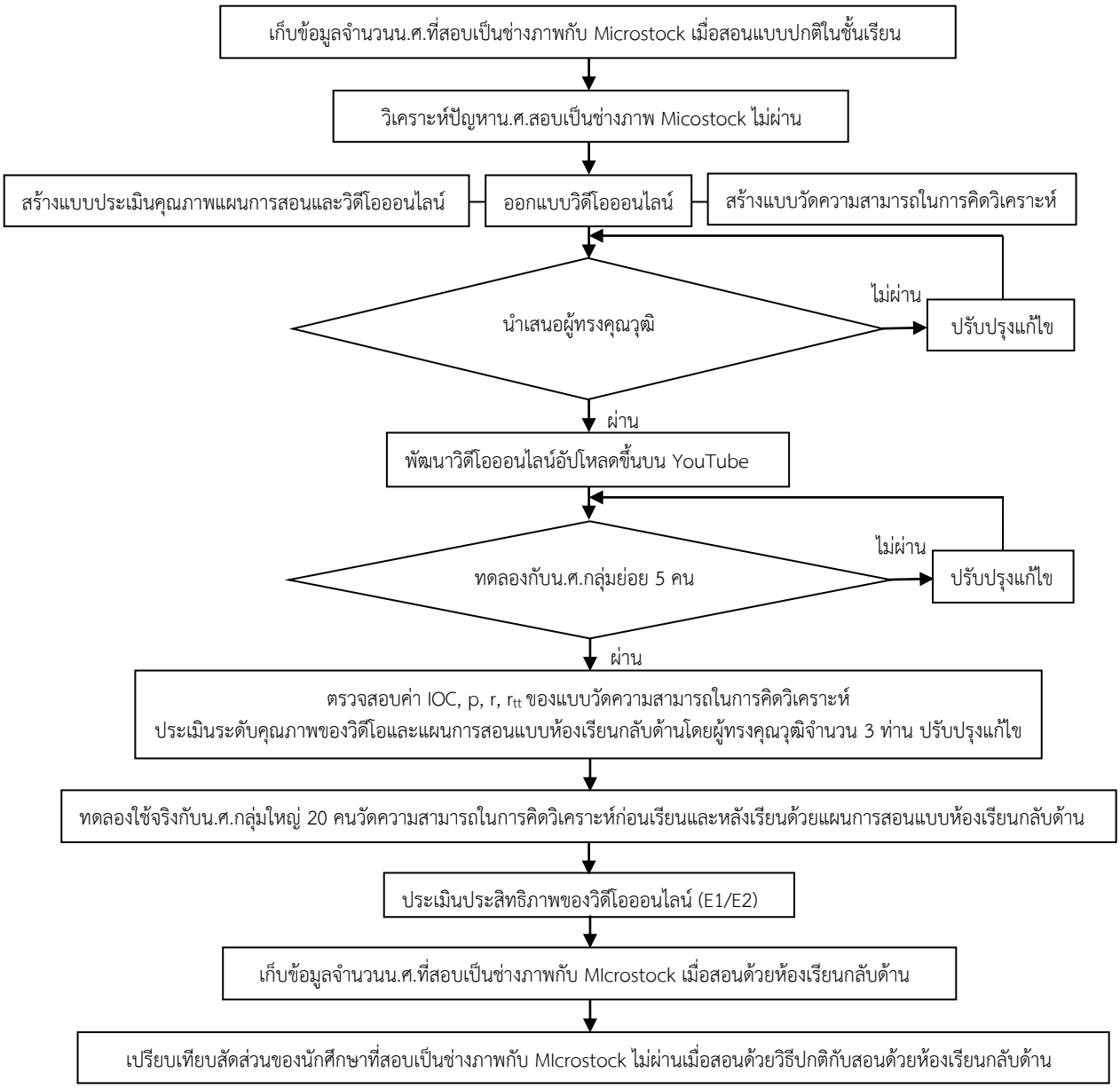
5.2.1 วิดีโอออนไลน์ที่ใช้ในการสอนแบบห้องเรียนกลับด้านที่ผ่านการประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิโดยใช้แบบมาตรประมาณค่า (Rating scale) เกณฑ์ 5 ระดับ ผลการประเมินพบว่า มีค่าเฉลี่ย 4.81 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.25 ถือว่ามีความเหมาะสมดีมาก

5.2.2 แผนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้านผ่านการประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิโดยใช้แบบมาตรประมาณค่า (Rating scale) เกณฑ์ 5 ระดับ ผลการประเมินพบว่า มีค่าเฉลี่ย 4.82 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.29 ถือว่ามีความเหมาะสมดีมาก

5.2.3 แบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์เรื่องการวิเคราะห์ภาพถ่ายส่งขายออนไลน์แบบปรนัย 5 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ ผลการประเมินพบว่ามีค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาเท่ากับ 1.00 หมายถึงแบบวัดมีความสอดคล้องและครอบคลุมเนื้อหาวิชามาก มีค่าความยากตั้งแต่ 0.44-0.78 หมายถึง แบบวัดค่อนข้างง่ายถึงยากปานกลาง ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.41-0.88 หมายถึงแบบวัดสามารถจำแนกความสามารถของผู้สอบอยู่ในระดับปานกลางถึงระดับดี และค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับแบบสอดคล้องภายในเท่ากับ0.85หมายถึง แบบวัดมีค่าความเชื่อมั่นสูง

**5.3 การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล**

ผู้วิจัยได้วางแผนดำเนินการทดลองและเก็บข้อมูลดังแสดงในรูปที่ 1 ดังนี้




**รูปที่ 1** การดำเนินการทดลองและเก็บข้อมูล

จากรูปที่ 1 เริ่มสอนแบบปกติในชั้นเรียนแล้วให้นักศึกษาส่งผลงานภาพไปยัง Microstock นับจำนวนนักศึกษาที่ส่งภาพสอบเป็นช่างภาพของ Microstock ไม่ผ่านในภาคเรียนที่ 1/2563 วิเคราะห์ปัญหาที่นักศึกษาสอบเป็นช่างภาพไม่ผ่าน ดำเนินการสร้างวิดีโอออนไลน์โดยอ้างอิงแนวคิด ADDIE model [17] สร้างแบบประเมินคุณภาพวิดีโอออนไลน์ สร้างแผนการสอน สร้างแบบประเมินแผนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้านและสร้างแบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ แล้วส่งให้ผู้ทรงคุณวุฒิ

จำนวน 3 ท่านตรวจสอบ ทำการปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ เพื่อนำไปพัฒนาเป็นวิดีโอออนไลน์อัปโหลดขึ้นบน YouTube จากนั้นจึงนำไปทดลองใช้กับนักศึกษากลุ่มย่อยจำนวน 5 คน แล้วทำการปรับปรุงแก้ไขตามความคิดเห็นของนักศึกษา ตรวจสอบค่าความเที่ยงตรง (IOC) ค่าความยาก (p) อำนาจจำแนก (r) และสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของแบบวัดทั้งฉบับ ($r_{tt}$) ด้วยสูตร KR-20 ของแบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ประเมินระดับคุณภาพของวิดีโอและแผนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้านโดยผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน ทำการปรับปรุงแก้ไขก่อนนำไปทดลองใช้จริงกับนักศึกษากลุ่มใหญ่ 20 คน จากนั้นจึงทำการวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยแผนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้านในภาคเรียนที่ 2/2563ประเมินประสิทธิภาพของวิดีโอออนไลน์ (E1/E2) และเปรียบเทียบสัดส่วนของนักศึกษาที่สอบเป็นช่างภาพกับ MIcrostock ไม่ผ่านเมื่อสอนด้วยวิธีปกติในภาคเรียนที่ 1/2563 กับสอนด้วยห้องเรียนกลับด้านในภาคเรียนที่ 2/2563

**5.4 การวิเคราะห์ข้อมูล**

5.4.1 วิเคราะห์คุณภาพของวีดีโอออนไลน์และแผนการสอนจากแบบประเมินโดยผู้ทรงคุณวุฒิ ด้วยการหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานแล้วเปรียบเทียบกับเกณฑ์ของ สมศ.

5.4.2 วิเคราะห์ประสิทธิภาพของวิดีโอออนไลน์ โดยการนำคะแนนจากแบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์จากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียนและคะแนนหลังเรียนของนักศึกษามาเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด ($E_1/E_2$ ต้องไม่ต่ำกว่า 80/80)

เนื่องด้วยงานวิจัยในครั้งนี้ได้เลือกใช้แผนการทดลองเบื้องต้น (Pre-experiment research) แบบ One group pretest-posttest design ต่อจากนั้นจึงค่อยนำแผนการทดลองจริง (True-experiment design) แบบ Posttest only control group design มาดำเนินการทดลอง ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับ ดังนี้

5.4.3 ทำการทดสอบสมมติฐานที่ว่า ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักศึกษาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนเมื่อสอนแบบห้องเรียนกลับด้านในภาคเรียนที่ 2/2563 ด้วยสถิติทดสอบ t (t-test for dependent samples)

5.4.4 ทำการทดสอบสมมติฐานที่ว่า สัดส่วนของนักศึกษาที่สอบเป็นช่างภาพของ Microstock ไม่ผ่านเมื่อได้รับการสอนแบบปกติสูงกว่าสัดส่วนของนักศึกษาที่สอบเป็นช่างภาพของ Microstock ไม่ผ่านเมื่อได้รับการสอนแบบห้องเรียนกลับด้านด้วยสถิติทดสอบ Z (Z-test for two population proportions)

## 6. ผลการวิจัย

6.1 คุณภาพของแผนการสอนจากการประเมินของผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่านโดยการหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานแล้วเปรียบเทียบกับเกณฑ์ของสมศ. มีรายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 1 ดังนี้

**ตารางที่ 1** ผลการประเมินคุณภาพของแผนการสอนจากผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน

| ข้อ | รายการประเมิน | $\bar{x}$ | S.D. | หัวข้อ |
|---|---|---|---|---|
| 1 | ความครบถ้วนและสอดคล้องสัมพันธ์กันขององค์ประกอบแผนการสอน | 5.00 | 0 | ดีมาก |
| 2 | ความถูกต้องของวัตถุประสงค์การเรียนรู้ | 4.67 | 0.58 | ดีมาก |
| 3 | ความถูกต้องของเนื้อหาสาระ | 5.00 | 0 | ดีมาก |
| 4 | ความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียน | 4.67 | 0.58 | ดีมาก |
| 5 | ความเหมาะสมของสื่อการสอน | 4.81 | 0.25 | ดีมาก |
| 6 | ความเหมาะสมของการวัดและประเมินผล | 4.75 | 0.33 | ดีมาก |
| | รวม | 4.82 | 0.29 | ดีมาก |

จากตารางที่ 1 จะเห็นได้ว่าผู้ทรงคุณวุฒิได้ประเมินระดับคุณภาพของแผนการสอนโดยรวมมีค่า $\bar{x}$ = 4.82 และ S.D. = 0.29 เมื่อนำไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์ของ สมศ. พบว่าคุณภาพของแผนการสอนอยู่ในระดับดีมาก ส่วนคุณภาพของสื่อการสอนพิจารณาจากความเหมาะสมของสื่อการสอนมีค่า $\bar{x}$ = 4.81และ S.D. = 0.25 เมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์ สมศ. พบว่าอยู่ในระดับดีมาก

6.2 วิดีโอออนไลน์ที่ใช้เป็นสื่อการสอนแบบห้องเรียนกลับด้าน เรื่องการวิเคราะห์ภาพถ่ายส่งขายออนไลน์ระดับปริญญาตรีมีประสิทธิภาพเท่ากับ 80.75/83.50 ดังแสดงในตารางที่ 2

**ตารางที่ 2** ผลการทดลองนำวิดีโอออนไลน์ไปใช้ในการสอนแบบห้องเรียนกลับด้าน เรื่องการวิเคราะห์ภาพถ่ายส่งขายออนไลน์ระดับปริญญาตรี

| ขั้นตอนการทดลอง | ผลการตรวจสอบคุณภาพและประสิทธิภาพของวิดีโอออนไลน์ |
|---|---|
| การทดลองกลุ่มเล็กจำนวน 5 คน | คุณภาพดีมากตามเกณฑ์ สมศ. แต่ต้องปรับปรุงเนื้อหาวิดีโอให้เรียงลำดับตามกระบวนการคิดวิเคราะห์ |
| การทดลองกลุ่มใหญ่จำนวน 20 คน | ค่าประสิทธิภาพ E1/E2=80.75/83.50 |

จากตารางที่ 2 เป็นการทดลองนำสื่อการสอนวิดีโอออนไลน์ที่ผ่านการประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิในระดับดีมากตามเกณฑ์ สมศ. ไปใช้ในการสอนแบบห้องเรียนกลับด้านกับนักศึกษาจำนวน 5 คน ที่มีความสามารถแตกต่างกันทั้งเก่ง ปานกลาง อ่อน ซึ่งนักศึกษาให้ความเห็นว่า เนื้อหาวิดีโอยังไม่ได้เรียงลำดับตามกระบวนการคิดวิเคราะห์ภาพถ่ายส่งขายออนไลน์อย่างเป็นขั้นตอน ดังนั้น จึงทำการปรับปรุงโดยจัดเรียงเนื้อหาวิดีโอให้เรียงลำดับไปตามขั้นตอนของกระบวนการคิดวิเคราะห์ หลังจากนั้นจึงนำไปทดลองใช้กับนักศึกษากลุ่มใหญ่จำนวน 20 คน พบว่า นักศึกษาที่เรียนด้วยสื่อวิดีโอออนไลน์มีค่าประสิทธิภาพ 80.75/83.50

6.3 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักศึกษาก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการสอนแบบห้องเรียนกลับด้านโดยใช้วิดีโอออนไลน์ในภาคเรียนที่ 2/2563 แสดงดังตารางที่ 3

**ตารางที่ 3** ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักศึกษาก่อนเรียนและหลังเรียนที่ได้รับการสอนแบบห้องเรียนกลับด้าน

| รูปแบบการเรียน | คะแนนเต็ม | ก่อนเรียน | | หลังเรียน | | t | p-value |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | $\bar{x}$ | S.D. | $\bar{x}$ | S.D. | | |
| การสอนแบบห้องเรียนกลับด้านโดยใช้วิดีโอออนไลน์ | 20 | 7.90 | 2.67 | 16.70 | 2.15 | -10.09 | .00* |

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 3 พบว่า ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักศึกษา เรื่องการวิเคราะห์ภาพถ่ายส่งขายออนไลน์เมื่อสอนแบบห้องเรียนกลับด้านในภาคเรียนที่ 2/2563 มีคะแนนหลังเรียน ($\bar{x}$ =16.70) สูงกว่าก่อนเรียน ($\bar{x}$ =7.90) ที่ระดับนัยสำคัญ .05

6.4 ผลการเปรียบเทียบสัดส่วนของนักศึกษาที่สอบเป็นช่างภาพของ Microstock ไม่ผ่านเมื่อสอนแบบปกติในภาคเรียนที่ 1/2563 สูงกว่าสัดส่วนของนักศึกษาที่สอบช่างภาพของ Microstock ไม่ผ่านเมื่อสอนแบบห้องเรียนกลับด้านในภาคเรียนที่ 2/2563 แสดงดังตารางที่ 4

**ตารางที่ 4** ผลการเปรียบเทียบสัดส่วนของนักศึกษาที่สอบเป็นช่างภาพไม่ผ่านเมื่อได้รับการสอนแบบปกติในภาคเรียนที่ 1/2563 กับสัดส่วนของนักศึกษาที่สอบเป็นช่างภาพไม่ผ่านในภาคเรียนที่ 2/2563 เมื่อได้รับการสอนแบบห้องเรียนกลับด้าน

| | แบบปกติ (ภาคเรียนที่ 1/2563) | แบบห้องเรียนกลับด้าน (ภาคเรียนที่ 2/2563) | p-value |
|---|---|---|---|
| จำนวนผู้ยื่นผลงานสอบเป็นช่างภาพ | 18 | 20 | |
| สัดส่วนผู้สอบเป็นช่างภาพไม่ผ่าน | 66.7% | 35.0% | .04* |

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 4 พบว่าสัดส่วนผู้สอบเป็นช่างภาพไม่ผ่านเมื่อสอนแบบปกติในภาคเรียนที่ 1/2563 กับแบบห้องเรียนกลับด้านในภาคเรียนที่ 2/2563 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 โดยพบว่านักศึกษาที่เรียนวิชา ปช.427 พื้นฐานสำหรับธุรกิจภาพถ่ายสต็อกในการสอนแบบปกติในภาคเรียนที่ 1/2563 มีสัดส่วนผู้สอบไม่ผ่านเท่ากับ 66.7% ส่วนนักศึกษาที่เรียนด้วยห้องเรียนกลับด้านในภาคเรียนที่ 2/2563 มีสัดส่วนผู้สอบไม่ผ่านเท่ากับ 35.0%

## 7. สรุปผลการวิจัย

7.1 วิดีโอออนไลน์มีคุณภาพระดับดีมากตามเกณฑ์ สมศ. และมีค่าประสิทธิภาพ 80.75/83.50 ตามเกณฑ์ที่กำหนด (80/80)

7.2 แผนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้านมีคุณภาพอยู่ในระดับดีมากตามเกณฑ์ สมศ.

7.3 ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักศึกษา เรื่องการวิเคราะห์ภาพถ่ายส่งขายออนไลน์วิชา ปช.427 พื้นฐานสำหรับธุรกิจภาพถ่ายสต็อกเมื่อสอนแบบห้องเรียนกลับด้านมีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนที่ระดับนัยสำคัญ .05

7.4 นักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนวิชา ปช.427 พื้นฐานสำหรับธุรกิจภาพถ่ายสต็อกในภาคเรียนที่ 1/2563 ที่เรียนด้วยวิธีปกติในชั้นเรียน มีสัดส่วนผู้สอบไม่ผ่านสูงกว่านักศึกษาที่เรียนด้วยห้องเรียนกลับด้านในภาคเรียนที่ 2/2563 อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

## 8. อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิจัยที่ได้กล่าวไปแล้วข้างต้น สามารถนำไปสู่ประเด็นในการพิจารณาต่างๆ ดังต่อไปนี้

8.1 วิดีโอออนไลน์ที่ใช้ในการสอนแบบห้องเรียนกลับด้าน เรื่องการวิเคราะห์ภาพถ่ายส่งขายออนไลน์สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรีมีประสิทธิภาพ 80.75/83.50 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด (80/80) เนื่องจาก วิดีโอได้ผ่านการประเมินคุณภาพโดยผู้ทรงคุณวุฒิอยู่ในระดับดีมากตามเกณฑ์ของ สมศ. [18] จากนั้นจึงได้นำวิดีโอที่สร้างขึ้นไปทดลองกับนักศึกษากลุ่มเล็กจำนวน 5 คน เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องเหมาะสมในด้านต่างๆ และปรับปรุงแก้ไขตามข้อคิดเห็นของนักศึกษาก่อนที่จะนำไปใช้ทดลองใช้จริงกับจำนวนนักศึกษาจำนวน 20 คน

8.2 คุณภาพของแผนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้าน เรื่องการวิเคราะห์ภาพถ่ายส่งขายออนไลน์อยู่ในระดับดีมากตามเกณฑ์ สมศ. [18] เนื่องจากห้องเรียนกลับด้านใช้เวลานอกห้องเรียนในการศึกษาด้วยตนเองด้วยการเรียนออนไลน์ผ่านช่อง YouTube จากโทรศัพท์มือถือ ทำให้เวลาในห้องเรียนเป็นเวลาที่ผู้เรียนและผู้สอนได้ทำกิจกรรมร่วมกันในห้องเรียน โดยผู้สอนเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ ทำให้ผู้สอนมีปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียนมากกว่าการบรรยายหน้าชั้นเรียนเพียงอย่างเดียว

8.3 ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักศึกษา เรื่องการวิเคราะห์ภาพถ่ายส่งขายออนไลน์ วิชา ปช.427 พื้นฐานสำหรับธุรกิจภาพถ่ายสต็อกเมื่อสอนด้วยห้องเรียนกลับด้านในภาคเรียนที่ 2/2563 มีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนที่ระดับนัยสำคัญ .05 สอดคล้องกับผลการวิจัยของ Saowsupa [10] ที่กล่าวว่า นิสิตที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้าน เรื่อง แนวคิดเคมีสีเขียว มีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Jolley, Wilson, Kelso, O'Brien, และ Mason [19] ที่สร้างวิดีโอออนไลน์อธิบายแนวคิดและแนวทางการทำแบบทดสอบก่อนลงมือปฏิบัติการทางเคมีวิเคราะห์ (Prelab video demonstrations) เพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียนให้มีความพร้อมก่อนลงมือปฏิบัติการทางเคมีวิเคราะห์โดยผลการประเมินพบว่า เนื้อหาของวิดีโอดังกล่าวให้ผลเชิงบวกต่อการเรียนทำให้ผู้เรียนมีความพร้อมก่อนลงมือปฏิบัติการทางเคมีวิเคราะห์ในระดับที่สูงขึ้น อย่างไรก็ตาม การวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักศึกษาที่กระทำโดยผู้สอนนั้น ถือว่าเป็นการประเมินภายในที่มีจุดอ่อนในเรื่องความน่าเชื่อถือ โดยบุคคลภายนอกมักคิดว่าการประเมินภายในมีความลำเอียง ผู้ประเมินตนเองมักจะเข้าข้างตนเอง ดังนั้นจึงควรมีการประเมินโดยผู้ประเมินภายนอก เพื่อยืนยันการประเมินภายใน [20] นอกจากนี้การที่ผู้วิจัยเลือกใช้แบบการวิจัยเชิงทดลองเบื้องต้น (Pre-experiment research) แบบ One group pretest-posttest design ซึ่งการเปลี่ยนแปลงของความสามารถในการคิดวิเคราะห์ที่เกิดขึ้นนั้น อาจไม่สามารถสรุปได้อย่างเต็มที่ว่าเป็นผลมาจากการทดลองเพียงอย่างเดียว เนื่องจากอาจมีปัจจัยอื่นๆ แทรกเข้ามา เช่น ตัวแปรทางด้านเวลาประสบการณ์ของผู้เรียนที่มีความรู้เพิ่มขึ้นหรืออาจได้รับข้อมูลจากแหล่งอื่น ๆ ขณะทำการทดลองด้วยก็ได้ นอกจากนี้รูปแบบการวิจัยดังกล่าวยังกระทำกับกลุ่มตัวอย่างเพียงกลุ่มเดียวเท่านั้น ไม่มีการเปรียบเทียบผลการทดลองกับกลุ่มอื่นแต่อย่างใด ซึ่งเป็นข้อด้อยของแบบแผนการทดลองนี้ [21] ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ศึกษาเปรียบเทียบผลการทดลอง 2 กลุ่มเพิ่มเติมดังแสดงในหัวข้อที่ 8.4

8.4 นักศึกษาที่เรียนวิชา ปช.427 พื้นฐานสำหรับธุรกิจภาพถ่ายสต็อกในชั้นเรียนปกติในภาคเรียนที่ 1/2563 มีสัดส่วนผู้สอบเป็นช่างภาพของ Microstock ไม่ผ่านสูงกว่านักศึกษาที่เรียนด้วยห้องเรียนกลับด้านในภาคเรียนที่ 2/2563 อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 สอดคล้องกับงานวิจัยของ Bertheussen [22] ที่กล่าวว่าสัดส่วนผู้สอบไม่ผ่านเมื่อเรียนในห้องเรียนแบบดั้งเดิมกับห้องเรียนกลับด้านมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 โดยพบว่านักศึกษาที่เรียนวิชาเศรษฐศาสตร์ในชั้นเรียนแบบดั้งเดิมมีสัดส่วนผู้สอบไม่ผ่านเท่ากับ 29.3% ส่วนนักศึกษาที่เรียนด้วยห้องเรียนกลับด้านมีสัดส่วนผู้สอบไม่ผ่านเท่ากับ 19% หรือลดลง 35.2% เมื่อเทียบกับการเรียนด้วยห้องเรียนแบบดั้งเดิม ทั้งนี้ในการทดสอบสมมติฐานที่ว่า สัดส่วนของนักศึกษาที่สอบเป็นช่างภาพไม่ผ่านเมื่อได้รับการสอนแบบปกติสูงกว่าสัดส่วนของนักศึกษาที่สอบเป็นช่างภาพไม่ผ่านเมื่อได้รับการสอนแบบห้องเรียนกลับด้านด้วยสถิติทดสอบ Z (Z-test for two population proportions) ที่ผู้วิจัยทำเพิ่มเติมขึ้นนี้ เป็นการประเมินโดยผู้ประเมินมืออาชีพจากหน่วยงานภายนอกซึ่งเป็นหน่วยงานอิสระซึ่งในที่นี้คือ Microstock ทั้งนี้เพื่อเป็นการยืนยันผลการประเมินภายในโดยผู้สอนในหัวข้อที่ 8.3 ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่าการสอนแบบห้องเรียนกลับด้านทำให้ผู้เรียนได้ฝึกการคิดวิเคราะห์ โดยการทำความเข้าใจลักษณะพื้นฐานต่างๆของภาพถ่ายที่มีคุณภาพอันเป็นที่ยอมรับของตลาดผู้ใช้ภาพทั่วโลก ซึ่งช่วยให้ผู้เรียนสามารถวิเคราะห์หรือจำแนกได้ว่าภาพถ่ายที่มีคุณภาพจะต้องพิจารณาองค์ประกอบในด้านใด ทำให้ผู้เรียนเป็นคนช่างสังเกต ช่างสงสัย ช่างถาม ซึ่งจะนำไปสู่การสืบหาสาเหตุและแนวทางในการแก้ไขเมื่อพบเห็นความผิดปกติของภาพถ่าย

## 9. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปประยุกต์ใช้

ควรนำรูปแบบการสอนแบบห้องเรียนกลับด้าน เรื่องการวิเคราะห์ภาพถ่ายส่งขายออนไลน์ ไปใช้ในการสอนระดับมัธยมปลายและระดับปริญญาตรีในสาขาวิชาอื่น ๆ ที่มีวัตถุประสงค์ในการพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ผ่านทักษะการถ่ายภาพ โดยสามารถจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้านเปรียบเทียบกับการสอนแบบปกติ (แบบเดิม) ดังแสดงในตารางที่ 5

**ตารางที่ 5** เปรียบเทียบกิจกรรมและเวลาเรียนระหว่างการสอนแบบปกติกับการสอนแบบห้องเรียนกลับด้าน

| การสอนแบบปกติ | การสอนแบบห้องเรียนกลับด้าน |
|---|---|
| ทบทวนบทเรียนของสัปดาห์ที่ผ่านมาใช้เวลา 15 นาที | ทบทวนบทเรียนสัปดาห์ที่ผ่านมาใช้เวลา 5 นาที แจ้งคะแนนเก็บที่ผู้เรียนแต่ละคนได้รับจากการร่วมกิจกรรมถาม-ตอบ และส่งผลงานตามใบงานที่มอบหมายในสัปดาห์ที่ผ่านมาใช้เวลา 5 นาทีสรุปชี้แจงผลการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน (ผ่านการพิจารณาผลงานของผู้เรียนแต่ละคนจากการส่งผลงานให้ตรวจในไลน์ส่วนตัวและไลน์กลุ่ม) ตามใบงานสัปดาห์ที่ผ่านมาทั้งผลการเรียนรู้ที่เป็นไปตามวัตถุประสงค์และจุดที่ผู้เรียนต้องแก้ไขปรับปรุงใช้เวลา 10 นาที |
| บรรยายเนื้อหาบทเรียนใหม่ใช้เวลา 120 นาที | กิจกรรมเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียน ถาม-ตอบ ข้อสงสัยเกี่ยวกับเนื้อหาจากวิดีโอคลิปที่มอบหมายให้ผู้เรียนศึกษาล่วงหน้ามาจากที่บ้านผ่านช่อง YouTube ระหว่างนี้ผู้สอนจะสังเกตพฤติกรรมความสนใจในการเรียนโดยพิจารณาจากการตั้งคำถามของผู้เรียน มีคะแนนให้แก่ผู้ถาม และกระตุ้นให้ผู้เรียนที่มีความรู้ความเข้าใจแล้ว ช่วยอธิบายในส่วนที่เพื่อนไม่เข้าใจ ซึ่งจะช่วยให้อาจารย์สามารถเข้าช่วยเหลือผู้เรียนที่เรียนได้ช้าเป็นรายบุคคล โดยมีคะแนนให้แก่ผู้ที่ช่วยอธิบายเพื่อนอีกด้วยใช้เวลา 60 นาทีผู้สอนบรรยายสรุปประเด็นสำคัญของบทเรียนในวิดีโอคลิปเพื่อผู้เรียนได้บันทึกสรุปไว้ทบทวนใช้เวลา 30 นาที |
| มอบหมายงานใหม่ (มีใบงาน) ใช้เวลา 5 นาที | ทดสอบการเรียนรู้ที่ได้รับจากวิดีโอคลิปใช้เวลา 30 นาที และตรวจสอบผลงานภาพถ่ายก่อนส่ง Micostock (ใช้แบบทดสอบความรู้ ความเข้าใจ แบบอัตนัยหรือแบบปรนัย ส่งผลงานภาพถ่ายให้ Microstock พิจารณา) |
| ส่งงานที่มอบหมายในครั้งที่ผ่านมาใช้เวลา 10 นาที | แจ้งการส่งข้อมูลกิจกรรมการเรียนรู้แบบออนไลน์ส่งไฟล์ใบงาน ในไลน์กลุ่มของวิชา เพื่อให้ผู้เรียนส่งผลงานให้ตรวจในไลน์ส่วนตัว (กำหนดให้ส่งผลงานเสร็จสิ้นก่อนการเรียนสัปดาห์ถัดไป) และส่งลิงก์วิดีโอคลิปช่อง YouTube ของบทเรียนสัปดาห์หน้า ให้ผู้เรียนศึกษาล่วงหน้าใช้เวลา 10 นาที |

จากตารางที่ 5 จะเห็นว่า การสอนแบบห้องเรียนกลับด้านจะเพิ่มการมีปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียนผ่านสื่อสังคม ผู้สอนสามารถตรวจผลงานและให้ข้อเสนอแนะเป็นรายบุคคลผ่านช่องทางไลน์ ทำให้ผู้สอนสามารถติดตามความก้าวหน้าในการเรียนของผู้เรียนแต่ละคนและให้การช่วยเหลือได้อย่างทั่วถึง ในขณะที่ผู้เรียนที่ตามไม่ทันก็สามารถกลับไปทบทวน ฟังซ้ำเนื้อหาผ่านช่อง YouTube ทั้งนี้หากผู้เรียนมีข้อสงสัยก็สามารถสอบถามไว้ใต้วิดีโอคลิปเพื่อให้ผู้สอนตอบกลับเพิ่มได้อีกหนึ่งช่องทาง นอกจากนี้ผู้สอนยังมีเวลาเพิ่มมากขึ้นในการประเมินผลการเรียนรู้ เช่น การทำแบบทดสอบระหว่างเรียน การสังเกตพฤติกรรมในการเรียน การประเมินผลการทำงานเป็นทีมในระหว่างที่มีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (การถ่ายภาพ)เป็นต้น ทั้งนี้ผู้วิจัยได้นำรูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้ดังกล่าวเผยแพร่ผ่านลิงก์ facebook.com/nithedkbu ในหัวข้อเรื่อง แชร์ประสบการณ์การสอนแบบออนไลน์ โดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

## เอกสารอ้างอิง

[1] Thanormchayathawat, B., Vanitsuppavong, P., Niemted, W., & Portjanatanti, N. (2016). “21st century skills: A challenge for student development.” **The Southern College Network Journal of Nursing and Public Health.** 3(2), 208-222. (in Thai)

[2] Hiangrat, P., Sacchanand, C., & Choempayong, S. (2018). “Information literacy of undergraduate students of Rajabhat Universities.” **TLA Research Journal.** 11(1), 33-47. (in Thai)

[3] Faculty of Communication Arts Kasem Bundit University. (2016). **Bachelor of Communication Arts (Public Relations) Programme Specification**. Bangkok: Kasem Bundit University. 10. (in Thai)

[4] Moolkum, S. (2004). **Strategy teaching analytical thinking**. Bangkok: Printmaking. 9. (in Thai)

[5] Bloom, B. S. (1956). **Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals.** (Handbook 1: Cognitive domain). London: Longman. 144-148.

[6] Shutterstock. (2020). **A beginner's guide to making money in stock photography**. [online]. Available: https://www.shutterstock.com/th/blog/earning-money-stock-photography Retrieved October 1, 2020.

[7] Shutterstock. (2018). **19 Common 'newbie' submission mistakes you can easily avoid**. [online]. Available: https://www.shutterstock.com/th/blog/19-common-newbie-submission-mistakes-you-can-easily-avoid Retrieved October 1, 2020.

[8] Office of the Higher Education Commission (OHEC). (2014). **Manual for the internal quality assurance for higher education institutions 2014**. Bangkok: Ministry of Education. 82. (in Thai)

[9] Srihirun, W. (2017). "Critical thinking with flipped classroom." **Journal of Graduate School Sakon Nakhon.** 14(65), 19-28. (in Thai)

[10] Saowsupa, S. (2018). "Effects of a flipped classroom model of instruction in green chemistry concepts on analyzing ability and environmental awareness of pre–service teacher." **Journal of Research Unit on Science, Technology and Environment for Learning.** 9(2), 277-296. (in Thai)

[11] Metpattarahiran, C. (2017). "Flipped classroom and teaching mathematics." **IPST Magazine.** 46(209), 20-22. (in Thai)

[12] Garza, S. A. (2014). "The flipped classroom teaching model and its use for information literacy instruction." **Communications in Information Literacy.** 8(1), 7-22.

[13] Welbourne, D. J., & Grant, W. J. (2016). "Science communication on YouTube: Factors that affect channel and video popularity." **Public Understanding of Science.** 25(6), 706-718.

[14] Westenberg, W. (2016). "The influence of YouTubers on teenagers: a descriptive research about the role YouTubers play in the life of their teenage viewers." Master's thesis, University of Twenty, 10.

[15] Office of Academic Resources Prince of Songkla University. (2019). **Creating a simple video tutorial**. [online]. Available: https://techno.oas.psu.ac.th/content/150 Retrieved August 27, 2020. (in Thai)

[16] Electronic Transactions Development Agency. (2019). **Thailand internet user profile 2018**. Bangkok: Ministry of Digital Economy and Society. 58. (in Thai)

[17] Teerawattananon, B., Thamma, D., & Onchawiang, D. (2020). "The development of flipped classroom online instruction on creating graphic by presentation program for primary students." **E-Journal of Education Studies, Burapha University.** 2(2), 16-30. (in Thai)

[18] Office for National Education Standards and Quality Assessment (ONESQA). (2011). **Manual for Higher Education Institutions the Third-Round of External Quality Assessment**. Samut Prakan: Offset Plus. 59. (in Thai)

[19] Jolley, D. F., Wilson, S. R., Kelso, C., O'Brien, G., & Mason, C. E. (2016). "Analytical thinking, analytical action: using prelab video demonstrations and e-quizzes to improve undergraduate preparedness for analytical chemistry practical classes." **Journal of Chemical Education.** 93(11), 1855-1862.

[20] Maneechote, T. (2006). **Measuring and evaluating learning outcomes according to the basic education curriculum**. [online]. Available: http://ird.rmuti.ac.th/newweb/fmanager/files/1Tiwat.doc Retrieved December 11, 2020. (in Thai)

[21] Tiantong, M. (2005). **Statistics and research methodology in information technology**. [online]. Available: http://home.dsd.go.th/kamphaengphet/km/information/RESECARCH Retrieved May 5, 2020. (in Thai)

[22] Bertheussen, B. A. (2016). "Flipped classrooms can contribute to better academic performance in higher economic education." **Uniped.** 39(1), 47-60.

# การพัฒนาความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete Pictorial Abstract: CPA ร่วมกับชุดลูกบอลและแท่งเรียนรู้เรขาคณิต เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

# THE DEVELOPMENT OF MATHEMATICAL VISUALIZATION ABILITIES THROUGH LEARNING INPLEMENTATION BASED ON CONCRETE PICTORIAL ABSTRACT: CPA APPROACH WITH STICK AND BALL GEOMETRY KIT ON THREE-DIMENSIONAL GEOMETRY OF GRADE 6 STUDENTS

**สุภาดา อินมา* และวนินทร พูนไพบูลย์พิพัฒน์**
**Supada Inma* and Wanintorn Poonpaiboonpipat**
**Email: supadai62@nu.ac.th and wanintorns@nu.ac.th**

ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร จ.พิษณุโลก 65000
Department of Education, Faculty of Education, Naresuan University, Phitsanulok 65000 Thailand

*Corresponding author E-mail: supadai62@nu.ac.th

(Received: May 9, 2021; Revised: May 25, 2021; Accepted: June 6, 2021)

## ABSTRACT

The purpose of this study was to develop mathematical visualization ability through learning activity based on Concrete Pictorial Abstract: CPA with stick and ball geometry kit on three-dimensional geometry of grade 6 students. The participants of this research were 25 grade 6 students in the second semester of the academic year 2020 of Banthachum school. This study was a classroom action research and collected qualitative data. The learning activities totally took nine hours. The research instruments were four lesson plans, worksheets, and mathematical visualization ability test. Data were analyzed by content analysis and categorized students' answer into three aspects: drawing, identifying the type, and selecting the figure related to three-dimensional geometry. Students' answers were divided in three groups which are level 1, level 2, and level 3. The basic statistic tools used in this study were frequency and percentage. The results showed that most of students were in level 3, meaning that students can visualize and analyze the various three-dimensional geometry then represent their ideas in term of drawing, identifying the type, and selecting the figures of the contour or the base and the forward face of a three-dimensional geometry correctly.

**Keywords:** Concrete Pictorial Abstract: CPA; Stick and ball geometry kit; Visualization; Three-dimensional geometry; Grade 6 students

**บทคัดย่อ**

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete Pictorial Abstract: CPA ร่วมกับชุดลูกบอลและแท่งเรียนรู้เรขาคณิต เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผู้เข้าร่วมการวิจัย คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 25 คน ของโรงเรียนบ้านท่าชุม (ประชาอุทิศวิทยาคาร) โดยใช้รูปแบบการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียนและเก็บข้อมูลเชิงคุณภาพ จัดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งหมด 9 ชั่วโมง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 4 แผน ใบกิจกรรมและแบบทดสอบความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ โดยนำข้อมูลที่ได้มาทำการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงเนื้อหา โดยการจัดกลุ่มคำตอบของนักเรียนตามความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ 3 ด้าน คือ การวาดภาพ การบอกชนิดและการเลือกภาพ ซึ่งแบ่งออกเป็น ด้านละ 3 ระดับ ได้แก่ ระดับ 1 ระดับ 2 และระดับ 3 ใช้สถิติพื้นฐาน คือ ค่าความถี่และร้อยละ ผลการวิจัยพบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับ 3 กล่าวคือ นักเรียนสามารถนึกถึงภาพของรูปเรขาคณิต วิเคราะห์รูปเรขาคณิตต่าง ๆ ในจินตนาการ เพื่อสื่อสารความคิดออกมาเป็นรูปธรรมภายนอก เกี่ยวกับรูปเรขาคณิตสามมิติ หน้าตัดหรือฐานและหน้าข้างของรูปเรขาคณิตสามมิติ ในด้านการวาดภาพ การบอกชนิด และการเลือกภาพได้อย่างถูกต้อง

**คำสำคัญ:** Concrete Pictorial Abstract: CPA; ชุดลูกบอลและแท่งเรียนรู้เรขาคณิต; การนึกภาพ; รูปเรขาคณิตสามมิติ; นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

## 1. บทนำ

ในปัจจุบันการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ยังไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควร ดังจะเห็นได้จากผลการทดสอบ O-net ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2558-2562 วิชาคณิตศาสตร์ ของระดับประเทศ อยู่ในระดับค่าเฉลี่ย 43.47, 40.47, 37.12, 37.50, และ 32.90 ตามลำดับ ซึ่งต่ำกว่าร้อยละ 50 และมีแนวโน้มว่าจะลดลงเรื่อย ๆ รวมถึงพิจารณาจากผลการทดสอบ O-net ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2562 วิชาคณิตศาสตร์ ของโรงเรียนบ้านท่าชุม (ประชาอุทิศวิทยาคาร) จังหวัดสุโขทัย พบว่ามีผลคะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ 40.81 ซึ่งต่ำกว่าร้อยละ 50 และยังมีสาระการเรียนรู้ที่ต้องปรับปรุงอย่างเร่งด่วน คือ สาระเรขาคณิต ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ย 19.77 [1] และจากการสัมภาษณ์โดยใช้ภาพประกอบนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่มีผลการเรียนต่ำ จำนวน 5 คน ในห้องเรียนที่ผู้วิจัยเคยเป็นผู้สอน เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ พบว่า นักเรียนไม่สามารถบอกชนิด ลักษณะของหน้าตัดหรือฐาน และจุดยอดของรูปเรขาคณิตสามมิติได้ รวมถึงไม่สามารถบอกได้ว่าเมื่อคลี่รูปเรขาคณิตสามมิติออกมาแล้วจะเป็นรูปสองมิติชนิดใด จึงส่งผลให้ไม่สามารถแก้ปัญหาทางเรขาคณิตได้

การเรียนเรื่องรูปเรขาคณิตสามมิติให้เข้าใจนั้นต้องอาศัยการนึกภาพ (Visualization) ซึ่งการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ หมายถึงความสามารถในการนึกถึงภาพของรูปเรขาคณิตหรือการวิเคราะห์รูปเรขาคณิตต่าง ๆ ในจินตนาการ เพื่อสื่อสารความคิดออกมาเป็นรูปธรรมภายนอก โดยการวาดรูปหรืออธิบายแสดงแนวคิดเพื่อหาคำตอบหรือกระบวนการที่ได้ภาพที่ปรากฏ [2] โดยการนึกภาพทางคณิตศาสตร์เป็นสะพานเชื่อมระหว่างร่างกาย จิตใจ และจิตวิญญาณ เป็นการรับรู้ของประสาทสัมผัสทั้งห้า ที่จะช่วยจดจำเนื้อหาหรือสิ่งต่าง ๆ และสามารถสะท้อนความเข้าใจออกมาเป็นภาพ เพื่อสื่อความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ใช้จินตนาการในการมองวัตถุหรือภาพสามมิติแล้วสร้างตัวแทนเพื่อบรรยายให้เห็นภาพ สื่อสารข้อมูลในมุมมองใหม่ด้วยการวาดรูป [3]

รูปเรขาคณิตสามมิติเป็นเนื้อหาที่เกี่ยวกับการนึกภาพ ครูจึงควรจัดกิจกรรมที่มุ่งเน้นการเรียนที่ทำให้เกิดภาพเสมือนจริงและเชื่อมโยงความรู้เกี่ยวกับเรขาคณิตกับชีวิตจริง ควรให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงเพื่อพัฒนาความสามารถในการนึกภาพ ความรู้สึกเชิงปริภูมิและความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ [4] รวมทั้งแนวคิดของ Chevapansri [5] ที่กล่าวว่าสิ่งที่ทำให้เกิดการเรียนรู้มาจากประสบการณ์ภายนอกจากสัมผัสทั้งห้า หากจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการใช้ประสบการณ์ตรงผ่านการลงมือปฏิบัติจะสามารถพัฒนาด้านการนึกภาพได้ ซึ่งหากต้องการส่งเสริมด้านความคิดหรือการนึกภาพนั้นต้องจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง

การจัดกระบวนการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete Pictorial Abstract: CPA เป็นแนวทางการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ที่น่าสนใจ ซึ่งการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ตามแนวคิด CPA ทำให้นักเรียนได้เรียนรู้สิ่งที่เป็นรูปธรรมและเชื่อมโยงเข้าสู่สิ่งที่เป็นนามธรรม นักเรียนจะได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ลงมือปฏิบัติจริงสัมผัสกับเรขาคณิตผ่านสิ่งของจริง ซึ่งทำให้นักเรียนอยากเรียนรู้เรขาคณิตมากขึ้นและตระหนักถึงความสำคัญของเรขาคณิตในชีวิตจริง จากนั้นพัฒนาไปสู่การวาดภาพหรือวาดโมเดลแทนของจริงที่เคยสัมผัส และสุดท้ายคือ นักเรียนรู้จักการแปลงภาพหรือโมเดลที่รู้จักแล้วก่อนหน้านี้มาเป็นหลักการของรูปเรขาคณิตสามมิติ [6] ซึ่งจะทำให้นักเรียนสามารถใช้และปรับความรู้ให้เหมาะสม

กับสถานการณ์และบริบทในชีวิตประจำวันได้ในระหว่างการทำกิจกรรม นักเรียนจะได้รับคำแนะนำในการค้นพบหลักการของรูปเรขาคณิตสามมิติ มีการสื่อสารและแบ่งปันความเข้าใจของตนเองโดยใช้สิ่งที่เป็นรูปธรรม โดยครูจะได้รับบทบาทเป็นผู้อำนวยความสะดวกที่คอยแนะนำให้นักเรียนมีความเข้าใจในสิ่งที่เป็นรูปธรรมไปเป็นนามธรรม โดยการใช้สื่อและให้ข้อเสนอแนะที่เหมาะสมแก่นักเรียน [7] ซึ่ง Hoong, Kin, และ Pien [8] ได้กล่าวถึงขั้นของแนวคิด CPA ว่ามี 4 ขั้น คือ ขั้นที่ 1 อธิบายชี้แจงแนวทาง (Guided explication) ขั้นที่ 2 สร้างความคุ้นเคยด้วยการสำรวจ (Exploratory familiarization) ขั้นที่ 3 การจำแนกองค์ความรู้ (Knowledge classification) และขั้นที่ 4 สร้างมโนทัศน์ให้ชัดเจน (Concept reification)

การเชื่อมโยงจากสิ่งที่เป็นรูปธรรมเข้าสู่สิ่งที่เป็นนามธรรมนั้น ชุดลูกบอลและแท่งเรียนรู้เรขาคณิต นับว่าเป็นสื่อรูปธรรมที่มีความเหมาะสมกับการจัดกระบวนการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA ทั้งในขั้นที่ 2 สร้างความคุ้นเคยด้วยการสำรวจ ทำให้นักเรียนได้ประกอบเป็นรูปเรขาคณิตสามมิติได้หลากหลายรูปแบบ และทำให้ทราบส่วนประกอบต่าง ๆ ของรูปเรขาคณิตสามมิติ รวมถึงสร้างสรรค์รูปทรงหรือแบบจำลองอย่างอิสระไร้ข้อจำกัด ทำให้นักเรียนได้สัมผัสกับคณิตศาสตร์ผ่านสิ่งของจริง ขั้นที่ 3 การจำแนกองค์ความรู้ ทำให้นักเรียนสามารถวาดภาพแทนของจริงที่เคยสัมผัส และในขั้นที่ 4 สร้างมโนทัศน์ให้ชัดเจน ช่วยให้นักเรียนสามารถบอกลักษณะของรูปเรขาคณิตสามมิตินั้นได้ [9]

ผู้วิจัยเห็นความสำคัญและมีความสนใจที่จะพัฒนาความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA ร่วมกับชุดลูกบอลและแท่งเรียนรู้เรขาคณิต เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ ส่งผลให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาที่เกี่ยวกับรูปเรขาคณิตสามมิติ ในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้ดียิ่งขึ้น มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและผลการสอบ O-net ในเรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติที่สูงขึ้น

## 2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อพัฒนาความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA ร่วมกับชุดลูกบอลและแท่งเรียนรู้เรขาคณิต เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

## 3. กรอบแนวคิดการวิจัย

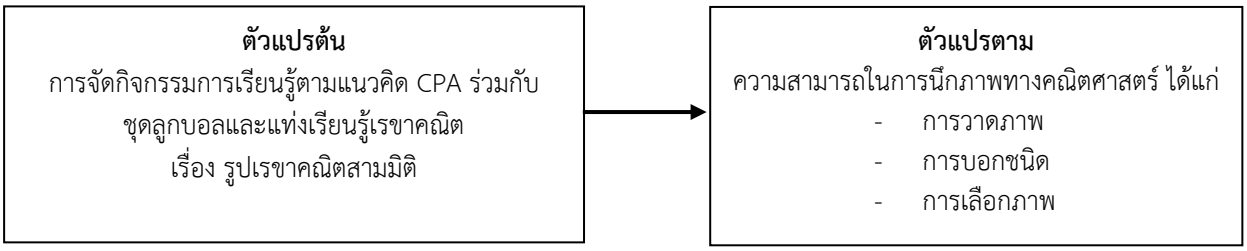
การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA มีขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้หลากหลายรูปแบบ Hoong, Kin, และ Pien [8] ได้กล่าวถึงขั้นของแนวคิด CPA ว่ามีอยู่ 4 ขั้น คือ ขั้นที่ 1 อธิบายชี้แจงแนวทาง ขั้นที่ 2 สร้างความคุ้นเคยด้วยการสำรวจ ขั้นที่ 3 การจำแนกองค์ความรู้และขั้นที่ 4 สร้างมโนทัศน์ให้ชัดเจน

ชุดลูกบอลและแท่งเรียนรู้เรขาคณิต เป็นสื่อการเรียนรู้รูปเรขาคณิต ที่สามารถประกอบเป็นรูปเรขาคณิตได้ทั้งสองมิติและสามมิติ ทำให้เห็นโครงสร้างของรูปเรขาคณิต รวมถึงสร้างสรรค์รูปเรขาคณิตหรือแบบจำลองแบบอิสระไร้ข้อจำกัด โดยมีตัวอย่างดังรูปที่ 1

**รูปที่ 1** ตัวอย่างชุดลูกบอลและแท่งเรียนรู้เรขาคณิต

การวิจัยนี้ได้ประยุกต์การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ Hoong, Kin, และ Pien [8] มาจัดกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมกับ ชุดลูกบอลและแท่งเรียนรู้เรขาคณิต ในเรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ เพื่อพัฒนาความสามารถในการนึกภาพของนักเรียน โดยในขั้นที่ 1 อธิบายชี้แจงแนวทาง เป็นขั้นที่ครูใช้สื่อรูปเรขาคณิตสามมิติที่เป็นทรงตันให้นักเรียนศึกษาลักษณะของรูปเรขาคณิตสามมิติ และครูอธิบายการต่อรูปเรขาคณิตสามมิติโดยใช้ชุดลูกบอลและแท่งเรียนรู้เรขาคณิต ขั้นที่ 2 สร้างความคุ้นเคยด้วยการสำรวจ

เป็นขั้นที่ครูให้นักเรียนต่อชุดลูกบอลและแท่งเรียนรู้เรขาคณิต เป็นรูปเรขาคณิตชนิดต่าง ๆ ให้มากกว่าที่สุดและวาดภาพลงในใบกิจกรรม พร้อมทั้งสำรวจลักษณะของรูปเรขาคณิตสามมิติ เพื่อสร้างความคุ้นเคยและมีความเข้าใจเกี่ยวกับลักษณะของรูปเรขาคณิตมากขึ้น ขั้นที่ 3 การจำแนกองค์ความรู้ เป็นขั้นที่นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจ มาแลกเปลี่ยนเรียนรู้กันในชั้นเรียน จากนั้นให้นักเรียนวาดภาพ บอกชนิด และเลือกภาพเกี่ยวกับรูปเรขาคณิตสามมิติ และ ขั้นที่ 4 สร้างมโนทัศน์ให้ชัดเจน เป็นขั้นที่ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายสิ่งที่ได้เรียนรู้จากขั้นที่ 1 ถึง ขั้นที่ 3 เพื่อนำไปสู่หลักการของรูปเรขาคณิตสามมิติในแต่ละชนิดและเชื่อมโยงความรู้ถึงสิ่งของในชีวิตประจำวันที่มีลักษณะเป็นรูปเรขาคณิตสามมิตินั้น ซึ่งผู้วิจัยสรุปเป็นกรอบแนวคิดการวิจัย ดังรูปที่ 2




**รูปที่ 2** กรอบแนวคิดงานวิจัย

## 4. ขอบเขตของการวิจัย

### 4.1 ขอบเขตด้านเนื้อหา

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย คือ เนื้อหารายวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

### 4.2 ขอบเขตด้านประชากร

ประชากร คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านท่าชุม (ประชาอุทิศวิทยาคาร) จำนวน 74 คน และผู้เข้าร่วมวิจัย คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 โรงเรียนบ้านท่าชุม(ประชาอุทิศวิทยาคาร) จำนวน 25 คน โดยได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง

### 4.3 ขอบเขตด้านตัวแปรที่ต้องการศึกษา

**ตัวแปรต้น** คือ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA ร่วมกับชุดลูกบอลและแท่งเรียนรู้เรขาคณิต เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ

**ตัวแปรตาม** คือ ความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ ซึ่งประเมินผลจากใบกิจกรรมและแบบทดสอบความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ ทั้งด้านการวาดภาพ การบอกชนิดและการเลือกภาพ

## 5. วิธีการดำเนินการวิจัย

การดำเนินการวิจัยในครั้งนี้ ใช้รูปแบบวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน โดยมีวิธีการดำเนินการวิจัยดังต่อไปนี้

### 5.1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วยแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ใบกิจกรรม และแบบทดสอบความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ ที่ผู้วิจัยได้จัดทำขึ้นและให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ทำการตรวจสอบคุณภาพ ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญด้านคณิตศาสตร์ศึกษา ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอนคณิตศาสตร์ และครูวิทยฐานะชำนาญการพิเศษวิชาคณิตศาสตร์ โดยมีรายละเอียดของเครื่องมือดังต่อไปนี้

5.1.1 แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA ร่วมกับชุดลูกบอลและแท่งเรียนรู้เรขาคณิต เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 9 ชั่วโมง

| | |
|---|---|
| แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ปริซึม | จำนวน 2 ชั่วโมง |
| แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง พีระมิด | จำนวน 2 ชั่วโมง |
| แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ทรงกระบอก กรวย และทรงกลม | จำนวน 2 ชั่วโมง |
| แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ | จำนวน 3 ชั่วโมง |

ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 5 ด้าน ได้แก่ ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้ ด้านสาระการเรียนรู้ ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านสื่อและแหล่งเรียนรู้ และด้านการวัดผลและประเมินผล โดยผู้วิจัยใช้แบบประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบมาตราประมาณค่า 5 ระดับของลิเคิร์ท โดยให้ผู้เชี่ยวชาญลงความเห็นในแบบประเมิน พบว่า มีค่าเฉลี่ยโดยรวม เท่ากับ 4.57 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานโดยรวม เท่ากับ 0.25 ซึ่งถือว่าแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ดังกล่าวมีความเหมาะสมมากที่สุดและสามารถนำไปใช้ได้ และปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ดังนี้ 1) ควรมีการฝึกวาด หรือ จับคู่ พร้อมกับการอธิบาย 2) อธิบายวิธีการแบ่งกลุ่มนักเรียนว่าได้มาอย่างไร 3) แยกจุดประสงค์ด้านทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์เป็น 2 ข้อ

5.1.2 ใบกิจกรรม เป็นส่วนหนึ่งของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยมีกิจกรรมที่หลากหลาย เริ่มจากการวาดภาพตามรูปเรขาคณิตสามมิติที่นักเรียนต่อชุดลูกบอลและแท่งเรียนรู้เรขาคณิต เป็นรายกลุ่ม แล้วนำข้อมูลที่ได้มาหาความสัมพันธ์ระหว่างภาพหน้าตัดของรูปเรขาคณิต เพื่อนำไปสู่ความเข้าใจเกี่ยวกับหน้าตัดหรือฐานและหน้าข้างของรูปเรขาคณิต จากนั้นให้นักเรียนทำใบกิจกรรมรายบุคคล ซึ่งจะมี 3 ตอน คือ ตอนที่ 1 ให้นักเรียนวาดภาพรูปเรขาคณิตสามมิติ ภาพหน้าตัดหรือฐานและภาพหน้าข้างทุกหน้า ที่ได้จากการต่อชุดลูกบอลและแท่งเรียนรู้เรขาคณิต พร้อมทั้งระบุชนิดและจำนวนภาพหน้าตัดหรือฐาน และภาพหน้าข้าง ตอนที่ 2 ให้นักเรียนเลือกภาพให้ตรงกับชนิดของรูปเรขาคณิตพร้อมทั้งบอกเหตุผลประกอบ ตอนที่ 3 ให้นักเรียนนำข้อความที่กำหนดให้ อธิบายลักษณะของรูปเรขาคณิตสามมิติ และให้นักเรียนนำภาพของสิ่งของที่อยู่ในชีวิตประจำวันมาแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเพื่อนในชั้นเรียนและวาดภาพ เพื่อให้นักเรียนเห็นว่าคณิตศาสตร์เป็นสิ่งที่อยู่ใกล้ตัวและมีความสำคัญ ผู้วิจัยนำใบกิจกรรมให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความเหมาะสมพร้อมกับแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ได้แก่ 1) ปรับใบกิจกรรมที่ 1.1 ให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ 2) ปรับใบกิจกรรมที่ 4.3 ให้นักเรียนวาดภาพหลากหลายรูปแบบทั้งรูปแบบการต่อโดยชุดลูกบอลและแท่งเรียนรู้เรขาคณิต รูปส่วนประกอบต่าง ๆ หน้าตัดหรือฐานและหน้าข้างของรูปเรขาคณิตสามมิติ โดยมีชื่อใบกิจกรรมแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ดังตารางที่ 1

**ตารางที่ 1** แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และชื่อใบกิจกรรมแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้

| แผนการจัดการเรียนรู้ | ใบกิจกรรม |
|---|---|
| แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ปริซึม จำนวน 2 ชั่วโมง | 1. หน้าของฉัน (ปริซึม) |
| | 2. ฉันเป็นอย่างไร (ปริซึม) |
| แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง พีระมิด จำนวน 2 ชั่วโมง | 1. หน้าของฉัน (พีระมิด) |
| | 2. ฉันเป็นอย่างไร (พีระมิด) |
| แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ทรงกระบอก กรวย และทรงกลม จำนวน 2 ชั่วโมง | 1. หน้าของฉัน (ทรงกระบอก กรวย และทรงกลม) |
| | 2. ฉันเป็นอย่างไร (ทรงกระบอก กรวย และทรงกลม) |
| แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ จำนวน 3 ชั่วโมง | 1. ฉันคือใคร |
| | 2. ความสัมพันธ์ฉันและเธอ |
| | 3. รูปของฉัน |
| | 4. บิงโก เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ |

5.1.3 แบบทดสอบความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ เป็นรูปแบบอัตนัย จำนวน 20 ข้อ มี 3 ตอน ซึ่งวัดและประเมินผลจากการวาดภาพ การบอกชนิดและการเลือกภาพ โดยในตอนที่ 1 การวาดภาพ การบอกชนิดและการเลือกภาพให้นักเรียนบอกชื่อภาพและกากบาททับรูปเรขาคณิตสามมิติให้ตรงกับภาพของรูปเรขาคณิตที่กำหนดให้ พร้อมทั้งวาดภาพและบอกจำนวนภาพหน้าตัดหรือฐาน ภาพหน้าข้างให้ถูกต้อง ตอนที่ 2 การวาดภาพและการบอกชนิด ให้นักเรียนบอกลักษณะและจำนวนของหน้าตัดหรือฐาน หน้าข้าง และวาดภาพรูปเรขาคณิตสามมิติตามที่ครูกำหนดให้ และตอนที่ 3 การเลือกภาพให้นักเรียนพิจารณาข้อความแล้วบอกว่าข้อความนั้นเป็นจริงหรือเป็นเท็จ พร้อมแสดงเหตุผลประกอบการตัดสินใจ ผู้วิจัยนำแบบทดสอบความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ ให้ผู้เชี่ยวชาญชุดเดียวกับที่ตรวจแผนการจัดการเรียนรู้ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC) พบว่า แบบทดสอบทุกข้อมีค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาเป็น 1.00 ซึ่งถือว่ามีความเหมาะสมและสามารถนำไปใช้ได้

**5.2 การเก็บรวบรวมข้อมูล**

ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลตามขั้นตอน ดังนี้

5.2.1 ผู้วิจัยปฐมนิเทศนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เป็นผู้มีส่วนร่วมวิจัย เกี่ยวกับขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA ร่วมกับชุดลูกบอลและแท่งเรียนรู้เรขาคณิต เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ตลอดจนชี้แจงบทบาทครู บทบาทนักเรียนในการเรียน วิธีการวัดและประเมินผล

5.2.2 ผู้วิจัยดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ กับนักเรียนที่เป็นผู้เข้าร่วมวิจัย ในชั่วโมงสอนตามปกติของโรงเรียน โดยใช้เวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ทั้งหมด 9 ชั่วโมง และในระหว่างที่ดำเนินการจัดกิจกรรม ผู้วิจัยให้นักเรียนทำกิจกรรมเป็นกลุ่ม และทำใบกิจกรรมเป็นรายบุคคล โดยมีตัวอย่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ดังรูปที่ 3

**รูปที่ 3** การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA ร่วมกับชุดลูกบอลและแท่งเรียนรู้เรขาคณิต

5.2.3 เมื่อดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ครบทั้ง 9 ชั่วโมง ผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบทดสอบความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์

5.2.4 ผู้วิจัยนำผลที่ได้จากการเก็บรวมรวมทั้งหมดไปทำการวิเคราะห์ข้อมูล

**5.3 การวิเคราะห์ข้อมูล**

ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลจากใบกิจกรรมและแบบทดสอบความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

5.3.1 ผู้วิจัยนำผลจากใบกิจกรรมและแบบทดสอบความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ มาทำการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงเนื้อหาโดยการจัดกลุ่มคำตอบของนักเรียนออกเป็น 3 ด้าน คือ การวาดภาพ การบอกชนิดและการเลือกภาพ ซึ่งในแต่ละด้านแบ่งออกเป็น ด้านละ 3 ระดับ ได้แก่ ระดับ 1 ระดับ 2 และระดับ 3 ซึ่งผู้วิจัยแบ่งความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนแสดงออกมาในแต่ละระดับดังตารางที่ 2 จากนั้นผู้วิจัยคำนวณเป็นร้อยละของกลุ่มนักเรียนในแต่ละระดับ แล้วรายงานผลในรูปของความถี่ ร้อยละ และความเรียง

**ตารางที่ 2** เกณฑ์ระดับความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์

| ความสามารถรายด้าน | ระดับ | ลักษณะการตอบ |
|---|---|---|
| การวาดภาพ | ระดับ 3 | วาดภาพเกี่ยวกับรูปเรขาคณิตสามมิติ หน้าตัดหรือฐานและหน้าข้างของรูปเรขาคณิตสามมิติได้ถูกต้อง |
| | ระดับ 2 | วาดภาพเกี่ยวกับรูปเรขาคณิตสามมิติไม่ถูกต้อง แต่วาดหน้าตัดหรือฐานและหน้าข้างของรูปเรขาคณิตสามมิติได้ถูกต้อง |
| | ระดับ 1 | วาดภาพเกี่ยวกับรูปเรขาคณิตสามมิติไม่ถูกต้อง แต่วาดภาพหน้าตัดหรือฐานหรือหน้าข้างของรูปเรขาคณิตสามมิติได้ถูกต้องเป็นบางส่วน |
| การบอกชนิด | ระดับ 3 | บอกชนิด บอกจำนวนหน้าตัดหรือฐานและหน้าข้างของรูปเรขาคณิตสามมิติได้ถูกต้อง |
| | ระดับ 2 | บอกชนิดได้ถูกต้องแต่บอกจำนวนฐานและหน้าข้างของรูปเรขาคณิตสามมิติได้ถูกต้องเป็นบางส่วน |
| | ระดับ 1 | บอกชนิดและบอกจำนวนหน้าตัดหรือฐานและหน้าข้างของรูปเรขาคณิตสามมิติไม่ถูกต้อง |
| การเลือกภาพ | ระดับ 3 | เลือกภาพหรือจับคู่ภาพเกี่ยวกับรูปเรขาคณิตสามมิติและบอกเหตุผลประกอบการตัดสินใจได้ถูกต้อง |
| | ระดับ 2 | เลือกภาพหรือจับคู่ภาพเกี่ยวกับรูปเรขาคณิตสามมิติได้ถูกต้อง แต่บอกเหตุผลประกอบการตัดสินใจได้ถูกต้องเป็นบางส่วน |
| | ระดับ 1 | เลือกภาพหรือจับคู่ภาพเกี่ยวกับรูปเรขาคณิตสามมิติและบอกเหตุผลประกอบการตัดสินใจได้ถูกต้องเป็นบางส่วน |

5.3.2 ผู้วิจัยเปรียบเทียบร้อยละของจำนวนนักเรียนในแต่ละระดับของความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์จากใบกิจกรรมในแต่ละแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อดูแนวโน้มของการพัฒนาตามลำดับของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งหากร้อยละของนักเรียนในระดับที่สูงขึ้นมีจำนวนเพิ่มขึ้น แสดงให้เห็นว่านักเรียนได้มีการพัฒนาความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ สำหรับผลการวิจัยที่ได้จากแบบทดสอบถือว่าเป็นความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนแต่ละคน

5.3.3 ผู้วิจัยนำผลการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากใบกิจกรรมของนักเรียนและแบบทดสอบความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์มาเปรียบเทียบเพื่อวิเคราะห์ความสอดคล้องและทิศทางของข้อมูล ด้วยวิธีการสามเส้า (Triangulation) แบบใช้เครื่องมือวิจัยมากกว่าหนึ่งชนิด เพื่อทำการวิเคราะห์และพิจารณาผลการส่งเสริมความสามารถด้านการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนว่าเป็นไปในทิศทางเดียวกันหรือไม่ อย่างไร

## 6. ผลการวิจัย

ผลการวิจัยระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้จากใบกิจกรรม และหลังจากดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้จากแบบทดสอบความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์เป็นรายบุคคล โดยผู้วิจัยแบ่งการวิเคราะห์ผลดังหัวข้อต่อไปนี้

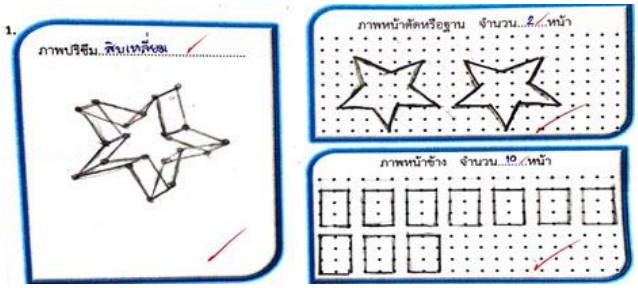
### 6.1 ผลการวิจัยจากใบกิจกรรม

ผู้วิจัยวิเคราะห์ระดับของความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์จากคำตอบของนักเรียนในใบกิจกรรมระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ทั้ง 4 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนทั้งหมดจำนวน 25 คน โดยมีรายละเอียดดังตารางที่ 3

**ตารางที่ 3** จำนวนนักเรียนตามระดับความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์จากใบกิจกรรมในแต่ละแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

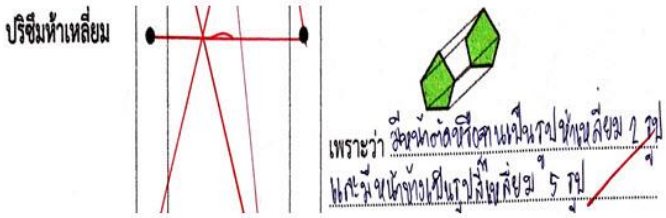
| ความสามารถรายด้าน | ระดับความสามารถ | จำนวนนักเรียนที่มีคำตอบอยู่ในแต่ละระดับความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | จำนวนคน (ร้อยละ) | | | |
| | | แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1 (ปริซึม) | แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 2 (พีระมิด) | แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 3 (ทรงกระบอก กรวย ทรงกลม) | แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 4 (รูปเรขาคณิตสามมิติ) |
| การวาดภาพ | ระดับ 3 | 14 (56.00) | 19 (76.00) | 21 (84.00) | 22 (88.00) |
| | ระดับ 2 | 7 (28.00) | 5 (20.00) | 4 (16.00) | 3 (12.00) |
| | ระดับ 1 | 4 (16.00) | 1 (4.00) | 0 (0.00) | 0 (0.00) |
| การบอกชนิด | ระดับ 3 | 20 (80.00) | 25 (100.00) | 25 (100.00) | 25(100.00) |
| | ระดับ 2 | 5 (20.00) | 0 (0.00) | 0 (0.00) | 0 (0.00) |
| | ระดับ 1 | 0 (0.00) | 0 (0.00) | 0 (0.00) | 0 (0.00) |
| การเลือกภาพ | ระดับ 3 | 19 (76.00) | 20 (80.00) | 22 (88.00) | 22 (88.00) |
| | ระดับ 2 | 5 (20.00) | 5 (20.00) | 3 (12.00) | 3 (12.00) |
| | ระดับ 1 | 1 (4.00) | 0 (0.00) | 0 (0.00) | 0 (0.00) |

จากตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ใบกิจกรรมระหว่างพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA ร่วมกับชุดลูกบอลและแท่งเรียนรู้เรขาคณิต เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ จากแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1-4 พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ทั้ง 3 ด้าน อยู่ในระดับ 3 และมีพัฒนาการของความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ในแต่ละด้านสูงขึ้นตามลำดับ ทั้งนี้ผู้วิจัยได้แสดงภาพตัวอย่างการตอบของนักเรียน ดังรูปที่ 4 และ 5




**รูปที่ 4** ตัวอย่างความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ ด้านการวาดภาพและการบอกชนิด อยู่ในระดับ 3

จากรูปที่ 4 ความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ในใบกิจกรรมที่ 1.2 ฉันเป็นอย่างไร (ปริซึม) จะเห็นได้ว่า นักเรียนสามารถวาดภาพปริซึม หน้าตัดหรือฐาน และหน้าข้างปริซึม บอกชนิด และบอกจำนวนหน้าตัดหรือฐานและหน้าข้างของปริซึมได้ถูกต้อง




**รูปที่ 5** ตัวอย่างความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ ด้านการเลือกภาพอยู่ในระดับ 3

จากรูปที่ 5 ความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ในใบกิจกรรมที่ 1.2 ฉันเป็นอย่างไร (ปริซึม) จะเห็นได้ว่า นักเรียนสามารถเลือกภาพหรือจับคู่ภาพได้ตรงกับชื่อของรูปปริซึมพร้อมทั้งบอกเหตุผลประกอบการตัดสินใจได้ถูกต้อง

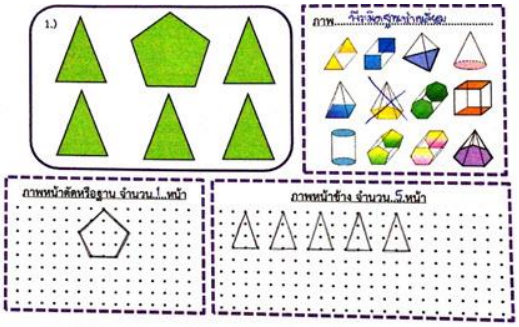
**6.2 ผลการวิจัยจากแบบทดสอบความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์**

ผู้วิจัยวิเคราะห์ระดับของความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์จากคำตอบของนักเรียนแบบทดสอบความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนเป็นรายบุคคลของนักเรียนทั้งหมดจำนวน 25 คน จำนวน 20 ข้อ โดยมีรายละเอียดดังตารางที่ 4

**ตารางที่ 4** จำนวนนักเรียนตามระดับความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์จากแบบทดสอบความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์

| ความสามารถรายด้าน | ระดับความสามารถ | จำนวนนักเรียนที่มีคำตอบอยู่ในแต่ละระดับความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ | | |
|---|---|---|---|---|
| | | จำนวนคน (ร้อยละ) | | |
| | | ปริซึม | พีระมิด | ทรงกระบอก กรวย ทรงกลม |
| การวาดภาพ | ระดับ 3 | 23 (92.00) | 23 (92.00) | 25 (100.00) |
| | ระดับ 2 | 2 (20.00) | 2 (20.00) | 0 (0.00) |
| | ระดับ 1 | 0 (0.00) | 0 (0.00) | 0 (0.00) |
| การบอกชนิด | ระดับ 3 | 25 (100.00) | 25 (100.00) | 25 (100.00) |
| | ระดับ 2 | 0 (0.00) | 0 (0.00) | 0 (0.00) |
| | ระดับ 1 | 0 (0.00) | 0 (0.00) | 0 (0.00) |
| การเลือกภาพ | ระดับ 3 | 25 (100.00) | 22 (88.00) | 23 (92.00) |
| | ระดับ 2 | 0 (0.00) | 3 (12.00) | 2 (20.00) |
| | ระดับ 1 | 0 (0.00) | 0 (0.00) | 0 (0.00) |

จากตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์จำนวนนักเรียนตามร้อยละของความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA ร่วมกับชุดลูกบอลและแท่งเรียนรู้เรขาคณิต นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ทั้ง 3 ด้าน อยู่ในระดับ 3 ทั้งนี้ผู้วิจัยได้แสดงภาพตัวอย่างการตอบของนักเรียน ดังตัวอย่างในรูปที่ 6



**รูปที่ 6** ตัวอย่างความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ ทั้ง 3 ด้าน ที่อยู่ในระดับ 3

ผลการวิจัยระหว่างพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA ร่วมกับชุดลูกบอลและแท่งเรียนรู้เรขาคณิต เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ทั้ง 4 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ จากใบกิจกรรมและผลการวิจัยหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จากแบบทดสอบความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ พบว่า ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของใบกิจกรรมและแบบทดสอบความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์มีความสอดคล้องกัน กล่าวคือ นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ ทั้งด้านการวาดภาพ บอกชนิด และเลือกภาพ อยู่ในระดับ 3 พร้อมทั้งมีพัฒนาการที่สูงขึ้นตามลำดับ

## 7. อภิปรายผลการวิจัย

นักเรียนส่วนใหญ่มีการพัฒนาความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ เห็นได้จากผลการวิจัยจากใบกิจกรรมในแต่ละแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมกับแบบทดสอบความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ ทั้งนี้เนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA ร่วมกับชุดลูกบอลและแท่งเรียนรู้เรขาคณิต ช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริงโดยใช้สื่อรูปธรรม ได้แก่ สื่อเรขาคณิตสามมิติทรงตัน และชุดลูกบอลและแท่งเรียนรู้เรขาคณิต ที่ช่วยให้นักเรียนได้สำรวจและต่อเป็นรูปเรขาคณิตสามมิติด้วยตนเอง สามารถเห็นโครงสร้างของรูปเรขาคณิตสามมิติได้อย่างชัดเจน และนำประสบการณ์จากการเรียนรู้ผ่านการต่อชุดลูกบอลและแท่งเรียนรู้เรขาคณิต นั้นมาแปลเป็นรูปภาพของจริงที่เคยสัมผัส แล้วนำไปสู่หลักการทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง รวมถึงการให้นักเรียนได้ทำใบกิจกรรมที่เริ่มจากการให้นักเรียนวาดภาพตามที่ตนเองต่อและหน้าทุกหน้าของรูปเรขาคณิตสามมิติก่อนแล้วจึงให้นักเรียนสังเกตความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตแต่ละชนิด จนสามารถเข้าใจลักษณะของรูปเรขาคณิตสามมิติแล้วจึงให้นักเรียนวาดโดยแยกหน้าตัดหรือฐานและหน้าข้าง พร้อมทั้งบอกชื่อและจำนวนหน้าต่าง ๆ จะช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้อย่างเป็นลำดับขั้น ซึ่งการใช้กระดาษจุดจะช่วยให้นักเรียนสามารถวาดภาพได้อย่างถูกต้องและในส่วนของการเลือกภาพจะช่วยตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนมากขึ้น โดยเฉพาะนักเรียนที่ไม่ถนัดในการวาดภาพ และการให้นักเรียนได้บอกเหตุผลประกอบการตัดสินใจ จะช่วยให้ครูได้ทราบแนวคิดของนักเรียนมากขึ้น ซึ่งส่วนของนักเรียนที่มีความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับ 3 คือ นึกถึงภาพของรูปเรขาคณิต วิเคราะห์รูปเรขาคณิตต่าง ๆ ในจินตนาการ เพื่อสื่อสารความคิดออกมาเป็นรูปธรรมภายนอก เกี่ยวกับรูปเรขาคณิตสามมิติ หน้าตัดหรือฐานและหน้าข้างของรูปเรขาคณิตสามมิติ ในด้านการวาดภาพ การบอกชนิด และการเลือกภาพได้อย่างถูกต้อง ดังนั้น แสดงให้เห็นว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA ร่วมกับชุดลูกบอลและแท่งเรียนรู้เรขาคณิต สามารถส่งเสริมความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ได้ สอดคล้องกับทฤษฎีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ Active learning ของ Phirttikun [10] ได้กล่าวว่า การให้นักเรียนสร้างความรู้ให้เกิดขึ้นในตนเอง ด้วยการลงมือปฏิบัติจริงผ่านสื่อหรือกิจกรรมการเรียนรู้โดยมีครูเป็นผู้แนะนำ กระตุ้น หรืออำนวยความสะดวกให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ ทำให้การเรียนรู้เป็นไปอย่างมีความหมายและนำไปใช้ในสถานการณ์อื่น ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ สอดคล้องกับแนวคิดของ Santoro [11] ได้กล่าวถึง กิจกรรมปฏิบัติ (Hands-on activities) เป็นกิจกรรมที่เน้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ ได้สัมผัสและเรียนรู้จากการทดลองทำจริง ทำให้นักเรียนเข้าใจจากรูปธรรมไปสู่นามธรรม ทั้งนี้การใช้กิจกรรมปฏิบัติยังช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาที่ลึกซึ้ง มากกว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบเดิมและสอดคล้องกับผลการวิจัยของ Janhom, Viriyapong, และ Supap [12] ที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA โดยเน้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติร่วมกับการใช้สื่อรูปธรรมที่เป็นผักและผลไม้ที่เป็นรูปปริซึม พีระมิด ทรงกระบอก กรวยและทรงกลม ทำให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาได้ชัดเจนยิ่งขึ้นจนนำไปสู่การพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ Wanthamat และ Supap [13] ที่พัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยปฏิบัติจริงร่วมกับการใช้รูปจำลองสี่เหลี่ยมมุมฉาก ทำให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ จากสื่อรูปธรรม จนสามารถมองเห็นภาพได้ชัดเจน และส่งผลให้นักเรียนเกิดความคิดรวบยอดเรื่อง การบวก ลบ คูณ หารเศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

## 8. ข้อเสนอแนะ

ผู้วิจัยได้สรุปแนวคิดและข้อเสนอแนะจากการวิจัยเพื่อพัฒนาความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA ร่วมกับชุดลูกบอลและแท่งเรียนรู้เรขาคณิต เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ดังนี้

**8.1 ข้อเสนอแนะทั่วไป**

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA ร่วมกับชุดลูกบอลและแท่งเรียนรู้เรขาคณิต ในขั้นอธิบายชี้แจงแนวทาง ควรเน้นให้นักเรียนได้ลงมือสำรวจสื่อเรขาคณิตสามมิติทุกคน เนื่องจากเป็นขั้นตอนแรกและนักเรียนต้องนำความรู้ไปใช้ในขั้นต่อไป ซึ่งหากนักเรียนไม่เข้าใจตั้งแต่ขั้นแรกจะทำให้นักเรียนไม่สามารถเข้าถึงหลักการของรูปเรขาคณิตสามมิติแต่ละชนิดได้ รวมถึงควรมีการตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนอย่างสม่ำเสมอว่านักเรียนเกิดความรู้ความเข้าใจตามที่ผู้วิจัยวางแผนไว้ แล้วจึงจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในขั้นต่อไป เพื่อให้นักเรียนเกิดความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ได้ตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย

**8.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป**

ควรศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA ร่วมกับชุดลูกบอลและแท่งเรียนรู้เรขาคณิต เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ที่ส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงปริภูมิ (Spatial reasoning) เนื่องจากในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้นอกจากนักเรียนจะแสดงความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์แล้ว ยังต้องอาศัยการให้เหตุผลเกี่ยวกับมิติสัมพันธ์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนเพื่อให้ได้ข้อมูลของแนวคิดที่ชัดเจนขึ้น ซึ่งช่วยส่งเสริมให้เกิดทักษะการให้เหตุผลเชิงปริภูมิได้

## เอกสารอ้างอิง

[1] National Educational Testing Institute. (2019). **O-net exam announcement and report.** [online]. Available: http://www.newonetresult.niets.or.th/AnnouncementWeb/Login.aspx Retrieved May 20, 2020.

[2] Yodfai-in, K. (2014). “Effect of organizing mathematics learning activities using phases-methods combination model and strategies for advancing mathematical thinking on mathematical reasoning and visualization abilities of ninth grade students.” **An Online Journal of Education.** 9(3), 1-15. (in Thai)

[3] Khositdun, D. (2018). “The visualization ability of three-dimensional geometric cross-sections of the elementary students.” **Pathumthani University Academic Journal.** 10(1), 92-100. (in Thai)

[4] The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (IPST). (2003). **Spatial sense**. Bangkok: S.P.N Printing. 2-3. (in Thai)

[5] Chevapansri, K. (2005). “Brain and learning.” **Moh-Chao-Ban**. 27(317), 17-26. (in Thai)

[6] Burananit, J. (2017). **Concrete Pictorial Abstract: CPA is building math basics in children**. [online]. Available: https://medium.com/opencurriculum/ Retrieved July 22, 2020. (in Thai)

[7] Hui, C. S., Hoe, L. N., & Lee, K. P. (2017). **Teaching and learning with concrete pictorial abstract sequence: A proposed model.** [online]. Available: http://hdl.handle.net/10497/18838 Retrieved July 13, 2020.

[8] Hoong, L. Y., Kin, H. W., & Pien. C. L. (2015). **Concrete pictorial abstract: Surveying its origins and charting its future.** [online]. Available: http://hdl.handle.net/10497/18889 Retrieved July 13, 2020.

[9] Edx education. (2020). **Stick and ball geometry kit.** [online]. Available: https ://www.sci4kid.com/ product/ Retrieved June 11, 2020. (in Thai)

[10] Phirttikun, S. (2012). “Quality of students derived from active learning process.” **Journal of educational administration Burapha University.** 6(2), 5-7. (in Thai)

[11] Santoro, A. M. (2004). **Manipulatives: A hands-on.** [online]. Available: https://www.naesp.org/sites/ default/files/resources/2/Principal/2004/N-Dp28.pdf Retrieved July 12, 2020.

[12] Janhom, P., Viriyapong, R., & Supap, W. (2019). “The development of mathematical concept with learning activities based on Concrete Pictorial Abstract: CPA approach on two-dimensional and three-dimensional geometry for 7 grade students.” **Journal of education Naresuan University.** 22(4), 149-159. (in Thai)

[13] Wanthamat, C., & Supap, W. (2014). “The development of hands-on learning activities integrated with the rectangular model to enhance mathematical concepts in addition, subtraction, multiplication and division of fractions for 5 grade students.” Master’s thesis, Naresuan University, 102. (in Thai)

# การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎี Social constructivism ร่วมกับ Google SketchUp ที่ส่งเสริมความสามารถด้านการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

# LEARNING ACTIVITIES BASED ON SOCIAL CONSTRUCTIVISM AND USING GOOGLE SKETCHUP TO ENHANCE MATHEMATICAL VISUALIZATION ABILITIES ON GEOMETRY FOR GRADE 6 STUDENTS

**ชิดชนก บุญเดช* และวนินทร พูนไพบูลย์พิพัฒน์**
**Chidchanok Boondech* and Wanintorn Poonpaiboonpipat**
**E-mail: chidchanokb62@nu.ac.th and wanintorns@nu.ac.th**

ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร จ.พิษณุโลก 65000
Department of Education, Faculty of Education, Naresuan University, Phitsanulok 65000 Thailand

*Corresponding author E-mail: chidchanokb62@nu.ac.th

(Received: May 6, 2021; Revised: May 25, 2021; Accepted: June 6, 2021)

## ABSTRACT

The purpose of this research was to study the visualization ability on geometry for grade 6 students after learning through activities based on Social constructivism combine with Google SketchUp on geometry. The participants of this research were 26 students at a medium sized schools in Uttaradit Province. This study conducted in the second semester of the academic year 2020. The research instruments were four lesson plans, worksheets, and mathematical visualization ability test. Data were analyzed by content analysis in four levels which were level 1, level 2, level 3, and level 4.

The results showed that most of students were in level 4 for 95 percent, meaning that students can think and analyze the various geometric figures in their thoughts or can imagine when they changed the positions or different views. Moreover, they can draw the contour or the base and the forward face of the three-dimensional geometric figure and entirely identify the three-dimensional geometry.

**Keywords:** Social constructivism; Google SketchUp; Mathematical visualization ability; Geometry

## บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสามารถด้านการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎี Social constructivism ร่วมกับ Google SketchUp เรื่องรูปเรขาคณิตสามมิติ ผู้เข้าร่วมการวิจัย คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 26 คน ของโรงเรียนขนาดกลางแห่งหนึ่งในจังหวัดอุตรดิตถ์ ซึ่งได้จากการเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ จำนวน 4 แผน ใบกิจกรรมและแบบทดสอบวัดความสามารถด้านการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ โดยนำข้อมูลที่ได้มาทำการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงเนื้อหา (Content analysis) โดยการจัดกลุ่มคำตอบของผู้เข้าร่วมการวิจัย ซึ่งแบ่งออกเป็น 4 ระดับ ได้แก่ ระดับ 1 ระดับ 2 ระดับ 3 และระดับ 4

ผลการวิจัยพบว่าผู้เข้าร่วมการวิจัยส่วนใหญ่มีความสามารถด้านการนึกภาพทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับระดับ 4 คิดเป็นร้อยละ 95 กล่าวคือ ผู้เข้าร่วมการวิจัยสามารถนึกถึง วิเคราะห์ภาพ รูปเรขาคณิตต่าง ๆ ในความคิด หรือจินตนาการเมื่อมีการเปลี่ยนตำแหน่ง หรือมุมมองต่าง ๆ ได้ ผ่านการวาดรูปแสดงการนึกถึงหน้าตัดหรือฐานและหน้าข้าง ของรูปเรขาคณิตสามมิตินั้น และระบุรูปเรขาคณิตสามมิติได้อย่างครบถ้วน

**คำสำคัญ:** ทฤษฎีโซเชียลคอนสตรัคติวิส; กูเกิลสเก็ตชอัพ; ความสามารถด้านการนึกภาพทางคณิตศาสตร์; รูปเรขาคณิตสามมิติ

## 1. บทนำ

การนึกภาพ (Visualization) ถูกกำหนดในสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต [1] โดยการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ หมายถึง การนึกถึง หรือการวิเคราะห์ภาพ หรือรูปเรขาคณิตต่าง ๆ ในความคิด หรือจินตนาการ เพื่อหาคำตอบหรือกระบวนการที่จะได้นำมาซึ่งภาพหรือเกิดภาพที่ปรากฏ [2] ซึ่งการนึกภาพ เป็นการสร้างภาพในสมองหรือการนึกคิดเป็นภาพซึ่งถือว่าเป็นทักษะเบื้องต้นของความคิดสร้างสรรค์ [3] โดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี [2] ได้ให้ความสำคัญของการนึกภาพว่า เป็นส่วนหนึ่งในความรู้สึกเชิงปริภูมิ (Spatial sense) ซึ่งสอดคล้องกับที่ ม้าคนอง [4] ได้กล่าวถึงความสำคัญ ของการนึกภาพว่า มีผลต่อการเรียนรู้เรขาคณิต โดยการนึกภาพ และความรู้สึกเชิงปริภูมิมีความเกี่ยวข้องกันและมีความสำคัญต่อการใช้แก้ปัญหาทางเรขาคณิตในชีวิตจริง เป็นพื้นฐานสำคัญในทักษะการแก้ปัญหา สอดคล้องกับแนวคิดของ Hershkowitz [5] ที่กล่าวว่า การนึกภาพยังส่งผลต่อความสามารถด้านการคิดที่ทำให้เกิดความเข้าใจขั้นสูงต่อไป

รูปเรขาคณิตสามมิติเป็นเนื้อหาหนึ่งในเรขาคณิต ที่กล่าวถึงการนึกภาพของรูปทรงสามมิติ ซึ่งในหลายประเทศให้ความสำคัญมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งประเทศที่มีค่าเฉลี่ยคะแนนคณิตศาสตร์สูงนั้นล้วนแล้วแต่จัดเนื้อหาเรื่อง การนึกภาพของรูปทรงสามมิติไว้ในหลักสูตรของตน อีกทั้งในรายงานผลการสอบ TIMSS (Trends in International Mathematics and Science Study) ยังอ้างอิงถึงผลการวิจัยภายในประเทศไทยที่ระบุว่า สาเหตุหนึ่งที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์นั้นคือการขาดความพร้อมด้านแหล่งการเรียนรู้ภายในโรงเรียน รวมไปถึงสื่อการสอนของครู โดยปัญหาส่วนใหญ่ที่พบ คือ นักเรียนมองภาพไม่ออกว่ารูปทรงแต่ละรูปเป็นรูปทรงอะไร ลักษณะหน้าตัดของรูปเรขาคณิตจะเป็นแบบใด และมองภาพด้านหน้า ด้านข้าง และด้านบนของรูปเรขาคณิตสามมิติไม่ออก ซึ่งแปลว่านักเรียนขาดทักษะความสามารถด้านการนึกภาพ (Visualization) ส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ต่ำ [6] จากประสบการณ์การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เนื้อหารูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ มีความยากในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เนื่องจากครูยังขาดสื่อและนวัตกรรมที่จะนำมาอธิบายภาพด้านมิติสัมพันธ์ และความสามารถในการมองโครงสร้างของรูปสำคัญออกจากรูปที่ซับซ้อน ทำให้นักเรียนไม่สามารถอธิบายและวิเคราะห์รูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติได้เช่นเดียวกับปัญหาในห้องเรียนของผู้วิจัยที่นักเรียนไม่สามารถหาความสัมพันธ์ จำแนก และเปรียบเทียบรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ อีกทั้งนักเรียนไม่สามารถอธิบายแนวคิดของตนให้ผู้อื่นเข้าใจได้อย่างชัดเจน ซึ่งปัญหาเหล่านี้อาจเกิดจากการขาดความสามารถด้านการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ และการทำงานร่วมกับผู้อื่น โดยสาเหตุหลักอาจจะมาจากการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนของผู้วิจัยที่ผ่านมาไม่สามารถส่งเสริมการนึกภาพ และไม่สามารถสร้างประสบการณ์ในการทำงานร่วมกันกับผู้อื่นแก่นักเรียน เช่น ครูใช้รูปภาพรูปเรขาคณิตสามมิติ ซึ่งถูกวาดในระนาบของสองมิติ ครูให้นักเรียนมองภาพในหนังสือ อีกทั้งการเรียนการสอนผ่านรูปภาพสองมิติ แล้วมองภาพที่ถูกปรับเปลี่ยนการวาง โดยไม่มีสื่อการสอนหรือเครื่องมือในการเชื่อมโยงระหว่างความสัมพันธ์ของรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ อาจทำให้การมองภาพในจินตนาการของนักเรียนเป็นไปได้ยาก ดังนั้นเมื่อนักเรียนไม่ได้รับการใช้สื่อการเรียนรู้ที่เหมาะสมแล้ว จึงส่งผลให้นักเรียนขาดการพัฒนาความสามารถด้านการนึกภาพ (Visualization) อีกทั้งในการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านมา ครูผูกขาดการบรรยายแล้วให้นักเรียนเป็นผู้รับสารเป็นหลัก ครูเป็นผู้สอนนักเรียนเป็นผู้เรียน ทำแบบฝึกหัดในหนังสือ ไม่มีกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมกลุ่ม นักเรียนจึงไม่สามารถอธิบายแลกเปลี่ยนความรู้ และความคิดเห็นของตนเองให้ผู้อื่นได้ และขาดการสื่อการในการทำงานร่วมกัน

ผู้วิจัยได้ศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนสร้างความรู้ด้วยตนเอง นั่นคือ การจัดการเรียนรู้ที่มีพื้นฐานมาจากทฤษฎี Constructivism โดยมีรากฐานมาจากทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญา ของ Piaget เรียกว่า Cognitive constructivism และของ Vygotsky เรียกว่า Social constructivism ผู้วิจัยสนใจการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในส่วนของ Vygotsky ที่เรียกว่า Social constructivism ซึ่งเชื่อว่า การเรียนรู้ หรือพัฒนาการทางสติปัญญานั้นจะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อ มนุษย์ได้ทำกิจกรรมมีปฏิสัมพันธ์กับสังคมแวดล้อม เช่น เพื่อน และครู การจัดการเรียนการสอนตามทฤษฎีนี้ ครู จึงทำหน้าที่เป็นผู้อำนวยความสะดวกคอยให้การสนับสนุนช่วยเหลือ และจัดสังคมสิ่งแวดล้อมให้เอื้อแก่การเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียนให้มากที่สุด ครูจึงมิได้มี

บทบาทเป็นผู้ถ่ายทอดความรู้แก่นักเรียนอีกต่อไป [7] การจัดการเรียนรู้ตามแนว Social constructivism ช่วยให้นักเรียนเกิดการพูดคุย อภิปรายเพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและความรู้ร่วมกัน ขณะมีการจัดการเรียนรู้แบบกระบวนการกลุ่ม เพื่อให้นักเรียนสร้างความรู้ใหม่จากนักเรียนกลุ่มอื่น ในระหว่างการจัดการเรียนรู้เรื่องรูปเรขาคณิตสามมิติ นักเรียนจะเกิดการเรียนรู้จากการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อนและปรับเปลี่ยนความรู้ของตนเองให้ถูกต้องยิ่งขึ้น รวมถึงพัฒนาความสามารถในการทำงานร่วมกันของนักเรียน นอกจากนี้ การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีกับทฤษฎี Social constructivism จะส่งเสริมให้นักเรียนที่มีข้อจำกัดในการพัฒนาการเรียนรู้ เช่น ต้องมีภาพประกอบเนื้อหาที่ชัดเจน จะสามารถพัฒนาความสามารถด้านการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ได้อย่างเต็มศักยภาพของตนเอง [8]

ผู้วิจัยพบว่าโปรแกรมหรือสื่อเทคโนโลยีสามมิติสามารถใช้ในการเรียนการสอนในเรื่องเรขาคณิตได้ดีขึ้น เนื่องจากสามารถนำเสนอภาพให้กับนักเรียนให้เข้าใจหรือมองเห็นภาพทางเรขาคณิตได้ชัดจนยิ่งขึ้น อีกทั้งสื่อคอมพิวเตอร์ยังช่วยดึงดูดความสนใจสร้างความกระตือรือร้นในการเรียนให้กับนักเรียน [9] ซึ่ง ผู้วิจัยสนใจเลือกโปรแกรม Google SketchUp เพราะเป็นโปรแกรมที่มีแนวคิดจากการรวมเอาข้อดีของการสร้างต้นแบบ ด้วยดินสอเขียนลงบนกระดาษ ผสมผสานการใช้งานเข้าด้วยกันอย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้เกิดความยืดหยุ่นในการทำงาน อีกทั้งยังมี Interface ที่ใช้งานง่ายไม่ซับซ้อนเหมาะกับวัยของผู้ร่วมวิจัย Model สามมิติ ที่สร้างขึ้นใน โปรแกรม Google SketchUp มีลักษณะเป็น Surface model คือขึ้นรูปสามมิติ แบบพื้นผิว [10] และโปรแกรม Google SketchUp สามารถสร้างรูปเรขาคณิตสองมิติ และสามมิติได้อย่างง่าย โดยมีเครื่องมือในการสร้างที่นักเรียนสามารถเข้าใจได้ง่าย และนักเรียนสามารถเห็นถึงการเปลี่ยนแปลงจากสองมิติ เป็นสามมิติได้อย่างชัดเจน เห็นมุมมองสามมิติที่หลากหลายหมุนได้ตามความต้องการของนักเรียน อีกทั้งความต้องการของระบบการใช้งานต่ำ เหมาะสมแก่การใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนทางด้านเรขาคณิต [11]

ปัญหาในการจัดการเรียนรู้ เรื่องรูปเรขาคณิตสามมิติ ทำให้ผู้วิจัยเล็งเห็นความสำคัญของการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะจัดศึกษาความสามารถด้านการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎี Social constructivism ร่วมกับ Google SketchUp เรื่องรูปเรขาคณิตสามมิติ

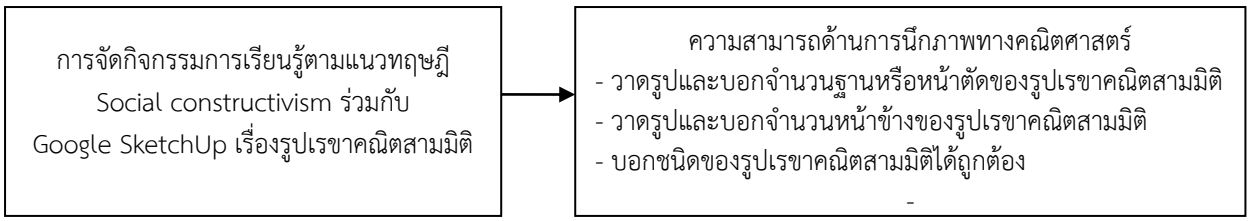
## 2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาความสามารถด้านการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎี Social constructivism ร่วมกับ Google SketchUp เรื่องรูปเรขาคณิตสามมิติ

เพื่อส่งเสริมความสามารถด้านการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎี Social constructivism ร่วมกับ Google SketchUp เรื่องรูปเรขาคณิตสามมิติ

## 3. กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยโดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎี Social constructivism ร่วมกับ Google SketchUp เรื่องรูปเรขาคณิตสามมิติ ผู้วิจัยได้นำหลักการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎี Social constructivism ซึ่งพัฒนาโดย Prakotmak [12] และ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมความสามารถด้านการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ ด้วยโปรแกรม Google SketchUp ซึ่งพัฒนาโดย Mathmool [11] มาปรับใช้ร่วมกับโปรแกรม Google SketchUp เพื่อส่งเสริมความสามารถด้านการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ดังนั้นผู้วิจัยได้กำหนดกรอบแนวคิดในการวิจัยดังรูปที่ 1




**รูปที่ 1** กรอบแนวคิดในการวิจัย

## 4. ขอบเขตของการวิจัย

### 4.1 ผู้เข้าร่วมการวิจัย

ผู้เข้าร่วมการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านน้ำพี้มิตรภาพที่ 214 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 26 คน นักเรียนกลุ่มดังกล่าวได้จากการเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling) ซึ่งโรงเรียนได้จัดห้องเรียนแบบคละความสามารถของนักเรียน และนักเรียนกลุ่มดังกล่าวมีพื้นฐานการใช้โปรแกรม Google SketchUp

### 4.2 เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการวิจัยคือเรื่อง เรขาคณิตสามมิติ ซึ่งประกอบไปด้วยเนื้อหาย่อยได้แก่ ปริซึม พีระมิด ทรงกระบอก กรวย และทรงกลม ใช้ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

### 4.3 ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรอิสระ คือ กิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎี Social constructivism ร่วมกับ Google SketchUp

ตัวแปรตาม คือ ความสามารถด้านการนึกภาพทางคณิตศาสตร์

## 5. ความสัมพันธ์ของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎี Social constructivism ร่วมกับ Google SketchUp เรื่องรูปเรขาคณิตสามมิติ และความสามารถด้านการนึกภาพทางคณิตศาสตร์

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎี Social constructivism สามารถจัดได้หลายรูปแบบซึ่ง Prakotmak [12] กล่าวถึงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้บูรณาการแบบสอดแทรกตามทฤษฎี Social constructivism ว่ามีขั้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 ขั้นตรวจสอบความรู้เดิมและเร้าความสนใจ (Eliciting and engagement: E) ขั้นที่ 2 ขั้นเรียนรู้และแลกเปลี่ยนเรียนรู้ (Learning and sharing: L) ขั้นที่ 3 ขั้นสรุปและสร้างองค์ความรู้ (Concluding ideas: C) ขั้นที่ 4 ขั้นสะท้อนผลการเรียนรู้ (Reflecting: R) ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินผลการเรียนรู้ (Evaluation: E) และ Mathmool [11] ได้กล่าวถึงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมความสามารถด้านการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ ด้วยโปรแกรม Google SketchUp ว่ามีขั้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 ขั้นนำสู่บทเรียน ขั้นที่ 2 ขั้นการเรียนรู้อย่างมีทิศทาง ขั้นที่ 3 ขั้นการแลกเปลี่ยนคิดเห็น ขั้นที่ 4 ขั้นการเรียนรู้สิ่งใหม่อย่างอิสระ ขั้นที่ 5 ขั้นสรุป

ในการวิจัยนี้ได้ประยุกต์ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของ Prakotmak [12] เป็นหลัก แล้วนำขั้นที่ 4 ขั้นการเรียนรู้สิ่งใหม่อย่างอิสระของ Mathmool [11] เข้ามาเสริมในขั้นที่ 4 ทำให้ได้ขั้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 6 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นที่ 1 ขั้นตรวจสอบความรู้เดิมและเร้าความสนใจ ขั้นที่ 2 ขั้นเรียนรู้และแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ขั้นที่ 3 ขั้นสรุปและสร้างองค์ความรู้ ขั้นที่ 4 ขั้นการเรียนรู้สิ่งใหม่อย่างอิสระ ขั้นที่ 5 ขั้นสะท้อนผลการเรียนรู้ ขั้นที่ 6 ขั้นประเมินผลการเรียนรู้ และให้สอดคล้องกับความสามารถด้านการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ ที่หมายถึง การนึกถึง วิเคราะห์ภาพ รูปเรขาคณิตต่าง ๆ ในความคิดหรือจินตนาการเมื่อมีการเปลี่ยนตำแหน่ง หรือมุมมองต่างๆได้ ผ่านการวาดรูปแสดงการนึกถึงหน้าตัดหรือฐาน และหน้าข้างของรูปเรขาคณิตสามมิตินั้น และระบุรูปเรขาคณิตสามมิติได้ โดยผู้วิจัยวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎี Social constructivism ร่วมกับ Google SketchUp เรื่องรูปเรขาคณิตสามมิติ กับความสามารถด้านการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เกิดขึ้น ดังตารางที่ 1

**ตารางที่ 1** แสดงความสัมพันธ์ระหว่างการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎี Social constructivism ร่วมกับ Google SketchUp กับความสามารถด้านการนึกภาพทางคณิตศาสตร์

| **ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎี Social constructivism ร่วมกับ Google SketchUp เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ** | **ความสามารถที่เกิดขึ้น** |
|---|---|
| ขั้นที่ 1 ขั้นตรวจสอบความรู้เดิมและเร้าความสนใจ | |
| ขั้นที่ 2 ขั้นเรียนรู้และแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ร่วมกับ Google SketchUp | ความสามารถด้านการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ |
| ขั้นที่ 3 ขั้นสรุปและสร้างองค์ความรู้ | |
| ขั้นที่ 4 ขั้นการเรียนรู้สิ่งใหม่อย่างอิสระ ร่วมกับ Google SketchUp | ความสามารถด้านการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ |
| ขั้นที่ 5 ขั้นสะท้อนผลการเรียนรู้ | |
| ขั้นที่ 6 ขั้นประเมินผลการเรียนรู้ | |

จากตารางที่ 1 ขั้นตอนสำคัญที่ช่วยส่งเสริมให้เกิดความสามารถด้านการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ คือขั้นที่ 2 ขั้นเรียนรู้และแลกเปลี่ยนเรียนรู้ กล่าวคือนักเรียนและสมาชิกในกลุ่มร่วมกันสร้างรูปเรขาคณิตสามมิติด้วยโปรแกรม Google SketchUp จากนั้นสำรวจ และวิเคราะห์รูปเรขาคณิตสามมิติที่สร้างขึ้น แล้ววาดและเขียน ชนิดและจำนวน ฐานและหน้าข้างของรูปเรขาคณิตสามมิตินั้นลงใบกิจกรรมที่ 1 กิจกรรมนี้นักเรียนจะเห็นลักษณะ โครงสร้าง และมุมมองต่างๆของรูปเรขาคณิตสามมิติ และขั้นที่ 4 ขั้นการเรียนรู้สิ่งใหม่อย่างอิสระ นักเรียนได้สร้างรูปเรขาคณิตอย่างอิสระโดยใช้โปรแกรม Google SketchUp จากนั้นสำรวจและวิเคราะห์รูปเรขาคณิตสามมิติที่สร้างขึ้น แล้ววาดและเขียนชนิดและจำนวนฐานและหน้าข้างของรูปเรขาคณิตสามมิตินั้นลงใบกิจกรรมที่ 3 จะทำให้นักเรียนได้เห็นลักษณะ โครงสร้าง และมุมมองต่าง ๆ รูปเรขาคณิตสามมิติที่หลากหลายและแปลกใหม่

## 6. วิธีการดำเนินการวิจัย

### 6.1 ผู้เข้าร่วมวิจัย

นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 26 คน ของโรงเรียนบ้านน้ำพี้มิตรภาพที่ 214 จังหวัดอุตรดิตถ์

### 6.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วยแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ใบกิจกรรม และแบบทดสอบการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ซึ่งเครื่องมือทุกตัวผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาคณิตศาสตร์ ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ และผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนรู้คอมพิวเตอร์ ซึ่งเป็นครูผู้มีประสบการณ์การสอนในโรงเรียน โดยมีรายละเอียดของเครื่องมือดังต่อไปนี้

6.2.1 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎี Social constructivism ร่วมกับ Google SketchUp ที่ส่งเสริมความสามารถด้านการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ เรื่องรูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 4 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ใช้เวลาทั้งหมด 12 ชั่วโมง ประกอบด้วย

| | | | |
|---|---|---|---|
| แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ (ปริซึม) | จำนวน | 3 | ชั่วโมง |
| แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ (พีระมิด) | จำนวน | 3 | ชั่วโมง |
| แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ (ทรงกระบอกและกรวย) | จำนวน | 3 | ชั่วโมง |
| แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ | จำนวน | 3 | ชั่วโมง |

ตรวจสอบความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้ง 5 ด้าน ได้แก่ ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้ ด้านสาระการเรียนรู้ ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านสื่อและแหล่งเรียนรู้ และด้านการวัดผลและประเมินผลโดยผู้วิจัยใช้แบบประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Rating scale) ตามแบบของลิเคิร์ท (Likert) โดยให้ผู้เชี่ยวชาญลงความเห็นในแบบประเมิน พบว่า มีค่าเฉลี่ยโดยรวม เท่ากับ 4.32 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานโดยรวม เท่ากับ 0.50 ซึ่งถือว่าแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ดังกล่าวมีความเหมาะสมมากและสามารถนำไปใช้ได้ และปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ดังนี้ 1) กำหนดเวลาในการจัดการเรียนรู้แต่ละขั้นให้เหมาะสมกับเนื้อหา 2) เกณฑ์การประเมินควรผ่านเกณฑ์การประเมินอย่างน้อยร้อยละ 50% ขึ้นไป 3) ขั้นสรุปควรสรุปประเด็นให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

6.2.2 ใบกิจกรรม เป็นส่วนหนึ่งของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้นักเรียนทำทั้งเป็นรายบุคคล และรายกลุ่ม เป็นรูปแบบอัตนัย จำนวน 4 ใบกิจกรรม โดยใบกิจกรรมที่ 1 ทำเป็นรายบุคคล มีจำนวน 3 ข้อ เป็นตาราง จำนวน 4 คอลัมน์ คอลัมน์ที่ 1 เป็นรูปเรขาคณิตต้นแบบ คอลัมน์ที่ 2 วาดรูป และตอบคำถามเกี่ยวกับฐานของรูปเรขาคณิตสามมิติ คอลัมน์ที่ 3 วาดรูปและตอบคำถามเกี่ยวกับหน้าข้างของรูปเรขาคณิตสามมิติ และคอลัมน์ที่ 4 ชนิดของรูปเรขาคณิตสามมิติ ใบกิจกรรมที่ 2 ทำเป็นรายกลุ่ม เป็นกล่องข้อความ 3 กล่อง ให้เติมคำตอบลงในแต่ละกล่องข้อความ ใบกิจกรรที่ 3 ทำเป็นรายบุคคล มีจำนวน 6 ข้อ เป็นตาราง จำนวน 4 คอลัมน์ คอลัมน์ที่ 1 วาดรูปเรขาคณิตสามมิติที่ได้จากการสร้างอย่างอิสระโดยโปรแกรม Google SketchUp คอลัมน์ที่ 2 วาดรูป และตอบคำถามเกี่ยวกับฐานของรูปเรขาคณิตสามมิติ คอลัมน์ที่ 3 วาดรูป และตอบคำถามเกี่ยวกับหน้าข้างของรูปเรขาคณิตสามมิติ และคอลัมน์ที่ 4 เขียนตอบชนิดของรูปเรขาคณิตสามมิติ และใบกิจกรรมที่ 4 ทำเป็นรายบุคคล มีจำนวน 8 ข้อ แต่ละข้อมีรูปเรขาคณิตสามมิติในมุมต่างๆ ให้ใส่เครื่องหมายถูกในช่องว่างว่ารูปเรขาคณิตที่ปรากฏเป็นหรือไม่เป็นรูปเรขาคณิตสามมิติในแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้นั้นๆ พร้อมทั้งเขียนอธิบายเหตุผล ผู้วิจัยนำใบกิจกรรมให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความเหมาะสมพร้อมกับแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

ของผู้เชี่ยวชาญ ได้แก่ ปรับรูปให้ชัดเจนมากยิ่งขึ้นและเขียนคำสั่งให้สอดคล้องกับการตอบคำถาม โดยมีรายละเอียดของใบกิจกรรมดังตารางที่ 2

**ตารางที่ 2** แสดงใบกิจกรรมในแต่ละแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

| แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ | ใบกิจกรรม |
|---|---|
| แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1 รูปเรขาคณิตสามมิติ (ปริซึม) (3 ชั่วโมง) | 1. ใบกิจกรรมที่ 1 ฉันเป็นอย่างไร ? (ปริซึม) |
| | 2. ใบกิจกรรมที่ 2 กลุ่มฉันคิดอย่างนี้ (ปริซึม) |
| | 3. ใบกิจกรรมที่ 3 ฉันในร่างอื่น (ปริซึม) |
| | 4. ใบกิจกรรมที่ 4 รู้จักฉันจริงหรือเปล่า? (ปริซึม) |
| แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 2 รูปเรขาคณิตสามมิติ (พีระมิด) (3 ชั่วโมง) | 1. ใบกิจกรรมที่ 1 ฉันเป็นอย่างไร ? (พีระมิด) |
| | 2. ใบกิจกรรมที่ 2 กลุ่มฉันคิดอย่างนี้ (พีระมิด) |
| | 3. ใบกิจกรรมที่ 3 ฉันในร่างอื่น (พีระมิด) |
| | 4. ใบกิจกรรมที่ 4 รู้จักฉันจริงหรือเปล่า? (พีระมิด) |
| แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 3 รูปเรขาคณิตสามมิติ (ทรงกระบอก และกรวย) (3 ชั่วโมง) | 1. ใบกิจกรรมที่ 1 ฉันเป็นอย่างไร ? (ทรงกระบอก และกรวย) |
| | 2. ใบกิจกรรมที่ 2 กลุ่มฉันคิดอย่างนี้ (ทรงกระบอก และกรวย) |
| | 3. ใบกิจกรรมที่ 3 ฉันในร่างอื่น (ทรงกระบอก และกรวย) |
| | 4. ใบกิจกรรมที่ 4 รู้จักฉันจริงหรือเปล่า? (ทรงกระบอก และกรวย) |
| แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 4 รูปเรขาคณิตสามมิติ (3 ชั่วโมง) | ใบกิจกรรม รูปเรขาคณิตสามมิติ (...) |

6.2.3 แบบทดสอบวัดความสามารถด้านการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ เป็นรูปแบบอัตนัย จำนวน 10 ข้อ เป็นตาราง จำนวน 4 คอลัมน์ คอลัมน์ที่ 1 เป็นรูปภาพเรขาคณิตสามมิติ คอลัมน์ที่ 2 วาดรูป และเขียนบอกจำนวนฐานของรูปเรขาคณิตสามมิติ คอลัมน์ที่ 3 วาดรูป และเขียนบอกจำนวนหน้าข้างของรูปเรขาคณิตสามมิติ และคอลัมน์ที่ 4 เขียนตอบชนิดของรูปเรขาคณิตสามมิติ ผู้วิจัยนำแบบทดสอบวัดความสามารถด้านการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาแล้วนำไปคำนวณหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 0.67 ถึง 1.0 และตรวจสอบความเหมาะสมพร้อมกับแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ได้แก่ ปรับรูปให้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น

**6.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล**

ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลตามขั้น ดังนี้

6.3.1 ปฐมนิเทศนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เป็นผู้เข้าร่วมวิจัย เกี่ยวกับขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎี Social constructivism ร่วมกับ Google SketchUp เรื่องรูปเรขาคณิตสามมิติ ตลอดจนชี้แจงบทบาทครู บทบาทนักเรียนในการเรียน วิธีการวัดและประเมินผลและเกณฑ์การให้คะแนน

6.3.2 ดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎี Social constructivism ร่วมกับ Google SketchUp เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ กับนักเรียนที่เป็นผู้เข้าร่วมวิจัย ตามชั่วโมงสอนปกติของโรงเรียน โดยใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้ ทั้งหมด 12 ชั่วโมง ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละแผน ผู้วิจัยให้นักเรียนทำใบกิจกรรมแบบรายบุคคลก่อน แล้วนำความรู้ที่ได้จากการสำรวจ และวิเคราะห์ด้วยตนเองมาทำใบกิจกรรมแบบรายกลุ่ม กลุ่มละ 4-5 คน จำนวน 6 กลุ่ม

6.3.3 เมื่อดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ครบทั้ง 12 ชั่วโมง ผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดความสามารถด้านการนึกภาพทางคณิตศาสตร์เป็นรายบุคคล

6.3.4 นำผลที่ได้จากการเก็บรวมรวมทั้งหมดไปทำการวิเคราะห์ข้อมูล

**6.4 การวิเคราะห์ข้อมูล**

ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลจากใบกิจกรรมและแบบทดสอบวัดการความสามารถด้านการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

6.4.1 ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงเนื้อหา (Content analysis) โดยการตรวจคำตอบของนักเรียนตามประเด็นย่อยของการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ คือ 1) วาดรูปและบอกจำนวนฐานหรือหน้าตัดของรูปเรขาคณิตสามมิติ 2) วาดรูปและบอกจำนวนหน้าข้างของรูปเรขาคณิตสามมิติ และ 3) บอกชนิดของรูปเรขาคณิตสามมิติ จากนั้นจัดกลุ่มคำตอบของนักเรียน ออกเป็น 4 ระดับ ได้แก่ ระดับ 1 ระดับ 2 ระดับ 3 และระดับ 4 แล้วนับจำนวนนักเรียนและหาค่าร้อยละของนักเรียนในแต่ละระดับ ผู้วิจัยแบ่งความสามารถด้านการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนแสดงออกมาในแต่ละระดับ ตามองค์ประกอบความสามารถ

ด้านการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ ดังตารางที่ 3 จากนั้นผู้วิจัยคำนวณเป็นร้อยละของกลุ่มนักเรียนในแต่ละระดับ แล้วรายงานผลในรูปของความถี่ ร้อยละ และความเรียง

**ตารางที่ 3** แสดงเกณฑ์ระดับความสามารถด้านการนึกภาพทางคณิตศาสตร์

| ระดับคุณภาพ | ลักษณะคำตอบของนักเรียน |
|---|---|
| ระดับ 4 | 1. วาดรูปและบอกจำนวนฐานหรือหน้าตัดของรูปเรขาคณิตสามมิติได้ถูกต้อง<br>2. วาดรูปและบอกจำนวนหน้าข้างของรูปเรขาคณิตสามมิติได้ถูกต้อง<br>3. บอกชนิดของรูปเรขาคณิตสามมิติได้ถูกต้อง |
| ระดับ 3 | 1. วาดรูปและบอกจำนวนฐานหรือหน้าตัดของรูปเรขาคณิตสามมิติได้ถูกต้อง<br>2. วาดรูปหรือบอกจำนวนหน้าข้างของรูปเรขาคณิตสามมิติไม่ถูกต้อง<br>3. บอกชนิดของรูปเรขาคณิตสามมิติได้ถูกต้อง |
| ระดับ 2 | 1. วาดรูปหรือบอกจำนวนฐานหรือหน้าตัดของรูปเรขาคณิตสามมิติไม่ถูกต้อง<br>2. วาดรูปหรือบอกจำนวนหน้าข้างของรูปเรขาคณิตสามมิติไม่ถูกต้อง<br>3. บอกชนิดของรูปเรขาคณิตสามมิติไม่ถูกต้องบางส่วน |
| ระดับ 1 | 1. วาดรูปและบอกจำนวนฐานหรือหน้าตัดของรูปเรขาคณิตสามมิติไม่ถูกต้อง<br>2. วาดรูปและบอกจำนวนหน้าข้างของรูปเรขาคณิตสามมิติไม่ถูกต้อง<br>3. บอกชนิดของรูปเรขาคณิตสามมิติไม่ถูกต้อง |

6.4.2 ผู้วิจัยเปรียบเทียบจำนวนนักเรียนในแต่ละระดับความสามารถด้านการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ เพื่อดูแนวโน้มของการพัฒนาความสามารถด้านการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ ในแต่ละแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แสดงให้เห็นว่านักเรียนได้มีความสามารถด้านการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ และแสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้ตามตามแนวทฤษฎี Social constructivism ร่วมกับ Google SketchUp เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นสามารถส่งเสริมความสามารถด้านการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้

6.4.3 ผู้วิจัยเปรียบเทียบระดับความสามารถด้านการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ที่ได้จากแบบทดสอบวัดความสามารถด้านการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ ซึ่งหากระดับความสามารถด้านการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนสูงขึ้น แสดงให้เห็นว่านักเรียนได้มีการพัฒนาความสามารถด้านการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎี Social constructivism ร่วมกับ Google SketchUp เรื่องรูปเรขาคณิตสามมิติ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นสามารถพัฒนาความสามารถด้านการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้

6.4.4 ผู้วิจัยนำผลการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากใบกิจกรรมของนักเรียนและแบบทดสอบวัดความสามารถด้านการนึกภาพทางคณิตศาสตร์มาเปรียบเทียบเพื่อวิเคราะห์ความสอดคล้องและทิศทางของข้อมูล

## 7. ผลการวิจัย

**รูปที่ 2** แสดงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎี Social constructivism ร่วมกับ Google SketchUp

ผลการศึกษาความความสามารถด้านการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎี Social constructivism ร่วมกับ Google SketchUp มีผลดังนี้

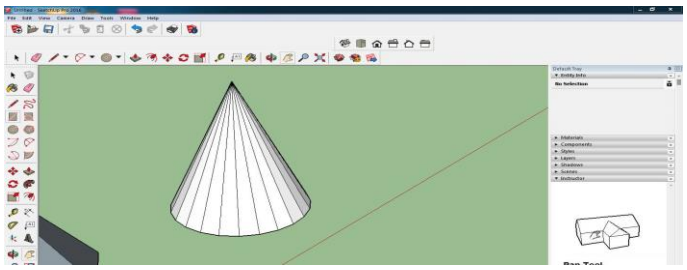
1. ความสามารถด้านการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎี Social constructivism ร่วมกับ Google SketchUp เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลจากใบกิจกรรม และจัดกลุ่มคำตอบของนักเรียนออกเป็น 4 ระดับ ได้แก่ ระดับ 1 ระดับ 2 ระดับ 3 และระดับ 4 แล้วแสดงผลในรูปจำนวนนักเรียน (ร้อยละ) ดังตารางที่ 4

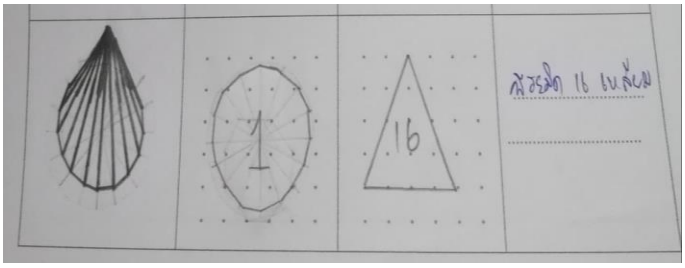
**ตารางที่ 4** แสดงจำนวนนักเรียนรายบุคคลตามเกณฑ์ระดับความสามารถด้านการนึกภาพทางคณิตศาสตร์จากใบกิจกรรมแต่ละแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

| แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ | ใบกิจกรรมที่ | ข้อที่ | ระดับความสามารถด้านการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | ระดับ 4 | ระดับ 3 | ระดับ 2 | ระดับ 1 |
| 1 | 1. ฉันเป็นอย่างไร? (ปริซึม) | 1 | 10 (38.46) | 9 (34.61) | 7 (26.92) | - |
| | | 2 | 13 (50) | 10 (38.46) | 3 (11.54) | - |
| | | 3 | 14 (53.84) | 9 (34.61) | 3 (11.54) | - |
| | 3. ฉันในร่างอื่น (ปริซึม) | 1 | 18 (69.23) | 6 (23.08) | 1 (3.85) | 1 (3.85) |
| | | 2 | 14 (53.84) | 10 (38.46) | 2 (7.70) | - |
| | | 3 | 19 (73.07) | 5 (19.23) | 2 (7.70) | - |
| | | 4 | 20 (76.92) | 6 (23.08) | - | - |
| 2 | 1. ฉันเป็นอย่างไร? (พีระมิด) | 1 | 19 (73.07) | 5 (19.23) | 2 (7.70) | - |
| | | 2 | 21 (80.77) | 5 (19.23) | - | - |
| | | 3 | 24 (92.30) | 2 (7.70) | - | - |
| | 3. ฉันในร่างอื่น (พีระมิด) | 1 | 23 (88.45) | 2 (7.70) | 1 (3.85) | - |
| | | 2 | 21 (80.77) | 4 (15.38) | - | 1 (3.85) |
| | | 3 | 20 (76.92) | 5 (19.23) | 1 (3.85) | - |
| | | 4 | 20 (76.92) | 6 (23.08) | - | - |
| 3 | 1. ฉันเป็นอย่างไร? (ทรงกระบอกและกรวย) | 1 | 21 (80.77) | 5 (19.23) | - | - |
| | | 2 | 24 (92.30) | 2 (7.70) | - | - |
| | 3. ฉันในร่างอื่น (ทรงกระบอกและกรวย) | 1 | 24 (92.30) | 2 (7.70) | - | - |
| | | 2 | 25 (96.15) | 1 (3.85) | - | - |
| | | 3 | 26 (100.00) | - | - | - |
| | | 4 | 26 (100.00) | | | |

ตารางที่ 4 แสดงกลุ่มนักเรียนตามระดับความสามารถด้านการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ จากการเก็บข้อมูลใบกิจกรรมของนักเรียน พบว่า หลังจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎี Social constructivism ร่วมกับ Google SketchUp เรื่องรูปเรขาคณิตสามมิติ แต่ละแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แล้วไม่มีนักเรียนกลุ่มใดอยู่ในระดับ 1 และระดับความสามารถด้านการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนเพิ่มขึ้นในทุก ๆ กระบวนการ จะเห็นได้ว่า ระหว่างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1 และ 2 การพัฒนาความสามารถด้านการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ในแต่ละกระบวนการของนักเรียนในแต่ละระดับมีแนวโน้มที่สูงขึ้นแต่มีความแตกต่างกันไม่มากนัก ในขณะที่แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 3 พบว่า มีความแตกต่างของระดับความสามารถด้านการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ในแต่ละกระบวนการอย่างเห็นได้ชัดเจน เนื่องจากในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1 และ 2 นักเรียนเรียนเรื่องปริซึม และพีระมิด ซึ่งนักเรียนมองภาพไม่ออกว่าเป็นปริซึม และพีระมิดแต่ละรูปมีลักษณะหน้าตัดหรือฐานของรูปเรขาคณิตสามมิติเป็นแบบใด และมองภาพหน้าข้างของรูปเรขาคณิตสามมิติไม่ออก แต่ในแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ทรงกระบอก และกรวย ซึ่งเป็นรูปเรขาคณิตสามมิติที่สามารถมองภาพหน้าตัดหรือฐาน และหน้าข้างของรูปเรขาคณิตสามมิติได้อย่างชัดเจน อีกทั้งนักเรียนมีความสามารถด้านการนึกภาพทางคณิตศาสตร์เพิ่มขึ้น จากที่กล่าวมาเมื่อจบแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 3 แล้วพบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถด้านการนึกภาพทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับ 4



**รูปที่ 3** พีระมิดฐานสิบหกเหลี่ยมที่นักเรียนสร้างโดยโปรแกรม Google SketchUp แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 2 ใบกิจกรรมที่ 3




**รูปที่ 4** การวาดรูปฐานหรือหน้าตัด หน้าข้าง และเขียนบอกชนิดของรูปสามมิติ ของรูปที่ 2

จากรูปที่ 3 นักเรียนสร้างรูปพีระมิดฐาน 16 เหลี่ยม ซึ่งเป็นการสร้างรูปเรขาคณิตสามมิติที่ต่อยอดจากความรู้เดิมของนักเรียน และแตกต่างจากที่นักเรียนเคยเรียนในหนังสือ ส่งผลให้ความสามารถด้านการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนพัฒนาขึ้น สังเกตได้จากรูปที่ 4 นักเรียนสามารถวาดและบอกได้ว่าฐานหรือหน้าตัด และหน้าข้างเป็นรูปอะไรจำนวนเท่าไร อีกทั้งนักเรียนค้นพบอีกว่าพีระมิดรูปนี้คล้ายกรวย ทำให้นักเรียนได้รู้ว่า เมื่อเหลี่ยมของฐานพีระมิดมากขึ้นจะทำให้ฐานไม่มีเหลี่ยมแล้วกลายเป็นวงกลม ทำให้เกิดกรวยขึ้นได้

2. ความสามารถด้านการนึกภาพทางคณิตศาสตร์หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎี Social constructivism ร่วมกับ Google SketchUp เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบทดสอบวัดความสามารถด้านการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ และจัดกลุ่มคำตอบของนักเรียนออกเป็น 4 ระดับ ได้แก่ ระดับ 1 ระดับ 2 ระดับ 3 และระดับ 4 แล้วแสดงผลในรูปจำนวนนักเรียน (ร้อยละ) ดังตารางที่ 5

**ตารางที่ 5** แสดงจำนวนนักเรียนรายบุคคลตามเกณฑ์ระดับความสามารถด้านการนึกภาพทางคณิตศาสตร์จากแบบทดสอบวัดความสามารถด้านการนึกภาพทางคณิตศาสตร์

| ข้อที่ | ระดับความสามารถด้านการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ | | | |
|---|---|---|---|---|
| | ระดับ 4 | ระดับ 3 | ระดับ 2 | ระดับ 1 |
| 1 (ปริซึมฐานหกเหลี่ยม) | 24 (92.30) | 2 (7.70) | - | - |
| 2 (พีระมิดฐานสี่เหลี่ยม) | 23 (88.45) | 3 (11.54) | - | - |
| 3 (พีระมิดฐานสามเหลี่ยม) | 21 (80.77) | 5 (19.23) | - | - |
| 4 (กรวย) | 26 (100.00) | - | - | - |
| 5 (ปริซึมฐานสามเหลี่ยม) | 25 (96.15) | 1 (3.85) | - | - |
| 6 (ทรงกระบอก) | 26 (100.00) | - | - | - |
| 7 (พีระมิดฐานห้าเหลี่ยม) | 24 (92.30) | 2 (7.70) | - | - |
| 8 (กรวย) | 26 (100.00) | - | - | - |
| 9 (ทรงกลม) | 26 (100.00) | - | - | - |
| 10 (ทรงกระบอก) | 26 (100.00) | - | - | - |
| เฉลี่ย | 24.7 (95) | 1.3 (5) | | |

จากตารางที่ 5 เป็นการแสดงกลุ่มนักเรียนตามระดับความสามารถด้านการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ตามประเด็น หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎี Social constructivism ร่วมกับ Google SketchUp เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่า เมื่อนักเรียนได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎี Social constructivism

ร่วมกับ Google SketchUp แล้วนักเรียนส่วนใหญ่คิดเป็นร้อยละ 95 มีระดับความสามารถด้านการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ระดับ 4 นั้นคือ นักเรียนวาดรูปและบอกจำนวนฐานหรือหน้าตัดของรูปเรขาคณิตสามมิติได้ถูกต้อง วาดรูปและบอกจำนวนหน้าข้างของรูปเรขาคณิตสามมิติได้ถูกต้อง และบอกชนิดของรูปเรขาคณิตสามมิติได้ถูกต้อง แต่ก็ยังมีส่วนน้อย คิดเป็นร้อยละ 5 มีระดับความสามารถด้านการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ ระดับ 3 นั้นคือ นักเรียนวาดรูปและบอกจำนวนฐานหรือหน้าตัด และบอกชนิดของรูปเรขาคณิตสามมิติได้ถูกต้อง แต่วาดรูปหรือบอกจำนวนหน้าข้างของรูปเรขาคณิตสามมิติไม่ถูกต้อง

ผู้วิจัยได้พิจารณาความสอดคล้องของระดับความความสามารถด้านการนึกภาพทางคณิตศาสตร์จากใบกิจกรรมและการทำแบบวัดความสามารถด้านการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ ผลการวิเคราะห์ใบกิจกรรมระหว่างพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎี Social constructivism ร่วมกับ Google SketchUp เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ เมื่อจบแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 3 แล้วพบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถด้านการนึกภาพทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับ 4 และจากแบบทดสอบวัดความสามารถด้านการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนทำในแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 4 พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถด้านการนึกภาพทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับ 4 ร้อยละ 95 จะเห็นได้ว่า ผลการวิเคราะห์ข้อมูลของใบกิจกรรมตามลำดับแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และแบบทดสอบวัดความสามารถด้านการนึกภาพทางคณิตศาสตร์มีความสอดคล้องกัน

## 8. อภิปรายผลการวิจัย

นักเรียนมีความสามารถด้านการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ในใบกิจกรรมและแบบทดสอบวัดความสามารถด้านการนึกภาพทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับ 4 นั้นคือ นักเรียนวาดรูปและบอกจำนวนฐานหรือหน้าตัดของรูปเรขาคณิตสามมิติได้ถูกต้อง วาดรูปและบอกจำนวนหน้าข้างของรูปเรขาคณิตสามมิติได้ถูกต้อง และบอกชนิดของรูปเรขาคณิตสามมิติได้ถูกต้อง เนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎี Social constructivism ร่วมกับ Google SketchUp เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ นักเรียนได้สร้าง พิจารณา สำรวจ และวิเคราะห์ รูปเรขาคณิตสามมิติที่นักเรียนสร้างขึ้นในโปรแกรม Google SketchUp นักเรียนได้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงจากรูปเรขาคณิตสองมิติ เป็นรูปเรขาคณิตสามมิติ ได้เห็นมุมมองของรูปเรขาคณิตสามมิติ ทั้งด้านหน้า ด้านข้าง ด้านบน และจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎี Social constructivism นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความรู้และเห็นรูปเรขาคณิตสามมิติที่หลากหลายจากเพื่อนในห้อง อีกทั้งในระหว่างการทำกิจกรรมเปิดโอกาสให้นักเรียนแลกเปลี่ยนแนวคิด ขั้นตอนวิธีการในการสร้างรูปขาคณิตสามมิติโดยโปรแกรม Google SketchUp ร่วมกัน รวมทั้งการใช้คำถามของครูที่กระตุ้นให้นักเรียนแต่ละคนอธิบายยุทธวิธีการแก้ปัญหา ซึ่งสอดคล้องกับ Stigler, Gallimore, และ Hiebert [13] ที่ได้กล่าวว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ควรให้นักเรียนมีโอกาสแลกเปลี่ยนแนวคิด อธิบายแสดงแนวคิด และร่วมกันวิเคราะห์เกี่ยวกับขั้นตอนวิธีการดำเนินการแก้ปัญหา จะทำให้นักเรียนเกิดการพัฒนาความสามารถทางคณิตศาสตร์ และยังทำให้นักเรียนค้นพบด้วยตนเองได้ดีกว่าการจัดการเรียนรู้ในแบบเดิมที่ครูเน้นการอธิบายและสาธิตขั้นตอนวิธีการก่อนลงมือแก้ปัญหา ซึ่งกิจกรรมนี้ทำให้นักเรียนเกิดความสามารถด้านการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ขึ้น กล่าวคือนักเรียนได้เห็นการเปลี่ยนแปลงจากรูปเรขาคณิตสองมิติ เป็นรูปเรขาคณิตสามมิติ ได้หมุนปรับเปลี่ยนมุมมองได้ทุกทิศทาง ไม่ว่าจะเป็นด้านหน้า ด้านข้าง และด้านบน สอดคล้องกับ งานวิจัยของ Panorkou และ Pratt [14] ที่กล่าวว่า ผู้สอนต้องมีเครื่องมือที่สามารถจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติ ได้สร้างรูปเรขาคณิตสามมิติด้วยตนเอง ฝึกการสร้างภาพจากประสบการณ์การมีส่วนร่วม ซึ่งจะทำให้ความสามารถด้านการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนให้ดีขึ้น และขั้นที่ 4 ขั้นการเรียนรู้สิ่งใหม่อย่างอิสระ พบว่าในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในขั้นนี้นักเรียนมีพื้นฐานจากการสร้างรูปเรขาคณิตสามมิติในขั้นที่ 2 และขั้นที่ 3 แล้ว ทำให้ในขั้นนี้นักเรียนสามารถสร้างรูปเรขาคณิตสามมิติได้เร็ว ได้แตกต่างและหลากหลายจากรูปที่เคยทำได้มากขึ้น สอดคล้องกับ Boonprajak [15] ที่กล่าวว่าเมื่อผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ต่าง ๆ โดยเริ่มจากกิจกรรมการเรียนรู้ง่าย ๆ ไปสู่กิจกรรมการเรียนรู้ที่ท้าทาย ผู้เรียนจะต้องเริ่มฝึกจากการมองภาพ การสร้างภาพ และการเปรียบเทียบรูปเรขาคณิตสามมิติในตำแหน่งที่แตกต่างกัน จะทำให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจด้านเรขาคณิต และสามารถใช้ความรู้ทางเรขาคณิตเชื่อมโยงกับความรู้แขนงอื่น ๆ ได้ อีกทั้งจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในขั้นที่ 3 นักเรียนได้สร้างรูปเรขาคณิตอย่างอิสระ ส่งผลให้นักเรียนได้เห็นมุมมองที่แปลกใหม่ และหลากหลายจากที่เคยเจอ ทำให้ความสามารถด้านการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนพัฒนายิ่งขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับ Panorkou และ Pratt [14] และ Kurtulus และ Uygan [16] ที่ใช้โปรแกรม Google SketchUp พัฒนาความสามารถทางด้านเรขาคณิตของนักเรียน โดยให้นักเรียนได้สร้าง และออกแบบรูปทรงเรขาคณิตสามมิติชนิดต่างๆอย่างอิสระ ทำให้เกิดประสบการณ์ตรงกับผู้เรียน โดยครูจะต้องออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับการใช้โปรแกรม Google SketchUp

## 9. ข้อเสนอแนะ

ผู้วิจัยได้สรุปแนวคิดและข้อเสนอแนะจากการวิจัยเพื่อพัฒนาความสามารถด้านการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎี Social constructivism ร่วมกับ Google SketchUp เรื่องเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

### 9.1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎี Social constructivism ร่วมกับ Google SketchUp เรื่องรูปเรขาคณิตสามมิติ ถ้านักเรียนมีพื้นฐานในการใช้โปรแกรม Google SketchUp มาก่อนจะช่วยให้ง่ายต่อการจัดการเรียนการสอน นักเรียนจะสามารถใช้เครื่องมือสร้างรูปเรขาคณิตสามมิติได้อย่างรวดเร็ว อีกทั้งนักเรียนสามารถพิจารณา สำรวจ และวิเคราะห์ รูปเรขาคณิตสามมิติที่นักเรียนสร้างได้หลากหลายชนิดมากยิ่งขึ้น

### 9.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัย

ควรศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎี Social constructivism ร่วมกับ Google SketchUp เรื่องรูปเรขาคณิตสามมิติ เพื่อส่งเสริมทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในด้านอื่น ๆ เช่น การให้เหตุผลเชิงปริภูมิ เนื่องจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎี Social constructivism ร่วมกับ Google SketchUp นักเรียนได้เริ่มเรียนรู้จากรูปเรขาคณิตสองมิติกลายเป็นรูปเรขาคณิตสามมิติ ได้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและรูปเรขาคณิตสามมิติ ซึ่งอาจ จะทำให้นักเรียนจะสามารถให้เหตุผลเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตทั้งในมิติเดียวกันและมิติต่างกันได้

## เอกสารอ้างอิง

[1] Ministry of Education. (2017). **Mathematics department (A.D. 2008) basic education core curriculum B.E. 2551**. Bangkok: Kurusapa Ladprao. 2.

[2] The institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (IPST). (2020). **IPST Magazine.** [online]. Available: https://emagazine.ipst.ac.th/224/26 Retrieved July 11, 2020.

[3] Sommer, R. (1978). **The mind's eye: Imagery in everyday life**. USA: Delacorte Press. 93.

[4] MaKhanong, A. (2011). **Mathematics for high school teachers.** Bangkok: Chulalongkorn University Press. 68-69.

[5] Hershkowitz, R. (1989). "Visualization in geometry--Two sides of the coin." **Focus on Learning Problems in Mathematics.** 11(1-2), 61-76.

[6] Punnakosol, S. (2016). **Teacher TV**. [online]. Available: http://www.thaiteachers.tv Retrieved July 20, 2020.

[7] Kitkuekool, S. (2009). "Constructivism to socioculturalism." **Journal of Education Naresuan University.** 11(1), 117-122. (in Thai)

[8] Chaicharoen, S. (2014). **Constructivism**. Khon Kaen: Educational Technology Faculty of Education Khonkaen University. 7. (in Thai)

[9] Jaichadee, S. (2008). "Construction of learning objects in mathematics on geometric transformations for Mathayom Suksa 2 students." Master's thesis, Chiang Mai University, 98-99. (in Thai)

[10] Supervisory Unit Office of Vocational Education Commission. (2012). **What is Google Sketchup**. [online]. Available: https://sites.google.com/site/kruneungonline/sara-thi-1-thakhwam-rucak-google-sketchup Retrieved July 20, 2020.

[11] Mathmool, K. (2015). "Promoting visualization abilities in mathematics of Mathayom Suksa 1 students by using the Google SketchUp program." Master's thesis, Chiang Mai University, 23-26. (in Thai)

[12] Prakotmak, S. (2019). "The development of integrated model based on social constructivist theory to enhance English reading comprehension ability of Mattayomsuksa 2 students." **Journal of Educational Technology and Communications Mahasarakham University.** 2(6), 72-84. (in Thai)

[13] Stigler, J. W., Gallimore, R., & Hiebert, J. (2002). “A knowledge base for the teaching profession: what would it look like and how can we get one?” **Educational Researcher**. 31(5), 3-15.

[14] Panorkou, N., & Pratt, D. (2011). “Using Google SketchUp to research children’s experience of dimension.” **35th Conference of the international Group for the Psychology of Mathematics Education.** 35(3), 337-344.

[15] Boonprajak, S. (2007). **Principles of teaching mathematics**. Bangkok: Faculty of Science and Technology, Phranakhon Rajabhat University. 10-11. (in Thai)

[16] Kurtulus, A., & Uygan, C. (2016). “The effects of Google SketchUp based geometry activities and projects on spatial visualization ability of student mathematics teachers.” **Turkish Journal of Computer and Mathematics Education.** 7(3), 510-535.

# การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวปฏิบัติการสอน 5 ขั้น เพื่อส่งเสริมการนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

# LEARNING ACTIVITIES BASED ON 5 PRACTICES TO ENHANCE MATHEMATICAL REPRESENTATION ON FUNCTION FOR GRADE 10 STUDENTS

**ณัฐกานต์ อารีรัตนเวช* และวนินทร พูนไพบูลย์พิพัฒน์**
**Nattakan Areerattanawet* and Wanintorn Poonpaiboonpipat**
**E-mail: nattakana62@nu.ac.th and wanintorns@nu.ac.th**

ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร จ.พิษณุโลก 65000
Department of Mathematical Education, Faculty of Education, Naresuan University, Phitsanulok 65000 Thailand

*Corresponding author E-mail: nattakana62@nu.ac.th

(Received: May 10, 2021; Revised: May 28, 2021; Accepted: June 9, 2021)

## ABSTRACT

The purpose of this research was to enhance a mathematical representation of Mathayomsuksa 4 students through learning activities based on five practices. The participants were 37 students in Mathayomsuksa 4, Semester 2, the academic year 2020, at an large particular school in Nakhon sawan province. It took 11 hours for learning activities. The tools used in the research were four lesson plans, activity sheets, and a test on a mathematic representation. All research tools were checked for appropriateness by three experts. The data obtained were analyzed using analytic scoring. Mathematical representation was separated into three processes including 1) representation for understanding the problem, 2) representation for problem solving processes, and 3) representation for concluding the problem. The basic statistic tools used in this study were frequency and percentage.

The findings revealed that most of the students for 64.57 percent were at a good level of mathematical representation. In other words, they can draw and mark to understand the problem, identify the information and asked question, represent their idea through mathematical symbolism before problem solving processes, and use graph and equation to support their explicit and reasonable answers.

**Keywords:** Learning activities; Five practices; Mathematical representation; Function

**บทคัดย่อ**

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อส่งเสริมการนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวปฏิบัติการสอน 5 ขั้น ผู้เข้าร่วมการวิจัยคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 37 คน ของโรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษแห่งหนึ่งในจังหวัดนครสวรรค์ โดยใช้เวลาทั้งหมด 11 ชั่วโมง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ จำนวน 4 แผน ใบกิจกรรม และแบบวัดการนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์ โดยตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือโดยการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน และนำข้อมูลที่ได้มาทำการวิเคราะห์ด้วยเกณฑ์การให้คะแนนแบบแยกประเด็น การนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์แบ่งออกเป็น 3 กระบวนการ ได้แก่ การนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์เพื่อทำความเข้าใจปัญหา การนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์เพื่อดำเนินการแก้ปัญหา การนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์เพื่อสรุปคำตอบของปัญหา ใช้สถิติพื้นฐาน คือ ค่าความถี่และร้อยละ

ผลการวิจัยพบว่านักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 64.57 มีความสามารถในการนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดี กล่าวคือ นักเรียนสามารถขีดเขียน หรือทำเครื่องหมายเพื่อทำความเข้าใจปัญหา และสามารถระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ และสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้ มีการนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์โดยใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อดำเนินการแก้ปัญหา และใช้กราฟและสมการมาประกอบการพิจารณาเพื่อสรุปคำตอบของปัญหาได้อย่างชัดเจน และสมเหตุสมผล

**คำสำคัญ:** การจัดกิจกรรมการเรียนรู้; แนวปฏิบัติการสอน 5 ขั้น; การนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์; ฟังก์ชัน

## 1. บทนำ

การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ของนักเรียนส่วนใหญ่จะสามารถหาคำตอบได้ แต่ไม่สามารถแสดงวิธีดำเนินการแก้ปัญหาได้ และบางส่วนไม่สามารถคิดคำตอบได้เนื่องจากไม่สามารถทำความเข้าใจปัญหา และนำความรู้มาดำเนินการแก้ปัญหาจนสามารถสรุปคำตอบของปัญหาได้ โดยนักเรียนส่วนใหญ่จะมีปัญหาในสาระพีชคณิต ในห้องเรียนที่ผู้วิจัยทำหน้าที่เป็นผู้สอนพบปัญหาเรื่อง ฟังก์ชัน คือ นักเรียนไม่สามารถใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการทำความเข้าใจปัญหา และดำเนินการแก้ปัญหา และเมื่อดำเนินการแก้ปัญหาเรียบร้อยแล้วนักเรียนสรุปคำตอบได้ไม่สมเหตุสมผล [1] ซึ่งการนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์เป็นส่วนหนึ่งของทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการสื่อสาร สื่อความหมาย และการนำเสนอ เป็นการแสดงความสัมพันธ์ของความคิดทางคณิตศาสตร์ให้มีลักษณะเป็นรูปธรรม เช่น วาดภาพ ตาราง กราฟ เพื่อใช้ในการทำความเข้าใจและการนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์ [2] Shulman [3] ได้ระบุว่า การนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์เป็นส่วนหนึ่งขององค์ความรู้เกี่ยวกับศาสตร์การสอนของครู และได้ให้คำจำกัดความของการนำเสนอตัวแทนว่าประกอบด้วย การเปรียบเทียบ รูปภาพ ตัวอย่าง คำอธิบายและการสาธิต กล่าวคือ วิธีการนำเสนอตัวแทนและการสร้างหัวข้อที่ทำให้เป็นที่เข้าใจได้แก่ผู้อื่น ๆ สิ่งที่สำคัญอย่างหนึ่งคือ ครูจะต้องมีความสามารถในการนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์ที่หลากหลายมาใช้ในการจัดการเรียนการสอน เนื่องจากไม่มีการนำเสนอตัวแทนความคิดรูปแบบใดรูปแบบหนึ่งที่จะมีประสิทธิภาพสูงสุด และม้าคนอง [4] กล่าวว่าการนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์หรือมโนภาพทางคณิตศาสตร์ที่แตกต่างกันจะส่งผลให้มีความสามารถในการแก้ปัญหาแตกต่างกันด้วย

รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่น่าสนใจและเหมาะสมที่จะนำมาเพื่อพัฒนาให้นักเรียนได้พัฒนาการนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์ คือ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวปฏิบัติการสอน 5 ขั้น ที่พัฒนาขึ้นโดย Smith และ Stein [5] ซึ่งเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์เพื่อให้นักเรียนเกิดความรู้ใหม่และนำความรู้ใหม่ไปใช้แก้ปัญหาหรือสถานการณ์ปัญหา โดยใช้งานทางคณิตศาสตร์ที่ต้องอาศัยความรู้ความเข้าใจและทักษะทางคณิตศาสตร์ในการทำงาน นักเรียนเรียนรู้แบบสืบสอบผ่านกระบวนการสำรวจ อภิปราย และสรุปเป็นความรู้ใหม่ด้วยตนเอง และครูใช้แนวปฏิบัติการสอน 5 ขั้น ในการวางแผนและดำเนินการให้นักเรียนอภิปรายในชั้นเรียนเกี่ยวกับแนวคิดหรือวิธีการของตนเองทั้งที่ถูกต้องและมีข้อผิดพลาด เพื่อให้สรุปเป็นความรู้ใหม่ด้วยตนเองอย่างมีประสิทธิภาพ [6] แนวปฏิบัติการสอน 5 ขั้น ประกอบไปด้วย ขั้นการปฏิบัติที่ 1 การคาดการณ์ (Anticipating) ขั้นการปฏิบัติที่ 2 การนำเข้าสู่งานทางคณิตศาสตร์ (Launching) ขั้นการปฏิบัติที่ 3 การติดตาม (Monitoring) ขั้นการปฏิบัติที่ 4 การคัดเลือกและจัดลำดับ (Selecting and sequencing) และขั้นการปฏิบัติที่ 5 การเชื่อมโยง (Connecting) ซึ่งเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่จะช่วยให้นักเรียนทำความเข้าใจปัญหาด้วยตนเองก่อน ซึ่งนักเรียนจะต้องแสดงวิธีการและแนวคิดของตนเองและแลกเปลี่ยนแนวคิดกับผู้อื่น ทำให้นักเรียนสามารถเห็นการนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์ที่หลากหลาย แล้วสามารถเชื่อมโยงเป็นการนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์เป็นของตนเองได้

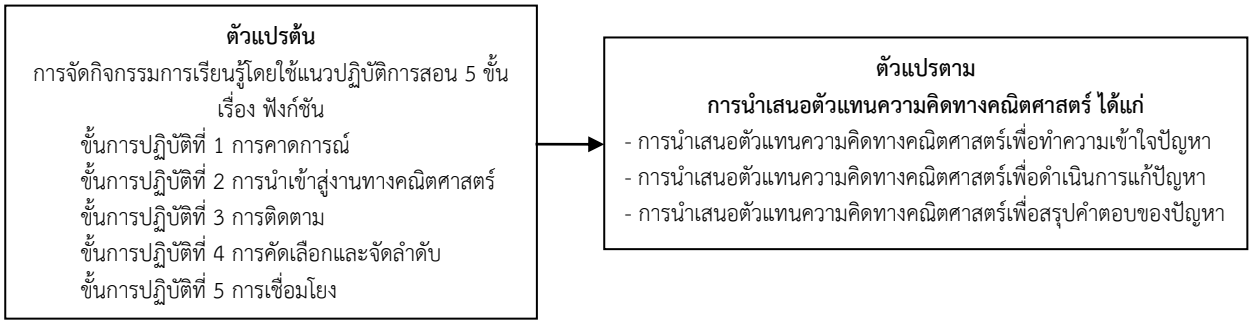
ผู้วิจัยเห็นว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวปฏิบัติการสอน 5 ขั้น เรื่อง ฟังก์ชัน มีความเหมาะสมที่จะนำมาส่งเสริมการนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์ ที่ประกอบด้วย 3 กระบวนการย่อย คือ การนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์เพื่อทำความเข้าใจปัญหา การนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์เพื่อดำเนินการแก้ปัญหา และการนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์เพื่อสรุปคำตอบของปัญหา [7] ซึ่งจะเป็นประโยชน์ให้นักเรียนมีเครื่องมือช่วยในการแก้ปัญหาและเป็นแนวทางในการยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้สูงขึ้น

## 2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อส่งเสริมการนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวปฏิบัติการสอน 5 ขั้น

## 3. กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวปฏิบัติการสอน 5 ขั้น เรื่อง ฟังก์ชัน ผู้วิจัยได้นำหลักการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวปฏิบัติการสอน 5 ขั้น ซึ่งพัฒนาโดย Smith และ Stein [5] เพื่อส่งเสริมการนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ดังนั้นผู้วิจัยได้กำหนดกรอบแนวคิดในการวิจัยดังรูปที่ 1




**รูปที่ 1** กรอบแนวคิดในการวิจัย

## 4. ขอบเขตของการวิจัย

### 4.1 ขอบเขตด้านเนื้อหา

เนื้อหาคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการวิจัยคือเรื่อง ฟังก์ชัน ซึ่งประกอบไปด้วยเนื้อหาย่อยได้แก่ ฟังก์ชัน ฟังก์ชันเชิงเส้น ฟังก์ชันกำลังสองสมบูรณ์ และฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล ใช้ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

### 4.2 ขอบเขตด้านประชากร

ประชากร คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ของโรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษแห่งหนึ่งในจังหวัดนครสวรรค์ ที่เรียนรายวิชา ค31102 คณิตศาสตร์พื้นฐาน 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 308 คน และผู้เข้าร่วมการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 ของโรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษแห่งหนึ่งในจังหวัดนครสวรรค์ ที่เรียนรายวิชา ค31102 คณิตศาสตร์พื้นฐาน 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 37 คน ที่ได้มาจากการคัดเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling) เนื่องจากเป็นกลุ่มที่ผู้วิจัยทำหน้าที่เป็นผู้สอนและพบปัญหาเกี่ยวกับการนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์ เกี่ยวกับฟังก์ชัน

### 4.3 ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรต้น คือ กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวปฏิบัติการสอน 5 ขั้น เรื่อง ฟังก์ชัน

ตัวแปรตาม คือ การนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์

**5. ความสัมพันธ์ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวปฏิบัติการสอน 5 ขั้น กับการนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์**

การวิจัยนี้ได้จัดการเรียนรู้ตามแนวคิดของ Smith และ Stein [5] ที่ให้ความหมายของแนวปฏิบัติการสอน 5 ขั้น ว่าเป็นรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติในการสำรวจ อภิปรายและสรุปเป็นความรู้ใหม่ด้วยตนเอง โดยครูจะเป็นผู้ใช้แนวปฏิบัติการสอน 5 ขั้น ซึ่งประกอบด้วย ขั้นการปฏิบัติที่ 1 การคาดการณ์ (Anticipating) ขั้นการปฏิบัติที่ 2 การนำเข้าสู่งานทางคณิตศาสตร์ (Launching) ขั้นการปฏิบัติที่ 3 การติดตาม (Monitoring) ขั้นการปฏิบัติที่ 4 การคัดเลือกและจัดลำดับ (Selecting and sequencing) และขั้นการปฏิบัติที่ 5 การเชื่อมโยง (Connecting) เพื่อให้นักเรียนได้อภิปรายเกี่ยวกับผลงานหรือแนวคิดของนักเรียนเองและสรุปเป็นองค์ความรู้ใหม่อย่างมีประสิทธิภาพ และต่อมา Larsson [8] ได้นำแนวปฏิบัติการสอน 5 ขั้นดังกล่าวมาปรับและเปลี่ยนชื่อขั้นการปฏิบัติให้มีความชัดเจนมากขึ้น ซึ่งประกอบด้วย ขั้นการปฏิบัติที่ 1 การคาดการณ์การเรียนรู้และการทำงานทางของนักเรียน (Anticipating) ขั้นการปฏิบัติที่ 2 การนำเข้าสู่งานทางคณิตศาสตร์ (Launching) ขั้นการปฏิบัติที่ 3 การกำกับและติดตามการทำงานทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน (Monitoring) ขั้นการปฏิบัติที่ 4 การคัดเลือกและจัดลำดับแนวคิดหรือวิธีการของนักเรียน (Selecting and sequencing) และขั้นการปฏิบัติที่ 5 การเชื่อมโยงข้อสรุปจากแนวคิดหรือวิธีการไปสู่ความรู้ใหม่ (Connecting)

สำหรับการนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์นั้น สามารถ [7] ได้ให้ความหมายว่า หมายถึง ความสามารถในการแสดงวิธีคิดหรือแนวคิดเกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งแต่ละคนอาจแตกต่างกันตามประสบการณ์การเรียนรู้ โดยอาจแสดงเป็นแบบจำลอง กราฟ และการใช้สัญลักษณ์ (ตัวแปร) เป็นอย่างหนึ่งที่จะช่วยพัฒนาความคิด ความเข้าใจในการแก้ปัญหา ทำให้เกิดความคิดรวบยอดในการแก้ปัญหาและสามารถมองเห็นแนวทางในการแก้ปัญหานั้นได้ มี 3 กระบวนการ คือการนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์เพื่อทำความเข้าใจปัญหา การนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์เพื่อดำเนินการแก้ปัญหา และการนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์เพื่อสรุปคำตอบของปัญหา โดยผู้วิจัยวิเคราะห์ความความสัมพันธ์ของขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวปฏิบัติการสอน 5 ขั้น เรื่อง ฟังก์ชัน กับการนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เกิดขึ้น ดังตารางที่ 1

**ตารางที่ 1** แสดงความสัมพันธ์ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวปฏิบัติการสอน 5 ขั้น กับการนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์

| การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวปฏิบัติการสอน 5 ขั้น | การนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์ |
|---|---|
| ขั้นการปฏิบัติที่ 1 การคาดการณ์ (Anticipating)<br>- งานทางคณิตศาสตร์ (Mathematical task) | ● การนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์เพื่อทำความเข้าใจปัญหา<br>● การนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์เพื่อดำเนินการแก้ปัญหา<br>● การนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์เพื่อสรุปคำตอบของปัญหา |
| ขั้นการปฏิบัติที่ 2 การนำเข้าสู่งานทางคณิตศาสตร์ (Launching) | ● การนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์เพื่อทำความเข้าใจปัญหา |
| ขั้นการปฏิบัติที่ 3 การติดตาม (Monitoring) | ● การนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์เพื่อดำเนินการแก้ปัญหา<br>● การนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์เพื่อสรุปคำตอบของปัญหา |
| ขั้นการปฏิบัติที่ 4 การคัดเลือกและจัดลำดับ (Selecting and sequencing) | - |
| ขั้นการปฏิบัติที่ 5 การเชื่อมโยง (Connecting) | ● การนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์เพื่อสรุปคำตอบของปัญหา |

ตารางที่ 1 พบว่าขั้นการปฏิบัติที่สำคัญที่ช่วยส่งเสริมให้เกิดการนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์ทั้ง 3 กระบวนการคือ ขั้นการปฏิบัติที่ 1 การคาดการณ์ เป็นขั้นที่ครูจะต้องคัดเลือกหรือออกแบบงานทางคณิตศาสตร์ และคาดการณ์พฤติกรรมการเรียนรู้ต่าง ๆ ของนักเรียนทั้งที่ถูกต้องและผิดพลาด ซึ่งเกิดขึ้นก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สามารถส่งเสริมให้เกิดการพัฒนาการนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์เพื่อทำความเข้าใจปัญหา เพื่อดำเนินการแก้ปัญหา และเพื่อสรุปคำตอบ ขั้นการปฏิบัติที่ 2 การนำเข้าสู่งานทางคณิตศาสตร์ เป็นขั้นตอนแรกในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เมื่อครูจะต้องนำเสนองานทางคณิตศาสตร์ให้กับนักเรียน ส่งเสริมให้เกิดการพัฒนาการนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์เพื่อทำความเข้าใจปัญหา ขั้นการปฏิบัติที่ 3 การติดตาม ครูจะสังเกต สำรวจและติดตามแนวคิดของนักเรียนขณะลงมือทำงานทางคณิตศาสตร์ เป็นขั้นที่ส่งเสริมให้เกิดการพัฒนาการนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์เพื่อดำเนินการแก้ปัญหา และเพื่อสรุปคำตอบของปัญหา ขั้นการปฏิบัติที่ 4 การคัดเลือกและจัดลำดับ เป็นขั้นแสดงบทบาทของครูที่จะคัดเลือกและเรียงลำดับแนวคิดของนักเรียนจากแนวคิดพื้นฐาน จนไปสู่แนวคิดที่ซับซ้อนและขั้นการปฏิบัติที่ 5 การเชื่อมโยง ส่งเสริมให้เกิดการพัฒนาการนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์ เพื่อสรุปคำตอบของปัญหาและเชื่อมโยงมาสู่ข้อสรุปเป็นความคิดรวบยอด

## 6. วิธีดำเนินการวิจัย

### 6.1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ดังนี้

6.1.1 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวปฏิบัติการสอน 5 ขั้น เรื่อง ฟังก์ชัน จำนวน 4 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบ่งออกเป็น แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ฟังก์ชัน จำนวน 2 ชั่วโมง แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง ฟังก์ชันเชิงเส้น จำนวน 3 ชั่วโมง แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ฟังก์ชันกำลังสอง จำนวน 3 ชั่วโมง และแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล จำนวน 3 ชั่วโมง รวมทั้งหมด 11 ชั่วโมง แต่ละแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีขั้นการปฏิบัติของครูในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 5 ขั้นการปฏิบัติ ดังนี้

ขั้นการปฏิบัติที่ 1 การคาดการณ์ (Anticipating) เป็นขั้นที่ครูคัดเลือกหรือออกแบบงานทางคณิตศาสตร์ และคาดการณ์พฤติกรรมการเรียนรู้ต่าง ๆ ของนักเรียนทั้งที่ถูกต้องและผิดพลาดในการทำงานทางคณิตศาสตร์

ขั้นการปฏิบัติที่ 2 การนำเข้าสู่งานทางคณิตศาสตร์ (Launching) เป็นขั้นที่ครูอธิบาย ใช้คำถาม หรือยกตัวอย่างที่เกี่ยวข้องกับงานทางคณิตศาสตร์เพื่อให้นักเรียนเกิดความท้าทายและกระตุ้นให้ได้ทำความเข้าใจเงื่อนไขต่าง ๆ และปัญหาของงานทางคณิตศาสตร์ก่อนให้นักเรียนลงมือสำรวจงานทางคณิตศาสตร์

ขั้นการปฏิบัติที่ 3 การติดตาม (Monitoring) เป็นขั้นที่ครูเดินสำรวจและติดตามแนวคิดของนักเรียนขณะลงมือทำงานทางคณิตศาสตร์ โดยคำนึงถึงความรู้พื้นฐานที่นำมาใช้ถูกต้องหรือไม่ หากพบว่าไม่ถูกต้องครูดำเนิน การชี้แนะและแก้ไขแล้วใช้คำถามกระตุ้นในกรณีที่นักเรียนมีแนวคิดที่ไม่ถูกต้อง รวมถึงครูจดบันทึกแนวคิดต่าง ๆ ที่น่าสนใจทั้งที่ถูกต้องและผิดพลาดของนักเรียนเพื่อนำไปคัดเลือกและกำหนดประเด็นในการอภิปราย

ขั้นการปฏิบัติที่ 4 การคัดเลือกและจัดลำดับ (Selecting and sequencing) เป็นขั้นที่ครูคัดเลือกและจัดลำดับแนวคิดหรือวิธีการของนักเรียนเพื่อใช้ในการอภิปราย มีหลักในการคัดเลือกคือเลือกแนวคิดที่หลากหลาย ไม่ใช่แนวคิดเดียวกัน โดยเลือกกลุ่มที่มีข้อผิดพลาดได้นำเสนอก่อน กลุ่มที่มีแนวคิดที่ถูกต้อง และกลุ่มที่มีแนวคิดที่ถูกต้องและมีความซับซ้อน ตามลำดับให้เพียงพอต่อการสรุปเป็นความคิดรวบยอด

ขั้นการปฏิบัติที่ 5 การเชื่อมโยง (Connecting) เป็นขั้นที่ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้นำเสนอ อธิบายแนวคิดและอภิปรายเพื่อแลกเปลี่ยนความรู้ ความคิดเห็นและเหตุผลร่วมกัน โดยครูจะคอยช่วยเหลือให้นักเรียนได้พิจารณาเชื่อมโยงข้อสรุปจากแนวคิดหรือวิธีการต่าง ๆ เหล่านั้นไปสู่ความคิดรวบยอดของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้นั้น

ผู้วิจัยได้ให้ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน ประกอบไปด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาคณิตศาสตร์ ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์/คณิตศาสตร์ศึกษา และผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ในโรงเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ตรวจสอบความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้ง 5 ด้าน ได้แก่ ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้ ด้านสาระการเรียนรู้ ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านสื่อและแหล่งเรียนรู้ และด้านการวัดผลและประเมินผล โดยผู้วิจัยใช้แบบประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Rating scale) ตามแบบของลิเคิร์ท (Likert) โดยผู้เชี่ยวชาญลงประเมินความเหมาะสม มีค่าเฉลี่ยโดยรวม เท่ากับ 4.88 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.01 ซึ่งถือว่าแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ดังกล่าวมีความเหมาะสมมากและสามารถนำไปใช้ได้ และปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ดังนี้ 1) ควรปรับกระบวนการนำไปสู่การอภิปรายของนักเรียนในชั้นเรียน โดยครูอาจเตรียมประเด็นคำถามเกี่ยวกับลักษณะสำคัญของกราฟแต่ละฟังก์ชัน และควรชวนนักเรียนพูดคุยเกี่ยวกับลักษณะของกราฟที่มีการเปลี่ยนแปลงค่าต่าง ๆ จะส่งผลต่อลักษณะของกราฟอย่างไร 2) ควรปรับประเด็นการประเมินการนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์เพื่อสรุปคำตอบของปัญหา การตรวจสอบคำตอบเป็นวิธีการที่จะยืนยันข้อสรุปในการสรุปคำตอบให้มีความเหมาะสม ดังนั้นการนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์เพื่อสรุปคำตอบ จึงสามารถพิจารณาได้จากการเขียนข้อความ หรือสัญลักษณ์ได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม และสื่อความหมายได้อย่างชัดเจน

6.1.2 ใบกิจกรรม เป็นส่วนหนึ่งของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ใช้ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวปฏิบัติการสอน 5 ขั้น โดยนักเรียนเขียนแสดงเป็นรายกลุ่ม กลุ่มละ 4–5 คน ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งมีข้อคำถามย่อยในแต่ละใบกิจกรรมที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้นำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์แต่ละองค์ประกอบย่อยคือ การนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์เพื่อทำความเข้าใจปัญหา เพื่อดำเนินการแก้ปัญหาและเพื่อสรุปคำตอบของปัญหา เป็นการเขียนตอบแบบอิสระ ใบกิจกรรมเป็นงานทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนสามารถนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์ได้หลากหลาย รายละเอียดของใบกิจกรรมในงานวิจัยนี้แสดงดังตารางที่ 2

**ตารางที่ 2** แสดงงานทางคณิตศาสตร์ในแต่ละแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

| แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ | เรื่อง | ชั่วโมงที่ | งานทางคณิตศาสตร์ (ใบกิจกรรม) |
|---|---|---|---|
| 1 | ฟังก์ชัน | 1 | พร้อมจ่าย |
| | | 2 | Machine |
| 2 | ฟังก์ชันเชิงเส้น | 3 | สมการเชิงเส้น |
| | | 4 | รีมิกซ์ ฟังก์ชันเชิงเส้น |
| | | 5 | โจทย์ประยุกต์ฟังก์ชันเชิงเส้น |
| 3 | ฟังก์ชันกำลังสอง | 6 | รูปแบบฟังก์ชันกำลังสอง |
| | | 7 | รีมิกซ์ ฟังก์ชันกำลังสอง |
| | | 8 | โจทย์ประยุกต์ฟังก์ชันกำลังสอง |
| 4 | ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล | 9 | ดอกเบี้ยทบต้น |
| | | 10 | รีมิกซ์ ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล |
| | | 11 | Zombie |

6.1.4 แบบวัดการนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน เป็นแบบวัดที่มีลักษณะเป็นอัตนัย จำนวน 3 ข้อซึ่งประกอบด้วยคำถามย่อยที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้นำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์แต่ละ องค์ประกอบย่อยคือ การนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์เพื่อทำความเข้าใจปัญหา เพื่อดำเนินการแก้ปัญหา และเพื่อสรุปคำตอบของปัญหา ผู้วิจัยนำแบบวัดการนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ให้ผู้เชี่ยวชาญชุดเดียวกับที่ตรวจแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จำนวน 3 ท่านตรวจสอบความเหมาะสม พบว่า ข้อสอบทุกข้อมีค่าความตรงเชิงเนื้อหา เป็น 1.00 ซึ่งถือว่ามีความเหมาะสมและสามารถนำไปใช้ได้

**6.2 การเก็บรวบรวมข้อมูล**

ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลตามขั้นตอนดังนี้

6.2.1 ปฐมนิเทศและชี้แจงจุดประสงค์การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้กับผู้เข้าร่วมวิจัยเกี่ยวกับขั้นการปฏิบัติในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวปฏิบัติการสอน 5 ขั้น เรื่อง ฟังก์ชัน

6.2.2 ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวปฏิบัติการสอน 5 ขั้น เรื่อง ฟังก์ชัน ที่ส่งเสริมการนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์ ตามชั่วโมงปกติของโรงเรียน จำนวน 4 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้เวลาทั้งหมด 11 ชั่วโมง ในระหว่างจัดกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนจะทำใบกิจกรรมเป็นรายกลุ่ม กลุ่มละ 4–5 คน คละความสามารถ โดยพิจารณาจากผลการเรียนในภาคเรียนที่ 1 ทั้งหมด 8 กลุ่ม

6.2.3 เมื่อดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ครบทั้ง 4 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบวัดการนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน จำนวน 3 ข้อ เป็นเวลา 55 นาที

6.2.4 นำผลที่ได้จากการเก็บรวบรวมทั้งหมดไปทำการวิเคราะห์ข้อมูล

**6.3 การวิเคราะห์ข้อมูล**

ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลจากใบกิจกรรมและแบบทดสอบวัดการนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

6.3.1 ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ข้อมูลจากใบกิจกรรมและแบบวัดการนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์ด้วยเกณฑ์การให้คะแนนแบบแยกประเด็น (Analytic scoring) ใน 3 กระบวนการย่อย ได้แก่ การนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์เพื่อทำความเข้าใจปัญหา การนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์เพื่อดำเนินการแก้ปัญหา และการนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์เพื่อสรุปคำตอบของปัญหา โดยปรับปรุงเกณฑ์การให้คะแนนจากเกณฑ์รูบริคการวัดการนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์ของสามารถ [7] แบ่งออกเป็น 3 ระดับ ได้แก่ ระดับดี ระดับพอใช้ และระดับปรับปรุง จากนั้นผู้วิจัยคำนวณเป็นร้อยละของกลุ่มนักเรียนในแต่ละระดับ แล้วรายงานผลในรูปของความถี่ ร้อยละ และความเรียง

6.3.2 ผู้วิจัยตรวจสอบความน่าเชื่อถือของข้อมูลเชิงคุณภาพด้วยวิธีการสามเส้า (Triangulation) แบบใช้เครื่องมือวิจัยมากกว่าหนึ่งชนิด (Methodological triangulation) ได้แก่ ใบกิจกรรม และแบบทดสอบวัดการนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์ มาตรวจสอบความสอดคล้องและทิศทางของข้อมูลจากทั้งสองเครื่องมือ

## 7. ผลการวิจัย

ผู้วิจัยดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวปฏิบัติการสอน 5 ขั้น ที่ส่งเสริมการนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ดังรูปที่ 2 และได้แสดงผลการวิเคราะห์การนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนเป็น 3 กระบวนการ คือ การนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์เพื่อทำความเข้าใจปัญหาการนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์เพื่อดำเนินการแก้ปัญหา และการนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์เพื่อสรุปคำตอบของปัญหา โดยผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลการนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระหว่างจัดกิจกรรมการเรียนรู้จากใบกิจกรรมเป็นรายกลุ่ม กลุ่มละ 4-5 คน จำนวน 8 กลุ่ม ดังตารางที่ 3 และผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลการนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จากแบบวัดการนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์เป็นรายบุคคล จำนวน 37 คน ใช้เวลา 1 คาบเรียน จำนวน 55 นาที ดังตารางที่ 4

**รูปที่ 2** แสดงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวปฏิบัติการสอน 5 ขั้นและการทำกิจกรรมของนักเรียน

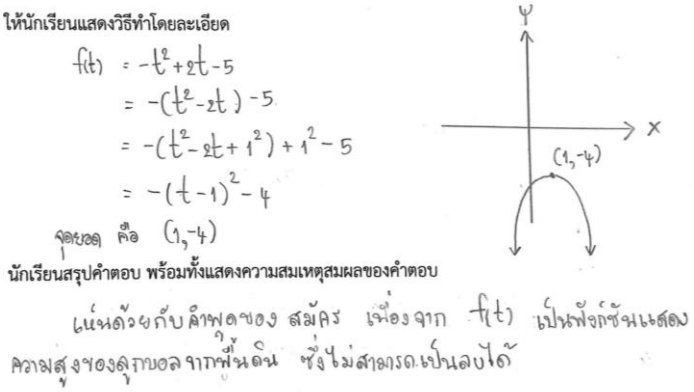
1. การนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวปฏิบัติการสอน 5 ขั้น เรื่อง ฟังก์ชั่นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

**ตารางที่ 3** แสดงจำนวนนักเรียนรายกลุ่มตามระดับการนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์จากใบกิจกรรมแต่ละแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

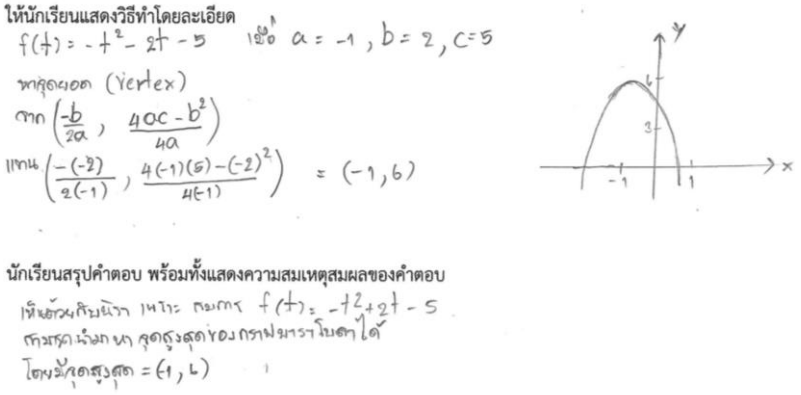
| องค์ประกอบของการนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์ | | จำนวนกลุ่มนักเรียนจำแนกระดับการนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์ (ร้อยละ) | | |
|---|---|---|---|---|
| | | ดี | พอใช้ | ปรับปรุง |
| แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1 | เพื่อทำความเข้าใจปัญหา | 2 (25.00) | 2 (25.00) | 4 (50.00) |
| | เพื่อดำเนินการแก้ปัญหา | - | 3 (37.50) | 5 (62.50) |
| | เพื่อสรุปคำตอบ | - | 2 (25.00) | 6 (75.00) |
| แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 2 | เพื่อทำความเข้าใจปัญหา | 4 (50.00) | 3 (37.50) | 1 (12.50) |
| | เพื่อดำเนินการแก้ปัญหา | 2 (25.00) | 3 (37.50) | 3 (37.50) |
| | เพื่อสรุปคำตอบ | 1 (12.50) | 2 (25.00) | 5 (62.50) |
| แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 3 | เพื่อทำความเข้าใจปัญหา | 6 (75.00) | 2 (25.00) | - |
| | เพื่อดำเนินการแก้ปัญหา | 3 (37.50) | 5 (62.50) | - |
| | เพื่อสรุปคำตอบ | 2 (25.00) | 5 (62.50) | 1 (12.50) |
| แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 4 | เพื่อทำความเข้าใจปัญหา | 6 (75.00) | 2 (25.00) | - |
| | เพื่อดำเนินการแก้ปัญหา | 6 (75.00) | 2 (25.00) | - |
| | เพื่อสรุปคำตอบ | 5 (62.50) | 3 (37.50) | - |

ตารางที่ 3 แสดงจำนวนกลุ่มนักเรียนจำแนกตามระดับการนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์ แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1 นักเรียนส่วนใหญ่มีการนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับปรับปรุง ต่อมาในแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 2 และ 3 นักเรียนมีการนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดี และพอใช้ ซึ่งกลุ่มของนักเรียนที่อยู่ในระดับปรับปรุงในแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1 และ 2 สามารถพัฒนาการนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์ให้ดีขึ้นอยู่ในระดับดี และพอใช้ในแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 3 มีเพียง 1 กลุ่มที่มีการนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์เพื่อสรุปคำตอบของปัญหาอยู่ในระดับปรับปรุง ซึ่งเป็นงานทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับโจทย์ประยุกต์ฟังก์ชันกำลังสอง นักเรียนมีการนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์เพื่อดำเนินการแก้ปัญหาได้ถูกต้องบางส่วน และนักเรียนขาดการสรุปคำตอบ

ของปัญหา แต่ในแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 4 นักเรียนสามารถพัฒนาการนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์ในทุกด้านได้อยู่ในระดับดี และพอใช้




(ก)




(ข)

**รูปที่ 3** แสดงการนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์เพื่อดำเนินการแก้ปัญหาและเพื่อสรุปคำตอบ

รูปที่ 3 (ก) แสดงการนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์เพื่อดำเนินการแก้ปัญหาที่ถูกต้องของนักเรียน โดยดำเนินการแก้ปัญหาด้วยวิธีการจัดรูปสมการให้อยู่ในรูปกำลังสองสมบูรณ์ และวาดกราฟ และนำเสนอตัวแทนความคิด ทางคณิตศาสตร์เพื่อสรุปคำตอบโดยการสรุปว่าฟังก์ชันดังกล่าวไม่สามารถเป็นไปได้เนื่องจากไม่สอดคล้องกับสถานการณ์ และให้เหตุผลอย่างเหมาะสม จึงมีการนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์เพื่อดำเนินการแก้ปัญหาอยู่ในระดับดี และส่งผลให้การนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์เพื่อสรุปคำตอบอยู่ในระดับดี เช่นกัน และจากรูปที่ 3 (ข) นักเรียนมีการนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์เพื่อดำเนินการแก้ปัญหาที่ไม่ถูกต้อง โดยดำเนินการแก้ปัญหาด้วยวิธีการใช้สูตร เมื่อฟังก์ชันกำลังสองอยู่ในรูป $f(x)=ax^2+bx+c$ เมื่อ $a, b, c$ เป็นจำนวนจริง และ $a \neq 0$ จุดยอด $(h, k)$ ของฟังก์ชันกำลังสองสามารถหาได้จาก $h=-\frac{b}{2a}$, $k=\frac{4ac-b^2}{4a}$ ซึ่งจากฟังก์ชันกำลังสอง $f(t)=-t^2-2t-5$ จะได้ว่า $a=-1, b=-2, c=5$ แต่นักเรียนได้เป็น $a=-1, b=2, c=5$ จึงทำให้ผลลัพธ์ของนักเรียนไม่ถูกต้องและส่งผลต่อการสรุปคำตอบของนักเรียนไม่ถูกต้องเช่นกัน

2. การนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวปฏิบัติการสอน 5 ขั้น เรื่อง ฟังก์ชันของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

**ตารางที่ 4** แสดงจำนวนนักเรียนที่ได้คะแนนจากแบบวัดการนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์ในแต่ละระดับ

| ข้อที่ | จำนวนกลุ่มนักเรียนจำแนกระดับการนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์ (ร้อยละ) | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | การนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์เพื่อทำความเข้าใจปัญหา | | | การนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์เพื่อดำเนินการแก้ปัญหา | | | การนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์เพื่อสรุปคำตอบ | | |
| | ดี | พอใช้ | ปรับปรุง | ดี | พอใช้ | ปรับปรุง | ดี | พอใช้ | ปรับปรุง |
| 1 (ฟังก์ชันเชิงเส้น) | 29 (78.38) | 8 (21.62) | 0 (0.00) | 17 (45.95) | 20 (54.05) | 0 (0.00) | 25 (67.57) | 10 (27.03) | 2 (5.41) |
| 2 (ฟังก์ชันกำลังสอง) | 26 (70.27) | 11 (29.73) | 0 (0.00) | 22 (59.46) | 12 (32.43) | 3 (8.10) | 21 (56.76) | 11 (29.73) | 5 (13.51) |
| 3 (ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล) | 27 (72.97) | 10 (27.03) | 0 (0.00) | 25 (67.57) | 10 (27.03) | 2 (5.41) | 23 (62.16) | 10 (27.03) | 4 (10.81) |

ตารางที่ 4 แสดงจำนวนนักเรียนจำแนกตามระดับการนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์ พบว่า จำนวนนักเรียนส่วนใหญ่มีการนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์เพื่อทำความเข้าใจปัญหาอยู่ในระดับดี และพอใช้ คือนักเรียนสามารถใช้ข้อความ หรือสัญลักษณ์ การขีดเขียน (วงกลม) ข้อความในโจทย์ เขียนแผนภาพความคิด และระบุเงื่อนไขของปัญหา สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้ จำนวนนักเรียนส่วนใหญ่มีการนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์เพื่อดำเนินการแก้ปัญหาและเพื่อสรุปคำตอบของปัญหาอยู่ในระดับดี และพอใช้ เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่าในข้อที่ 2 ฟังก์ชันกำลังสอง และข้อที่ 3 ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล มีนักเรียนที่มีการนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์เพื่อดำเนินการแก้ปัญหาและเพื่อสรุปคำตอบของปัญหาอยู่ในระดับปรับปรุง คืองานทางคณิตศาสตร์ที่ต้องใช้ความรู้พื้นฐานในเรื่องกำลังสองสมบูรณ์ เลขยกกำลัง และอาจจะต้องใช้กราฟการสร้างกราฟและสมการช่วยเพื่อดำเนินการแก้ปัญหา และเมื่องานทางคณิตศาสตร์นั้นมีความซับซ้อนมากขึ้นทำให้นักเรียนสรุปคำตอบได้ไม่เหมาะสม และไม่ชัดเจน

ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวปฏิบัติการสอน 5 ขั้น ทั้ง 4 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เก็บรวบรวมข้อมูลจากใบกิจกรรมและแบบวัดการนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์ แสดงให้เห็นว่า ผลจากแบบวัดการนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนส่วนใหญ่มีการนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์ทั้ง 3 กระบวนการอยู่ในระดับดี ทั้งสามด้าน และผลจากใบกิจกรรมพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีการนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์ทั้ง 3 กระบวนการ อยู่ในระดับดีในแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 4 โดยการนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์เพื่อทำความเข้าใจปัญหามีจำนวนกลุ่มของนักเรียนที่พัฒนามากกว่าการนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์เพื่อดำเนินการแก้ปัญหาและเพื่อสรุปคำตอบของปัญหา

## 8. อภิปรายผล

การวิเคราะห์ข้อมูลระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวปฏิบัติการสอน 5 ขั้น จากใบกิจกรรมและแบบวัดการนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์ นักเรียนมีแนวโน้มการพัฒนาการนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดีในทุกกระบวนการ เมื่อเปรียบเทียบกับผลวิจัยหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดี ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวปฏิบัติการสอน 5 ขั้นสามารถพัฒนาการนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์แต่ละด้านได้ ดังนี้

1. นักเรียนมีการพัฒนาการนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์เพื่อทำความเข้าใจปัญหา เมื่อพิจารณาจำนวนนักเรียนในระดับการนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์เพื่อทำความเข้าใจปัญหามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นแต่ละแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งระดับการนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์เพื่อทำความเข้าใจปัญหาในแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สุดท้ายอยู่ในระดับดี นักเรียนสามารถขีดเขียน (วงกลม) ขีดเส้นใต้ข้อความในปัญหา และระบุเงื่อนไขของปัญหา สิ่งที่ปัญหาต้องการทราบได้อย่างชัดเจนยิ่งขึ้น เนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวปฏิบัติการสอน 5 ขั้น ในการปฏิบัติขั้นที่ 2 การนำเข้าสู่งานทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยนำเสนองานทางคณิตศาสตร์กับนักเรียนให้มีความน่าสนใจโดยเชื่อมโยงกับความรู้พื้นฐาน เช่น ใบกิจกรรม “พร้อมจ่าย”, “รูปแบบของฟังก์ชันเชิงเส้น” นักเรียนมีการวาดภาพ เน้นข้อความ ขีดเส้นใต้ วงกลมคำสำคัญ สมการที่โจทย์กำหนดให้เพื่อสังเกตและพิจารณาเงื่อนไขของปัญหา จนสามารถเชื่อมโยงไปสู่การกำหนดตัวแปรได้ สอดคล้องกับสามารถ [7] ได้กล่าวว่า การส่งเสริมให้นักเรียนวาดภาพเพื่อทำความเข้าใจปัญหา ใช้การขีดเขียน (วงกลม) ขีดเส้นใต้ข้อความคำสำคัญในปัญหา และใช้ตัวแปรแทนข้อความสามารถทำความเข้าใจปัญหาได้ง่ายขึ้น

2. นักเรียนมีการพัฒนาการนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์เพื่อดำเนินการแก้ปัญหา เมื่อพิจารณาจำนวนนักเรียนในระดับการนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์เพื่อดำเนินการแก้ปัญหามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นแต่ละแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งระดับการนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์เพื่อดำเนินการแก้ปัญหาในแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สุดท้ายอยู่ในระดับดี นักเรียนสามารถใช้สัญลักษณ์ หรือตัวแปร ข้อความ กราฟ หรือสมการเพื่อดำเนินการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสมและชัดเจน เมื่อพิจารณาจากแบบวัดการนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์เพื่อดำเนินการแก้ปัญหาในข้อที่ 1 เรื่อง ฟังก์ชันเชิงเส้นนักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับพอใช้ โดยนักเรียนดำเนินการแก้ปัญหาด้วยสมการแต่เขียนสมการไม่ถูกต้อง หรือเขียนไม่ครบถ้วนและถึงแม้ว่าเมื่อเปรียบเทียบเนื้อหา ฟังก์ชันเชิงเส้น ฟังก์ชันกำลังสอง และฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลดูจะเป็นเนื้อหาที่ยากสำหรับนักเรียน แต่ลักษณะของสมการทั่วไปสามารถสังเกตได้ชัดเจน และ รูปแบบไม่ได้มีหลากหลายมากจนเกินไป ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดสอบแบบวัดการนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์รายบุคคล เนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวปฏิบัติการสอน 5 ขั้น ในการปฏิบัติขั้นที่ 1 การคาดการณ์ ผู้วิจัยจะต้องเลือกหรือออกแบบงานทางคณิตศาสตร์ให้มีความหลากหลายแนวคิด เช่นกิจกรรม “โจทย์ประยุกต์ฟังก์ชันกำลังสอง” นักเรียนสามารถใช้การทดลองแทนค่าฟังก์ชัน หรือใช้การวาดกราฟเพื่อพิจารณาปัญหาดังกล่าวว่าสอดคล้องกับฟังก์ชันที่กำหนดมาให้หรือไม่ ทำให้นักเรียนแต่ละคนมีแนวคิดในการดำเนินการแก้ปัญหาที่หลากหลายส่งผลให้นักเรียนมีโอกาสพัฒนาการนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์ และในแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 2–4 เป็นแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบคู่ขนาน นักเรียนเจอปัญหาคล้ายกัน ดังนั้นนักเรียนจะได้เรียนรู้แนวคิดและวิธีการดำเนินการแก้ปัญหาจากแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ก่อนหน้าและนำมาใช้ในแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ถัดไปให้ดีขึ้น สอดคล้องกับ Nation Council of Teacher of Mathematics [9] ที่ได้กล่าวว่า การจัดประสบการณ์ให้นักเรียนได้มีการนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์ที่หลากหลาย เป็นแนวทางในการพัฒนาการนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์ได้อย่างมีความหมายให้กับนักเรียน ในการปฏิบัติขั้นที่ 3 การติดตาม เช่น นักเรียนบางกลุ่มใช้วิธีการวาดกราฟแต่ละสมการลงในแกนพิกัดฉากแต่ละแกนในใบกิจกรรม รีมิกซ์ ฟังก์ชันเชิงเส้น รีมิกซ์ ฟังก์ชันกำลังสอง และรีมิกซ์ ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล ซึ่งทำให้นักเรียนไม่สามารถดูแนวโน้มลักษณะของกราฟได้ แต่นักเรียนบางกลุ่มใช้แอพพลิเคชัน Geogebra โดยการสังเกตฟังก์ชันที่กำหนดให้และจัดกลุ่มอย่างคร่าว ๆ และบันทึกฟังก์ชันลงในแอพพลิเคชันตามกลุ่มที่กำหนดไว้ เพื่อตรวจสอบและดูแนวโน้มเมื่อสมการเปลี่ยน ลักษณะของกราฟจะเปลี่ยนเป็นอย่างไร ซึ่งทำให้นักเรียนพอใจประหยัดเวลาในการวาดกราฟและในแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 3 และ 4 นักเรียนทุกกลุ่มใช้แอพพลิเคชัน Geogebra ในการดำเนินการแก้ปัญหา ทำให้การนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์เพื่อดำเนินการแก้ปัญหาของนักเรียนดีขึ้นตามลำดับ สอดคล้องกับการวิจัยของ Unyo [10] ได้ศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โยบูรณาการการนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์ที่หลากหลายและเครื่องคำนวณเชิงกราฟที่มีต่อมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่องฟังก์ชันของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 นักเรียนในกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยบูรณาการการนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์ที่หลากหลายและเครื่องคำนวณเชิงกราฟมีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนในกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และได้กล่าวว่าความคิดรวบยอดเป็นการสรุปลักษณะสำคัญของความรู้ต่าง ๆ ตามความเข้าใจ โดยนำความรู้เหล่านั้นมาสัมพันธ์กันและใช้ในการสรุปลักษณะของสิ่งเหล่านั้นอีกครั้ง

3. นักเรียนมีการพัฒนาการนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์เพื่อสรุปคำตอบของปัญหา เมื่อพิจารณาจำนวนนักเรียนในการระดับการนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์เพื่อสรุปคำตอบของปัญหามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นแต่ละแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1 และ 2 มีจำนวนกลุ่มนักเรียน 6 และ 5 กลุ่ม อยู่ในระดับปรับปรุง เนื่องจากนักเรียนยังไม่คุ้นชินกับการดำเนินการแก้ปัญหาด้วยตนเอง และระดับการนำเสนอตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์เพื่อสรุปคำตอบของปัญหาในแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สุดท้ายอยู่ในระดับดี นักเรียนสามารถใช้ข้อความหรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อสรุปคำตอบได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม และชัดเจน เนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวปฏิบัติการสอน 5 ขั้นในการปฏิบัติขั้นที่ 3 การติดตาม ผู้วิจัยจะสังเกต สำรวจและติดตามแนวคิดของนักเรียนขณะลงมือทำงานทางคณิตศาสตร์ และชี้แนะเมื่อนักเรียนมีแนวคิดหรือวิธีการที่ไม่ถูกต้อง เช่น กิจกรรม “โจทย์ประยุกต์ฟังก์ชันเชิงเส้น”, “โจทย์ประยุกต์ฟังก์ชันกำลังสอง” และ “Zombie” นักเรียนจะต้องพูดคุยแลกเปลี่ยนแนวคิดกันภายในกลุ่ม และสรุปแนวคิดของกลุ่มย่อยเพื่อที่จะนำเสนอในชั้นเรียนทำให้นักเรียนได้เห็นข้อผิดพลาดและข้อบกพร่องของตนเอง สอดคล้องกับ Nation Council of Teacher of Mathematics [9] ที่ได้กล่าวว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีโอกาสแลกเปลี่ยนความรู้ระหว่างนักเรียนกับนักเรียน ได้อธิบายแนวคิด เหตุผล และสื่อสารให้บุคคลอื่นเห็นด้วยกับแนวคิดของตนเองไม่ว่าจะเป็นการพูด

และการฟัง กิจกรรมดังกล่าวจะช่วยให้นักเรียนได้สร้างความรู้ด้วยตนเอง เรียนรู้ รับฟังแนวคิดในลักษณะต่าง ๆ เพื่อให้เกิดความชัดเจนในแนวคิดของตนเอง ซึ่งถือเป็นการส่งเสริมและพัฒนาความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ และในการปฏิบัติขั้นที่ 5

การเชื่อมโยง นักเรียนนำเสนอแนวคิดของตนเองและอภิปรายแนวคิดแต่ละแนวคิดว่ามีความแตกต่างกันอย่างไร ซึ่งแต่ละแนวคิดที่แตกต่างกันทำให้นักเรียนเห็นการเชื่อมโยงแนวคิดของตนเองไปยังแนวคิดของผู้อื่น เกิดการสร้างความรู้จากความรู้เดิมมาสู่ความรู้ใหม่ด้วยตนเอง สอดคล้องกับงานวิจัยของ Slavin [11] ที่ได้ศึกษาเกี่ยวกับความสำเร็จกับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบร่วมมือพบว่าการได้พูดคุยถึงกระบวนการต่าง ๆ จะทำให้ทราบข้อบกพร่องและสามารถแก้ปัญหาได้ ประสบการณ์เป็นสิ่งสำคัญที่จะช่วยให้นักเรียนสามารถให้เหตุผลและสร้างกระบวนการในการเรียนรู้ที่สามารถพิสูจน์และวิพากษ์วิจารณ์กันได้ การทำงานร่วมกับผู้อื่นสามารถช่วยให้หาข้อสรุปและมีความคิดริเริ่มในการเรียนรู้ทำให้นักเรียนเกิดแนวคิดที่หลากหลายในการแก้ปัญหา

## 9. ข้อเสนอแนะ

### 9.1. ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

9.1.1 ครูควรออกแบบและคัดเลือกงานทางคณิตศาสตร์นำมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ให้มีความเหมาะสมกับนักเรียน โดยถ้านักเรียนมีความสามารถทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับกลาง งานทางคณิตศาสตร์ควรมีความน่าสนใจ เช่น กิจกรรมรีมิกซ์ ฟังก์เชิงเส้น รีมิกซ์ ฟังก์ชันกำลังสอง และรีมิกซ์ ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล เป็นงานทางคณิตศาสตร์ที่ให้นักเรียนได้พิจารณาลักษณะของกราฟที่กำหนดให้ และจัดกลุ่มกราฟที่มีลักษณะคล้ายกัน รวมถึงบอกแนวโน้มลักษณะของกราฟเมื่อมีค่าเปลี่ยนแปลงไปได้

9.1.2 ครูควรกระตุ้นให้นักเรียนได้ทำความเข้าใจปัญหาด้วยตนเอง แสดงแนวคิดในการดำเนินการแก้ปัญหา ซึ่งนักเรียนจะได้สังเกตปัญหาด้วยตนเองจากง่ายไปสู่ยาก และใช้ความรู้พื้นฐานเดิมมาใช้ในการแก้ปัญหา เพื่อให้นักเรียนได้ค้นพบและเรียนรู้แนวคิดที่หลากหลายและเชื่อมโยงไปสู่การอภิปรายและข้อสรุปความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ได้ โดยนักเรียนอาจมีการใช้เครื่องมือ อุปกรณ์ หรือโปรแกรมในการลงมือแก้ปัญหา เช่น Geogebra ร่วมด้วย

### 9.2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

9.2.1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวปฏิบัติการสอน 5 ขั้น เป็นวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีศักยภาพในการพัฒนาการสื่อสารของนักเรียนได้เป็นอย่างดี ในการวิจัยครั้งต่อไปควรนำรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้นี้ไปใช้เพื่อพัฒนาทักษะการสื่อสารและนำเสนอทางคณิตศาสตร์ เนื่องจากแนวปฏิบัติการสอน 5 ขั้นดังกล่าว มีขั้นการปฏิบัติที่ 3 การติดตาม ที่ให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนแนวคิดโดยสื่อสารภายในกลุ่มย่อยเพื่อเลือกแนวคิดและเขียนแสดงมาเป็นวิธีการของกลุ่มย่อย และขั้นการปฏิบัติที่ 5 การเชื่อมโยง นักเรียนจะต้องนำเสนอแนวคิดและวิธีการของกลุ่มย่อยกับชั้นเรียนและเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยน อภิปรายความคิด และเชื่อมโยงไปสู่ข้อสรุปเป็นความรู้ใหม่

## เอกสารอ้างอิง

[1] Thongnuan, P. (2011). “The effects of organizing active learning emphasized representation on mathematical achievement, reasoning, and communication abilities in relations and functions of mathayomsuksa IV students.” Master’s thesis, Srinakharinwirot University, 198-206. (in Thai)

[2] Moonsuwan, S. (2015). **Effect of organizing mathematics learning activity using FOPS strategy on mathematical reasoning ability and mathematical representation of eighth grade students. An Online Journal of Education.** [online]. Available: https://so01.tci-thaijo.org/index.php/OJED/article/view/40485 Retrieved April 23, 2021. (in Thai)

[3] Shulman, L. S. (1986). **Those who understand: Knowledge growth in teaching. Educational researcher.** [online]. Available: http://depts.washington.edu/comgrnd/ccli/papers/shulman_ThoseWhoUnderstandKnowledgeGrowthTeaching_1986-jy.pdf Retrieved April 23, 2021.

[4] Makanong, A. (2011). **Mathematical Skills and Processes: The development of evolution of mathematics**. Bangkok: Chulalongkorn University. 34-35. (in Thai)

[5] Smith, M. S., & Stein, M. K. (2011). **5 Practices for Orchestrating Productive Math Discussions.** 3rd ed. VA.: Nation Council of Teachers of Mathematics & Corwin Press. 27-29.

[6] Winaikosol, T. (2019). **Effects of organizing mathematics learning activities by using 5 Practices on mathematical knowledge and reasoning ability of ninth grade students. An Online Journal of Education.** [online]. Available: https://so01.tci-thaijo.org/index.php/OJED/article/view/189478 Retrieved April 25, 2021. (in Thai)

[7] Samart, P. (2012). "Development of mathematical thinking of eighth grade students by using mathematizing process." Master's thesis, Chulalongkorn University, 43-100. (in Thai)

[8] Larsson, M. (2015). "Orchestrating mathematical whole-class discussions in the problem solving classroom." Master's thesis, Mälardalen University, 73-79.

[9] Nation Council of Teacher of Mathematics. (2000). **Principles and Standard for School Mathematics.** Reston, VA.: National Council of Teachers of Mathematics. 7-35.

[10] Unyo, O. (2010). "Effects of organizing mathematics learning activities by using multiple representations and graphic calculator on mathematics concept and problem solving ability of functions." Master's thesis, Chulalongkorn University, 123-125. (in Thai)

[11] Slavin, R. E. (1996). **Research on Cooperative Learning and Achievement: What We Know, What We Need to Know. Contemporary Educational Psychology.** [online]. Available: https://psycnet.apa.org/record/1996-00636-003 Retrieved April 25, 2021.

# การออกแบบผลิตภัณฑ์เชิงนิเวศ กรณีศึกษาเก้าอี้จากขวดพลาสติก
# ECOLOGICAL DESIGN IN THE CASE STUDY OF CHAIR FROM PLASTIC BOTTLES

**เสน่ห์ สำเภาเงิน* สมชาย ดิษฐาภรณ์ และอุดมศักดิ์ สถาวร**
**Saneh Sompoangeon*, Somchye Distaporn, and Udomsak Sthawon**
**E-mail: saneh.s@mail.rmutk.ac.th, somchye.d@mail.rmutk.ac.th, and udomsak161140@gmail.com**

ภาควิชาเทคโนโลยีสื่อสารและอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ กรุงเทพมหานคร 10120
Department of Communication Technology and Industry, Faculty of Science and Technology,
Rajamangala University of Technology Krungthep, Bangkok 10120 Thailand

*Corresponding author E-mail: saneh.s@mail.rmutk.ac.th

(Received: May 12, 2021; Revised: May 22, 2021; Accepted: June 11, 2021)

## ABSTRACT

This are three objectives in this research. The first objective is to study the transformation procedure of plastic bottles into the versatile sheets and test for their mechanical properties. The second objective is to design chairs and test bearing capacity of the chair models made from the plastic bottles. The third objective is to assess satisfaction from the chair models made by the plastic bottles. The samples for this study are three injection technicians, three material technology scientists, five design experts, 15 testers of body weight, and 30 residents of Bang Kho Laem District in Bangkok. All samples were chosen by purposive sampling. Materials in this study included questionnaire about the appropriateness of chair models, mechanical properties test of versatile sheets, data record, and satisfaction questionnaire. Analyzed tools were percentage, arithmetic means, and standard deviation. According to the result of the study, 1) recycled high-density polyethylene (HDPE) plastic bottles and plastic bottle caps were ground into small pieces. The pieces were 200 grams, which were melted and pressed into 20.0 x 20.0 x 0.5 cm versatile sheets. Mechanical properties test as American Society for Testing and Materials (ASTM) international standard revealed that the versatile sheets were strong, resistant to breaking and bending, and impact-absorbent. 2) According to the assessment from experts, model was the most satisfying to the experts ($\overline{x}$ = 3.91, S.D.= 0.53). The chair was made of 21 versatile sheets. Versatile sheets were attached to the structure with screws. The overall dimension was 72.0 (width) x 80.0 (length) x 85.5 (height) cm, the seat was 43.0 cm from the ground. The modelled chair was tested for bearing weight and it was able to 115-120 kg. 3) From the assessment questionnaire of the model chair, it found that overall satisfaction was at a high level ($\overline{x}$ = 4.36, S.D. = 0.67).

**Keywords:** Ecological design; Chair; Plastic bottles; Recycle; Versatile sheets

**บทคัดย่อ**

การวิจัยมีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อศึกษากระบวนการแปลงสภาพขวดพลาสติกเป็นแผ่นและทดสอบสมบัติเชิงกลของแผ่นอเนกประสงค์ 2) เพื่อออกแบบเก้าอี้และทดสอบการรับน้ำหนักของต้นแบบเก้าอี้จากขวดพลาสติก 3) เพื่อประเมินความพึงพอใจต้นแบบเก้าอี้จากขวดพลาสติก กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ ช่างฉีดพลาสติก 3 คน นักวิทยาศาสตร์ด้านเทคโนโลยีวัสดุ 3 คน ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบ 5 คน ผู้ที่มีน้ำหนักตามระดับช่วง 15 คน และผู้พักอาศัยในเขตบางคอแหลม กรุงเทพมหานคร 30 คน โดยการสุ่มแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ ได้แก่ แบบสอบถามความเหมาะสมรูปแบบ แบบทดสอบสมบัติเชิงกล แบบบันทึกข้อมูลการรับน้ำหนัก และแบบสอบถามความพึงพอใจ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลคือค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัย พบว่า 1) การแปลงสภาพขวดพลาสติกจากการนำกลับมาใช้ใหม่ ใช้ขวดประเภทพอลิเอธิลีนความหนาแน่นสูง บดเป็นเศษน้ำหนักประมาณ 200 กรัม หลอมแล้วอัดขึ้นรูปเป็นแผ่นอเนกประสงค์ขนาด 20.0 x 20.0 x 0.5 เซนติเมตร แล้วนำไปทดสอบสมบัติเชิงกลตามมาตรฐานสากล American Society for Testing and Materials (ASTM) พบว่า แผ่นอเนกประสงค์มีความแข็งแรง ทนทานต่อการแตกหรือการหักงอ และรับแรงกระแทกได้ดี 2) ผลการออกแบบเก้าอี้ พบว่า มีความเหมาะสมในระดับมาก ($\bar{x}$ = 3.91, S.D. = 0.53) โดยใช้แผ่นอเนกประสงค์ 21 แผ่น ยึดเข้ากับโครงสร้างเหล็กด้วยสกรู มีขนาดกว้าง 72.0 x ยาว 80.0 x สูง 85.5 เซนติเมตร ความสูงที่นั่ง 43.0 เซนติเมตร จากนั้นนำไปทดสอบการรองรับน้ำหนัก พบว่าสามารถรับน้ำหนักได้มากที่สุด 115-120 กิโลกรัม และ 3) ผลการประเมินความพึงพอใจต้นแบบเก้าอี้ พบว่า ผลรวมทุกด้านมีความพึงพอใจในระดับมาก ($\bar{x}$ = 4.36, S.D. = 0.67)

**คำสำคัญ:** การออกแบบผลิตภัณฑ์เชิงนิเวศ; เก้าอี้; ขวดพลาสติก; การนำกลับมาใช้ใหม่; แผ่นอเนกประสงค์

## 1. บทนำ

พลาสติกเป็นวัสดุสังเคราะห์ที่มีบทบาทอย่างมาในชีวิตประจำวัน และมีแนวโน้มการใช้งานมากขึ้น เนื่องจากพลาสติกมีคุณสมบัติเบา แข็งแรง ทนทาน และราคาถูก สามารถผลิตให้มีรูปแบบต่าง ๆ ตามต้องการด้วยเทคโนโลยีการผลิตที่ก้าวหน้าและทันสมัย ด้วยคุณสมบัติที่โดดเด่นทำให้พลาสติกได้รับความนิยมอย่างรวดเร็ว มีคุณสมบัติตามความต้องการได้อย่างหลากหลาย เช่น ถุงพลาสติก ขวดพลาสติก ภาชนะบรรจุอาหาร ของเล่นเด็ก เฟอร์นิเจอร์ ฯลฯ ส่งผลให้เกิดขยะพลาสติกในปริมาณมากขึ้น [1] ซึ่งพลาสติกมีคุณสมบัติยากต่อการสลายตัวและเสื่อมสภาพ ทำให้ขยะมูลฝอยประเภทพลาสติกคงอยู่ในสภาพแวดล้อมได้เป็นเวลานานก่อให้เกิดเป็นภาระในการจัดการและกำจัดเป็นอย่างมาก ส่งผลให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อมตามมาอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ อีกทั้งพลาสติกยังอาจปนเปื้อนสู่ห่วงโซ่อาหารและเป็นอันตรายต่อสุขภาพมนุษย์ได้ เช่น พลาสติกบางชนิดเมื่อหมดอายุการใช้งานจะถูกย่อยสลายกลายเป็นขยะชิ้นเล็ก ๆ ซึ่งสามารถแทรกในชั้นดินหรือปนเปื้อนสู่แหล่งน้ำ พลาสติกบางชนิดหากเกิดการเผาไหม้จะทำให้เกิดควันพิษในอากาศ หรือก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เป็นสาเหตุภาวะโลกร้อน [2]

จากข้อมูลการรายงานอันดับการรั่วไหลของขยะพลาสติกแต่ละประเภทในประเทศไทยปี พ.ศ. 2561 โดยองค์การระหว่างประเทศเพื่อการอนุรักษ์ธรรมชาติ (International Union for Conservation of Nature) หรือ ไอยูซีเอ็น (IUCN) ระบุว่าขยะพลาสติกประเภทพอลิเอธิลีนความหนาแน่นสูง (High Density Polyethylene, HDPE) พบการรั่วไหลสู่ธรรมชาติมากถึง 54,000 ตัน เป็นอันดับสองรองจากขยะพลาสติกประเภทพอลิเอธิลีนความหนาแน่นต่ำ (Low Density Polyethylene, LDPE) ที่นำมาใช้ผลิตถุงพลาสติก เนื่องจากพลาสติกประเภท HDPE มีการใช้กันอย่างแพร่หลายในอุตสาหกรรมบรรจุภัณฑ์ที่นิยมนำไปผลิตเป็นบรรจุภัณฑ์แบบขุ่น [3] สอดคล้องกับข้อมูลการรายงานเกี่ยวกับห่วงโซ่คุณค่าของขวดพลาสติกในประเทศไทยปี พ.ศ. 2560 โดยกอน แอดแวนเชอริน (Gone Adventurin) พบว่า มีการผลิตขวดพลาสติกออกสู่ตลาดในประเทศมากกว่า 185,000 ตัน แต่มีเพียงไม่ถึงครึ่งที่ถูกจัดเก็บ และนำเข้าสู่กระบวนการนำกลับมาใช้ใหม่อย่างเหมาะสม ส่วนขวดพลาสติกที่เหลือเกือบ 100,000 ตัน ต้องถูกนำไปฝังกลบ และบางส่วนก็เล็ดรอดออกสู่ทะเลกลายเป็นขยะทางทะเล ที่สร้างปัญหาสิ่งแวดล้อมเป็นวงกว้าง ซึ่งขวดพลาสติกสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ไม่สิ้นสุดในหลายรูปแบบ หากนำมาผ่านกระบวนการนำกลับมาใช้ใหม่ที่มีประสิทธิภาพ ยิ่งมีการนำขวดพลาสติกกลับมาใช้ใหม่ได้มากเพียงใด ก็จะทำให้ความต้องการขวดพลาสติกผลิตใหม่ลดลงมากตามไปด้วย [4]

การจัดการขยะพลาสติกมีหลายวิธี หนึ่งในนั้นคือการใช้หลักการ 3Rs ซึ่งเป็นหลักการที่เน้นการลดการใช้ทรัพยากร (Reduce) ด้วยการยืดอายุการใช้งานของสิ่งที่มีอยู่แล้ว (Reuse) หรือการหมุนเวียนของเสียกลับมาใช้ใหม่ (Recycle) เพื่อเป็นการลดของเสียทั้งยังเป็นการใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด ซึ่งในหลักการดังกล่าวจะมีการนำวัสดุที่ถูกสกัดออกมาใช้แล้วไปใช้ใหม่ในกระบวนการผลิต ด้วยการปรับแต่งวัสดุเดิมให้กลายเป็นวัตถุดิบหรือเป็นพลังงานสำหรับกระบวนการผลิตอื่น ๆ ต่อไป

จนเรียกได้ว่าเป็นแนวคิดที่นำวัสดุหมุนเวียนกลับมาใช้อย่างมีประสิทธิภาพเกิดเป็นแนวคิดอัพไซคลิ่ง (Upcycling) [5] ซึ่งเป็นกระบวนการแปลงสภาพเศษวัสดุเหลือใช้ หรือการทำให้วัสดุหรือผลิตภัณฑ์ที่ไม่สามารถใช้งานได้ตามหน้าที่เดิมให้กลายเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ที่มีคุณภาพและมีมูลค่าสูงขึ้นอีกทั้งยังเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม โดยมีความสอดคล้องกับแนวคิดการออกแบบผลิตภัณฑ์เชิงนิเวศ (Ecological design) หรือการออกแบบเพื่อสิ่งแวดล้อม (Design for environment) ที่จะเป็นแนวทางเพื่อนำไปสู่เศรษฐกิจหมุนเวียน (Circular economy) ต่อไป [6]

จากความเป็นมาและปัญหาที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยจึงศึกษาข้อมูลกระบวนการแปลงสภาพขวดพลาสติก และมีความสนใจที่จะออกแบบผลิตภัณฑ์เชิงนิเวศ กรณีศึกษาเก้าอี้จากขวดพลาสติก โดยการนำขยะขวดพลาสติกประเภทพอลิเอธิลีนความหนาแน่นสูง (HDPE) มาแปลงสภาพ ผ่านกระบวนการนำกลับมาใช้ใหม่ด้วยการบดเป็นเศษ หลอมด้วยความร้อน แล้วอัดขึ้นรูปให้เป็นแผ่นอเนกประสงค์ เพื่อนำมาเป็นวัสดุภายนอกของเก้าอี้ และใช้โครงสร้างเหล็กในการรับน้ำหนักเพื่อเพิ่มความแข็งแรง มั่นคง และปลอดภัย โดยนำแผ่นอเนกประสงค์ที่ได้ยึดบนแป้นเหล็กเจาะรูที่เชื่อมติดบนโครงสร้างด้วยสกรู รวมทั้งการออกแบบเก้าอี้ให้มีความเหมาะสมกลมกลืนในด้านความคิดสร้างสรรค์ ความงาม และประโยชน์ใช้สอย เพื่อให้ตรงกับความต้องการของกลุ่มผู้บริโภคในยุคปัจจุบัน อีกทั้งยังเป็นการสร้างทางเลือกที่สร้างสรรค์ในการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมและการออกแบบผลิตภัณฑ์เชิงนิเวศเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืนต่อไป

## 2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

2.1 เพื่อศึกษากระบวนการแปลงสภาพขวดพลาสติกเป็นแผ่นและทดสอบสมบัติเชิงกลของแผ่นอเนกประสงค์

2.2 เพื่อออกแบบเก้าอี้และทดสอบการรับน้ำหนักของต้นแบบเก้าอี้จากขวดพลาสติก

2.3 เพื่อประเมินความพึงพอใจต้นแบบเก้าอี้จากขวดพลาสติก

## 3. ขอบเขตของการวิจัย

**3.1 ขอบเขตด้านเนื้อหา** ใช้ระเบียบวิธีวิจัยแบบผสมผสาน ซึ่งรวมระเบียบวิธีวิจัยเชิงคุณภาพในการศึกษาและเก็บข้อมูลจากหนังสือ เอกสารทางวิชาการ และใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงปริมาณในการเก็บข้อมูลและวัดตัวแปรเป็นค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

**3.2 ขอบเขตด้านพื้นที่** แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ส่วนแรกเป็นพื้นที่ในการทดสอบสมบัติเชิงกลของแผ่นอเนกประสงค์ คือ กองวัสดุวิศวกรรม กรมวิทยาศาสตร์บริการ แขวงทุ่งพญาไท เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร ส่วนที่สองเป็นพื้นที่ในการประเมินระดับความพึงพอใจต้นแบบเก้าอี้จากขวดพลาสติก คือ หมู่บ้านเพชรไผ่เงิน เขตบางคอแหลม กรุงเทพมหานคร

**3.3 ขอบเขตด้านการออกแบบ** ออกแบบเก้าอี้แบบมีพนักพิง จำนวน 1 ตัว โดยใช้วัสดุหลักคือแผ่นอเนกประสงค์ที่ได้จากการนำขวดพลาสติกที่ใช้แล้ว มาผ่านกระบวนการแปลงสภาพโดยการนำกลับมาใช้ใหม่ และโครงสร้างเป็นเหล็ก

**3.4 ขอบเขตด้านประชากรและกลุ่มตัวอย่าง** แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ตามวัตถุประสงค์ ดังนี้

3.4.1 กลุ่มที่ 1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่างตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 1 เพื่อศึกษากระบวนการแปลงสภาพขวดพลาสติกเป็นแผ่นและทดสอบสมบัติเชิงกลของแผ่นอเนกประสงค์ 1) ประชากร คือ ช่างฉีดพลาสติก ที่มีประสบการณ์ในการทำงานมากกว่า 5 ปี ขึ้นไป และนักวิทยาศาสตร์ด้านเทคโนโลยีวัสดุ กองวัสดุวิศวกรรม 2) กลุ่มตัวอย่าง คือ ช่างฉีดพลาสติก จำนวน 3 คน และนักวิทยาศาสตร์ด้านเทคโนโลยีวัสดุ กองวัสดุวิศวกรรม กลุ่มพลาสติกและผลิตภัณฑ์พลาสติก จำนวน 3 คน โดยการสุ่มแบบเจาะจง

3.4.2 กลุ่มที่ 2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่างตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 2 เพื่อออกแบบเก้าอี้และทดสอบการรับน้ำหนักของต้นแบบเก้าอี้จากขวดพลาสติก 1) ประชากร คือ ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบ ที่มีประสบการณ์ในการทำงานมากกว่า 10 ปี ขึ้นไป และผู้ที่มีน้ำหนักตามระดับช่วง 5 ระดับ 2) กลุ่มตัวอย่าง คือ ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบ จำนวน 5 คน และผู้ที่มีน้ำหนักตามระดับช่วง 5 ระดับ จำนวน 15 คน โดยการสุ่มแบบเจาะจง

3.4.3 กลุ่มที่ 3 ประชากรและกลุ่มตัวอย่างตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 3 เพื่อประเมินความพึงพอใจต้นแบบเก้าอี้จากขวดพลาสติก 1) ประชากร คือ ผู้พักอาศัยในเขตบางคอแหลม จังหวัดกรุงเทพมหานคร 2) กลุ่มตัวอย่าง คือ ผู้พักอาศัยในหมู่บ้านเพชรไผ่เงิน เขตบางคอแหลม จังหวัดกรุงเทพมหานคร จำนวน 30 คน โดยการสุ่มแบบเจาะจง

**3.5 ตัวแปรที่ศึกษา**

3.5.1 ตัวแปรต้น ได้แก่ 1) สมบัติเชิงกลของแผ่นอเนกประสงค์ 2) ต้นแบบเก้าอี้จากขวดพลาสติก 3) น้ำหนักของผู้ทดสอบ

3.5.2 ตัวแปรตาม ได้แก่ 1) ผลการทดสอบสมบัติเชิงกลของแผ่นอเนกประสงค์ 2) ผลการประเมินความพึงพอใจต้นแบบเก้าอี้จากขวดพลาสติก และ 3) ผลการทดสอบการรับน้ำหนักของต้นแบบเก้าอี้จากขวดพลาสติก

**3.6 นิยามศัพท์เฉพาะของการวิจัย**

3.6.1 การออกแบบผลิตภัณฑ์เชิงนิเวศ หมายถึง การนำขวดพลาสติกที่ใช้แล้วมาผ่านกระบวนการแปลงสภาพเพื่อนำกลับมาใช้ใหม่ (Recycle) ในลักษณะที่เป็นแผ่น แล้วนำมาเป็นวัสดุหลักในการออกแบบเก้าอี้

3.6.2 ขวดพลาสติก หมายถึง ขวดพลาสติกรวมถึงฝาปิดขวดประเภทพอลิเอธิลีนความหนาแน่นสูง (High Density Polyethylene, HDPE) ที่เป็นขยะเหลือทิ้ง นำมาผ่านกระบวนการบดให้เป็นเศษ จากนั้นหลอมเศษพลาสติกด้วยความร้อนแล้วอัดขึ้นรูปให้เป็นแผ่นอเนกประสงค์

## 4. กรอบแนวคิดในการวิจัย

4.1 กรอบแนวคิดตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 1 เพื่อศึกษากระบวนการแปลงสภาพขวดพลาสติกเป็นแผ่นและทดสอบสมบัติเชิงกลของแผ่นอเนกประสงค์ ผู้วิจัยใช้กรอบแนวคิดเศรษฐกิจหมุนเวียนของ Thailand Institute of Scientific and Technological Research [6] คือการนำทรัพยากรที่ถูกใช้แล้วกลับมาแปรรูปและนำกลับมาใช้ใหม่ (Recycle) รวมทั้งกรอบแนวคิดการศึกษากระบวนการแปลงสภาพเศษวัสดุเหลือใช้ของ Intharachuto [5] เพื่อเป็นข้อมูลในการแปลงสภาพขวดพลาสติก และใช้กรอบแนวคิดการทดสอบสมบัติเชิงกลใน 3 ลักษณะ ตามมาตรฐานสากล American Society for Testing and Materials (ASTM) ได้แก่ 1) การทดสอบแรงดึง ASTM D638 2) การทดสอบแรงดัดโค้ง ASTM D790 และ 3) การทดสอบแรงกระแทก ASTM D256

4.2 กรอบแนวคิดตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 2 เพื่อออกแบบเก้าอี้และทดสอบการรับน้ำหนักของต้นแบบเก้าอี้จากขวดพลาสติก ผู้วิจัยใช้กรอบแนวคิดหลักการออกแบบเก้าอี้ของ Sahasomchok [7] เพื่อใช้เป็นเกณฑ์ในการคัดเลือกรูปแบบเก้าอี้จากขวดพลาสติก 5 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านความสะดวกสบาย 2) ด้านการออกแบบ 3) ด้านวัสดุที่มองเห็นภายนอก 4) ด้านโครงสร้างเก้าอี้ 5) ด้านกระบวนการผลิต และใช้กรอบแนวคิดที่ผู้วิจัยกำหนดขึ้น ด้วยการกำหนดช่วงระดับน้ำหนักของผู้ทดสอบทั้งหมด 5 ระดับ เพื่อหาช่วงน้ำหนักที่เก้าอี้สามารถรับได้มากที่สุด โดยที่เก้าอี้ยังไม่เสียหายหรือชำรุด

4.3 กรอบแนวคิดตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 3 เพื่อประเมินความพึงพอใจต้นแบบเก้าอี้จากขวดพลาสติก ผู้วิจัยใช้กรอบแนวคิดการพิจารณาสร้างสรรค์ผลงานเชิงอุตสาหกรรมของ Charungchitsunthon [8] เป็นเกณฑ์ในการประเมินความพึงพอใจต้นแบบเก้าอี้จากขวดพลาสติก 3 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านหน้าที่ใช้สอย 2) ด้านความสวยงามน่าใช้ และ 3) ด้านวัสดุและกรรมวิธีการผลิต

## 5. วิธีดำเนินการวิจัย

**5.1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย**

5.1.1 แบบทดสอบสมบัติเชิงกลของแผ่นอเนกประสงค์ ทดสอบโดยกองวัสดุวิศวกรรม กรมวิทยาศาสตร์บริการ ทั้งหมด 3 ลักษณะ ตามมาตรฐานสากล ASTM ได้แก่ 1) การทดสอบแรงดึง 2) การทดสอบแรงดัดโค้ง และ 3) การทดสอบแรงกระแทก

5.1.2 แบบสอบถามความเหมาะสมรูปแบบเก้าอี้จากขวดพลาสติก ประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์ จำนวน 5 คน ใช้เกณฑ์ในการประเมินคัดเลือกรูปแบบเก้าอี้จากขวดพลาสติก 5 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านความสะดวกสบาย 2) ด้านการออกแบบ 3) ด้านวัสดุที่มองเห็นภายนอก 4) ด้านโครงสร้างเก้าอี้ และ 5) ด้านกระบวนการผลิต

5.1.3 แบบบันทึกผลการทดสอบการรองรับน้ำหนักของเก้าอี้จากขวดพลาสติก ทดสอบโดยผู้ที่มีน้ำหนักตามระดับช่วง 5 ระดับ จำนวน 15 คน จากการสังเกตระยะการกางออกของขาเก้าอี้

5.1.4 แบบสอบถามความพึงพอใจต้นแบบเก้าอี้จากขวดพลาสติก ประเมินโดยกลุ่มตัวอย่างผู้พักอาศัยในหมู่บ้านเพชรไผ่เงิน เขตบางคอแหลม จังหวัดกรุงเทพมหานคร จำนวน 30 คน ใช้เกณฑ์ในการประเมินความพึงพอใจต้นแบบเก้าอี้จากขวดพลาสติก 3 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านหน้าที่ใช้สอย 2) ด้านความสวยงามน่าใช้ และ 3) ด้านวัสดุและกรรมวิธีการผลิต

**5.2 การเก็บรวบรวมข้อมูล**

5.2.1 การเก็บรวบรวมข้อมูลทุติยภูมิจากหนังสือและเอกสารทางวิชาการ ได้แก่ 1) ขวดพลาสติก 2) กระบวนการแปลงสภาพเศษขวดพลาสติก 3) หลักการออกแบบผลิตภัณฑ์เชิงนิเวศ 4) การออกแบบเก้าอี้ 5) การยศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง และ 6) กระบวนการผลิต รวมทั้งการเก็บรวมรวมข้อมูลจากการทดสอบสมบัติเชิงกลชิ้นทดสอบตัวอย่างของแผ่นอเนกประสงค์ตามมาตรฐานสากล ASTM ได้แก่ 1) การทดสอบแรงดึง ASTM D638 2) การทดสอบแรงดัดโค้ง ASTM D790 และ 3) การทดสอบแรงกระแทก ASTM D256 ในอุณหภูมิและความชื้นของห้องปรับสภาวะ/ห้องทดสอบ: (23±2)°C/(50±10)%RH ซึ่งใช้วิธีการทดสอบ ได้แก่ 1) Tensile strength and elongation (ASTM D638) มีระยะห่างระหว่างปากจับ 65 มิลลิเมตร ระยะพิกัด 25 มิลลิเมตร อัตราเร็ว 5 มิลลิเมตรต่อนาที จำนวนชิ้นทดสอบ 10 ชิ้น 2) Flexural strength and flexural modulus (ASTM D790) มีระยะห่างระหว่างจุดรองรับ 82 มิลลิเมตร อัตราเร็วในการทดสอบ 2.18 มิลลิเมตรต่อนาที จำนวนชิ้นทดสอบ 10 ชิ้น และ 3) Izod impact strength (ASTM D256) ใช้ค้อนในการกระแทก 1 จูล จำนวนชิ้นทดสอบ 10 ชิ้น

5.2.2 การเก็บรวบรวมข้อมูลรูปแบบเก้าอี้จากขวดพลาสติก จากผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบ จำนวน 5 คน ใช้แบบสอบถามความเหมาะสมรูปแบบเก้าอี้จากขวดพลาสติก ลักษณะแบบสอบถามเป็นแบบมาตราส่วนประเมินค่า (Rating scale) ความเหมาะสม 5 ระดับ ตามวิธีของลิเคิร์ท (Likert) [9] และเก็บรวบรวมข้อมูลการทดสอบการรับน้ำหนักของต้นแบบเก้าอี้จากขวดพลาสติก จากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 15 คน ใช้แบบบันทึกข้อมูลการรับน้ำหนักของเก้าอี้จากขวดพลาสติก ซึ่งผู้วิจัยได้กำหนดช่วงระดับน้ำหนักของผู้ทดสอบ โดยแต่ละระดับใช้ผู้ทดสอบ 3 คน ทดสอบการนั่งคนละ 3 ครั้ง แล้วสังเกตระยะการกางออกของขาเก้าอี้ 5 ระดับ ได้แก่ 1) ระดับที่ 1 ช่วงน้ำหนัก 55-60 กิโลกรัม 2) ระดับที่ 2 ช่วงน้ำหนัก 75-80 กิโลกรัม 3) ระดับที่ 3 ช่วงน้ำหนัก 95-100 กิโลกรัม 4) ระดับที่ 4 ช่วงน้ำหนัก 115-120 กิโลกรัม และ 5) ระดับที่ 5 ช่วงน้ำหนัก 135 กิโลกรัม ขึ้นไป

5.2.3 การเก็บรวบรวมข้อมูลความพึงพอใจต้นแบบเก้าอี้จากขวดพลาสติก จากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน โดยใช้แบบสอบถามความพึงพอใจต้นแบบเก้าอี้จากขวดพลาสติก ลักษณะแบบสอบถามเป็นแบบมาตราส่วนประเมินค่าความพึงพอใจ 5 ระดับ ตามวิธีของลิเคิร์ท

**5.3 การวิเคราะห์ข้อมูล**

5.3.1 การวิเคราะห์ข้อมูลจากหนังสือและเอกสารทางวิชาการ โดยนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์และสรุปผลในรูปแบบความเรียง เพื่อใช้เป็นข้อมูลในกระบวนการแปลงสภาพขวดพลาสติกเป็นแผ่นและเป็นแนวทางในการออกแบบเก้าอี้ จากนั้นจึงนำชิ้นทดสอบตัวอย่างที่ได้จากแผ่นอเนกประสงค์ไปทดสอบสมบัติเชิงกลใน 3 ลักษณะ ผลจากการวิเคราะห์สมบัติเชิงกลจะทำให้ทราบว่าแผ่นอเนกประสงค์มีความเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ก่อนนำไปใช้เป็นวัสดุหลักในการผลิตเป็นต้นแบบเก้าอี้

5.3.2 การวิเคราะห์ข้อมูลความเหมาะสมของรูปแบบเก้าอี้จากขวดพลาสติก เป็นการวิเคราะห์ความเหมาะสมของรูปแบบเก้าอี้จากขวดพลาสติกในแต่ละด้าน โดยการหาค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ซึ่งกำหนดเกณฑ์การแปลความหมายที่ได้จากการวิเคราะห์ ได้แก่ 1) ค่าเฉลี่ย 4.50-5.00 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด 2) ค่าเฉลี่ย 3.50-4.49 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับมาก 3) ค่าเฉลี่ย 2.50-3.49 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับปานกลาง 4) ค่าเฉลี่ย 1.50-2.49 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับน้อย และ 5) ค่าเฉลี่ย 1.00-1.49 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับน้อยที่สุด ผลที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลจะได้รูปแบบของเก้าอี้จากขวดพลาสติกที่มีความเหมาะสมมากที่สุด เพื่อนำไปผลิตเป็นต้นแบบเก้าอี้และนำไปทดสอบการรับน้ำหนักเบื้องต้นของต้นแบบเก้าอี้ โดยการสังเกตระยะการกางออกของขาเก้าอี้ แล้วทำการวัดระยะเพื่อหาค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ซึ่งกำหนดเกณฑ์การแปลความหมายที่ได้จากการวิเคราะห์ระยะที่วัดได้ ได้แก่ 1) ค่าเฉลี่ย 4.50 ซม. ขึ้นไป หมายถึง ระยะการกางออกมากที่สุด 2) ค่าเฉลี่ย 3.50-4.49 ซม. หมายถึง ระยะการกางออกมาก 3) ค่าเฉลี่ย 2.50-3.49 ซม. หมายถึง ระยะการกางออกปานกลาง 4) ค่าเฉลี่ย 1.50-2.49 ซม. หมายถึง ระยะการกางออกน้อย และ 5) ค่าเฉลี่ย 1.00-1.49 ซม. หมายถึง ระยะการกางออกน้อยที่สุด ผลที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลจะได้ช่วงน้ำหนักที่ต้นแบบเก้าอี้สามารถรับได้มากที่สุด โดยที่เก้าอี้ยังไม่เสียหายหรือชำรุด

5.3.3 การวิเคราะห์ข้อมูลความพึงพอใจต้นแบบเก้าอี้จากขวดพลาสติก เป็นการวิเคราะห์ความพึงพอใจต้นแบบเก้าอี้จากขวดพลาสติกในแต่ละด้าน โดยการหาค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ซึ่งกำหนดเกณฑ์การแปลความหมายที่ได้จากการวิเคราะห์ระดับความพึงพอใจ ได้แก่ 1) ค่าเฉลี่ย 4.50-5.00 หมายถึง มีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด 2) ค่าเฉลี่ย 3.50-4.49 หมายถึง มีความพึงพอใจในระดับมาก 3) ค่าเฉลี่ย 2.50-3.49 หมายถึง มีความพึงพอใจในระดับปานกลาง 4) ค่าเฉลี่ย 1.50-2.49 หมายถึง มีความพึงพอใจในระดับน้อย และ 5) ค่าเฉลี่ย 1.00-1.49 หมายถึง มีความพึงพอใจในระดับน้อยที่สุด

## 6. ผลการวิจัย

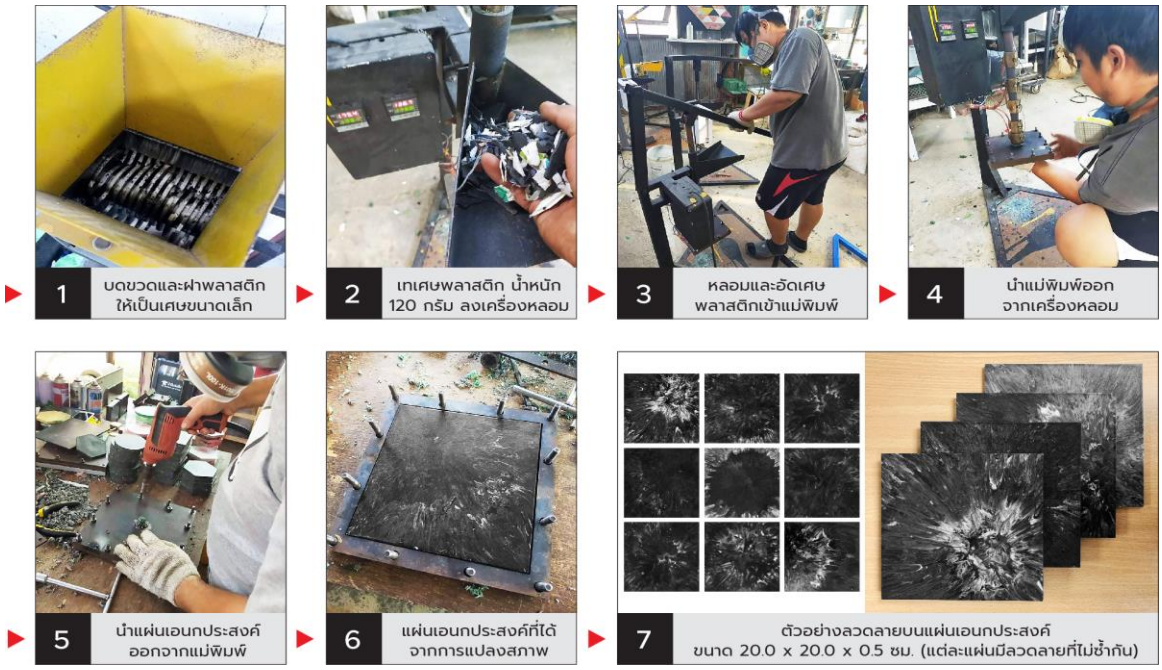
### 6.1 ผลการศึกษากระบวนการแปลงสภาพขวดพลาสติกเป็นแผ่นและทดสอบสมบัติเชิงกลของแผ่นอเนกประสงค์

6.1.1 ผลการศึกษากระบวนการแปลงสภาพขวดพลาสติกเป็นแผ่น จากการศึกษาข้อมูลจากหนังสือและเอกสารทางวิชาการ พบว่า ขวดพลาสติกที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้มีหลายประเภท เช่น ขวดพลาสติกประเภทพอลิเอทธิลีนเทเรฟธาเลท (Polyethylene Terephthalate, PET หรือ PETE) พอลิเอธิลีนความหนาแน่นสูง (High Density Polyethylene, HDPE) พอลิโพรพิลีน (Polypropylene, PP) [2] แต่ผู้วิจัยเลือกใช้ขวดพลาสติกและฝาขวดที่ผลิตจากพลาสติกรีไซเคิลหมายเลข 2 ประเภท HDPE เนื่องจากเป็นขยะพลาสติกที่พบมากโดยทั่วไปและมีปริมาณการใช้สูง [3] อีกทั้งคุณสมบัติเบื้องต้นมีความแข็งแรง เหนียว ทนต่อสารเคมี มีสีหลากหลายมากกว่าขวดน้ำดื่มพลาสติกใสประเภท PET ซึ่งสามารถนำมาสร้างสรรค์เป็นงานออกแบบที่มีเอกลักษณ์ได้ โดยขวดพลาสติกและฝาขวดที่ผู้วิจัยนำมาใช้เป็นขยะเหลือทิ้งทั่วไป ส่วนใหญ่ที่พบมีสีดำและสีขาว เช่น ขวดแชมพู ขวดสบู่เหลว ขวดยา ขวดน้ำยาปรับผ้านุ่ม ขวดน้ำมันเครื่อง ขวดเครื่องสำอาง ขวดน้ำยาทำความสะอาด เป็นต้น ในส่วนของการผลิตแผ่นอเนกประสงค์ใช้เทคนิคการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากเศษวัสดุ ได้แก่ การบด (Grind) การหลอม (Melt) และการอัดขึ้นรูป (Compression) ซึ่งกระบวนการแปลงสภาพขวดพลาสติก สามารถสรุปได้ 3 ขั้นตอนหลัก ดังนี้

1) ขั้นตอนที่ 1 นำขวดและฝาพลาสติกประเภทพอลิเอธิลีนความหนาแน่นสูง (HDPE) ที่เป็นขยะเหลือทิ้งหรือผ่านการใช้งานแล้วมาลอกป้ายฉลากหรือสติ๊กเกอร์ออกแล้วนำมาคัดแยกสี จากนั้นนำพลาสติกที่คัดแยกไว้ใส่ในเครื่องบดเพื่อบดให้เป็นเศษขนาดเล็ก ล้างทำความสะอาดแล้วผึ่งแดดให้แห้งสนิท ซึ่งในขั้นตอนนี้พยายามอย่าให้มีเศษพลาสติกประเภทอื่นปะปน เพื่อให้สามารถนำไปรีไซเคิล (Recycle) กลับมาใช้ใหม่ได้ซ้ำอีก

2) ขั้นตอนที่ 2 นำเศษพลาสติกที่ผึ่งแดดแห้งสนิทแล้ว อัตราส่วนเศษพลาสติกสีดำต่อเศษสีขาวคือ 80:20 โดยประมาณ มาผสมกันน้ำหนักประมาณ 200 กรัม เทเข้าเครื่องหลอมด้วยความร้อนและอัดขึ้นรูปแผ่นอเนกประสงค์ ซึ่งมีอุณหภูมิประมาณ 185-195 องศาเซลเซียส รอประมาณ 10 นาที เพื่อให้พลาสติกเกิดการหลอมเหลว จากนั้นอัดพลาสติกเหลวเข้าแม่พิมพ์แผ่นอเนกประสงค์

3) ขั้นตอนที่ 3 นำแม่พิมพ์แผ่นอเนกประสงค์จากขั้นตอนที่ 2 แช่ในน้ำหล่อเย็นเพื่อให้พลาสติกเย็นตัวและคงรูปเร็วขึ้น เมื่อพลาสติกคงรูปแล้วก็ทำการถอดแม่พิมพ์ออก และตัดเศษจากรูทางไหลของแม่พิมพ์ทิ้ง (เศษรูทางไหลและเศษอื่น ๆ สามารถนำกลับมาหลอมใหม่ได้) แผ่นอเนกประสงค์ที่ได้จะเป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัส มีขนาดกว้าง 20.00 x ยาว 20.00 x หนา 0.50 เซนติเมตร (ตามแบบแม่พิมพ์ที่ผลิตขึ้น) โดยแต่ละแผ่นจะมีลวดลาย (Pattern) ที่ไม่ซ้ำกัน เกิดจากการหลอมละลายรวมกันของเศษพลาสติกสีดำและขาว




**รูปที่ 1** แสดงกระบวนการแปลงสภาพขวดพลาสติกเป็นแผ่นอเนกประสงค์

6.1.2 ผลการทดสอบสมบัติเชิงกลของแผ่นอเนกประสงค์ ผู้วิจัยนำชิ้นทดสอบตัวอย่างจากแผ่นอเนกประสงค์ที่ได้ไปทดสอบสมบัติเชิงกลตามมาตรฐานสากล ASTM ซึ่งผลการทดสอบแสดงดังในตารางที่ 1 ดังนี้

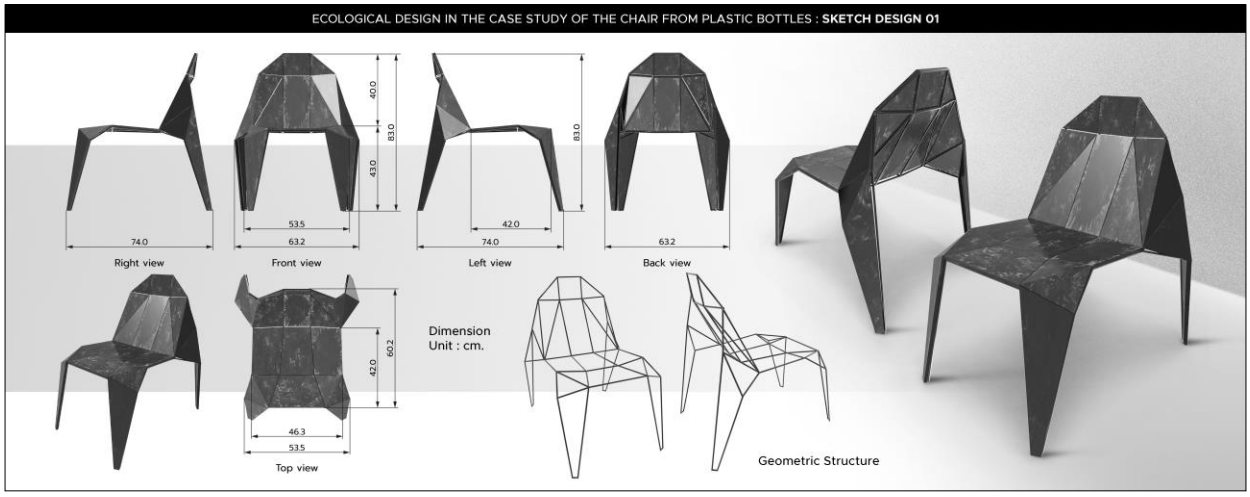
**ตารางที่ 1** แสดงผลการทดสอบสมบัติเชิงกลของแผ่นอเนกประสงค์ตามมาตรฐานสากล ASTM

| ลักษณะสมบัติเชิงกลของแผ่นอเนกประสงค์ | ผลการทดสอบสมบัติเชิงกลของพลาสติก HDPE | |
|---|---|---|
| | ค่าเฉลี่ยชิ้นทดสอบจากงานวิจัย | ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ชิ้นทดสอบจากงานวิจัยเทียบเคียง [10] |
| **1. การทดสอบแรงดึง (Tensile test) ASTM D638** | | |
| 1.1 ค่าความต้านทานแรงดึง (Tensile strength), MPa | 16.45 | 21.80 ± 2.57 |
| 1.2 ค่ามอดูลัสแรงดึง (Tensile modulus), MPa | 0.57 | - |
| 1.3 ค่าการยืดตัว (Elongation at break), % | 4.03 | - |
| **2. การทดสอบแรงดัดโค้ง (Flexural test) ASTM D790** | | |
| 2.1 ค่าความต้านทานแรงดัด (Flexural strength), MPa | 35.65 | 23.63 ± 1.06 |
| 2.2 ค่ามอดูลัสแรงดัด (Flexural modulus), MPa | 1370.00 | 856.80 ± 47.99 |
| **3. การทดสอบแรงกระแทก (Impact test) ASTM D256** | | |
| ค่าความต้านทานแรงกระแทก (Impact strength), J/m | 47.89 | 49.70 ± 0.29 |

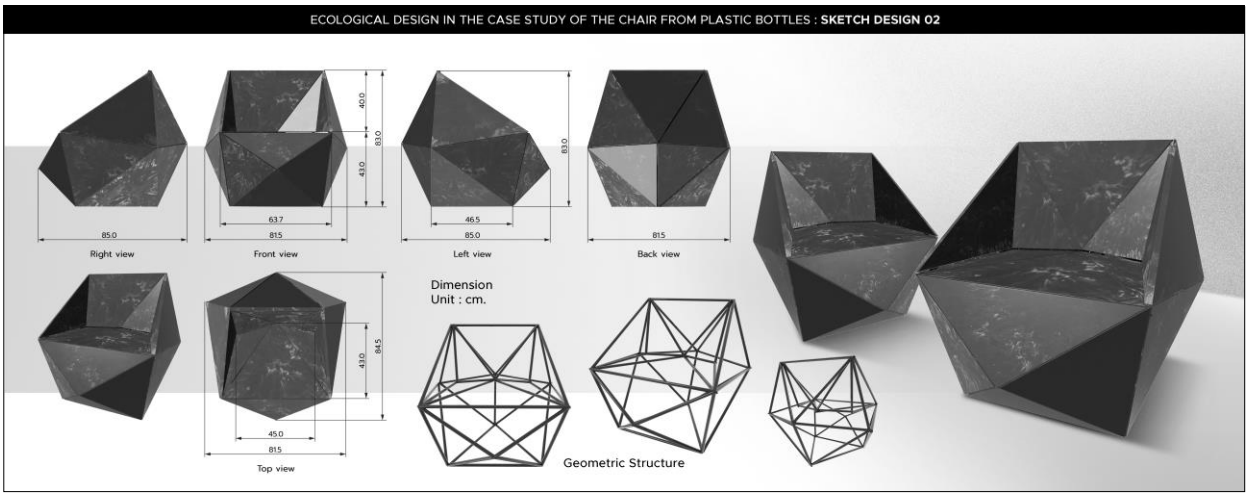
จากตารางที่ 1 ผลการทดสอบสมบัติเชิงกลของแผ่นอเนกประสงค์ตามมาตรฐานสากล ASTM พบว่า 1) การทดสอบแรงดึง มีค่าความต้านทานแรงดึง 16.45 MPa ค่ามอดูลัสแรงดึง 0.57 MPa ค่าการยืดตัว ร้อยละ 4.03 2) การทดสอบแรงดัดโค้ง มีค่าความต้านทานแรงดัด 35.65 MPa ค่ามอดูลัสแรงดัด 1370.00 MPa และ 3) การทดสอบแรงกระแทก มีค่าความต้านทานแรงกระแทก 47.89 J/m

**6.2 ผลการออกแบบเก้าอี้และทดสอบการรับน้ำหนักของต้นแบบเก้าอี้จากขวดพลาสติก**

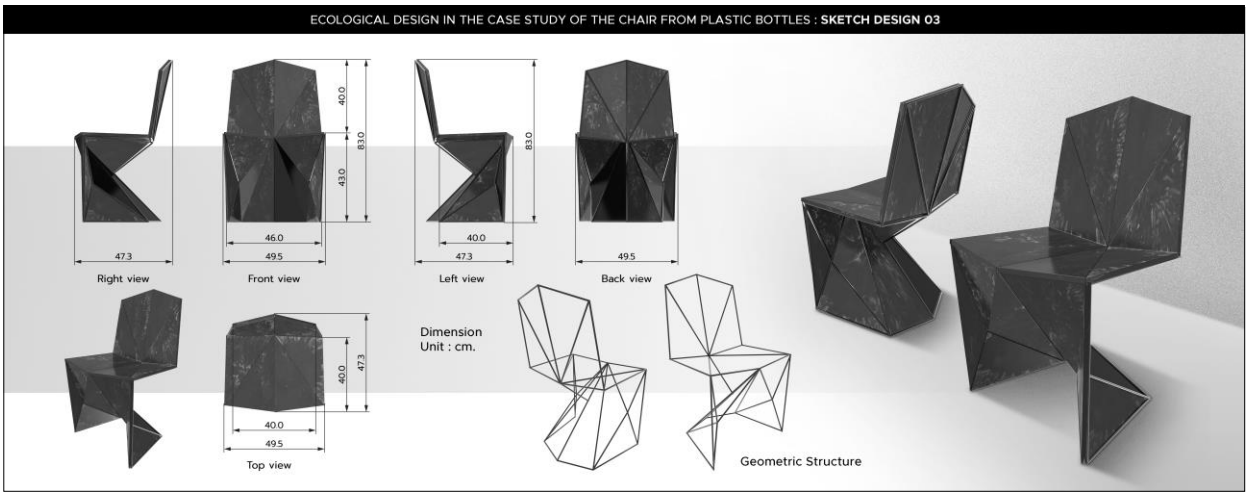
6.2.1 ผลจากแรงบันดาลใจและแนวคิดในการออกแบบเก้าอี้จากขวดพลาสติก ผู้วิจัยร่างภาพแนวคิดในการออกแบบ (Idea sketch) จำนวน 15 รูปแบบ จากนั้นคัดเลือกแบบที่มีความเหมาะสม 3 รูปแบบ ใช้เกณฑ์การคัดเลือกตามกรอบแนวคิด 5 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านความสะดวกสบาย 2) ด้านการออกแบบ 3) ด้านวัสดุที่มองเห็นภายนอก 4) ด้านโครงสร้างเก้าอี้ และ 5) ด้านกระบวนการผลิต เพื่อทำภาพนำเสนอผลงานออกแบบ (Sketch design) โดยใช้คอมพิวเตอร์กราฟิก 3 มิติ (3D Computer graphic) เข้ามาช่วยในการออกแบบและคำนวณจำนวนแผ่นอเนกประสงค์ที่นำมาใช้ ซึ่งเก้าอี้ทั้ง 3 รูปแบบ ได้แรงบันดาลใจมาจากรูปแบบเรขาคณิต (Geometric form) เป็นแนวคิดในการออกแบบ โดยนำแผ่นอเนกประสงค์มาตัดและเรียงต่อกันจนเกิดเป็นรูปทรงใหม่ โครงสร้างภายในของเก้าอี้เป็นเหล็ก แสดงดังรูปที่ 2-4




**รูปที่ 2** แสดงเก้าอี้จากขวดพลาสติก รูปแบบที่ 1




**รูปที่ 3** แสดงเก้าอี้จากขวดพลาสติก รูปแบบที่ 2




**รูปที่ 4** แสดงเก้าอี้จากขวดพลาสติก รูปแบบที่ 3

6.2.2 ผลการประเมินความเหมาะสมรูปแบบเก้าอี้จากขวดพลาสติก ข้อมูลสถานภาพทั่วไปของผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์ในการทำงานมากกว่า 10 ปี ขึ้นไป จำนวน 5 คน พบว่า เป็นเพศหญิง คิดเป็นร้อยละ 40.00 เพศชาย คิดเป็นร้อยละ 60.00 มีตำแหน่งทางวิชาการอาจารย์ คิดเป็นร้อยละ 100.00 ระดับการศึกษาปริญญาโท คิดเป็นร้อยละ 60.00 ระดับปริญญาเอก คิดเป็นร้อยละ 40.00 ซึ่งผลการประเมินความเหมาะสมรูปแบบเก้าอี้จากขวดพลาสติกแสดงดังในตารางที่ 2 ดังนี้

**ตารางที่ 2** แสดงผลการประเมินความเหมาะสมรูปแบบเก้าอี้จากขวดพลาสติก

| เกณฑ์ในการประเมิน | ระดับความเหมาะสม (n=5) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | รูปแบบที่ 1 | | รูปแบบที่ 2 | | รูปแบบที่ 3 | |
| | $\bar{x}$ | S.D. | $\bar{x}$ | S.D. | $\bar{x}$ | S.D. |
| **1. ด้านความสะดวกสบาย** | | | | | | |
| 1.1 รูปแบบเก้าอี้มีขนาดสัดส่วนและการใช้งานเหมาะสมกับสรีระร่างกายมนุษย์ | 3.60 | 0.54 | 3.20 | 0.44 | 3.00 | 0.00 |
| 1.2 รูปแบบเก้าอี้มีลักษณะและท่าทางเหมาะสมกับการนั่งพักผ่อนได้ | 4.80 | 0.44 | 3.40 | 0.55 | 3.80 | 0.83 |
| 1.3 รูปแบบเก้าอี้สามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวก | 3.60 | 0.54 | 3.00 | 0.00 | 3.00 | 0.00 |
| 1.4 รูปแบบเก้าอี้ง่ายต่อการดูแลรักษาและซ่อมแซม | 3.80 | 0.63 | 3.60 | 0.89 | 3.40 | 0.54 |
| ค่าเฉลี่ยรายด้าน | 3.95 | 0.54 | 3.30 | 0.47 | 3.30 | 0.34 |

**ตารางที่ 2** (ต่อ)

| เกณฑ์ในการประเมิน | ระดับความเหมาะสม (n=5) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | รูปแบบที่ 1 | | รูปแบบที่ 2 | | รูปแบบที่ 3 | |
| | $\bar{x}$ | S.D. | $\bar{x}$ | S.D. | $\bar{x}$ | S.D. |
| **2. ด้านการออกแบบ** | | | | | | |
| 2.1 รูปแบบเก้าอี้มีความงามในด้านสัดส่วน รูปทรง สีสัน และลวดลาย | 4.00 | 0.70 | 2.80 | 0.83 | 3.00 | 0.70 |
| 2.2 รูปแบบเก้าอี้ออกแบบสอดคล้องกับแรงบันดาลใจและแนวความคิด | 4.00 | 0.00 | 3.40 | 0.55 | 3.80 | 0.44 |
| 2.3 รูปแบบเก้าอี้มีความกลมกลืนกันระหว่างความงามของรูปทรงและประโยชน์ใช้สอย | 4.20 | 0.44 | 3.80 | 0.83 | 3.40 | 0.89 |
| ค่าเฉลี่ยรายด้าน | 4.07 | 0.38 | 3.33 | 0.74 | 3.40 | 0.68 |
| **3. ด้านวัสดุที่มองเห็นภายนอก** | | | | | | |
| 3.1 คุณสมบัติของแผ่นอเนกประสงค์มีความเหมาะสมกับรูปแบบเก้าอี้ | 3.80 | 0.64 | 3.40 | 0.41 | 3.70 | 0.89 |
| 3.2 พื้นผิวของแผ่นอเนกประสงค์มีความงามเหมาะสมกับรูปแบบเก้าอี้ | 3.90 | 0.77 | 3.80 | 0.95 | 3.60 | 0.84 |
| ค่าเฉลี่ยรายด้าน | 3.85 | 0.71 | 3.60 | 0.68 | 3.65 | 0.87 |
| **4. ด้านโครงสร้างเก้าอี้** | | | | | | |
| 4.1 รูปแบบเก้าอี้มีโครงสร้างภายในแข็งแรง ทนทาน และปลอดภัย | 4.20 | 0.44 | 3.40 | 0.54 | 4.00 | 0.00 |
| 4.2 ลักษณะโครงสร้างภายในของรูปแบบเก้าอี้สามารถรับน้ำหนักได้ดี | 3.80 | 0.44 | 3.00 | 0.70 | 2.80 | 0.83 |
| 4.3 วัสดุที่ใช้ทำโครงสร้างภายในมีความเหมาะสมกับรูปแบบเก้าอี้ | 3.60 | 0.54 | 3.00 | 0.70 | 2.80 | 0.83 |
| ค่าเฉลี่ยรายด้าน | 3.86 | 0.47 | 3.13 | 0.65 | 3.20 | 0.55 |
| **5. ด้านกระบวนการผลิต** | | | | | | |
| 5.1 รูปแบบเก้าอี้ใช้เทคนิคการผลิตที่สอดคล้องกับวัสดุที่ใช้ (แผ่นอเนกประสงค์+โครงเหล็ก) | 3.20 | 0.83 | 2.80 | 0.83 | 2.80 | 0.44 |
| 5.2 รูปแบบเก้าอี้มีขั้นตอนในการผลิตไม่ยุ่งยากซับซ้อน | 4.00 | 0.00 | 3.40 | 0.89 | 3.20 | 0.83 |
| 5.3 รูปแบบเก้าอี้ใช้เครื่องจักรในการผลิตอย่างเหมาะสมและสะดวกในการควบคุมการผลิต | 4.20 | 0.83 | 3.40 | 0.54 | 3.40 | 0.89 |
| ค่าเฉลี่ยรายด้าน | 3.80 | 0.55 | 3.20 | 0.75 | 3.13 | 0.72 |
| **ค่าเฉลี่ยรวมทุกด้าน** | **3.91** | **0.53** | **3.31** | **0.66** | **3.34** | **0.63** |
| **การแปลความหมาย** | **มาก** | | **ปานกลาง** | | **ปานกลาง** | |
| **อันดับความเหมาะสมของรูปแบบเก้าอี้** | **1** | | **3** | | **2** | |

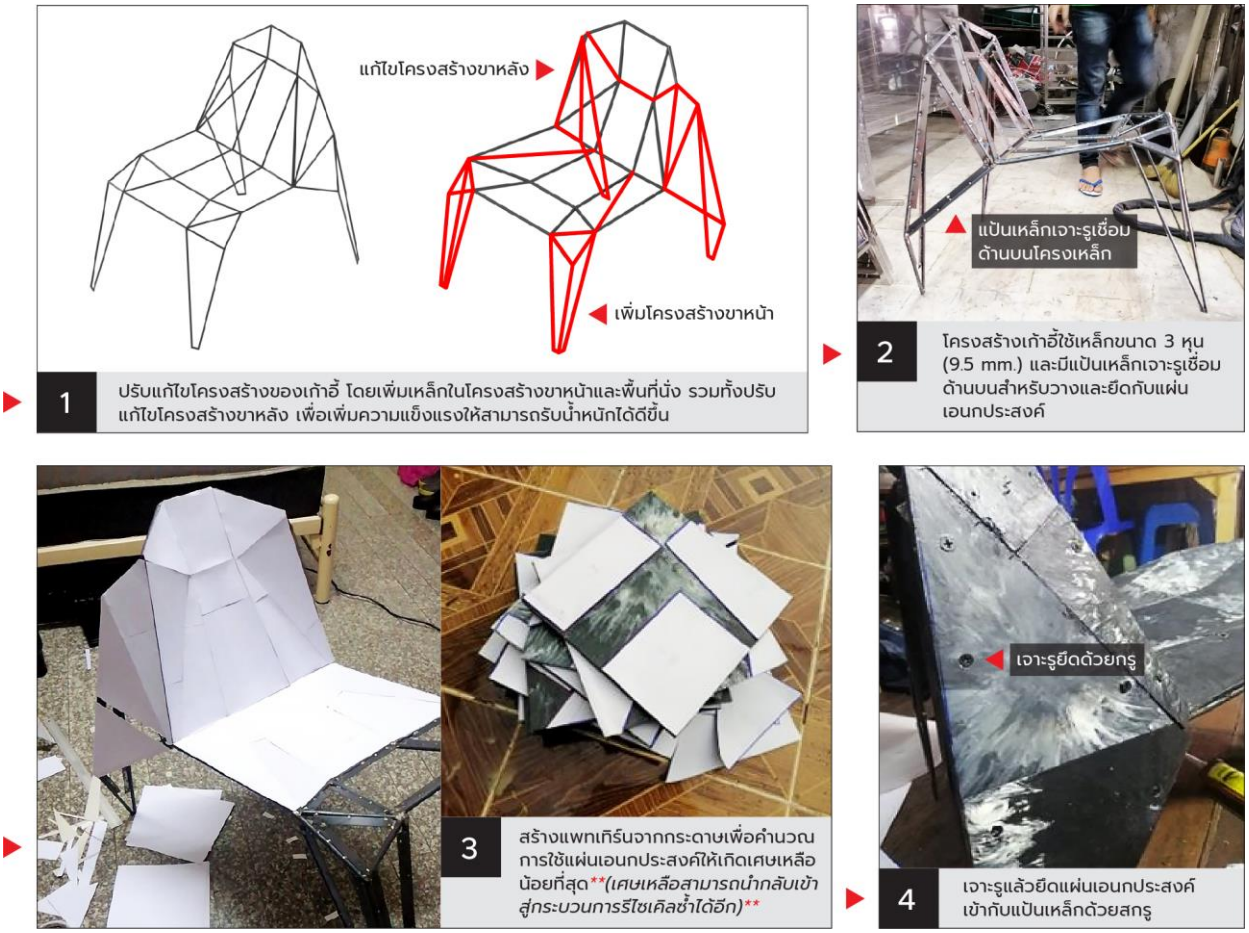
จากตารางที่ 2 ผลการประเมินความเหมาะสมรูปแบบเก้าอี้จากขวดพลาสติกจากผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบ พบว่า รูปแบบเก้าอี้จากขวดพลาสติกที่มีผลรวมทุกด้านมากที่สุด คือ รูปแบบที่ 1 มีความเหมาะสมในระดับมาก ($\bar{x}$ = 3.91, S.D. = 0.53) รองลงมา คือ รูปแบบที่ 3 มีความเหมาะสมในระดับปานกลาง ($\bar{x}$ = 3.34, S.D. = 0.63) และอันดับสุดท้าย คือ รูปแบบที่ 2 มีความเหมาะสมในระดับปานกลาง ($\bar{x}$ = 3.31, S.D. = 0.66) ซึ่งผลรวมด้านที่มีความเหมาะสมมากที่สุดของเก้าอี้รูปแบบที่ 1 คือ ด้านการออกแบบ มีความเหมาะสมในระดับมาก ($\bar{x}$ = 4.07, S.D. = 0.38) รองลงมา คือ ด้านความสะดวกสบาย มีความเหมาะสมในระดับมาก ($\bar{x}$ = 3.95, S.D. = 0.54) ถัดมา คือ ด้านโครงสร้างเก้าอี้ มีความเหมาะสมในระดับมาก ($\bar{x}$ = 3.86, S.D. = 0.47) ต่อมา คือ ด้านวัสดุที่มองเห็นภายนอก มีความเหมาะสมในระดับมาก ($\bar{x}$ = 3.85, S.D. = 0.71) และอันดับสุดท้าย คือ ด้านกระบวนการผลิต มีความเหมาะสมในระดับมาก ($\bar{x}$ = 3.80, S.D. = 0.55) ตามลำดับ ซึ่งผู้เชี่ยวชาญได้เพิ่มเติมข้อเสนอแนะของเก้าอี้รูปแบบที่ 1 คือ ให้เพิ่มความแข็งแรงของโครงเหล็กในบางจุด เพื่อให้สามารถรับน้ำหนักได้ดีขึ้น และต้องเชื่อมแป้นเหล็กติดบนโครงสร้างเหล็ก เพื่อใช้เป็นฐานในการเจาะยึดกับแผ่นอเนกประสงค์ รวมถึงคำนึงถึงหลักการยศาสตร์ ขนาดสัดส่วนให้เหมาะสมกับการใช้งาน และอาจต้องมีการปรับรูปแบบรวมถึงเทคนิคในการผลิต เพื่อให้สามารถผลิตได้ในเชิงอุตสาหกรรมต่อไป จากผลการประเมินความเหมาะสมและข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ผู้วิจัยจึงนำเก้าอี้รูปแบบที่ 1 มาปรับปรุง แก้ไข และผลิตเป็นต้นแบบเก้าอี้

6.2.3 ผลสรุปการออกแบบและผลิตต้นแบบเก้าอี้จากขวดพลาสติก สามารถสรุปได้ 2 ขั้นตอนหลัก ดังแสดงในรูปที่ 5 ดังนี้

1) ขั้นตอนที่ 1 ปรับแก้ไขโครงสร้างของเก้าอี้ โดยเพิ่มเหล็กในโครงสร้างขาหน้าและพื้นที่นั่ง รวมทั้งปรับแก้ไขโครงสร้างขาหลัง เพื่อเพิ่มความแข็งแรงของเก้าอี้ให้สามารถรับน้ำหนักได้ดีขึ้น จากนั้นเชื่อมโครงสร้างเหล็กตามแบบที่แก้ไขซึ่งใช้เหล็กขนาดความหนา 3 หุน (9.5 ม.ม.) โดยด้านบนโครงเหล็กเชื่อมแป้นเหล็กเจาะรูสำหรับวางและยึดกับแผ่นอเนกประสงค์

2) ขั้นตอนที่ 2 สร้างแบบแพทเทิร์น (Pattern) จากกระดาษ เพื่อคำนวณการใช้แผ่นอเนกประสงค์ให้คุ้มค่าและเกิดเศษเหลือน้อยที่สุด (เศษเหลือสามารถนำกลับเข้าสู่กระบวนการรีไซเคิลซ้ำได้อีก) จากนั้นนำแผ่นอเนกประสงค์ที่ตัดตามรูปแบบ ยึดบนแป้นเหล็กเจาะรูที่เชื่อมติดบนโครงสร้างด้วยสกรู

ซึ่งต้นแบบเก้าอี้ที่ผลิตขึ้นใช้แผ่นอเนกประสงค์ จำนวน 21 แผ่น มีขนาดโดยรวมประมาณกว้าง 72.0 x ยาว 80.0 x สูง 85.5 ซ.ม. (ความสูงที่นั่ง 43.0 ซ.ม.) แสดงดังรูปที่ 6 จากนั้นผู้วิจัยจึงนำต้นแบบเก้าอี้ไปทดสอบการรับน้ำหนักเบื้องต้น




**รูปที่ 5** แสดงขั้นตอนการผลิตต้นแบบเก้าอี้จากขวดพลาสติก


**รูปที่ 6** แสดงต้นแบบเก้าอี้จากขวดพลาสติก

6.2.4 ผลการทดสอบการรับน้ำหนักของต้นแบบเก้าอี้จากขวดพลาสติก ผู้วิจัยนำต้นแบบเก้าอี้ไปทดสอบการรับน้ำหนักเบื้องต้น โดยการสังเกตระยะการกางออกของขาเก้าอี้แล้วทำการวัดระยะ ซึ่งผลการทดสอบการรับน้ำหนักของต้นแบบเก้าอี้จากขวดพลาสติกแสดงดังในตารางที่ 3 ดังนี้

**ตารางที่ 3** แสดงผลการทดสอบการรับน้ำหนักของต้นแบบเก้าอี้จากขวดพลาสติก

| ช่วงระดับน้ำหนักของผู้ทดสอบ | น้ำหนักเฉลี่ยของผู้ทดสอบ (กก.) | ระยะการกางออกของขาเก้าอี้ (ซ.ม.) | | ความหมาย | การเปลี่ยนแปลงของโครงสร้างเก้าอี้ |
|---|---|---|---|---|---|
| | | $\overline{x}$ | S.D. | | |
| **ระดับที่ 1** ช่วงน้ำหนัก 55-60 กก. (n=3) | 57.67 | 1.35 | 0.04 | น้อยที่สุด | ไม่เสียหายหรือชำรุด |
| **ระดับที่ 2** ช่วงน้ำหนัก 75-80 กก. (n=3) | 77.33 | 2.46 | 0.02 | น้อย | ไม่เสียหายหรือชำรุด |
| **ระดับที่ 3** ช่วงน้ำหนัก 95-100 กก. (n=3) | 97.34 | 3.55 | 0.04 | มาก | ไม่เสียหายหรือชำรุด |
| **ระดับที่ 4** ช่วงน้ำหนัก 115-120 กก. (n=3) | 119.00 | 4.07 | 0.04 | มาก | ไม่เสียหายหรือชำรุด |
| **ระดับที่ 5** ช่วงน้ำหนัก ≥135 กก. (n=3) | 137.00 | 4.79 | 0.18 | มากที่สุด | โครงสร้างของขาเก้าอี้เริ่มมีการเสียรูปทรงอย่างชัดเจน |

จากตารางที่ 3 ผลการทดสอบการรับน้ำหนักของต้นแบบเก้าอี้จากขวดพลาสติก พบว่า ระดับที่ 1 ช่วงน้ำหนัก 55-60 กิโลกรัม มีระยะการกางออกของขาเก้าอี้น้อยที่สุด ($\overline{x}$ = 1.35, S.D. = 0.04) โครงสร้างของเก้าอี้ไม่เสียหายหรือชำรุด ระดับที่ 2 ช่วงน้ำหนัก 75-80 กิโลกรัม มีระยะการกางออกของขาเก้าอี้น้อย ($\overline{x}$ = 2.46, S.D. = 0.02) โครงสร้างของเก้าอี้ไม่เสียหายหรือชำรุด ระดับที่ 3 ช่วงน้ำหนัก 95-100 กิโลกรัม มีระยะการกางออกของขาเก้าอี้มาก ($\overline{x}$ = 3.55, S.D. = 0.04) โครงสร้างของเก้าอี้ไม่เสียหายหรือชำรุด ระดับที่ 4 ช่วงน้ำหนัก 115-120 กิโลกรัม มีระยะการกางออกของขาเก้าอี้มาก ($\overline{x}$ = 4.07, S.D. = 0.04) โครงสร้างของเก้าอี้ไม่เสียหายหรือชำรุด และระดับที่ 5 ช่วงน้ำหนักมากกว่าหรือเท่ากับ 135 กิโลกรัม มีระยะการกางออกของขาเก้าอี้มากที่สุด ($\overline{x}$ = 4.79, S.D. = 0.18) โครงสร้างของขาเก้าอี้เริ่มมีการเสียรูปทรงอย่างชัดเจน

**รูปที่ 7** แสดงการทดสอบการรับน้ำหนักของต้นแบบเก้าอี้ โดยวัดระยะการกางออกของขาเก้าอี้

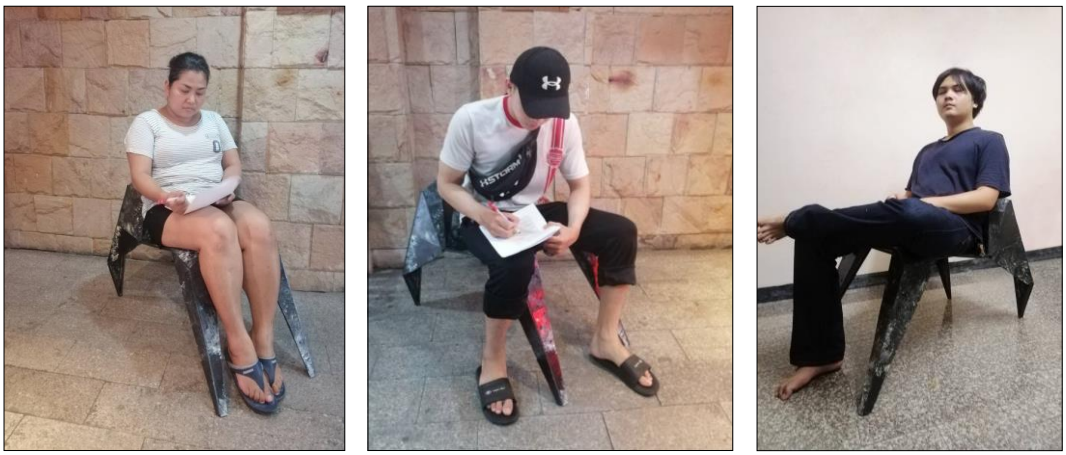
**6.3 ผลการประเมินความพึงพอใจต้นแบบเก้าอี้จากขวดพลาสติก**

ผลการประเมินความพึงพอใจต้นแบบเก้าอี้จากขวดพลาสติก ข้อมูลสถานภาพทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน พบว่า เป็นเพศชาย คิดเป็นร้อยละ 20.00 เพศหญิง คิดเป็นร้อยละ 80.00 อายุ 20-29 ปี คิดเป็นร้อยละ 60.00 อายุ 30-39 ปี คิดเป็นร้อยละ 26.60 อายุ 40-49 ปี คิดเป็นร้อยละ 13.30 ระดับการศึกษาต่ำกว่าปริญญาตรี คิดเป็นร้อยละ 30.00 ระดับปริญญาตรี คิดเป็นร้อยละ 70.00 อาชีพหลักรับราชการ คิดเป็นร้อยละ 23.30 พนักงานบริษัท คิดเป็นร้อยละ 36.70 ธุรกิจส่วนตัว คิดเป็นร้อยละ 16.70 นักศึกษา คิดเป็นร้อยละ 16.70 และว่างงาน คิดเป็นร้อยละ 6.60 ซึ่งผลการประเมินความพึงพอใจต้นแบบเก้าอี้จากขวดพลาสติกแสดงดังในตารางที่ 4 ดังนี้

**ตารางที่ 4** แสดงผลการประเมินความพึงพอใจต้นแบบเก้าอี้จากขวดพลาสติก

| เกณฑ์ในการประเมิน | ระดับความพึงพอใจ (n=30) | | |
|---|---|---|---|
| | $\bar{x}$ | S.D. | การแปลความหมาย |
| **1. ด้านหน้าที่ใช้สอย** | | | |
| 1.1 เก้าอี้สามารถนั่งพักผ่อนได้ | 4.46 | 0.68 | มาก |
| 1.2 ขนาดสัดส่วนของเก้าอี้เหมาะสมกับร่างกาย นั่งแล้วรู้สึกสบาย | 4.23 | 0.81 | มาก |
| 1.3 เก้าอี้สะดวกต่อการทำความสะอาด และสามารถแก้ไขซ่อมแซมได้ง่าย | 4.30 | 0.91 | มาก |
| 1.4 เก้าอี้มีน้ำหนักในระดับที่สามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวก | 4.10 | 0.65 | มาก |
| 1.5 เก้าอี้มีความแข็งแรงและทนทาน | 4.33 | 0.70 | มาก |
| ค่าเฉลี่ยรายด้าน | 4.28 | 0.75 | มาก |
| **2. ด้านความสวยงามน่าใช้** | | | |
| 2.1 สัดส่วนและรูปทรงของเก้าอี้มีความงาม น่าสนใจ | 4.70 | 0.46 | มากที่สุด |
| 2.2 สีสันและลวดลายของเก้าอี้มีความสวยงาม | 4.77 | 0.42 | มากที่สุด |
| 2.3 เก้าอี้แสดงถึงความคิดสร้างสรรค์ในการออกแบบ | 4.43 | 0.72 | มาก |
| 2.4 เก้าอี้มีเอกลักษณ์แตกต่างจากงานที่มีอยู่ทั่วไป | 4.33 | 0.65 | มาก |
| 2.5 การปิดรอยต่อแผ่นอเนกประสงค์ของเก้าอี้มีความเรียบร้อย สวยงาม | 4.00 | 0.44 | มาก |
| ค่าเฉลี่ยรายด้าน | 4.45 | 0.54 | มาก |
| **3. ด้านวัสดุและกรรมวิธีการผลิต** | | | |
| 3.1 การใช้แผ่นอเนกประสงค์เป็นวัสดุภายนอกของเก้าอี้มีความเหมาะสม | 4.30 | 0.83 | มาก |
| 3.2 การใช้เหล็กเป็นโครงสร้างภายในของเก้าอี้มีความเหมาะสม | 4.53 | 0.77 | มากที่สุด |
| 3.3 เทคนิคในการผลิตเก้าอี้มีความสอดคล้องกับวัสดุที่ใช้ (แผ่นอเนกประสงค์+โครงเหล็ก) | 4.10 | 0.65 | มาก |
| 3.4 การผลิตเก้าอี้มีความสอดคล้องกับเครื่องจักรที่มีในปัจจุบัน | 4.26 | 0.76 | มาก |
| 3.5 การนำวัสดุเหลือใช้กลับมาสร้างมูลค่าและเพิ่มคุณค่าด้วยการออกแบบ | 4.50 | 0.62 | มากที่สุด |
| ค่าเฉลี่ยรายด้าน | 4.34 | 0.73 | มาก |
| **ค่าเฉลี่ยรวมทุกด้าน** | **4.36** | **0.67** | **มาก** |

จากตารางที่ 4 ผลการประเมินความพึงพอใจต้นแบบเก้าอี้จากขวดพลาสติก จากกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน พบว่า ผลรวมทุกด้านมีความพึงพอใจในระดับมาก ($\bar{x}$ = 4.36, S.D. = 0.67) ซึ่งผลรวมด้านที่กลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจมากที่สุด คือ ด้านความสวยงามน่าใช้ มีความพึงพอใจในระดับมาก ($\bar{x}$ = 4.45, S.D. = 0.54) รองลงมา คือ ด้านวัสดุและกรรมวิธีการผลิต มีความพึงพอใจในระดับมาก ($\bar{x}$ = 4.34, S.D. = 0.73) และอันดับสุดท้าย คือ ด้านหน้าที่ใช้สอย มีความพึงพอใจในระดับมาก ($\bar{x}$ = 4.28, S.D. = 0.75) ตามลำดับ



**รูปที่ 8** แสดงการประเมินความพึงพอใจต้นแบบเก้าอี้จากขวดพลาสติกของกลุ่มตัวอย่างบางส่วน

## 7. สรุปและอภิปรายผล

### 7.1 สรุปและอภิปรายผลการศึกษากระบวนการแปลงสภาพขวดพลาสติกเป็นแผ่นและทดสอบสมบัติเชิงกลของแผ่นอเนกประสงค์

กระบวนการแปลงสภาพขวดพลาสติกจากการนำกลับมาใช้ใหม่ (Recycle) จากการนำขวดและฝาพลาสติกประเภทพอลิเอธิลีนความหนาแน่นสูงที่ใช้งานแล้วเป็นขยะเหลือทิ้ง ผ่านเทคนิคการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากเศษวัสดุด้วยการบดให้เป็นเศษขนาดเล็ก อัตราส่วนเศษพลาสติกสีดำต่อเศษสีขาวคือ 80:20 โดยประมาณ นำมาผสมกันน้ำหนักประมาณ 200 กรัม หลอมด้วยความร้อนแล้วอัดขึ้นรูปเป็นแผ่นอเนกประสงค์ขนาดกว้าง 20.0 x ยาว 20.0 x หนา 0.5 เซนติเมตร (ตามแบบแม่พิมพ์ที่ผลิตขึ้น) แต่ละแผ่นจะมีลวดลายที่ไม่ซ้ำกัน ซึ่งเศษที่เหลือจากกระบวนการที่กล่าวมาข้างต้น เช่น เศษจากรูทางไหลของแม่พิมพ์และเศษ อื่น ๆ สามารถนำกลับเข้าสู่กระบวนการแปลงสภาพเพื่อนำกลับมาใช้ใหม่ซ้ำได้อีกเรื่อย ๆ ซึ่งทำให้เกิดเศษเหลือน้อยมาก นอกจากจะเป็นการลดปริมาณขยะประเภทขวดพลาสติกแล้ว ยังเป็นการนำวัสดุเหลือใช้กลับมาสร้างมูลค่า (Value creation) และเพิ่มคุณค่า (Value added) ด้วยการออกแบบ ทั้งยังเป็นการใช้วัสดุอย่างยั่งยืน (Sustainable materials) สอดคล้องกับแนวคิดเศรษฐกิจหมุนเวียนของ Thailand Institute of Scientific and Technological Research [6] ที่สรุปว่า เศรษฐกิจหมุนเวียนเป็นระบบเศรษฐกิจที่มุ่งเน้นการนำทรัพยากรกลับมาใช้ประโยชน์อย่างสูงสุด และสร้างมูลค่าเพิ่มจากการนำทรัพยากรกลับมาใช้ประโยชน์ ตลอดจนกระบวนการที่ทำให้ขยะลดลง ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Intharachuto [5] ที่สรุปว่า การออกแบบเป็นเครื่องมืออันทรงพลัง ในการใช้แก้ปัญหาเศษวัสดุเหลือใช้จากการผลิตของผู้ประกอบการ เพราะเป็นการสร้างมูลค่าจากทรัพยากรที่มีอยู่ รวมถึงสอดคล้องกับแนวคิดของ Patcharametha [11] ที่สรุปว่า การออกแบบผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม เป็นการพัฒนาผลิตภัณฑ์ไปสู่ความยั่งยืน ด้วยการใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ในปัจจุบันอย่างมีประสิทธิภาพเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด อีกทั้งสอดคล้องกับแนวคิดของ Boonkanit และ Aphikhachonsil [12] ที่สรุปว่า การออกแบบเพื่อสิ่งแวดล้อม นอกจากจะเป็นการสร้างภาพลักษณ์ที่ดีให้กับองค์กร ช่วยในการลดต้นทุนแก้ปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมแล้ว ยังสามารถนำไปช่วยสนับสนุนด้านการค้าและการตลาดได้อีกด้วย และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ Tantiyaswasdikul [13] เรื่อง การเปลี่ยนรูปวัสดุขยะขวดน้ำดื่มพลาสติกเพื่อใช้งานออกแบบที่กรองแสงลานจอดรถกลางแจ้ง พบว่า วัสดุต้นแบบสามารถลดปริมาณแสงที่ส่องผ่านได้ใกล้เคียงกับตาข่ายกรองแสง ผลจากการวิจัยเป็นตัวอย่างของแนวคิดการนำกลับมาใช้ใหม่ เพื่อสร้างทางเลือกที่สร้างสรรค์ในการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมและการออกแบบเชิงนิเวศเศรษฐกิจ เพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืนต่อไปได้ จากนั้นผู้วิจัยนำชิ้นทดสอบตัวอย่างจากแผ่นอเนกประสงค์ที่ได้จากกระบวนการแปลงสภาพไปทดสอบสมบัติเชิงกล โดยทำการเปรียบเทียบกับชิ้นทดสอบจากงานวิจัยของ Aphirakmethawong [10] เรื่อง การศึกษาสมบัติเชิงกลของพอลิเมอร์คอมโพสิทระหว่างพอลิเอธิลีนความหนาแน่นสูงและเศษจากกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์เมลามีน โดยนำเม็ดพลาสติกคุณภาพดีชนิดพอลิเอธิลีนความหนาแน่นสูงเกรด EL-Lene™ มาฉีดเป็นชิ้นงานตัวอย่างแล้วนำไปทดสอบสมบัติเชิงกล เมื่อนำผลการทดสอบมาเปรียบเทียบกับชิ้นงานตัวอย่างของแผ่นอเนกประสงค์ที่เป็นเกรดรีไซเคิล พบว่า มีสมบัติเชิงกลใกล้เคียงกันไม่แตกต่างกันมากนัก แสดงว่าขยะขวดพลาสติกที่นำมาใช้ยังมีคุณภาพดี ซึ่งผลที่ได้สามารถกำหนดเป็นสมบัติเชิงกลเบื้องต้นของแผ่นอเนกประสงค์ คือ มีความแข็งแรง ทนทานต่อการแตกหรือการหักงอได้ และรับแรงกระแทกได้ดี สามารถนำไปใช้เป็นวัสดุภายนอกในการผลิตเก้าอี้ได้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Apirat, Thungsuk, และ Leelawan [14] เรื่อง การศึกษาสมบัติเชิงกลของแผ่นวัสดุเชิงประกอบรีไซเคิลเพื่อการใช้งานในชุมชน ที่สรุปว่า ความสามารถในการรับแรงของแผ่นวัสดุปูพื้นขึ้นอยู่กับเมทริกซ์พอลิเมอร์ที่ใช้เป็นสำคัญ หากเมทริกซ์พอลิเมอร์ที่ใช้เป็นพอลิเมอร์รีไซเคิลเกรดคุณภาพดี มีการเสื่อมสภาพของพอลิเมอร์น้อย แผ่นวัสดุเชิงประกอบที่ได้ย่อมมีสมบัติที่ดีตามด้วย ซึ่งในงานวิจัยสามารถผลิตเป็นแผ่นวัสดุปูพื้นได้โดยไม่เกิดการเปราะแตก

### 7.2 สรุปและอภิปรายผลการออกแบบเก้าอี้และทดสอบการรับน้ำหนักของต้นแบบเก้าอี้จากขวดพลาสติก

รูปแบบเก้าอี้จากขวดพลาสติกที่มีผลรวมในการประเมินความเหมาะสมทุกด้านมากที่สุดที่จะนำไปผลิตเป็นต้นแบบ คือ รูปแบบที่ 1 มีความเหมาะสมในระดับมาก ซึ่งผลรวมด้านที่มีความเหมาะสมมากที่สุด คือ ด้านการออกแบบ มีความเหมาะสมในระดับมาก ผู้วิจัยใช้แรงบันดาลใจจากรูปแบบเรขาคณิต นำมาเป็นแนวคิดในการออกแบบสัดส่วน รูปทรง รวมทั้งสีสันและลวดลายให้เกิดความงาม มีความกลมกลืนกันระหว่างความงามของรูปทรงและประโยชน์ใช้สอย รองลงมา คือ ด้านความสะดวกสบาย มีความเหมาะสมในระดับมาก โดยคำนึงถึงขนาดสัดส่วนและการใช้งานให้เหมาะสมกับสรีระร่างกายมนุษย์ รวมถึงลักษณะและท่าทางของการนั่งพักผ่อน ทั้งยังสามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวก ง่ายต่อการดูแลรักษาและซ่อมแซม ถัดมา คือ ด้านโครงสร้างเก้าอี้ มีความเหมาะสมในระดับมาก โดยการใช้โครงสร้างภายในคือเหล็กที่มีความแข็งแรง ทนทาน และปลอดภัย สามารถรับน้ำหนักได้ดี ต่อมา คือ ด้านวัสดุที่มองเห็นภายนอก มีความเหมาะสมในระดับมาก ใช้วัสดุภายนอกคือ

แผ่นอเนกประสงค์ที่มีความแข็งแรง ทนทานต่อการแตกหรือการหักงอได้ และรับแรงกระแทกได้ดี พื้นผิวของแผ่นอเนกประสงค์มีความงามเหมาะสมกับรูปแบบเก้าอี้ และอันดับสุดท้าย คือ ด้านกระบวนการผลิต มีความเหมาะสมในระดับมาก ใช้เทคนิคการผลิตที่สอดคล้องกับวัสดุภายนอก (แผ่นอเนกประสงค์) และโครงสร้างภายใน (เหล็ก) ทั้งยังใช้เครื่องจักรในการผลิตอย่างเหมาะสมและสะดวกในการควบคุมการผลิต ผลการเรียงลำดับการประเมินเลือกรูปแบบเก้าอี้จากขวดน้ำพลาสติกที่เหมาะสมจากผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบทั้ง 5 ด้าน ที่กล่าวมานี้ สอดคล้องกับหลักการออกแบบเก้าอี้ของ Sahasomchok [7] ที่สรุปว่าหลักการสำคัญของการออกแบบเก้าอี้โดยทั่วไปประกอบด้วยหลักใหญ่ ๆ คือ 1) ความสะดวกสบาย เป็นสิ่งที่สำคัญที่สุดของการออกแบบที่ต้องใช้ความรู้ทางกลศาสตร์ คณิตศาสตร์ สรีระร่างกายมนุษย์ กายวิภาคศาสตร์ มาวิเคราะห์ลักษณะการนั่งในลักษณะต่าง ๆ เพื่อค้นหาวิธีที่จะออกแบบให้นั่งได้สบายที่สุด 2) การออกแบบ ที่ต้องคำนึงถึงรูปทรงโดยรวมทั้งหมดของเก้าอี้เกิดประโยชน์ในด้านความก้าวหน้าทั้งทางหลักการศิลปะในเรื่องของความงามและประโยชน์ใช้สอยไปพร้อม ๆ กัน 3) โครงสร้างเก้าอี้ ต้องเลือกวัสดุที่มีความเหมาะสม คำนึงถึงความแข็งแรงทนทาน รับน้ำหนักได้ดี มีความปลอดภัยขณะใช้งาน 4) วัสดุที่มองเห็นภายนอก ต้องพิจารณาถึงคุณสมบัติต่าง ๆ ของวัสดุให้เหมาะสมกับการใช้งาน รวมทั้งคุณภาพและความงามของพื้นผิววัสดุ และ 5) กระบวนการผลิต ใช้เทคนิคการผลิตที่สอดคล้องกับวัสดุที่ใช้ ความเหมาะสมในการใช้เครื่องจักร และความสะดวกในการควบคุมการผลิต จากนั้นผู้วิจัยนำเก้าอี้รูปแบบที่ 1 มาผลิตเป็นต้นแบบเก้าอี้ โดยใช้แผ่นอเนกประสงค์ จำนวน 21 แผ่น ใช้โครงสร้างเหล็กในการรับน้ำหนักเพื่อเพิ่มความแข็งแรง โดยนำแผ่นอเนกประสงค์ที่ได้ ยึดบนแป้นเหล็กเจาะรูที่เชื่อมติดบนโครงสร้างด้วยสกรู เก้าอี้มีขนาดโดยรวมประมาณกว้าง 72.0 x ยาว 80.0 x สูง 85.5 ซ.ม. (ความสูงที่นั่ง 43.0 ซ.ม.) จากนั้นนำต้นแบบเก้าอี้ไปทดสอบการรองรับน้ำหนักเบื้องต้น ผลการทดสอบสรุปได้ว่า เก้าอี้สามารถรับน้ำหนักได้มากที่สุดอยู่ในช่วง 115-120 กิโลกรัม โดยที่เก้าอี้ยังไม่เสียหายหรือชำรุด

**7.3 สรุปและอภิปรายผลการประเมินความพึงพอใจต้นแบบเก้าอี้จากขวดพลาสติก**

ผลรวมทุกด้านจากการประเมินความพึงพอใจต้นแบบเก้าอี้จากขวดพลาสติก มีความพึงพอใจในระดับมาก ซึ่งสามารถอธิบายในแต่ละด้านของเกณฑ์การประเมินตามลำดับ ได้แก่

7.3.1 ด้านความสวยงามน่าใช้ มีความพึงพอใจในระดับมาก เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า สีสันและลวดลายของเก้าอี้มีความสวยงาม สัดส่วนและรูปทรงของเก้าอี้มีความงาม น่าสนใจ มีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด เก้าอี้แสดงถึงความคิดสร้างสรรค์ในการออกแบบ เก้าอี้มีเอกลักษณ์แตกต่างจากงานที่มีอยู่ทั่วไป และการปิดรอยต่อแผ่นอเนกประสงค์ของเก้าอี้มีความเรียบร้อย สวยงาม มีความพึงพอใจในระดับมาก ตามลำดับ สอดคล้องกับแนวคิดของ Charungchitsunthon [8] ที่สรุปว่างานออกแบบผลิตภัณฑ์จำเป็นต้องยึดข้อมูลและกฎเกณฑ์ผสมผสานของรูปร่างและสีสัน ระหว่างทฤษฎีทางศิลปะและความพึงพอใจของผู้บริโภคเข้าด้วยกัน ต้องมีรูปทรง ขนาด สีสันสวยงาม น่าใช้ ตรงตามรสนิยมของกลุ่มผู้บริโภคเป้าหมาย เป็นวิธีการเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์ที่ได้รับความนิยมและได้ผลดี และยังสอดคล้องกับแนวคิดของ Egwutvongsa [15] ที่สรุปว่า การนำกระบวนการคิดสร้างสรรค์หรือแรงบันดาลใจมาใช้ในการออกแบบและพัฒนา เป็นการสร้างสุนทรียภาพทางความงาม เพื่อหาทางตอบสนองทางด้านรูปแบบที่เหมาะสมกับผู้บริโภค

7.3.2 ด้านวัสดุและกรรมวิธีการผลิต มีความพึงพอใจในระดับมาก เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า การใช้เหล็กเป็นโครงสร้างภายในของเก้าอี้ การนำวัสดุเหลือใช้กลับมาสร้างมูลค่าและเพิ่มคุณค่าด้วยการออกแบบ มีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด การใช้แผ่นอเนกประสงค์เป็นวัสดุภายนอกของเก้าอี้ การผลิตเก้าอี้มีความสอดคล้องกับเครื่องจักรที่มีในปัจจุบันและเทคนิคในการผลิตเก้าอี้มีความสอดคล้องกับวัสดุที่ใช้ มีความพึงพอใจในระดับมาก ตามลำดับ สอดคล้องกับแนวคิดของ Charungchitsunthon [8] ที่สรุปว่า ผลิตภัณฑ์ที่ออกแบบจะต้องมีความแข็งแรงในตัว ทนทานต่อการใช้งานตามหน้าที่และวัตถุประสงค์ที่กำหนด โครงสร้างมีความเหมาะสมตามคุณสมบัติวัสดุ ขนาด แรงที่กระทำ การเลือกใช้ประเภทของวัสดุที่มีคุณสมบัติด้านต่าง ๆ ให้เหมาะสมกับหน้าที่ใช้สอยของผลิตภัณฑ์นั้น ๆ รวมถึงการเลือกใช้วัสดุที่หมุนเวียนกลับมาใช้ใหม่ได้เป็นสิ่งที่ต้องตระหนักถึงในการออกแบบร่วมด้วย เพื่อช่วยกันลดปริมาณขยะของโลก อีกทั้งยังต้องออกแบบให้สอดคล้องกับกรรมวิธีของเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ที่มีอยู่เดิม และต้องใช้เทคนิคการผลิตที่สอดคล้องกับวัสดุที่ใช้

7.3.3 ด้านหน้าที่ใช้สอย มีความพึงพอใจในระดับมาก เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า เก้าอี้สามารถนั่งพักผ่อนได้ เก้าอี้มีความแข็งแรงและทนทาน เก้าอี้สะดวกต่อการทำความสะอาด และสามารถแก้ไขซ่อมแซมได้ง่าย ขนาดสัดส่วนของเก้าอี้เหมาะสมกับร่างกาย นั่งแล้วรู้สึกสบาย และเก้าอี้มีน้ำหนักในระดับที่สามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวก มีความพึงพอใจในระดับมาก ตามลำดับ สอดคล้องกับแนวคิดของ Charungchitsunthon [8] ที่สรุปว่า ผลิตภัณฑ์ทุกชนิดจะต้องมีหน้าที่ใช้สอยถูกต้องตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ สามารถตอบสนองประโยชน์ใช้สอยตามที่ผู้บริโภคต้องการได้อย่างมีประสิทธิภาพ รวมทั้งต้องเข้าใจกายวิภาค

เชิงกลเกี่ยวกับขนาด สัดส่วน ความสามารถและขีดจำกัดที่เหมาะสมสำหรับอวัยวะส่วนต่าง ๆ ของผู้ใช้ การเกิดความรู้สึกที่ดีและสะดวกสบายในการใช้งานผลิตภัณฑ์ ทั้งทางด้านจิตวิทยา (Psychology) และสรีระวิทยา (Physiology) และยังสอดคล้องกับแนวคิดของ Egwutvongsa [15] ที่สรุปว่า การออกแบบผลิตภัณฑ์ต้องพิจารณาให้เหมาะสมกับการใช้งาน รวมถึงทำหน้าที่ได้ตามวัตถุประสงค์ ตามความต้องการของผู้บริโภค รวมถึงมีความสอดคล้องกับขนาดสัดส่วนและพฤติกรรมในการใช้งาน

จากการประเมินความพึงพอใจ กลุ่มตัวอย่างให้ความสนใจต้นแบบเก้าอี้จากขวดพลาสติกที่ผลิตขึ้น รวมถึงมีการสอบถามถึงการใช้วัสดุและกรรมวิธีในการผลิต ผู้วิจัยจึงได้มีการถ่ายทอดความรู้และเทคโนโลยีให้กับกลุ่มตัวอย่างในเบื้องต้น โดยเฉพาะในเรื่องของการคัดแยกและการจัดการขยะประเภทพลาสติก ซึ่งถือเป็นกระบวนการต้นน้ำและเป็นหัวใจหลักที่มีความสำคัญ ต่อมาคือกระบวนการกลางน้ำคือการนำมาเข้ากระบวนการแปลงสภาพ และกระบวนการปลายน้ำคือการนำมาผลิตเป็นเก้าอี้ เพื่อให้กลุ่มตัวอย่างตระหนักถึงปัญหาสิ่งแวดล้อม และเห็นคุณค่าการนำขยะกลับมาสร้างมูลค่าให้เป็นผลิตภัณฑ์ใหม่อีกครั้ง ซึ่งเป็นการปลูกฝังความคิดรักษ์สิ่งแวดล้อมแบบยั่งยืน

## 8. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

### 8.1 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งนี้

8.1.1 ด้านกระบวนการแปลงสภาพขวดพลาสติกเป็นแผ่นอเนกประสงค์ มีเศษที่เหลือจากการผลิตน้อยมากเพราะสามารถนำไปหลอมและอัดขึ้นรูปซ้ำใหม่ได้เรื่อย ๆ แต่ด้านการผลิตต้นแบบเก้าอี้อาจต้องคำนึงถึงการตัดเศษเหลือ โดยการออกแบบรูปทรงของเก้าอี้ที่สามารถใช้แผ่นอเนกประสงค์ให้เกิดประโยชน์สูงสุดสอดคล้องกับการออกแบบเชิงนิเวศ

8.1.2 ต้นแบบเก้าอี้อาจต้องปรับแก้โดยการเพิ่มโครงสร้างเหล็กในการรับแรง บริเวณส่วนข้อต่อตรงช่วงข้อพับพื้นที่นั่งด้านในที่ต่อกับส่วนพนักพิงขึ้นไป ซึ่งสามารถซ่อนโครงสร้างไว้ภายในได้ เพื่อแก้ปัญหาการฉีกถ่างออกของขาเก้าอี้จากการรับน้ำหนักที่มากขึ้น

8.1.3 การผลิตต้นแบบเก้าอี้เป็นลักษณะของงานช่างฝีมือที่ต้องใช้ทักษะเฉพาะ ใช้ระยะเวลาในการผลิตพอสมควร จึงควรมีการปรับและพัฒนาเก้าอี้ในเชิงเทคนิคการผลิตรวมถึงการออกแบบ เพื่อให้สามารถผลิตเป็นสินค้าในระบบอุตสาหกรรมและสามารถจำหน่ายเชิงพาณิชย์ในอนาคตได้

8.1.4 การทดสอบการรับน้ำหนักของต้นแบบเก้าอี้เป็นเพียงการทดสอบเบื้องต้น ควรทดสอบการรับน้ำหนักให้ถูกต้องตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่กำหนดไว้

8.1.5 แม้ว่างานวิจัยนี้จะผ่านกระบวนการคิดอย่างเป็นระบบที่อาศัยศาสตร์และศิลป์ นำความรู้ทางวัสดุศาสตร์ การออกแบบและประโยชน์ใช้สอยมาผนวกกับศิลปะ เพื่อสร้างสรรค์เก้าอี้จากเศษวัสดุที่ใช้งานได้จริง แต่จำเป็นต้องมีการศึกษาถึงความคุ้มค่าตามหลักเศรษฐศาสตร์ ไม่ว่าจะเป็นกลุ่มผู้ใช้ ต้นทุนการผลิต การตลาด เพื่อเป็นการนำกลับมาใช้ใหม่ของวัสดุได้อย่างสมบูรณ์ และตรงกับความต้องการของกลุ่มผู้บริโภคในยุคปัจจุบันมากที่สุด

### 8.2 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

8.2.1 การเพิ่มวัสดุเสริมแรงเข้าไปผสมกับเศษขวดพลาสติกประเภทพอลิเอธิลีนความหนาแน่นสูง อาจทำให้สมบัติเชิงกลของแผ่นอเนกประสงค์ที่อัดขึ้นรูปมีสมบัติเชิงกลที่ดีขึ้น

8.2.2 แผ่นอเนกประสงค์ที่ได้จากกระบวนการแปลงสภาพ สามารถนำไปใช้สำหรับการสร้างสรรค์ผลงานในรูปแบบอื่น ๆ ได้ เช่น แผ่นปูพื้นทางเดิน แผ่นตกแต่งภายนอกและภายใน หรือเครื่องเรือนขนาดเล็กได้

8.2.3 การพัฒนาแม่พิมพ์แผ่นอเนกประสงค์ให้มีขนาดใหญ่ขึ้น รวมถึงพัฒนาแม่พิมพ์ให้เป็นผลิตภัณฑ์ในรูปแบบ อื่น ๆ เพื่อการต่อยอดเป็นผลงานเชิงสร้างสรรค์ในอนาคตต่อไป

## เอกสารอ้างอิง

[1] Sarawan, S. (2019). **Plastic Waste has the Greatest Impact on the Environment.** [online]. Available: https://www.scimath.org/article-chemistry/item/10624-2019-09-02-01-39-49 Retrieved September 6, 2019. (in Thai)

[2] Sangrajrang, S., Ploysawang, P., & Promhithatron, P. (2013). "Impact of plastics on human health and environment." **Thai Journal of Toxicology.** 28(1), 39-50. (in Thai)

[3] International Union for Conservation of Nature. (2020). **National guidance for plastic pollution hotspotting and shaping action 2020.** [online]. Available: https://www.iucn.org/sites/dev/files/content/documents/thailand_final-report_2020_compressed.pdf Retrieved May 26, 2021.

[4] Food Focus Thailand Magazine. (Ed.). (2019). "Recycle PET (RPET) bottles to achieve sustainable plastic waste management." **Food Focus Thailand.** 14(155), 57-59. [online]. Available: http://www.foodfocusthailand.com/eBook/155/mobile/index.html#p=57 Retrieved October 11, 2019. (in Thai)

[5] Intharachuto, S. (2013). **Upcycling.** Pathum Thani: National Science and Technology Development Agency. 20-55. (in Thai)

[6] Thailand Institute of Scientific and Technological Research. (2020). **Circular economy.** [e-book]. Available: https://oer.learn.in.th/search_detail/result/124950 Retrieved May 26, 2021. (in Thai)

[7] Sahasomchok, W. (2010). **Furniture design.** 5th ed. Bangkok: Technology Promotion Association (Thailand-Japan). 205-210. (in Thai)

[8] Charungchitsunthon, W. (2005). **Theory and concept of design.** Bangkok: Appa. 25-35. (in Thai)

[9] Sincharu, T. (2020). **Statistical research and analysis with SPSS and AMOS.** 18th ed. Bangkok: Business R&D. 74-75. (in Thai)

[10] Aphirakmethawong, J. (2014). "Mechanical properties of polymer composites between HDPE and waste from melamine ware manufacturing processes." Master's thesis, Suranaree University of Technology, 53. (in Thai)

[11] Patcharametha, T. (2014). "Product design for environment friendly." **Silpakorn University Journal.** 34(1), 119-135. (in Thai)

[12] Boonkanit, P., & Aphikhachonsil, A. (2019). **Industrial product design.** Bangkok: Electrical and Electronics Institute. 103. (in Thai)

[13] Tantiyaswasdikul, K. (2010). **Transformation of waste plastic bottles into covered parking. journal of architectural/planning research and studies.** [online]. Available: https://so02.tci-thaijo.org/index.php/jars/article/view/168902/121528 Retrieved November 7, 2019. (in Thai)

[14] Apirat, H., Thungsuk, N., & Leelawan, W. (2015). **Study on mechanical properties of recycle composite panels for local community use.** Bangkok: Faculty of Science and Technology, Dhonburi Rajabhat University. 117-118. (in Thai)

[15] Egwutvongsa, S. (2016). **Thinking for industrial product development.** Bangkok: Mean Service Supply. 103-106. (in Thai)

# การศึกษาความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงกระบวนการ เรื่อง เมทริกซ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผ่านการจัดการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel

# A STUDY OF CONCEPTUAL KNOWLEDGE AND PROCEDURAL KNOWLEDGE ON MATRICES FOR MATHAYOMSUKSA IV STUDENTS BY USING MICROSOFT EXCEL

**นิรัช ลิ่วศิริวงศ์* ญานิน กองทิพย์ และชิรา ลำดวนหอม**

**Niruch Liwisirivongse*, Yanin Kongthip, and Chira Lumduanhom**

**E-mail: niruch.liwsirivongse@gmail.com, yanin@g.swu.ac.th, and chira@g.swu.ac.th**

ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ กรุงเทพมหานคร 10110
Department of Mathematics, Faculty of Science, Srinakharinwirot University, Bangkok 10110 Thailand

*Corresponding author E-mail: niruch.liwsirivongse@gmail.com

(Received: May 12, 2021; Revised: May 29, 2021; Accepted: June 14, 2021)

## ABSTRACT

The purposes of this study were as follows: 1) to study conceptual knowledge of Mathayomsuksa IV students on matrices after being taught by using Microsoft Excel program, and 2) to study procedural knowledge of Mathayomsuksa IV students on matrices after being taught by using Microsoft Excel program. The participants were 45 Mathayomsuksa IV students of Bodindecha (Sing Singhaseni) School in Bangkok, Thailand, in the second semester of the 2020 academic year. Experimental study for the research model is one-group posttest-only design. The participants were taught through 10 lesson plans of 50 minutes for each lesson plan. The conceptual knowledge and the procedural knowledge tests on matrices were used for evaluating the students' conceptual and procedural knowledges. The research findings revealed that: 1) after being taught by using the Microsoft Excel program, over 60% of the participants satisfied the criteria of having conceptual knowledge at a significant level of .05 and 2) after being taught by using the Microsoft Excel program, over 60% of the participants satisfied the criteria of having procedural knowledge at a significant level of .05.

**Keywords:** Conceptual knowledge; Procedural knowledge; Teaching by using Microsoft Excel; Matrices

## บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อ 1) ศึกษาความรู้เชิงมโนทัศน์ เรื่อง เมทริกซ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังการจัดการเรียนรู้ โดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel 2) ศึกษาความรู้เชิงกระบวนการ เรื่อง เมทริกซ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังการจัดการเรียนรู้ โดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) แขวงพลับพลา เขตวังทองหลาง กรุงเทพมหานคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 1 ห้องเรียน 45 คน ดำเนินการทดลองโดยทดลองแบบกลุ่มเดี่ยวมีการทดสอบหลังเรียนเท่านั้น เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้และแฟ้มคำสั่งในโปรแกรม Microsoft Excel จำนวน 10 แผน แผนละ 1 คาบ คาบละ 50 นาที แบบทดสอบวัดความรู้เชิงมโนทัศน์ และแบบทดสอบวัดความรู้เชิงกระบวนการ เรื่อง เมทริกซ์ เพื่อประเมินความรู้เชิงมโนทัศน์ และความรู้เชิงกระบวนการ เรื่อง เมทริกซ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ โดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel ผ่านเกณฑ์การทดสอบความรู้เชิงมโนทัศน์ เรื่อง เมทริกซ์ ได้มากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ที่ระดับนัยสำคัญ .05 และ 2) นักเรียน

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ โดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel ผ่านเกณฑ์การทดสอบความรู้เชิงกระบวนการ เรื่อง เมทริกซ์ ได้มากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ที่ระดับนัยสำคัญ .05

**คำสำคัญ:** ความรู้เชิงมโนทัศน์; ความรู้เชิงกระบวนการ; การจัดการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel; เมทริกซ์

## 1. บทนำ

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญต่อการดำรงชีวิต กิจกรรมส่วนใหญ่ในชีวิตประจำวันมีการนำคณิตศาสตร์ไปใช้อธิบายปรากฏการณ์หรือเหตุการณ์ต่าง ๆ และคาดการณ์ถึงผลลัพธ์ที่อาจเกิดขึ้น ทำให้เราสามารถเตรียมตัวรับมือสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ อีกทั้งคณิตศาสตร์ยังถูกนำมาใช้ในการอธิบายหรือสรุปองค์ความรู้จากการสำรวจ หรือทดลองในกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ [1] นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นพื้นฐานในการศึกษาศาสตร์ต่าง ๆ เช่น เศรษฐศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ เกษตรศาสตร์ และเทคโนโลยี รวมถึงคอมพิวเตอร์ อินเทอร์เน็ต อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ หรือสิ่งอำนวยความสะดวกในชีวิตประจำวัน สิ่งเหล่านี้สามารถสะท้อนให้เห็นได้ว่าคณิตศาสตร์นั้นทำให้การดำรงชีวิตของมนุษย์สะดวกสบายขึ้น [2]

ถึงแม้ว่าคณิตศาสตร์จะเป็นวิชาที่มีความสำคัญ แต่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนส่วนใหญ่ในประเทศไทยยังไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควร ผลคะแนนการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (Ordinary National Education Test (O-NET)) ประจำปี 2563 จากผู้สอบ 363,752 คน คะแนนเฉลี่ยประเทศไทยคือ 25.41 คะแนน จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 25.41 ต่ำที่สุดเมื่อเทียบกับวิชาอื่น จำนวนนักเรียนที่สอบได้เกินร้อยละ 50 มีเพียง 33,177 คน คิดเป็นร้อยละ 9.12 ส่วนผลคะแนนการสอบวัดความถนัดด้านวิชาคณิตศาสตร์ (Professional and Academic Aptitude Test (PAT 1) ประจำปี 2563 จากผู้สอบ 150,694 คน คะแนนเฉลี่ยประเทศไทยคือ 49 คะแนน จากคะแนนเต็ม 300 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 16.3 ต่ำที่สุดเมื่อเทียบกับวิชาอื่น จำนวนนักเรียนที่สอบได้เกินร้อยละ 50 มีเพียง 6,086 คน คิดเป็นร้อยละ 4.04 [3] นักวิชาการด้านการศึกษาให้ความเห็นว่าสาเหตุเกิดจากคุณภาพครู และข้อสอบไม่ไปในทิศทางเดียวกันกับหลักสูตร การสอนคณิตศาสตร์ในประเทศไทยเน้นการท่องจำ ขณะที่ข้อสอบของสถาบันทดสอบการศึกษาแห่งชาติเป็นข้อสอบที่ต้องวิเคราะห์ซึ่งจำเป็นต้องใช้ทั้งความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงกระบวนการ [4]

การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในประเทศไทย ส่วนใหญ่ครูสอนความรู้เชิงกระบวนการซึ่งเน้นการท่องจำสูตร การดำเนินการตามขั้นตอนทางคณิตศาสตร์เป็นลำดับขั้นที่แน่นอน โดยนักเรียนไม่จำเป็นต้องเข้าใจความหมายของสิ่งที่ทำ [5] การเน้นการท่องจำส่งผลเสียต่อความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในระยะยาว เนื่องจากนักเรียนไม่ได้พัฒนาความเข้าใจอย่างถ่องแท้ในเนื้อหาคณิตศาสตร์ แต่จดจำขั้นตอนหรือวิธีการไปใช้ โดยไม่เห็นความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ที่ไม่เป็นระเบียบแบบแผน (Informal knowledge) นักเรียนจะจดจำเฉพาะคณิตศาสตร์ที่เป็นระเบียบแบบแผน (Formal knowledge) ที่ถูกสอนในระบบโรงเรียน คณิตศาสตร์ในความคิดของนักเรียนจึงลดความสำคัญลงเป็นเพียงการดำเนินการโดยใช้สัญลักษณ์ ทันทีที่นักเรียนได้เรียนรู้การคิดคำนวณตามขั้นตอนอย่างไม่มีความหมาย ทำให้นักเรียนมุ่งหาแต่ผลลัพธ์ในการคำนวณโดยไม่เข้าใจแนวคิดอย่างแท้จริง ครูส่วนใหญ่ไม่เน้นการสอนความรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ซึ่งเป็นความรู้เกี่ยวกับความหมายและโครงสร้างของคณิตศาสตร์ อันเป็นเป้าหมายหลักของการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เป็นความรู้ที่ทำให้นักเรียนสามารถนามาปรับใช้ในการแก้ปัญหาที่หลากหลาย สามารถตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบ สร้างองค์ความรู้ นำไปสู่การค้นพบความสัมพันธ์ระหว่างคณิตศาสตร์กับสิ่งที่อยู่ในธรรมชาติ สามารถนำสิ่งที่เรียนไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตจริงได้ ดังนั้นครูควรให้ความสำคัญกับความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เพราะความรู้ทั้งสองนี้ต่างมีบทบาทที่สำคัญต่อการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ การเรียนรู้ความรู้ทั้งสองประเภทอย่างสัมพันธ์กันจะทำให้นักเรียนเรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างมีความหมายและสามารถนำคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ได้ [6]

การเรียนรู้มโนทัศน์สิ่งใดสิ่งหนึ่งนั้น สามารถทำได้โดยการค้นหาคุณสมบัติเฉพาะที่สำคัญของสิ่งนั้น เพื่อใช้เป็นเกณฑ์ในการจำแนกสิ่งที่ใช่และไม่ใช่ออกจากกัน โดยมีเป้าหมายเพื่อช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้มโนทัศน์ของเนื้อหาสาระต่าง ๆ อย่างเข้าใจและสามารถให้คำนิยามของมโนทัศน์นั้นด้วยตนเอง [7] ครูควรสอนความรู้เชิงมโนทัศน์ก่อนแล้วจึงสอนความรู้เชิงกระบวนการจะทำให้นักเรียนเรียนรู้ได้ดีขึ้น [6] โดยแนวทางการพัฒนาความรู้ทั้งสองประเภทครูควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้สำรวจปัญหา สอนการแก้ปัญหาด้วยกระบวนการที่หลากหลาย และอธิบายกระบวนการแก้ปัญหาด้วยตนเอง [8] ครูสามารถใช้เทคโนโลยีช่วยเสริมสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ประกอบการจัดการเรียนรู้ ช่วยให้นักเรียนสำรวจลักษณะของข้อมูล สรุปออกมาเป็นข้อความคาดการณ์ สามารถสรุปความเข้าใจก่อนที่จะกล่าวถึงบทนิยาม หรือทฤษฎีบท

ปัจจุบันเทคโนโลยีได้เข้ามามีบทบาทในการจัดการเรียนรู้เป็นอย่างมาก การนำเทคโนโลยีมาใช้ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ได้ถูกกำหนดไว้ในหลักสูตรคณิตศาสตร์โดยให้มีการนำมาใช้ตามความเหมาะสมของเนื้อหาและระดับช่วงชั้น ซึ่งการใช้เทคโนโลยีส่งผลในทางบวก ช่วยให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนคณิตศาสตร์ และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้น แนวทางในการใช้สื่อเทคโนโลยีในการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์ได้ 4 แนวทาง ได้แก่ 1) การใช้สื่อเทคโนโลยีสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ครูสามารถจัดประสบการณ์การเรียนรู้ให้นักเรียนใช้สื่อเทคโนโลยีในการเรียนคณิตศาสตร์เพื่อให้นักเรียนได้สำรวจและสรุปความเข้าใจ 2) การใช้สื่อเทคโนโลยีในการฝึกทักษะและพัฒนาการเรียนรู้ สร้างความเข้าใจในเนื้อหาที่ซับซ้อน ช่วยสรุปมโนทัศน์ และช่วยฝึกทักษะการคำนวณ สื่อเทคโนโลยีสามารถแสดงคำตอบและผลการประเมินให้นักเรียนทราบได้ทันที 3) การใช้สื่อเทคโนโลยีในการแก้ปัญหา ช่วยเชื่อมโยงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์กับการแก้ปัญหาในบริบทต่าง ๆ ได้หลากหลายและซับซ้อนขึ้น 4) การใช้สื่อเทคโนโลยีในการนำเสนอ ครูสามารถใช้เพื่อนำเสนอเนื้อหาเป็นลำดับขั้นตอน แสดงแนวคิดเชื่อมโยงในลักษณะหลายมิติ ทำให้นักเรียนมองเห็นแนวคิด ความสัมพันธ์ของเนื้อหา และสรุปเป็นมโนทัศน์ได้ง่ายและชัดเจน [9]

โปรแกรมคอมพิวเตอร์เป็นสื่อเทคโนโลยีประเภทหนึ่งที่ได้มีการนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ โดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ส่วนใหญ่นักเรียนจะต้องเรียนภาษาของโปรแกรมเหล่านั้นก่อนจึงจะสามารถใช้งานโปรแกรมซึ่งต้องใช้เวลาอย่างมาก ต่างกับโปรแกรม Microsoft Excel ซึ่งนักเรียนสามารถนำมาใช้แก้ปัญหาได้ง่าย โดยโปรแกรม Microsoft Excel สามารถสร้างตาราง สร้างกราฟ หาปริพันธ์ของฟังก์ชันตามกฎของซิมป์สัน คำนวณเมทริกซ์ของเกาส์ จอร์แดน คำนวณเมทริกซ์ผกผันในการแก้ระบบสมการเชิงเส้น โปรแกรม Microsoft Excel เป็นเครื่องมือช่วยในการจัดการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลางได้หลากหลายวิธี เช่น การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาปลายเปิด การใช้ปัญหาเป็นฐาน การสร้างความรู้ด้วยตนเอง การสืบสวนสอบสวน การค้นพบ เป็นต้น ซึ่งการจัดการเรียนรู้ข้างต้นช่วยส่งเสริมความรู้เชิงมโนทัศน์เกี่ยวกับพีชคณิต นอกจากนี้ยังเป็นเครื่องมือช่วยคำนวณ ช่วยแก้สมการ สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ตรวจสอบผลลัพธ์ รวมถึงสามารถแสดงผลการคำนวณ สูตร กราฟ ในหน้าจอคอมพิวเตอร์พร้อมกัน ทำให้อำนวยความสะดวกในการจัดการเรียนรู้แก่นักเรียนจำนวนมากในเวลาเดียวกัน โดยไม่จำเป็นต้องเรียนรู้ภาษาในโปรแกรม [10], [11]

จากการสัมภาษณ์ครูเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้เรื่องเมทริกซ์ พบว่านักเรียนประสบปัญหาหลักในสองส่วน ส่วนแรกนักเรียนมีความรู้เชิงมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในหลายหัวข้อประกอบด้วย บทนิยามของเมทริกซ์ องค์ประกอบของเมทริกซ์ ทฤษฎีบทเกี่ยวกับการคูณของเมทริกซ์ และทฤษฎีบทเกี่ยวกับดีเทอร์มิแนนต์ของเมทริกซ์ ส่วนที่สองนักเรียนประสบปัญหาด้านความรู้เชิงกระบวนการในบางหัวข้อ เช่น การคูณเมทริกซ์ การคำนวณหาตัวผกผันการคูณของเมทริกซ์ การใช้กฎของคราเมอร์ และการดำเนินการตามแถว ซึ่งนักเรียนมักจะลืมกระบวนการ หรือคำนวณผิดพลาดเป็นจำนวนมาก [12] ผู้วิจัยจึงมีความสนใจศึกษาและออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง เมทริกซ์ ร่วมกับการใช้โปรแกรม Microsoft Excel เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนได้ศึกษาและสำรวจ นำไปสู่การสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ด้วยตนเอง อีกทั้งใช้โปรแกรมช่วยในการตรวจสอบกระบวนการที่ผิดพลาด ช่วยให้นักเรียนตระหนักถึงข้อผิดพลาดของตนเอง ทำให้นักเรียนเกิดความรู้เชิงกระบวนการ การศึกษาความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงกระบวนการ เรื่อง เมทริกซ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผ่านการจัดการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel จะเป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้ เรื่อง เมทริกซ์ โดยใช้เทคโนโลยีประกอบการจัดการเรียนรู้ และเป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้ความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงกระบวนการสำหรับวงการศึกษาต่อไป

## 2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาความรู้เชิงมโนทัศน์ เรื่อง เมทริกซ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังการจัดการเรียนรู้ โดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel

2. เพื่อศึกษาความรู้เชิงกระบวนการ เรื่อง เมทริกซ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังการจัดการเรียนรู้ โดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel

## 3. ขอบเขตของการวิจัย

### 3.1 เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาคณิตศาสตร์ เรื่องเมทริกซ์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ สาระการเรียนรู้เพิ่มเติม

### 3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) แขวงพลับพลา เขตวังทองหลาง กรุงเทพมหานคร

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 45 คน นักเรียนกลุ่มดังกล่าวได้จากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) โดยมีห้องเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม จากทั้งหมด 6 ห้องเรียน จับฉลากเลือกมา 1 ห้องเรียนเป็นกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งโรงเรียนได้จัดห้องเรียนแบบคละความสามารถของนักเรียน กล่าวคือ ในห้องเรียนประกอบไปด้วยนักเรียนที่มีผลการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์เก่ง ปานกลาง และอ่อน

### 3.3 ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรอิสระ คือ การจัดการเรียนรู้ เรื่อง เมทริกซ์ โดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel

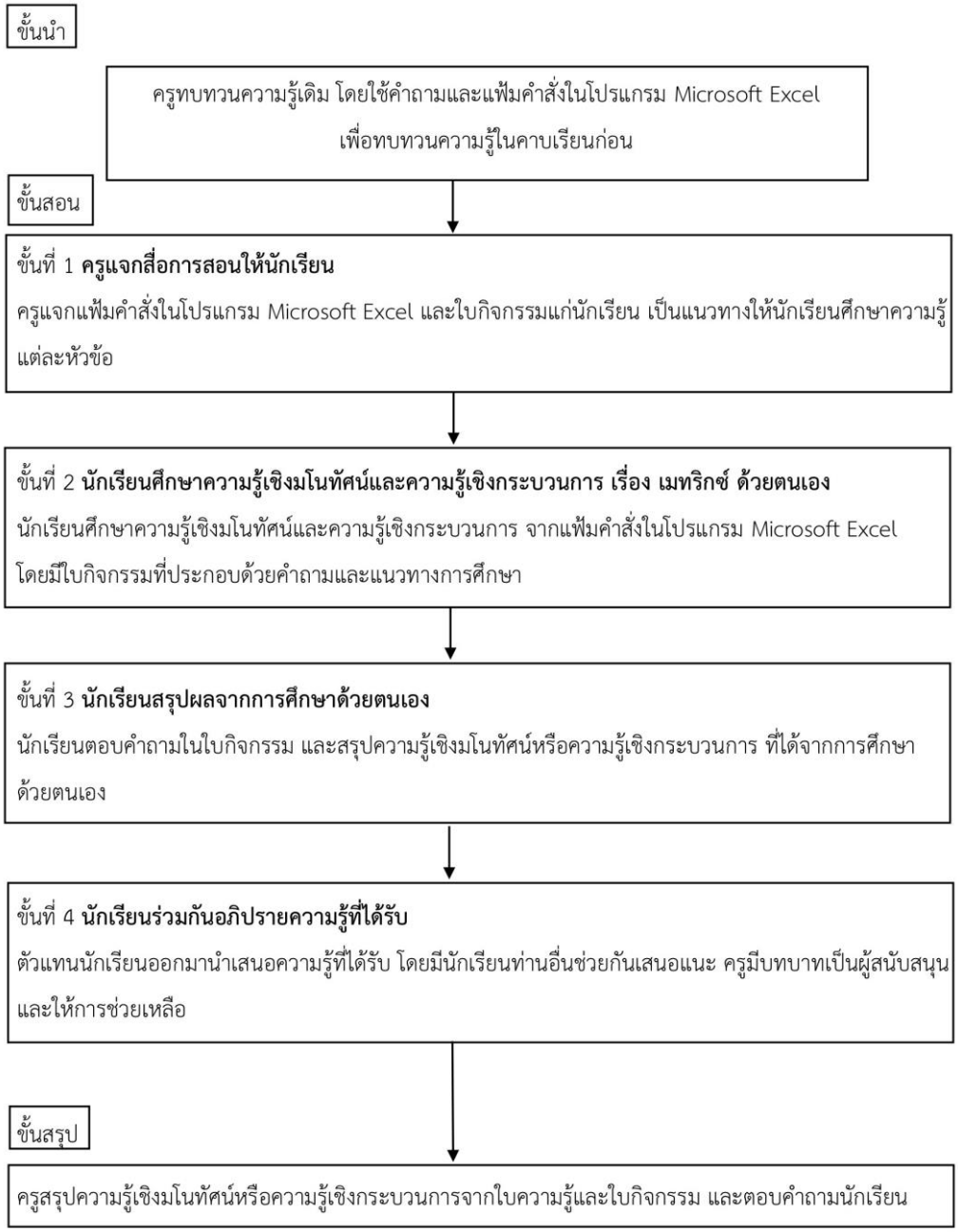
ตัวแปรตาม คือ 1) ความรู้เชิงมโนทัศน์ เรื่อง เมทริกซ์ และ 2) ความรู้เชิงกระบวนการ เรื่อง เมทริกซ์

## 4. วิธีดำเนินการวิจัย

### 4.1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยสร้างและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือโดยเสนอให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความเหมาะสมของเนื้อหา และการใช้ภาษาแล้วปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ ประกอบด้วย

4.1.1 แผนการจัดการเรียนรู้และแฟ้มคำสั่งโปรแกรม Microsoft Excel ที่ใช้ประกอบการจัดเรียนรู้ความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงกระบวนการ เรื่อง เมทริกซ์ จำนวน 10 แผน แผนละ 1 คาบ คาบละ 50 นาที ซึ่งแต่ละแผนประกอบด้วยจุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ และแฟ้มคำสั่งในโปรแกรม Microsoft Excel ประกอบการจัดการเรียนรู้ โดยมีขั้นตอนซึ่งปรับมาจากการจัดการเรียนรู้ของ Joyce, Weil, และ Calhoun [7] ดังรูปที่ 1




**รูปที่ 1** กรอบแนวคิดของการจัดการเรียนรู้ เรื่อง เมทริกซ์ โดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel

4.1.2 แบบทดสอบวัดความรู้เชิงมโนทัศน์ เรื่อง เมทริกซ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยคัดเลือกเฉพาะข้อสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) มากกว่า 0.5 จากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน และนำปรับปรุงแก้ไขเรียบร้อยแล้วมาทดลองนำร่องใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง และคำนวณค่าความยากง่าย (p) อยู่ในช่วง 0.52-0.80 ค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ในช่วง 0.21-0.45 และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเท่ากับ 0.62 โดยเป็นข้อสอบเติมคำ จำนวน 10 ข้อ รวม 40 คะแนน ใช้เวลาสอบ 50 นาที

4.1.3 แบบทดสอบวัดความรู้เชิงกระบวนการ เรื่อง เมทริกซ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยคัดเลือกเฉพาะข้อสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) มากกว่า 0.5 จากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน และนำปรับปรุงแก้ไขเรียบร้อยแล้วมาทดลองนำร่องใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง และคำนวณค่าความยากง่าย (p) อยู่ในช่วง 0.31-0.76 ค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ในช่วง 0.32-0.52 และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเท่ากับ 0.87 โดยเป็นข้อสอบอัตนัย จำนวน 8 ข้อ รวมเป็น 30 คะแนน ใช้เวลาสอบ 50 นาที

**4.2 การทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล**

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยดำเนินการทดลองตามแบบแผนการวิจัย โดยทดลองแบบกลุ่มเดี่ยวมีการทดสอบหลังเรียนเท่านั้นเป็น (One-group posttest-only design) มีรายละเอียดการดำเนินการดังนี้

4.2.1 ผู้วิจัยชี้แจงให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทราบถึงแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel เพื่อที่นักเรียนจะปฏิบัติตนได้ถูกต้อง โดยนักเรียนกลุ่มตัวอย่างดังกล่าวยินดีเข้าร่วมกระบวนการวิจัยตามมาตรฐานจริยธรรมในการวิจัยในมนุษย์

4.2.2 ผู้วิจัยดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงกระบวนการ เรื่อง เมทริกซ์ โดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นทั้งหมด 10 แผน แผนละ 1 คาบเรียน คาบเรียนละ 50 นาที โดยใช้เวลาในการเก็บข้อมูล 3 สัปดาห์

4.2.3 เมื่อดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามข้อ 4.2.2 ครบทั้ง 10 แผน ผู้วิจัยดำเนินการทดสอบหลังเรียน โดยใช้แบบทดสอบวัดความรู้เชิงมโนทัศน์ เรื่อง เมทริกซ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งเป็นข้อสอบเติมคำ จำนวน 10 ข้อ รวม 40 คะแนน และแบบทดสอบวัดความรู้เชิงกระบวนการ เรื่อง เมทริกซ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ซึ่งเป็นข้อสอบอัตนัย จำนวน 8 ข้อ รวมเป็น 30 คะแนน ใช้เวลาสอบชุดละ 50 นาที

4.2.4 ผู้วิจัยตรวจให้คะแนนแบบทดสอบวัดความรู้เชิงมโนทัศน์ และแบบทดสอบวัดความรู้เชิงกระบวนการ เรื่อง เมทริกซ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แล้วนำคะแนนมาวิเคราะห์ด้วยวิธีทางสถิติ จากนั้นหาจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ (ได้คะแนนตั้งแต่ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็มขึ้นไป) เพื่อตรวจสอบสมมติฐานต่อไป

## 5. ผลการวิจัย

ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงกระบวนการ เรื่อง เมทริกซ์ ผ่านการจัดการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel มีความสามารถด้านความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงกระบวนการ ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด ดังรายละเอียดต่อไปนี้

คะแนนความรู้เชิงมโนทัศน์ เรื่อง เมทริกซ์ ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างจำนวน 45 คน แสดงดังตารางที่ 1 และผลการทดสอบสมมติฐานของการวิจัยที่ว่านักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีคะแนนความรู้เชิงมโนทัศน์ เรื่อง เมทริกซ์ หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ โดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel ผ่านเกณฑ์ได้มากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด แสดงดังตารางที่ 2

**ตารางที่ 1** แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความรู้เชิงมโนทัศน์ เรื่อง เมทริกซ์

| กลุ่มตัวอย่าง | จำนวนนักเรียน (คน) | คะแนนเต็ม | $\overline{X}$ | S.D. |
|---|---|---|---|---|
| นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 | 45 | 40 | 27.27 | 5.92 |

จากตารางที่ 1 พบว่า คะแนนความรู้เชิงมโนทัศน์ เรื่อง เมทริกซ์ ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างจำนวน 45 คน มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตเท่ากับ 27.27 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 5.92

**ตารางที่ 2** แสดงค่าสถิติทดสอบสมมติฐานของการวิจัยที่ว่านักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีคะแนนความรู้เชิงมโนทัศน์ เรื่อง เมทริกซ์ หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ โดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel ผ่านเกณฑ์ได้มากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด

| จำนวนนักเรียน (คน) | จำนวนนักเรียนที่มีความรู้เชิงมโนทัศน์ เรื่อง เมทริกซ์ ผ่านเกณฑ์ (คน) | ร้อยละนักเรียนที่มีความรู้เชิงมโนทัศน์ เรื่อง เมทริกซ์ ผ่านเกณฑ์ | ค่าสถิติทดสอบ Z | ค่าวิกฤต |
|---|---|---|---|---|
| 45 | 34 | 75.56 | 2.143 | 1.65* |

* ที่ระดับนัยสำคัญ .05

จากตารางที่ 2 พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ โดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel สามารถผ่านเกณฑ์การทดสอบความรู้เชิงมโนทัศน์ เรื่อง เมทริกซ์ ได้มากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ที่ระดับนัยสำคัญ .05

คะแนนความรู้เชิงกระบวนการ เรื่อง เมทริกซ์ ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างจำนวน 45 คน แสดงดังตารางที่ 3 และผลการทดสอบสมมติฐานของการวิจัยที่ว่านักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีคะแนนความรู้เชิงกระบวนการ เรื่อง เมทริกซ์ หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ โดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel ผ่านเกณฑ์ได้มากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด แสดงดังตารางที่ 4

**ตารางที่ 3** แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนความรู้เชิงกระบวนการ เรื่อง เมทริกซ์

| กลุ่มตัวอย่าง | จำนวนนักเรียน (คน) | คะแนนเต็ม | $\overline{X}$ | S.D. |
|---|---|---|---|---|
| นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 | 45 | 30 | 21.98 | 4.47 |

จากตารางที่ 3 พบว่า คะแนนความรู้เชิงกระบวนการ เรื่อง เมทริกซ์ ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างจำนวน 45 คน มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตเท่ากับ 21.98 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 4.47

**ตารางที่ 4** แสดงค่าสถิติทดสอบสมมติฐานของการวิจัยที่ว่านักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีคะแนนความรู้เชิงกระบวนการ เรื่อง เมทริกซ์ หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ โดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel ผ่านเกณฑ์ได้มากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด

| จำนวนนักเรียน (คน) | จำนวนนักเรียนที่มีความรู้เชิงกระบวนการ เรื่อง เมทริกซ์ ผ่านเกณฑ์ (คน) | ร้อยละนักเรียนที่มีความรู้เชิงกระบวนการ เรื่อง เมทริกซ์ ผ่านเกณฑ์ | ค่าสถิติทดสอบ Z | ค่าวิกฤต |
|---|---|---|---|---|
| 45 | 34 | 75.56 | 2.143 | 1.65* |

* ที่ระดับนัยสำคัญ .05

จากตารางที่ 4 พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ โดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel สามารถผ่านเกณฑ์การทดสอบความรู้กระบวนการ เรื่อง เมทริกซ์ ได้มากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ที่ระดับนัยสำคัญ .05

## 6. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

จากผลการศึกษาความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงกระบวนการ เรื่อง เมทริกซ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผ่านการจัดการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel สามารถสรุปและอภิปรายผลในแต่ละด้าน ได้ดังนี้

**1. ด้านความรู้เชิงมโนทัศน์** ผลการวิจัยพบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ โดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel ผ่านเกณฑ์การทดสอบความรู้เชิงมโนทัศน์ เรื่อง เมทริกซ์ ได้มากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ที่ระดับนัยสำคัญ .05 ทั้งนี้เนื่องมาจากแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมุ่งเน้นให้นักเรียนค้นพบความรู้เกี่ยวกับบทนิยาม ทฤษฎีบท และการดำเนินการต่าง ๆ เกี่ยวกับเมทริกซ์ด้วยตนเอง ผ่านการสำรวจโดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel ที่ออกแบบแฟ้มคำสั่งตามหลักวิธีการเสริมสร้างความรู้เชิงมโนทัศน์โดยใช้แนวคิดของ Joyce, Weil, และ Calhoun [7] เปิดโอกาสให้นักเรียนค้นหาคุณสมบัติเฉพาะที่สำคัญของเมทริกซ์ สำรวจเกณฑ์ในการจำแนกสิ่งที่ใช่และไม่ใช่ออกจากกัน ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้มโนทัศน์ของเนื้อหาสาระต่าง ๆ อย่างเข้าใจ และสามารถให้คำนิยามของมโนทัศน์นั้นด้วยตนเอง สอดคล้องกับ Makanong [5] ที่ได้กล่าวถึงแนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์โดยสรุปได้ว่า ครูควรออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับความรู้เชิงมโนทัศน์ที่ต้องการพัฒนาให้นักเรียน ส่งเสริมให้นักเรียนได้เกิดการคิด สังเกต วิเคราะห์ ไตร่ตรอง อภิปราย และหาข้อสรุปทางคณิตศาสตร์ด้วยตนเอง โดยใช้กิจกรรมหรือสถานการณ์ที่กระตุ้น สามารถใช้สื่อเทคโนโลยีทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมร่วมกับการประเมินผลการพัฒนามโนทัศน์เป็นระยะ ๆ อย่างต่อเนื่องช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความรู้เชิงมโนทัศน์นำไปสู่การเรียนรู้อย่างเข้าใจ และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Kittivarakul [13] ที่พบว่า การสอนที่มุ่งเน้นให้นักเรียนเกิดการค้นพบร่วมกับโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยเสริมสร้างความรู้เชิงมโนทัศน์ให้นักเรียนได้เป็นอย่างดี และ Beare [11] ที่กล่าวว่า โปรแกรม Microsoft Excel มีประโยชน์ในการจัดการเรียนรู้สามารถเป็นตัวช่วยในการจัดการเรียนรู้ได้หลากหลายวิธี เช่น การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาปลายเปิด การใช้ปัญหาเป็นฐาน การสร้างความรู้ด้วยตนเอง การสืบสวนสอบสวน การค้นพบ และการมุ่งเน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง นำไปสู่การสร้างความรู้เชิงมโนทัศน์เกี่ยวกับพีชคณิตให้นักเรียน

**2. ด้านความรู้เชิงกระบวนการ** ผลการวิจัยพบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ โดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel ผ่านเกณฑ์การทดสอบความรู้เชิงกระบวนการ เรื่อง เมทริกซ์ ได้มากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ที่ระดับนัยสำคัญ .05 ทั้งนี้เนื่องมาจากแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นการจัดการเรียนการสอนที่มีแฟ้มคำสั่งโปรแกรม Microsoft Excel ที่แสดงกระบวนการในการดำเนินการแต่ละขั้นตอนอย่างละเอียด ส่งเสริมให้นักเรียนค้นพบกระบวนการในการดำเนินการต่าง ๆ ในเนื้อหาเมทริกซ์ เช่น การบวกเมทริกซ์ การคูณเมทริกซ์ การหาดีเทอร์มิแนนต์ การหาเมทริกซ์ผกผัน และการดำเนินการตามแถว อีกทั้งแฟ้มคำสั่งโปรแกรม Microsoft Excel เป็นเครื่องมือช่วยให้กับนักเรียนในการตรวจสอบข้อผิดพลาดของนักเรียนในแบบฝึกหัด ช่วยให้นักเรียนพบข้อผิดพลาดและสามารถแก้ไขข้อผิดพลาดของตนเองให้ถูกต้องได้ และในกระบวนการจัดการเรียนรู้ยังมีการให้นักเรียนได้สรุปและอภิปรายความรู้เชิงกระบวนการที่นักเรียนได้รับ นำไปสู่การพัฒนาความรู้เชิงกระบวนการให้นักเรียนได้เป็นอย่างดีสอดคล้องกับ Beare [11] ที่กล่าวว่า โปรแกรม Microsoft Excel สามารถเป็นตัวช่วยคำนวณเบื้องต้น ช่วยวิเคราะห์และดำเนินการเกี่ยวกับข้อมูล สำรวจข้อมูล แก้สมการ สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ และตรวจสอบผลลัพธ์ สามารถตอบสนองผู้ใช้งานในการเปลี่ยนแปลงข้อมูล การเปลี่ยนแปลงสูตร แสดงผลการคำนวณ สูตร กราฟบนหน้าจอคอมพิวเตอร์พร้อมกัน สามารถแก้ปัญหาที่ซับซ้อน และจัดการกับข้อมูลจำนวนมากโดยไม่จำเป็นต้องเขียนโปรแกรมใด ๆ และ Suksamai [14] ที่พบว่า การสอนที่เน้นกระบวนการ ส่งเสริมให้นักเรียนเป็นผู้ลงมือปฏิบัติ เป็นผู้คิด เป็นผู้ทำกิจกรรมต่าง ๆ เอง โดยมีครูเป็นผู้กำกับควบคุมให้มีการกระทำ ขณะที่นักเรียนทำงานหรือคิดเรื่องนั้นจนสำเร็จ หรือบรรลุผลแล้ว นักเรียนย่อมเกิดการเรียนรู้เองจากการปฏิบัติ ทำให้รู้วิธีการว่า ต้องคิด ต้องทำให้เป็นไปตามขั้นตอนอย่างไร จึงจะทำให้เกิดการเรียนรู้ที่เป็นขั้นตอนติดตัวออกไป โดยครูเป็นผู้ช่วยชี้แนะหรือย้ำขั้นตอนต่าง ๆ เพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้ “วิธีการ” ตามขั้นตอนควบคู่ไปกับการเรียนรู้เนื้อหา โดยนักเรียนสังเกตจากตัวอย่างต้นแบบ หรือวิธีการกระทำที่แสดงให้ดูแล้วให้ทำตามแบบและฝึกฝนจนกว่าจะเกิดความชำนาญ และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Chinnasa [15] ที่พบว่า การจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยตนเองมากกว่ารับความรู้จากผู้สอน โดยผู้สอนทำหน้าที่เพียงคอยกระตุ้น จัดสถานการณ์ ให้ข้อมูล และสร้างบรรยากาศที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองผ่านขั้นตอนทำกิจกรรม ขั้นตอนอภิปรายในชั้นเรียน และการทำแบบฝึกหัดช่วยเสริมสร้างความรู้เชิงกระบวนการได้เป็นอย่างดี

## 7. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัย

### 7.1) ข้อเสนอแนะจากผลวิจัย

7.1.1 การจัดการเรียนรู้ความรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ครูสามารถจัดการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้สำรวจข้อมูล มุ่งเน้นให้นักเรียนค้นพบความรู้เกี่ยวกับบทนิยาม และทฤษฎีบทต่าง ๆ ด้วยตนเองโดยมีครูเป็นผู้ให้คำชี้แนะ ช่วยให้นักเรียนเข้าใจความรู้เชิงมโนทัศน์ได้ดีขึ้น

7.1.2 การจัดการเรียนรู้ความรู้เชิงกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ครูสามารถจัดการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้สังเกตกระบวนการ และสรุปกระบวนการนั้น ๆ ออกมาด้วยตนเองแทนการบรรยายได้

7.1.3 การจัดการเรียนรู้ที่ให้โอกาสนักเรียนได้สำรวจข้อมูล มุ่งเน้นให้นักเรียนค้นพบ เหมาะสำหรับนักเรียนที่มีความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ระดับปานกลางขึ้นไป สำหรับนักเรียนที่มีความรู้พื้นฐานอ่อน ครูจำเป็นต้องมีบทบาทในการช่วยเหลือและใช้คำถามชี้นำมากขึ้น

7.1.4 คำถามกระตุ้นในใบกิจกรรมที่สนับสนุนให้นักเรียนสังเกต สำรวจ และค้นพบ มีความสำคัญมาก ครูจำเป็นต้องออกแบบและเลือกใช้คำถามที่เหมาะสม

7.1.5 ในช่วง 1-3 คาบเรียนแรก ครูควรออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ที่มีเนื้อหาแต่ละคาบเรียนในปริมาณไม่มากเกินไป และครูจำเป็นต้องช่วยเหลือในการอธิบายค่อนข้างมาก เพราะเป็นเวลาในการปรับตัวให้คุ้นเคยกับกระบวนการเรียนรู้รูปแบบที่แปลกใหม่ แล้วค่อย ๆ เพิ่มปริมาณเนื้อหาและลดบทบาทครูในคาบเรียนถัดไป

7.1.6 การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel เหมาะกับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในหลายหัวข้อ เนื่องจากโปรแกรมมีฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์ครบถ้วน และนักเรียนสามารถนำไปประยุกต์กับการทำงานในชีวิตจริงได้

7.1.7 สิ่งที่ควรคำนึงถึงในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel มีดังนี้

(1) ห้องเรียนคอมพิวเตอร์เป็นสื่อการเรียนรู้ที่จำเป็น การใช้โปรแกรม Microsoft Excel ในแท็บเล็ตจะไม่สะดวก เนื่องจากมีหลายฟังก์ชันที่ไม่สามารถทำได้เหมือนฟังก์ชันในคอมพิวเตอร์

(2) แฟ้มคำสั่งในโปรแกรมควรมีการกำหนดขนาดตัวอักษร และสีที่เหมาะสม โดยเฉพาะแฟ้มคำสั่งที่ครูแสดงให้นักเรียนดูควรใช้ตัวอักษรขนาดใหญ่มากพอ

(3) ครูควรลงแฟ้มคำสั่งในคอมพิวเตอร์ของนักเรียนให้เรียบร้อยก่อน เพื่อป้องกันปัญหาสัญญาณอินเทอร์เน็ตของโรงเรียนขัดข้อง และปัญหาการดาวน์โหลดแฟ้มคำสั่ง

7.1.8 การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel โดยให้นักเรียนสังเกตและสำรวจ ครูควรเดินรอบห้องเพื่อที่จะช่วยแนะนำนักเรียนและให้คำปรึกษา เนื่องจากนักเรียนบางคนไม่ถนัดการใช้โปรแกรมอาจตามเพื่อนไม่ทันและต้องการความช่วยเหลือเป็นพิเศษ

7.1.9 สำหรับหัวข้อที่ค่อนข้างยาก ตัวอย่างเช่น หัวข้อการดำเนินการตามแถวของเมทริกซ์ ครูควรเพิ่มเวลาในการจัดกิจกรรม เพื่อให้นักเรียนได้มีเวลาสำรวจ และวิเคราะห์มากยิ่งขึ้น

**7.2) ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป**

7.2.1 ควรมีการวิจัยเกี่ยวกับการศึกษาความรู้เชิงมโนทัศน์และความรู้เชิงกระบวนการ สำหรับเนื้อหาคณิตศาสตร์ในเรื่องอื่น ๆ ในระดับมัธยมศึกษาและอุดมศึกษา

7.2.2 ควรมีการวิจัยเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel สำหรับเนื้อหาคณิตศาสตร์ในเรื่องอื่น ๆ ในระดับมัธยมศึกษาและอุดมศึกษา

7.2.3 ควรมีการวิจัยเกี่ยวกับแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้คิด สังเกต และสำรวจ สำหรับเนื้อหาคณิตศาสตร์ในเรื่องอื่น ๆ ในระดับมัธยมศึกษาและอุดมศึกษา

7.2.4 ควรมีการศึกษาความพึงพอใจ หรือเปรียบเทียบเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์

## เอกสารอ้างอิง

[1] Sricharoen, B. (2012). **The importance of Mathematics to Science in Secondary School.** [online]. Available: https://library.ipst.ac.th/handle/ipst/321 Retrieved Jan 1, 2020, (in Thai)

[2] Kongsilp, N. (2018). **Teaching mathematics in the 21st century**. Pathum Thani: Pim Phichit. 22-23. (in Thai)

[3] National Institute of Educational Testing Service. (2020). **Announcement of exam results.** [online]. Available: https://www.niets.or.th/th/catalog/view/2989 Retrieved Jan 2, 2021. (in Thai)

[4] Thairath Online. (2014). **Analysis of 'O-Net Score' Why is still bad.** [online]. Avaliable: https://www.thairath.co.th/content/413042 Retreived Jan 2, 2014. (in Thai)

[5] Makanong, A. (2015). **Mathematics for high school teachers**. 2nd ed. Bangkok: Innovation Development Promotion Center Textbooks and academic documents, Faculty of Education, Chulalongkorn University. 2-8. (in Thai)

[6] Toomtong, B. (2011). **Learning mathematics research**. Mahasarakham: Mahasarakham University. 49-50. (in Thai)

[7] Joyce, B., Weil, M., & Calhoun, E. (2003). **Models of teaching**. 9th ed. Boston: Pearson. 161-178.

[8] Rittle-Johnson, B., & Schneider, M. (2015). "Developing conceptual and procedural knowledge of mathematics." In R. C. Kadosh & A. Dowker, (Eds.). **Oxford handbook of numerical cognition**. United Kingdom: Oxford University Press. 1118-1134.

[9] Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (IPST). (2012). **Professional math teacher the path to success.** Bangkok: 3-Q Media. 110. (in Thai)

[10] Hsiao, F. S. (1985). "Micros in mathematics education-Uses of spreadsheets in CAL." **International Journal of Mathematical Education in Science and Technology.** 16(6), 705-713.

[11] Beare, R. (1993). **How spreadsheets can aid a variety of mathematical learning activities from primary to tertiary level.** Technology in mathematics teaching: A bridge between teaching and learning. 117-124.

[12] Wongtungnoi, T. (2019). Interview, June 06. (in Thai)

[13] Kittivarakul, V. (2019). "A Study Of Mathayomsuksa Iii Students' Conceptual Knowledge And Proof Abilities On Circle Via Conjecturing And Proving Method with Geogebra Programe." Master's thesis, Srinakharinwirot University, 70. (in Thai)

[14] Suksamai, S. (2000). **Teaching methods and teaching styles of Thai, English, Mathematics and Science subjects. Secondary level**. Bangkok: Educational Research Division, Department of Academic Affairs, 19-21. (in Thai)

[15] Chinnasa, P. (2000). "The Effect of AEC Teaching Method in Polynomial and Polinomial Fractions on Conceptual and Procedural Knowledge of Mathayomsuk II Students." Master's thesis, Srinakharinwirot University, 88-91. (in Thai)

# การศึกษาและออกแบบรูปแบบสื่อดิจิทัลเพื่อการประชาสัมพันธ์การท่องเที่ยว เมืองรอง จังหวัดนครศรีธรรมราช

# STUDY AND DESIGN OF DIGITAL MEDIA FORMATS FOR PUBLIC RELATIONS FOR SECONDARY CITY TOURISM NAKHON SI THAMMARAT PROVINCE

**ปริชาติ บุญเกิด* จตุรงค์ เลาหะเพ็ญแสง และธเนศ ภิรมย์การ**
**Parichart Boongerd*, Chaturong Louhapensang, and Thanate Piromgarn**
**E-mail: palm.parichert@gmail.com, chaturong@yahoo.com, and thanate.pirom@gmail.com**

ภาควิชาครุศาสตร์สถาปัตยกรรมและการออกแบบ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520
Department of Architectural and Design Education, School of Industrial Education and Technology,
King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok 10520 Thailand

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

(Received: April 19, 2021; Revised: May 28, 2021; Accepted: June 22, 2021)

## ABSTRACT

The objective of the study and design of digital media format for tourism public relations in the secondary city of Nakhon Si Thammarat is to study digital media formats, design the digital media, and assess the satisfaction of digital media consumers. For this study, digital media formats were divided into 60 forms with the experts' analysis on the correlation for the digital media design. The correlation results were found that there were web production, digital publications, and digital media. With the human perception, there was 75 percent of the visual interest. Interesting of cultural identity and transcribing history, there were surveyed from the three raised weaving communities. The creation of the digital patterns from the raised cloth pattern was reflected the cultural identity classify patterns into groups, plants, animals, geometric, and miscellaneous patterns using Adobe Illustrator for modern and unique design. The design results were found that the model 1 was a high level of opinion ($\overline{X}$ = 4.39, S.D. = 0.37). Overall consumer satisfaction with digital aesthetics was ($\overline{X}$ = 4.57, S.D. = 0.63). Digital media was unique ($\overline{X}$ = 4.47, S.D. = 0.63). Digital media were suitable for use at ($\overline{X}$ = 4.63, S.D. = 0.49). The price was suitable for digital media formats (products) ($\overline{X}$ = 4.43, S.D. = 0.77). The price was reasonable when compared to the quality (products) ($\overline{X}$ = 4.40, S.D. = 0.56). The price was reasonable when compared to the features (products) ($\overline{X}$ = 4.33, S.D. = 0.61). Distribution channels on digital media formats can be sold at the trading fairs (products) and at an online (products) ($\overline{X}$ = 4.60, S.D. = 0.56). At the marketing promotion, there was a digital media format delivery service (products) ($\overline{X}$ = 4.40, S.D. = 0.67). There were various forms of public relations in digital media ($\overline{X}$ = 4.53, S.D. = 0.57) and an incentive to purchase different forms of digital media ($\overline{X}$ = 4.40, S.D. = 0.81).

**Keywords:** Digital media; Identity; Cultural tourism; Nakhon Si Thammarat

**บทคัดย่อ**

การศึกษาและออกแบบรูปแบบสื่อดิจิทัลเพื่อการประชาสัมพันธ์การท่องเที่ยวเมืองรอง จังหวัดนครศรีธรรมราช มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษารูปแบบสื่อดิจิทัล ออกแบบสื่อดิจิทัล และประเมินความพึงพอใจของผู้บริโภคสื่อดิจิทัล จากการศึกษาได้แบ่งรูปแบบของสื่อดิจิทัลออกเป็น 60 รูปแบบ ศึกษาและวิเคราะห์ลักษณะกับทางผู้เชียวชาญและนำมาวิเคราะห์ระดับค่าความสัมพันธ์ทางการออกแบบ ผลลัพธ์ที่ได้คือ สิ่งพิมพ์ทางเว็บ สิ่งพิมพ์ดิจิทัล ดิจิทัลมีเดีย วัดจากการรับรู้ของมนุษย์เกิดจากการมองเห็นร้อยละ 75 การสร้างความน่าสนใจจากอัตลักษณ์ทางวัฒนธรรมเป็นการถ่ายทอดประวัติศาสตร์ ได้สำรวจจากชุมชนทอผ้ายก 3 ชุมชน นำมาสร้างสร้างสรรค์ลวดลายให้เกิดขึ้นเป็นภาพบนรูปแบบสื่อดิจิทัลจากลายผ้าทอพื้นเมืองที่ได้รับมาจากบรรพบุรุษ สะท้อนความเป็นอัตลักษณ์ทางวัฒนธรรม จำแนกลวดลายเป็นกลุ่มลายพันธุ์ไม้ สัตว์ เรขาคณิต และลายเบ็ดเตล็ด ร่วมกับภูมิปัญญาของชุมชนการมัดย้อมผ้าจากสีธรรมชาติ ใช้โปรแกรม Adobe Illustrator ให้มีความทันสมัย และเป็นเอกลักษณ์ ผลการออกแบบ พบว่ารูปแบบ 1 มีความเห็นอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 4.39, S.D. = 0.37) ความพึงพอใจโดยรวมของผู้บริโภค ด้านรูปแบบ ความสวยงามของสื่อดิจิทัล ($\overline{X}$ = 4.57, S.D. = 0.63) สื่อดิจิทัลมีเอกลักษณ์เฉพาะตัว ($\overline{X}$ = 4.47, S.D. = 0.63) สื่อดิจิทัลมีความเหมาะสมต่อการใช้งาน ($\overline{X}$ = 4.63, S.D. = 0.49) ด้านราคา ราคาเหมาะสมกับรูปแบบสื่อดิจิทัล (ผลิตภัณฑ์) ($\overline{X}$ = 4.43, S.D. = 0.77) |ราคาเหมาะสมเมื่อเปรียบเทียบกับคุณภาพ (ผลิตภัณฑ์) ($\overline{X}$ = 4.40, S.D. = 0.56) ราคาเหมาะสมเมื่อเปรียบเทียบกับคุณสมบัติ (ผลิตภัณฑ์) ($\overline{X}$ = 4.33, S.D. = 0.61) ด้านช่องทางการจัดจำหน่ายรูปแบบสื่อดิจิทัลสามารถวางจำหน่ายในงานแสดงสินค้า (ผลิตภัณฑ์) และผลิตภัณฑ์จำหน่ายผ่านสื่อออนไลน์ (ผลิตภัณฑ์) ($\overline{X}$ = 4.60, S.D. = 0.56) ด้านการส่งเสริมการตลาด มีบริการจัดส่งรูปแบบสื่อดิจิทัล (ผลิตภัณฑ์) ($\overline{X}$ = 4.40, S.D. = 0.67) มีการประชาสัมพันธ์รูปแบบสื่อดิจิทัลในด้านต่าง ๆ ($\overline{X}$ = 4.53, S.D. = 0.57) มีการสร้างแรงจูงใจในการซื้อรูปแบบสื่อดิจิทัลในรูปแบบต่าง ๆ ($\overline{X}$ = 4.40, S.D. = 0.81)

**คำสำคัญ:** สื่อดิจิทัล; เอกลักษณ์; การท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรม; นครศรีรรมราช

## 1. บทนำ

เทคโนโลยีในปัจจุบันมีวิวัฒนาการเปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็ว ทำให้มีวัสดุ อุปกรณ์ และเทคนิควิธีการใหม่ ๆ เพื่อนำมาใช้ประโยชน์อย่างไม่มีขีดจำกัดในทุกวงการ เช่นเดียวกับวงการท่องเที่ยวที่นำเทคโนโลยีเหล่านี้มาใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการประชาสัมพันธ์การท่องเที่ยวและบริการ นำเอาเทคโนโลยี เข้ามามีส่วนร่วมในการประชาสัมพันธ์การท่องเที่ยวและบริการ เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพทางการเข้าถึงของนักท่องเที่ยว สื่อดิจิทัลเป็นเทคโนโลยีหนึ่งในการเป็นสื่อกลางการสร้างการรับรู้ของมนุษย์ที่ให้ผู้บริโภคได้รับรู้และเกิดความต้องการในสินค้า เป็นการนำเอาข้อความ ภาพดิจิทัล วีดิโอเคลื่อนไหว เสียง มาจัดรูปแบบโดยอาศัยเทคโนโลยีความเจริญก้าวหน้าทางด้านคอมพิวเตอร์ สื่อทางออนไลน์ มาจัดการตามกระบวนการ และวิธีการผลิตโดยนำมาเชื่อมโยงกันเพื่อให้เกิดประโยชน์ในการใช้งาน การประชาสัมพันธ์โดยใช้ภาพดิจิทัล สร้างความจดจำได้จากการพบเห็นเป็นรูปแบบที่มีบทบาทเป็นสื่อกลางการถ่ายทอดวัฒนธรรม ประเพณี และวิถีชุมชน สะท้อนความเป็นอัตลักษณ์วัฒนธรรมจังหวัดนครศรีธรรมราชได้อย่างชัดเจน [1]

อัตลักษณ์บนเครื่องแต่งกายเป็นลวดลายดั้งเดิมปรากฏบนผ้ายกที่สืบทอดมาจากบรรพบุรุษ เป็นลวดลายที่พบได้ในจังหวัดนครศรีธรรมราชแทบทุกพื้นที่ เช่น ลายเกล็ดพิกุล ลายเพชรประกาย ลายเพชรเมขลา ลายบุษบาล้อมสร้อย ลายจตุธำมรงค์ ลายเบญจมาศ ลายกระรัตลูกแก้ว และลายเลื่อมชบา เกิดจากการสังเกต การใช้จินตนาการ นำเอาลักษณะเด่นจากสิ่งที่พบเห็นในธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ทั้งพืชพรรณ ดอกไม้ ต้นไม้ สัตว์น้อยใหญ่ ข้าวของเครื่องใช้ในชีวิตประจำวัน จนถึงประเพณีและคตินิยมของชาวพื้นเมืองมาประยุกต์ลงสู่ลวดลายผ้าทอ ด้วยเทคนิคการสร้างลวดลายการทอแบบยกดอก โดยการทอเพิ่มเส้นพุ่งพิเศษเกิดเป็นลวดลายยกนูน เป็นการทอด้วยเส้นไหม เส้นเงินเส้นทอง หากพบเห็นผ้าทอที่มีเอกลักษณ์ในลักษณะเช่นนี้ เราก็สามารถรับรู้ได้ทันทีว่า นี่คือผ้าทอ ผ้ายกจากนครศรีธรรมราช [1]

คนเราสามารถจดจำรูปภาพที่เห็นครั้งแรกได้ถึงร้อยละ 80 เหลือเพียงร้อยละ 20 ที่เก็บไว้จำสิ่งที่อ่าน แสดงให้เห็นว่าคนเราไม่สามารถจำเรื่องยาก ๆ ได้ ถ้ามันมีแต่ตัวหนังสือ อ่านเท่าไรก็จำไม่ได้ สื่อดิจิทัลจึงกลายเป็นรูปแบบมีอิทธิพลอย่างมากในการประชาสัมพันธ์ รูปภาพสวยงามเป็นวิธีการบอกเล่าเรื่องราวได้ภายในพริบตาเดียว รูปแบบสื่อดิจิทัลที่สวยงามมีโอกาสดึงดูดผู้บริโภคให้เข้าสื่อประชาสัมพันธ์ได้ถึง 12 % ข้อความเป็นส่วนที่เกี่ยวกับเนื้อหา ใช้แสดงรายละเอียด หรือเนื้อหาของเรื่องที่นำเสนอ ถือว่าเป็นองค์ประกอบพื้นฐานที่สำคัญของรูปแบบสื่อดิจิทัล ภาพนิ่งให้ผลในเชิงการเรียนรู้หรือรับรู้ด้วยการมองเห็นได้ดี นอกจากนี้ยังสามารถถ่ายทอดความหมายได้ลึกซึ้งมากกว่าข้อความ ภาพเคลื่อนไหว ภาพกราฟิกที่แสดงขั้นตอนต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น

อย่างต่อเนื่อง เสียงถูกจัดเก็บอยู่ในรูปของสัญญาณสื่อดิจิทัลสามารถเล่นซ้ำกลับไปกลับมาได้ โดยใช้โปรแกรมที่ออกแบบมาโดยเฉพาะ การนำเสนอ จะช่วยให้รูปแบบสื่อดิจิทัลนั้นเกิดความสมบูรณ์แบบ [2]

ปัจจุบันสถานที่ท่องเที่ยวในหลาย ๆ พื้นที่มีช่องทางการประสัมพันธ์ค่อนข้างน้อย เนื่องจากชาวบ้าน ผู้ประกอบการยังขาดความชำนาญในด้านเทคโนโลยี นักท่องเที่ยวที่เดินทางไปเที่ยวจังหวัดต่าง ๆ ก็มักจะไปเที่ยวในสถานที่เดิม ๆ ที่มีการประชาสัมพันธ์ไว้ก่อนแล้ว แต่ก็ยังคงมีอีกหลายพื้นที่ โดยเฉพาะจังหวัดนครรีธรรมราชจังหวัดที่ยังคงมีความเป็นเอกลักษณ์ที่ยังคงวิถีชีวิตวัฒนธรรมการทอผ้าด้วยตัวเองเพื่อใช้สวมใส่ในครอบครัว และใช้สำหรับพิธีสำคัญตามวัฒนธรรมของชาวพื้นเมือง ผ้ายกมีลักษณะเป็นผ้าทอด้วยเทคนิคการสร้างลวดลายการทอยกดอก โดยการทอเพิ่มเส้นพุ่งพิเศษเกิดเป็นลวดลายยกนูน เป็นการทอด้วยเส้นไหม เส้นเงินเส้นทอง ที่ทอจะถูกกำหนดตามความต้องการใช้งานตั้งแต่เริ่มต้นทอ เช่น ผ้าทอสำหรับเสื้อ ผ้าโสร่ง ชุดสุภาพ หรือเนคไท [1]

งานวิจัยการศึกษารูปแบบสื่อดิจิทัลเพื่อประชาสัมพันธ์การท่องเที่ยวเมืองรอง จังหวัดนครศรีธรรมราช ผสานกับอัตลักษณ์วัฒนธรรมการทอลายผ้ายกจังหวัดนครศรีธรรมราชจึงมีความงดงามโดดเด่นลวดลาย ด้วยสีสันตระการตา และผู้คนทั่วไปยังคงพบเห็นรูปแบบอันเป็นอัตลักษณ์ของลวดลายเครื่องแต่งกายของชาวพื้นเมือง ด้วยลวดลายเป็นที่ต้องตาต้องใจของคนเมือง นักท่องเที่ยว และชาวต่างชาติ โดยการศึกษาอัตลักษณ์วัฒนธรรมจากผู้เชี่ยวชาญ ผู้ทรงคุณวุฒิในพื้นที่ชุมชน ศึกษาแนวทางเพื่อทำการออกแบบสื่อประชาสัมพันธ์เพื่อให้ชุมชนมีส่วนร่วม เป็นการสร้างมูลค่าเพิ่มตามแนวทางเศรษฐกิจสร้างสรรค์ที่ยังคงรักษาไว้ซึ่งอัตลักษณ์ ตอบสนองความต้องการของลูกค้าในปัจจุบันที่มีวิถีชีวิตที่เปลี่ยนแปลงไปได้ในหลายรูปแบบ สามารถเป็นอาชีพเสริมที่มีศักยภาพทางเศรษฐกิจ สร้างรายได้ และเป็นการประชาสัมพันธ์ถึงความเป็นตัวตน

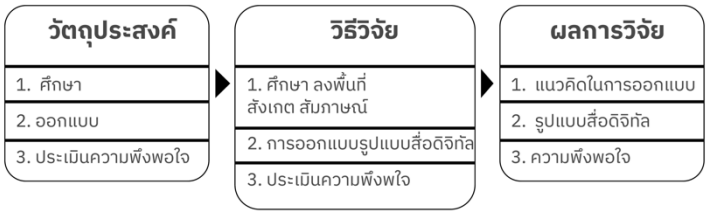
## 2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

2.1 เพื่อศึกษารูปแบบสื่อดิจิทัลในการออกแบบ

2.2 เพื่อออกแบบรูปแบบสื่อดิจิทัลเพื่อประชาสัมพันธ์การท่องเที่ยวเมืองรอง จังหวัดนครศรีธรรมราช

2.3 เพื่อประเมินความพึงพอใจของนักท่องเที่ยว

## 3. กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย




**รูปที่ 1** แสดงกรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย

**3.1 กรอบแนวคิดวัตถุประสงค์ 1 ศึกษารูปแบบสื่อดิจิทัลเพื่อประชาสัมพันธ์การท่องเที่ยวเมืองรอง จังหวัดนครศรีธรรมราช ในการออกแบบ**

ผู้วิจัยได้ศึกษาเกี่ยวกับรูปแบบสื่อดิจิทัลตลอดจนการวิเคราะห์ถึงลักษณะเฉพาะของสิ่งใดสิ่งหนึ่งซึ่งทำให้สิ่งนั้นเป็นที่รู้จักหรือจำได้อันได้แก่ รูปแบบสื่อดิจิทัลเพื่อประชาสัมพันธ์คือแนวของ Tiantong [3] คือ การรวบรวมเทคโนโลยี หลายอย่างเข้าไว้ด้วยกัน เพื่อให้เกิดความสมบูรณ์ในการออกแบบและใช้งานสื่อดิจิทัล เกี่ยวข้องกับสื่อและวิธีการจำนวน 5 ส่วนดังนี้ ข้อความ (Text) เสียง (Sound) ภาพ (Picture) ภาพวีดีทัศน์ (Video) การปฏิสัมพันธ์ (Interaction) แสดงอัตลักษณ์ที่ได้จากวัฒนธรรมท้องถิ่น โดยพิจารณาจากความเชื่อ วัฒนธรรม วิถีชีวิต ประเพณี เครื่องแต่งกาย รวมไปถึงบริบทโดยรอบที่ทำให้ทราบถึงความสำคัญขององค์ประกอบในด้านต่าง ๆ จนสามารถนำมาวิเคราะห์ สังเคราะห์ข้อมูล จนได้โครงสร้างเพื่อหาแนวทางสรุปอัตลักษณ์วัฒนธรรมพื้นเมืองนครศรีธรรมราช ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Leesuwan [4] แนวคิดเชิงวัฒนธรรมและภูมิปัญญาท้องถิ่น (Local wisdom) ที่สะสมกันมาเป็นเวลานาน ภูมิปัญญานี้มิใช่ความรู้เป็นสิ่งที่สูงกว่าเพราะได้ผ่านการกลั่นกรองต้องสะสมมาแต่อดีตจนได้ผลลัพธ์ที่สมบูรณ์กับการใช้สอย สอดคล้องกับวิถีชีวิตและวัฒนธรรมท้องถิ่น โดยเฉพาะศิลปหัตถกรรม

พื้นบ้าน แม้จะเป็นเพียงสิ่งธรรมดาสามัญ แต่ถ้าพิจารณาให้ลึกซึ้งแล้วจะเห็นว่าศิลปหัตถกรรมหลายชนิด มีตั้งแต่หัตถกรรมที่สร้างขึ้นด้วยกรรมวิธีที่เรียบง่ายไปจนถึงหัตถกรรมที่มีกรรมวิธีที่ซับซ้อน เป้าหมายของกรอบแนวความคิดนี้ อยู่ในส่วนของการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการออกแบบผลิตภัณฑ์ในงานวิจัยนี้

**3.2 กรอบแนวคิดวัตถุประสงค์ 2 ออกแบบสื่อประชาสัมพันธ์การท่องเที่ยวเมืองรอง จังหวัดนครศรีธรรมราช**

ผู้วิจัยได้ศึกษาด้านการออกแบบคือแนวของ Castillo [5] การคิดแบบ Universal design การออกแบบเพื่อมวลชนความสำเร็จสำหรับการใช้แนวคิดการออกแบบเพื่อมวลชนสร้างนวัตกรรมสร้างสรรค์ของประเทศญี่ปุ่นแสดงให้เห็นว่าการออกแบบเพื่อการใช้งานของทุกคนในสังคมนั้นเป็นแนวคิดที่ควรนำมาประยุกต์ใช้ในสังคมไทยให้มากขึ้น เพราะเป็นการทำให้ทุกคนในสังคมมีโอกาสใช้ชีวิตได้อย่างเท่าเทียมกัน และเป็นปกติสุข จะไม่ก่อให้เกิดความเหลื่อมล้ำ และการแบ่งแยกในสังคม นอกจากนี้ยังจะเป็นการลดภาระให้กับสังคมได้ แนวคิดนี้สามารถเป็นจริงได้หากได้รับความร่วมมือจากทุกฝ่าย อาทิ ภาครัฐและเอกชน ควรให้การสนับสนุนด้านงานออกแบบที่ครอบคลุมถึงมวลชนทุกคนผู้ออกแบบในสาขาต่าง ๆ ควรให้ความสำคัญต่อการออกแบบที่ต้องใช้ความรู้ทักษะพิเศษในการสร้างสรรค์ผลงาน และการออกแบบให้ครอบคลุมถึงมวลชนทุกคนผู้ใช้งานควรต้องศึกษา และทำความเข้าใจการใช้งานอย่างถูกต้อง และมีจิตสำนึกในการรักษาสิ่งของที่เป็นสาธารณะ สุดท้ายมีการติดตามผลการใช้งาน และนำปัญหาไปพัฒนารูปแบบให้ดียิ่งขึ้นต่อไป โดยอยู่ภายใต้แนวคิดหลักการออกแบบของ Yodbangtoei [6] ที่มี 4 ประการ 1) ด้านประโยชน์ใช้สอย 2) ความงามตามหลักองค์ประกอบศิลป์ 3) คุณสมบัติทางวัสดุและเศรษฐกิจ 4) แบบอย่างและวัฒนธรรม เป้าหมายของกรอบแนวความคิดนี้ อยู่ในส่วนของการออกแบบผลิตภัณฑ์ในงานวิจัยนี้

**3.3 กรอบแนวคิดตามวัตถุประสงค์ 3 เพื่อประเมินความพึงพอใจของผู้บริโภค**

ผู้วิจัยได้ศึกษาด้านการตลาดคือแนวคิดจากงานวิจัยของ Jittangwattana [7] โดยนำเสนอแนวคิดของ James Culliton ทฤษฎีส่วนประสมการตลาด (Marketing mix) หมายถึง ปัจจัยทางการตลาดที่ควบคุมได้เพื่อสนองความต้องการของตลาดเป้าหมาย ซึ่งเรียกว่า 4Ps

3.3.1 ผลิตภัณฑ์ (Product) หมายถึง สิ่งใดสิ่งหนึ่งที่จะนำเสนอแก่ตลาด เพื่อให้เกิดความสนใจ ความต้องการเป็นกรรมสิทธิ์ การใช้ หรือการบริโภคประกอบด้วยทั้งสินค้าและบริการซึ่งแบ่งได้ 3 ระดับ คือ

3.3.1.1 แก่นผลิตภัณฑ์ หมายถึง อรรถประโยชน์หรือผลประโยชน์สำคัญที่ให้ผู้ซื้อ

3.3.1.2 รูปร่างผลิตภัณฑ์ หมายถึง ส่วนที่เป็นรูปร่างผลิตภัณฑ์ประกอบด้วยคุณลักษณะ 5 ประการ คือ ระดับคุณภาพ ลักษณะ รูปแบบ ตราผลิตภัณฑ์ และการบรรจุหีบห่อ

3.3.1.3 ประโยชน์เพิ่มของผลิตภัณฑ์ หมายถึง ประโยชน์ของผู้ซื้อที่จะได้รับนอกเหนือจากประโยชน์สำคัญของผลิตภัณฑ์

3.3.2 ราคา (Price) หมายถึง มูลค่าของผลิตภัณฑ์ที่กำหนดให้อยู่ในรูปแบบของตัวเงิน ซึ่งในการกำหนดมูลค่าของผลิตภัณฑ์ของนักการตลาดนั้นจะมีจุดหมายหรือวัตถุประสงค์ที่แตกต่างกันโดยจะสามารถแยกได้ 3 ประการ คือ การตั้งราคาโดยมุ่งกำไร การตั้งราคาโดยมุ่งที่การขาย และการตั้งราคาเพื่อคงไว้ซึ่งฐานะเดิม

3.3.3 การจัดจำหน่าย (Place) หมายถึง กิจกรรมที่จะนำผลิตภัณฑ์ไปสู่ตลาดเป้าหมายหรือผู้บริโภคโดยวิธีการจำหน่ายผ่านคนกลางหรืออาจจะจำหน่ายโดยตรง เพื่อให้ไปยังผู้บริโภคหรือกลุ่มลูกค้าเป้าหมาย

3.3.4 การส่งเสริมการตลาด (Promotion) หมายถึง การติดต่อสื่อจำหน่ายกับกลุ่มลูกค้าหรือผู้บริโภคเพื่อให้เกิดการรับทราบวัตถุประสงค์หรือแนวคิดในการจำหน่าย

## 4. วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่องการศึกษาและออกแบบรูปแบบสื่อดิจิทัลเพื่อการประชาสัมพันธ์การท่องเที่ยวเมืองรอง จังหวัดนครศรีธรรมราช สำหรับการออกแบบรูปแบบสื่อดิจิทัล ผู้วิจัยได้ใช้ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องเพื่อให้สอดคล้องตามวัตถุประสงค์การดำเนินการวิจัย โดยเริ่มต้นใช้วิธีจากการทบทวนเอกสารทุติยภูมิ และใช้ข้อมูลการสำรวจภาคสนามจากการลงพื้นที่ โดยพิจารณาองค์ประกอบภาพรวมทางวัฒนธรรมที่มีลักษณะเด่นและน่าสนใจมากที่สุด สามารถสื่อถึงอัตลักษณ์ทางวัฒนธรรมของจังหวัดนครศรีธรรมราช ดังนี้

**4.1 วิธีดำเนินการวิจัยวัตถุประสงค์ที่ 1 เพื่อศึกษารูปแบบสื่อดิจิทัลเพื่อประชาสัมพันธ์การท่องเที่ยวเมืองรอง จังหวัดนครศรีธรรมราชในการออกแบบ**

4.1.1 กลุ่มผู้ให้ข้อมูล คือ ผู้เชี่ยวชาญทางด้านสื่อดิจิทัลโดยการค้นคว้าทางอินเตอร์เน็ต บทความวิชาการ บทความวิจัย วิทยานิพนธ์ต่าง ๆ เกี่ยวกับรูปแบบสื่อดิจิทัล และศึกษาข้อมูลการท่องเที่ยวเมืองรอง จังหวัดนครศรีธรรมราชจากวัฒนธรรม วิถีชุมชนทอผ้า ลายผ้าของแต่ละชุมชน โดยผู้วิจัยลงพื้นที่ศึกษาวิถีชีวิตชุมชนทอผ้า 3 ชุมชน ได้แก่ กลุ่มทอผ้าบ้านมะม่วงปลายแขน กลุ่มทอผ้าบ้านตรอกแค และกลุ่มทอผ้าบ้านเนินธัมมัง โดยวิธีการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive sampling) โดยมีเกณฑ์การคัดเลือกจาก ปราชญ์ชาวบ้าน ผู้นำชุมชน โดยอาศัยความรู้ ความเข้าใจประวัติศาสตร์ ความเป็นมา วิถีชีวิตการทอผ้ายกพื้นเมืองในเขตพื้นที่ สำหรับการรวบรวมข้อมูลจากการสำรวจภาคสนามด้วยวิธีการสังเกตการณ์ (Observation) การสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง (Structure interview)

4.1.2 เครื่องมือการวิจัยที่ใช้ในการวิเคราะห์ ผู้วิจัยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลและการสัมภาษณ์ในเชิงลึก (In depth-interview) โดยแนวการสัมภาษณ์ใช้คำถามเชิงลึกแบบปลายเปิดให้ผู้ตอบแสดงความคิดเห็น การวิเคราะห์ระดับค่าความสัมพันธ์ทางการออกแบบรูปแบบสื่อดิจิทัล โดยพัฒนามาจากการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง ประกอบกับการใช้แบบสำรวจพื้นที่ภาคสนาม และการสำรวจข้อมูลความคิดเห็น

4.1.3 การวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้นำข้อมูลที่ได้จากการศึกษา และนำข้อมูลที่ได้จากการขอความอนุเคราะห์จากหน่วยงานและผู้นำชุมชน รวมถึงข้อมูลจากการลงสำรวจพื้นที่ และการสัมภาษณ์จากกลุ่มตัวอย่างข้างต้น มาทำการจัดลำดับความสำคัญ และตรวจความถูกต้องสมบูรณ์ของข้อมูล จนทำการวิเคราะห์ สรุปรูปแบบสื่อดิจิทัล สรุปข้อมูลเพื่อค้นหาอัตลักษณ์ที่ส่งผลต่อการออกแบบ โดยนำเสนอข้อมูลเชิงพรรณนา ซึ่งจะทำให้ทราบว่ารูปแบบสื่อดิจิทัล โดยการถ่ายทอดวัฒนธรรมอัตลักษณ์จังหวัดจากวิถีชุมการทอผ้ายก ลวดลายผ้าทอที่เป็นที่นิยม จากการลงพื้นที่นั้นแบ่งกลุ่มลายผ้ายกเป็น 4 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มลายพันธุ์ไม้ กลุ่มลายสัตว์ กลุ่มลายเรขาคณิต และกลุ่มลายเบ็ดเตล็ด

4.1.4 ตัวแปรที่ศึกษา ได้แก่ รูปแบบของสื่อดิจิทัลเพื่อการประชาสัมพันธ์การท่องเที่ยวเมืองรอง จังหวัดนครศรีธรรมราช

**4.2 วิธีดำเนินการวิจัยวัตถุประสงค์ที่ 2 เพื่อออกแบบสื่อดิจิทัลประชาสัมพันธ์การท่องเที่ยวเมืองรอง จังหวัดนครศรีธรรมราช**

4.2.1 กลุ่มผู้ให้ข้อมูล ผู้เชี่ยวชาญ ผู้ทรงคุณวุฒิด้านการออกแบบรูปแบบสื่อดิจิทัลเพื่อประชาสัมพันธ์การท่องเที่ยวเมืองรอง จังหวัดนครศรีธรรมราช ผู้เชี่ยวชาญจากมหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์วาลุกา เอมเอก อาจารย์ประจำ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์

อาจารย์ทรงพันธุ์ จันทร์ทอง อาจารย์ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์

คุณนูรีฮะห์ บูละ นักวิเคราะห์ระบบงานคอมพิวเตอร์ อุทยานวิทยาสาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์

4.2.2 เครื่องมือการวิจัย ผู้วิจัยใช้คำถามในการสอบถามสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ ผู้ทรงคุณวุฒิ โดยได้ทำการศึกษาข้อมูลปฐมภูมิด้านการออกแบบรูปแบบสื่อดิจิทัลประชาสัมพันธ์การท่องเที่ยว เพื่อสรุปเป็นแนวคิดโดยใช้หลักการออกแบบคัดเลือกแนวคิดผลิตภัณฑ์ (Concept generation and selection) ร่วมกับผู้เชี่ยวชาญจากนั้นสรุปคำถามประกอบการสัมภาษณ์ในเชิงลึก (In depth-interview)

4.2.3 การวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ วิเคราะห์ข้อมูลหาค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation: S.D.)

4.2.4 ตัวแปรที่ศึกษา ได้แก่ ผลการออกแบบรูปแบบสื่อดิจิทัลจากอัตลักษณ์วัฒนธรรมจังหวัดนครศรีธรรมราช

**4.3 วิธีดำเนินการวิจัยวัตถุประสงค์ที่ 3 เพื่อประเมินความพึงพอใจของผู้บริโภคประชากร คือ ผู้บริโภค**

4.3.1 ประชากร คือ นักท่องเที่ยว

4.3.2 กลุ่มตัวอย่าง คือ นักท่องเที่ยวของชุมชนทอผ้ากลุ่มทอผ้าบ้านมะม่วงปลายแขน กลุ่มทอผ้าบ้านตรอกแค และกลุ่มทอผ้าบ้านเนินธัมมัง จำนวน 30 ท่าน โดยใช้การเลือกกลุ่ม ตัวอย่างแบบสุ่ม (Random sampling) แนวคิดของ Yamane [8]

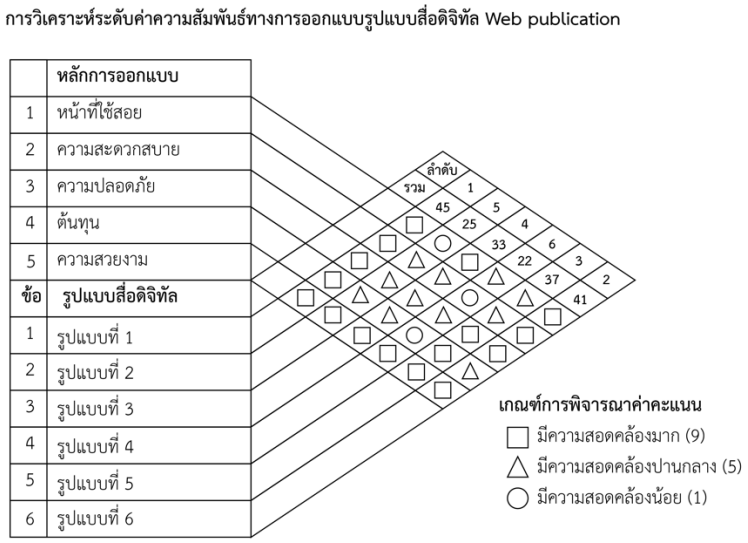
4.3.3 เครื่องมือการวิจัย ได้แก่ แบบสอบถามวิธีการแบบเจาะจง (Purposive sampling) ประเมินตามแบบมาตรฐานค่าระดับ (Rating scale)

4.3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ วิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย (Mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation: S.D.)

## 5. ผลการวิจัย

**5.1 ผลการวิจัยวัตถุประสงค์ที่ 1** เพื่อศึกษารูปแบบสื่อดิจิทัลที่เหมาะการออกแบบ รูปแบบสื่อดิจิทัลเพื่อประชาสัมพันธ์ โดยการค้นคว้าทางอินเทอร์เน็ต บทความวิชาการ บทความวิจัยวิทยานิพนธ์ต่าง ๆ ศึกษาแหล่งท่องเที่ยวอัตลักษณ์วัฒนธรรมชุมชน กลุ่มกรณีศึกษาผู้เชี่ยวชาญทางด้านอัตลักษณ์ชุมชนในพื้นที่ชุมชน กรณีศึกษาพบว่า

ผลจากการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลจากผู้เชี่ยวชาญพบว่า จากการศึกษาโดยใช้ทฤษฎีประสบการณ์ของ John Dewey นำเสนอโดย Angkurarohit [2] ได้แบ่งรูปแบบของสื่อดิจิทัลได้ 60 รูปแบบ นำมาวิเคราะห์ระดับค่าความสัมพันธ์ทางการออกแบบรูปแบบสื่อดิจิทัล สรุปได้ว่า รูปแบบสื่อดิจิทัลเพื่อนำไปใช้ในการออกแบบ ได้แก่ Web publication, Digital publications, และ Digital media




**รูปที่ 2** แสดงการวิเคราะห์ระดับค่าความสัมพันธ์ทางการออกแบบรูปแบบสื่อดิจิทัล

ผลจากการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการสอบถามผู้เชี่ยวชาญพบว่า การศึกษาแหล่งท่องเที่ยวอัตลักษณ์วัฒนธรรมวิถีชุมชนทอผ้า ลายผ้าของแต่ละชุมชน โดยผู้วิจัยลงพื้นที่ศึกษาวิถีชีวิตชุมชนทอผ้า 3 ชุมชน ได้แก่ กลุ่มทอผ้าบ้านมะม่วงปลายแขน กลุ่มทอผ้าบ้านตรอกแค และกลุ่มทอผ้าบ้านเนินธัมมัง ซึ่งทำให้ทราบว่าการทอผ้ายกที่เป็นที่นิยมนั้นแบ่งเป็น 4 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มลายพันธุ์ไม้ กลุ่มลายสัตว์ กลุ่มลายเรขาคณิต และกลุ่มลายเบ็ดเตล็ด กลุ่มที่ 1 กลุ่มลายพันธุ์ไม้ แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ลายดอกไม้ ได้แก่ ลายดอกพิกุล (ลายดอก) ลายดอกพิกุลแก้ว ลายดอกพิกุลเถื่อน ลายดอกพิกุลล้อม ลายดอกพิกุลก้านแยก ลายดอกพิกุลสลับลายลูกแก้ว ลายดอกมะลิร่วง ลายดอกมะลิตูมก้านแย่ง ลายดอกไม้ ลายดอกไม้ประดิษฐ์ ลายต้นไม้ ได้แก่ ลายใบไม้ ลายตาย่านัด (ลายตาสับปะรด) ลายหัวพลู เม็ดพริกไทย ลายเครือเถา กลุ่มที่ 2 กลุ่มลายสัตว์ ได้แก่ ลายม้า ลายหางกระรอก ลายหิ่งห้อยชมสวน ลายแมงมุมก้านแย่ง กลุ่มที่ 3 กลุ่มลายเรขาคณิต ได้แก่ ลายเกล็ดพิมเสนทรงสี่เหลี่ยมจัตุรัส ลายเกล็ดพิมเสนรูปเพชรเจียระไน ลายก้านแย่ง ลายราชวัต ลายตาสมุก ลายตาราง ลายลูกโซ่ ลายลูกแก้ว ลายลูกแก้วฝูง กลุ่มที่ 4 กลุ่มลายเบ็ดเตล็ด ได้แก่ ลายไทยประยุกต์ ลายไทยประยุกต์ผสม ลายพิมทอง ลายก้านแย่ง ลายเครือเถา ลายประจำยาม ลายพุ่มข้าวบิณฑ์เล็ก เป็นต้น [1]

**5.2 ผลการวิจัยวัตถุประสงค์ที่ 2** ผู้วิจัยได้ใช้กรอบแนวความคิด Castillo [5] โดยอยู่ภายใต้หลักการออกแบบ 4 ประการ 1) ด้านประโยชน์ใช้สอย 2) ความงามตามหลักองค์ประกอบศิลป์ 3) คุณสมบัติทางวัสดุและเศรษฐกิจ 4) แบบอย่างและวัฒนธรรม [6] โดยการออกแบบรูปแบบสื่อประชาสัมพันธ์โดยการตัดทอนลวดลายผ้าที่ทอสืบต่อกันมาแต่โบราณ จัดเป็นความงามทางวัฒนธรรมที่หลากหลาย มีเอกลักษณ์เฉพาะของท้องถิ่น เพื่อที่จะนำมาออกแบบรูปแบบสื่อดิจิทัลเพื่อประชาสัมพันธ์การท่องเที่ยวโดยใช้อัตลักษณ์วัฒนธรรมชุมชนมาใช้เป็นส่วนหนึ่งของรูปแบบสื่อดิจิทัลในแต่ละชนิด เพื่อให้คงความดั้งเดิมสอดคล้องกับแนวคิดเดิมของชาวจังหวัดนครศรีธรรมราช โดยผู้วิจัยได้ทำการคัดเลือกรูปแบบสื่อดิจิทัล เพื่อนำไปใช้ในการออกแบบรูปแบบสื่อดิจิทัล

เพื่อการประชาสัมพันธ์การท่องเที่ยวเมืองรอง จังหวัดนครศรีธรรมราช ซึ่งผู้เชี่ยวชาญได้ทำการเลือกรูปแบบ Web publication, Digital publications, และ Digital media ที่เหมาะสมมากที่สุดดังนี้

1 2 3 4 5 6

**รูปที่ 3** ภาพแสดงรูปแบบ Web publication เพื่อประชาสัมพันธ์การท่องเที่ยวเมืองรอง จังหวัดนครศรีธรรมราช แสดงอัตลักษณ์ชุมชนผ่าน Theme WordPress free

**จากรูปที่ 3** ภาพแสดงรูปแบบสื่อดิจิทัลเพื่อประชาสัมพันธ์การท่องเที่ยวเมืองรอง จังหวัดนครศรีธรรมราช เพื่อนำไปใช้ในการออกแบบสื่อดิจิทัลผ่าน Web publication ที่ได้แรงบันดาลใจมาจากรูปแบบสื่อดิจิทัลในการออกแบบสื่อประชาสัมพันธ์ โดยใช้วัฒนธรรมอัตลักษณ์ชุมชนลายผ้าทอ เกี่ยวข้องกับการสื่อสารทางการมองเห็น ออกแบบและพัฒนามาเพื่อตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคซึ่งสามารถเลือกรูปแบบ ลวดลาย และสี ได้ตามความต้องการ โดยเว็ป WordPress

1 2 3 4 5 6

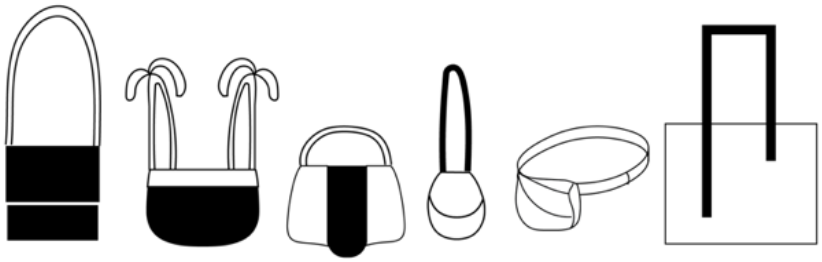
**รูปที่ 4** ภาพแสดงรูปแบบ Digital media เพื่อประชาสัมพันธ์การท่องเที่ยวเมืองรอง จังหวัดนครศรีธรรมราช แสดงอัตลักษณ์ชุมชนผ่านบรรจุภัณฑ์

**จากรูปที่ 4** ภาพแสดงแบบร่างการออกแบบ Digital media เพื่อประชาสัมพันธ์การท่องเที่ยวเมืองรอง จังหวัดนครศรีธรรมราช เพื่อนำไปใช้ในการออกแบบสื่อดิจิทัลผ่าน Digital media ที่ได้รับแรงบันดาลใจมาจากการใช้บรรจุภัณฑ์เพื่อมวลชนแบบมาตรฐาน ส่งผลให้ง่ายต่อการใช้งาน

1 2 3 4 5 6

**รูปที่ 5** ภาพแสดงรูปแบบ Digital publications เพื่อประชาสัมพันธ์การท่องเที่ยวเมืองรอง จังหวัดนครศรีธรรมราช แสดงอัตลักษณ์ชุมชนผ่านเครื่องแต่งกาย

**จากรูปที่ 5** ภาพแสดงรูปทรงชุดเครื่องประดับเพื่อประชาสัมพันธ์การท่องเที่ยวเมืองรอง จังหวัดนครศรีธรรมราช เพื่อนำไปใช้ในการออกแบบสื่อดิจิทัลผ่านผ้าคลุมไหล่ ที่ได้แรงบันดาลใจมาจากการแต่งกายของชาวพื้นเมืองนครศรีธรรมราช เป็นผ้าสำหรับคลุมไหล่ เรียกว่า “ผ้าพาดบ่า”

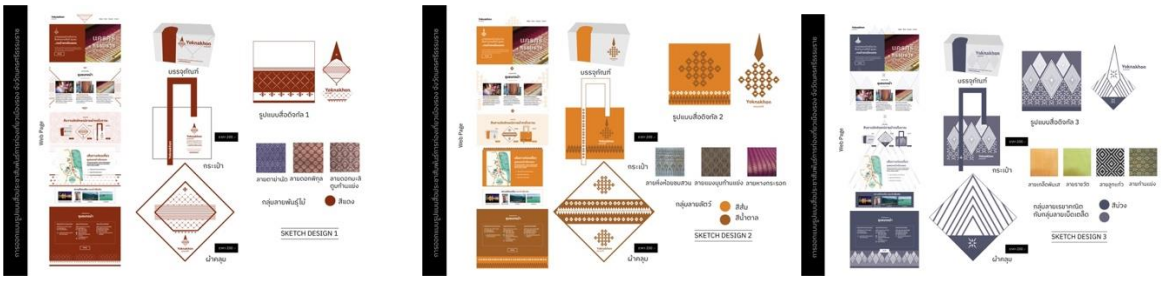


1 2 3. 4 5 6

**รูปที่ 6** ภาพแสดงรูปแบบ Digital publications เพื่อประชาสัมพันธ์การท่องเที่ยวเมืองรอง จังหวัดนครศรีธรรมราช แสดงอัตลักษณ์ชุมชนผ่านเครื่องประดับ

**จากรูปที่ 6** ภาพแสดงรูปแบบ Digital publications เพื่อประชาสัมพันธ์การท่องเที่ยวเมืองรอง จังหวัดนครศรีธรรมราชแสดงผ่านลวดลายอัตลักษณ์ชุมชนผ่านเครื่องประดับด้วยลวดลายดิจิทัลที่ได้แรงบันดาลใจมาจากวัฒนธรรมวิถีชีวิตของชาวนครศรีธรรมราชที่ใช้กระเป๋าย่านลิเภา ซึ่งมีรูปทรงเป็นสี่เหลี่ยม มีหูหิ้วสะพานไหล่ มองดูคล้ายกระเป๋าทรงสี่เหลี่ยม ถุงผ้าในปัจจุบัน

สรุปผลการวิเคราะห์ระดับค่าความสัมพันธ์ทางการออกแบบรูปแบบสื่อดิจิทัลจากแบบร่างทั้งหมด 24 รูปแบบ พบได้ว่ารูปแบบที่มีความเหมาะสมและสอดคล้องต่อการออกแบบรูปแบบสื่อดิจิทัลเพื่อการประชาสัมพันธ์การท่องเที่ยวเมืองรอง จังหวัดนครศรีธรรมราช คือ Web publication รูปแบบที่ 1 มี 45 คะแนน อยู่ในลำดับที่ 1 รูปแบบที่ 6 มี 41 คะแนน อยู่ในลำดับที่ 2 รูปแบบที่ 5 มี 37 คะแนน อยู่ในลำดับที่ 3 Digital media ผ่านบรรจุภัณฑ์ รูปแบบที่ 2 มี 45 คะแนน อยู่ในลำดับที่ 1 รูปแบบที่ 6 มี 41 คะแนน อยู่ในลำดับที่ 2 รูปแบบที่ 4 มี 37 คะแนน อยู่ในลำดับที่ 3 Digital publications ผ่านเครื่องแต่งกาย รูปแบบที่ 6 มี 45 คะแนน อยู่ลำดับที่ 1 รูปแบบที่ 4 มี 37 คะแนน อยู่ในลำดับที่ 2 รูปแบบที่ 2 มี 31 คะแนน อยู่ในลำดับที่ 3 Digital publications ผ่านเครื่องประดับ รูปแบบที่ 6 มี 45 คะแนน อยู่ลำดับที่ 1 รูปแบบที่ 3 มี 41 คะแนน อยู่ในลำดับที่ 2 รูปแบบที่ 1 มี 37 คะแนน อยู่ในลำดับที่ 3 จากนั้นผู้วิจัยได้นำแบบร่างรูปทรงผลิตภัณฑ์ที่ได้ค่าคะแนนความสัมพันธ์มากที่สุดมาสร้าง Sketch design โดยใส่ลวดลายผ้ายกไว้ในบริเวณต่าง ๆ และสีสกรีนธรรมชาติที่เป็นภูมิปัญญาของชาวนครศรีธรรมราช ดังนี้



รูปแบบที่ 1 (กลุ่มลายพันธุ์ไม้) รูปแบบที่ 2 (กลุ่มลายสัตว์) รูปแบบที่ 3 (กลุ่มลายเรขาคณิตกับกลุ่มลายเบ็ดเตล็ด)

**รูปที่ 7** Sketch design

**จากรูปที่ 7** ภาพแสดงภาพร่าง (Sketch design) รูปแบบแนวคิดสื่อดิจิทัล Web publication, Digital publications, และ Digital media มาออกแบบสื่อประชาสัมพันธ์ โดยใช้อัตลักษณ์วัฒนธรรมชุมชน เกี่ยวข้องกับการสื่อสารทางการมองเห็น ที่ได้รับแรงบันดาลใจมาจากการออกแบบสื่อดิจิทัลผ่าน Digital media ที่ได้รับแรงบันดาลใจมาจากการใช้บรรจุภัณฑ์เพื่อมวลชนแบบมาตรฐานส่งผลให้ง่ายต่อการใช้งาน การออกแบบสื่อดิจิทัลผ่านผ้าคลุมไหล่ ที่ได้แรงบันดาลใจมาจากการแต่งกายของชาวพื้นเมืองนครศรีธรรมราช เป็นผ้าสำหรับคลุมไหล่ เรียกว่า “ผ้าพาดบ่า” ลวดลายอัตลักษณ์ชุมชนผ่านเครื่องประดับด้วยลวดลายดิจิทัลที่ได้

แรงบันดาลใจมาจากวัฒนธรรมวิถีชีวิตของชาวนครศรีธรรมราชที่ใช้กระเป๋าย่านลิเภา ซึ่งมีรูปทรงเป็นสี่เหลี่ยม มีหูหิ้วสะพานไหล่ มองดูคล้ายกระเป๋าทรงสี่เหลี่ยมถุงผ้าในปัจจุบัน ด้วยลวดลายผ้าที่ทอสืบต่อกันมาแต่โบราณ จัดเป็นความงามทางวัฒนธรรมที่หลากหลาย มีเอกลักษณ์เฉพาะของท้องถิ่น นำมาออกแบบสื่อดิจิทัลเพื่อประชาสัมพันธ์การท่องเที่ยว โดยใช้วัฒนธรรมอัตลักษณ์ชุมชนมาใช้เป็นส่วนหนึ่งของสื่อดิจิทัลในการออกแบบแต่ละชนิด

**ตารางที่ 1** แสดงผลการประเมินระดับความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อรูปแบบสื่อดิจิทัลเพื่อการประชาสัมพันธ์การท่องเที่ยวเมืองรอง จังหวัดนครศรีธรรมราช

| รายการประเมิน | ระดับความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ 3 คน | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | รูปแบบที่ 1 | | รูปแบบที่ 2 | | รูปแบบที่ 3 | |
| | $\overline{X}$ | S.D. | $\overline{X}$ | S.D. | $\overline{X}$ | S.D. |
| **1 ด้านประโยชน์ใช้สอย** | | | | | | |
| 1.1 ผลิตภัณฑ์มีประโยชน์ใช้สอยเหมาะสมกับราคา | 4.33 | 0.58 | 3.67 | 0.58 | 4.00 | 1.00 |
| 1.2 ผลิตภัณฑ์สามารถใช้งานได้อย่างคุ้มค่า | 5.00 | 0.00 | 4.33 | 1.15 | 3.67 | 0.58 |
| 1.3 ผลิตภัณฑ์มีรูปร่างที่เหมาะสม | 5.00 | 0.00 | 3.67 | 0.58 | 3.67 | 0.58 |
| **2 ความงามตามหลักองค์ประกอบศิลป์** | | | | | | |
| 2.1 ผลิตภัณฑ์มีโครงสร้างที่เหมาะสม | 5.00 | 0.00 | 4.00 | 1.00 | 3.67 | 0.58 |
| 2.2 ผลิตภัณฑ์มีความงามทางด้านรูปทรง | 4.33 | 1.15 | 3.33 | 0.58 | 4.00 | 1.00 |
| 2.3 ผลิตภัณฑ์มีความงานทางด้านสี | 4.00 | 0.00 | 3.67 | 0.58 | 3.67 | 0.58 |
| 2.4 ผลิตภัณฑ์มีความงานทางด้านลวดลายผ้า | 3.67 | 0.58 | 4.67 | 0.58 | 4.00 | 1.00 |
| **3 คุณสมบัติทางวัสดุและเศรษฐกิจ** | | | | | | |
| 3.1 มีคุณค่าในตัวเอง | 3.67 | 0.58 | 4.00 | 1.00 | 3.67 | 0.58 |
| 3.2 เหมาะสมกับการผลิต | 4.33 | 0.58 | 4.00 | 1.00 | 3.67 | 0.58 |
| **4 แบบอย่างและวัฒนธรรม** | | | | | | |
| 4.1 แสดงความเป็นอัตลักษณ์กลุ่มชาติพันธุปกาเกอะญอ | 4.33 | 0.58 | 4.00 | 1.00 | 4.00 | 1.00 |
| 4.2 ออกแบบได้เหมาะสมกับภาพการณ์ | 4.33 | 0.58 | 3.67 | 0.58 | 4.00 | 1.00 |
| **เฉลี่ย** | **4.39** | **0.37** | **3.94** | **0.24** | **3.82** | **0.24** |
| **ระดับความเห็น** | **มีความเหมาะสมมากที่สุด** | | **มีความเหมาะสมมาก** | | **มีความเหมาะสมมาก** | |

สรุปผลการออกแบบรูปแบบสื่อดิจิทัลเพื่อการประชาสัมพันธ์การท่องเที่ยวเมืองรองจังหวัดนครศรีธรรมราช พบว่า รูปแบบที่ 1 มีความเหมาะสมมากที่สุด มีความเห็นอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 4.39, S.D. = 0.37) รองลงมาคือ รูปแบบที่ 2 มีความเหมาะสมในระดับมาก ($\overline{X}$ = 3.94, S.D. = 0.24) รองลงมาอันดับสุดท้าย คือ รูปแบบที่ 2 มีความเหมาะสมในระดับมาก ($\overline{X}$ = 3.82, S.D. = 0.24)

**5.3 ผลการวิจัยวัตถุประสงค์ที่ 3** เพื่อประเมินความพึงพอใจของผู้บริโภค ผู้อุปโภควัยทำงานในกรุงเทพมหานคร จำนวน 30 คน โดยใช้การเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบบังเอิญ (Accidental sampling) พบว่า


**รูปที่ 8** ภาพแสดงรูปแบบสื่อดิจิทัลเพื่อการประชาสัมพันธ์การท่องเที่ยวเมืองรอง จังหวัดนครศรีธรรมราช

**จากรูปที่ 8** ภาพแสดงรูปแบบสื่อดิจิทัลเพื่อการประชาสัมพันธ์การท่องเที่ยวเมืองรอง จังหวัดนครศรีธรรมราช จากอัตลักษณ์ทางวัฒนธรรมเป็นการถ่ายทอดประวัติศาสตร์ ได้สำรวจจากชุมชนทอผ้ายก 3 ชุมชน นำมาสร้างสร้างสรรค์ลวดลายให้เกิดขึ้นเป็นภาพบนรูปแบบสื่อดิจิทัลจากลายผ้าทอพื้นเมืองที่ได้รับมาจากบรรพบุรุษ สะท้อนความเป็นอัตลักษณ์ทางวัฒนธรรม นำมาสื่อสารผ่านรูปแบบ Web publication ที่มีลายกราฟิกได้มาจากลายผ้ายกกลุ่มลายพันธุ์ไม้ ลายย่านัด ลายดอกพิกุล และลายมะลิตูมก้านแย่ง นำมาตัดทอนเป็นลายบนสื่อประชาสัมพันธ์ รูปแบบ Digital media ผ่านบรรจุภัณฑ์ ที่ได้รับแรงบันดาลใจมาจากการใช้บรรจุภัณฑ์เพื่อมวลชลแบบมาตรฐานส่งผลให้ง่ายต่อการใช้งาน Digital publications ผ่านเครื่องแต่งกายได้แรงบันดาลใจมาจากการแต่งกายของชาวพื้นเมืองนครศรีธรรมราช เป็นผ้าสำหรับคลุมไหล่ เรียกว่า “ผ้าพาดบ่า” Digital publications ผ่านเครื่องประดับ ด้วยลวดลายดิจิทัลที่ได้แรงบันดาลใจมาจากวัฒนธรรมวิถีชีวิตของชาวนครศรีธรรมราชที่ใช้กระเป๋าย่านลิเภาซึ่งมีรูปทรงเป็นสี่เหลี่ยม มีหูหิ้วสะพานไหล่ มองดูคล้ายกระเป๋าทรงสี่เหลี่ยมถุงผ้าในปัจจุบัน ด้วยลวดลายผ้าที่ทอสืบต่อกันมาแต่โบราณ จัดเป็นความงามทางวัฒนธรรมที่หลากหลาย มีเอกลักษณ์เฉพาะของท้องถิ่น สะท้อนความเป็นอัตลักษณ์ทางวัฒนธรรมร่วมกับภูมิปัญญาการใช้สีแดง สีธรรมชาติที่ได้จากใบมังคุดผลไม้พื้นถิ่นที่นำมามัดย้อมผ้าของชุมชน

**ตารางที่ 2** แสดงผลการประเมินระดับความคิดเห็นผู้อุปโภคที่มีต่อรูปแบบสื่อดิจิทัลเพื่อการประชาสัมพันธ์การท่องเที่ยวเมืองรอง จังหวัดนครศรีธรรมราช

| รายการประเมิน | ระดับความคิดเห็นผู้อุปโภค (n = 30) | |
|---|---|---|
| | $\overline{X}$ | S.D. |
| **1 ด้านผลิตภัณฑ์** | | |
| 1.1 ความสวยงามของผลิตภัณฑ์ด้านรูปร่าง รูปทรง | 4.57 | 0.63 |
| 1.2 ผลิตภัณฑ์มีเอกลักษณ์เฉพาะตัว | 4.47 | 0.63 |
| 1.3 ผลิตภัณฑ์มีความเหมาะสมต่อการใช้สอย | 4.63 | 0.49 |
| **2 ด้านราคา** | | |
| 2.1 ราคาเหมาะสมกับผลิตภัณฑ์ | 4.43 | 0.77 |
| 2.2 ราคาเหมาะสมเมื่อเปรียบเทียบกับคุณภาพ | 4.40 | 0.56 |
| 2.3 ราคาเหมาะสมเมื่อเปรียบเทียบกับคุณสมบัติ | 4.33 | 0.61 |
| **3 ด้านช่องทางการจัดจำหน่าย** | | |
| 3.1 ผลิตภัณฑ์สามารถวางจัดจำหน่ายในงานแสดงสินค้า | 4.60 | 0.56 |
| 3.2 ผลิตภัณฑ์จำหน่ายผ่านสื่อออนไลน์ | 4.60 | 0.56 |
| **4 ด้านการส่งเสริมการตลาด** | | |
| 4.1 มีบริการจัดส่งผลิตภัณฑ์ | 4.40 | 0.67 |
| 4.2 มีการประชาสัมพันธ์ผลิตภัณฑ์ในด้านต่างๆ | 4.53 | 0.57 |
| 4.3 มีการสร้างแรงจูงใจในการซื้อผลิตภัณฑ์ในรูปแบบต่างๆ | 4.40 | 0.81 |
| **เฉลี่ย** | **4.39** | **0.37** |
| **ระดับความเห็น** | **มีความเหมาะสมมากที่สุด** | |

จากตารางที่ 2 สรุปผลการประเมินระดับความคิดเห็นผู้อุปโภค พบว่า รูปแบบสื่อดิจิทัลมีความเหมาะสมมากที่สุด ($\overline{X}$ = 4.49, S.D. = 0.10)

## 6. สรุปและอภิปรายผล

สรุปผลงานวิจัยตามวัตถุประสงค์ 1 เพื่อศึกษารูปแบบสื่อดิจิทัลในการออกแบบ โดยทำการค้นคว้าทางอินเตอร์เน็ตเกี่ยวกับบทความวิชาการ บทความวิจัยวิทยานิพนธ์ต่าง ๆ แบ่งรูปแบบของสื่อดิจิทัลไว้ตามหลักของ John Dewey จากงานวิจัยของ Angkurarohit [2] ได้ 60 รูปแบบ จากการวิเคราะห์ระดับค่าความสัมพันธ์ทางการออกแบบรูปแบบสื่อดิจิทัล สรุปได้ว่ารูปแบบสื่อดิจิทัลเพื่อนำไปใช้ในการออกแบบ ได้แก่ สิ่งพิมพ์ทางเว็ป (Web publication), สื่อดิจิทัล (Digital publications), และดิจิทัลมีเดีย (Digital media) ที่มีการนำเอาข้อความ กราฟิก ภาพเคลื่อนไหว เสียง มาจัดรูปแบบ โดยอาศัยเทคโนโลยีความเจริญก้าวหน้าทางด้านคอมพิวเตอร์ โดยการสร้างความน่าสนใจจากอัตลักษณ์ทางวัฒนธรรมที่ชัดเจนเป็นสื่อกลางการถ่ายทอดประวัติศาสตร์ ขนบธรรมเนียม วัฒนธรรม ผู้วิจัยได้สำรวจอัตลักษณ์ทางวัฒนธรรมจากชุมชนทอผ้าพื้นเมือง 3 ชุมชน ศูนย์ศิลปาชีพบ้านเนินธัมมัง ชุมชนบ้านตรอกแค และชุมชนบ้านมะม่วงปลายแขน สร้างลวดลายดิจิทัลจากลายผ้ายก สะท้อนความเป็นอัตลักษณ์ทางวัฒนธรรมจังหวัดนครศรีธรรมราช

ปัจจุบันสถานที่ท่องเที่ยวในหลาย ๆ พื้นที่มีช่องทางการประสัมพันธ์ค่อนข้างน้อย เนื่องจากชาวบ้าน ผู้ประกอบการยังขาดความชำนาญในด้านเทคโนโลยี นักท่องเที่ยวที่เดินทางไปเที่ยวจังหวัดต่าง ๆ ก็มักจะไปเที่ยวในสถานที่เดิม ๆ ที่มีการประชาสัมพันธ์ไว้ก่อนแล้ว แต่ก็ยังคงมีอีกหลายพื้นที่ โดยเฉพาะจังหวัดนครรีธรรมราชจังหวัดที่มีอารายธรมที่ได้รับการสืบทอดมาตั้งแต่สมัยศรีวิชัยความรู้ภูมิปัญญาการทอผ้า ที่ได้รับอิธิพลมาจากการค้าขายกับชาวจีนในอดีต ผ้าทอเมืองนครศรีธรรมราชมีลักษณะเป็นผ้าทอด้วยเทคนิคการสร้างลวดลายการทอยกดอก โดยการทอเพิ่มเส้นพุ่งพิเศษเกิดเป็นลวดลายย กนูน เป็นการทอด้วยเส้นไหม เส้นเงินเส้นทอง ที่ทอจะถูกกำหนดตามความต้องการใช้งานตั้งแต่เริ่มต้นทอ ความโดดเด่นของผ้าทอจะเป็นลวดลายที่มีลักษณะป้ายไม่มียอดแหลมแตกต่างไปจากภูมิภาคอื่น ๆ ผสมผสานกับการใช้สีธรรมชาติจากเปลือกมังคุด เปลือกกล้วยหิน ลูกเนียง ผลผลิตที่หาได้จากชุมชนที่นำมาเป็นสีสำหรับการทำผ้ามัดย้อมภูมิปัญญาของคนพื้นเมือง นำมาออกแบบบนสื่อดิจิทัลประชาสัมพันธ์ แสดงอัตลักษณ์พื้นบ้านของจังหวัดนครศรีธรรมราช

งานวิจัยการศึกษารูปแบบสื่อดิจิทัลเพื่อการประชาสัมพันธ์การท่องเที่ยวเมืองรอง จังหวัดนครศรีธรรมราช ผสานกับอัตลักษณ์วัฒนธรรมการทอลายผ้ายก ของจังหวัดนครศรีธรรมราชจึงมีความงดงามโดดเด่นลวดลาย ด้วยสีสันตระการตา และผู้คนทั่วไปยังคงพบเห็นรูปแบบอันเป็นอัตลักษณ์ของลวดลายเครื่องแต่งกายของชาวพื้นเมือง ด้วยลวดลายเป็นที่ต้องตาต้องใจของคนเมือง นักท่องเที่ยว และชาวต่างชาติ โดยการศึกษาอัตลักษณ์จากผู้เชี่ยวชาญ ผู้ทรงคุณวุฒิในพื้นที่ชุมชน ศึกษาแนวทางเพื่อทำการออกแบบสื่อประชาสัมพันธ์เพื่อให้ชุมชนมีส่วนร่วม เป็นการสร้างมูลค่าเพิ่มตามแนวทางเศรษฐกิจสร้างสรรค์ที่ยังคงรักษาไว้ซึ่งอัตลักษณ์ ตอบสนองความต้องการของลูกค้าในปัจจุบันที่มีวิถีชีวิตที่เปลี่ยนแปลงไปได้ในหลายรูปแบบ สามารถเป็นอาชีพเสริมที่มีศักยภาพทางเศรษฐกิจสร้างรายได้และเป็นการประชาสัมพันธ์ถึงความเป็นตัวตน

สรุปผลงานวิจัยตามวัตถุประสงค์ 2 การออกแบบรูปแบบสื่อดิจิทัลในการออกแบบรูปแบบสื่อดิจิทัลเพื่อประชาสัมพันธ์การท่องเที่ยวเมืองรอง จังหวัดนครศรีธรรมราช ได้ใช้กรอบแนวความคิด Universal design ของ Castillo [5] ภายใต้หลักการออกแบบ 4 ประการ 1) ด้านประโยชน์ใช้สอย 2) ความงามตามหลักองค์ประกอบศิลป์ 3) คุณสมบัติทางวัสดุและเศรษฐกิจ 4) แบบอย่างและวัฒนธรรม สรุปผลการออกแบบรูปแบบสื่อดิจิทัล พบว่า รูปแบบที่ 1 มีความเหมาะสมมากที่สุด มีความเห็นอยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$ = 4.39, S.D.= 0.37) รองลงมาคือ รูปแบบที่ 2 มีความเหมาะสมในระดับมาก ($\overline{X}$ = 3.94, S.D. = 0.24) รองลงมาอันดับสุดท้าย คือ รูปแบบที่ 3 มีความเหมาะสมในระดับมาก ($\overline{X}$ = 3.82, S.D.= 0.24) โดยมีการนำอัตลักษณ์ลวดลายผ้ายก ผ้าทอโบราณจากวิถีชีวิตการทอผ้ายกมาใช้เป็นส่วนหนึ่งของรูปแบบสื่อดิจิทัลที่แสดงในแต่ละชนิด เนื่องจากผ้ายกเมืองนครเป็นผ้าทอพื้นเมืองที่ใช้เทคนิคการทอแบบยกดอก ซึ่งเป็นศิลปะหัตถกรรมพื้นบ้านของจังหวัดนครศรีธรรมราช จัดเป็นความงามทางวัฒนธรรม ด้วยวิธีการคิดค้นประดิษฐ์เป็นลวดลาย จนกลายเป็นวัฒนธรรมที่มีเอกลักษณ์เฉพาะท้องถิ่น สืบทอดภูมิปัญญามาตั้งแต่โบราณ จึงมีเอกลักษณ์เฉพาะตนในการออกแบบรูปแบบสื่อดิจิทัลในงานวิจัยและเพื่อให้คงความเป็นทุนวัฒนธรรมดั้งเดิมไว้ ผู้วิจัยจึงได้ใช้หลักการออกแบบที่สอดคล้องกับแนวคิดเดิมของชาวนครศรีธรรมราช สำหรับการออกแบบรูปแบบสื่อดิจิทัลที่แสดงผ่าน Web publication, Digital publications, และ Digital media

สรุปผลงานวิจัยตามวัตถุประสงค์ 3 เพื่อประเมินความพึงพอใจของผู้บริโภค ผู้วิจัยได้ศึกษาด้านการตลาดคือแนวกลยุทธ์ 4Ps ตามกรอบแนวความคิดของ Jittangwattana [7] ได้ทำการกล่าวถึงทฤษฎีส่วนประสมการตลาด (Marketing mix) หมายถึงปัจจัยทางการตลาดที่ควบคุมได้เพื่อสนองความต้องการของตลาดเป้าหมาย ซึ่งเรียกว่า 4Ps พบว่า มีผู้อุปโภควัยทำงานอยู่ในกรุงเทพมหานคร จำนวน 30 ท่าน โดยใช้การเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบบังเอิญ (Accidental sampling) มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ด้านรูปแบบสื่อดิจิทัล ความสวยงามของสื่อดิจิทัลด้านรูปแบบ ($\overline{X}$ = 4.57, S.D. = 0.63) รูปแบบสื่อดิจิทัลมีเอกลักษณ์เฉพาะตัว ($\overline{X}$ = 4.47, S.D. = 0.63) รูปแบบสื่อดิจิทัล ที่มีความเหมาะสมต่อการใช้งาน ($\overline{X}$ = 4.63, S.D. = 0.49) ด้านราคา ราคาเหมาะสมกับรูปแบบสื่อดิจิทัล (ผลิตภัณฑ์) ($\overline{X}$ = 4.43, S.D. = 0.77) ราคาเหมาะสมเมื่อเปรียบเทียบกับคุณภาพ (ผลิตภัณฑ์) ($\overline{X}$ = 4.40, S.D. = 0.56) ราคาเหมาะสมเมื่อเปรียบเทียบกับคุณสมบัติ (ผลิตภัณฑ์) ($\overline{X}$ = 4.33, S.D. = 0.61) ด้านช่องทางการจัดจำหน่าย รูปแบบสื่อดิจิทัลสามารถวางจำหน่ายในงานแสดงสินค้า (ผลิตภัณฑ์) ($\overline{X}$ = 4.60, S.D. = 0.56) ผลิตภัณฑ์จำหน่ายผ่านสื่อออนไลน์ (ผลิตภัณฑ์) ($\overline{X}$ = 4.60, S.D. = 0.56) ด้านการส่งเสริมการตลาด มีบริการจัดส่งรูปแบบสื่อดิจิทัล (ผลิตภัณฑ์) ($\overline{X}$ = 4.40, S.D. = 0.67) มีการประชาสัมพันธ์รูปแบบสื่อดิจิทัลในด้านต่าง ๆ ($\overline{X}$ = 4.53, S.D. = 0.57) มีการสร้างแรงจูงใจในการซื้อรูปแบบสื่อดิจิทัลในรูปแบบต่าง ๆ ($\overline{X}$ = 4.40, S.D. = 0.81)

## 7. ข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษารูปแบบสื่อดิจิทัลเพื่อการประชาสัมพันธ์การท่องเที่ยวเมืองรอง จังหวัดนครศรีธรรมราช รวมถึงประวัติศาสตร์ วัฒนธรรม อาชีพ ประเพณีความเชื่อ เครื่องแต่งกาย ลวดลายและความหมายบนเครื่องแต่งกาย เครื่องมือเครื่องใช้ กระบวนการผลิตต่าง ๆ การทอผ้า เพื่อใช้เป็นแนวทางในการออกแบบรูปแบบสื่อดิจิทัล

แนวทางการออกแบบรูปแบบสื่อดิจิทัลเพื่อการประชาสัมพันธ์การท่องเที่ยวจากอัตลักษณ์วัฒนธรรมจังหวัดนครศรีธรรมราชมีหลากหลาย สามารถนำองค์ความรู้ที่ได้จากการศึกษามาต่อยอดพัฒนารูปแบบสื่อดิจิทัลเพื่อการประชาสัมพันธ์การท่องเที่ยวจังหวัดนครศรีธรรมราชต่อไปได้อีก

ควรศึกษาถึงการส่งเสริมและพัฒนาชุมชนให้เป็นแหล่งการเรียนรู้และการท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์โดยภูมิปัญญาชาวบ้าน

## เอกสารอ้างอิง

[1] Thongsamak, C. (2011). **Nakhon Si Thammarat Cloth.** Nakhon Si Thammarat: Akson Print. 147-165. (in Thai)

[2] Angkurarohit, P. (2000). **Practical philosophy foundation of educational philosophy in democratic society.** Bangkok: Chulalongkorn University Press. 105-111. (in Thai)

[3] Tiantong, M. (2005). **Multimedia and hypermedia.** Bangkok: King Mongkut's University of Technology North. 131. (in Thai)

[4] Leesuwan, W. (1999). **Local arts and crafts.** Bangkok: Compact Print. 43. (in Thai)

[5] Castillo, N. D. (2009). **Information on principles of design for the masses [“Universal Design” training material documents].** [online]. Available: http://www.opp.go.th/km/fund/apcd3_7_12_49.pdf Retrieved March 10, 2021. (in Thai)

[6] Yodbangtoei, M. (1995). **Design**. Bangkok: Odeon Store. 222. (in Thai)

[7] Jittangwattana, B. (1998). **Marketing strategy and marketing management.** Bangkok: Diamond in Business Network. 136-137. (in Thai)

[8] Yamane, T. (1973). **Statistics an introductory analysis.** New York: Harper & Row. 727-728.

# รูปแบบการจัดการเรียนการสอนเพื่อผลิตครูอาชีวศึกษานักปฏิบัติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

# THE TEACHING AND LEARNING MODEL FOR HANDS-ON PRE-SERVICE TVET TEACHERS OF RAJAMANGALA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY THANYABURI

**บรรเลง สระมูล และทรงธรรม ดีวาณิชสกุล***
**Banleng Sramoon and Songtham Deewanichsakul***
**E-mail: Banleng@rmutt.ac.th and Songtham_d@rmutt.ac.th**

ภาควิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี จ.ปทุมธานี 12110
Department of Technical Education, Faculty of Technical Education, Rajamangala University of Technology Thanyaburi, Pathumthani 12110 Thailand

*Corresponding author E-mail: Songtham_d@rmutt.ac.th

(Received: March 17, 2021; Revised: April 24, 2021; Accepted: June 23, 2021)

## ABSTRACT

This research aimed to 1) construct the teaching and learning model to produce hands-on pre-service TVET teachers of Rajamangala University of Technology Thanyaburi, 2) evaluate the propriety of the model, and 3) compare the opinions towards the teaching and learning model. The researchers had carried out the research as follows: Step 1) Construct the teaching and learning model and re-check by 10 experts, then bring suggestions to revise and improve the teaching and learning model to be more complete. Step 2) Evaluate the suitability of the teaching and learning model. The samples were 27 people including 12 administrators and 15 instructors from Rajamangala University of Technology group. The tool used in this research was a 5-rating scale to evaluate the propriety of the teaching and learning model. Then the data were analyzed and summarized.

The results of this research revealed that teaching and learning model to produce hands–on pre-service TVET teachers for Rajamangala University of Technology Thanyaburi was propriety at the highest level ($\bar{x}$ = 4.54, SD = 0.14). There was no significant difference in the results of comparing the mean opinions towards the teaching and learning model of the administrators and the instructors which showed that the teaching and learning model to produce hands-on pre-service TVET teachers can be used as a guide.

**Keywords:** Teaching and learning model; TVET teacher; Hands-on TVET teacher

**บทคัดย่อ**

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) สร้างรูปแบบการจัดการเรียนการสอนเพื่อผลิตครูอาชีวศึกษานักปฏิบัติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี 2) ประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการจัดการเรียนการสอน และ 3) เปรียบเทียบความคิดเห็นของผู้บริหารและอาจารย์ผู้สอนที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนการสอน ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยดังต่อไปนี้ ขั้นตอนที่ 1) สร้างรูปแบบการจัดการเรียนการสอน โดยเริ่มจากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และนำมาสังเคราะห์องค์ประกอบเพื่อสร้างร่างรูปแบบ จากนั้นนำเสนอร่างรูปแบบการจัดการเรียนการสอน แก่ผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 10 คน เพื่อพิจารณาตรวจสอบและนำข้อเสนอแนะมาแก้ไขปรับปรุงรูปแบบการจัดการเรียนการสอน ให้สมบูรณ์มากยิ่งขึ้น ขั้นตอนที่ 2) ประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการจัดการเรียนการสอน ซึ่งกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยขั้นตอนนี้ประกอบด้วยผู้บริหาร 12 คน และอาจารย์ผู้สอนกลุ่มมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล จำนวน 15 คน รวมเป็น 27 คน เครื่องมือที่ใช้การวิจัย คือ แบบประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการจัดการเรียนการสอน โดยมีลักษณะเป็นแบบประมาณค่า 5 ระดับ ผู้วิจัยได้นำเสนอรายละเอียดของรูปแบบการจัดการเรียนการสอน ต่อที่ประชุม และให้ผู้ทรงคุณวุฒิซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างประเมินความเหมาะสมของรูปแบบด้วยแบบประเมินที่สร้างขึ้น จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาทำการวิเคราะห์ และสรุปผลทางสถิติต่อไป

ผลการวิจัยพบว่า รูปแบบการจัดการเรียนการสอนเพื่อผลิตครูอาชีวศึกษานักปฏิบัติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x}$ = 4.54, S.D. = 0.14) และผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความเหมาะสมที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนการสอน ของผู้บริหาร และอาจารย์ผู้สอนไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งแสดงให้เห็นว่า รูปแบบการจัดการเรียนการสอนเพื่อผลิตครูอาชีวศึกษานักปฏิบัติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรีสามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการผลิตครูอาชีวศึกษานักปฏิบัติได้

**คำสำคัญ:** รูปแบบการจัดการเรียนการสอน; ครูอาชีวศึกษา; ครูอาชีวศึกษานักปฏิบัติ

## 1. บทนำ

"ครูช่าง" เป็นคำที่รวมเอาคำสองคำเข้าไว้ด้วยกัน ก็คือ "ครู" ซึ่งหมายถึงผู้ทำหน้าที่สอน อบรม ให้ความรู้ทักษะและชีวิตจิตใจแก่ผู้เรียน และอีกคำหนึ่งคือ คำว่า "ช่าง" ซึ่งหมายถึง ผู้ทำหน้าที่ ออกแบบ สร้าง ช่วยแก้ไขวัตถุสิ่งของเครื่องไม้เครื่องมือต่าง ๆ ดังนั้นในการฝึกหัดครูช่างจะต้องเริ่มจากการฝึกหัดให้เป็นช่างที่ดีมีทักษะ มีฝีมือทางด้านช่างอย่างชำนาญก่อน แล้วจากนั้นจึงมาฝึกหัดการเป็นครูผู้ถ่ายทอดเนื้อหา ถ่ายทอดทักษะต่าง ๆ ที่มีอยู่อย่างชำนาญแล้วให้แก่ผู้เรียน การฝึกหัดครูช่างจึงถือได้ว่าเป็นการผลิตคนในสองอาชีพเข้าไว้ด้วยกัน คือ การสร้างคนให้มีความสามารถทั้งภาคทฤษฎีและการปฏิบัติงานช่าง ตลอดจนมีจิตสำนึกในความเป็นครูมีความรอบรู้เชี่ยวชาญในทฤษฎีการเรียนการสอน และชำนาญงานสอนทุกประเภทด้วย การฝึกหัดครูช่างจึงจำเป็นที่ต้องให้การศึกษาทั้งภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติของทั้งวิชาการทางช่างและวิชาการศึกษาควบคู่กันไป [1] ซึ่งสอดคล้องกับ Arpha-adul, Poolkrajang, และ Siriphan [2] ที่ว่าครูอาชีวศึกษาจะต้องมีความรู้ความสามารถในการสอน และต้องมีทักษะการปฏิบัติงานในวิชาชีพที่สอนด้วย ดังนั้นการผลิตและการพัฒนาครูอาชีวศึกษาจึงมีความสำคัญต่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ทางด้านอาชีวศึกษาเป็นอย่างมาก สิ่งสำคัญอยู่ที่กระบวนการผลิต หากการผลิตครูอาชีวศึกษามีขั้นตอน และแนวทางที่ชัดเจนก็จะสามารถสรรหาบุคคลเพื่อเป็นครูอาชีวศึกษาที่มีคุณสมบัติตามที่สถานศึกษาอาชีวศึกษาต้องการ ส่วนหนึ่งของปัญหาที่เกิดขึ้นในการผลิตครูอาชีวศึกษาปัจจุบัน ก็คือ การมีสถาบันการอุดมศึกษาหลายแห่งผลิตครูอาชีวศึกษา โดยมีระยะเวลาในการศึกษาทั้ง 4 ปี และ 5 ปี นอกจากนั้นคุรุสภายังใช้มาตรฐานวิชาชีพเดียวกันสำหรับครูที่สอนในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานและครูอาชีวศึกษาอย่างไรก็ดีการ ผลิตครูอาชีวศึกษาต่างจากการผลิตครูของระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน เนื่องจากครูอาชีวศึกษาจะต้องมีความเชี่ยวชาญทั้งในด้านวิชาชีพ และด้านการสอน อีกทั้งต้องมีทักษะการสอนทั้งภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ ดังนั้นกระบวนการผลิตครูอาชีวศึกษาต้องมีลักษณะเฉพาะที่ต้องแตกต่างจากครูระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน และเมื่อสำเร็จการศึกษาแล้วสามารถที่จะเป็นครูอาชีวศึกษาที่มีคุณสมบัติพร้อม และตรงตามที่สถานศึกษาสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษาต้องการ [3]

ในปัจจุบันมีสถานศึกษาระดับอุดมศึกษาที่ทำหน้าที่ผลิตครูอาชีวศึกษา จำนวน 10 แห่ง ประกอบด้วย กลุ่มมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้า จำนวน 3 แห่ง และกลุ่มมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล จำนวน 7 แห่ง คือ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน และมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย [4] แต่เดิมนั้นกลุ่มมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลได้เปิดสอนในหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต 2 ปี (ต่อเนื่อง) โดยรับผู้สำเร็จการศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) เข้าศึกษาต่อในหลักสูตรเป็นระยะเวลา 2 ปี

ซึ่งนักศึกษาได้ผ่านการเรียนและการฝึกทักษะทางวิชาชีพมาแล้วจากสถาบันอาชีวศึกษา จากนั้นจึงมาต่อยอดและเติมเต็มในส่วนของวิชาชีพครูและวิชาชีพเฉพาะเพิ่มเติม เมื่อสำเร็จการศึกษาแล้วสามารถประกอบอาชีพเป็นครูอาชีวศึกษาได้เป็นอย่างดี แต่หลังจากที่มีพระราชบัญญัติสภาครูและบุคลากรทางการศึกษา พ.ศ. 2546 ได้กำหนดให้คุรุสภาเป็นองค์กรหลักในการขับเคลื่อนวิชาชีพครูให้มีคุณภาพมาตรฐาน และกำหนดให้ครูจะต้องมีใบอนุญาตประกอบวิชาชีพจึงจะสามารถปฏิบัติการสอนได้ ทั้งนี้เพื่อเป็นการประกันว่าครูจะมีความรู้ ความสามารถเพียงพอที่จะยกระดับมาตรฐานการศึกษาของชาติและพัฒนาผู้เรียนได้ นับตั้งแต่ปี พ.ศ. 2548 เป็นต้นมาสถานศึกษาที่ทำหน้าที่ผลิตครูอาชีวศึกษาจึงต้องปรับหลักสูตรเป็นหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต 5 ปี โดยรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) และมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 6 เข้าศึกษาต่อในหลักสูตรดังกล่าว ซึ่งผู้เรียนจะต้องเรียนในสถานศึกษาเป็นเวลา 4 ปี แล้วจากนั้นต้องออกฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูในสถานศึกษาสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษาในสาขาวิชาเฉพาะอีก 1 ปีการศึกษา และต้องผ่านเกณฑ์การประเมินปฏิบัติการสอนตามหลักเกณฑ์ที่คุรุสภากำหนดจึงจะจบการศึกษาตามหลักสูตร และได้ใบอนุญาตประกอบวิชาชีพครู [5] ผลจากการปรับเปลี่ยนระบบการผลิตครูอาชีวศึกษาดังกล่าวส่งผลให้ระบบผลิตครูอาชีวศึกษาของไทยในปัจจุบันไม่สามารถรับประกันได้ว่าอาจารย์ที่สำเร็จการศึกษาออกมาจะมีความเชี่ยวชาญในทักษะวิชาชีพ ซึ่งผู้ที่สำเร็จการศึกษาจากหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมที่คุรุสภาให้การรับรองพบว่า มีข้อบกพร่องที่สำคัญ คือ การฝึกปฏิบัติทักษะอาชีพมีไม่เพียงพอ ส่งผลให้อาจารย์จำนวนหนึ่งที่สำเร็จการศึกษาจากหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมขาดทักษะในอาชีพ และส่งผลให้สอนในรายวิชาปฏิบัติไม่ได้เนื่องจากขาดทักษะทางวิชาชีพ [6] ซึ่งสอดคล้องกับ Serirak [7] ที่ว่าครูอาชีวศึกษาที่สำเร็จการศึกษาส่วนหนึ่งไม่สามารถสอนวิชาภาคปฏิบัติได้ถนัดสอนแต่วิชาทฤษฎีทำให้เกิดปัญหา ด้านการเรียนการสอนของสถานศึกษาสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา จากการประเมินผลนักศึกษาโครงการครูมืออาชีพ ตั้งแต่ พ.ศ. 2554-2556 จำนวน 140 คน พบว่า ครูมืออาชีพสอนวิชาสามัญได้แต่สอนวิชาชีพไม่ได้เพราะไม่มีความถนัดในการสอนวิชาปฏิบัติทำให้เกิดปัญหาการสอนวิชาปฏิบัติ สอดคล้องกับ Arpha-adul, Poolkrajang, และ Siriphan [2] ที่พบว่า ครูอาชีวศึกษาขาดความชำนาญในวิชาชีพ โดยเฉพาะครูอาชีวศึกษาที่จบใหม่ไม่สามารถสอนวิชาปฏิบัติได้และขาดความรู้ ความสามารถทักษะในการจัดการเรียนการสอน แสดงให้เห็นว่ากระบวนการหรือรูปแบบการผลิตครูอาชีวศึกษายังไม่สามารถผลิตครูที่มีสมรรถนะตรงตามความต้องการของสถานศึกษาอาชีวศึกษาได้

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี เป็นหน่วยงานที่ทำหน้าที่ผลิตครูอาชีวศึกษา โดยได้ดำเนินการจัดการเรียนการสอนหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต จำนวน 6 สาขา ประกอบด้วยสาขา 1) วิศวกรรมโยธา 2) วิศวกรรมไฟฟ้า 3) วิศวกรรมเครื่องกล 4) วิศวกรรมอุตสาหการ 5) วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม และ 6) วิศวกรรมคอมพิวเตอร์ อย่างไรก็ตามการดำเนินการจัดการเรียนการสอนต้องสอดคล้องกับข้อบังคับคุรุสภาว่าด้วยมาตรฐานวิชาชีพ และต้องเป็นไปตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิระดับปริญญาตรี สาขาครุศาสตร์อุตสาหกรรม พ.ศ. 2562 ซึ่งได้ปรับเปลี่ยนระยะเวลาการศึกษาของหลักสูตรผลิตครูจากเดิม 5 ปี เป็น 4 ปี [8] นอกจากนั้นยังต้องผลิตครูอาชีวศึกษาที่มีสมรรถนะวิชาชีพตรงตามความต้องการของสถานศึกษาสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ด้วยเหตุนี้หน่วยงานที่ทำหน้าที่ผลิตครูอาชีวศึกษาจึงควรที่จะมีการพัฒนาและหารูปแบบการจัดการเรียนการสอนเพื่อผลิตครูอาชีวศึกษาที่เหมาะสม ทั้งนี้เพื่อให้ได้รูปแบบการจัดการเรียนการสอนที่สามารถนำมาใช้เป็นแนวทางในการผลิตครูอาชีวศึกษาที่มีความรู้ ความสามารถ ทักษะวิชาชีพและวิชาชีพครู ตลอดจนมีสมรรถนะตรงตามความต้องการของสถานศึกษาอาชีวศึกษาต่อไป

จากเหตุผลดังกล่าวผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนการสอนเพื่อผลิตครูอาชีวศึกษานักปฏิบัติที่เหมาะสมกับบริบทการผลิตครูอาชีวศึกษา ตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ที่ส่งผลต่อสมรรถนะวิชาชีพและวิชาชีพครู ซึ่งสอดคล้องกับหลักการผลิตครูอาชีวศึกษานักปฏิบัติที่มีคุณภาพมากยิ่งขึ้นต่อไป

## 2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

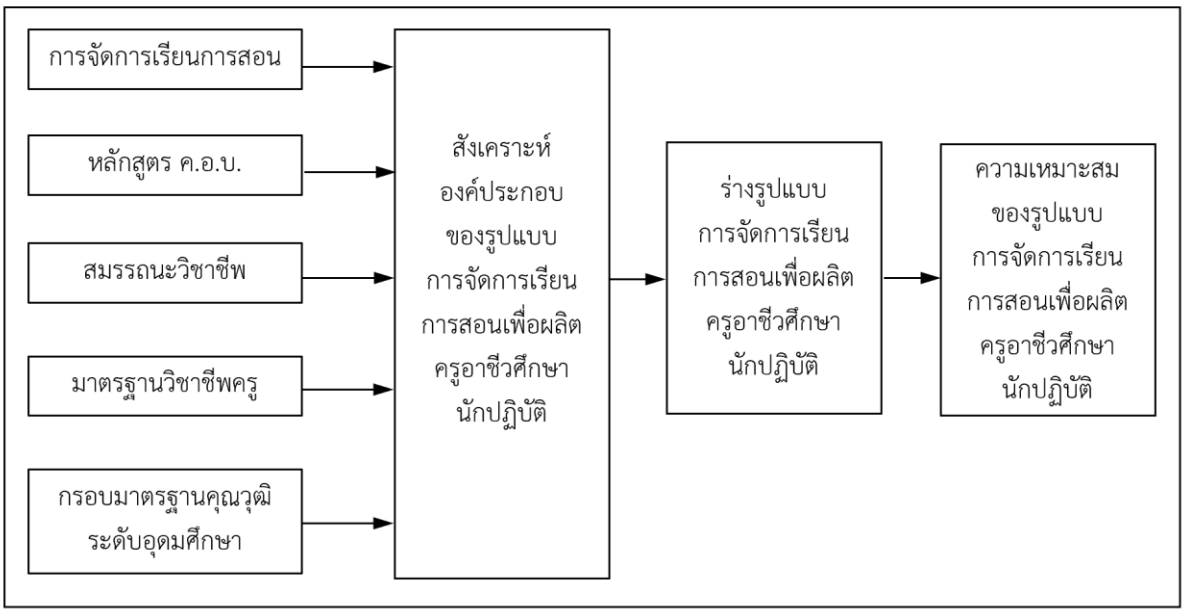
2.1 เพื่อสร้างรูปแบบการจัดการเรียนการสอนเพื่อผลิตครูอาชีวศึกษานักปฏิบัติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

2.2 เพื่อประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการจัดการเรียนการสอนเพื่อผลิตครูอาชีวศึกษานักปฏิบัติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

2.3 เพื่อเปรียบเทียบความคิดเห็นของผู้บริหารและอาจารย์ผู้สอนที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนการสอนเพื่อผลิตครูอาชีวศึกษานักปฏิบัติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

## 3. กรอบแนวคิดในการวิจัย

จากการศึกษาเอกสาร แนวคิด และทฤษฎีที่เกี่ยวข้องนำมาสังเคราะห์องค์ประกอบ ร่างรูปแบบ และประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการจัดการเรียนการสอนเพื่อผลิตครูอาชีวศึกษานักปฏิบัติ ซึ่งสามารถแสดงกรอบแนวคิดในการวิจัยได้ดังรูปที่ 1




**รูปที่ 1** กรอบแนวคิดในการวิจัย

## 4. สมมติฐานของการวิจัย

ความคิดเห็นของผู้บริหารและอาจารย์ผู้สอนที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนการสอนเพื่อผลิตครูอาชีวศึกษานักปฏิบัติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ไม่มีความแตกต่างกัน

## 5. วิธีดำเนินการวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัยเพื่อพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนการสอนเพื่อผลิตครูอาชีวศึกษานักปฏิบัติมีขั้นตอนในการดำเนินการดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 สร้างรูปแบบการจัดการเรียนการสอนเพื่อผลิตครูอาชีวศึกษานักปฏิบัติ

1. กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยขั้นตอนนี้ ได้แก่ ผู้ทรงคุณวุฒิที่มีประสบการณ์ และความเชี่ยวชาญในด้านการจัดการเรียนการสอนและผลิตครูอาชีวศึกษา จำนวน 10 คน ประกอบด้วย ผู้ทรงคุณวุฒิจากสถานศึกษาสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา จำนวน 5 คน และจากสถาบันผลิตครูอาชีวศึกษากลุ่มมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล จำนวน 5 คน

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แบบรายการประเด็นคำถาม และ 2) แบบบันทึกข้อเสนอแนะจากการสนทนากลุ่มของผู้ทรงคุณวุฒิ

3. วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

3.1 ศึกษาข้อมูลแนวคิดทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต การจัดการเรียนการสอน สมรรถนะวิชาชีพ มาตรฐานวิชาชีพครูของคุรุสภา และมาตรฐานคุณวุฒิระดับปริญญาตรี สาขาครุศาสตร์อุตสาหกรรม พ.ศ. 2562 เพื่อสังเคราะห์องค์ประกอบที่ใช้สำหรับเป็นแนวทางในการร่างรูปแบบการจัดการเรียนการสอนเพื่อผลิตครูอาชีวศึกษานักปฏิบัติ

3.2 สังเคราะห์องค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนการสอนเพื่อผลิตครูอาชีวศึกษานักปฏิบัติ ด้วยวิธีการวิเคราะห์เอกสาร (Content analysis) ซึ่งผลจากการสังเคราะห์ได้องค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนการสอน ดังนี้ คือ 1) การเตรียมความพร้อมก่อนเรียน 2) การจัดการเรียนการสอนชั้นปีที่หนึ่ง 3) การจัดการเรียนการสอนชั้นปีที่สอง 4) การจัดการเรียนการสอนชั้นปีที่สาม 5) การจัดการเรียนการสอนชั้นปีที่สี่ 6) การจัดกิจกรรมเสริมทักษะสังคม/เสริมความเป็นครู และ 7) การทดสอบสมรรถนะอาชีพรายปี

3.3 ร่างรูปแบบการจัดการเรียนการสอนเพื่อผลิตครูอาชีวศึกษานักปฏิบัติตามองค์ประกอบที่ได้จากการสังเคราะห์

3.4 ตรวจสอบร่างรูปแบบการจัดการเรียนการสอนเพื่อผลิตครูอาชีวศึกษานักปฏิบัติด้วยการจัดประชุมกลุ่ม และใช้เทคนิคการสนทนากลุ่ม (Focus group) โดยผู้วิจัยนำเสนอร่างรูปแบบการจัดการเรียนการสอน ที่สร้างขึ้นให้กับผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 10 คน ได้พิจารณาตรวจสอบและให้ข้อเสนอแนะ

3.5 นำข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิที่ได้จากการสนทนากลุ่มมาใช้ในการปรับปรุงร่างรูปแบบการจัดการเรียนการสอนให้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

3.6 ได้รูปแบบการจัดการเรียนการสอนเพื่อผลิตครูอาชีวศึกษานักปฏิบัติที่ผ่านการพิจารณาตรวจสอบจากผู้ทรงคุณวุฒิ

ขั้นตอนที่ 2 ประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการจัดการเรียนการสอนเพื่อผลิตครูอาชีวศึกษานักปฏิบัติ

1. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยขั้นตอนนี้ ได้แก่ ผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 27 คน ประกอบด้วยผู้บริหาร จำนวน 12 คน และอาจารย์ผู้สอนหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต กลุ่มมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล จำนวน 15 คน โดยเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling)

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการจัดการเรียนการสอน โดยมีลักษณะเป็นแบบประมาณค่า 5 ระดับ ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น และนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน ตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ ซึ่งผลการตรวจสอบ พบว่า เครื่องมือมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x}$ = 4.55) แสดงให้เห็นว่าผู้เชี่ยวชาญเห็นด้วยกับแบบประเมินที่จะนำไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลต่อไป นอกจากนี้ได้นำข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญมาปรับปรุงแก้ไขแบบประเมินและจัดพิมพ์แบบประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการจัดการเรียนการสอนเพื่อผลิตครูอาชีวศึกษานักปฏิบัติฉบับสมบูรณ์

3. วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

3.1 เตรียมการประชุมและนัดหมายผู้เกี่ยวข้องเพื่อนำเสนอรูปแบบการจัดการเรียนการสอนเพื่อผลิตครูอาชีวศึกษานักปฏิบัติ

3.2 นำเสนอรายละเอียดของรูปแบบการจัดการเรียนการสอนเพื่อผลิตครูอาชีวศึกษานักปฏิบัติ พร้อมกับแบบประเมินความเหมาะสมของรูปแบบเสนอต่อผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 27 คน

3.3 ประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการจัดการเรียนการสอน โดยผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 27 คน ด้วยแบบประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

3.4 วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) และการทดสอบค่าที (t-test independent) โดยเทียบค่าเฉลี่ยจากเกณฑ์ระดับคุณภาพของ [9] ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.51-5.00 หมายถึง เหมาะสมในระดับ มากที่สุด
ค่าเฉลี่ย 3.51-4.50 หมายถึง เหมาะสมในระดับ มาก
ค่าเฉลี่ย 2.51-3.50 หมายถึง เหมาะสมในระดับ ปานกลาง
ค่าเฉลี่ย 1.51-2.50 หมายถึง เหมาะสมในระดับ น้อย
ค่าเฉลี่ย 1.00-1.50 หมายถึง เหมาะสมในระดับ น้อยที่สุด

## 6. ผลการวิจัย

6.1 ผลการสร้างและตรวจสอบรูปแบบการจัดการเรียนการสอนเพื่อผลิตครูอาชีวศึกษานักปฏิบัติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ผู้วิจัยได้นำข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิมาพิจารณาปรับปรุงรูปแบบการจัดการเรียนการสอน ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้


**รูปที่ 2** รูปแบบการจัดการเรียนการสอนเพื่อผลิตครูอาชีวศึกษานักปฏิบัติ

6.1.1 การเตรียมความพร้อมผู้เรียน นักศึกษาที่เข้าศึกษาต่อในหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต ประกอบด้วยนักศึกษาที่สำเร็จการศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) และมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 6 โดยนักศึกษามัธยมศึกษาชั้นปีที่ 6 จะต้องเข้ารับการอบรมปรับสมรรถนะพื้นฐานช่างอุตสาหกรรมก่อนเข้าเรียนในปีที่ 1 เป็นเวลา 4 สัปดาห์ โดยที่สมรรถนะพื้นฐานช่างอุตสาหกรรมประกอบด้วย 1) ความปลอดภัยในการทำงาน 2) อ่านแบบเทคนิคเบื้องต้น 3) งานเครื่องมือช่าง/เครื่องมือวัดพื้นฐาน 4) งานฝึกฝีมือ/เชื่อมโลหะเบื้องต้น 5) งานต่อวงจรไฟฟ้า/อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น และ 6) งานคอมพิวเตอร์/IT เพื่องานอาชีพ หลังจากที่ผ่านการอบรมแล้วนักศึกษาจะต้องเข้ารับการทดสอบสมรรถนะพื้นฐานช่างอุตสาหกรรมตามสมรรถนะตามที่กำหนดไว้

6.1.2 การจัดการเรียนการสอนชั้นปีที่ 1 นักศึกษาต้องเรียนในรายวิชาศึกษาทั่วไป วิชาชีพพื้นฐาน และวิชาชีพเฉพาะสาขา ซึ่งหลังจากผ่านการเรียนในชั้นปีที่ 1 นักศึกษาจะต้องเข้ารับการอบรมและทดสอบสมรรถนะรายปี หรือทดสอบมาตรฐานวิชาชีพจากหน่วยงานภายนอก เช่น สถาบันพัฒนาฝีมือแรงงาน หรือสถาบันคุณวุฒิวิชาชีพแห่งชาติ (สคช.)

6.1.3 การจัดการเรียนการสอนชั้นปีที่ 2 นักศึกษาจะต้องเรียนในรายวิชาศึกษาทั่วไป วิชาชีพเฉพาะสาขา วิชาทางด้านวิศวกรรม และวิชาชีพครู ซึ่งหลังจากผ่านการเรียนในชั้นปีที่ 2 ซึ่งนักศึกษาจะต้องเข้ารับการอบรมและทดสอบสมรรถนะรายปี หรือทดสอบมาตรฐานวิชาชีพจากหน่วยงานภายนอก เช่น สถาบันพัฒนาฝีมือแรงงาน หรือสถาบันคุณวุฒิวิชาชีพแห่งชาติ (สคช.) นอกจากนั้นในภาคเรียนฤดูร้อนนักศึกษาต้องฝึกงานในสถานประกอบการเพื่อฝึกทักษะทางวิชาชีพและนิสัยอุตสาหกรรม

6.1.4 การจัดการเรียนการสอนชั้นปีที่ 3 นักศึกษาจะต้องเรียนในรายวิชาชีพเฉพาะสาขา วิชาทางด้านวิศวกรรม และยังต้องเรียนในรายวิชาชีพครูเพื่อฝึกสมรรถนะด้านการสอน ซึ่งหลังจากผ่านการเรียนในชั้นปีที่ 3 นักศึกษาจะต้องเข้ารับการอบรมและทดสอบสมรรถนะรายปี หรือทดสอบมาตรฐานวิชาชีพจากหน่วยงานภายนอก เช่น สถาบันพัฒนาฝีมือแรงงาน หรือสถาบันคุณวุฒิวิชาชีพแห่งชาติ (สคช.)

6.1.5 การจัดการเรียนการสอนชั้นปีที่ 4 นักศึกษาจะต้องฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูในสถานศึกษาเป็นเวลา 1 ปี หลังจากที่ผ่านการฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูแล้วจะมีการอบรมเพื่อเตรียมความพร้อมก่อนเข้าสู่อาชีพทั้งในส่วนของความรู้ ทักษะและทักษะสังคม (Soft skill) ทั้งนี้เพื่อเติมเต็มศักยภาพให้สมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

6.1.6 การจัดกิจกรรมเสริมทักษะสังคม/เสริมความเป็นครู เพื่อเติมเต็มบัณฑิตนักปฏิบัติ นอกเหนือจากศาสตร์เฉพาะสาขาที่ศึกษาในชั้นเรียน โดยสามารถพัฒนาทักษะเหล่านี้นอกชั้นเรียน 8 ด้าน ดังนี้ คือ1) ภาษาต่างประเทศ 2) ทักษะดิจิทัล 3) การทำงานเป็นทีม 4) ใฝ่เรียนใฝ่รู้ 5) กระบวนการคิดและแก้ปัญหา 6) นิสัยอุตสาหกรรม 7) จรรยาบรรณความเป็นครู และ 8) จิตสาธารณะและภาวะผู้นำ ซึ่งในแต่ละภาคการศึกษาจะมีการจัดกิจกรรมเสริมทักษะสังคมให้กับนักศึกษาเพื่อเติมเต็มศักยภาพ

6.1.7 การทดสอบสมรรถนะรายปีหรือทดสอบมาตรฐานวิชาชีพ เป็นการทดสอบความสามารถของนักศึกษาหลังจากที่ผ่านการเรียนในแต่ละชั้นปี ทั้งนี้เพื่อการรับรองความสามารถในสมรรถนะวิชาชีพของนักศึกษา ซึ่งอาจใช้มาตรฐานอาชีพจากหน่วยงานภายนอก เช่น สถาบันพัฒนาฝีมือแรงงาน หรือสถาบันคุณวุฒิวิชาชีพแห่งชาติ (สคช.) ฯลฯ มาใช้เป็นแนวทางในการทดสอบสมรรถนะรายปี นอกจากนี้ นักศึกษาที่ผ่านการทดสอบจะได้รับใบประกาศนียบัตรจากหน่วยงานทดสอบ

6.2 ผลการประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการจัดการเรียนการสอนเพื่อผลิตครูอาชีวศึกษานักปฏิบัติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ดังแสดงในตารางที่ 1

**ตารางที่ 1** ผลการประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการจัดการเรียนการสอนเพื่อผลิตครูอาชีวศึกษานักปฏิบัติ

| ลำดับ | รายการประเมิน | ผลการประเมิน | | ระดับความเหมาะสม |
|---|---|---|---|---|
| | | $\bar{x}$ | S.D. | |
| 1 | ด้านการเตรียมความพร้อมผู้เรียน | 4.72 | 0.23 | มากที่สุด |
| 2 | ด้านการจัดการเรียนการสอนชั้นปีที่ 1 | 4.49 | 0.24 | มาก |
| 3 | ด้านการจัดการเรียนการสอนชั้นปีที่ 2 | 4.49 | 0.24 | มาก |
| 4 | ด้านการจัดการเรียนการสอนชั้นปีที่ 3 | 4.40 | 0.30 | มาก |
| 5 | ด้านการจัดการเรียนการสอนชั้นปีที่ 4 | 4.33 | 0.19 | มาก |
| 6 | ด้านการจัดกิจกรรมเสริมทักษะสังคม/เสริมความเป็นครู | 4.81 | 0.22 | มากที่สุด |
| 7 | ด้านการอบรม/ทดสอบมาตรฐานอาชีพ | 4.52 | 0.29 | มากที่สุด |
| | ค่าเฉลี่ยรวม | 4.54 | 0.14 | มากที่สุด |

จากตารางที่ 1 ผลการประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการจัดการเรียนการสอนเพื่อผลิตครูอาชีวศึกษานักปฏิบัติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ภาพรวมของรูปแบบการจัดการเรียนการสอน มีค่าเฉลี่ยของความเหมาะสมในระดับมากที่สุด ($\bar{x}$ = 4.54) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ข้อที่มีค่าเฉลี่ยความเหมาะสมในระดับมากที่สุดจำนวน 3 ด้าน เรียงตามลำดับได้ดังนี้ ด้านการจัดกิจกรรมเสริมทักษะสังคม/เสริมความเป็นครู ($\bar{x}$ = 4.81) รองลงมาคือ ด้านการเตรียมความพร้อมผู้เรียน ($\bar{x}$ = 4.72) และด้านการอบรม/ทดสอบมาตรฐานอาชีพ ($\bar{x}$ = 4.52) ตามลำดับ ส่วนด้านอื่น ๆ มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากทุกข้อ โดยด้านการจัดการเรียนการสอนชั้นปีที่ 4 มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด ($\bar{x}$ = 4.33)

6.3 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความคิดเห็นต่อรูปแบบการจัดการเรียนการสอนเพื่อผลิตครูอาชีวศึกษานักปฏิบัติ จำแนกตามสถานภาพ ดังแสดงในตารางที่ 2

**ตารางที่ 2** การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของความคิดเห็นต่อรูปแบบการจัดการเรียนการสอนเพื่อผลิตครูอาชีวศึกษานักปฏิบัติ จำแนกตามสถานภาพ

| ลำดับ | รายการประเมิน | ผู้บริหาร (n = 12) | | อาจารย์ผู้สอน (n = 15) | | t | Sig. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | $\bar{x}$ | S.D. | $\bar{x}$ | S.D. | | |
| 1 | ด้านการเตรียมความพร้อมผู้เรียน | 4.69 | 0.24 | 4.75 | 0.24 | -0.587 | 0.56 |
| 2 | ด้านการจัดการเรียนการสอนชั้นปีที่ 1 | 4.44 | 0.21 | 4.52 | 0.27 | -0.832 | 0.41 |
| 3 | ด้านการจัดการเรียนการสอนชั้นปีที่ 2 | 4.44 | 0.21 | 4.52 | 0.27 | -0.832 | 0.41 |
| 4 | ด้านการจัดการเรียนการสอนชั้นปีที่ 3 | 4.46 | 0.26 | 4.35 | 0.32 | 0.942 | 0.35 |
| 5 | ด้านการจัดการเรียนการสอนชั้นปีที่ 4 | 4.32 | 0.22 | 4.33 | 0.17 | -0.121 | 0.90 |
| 6 | ด้านการจัดกิจกรรมเสริมทักษะสังคม/เสริมความเป็นครู | 4.81 | 0.16 | 4.82 | 0.26 | -0.111 | 0.91 |
| 7 | ด้านการอบรม/ทดสอบมาตรฐานอาชีพ | 4.51 | 0.28 | 4.52 | 0.31 | -0.073 | 0.94 |
| | **ค่าเฉลี่ยรวม** | **4.53** | **0.10** | **4.55** | **0.17** | **-0.326** | **0.74** |

*p<0.05

จากตารางที่ 2 ในภาพรวม พบว่า ค่าเฉลี่ยความคิดเห็นต่อรูปแบบการจัดการเรียนการสอนเพื่อผลิตครูอาชีวศึกษานักปฏิบัติของผู้บริหาร และอาจารย์ผู้สอนไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($\bar{x}$ = 4.53, $\bar{x}$ = 4.55) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ทุกด้านไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งแสดงว่า ผู้บริหาร และอาจารย์ผู้สอนมีความคิดเห็นเกี่ยวกับความเหมาะสมของรูปแบบการจัดการเรียนการสอนเพื่อผลิตครูอาชีวศึกษานักปฏิบัติไปในทิศทางเดียวกัน

## 7. อภิปรายผล

จากผลการศึกษาวิจัยรูปแบบการจัดการเรียนการสอนเพื่อผลิตครูอาชีวศึกษานักปฏิบัติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ซึ่งสามารถอภิปรายผลการวิจัยได้ ดังนี้

7.1 สร้างรูปแบบการจัดการเรียนการสอนเพื่อผลิตครูอาชีวศึกษานักปฏิบัติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ซึ่งผลการวิจัย พบว่า องค์ประกอบที่สำคัญของรูปแบบการจัดการเรียนการสอนเพื่อผลิตครูอาชีวศึกษานักปฏิบัติ จากการวิเคราะห์เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (Content analysis) ประกอบด้วย 7 องค์ประกอบ 1) การเตรียมความพร้อมก่อนเรียน 2) การจัดการเรียนการสอนชั้นปีที่หนึ่ง 3) การจัดการเรียนการสอนชั้นปีที่สอง 4) การจัดการเรียนการสอนชั้นปีที่สาม 5) การจัดการเรียนการสอนชั้นปีที่สี่ 6) การจัดกิจกรรมเสริมทักษะสังคม/เสริมความเป็นครู และ 7) การทดสอบสมรรถนะอาชีพรายปี ซึ่งแต่ละ องค์ประกอบนี้มีความสำคัญต่อการผลิตครูอาชีวศึกษานักปฏิบัติ โดยเริ่มตั้งแต่การเตรียมความพร้อมสมรรถนะพื้นฐานให้แก่ผู้เรียนก่อนเข้าเรียนในชั้นปีที่หนึ่ง การจัดการเรียนการสอนรายวิชาชีพเฉพาะสาขาและรายวิชาชีพครูในแต่ละชั้นปี ตลอดจนการทดสอบสมรรถนะอาชีพรายปี ทั้งนี้เนื่องจากครูอาชีวศึกษาต้องมีความรู้ ความสามารถทั้งในด้านวิชาชีพเฉพาะสาขาและวิชาชีพครู เพื่อให้สามารถถ่ายทอดความรู้ และทักษะการปฏิบัติงานในวิชาชีพเฉพาะสาขาให้แก่ผู้เรียนได้ ซึ่งสอดคล้องกับ Arpha-adul, Poolkrajang, และ Siriphan [2] ที่ว่าครูอาชีวศึกษาจะต้องมีความรู้ ความสามารถในการสอน และต้องมีทักษะการปฏิบัติงานในวิชาชีพที่สอนด้วย และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Jantamongkol, Mejang, และ Ongardwanich [10] ที่ว่าครูช่างอุตสาหกรรมจำเป็นต้องมีพื้นฐานความรู้ รวมทั้งมีความสามารถทักษะวิชาชีพที่สามารถสอนนักศึกษาช่างอุตสาหกรรมให้มีคุณภาพตอบสนองความต้องการของตลาดแรงงาน และการพัฒนาประเทศทั้งในภาคบริการ และภาคอุตสาหกรรม นอกจากนี้การผลิตครูอาชีวศึกษายังต้องมีการปลูกฝังเจตคติ และจรรยาบรรณวิชาชีพครูให้แก่ผู้เรียน เพื่อเติมเต็มสมรรถนะด้านทักษะสังคมและปลูกฝังจิตวิญญาณความเป็นครู ดังนั้นการจัดกิจกรรมเสริมทักษะสังคม และกิจกรรมเสริมความเป็นครูจึงเป็นองค์ประกอบหนึ่งที่สำคัญที่เติมเต็มสมรรถนะตามมาตรฐานวิชาชีพครูของคุรุสภา [5] จากองค์ประกอบดังกล่าวผู้วิจัยได้นำมาร่างเป็นรูปแบบการจัดการเรียนการสอนเพื่อผลิตครูอาชีวศึกษานักปฏิบัติ พร้อมทั้งตรวจสอบรูปแบบการจัดการเรียนการสอน โดยผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 10 คน และนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไข ซึ่งทำให้ได้รูปแบบการจัดการเรียนการสอนเพื่อผลิตครูอาชีวศึกษานักปฏิบัติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ที่ผ่านการพิจารณาจากผู้ทรงคุณวุฒิ

7.2 ประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการจัดการเรียนการสอนเพื่อผลิตครูอาชีวศึกษานักปฏิบัติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ผลการวิจัย พบว่า รูปแบบการจัดการเรียนการสอนเพื่อผลิตครูอาชีวศึกษานักปฏิบัติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด แสดงให้เห็นว่าผู้ทรงคุณวุฒิที่เป็นกลุ่มตัวอย่างเห็นด้วยกับรูปแบบการจัดการเรียน**การสอน** ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นสามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการผลิตครูอาชีวศึกษานักปฏิบัติได้อย่างเหมาะสม นอกจากนี้ยังพบว่า ข้อที่มีค่าเฉลี่ยความเหมาะสมสูงสุดเรียงตามลำดับได้ดังนี้ คือ การจัดกิจกรรมเสริมทักษะสังคม/เสริมความเป็นครู การเตรียมความพร้อมก่อนเรียน การอบรม/ทดสอบมาตรฐานอาชีพ การจัดการเรียนการสอนชั้นปีที่ 1 การจัดการเรียนการสอนชั้นปีที่ 2 และการจัดการเรียนการสอนชั้นปีที่ 3 ส่วนข้อที่มีค่าเฉลี่ยความเหมาะสมในลำดับสุดท้าย คือการจัดการเรียนการสอนชั้นปีที่ 4 ซึ่งจากรายละเอียดของรูปแบบการจัดการเรียนการสอน เริ่มจากการเตรียมความพร้อมของผู้เรียนให้มีสมรรถนะพื้นฐานช่างอุตสาหกรรมก่อนที่จะเข้าเรียนในชั้นปีที่ 1 หลังจากนั้นจึงดำเนินการจัดการเรียนการสอนในแต่ละชั้นปี ซึ่งประกอบด้วยรายวิชาศึกษาทั่วไป วิชาชีพพื้นฐาน และวิชาชีพเฉพาะ เมื่อจบการศึกษาในแต่ละชั้นปีการศึกษาจะมีการอบรมและทดสอบมาตรฐานวิชาชีพ หรือสมรรถนะรายปี โดยใช้มาตรฐานการทดสอบสมรรถนะวิชาชีพจากหน่วยงานภายนอก เช่น สถาบันพัฒนาฝีมือแรงงาน หรือสถาบันคุณวุฒิวิชาชีพแห่งชาติ (สคช.) ซึ่งถือได้ว่าเป็นจุดเด่นที่สำคัญ และแตกต่างไปจากการผลิตครูอาชีวศึกษาแบบเดิมที่ไม่ได้มีการทดสอบสมรรถนะวิชาชีพจากหน่วยงานภายนอก ทั้งนี้เพื่อเป็นการประเมินความสามารถของผู้เรียนว่ามีสมรรถนะวิชาชีพในแต่ละชั้นปีอย่างแท้จริงหรือไม่ ซึ่งแนวทางดังกล่าวนี้จะเป็นการรับประกันความสามารถในสมรรถนะวิชาชีพของนักศึกษาครูอาชีวศึกษานักปฏิบัติได้เป็นอย่างดี นอกจากนี้ ผลการวิจัยยังพบว่า การเตรียมความพร้อมของผู้เรียนก็เป็นขั้นตอนหนึ่งที่สำคัญ เนื่องจากตัวป้อนส่วนหนึ่งเป็นผู้เรียนที่สำเร็จการศึกษาในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย (ม. 6)

ส่วนมากยังขาดทักษะพื้นฐานช่างอุตสาหกรรม ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ Sihokeao [11] ที่พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษายังขาดการฝึกปฏิบัติด้านทักษะงานช่าง และมีความต้องการพัฒนาตนเองด้านทักษะงานช่างพื้นฐานอยู่ในระดับมาก ดังนั้นจึงควรที่จะมีการเติมเต็มสมรรถนะพื้นฐานช่างอุตสาหกรรมให้กับผู้เรียนกลุ่มนี้ ทั้งนี้เพื่อให้นักศึกษาเข้าใจบริบทของความเป็นช่างอุตสาหกรรม ตลอดจนมีความรู้ ทักษะพื้นฐานช่างอุตสาหกรรมในเรื่องต่าง ๆ ดังนี้ คือ ความปลอดภัยในการทำงาน อ่านแบบเทคนิคงานเครื่องมือช่างและเครื่องมือวัดพื้นฐาน งานฝึกฝีมือ งานเชื่อมโลหะเบื้องต้น งานต่อวงจรไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น รวมทั้งงานคอมพิวเตอร์และสารสนเทศเพื่องานอาชีพ ซึ่งสมรรถนะพื้นฐานช่างอุตสาหกรรมดังกล่าวดำเนินการตามสมรรถนะวิชาชีพพื้นฐานช่างอุตสาหกรรมของหลักสูตรระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา [12] สอดคล้องกับงานวิจัยของ Boonsri [13] ที่พบว่า มิติความรู้วิชาชีพพื้นฐานช่างอุตสาหกรรม ประกอบด้วย 5 ตัวชี้วัด ได้แก่ ความรู้เกี่ยวกับงานอาชีพ คอมพิวเตอร์และสารสนเทศเพื่องานอาชีพ เขียนแบบเทคนิคเบื้องต้น วัสดุงานช่างอุตสาหกรรม และงานฝึกฝีมือ อย่างไรก็ตามการผลิตครูอาชีวศึกษานักปฏิบัตินอกจากผู้เรียนจะมีสมรรถนะทางวิชาชีพ และวิชาชีพครูแล้ว สิ่งสำคัญอีกประการหนึ่งคือเรื่องทักษะสังคม ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยครั้งนี้ที่ว่ามีการจัดกิจกรรมเสริมทักษะสังคม/เสริมความเป็นครู ให้แก่นักศึกษาทั้งด้านภาษาต่างประเทศ ทักษะดิจิทัล การทำงานเป็นทีม ใฝ่เรียนใฝ่รู้ กระบวนการคิดและแก้ปัญหา นิสัยอุตสาหกรรม จรรยาบรรณความเป็นครู และ จิตสาธารณะและภาวะผู้นำ สอดคล้องกับ บทความจากเดลินิวส์ออนไลน์เรื่อง “พระเทพฯ ทรงแนะเรียนอาชีพคู่ทักษะสังคม” [14] ในบทความดังกล่าว สมเด็จพระกนิษฐาธิราชเจ้า กรมสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี ทรงมีพระกระแสรับสั่งกับรองศาสตราจารย์ประเสริฐ ปิ่นปฐมรัฐ อธิการบดีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรีว่า “อยากเห็นนักศึกษาที่สำเร็จการศึกษาสายวิชาชีพนอกจากจะมีความรู้ด้านอาชีพแล้วต้องมีทักษะทางสังคมควบคู่กับความซื่อสัตย์และความรับผิดชอบด้วยเพื่อรับมือกับกระแสสังคมที่เปลี่ยนไป” ถือได้ว่าเป็นอีกเรื่องหนึ่งที่เติมเต็มสมรรถนะครูอาชีวศึกษานักปฏิบัติให้สมบูรณ์มากยิ่งขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับการจัดการเรียนการสอนหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี [15] ที่ว่านักศึกษาหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมต้องเข้าร่วมกิจกรรมทักษะสังคมตามหน่วยงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องจัดขึ้นอย่างน้อยปีละ 2 กิจกรรม ทั้งนี้เพื่อเติมเต็มสมรรถนะความเป็นครูในด้านทักษะสังคมให้สมบูรณ์มากยิ่งขึ้น ส่วนการจัดการเรียนการสอนชั้นปีที่ 4 มีค่าเฉลี่ยการประเมินความเหมาะสมในลำดับสุดท้ายอาจเป็นเพราะว่าจากเดิมนั้นหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต 5 ปี ผู้เรียนจะต้องเรียนในสถานศึกษาเป็นเวลา 4 ปี แล้วหลังจากนั้นจึงออกฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูในสถานศึกษาอาชีวศึกษาเป็นเวลา 1 ปีการศึกษา โดยที่หลักสูตรใหม่ตามมาตรฐานคุณวุฒิระดับปริญญาตรี สาขาครุศาสตร์อุตสาหกรรม พ.ศ. 2562 กำหนดให้ดำเนินการจัดการเรียนการสอนเป็นหลักสูตร 4 ปี ดังนั้นจึงเหลือเวลาเรียนในสถานศึกษาเพียงแค่ 3 ปี และออกฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูในสถานศึกษาอาชีวศึกษา 1 ปี [8] ซึ่งผู้ทรงคุณวุฒิเห็นว่าระยะเวลาเรียนในสถานศึกษา 3 ปีนั้นเป็นระยะเวลาที่น้อยเกินไปสำหรับการผลิตครูอาชีวศึกษานักปฏิบัติ เพราะผู้เรียนจะต้องเรียนทั้งรายวิชาศึกษาทั่วไป วิชาชีพเฉพาะ และวิชาชีพครู โดยผู้ทรงคุณวุฒิมีข้อเสนอแนะว่าควรจะลดเวลาในการฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูในสถานศึกษาจาก 1 ปีการศึกษา เป็น 1 ภาคการศึกษาเท่านั้น ทั้งนี้เพื่อให้นักศึกษาได้เรียนและฝึกปฏิบัติในรายวิชาชีพเฉพาะมากยิ่งขึ้น ส่งผลให้นักศึกษาเกิดทักษะ และความชำนาญในวิชาชีพเพียงพอต่อการปฏิบัติการสอนในสถานศึกษาอาชีวศึกษา สอดคล้องกับงานวิจัยของ Rattanaudom, Vongyuttakrai, Sirinupong, Srisawat, และ Sukwan [16] และงานวิจัยของ Rakkiatwong [6] ที่พบว่า หลักสูตรการผลิตครูอาชีวศึกษาต้องผลิตครูให้มีความรู้ ทักษะ ความชำนาญในวิชาชีพ สามารถปฏิบัติหน้าที่ครูผู้สอนตามความต้องการของสถานศึกษาอาชีวศึกษา

7.3 เปรียบเทียบความคิดเห็นของผู้บริหารและอาจารย์ผู้สอนที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนการสอนเพื่อผลิตครูอาชีวศึกษานักปฏิบัติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ผลการวิจัย พบว่า ค่าเฉลี่ยความคิดเห็นของผู้บริหาร และอาจารย์ผู้สอนที่มีต่อรูปแบบการจัดการเรียนการสอนเพื่อผลิตครูอาชีวศึกษานักปฏิบัติ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ แสดงว่าผู้บริหารและอาจารย์ผู้สอนเห็นด้วยกับรูปแบบการจัดการเรียนการสอนเพื่อผลิตครูอาชีวศึกษานักปฏิบัติเป็นไปในทิศทางเดียวกันจึงมีความเป็นไปได้ที่รูปแบบนี้จะถูกนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนเพื่อผลิตครูอาชีวศึกษานักปฏิบัติ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Som-um-charn, Chansila, Mejang, และ Sungkawadee [17] ที่ได้พัฒนารูปแบบการพัฒนาสมรรถนะครูช่างอุตสาหกรรมในสถานศึกษาอาชีวศึกษา ผลการวิจัยพบว่า ผู้ทรงคุณวุฒิเห็นว่ารูปแบบดังกล่าวมีความเหมาะสมและมีความเป็นไปได้ที่จะนำไปใช้พัฒนาสมรรถนะครูช่างอุตสาหกรรมอยู่ในระดับมาก ทั้งนี้เพื่อให้ได้ครูช่างอุตสาหกรรมที่มีสมรรถนะวิชาชีพ และวิชาชีพครูอย่างแท้จริง

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาเพื่อสร้างและหาความเหมาะสมของรูปแบบการจัดการเรียนการสอนเท่านั้น ดังนั้นจึงควรที่จะต้องนำรูปแบบการจัดการเรียนการสอนที่สร้างขึ้นนี้ไปทดลองใช้ และดำเนินการตามรูปแบบการจัดการเรียนการสอนในแต่ละชั้นปี ทั้งนี้เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ชัดเจนสามารถนำมาพัฒนาและปรับปรุงรูปแบบการจัดการเรียนการสอนดังกล่าวให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น อย่างไรก็ดี ผลจากการวิจัยในครั้งนี้ถือได้ว่ารูปแบบการจัดการเรียนการสอนนี้สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการผลิตครูอาชีวศึกษานักปฏิบัติที่มีความรู้ ความสามารถในทักษะวิชาชีพเฉพาะ วิชาชีพครู และทักษะสังคม ตลอดจนมีสมรรถนะตรงตามความต้องการของสถานศึกษาอาชีวศึกษาต่อไป

## 8. ข้อเสนอแนะ

8.1 ข้อเสนอแนะจากการวิจัยในครั้งนี้

8.1.1 การจัดการเรียนการสอนเพื่อผลิตครูอาชีวศึกษานักปฏิบัติควรมีการเตรียมความพร้อมของผู้เรียนก่อนเรียน อบรมและทดสอบมาตรฐานอาชีพ ตลอดจนจัดกิจกรรมทักษะสังคม/เสริมความเป็นครู เพื่อให้ได้ครูอาชีวศึกษานักปฏิบัติที่มีสมรรถนะตรงตามความต้องการของสถานศึกษาอาชีวศึกษา

8.1.2 หน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการกำหนดมาตรฐานหลักสูตร และมาตรฐานวิชาชีพครูควรทบทวนปรับลดระยะเวลาการฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูในสถานศึกษาให้สอดคล้องกับบริบทการผลิตครูอาชีวศึกษานักปฏิบัติ ทั้งนี้เพื่อให้มีเวลาในการฝึกทักษะวิชาชีพเฉพาะสาขามากยิ่งขึ้นและเกิดความชำนาญก่อนออกฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูในสถานศึกษา

8.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

8.2.1 ควรนำรูปแบบการจัดการเรียนการสอนที่สร้างขึ้นนี้ไปทดลองใช้เพื่อดำเนินการตามรูปแบบการจัดการเรียนการสอนในแต่ละชั้นปี ทั้งนี้ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ชัดเจน เพื่อนำมาพัฒนาและปรับปรุงรูปแบบดังกล่าวให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

8.2.2 ควรมีการติดตามผลการดำเนินการตามรูปแบบการจัดการเรียนการสอนที่สร้างขึ้น เพื่อหาประสิทธิภาพของรูปแบบต่อไป

## เอกสารอ้างอิง

[1] Promchan, S. (1988). **Teaching documentation for teaching practice 1**. Bangkok: Technical Education Faculty, King Mongkut's University of Technology North Bangkok. 23. (in Thai)

[2] Arpha-Adul, A., Poolkrajang, A., & Siriphan, R. (2011). **Professional standards of vocational education teachers**. Bangkok: The Secretariat Office of the Teachers' Council of Thailand. 123-124. (in Thai)

[3] National Legislative Assembly of Thailand. (2017). **Report of the investigation on vocational education teachers: Production, development, and professional teacher standards**. Bangkok: The Secretariat of the Senate. 1. (in Thai)

[4] Karnna, S. (2016). "The education management model to develop teaching competencies of technical teaching students." Doctoral thesis, King Mongkut's University of Technology North Bangkok, 1. (in Thai)

[5] The Royal Gazette. (2013). **Regulations of the teachers' council of Thailand. professional standards B.E. 2556 (2013).** 130 (Special Issue), 65-71. (in Thai)

[6] Rakkiatwong, N. (2016). **Vocational education reform of Thailand.** [online]. Available: https://tdri.or.th/wp-content/uploads/2016/08/nuthasid-vocational-education-v02_2.pdf Retrieved April 20, 2020.

[7] Serirak, C. (2014). "Problems solving of professional teachers Ineffective teaching" **Dailynews.** [online]. Available: https://www.dailynews.co.th/education/230748 Retrieved April 16, 2014.

[8] Office of the Higher Education Commission. (2019). **Bachelor's degree qualification standard Technical Education (Four Year Program) B.E. 2562.** Bangkok: Office of the Higher Education Commission. 6-7. (in Thai)

[9] Srisa-ard, B. (n.d.). **Rating scale interpretation of mean score.** [online]. Available: http://www.watpon.in.th/boonchom/trans.pdf Retrieved April 15, 2020.

[10] Juntamongkol, S., Mejang, S., & Ongardwanich, N. (2019). “A factor analysis of the competency of professional job performance in specific fields for industrial mechanic teachers under the office of the vocational education commission as perceived by the instructors at Rajamangala University of Technology.” **STOU Education Journal**. 12(2), 41-59. (in Thai)

[11] Sihokeao, S. (2016). “The model of basic technical skill instruction in the 21st century for high school students in expanded educational opportunities schools, under the primary educational service area office 1 Phitsanulok.” **Humanities and Social Sciences Journal of Pibulsongkram Rajabhat University.** 10(1), 109-128. (in Thai)

[12] Office of the Vocational Education Commission (OVEC). (2019). **Vocational certificate curriculum B.E. 2562**. Bangkok: Industrial Program, OVAC. 22. (in Thai)

[13] Boonsri, S. (2017). “Development of multi-stage computerized adaptive testing for measuring multidimensional knowledge competency of vocational technical teachers.” Doctoral thesis, Chulalongkorn University. 163. (in Thai)

[14] Her Royal Highness Princess Maha Chakri Sirindhorn. (2014). **Her Royal Highness Princess Maha Chakri Sirindhorn advised to study professional in combination with social skills.** [online]. Available: https://www.dailynews.co.th/ education/289048 Retrieved December 20, 2020. (in Thai)

[15] Rajamangala University of Technology Thanyaburi. (2016). **Teaching management in Bachelor’s degree of technical education in mechanical engineering program B.E. 2559**. Pathum Thani: Rajamangala University of Technology Thanyaburi. 174. (in Thai)

[16] Rattanaudom, P., Vongyuttakrai, P., Sirinupong, P., Srisawat, P., & Sukwan, C. (2017). “Vocational teachers training model for educational institution by multilateral system.” **Journal of Industrial Education**. 11(1), 48-62. (in Thai)

[17] Som-um-charn, M., Chansila, W., Mejang, S., & Sungkawadee, P. (2013). “A model of competency development for industrial instructors in colleges under the office of vocational education commission.” **Journal of Education Naresuan University.** 15(5), 169-181.

# การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามมาตรฐานอาชีพนักจัดการในอุตสาหกรรมอบชุบโลหะด้วยความร้อนในประเทศไทย

# DEVELOPMENT OF A LEARNING MANAGEMENT MODEL ACCORDING TO THE PROFESSIONAL STANDARDS OF A MANAGER IN THE HEAT TREATMENT INDUSTRY IN THAILAND

**กนกวรรณ ควรสนิท สิทธิชัย แก้วเกื้อกูล และปรัชญา เพียสุระ***
**Kanokwan Khuansanit, Sittichai Kaewkuekool, and Prachya Peasura***
**E-mail: kkanokwan.khuansanit@gmail.com, sittichai.kae@kmutt.ac.th, and prachya.pea@kmutt.ac.th**

ภาควิชาครุศาสตร์อุตสาหการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี กรุงเทพมหานคร 10140
Department of Production Technology Education, Faculty of Industrial Education and Technology,
King Mongkut's University of Technology Thonburi, Bangkok 10140 Thailand

*Corresponding author Email: prachya.pea@kmutt.ac.th

(Received: June 15, 2021; Revised: June 29, 2021; Accepted: July 6, 2021)

## ABSTRACT

This research is aimed to develop a course specification of curriculum, improve a model of learning management, and study the learning achievement of learners according to the learning management model occupational standards of managers in the heat treatment industry. The research population consisted of 21 third year undergraduate students in a bachelor of technology in industrial technology, majoring production technology, Department of Production Technology Education, Faculty of Industrial Education and Technology, King Mongkut's University of Technology Thonburi. The research instruments consisted of course specification, learning management model, learning management plan, assessment form of course specification, correspondence with occupational standards evaluation form for the suitability of the learning management model, and quality assessment form learning management plan. The used statistics for analyzing the data were mean ($\bar{x}$) and standard deviation (S.D.). The research results showed that the assessed result for consistency and suitability of course specification and the career standard details was in the appropriate criteria (IOC = 0.95). The results of the evaluation of the composition for the learning management model according to the occupational standards were at the most appropriate level ($\bar{x}$ =4.71, S.D.=0.43). The results of the assessment of the overall learning management plan quality were the highest ($\bar{x}$ = 4.67, S.D. = 0.31). The result of test scores during study and post-study scores the process to result efficiency ratio ($E_1/E_2$) was 80.11/82.33, which was higher than the threshold setting of 80/80.

**Keywords:** Learning management model; Learning management plan; Course specification; Heat treatment industry; Occupation standard

**บทคัดย่อ**

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อการพัฒนารายละเอียดของหลักสูตร พัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ และศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ของผู้เรียนตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้มาตรฐานอาชีพนักจัดการในอุตสาหกรรมอบชุบโลหะด้วยความร้อน กลุ่มประชากรในการวิจัย ได้แก่ นักศึกษาหลักสูตรเทคโนโลยีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม เอกวิชาเทคโนโลยีอุตสาหการ ภาควิชาครุศาสตร์อุตสาหการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ชั้นปีที่ 3 จำนวน 21 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย รายละเอียดของหลักสูตร รูปแบบการจัดการเรียนรู้ แผนการจัดการเรียนรู้ แบบประเมินความสอดคล้องรายละเอียดของหลักสูตรกับมาตรฐานอาชีพ แบบประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ และแบบประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ ค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ผลการวิจัยพบว่าผลการประเมินความสอดคล้องและเหมาะสมของรายละเอียดหลักสูตรและรายละเอียดมาตรฐานอาชีพ อยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสม (IOC = 0.95) ผลประเมินองค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามมาตรฐานอาชีพอยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด ( $\bar{x}$ = 4.71, S.D. = 0.43) ผลการประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้รวมมีระดับคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{x}$ = 4.67, S.D. = 0.31) และคะแนนทดสอบระหว่างเรียนและคะแนนทดสอบหลังเรียน มีอัตราส่วนระหว่างประสิทธิภาพของกระบวนการต่อประสิทธิภาพของผลลัพธ์ ($E_1/E_2$) เท่ากับ 80.11/82.33 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้คือ 80/80

**คำสำคัญ:** รูปแบบการจัดการเรียนรู้; แผนการจัดการเรียนรู้; รายละเอียดหลักสูตร; อุตสาหกรรมอบชุบโลหะด้วยความร้อน; มาตรฐานอาชีพ

## 1. บทนำ

ปัจจุบันอุตสาหกรรมการผลิตไทยยังคงประสบกับปัญหาการขาดแคลนแรงงานที่มีฝีมือและแรงงานที่มีคุณภาพซึ่งเป็นปัจจัยที่สำคัญต่อความสามารถในการแข่งขัน [1] โดยในอุตสาหกรรมอบชุบโลหะด้วยความร้อนต้องการใช้พนักงานที่มีฝีมือและมีความชำนาญสูง ซึ่งเกิดจากความไม่สมดุลของการผลิตนักศึกษาจากสถานศึกษาซึ่งไม่ตรงกับความต้องการในภาคอุตสาหกรรม ทำให้ต้องมีการฝึกอบรมก่อนปฏิบัติงานจริง การพัฒนาฝีมือแรงงานที่มีทักษะและตรงกับความต้องการของภาคอุตสาหกรรมจึงนับเป็นเรื่องที่สำคัญมาก แผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560-2579 กรอบยุทธศาสตร์ชาติระยะ 20 ปี ยุทธศาสตร์ชาติด้านการพัฒนาและส่งเสริมศักยภาพทรัพยากรมนุษย์ ตัวชี้วัดในข้อที่ 2 คือ การพัฒนาศักยภาพของคนตลอดช่วงชีวิต มุ่งเน้นการพัฒนาคนเชิงคุณภาพในทุกช่วงวัย ในข้อที่ 3 ช่วงวัยแรงงาน ยกระดับศักยภาพ ทักษะและสมรรถนะแรงงานสอดคล้องกับความต้องการของตลาด [2] อุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับโลหะเป็นอุตสาหกรรมที่มีความสำคัญที่ภาครัฐให้การสนับสนุนและส่งเสริม เนื่องจากเป็นกลุ่มอุตสาหกรรมพื้นฐานที่เชื่อมโยงกับอุตสาหกรรมอื่นๆมากมาย และอุตสาหกรรมการชุบโลหะ ด้วยความร้อน จัดอยู่ในกลุ่มอุตสาหกรรมตกแต่งผิวโลหะ เป็นอุตสาหกรรมสนับสนุนที่ช่วยในการส่งเสริมการผลิตเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับสินค้าส่งออก ของอุตสาหกรรมหลักอื่น ๆ จำนวนมาก โดยเฉพาะชิ้นส่วนและผลิตภัณฑ์จากโลหะเหล็ก เช่น อุตสาหกรรมยานยนต์ อิเล็กทรอนิกส์ อุปกรณ์ก่อสร้าง อัญมณี เครื่องจักรอุตสาหกรรม ชิ้นส่วนเครื่องมือกล เครื่องใช้ในบ้าน โทรคมนาคม เป็นต้น ทำให้มีความต้องการในการบริโภคสูง [3] อุตสาหกรรมอบชุบโลหะด้วยความร้อนในประเทศไทย มีความจำเป็นต้องใช้บุคลากรที่มีความรู้ ความสามารถทางด้านอบชุบโลหะด้วยความร้อน ซึ่งจำเป็นต้องมีการจัดเตรียมบุคลากรให้มีทักษะ ความรู้ และความเชี่ยวชาญกับการพัฒนาอุตสาหกรรมอย่างมีประสิทธิภาพ ปัจจุบันสถานประกอบการต้องใช้ระยะเวลาในการเตรียมบุคลากรใหม่ที่ได้รับการคัดเลือกให้มาปฏิบัติงานโดยใช้ระยะเวลา 2 ถึง 3 เดือน ก่อนที่บุคลากรจะสามารถปฏิบัติงานได้ตามภาระงานที่มอบหมายในสถานประกอบการอบชุบโลหะด้วยความร้อนทำให้สถานประกอบการเสียโอกาสในการแข่งแข่งขัน และเกิดต้นทุนที่เพิ่มขึ้น [4] การผลิตบัณฑิตจากหลักสูตรการศึกษายังมีบทบาทสำคัญต่อการสร้างกำลังคนของประเทศ มาตรฐานอาชีพการจัดการในอุตสาหกรรมอบชุบโลหะด้วยความร้อน ได้มีการพัฒนามาตรฐานอาชีพจากผู้เชี่ยวชาญจากสถานประกอบการที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมอบชุบโลหะด้วยความร้อนในประเทศไทยที่ปัจจุบันประเทศไทยยังไม่ได้มีมาตรฐานอาชีพสำหรับบุคลากรในอุตสาหกรรมอบชุบโลหะด้วยความร้อนที่ต้องการบุคลากรที่มีสมรรถนะในการบริหารจัดการสำหรับอุตสาหกรรมการอบชุบโลหะด้วยความร้อน โดยบุคลากรในระดับวิศวกร หัวหน้างาน ในระดับปริญญาตรีขึ้นไปจะต้องมีสมรรถนะในการปฏิบัติงาน เช่น ความปลอดภัยในอุตสาหกรรมอบชุบโลหะด้วยความร้อน การบริหารและจัดการในอุตสาหกรรมอบชุบโลหะด้วยความร้อน วัสดุศาสตร์ โลหะวิทยา การตรวจสอบวัสดุ เป็นต้น มีรายงานการวิจัยที่ได้ให้ความสำคัญในการพัฒนาสมรรถนะบุคคลตามมาตรฐานอาชีพ เช่น การรวบรวมงานวิจัยของ Lee และ Jacobs [5] ได้รายงานถึงการทบทวนมาตรฐานอาชีพแห่งชาติและบทบาทของการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ในการนำไปปฏิบัติ รวมถึงการรวบรวมงานวิจัยของ James และ Warren [6] ได้รวมรวมงานวิจัยเพื่อการสังเคราะห์รูปแบบสำหรับ

ผลลัพธ์ในการประกอบอาชีพของนักศึกษาวิศวกรรมตามลักษณะเฉพาะของงานวิศวกรรมในโลกที่เปลี่ยนแปลง และรายงานวิจัยของ Sishchuk, Oblova, และ Mikhailova [7] ได้วิเคราะห์เปรียบเทียบ มาตรฐานอาชีพของสหราชอาณาจักรและสหพันธรัฐรัสเซีย เพื่อใช้เป็นข้อมูลการออกแบบโปรแกรมการฝึกอบรมนักศึกษาวิศวกรรมของสหพันธรัฐรัสเซีย จากงานวิจัยพบว่าการพัฒนาของนักศึกษาในหลายๆประเทศได้ให้ความสำคัญในการพัฒนา ออกแบบการจัดการเรียนการสอนสำหรับนักศึกษาให้มีความสอดคล้องกับมาตรฐานอาชีพ หลักสูตรเทคโนโลยีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม เอกวิชาเทคโนโลยีอุตสาหการ เป็นหลักสูตรที่เรียนรู้ในรูปแบบการบูรณาการเรียนรู้ร่วมกับการทำงาน (Work Integrated Learning: WIL) ซึ่งนักศึกษาจะต้องมีการไปเรียนรู้ในสถานประกอบการในชั้นปีที่ 4 เป็นเวลา 1 ปีการศึกษา โดยมีสถานประกอบการที่นักศึกษาเข้ารับการฝึกการบูรณาการเรียนรู้ร่วมกับการทำงานอยู่ในอุตสาหกรรมอบชุบโลหะด้วยความร้อน รวมถึงนักศึกษาเมื่อสำเร็จการศึกษาในหลักสูตรเทคโนโลยีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม เอกวิชาเทคโนโลยีอุตสาหการ มีการเข้าไปปฏิบัติงานในสถานประกอบการอบชุบโลหะด้วยความร้อน [8] โดยนักศึกษาในหลักสูตรเทคโนโลยีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม เอกวิชาเทคโนโลยีอุตสาหการ มีคุณสมบัติในการเข้ารับการประเมินสมรรถนะตามอาชีพและคุณวุฒิวิชาชีพใน สาขาอุตสาหกรรมผลิตเครื่องจักรกลและโลหะการ สายงานอบชุบโลหะด้วยความร้อน อาชีพนักจัดการในอุตสาหกรรมอบชุบโลหะด้วยความร้อน ดังนั้นเพื่อเป็นการเตรียมความพร้อม และพัฒนาสมรรถนะของนักศึกษา ให้สอดคล้องกับความต้องการของสถานประกอบการจึงมีความจำเป็นในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามมาตรฐานอาชีพ เพื่อพัฒนาสมรรถนะของนักศึกษา ดังมีรายงานวิจัยที่ได้พัฒนารูปแบบการจัดการเรียนการสอนในหลักสูตรให้มีความสอดคล้องกับมาตรฐานอาชีพในอุตสาหกรรม ได้แก่ รายงานวิจัยของ Mahamad และ Koseeyaporn [9] ได้พัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ เพื่อเสริมสร้างสมรรถนะวิชาชีพสำหรับการเรียนการสอนด้านเทคนิคศึกษา รวมถึงรายงานวิจัยของ Wiriyanon [10] ได้ทำการพัฒนาหลักสูตรฐานสมรรถนะสำหรับผู้ประเมินสมรรถนะวิชาชีพตามระบบคุณวุฒิวิชาชีพ รายงานวิจัยของ Dangprasert และ Khamtub [11] ได้พัฒนาโครงสร้างหลักสูตรฐานสมรรถนะตามมาตรฐานอาชีพ อีกทั้งรายงานวิจัยของ Dangprasert และ Khamtub [12] ได้พัฒนาบทเรียนมอดูลวิชาชีพแบบฐานสมรรถนะสาขาแอนิเมชัน รายงานวิจัยของ Lertpunya, Utakrit, และ Chianchana [13] ได้พัฒนาหลักสูตรฝึกอบรมครูในการจัดการเรียนการสอนวิชาชีพเพื่อพัฒนาทักษะการคิดแก้ปัญหางาน และรายงานวิจัยของ Kamtab, Wiriyanon, Dangprasert, และ Chanyawudhiwan [14] ที่ได้พัฒนาระบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างสมรรถนะตามมาตรฐานอาชีพสาขาแอนิเมชันเพื่อการจัดการเรียนรู้ให้กับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง จากรายงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่ายังไม่ได้มีงานวิจัยใดที่ได้มีการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ในหลักสูตรให้มีความสอดคล้องกับมาตรฐานอาชีพที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมอบชุบโลหะด้วยความร้อนในประเทศไทย

จากสภาพปัญหาและรายงานวิจัยที่ผ่านมา งานวิจัยนี้จึงได้มุ่งเน้นในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามมาตรฐานอาชีพนักจัดการในอุตสาหกรรมอบชุบโลหะด้วยความร้อน โดยนำมาตรฐานอาชีพและคุณวุฒิวิชาชีพ สาขาอุตสาหกรรมผลิตเครื่องจักรกลและโลหะการ สายงานอบชุบโลหะด้วยความร้อน อาชีพนักจัดการในอุตสาหกรรมอบชุบโลหะด้วยความร้อนมาทำการวิเคราะห์เพื่อกำหนดเป็นโครงสร้างของแผนการจัดการเรียนรู้ รายละเอียดเนื้อหาแผนการจัดการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ เครื่องมือในการประเมินผลตามมาตรฐานอาชีพนักจัดการในอุตสาหกรรมอบชุบโลหะด้วยความร้อน และพัฒนาเป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อใช้สำหรับการเตรียมความพร้อมให้กับนักศึกษาก่อนเริ่มปฏิบัติงานในภาคอุตสาหกรรม รวมถึงบุคคลอื่น ๆ ที่มีความสนใจในการพัฒนาสมรรถนะตามมาตรฐานอาชีพนักจัดการในอุตสาหกรรมอบชุบโลหะด้วยความร้อนต่อไป

## 2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

2.1 พัฒนารายละเอียดของหลักสูตร (Course specification) ตามมาตรฐานอาชีพนักจัดการในอุตสาหกรรมอบชุบโลหะด้วยความร้อน

2.2 พัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามมาตรฐานอาชีพนักจัดการในอุตสาหกรรมอบชุบโลหะด้วยความร้อน

2.3 ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ของผู้เรียนตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้มาตรฐานอาชีพนักจัดการในอุตสาหกรรมอบชุบโลหะด้วยความร้อน

## 3. กรอบแนวคิดการวิจัย

ผู้วิจัยได้มีการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามมาตรฐานอาชีพนักจัดการในอุตสาหกรรมอบชุบโลหะด้วยความร้อน ตามกรอบแนวคิดในการวิจัย ดังต่อไปนี้

3.1 แนวคิดการพัฒนารายละเอียดของหลักสูตร (Course Specification) ตามมาตรฐานอาชีพนักจัดการในอุตสาหกรรมอบชุบโลหะด้วยความร้อน งานวิจัยได้มีการศึกษารายละเอียดกรอบคุณวุฒิทางการศึกษา กรอบคุณวุฒิวิชาชีพ และมาตรฐานอาชีพทั้งประเทศไทย และต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับมาตรฐานอาชีพพนักงานในอุตสาหกรรมการอบชุบโลหะด้วยความร้อน รวมถึงแนวทางการพัฒนามาตรฐานอาชีพไปสู่หลักสูตรในการฝึกอบรม โดยมาตรฐานอาชีพของพนักงานในอุตสาหกรรมอบชุบโลหะด้วยความร้อนในต่างประเทศที่ศึกษา ได้แก่ สหราชอาณาจักร ออสเตรเลีย และมาเลเซีย [15]

3.2 แนวคิดการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ของ Dick, Carey, และ Carey [16] Smith และ Ragan [17] Richey, Klein, และ Tracey [18] มาเป็นแนวทางในการพัฒนาเป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามมาตรฐานอาชีพนักจัดการในอุตสาหกรรมอบชุบโลหะด้วยความร้อน

3.3 แนวคิดการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ของ Shambaugh และ Magliaro [19] มาใช้ในเป็นแนวทางการพัฒนาแผนการเรียนรู้ โดยแผนการเรียนรู้มีองค์ประกอบ ได้แก่ จุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหาบทเรียน วิธีการสอน กิจกรรมการเรียนรู้ แบบฝึกหัดระหว่างเรียน แบบทดสอบหน่วยการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ และใบความรู้

## 4. ขอบเขตของการวิจัย

4.1 ขอบเขตด้านเนื้อหา

4.1.1 เนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับแนวคิด หลักการ รูปแบบการจัดการเรียนรู้ฐานสมรรถนะ การวัดและประเมินผล

4.1.2 เนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับมาตรฐานอาชีพนักจัดการในอุตสาหกรรมอบชุบโลหะด้วยความ ระดับ 5 ได้แก่ ทฤษฎีการจัดการและบริหารอุตสาหกรรม ความปลอดภัยในอุตสาหกรรมอบชุบโลหะด้วยความร้อน กระบวนการอบชุบโลหะด้วยความร้อน

4.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

4.2.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัย คือ นักศึกษาหลักสูตรเทคโนโลยีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม เอกวิชาเทคโนโลยีอุตสาหการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรีชั้นปีที่ 3 ทั้งหมด จำนวน 21 คน

4.3 ตัวแปรที่ศึกษาในงานวิจัย

4.3.1 ตัวแปรต้น ได้แก่ รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามมาตรฐานอาชีพนักจัดการในอุตสาหกรรมอบชุบโลหะด้วยความร้อน

4.3.2 ตัวแปรตาม ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพื่อพัฒนาสมรรถนะตามมาตรฐานอาชีพนักจัดการในอุตสาหกรรมอบชุบโลหะด้วยความร้อน

## 5. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

5.1 รายละเอียดของหลักสูตร (Course specification) ตามมาตรฐานอาชีพนักจัดการในอุตสาหกรรมอบชุบโลหะด้วยความร้อน ได้พัฒนาตามกรอบมาตรฐานอาชีพและคุณวุฒิวิชาชีพ สาขาอุตสาหกรรมผลิตเครื่องจักรกลและโลหะการ สายงานอบชุบโลหะด้วยความร้อน อาชีพนักจัดการในอุตสาหกรรมอบชุบโลหะด้วยความร้อน ระดับ 5

5.2 รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามมาตรฐานอาชีพนักจัดการในอุตสาหกรรมอบชุบโลหะด้วยความร้อน งานวิจัยได้พัฒนาตามแนวคิดการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ของ Dick, Carey, และ Carey [16] Smith และ Ragan [17] Richey, Klein, และ Tracey [18]

5.3 แผนการจัดการเรียนรู้ ได้พัฒนาแผนการเรียนรู้ โดยมีองค์ประกอบ ได้แก่ จุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหาบทเรียน วิธีการสอน กิจกรรมการเรียนรู้ แบบฝึกหัดระหว่างเรียน แบบทดสอบหน่วยการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ และใบความรู้

5.4 แบบประเมินความสอดคล้องรายละเอียดของหลักสูตรกับมาตรฐานอาชีพ งานวิจัยได้พัฒนาแบบประเมินความตรงตามเนื้อหา (Index of Item Objective Congruence: IOC) ของรายละเอียดของหลักสูตร (Course specification) ตามมาตรฐานอาชีพนักจัดการในอุตสาหกรรมอบชุบโลหะด้วยความร้อน เป็นแบบประเมินเพื่อตรวจสอบความสอดคล้องและเหมาะสมของรายละเอียดของหลักสูตรและรายละเอียดมาตรฐานอาชีพนักจัดการในอุตสาหกรรมอบชุบโลหะด้วยความร้อน

5.5 แบบประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ได้พัฒนาเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) 5 ระดับ โดยมีองค์ประกอบการพิจารณา ได้แก่ 1. ทฤษฎี แนวคิดและมาตรฐานอาชีพ 2. รายละเอียดของหลักสูตร 3. แผนการจัดการเรียนรู้ 4. การดำเนินการจัดการเรียนรู้ 5. วิธีการจัดการเรียนรู้ และ 6. การประเมินผลการจัดการเรียนรู้

5.6 แบบประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้ งานวิจัยได้พัฒนาเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) 5 ระดับ โดยใช้แนวคิดของ Likert [20] สิ่งที่ต้องพิจารณาประกอบไปด้วย 4 ด้าน ได้แก่ ด้านภาพรวมของแผนการจัดการเรียนรู้ ด้านเนื้อหา ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ และด้านการวัดประเมินผล

## 6. วิธีดำเนินการวิจัยและวิเคราะห์ข้อมูล

6.1 การพัฒนารายละเอียดของหลักสูตร (Course specification) ตามมาตรฐานอาชีพนักจัดการในอุตสาหกรรมอบชุบโลหะด้วยความร้อน

6.1.1 ศึกษารูปแบบการจัดการเรียนรู้ฐานสมรรถนะ เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง กรอบคุณวุฒิทางการศึกษา กรอบคุณวุฒิวิชาชีพ มาตรฐานอาชีพในประเทศไทย และต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับมาตรฐานอาชีพพนักงานในอุตสาหกรรมการอบชุบโลหะด้วยความร้อน

6.1.2 สังเคราะห์รายละเอียดมาตรฐานอาชีพและคุณวุฒิวิชาชีพ สาขาอุตสาหกรรมผลิตเครื่องจักรกลและโลหะการ สายงานอบชุบโลหะด้วยความร้อน อาชีพนักจัดการในอุตสาหกรรมอบชุบโลหะด้วยความร้อน ระดับ 5 เพื่อจัดทำรายละเอียดของหลักสูตร ดังแสดงในตารางที่ 1

**ตารางที่ 1** การแปลงมาตรฐานอาชีพเป็นโครงสร้างหลักสูตรการเรียนรู้ฐานสมรรถนะ

| มาตรฐานอาชีพ | รายละเอียดของหลักสูตร |
|---|---|
| 1. อาชีพนักจัดการอบชุบโลหะด้วยความร้อน | 1. ชื่อหลักสูตรการจัดการอบชุบโลหะด้วยความร้อน |
| 2. คุณลักษณะของผลการเรียนรู้ (Characteristics of outcomes) | 2. วัตถุประสงค์หลักสูตร |
| 3. หน่วยสมรรถนะ (Unit of competency) | 3. หัวข้อเรื่อง |
| 4. หน่วยสมรรถนะย่อย (Element of competency) | 4. หัวข้อย่อย |
| | 5. วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม |
| 5. เกณฑ์การปฏิบัติงาน (Performance criteria) | 6. เกณฑ์การประเมินผล |
| 6. คำอธิบายหน่วยสมรรถนะ (Description of unit of competency) | 7. คำอธิบายรายหลักสูตร |
| 7. วิธีการประเมินมาตรฐานอาชีพ (Assessment) | 8. วิธีการประเมินผล |
| 8. ทักษะและความรู้ที่ต้องการ (Required skills and knowledge) | 9. วิธีการจัดการเรียนรู้ |
| | 10. กิจกรรมการเรียนรู้ |
| 9. ขอบเขต (Range statement) | 11. รายละเอียดเนื้อหา |

6.1.3 ศึกษาเอกสาร งานวิจัย และแปลงมาตรฐานอาชีพลงสู่รายละเอียดของหลักสูตรตามมาตรฐานอาชีพ

6.1.4 จัดทำรายละเอียดของหลักสูตร มีรายละเอียดดังนี้ 1. ชื่อหลักสูตรการจัดการอบชุบโลหะด้วยความร้อน 2. วัตถุประสงค์หลักสูตร 3. หัวข้อเรื่อง 4. หัวข้อย่อย 5. วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม 6. เกณฑ์การประเมินผล 7. คำอธิบายรายหลักสูตร 8. วิธีการประเมินผล 9. วิธีการจัดการเรียนรู้ 10. กิจกรรมการเรียนรู้ และ 11. รายละเอียดเนื้อหา

6.1.5 ประเมินความสอดคล้องรายละเอียดของหลักสูตรกับมาตรฐานอาชีพนักจัดการในอุตสาหกรรมอบชุบโลหะด้วยความร้อน โดยผู้เชี่ยวชาญด้านการพัฒนาหลักสูตรฐานสมรรถนะ และนักวิชาการมาตรฐานอาชีพ จากสถาบันคุณวุฒิวิชาชีพ (องค์การมหาชน) ที่มีประสบการณ์อย่างน้อย 5 ปี จำนวน 3 คน

6.2 การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามมาตรฐานอาชีพตามมาตรฐานอาชีพนักจัดการในอุตสาหกรรมอบชุบโลหะด้วยความร้อน

6.2.1 งานวิจัยได้มีการศึกษาแนวคิดหลักการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ของ Dick, Carey, และ Carey [16] Smith และ Ragan [17] Richey, Klein, และ Tracey [18] มาเป็นแนวทางในการพัฒนาเป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามมาตรฐานอาชีพนักจัดการในอุตสาหกรรมอบชุบโลหะด้วยความร้อน

6.2.2 ประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามมาตรฐานอาชีพนักจัดการในอุตสาหกรรมอบชุบโลหะด้วยความร้อน โดยการประชุมสนทนากลุ่ม (Focus group) เพื่อประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ โดยผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนรู้ฐานสมรรถนะ และนักวิชาการมาตรฐานอาชีพ จากสถาบันคุณวุฒิวิชาชีพ (องค์การมหาชน) ที่มีประสบการณ์อย่างน้อย 5 ปี จำนวน 7 คน

6.2.3 พัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ โดยแผนการเรียนรู้มีองค์ประกอบ ได้แก่ จุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหาบทเรียน วิธีการสอน กิจกรรมการเรียนรู้ แบบฝึกหัดระหว่างเรียน แบบทดสอบหน่วยการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ และใบความรู้

6.2.4 ประเมินคุณภาพแผนการเรียนรู้โดยงานวิจัยได้สร้างแบบประเมินเป็นมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) 5 ระดับ โดยใช้แนวคิดของ Likert [20] สิ่งที่ต้องพิจารณาประกอบไปด้วย 4 ด้าน ได้แก่ ด้านภาพรวมของแผนการจัดการเรียนรู้ ด้านเนื้อหา ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ และด้านการวัดประเมินผล

6.2.5 ออกแบบเครื่องมือประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนตามเกณฑ์การปฏิบัติงาน แบบทดสอบเป็นข้อสอบปรนัยแบบ 4 ตัวเลือก จำนวน 50 ข้อ จากนั้นนำแบบทดสอบให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบหาความสอดคล้องระหว่างเครื่องมือกับวัตถุประสงค์หรือเนื้อหา (IOC) จำนวน 3 คน พบว่าจากข้อสอบปรนัย จำนวน 50 ข้อ ข้อสอบที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป จำนวน 34 ข้อ และข้อที่มีค่า IOC ต่ำกว่า 0.50 จำนวน 16 ข้อ ผู้วิจัยทำการปรับปรุงข้อสอบตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ และคัดเลือกข้อสอบเหลือจำนวน 30 ข้อ เพื่อใช้ในการทดลองกับกลุ่มทดลอง จำนวน 21 คน พบว่าแบบทดสอบมีค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.36-0.67 ค่าอำนาจจำแนก มีค่าตั้งแต่ 0.13-0.67 และมีค่าความเชื่อมั่น (KR20) เท่ากับ 0.84

6.3 ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ของผู้เรียนตามแผนการจัดการเรียนรู้มาตรฐานอาชีพนักจัดการในอุตสาหกรรมอบชุบโลหะด้วยความร้อน

6.3.1 การทดลองใช้แผนการจัดการเรียนรู้ตามมาตรฐานอาชีพนักจัดการในอุตสาหกรรมอบชุบโลหะด้วยความร้อน โดยนักศึกษาหลักสูตรเทคโนโลยีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม เอกวิชาเทคโนโลยีอุตสาหการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ชั้นปีที่ 3 จำนวน 21 คน โดยใช้เวลาในการทดลอง 3 วัน รวม 9 ชั่วโมง

6.3.2 หาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยนำผลคะแนนจากแบบทดสอบหลังเรียนในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ และผลคะแนนทดสอบหลังเรียนเพื่อวัดประสิทธิภาพของผลลัพธ์ นำไปเปรียบเทียบกับประสิทธิภาพของกระบวนการ (E1) และประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E2) เกณฑ์ที่ตั้งไว้ คือ 80/80

## 7. การเก็บรวบรวมข้อมูล

7.1 รายละเอียดของหลักสูตรตามมาตรฐานอาชีพนักจัดการในอุตสาหกรรมอบชุบโลหะด้วยความร้อน งานวิจัยได้มีการออกแบบรายละเอียดของหลักสูตร จากนั้นได้นำรายละเอียดให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน ประเมินความสอดคล้องรายละเอียดของหลักสูตรกับมาตรฐานอาชีพนักจัดการในอุตสาหกรรมอบชุบโลหะด้วยความร้อน และปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

7.2 รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามมาตรฐานอาชีพนักจัดการในอุตสาหกรรมอบชุบโลหะด้วยความร้อน งานวิจัยได้มีการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

7.2.1 การรวบรวมข้อมูลเพื่อหาความเหมาะสมของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามมาตรฐานอาชีพ โดยการประชุมเพื่อสนทนากลุ่ม (Focus group) และประเมินรูปแบบการจัดการเรียนรู้ เพื่อพิจารณาความเหมาะสมกับผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนรู้ฐานสมรรถนะ จำนวน 7 คน

7.2.2 การรวบรวมข้อมูลเพื่อพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้โดยการนำผลการประเมินคุณภาพแผนการเรียนรู้จากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน มาดำเนินการปรับปรุงให้มีความสมบูรณ์ตามคำแนะนำ

7.3 การรวบรวมข้อมูลจากการหาประสิทธิภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ โดยการทดสอบประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้กับนักศึกษาหลักสูตรเทคโนโลยีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม เอกวิชาเทคโนโลยีอุตสาหการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ชั้นปีที่ 3 จำนวน 21 คน โดยมีการปฐมนิเทศกลุ่มประชากรก่อนทำการวิจัย ใช้เวลาในการทดลอง 3 วัน รวม 9 ชั่วโมง จากนั้นหาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ นำผลคะแนนจากแบบทดสอบหลังเรียนในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ และผลคะแนนทดสอบหลังเรียนเพื่อวัดประสิทธิภาพของผลลัพธ์ นำไปเปรียบเทียบกับประสิทธิภาพของกระบวนการ ($E_1$) และประสิทธิภาพของผลลัพธ์ ($E_2$) เกณฑ์ที่ตั้งไว้ คือ 80/80

## 8. การวิเคราะห์ข้อมูล

8.1 การวิเคราะห์ความสอดคล้องเหมาะสมของรายละเอียดของหลักสูตร (Course specification) และมาตรฐานอาชีพนักจัดการในอุตสาหกรรมอบชุบโลหะด้วยความร้อน โดยการหาค่าเฉลี่ยของดัชนีความสอดคล้อง (IOC)

8.2 การวิเคราะห์ความเหมาะสมของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามมาตรฐานอาชีพนักจัดการในอุตสาหกรรมอบชุบโลหะด้วยความร้อน โดยการหาค่าเฉลี่ย ($\overline{x}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

8.3 การวิเคราะห์คุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้ตามมาตรฐานอาชีพนักจัดการในอุตสาหกรรมอบชุบโลหะด้วยความร้อน โดยการหาค่าเฉลี่ย ($\overline{x}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

8.4 การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ตามมาตรฐานอาชีพนักจัดการในอุตสาหกรรมอบชุบโลหะด้วยความร้อน งานวิจัยได้ใช้สูตรการหาประสิทธิภาพของกระบวนการ ($E_1$) และสูตรการหาประสิทธิภาพของผลลัพธ์ ($E_2$) แล้วเทียบกับเกณฑ์ 80/80

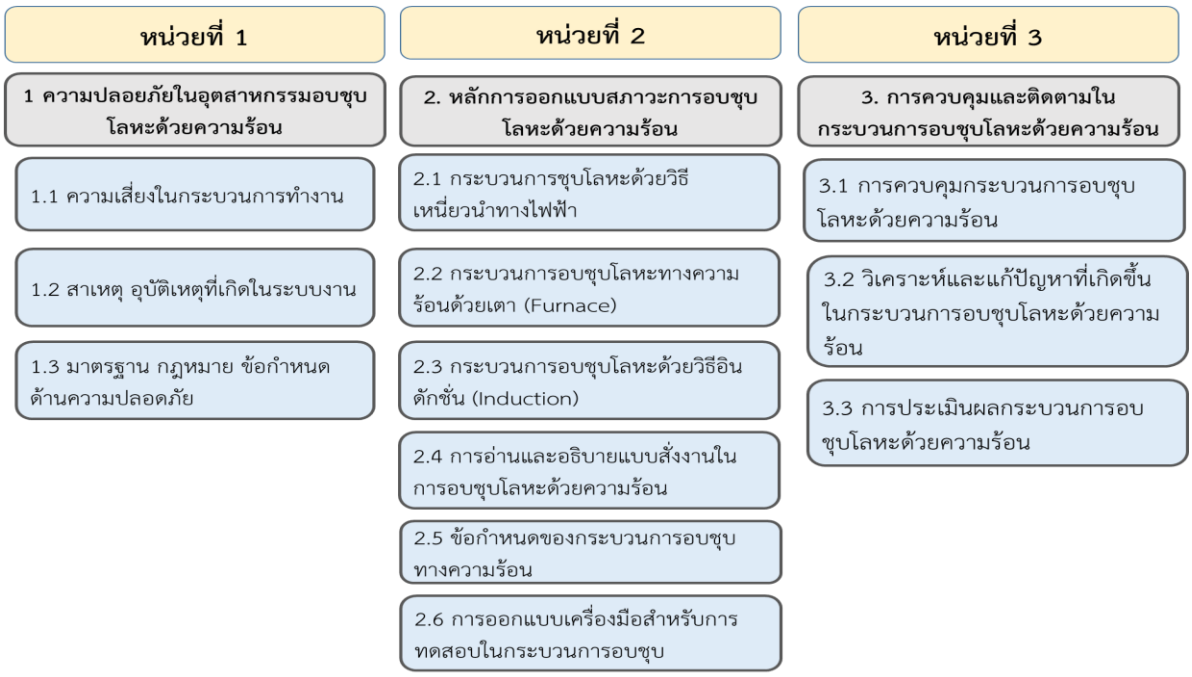
## 9. ผลการวิจัยและการสรุปผล

9.1 ผลการพัฒนารายละเอียดของหลักสูตร (Course specification) ตามมาตรฐานอาชีพนักจัดการในอุตสาหกรรมอบชุบโลหะด้วยความร้อน

การพัฒนารายละเอียดของหลักสูตรตามมาตรฐานอาชีพนักจัดการในอุตสาหกรรมอบชุบโลหะด้วยความร้อน ได้มีการศึกษารายละเอียดมาตรฐานอาชีพและคุณวุฒิวิชาชีพ สาขาอุตสาหกรรมผลิตเครื่องจักรกลและโลหะการ สายงานอบชุบโลหะด้วยความร้อน อาชีพนักจัดการในอุตสาหกรรมอบชุบโลหะด้วยความร้อน ระดับ 5 เพื่อแปลงเป็นโครงสร้างของหลักสูตรการเรียนรู้ตามมาตรฐานอาชีพ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้ 1. ชื่อหลักสูตรการจัดการอบชุบโลหะด้วยความร้อน 2. วัตถุประสงค์หลักสูตร 3. หัวข้อเรื่อง 4. หัวข้อย่อย 5. วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม 6. เกณฑ์การประเมินผล 7. คำอธิบายรายหลักสูตร 8. วิธีการประเมินผล 9. วิธีการจัดการเรียนรู้ 10. กิจกรรมการเรียนรู้ และ 11. รายละเอียดเนื้อหา ดังแสดงในตารางที่ 2

**ตารางที่ 2** โครงร่างรายละเอียดของหลักสูตรตามมาตรฐานอาชีพนักจัดการในอุตสาหกรรมอบชุบโลหะด้วยความร้อน

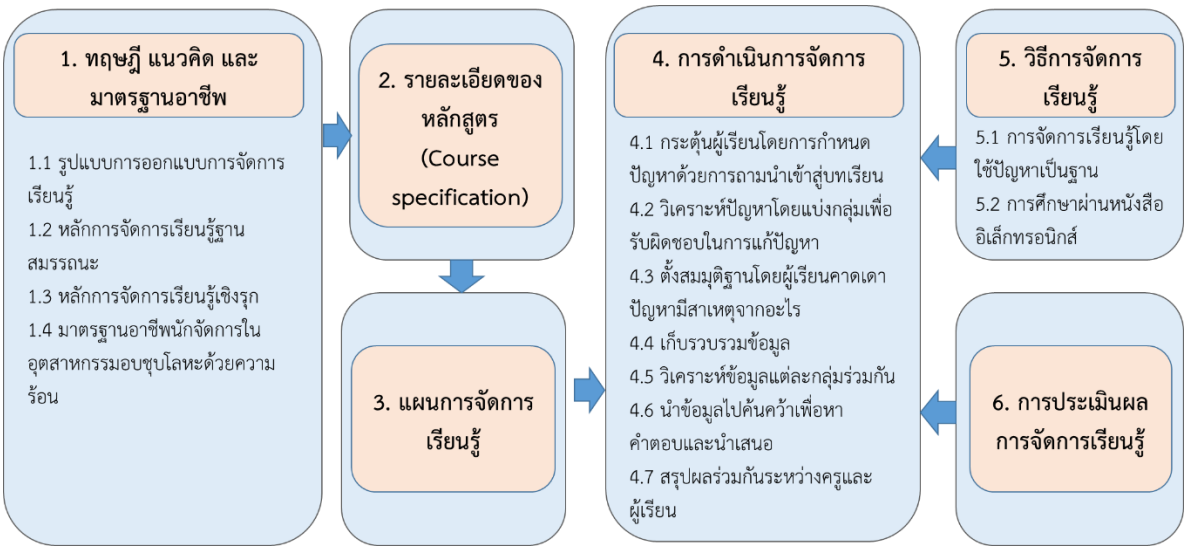
| **รายละเอียดของหลักสูตร (Course specification)** | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 1. ชื่อหลักสูตร | | | | | |
| 2. หัวข้อเรื่องและหัวข้อย่อย | | | | | |
| 3. วัตถุประสงค์หลักสูตร | | | | | |
| 4. คำอธิบายหลักสูตร | | | | | |
| 5. วิธีการจัดการเรียนรู้ | | | | | |
| 6. วิธีการประเมินผล | | | | | |
| 7. แผนการจัดการเรียนรู้ | | | | | |
| **หน่วยที่ 1** | | | | | |
| หัวข้อเรื่อง<br>หัวข้อย่อย | | | | | |
| วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม | | | | | |
| รายละเอียดหัวข้อ | วิธีการจัดการเรียนรู้ | กิจกรรมการเรียนรู้ | สื่อ | การประเมินผล/เกณฑ์การประเมินผล | เวลา (ชั่วโมง) |
| | | | | | |




**รูปที่ 1** หน่วยการเรียนรู้ตามมาตรฐานอาชีพนักจัดการในอุตสาหกรรมอบชุบโลหะด้วยความร้อน

หลักสูตรตามมาตรฐานอาชีพนักจัดการในอุตสาหกรรมอบชุบโลหะด้วยความร้อน มีหน่วยการเรียนรู้ 3 หน่วยดังนี้ หน่วยที่ 1 ความปลอดภัยในอุตสาหกรรมอบชุบโลหะด้วยความร้อน หน่วยที่ 2 หลักการออกแบบสภาวะการอบชุบโลหะด้วยความร้อน และ หน่วยที่ 3 การควบคุมและติดตามในกระบวนการอบชุบโลหะด้วยความร้อน นำมาพัฒนาเป็นรายละเอียดของหลักสูตร แสดงในรูปที่ 1 จากนั้นนำรายละเอียดของหลักสูตรประเมินความสอดคล้องรายละเอียดของหลักสูตรกับมาตรฐานอาชีพนักจัดการในอุตสาหกรรมอบชุบโลหะด้วยความร้อน โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน ผลการประเมินความสอดคล้องและเหมาะสมของรายละเอียดหลักสูตรและรายละเอียดมาตรฐานอาชีพนักจัดการในอุตสาหกรรมอบชุบโลหะด้วยความร้อน พบว่าผลการประเมินเท่ากับ 0.95 อยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสม

9.2 ผลการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามมาตรฐานอาชีพนักจัดการในอุตสาหกรรมอบชุบโลหะด้วยความร้อน




**รูปที่ 2** รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามมาตรฐานอาชีพนักจัดการในอุตสาหกรรมอบชุบโลหะด้วยความร้อน

ผลจากการสนทนากลุ่มพบว่าผู้เชี่ยวชาญได้มีการสรุปองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ ตามมาตรฐานอาชีพนักจัดการในอุตสาหกรรมอบชุบโลหะด้วยความร้อน ดังแสดงในรูปที่ 2 พบว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้มีองค์ประกอบทั้งหมด 6 องค์ประกอบ ได้แก่ 1. ทฤษฎี แนวคิดและมาตรฐานอาชีพ 2. รายละเอียดของหลักสูตร 3. แผนการจัดการเรียนรู้ 4. การดำเนินการจัดการเรียนรู้ 5. วิธีการจัดการเรียนรู้ และ 6. การประเมินผลการจัดการเรียนรู้ การดำเนินการจัดการเรียนรู้ได้มีการประยุกต์ใช้การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานเข้ามาช่วยการจัดการเรียนรู้ โดยมีขั้นตอนในการดำเนินการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 7 ขั้นตอน ได้แก่ 1. กระตุ้นผู้เรียนโดยการกำหนดปัญหาด้วยการถามนำเข้าสู่บทเรียน 2. วิเคราะห์ปัญหาโดยแบ่งกลุ่มเพื่อรับผิดชอบในการแก้ปัญหา 3. ตั้งสมมุติฐานโดยผู้เรียนคาดเดาปัญหามีสาเหตุจากอะไร 4. เก็บรวบรวมข้อมูล 5. วิเคราะห์ข้อมูลแต่ละกลุ่มร่วมกัน 6. นำข้อมูลไปค้นคว้าเพื่อหาคำตอบและนำเสนอ และ 7. สรุปผลร่วมกันระหว่างครูและผู้เรียน

**ตารางที่ 3** ผลการประเมินความเหมาะสมขององค์ประกอบรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามมาตรฐานอาชีพนักจัดการในอุตสาหกรรมอบชุบโลหะด้วยความร้อน

| รายการประเมิน | $\bar{X}$ | S.D. | ผลการประเมิน |
|---|---|---|---|
| 1. ทฤษฎี แนวคิดและมาตรฐานอาชีพ | 4.85 | 0.36 | มากที่สุด |
| 2. รายละเอียดของหลักสูตร | 4.57 | 0.51 | มากที่สุด |
| 3. แผนการจัดการเรียนรู้ | 4.71 | 0.46 | มากที่สุด |
| 4. การดำเนินการจัดการเรียนรู้ | 4.85 | 0.36 | มากที่สุด |
| 5. วิธีการจัดการเรียนรู้ | 4.85 | 0.36 | มากที่สุด |
| 6. การประเมินผลการจัดการเรียนรู้ | 4.42 | 0.51 | มาก |
| ค่าเฉลี่ยรวม | 4.71 | 0.43 | มากที่สุด |

จากตารางที่ 3 พบว่าผลประเมินองค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามมาตรฐานอาชีพนักจัดการในอุตสาหกรรมอบชุบโลหะด้วยความร้อน ได้ผ่านการประเมินความเหมาะสมจากการสนทนากลุ่ม โดยผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนรู้ฐานสมรรถนะ จำนวน 7 คน มีผลการประเมิน อยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด ($\bar{X}$ = 4.71, S.D. = 0.43)

การพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ตามมาตรฐานอาชีพนักจัดการในอุตสาหกรรมอบชุบโลหะด้วยความร้อน ได้จัดพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 3 หน่วย ได้แก่ หน่วยที่ 1 ความปลอดภัยในอุตสาหกรรมอบชุบโลหะด้วยความร้อน หน่วยที่ 2 หลักการออกแบบสภาวะการอบชุบโลหะด้วยความร้อน และ หน่วยที่ 3 การควบคุมและติดตามในกระบวนการอบชุบโลหะด้วยความร้อน แต่ละหน่วยจะประกอบไปด้วยสาระสำคัญ สาระการเรียนรู้ หัวข้อที่จะสอน วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม กิจกรรมการเรียนรู้ แบบฝึกหัดหน่วยการเรียน และการประเมินผลของหลักสูตร การประเมินคุณภาพแผนการเรียนรู้ผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ 3 คน ผลการประเมินแสดงในตารางที่ 4

**ตารางที่ 4** ผลการประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้ตามมาตรฐานอาชีพนักจัดการในอุตสาหกรรมอบชุบโลหะด้วยความร้อน

| รายการประเมิน | $\bar{X}$ | S.D. | ระดับคุณภาพ |
|---|---|---|---|
| 1. ด้านภาพรวมของแผนการจัดการเรียนรู้ | | | |
| 1.1 แผนมีองค์ประกอบครบถ้วนและสัมพันธ์กัน | 4.33 | 0.57 | ดี |
| 1.2 แผนมีความชัดเจน เข้าใจง่าย | 5.00 | 0.00 | ดีมาก |
| **ค่าเฉลี่ย** | 4.67 | 0.41 | ดีมาก |
| 2. ด้านเนื้อหา | | | |
| 2.1 เนื้อหาสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ | 4.67 | 0.58 | ดีมาก |
| 2.2 ปริมาณเนื้อหามีความเหมาะสมกับระดับชั้น และเวลา | 4.00 | 0.00 | ดี |
| **ค่าเฉลี่ย** | 4.33 | 0.41 | ดี |
| 3. ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ | | | |
| 3.1 กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ | 5.00 | 0.00 | ดีมาก |
| **ค่าเฉลี่ย** | 5.00 | 0.00 | ดีมาก |

**ตารางที่ 4** (ต่อ)

| รายการประเมิน | $\bar{X}$ | S.D. | ระดับคุณภาพ |
|---|---|---|---|
| 4. ด้านการวัดประเมินผล | | | |
| 4.1 แบบทดสอบสอดคล้องกับเนื้อหาและวัตถุประสงค์ | 4.33 | 0.58 | ดี |
| 4.2 แบบทดสอบมีความชัดเจน | 5.00 | 0.00 | ดีมาก |
| **ค่าเฉลี่ย** | 4.67 | 0.41 | ดีมาก |
| **ค่าเฉลี่ยทุกด้าน** | 4.67 | 0.31 | ดีมาก |

จากตารางที่ 4 พบว่าผลการประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้รวมมีระดับคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X}$ = 4.67, S.D. = 0.31) โดยสามารถเรียงลำดับผลการประเมินรายด้าน จากค่าเฉลี่ยผลการประเมินคุณภาพจากดีมากถึงควรปรับปรุง เรียงตามลำดับ ดังต่อไปนี้ คุณภาพของด้านกิจกรรมการเรียนรู้มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X}$ = 5.00, S.D. = 0.00) คุณภาพด้านภาพรวมของแผนการจัดการเรียนรู้ มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X}$ = 4.67, S.D. = 0.41) คุณภาพด้านการวัดประเมินผลมีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X}$ = 4.67, S.D. = 0.41) และคุณภาพด้านเนื้อหา มีคุณภาพอยู่ในระดับดี ($\bar{X}$ = 4.33, S.D. = 0.41)

9.3 ผลการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ของผู้เรียนตามแผนจัดการเรียนรู้มาตรฐานอาชีพนักจัดการในอุตสาหกรรมอบชุบโลหะด้วยความร้อน

**ตารางที่ 5** ผลการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ของผู้เรียนตามแผนจัดการเรียนรู้มาตรฐานอาชีพนักจัดการในอุตสาหกรรมอบชุบโลหะด้วยความร้อน

| คะแนน | จำนวนผู้เรียน | คะแนนเต็ม | ค่าเฉลี่ย | ร้อยละ |
|---|---|---|---|---|
| แบบทดสอบระหว่างเรียน | 21 | 30 | 24.03 | 80.11 ($E_1$) |
| แบบทดสอบหลังเรียน | 21 | 30 | 24.70 | 82.33 ($E_2$) |

จากตารางที่ 3 ผลการหาประสิทธิภาพหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ พบว่าคะแนนทดสอบระหว่างเรียนและคะแนนทดสอบหลังเรียนมีอัตราส่วนระหว่างประสิทธิภาพของกระบวนการต่อประสิทธิภาพของผลลัพธ์ ($E_1/E_2$) เท่ากับ 80.11/82.33 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้คือ 80/80

## 10. อภิปรายผลการวิจัย

10.1 รายละเอียดของหลักสูตร (Course specification) ตามมาตรฐานอาชีพนักจัดการในอุตสาหกรรมอบชุบโลหะด้วยความร้อน เป็นการพัฒนาจากมาตรฐานอาชีพและคุณวุฒิวิชาชีพ สาขาอุตสาหกรรมผลิตเครื่องจักรกลและโลหะการ อาชีพนักจัดการในอุตสาหกรรมอบชุบโลหะด้วยความร้อน โดยรายละเอียด ดังนี้ 1. ชื่อหลักสูตรการจัดการอบชุบโลหะด้วยความร้อน 2. วัตถุประสงค์หลักสูตร 3. หัวข้อเรื่อง 4. หัวข้อย่อย 5. วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม 6. เกณฑ์การประเมินผล 7. คำอธิบายรายหลักสูตร 8. วิธีการประเมินผล 9. วิธีการจัดการเรียนรู้ 10. กิจกรรมการเรียนรู้ และ 11. รายละเอียดเนื้อหา โดยผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างมาตรฐานอาชีพและรายละเอียดหลักสูตร มีความสอดคล้องอยู่ในเกณฑ์เหมาะสม เนื่องจากงานวิจัยได้วิเคราะห์มาตรฐานอาชีพอย่างละเอียด รวมถึงการศึกษารายละเอียดมาตรฐานอาชีพของต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับมาตรฐานอาชีพพนักงานในอุตสาหกรรมการอบชุบโลหะด้วยความร้อน ได้แก่ กรอบคุณวุฒิทางการศึกษาและกรอบคุณวุฒิวิชาชีพของ สหราชอาณาจักร ออสเตรเลีย และมาเลเซีย [15] รวมถึงสอดคล้องกับรายงานวิจัยของ Andriušaitiene [21] พบว่าการพัฒนาทักษะแรงงานตามาตรฐานอาชีพมาตรฐานอาชีพเป็นความต้องการของอุตสาหกรรม และสอดคล้องกับรายงานวิจัยของ Kamtab, Wiriyanon, Dangprasert, และ Chanyawudhiwan [14] พบว่าการแปลงมาตรฐานอาชีพลงสู่มาตรฐานการศึกษาวิชาชีพ เป็นความเชื่อมโยงระหว่างมาตรฐานอาชีพกับมาตรฐานการศึกษา เป็นขั้นตอนสำคัญเพื่อให้ผู้เรียนมีสมรรถนะสอดคล้องกับมาตรฐานอาชีพ

10.2 รูปแบบการจัดการเรียนตามมาตรฐานอาชีพนักจัดการในอุตสาหกรรมอบชุบโลหะด้วยความร้อน พบว่าองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ ประกอบไปด้วย 6 องค์ประกอบ ได้แก่ 1. ทฤษฎี แนวคิดและมาตรฐานอาชีพ 2. รายละเอียดของหลักสูตร 3. แผนการจัดการเรียนรู้ 4. การดำเนินการจัดการเรียนรู้ 5. วิธีการจัดการเรียนรู้ และ 6. การประเมินผลการจัดการเรียนรู้ โดยความเห็นจากผู้เชี่ยวชาญมีผลการประเมินอยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด งานวิจัยได้มีการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยคำนึงถึงผลลัพธ์การเรียนรู้ของผู้เรียนเป็นเป้าหมายสำคัญ มีการเลือกใช้หลักการเรียนการสอน วิธีสอน รูปแบบการเรียนการสอน ให้เหมาะสมกับผู้เรียนและเนื้อหาของหลักสูตร [16] สอดคล้องกับรายงานวิจัยของ Lertpunya, Utakrit, และ Chianchana [13] พบว่าองค์ประกอบของรูปแบบการจัดการสอนวิชาชีพเพื่อพัฒนาทักษะการคิดแก้ปัญหางาน ประกอบ

ไปด้วย ทฤษฎี แนวคิด หลักการ วัตถุประสงค์ ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้เทคนิคและวิธีสอน และการประเมินผลการจัดการเรียนรู้ตามสภาพจริง แผนการจัดการเรียนรู้ตามมาตรฐานอาชีพนักจัดการในอุตสาหกรรมอบชุบโลหะด้วยความร้อน มีจำนวน 3 หน่วย ได้แก่ หน่วยที่ 1 ความปลอดภัยในอุตสาหกรรมอบชุบโลหะด้วยความร้อน หน่วยที่ 2 หลักการออกแบบสภาวะการอบชุบโลหะด้วยความร้อน และ หน่วยที่ 3 การควบคุมและติดตามในกระบวนการอบชุบโลหะด้วยความร้อน ผลการประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้จากผู้เชี่ยวชาญพบว่าอยู่ในระดับดีมาก เนื่องจากแผนการจัดการเรียนรู้ได้พัฒนาครบองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ ทั้งการกำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหาหลักสูตรที่มีความสอดคล้องกัลผลลัพธ์การ เรียนรู้ กิจกรรม แบบฝึกหัด เพื่อช่วยให้ผู้เรียนบรรลุเป้าหมายหรือจุดประสงค์การเรียนรู้ [18] สอดคล้องกับรายงานวิจัยของ Wiriyanon [10] พบว่าคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ในหลักสูตรฐานสมรรถนะสำหรับผู้ประเมินสมรรถนะวิชาชีพตามระบบคุณวุฒิวิชาชีพที่มีคุณภาพจะต้องประกอบไปด้วย วัถุประสงค์การเรียนรู้ รายละเอียดของหลักสูตร การจัดการเรียนรู้ และการประเมินผลการเรียนรู้ให้มีความสอดคล้องกับระบบคุณวุฒิวิชาชีพ รวมถึงรายงานวิจัยของ Polsawat และ Chansiriwat [22] พบว่าแผนการจัดการเรียนรู้ที่มีคุณภาพจะต้องประกอบด้วยกิจกรรมการเรียน เพื่อให้ผู้เรียนสามารถจัดการปัญหา ค้นคว้าด้วยตนเองทำให้สามารถเชื่อมโยงความรู้เก่ากับความรู้ใหม่ในสิ่งที่ค้นพบส่งผลให้คุณภาพของแผนจัดการเรียนรู้มีคุณภาพดี

10.3 ผลการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ของผู้เรียนตามแผนจัดการเรียนรู้มาตรฐานอาชีพนักจัดการในอุตสาหกรรมอบชุบโลหะด้วยความร้อน พบว่าคะแนนทดสอบระหว่างเรียนและคะแนนทดสอบหลังเรียน มีอัตราส่วนระหว่างประสิทธิภาพของกระบวนการต่อประสิทธิภาพของผลลัพธ์ ($E_1/E_2$) เท่ากับ 80.11/82.33 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้คือ 80/80 พบว่าค่าประสิทธิภาพ $E_2$ สูงกว่า $E_1$ เนื่องมาจากค่าประสิทธิภาพ $E_1$ เนื่องจากเมื่อผู้เรียนได้มีการเรียนรู้จบทุกบทเรียนแล้วได้มีการสรุปผลการเรียนร่วมกันระหว่างกลุ่ม โดยมีครูช่วยกระตุ้นหนุนเสริมในบทเรียน และจากการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้โดยเน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ใช้วิธีการจัดการเรียนรู้เชิงรุกแบบการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ได้ดำเนินการตามขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาทั้ง 7 ขั้นตอน ได้แก่ กระตุ้นผู้เรียนโดยการกำหนดปัญหาด้วยการถามนำเข้าสู่บทเรียน วิเคราะห์ปัญหาโดยแบ่งกลุ่มเพื่อรับผิดชอบในการแก้ปัญหา การตั้งสมมุติฐานโดยผู้เรียนคาดเดาปัญหามีสาเหตุจากอะไร เก็บรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูลแต่ละกลุ่มร่วมกัน นำข้อมูลไปค้นคว้าเพื่อหาคำตอบและนำเสนอ และสรุปผลร่วมกันระหว่างครูและผู้เรียน จึงทำให้ผู้เรียนมีความรู้ที่คงทน จึงทำให้คะแนนทดสอบหลังเรียนสูงกว่าระหว่างเรียน [17] สอดคล้องกับงานวิจัยของ Dittapanya และ Haemaprasith [23] พบว่าผู้เรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเทคนิคเพื่อนคู่คิดส่งผลให้มีคะแนนความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และผู้เรียนมีพัฒนาการความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และความมั่นใจในตนเองระหว่างเรียนสูงขึ้น รวมถึงงานวิจัยได้มีการสื่อออนไลน์รูปแบบหนังสือเรียนอิเล็กทรอนิกส์ ประกอบการจัดการเรียนรู้โดยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ช่วยให้ผู้เรียนสามารถทบทวนซ้ำได้ในเนื้อหาที่ยังไม่เข้าใจ ทำให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตนเองได้อย่างต่อเนื่องเต็มตามศักยภาพ โดยหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มีการใช้เทคนิคการนำเสนอด้วยภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว แสง สี ที่เหมาะสม ดึงดูดความสนใจของผู้เรียนสามารถเข้าใจเนื้อหาได้เร็ว ช่วยให้ผู้เรียนมีความคงทนในการเรียนรู้สูง [24]

## 11. ข้อเสนอแนะ

11.1 ข้อเสนอในการนำวิจัยไปใช้

11.1.1 สามารถนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามมาตรฐานอาชีพนักจัดการในอุตสาหกรรมอบชุบโลหะด้วยความร้อนไปใช้ในการเตรียมความพร้อมสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี หรือระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง เพื่อยกระดับสมรรถนะก่อนเข้ารับการประเมินมาตรฐานอาชีพ และก่อนเข้าทำงานในภาคอุตสาหกรรม

11.1.2 สามารถนำแผนการจัดการเรียนรู้ตามมาตรฐานอาชีพนักจัดการในอุตสาหกรรมอบชุบโลหะด้วยความร้อนมาพัฒนาเป็นรายวิชาให้อยู่ในหลักสูตรระดับปริญญาตรี หรือระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง เพื่อให้ผู้เรียนมีสมรรถนะสอดคล้องกับความต้องการในภาคอุตสาหกรรมอบชุบโลหะด้วยความร้อน

11.1.3 สามารถนำสื่อการเรียนรู้ที่ได้พัฒนาในรูปแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์เพื่อการศึกษาเพิ่มเติม หรือทบทวนความรู้

11.2 ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

11.2.1 พัฒนาหลักสูตรตามมาตรฐานอาชีพอื่น ๆ เพื่อให้ผู้เรียนมีสมรรถนะสอดคล้องกับความต้องการในภาคอุตสาหกรรมอบชุบโลหะด้วยความร้อน

11.2.2 ประยุกต์วิธีจัดการเรียนรู้เชิงรุกรูปแบบอื่น ๆ ในแผนการจัดการเรียนรู้ เช่น การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน การเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐาน การเรียนรู้ที่เน้นทักษะกระบวนการคิด เป็นต้น โดยพิจารณาให้มีความเหมาะสมสอดคล้องกับกลุ่มผู้เรียน และเนื้อหาที่จะจัดการเรียนรู้

11.2.3 เนื่องจากในอนาคตอาจจะมีสถานการณ์ของโรคอุบัติใหม่ ควรมีการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ให้อยู่ในรูปแบบออนไลน์ พัฒนาทั้งวิธีการจัดการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ เครื่องมือวัดสมรรถนะที่สามารถวัดและประเมินผลในรูปแบบออนไลน์ได้

## เอกสารอ้างอิง

[1] Sessomboon, P., Poongam, J., Puthanupab, A., & Chumprasert, V. (2021). “Implications for labor skill development on wage inequality: Perspectives from the regional labor market.” **Focused and Quick**. (183), 1-15. (in Thai)

[2] Office of the National Economic and Social Development Council. (2019). **Annual report 2019**. Bangkok: Office of the National Economic and Social Development Council. 68-72. (in Thai)

[3] Thailand Environment Institute. (2011). **Lean management for environment manual for metal industrial**. Bangkok: Thailand Environment Institute. 3-4. (in Thai)

[4] Roongsangjun, T. (2018). “Preparedness for the 4th renovation of Thai Labor.” **Journal of Social Work.** 26(2), 172-204. (in Thai)

[5] Lee, A. S., & Jacobs, R. L. (2020). “A review of national occupational standards and the role of human resource development in their implementation.” **Human Resource Development Review.** 20(1), 46-67.

[6] James, N. M., & Warren P. S. (2021). “Characterizing engineering work in a changing world: Synthesis of a typology for engineering students' occupational outcomes.” **Journal of Engineering Education.** 110(1), 1-43.

[7] Sishchuk, J., Oblova, I., & Mikhailova, M. (2020, May). “The comparative analysis of the United Kingdom and the Russian federation occupational standard development.” **Integrating Engineering Education and Humanities for Global Intercultural Perspectives.** St. Petersburg, Russia.

[8] Faculty of Industrial Education and Technology, King Mongkut's University of Technology Thonburi. (2018). **Self-assessment report 2018 bachelor of technology program in industrial technology**. Bangkok: King Mongkut's University of Technology Thonburi. 32-36. (in Thai)

[9] Mahamad, K., & Koseeyaporn, P. (2015). “Development of integrated learning management model for enhancing competence in technical education learning: A case study of Department of Electrical Power, Phetchaburi Technical College, Petchaburi Province.” **Area Based Development Research Journal.** 7(2), 74-91. (in Thai)

[10] Wiriyanon, T. (2018). “The development of competency-based curriculum for assessor relating to vocational qualification system.” **Journal Technical Education Development.** 31(110), 57-65. (in Thai)

[11] Dangprasert, S., & Khamtub, P. (2018). “The development of competency-based curriculum structure based on the occupational standard.” **Journal Technical Education Development.** 32(112), 27-36. (in Thai)

[12] Dangprasert, S., & Khamtub, P. (2019). “The development of competency-based learning module in an animation major.” **Journal Technical Education Development.** 32(113), 22-29. (in Thai)

[13] Lertpunya, A., Utakrit, S., & Chianchana, C. (2018). “The curriculum development of teacher training in the vocational instruction to develop work problem solving thinking skills.” **Technical Education Journal.** 10(2), 138-147. (in Thai)

[14] Kamtab, P., Wiriyanon, T., Dangprasert, S., & Chanyawudhiwan, G. (2019). “The development of learning management system for enhancing the competency based on the occupational standards in an animation major.” **Technical Education Journal.** 11(3), 134-142. (in Thai)

[15] Department of Production Technology, King Mongkut's University of Technology Thonburi. (2019). **Final report, project for the preparation of professional standards and professional qualifications industrial production of machinery and metal**. Bangkok: King Mongkut's University of Technology Thonburi. 35-122. (in Thai)

[16] Dick, W., Carey, L., & Carey, J. O. (2015). **The systematic design of instruction**. 8th ed. New York: Pearson Education. 5.

[17] Smith, P. L., & Ragan, T. J. (2004). **Instructional design**. 3rd ed. New Jersey: Prentice-Hall. 3.

[18] Richey, R. C., Klein, J. D., & Tracey, M. W. (2011). **The instructional design knowledge base**. New York: Routledge. 19.

[19] Shambaugh, R. N., & Magliaro, S. L. (1997). **Mastering the possibilities: A process approach to instructional design**. Boston: Allyn and Bacon. 23.

[20] Likert, R. (1932). “A technique for the measurement of attitudes.” **Archives of Psychology.** 22(140), 55.

[21] Andriušaitiene, D. (2018), “Occupational standards: A key to improving match between skills and labor market needs in Lithuania.” **Economic and Culture.** 15(2), 88-98.

[22] Polsawat, A., & Chansiriwat, T. (2016). “The development of learning model for student by using problem-based learning for teaching practical skills course in programmable logic controller technology.” **Journal of Humanities and Social Sciences Valaya Alongkorn.** 12(1), 62-72. (in Thai)

[23] Dittapanya, P., & Haemaprasith, S. (2020). “Effects of problem based learning with think pair share technique to develop scientific problem solving ability and self confidence of fifth grade students.” **Journal of Industrial Education.** 14(2), 24-41. (in Thai)

[24] Brahmawong, C. (2013). “Media performance testing or teaching suite.” **Silpakorn Educational Research Journal.** 5(1), 7-20.

# การพัฒนาหลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชานวัตกรรมอาคาร คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เพื่อสร้างสรรค์นวัตกรรมอาคารเพื่อรักษาสิ่งแวดล้อม

# THE DEVELOPMENT OF MASTER OF ARCHITECTURE IN BUILDING INNOVATION CURRICULUM, FACULTY OF ARCHITECTURE, KASETSART UNIVERSITY, TO ENHANCE BUILDING INNOVATION FOR ENVIRONMENT CONSERVATION

**นวลวรรณ ทวยเจริญ[1]* วนารัตน์ กรอิสรานุกูล[2] และชลิฎา ฉันทสิริวรวัฒน์[3]**
**Nuanwan Tuaycharoen[1*], Wanarat Kornisranukul[2] and Chalida Chansiriworawattana[3]**
**E-mail: nuanwan.t@ku.th, kwanarat@gmail.com, and cartoonmf@gmail.com**

[1,3]ภาควิชานวัตกรรมอาคาร คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร 10900
Department of Building Innovation, Faculty of Architecture, Kasetsart University,
Bangkok 10900 Thailand
[2]สาขาวิชาเทคโนโลยีเพื่อการพัฒนายั่งยืน คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ กรุงเทพมหานคร 12121
Department of Sustainable Development Technology, Faculty of Science and Technology, Thammasat University,
Bangkok 12121 Thailand

*Corresponding author E-mail: nuanwan.t@ku.th

(Received: May 5, 2021; Revised: August 8, 2021; August 18, 2021)

## ABSTRACT

There were two main objectives of this study. The first aim was to evaluate the curriculum of the Master of Architect in Building Innovation and Technology, focusing three aspects (i.e. context, input, process). The second aim was to study guideline for curriculum development to enhance building innovation for environment conservation. The study gathered information from 47 subjects consisting of three groups which are 27 future graduate students, 16 present graduate students, and 14 employers. CIPP model by Stufflebeam was used as an evaluative method for this study. Data were analysed using percentage and mean for quantitative data and using content analysis for qualitative data. Results of evaluation of this curriculum showed that the curriculum was still in demand and interesting. The academic ability of for practice and knowledge and understanding for designing and development of green building innovation was the highest expectation from employer of graduated student in this curriculum. The results also showed that, from present university student's point of view, subjects in the curriculum, facilities, as well as support and advisory were also very suitable. However, the curriculum has to be adjusted to corresponding to the present and future situation as well as it should increase more comprehensively and completely practical learning.

**Keywords:** Curriculum evaluation; Architecture; Master of architecture in building innovation curriculum; Building innovation for Environment Conservation

**บทคัดย่อ**

การศึกษาครั้งนี้กำหนดวัตถุประสงค์หลักไว้ 2 ประการ ได้แก่ 1. เพื่อประเมินหลักสูตรหลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชานวัตกรรมอาคาร หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2560 ด้านบริบท ด้านปัจจัยนำเข้า และด้านกระบวนการ 2. เพื่อค้นหาแนวทางการพัฒนาหลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชานวัตกรรมอาคาร หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2565 ให้สามารถส่งเสริมการสร้างสรรค์นวัตกรรมอาคารเพื่อสิ่งแวดล้อมได้ดียิ่งขึ้น กลุ่มตัวอย่างผู้ให้ข้อมูลจำนวน 57 คน โดยประกอบด้วย 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มตัวอย่างนิสิตในอนาคตหรือผู้ที่สนใจในหลักสูตรจำนวน 27 คน นิสิตปัจจุบันจำนวน 16 คน และผู้ใช้บัณฑิตจำนวน 14 คน การศึกษาครั้งนี้มีวิธีดำเนินการวิจัยเป็นการวิจัยประเมินผล (Evaluative research) โดยใช้รูปแบบการประเมิน CIPP model ของ Stufflebeam เป็นหลัก และมีการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณโดยใช้ค่าร้อยละ และค่าเฉลี่ย รวมไปถึงการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพโดยใช้การวิเคราะห์เนื้อหา (Content analysis) ผลการศึกษาการประเมินหลักสูตรพบว่าโดยภาพรวมหลักสูตรยังเป็นที่ต้องการและน่าสนใจ และความสามารถทางวิชาการในสาขาที่ต้องใช้ในการปฏิบัติงานและความรู้ความเข้าใจสำหรับการออกแบบและพัฒนานวัตกรรมอาคารเพื่อรักษาสิ่งแวดล้อม เป็นสิ่งที่คาดหวังมากที่สุดของบัณฑิตที่จบจากหลักสูตรในความเห็นของผู้ใช้บัณฑิต และพบว่านิสิตปัจจุบันมีความเห็นว่ารายวิชาในหลักสูตร ทรัพยากรประกอบการเรียนการสอน รวมไปถึงการสนับสนุนและแนะนำมีความเหมาะสมมากเช่นกัน อย่างไรก็ตามหลักสูตร ควรมีการปรับปรุงเนื้อหาให้ทันกับสถานการณ์ปัจจุบันและอนาคต รวมถึงควรมีการเพิ่มการเรียนการสอนที่เน้นทางด้านปฏิบัติอย่างละเอียดและครบถ้วน

**คำสำคัญ:** การประเมินหลักสูตร; สถาปัตยกรรม; หลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชานวัตกรรมอาคาร; นวัตกรรมอาคารเพื่อสิ่งแวดล้อม

## 1. บทนำ

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ได้เปิดสอนหลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (สถ.ม.) สาขาวิชานวัตกรรมอาคาร เริ่มเปิดหลักสูตรและทำการเรียนการสอนปีการศึกษา 2547 ซึ่งเป็นหลักสูตร 2 ปี โดยมีปรัชญาของหลักสูตรในการผลิตมหาบัณฑิตด้านนวัตกรรมอาคาร และมีวัตถุประสงค์หลักของหลักสูตร คือ เพื่อส่งเสริมการศึกษาและการวิจัยในการสร้างและพัฒนาองค์ความรู้ของผู้ประกอบวิชาชีพที่เกี่ยวข้องกับสถาปัตยกรรม ให้มีความเท่าทันกับนวัตกรรมและความเปลี่ยนแปลงของกระแสโลกในการสงวนรักษา สิ่งแวดล้อม การอนุรักษ์พลังงานและการอยู่ร่วมกับธรรมชาติอย่างยั่งยืน และสามารถประสานองค์ความรู้ในศาสตร์ต่าง ๆ กับการปฏิบัติงานได้ ซึ่งถือว่าเป็นหลักสูตรแรก ๆ ในประเทศไทยที่เน้นการผลิตมหาบัณฑิตในด้านดังกล่าว และได้พัฒนาโดยมีการปรับปรุงหลักสูตรหลายครั้งให้เท่าทันสถานการณ์ทางด้านต่าง ๆ ดังกล่าวที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน

จากสถานการณ์สภาพปัญหาสภาวะโลกร้อนในปัจจุบันและการพัฒนาเศรษฐกิจตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2560-2564) ซึ่งได้เน้นเกี่ยวกับการผลิตและบริโภคที่คำนึงถึงการเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม [1] ประกอบพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 (แก้ไขเพิ่มเติม พ.ศ. 2561) และพระราชบัญญัติการพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน พ.ศ. 2535 (แก้ไขเพิ่มเติม พ.ศ. 2550) [2] จึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาบุคลากรและกำลังคนที่เพียงพอเพื่อเตรียมพร้อมคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์เปิดใช้หลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (สถ.ม.) สาขาวิชานวัตกรรมอาคาร (หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2560) จนปีการศึกษา 2564 รวมเปนระยะเวลา 5 ปี ดังนั้นเพื่อให้เป็นไปตามประกาศกระทรวงศึกษาธิการ เรื่องเกณฑ์มาตรฐานหลักสูตรระดับบัณฑิตศึกษา พ.ศ. 2558 [3] ที่กำหนดให้มีการประเมินเพื่อพัฒนาหลักสูตรอย่างต่อเนื่องอย่างน้อยทุก 5 ปี จึงมีความจำเป็นต้องประเมินและปรับปรุงหลักสูตรดังกล่าว โดยผลการประเมินที่ไดนอกจากนี้จะสามารถนำไปใช่เปนแนวทางในการปรับปรุงสำหรับหลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (สถ.ม.) สาขาวิชานวัตกรรมอาคาร (หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ.2565) แต่ยังสามารถเป็นข้อมูลให้กับหลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิตอื่น ๆ ในการพัฒนาหลักสูตรเพื่อตอบสนองสถานการณ์และความต้องการปัจจุบันได้อีกทางหนึ่ง

## 2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

2.1 เพื่อประเมินหลักสูตรหลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชานวัตกรรมอาคาร หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2560 คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ด้านบริบท ด้านปัจจัยนำเข้า และด้านกระบวนการ

2.2 เพื่อค้นหาแนวทางการพัฒนาหลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชานวัตกรรมอาคาร หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2565 คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ให้สามารถส่งเสริมการสร้างสรรค์นวัตกรรมอาคารเพื่อรักษาสิ่งแวดล้อมได้ดียิ่งขึ้น

## 3. ระเบียบวิธีวิจัย

### 3.1 ขอบเขตของการวิจัย

ผู้วิจัยได้อาศัยการอธิบายของ Kanjanawasee [4] ในการกำหนดขอบเขตของการวิจัยดังต่อไปนี้

**บริบท** หมายถึง สภาวะแวดล้อม ความต้องการจำเป็นของบุคคล/หน่วยงาน และความเหมาะสมของจุดมุ่งหมาย ซึ่งในการวิจัยนี้ ผู้วิจัยศึกษาความต้องการเรียนในหลักสูตร ความน่าสนใจของหลักสูตร ความต้องการบัณฑิตของหลักสูตรในการประกอบวิชาชีพสถาปัตยกรรม ความคาดหวังในความรู้ความสามารถทางวิชาการและการสร้างสรรค์นวัตกรรมอาคารเพื่อรักษาสิ่งแวดล้อม และจุดอ่อนของบัณฑิตที่รับเข้าทำงานในความเห็นของผู้ประกอบการ

**ปัจจัยนำเข้า** หมายถึง ความเหมาะสมของโครงสร้างหลักสูตร ความเพียงพอของทรัพยากร และความพร้อมของปัจจัยสนับสนุน ซึ่งในการวิจัยนี้ ผู้วิจัยศึกษาความเหมาะสมของรายวิชา ทรัพยากรประกอบการเรียนการสอน การสนับสนุนและแนะนำผู้เรียน และค่าใช้จ่ายในการเรียน

**กระบวนการ** หมายถึง การบริหารหลักสูตร การจัดการเรียนการสอน และการวัดประเมินผล ซึ่งในการวิจัยนี้ ผู้วิจัยศึกษาระยะเวลาเรียน ปัญหาและอุปสรรคในการเรียน รวมทั้งข้อเสนอแนะเพื่อการพัฒนาหลักสูตร

Kanjanawasee [4] แสดงให้เห็นว่า CIPP Model ของ Stufflebeam เป็นรูปแบบการประเมินหลักสูตรที่นิยมใช้ในการวิจัยประเมินหลักสูตรตั้งแต่ระดับปริญญาตรีจนถึงปริญญาเอก โดย CIPP ประกอบด้วยการประเมินบริบท (Context : C) ปัจจัยนำเข้า (Input : I) กระบวนการ (Process : P) และผลผลิต (Product : P) อย่างไรก็ตามเนื่องจากข้อจำกัดทางด้านเวลาในการศึกษาครั้งนี้ ผู้สำเร็จการศึกษาจากหลักสูตรหรือผลผลิต (Product : P) ยังไม่ได้มีการประเมินสำหรับการประเมินหลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชานวัตกรรมอาคาร หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2560 ในครั้งนี้ โดยวิธีการดังกล่าวที่ไม่ได้มีการนำผลผลิตมาศึกษาได้ใช้ในการศึกษาทางด้านหลักสูตรในอดีต [5]

### 3.2 วิธีการวิจัยและการเก็บรวบรวมข้อมูล

การศึกษาครั้งนี้ได้ทำการสำรวจความคิดเห็นจากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 47 คน เนื่องจากจำนวนตัวอย่างดังกล่าวเป็นจำนวนตัวอย่างที่ได้ใช้ในหลายงานวิจัยทางด้านการศึกษาในอดีต [5] โดยประกอบด้วย 3 กลุ่ม ได้แก่ 1) กลุ่มตัวอย่างนิสิตในอนาคตหรือผู้ที่สนใจในหลักสูตรจำนวน 27 คน ซึ่งเป็นนิสิตปริญญาตรีและบุคคลที่สนใจอื่นๆ 2) นิสิตปัจจุบันจำนวน 16 คน ซึ่งได้แก่นิสิตที่กำลังศึกษาในหลักสูตรนี้ซึ่งอยู่ในระดับปริญญาโท และ 3) ผู้ใช้บัณฑิตจำนวน 14 คน ได้ตัวอย่างมาจากศิษย์เก่าของคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ที่เป็นเจ้าของบริษัทซึ่งได้จ้างบัณฑิตจากหลักสูตรฯ และผู้ใช้บัณฑิตจริงจากหลักสูตรฯ โดยกลุ่มตัวอย่างนิสิตในอนาคตส่วนใหญ่อายุน้อยกว่า 26 ปีร้อยละ 81.5 กลุ่มนิสิตปัจจุบันประกอบด้วยช่วงอายุ 26-30 ปีร้อยละ 50.1 และอายุ 30 ปีขึ้นไปร้อยละ 49.9 สำหรับกลุ่มผู้ใช้บัณฑิตส่วนใหญ่เป็นสถาปนิกอายุประมาณ 30 ปีขึ้นไป

แบบสอบถามที่ใช้เป็นแบบสอบถามปลายปิดที่วัดความคาดหวังและความเห็นด้วย โดยมีคำถามปลายเปิดเพื่อให้ผู้เข้าร่วมการศึกษาตอบความคิดเห็นได้ หลังจากรวบรวมคำตอบผลการศึกษาได้นำมาวิเคราะห์โดยใช้ค่าร้อยละ (%) และค่าเฉลี่ย (Mean) และมีการแปลความหมายค่าเฉลี่ย โดยระดับคะแนนระหว่าง 4.50-5.00, 3.50-4.49, 2.50-3.49, 1.50-2.49 และ 1.00-1.49 หมายถึง ค่าคะแนนในระดับมากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุดตามลำดับ [4] นอกจากนี้ผลจากข้อคำถามปลายเปิดจะมีการวิเคราะห์โดยใช้วิธีการวิเคราะห์เนื้อหา (Content analysis) แบบสอบถามได้มีการแจกไปจำนวน 70 ชุด และได้คืนกลับมาทั้งหมด 57 ชุด

## 4. ผลการศึกษา

### 4.1 บริบท

**4.1.1 ความต้องการเรียนในหลักสูตรตามความเห็นของนิสิตในอนาคต : ผลการศึกษาจากนิสิตในอนาคต** ผลการวิเคราะห์เนื้อหาพบว่า นิสิตในอนาคตส่วนใหญ่สนใจในหลักสูตรนี้ โดยมีความเห็นว่าหลักสูตรน่าสนใจ เป็นการเรียนรู้เชิงปฏิบัติการ สอดคล้องกับแนวโน้มสถานการณ์ปัจจุบันและอนาคต จึงสามารถนำความรู้ไปประกอบอาชีพได้ที่เกี่ยวข้องได้

**4.1.2 ความน่าสนใจของหลักสูตร : ผลการศึกษาจากนิสิตปัจจุบัน** ผลการวิเคราะห์เนื้อหาพบว่า นิสิตปัจจุบันส่วนใหญ่มีความสนใจหลักสูตรมาก ควรเป็นหลักสูตรพื้นฐานสำหรับงานสถาปัตยกรรม เนื่องจากอาคารเขียวและการออกแบบที่คำนึงถึงสภาพแวดล้อมนั้นกำลังเป็นกระแสในปัจจุบันและอนาคต และสามารถนำไปประกอบอาชีพได้หลากหลาย ซึ่งสอดคล้องกับความเห็นของผู้ใช้บัณฑิตที่ระบุว่า หลักสูตรน่าสนใจและจำเป็นเนื่องจากสอดคล้องกับสถานการณ์ในปัจจุบัน ความรู้ด้านนวัตกรรม

อาคารควรเป็นความรู้พื้นฐานสำหรับสายวิชาชีพอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องด้วย ส่วนนิสิตในอนาคตมีความเห็นว่าน่าสนใจเพราะเป็นหลักสูตรเชิงปฏิบัติการที่ทำให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเรื่องนั้นจริง ๆ ซึ่งจำเป็นสำหรับการทำงานในอนาคต

**4.1.3 ความต้องการบัณฑิตของหลักสูตรในการประกอบวิชาชีพสถาปัตยกรรม : ผลการศึกษาจากผู้ใช้บัณฑิต** ตารางที่ 1 แสดงให้เห็นว่าโดยภาพรวมผู้ใช้บัณฑิตมีความต้องการบัณฑิตของหลักสูตรในการประกอบวิชาชีพสถาปัตยกรรมเป็นอย่างมาก (ค่าเฉลี่ย = 3.66) โดยจุดเด่นของบัณฑิตที่ต้องการมากที่สุดคือการออกแบบเพื่อสิ่งแวดล้อม (ค่าเฉลี่ย = 3.86) รองลงมาคือการเรียนการสอนเป็นภาษาอังกฤษ (ค่าเฉลี่ย = 3.71) และการเรียนรู้ระบบนิเวศและชีววิทยา (ค่าเฉลี่ย = 3.64) ตามลำดับ

**ตารางที่ 1** ความต้องการบัณฑิตของหลักสูตรในการประกอบวิชาชีพสถาปัตยกรรม

| หัวข้อ | ค่าเฉลี่ย | ระดับ |
|---|---|---|
| 1. การออกแบบสถาปัตยกรรมต้องการบัณฑิตที่มีความรู้ในการสร้างนวัตกรรมมาก | 3.43 | คาดหวังมาก |
| 2. การออกแบบเพื่อสิ่งแวดล้อมมีความสำคัญต่อวงการสถาปัตยกรรมมาก | 3.86 | คาดหวังมาก |
| 3. การออกแบบเพื่อสิ่งแวดล้อมควรเรียนรู้ระบบนิเวศและชีววิทยาต่อเนื่อง | 3.64 | คาดหวังมาก |
| 4. การเรียนการสอนเป็นภาษาอังกฤษสำคัญสำหรับการประกอบวิชาชีพสถาปัตยกรรม | 3.71 | คาดหวังมาก |
| **ค่าเฉลี่ยรวม** | **3.66** | **คาดหวังมาก** |

**4.1.4 ความคาดหวังในความรู้ความสามารถทางวิชาการและการสร้างสรรค์นวัตกรรมอาคารเพื่อรักษาสิ่งแวดล้อม : ผลการศึกษาจากผู้ใช้บัณฑิต** ตารางที่ 2 แสดงให้เห็นว่าสิ่งที่ผู้ใช้บัณฑิตคาดหวังมากที่สุด คือ ความสามารถทางวิชาการในสาขาที่ต้องใช้ในการปฏิบัติงานและความรู้ความเข้าใจสำหรับการออกแบบและพัฒนานวัตกรรมอาคารเพื่อรักษาสิ่งแวดล้อม โดยมีความคาดหวังระดับมาก (ค่าเฉลี่ย = 3.71) ความสามารถในการออกแบบอาคารเขียว โดยมีความคาดหวังระดับมาก (ค่าเฉลี่ย = 3.64) และความสามารถในการใช้เครื่องมือและเทคโนโลยีเฉพาะสาขา ความรู้ในศาสตร์/เทคโนโลยีที่เหมาะสมในสาขาที่ต้องใช้ในการปฏิบัติงานและความสามารถในการสร้างสรรค์งานใหม่/องค์ความรู้ใหม่ โดยมีความคาดหวังระดับมาก (ค่าเฉลี่ย = 3.57) ตามลำดับ

**ตารางที่ 2** ความคาดหวังในความรู้ความสามารถทางวิชาการและการสร้างสรรค์นวัตกรรมอาคารเพื่อรักษาสิ่งแวดล้อม

| หัวข้อ | ค่าเฉลี่ย | ระดับ |
|---|---|---|
| 1. ความสามารถทางวิชาการในสาขาที่ต้องใช้ในการปฏิบัติงาน | 3.71 | คาดหวังมาก |
| 2. ความสามารถในการใช้เครื่องมือและเทคโนโลยีเฉพาะสาขา เช่น การจำลองสถานการณ์ด้วยคอมพิวเตอร์ | 3.57 | คาดหวังมาก |
| 3. ความรู้ในศาสตร์/เทคโนโลยีที่เหมาะสมในสาขาที่ต้องใช้ในการปฏิบัติงาน | 3.57 | คาดหวังมาก |
| 4. ความสามารถในการสร้างสรรค์งานใหม่/องค์ความรู้ใหม่ | 3.57 | คาดหวังมาก |
| 5. ความรู้ความเข้าใจสำหรับการออกแบบและพัฒนานวัตกรรมอาคารเพื่อรักษาสิ่งแวดล้อม | 3.71 | คาดหวังมาก |
| 6. มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ การประดิษฐ์คิดค้น | 3.29 | คาดหวังปานกลาง |
| 7. ความสามารถในการออกแบบอาคารเขียว | 3.64 | คาดหวังมาก |
| 8. ความสามารถในเรื่องเกณฑ์และการประเมินอาคารเขียว (เกณฑ์ TREES) | 3.07 | คาดหวังปานกลาง |
| 9. ความสามารถในเรื่องเกณฑ์และการประเมินอาคารเขียว (เกณฑ์ LEEDS) | 3.14 | คาดหวังปานกลาง |
| 10. ความสามารถในเรื่องเกณฑ์และการประเมินอาคารเขียว (เกณฑ์ WELL) | 3.21 | คาดหวังปานกลาง |
| 11. ความสามารถในการออกแบบเพื่อตอบรับกับสถานการณ์ของโลกที่แปลงไป (AI และ Internet of thing) | 3.21 | คาดหวังปานกลาง |
| 12. ความสามารถในการออกแบบเพื่อตอบรับกับสถานการณ์ขอสังคมผู้สูงอายุ | 3.43 | คาดหวังปานกลาง |
| 13. ความสามารถในการออกแบบเพื่อตอบรับกับสถานการณ์แผ่นดินไหวและน้ำท่วม | 3.21 | คาดหวังปานกลาง |
| 14. ความสามารถในการออกแบบเพื่อตอบรับกับสถานการณ์ Climate change | 3.50 | คาดหวังมาก |
| **ค่าเฉลี่ยรวม** | **3.42** | **คาดหวังมาก** |

**4.1.5 จุดอ่อนของบัณฑิตที่รับเข้าทำงานในความเห็นของผู้ใช้บัณฑิต : ผลการศึกษาจากผู้ใช้บัณฑิต** ผลการวิเคราะห์เนื้อหาจากความเห็นของผู้ใช้บัณฑิต พบว่า ผู้ใช้บัณฑิตยังไม่แน่ใจว่าบัณฑิตที่จบจากสาขาดังกล่าวจะมีความรู้เฉพาะทางมากน้อยเพียงใด ความรู้เกี่ยวกับนวัตกรรมอาคารจะมีความแตกต่างหรือเทียบเท่าการอ่านหนังสือหรือบทความจากนักวิจัยหรือไม่ หรือจากการฟังบรรยายต่าง ๆ

**4.2 ปัจจัยนำเข้า**

**4.2.1 ความคาดหวังของรายวิชา : ผลการศึกษาจากนิสิตปัจจุบันและผู้ใช้บัณฑิต** ตารางที่ 3 แสดงให้เห็นว่ารายวิชาที่นิสิตปัจจุบันเห็นว่าเหมาะสมมากที่สุดคือสถาปัตยกรรมยั่งยืนและสภาพแวดล้อม การออกแบบอาคารตอบสนองสภาพแวดล้อมและเทคโนโลยีทางอาคารที่เหมาะสม โดยมีความคาดหวังเท่ากันในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย = 3.83) รองลงมาคือการออกแบบแสง

และระบบวิศวกรรมสภาพแวดล้อมและการประยุกต์นวัตกรรมเทคโนโลยีทางอาคาร โดยมีความคาดหวังเท่ากันในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย = 3.67) และระบบประเมินประสิทธิภาพด้านสิ่งแวดล้อมสำหรับอาคาร การจำลองเพื่อประเมินสมรรถนะด้านสภาพแวดล้อมของงานออกแบบและการจัดการทรัพยากรและจัดการพลังงานในอาคาร โดยมีความคาดหวังเท่ากันในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย = 3.50) ตามลำดับ ในขณะที่รายวิชาที่ผู้ใช้บัณฑิตเห็นว่าคาดหวังมากที่สุดคือการออกแบบเพื่อตอบสนองสภาพแวดล้อมและเทคโนโลยีทางอาคารที่เหมาะสม โดยมีความคาดหวังเท่ากันในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย = 3.64) รองลงมาคือสถาปัตยกรรมยั่งยืนและสภาพแวดล้อม การประยุกต์นวัตกรรมเทคโนโลยีทางอาคารและการพัฒนาอสังหาริมทรัพย์แบบยั่งยืน โดยมีความคาดหวังเท่ากันในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย = 3.57) และการประยุกต์งานวิจัยและนวัตกรรมอาคารสู่เชิงพาณิชย์ นวัตกรรมทางเทคโนโลยีในอุตสาหกรรมอาคารและการจัดการทรัพยากรและการจัดการพลังงานในอาคาร โดยมีความคาดหวังเท่ากันในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย = 3.50) ตามลำดับ

**ตารางที่ 3** ความเหมาะสมของรายวิชา

| รายวิชา | นิสิตปัจจุบัน | | ผู้ใช้บัณฑิต | |
|---|---|---|---|---|
| | ค่าเฉลี่ย | ระดับ | ค่าเฉลี่ย | ระดับ |
| 1. สถาปัตยกรรมยั่งยืนและสภาพแวดล้อม | 3.83 | คาดหวังมาก | 3.57 | คาดหวังมาก |
| 2. การออกแบบอาคารตอบสนองสภาพแวดล้อม | 3.83 | คาดหวังมาก | 3.64 | คาดหวังมาก |
| 3. ประสบการณ์การปฏิบัติวิชาชีพสถาปัตยกรรมและวิศวกรรม | 3.33 | คาดหวังปานกลาง | 3.21 | คาดหวังปานกลาง |
| 4. การออกแบบจากเศษวัสดุ | 3.17 | คาดหวังปานกลาง | 3.07 | คาดหวังปานกลาง |
| 5. พืชพรรณประกอบอาคาร | 3.33 | คาดหวังปานกลาง | 3.07 | คาดหวังปานกลาง |
| 6. การประยุกต์งานวิจัยและนวัตกรรมอาคารสู่เชิงพาณิชย์ | 3.17 | คาดหวังปานกลาง | 3.50 | คาดหวังมาก |
| 7. ระบบประเมินประสิทธิภาพด้านสิ่งแวดล้อมสำหรับอาคาร | 3.50 | คาดหวังมาก | 3.26 | คาดหวังปานกลาง |
| 8. การจำลองเพื่อประเมินสมรรถนะด้านสภาพแวดล้อมของงานออกแบบ | 3.50 | คาดหวังมาก | 3.36 | คาดหวังปานกลาง |
| 9. นวัตกรรมทางเทคโนโลยีในอุตสาหกรรมอาคาร | 3.33 | คาดหวังปานกลาง | 3.50 | คาดหวังมาก |
| 10. การออกแบบเหมาะที่สุดในระดับสหวิทยาการและแบบจำลองตัวแปรระบุค่า | 3.33 | คาดหวังปานกลาง | 3.29 | คาดหวังปานกลาง |
| 11. ระบบแบบจำลองสารสนเทศทางอาคารเพื่อการออกแบบนวัตกรรมอาคาร | 3.17 | คาดหวังปานกลาง | 3.21 | คาดหวังปานกลาง |
| 12. การออกแบบแสงและระบบวิศวกรรมสภาพแวดล้อม | 3.67 | คาดหวังมาก | 3.36 | คาดหวังปานกลาง |
| 13. เทคโนโลยีทางอาคารที่เหมาะสม | 3.83 | คาดหวังปานกลาง | 3.64 | คาดหวังมาก |
| 14. การประยุกต์นวัตกรรมเทคโนโลยีทางอาคาร | 3.67 | คาดหวังมาก | 3.57 | คาดหวังมาก |
| 15. การจัดการทรัพยากรและจัดการพลังงานในอาคาร | 3.50 | คาดหวังมาก | 3.50 | คาดหวังมาก |
| 16. การพัฒนาอสังหาริมทรัพย์แบบยั่งยืน | 2.50 | คาดหวังมากปานกลาง | 3.57 | คาดหวังมาก |
| 17. การเขียนบทความทางวิชาการและการสื่อสารงานเชิงเทคนิค | 2.67 | คาดหวังปานกลาง | 2.86 | คาดหวังปานกลาง |
| **ค่าเฉลี่ยรวม** | **3.37** | **คาดหวังมาก** | **3.37** | **คาดหวังปานกลาง** |

**4.2.2 ทรัพยากรประกอบการเรียนการสอน : ผลการศึกษาจากนิสิตปัจจุบัน และผู้ใช้บัณฑิต** ตารางที่ 4 แสดงให้เห็นว่านิสิตปัจจุบันเห็นว่าทรัพยากรประกอบการเรียนการสอนโดยภาพรวมนั้นมีความเหมาะสมในระดับปานกลาง (ค่าเฉลี่ย = 3.23) โดยห้องทดลองและปฏิบัติการทดสอบกับเครื่องมือตรวจสอบมีคะแนนความเหมาะสมสูงที่สุด โดยอยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย = 3.50) และห้องเรียนกับห้องสมุดมีคะแนนความเหมาะสมต่ำที่สุด โดยอยู่ในระดับปานกลาง (ค่าเฉลี่ย = 3.00)

**ตารางที่ 4** ทรัพยากรประกอบการเรียนการสอน

| หัวข้อ | ค่าเฉลี่ย | ระดับ |
|---|---|---|
| 1. ห้องเรียน | 3.00 | เหมาะสมปานกลาง |
| 2. ห้องทดลองและปฏิบัติการทดสอบ | 3.50 | เหมาะสมมาก |
| 3. ห้องคอมพิวเตอร์ | 3.17 | เหมาะสมปานกลาง |
| 4. ห้องสมุด | 3.00 | เหมาะสมปานกลาง |
| 5. เครื่องมือตรวจวัดทดสอบ | 3.50 | เหมาะสมปานกลาง |
| **ค่าเฉลี่ยรวม** | **3.23** | **เหมาะสมปานกลาง** |

**4.2.3 การสนับสนุนและแนะนำผู้เรียน : ผลการศึกษาจากนิสิตปัจจุบัน** ตารางที่ 5 ยังแสดงให้เห็นว่านิสิตปัจจุบันเห็นว่าการสนับสนุนและแนะนำผู้เรียนโดยภาพรวมนั้นในระดับปานกลาง (ค่าเฉลี่ย = 3.04) โดยระบบอาจารย์ที่ปรึกษาและพื้นที่ทำงาน/ศึกษานอกชั้นเรียนมีคะแนนความเหมาะสมสูงที่สุด โดยอยู่ในระดับมาก (ค่าเฉลี่ย = 3.67) และร้านเครื่องเขียนมีคะแนนความเหมาะสมต่ำที่สุด โดยอยู่ในระดับปานกลาง (ค่าเฉลี่ย = 2.50)

**ตารางที่ 5** การสนับสนุนและแนะนำผู้เรียน

| หัวข้อ | ค่าเฉลี่ย | ระดับ |
|---|---|---|
| **1. ระบบอาจารย์ที่ปรึกษา** (การให้คำแนะนำด้านการวางแผนการเรียน/คุณธรรม จริยธรรม) | 3.67 | เหมาะสมมาก |
| **2. หน่วยทะเบียน** (อำนวยความสะดวกในด้านการเรียน การสอน และการเดินเรื่องต่าง ๆ) | 3.33 | เหมาะสมปานกลาง |
| **3. ระบบสนับสนุนการเรียนการสอน** | | |
| • ร้านอาหาร เครื่องดื่ม | 3.50 | เหมาะสมมาก |
| • ร้านถ่ายเอกสาร | 3.00 | เหมาะสมปานกลาง |
| • ร้านเครื่องเขียน | 2.50 | เหมาะสมปานกลาง |
| • ห้องพักนิสิต | 3.00 | เหมาะสมปานกลาง |
| • พื้นที่พักผ่อนและนันทนาการ | 3.33 | เหมาะสมปานกลาง |
| • พื้นที่ทำงาน/ศึกษานอกชั้นเรียน | 3.67 | เหมาะสมมาก |
| • ระบบรักษาความปลอดภัย | 3.00 | เหมาะสมปานกลาง |
| • ทุนวิจัยในคณะ | 2.67 | เหมาะสมปานกลาง |
| • ทุนวิจัยนอกคณะ | 2.67 | เหมาะสมปานกลาง |
| • การสนับสนุนการทำโครงการ | 3.17 | เหมาะสมปานกลาง |
| • การสนับสนุนด้านงบประมาณ | 2.67 | เหมาะสมปานกลาง |
| • การสนับสนุนด้านข่าวสารและการประชาสัมพันธ์ | 2.83 | เหมาะสมปานกลาง |
| • การเรียนการสอน | 3.00 | เหมาะสมปานกลาง |
| • ข่าวสารภายนอกคณะ | 2.67 | เหมาะสมปานกลาง |
| • กิจกรรม/ทุนวิจัย/อื่น ๆ | 3.00 | เหมาะสมปานกลาง |
| **ค่าเฉลี่ยรวม** | **3.04** | **เหมาะสมปานกลาง** |

**4.2.4 ค่าใช้จ่ายในการเรียนทั้งภาคปกติ และภาคพิเศษ: ผลการศึกษาจากนิสิตในอนาคต นิสิตปัจจุบัน และผู้ใช้บัณฑิต** ตารางที่ 6 แสดงให้เห็นว่าสำหรับหลักสูตรภาคปกตินิสิตในอนาคตเห็นว่าค่าใช้จ่ายที่เหมาะสมที่สุดคือ 15,000-20,000 บาท/ภาคการศึกษา รองลงมาเป็น 20,001-25,000 บาท/ภาคการศึกษา โดยมีสัดส่วนร้อยละ 51.9 และ 40.7 ตามลำดับ เช่นเดียวกับที่ผู้ใช้บัณฑิตเห็นว่าค่าใช้จ่ายที่เหมาะสมที่สุดคือ 15,000-20,000 บาท/ภาคการศึกษา รองลงมาเป็น 20,001-25,000 บาท/ภาคการศึกษาและ 30,000 บาท/ภาคการศึกษา โดยมีสัดส่วนร้อยละ 64.9 และ 14.3 ตามลำดับ และนิสิตปัจจุบันเห็นว่าค่าใช้จ่ายที่เหมาะสมที่สุดคือ 15,000–20,000 บาท/ภาคการศึกษา รองลงมาเป็น 20,001-25,000 บาท/ภาคการศึกษาและเป็น 25,001-30,000 บาท/ภาคการศึกษา (เท่ากัน) โดยมีสัดส่วนร้อยละ 66.7 และ 16.7 ตามลำดับ นอกจากนี้ ตารางที่ 6 ยังแสดงให้เห็นว่าสำหรับหลักสูตรภาคพิเศษนิสิตในอนาคตเห็นว่าค่าใช้จ่ายที่เหมาะสมที่สุดคือ 35,000-40,000 บาท/ภาคการศึกษา รองลงมาเป็น 45,001-50,000 บาท/ภาคการศึกษา โดยมีสัดส่วนร้อยละ 88.9 และ 7.4 ตามลำดับ เช่นเดียวกับที่ผู้ใช้บัณฑิตเห็นว่าค่าใช้จ่ายที่เหมาะสมที่สุดคือ 35,000-40,000 บาท/ภาคการศึกษา รองลงมาเป็น 40,001-45,000 บาท/ภาคการศึกษา มีสัดส่วนร้อยละ 64.3 และ 21.4 ตามลำดับ และนิสิตปัจจุบันเห็นว่าค่าใช้จ่ายที่เหมาะสมที่สุดคือ 40,001-45,000 บาท/ภาคการศึกษา รองลงมาเป็น 35,000-40,000 บาท/ภาคการศึกษาและ 25,001-30,000 บาท/ภาคการศึกษา โดยมีสัดส่วนร้อยละ 50.0 และ 33.3 ตามลำดับ

**ตารางที่ 6** ค่าใช้จ่ายในการเรียน*

| ค่าใช้จ่ายในการเรียน | ร้อยละ (%) | | |
|---|---|---|---|
| | นิสิตในอนาคต | นิสิตปัจจุบัน | ผู้ใช้บัณฑิต |
| **ค่าใช้จ่ายในการเรียนหลักสูตรภาคปกติ (เวลาราชการ)** | | | |
| 15,000–20,000 บาท/เทอม | 51.9 | 66.7 | 64.9 |
| 20,000–25,000 บาท/เทอม | 40.7 | 16.7 | 14.3 |
| 25,001–30,000 บาท/เทอม | 7.4 | 16.7 | 7.1 |
| มากกว่า 30,000 บาท/เทอม | 0 | 0 | 14.3 |
| **ค่าใช้จ่ายในการเรียนหลักสูตรภาคพิเศษ (นอกเวลาราชการ)** | | | |
| 35,000 – 40,000 บาท/เทอม | 88.9 | 33.3 | 64.3 |
| 40,001 – 45,000 บาท/เทอม | 3.7 | 50 | 21.4 |
| 45,001 – 50,000 บาท/เทอม | 7.4 | 16.7 | 7.1 |
| มากกว่า 50,000 บาท/เทอม | 0 | 0 | 7.1 |
| 35,000 – 40,000 บาท/เทอม | 88.9 | 33.3 | 64.3 |

* ค่าใช้จ่ายในการเรียน คือ ค่าธรรมเนียมการศึกษา

**4.3 กระบวนการ**

**4.3.1 ระยะเวลาเรียน : ผลการศึกษาจากนิสิตในอนาคต นิสิตปัจจุบัน และผู้ใช้บัณฑิต** ตารางที่ 7 แสดงให้เห็นว่านิสิตในอนาคตเห็นว่าระยะเวลาเรียน 2 ปี วุฒิสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิตมีความเหมาะสมมากที่สุด และระยะเวลาเรียน 3 ภาคการศึกษา (ปีครึ่ง) มีความเหมาะสมน้อยที่สุด โดยมีสัดส่วนร้อยละ 74.1 และ 3.7 ตามลำดับ ส่วนนิสิตปัจจุบันเห็นว่าระยะเวลาเรียน 2 ปี วุฒิสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิตมีความเหมาะสมมากที่สุด และระยะเวลาเรียน 3-6 เดือน วุฒิประกาศนียบัตรมีความเหมาะสมน้อยที่สุด โดยมีสัดส่วนร้อยละ 83.3 และ 0.0 ตามลำดับ และผู้ใช้บัณฑิตเห็นว่าระยะเวลาเรียน 1 ปี วุฒิสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิตมีความเหมาะสมมากที่สุด และระยะเวลาเรียน 3-6 เดือน วุฒิประกาศนียบัตรมีความเหมาะสมน้อยที่สุด โดยมีสัดส่วนร้อยละ 50 และ 7.1 ตามลำดับ

**ตารางที่ 7** ระยะเวลาการเรียน

| ระยะเวลาการเรียน | ร้อยละ (%) | | |
|---|---|---|---|
| | นิสิตในอนาคต | นิสิตปัจจุบัน | ผู้ใช้บัณฑิต |
| 1 ปี วุฒิสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต | 14.8 | 16.7 | 50 |
| 2 ปี วุฒิสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต | 74.1 | 83.3 | 42.9 |
| 3-6 เดือน วุฒิประกาศนียบัตร | 7.4 | 0 | 7.1 |
| 3 เทอม (ปีครึ่ง) | 3.7 | - | - |

**4.3.2 ข้อเสนอแนะเพื่อการพัฒนาหลักสูตร : ผลการศึกษาจากนิสิตในอนาคต นิสิตปัจจุบัน และผู้ใช้บัณฑิต** ผลจากการวิเคราะห์เนื้อหาพบว่า โดยภาพรวมเนื้อหาของหลักสูตรตอบสนองสถานการณ์ของโลกและสิ่งแวดล้อมทั้งในในปัจจุบันและอนาคต โดยมีความเห็นของนิสิตในอนาคตและผู้ใช้บัณฑิตระบุว่าควรให้ความสำคัญกับภาษาอังกฤษและการออกแบบเพื่อสิ่งแวดล้อม ส่วนความคิดเห็นของนิสิตปัจจุบันนั้นต้องการความรู้ทางด้านนวัตกรรมมากตามสถานการณ์ของปัจจุบันและอนาคต และการเรียนการสอนที่เน้นการลงมือปฏิบัติอย่างละเอียดและครบถ้วน

## 5. สรุปและอภิปรายผล

ผลการศึกษาข้างต้นดังกล่าวสามารถสรุปและอภิปรายได้ดังต่อไปนี้

**5.1 การประเมินหลักสูตรหลักสูตรด้านบริบท ด้านปัจจัยนำเข้า และด้านกระบวนการ**

**5.1.1 ด้านบริบท** การศึกษาความต้องการเรียนในหลักสูตรตามความเห็นของนิสิตในอนาคต พบว่านิสิตในอนาคตส่วนใหญ่สนใจในหลักสูตร โดยมีความเห็นว่าหลักสูตรเป็นที่ต้องการของตลาดด้านนวัตกรรม สอดคล้องกับแนวโน้มสถานการณ์ปัจจุบันและอนาคต ซึ่งตรงกับที่นิสิตปัจจุบันระบุในผลการศึกษาความน่าสนใจของหลักสูตรว่าหลักสูตรน่าสนใจมาก สามารถต่อยอดจากองค์ความรู้เดิมได้ เนื่องจากความต้องการของตลาดในปัจจุบันเริ่มออกแบบอาคารที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมและส่งผลกระทบต่อธรรมชาติให้น้อยลงมากขึ้น ความคาดหวังในความรู้ความสามารถทางวิชาการและการสร้างสรรค์นวัตกรรมอาคารเพื่อรักษาสิ่งแวดล้อมในความเห็นส่วนมากของนิสิตปัจจุบัน นิสิตในอนาคต และผู้ใช้บัณฑิตเป็นเรื่องความรู้ของการออกแบบ

และพัฒนานวัตกรรมอาคารรักษาสภาพแวดล้อม รองลงมาเป็นเรื่องความรู้ประสบการณ์ศาสตร์อื่น ๆ ที่จำเป็นในการออกแบบอาคารเขียวที่ช่วยการสนับสนุนการออกแบบให้มีประสิทธิภาพที่ดีและมีหลักการยิ่งขึ้น จากข้อค้นพบจะเห็นได้ว่าจุดเด่นของหลักสูตรมีความเหมาะสมแล้ว และผลการศึกษาเรื่องความคาดหวังของเนื้อหาและจุดเด่นของหลักสูตรดังกล่าวสอดคล้องกับเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (SDGs) 17 เป้าหมาย 5 มิติ (5P) โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเป้าหมายที่ 13 การรับมือกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และในมิติของสิ่งแวดล้อม (Planet) ที่ให้ความสำคัญกับการปกป้องและรักษาทรัพยากรธรรมชาติและสภาพภูมิอากาศเพื่อพลเมืองโลกรุ่นต่อไป [6] ซึ่งจะเป็นซึ่งเป็นกรอบการพัฒนาของโลกเพื่อร่วมกันบรรลุการพัฒนาทางสังคม เศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน โดยไม่ทิ้งใครไว้ข้างหลัง ภายในปี พ.ศ. 2573 โดยประเทศไทยและประเทศสมาชิกสหประชาชาติรวม 193 ประเทศ ร่วมลงนามรับรองวาระการพัฒนาที่ยั่งยืน พ.ศ. 2573 ร่วมกัน

**5.1.2 ด้านปัจจัยนำเข้า** การศึกษาความเหมาะสมของรายวิชา พบว่ารายวิชาการออกแบบอาคารตอบสนองสภาพแวดล้อมได้รับค่าเฉลี่ยในระดับมากจากความเห็นของทั้งนิสิตปัจจุบัน นิสิตในอนาคตและผู้ใช้บัณฑิต และรายวิชาเทคโนโลยีทางอาคารที่เหมาะสมที่ได้รับค่าเฉลี่ยระดับมากในนิสิตปัจจุบัน และผู้ใช้บัณฑิต โดยนิสิตปัจจุบันยังมีความคาดหวังในรายวิชาสถาปัตยกรรมยั่งยืนและสภาพแวดล้อมอีกด้วย ซึ่งสอดคล้องกับความคาดหวังในความรู้ความสามารถทางวิชาการและการสร้างสรรค์นวัตกรรมอาคารเพื่อรักษาสิ่งแวดล้อม สำหรับการศึกษาค่าใช้จ่ายในการเรียน พบว่าค่าใช้จ่ายในการศึกษาภาคปกติ 15,000–20,000 บาทต่อภาคการศึกษา และค่าใช้จ่ายในการศึกษาภาคพิเศษ 35,000–40,000 บาทต่อภาคการศึกษามีผู้เห็นด้วยในสัดส่วนมากที่สุดนั้นถือเป็นอัตราค่าใช้จ่ายที่ต่ำเกินไป เมื่อเทียบกับค่าใช้จ่ายในการศึกษาระดับบัณฑิตศึกษาของคณะต่าง ๆ ในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ซึ่งจะอยู่ที่ประมาณ 21,700 บาทต่อภาคการศึกษาสำหรับภาคปกติ และประมาณ 50,000 บาทต่อภาคการศึกษา และเหมาจ่าย 2 ปีประมาณ 200,000 บาท สำหรับภาคพิเศษ [7] นอกจากนี้หากเปรียบเทียบกับค่าใช้จ่ายในการศึกษาในหลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิตในมหาวิทยาลัยอื่นๆ ค่าใช้จ่ายในอัตราดังกล่าวนั้นต่ำเช่นกัน โดยค่าใช่จ่ายสำหรับหลักสูตรระดับปริญญาโท ของคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ภาคปกติ อยู่ที่ประมาณ 31,000 บาทต่อภาคการศึกษา และหลักสูตรนานาชาติอยู่ที่ประมาณ 76,000 บาทต่อภาคการศึกษา [8] นอกจากนี้ค่าใช่จ่ายสำหรับหลักสูตรระดับปริญญาโท ของคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ภาคปกติ อยู่ที่ประมาณ 150,000 บาท (ตลอดหลักสูตร) และหลักสูตรภาคพิเศษอยู่ที่ประมาณ 76,000 บาทต่อภาคการศึกษา [9] และสำหรับหลักสูตรระดับปริญญาโท ของคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยกรุงเทพ ภาคพิเศษ อยู่ที่ประมาณ 206,430 บาท (ตลอดหลักสูตร) [10] รวมไปถึงหลักสูตรระดับปริญญาโท ของคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมือง มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ภาคพิเศษอยู่ที่ประมาณ 234,320 บาท (ตลอดหลักสูตร) [11]

ในปัจจุบันค่าใช้จ่ายในการศึกษาต่อภาคการศึกษาของหลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขานวัตกรรมอาคาร หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2560 ซึ่งเป็นภาคพิเศษโดยประมาณอยู่ที่ 50,000 บาทต่อภาคการศึกษา หรือเหมาจ่าย 2 ปีประมาณ 200,000 บาท ซึ่งอัตราดังกล่าวน่าจะป็นอัตราที่ค่อนข้างเหมาะสมเมื่อเปรียบเทียบกับหลักสูตรอื่นๆ และผลการประเมินทางด้านทรัพยากรประกอบการเรียนการสอนที่ได้คะแนนความเหมาะสมในระดับมาก และการสนับสนุนและแนะนำผู้เรียนที่ได้คะแนนความเหมาะสมในระดับมากเช่นกัน

**5.1.3 ด้านกระบวนการ** ผลการศึกษาระยะเวลาในการเรียน ผลการศึกษาระยะเวลาในการเรียน ที่พบว่านิสิตปัจจุบันและนิสิตในอนาคตเห็นว่าระยะเวลาเรียน 2 ปี โดยได้วุฒิสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิตมีความเหมาะสมกว่าวุฒิอื่น ๆ ส่วนผู้ใช้บัณฑิตเห็นว่าระยะเวลาการเรียน 1 ปี โดยได้วุฒิสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิตมีความเหมาะสมกว่าวุฒิอื่น ๆ แสดงให้เห็นว่าผู้เรียนและผู้ที่ต้องการเรียนต้องการระยะเวลาการเรียนที่มากขึ้นและยังไม่มั่นใจหรือไม่แน่ใจกับระยะเวลาเรียน 1 ปี ประกอบกับจากผลของการตอบข้อคิดเห็นของนิสิตปัจจุบันพบว่าการเรียน 2 ปีมีความเหมาะสมกว่า 1 ปีเนื่องจากมีความคิดเห็นว่าต้องเรียนควบคู่กับการทำงานด้านสถาปัตยกรรมซึ่งค่อนข้างหนัก อย่างไรก็ตาม ระยะเวลาเรียน 1 ปีถือว่าสอดคล้องกับความจำเป็นเร่งด่วนที่ต้องผลิตบุคลากรเนื่องจากปัจจุบันเกิดความขาดแคลนบุคลากรที่รองรับการเติบโตอย่างต่อเนื่องของอาคารเขียว [12] ดังนั้นควรมีการปรับปรุงต่อไปในเรื่องของการการศึกษาแบบปริญญาตรีควบปริญญาโท และหลักสูตรฝึกอบรมแบบสะสมหน่วยกิตรวมไปถึงหลักสูตรแบบสองปริญญา เป็นต้น

นอกจากนี้สำหรับข้อเสนอแนะเพื่อการพัฒนาหลักสูตรในความคิดเห็นว่านิสิตในอนาคตและผู้ใช้บัณฑิตระบุว่า ควรให้ความสำคัญกับภาษาอังกฤษและการออกแบบเพื่อสิ่งแวดล้อม ส่วนความคิดเห็นของนิสิตปัจจุบันนั้นต้องการความรู้ทางด้านนวัตกรรมมากตามสถานการณ์ของปัจจุบัน และการเรียนการสอนที่เน้นการลงมือปฏิบัติอย่างละเอียดและครบถ้วน ซึ่งสอดคล้องกับจะเป็นจุดมุ่งหมายของการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ซึ่งมีองค์ประกอบคือ 3R4C อาทิ Reading (การอ่าน), การเขียน (Writing) และ Critical Thinking (การคิดวิเคราะห์) เป็นต้น [13]

**5.2 แนวทางการพัฒนาหลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชานวัตกรรมอาคาร หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2565**

จากวัตถุประสงค์ที่ 1 ผู้วิจัยสามารถเสนอแนวทางการพัฒนาหลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสถาปัตยกรรม หลักสูตรปรับปรุง (ปีการศึกษา 2565) ดังนี้

5.2.1 วัตถุประสงค์ของหลักสูตรและเนื้อหาโดยภาพรวมยังคงเดิม ซึ่งเน้นทางด้านการออกแบบสถาปัตยกรรมยั่งยืนและการสร้างสรรค์นวัตกรรมอาคาร แต่ควรมีการปรับเปลี่ยนเนื้อหาที่เน้นสถานการณ์โลกในปัจจุบัน

5.2.2 ควรมีการปรับปรุงเนื้อหาและเน้นทางด้านการออกแบบสถาปัตยกรรมที่คำนึงถึงสิ่งแวดล้อมและนวัตกรรมอาคารเขียวเพิ่มขึ้น รวมถึงการเน้นใช้ทักษะทางด้านการจำลองทางคอมพิวเตอร์ต่าง ๆ ซึ่งเป็นเครื่องมือและเทคโนโลยีหลักในการออกแบบออกแบบสถาปัตยกรรมที่คำนึงถึงสิ่งแวดล้อมและสร้างสร้างค์นวัตกรรมอาคารเพื่อรักสิ่งแวดล้อม เนื่องจากผลความคาดหวังจากผู้ประกอบการต่อหลักสูตร โดยภาพรวมต้องการความสามารถทางวิชาการในสาขาที่ต้องใช้ในการปฏิบัติงานและความรู้ความเข้าใจสำหรับการออกแบบและพัฒนานวัตกรรมอาคารเพื่อรักษาสิ่งแวดล้อม ความสามารถในการออกแบบอาคารเขียวและความสามารถในการใช้เครื่องมือและเทคโนโลยีเฉพาะสาขา เป็นความคาดหวังในอันดับต้น ๆ ของผู้ใช้บัณฑิตต่อหลักสูตร

5.2.3 ถึงแม้ผลการศึกษาพบว่ากลุ่มตัวอย่างนิสิตปัจจุบันและนิสิตในอนาคตระบุความเหมาะสมของบระยะเวลาเรียน 2 ปี โดยได้วุฒิ สถ.ม. อย่างไรก็ตามเนื่องจากผลการศึกษาในส่วนผู้ใช้บัณฑิตเห็นว่าระยะเวลาที่เหมาะสมคือ 3-6 เดือนและได้วุฒิประกาศนียบัตร ดังนั้นหากเป็นไปได้ควรมีการปรับปรุงหลักสูตรดังกล่าวโดยยังคงมีระยะเวลา 2 ปีเช่นดิมและลักษณะเพิ่มเติมเป็นหลักสูตรประกาศนียบัตรในบางรายวิชาให้เอื้อกับระยะเวลาการศึกษาที่สามารถผลิตบัณฑิตให้กลับสู่การทำงานได้อย่างรวดเร็วมากขึ้น

5.2.4 การจัดรายวิชาและเนื้อหารายวิชาควรมีการปรับปรุงเพื่อให้ทันต่อสถานการณ์ในปัจจุบันและอนาคตที่สอดคล้องกับ SDGs และควรมีการลงมือปฏิบัติจริงพิ่มขึ้น รวมไปถึงควรคำนึงถึงบริบททางด้านการศึกษา เช่น การพัฒนาสรรถนะของนิสิตของศตวรรษที่ 21

5.2.5 ถึงแม้ว่าผลการศึกษาแสดงให้เห็นกลุ่มตัวอย่างต้องการค่าใช้จ่ายในการศึกษาภาคพิเศษ 35,000–40,000 บาทต่อภาคการศึกษา อย่างไรก็ตามเมื่อเทียบกับหลักสูตรระดับปริญญาโทอื่น ๆ ในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และหลักสูตรระดับปริญญาโท คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ ในมหาวิทยาลัยอื่น ๆ ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่ามหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ยังสามารถเก็บค่าใช้จ่ายได้ในระดับปัจจุบันหรือประมาณ 50,000 บาทต่อภาคการศึกษา หรือ 200,000 บาท (ตลอดหลักสูตร) ซึ่งจะใกล้เคียงแต่ก็ยังน้อยกว่ามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ มหาวิทยาลัยกรุงเทพ และมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ เพื่อคงคุณภาพในการบริการทางการศึกษาให้แก่ผู้เรียนทั้งในแง่ทรัพยากรประกอบการเรียนการสอน รวมไปถึงการสนับสนุนและแนะนำซึ่งได้คะแนนในระดับเหมาะสมมากในปัจจุบัน

**5.3 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยในอนาคต**

เนื่องจากข้อจำกัดทางด้านระยะเวลา จำนวนของนิสิตในปัจจุบันและอนาคต รวมถึงผู้ใช้บัณฑิตสามารถสำรวจได้ค่อนข้างจำกัด และผู้สำเร็จการศึกษาจากหลักสูตรหรือผลผลิต (Product : P) ยังไม่ได้มีการศึกษาในครั้งนี้ ในการศึกษาครั้งต่อไปควรมีการสำรวจความคิดเห็นของนิสิตปัจจุบันให้มีจำนวนมากขึ้น และควรมีการสำรวจนิสิตในอนาคตหลาย ๆ กลุ่ม อาทิ กลุ่มนิสิตเพิ่งจบจากมหาวิทยาลัยอื่น ๆ และหลากหลายสาขา นอกจากนี้ควรสำรวจผู้ใช้บัณฑิตหลากหลายกลุ่มมากขึ้นเช่นกัน และมีการประเมินผู้สำเร็จการศึกษาจากหลักสูตรหรือผลผลิต (Product : P) เพื่อนำผลความคิดเห็นดังกล่าวมาประกอบการประเมินและพัฒนาหลักสูตรรวมถึงสามารถแยกความต้องการเฉพาะกลุ่มและแนวโน้มหลักสูตรในอนาคตได้ดียิ่งขึ้น

## 6. กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาครั้งนี้เป็นส่วนหนึ่งของการวิจัยในโครงการวิจัยเพื่อพัฒนาหลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชานวัตกรรมอาคาร (หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2565) คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ซึ่งได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

## เอกสารอ้างอิง

[1] Office of the National Economics and Social Development Council. (2016). **The twelfth national economic and social development plan (2017-2021).** [online]. Available: https://www.nesdc.go.th /ewt_dl_link.php?nid=6422 Retrieved April 25, 2021. (in Thai)

[2] Department of Alternative Energy Development and Efficiency. (1992). **Energy development and promotion act, B.E. 2535 (1992).** [online]. Available: https://www.ded.go.th/ewt_dl_link. php?nid=254 Retrieved April 25, 2021. (in Thai)

[3] Office of the Higher Education Commission. (2015). **Ministry of education graduate program standard criteria B.E. 2558.** [online]. Available: http://cid.buu.ac.th/standard/Standard%20Curr-2558-Book.pdf Retrieved April 25, 2021. (in Thai)

[4] Kanjanawasee, S. (2010). **Curriculum evaluation: principle and practice**. [online]. Available: http://www.edu.tsu.ac.th/major/Eva/files/journal/scan1.pdf Retrieved April 25, 2021. (in Thai)

[5] Tanapon, P., & Tuaycharoen, N. (2020). “The development of bachelor of science in architecture curriculum, Faculty of Architecture, Kasetsart University.” **Journal of Industrial Education.** 19(3), 99-110. (in Thai)

[6] Office of the National Economics and Social Development Council. (2021). **About SDCGs.** [online]. Available: https://sdgs.nesdc.go.th/ kīeokap-sdgs/ Retrieved April 25, 2021. (in Thai)

[7] The Graduate School, Kasetsart University. (2021). **Kasetsart University announcement on tuition fees for special graduate study programs of Kasetsart University.** [online]. Available: http://www2.grad.ku.ac.th/application/fee_special/mas_fee.pdf Retrieved April 25, 2021. (in Thai)

[8] Chulalongkorn University. (2021). **Tuition fees.** [online]. Available: https://www.chula.ac.th/academics /admissions/tuition-and-fees/ Retrieved April 25, 2021. (in Thai)

[9] King Mongkut's University of Technology North Bangkok. (2021). **Department of architecture.** [online]. Available: https://www.kmutnb.ac.th/faculty-and-agencies/bangkok/faculty-of-architecture-and-design/ phāk wichā sathāpattayakam.aspx Retrieved April 25, 2021. (in Thai)

[10] Bangkok University. (2021). **Department of interior architecture**. [online]. Available: https://www.bu.ac.th/th/arch/master-of-architecture Retrieved February 18, 2021. (in Thai)

[11] Faculty of Architecture and Planning Thammasat Universitiy. (2017). **Tuition fees for graduate study programs of faculty of architecture and planning, Thammasat University.** [online]. Available: https://www.tds.tu.ac.th/wp-content/uploads/2557-AR.pdf Retrieved February 18, 2021. (in Thai)

[12] Yimprayoon, C. (2018). **Green building movement**. [online]. Available: https://www.tgbi.or.th /article/show/123 Retrieved September 7, 2020. (in Thai)

[13] Techanok, A., Jaronggsirawat, R., & Vatasatto, P. H. (2020). “Educational management in The 21st.” **Journal of MCU Nakhondhat.** 7(9), 1-15. (in Thai)

วารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม
Journal of Industrial Education

# บทความวิชาการ

# การแนะแนวด้านอาชีพและการสร้างความเข้าใจตนเองสำหรับนักเรียนระดับมัธยมตอนปลาย
# VOCATIONAL GUIDANCE AND SELF-AWARENESS FOR HIGH SCHOOL STUDENTS

**จิตตินันท์ บุญสถิรกุล***
**Jittinun Boonsathirakul***
**E-mail: fedujub@ku.ac.th**

ภาควิชาจิตวิทยาการศึกษาและการแนะแนว คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร 10900
Department of Educational Psychology and Guidance of Education, Faculty of Education, Kasetsart University, Bangkok 10900 Thailand

*Corresponding author E-mail: fedujub@ku.ac.th

(Received: April 18, 2021; Revised: May 14, 2021; Accepted: May 27, 2021)

## ABSTRACT

As a result of the world's rapid changed, there were various impacts, including technology that replaced human labor and the COVID-19 outbreak had led to a change in lifestyle and work practices including the trend of wanting to enter a changing career. Some professions were more demanding, some occupations less, this caused students at all levels to be affected and had a great adjustment. Especially, high school students who had to make decisions in their choices of a field of study and a diverse career that required specialized expertise. Students could choose an appropriate career through the school vocational guidance process, which included career counseling services, collection services and career libraries, testing and measurement service, organizing a project to disseminate knowledge of the professional employment service, job placement, and evaluation. In addition to those services, indispensable factor was to understand oneself which was an internal factor that could encourage high school students to understand themselves by analyzing themselves and analyze the profession. Considering in conjunction with external factors, it that included: 1) job characteristics, 2) job-specific qualifications, 3) organizational culture, 4) labor market needs, and 5) considering the pros and cons of each occupation. Students chose careers more effectively and lived happily if students had self-understanding (Internal factors) and understood the occupation (External factors).

**Keywords:** Vocational guidance; Self-awareness; High school students

## บทคัดย่อ

ผลจากการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วของโลกทำให้เกิดผลกระทบต่าง ๆ ทั้งเทคโนโลยีที่เข้ามาแทนที่แรงงานมนุษย์ และการระบาดของ โควิด-19 ทำให้วิถีการดำเนินชีวิตและการทำงานต้องมีการเปลี่ยนแปลงไป รวมไปถึงแนวโน้มความต้องการเข้าอาชีพที่เปลี่ยนไป บางอาชีพมีความต้องการมากขึ้น บางอาชีพน้อยลง ทำให้นักเรียนในทุกระดับได้รับผลกระทบและมีการปรับตัวอย่างมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่ต้องตัดสินใจในการเลือกสาขาการเรียน และอาชีพที่มีความหลากหลายและต้องการความเชี่ยวชาญเฉพาะทาง นักเรียนสามารถเลือกอาชีพอย่างเหมาะสมด้วยกระบวนการแนะแนวทางด้านอาชีพในโรงเรียน ประกอบด้วย การบริการให้การปรึกษาทางอาชีพ บริการรวบรวมข้อมูลและห้องสมุดอาชีพ บริการทดสอบและวัดผล การจัดโครงการเผยแพร่ให้ความรู้ทางด้านอาชีพ บริการจัดหางาน และการประเมินผล นอกจากบริการเหล่านั้นแล้ว สิ่งที่ขาดไปไม่ได้ คือการเข้าใจตนเองซึ่งเป็นปัจจัยภายใน สามารถส่งเสริมให้นักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายเข้าใจตนเองได้ โดยการวิเคราะห์ตนเอง และวิเคราะห์อาชีพ และพิจารณาร่วมกับปัจจัยภายนอกที่ประกอบไปด้วย 1) ลักษณะงาน 2) คุณสมบัติเฉพาะของงาน 3) วัฒนธรรมองค์กร 4) ความต้องการของตลาดแรงงาน และ 5) พิจารณาข้อดี ข้อเสียของ

แต่ละอาชีพ นักเรียนจะเลือกอาชีพได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดำเนินชีวิตอย่างมีความสุข หากนักเรียนมีความเข้าใจตนเอง (ปัจจัยภายใน) และเข้าใจอาชีพ (ปัจจัยภายนอก)

**คำสำคัญ:** การแนะแนวอาชีพ; การเข้าใจตนเอง; นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

## บทนำ

สังคมโลกกำลังเผชิญความท้าทายต่าง ๆ มากมาย ไม่ว่าจะเป็น การเปลี่ยนแปลงทางด้านเทคโนโลยีอย่างผลิกผัน (Disruptive technology) การผลิกผันดังกล่าวเป็นการใช้เทคโนโลยีสร้างเป็นนวัตกรรมใหม่เข้ามาแทนมาตรฐานเทคโนโลยีเดิม ทำให้อุตสาหกรรมเดิมต้องดิ้นรนต่อสู้ [1] จึงเป็นสาเหตุที่ทำให้ประเทศไทยที่ในปัจจุบันจำเป็นต้องปรับตัวอยู่ในยุค “ประเทศไทย 4.0” เป็นยุคที่เปลี่ยนแปลงเศรษฐกิจแบบเดิมที่เน้นอุตสาหกรรม ไปสู่เศรษฐกิจที่ขับเคลื่อนด้วยนวัตกรรม ที่เน้นเทคโนโลยี ความคิดสร้างสรรค์ นอกจากความท้าทายที่กล่าวมาข้างต้นแล้ว สิ่งที่เป็นผลกระทบอย่างรุนแรงทั่วโลกในปัจจุบันนี้คือ การระบาดของเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 หรือ โควิด-19 ส่งผลให้เศรษฐกิจทั่วโลกเกิดการชะลอตัว บริษัทจำนวนมากต้องปิดตัวลง คนไม่สามารถค้าขายได้จากการปิดเมืองทำให้ รายได้ของบุคคลลดลงร้อยละ 54 ค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นร้อยละ 33 นอกจากนั้นยังส่งผลกระทบกับการทำงานของพนักงาน ซึ่งทำให้พนักงานตกงาน ถูกเลิกจ้างกว่าร้อยละ 14.5 และโดนพักงาน หรือถูกเลิกจ้างโดยไม่ได้รับเงินร้อยละ 12.9 [2] ยิ่งไปกว่านั้นการประชุม World Economic Forum (WEF) ปี ค.ศ. 2020 เกี่ยวกับประเด็นด้านอาชีพการงานในอนาคต ด้วยความกังวลถึงความเปลี่ยนแปลงทางด้านเทคโนโลยีที่แรงงานไฮเทคที่เข้ามาแย่งอาชีพผู้ใช้แรงงานมนุษย์ รวมไปถึงโรคระบาดโควิด-19 ที่ทำให้วิถีการดำเนินชีวิตและการทำงานต้องมีการเปลี่ยนแปลงไป WEF จึงได้มีการทำการสำรวจความต้องการของประเทศต่าง ๆ ว่าต้องการอาชีพอาชีพอะไรมากที่สุด ยกตัวอย่างในสหรัฐอเมริกา เช่น นักการตลาดออนไลน์ นักวิเคราะห์ข้อมูล และบางอาชีพที่มีแนวโน้มต้องการน้อยลง เช่น พนักงานบัญชี พนักงานฝ่ายบุคคล รวมไปถึงทักษะที่มีความต้องการมากที่สุด เช่น การรับมือความเครียดและความยืดหยุ่น การคิดวิเคราะห์และความคิดเชิงนวัตกรรม ซึ่งมีความแตกต่างกันไปในแต่ละประเทศ [3]

ด้วยสาเหตุที่กล่าวมาข้างต้นสามารถปรับตัวเพื่อที่จะสามารถฟันฝ่าวิกฤตต่าง ๆ และแนวโน้มความต้องการของตลาดแรงงาน ทำให้นักเรียนจำเป็นต้องศึกษาข้อมูล เรียนรู้เพื่อกำหนดแนวทางอนาคตของตนเอง โดยเฉพาะนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่กำลังจะเข้าศึกษาต่อระดับมหาวิทยาลัย จำเป็นต้องศึกษาข้อมูลแนวโน้มอาชีพ ค้นหาตนเอง เข้าใจตนเอง เพื่อเลือกเรียนในสาขาที่จะสามารถต่อยอดไปถึงอาชีพในอนาคตของตนเองได้ การแนะแนวอาชีพจึงเป็นกระบวนการสำคัญที่จะช่วยให้นักเรียนค้นหาตนเอง หากนักเรียนสามารถกำหนดเป้าหมายของตนเองได้ ประกอบอาชีพที่สอดรับกับตัวตนของนักเรียน ก็จะทำให้ดำเนินชีวิตอย่างประสบความสำเร็จและมีความสุข อย่างไรก็ตามมากกว่าร้อยละ 60 ของนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายทั้งประเทศ ที่กำลังจะก้าวเข้าสู่รั้วมหาวิทยาลัย ยังหาคำตอบให้กับตัวเองไม่ได้ว่าต้องการเรียน และประกอบอาชีพในด้านไหน หลายคนเลือกเข้าเรียนต่อเพราะเป็นสาขาหรือมหาวิทยาลัยที่มีชื่อเสียง ซึ่งอาจจะไม่ตรงกับความถนัดและความสามารถของนักเรียน ส่งผลให้นักเรียนเหล่านั้นไม่มีความสุข และไม่ประสบความสำเร็จ ดร.ธีรัช ไชยยศ ผู้อำนวยการโรงเรียนสตรีวิทยา 2 ในพระราชูปถัมภ์สมเด็จพระศรีนครินทราบรมราชชนนี ได้ให้ความเห็นสำหรับปัญหาของนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาหรือนักเรียน Gen Z ว่าปัญหาหลักๆ ของนักเรียน Gen Z คือนักเรียนไม่ทราบว่าตนเองต้องการอะไร ไม่ชัดเจน ในการตัดสินใจจริง ๆ มักจะไม่รู้ความถนัดของตัวเอง ไม่รู้ว่าจะเรียนต่อด้านไหนอย่างชัดเจน [4] อีกทั้งวัยรุ่นยังเป็นวัยที่มีการเปลี่ยนแปลงในด้านต่าง ๆ ตามพัฒนาการตามช่วงวัยของวัยรุ่น ทั้งร่างกาย อารมณ์ และสังคม ซึ่งมีผลการวิจัยพบว่า ร้อยละ 10-20 เด็กและวัยรุ่นมีปัญหาที่เกี่ยวกับสุขภาพจิต เช่น การขาดความกระตือรือร้น และแรงจูงใจ ความแปรปรวนทางความคิด รวมไปถึงมีอารมณ์ในเชิงลบ ซึ่งทำให้เพิ่มความเสี่ยงต่อการเรียน เช่น การหนีเรียน และการออกกลางคัน [5] ดังนั้นการเข้าใจตนเองและการกำหนดเป้าหมายในชีวิตของตนเองเพื่อหาอาชีพที่เหมาะสมกับตนเอง ผ่านกระบวนการแนะแนวอาชีพ และวิธีการค้นหาและเข้าใจตนเอง จึงเป็นหัวใจสำคัญการเปลี่ยนผ่านของวัยรุ่นไปสู่วัยผู้ใหญ่ ซึ่งกระบวนการดังกล่าวสามารถช่วยให้นักเรียนสามารถเข้าใจตนเอง และค้นหาตนเองอาชีพที่ชอบได้ ในบทความนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอกระบวนการแนะแนวทางด้านอาชีพ และวิธีการค้นหาและเข้าใจตนเอง เพื่อเป็นประโยชน์ต่อบุคลากรทางด้านการศึกษาจะนำกระบวนการดังกล่าวไปช่วยเหลือนักเรียนในการเข้าใจตนเองมากยิ่งขึ้น และสามารถเลือกสาขาเรียนที่มีความสอดคล้องกับตัวตนของนักเรียน

## การแนะแนวทางด้านอาชีพ

การแนะแนวถือเป็นหัวใจสำคัญของการส่งเสริมนักเรียนวัยรุ่นให้เข้าใจตนเอง โดยสถานศึกษาควรตระหนักและมุ่งมั่นที่จะสนับสนุนอย่างจริงจังไม่น้อยไปกว่าจัดการเรียนการสอน เนื่องจากการแนะแนวเป็นกระบวนการช่วยให้บุคคลรู้จักตนเองและสิ่งแวดล้อม สามารถตัดสินใจได้ว่าตนเองต้องการอะไร สามารถที่จะบรรลุจุดมุ่งหมายของตนเองได้อย่างไร สามารถวางแผนอนาคตของตนเองได้อย่างเหมาะสม ตลอดจนสามารถแก้ไขปัญหาในชีวิตได้อย่างดี [6] อย่างไรก็ตาม การส่งเสริมคุณภาพชีวิตของนักเรียนวัยรุ่นเป็นสิ่งที่ท้าทายอย่างมากสำหรับการแสวงหาแนวทางเพื่อส่งเสริมคุณภาพชีวิตของนักเรียนให้เป็นไปตามพัฒนาการ [7] ดังนั้นกระบวนการแนะแนวโดยเฉพาะทางด้านอาชีพจะช่วยให้นักเรียนจะต้องรู้จักตนเอง เข้าใจตนเอง เพื่อที่นักเรียนจะสามารถเลือกอาชีพที่สอดรับกับตัวตนเองมากที่สุด

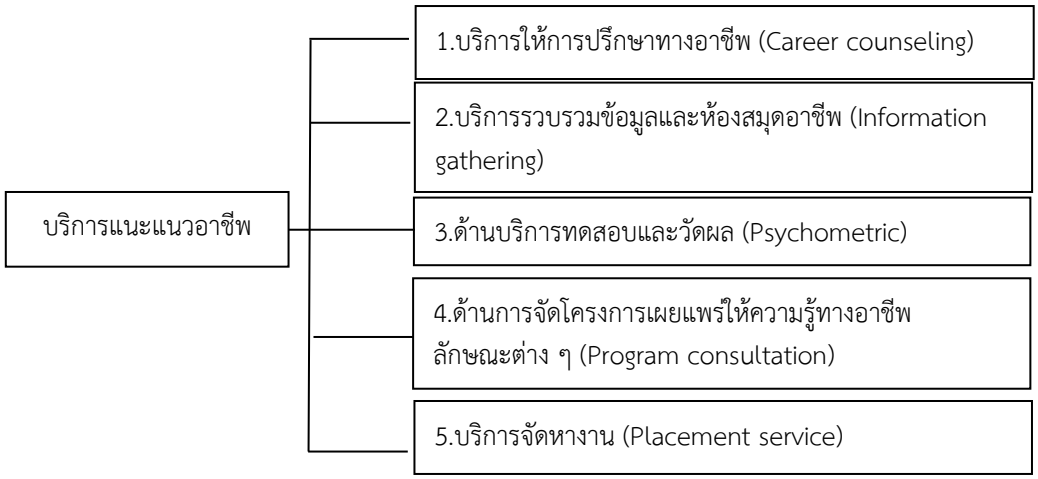
การแนะแนวด้านอาชีพ (Vocational guidance) เป็นกระบวนการช่วยเหลือนักเรียนให้สามารถตัดสินใจเลือกอาชีพที่ตนเองพึงพอใจอย่างมีเหตุผล รู้จักและเข้าใจเกี่ยวกับอาชีพที่สอดรับกับความถนัด อุปนิสัย และความชอบของตนเองมากที่สุด ปัจจุบันด้วยความพลิกผันทางด้านเทคโนโลยี และสถานการณ์ระบาดของโควิด-19 ทำให้ความต้องการอาชีพมีการเปลี่ยนแปลง ในปัจจุบันมีความต้องการอาชีพ อย่างเช่น นักวิเคราะห์ข้อมูล และวิศวกรปัญญาประดิษฐ์ จำนวนมากจากการที่อนาคตจะมีการใช้แรงงานอัตโนมัติแทนแรงงานมนุษย์มากขึ้น และต้องการนักวิเคราะห์ข้อมูลมาจัดการกับข้อมูลจำนวนมากเพื่อวางกลยุทธ์ และบางอาชีพที่มีแนวโน้มต้องการน้อยลง เช่น พนักงานบัญชี พนักงานฝ่ายบุคคล เนื่องจากงานดังกล่าวสามารถนำแรงงานอัตโนมัติมาทดแทนได้ในหลายส่วน เช่น การเก็บข้อมูล การจัดการเงินเดือนของพนักงาน การทำรายการขาด ลา มาสาย รวมไปถึงทักษะที่มีความต้องการมากที่สุด เช่น การรับมือความเครียดและความยืดหยุ่น การคิดวิเคราะห์ และความคิดเชิงนวัตกรรม [3] จึงควรให้ข้อมูลต่าง ๆ ดังกล่าว เพื่อช่วยให้นักเรียนได้ค้นพบตัวเองว่าตนเองมีความถนัด ความสามารถ และลักษณะนิสัยอย่างไร นักเรียนควรมีโอกาสได้สัมผัสประสบการณ์ตรงจากบุคคลที่ทำงานในอาชีพนั้น ๆ มาแนะนำหรือเล่าประสบการณ์เกี่ยวกับงาน หรืออาจจะให้นักเรียนได้ลองไปศึกษา สัมผัสกับอาชีพที่ตนอยากจะทำเพื่อให้นักเรียนได้ประเมินตนเองว่าตนเองนั้นมีความเหมาะสมกับอาชีพกับงานนั้นมากน้อยเพียงใด ก่อนจะตัดสินใจเลือกอาชีพนั้น ๆ การแนะแนวอาชีพจึงมีบทบาทให้นักเรียนได้เตรียมความพร้อมและความก้าวหน้าในอาชีพนั้น ๆ ตลอดจนสามารถที่จะประสบความสำเร็จในขอบเขตความสามารถของตนเอง [8], [9]

## หลักการจัดบริการแนะแนวอาชีพ

การแนะแนวอาชีพเป็นการส่งเสริมการประกอบอาชีพ ซึ่งเป็นการที่ทำให้บุคคลได้ตระหนักถึงความรู้ ความสามารถ ความถนัด บุคลิกภาพ และความสนใจ เพื่อสอดรับกับความต้องการของตลาดแรงงาน [10] หากนักเรียนได้เลือกศึกษาต่อหรือประกอบอาชีพตรงกับศักยภาพ ก็จะทำให้เกิดความสุขในการทำงาน ลดปัญหาการเปลี่ยนงาน หรือออกจากงาน จึงสำคัญอย่างมากในการจัดบริการแนะแนวทางด้านอาชีพในโรงเรียน โดยมีข้อควรปฏิบัติดังต่อไปนี้

1. วัตถุประสงค์ของโครงการจัดบริการแนะแนวอาชีพควรนำไปสู่การปฏิบัติอย่างจริงจัง
2. ต้องมีกลยุทธ์การดำเนินงาน กำหนดวิธีการปฏิบัติ ผู้รับผิดชอบและตัวบ่งชี้ผลสำเร็จ เพื่อให้นักเรียนทุกคนได้รับการพัฒนาและความช่วยเหลือที่เหมาะสมตรงกับศักยภาพ
3. กำหนดสายงานความรับผิดชอบตามโครงสร้างของโรงเรียน และการวางแผนการดำเนินงานอย่างเป็นรูปธรรม
4. ควรมีการติดตามผลการดำเนินงาน และประเมินผลการดำเนินในแต่ละปีการศึกษาหรือปีงบประมาณ
5. ควรนำเทคโนโลยีมาใช้ประโยชน์เพื่อการนำเสนอข้อมูลและอำนวยความสะดวกต่อผู้รับบริการ
6. การดำเนินการเป็นรูปแบบของการมีส่วนร่วมของบุคลากรทุกฝ่ายในสถานศึกษา ผู้ปกครอง สถานศึกษาอื่น สถานประกอบการ หน่วยงานรัฐ สมาคม มูลนิธิ และภาคเอกชน เพื่อเป็นเครือข่ายด้านการแนะแนวอาชีพ

**ขอบข่ายการให้จัดบริการแนะแนวอาชีพและแนวทาง**




**รูปที่ 1** แผนภูมิแสดงขอบข่ายบริการแนะแนวอาชีพ [8]

## บริการให้การปรึกษาทางอาชีพ (Career counseling)

จิตวิทยาการปรึกษาทางอาชีพ (Career counseling) เป็นการใช้กระบวนให้การปรึกษาเพื่อช่วยเหลือบุคคลให้พัฒนาเข้าสู่อาชีพที่เหมาะสมกับบุคลิกภาพ ความสามารถ ค่านิยม ศักยภาพของตนเอง นอกจากนั้นในการให้การปรึกษาทางด้านอาชีพบ่อยครั้งพบว่า ถึงแม้ว่าผู้รับบริการจะมาด้วยปัญหาทางอาชีพ แต่ก็มักมีปัญหาส่วนตัวเข้ามาแทรกแซงเสมอ ซึ่งปัญหาสำคัญที่มีความเกี่ยวข้องกับการเลือกอาชีพก็คือการไม่เข้าใจตัวเอง การไม่สามารถค้นพบเอกลักษณ์ในตัวเองได้ ดังนั้น [11] จึงสรุปเป็นข้อเสนอแนะในจิตวิทยาการปรึกษาทางอาชีพ 3 ประการดังต่อไปนี้

1. จิตวิทยาการปรึกษาทางอาชีพไม่ควรแยกออกจากจิตวิทยาการปรึกษาส่วนตัว ควรดำเนินการควบคู่กันไป เนื่องจากบุคคลส่วนใหญ่ไม่เข้าใจตนเอง ไม่รู้จุดเด่น จุดด้อยของตัวเอง ทำให้ส่งผลไปทั้งปัญหาชีวิตและการงาน กล่าวคือล้มเหลวทางด้านอาชีพซึ่งส่งผลต่อการดำเนินชีวิตโดยตรงอีกด้วย

2. จิตวิทยาการปรึกษาทางอาชีพทำให้การพัฒนาการทางอาชีพเป็นไปได้อย่างสะดวกสบาย และส่งเสริมพัฒนาการส่วนตัว (Personal development) จิตวิทยาการให้การปรึกษาสามารถพัฒนาจุดเด่น และทำให้บุคคลเข้าใจตัวเองมากขึ้น ซึ่งการที่บุคคลเข้าใจตนเองย่อมส่งผลถึงความสำเร็จในการให้การปรึกษาด้านอาชีพ หรือสามารถทำให้ผู้รับคำปรึกษาแก้ปัญหาในเรื่องส่วนตัวของตนเองได้

3. ผู้ให้การปรึกษาด้านอาชีพ จะต้องมีความเชี่ยวชาญในการให้การปรึกษา และมีข้อมูลทางด้านอาชีพ นอกจากนั้นยังต้องล่วงรู้ถึงประสบการณ์การทำงานในที่ต่าง ๆ และต้องติดตามข้อมูลตลอดเวลาตามความนิยมของอาชีพเปลี่ยนไปตามกาลเวลาอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะในยุคปัจจุบันที่มีการเปลี่ยนแปลงทางด้านเทคโนโลยีอย่างพลิกผัน (Disruptive technology)

ดังนั้นผู้ทำหน้าที่แนะแนวในโรงเรียน จะใช้วิธีการสัมภาษณ์ตัวต่อตัวแก่นักเรียน และต้องช่วยให้นักเรียนผู้มารับบริการมีความเข้าใจในตัวเองเพิ่มขึ้น ไม่ว่าจะเป็นเรื่องความถนัด ความสนใจ บุคลิกภาพ เพื่อให้ความกระจ่างในข้อมูลทางอาชีพและแนวโน้มทางอาชีพอื่น ๆ อันจะเป็นแนวทางที่ผู้รับบริการใช้เป็นข้อมูลในการตัดสินใจเลือกอาชีพต่อไป

## บริการรวบรวมข้อมูลและห้องสมุดอาชีพ (Information gathering and career library)

ข้อมูลทางอาชีพ หมายถึงข้อมูลอาชีพต่าง ๆ ซึ่งจะประกอบไปด้วยข้อมูลพื้นฐาน เช่น ลักษณะงาน ความเชี่ยวชาญ รายได้เฉลี่ย สาขาที่ต้องเรียน บุคลิกภาพที่เหมาะสม ฯลฯ ข้อมูลเหล่านี้มีความสำคัญที่ผู้มาใช้บริการต้องการรู้ เพื่อที่เป็นแนวทางเลือกอาชีพ หน่วยแนะแนวอาชีพจะต้องพยายามแสวงหาข้อมูลทางอาชีพเหล่านี้มาไว้ให้ได้มากที่สุด ข้อสำคัญก็คือข้อมูลเหล่านี้จะต้องทันสมัยเสมอ ยิ่งนักเรียนสามารถเข้าถึงข้อมูลเชิงลึกได้ มองให้เห็นถึงการทำงานจริง ๆ เข้าใจข้อดี ข้อเสียของอาชีพที่สนใจอย่างถ่องแท้ นั้นคือสิ่งสำคัญที่ควรหาข้อมูลประกอบการตัดสินใจเรียน

## บริการทดสอบและวัดผล (Psychometric)

การบริการแนะแนวทางด้านอาชีพสามารถใช้แบบทดสอบเพื่อช่วยให้นักเรียนได้วิเคราะห์ถึงความสนใจ ความถนัด ความสามารถ ค่านิยม บุคลิกภาพของตนเอง ซึ่งครูแนะแนวสามารถใช้ประเภทของแบบทดสอบดังต่อไปนี้

1. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ (Achievement tests) คือ แบบทดสอบที่วัดความรู้ ทักษะ และสมรรถภาพต่าง ๆ ของบุคคลที่เรียนรู้มา

2. แบบทดสอบความถนัด (Aptitude tests) คือ แบบทดสอบที่ใช้วัดระดับความสามารถของผู้เรียนแต่ละคนว่าจะสามารถเรียนและฝึกฝนวิชาการต่าง ๆ ได้มากน้อยเพียงใด ข้อมูลที่ได้ใช้ประโยชน์ในการทำนายความสามารถของบุคคลแต่ละบุคคลเพื่อแนะแนวการเลือกเรียน หรือการประกอบอาชีพ ซึ่งจะสามารถทำนายความสำเร็จในอาชีพบางอย่างหรือการฝึกหัดบางอย่าง เช่น ความถนัดทางวิศวกรรม ความถนัดทางด้านดนตรี

3. แบบทดสอบสติปัญญา (Intelligence tests) คือ แบบทดสอบเพื่อทดสอบความสามารถทางเชาวน์ปัญญา ซึ่งรวมไปถึงการคิด การเชื่อมโยง การใช้เหตุผล การคำนวณ โดยสามารถวัดออกมาเป็นค่าสัดส่วนตัวเลขที่แน่นอนด้วย

4. แบบทดสอบบุคลิกภาพ (Personality tests) เป็นแบบทดสอบสอบที่เกี่ยวข้องกับอารมณ์ของบุคคลทั้งที่สังเกตเห็นได้และไม่สามารถสังเกตเห็นได้ ไม่จำเป็นต้องมีทักษะหรือความสามารถ เช่น ทัศนคติ ความสนใจต่ออาชีพ หรือสิ่งอื่น ๆ เช่น แบบวัดความสามารถในการปรับตัว แบบวัดทัศนคติต่อการทำงาน และแบบวัดแรงจูงใจในการทำงาน

## การจัดโครงการเผยแพร่ให้ความรู้ทางอาชีพ (Program consultation)

การให้บริการด้านนี้ของการแนะแนวอาชีพ เป็นลักษณะของการให้ความรู้ทางด้านวิชาการเกี่ยวกับอาชีพ การจัดโครงการอาจทำได้หลายชนิด เช่น การจัดวันอาชีพ (Career day) เป็นการจัดขึ้นเพื่อเสนอข้อสนเทศทางอาชีพให้นักเรียนได้มีความรู้เรื่องอาชีพต่าง ๆ รูปแบบในการนำเสนอ อาจเชิญตัวแทนจากหน่วยงานต่าง ๆ มาแนะนำเกี่ยวกับอาชีพของตนเอง และตอบข้อคำถามเมื่อนักเรียนเกิดข้อสงสัยตลอดจนข้อข้องใจเกี่ยวกับอาชีพนั้น ๆ เพื่อเป็นประโยชน์ในการตัดสินใจเข้าสู่อาชีพในอนาคต นอกเหนือจากจัดวันอาชีพแล้ว อาจจะสามารถจัดสัมมนา หรือจัดนิทรรศการทางอาชีพที่น่าสนใจ หรืออาจเป็นที่ปรึกษาให้กับหน่วยงานอื่นภายในและภายนอกมหาวิทยาลัย เช่น กรมแรงงาน ก็สามารถทำได้เช่นเดียวกัน

## บริการจัดหางาน (Placement service)

บริการจัดหางานเป็นหน้าที่ที่สำคัญของการแนะแนวอาชีพ คือการที่โรงเรียนจัดหางานให้นักเรียนทำในรูปแบบต่าง ๆ เช่น งานช่วงฤดูร้อน หรืองานถาวรเมื่อสำเร็จการศึกษา ตลอดจนการเพิ่มพูนทักษะในการสมัครงานให้นักเรียน เช่น การฝึกวิธีเขียนจดหมายสมัครงาน การฝึกสัมภาษณ์ กรอกใบสมัคร เป็นต้น

การแนะแนวอาชีพมีขอบข่ายที่ครอบคลุมไปในด้านต่าง ๆ ได้แก่ ด้านบริการให้การปรึกษาทางอาชีพ บริการรวบรวมข้อมูลและห้องสมุดอาชีพ ด้านบริการทดสอบ ด้านการจัดโครงการเผยแพร่ให้ความรู้ทางอาชีพ และด้านบริการจัดหางาน โดยมีวัตถุประสงค์ในการช่วยบุคคลให้มีความเข้าใจในตนเอง มีข้อมูลทางด้านอาชีพ มีทักษะในการตัดสินใจและเลือกทิศทางอาชีพที่เหมาะกับชีวิตของนักเรียน

อย่างไรก็ตามกระบวนการแนะแนวทางด้านอาชีพดังกล่าวจะไม่สามารถประสบความสำเร็จได้เลย หากนักเรียนไม่เข้าใจตนเองหรือตระหนักรู้ในตนเอง เนื่องจากการที่นักเรียนไม่เข้าใจตนเองจะทำให้ไม่สามารถเลือกอาชีพได้เหมะสมกับศักยภาพและบุคลิกภาพของตนเอง และอาจจะตามมาด้วยความรู้สึกทุกข์ในการดำเนินชีวิต เพราะการเลือกอาชีพที่เหมาะสมดังกล่าวย่อมจะทำให้นักเรียนประสบความสำเร็จในชีวิต และสามารถดำเนินชีวิตได้อย่างมีความสุข การเข้าใจตนเอง รู้จักตนเองหรือการตระหนักรู้ในตนเองจึงเป็นปัจจัยสำคัญอย่างมากในความสุขและความสำเร็จในอนาคต

## การเข้าใจตนเอง

จากเนื้อหาที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นถึงความสำคัญของการเข้าใจตนเองว่ามีบทบาทสำคัญในการเลือกอาชีพอย่างมาก โดยเฉพาะกับปัจจุบันที่เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ภายในหนึ่งปีข้างหน้าอาจไม่สามารถรู้ได้เลยว่าอาชีพไหนจะหายไป อาชีพไหนจะมีความนิยมมากยิ่งขึ้น การที่นักเรียนสามารถเข้าใจตนเองได้มากขึ้น ก็จะทำให้รู้จุดเด่น จุดด้อยของตนเอง และควรจะพัฒนาความสามารถด้านไหนต่อไปเพื่อสามารถดำรงชีวิตในอนาคตได้อย่างมีความสุข

การเข้าใจตนเอง หมายถึง การรู้จักและเข้าใจในความคิด ความรู้สึก และการกระทำของตน เมื่อนักเรียนเข้าใจตนเองก็จะสามารถค้นหา และเข้าใจถึงจุดเด่น จุดด้อยของตนเอง มีความสามารถทางใด มากน้อยแค่ไหน มีความสนใจหรือความต้องการอะไร เพื่อที่จะหาทางแก้ไขข้อบกพร่อง และส่งเสริมส่วนที่ดี ทำให้สามารถตั้งเป้าหมายในชีวิตได้ และ เข้าใจถึงความแตกต่างระหว่างตนเองกับบุคคลอื่น ๆ นอกจากปัจจัยภายที่เกิดขึ้นในตัวนักเรียนแล้ว ยังมีปัจจัยภายนอกเช่น ระยะเวลา ประสบการณ์ สิ่งแวดล้อม และสิ่งเร้าต่าง ๆ ที่ทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในตนเอง กล่าวคือการตระหนักรู้ในตนเองหรือการเข้าใจตนเอง เกิดจากการที่มุ่งสนใจในตนเอง และเกิดจากเหตุการณ์หรือสถานการณ์มากระตุ้น [12], [13], [14]

จากที่กล่าวมาข้างต้นการเข้าใจตนเองจึงมีความสำคัญอย่างมาก เพราะว่า การรู้จักตนเองและเข้าใจตนเองทำให้รู้ถึงขอบเขตความสามารถ ความชำนาญ ตลอดจนข้อด้อยต่าง ๆ และความเข้าใจตนเอง เป็นพื้นฐานของการเข้าใจผู้อื่น ซึ่งจะทำให้เกิดการยอมรับตนเองตามความเป็นจริง ทำให้มีความมั่นใจในตนเองมากขึ้น มีสุขภาพจิตที่ดี รู้คุณค่าของตนเองมากขึ้น จัดการสิ่งต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถควบคุมตนเองให้แสดงพฤติกรรมอย่างเหมาะสม สามารถแก้ไขตนเองให้ยอม รับความจริง ปรับปรุงตนเอง และปรับตัวให้มีชีวิตที่มีความหมาย อีกทั้งยังวางเป้าหมายชีวิตได้อย่างเหมาะสม [15], [16]

## ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเข้าใจตนเอง

ลักษณะของการเข้าใจตนเองของแต่ละบุคคลมีความแตกต่างกันออกไป เนื่องจากมีตัวกระตุ้นให้เกิดอิทธิพลต่อการเข้าใจตนเอง ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ประเภทดังต่อไปนี้

1. ปัจจัยภายใน เช่น 1) เพศ เนื่องจากมีการศึกษาความแตกต่างของเพศชายและเพศหญิง ด้วยปัจจัยต่าง ๆ พบว่าเพศหญิงจะรับรู้สภาวะทางอารมณ์ของตนเอง และมีความเห็นอกเห็นใจสูงกว่าเพศชาย ในขณะที่เพศชายจะมีความเชื่อมั่นในตนเองสูงและมองโลกในแง่ดี สามารถรปรับตัวกับสภาวะความกดดันได้มากกว่าเพศหญิง [17] 2) อายุ มีส่วนสัมพันธ์กับพัฒนาการด้านต่าง ๆ ยิ่งอายุมากขึ้นจะเกิดวุฒิภาวะที่แตกต่างกันออกไป เช่น เด็กวัยทารกจะยังไม่เข้าใจเรื่องเกี่ยวกับอารมณ์ไม่ชัดเจน หากโตขึ้นมาหน่อยก็จะแสดงอารมณ์ชัดเจนขึ้น และยิ่งเติมโตขึ้นไปเด็กก็จะมีพัฒนาการของอารมณ์ที่หลากหลายมากขึ้น เช่นในวัยรุ่น เป็นระยะที่เรียนรู้คุณค่า และการมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่นและเริ่มสร้างสัมพันธภาพกับบุคคลอื่น และ 3) ความสามารถทางสมอง เนื่องจากบุคคลแต่ละคนจะมีความสามารถทางความคิดที่แตกต่างกันไป เนื่องจากการเข้าใจตนเองหรือการตระหนักรู้ในตนเอง เป็นผลของกระบวนการทางปัญญา (Cognitive process) กล่าวคือ เมื่อบุคคลได้รับการกระตุ้นจากสิ่งเร้าจะเกิดการรับรู้ขึ้น (Perception) จากนั้นจะนำไปสู่การเกิดความเข้าใจในสิ่งเร้านั้น จนเกิดการเรียนรู้ สุดท้ายจะนำไปสู่การเข้าใจตนเองหรือพฤติกรรมต่อไป ซึ่งปัจจัยทางด้านความสามารถทางสมองหรือสติปัญญายังส่งผ่านพันธุกรรม [18] และความสามารถพิเศษบางอย่างมีความเป็นไปได้ที่จะถ่ายทอดทางพันธุกรรม สอดคล้องกับสิ่งที่ บิล ซัลลิแวน กล่าวว่าการเปลี่ยนแปลงการแสดงออกของยีนผ่านกระบวนการเหนือพันธุกรรม (Epigenetics) จะมีสาเหตุจากสสารทางกายภาพแล้ว พฤติกรรมบางอย่าง เช่น การทารุณกรรมเด็ก การเสพติด ความเครียด ก็สามารถสร้างความเปลี่ยนแปลงได้เช่นเดียวกัน เหตุการณ์เชิงลบสามารถก่อแผลให้กับเด็ก และบางกรณีแผลเหล่านั้นจะส่งต่อไปยังรุ่นลูก [19]

2. ปัจจัยภายนอก เช่น 1) วิธีการเลี้ยงดู หากเด็ก 2 คนได้รับวิธีการเลี้ยงดูแบบเอาใจใส่ กับไม่เอาใจใส่ ก็ย่อมเกิดพื้นฐานทางจิตใจที่แตกต่างกัน เด็กแต่ละคนอาจมีประสบการณ์ได้ทั้งในแง่บวกและแง่ลบ การปฏิสัมพันธ์ระหว่างเด็กกับพ่อแม่ในวัยทารกจะเป็นรากฐานของการเกิดความรู้สึกเกี่ยวกับตนเอง และปฏิสัมพันธ์กับคนอื่น ๆ ในวัยต่อมา เด็กที่ได้รับการดูแลเอาใจใส่จะมีความมั่นใจว่าความต้องการของตนได้รับการตอบสนองและพร้อมที่จะรับความช่วยเหลือเมื่อต้องการ ในขณะเด็กที่ไม่ได้รับความเอาใจใส่จะมีความรู้สึกไม่มั่นคง พึ่งพาใครไม่ได้ หรือถ้าขอความช่วยเหลือก็จะพบแต่ความผิดหวัง [20] และ 2) ประสบการณ์ชีวิต เป็นปัจจัยที่เกี่ยวพันกับปัจจัยด้านการเลี้ยงดู แต่ประสบการณ์ชีวิตครอบคลุมไปถึงเรื่องทุกเรื่องที่บุคคลเผชิญในชีวิตไม่ว่าจะเป็นกิจกรรมต่าง ๆ ร่วมกับครอบครัว เพื่อน โรงเรียน ไม่ว่าจะเป็นการเล่นดนตรี อ่านหนังสือ ฟังนิทาน เล่นกีฬา เด็กที่ได้ฝึก ได้เล่นในกิจกรรมต่าง ๆ เหล่านี้ ทำให้นักเรียนได้พัฒนาศักยภาพและทักษะในด้านเหล่านี้ รวมไปถึงประสบการณ์เรียนรู้โดยทางอ้อมที่เป็นการเรียนรู้ที่บุคคลอาจจะเรียนรู้ผ่านการสังเกตปฏิกิริยาจากผู้อื่น หรือเป็นการสังเกตจากผลที่เกิดขึ้นจากการที่ผู้อื่นได้รับการเสริมแรงทั้งทางบวกและทางลบ โดยบุคคลอาจไม่ได้มีประสบการณ์ตรง แต่อาจเป็นประสบการณ์ที่เกิดขึ้นทางอ้อม เช่น การดูภาพยนตร์ ละคร อ่านหนังสือ หรือการสังเกตจากผู้คนรอบ ๆ ตัว [21], [22]

## วิธีการรู้จักและเข้าใจตนเอง

การเข้าใจตนเอง เป็นสิ่งสำคัญที่จะทำให้นักเรียนสามารถหาแนวทางในการพัฒนาตนเองได้ และสามารถปรับพฤติกรรมที่แสดงออกให้เหมาะสมกับสภาพการณ์ต่าง ๆ และสามารถดำเนินชีวิตร่วมกับผู้อื่นได้อย่างราบรื่น อีกทั้งยังมองเห็นตนเองตามความเป็นจริงได้ และทำใจยอมรับสภาพที่แท้จริงของตนเองได้ ซึ่งสุดท้ายและจะทำให้นักเรียนสามารถกำหนดพฤติกรรมได้อย่างเหมาะสม สามารถเผชิญปัญหาต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดำเนินชีวิตได้อย่างเป็นสุข [18] โดยสามารถศึกษาวิเคราะห์ทำความเข้าใจตนเองได้จากสองทาง [23], [24]

1. ศึกษาวิเคราะห์ตนเอง สามารถสำรวจหรือสังเกตความคิด ความรู้สึก และพฤติกรรมของตนเอง หรือใช้เครื่องมือทางจิตวิทยาเพื่อประเมินตนเอง เพื่อให้รู้จักลักษณะเฉพาะของตนเองในทุกด้านโดยวิเคราะห์คุณสมบัติต่าง ๆ และองค์ประกอบของตนเอง เช่น ความสามารถ ความถนัด บุคลิกภาพ ฐานะทางเศรษฐกิจ และฐานะทางครอบครัว โดยเฉพาะบุคลิกภาพที่เป็นการผสมผสานระหว่างวัฒนธรรม และแรงผลักดันส่วนบุคคลซึ่งประกอบด้วยปัจจัยภายนอกอย่าง เช่น ระดับชั้นทางสังคม ครอบครัว และสิ่งแวดล้อมทางกายภาพ และปัจจัยภายใน เช่น ความสามารถ ความถนัด บุคลิกภาพ ซึ่งประสบการณ์เหล่านี้จะก่อให้เกิดเป็นความสนใจในสิ่งต่าง ๆ จากความสนใจในสิ่งต่าง ๆ จะก่อให้เกิดความสามารถเฉพาะด้านที่สำคัญ และในท้ายที่สุดความสนใจในสิ่งต่าง ๆ และความสามารถเฉพาะด้านจะทำให้เกิดบุคลิกภาพ การรับรู้ และการแสดงเอกลักษณ์ของตนกลายเป็นลักษณะของบุคคลที่แตกต่างกัน

2. ศึกษาวิเคราะห์จากผู้อื่น ซึ่งครอบครัวมักจะเป็นแหล่งแรก โดยการศึกษานี้จะขึ้นอยู่กับประสบการณ์ชีวิต รวมไปถึงสัมพันธภาพกับผู้อื่นที่มีบทบาทต่อตนเอง เช่น คุณครู เพื่อน ฯลฯ โดยสามารถศึกษาจะปฏิกิริยาที่ผู้อื่นแสดงออกเมื่ออยู่กับตนเอง หรือถามหรือสัมภาษณ์ความคิดเห็นแบบตรงไปตรงมาว่าคิดอย่างไร ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับว่าจะเปิดใจได้มากน้อยแค่ไหน และการที่เปิดใจรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นที่มีต่อตนเอง เป็นขั้นแรกของการพัฒนาความเข้าใจในตนเอง

อย่างไรก็ตามจะสามารถเข้าใจตนเองได้ จะต้องแบ่งออกเป็น 3 ระยะ [25] คือ 1) การรู้จักรู้ (To know) เป็นขั้นตอนเริ่มแรกของการพัฒนาตนเอง โดยต้องรู้จักตนเองก่อนว่าตนเองมีบุคลิกลักษณะ นิสัยใจคออย่างไร 2) การเข้าใจ (To understand) หลังจากที่รู้แล้วว่าตนเองเป็นอย่างไร ก็ควรได้ทำความเข้าใจว่า ทำไมตนเองจึงเป็นเช่นนั้น เช่นเพราะสภาพแวดล้อม เพราะการอบรมสั่งสอน หรือเพราะสภาพร่างกาย 3) การยอมรับ (To accept) การที่ยอมรับว่าตนเอง ไม่ได้ดูดี หรือไม่แข็งแรงเท่ากับเป็นการยอมเผชิญหน้ากับความจริง การยอมรับจะช่วยให้สามารถพัฒนาตนเองได้ เพราะเมื่อยอมรับความจริงแล้ว ก็จะสามารถค้นหาสาเหตุ และหาหนทางแก้ไขได้ในที่สุด ซึ่งการเผชิญหน้าความจริงเป็นกระบวนการที่สำคัญของความยืดหยุ่นทางจิตใจ (Resilience) ด้วยเช่นกัน [26]

หากนักเรียนมีความเข้าใจในตนเองมากยิ่งขึ้นก็ยังทำให้สามารถเลือกอาชีพได้สอดคล้องกับตัวของนักเรียนมากยิ่งขึ้น ซึ่งการเข้าใจตนเองนั้นสามารถใช้กิจกรรมแนะแนวมาพัฒนาได้ ซึ่งมีการศึกษาของ Wachirawit และ Jittinun [27] ที่ได้สร้างกิจกรรมแนะแนวตามทฤษฎีการเลือกอาชีพเพื่อพัฒนาการเข้าใจตนเองและการเลือกอาชีพของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 56 คนโดยแบ่งออกเป็นกลุ่มทดลอง 28 คน และกลุ่มควบคุม 28 ผลการวิจับพบว่า นักเรียนที่เข้าร่วมกิจกรรม สามารถพัฒนาความสามารถในการรู้จักตนเองและการเลือกอาชีพ โดยนักเรียนที่เข้าร่วมกิจกรรมแนะแนวตามทฤษฎีการเลือกอาชีพเพื่อพัฒนาการเข้าใจตนเอง และการเลือกอาชีพมีคะแนนจากแบบวัดกิจกรรม ที่มีองค์ประกอบเป็นการเข้าในตนเอง และการเลือกอาชีพ โดยมีองค์ประกอบย่อยเป็น การตรวจสอบ ความเป็นจริง การตั้งเป้าหมาย และการวางแผนปฏิบัติ ภายหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เมื่อนักเรียนสามารถเข้าใจตนเองได้แล้ว ก็จะเข้าสู่กระบวนการเข้าเลือกอาชีพอย่างมีประสิทธิภาพต่อไป ตามทฤษฎีคุณลักษณะและองค์ประกอบมีพื้นฐานเกี่ยวกับการแนะแนวอาชีพของแฟรงค์ พาร์สัน ซึ่งได้รับการยกย่องว่าเป็นบิดาแห่งการแนะแนวอาชีพ และเป็นผู้ริเริ่มก่อตั้ง “สำนักงานการอาชีพ” (Vocational bureau) ที่เมืองบอสตัน สหรัฐอเมริกา ในปี ค.ศ. 1908 แฟรงค์ พาร์สันส์ได้แต่งหนังสือเรื่อง “การเลือกอาชีพ” (Choosing a vocation) และบัญญัติศัพท์ “การแนะแนวอาชีพ” (Vocational guidance) ขึ้น มีวัตถุประสงค์เพื่อช่วยเหลือเยาวชนอเมริกาเกี่ยวกับการเลือกอาชีพ โดยใช้หลักการเลือกอาชีพอย่างมีระบบ ประกอบด้วยขั้นตอนสำคัญ 3 ขั้นตอน ประกอบด้วย ขั้นตอนที่ 1 การวิเคราะห์ตนเอง เพื่อให้รู้จักลักษณะเฉพาะของตนเองในทุกด้านโดยวิเคราะห์คุณสมบัติต่าง ๆ และองค์ประกอบของตนเอง เช่น ความสามารถ ความถนัด บุคลิกภาพ ฐานะทางเศรษฐกิจ และฐานะทางครอบครัว ซึ่งเป็นการเข้าใจตนเองอย่างที่กล่าวมาข้างต้น [8] ขั้นตอนที่ 2 การวิเคราะห์อาชีพเพื่อให้ทราบรายละเอียดของอาชีพที่สนใจโดยการแสวงหาความรู้ต่าง ๆ เกี่ยวกับอาชีพ เช่น ความรู้เกี่ยวกับลักษณะของอาชีพ ความต้องการของตลาดแรงงาน เวลาและทุนทรัพย์ที่ใช้เตรียมความพร้อมในการประกอบอาชีพ รายได้ ความมั่นคงและโอกาส

ก้าวหน้าในอาชีพ และขั้นตอนที่ 3 เป็นการนำผลงานขั้นที่ 1 (วิเคราะห์ตนเอง) และขั้นที่ 2 (วิเคราะห์อาชีพ) ร่วมกับการพิจารณาตัดสินใจเลือกอาชีพที่เหมาะสมกับตนเองและสิ่งแวดล้อม รวมทั้งวางแผนเพื่อเข้าสู่อาชีพที่เลือก

ดังนั้นการที่นักเรียนจะสามารถเลือกอาชีพได้อย่างมีประสิทธิภาพจำเป็นที่จะต้อง เข้าใจตนเอง ทั้งด้านความสามารถ ความถนัด บุคลิกภาพ รวมไปถึงฐานะทางครอบครัวและสังคม และจะต้องเข้าใจลักษณะ หรือรายละเอียดของอาชีพต่าง ๆ รวมไปถึงความต้องการของตลาดแรงงานของอาชีพนั้น ๆ ยิ่งไปกว่านั้นการที่โลกในปัจจุบันเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ย่อมมีการพัฒนาอาชีพต่าง ๆ เพิ่มมากขึ้น หรือกระบวนการทำงานของอาชีพต่าง ๆ เกิดการเปลี่ยนแปลงไป พิจารณาร่วมกับปัจจัยภายนอก ดังต่อไปนี้

1. ลักษณะงาน (Job description) คือคำบรรยายลักษณะงานของแต่ละตำแหน่ง ซึ่งแต่ละงานมีคุณสมบัติ ขอบเขตการทำงาน ภาระหน้าที่ ความรับผิดชอบ รวมถึงโครงสร้างของการบริหารงาน

2. คุณสมบัติเฉพาะตำแหน่ง (Job specification) งานแต่ละงานจะมีคุณสมบัติเฉพาะของผู้ปฏิบัติงานตามที่องค์กรต้องการ เช่น วุฒิการศึกษาที่เหมาะกับแต่ละตำแหน่ง ความรู้เฉพาะตำแหน่ง ทักษะ ความสามารถ ประสบการณ์ ฯลฯ ซึ่งจะเป็นข้อได้เปรียบหากนักเรียนรู้จัก และเข้าใจตนเอง

3. สภาพแวดล้อมของงาน ได้แก่ บรรยากาศ และวัฒนธรรมขององค์กร ซึ่งจะแตกต่างกันไป เช่น หากเป็นงานราชการส่วนใหญ่จะเข้าออกงานตรงเวลา มีเวลาที่ชัดเจน บางบริษัทมีวัฒนธรรมองค์กรที่สามารถทำงานที่บ้านได้ (Work from home) หรือบางบริษัทที่มีชื่อเสียงก็จะมีวัฒนธรรมองค์กรที่แตกต่างจากบริษัทอื่นที่เป็นเอกลักษณ์เฉพาะ นักเรียนสามารถหาข้อมูลทางอินเทอร์เน็ตได้ บุคคลบางคนมีความสามารถในการทำงานสูง แต่ไม่สามารถเข้ากับสังคมขององค์กรได้ จะส่งผลให้ประสิทธิภาพในการทำงานลดลง วัฒนธรรมองค์กรจึงเป็นหนึ่งในปัจจัยที่สำคัญเช่นกัน

4. ความต้องการและปริมาณของอาชีพ (ความต้องการของตลาดแรงงาน) นักเรียนควรหาข้อมูลก่อนจะสมัครงานโดยดูอุปสงค์ (Demand - ความต้องการอาชีพ) และอุปทาน (Supply - ปริมาณของอาชีพ) หากอุปสงค์มีมากกว่าอุปทาน แสดงว่าตลาดกำลังขาดและต้องการอาชีพนั้น ๆ มาก แต่หากอุปทานมากกว่า อุปสงค์ แสดงว่าปริมาณของคนประกอบอาชีพนั้น ๆ มีมากเกินความต้องการเพื่อให้รู้ว่าอาชีพอะไรที่มีการแข่งขันสูง ยิ่งมีการแข่งขันสูง โอกาสที่จะได้เข้าทำงานก็น้อยด้วยเช่นกัน อย่างไรก็ตามการดูความต้องการและปริมาณของอาชีพ จำเป็นจะต้องดูแนวโน้มอนาคตความต้องการอาชีพหลังสถานการณ์โควิด-19 [3]

5. ข้อดีและข้อเสียของแต่ละอาชีพ สุดท้ายเมื่อมีข้อมูลของอาชีพหลากหลายแล้ว จะต้องนำมาพิจารณาทั้งข้อดีและข้อเสีย โดยสามารถนำปัจจัยอื่น ๆ มาพิจารณาร่วมได้เช่น ชื่อเสียงของบริษัท ค่าตอบแทนโดยเฉลี่ยของอาชีพนั้น ความก้าวหน้าในอาชีพ สวัสดิการ หรือคุณค่า เนื่องจากบางอาชีพมีรายได้ไม่มากเท่าอาชีพอื่นแต่มีสวัสดิการที่ดี เป็นบริษัทที่มีชื่อเสียง บางอาชีพมีรายได้เยอะแต่อาจมีความก้าวหน้าไม่เท่าบางอาชีพ หรือบางอาชีพอาจมีรายได้น้อยแต่มีคุณค่าต่อสังคม

ทุกอาชีพย่อมมีปัจจัยภายนอกที่แตกต่างกันออกไป หลังจากที่ให้นักเรียนพิจารณาตนเอง เข้าใจตนเอง รู้จักจุดเด่น จุดด้อย ความสนใจ บุคลิกภาพ ความถนัดแล้ว ก็จะต้องพิจารณาเลือกอาชีพโดยคำนึงถึง ลักษณะงาน คุณสมบัติเฉพาะของงาน วัฒนธรรมองค์กร ความต้องการของตลาดแรงงาน สุดท้ายพิจารณาข้อดี และข้อเสียของแต่ละอาชีพ เช่น บางอาชีพมีรายได้สูง แต่ดูมีคุณค่าในน้อยกว่าอีกอาชีพหนึ่ง หรือบางอาชีพมีวัฒนธรรมองค์กรที่สบายสามรถแต่งตัวอย่างไรมาทำงานก็ได้ แต่มีรายได้น้อยกว่าอีกอาชีพหนึ่งที่มีข้อบังคับด้านการแต่งตัว นักเรียนจะต้องนำปัจจัยต่าง ๆ มาพิจารณา อย่างไรก็ตามยิ่งนักเรียนมีความเข้าใจตนเองมาก ก็จะได้เปรียบในการเลือกอาชีพที่เหมาะสมกับตนเอง

## สรุป

ด้วยความเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วของโลก เปลี่ยนแปลงทางด้านเทคโนโลยีที่แรงงานไฮเทคที่เข้ามาแย่งอาชีพผู้ใช้แรงงานมนุษย์ และการกระบาดของเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 หรือ โควิด-19 ซึ่งเป็นโรคติดต่อร้ายแรงที่ระบาดทั่วโลก ส่งผลให้เศรษฐกิจทั่วโลกเกิดการชะลอตัว ทำให้วิถีการดำเนินชีวิตและการทำงานต้องมีการเปลี่ยนแปลงไป ประเทศต่าง ๆ จึงมีความต้องการอาชีพที่แตกต่างกันไป บางอาชีพที่มีแนวโน้มต้องการน้อยลง รวมไปถึงทักษะที่มีความต้องการมากที่สุด ทำให้ประเทศต่าง ๆ รวมทั้งประเทศไทยต้องปรับตัว ซึ่งทำให้นักเรียน Gen Z ที่อยู่ในช่วงเวลาที่จำเป็นต้องตัดสินใจเลือกสาขาการเรียน และอาชีพต่อไปในอนาคต การแนะแนวทางด้านอาชีพ จึงเป็นกระบวนการที่จะทำให้นักเรียนสามารถเลือกอาชีพที่เหมาะสมกับได้ อันมีขอบข่ายประกอบไปด้วยการบริการให้การปรึกษาทางอาชีพ บริการรวบรวมข้อมูล และห้องสมุดอาชีพ บริการทดสอบและวัดผล การจัดโครงการเผยแพร่ให้ความรู้ทางด้านอาชีพ และบริการจัดหางาน อย่างไรก็ตามจะเลือกอาชีพได้อย่างเหมาะสมไม่ได้เลยหากนักเรียนไม่มีความเข้าใจในตนเอง ซึ่งมีทั้งปัจจัยภายในเช่น เพศ อายุ ความสามารถทางสมอง และปัจจัยภายนอกเช่น วิธีการเลี้ยง

ดูของพ่อแม่ และประสบการณ์ชีวิต มามีอิทธิพลต่อความเข้าใจในตนเอง โดยนักเรียนสามารถเข้าใจตนเองได้จากการวิเคราะห์ตนเอง เช่น การใช้เครื่องมือทางจิตวิทยาตามบริการแนะแนวทางด้านอาชีพ หรือศึกษาวิเคราะห์จากผู้อื่นโดยถามจากผู้อื่น หรือสังเกตปฏิกิริยาที่ผู้อื่นที่มาต่อตนเอง ซึ่งการเข้าใจตนเองจะมีประสิทธิภาพมากน้อยขึ้นอยู่กับการที่กล้าเผชิญหน้ากับความจริง และยอมรับความจริงเกี่ยวกับตนเอง เมื่อสามารถเข้าใจตนเองได้มากขึ้นแล้วก็จะต้องพิจารณาเลือกอาชีพ โดยดูจากลักษณะของงาน ไม่ว่าจะเป็นภาระหน้าที่ของงานนั้น คำนึงถึงวัฒนธรรมองค์กรเฉพาะบริษัทนั้น ๆ คำนึงถึงตลาดแรงงานของอาชีพนั้น ร่วมกับแนวโน้มอาชีพในอนาคตว่าอาชีพดังกล่าวมีความต้องการมากน้อยเพียงใด หลังจากสถานการณ์โควิด-19 และสุดท้ายจะต้องนำอาชีพต่าง ๆ มาพิจารณาข้อดี ข้อเสีย ของอาชีพต่าง ๆ ซึ่งนักเรียนจะสามารถเลือกเส้นทางอาชีพอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น เมื่อนักเรียนมีความเข้าใจตนเอง และสามารถประกอบอาชีพที่สอดรับกับความเปลี่ยนแปลงของโลกที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงทางด้านเทคโนโลยี และการระบาดของเชื้อไวรัสโควิด-19

## เอกสารอ้างอิง

[1] Denning, S. (2016). “Christensen update disruption theory.” **Strategy & Leadership.** 44(2), 10-16.

[2] National Statistical Office. (2020). **Survey of the impacts of the COVID-19 outbreak situation.** [online]. Available: http://ittdashboard.nso.go.th/img/covid/result_COVID-eco.pdf Retrieved March 24, 2021.

[3] World Economic Forum. (2020). **The future of jobs report 2020.** [online]. Available: http://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs_2020.pdf Retrieved May 13, 2021.

[4] AdmissionPremium. (2018). **More than 60% of high school students nationwide who are about to enter the university fence. I do not know what to study**. [online]. Available: https://www.admissionpremium.com/content/3296 Retrieved March 23, 2021.

[5] Schulte-Körne, G. (2016). “Mental health problems in a school setting in children and adolescents.” **Deutsches Arzteblatt international.** 113(11), 183–190.

[6] Lakhana, S. (2000). **Basis of guidance**. Bangkok: O.S. Printing house. 382. (in Thai)

[7] Agathão, B. T., Reichenheim, M. E., & Moraes, C. L. (2018). “Health-related quality of life of adolescent students.” **Ciencia & saúde coletiva.** 23(2), 659-668.

[8] Nualsiri, P. (2001). **Career development**. 6th ed. Bangkok: Ramkhamhaeng University Press. 20-50. (in Thai)

[9] Watcharee, S. (2000). **Basis of guidance**. Bangkok: O.S. Printing house. 1-2. (in Thai)

[10] Schiersmann, C., Ertelt, B. J., Katsarov, J., Mulvey, R., Reid, H., & Weber, P. (2012). NICE handbook for the academic training of career guidance and counselling professionals. Heidelberg: Heidelberg University. 17-21.

[11] Crites, J. (1974). “Major contribution career counseling: a review of major approaches.” **The Counseling Psychologist**. 4(3), 3-32.

[12] Department of Mental Health. (1998). **Academic conference report life skills and participatory learning, the 1st time between 25-26 March 1998**. Nonthaburi: Mental Health Development Agency. Ministry of Public Health. 14. (in Thai)

[13] Koffka, K. (1978). **Encyclopedia of the social science**. New York: Macmillan. 212.

[14] Ross, A. O. (1992). **The sense of self: Research and theory**. New York: Springer. 53.

[15] Tangkittiphaporn, J. (2016). **Personality psychology and health behavior**. Bangkok: Chulalongkorn University Press. 148-154. (in Thai)

[16] Sakthai, S. (2007). “Knowing and understanding yourself: Base for the self-development of professional executives.” **Journal of Educational Administration.** 4(8), 29-48. (in Thai)

[17] Bar-On, R. (2006). “The bar-on model of emotional-social intelligence.” **Psicothema.** 18(1), 13-25.

[18] Surang, K. (2016). **Educational Psychology**. 12th ed. Bangkok: Chula Printing. 146-198. (in Thai)

[19] Sullivan, B. (2019). **Pleased to meet me: Germs, and the curious forces that make us who we are.** DC: National Geographic Society. 5-15.

[20] Frosh, S. (2014). "The nature of the psychosocial: debates from studies in the psychosocial." **Journal of Psycho-Social Studies.** 8(1), 159-169.

[21] Bandura, A., & Whalen, K. (1966). "The influence of antecedent reinforcement and divergent modeling cues on patterns of self-reward." **Journal of Personality and Social Psychology.** 3(4), 373-382.

[22] Krumboltz, J. D. (2008). "The happenstance learning theory." **Journal of Career Assessment**. 17(2), 135-154.

[23] Holland, J. L. (1959). "A theory of vocational choice." **Journal of Counseling Psychology.** 6(1), 35-45.

[24] Noe, R. A., & Wilk, S. L. (1993). "Investigation of the factors that influence employees' participation in development activities." **Journal of Applied Psychology.** 78(2), 291–302.

[25] Goleman, D. (1998). "what makes the leader?" **Harvard Business Review.** 76(6), 93-102.

[26] Maulding, W., Peters, G., Robert, J., & Edward L. (2012). "Emotional intelligence and resilience as predictors of leadership in school administrators." **Journal of Leadership Studies.** 5(4), 20-29.

[27] Wachirawit, M., & Jittinun, B. (2015). "Effects of guidance activities according to the career selection theory for developing self-understanding and career selection for Mathayomsuksa five students at Prataungtipvittaya school." **Veridian E-Journal, Silpakorn University Humanities, Social Sciences, and Arts.** 8(1), 1108-1119. (in Thai)

# หลักการออกแบบสู่การร่างภาพรองเท้าเบื้องต้นสำหรับนักออกแบบ
# DESIGN PRINCIPLES INTO THE VISUALIZATION OF FOOTWEAR FOR DESGINERS

**อาณัฏ ศิริพิชญ์ตระกูล***
**Arnut Siripithakul***
**E-mail: arnut.si@rmutp.ac.th**

สาขาวิชาการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการออกแบบ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร กรุงเทพมหานคร 10300
Department of Industrial Product Design, Faculty of Architecture and Design,
Rajamangala University of Technology Pha Nakon,
Bangkok 10300 Thailand

*Corresponding author E-mail: arnut.si@rmutp.ac.th

(Received: March 2, 2021; Revised: April 26, 2021; Accepted: June 9, 2021)

## ABSTRACT

Applying design principles to shoe sketching, it shows a pattern for designing and developing shoes. From the basis of product design, it relates to the marketing and ergonomics of the human foot which corresponds to the style of each shoe type. The shoe marketing focuses on finding the information from the target group to use for shoe development. Human foot ergonomics is the study of foot shape and foot movements from various perspectives which are used in shoe design and development, process of shoe design, and the product development. The presentation on the design of production is the final stage of product development before the product is manufactured. As the research result, the design principles for shoe production are shoe marketing, shoe sketching, human foot ergonomics, and shoe prototype for production.

**Keywords:** Design principles; Shoe sketching; Designers

## บทคัดย่อ

การใช้หลักการออกแบบสู่การร่างภาพรองเท้า เป็นการแสดงรูปแบบการออกแบบและพัฒนารองเท้า จากพื้นฐานการออกแบบผลิตภัณฑ์ที่สัมพันธ์กับ การตลาด การยศาสตร์ของเท้ามนุษย์ ที่สอดคล้องกับรูปแบบของรองเท้าแต่ละประเภท โดยการตลาดมุ่งเน้นการหาข้อมูลจากกลุ่มเป้าหมายทางตลาดมาใช้ในการพัฒนารองเท้า การยศาสตร์เท้ามนุษย์เป็นการศึกษารูปร่างเท้า การเคลื่อนไหวของเท้าในมุมมองต่าง ๆ เพื่อนำมาใช้ในการออกแบบและพัฒนารองเท้า ขั้นตอนกระบวนการออกแบบและพัฒนารองเท้าเพื่อการผลิต และการนำเสนอรูปแบบเพื่อการผลิตซึ่งเป็นกระบวนการขั้นตอนสุดท้ายของการพัฒนาผลิตภัณฑ์ก่อนผลิตภัณฑ์จะทำการผลิต จากผลการวิจัยการใช้หลักการออกแบบในการพัฒนารูปแบบรองเท้าเพื่อการผลิตมี ดังนี้ คือหลักการตลาดของรองเท้า ทฤษฎีการยศาสตร์เท้ามนุษย์ การร่างภาพรองเท้า และการทำต้นแบบรองเท้าและผลิตภัณฑ์จริง

**คำสำคัญ:** หลักการออกแบบ; การร่างภาพรองเท้า; นักออกแบบ

## 1. บทนำ

เครื่องนุ่งห่มเป็นหนึ่งในปัจจัยสี่ของมนุษย์ที่ใช้ปกป้องและสร้างความอบอุ่นให้กับร่างกาย รองเท้าก็เช่นกันจัดเป็นเครื่องนุ่งห่มที่ทำหน้าที่ปกป้องเท้าไม่ให้เท้าบาดเจ็บจากการเดิน วิ่ง หรือกิจกรรมต่างๆ เช่นการเล่นกีฬา เป็นต้น ตามประวัติศาสตร์รองเท้าคู่แรกมีมาตั้งแต่ 7,000 ปี ซึ่งนักโบราณคดีค้นพบรองเท้าในถ้ำ Fort Rock ในรัฐออริกอน ประเทศสหรัฐอเมริกา มีลักษณะคล้ายรองเท้าแตะในปัจจุบัน ทำจากเปลือกไม้ ต่อมีการค้นพบรองเท้าหนังคู่แรกโดยใช้เชือกร้อยในการผูกทำให้กระชับเหมือนในรองเท้าปัจจุบันในประเทศอาร์มีเนีย [1] แสดงให้เห็นว่ามนุษย์มีการใช้วัสดุต่าง ๆจากธรรมชาติมาใช้ปกป้องและสวมใส่เท้า

การออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์เป็นการศึกษาความต้องการในผลิตภัณฑ์ใหม่โดยอาศัยการออกแบบมาพัฒนาเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ใหม่เป็นไปตามความต้องการของผลิตภัณฑ์นั้น ๆ การพัฒนาผลิตภัณฑ์ยังส่งผลต่อ การเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยี การค้นพบวัสดุใหม่ ผลิตภัณฑ์ใหม่ รวมถึงความต้องการใหม่ ๆ [2] รองเท้าเป็นหนึ่งในผลิตภัณฑ์ที่ต้องใช้เทคโนโลยี วัสดุ รวมถึงความต้องการทางตลาด เนื่องจากเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีการแข่งขันสูง ซึ่งในในปัจจุบันมีจำนวนโรงงานผลิตรองเท้าและชิ้นส่วนในประเทศไทยจำนวน 479 โรง [3] จากการแข่งขันที่สูงการพัฒนารองเท้าจึงมีวงจรผลิตภัณฑ์ที่เร็วเนื่องจากเป็นผลิตภัณฑ์แฟชั่น ความต้องการทางตลาดของผู้ใช้มีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา รองเท้าจึงเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีการนำหลักการออกแบบไปใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ซึ่งช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีความน่าสนใจ และตอบสนองความต้องการผู้บริโภคได้ตรงที่สุด และการพัฒนาผลิตภัณฑ์ในระบบอุตสาหกรรมเป็นพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่ต้องอาศัยหลายฝ่ายในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ เป็นสิ่งที่นักออกแบบหน้าใหม่ควรศึกษาซึ่งจะทำให้มีความเข้าใจการพัฒนาผลิตภัณฑ์ในระบบอุตสาหกรรมมากขึ้น

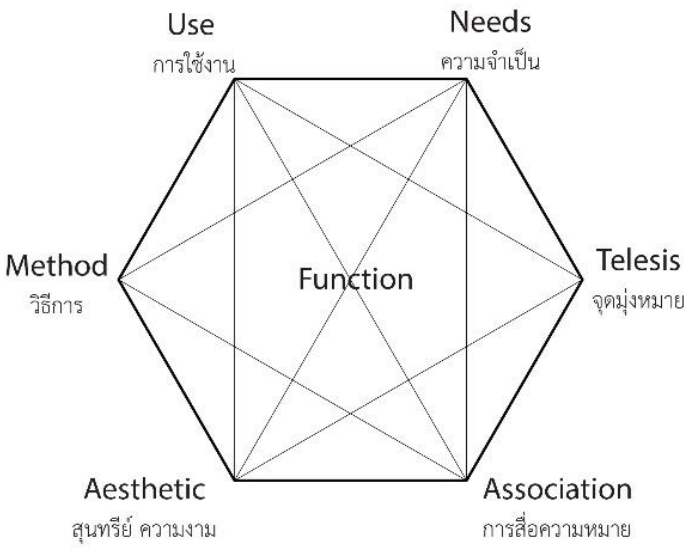
การใช้หลักการออกแบบสู่การร่างภาพรองเท้าเบื้องต้นสำหรับนักออกแบบเพื่อการผลิตเรียบเรียงเพื่อวัตถุประสงค์ สำหรับผู้สนใจ นักเรียน นักศึกษา การเรียนการสอนด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ผู้ประกอบการใหม่ที่สนใจการออกแบบรองเท้า ซึ่งผู้เขียนนำประสบการณ์จากการทำงานในภาคอุตสาหกรรมมาถ่ายทอด ให้เกิดความเข้าใจง่าย เห็นภาพเทคนิคการวาดรองเท้ากีฬา และกระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์รองเท้าในอุตสาหกรรม ซึ่งใช้แนวทางในการพัฒนาตามหลักการตลาดและการออกแบบ เพื่อแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์รองเท้าหรือผลิตภัณฑ์ประเภทอื่นได้

บทความนี้นำองค์ความรู้ในด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์รองเท้าซึ่งยังไม่มีการนำเสนอข้อมูลในการพัฒนา โดยบทความจะกล่าวถึงหลักการตลาด เทคนิคการวาดรองเท้าเบื้องต้น และกระบวนการออกแบบรองเท้ากีฬาจนถึงการทำต้นแบบเพื่อการผลิตที่สมบูรณ์ โดยอาศัยหลักการตลาด หลักการออกแบบ และทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์ การใช้เทคโนโลยีเพื่อการออกแบบผลิตภัณฑ์ กระบวนการขึ้นแม่พิมพ์ทางวิศวกรรมในการขึ้นต้นแบบผลิตภัณฑ์รองเท้าที่สมบูรณ์

## 2. การนำหลักการออกแบบมาใช้ในการร่างภาพผลิตภัณฑ์รองเท้า

การออกแบบและพัฒนารูปแบบรองเท้าเพื่อการผลิตต้องอาศัยหลักทฤษฎีทางการศึกษาหลากหลายด้านมาบูรณาการร่วมกัน ได้แก่ 1) หลักการตลาด 2) ทักษะการวาดเส้นและการออกแบบ 3) กระบวนการผลิตทำให้เป็นผลสำเร็จ ซึ่งมีกระบวนการดังนี้

**1) หลักการตลาด (Marketing)** หลักการตลาดเป็นสิ่งแรกที่ผลิตภัณฑ์ต้องอาศัยในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ ตามวงจรของผลิตภัณฑ์ และแสดงถึงความต้องการที่แท้จริงของกลุ่มผู้ใช้ หากทำการวิเคราะห์การตลาดในผลิตภัณฑ์ผิดพลาดอาจทำให้ผลิตภัณฑ์ไม่สามารถตอบสนองผู้ใช้ได้ตามความต้องการ ซึ่งการพัฒนาผลิตภัณฑ์รองเท้าเป็นการใช้การบริหารหลักการตลาดโดยเน้นผลิตภัณฑ์ (Product concept) [4] โดยผลิตภัณฑ์ต้องนำเสนอสินค้าที่มีคุณภาพและนวัตกรรมที่ดี ซึ่งทำให้ผู้ผลิตและนักออกแบบต้องพัฒนาทั้งเทคโนโลยีใหม่ ๆ วัสดุ รูปแบบสินค้าที่เหมาะสม มาใช้ให้กับผลิตภัณฑ์รองเท้า ให้ตรงกับกลุ่มผู้ใช้มากที่สุด อีกทั้งการเก็บรวบรวมข้อมูลผู้ใช้ทางการตลาดเป็นสิ่งสำคัญ การวางเป้าหมายของผลิตภัณฑ์เป็นปัจจัยสำคัญในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ ทั้งในเรื่องรูปแบบ วัสดุ การใช้งานให้เหมาะสมกับกลุ่มผู้ใช้ การใช้ทฤษฎี The function complex มาประยุกต์ใช้ในการหาทิศทางในการออกแบบ (Concept design) และทำให้นักออกแบบสามารถออกแบบผลิตภัณฑ์ได้ตรงตามกลุ่มเป้าหมายที่วางไว้ [5]




**รูปที่ 1** แสดงแผนภูมิ The function complex [5]

จากรูปที่ 1 แสดงแผนภูมิ The function complex ซึ่งนำมาใช้การหาโจทย์แนวคิดในการออกแบบผลิตภัณฑ์

1.1 ความจำเป็น (Needs) ความจำเป็นของผลิตภัณฑ์ในการตอบสนองพฤติกรรมของผู้ใช้ ยิ่งมีความจำเป็นมาก ผลิตภัณฑ์ก็จะยิ่งนำมาพัฒนา

1.2 จุดมุ่งหมาย (Telesis) คือจุดมุ่งหมายในการพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อตอบสนองผู้ใช้ เช่นการพัฒนารองเท้าวิ่งที่มีน้ำหนักเบา ลดแรงกระแทกขณะวิ่ง ทั้งนี้จุดมุ่งหมายต้องอาศัยความจำเป็น (Needs) ในผลิตภัณฑ์เป็นตัวในการกำหนดจุดมุ่งหมายในงานออกแบบ

1.3 การสื่อความหมาย (Association) เป็นการสื่อแนวคิดในการออกแบบของนักออกแบบ เป็น 4 ลักษณะประกอบด้วย 1) การเน้นด้านประโยชน์ใช้สอย เป็นการเสนอแนวคิดผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพสูง มีความปลอดภัย เป็นผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในชีวิตประจำวัน 2) การเน้นคุณค่าของวัสดุ เป็นการเลือกใช้วัสดุที่เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์ เทคโนโลยีวัสดุเพื่อให้เกิดประโยชน์กับการใช้งาน 3) การออกแบบที่ตอบสนองกลุ่มเป้าหมาย เป็นการออกแบบที่นำความต้องการของกลุ่มผู้ใช้มาพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อให้สามารถออกแบบได้ตรงกับกลุ่มผู้ใช้มากที่สุด 4) ความง่าย คือการที่ผลิตภัณฑ์หาซื้อได้ง่าย และใช้งานผลิตภัณฑ์ง่ายไม่ยุ่งยากซับซ้อน

1.4 สุนทรีย์ ความงาม (Aesthetic) การพัฒนาแนวคิดในด้านของรูปทรง วัสดุ สีสัน รวมถึงเทคโนโลยีในการผลิตนำมาพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้เกิดความงามสอดคล้องกับความต้องการของกลุ่มผู้ใช้ทางการตลาด

1.5 วิธีการ (Method) เป็นการนำเสนอรูปแบบกระบวนการผลิตที่ใช้ในการผลิต ซึ่งผู้ออกแบบต้องมีความรู้พื้นฐานและความเข้าใจในเรื่องของการผลิตเป็นอย่างดี ขั้นตอนนี้ถือว่าเป็นขั้นตอนที่ผู้ออกแบบต้องคำนึงอย่างมากเพื่อผลิตภัณฑ์ที่ทำการออกแบบสอดคล้องกับกระบวนการผลิต

1.6 การใช้งาน (Use) เป็นการออกแบบผลิตภัณฑ์ให้สามารถใช้งานได้ตามความเป็นจริงตามความต้องการของกลุ่มผู้ใช้งาน

**2) หลักทฤษฎีด้านกายภาพและการยศาสตร์เท้าของมนุษย์** กายภาพเท้าและการยศาสตร์การเคลื่อนไหวของเท้ามีผลอย่างมากในการออกแบบรองเท้ากีฬา เนื่องจากรองเท้ากีฬาผู้สวมใส่มีการเคลื่อนไหวอยู่ตลอดเวลาขณะเล่นกีฬา ผู้ออกแบบต้องมีความเข้าใจโครงสร้างกระดูกเท้า ธรรมชาติกายภาพเท้าข้อต่อต่าง ๆ รูปร่างของเท้า การเคลื่อนไหวของเท้าในรูปแบบต่าง ๆ

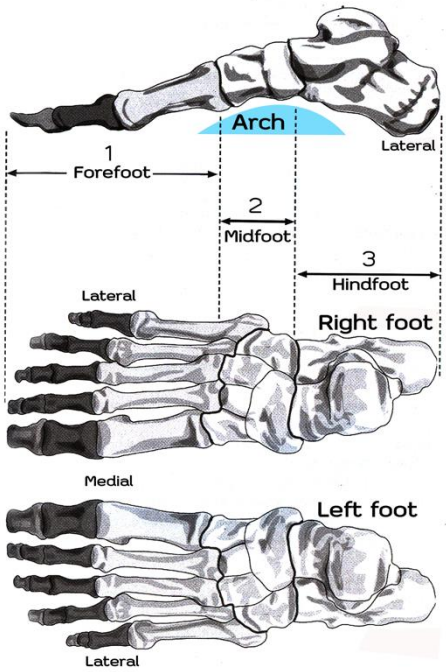
2.1 กายภาพเท้า

กายภาพเท้าเป็นสิ่งที่จำเป็นมากในการออกแบบรองเท้าซึ่งผู้ออกแบบต้องคำนึงถึงกระดูกเท้าและข้อต่อต่าง ๆ ในเท้ารวมถึงการเคลื่อนไหวของเท้าขณะสวมใส่ เท้ามนุษย์มีโครงสร้างกระดูกที่ซับซ้อนซึ่งมี กล้ามเนื้อ เส้นเอ็น กระดูกอ่อน เส้นเลือด เส้นประสาท เนื้อเยื่ออ่อน และผิวหนัง ซึ่งทำงานร่วมกันเพื่อสร้างความมั่งคงและสมดุลในร่างกาย ซึ่งเราสามารถแบ่งโครงสร้างเท้าเป็น 3 ส่วน หลัก ๆ เพื่อใช้ในการออกแบบรองเท้ากีฬา ดังแสดงในรูปที่ 2 ต่อไปนี้ [6]

โครงสร้างส่วนหน้าของเท้า (Forefoot) ประกอบไปด้วยนิ้วเท้าทั้ง 5 นิ้ว กระดูกหลังเท้าที่ยาวเรียกว่า Metatarsals ซึ่งเท้าส่วนหน้าบริเวณนิ้วเท้าด้านหน้าสามารถรับน้ำหนักได้ครึ่งนึงของร่างกายและสร้างความสมดุลในขณะเดินและเล่นกีฬา

โครงสร้างกลางเท้า (Midfoot) ประกอบไปด้วยกระดูกขากรรไกรรูปทรงไม่สม่ำเสมอ 5 รูปแบบลักษณะโค้งตามรูปเท้าและทำหน้าที่รับแรงกระแทกคล้ายโช้คอัพ กระดูกเหล่านี้เชื่อมต่อกับด้านท้ายของเท้าและกล้ามเนื้อด้านหลังและพังผืดต่าง ๆ

โครงสร้างเท้าด้านท้าย (Hindfoot) ประกอบด้วยสามข้อต่อเชื่อมโยงกับ กลางเท้า (Midfoot) กับข้อเท้า ด้านล่างของกระดูกส้นจะถูกหุ้มด้วยชั้นของเนื้อเยื่อไขมัน



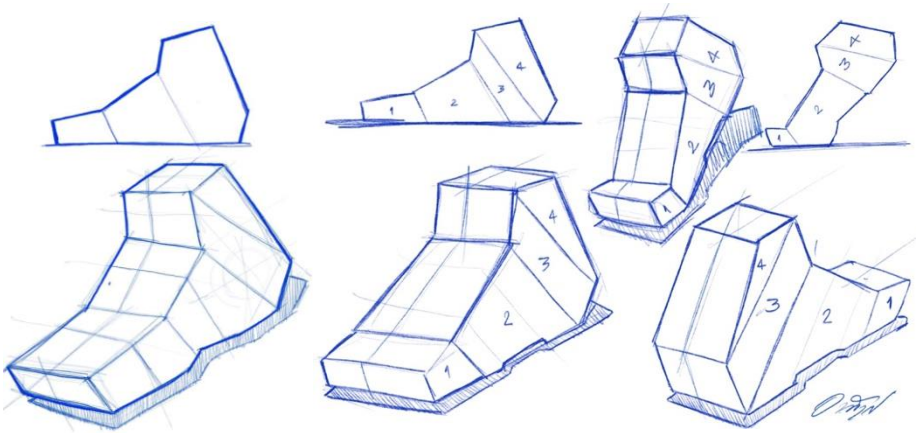

**รูปที่ 2** แสดงการแบ่งโครงสร้างทางกายภาพของกระดูกเท้า [6]

**รูปที่ 3** แสดงการเคลื่อนไหวของเท้ารูปแบบต่าง ๆ [7]

**รูปที่ 4** แสดงการวาดรองเท้าตามการเคลื่อนไหว [8]

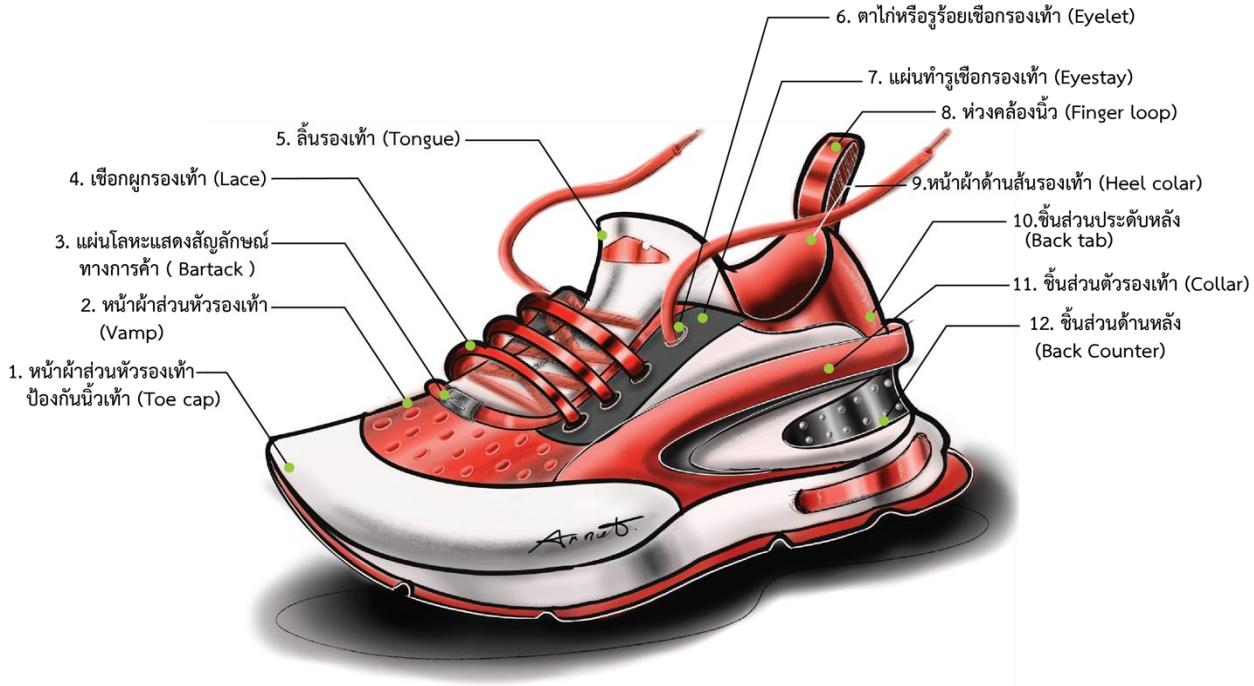
จากรูปที่ 3 เป็นการแสดงการเคลื่อนไหวของเท้าในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อให้ผู้อ่านศึกษาการขยับ การเคลื่อนไหวของเท้าในลักษณะต่าง ๆ เพื่อใช้เป็นโครงสร้างในการร่างภาพรองเท้า ในส่วนของรูปที่ 4 เป็นการแสดงการร่างภาพรองเท้าบนโครงสร้างเท้าในรูปที่ 3 เพื่อให้เห็นลักษณะมุมรองเท้าในการเคลื่อนไหวตามรูปแบบของเท้า

**3) เทคนิคการร่างภาพรองเท้า** การร่างภาพรองเท้าควรฝึกฝนการร่างภาพเท้ามนุษย์เพื่อให้เกิดทักษะในการขึ้นโครงสร้างรูปเท้า การร่างภาพควรเริ่มต้นจากการร่างภาพจากมุมมองด้านข้าง (Side view) แล้วนำไปร่างโครงสร้างเท้าเป็นโครงสร้างในการร่างภาพเพื่อการออกแบบรองเท้า ดังรูปที่ 5 ที่ผู้เขียนได้แสดงการร่างภาพโครงสร้างของเท้านำมาตัดทอนเป็นรูปทรงเรขาคณิตเพื่อง่ายต่อการร่างภาพรองเท้า

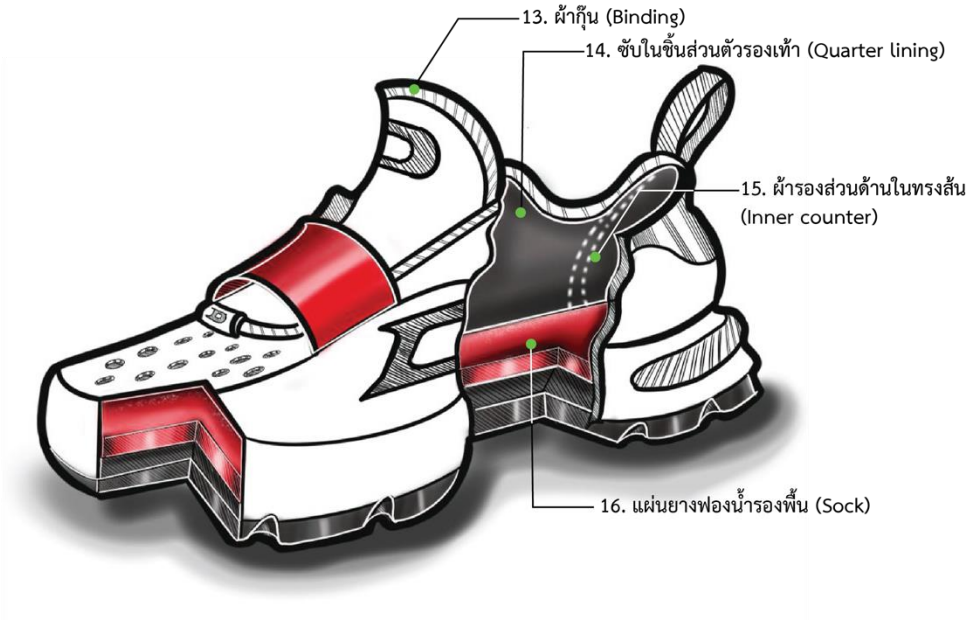


**รูปที่ 5** แสดงการร่างภาพโครงสร้างในการร่างภาพเพื่อการออกแบบรองเท้า [8]

ส่วนประกอบรองเท้าและการแบ่งประเภทรูปร่างลักษณะจากการสวมใส่ การออกแบบรองเท้าผู้ออกแบบควรมีความเข้าใจในส่วนประกอบของรองเท้าและประเภทรูปร่างลักษณะจากการสวมใส่ซึ่งจะให้รูปลักษณ์ของรองเท้าที่ดูแตกต่างกัน ซึ่งส่วนประกอบของรองเท้าแบ่งได้ดังนี้




**รูปที่ 6** แสดงส่วนประกอบของรองเท้า [8]




**รูปที่ 7** แสดงส่วนประกอบของรองเท้า [8]

จากรูปที่ 6 และรูปที่ 7 แสดงส่วนประกอบของรองเท้า อธิบายหน้าที่ได้ดังนี้ [9]

1. หน้าผ้าส่วนหัวรองเท้าป้องกันนิ้วเท้า (Toe cap) หน้าผ้าส่วนนี้ทำหน้าที่ป้องกันนิ้วเท้าขณะเล่นกีฬาและสร้างความกระชับให้กับเท้าส่วนเท้าทำให้การเคลื่อนไหวและเดินเท้าไม่ล้ำไปด้านหน้า

2. หน้าผ้าคลุมหลังเท้าส่วนหน้า (Vamp) ทำหน้าที่ป้องกันหลังเท้าส่วนหน้าและระบายอากาศขณะเคลื่อนไหวในการเล่นกีฬาประเภทต่าง ๆ

3. แผ่นโลหะแสดงสัญลักษณ์ทางการค้า (Bartack) ทำหน้าที่เป็นตัวล็อคเชือกรองเท้าและแสดงสัญลักษณ์ทางการค้า

4. เชือกรองเท้า (Lace) ทำหน้าที่ให้เท้าของผู้ใช้งานกระชับกับเท้าขณะเคลื่อนไหวในการเล่นกีฬาประเภทต่างๆ

5. ลิ้นรองเท้า (Tongue) ทำหน้าที่ป้องกันหลังเท้าช่วยรองรับกับเชือกรองเท้าขณะดึงเพื่อให้กระชับกับเท้า

6. ตาไก่หรือรูร้อยเชือกรองเท้า (Eyelet) ทำให้หน้าที่สำหรับร้อยเชือกรองเท้าเป็นวัสดุที่แข็งแรงสามารถรับแรงดึงจากเชือกรองเท้าได้ดี

7. สาปตาไก่หรือแผ่นทำรูเชือกรองเท้า (Eyestay) ทำหน้าที่เป็นแผ่นรองติดรูร้อยเชือกรองเท้าและหน้าผ้าซึ่งต้องมีความแข็งแรงสามารถรับแรงดึงจากเชือกรองเท้าได้

8. ห่วงคล้องนิ้ว (Figer loop) ทำหน้าที่เป็นตัวหิ้วรองเท้าหรือเป็นตัวช่วยดึงขณะกำลังสวมใส่รองเท้า

9. หน้าผ้าด้านส้นรองเท้า (Heel collar) ทำหน้าที่ป้องกันการบาดเจ็บหลังส้นเท้าขณะเล่นกีฬา

10. ชิ้นส่วนประดับส้นด้านหลัง (Backtab) ทำหน้าที่ห่อหุ้มเท้าด้านหลังและสามารถปักสัญลักษณ์ทางการค้าหรือโลโก้ต่าง ๆ

11. ชิ้นส่วนตัวรองเท้าหรือหน้าผ้าด้านข้าง (Collar) มีหน้าที่ป้องกันเท้าด้านข้างไม่ให้พลิกขณะเล่นกีฬาควรมีความกระชับและยืดหยุ่นในขณะสวมใส่หรือเล่นกีฬาประเภทต่าง ๆ

12. ชิ้นส่วนด้านหลัง (Back counter) มีหน้าที่ในการป้องกันเท้าด้านหลังประคองเท้าในขณะเคลื่อนไหวควรมีความแข็งแรงที่อยู่ตัวเพื่อเป็นตัวโครงสร้างให้กับหน้าผ้า

13. ผ้ากุ๊น (Binding) ผ้าเก็บขอบรอยเย็บและรอยประกบผ้าชั้นในและชั้นนอก มีหน้าที่ป้องกันไม่ให้รอยด้ายจะการเย็บและขอบผ้าเสียดกับเท้า และเก็บความเรียบร้อยให้กับชิ้นงาน

14. ซับในชิ้นส่วนตัวรองเท้า (Quarter lining) ผ้าซับในด้านในตัวรองเท้า ทำหน้าที่ลดการเสียดสีระหว่างหน้าผ้าชั้นนอกที่มีรอยตัดเย็บ ชิ้นส่วนประดับ กับเท้าขณะสวมใส่และเล่นกีฬาประเภทต่าง ๆ

15. แผ่นรองส่วนด้านในตรงส้น (Inner counter) ทำหน้าที่เป็นเป็นตัวทำให้รองเท้าอยู่ทรง ไม่บิดเบี้ยวและประคองเท้าขณะสวมใส่

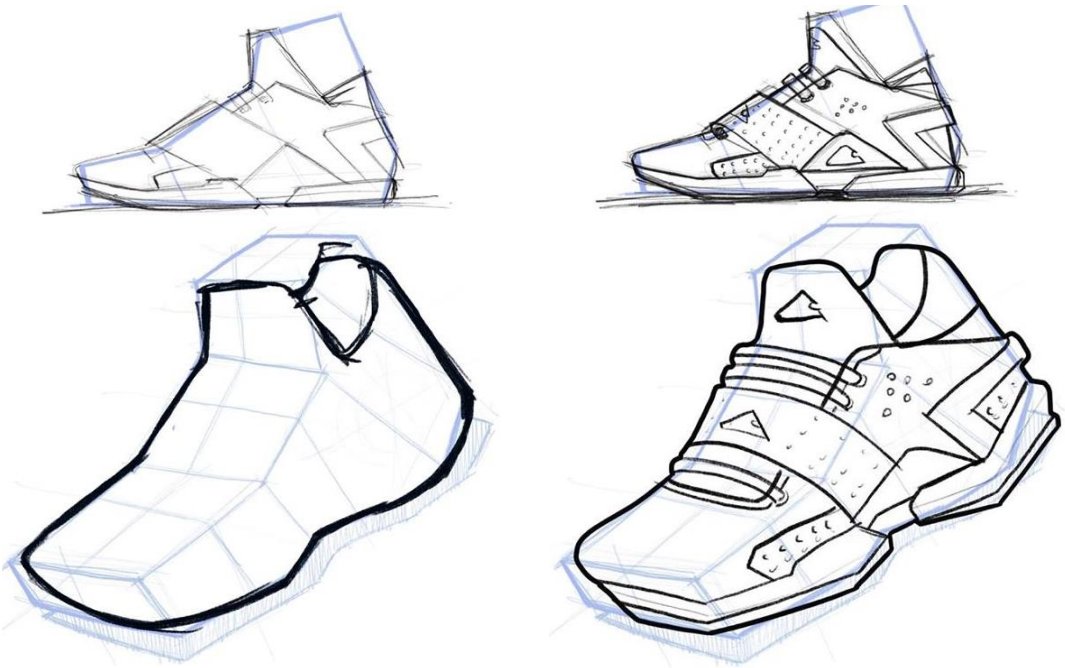
16. แผ่นยางฟองน้ำรองพื้น (Sock) ทำหน้าที่รองรับเท้าขณะสวมใส่เพื่อป้องกันการเสียดสีระหว่างเท้ากับพื้นรองเท้า สามารถในเทคโนโลยีทางวัสดุปรับความแข็งอ่อนให้เหมาะสมกับประเภทกีฬาผ่านทางแผ่นยางฟองน้ำรองพื้นได้ตามการใช้งาน

การแบ่งลักษณะรองเท้าจากการสวมใส่แบ่งได้ 3 ลักษณะได้แก่ 1) แบบเชือก 2) แบบมีสายรัด 3) แบบใช้ผ้ายืดหยุ่น ซึ่งจะให้รูปลักษณ์ของรองเท้าที่แตกต่างกัน โดยผู้ออกแบบสามารถนำลักษณะการสวมใส่นำมาผสมหรือใช้ร่วมกันได้เพื่อที่จะได้รูปแบบในการพัฒนารองเท้าที่แปลกตาดังรูปที่ 8

**รูปที่ 8** แสดงรูปการสวมใส่ของรองเท้า แบบเชือก แบบสายรัด แบบใช้ผ้ายืดหยุ่น [8]

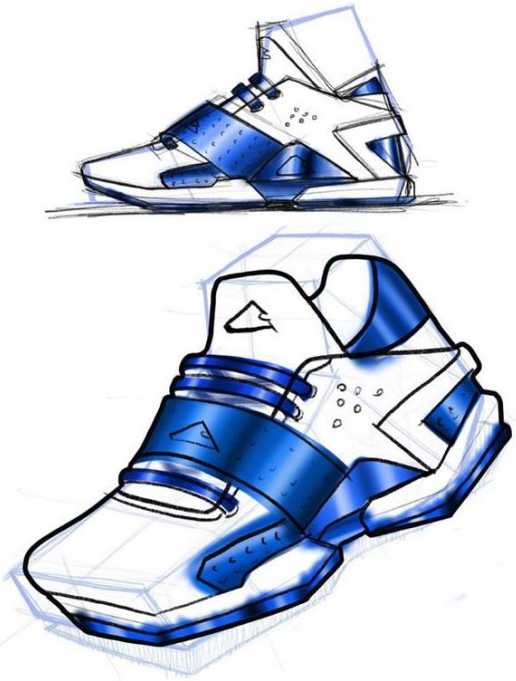
การร่างภาพโครงสร้างเท้าและส่วนประกอบของรองเท้า หากร่างภาพจนเกิดทักษะและสามารถร่างภาพในมุมมองต่าง ๆ ได้แล้วก็เข้าสู่การตัดทอนโครงสร้างให้เป็นรูปทรงรองเท้าโดย ผู้ออกแบบควรมีรูปแบบแนวคิดหรือโจทย์ในการออกแบบ เนื่องจากการร่างภาพรองเท้ามีหลากหลายประเภท ดังนั้นผู้ออกแบบจึงควรมีแนวคิดในการร่างเบื้องต้น

การตัดทอนโครงสร้างให้เป็นรูปทรงรองเท้า เป็นการร่างโครงสร้างให้มีลักษณะคล้ายรองเท้ารูปทรงใกล้เคียงกับแนวคิดที่ได้วางไว้ดังรูปที่ 9 และ รูปที่ 10



**รูปที่ 9** แสดงภาพร่างแนวคิดลงบนโครงสร้างเท้า [8] **รูปที่ 10** แสดงภาพร่างตามแนวคิดผู้ออกแบบลงบนโครงสร้าง [8]

หลังจากใส่เส้นร่างตามแนวคิดของผู้ออกแบบลงบนโครงสร้างแล้ว ผู้ออกแบบสามารถเก็บรายละเอียดลงบนภาพรองเท้าเพื่อใช้ในการนำเสนอแก่โรงงานผู้ผลิต ดังรูปที่ 11 และ รูปที่ 12



**รูปที่ 11** แสดงภาพลงสีร่างบนภาพที่ร่างไว้ [8]

**รูปที่ 12** แสดงภาพที่ลงสีเป็นที่และตัดเส้นเป็นที่เรียบร้อย [8]

การใส่รายละเอียดจะทำให้ผู้ออกแบบและโรงงานผู้ผลิตสามารถคาดเดาวัสดุเบื้องต้นในการผลิตได้ และสามารถพัฒนารูปแบบการตัดเย็บ ชิ้นส่วน รองเท้าได้ ผู้ออกแบบควรร่างภาพในทุกด้านของรองเท้าให้ครบ เพื่อที่จะใช้ในการนำเสนอเพื่อใช้ในการผลิต ดังรูปที่ 13


**รูปที่ 13** แสดงภาพการร่างภาพหลากหลายมุมเพื่อให้ผู้ผลิตเห็นรูปร่างหลากหลายมุมมอง [8]

การใส่รายละเอียดวัสดุมีส่วนสำคัญในการนำเสนอผลงานออกแบบและนำไปสู่กระบวนการผลิตจริง ผู้ออกแบบควรมีพื้นฐานในเรื่องของวัสดุ เช่น ผ้า พลาสติก ยางหรือยางสังเคราะห์ต่าง ๆ รวมทั้งเครื่องจักรกำลังความสามารถในการผลิตของโรงงานผู้ผลิตด้วยซึ่งสิ่งสำคัญในการพัฒนารองเท้าสู่การผลิตจริง การใส่รายละเอียดวัสดุควรระบุวัสดุที่ใช้และกระบวนการลักษณะการผลิตในการจัดทำต้นแบบจริง ดังรูปที่ 14


**รูปที่ 14** แสดงการใส่รายละเอียด วัสดุ กระบวนการผลิตให้กับโรงงานผู้ผลิต [8]

**4) การทำต้นแบบและผลิตภัณฑ์จริง** เมื่อผ่านการใส่รายละเอียดวัสดุและการผลิตแล้วผู้ผลิตจะทำการจัดทำต้นแบบให้ผู้ออกแบบได้ดู เพื่อหาข้อบกพร่องและปัญหาทางการผลิต แก่ผู้ออกแบบซึ่งผู้ออกแบบต้องคำนึงถึงในเรื่องของ รูปแบบที่ออกแบบ คุณภาพในการตัดเย็บ วัสดุที่ใช้ กระบวนการผลิตสร้างต้นทุนที่เพิ่มขึ้นหรือไม่ และเหลือเศษที่ทิ้งจากกระบวนการผลิตหรือไม่เป็นสิ่งสำคัญที่นักออกแบบต้องคำนึงถึงหากกระบวนการพัฒนาต้นแบบเสร็จสิ้นดังรูปที่ 15 ก็จะได้ต้นแบบจริงที่ใช้ทดสอบการสวมใส่กับกลุ่มเป้าหมาย และทำการเพิ่มสีเพื่อเพิ่มรูปแบบให้ตรงกับรสนิยมผู้ใช้มากขึ้น ดังรูปที่ 16

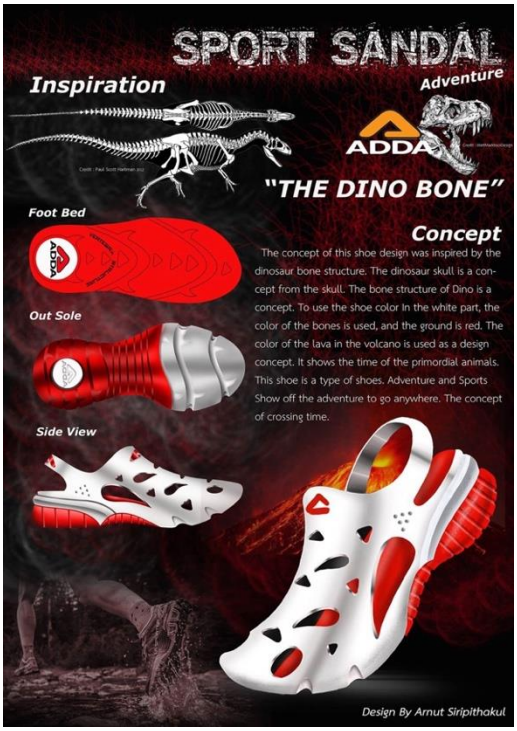
**รูปที่ 15** แสดงต้นแบบจริงซึ่งทางโรงงานผู้ผลิตจัดทำเพื่อการทดสอบ [8]


**รูปที่ 16** การพัฒนาสีสันให้ตรงกับรสนิยมของกลุ่มผู้ใช้ [8]

จากกระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้างต้นเป็นกระบวนการที่ผู้ผลิตมีทุนในการจัดทำต้นแบบ ซึ่งต้องใช้ทั้งแม่พิมพ์ วัสดุการผลิตจริงในการพัฒนาต้นแบบ ในกรณีที่ผู้ผลิตมีข้อจำกัดในเรื่องของทุน ก็สามารถสร้างต้นแบบจำลอง (Mock up) ศึกษารูปทรง และหาความเป็นไปได้ทางการตลาดก่อน จึงค่อยทำการสร้างแม่พิมพ์และผลิตจริง ดังรูปที่ 17 และ รูปที่ 18


**รูปที่ 17** แสดงลายเส้นเท่าต้นแบบเพื่อใช้ในการทำต้นแบบจำลอง [8] **รูปที่ 18** แสดงต้นแบบรองเท้าจำลองขนาดเท่าจริง [8]

การนำเสนอผลงานออกแบบเป็นสิ่งสำคัญในการออกแบบ ผู้ออกแบบควรทำภาพนำเสนอ แนวคิดในการออกแบบ กลุ่มเป้าหมาย แรงบันดาลใจในการพัฒนาเป็นจุดขายในรูปแบบของผลิตภัณฑ์รองเท้า จะสร้างความน่าสนใจให้กับผลิตภัณฑ์ และสามารถสร้างจุดเด่นให้กับผลิตภัณฑ์รองเท้าได้อย่างดี




**รูปที่ 19** แสดงรูปแบบการนำเสนอผลิตภัณฑ์รองเท้าให้เกิดความน่าสนใจ [8]

## สรุป

การใช้หลักการออกแบบในการพัฒนารูปแบบรองเท้าเพื่อการผลิต มีกระบวนการและแนวคิดในการพัฒนาผลิตภัณฑ์รองเท้า 4 ขั้นตอนได้แก่ 1) หลักการตลาด เป็นการหาความต้องการของผู้บริโภค เช่น ลักษณะการใช้งาน รูปร่าง รูปทรง สีสัน ราคาที่สามารถจ่ายได้ เป็นแนวทางและแนวคิดในการพัฒนาผลิตภัณฑ์รองเท้าในขั้นต้น โดยหลักการตลาดอาจอาศัยทฤษฎี The function complex [5] นำมาใช้ร่วมกับการพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์ได้แก่ ด้านความจำเป็น (Needs) เพื่อศึกษาความต้องการของผู้บริโภค ด้านจุดมุ่งหมาย (Telesis) ก็เพื่อออกแบบผลิตภัณฑ์ให้ถูกต้องความความต้องการที่แท้จริงของกลุ่มผู้บริโภค ด้านการสื่อความหมาย (Association) การสื่อความหมายเป็นการสื่อแนวคิดของผู้ออกแบบไปสู่ผลิตภัณฑ์โดยอาศัยหลักการออกแบบในการสื่อเช่น ประโยชน์ใช้สอย เน้นคุณค่าของวัสดุ การออกแบบที่ตอบสนองกลุ่มเป้าหมาย และความง่าย ด้านสุนทรีย์ความงาม (Aesthetic) เป็นการแสดงการออกแบบบนพื้นฐานของการสื่อความหมายให้ชัดเจนยิ่งขึ้นบนผลิตภัณฑ์ ด้านวิธีการ (Method) เป็นการแสดงรูปแบบกระบวนการเทคนิคในการออกแบบที่สัมพันธ์กับรูปแบบผลิตภัณฑ์ ด้านการใช้งาน (Use) เมื่อผลิตภัณฑ์คิดค้นรูปแบบการผลิตต่าง ๆ เป็นที่เรียบร้อยก็นำไปทดสอบกับกลุ่มเป้าหมายเพื่อหาคำตอบด้านการออกแบบและการใช้งานต่างๆ แล้วนำกลับมาปรับปรุงและเตรียมเข้าสู่กระบวนการวางผลิตและการขายต่อไป 2) การศึกษาทฤษฎีการยศาสตร์เท้ามนุษย์เป็นสิ่งสำคัญในการออกแบบรองเท้า เนื่องจากผู้ออกแบบต้องศึกษาการเคลื่อนไหวรูปแบบต่าง ๆ เช่น การเดิน การวิ่ง ขณะเล่นกีฬา ฯลฯ ซึ่งจะทำให้ผู้ออกแบบสามารถออกแบบรองเท้าได้หลากหลายรูปแบบ 3) เทคนิคการร่างภาพรองเท้า แบ่งเป็นสองขั้นตอนได้แก่ ขั้นตอนการร่างภาพโครงสร้างเท้าแล้วทำการตัดทอนเป็นรูปทรงรองเท้าแบบคร่าว ๆ และขั้นตอนการใส่รายละเอียดในภาพ เช่น วัสดุ รูปแบบการสวมใส่ สีสัน เพื่อให้รองเท้าเกิดมิติและสามารถกำหนดรายละเอียดเพื่อการผลิตได้ ทั้งนี้ผู้ออกแบบควรมีความรู้พื้นฐานในส่วนประกอบรองเท้าเป็นอย่างดี 4) การทำต้นแบบและผลิตภัณฑ์จริง การพัฒนารูปร่างให้เป็นต้นแบบมีสองประเภทคือ ต้นแบบจริง และต้นแบบจำลอง ซึ่งมีข้อแตกต่างในเรื่องของการสวมใส่ แต่สามารถนำมาดูศึกษารูปร่างได้เช่นเดียวกัน การทำต้นแบบเป็นขั้นตอนสุดท้ายในการพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์ควรคำนึงถึงรูปแบบการผลิต ต้นทุนการผลิต ปัญหาของวัสดุในการผลิต ซึ่งผู้ออกแบบต้องสามารถควบคุมได้ทั้งนี้การควบคุมปัจจัยต่าง ๆ ต้องอาศัยประสบการณ์การทดลอง กับทีมพัฒนาของโรงงานผู้ผลิตจะทำให้ผู้ออกแบบมีทักษะและประสบการณ์ที่เพิ่มมากยิ่งขึ้น

## กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการออกแบบ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร สถาบันวิจัยและพัฒนา ที่ให้การสนับสนุนการทำบทความวิชาการ ขอบคุณผู้เชี่ยวชาญ ผู้ทรงวุฒิ ที่ให้ข้อเสนอแนะในการเขียนบทความวิชาการในครั้งนี้

## เอกสารอ้างอิง

[1] Ledger, P. E. (1985). **Put your foot down: A treatise on the history of shoes**. Melksham, Wiltshire, United Kingdom: Colin Venton Ltd Publisher. 35-36.

[2] Soodsang, N. (2005). **Industrial Design.** Bangkok: O.S. Printing House. 48-51. (in Thai)

[3] Thailand Textile Institute. (2020). **Leather and footwear factory (cumulative) as of January – March 2020.** [online]. Available: https://www.thaitextile.org/th/insign/detail.1745.1.0.html Retrieved July 9, 2020. (in Thai)

[4] Khananurak, N. (2012). **Product and price management**. Bangkok: C.V.L. Printing. 88. (in Thai)

[5] Charungchitsunthon, W. (2005). **Principles and concepts of product design.** Bangkok: Appa. 25-27. (in Thai)

[6] Kokavec, M. (2014). **How to draw athletic shoes.** China: Render Demo Design Studio. 5-6.

[7] Boriboon, W. (2014). **Anatomy for drawers.** Bangkok: 70. Thai Quality Book. 191. (in Thai)

[8] Siripithakul, A. (2018). **Athletic shoes design.** Bangkok: O.S. Printing House. 20-45. (in Thai)

[9] Association of Thai Footwear Industrial Promotion and Bangkok Arts & Craft College. (2011). **Shoes Dic for shoes doc.** Bangkok: P.K.T. 4-6. (in Thai)

# ศึกษาเทคโนโลยีและกระบวนการผลิตสิ่งทอนอนวูฟเวน สำหรับป้องกันฝุ่นละออง PM 2.5 และโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา-19 ในยุควิถีชีวิตใหม่

# STUDY THE PRODUCTION PROCESS OF NONWOVEN TEXTILE TECHNOLOGY FOR PREVENTING PM 2.5 DUST AND INFECTIOUS OF THE CORONA VIRUS-19 IN THE NEW NORMAL

**สุนทร บินกาซานี***
**Sunthorn Bingasanee***
**E-mail: sunthorn.b@rmutp.ac.th**

สาขาออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการออกแบบ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร กรุงเทพมหานคร 10300
Major of Industrial Product Design, Faculty of Architecture and Design Rajamangala University of Technology Phra Nakhon, Bangkok 10300 Thailand

*Corresponding author E-mail: sunthorn.b@rmutp.ac.th

(Received: April 5, 2021; Revised: May 3, 2021; Accepted: June 9, 2021)

## ABSTRACT

At the present time, there are problems of PM 2.5 and the pandemic of Coronavirus or COVID-19 which is difficult to solve since effective remedy has not been discovered and well efficient vaccines which are not enough for population. Therefore, innovative textile technology of making masks called as "Nonwoven" has been invented to protect people from those problems. Nonwoven is a way to produce mask with less cost and less procedures. This textile innovation is considered as " Technical textile". The experiment shows that the best kind of masks which effectively protects wearers from virus and airborne particles called as "Respirator" which is as known as "N95". The number 95 in N95 shows filtration efficiencies for 0.1 to 0.3 micron particles. Consequently, N95 masks are recommended for people in medical industry, people who respond to patients with tuberculosis or respiratory diseases, and people in the area that have PM 2.5 pollution.

**Keywords:** Nonwoven; Textile; PM 2.5 dust; Corona virus-19; New normal

## บทคัดย่อ

ในปัจจุบันพบปัญหาของฝุ่นละออง PM 2.5 และปัญหาไวรัสโคโรนา หรือ Covid-19 ซึ่งในปัจจุบันยังไม่พบวัคซีน หรือวิธีการรักษา มนุษย์จึงได้คิดค้นวิธีป้องกัน โดยการพัฒนาทางด้านเทคโนโลยีนวัตกรรมสิ่งทอ ซึ่งเรียกว่า Nonwoven คือ การผลิตผ้าโดยที่ไม่ต้องทอ เป็นนวัตกรรมที่ลดต้นทุนและลดขั้นตอนกรรมวิธีการผลิต สิ่งทอเหล่านี้จัดอยู่ในกลุ่มประเภทที่เรียกว่า สิ่งทอเทคนิค Technical textile จากการทดลองนั้น พบว่า หน้ากากอนามัยทางการแพทย์ที่มีประสิทธิภาพในการกรองเชื้อโรค และสิ่งปนเปื้อนอนุภาคเล็กได้ดีที่สุด เรียกว่า Respirators หรือ เป็นที่นิยมเรียกในชื่อของ N95 ตัวเลข 95 ใน N95 บ่งบอกถึงค่าประสิทธิภาพในการกรองอนุภาคขนาดเล็กที่ 0.1-0.3 ไมครอน หน้ากาก N95 จึงเหมาะสำหรับหน้ากากบุคลากรแพทย์ หรือผู้ให้การรักษาแก่ผู้ป่วยที่เป็นวัณโรคปอด โรคทางเดินหายใจเฉียบพลันรุนแรง และป้องกันฝุ่นละออง PM 2.5 จึงสรุปได้ว่า หน้ากาก N95 นั้นมีประสิทธิภาพดีที่สุด

**คำสำคัญ:** นอนวูฟเวน; สิ่งทอ; ฝุ่น PM 2.5; ไวรัสโคโรนา-19; วิถีชีวิตใหม่

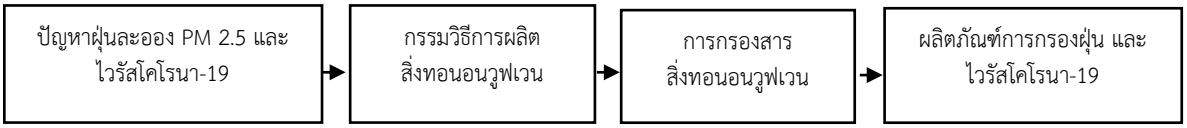
## 1. บทนำ

การกำหนดมาตรฐานฝุ่นละอองของประเทศไทย ฝุ่นละออง หมายถึง อนุภาคของแข็ง และหยดละอองของเหลวที่แขวนลอยกระจายในอากาศ อนุภาคที่แขวนลอยอยู่ในอากาศ บางชนิดมีขนาดใหญ่ และสีดำจนมองเห็นเป็นเขม่า และควัน แต่บางชนิดมีขนาดเล็กมากจนมองไม่เห็นด้วยตาเปล่า ฝุ่นละอองที่แขวนลอยในบรรยากาศ โดยทั่วไปมีขนาดตั้งแต่ 100 ไมครอน ลงมา และก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของคน สัตว์ พืช เกิดความเสียหายต่ออาคารบ้านเรือน ทำให้เกิดความเดือดร้อนรำคาญต่อประชาชน บดบังทัศนวิสัย ทำให้เกิดอุปสรรคในการคมนาคมขนส่งนานาประเทศ จึงได้มีการกำหนดมาตรฐานฝุ่นละอองในบรรยากาศขึ้นสำหรับในประเทศสหรัฐอเมริกา โดย United State Environmental Protection Agency (US.EPA) ได้มีการกำหนดค่ามาตรฐานของ ฝุ่นรวม (Total suspended particulate) และฝุ่นละอองขนาดเล็ก (Particulate Matter-PM) กว่า 10 ไมครอน (PM 10) แต่เนื่องจากมีการศึกษาวิจัยพบว่า ฝุ่นขนาดเล็กนั้น จะเป็นอันตรายต่อสุขภาพมากกว่าฝุ่นรวม เนื่องจากสามารถผ่านเข้าไปในระบบทางเดินหายใจส่วนล่าง และมีผลต่อสุขภาพมากกว่าฝุ่นรวม ดังนั้น US.EPA จึงได้มีการยกเลิกค่ามาตรฐานฝุ่นรวม และกำหนดค่าฝุ่นขนาดเล็กเป็น 2 ชนิด คือ ฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM 10) และฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน (PM 2.5) [1]

การรับรู้ของประชาชนทั่วโลกเรื่องโรคติดต่อ หลังจากทางการประเทศจีนยืนยันเมื่อ วันที่ 31 ธ.ค. 2562 พบว่า เกิดการระบาดของเชื้อไวรัสสายพันธุ์ใหม่ ในเมืองอู่ฮั่น หลังจากเก็บตัวอย่างไวรัสจากคนไข้นำไปวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ ในเวลาต่อมาประเทศจีน และองค์การอนามัยโลก ระบุว่าไวรัสชนิดนี้ คือ “เชื้อไวรัสโคโรนา” ซึ่งก่อนหน้านี้พบไวรัสโคโรนามาแล้ว 6 สายพันธุ์ที่เคยเกิดการระบาดในมนุษย์ สำหรับไวรัสโคโรนาสายพันธุ์ใหม่ที่กำลังระบาดเป็นสายพันธุ์ที่ 7 ขณะที่คณะกรรมการระหว่างประเทศว่าด้วยอนุกรมวิธานวิทยาของไวรัส (International committee on taxonomy of viruses) ได้กำหนดให้ใช้ชื่อไวรัสที่ทำให้เกิดโรค COVID-19 ว่า SARS-CoV-2 หรือ ไวรัสโคโรนา โรคทางเดินหายใจเฉียบพลันรุนแรงชนิดที่สอง (Severe acute respiratory syndrome coronavirus 2) เนื่องจากมีความเกี่ยวข้องทางพันธุกรรมอย่างใกล้ชิดกับเชื้อไวรัสโรคซาร์ส 5 ระยะเวลาการมีชีวิตอยู่ของเชื้อไวรัส โควิด-19 ในสิ่งแวดล้อมภายนอก ยังไม่มีข้อมูลที่ชัดเจนว่า ไวรัสโควิด-19 อยู่บนพื้นผิวได้นานเพียงใด ไวรัส อาจอยู่ได้ไม่กี่ชั่วโมง โดยน้ำยาฆ่าเชื้อสามารถฆ่าเชื้อไวรัสไม่ให้สามารถแพร่เชื้อได้ สำหรับอาการทั่วไปของโรคได้แก่ อาการระบบทางเดินหายใจ มีไข้ ไอ หายใจถี่ หายใจลำบาก ในกรณีที่อาการรุนแรงมาก อาจทำให้เกิดภาวะแทรกซ้อน เช่น ปอดบวม ปอดอักเสบ ไตวาย หรืออาจเสียชีวิต [2]

จากปัญหาที่พบนั้นจะเป็นการแพร่เชื้อทางอากาศ เช่น การไอ จาม น้ำลาย เสมหะ และสารคัดหลั่ง เมื่อละอองฝอยเหล่านี้เข้าสู่ทางปาก จมูก ตา หรือโดยการสัมผัสทางผิวหนังทำให้ติดเชื้อโรคได้ง่าย ดังนั้นทางการแพทย์ จึงรณรงค์ให้สวมหน้ากากอนามัยเพื่อป้องกันการติดเชื้อ โดยให้มีการใช้หน้ากากอนามัย เมื่อต้องออกไปทำธุระภายนอกบ้าน หรือทำกิจกรรมต่าง ๆ และใช้เจลแอลกอฮอล์ล้างมือทุกครั้งเมื่อเกิดการสัมผัสวัตถุ หรือสิ่งของต่าง ๆ ซึ่งทำให้ประชาชนมีความต้องการหน้ากากอนามัย และเจลแอลกอฮอล์เป็นอย่างมาก ทำให้เกิดหน้ากากอนามัยและเจลแอลกอฮอล์ไม่เพียงพอสำหรับการผลิตและจำหน่าย ซึ่งส่งผลกระทบโดยตรงต่อบุคลากรทางการแพทย์ ทำให้ไม่มีหน้ากากอนามัยใช้อย่างเพียงพอ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา




**รูปที่ 1** กระบวนการและขั้นตอนทางความคิด

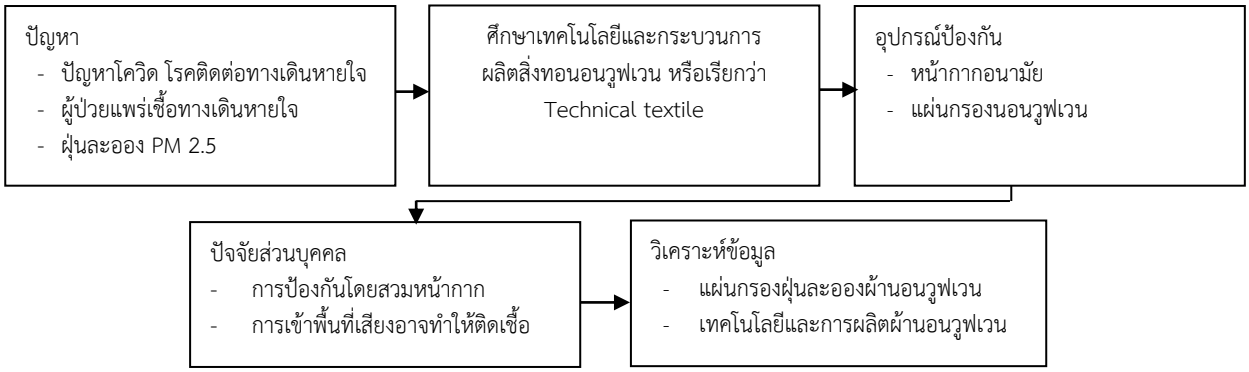
สิ่งทอทางเลือก หรือ Technical textiles ถือเป็นนวัตกรรมใหม่ของอุตสาหกรรมสิ่งทอ ที่เป็นเสมือนความหวังของอนาคตอุตสาหกรรมไทยที่น่าจับตามอง เพราะสามารถนำไปพัฒนาต่อยอดให้มีคุณสมบัติพิเศษ สร้างมูลค่าเพิ่มให้ผลิตภัณฑ์ได้ โดยมีกระบวนการผลิตที่แตกต่างจากสิ่งทอแบบทั่วไป เพื่อผลิตผลทางสิ่งทอ (Conventional textiles) เนื่องจากมีคุณสมบัติที่เหมาะกับการนำไปใช้งานเฉพาะทางมากกว่าผลิตขึ้นเพื่อความสวยงาม หรือเพื่อตกแต่ง ปัจจุบันพบว่าผ้านอนวูฟเวน มีแนวโน้มที่จะเป็นวัตถุดิบทดแทนมากขึ้นในอนาคตอันใกล้นี้ เช่น ในอุตสาหกรรมเครื่องนอน อุตสาหกรรมรองเท้า อุตสาหกรรมยานยนต์ อุตสาหกรรมเครื่องเรือน อุตสาหกรรมเสื้อผ้าเครื่องแต่งกาย อุตสาหกรรมเกษตร อุตสาหกรรมโยธา อุตสาหกรรมฟิลเตอร์ อุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์ และมีการขยายตัวอย่างรวดเร็ว เนื่องจากมีลักษณะเด่นและข้อได้เปรียบอยู่หลายประการ เช่น ราคาถูก

ป้องกันเชื้อแบคทีเรีย ปลอดภัยต่อการเผาไหม้ เนื่องจากสามารถดับได้ด้วยตนเอง และนำกลับมาใช้ใหม่ได้ เช่น ถุงลมนิรภัย เข็มขัดนิรภัย ผ้าออมสำเร็จรูป เสื้อเกราะกันกระสุน ซึ่งมักเป็นการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์โดยตรงจากเส้นใย เรียกว่า “ผ้าไม่ถักไม่ทอ” หรือ “นอนวูฟเวน” (Nonwoven) ตลาดสิ่งทอพบว่า นอนวูฟเวน มีอัตราที่โตขึ้นอย่างต่อเนื่องเฉลี่ยปีละ 4% สูงกว่าอุตสาหกรรมสิ่งทอทั่วไป ที่เติบโตเพียงปีละ 1% ปัจจุบันอุตสาหกรรมสิ่งทอของทวีปยุโรปและอเมริกาเหนือได้พัฒนา และผลิตสิ่งทอประเภทนี้มากขึ้น วัสดุโพลีเอสเตอร์ เป็นรูปแบบหนึ่งของเอทเทอร์ลีนไกลคอล และกรดเทอเลฟทาลิก ซึ่งได้จากกระบวนการปิโตรเคมีที่ใช้เป็นส่วนประกอบในการผลิตผ้านอนวูฟเวน ดังนั้นเส้นใยชนิดนี้ จึงมีราคาสูงตามสภาวะของน้ำมันดิบโลกที่มีการปรับตัวขึ้นไปอย่างต่อเนื่อง จึงทำให้วัตถุดิบที่สามารถผลิตในประเทศไทยไม่เพียงพอต่อความต้องการ และมีการขาดแคลน จึงมีการนำเข้าวัตถุดิบมาจากต่างประเทศ ทำให้เกิดการเสียดุลทางการค้า โดยประเทศไทยนำเข้าวัตถุดิบเส้นใยโพลีเอสเตอร์จากแหล่งต่างๆ ดังต่อไปนี้ ได้แก่ ประเทศญี่ปุ่น จีน ไต้หวัน เกาหลี อินโดนีเซีย [3]

## 2. วัตถุประสงค์

2.1 ศึกษาเทคโนโลยีนอนวูฟเวน สำหรับป้องกันฝุ่นละออง PM 2.5 และโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา-19 ในยุควิถีชีวิตใหม่
2.2 ศึกษาผลิตภัณฑ์นอนวูฟเวน สำหรับป้องกันฝุ่นละออง PM 2.5 และโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา-19 ในยุควิถีชีวิตใหม่
2.3 ศึกษาวิธีการผลิตนอนวูฟเวน สำหรับป้องกันฝุ่นละออง PM 2.5 และโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา-19 ในยุควิถีชีวิตใหม่

## 3. กรอบแนวความคิด

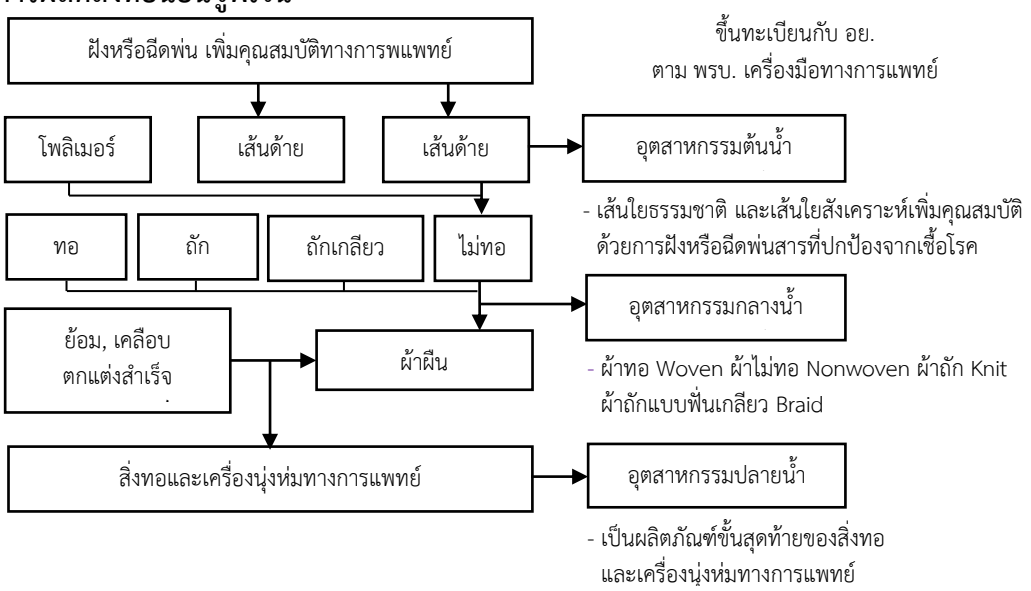



**รูปที่ 2** กรอบแนวความคิดศึกษาเทคโนโลยีและกระบวนการผลิตสิ่งทอนอนวูฟเวนสำหรับป้องกันฝุ่นละออง PM 2.5 และโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา-19 ในยุควิถีชีวิตใหม่

3.1 กรอบแนวความคิดได้นำเสนอข้อมูลและแสดงไว้ในบล็อกไดอะแกรมตามรูปที่ 2 ดังนี้

ปัญหาโควิดและฝุ่นละออง PM 2.5 เป็นปัญหาโรคติดต่อทางเดินหายใจ จึงทำการศึกษาเทคโนโลยีและกระบวนการผลิตสิ่งทอนอนวูฟเวน เพื่อเป็นอุปกรณ์ หน้ากากอนามัย แผ่นกรองนอนวูฟเวน สำหรับปัจจัยส่วนบุคคลในการป้องกัน โดยสวมหน้ากาก วิเคราะห์ข้อมูลแผ่นกรองฝุ่นละอองผ้านอนวูฟเวน เทคโนโลยีและการผลิตผ้านอนวูฟเวน

## 4. กระบวนการผลิตสิ่งทอนอนวูฟเวน




**รูปที่ 3** กระบวนการผลิตผ้าทอและผ้าไม่ทอ สำหรับสิ่งทอทางการแพทย์ [4]

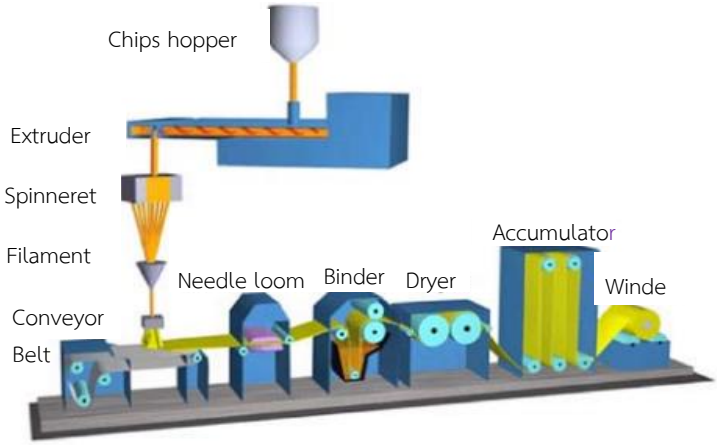
4.1 กระบวนการผลิตสิ่งทอนอนวูฟเวนได้อธิบายประกอบกับการแสดงไว้ในบล็อกไดอะแกรมตามรูปที่ 3 ดังนี้ กระบวนการผลิตสิ่งทอทางการแพทย์

4.1.1 อุตสาหกรรมต้นน้ำ – เส้นใยที่นำมาใช้ผลิตสินค้าสิ่งทอเทคนิคทางการแพทย์ประกอบด้วยกลุ่มเส้นใยหลัก 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มเส้นใยธรรมชาติ เช่น ฝ้าย ไหม ใยจากไผ่ เป็นต้น และกลุ่มเส้นใยสังเคราะห์ เช่น พอลีเอสเทอร์ พอลีโพรพิลีน ซิลิโคน เป็นต้น โดยในกระบวนการนี้อาจมีการเพิ่มคุณสมบัติทางการแพทย์ต่างๆ โดยฝังหรือฉีดพ่นลงไป

4.1.2 อุตสาหกรรมกลางน้ำ เราสามารถแบ่งกระบวนการผลิตผ้าสำหรับสิ่งทอทางการแพทย์จากเส้นใยประเภทต่างๆ ได้เป็น 4 ประเภทหลัก คือ ผ้าทอ (Woven) ผ้าไม่ทอ (Nonwoven) ผ้าถัก (Knit) และผ้าถักแบบฟั่นเกลียว (Braid)

4.1.3 อุตสาหกรรมปลายน้ำ จากเส้นใยที่ผ่านกระบวนการผลิตเป็นสิ่งทอประเภทต่างๆจนได้ผลิตภัณฑ์ขั้นสุดท้ายที่ถูกนำไปใช้ประโยชน์ในรูปแบบต่างๆกัน คือ สิ่งทอทางการแพทย์ที่ไม่สามารถปลูกถ่ายได้ (Nonimplantable), สิ่งทอทางการแพทย์ที่สามารถปลูกถ่ายได้ (Implantable) อุปกรณ์ที่ใช้เสริมการทำงานของอวัยวะ (Extracorporeal) และ ผลิตภัณฑ์ที่ใช้สำหรับการดูแลสุขภาพและสุขอนามัย (Healthcare/hygiene products)

## 5. ขั้นตอนการผลิตวัสดุสิ่งทอนอนวูฟเวน




**รูปที่ 4** ขั้นตอนการผลิตสิ่งทอนอนวูฟเวน

5.1 ขั้นตอนการผลิตวัสดุสิ่งทอนอนวูฟเวนแสดงไว้ในรูปที่ 4 และอธิบายได้ ดังนี้

5.1.1 การขึ้นรูปแผ่น (Web formation) เป็นการกระจายและโรยเส้นใยลงบนวัสดุรองรับเพื่อทำให้เป็นแผ่น โดยเส้นใยที่ใช้อาจอยู่ในรูปเส้นใยโดยตรง (เทคนิค Dry-laid และ Wet-laid) หรือทำการขึ้นรูปเส้นใยจากเม็ดพลาสติกหลอมแล้ว จึงโรยเส้นใยเพื่อขึ้นรูปเป็นแผ่น (เทคนิคการปั่นหลอม Melt spinning) เส้นใยที่ใช้สำหรับเทคนิค Dry-laid และ Wet-laid ส่วนใหญ่จะเป็นเส้นใยสั้นโดยใช้ลมและน้ำ เป็นตัวกลางในการกระจายเส้นใยลงบนวัสดุเพื่อขึ้นรูปเป็นแผ่นส่วนเทคนิคการปั่นหลอมคือ ใช้เส้นใยยาวที่ขึ้นรูปจากเม็ดพลาสติกที่ถูกหลอมเหลว และอัดผ่านหัวฉีดจะถูกโรยอย่างต่อเนื่องลงบนสายพานที่เคลื่อนที่เพื่อขึ้นรูปเป็นแผ่นนอนวูฟเวน

5.1.2 การยึดติดเส้นใยในแผ่น (Bonding process) เป็นขั้นตอนการยึดตรึงเส้นใยในแผ่นไว้ด้วยกันเพื่อเพิ่มความแข็งแรงของแผ่น สามารถทำได้หลายวิธี ซึ่งจะทำให้ลักษณะและความแข็งแรงของแผ่นนอนวูฟเวนแตกต่างกัน

5.1.2.1 วิธีการเชื่อมยึดติดด้วยความร้อน (Thermal bonding) เช่น ใช้ลูกกลิ้งร้อน (Hot calendars) และลมร้อน (Hot air) เพื่อให้บางส่วนของเส้นใยหลอม และยึดติดกันภายหลังทำให้เย็นตัวลง การใช้ลูกกลิ้งร้อนจะทำให้แผ่นที่ได้มีลักษณะเป็นแผ่นแบนที่มีความแข็งแรงแตกต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับพื้นที่ผิวสัมผัสของลูกกลิ้งร้อนบนแผ่นนอนวูฟเวน หากลูกกลิ้งที่ใช้เป็นลูกกลิ้งเรียบจะทำให้ได้แผ่นแบนเรียบ มีความแข็งแรงสูง แต่หากใช้ลูกกลิ้งที่มีพื้นที่สัมผัสน้อยลง ผ้าที่ได้ก็จะมีความฟูมากขึ้นมีสัมผัสและการโค้งงอที่ดีขึ้น แต่ความแข็งแรงน้อยลงเช่นเดียวกับในกรณีที่ใช้ลมร้อนแทนการใช้ลูกกลิ้ง

5.1.2.2 วิธีการเชื่อมยึดติดทางเคมี (Chemical bonding) คือ การใช้กาวเพื่อยึดติดเส้นใย ทั้งในรูปของสารละลายกาวหรือโฟมกาว หรือสเปรย์กาว กรณีที่ใช้สารละลายกาวจะได้เป็นแผ่นเรียบแบนและแข็ง ในขณะที่ใช้โฟมกาวหรือสเปรย์กาวแผ่นที่ได้จะมีความหนาฟูมีความนุ่มและคืนตัวได้ดี

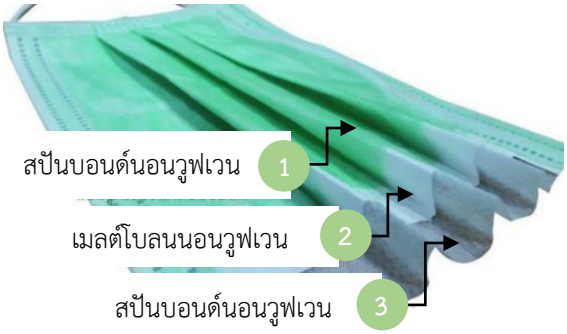
5.1.2.3 วิธีการเชื่อมยึดติดด้วยกระบวนการทางกล (Mechanical bonding) เช่น การปักด้วยเข็มปัก (Needle punching) และการปักด้วยเข็มน้ำ (Hydro entanglement) เป็นต้น ผ้าที่ใช้เทคนิคปักด้วยเข็มปักส่วนใหญ่จะมีลักษณะเป็นแผ่นหนาและแข็ง มีความแข็งแรงสูง ในขณะที่ผ้าที่ใช้เข็มน้ำในการยึดเส้นใยจะมีความนิ่มคล้ายผ้า

5.1.3 การตกแต่ง (Finishing process) เป็นขั้นตอนสุดท้ายเพื่อเพิ่มลักษณะและสมบัติพิเศษอื่น ๆ ให้เป็นแผ่นนอนวูฟเวนเช่น การย้อมสีเพิ่มความนุ่ม กลิ่นหอม สัมผัสความนูน สมบัติหน่วงไฟ ป้องกันไฟฟ้าสถิต เป็นต้น ซึ่งสามารถทำได้โดยวิธีทางกายภาพและทางเคมี

## 6. วัสดุนอนวูฟเวนสำหรับอุปกรณ์ทางการแพทย์

6.1 สปันบอนด์นอนวูฟเวน (Spunbond nonwoven) สามารถยืดตัวได้ หดตัวได้ดี ไม่สร้างมลภาวะเป็นพิษ ไม่มีผลเสียต่อสภาพแวดล้อม ย่อยสลายได้ง่ายพอสมควรในระยะเวลาอันสั้น น้ำหนักเบามาก แต่สามารถรับน้ำหนักได้ดีพอสมควร คุณสมบัติไม่ดูดซับน้ำ และไม่มีสารพิษตกค้างอยู่ รวมทั้งปลอดเชื้อแบคทีเรีย เชื้อรา ไม่สามารถเติบโตได้ในสปันบอนด์เป็นฉนวนไฟฟ้า ผ้าสปันบอนด์ เป็นวัสดุที่ใช้ในวงการแพทย์ เนื่องจากปลอดภัยจากเชื้อรา และแบคทีเรีย

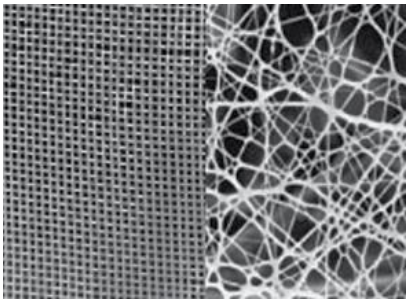
6.2 เมลต์โบลนนอนวูฟเวน (Meltblown nonwoven) การขึ้นรูปเส้นใยจากเม็ดพลาสติกที่ใช้ในการยึดเส้นใยในแผ่นส่วนใหญ่เป็นเทคนิคการเชื่อมยึดด้วยความร้อน การเชื่อมยึดด้วยเคมี และการปักด้วยเข็มน้ำ แผ่นนอนวูฟเวนแบบเมลต์โบลนนี้มีความแข็งแรงน้อย จึงต้องใช้งานร่วมกับวัสดุ หรือนอนวูฟเวนชนิดอื่น ๆ จากคุณสมบัติเส้นใยที่มีขนาดเล็กละเอียดมาก จึงมักใช้ในงานกรอง เช่น ไส้กรอง แผ่นกรองในหน้ากากอนามัย ผลิตภัณฑ์ด้านการแพทย์และฉนวน เป็นต้น




**รูปที่ 5** รูปวัสดุหน้ากากอนามัยทางการแพทย์นอนวูฟเวน

หน้ากากอนามัยทางการแพทย์ (Surgical mask) และอุปกรณ์ป้องกันระบบทางเดินหายใจ (Respirator mask) จัดเป็นวัสดุอุปกรณ์ทางการแพทย์ ใช้สำหรับการป้องกันสิ่งปนเปื้อนทั้งอนุภาคขนาดใหญ่และขนาดเล็กเข้าสู่ร่างกายของแพทย์ และคนไข้ผ่านทางระบบทางเดินหายใจ หน้ากากอนามัยได้ถูกใช้ในโรงพยาบาล และศูนย์การผ่าตัดเป็นหลักใช้ในศัลยแพทย์ ทันตแพทย์ และสัตวแพทย์เป็นส่วนใหญ่ การเพิ่มสูงขึ้นของปัจจัยของโรค หรืออุบัติเหตุที่ต้องได้รับการผ่าตัด รวมถึงการส่งเสริมผลักดันนวัตกรรมทางการแพทย์ ได้ส่งผลต่อการเติบโตอย่างรวดเร็วของตลาดหน้ากากอนามัยโลก [5]

## 7. ผ้าทอนอนวูฟเวน (Nonwoven)



**รูปที่ 6** แสดงโครงสร้างของผ้าทอ และผ้านอนวูฟเวน โดยผ้านอนวูฟเวนเกิดจากการขึ้นรูปจากเส้นใยโดยตรง ซึ่งแตกต่างจากผ้าทอและผ้าถักโดยทั่วไป

จากรูปที่ 6 แสดงโครงสร้างของผ้าทอ และผ้านอนวูฟเวน โดยผ้านอนวูฟเวนเกิดจากการขึ้นรูปจากเส้นใยโดยตรง ซึ่งแตกต่างจากผ้าทอและผ้าถักโดยทั่วไป มีการขึ้นรูปเส้นใยให้เป็นเส้นด้ายก่อนแล้วจึงนำไปขึ้นรูปเป็นผ้า ดังนั้นถ้าเรานำเอาแผ่นนอนวูฟเวนมาส่องกล้องขยายดูโครงสร้าง จะเห็นเป็นเส้นใยพาดในทุกทิศทาง นอนวูฟเวน มีข้อเด่น คือ สามารถออกแบบให้มีลักษณะและคุณสมบัติที่หลากหลาย เพื่อให้เหมาะสมสำหรับการใช้งานที่แตกต่างกันไป ซึ่งลักษณะและคุณสมบัติที่หลากหลายของนอนวูฟเวน เกิดจากการเลือกใช้เส้นใยที่มีอยู่หลากหลายชนิด ทั้งเส้นใยธรรมชาติ และเส้นใยประดิษฐ์ผสมผสานกับกระบวนการขึ้นรูปนอนวูฟเวน สามารถทำได้หลายเทคนิค นอนวูฟเวนมีกระบวนการผลิตรวดเร็ว และผลิตได้ในปริมาณมาก ต้นทุนการผลิตต่ำ จึงสามารถใช้สำหรับผลิตภัณฑ์ที่ใช้แล้วทิ้ง (Disposable) ได้

## 8. การกรองสารเคมี ฝุ่น PM 2.5 และเชื้อแบคทีเรีย

สิ่งทอสามารถนำไปประยุกต์ใช้สำหรับงานทางด้านอุตสาหกรรมได้หลากหลาย ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับประเภทของอุตสาหกรรมนั้นๆ นอกจากนี้แล้วยังพบว่า มีการนำเอาวัสดุสิ่งทอมาใช้งานในลักษณะเป็นตัวกรองสารต่าง ๆ เช่น ของเหลว ก๊าซ ฝุ่นละออง เป็นต้น การใช้งานของตัวกรอง และอุปกรณ์การแยกสารจะมีความสัมพันธ์กัน กล่าวคือ ตัวกรองจะทำหน้าที่เป็นตัวกลางสำหรับแยกสารส่วนที่ต้องการ และไม่ต้องการให้ออกจากกัน ยกตัวอย่างเช่น การกรองกากกาแฟ การกรองอากาศภายในรถยนต์เพื่อให้ได้อากาศที่ดี หรือการใช้หน้ากากที่มีตัวกรองสำหรับป้องกันกลิ่นของสารเคมี หรือก๊าซพิษ เป็นต้น โดยทั่วไปตัวกรองต่าง ๆ เหล่านี้มักจะผลิตมาจากผ้าไม่ทอ (Nonwoven) และผ้าที่ทอ (Woven) ซึ่งมีโครงสร้างที่แตกต่างกันออกไป

8.1 การกรอง (Filtration) หมายถึง การจับ (Capture) หรือการกักเก็บอนุภาคขนาดเล็ก (Retention of small particles) จากกระแสการเคลื่อนที่ของก๊าซ การกรองสารมีความแตกต่างกันออกไป ขึ้นอยู่กับวิธีการอุปกรณ์ สำหรับกรองสาร และชนิดของตัวกรอง (Filter) ที่ใช้ชนิดของการกรอง (Filtration types)

8.1.1 การกรองแบบเปียก (Wet filtration) เป็นการใช้ผ้ากรอง (Filter fabric) สำหรับแยกอนุภาคที่เป็นของแข็งออกจากของเหลวในลักษณะของก้อนเค๊ก ลักษณะการไหลของของเหลวสำหรับการกรองแบบเปียกนั้น มีการไหลแบบอิสระผ่านตัวกลาง โดยที่อนุภาคของของแข็งจะหยุดนิ่งกับที่ และไม่ไหลผ่านตัวกลางที่เป็นตัวกรอง ซึ่งทำมาจากวัสดุสิ่งทอ การกรองลักษณะนี้จะสังเกตได้จากเครื่องกรองน้ำ ซึ่งภายในมีไส้กรองที่ทำมากจากผ้าไม่ทอ (Nonwoven)

8.1.2 การกรองแบบแห้ง (Dry filtration) เป็นลักษณะการกรองฝุ่นละอองต่าง ๆ โดยใช้ถุงกรอง หรือถุงเก็บฝุ่น (Bag filter) การกรองลักษณะนี้สังเกตได้จากเครื่องดูดฝุ่นที่ใช้ทั่วไปตามบ้านเรือน หรือตามโรงงานอุตสาหกรรม ใส้กรองอากาศที่ใช้ในรถยนต์ หรือตัวกรองอากาศที่อยู่ในเครื่องปรับอากาศ วัสดุสิ่งทอที่นำมาใช้งานกรองลักษณะนี้จะใช้ผ้าไม่ทอ (Nonwoven)

8.2 การแบ่งประเภทของการกรอง (Classification of filtration) นั้นขึ้นอยู่กับกระบวนการแยกสารและการกรอง ซึ่งโดยทั่วไปสามารถแบ่งออกเป็นประเภทต่าง ๆ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

**ตารางที่ 1** ชนิดของตัวกรองหรือไส้กรองที่ผลิตมาจากวัสดุสิ่งทอ และสมบัติการกักเก็บอนุภาค

| ชนิดตัวกรอง หรือไส้กรอง | ขนาดอนุภาคที่เล็กที่สุดที่ถูกกักเก็บ (ไมโครเมตร) |
|---|---|
| ผ้าทอ (Woven fabric) | 5 |
| ผ้าที่เป็นตาข่ายเชื่อมโยง (Link fabric) | 200 |
| ผ้าไม่ทอ (Nonwoven) ชนิด Filter sheets | 0.5 |
| ผ้าไม่ทอ (Nonwoven) ชนิด Felts และ Media felts | 10 |
| ผ้าไม่ทอ (Nonwoven) ชนิด Paper media-cellulose-glass | 5 |
| เส้นใยซึ่งมีลักษณะเรียงตัวกันอย่างดี (Loose fiber) | <1 |
| เส้นใยที่นำไปทำเป็นผง (Loose powder) | <0.1 |

8.2.1 ผ้าไม่ทอ (Nonwoven) ชนิด Filter sheets การกรองระดับไมโคร (Microfiltration) การกรองลักษณะนี้เป็นการกรองสารปนเปื้อนให้ออกจากเฟสของของเหลวหรือก๊าซ โดยใช้เมมเบรนที่เป็นรูพรุนขนาดไมโคร (Microporous membrane) โดยรูพรุนจะมีขนาดระหว่าง 0.1–10 ไมโครเมตร การกรองประเภทนี้ มีลักษณะพื้นฐานที่แตกต่างจากการกรองแบบ Reverse Osmosis (RO) และแบบ Nano Filtration (NF) ทั้งนี้เนื่องจากการกรองทั้ง 2 แบบ (RO และ NF) จะต้องมีการใช้แรงดันต่ำไปสู่แรงดันที่สูงขณะทำการกรองสาร แต่ระบบ Microfiltration นั้นจะใช้ระบบแรงดันหรือไม่ใช้ก็ได้

8.2.2 ผ้าไม่ทอ (Nonwoven) ชนิด Felts และ Media felts การกรองอนุภาค (Particle filtration) การกรองประเภทนี้ เป็นการแยกอนุภาคสารที่มีขนาดมากกว่า 10 ไมโครเมตร การกรองประเภทนี้สามารถทำได้อย่างง่ายและไม่ต้องใช้เมมเบรนที่เป็นรูพรุนขนาดไมโคร (Microporous membrane)

8.2.3 ผ้าไม่ทอ (Nonwoven) ชนิด Paper media-cellulose-glass สามารถกักเก็บขนาดอนุภาคที่เล็กที่สุดที่ถูกกักเก็บ คือ 5 (ไมโครเมตร)

8.3 สรุปการกรองสารชนิดของตัวกรอง หรือไส้กรองที่ผลิตมาจากวัสดุสิ่งทอ และสมบัติการกักเก็บอนุภาคทั้ง 4 ประเภท

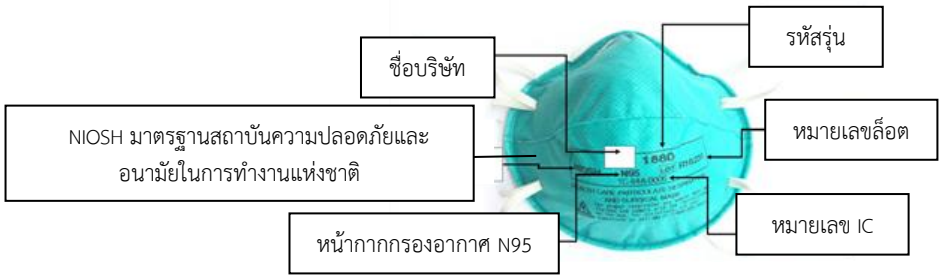
8.3.1 การกรองสารที่เป็นเส้นใย ลักษณะของเส้นใยเส้นใยซึ่งมีลักษณะเรียงตัวกันอย่างดี (Loose fiber) มีขนาดอนุภาค <1 (ไมโครเมตร) เส้นใยที่นำไปทำเป็นผง (Loose powder) <0.1 (ไมโครเมตร) 2. การกรองสารผ้าไม่ทอ (Nonwoven) ชนิด Filter sheets 0.5 (ไมโครเมตร) ผ้าไม่ทอ (Nonwoven) ชนิด Paper media-cellulose-glass 5 (ไมโครเมตร) ผ้าไม่ทอ (Nonwoven) ชนิด Felts และMedia felts 10 (ไมโครเมตร) 3. การกรองสารที่เป็นผ้าทอ (Woven fabric) 5 (ไมโครเมตร) 4. การกรองสารที่เป็นผ้าที่เป็นตาข่ายเชื่อมโยง (Link fabric) 200 (ไมโครเมตร)

**ตารางที่ 2** ผลของโครงสร้างลายทอต่อสมบัติของตัวกรองสารที่ผลิตจากผ้า

| คุณสมบัติ | โครงสร้างการทอ | | |
|---|---|---|---|
| | ลายขัด | ลายทะแยง | ลายต่วน |
| ความคงรูป (Rigidity) | ดีที่สุด | พอใช้ | ต่ำ |
| การบีบอัด (Bulk) | ต่ำ | ดีที่สุด | ดีที่สุด |
| การไหลเวียนภายใน (Initial flow rate) | ต่ำ | ดี | ดีที่สุด |
| ประสิทธิภาพการกักเก็บ (Retention efficiency) | ดีที่สุด | พอใช้ | ต่ำ |
| การลำเลียงตะกอน (Cake release) | ดี | ต่ำ | ดีที่สุด |

โครงสร้างลายผ้าทอตามคุณสมบัติ ได้แก่ ความคงรูป การบีบอัด การไหลเวียนภายใน ประสิทธิภาพการกักเก็บ การลำเลียงตะกอน จากตารางแสดงเรียงตามลำดับตามคุณภาพ โครงสร้างลายผ้าทอ 1. ลายต่วน 2. ลายขัด 3. ลายทะแยง [6]

## 9. ข้อมูลผลิตภัณฑ์สิ่งทอทางการแพทย์

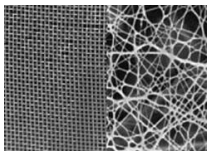
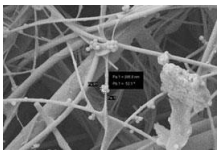



**รูปที่ 7** หน้ากากอนามัยทางการแพทย์ 95 ป้องกันระบบทางเดินหายใจ

หน้ากากอนามัยชนิด Respirator หรือเป็นที่นิยมเรียกในชื่อของ N95 ตัวเลข 95 บ่งบอกถึงค่าประสิทธิภาพในการกรองอนุภาคขนาดเล็กที่ 0.3-0.1 ไมครอน ของหน้ากากมีทั้งหมด 3 ระดับ ได้แก่ 95% (N95), 99% (N99), และ 99.97% (N100 หรือ ตัวกรองชนิด HEPA filter) หน้ากาก N95 เหมาะสำหรับบุคลากรแพทย์ผู้ให้การรักษาแก่ผู้ป่วยที่เป็นวัณโรคปอด โรคทางเดินหายใจเฉียบพลันรุนแรง SARS เป็นต้น วัตถุดิบที่นิยมใช้ทำแผ่นกรอง ได้แก่ PTFE ที่ผ่านกระบวนการ Electrospinning Process การแพร่กระจายของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (COVID-19) เกิดขึ้นผ่านทางการสัมผัสและละอองฝอยขนาดใหญ่ (Droplet) เป็นหลัก ที่เกิดจากการพ่นสารคัดหลั่งออกมาจากปาก หรือผ่านการไอ ซึ่งจะตกตามแรงโน้มถ่วงของโลก สามารถเดินทางในอากาศได้ไกลประมาณ 1 เมตร แม้ว่าการแพร่กระจายของโรคติดต่อ เชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (COVID-19) ส่วนใหญ่เป็นทางฝอยละอองขนาดใหญ่ แต่การทำหัตถการที่เกี่ยวกับทางเดินหายใจในผู้ป่วยที่ติดเชื้อ เช่น การใส่และถอดท่อหายใจ การดูดเสมหะในหลอดลม การพ่นยา การส่องกล้องหลอดลม การให้ออกซิเจนอัตราไหลสูง การกระตุ้นให้เกิดการขับเสมหะ การกู้ชีวิต ล้วนทำให้เกิดการแพร่กระจายทางอากาศ (Airborne transmission) ได้โดยผ่านทางละอองฝอยขนาดเล็ก (Aerosol) ที่มีขนาดเล็กกว่า 5 ไมโครเมตร ซึ่งสามารถแขวนลอยในอากาศได้เป็นระยะเวลานาน และในระยะทางที่ไกลเกิน 2 เมตร จึงสามารถติดต่อได้ทางการสูดละอองฝอยขนาดเล็กเหล่านั้นที่มีไวรัสอยู่ และก่อให้เกิดโรคขึ้นการทำหัตถการเหล่านี้จึงเพิ่มความเสี่ยงในการติดเชื้อให้แก่ บุคลากรทางการแพทย์ รวมถึงวิสัญญีแพทย์ ที่มีโอกาสเสี่ยงได้รับละอองฝอยจากการทำหัตถการ เกี่ยวกับทางเดินหายใจ ดังนั้น จึงควรทำในห้องแรงดันลบที่มีการหมุนเวียนอากาศอย่างดี และปิดประตูมิดชิด หรือห้องใด ๆ ที่มีอัตราการเปลี่ยนแปลงมวลอากาศอย่างรวดเร็ว และจำกัดจำนวนบุคลากรให้น้อยที่สุด และมีอุปกรณ์ป้องกันตนเองที่เหมาะสมในการป้องกันการแพร่กระจายของเชื้อทางอากาศ ซึ่งรวมถึงหน้ากากกรองอากาศชนิด N95 ด้วย

หน้ากากกรองอากาศคุณภาพสูง ที่ตัวกรองฝุ่นละอองนั้นผลิตจากเส้นใย Polypropylene ขนาดเล็ก และมีประจุไฟฟ้าสถิต ทำให้การกรองมีประสิทธิภาพ โดยหน้ากากกรองอากาศนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อลดการสัมผัสของผู้สวมใส่ต่อละอองฝอยขนาดใหญ่และละอองฝอยขนาดเล็กที่จะเกิดขึ้นผ่านการสูดหายใจ โดยจะต้องได้รับการประเมิน ทดสอบ และอนุมัติโดยกรมอาชีวะอนามัยของสหรัฐอเมริกา (The National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH)) ว่าสามารถกรองอนุภาคที่ไม่ใช่สารที่ประกอบด้วยน้ำมัน (N=Not resistance to oil) ขนาด 0.3 ไมโครเมตร ได้อย่างน้อย 95% โดยการทดสอบจะทำโดยทดสอบกับสภาวะวิกฤตที่สุดที่อาจจะเกิดขึ้นในการใช้งาน โดยการใช้ละอองฝอย NaCl ที่ขนาด 0.3 ไมโครเมตร ที่อัตราการไหลของอากาศ 85 ลิตรต่อนาที ซึ่งจำลองถึงการใช้งานระดับปานกลางถึงมาก และในสภาวะที่มี Aerosol loading อย่างน้อย 200 มิลลิกรัม โดยถือว่าเป็นสภาวะที่มีฝอยละอองเจือปนในระดับที่มาก นอกจากคุณสมบัติการกรองที่เหมาะสมของหน้ากากกรองอากาศแล้ว หน้ากากนั้นควรจะมีความพอดีกับรูปทรงใบหน้าผู้สวมใส่ เพื่อลดการปนเปื้อนของละอองฝอยผ่านช่องว่างระหว่างผิวหนังและหน้ากากกรองอากาศให้มากที่สุด และยังต้องมีการสวมใส่และถอดออกอย่างถูกต้องด้วย [7]

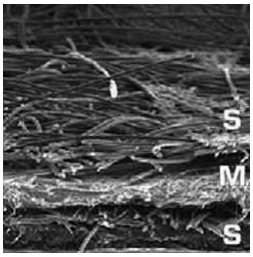
**ตารางที่ 3** รายละเอียดจากไวรัส ผ่านสิ่งทอนอนวูฟเวน เข้าสู่ตัวกรองและหน้ากากอนามัย N95

| ฝุ่น PM 2.5 และไวรัสโคโรนา-19 | Nonwoven | ตัวกรองชนิด HEPA | หน้ากาก N95 |
|---|---|---|---|
|  |  |  |  |
| ไวรัสโคโรนา-19 เกิดจากการผสมสารพันธุกรรมระหว่างไวรัสโคโรนา ของค้างคาวกับงูเห่า กลายพันธุ์เป็นไวรัสโคโรนา สายพันธุ์ SARS-CoV-2 แพร่เชื้อมาสู่คนได้ | สิ่งทอทางด้านเทคนิค สามารถทำได้หลายเทคนิค สิ่งทอนอนวูฟเวนมีกระบวนการผลิตรวดเร็วผลิตได้ในปริมาณมากและต้นทุนการผลิตต่ำ | ตามมาตรฐานอุตสาหกรรมแผ่นกรองอากาศ ที่จะได้ว่าชื่อเป็นแผ่นกรองอากาศ HEPA นี้ จะต้องสามารถกรองฝุ่นที่มีขนาดอนุภาคใหญ่กว่า 0.3 ไมครอน [7] | ป้องกันเชื้อโรคที่มีขนาดเล็กสูงกว่าหน้ากากอนามัยแบบทั่วไป มีประสิทธิภาพในการดักจับอนุภาคขนาดเล็ก PM 2.5 และ PM 10 ไม่น้อยกว่า 95% |

ประโยชน์หลักของหน้ากากอนามัยในทางการแพทย์ ใช้สำหรับป้องกันการติดต่อของเชื้อโรคระหว่างแพทย์ หรือศัลยแพทย์และผู้ป่วยศัลยแพทย์ หรือผู้ที่เกี่ยวข้องกับการผ่าตัดจะทำการสวมหน้ากากอนามัยระหว่างผ่าตัด หรือเมื่อจำเป็นต้องรักษาผู้ป่วยอย่างใกล้ชิด เพื่อป้องกันการติดต่อของเชื้อแบคทีเรียทั้งในรูปแบบของเหลว เช่น น้ำลาย น้ำเหลืองและเลือด หรือละอองปนเปื้อนเชื้อ ซึ่งสามารถแพร่กระจายเข้าสู่ร่างกายผ่านทางปาก และจมูก

วัสดุที่นิยมใช้ในการผลิตหน้ากากอนามัยได้แก่ ผ้าชนิดไม่ถักไม่ทอ (Nonwoven fabric) มีทั้งแบบประกอบ 2 ชั้น และ 3 ชั้น และในการเชื่อมแต่ละชั้น จะนิยมทำการเชื่อมแบบอัลตร้าโซนิค เพื่อประสิทธิภาพที่ดีในการกรองแบคทีเรีย ค่าประสิทธิภาพการกรองและดักจับแบคทีเรีย (Bacterial Filtration Efficiency : BFE) เป็นค่าที่บ่งบอกถึงความสามารถของหน้ากากอนามัยในการกรองอนุภาคของแบคทีเรีย และเชื้อจุลินทรีย์อื่นๆ รวมถึงไวรัสได้ในระดับใด และการวัดประสิทธิภาพของการกรองฝุ่นละออง หรือเชื้อโรคขนาดเล็กของหน้ากากอนามัย สามารถทำการวิเคราะห์ โดยค่าประสิทธิภาพการกรองสิ่งปนเปื้อนอนุภาคขนาดเล็ก (Particle Filtration Efficiency : PFE) โดย การทดสอบทั้งสองจะแสดงผลเป็นค่าร้อยละของมวลสาร หรือจุลินทรีย์ที่ไม่สามารถแพร่ผ่านหน้ากากได้ [8]






**รูปที่ 8** ชุดผ่าตัดแพทย์และหน้ากากอนามัย นอนวูฟเวนแบบสปันบอนด์-เมลต์โบลน-สปันบอนด์

ชุดผ่าตัดแพทย์แบบใช้แล้วทิ้ง (Disposable surgical gown) ผลิตจากนอนวูฟเวนแบบหลายชั้น (Multi-layered nonwoven) ซึ่งประกอบด้วย ชั้นของนอนวูฟเวนแบบสปันบอนด์ โดยมีชั้นของนอนวูฟเวนแบบเมลต์โบลนอยู่ระหว่างกลาง และยึดติดเป็นแผ่นเดียวกันด้วยความร้อนและแรงกล เพื่อให้มีสมบัติด้านความแข็งแรง และการป้องกันเชื้อโรค กระบวนการผลิตนอนวูฟเวนแบบหลายชั้นนี้ จึงประกอบด้วยระบบของสปันบอนด์ที่ผลิตแผ่นสปันบอนด์ ชั้นแรกจะถูกส่งผ่านตามสายพานไปยังระบบของเมลต์โบลน ซึ่งจะทำการขึ้นรูปแผ่นเมลต์โบลนลงบนแผ่นสปันบอนด์ จากนั้นแผ่นคอมโพสิตที่ได้จะถูกส่งต่อตามสายพานไปยังระบบสปันบอนด์ที่สอง เพื่อทำการขึ้นรูปแผ่นลงบนชั้นของแผ่น สปันบอนด์-เมลต์โบลน ก่อนที่แผ่นคอมโพสิตสปันบอนด์-เมลต์โบลน-สปันบอนด์ (Spunbond Meltblown Spunbond : SMS) ทำให้ยึดติดกันมากขึ้นโดยการรีดผ่านลูกกลิ้งร้อน [9]

## 10. สรุปและอภิปรายผล

การเปรียบประสิทธิภาพในการกรองเชื้อแบคทีเรียของเทคโนโลยี Nonwoven นั้น สามารถผลิตหน้ากากอนามัยทางการแพทย์ได้ จะแบ่งออกได้หลายประเภทด้วยกัน ซึ่งในแบบทั่วไปนั้น มีประสิทธิภาพในการกรองเชื้อโรค และสิ่งปนเปื้อนอนุภาคเล็กได้น้อยกว่า หน้ากากอนามัยชนิด Respirator หรือ เป็นที่นิยมเรียกในชื่อของ N95 ตัวเลข 95 ใน N95 บ่งบอกถึงค่าประสิทธิภาพ การกรองอนุภาคขนาดเล็กที่ 0.3-0.1 ไมครอน หน้ากาก N95 จึงเหมาะสำหรับบุคลากรแพทย์ ผู้ให้การรักษาแก่ผู้ป่วยที่เป็นวัณโรคปอด โรคทางเดินหายใจเฉียบพลันรุนแรง SARS เป็นต้น วัตถุดิบที่นิยมใช้ทำแผ่นกรอง ได้แก่ HEPA filter เป็น ชื่อย่อที่มาจาก High Efficiency Particulate Air (HEPA) คือ ชนิดของตัวกรองอากาศ ที่ประกอบไปด้วยเส้นใยที่ทักทอไปมาแบบสุ่มของไฟเบอร์กลาส จนมีเส้นผ่าศูนย์กลางอยู่ที่ 0.5-2.0 ไมครอน ตัวกรอง HEPA filter มีการใช้งานที่หลากหลายทั้งในทางป้องกันทางมลภาวะฝุ่นละออง PM 2.5 และป้องกันโรคติดต่อทางเดินหายใจเชื้อไวรัสโคโรนา-19 ได้อีกด้วย

## 11. ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาและวิเคราะห์ จึงทำให้ทราบถึงแนวทางการป้องกันฝุ่นละออง PM 2.5 และเชื้อไวรัสโคโรนา-19 เมื่อเข้าไปสู่ร่างกายแล้วนั้น ทำให้ร่างกายติดเชื้อ โควิด-19 ได้ โดยการป้องกันเบื้องต้นนั้น มีการนำเอาเทคโนโลยีสิ่งทอที่เรียกว่า สิ่งทอเทคนิค หรือ Technical textile นำมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์สิ่งทอ สำหรับทางการแพทย์ในยุควิถีชีวิตใหม่ (New normal) ซึ่งเทคโนโลยีที่ว่านี้คือ เทคโนโลยีสิ่งทอ Nonwoven สิ่งทอนอนวูฟเวนนั้น สามารถผลิตเป็นหน้ากากอนามัยทางการแพทย์และชุดผ่าตัดสำหรับทางการแพทย์ได้ และยังตอบสนองในช่วงวิกฤต ณ ปัจจุบันได้เป็นอย่างดี ซึ่งสามารถนำมาผลิตเป็นแผ่นกรองฝุ่นละออง สำหรับกรองฝุ่นที่มีขนาดเล็ก PM 2.5 และยังช่วยในเรื่องของวิกฤตโรคติดต่อทางเดินหายใจ และลดจำนวนผู้ป่วยได้อย่างมีประสิทธิภาพเทคโนโลยีนอนวูฟเวนนั้น สามารถผลิตเป็นผลิตภัณฑ์สำหรับการเข้าสู่ยุคสังคมผู้สูงอายุในอนาคตได้อีกด้วย

## กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการออกแบบ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร สำหรับการสนับสนุนการทำบทความวิชาการ รวมถึงขอขอบคุณ คณาจารย์ประจำสาขาวิชาการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ผู้ซึ่งให้คำแนะนำในการเขียนบทความวิชาการในครั้งนี้

## เอกสารอ้างอิง

[1] Chaichalothorn, M., Kiatkasemsan, B., & Saeyup, P. (2020). “N95 respirator during COVID-19 pandemic.” **Thai Journal of Anesthesiology.** 46(3), 95-102. (in Thai)

[2] Nimmanorraluk, P., Vongyuttakrai, P., & Tavattana, T. (2013). A study on waste reduction through machine adjustment and ratio formulation in nonwoven fabric material production**. Journal of Industrial Education.** 7(2), 33-41. (in Thai)

[3] Prasarn, P. (2009). “Nonwoven.” **MTEC Journal**. (57), 21-27. [online]. Available: https://www2.mtec.or.th /th/e-magazine/admin/upload/246_21-27.pdf Retrieved April 1, 2021. (in Thai)

[4] Thailand Textile Institute. (2019). **Thailand textile & garment industrial profile.** [online]. Available: https://www.thaitextile.org/th/insign/downloadcmssrc.preview.87.html Retrieved April 1, 2021.

[5] Plastics Institute of Thailand. (2020). **Mask product: Database of industrial structure products, materials, medical devices.** [online]. Available: http://medicaldevices.oie.go.th/box/Article/8482 Retrieved April 1, 2021. (in Thai)

[6] Borirak, T. (2019). “The crisis lessons from PM 2.5 air pollution.” **Eau Heritage Journal: Science and Technology.** 13(3), 44-58. (in Thai)

[7] Sathirattanakun, T. (2008). “Things to know about air filters.” In P. Surawattanawan, (Ed.). **Air Conditioning Engineering Association of Thailand** (Set no. 17), Bangkok: Air Conditioning Engineering Association of Thailand. 39-55. (in Thai)

[8] Chaleoykitt, S., Artsanthia J., & Daodee, M. S. (2020). “The effect of COVID-19 disease: Teaching and learning in nursing research.” **Journal of Health and Nursing Research.** 36(2), 255-262. (in Thai)

[9] Mongkolrattanasit, R., Rungruangkitkrai, N., & Pangsai, M. (2015). **Textile materials for filtration.** [online]. Available: https://www.thaitextile.org/th/insign/detail.448.1.0.html Retrieved April 1, 2021.

**รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิที่พิจารณาบทความในวารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม**

รศ.ดร.จตุรงค์ เลาหะเพ็ญแสง
รศ.ดร.ทรงวุฒิ เอกวุฒิวงศา
รศ.ดร.นิรัช สุดสังข์
รศ.ดร.ปณิตา วรรณพิรุณ
รศ.ดร.ปริยาภรณ์ ตั้งคุณานันต์
รศ.ดร.พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์
รศ.ดร.วิทยา เมฆขำ
รศ.ดร.วิสุทธิ์ สุนทรกนกพงศ์
รศ.ดร.แววตา เตชาทวีวรรณ
รศ.ดร.สมพล ดำรงเสถียร
รศ.ดร.อรสา จรูญธรรม
รศ.จินตนา กาญจนวิสุทธิ์

ผศ.ดร.กาญจนา คำนึงกิจ
ผศ.ดร.ฉมาวงศ์ สุริยจันทร์
ผศ.ดร.กิตติศักดิ์ อริยะเครือ
ผศ.ดร.เกรียงศักดิ์ เขียวมั่ง
ผศ.ดร.ขจรศักดิ์ ศิริมัย
ผศ.ดร.จิรวัฒน์ วงศ์พันธุเศรษฐ์
ผศ.ดร.เตือนใจ อาชีวะพนิช
ผศ.ดร.ทนงศักดิ์ โสวจัสสตากุล
ผศ.ดร.ทศพร แสงสว่าง
ผศ.ดร.รัฐไท พรเจริญ
ผศ.ดร.สมชาย หมื่นสายญาติ
ผศ.ดร.ไพโรจน์ สถิรยากร
ผศ.โกศล ตราชู

ดร.ราตรี ศิริพันธุ์
ดร.เลอลักษณ์ โอทกานนท์
ดร.วินิจ สืบแต่ตระกูล
ดร.สมใจ กลิ่นงาม
ดร.อภิชาติ อนุกูลเวช
อาจารย์คมกริช หมายสุข

**ใบสมัครสมาชิกวารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม**
**คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง**

**1. ประเภทสมาชิก** ☐ สมัครสมาชิกใหม่ (กองบรรณาธิการจะออกใบเสร็จให้ผู้เขียนบทความชื่อแรกเท่านั้น)

**2. กรุณาระบุคำนำหน้านาม** (เนื่องจากการออกใบเสร็จรับเงินต้องใส่คำนำหน้านาม) ☐ นาย / ☐ นาง / ☐ นางสาว / ☐ อื่นๆ.....

- **ชื่อ - สกุล** (เขียน/พิมพ์ให้ชัดเจน).....
- **ที่อยู่ออกใบเสร็จ** (กรณีต้องการนำไปเบิกกับหน่วยงาน กรุณาเขียนที่อยู่ให้ชัดเจน).....

.....

**4. ที่อยู่สำหรับส่งใบเสร็จรับเงินและรับเล่มวาสาร ( )บ้าน ( )ที่ทำงาน** กรณีส่งเอกสารทางไปรษณีย์ ☐ธรรมดา/ ☐ลงทะเบียน (ต้องลงนามรับ)

ที่อยู่.....

เบอร์โทรศัพท์.....E-mail .....

**5. ค่าสมัครสมาชิกวารสาร**

มีความประสงค์ขอสมัครสมาชิกวารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม (Journal of Industrial Education) และยินดีสนับสนุนค่าสมัครสมาชิก

1. ☐ ค่าสมัครเป็นสมาชิกเพื่อตีพิมพ์บทความ (1 ปี) ราคา 2,500 บาท (รับเล่มวารสารของตนเองที่ตีพิมพ์เผยแพร่ 1 เล่ม)
2. ☐ ต้องการซื้อเล่ม จำหน่ายปลีกราคาเล่มละ ราคา 200 บาท

**6. การชำระเงิน**

☐ โอนเงินผ่านบัญชี **ธนาคารไทยพาณิชย์ จำกัด (มหาชน) สาขาเทคโนโลยีฯ เจ้าคุณทหาร**

เลขที่บัญชี **088-2-62427- 4**

ชื่อบัญชี **วารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม** **(แทรกรูปภาพหลักฐานการโอนเงินมาพร้อมใบสมัคร)**

**7. พิมพ์หรือเขียนใบสมัครพร้อมแทรกรูปภาพหลักฐานการโอนเงิน และแสกนส่งอีเมล: Journal.ided@kmitl.ac.th และแนบเอกสารส่งในระบบด้วย**

**8. ติดต่อส่งบทความที่** นางจันทนี ทรัพย์แสนดี งานวารสารวิชาการ
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เลขที่ 1 ซอยฉลองกรุง 1 แขวงลาดกระบัง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520
โทรศัพท์ : 0 2329 8000 ต่อ 3723 โทรสาร : 0 2329 8435 โทรศัพท์มือถือ 08 6349 6020

***สำหรับเจ้าหน้าที่การเงินคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี**

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

**แทรกรูปภาพหลักฐานการโอนเงินตรงนี้**

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

**หมายเหตุ** **การสมัครจะสมบูรณ์เมื่อผู้สมัครได้ชำระเงิน และแนบรูปถ่ายหลักฐานการโอนเงิน**
***กองบรรณาธิการจะไม่คืนเงินค่าสมัครสมาชิกที่ชำระไปแล้ว ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น***

**แบบฟอร์มใบนำส่งบทความวารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม (กรอกข้อมูลโดยพิมพ์หรือเขียนให้ชัดเจน)**
**คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง**

**1. ชื่อ-สกุลผู้ส่งบทความ**.....**เบอร์โทรศัพท์** ☐☐-☐☐☐☐-☐☐☐☐

**1.1 บุคคลภายใน**สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
หน่วยงาน.....คณะ.....

**1.2 บุคคลภายนอกสถาบัน**

☐ บุคลากรภายนอก (บุคคลทั่วไป)
หน่วยงาน.....ตำแหน่ง.....

☐ นักศึกษาระดับ ป.โท และ ป.เอก (ที่เป็นนักศึกษาในสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง)
**ตัวอย่างการระบุชื่อหลักสูตร** ***หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต (ค.อ.ม .) สาขาวิชาการบริหารการศึกษา***
ชื่อหลักสูตร.....

☐ นักศึกษาระดับ ป.โท ป.เอก (ที่ไม่ใช่นักศึกษาในสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง)
ภาควิชา.....ชื่อสถานศึกษา.....

**2. ประเภทบทความ** ☐ บทความวิจัย / ☐ บทความวิชาการ

**3. ชื่อเรื่องบทความ**.....

**4. ที่อยู่สถานที่ติดต่อเจ้าของบทความหรือผู้แทนส่งบทความ**.....

**5. ลายมือชื่อ/สกุล ผู้เขียนบทความ และผู้เขียนร่วม ยินยอมนำส่งบทความ (ใส่ชื่อผู้เขียนได้ตามจำนวนต้องการ) เพิ่มช่องผู้เขียนร่วมได้ไม่กำหนด**
(กรุณาลงลายมือชื่อและลายเซ็นของผู้เขียนร่วมครบทุกท่าน กรณีเป็นนักศึกษาให้เขียนดังนี้ (หมายเลข ๑ ผู้เขียนบทความหรือชื่อนักศึกษา) (หมายเลข ๒ ๓ ลงนามผู้เขียนร่วมทุกท่าน)

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

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

**ข้าพเจ้าขอรับรองว่าได้ผ่านการตรวจสอบความถูกต้อง (ภาษาอังกฤษ)**
**ทั้งนี้ได้ลงนามไว้เป็นหลักฐาน**
(ชื่อ-สกุล).....(เขียนหรือพิมพ์ให้ชัดเจน)
(คุณวุฒิที่จบการศึกษา).....(เขียนตัวบรรจงให้ชัดเจน)
(หน่วยงานที่สังกัด/อาชีพ).....
.....
(เบอร์โทร).... ☐☐-☐☐☐☐-☐☐☐☐
(วัน / เดือน/ ปี) ที่ตรวจบทความ.....
☑ ยืนยันให้ตรวจสอบผู้รับรองความถูกต้องภาษาอังกฤษ

**ผู้เขียนบทความได้ตรวจสอบความถูกต้องการเขียนแล้วดังนี้ (ภาษาไทย)**
☐ การสะกดคำตามหลักไวยากรณ์
☐ การเขียนอ้างอิงถูกต้อง (ตามแบบฟอร์มการเขียนของวารสารครุศาสตร์)
ข้าพเจ้าขอรับรองว่าได้ตรวจสอบความถูกต้องเรียบร้อยแล้ว
ทั้งนี้ได้ลงนามไว้เป็นหลักฐาน
(ชื่อ-สกุล).....(เขียนหรือพิมพ์ให้ชัดเจน)
ผู้ส่งบทความ

**7. กรณีเป็นบทความวิจัย ท่านได้รับทุนวิจัยจากหน่วยงานใด**.....

**8. การรับรองบทความ**

☐ ขอรับรองว่าบทความต้นฉบับนี้ยังไม่เคยได้รับการเผยแพร่และตีพิมพ์ที่ใดมาก่อน
☐ ขอรับรองว่าบทความต้นฉบับนี้เคยได้รับการเผยแพร่และตีพิมพ์ที่อื่นแล้วคิดเป็น.....
ชื่อสิ่งตีพิมพ์.....ปีที่.....ฉบับที่.....เล่มที่.....เดือน.....ปี.....

**9. แบบฟอร์มนำส่งฉบับนี้ ข้าพเจ้าได้แนบเอกสารและได้ส่งบทความตามรายการต่อไปนี้ครบถ้วนแล้ว**

☐ บทความฉบับสมบูรณ์ ส่งเข้าทางระบบ **เว็บไซต์ :** http://www.tci-thaijo.org/index.php/JIE

**ขอรับรองว่าข้อความดังกล่าวข้างต้นเป็นจริงทุกประการ**

ลงชื่อ.....เจ้าของบทความหรือผู้แทนส่งบทความ (เขียนตัวบรรจง)
วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

**หมายเหตุ** 1. กรอกแบบฟอร์มนำส่งบทความวารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรมให้ถูกต้องสมบูรณ์ตามที่กำหนด
2. ในกรณีผู้ส่งบทความปลอมแปลงเอกสารใดๆ และทำการคัดลอกผลงานวิชาการ กองบรรณาธิการจะแจ้งหนังสือเรียนถึงต้นสังกัดสถานศึกษาปฏิเสธการตีพิมพ์บทความของผู้ส่งบทความตลอดไป

**ในกรณีไม่ดำเนินการให้ถูกต้อง กองบรรณาธิการวารครุศาสตร์อุตสาหกรรม จะไม่รับพิจารณาบทความและไม่ดำเนินการใดๆ ทั้งสิ้น**

# ชื่อเรื่องภาษาไทย (ตัวอักษร TH SarabunPSK ขนาด 18 ตัวหนา) ตัวพิมพ์ใหญ่ทั้งหมด
# ชื่อเรื่องภาษาอังกฤษ (ตัวอักษร TH SarabunPSK ขนาด 18 ตัวหนา)

เว้น 1 บรรทัด ขนาดตัวอักษร 10

ชื่อผู้เขียน.....ชื่อผู้เขียนร่วม[2] and ผู้เขียนร่วม[3]-6 ขนาดตัวอักษร 15 ตัวหนา
Email: (3-6 ท่านใส่ติดกันคั่นด้วยเครื่องหมาย, )

เว้น 1 บรรทัด ขนาดตัวอักษร 10

(เขียนภาษาไทย) ภาควิชาศึกษา.....คณะ.....สถาบัน.....จังหวัด.....รหัสไปรษณีย์.....
(เขียนภาษาอังกฤษ) ภาควิชาศึกษา.....คณะ.....สถาบัน.....จังหวัด.....รหัสไปรษณีย์.....

*corresponding author E-mail:.....

เว้น 1 บรรทัด ขนาดตัวอักษร 10

เว้น 1 บรรทัด ขนาดตัวอักษร 10

Received:.....Revised: .....Accepted: .....(กองบรรณาธิการระบุเพียงแต่วันที่)

เว้น 1 บรรทัด ขนาดตัวอักษร 15 ตัวปกติ

**ABSTRACT (ขนาดตัวอักษร 16)**

**เนื้อหาบทคัดย่อภาษาอังกฤษ** เคาะ 6 ตัวอักษรทุกย่อหน้า (เนื้อหา ขนาดตัวอักษร 14 ตัวปกติ)

---
---
---
---

Keywords (ให้ใช้เครื่องหมายจุลภาคคั่นระหว่างคำ ขนาดตัวอักษร 14 ตัวปกติ คั่นด้วยเครื่องหมาย ;)

เว้น 1 บรรทัด ขนาดตัวอักษร 15 ตัวปกติ

**บทคัดย่อ**

**เนื้อหาบทคัดย่อภาษาไทย** เคาะ 6 ตัวอักษรทุกย่อหน้า (เนื้อหา ขนาดตัวอักษร 14 ตัวปกติ)

---
---
---

**คำสำคัญ:** (ให้ใช้เครื่องหมายจุลภาคคั่นระหว่างคำ ขนาดตัวอักษร 14 ตัวปกติ คั่นด้วยเครื่องหมาย ; แต่ละคำเคาะวรรค 2 ครั้ง)

เว้น 1 บรรทัด ขนาดตัวอักษร 14 ตัวปกติ

## 1. บทนำ (ตัวอักษรขนาด 16 ตัวหนา)

เคาะ 1

(เคาะ ตัวอักษร)----------(เนื้อหา ขนาดตัวอักษร 14 ตัวปกติ)

---

เว้น 1 บรรทัด ขนาดตัวอักษร 14 ตัวปกติ

## 2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย (ขนาดตัวอักษร 16 ตัวหนา)

(เคาะ 5 ตัวอักษร)----------(เนื้อหา ขนาดตัวอักษร 14 ตัวปกติ)

---

เว้น1 บรรทัด ขนาดตัวอักษร 14 ตัวปกติ

**3. รูปแบบการจัดตารางและรูปภาพ (ขนาดตัวอักษร 16 ตัวหนา)**

3.1 ตาราง (คำบรรยาย รายละเอียดในตาราง ใช้ตัวอักษรขนาด 12 ตัวหนา )
(หัวข้อในตารางตัวหนา) (ให้สร้างตารางในคอลัมน์เท่านั้น) (ตารางแบบเปิด)

เว้น 1 บรรทัด ขนาดตัวอักษร 5 ตัวปกติ

**ตารางที่ 1** (เนื้อหา ขนาดตัวอักษร 12 ตัวปกติ)

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

เว้น 1 บรรทัด ขนาดตัวอักษร 14 ตัวปกติ

คำอธิบายจากตาราง.....(ขนาดตัวอักษร 14)

**3.2 รูปภาพ (ขนาดตัวอักษร 14 ตัวหนา)**

**รูปที่ 1** ให้ใช้คำว่ารูปที่, คำบรรยายใต้ภาพใช้ขนาด 13 ตัวปกติ จัดกึ่งกลางคอลัมน์

**4. หัวข้อใหญ่ ขนาดตัวอักษร 16 ตัวหนา**

4.1 หัวข้อย่อย (ขนาดตัวอักษร 14 ตัวหนา)
(เคาะ 6 ตัวอักษร).....(เนื้อหา ขนาดตัวอักษร 14 ตัวปกติ)

4.2 หัวข้อย่อย (ขนาดตัวอักษร 14 ตัวหนา)
(เคาะ 6 ตัวอักษร).....(เนื้อหา ขนาดตัวอักษร 14 ตัวปกติ)

(ระหว่างหัวข้อไม่ต้องเว้นวรรค)

เว้น 1 บรรทัด ขนาดตัวอักษร 14 ตัวปกติ

**กิตติกรรมประกาศ (ขนาดตัวอักษร 16 ตัวหนา)**

(เคาะ 6 ตัวอักษร).....(เนื้อหา ขนาดตัวอักษร 14 ตัวปกติ)

เว้น 1 บรรทัด ขนาดตัวอักษร 14 ตัวปกติ

**เอกสารอ้างอิง (ขนาดอักษร 16 ตัวหนา)**

**เนื้อหาในตาราง (ขนาดตัวอักษร 14)** ไม่เกิน 20 อ้างอิง (ทำเป็นตารางที่กำหนด)

| | |
|---|---|
| [1] | |
| [2] | |
| [3] | |
| [4] | |
| [5] | |
| [20] | |

**คำแนะนำในการเตรียมบทความเพื่อลงตีพิมพ์ในวารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม**
**สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง**

| **1. การผลิตวารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม** |
|---|
| 1.1 กำหนดการจัดพิมพ์ (ตามปีปฏิทิน)<br>ออกเผยแพร่จำนวน 1 ฉบับต่อปี โดยมีกำหนดการจัดพิมพ์ดังนี้<br>- ฉบับที่ 1 ประจำเดือน มกราคม – เมษายน<br>- ฉบับที่ 2 ประจำเดือน พฤษภาคม – สิงหาคม<br>- ฉบับที่ 3 ประจำเดือน กันยายน – ธันวาคม |
| 1.2 ขอบเขต<br>กำหนดการรับและพิจารณาบทความ : รับพิจารณาบทความอย่างต่อเนื่อง<br>รับตีพิมพ์บทความทางด้านครุศาสตร์อุตสาหกรรม และ ด้านการศึกษาและเทคโนโลยี |
| 1.3 ประเภทผลงาน<br>บทความวิจัย บทความวิชาการ บทความปริทัศน์ และบทความวิจารณ์หนังสือที่ไม่เคยตีพิมพ์เผยแพร่ที่ใดมาก่อน และอยู่ในระหว่างพิจารณาตีพิมพ์ในวารสารใด |
| 1.4 บุคคลที่ส่งบทความ<br>ผู้สนใจทั่วไป |
| 1.5 วัตถุประสงค์<br>- เพื่อเผยแพร่ความรู้ความก้าวหน้าของผลงานด้านวิชาการและการวิจัยแก่ผู้สนใจทั่วไป<br>- เพื่อเป็นสื่อกลางรายงานข่าวสารที่เป็นประโยชน์และมีคุณค่าที่เกี่ยวข้องกับผลงานด้านวิชาการและการวิจัย<br>- เพื่อแลกเปลี่ยนแนวความคิด/ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับผลงานด้านวิชาการและการวิจัย |
| 1.6 การเผยแพร่<br>- เผยแพร่ผลงานในรูปเล่มของวารสาร ไปยังสถาบันการศึกษาที่เกี่ยวข้องในระดับอุดมศึกษาทั้งภาครัฐและเอกชน<br>- เผยแพร่ในฐานข้อมูล TCI เว็บไซต์ https://www.tci-thaijo.org/index.php/JIE/index |

| 2. หัวข้อหลักบทความวิจัย |
|---|
| **<u>ส่วนที่ 1 ประกอบด้วย</u>** |
| 1.1 ชื่อบทความ<br>ควรสั้นกะทัดรัด ชี้ถึงเป้าหมายหลักของการวิจัย |
| 1.2 ชื่อผู้เขียนบทความ<br>ชื่อผู้เขียนหลักและผู้เขียนร่วม ระบุชื่อและนามสกุลโดยไม่ต้องมีคำนำหน้านาม ทำตัวเลขไว้หลังชื่อ กรณีอยู่คนละสังกัดหน่วยงาน |
| 1.3 บทคัดย่อ ABSTRACT<br>ควรสั้นตรงประเด็น ครอบคลุมเนื้อหาประกอบด้วยวัตถุประสงค์ของการวิจัย วิธีการวิจัยและผลการวิจัย โดยสรุป เพื่อให้เห็นภาพรวมทั้งฉบับ (จำนวนบทคัดย่อไม่เกิน 250 - 300 ตัวอักษร) |
| 1.4 คำสำคัญ Keywords<br>ควรเลือกคำสำคัญที่เกี่ยวข้องกับบทความอย่างน้อย 3 คำขึ้นไป |

| **<u>ส่วนที่ 2 เนื้อหาประกอบด้วย</u>** |
|---|
| - บทนำ (Introduction) เป็นส่วนของความสำคัญและมูลเหตุที่นำไปสู่การวิจัยผู้นำเสนอผลงาน ควรสั้นตรงประเด็น ครอบคลุมเนื้อหา ประกอบด้วยวัตถุประสงค์ของการวิจัย วิธีการวิจัย และผลการวิจัยโดยสรุปเพื่อให้เห็นภาพรวมทั้งฉบับ |
| - วัตถุประสงค์ของการวิจัย (Objectives) |
| - สมมุติฐานการวิจัย (Hypothesis) (ถ้ามี) |
| - ขอบเขตของการวิจัย |
| - วิธีดำเนินการวิจัย |
| - ผลการวิจัย (Results) บอกผลที่พบอย่างชัดเจนสมบูรณ์และมีรายละเอียดครบถ้วน แสดงผลเป็นตาราง |
| - อภิปรายผล (Discussion) อธิบายผลการวิจัยที่เกิดขึ้นตามข้อสังเกตและหรือการเปรียบเทียบและอ้างอิงจากงานวิจัยอื่นๆ |
| - สรุปผลการวิจัย (Conclusion) |
| - กิตติกรรมประกาศ (Acknowledgement) ถ้ามี ไม่ต้องใส่หมายเลขกำกับหน้าหัวข้อใช้ตัวอักษรขนาดเดียวกัน |
| - ข้อเสนอแนะ (ถ้ามี) |

| **<u>ส่วนที่ 3 อ้างอิงประกอบด้วย</u>** |
|---|
| - รูปแบบการอ้างอิง (References) (ดูในหน้าเว็บไซต์เท่านั้น)<br>ใช้รูปแบบการอ้างอิงแบบ APA ตามแบบที่วารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรมกำหนดอย่างเคร่งครัดและเขียนเอกสารอ้างอิง เฉพาะเอกสารที่นำมาอ้างอิงในเนื้อหาเท่านั้น การเขียนอ้างอิงใช้แบบตัวเลขให้ผู้เขียนใช้ระบบการเขียนเดียวกันทั้งเรื่อง ทั้งนี้ผู้เขียนบทความต้องรับผิดชอบความถูกต้องของเอกสารที่นำมาอ้างอิงทั้งหมด<br>หลักการอ้างอิงแบบตัวเลขรูปแบบการพิมพ์ของเอกสารอ้างอิง<br>การเรียงลำดับรายการอ้างอิงเอกสารและแหล่งข้อมูลต่าง ๆ ที่ใช้มีวิธีการดังนี้<br>1) ใส่ตัวเลขกำกับไว้ท้ายข้อความหรือชื่อบุคคลที่อ้างอิง โดยเรียงตามลำดับตัวเลขที่อ้างอิง [1],[2],[3],[4]... ไปจนจบบทโดยไม่ต้องเรียงตามตัวอักษร ไม่ต้องแยกภาษาและประเภทของเอกสาร<br>2) ในกรณีที่มีการอ้างอิงซ้ำให้ใช้ตัวเลขเดิมที่เคยใช้อ้างมาก่อนแล้วแหล่งที่ใช้อ้างอิงทั้งหมดนั้น จะไปปรากฏอยู่ในรายการอ้างอิง ท้ายบทความ |

## 3. รูปแบบการพิมพ์

1. รูปแบบการพิมพ์
   การตั้งค่าหน้ากระดาษ จำนวนหน้าทั้งหมด 6 - 12 หน้า (ไม่เกิน 12 หน้า)
   - รูปแบบตัวอักษร แบบตัวอักษรใช้ Th SarabunPSK เท่านั้น
   - ระยะขอบ ขอบบน 1 นิ้ว ขอบล่าง 1 นิ้ว ขอบซ้าย 1 นิ้ว ขอบขวา 0.8 นิ้ว

2. ชื่อเรื่องและชื่อผู้เขียน
   ชื่อภาษาอังกฤษใช้ตัวพิมพ์ใหญ่ทั้งหมด (ขนาด 18 ตัวหนา)

3. ชื่อผู้เขียนหลักและผู้เขียนร่วม
   การเขียนชื่อต้องมีครบทุกท่าน ระบุผู้รับผิดชอบบทความ พร้อมอีเมล (ขนาด 15 ตัวหนา)

4. ส่วนของบทคัดย่อและส่วนของเนื้อหา
   - ส่วนบทคัดย่อ (ABSTRACT) ใช้ตัวอักษรขนาด 16 ตัวหนา จัดตรงกลางบทความ คำว่า ABSTRACT ให้ใช้ตัวพิมพ์ใหญ่ และเนื้อความใช้อักษร ขนาด 14 ตัวปกติ จัดพิมพ์ 1 คอลัมน์
   - ส่วนของเนื้อหาให้จัดพิมพ์เป็น 1 คอลัมน์ หัวข้อใหญ่ใช้ตัวอักษร 16 ตัวหนา หัวข้อย่อย ขนาดอักษร 14 ตัวหนา เนื้อความใช้ตัวอักษรขนาด 14 ตัวปกติ โดยเคาะ 5 ครั้ง

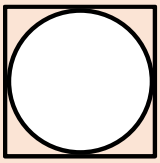
5. คำสำคัญ **(Keywords):** ใช้ตัวอักษรขนาด 14 ตัวปกติ คั่นด้วยเครื่องหมาย ; แต่ละคำเคาะวรรค 2 ครั้ง

6. รูปภาพการจัดตาราง
   6.1 ก่อนแทรกข้อมูลตารางให้เว้น 1 บรรทัด และหลังจากแทรกตารางให้เว้น 1 บรรทัดก่อนพิมพ์คำบรรยายท้ายตาราง
   6.2. คำว่า “ตารางที่ ...” **ตัวหนา** ให้พิมพ์ชิดขอบกระดาษด้านซ้ายสุด โดยใช้ตัวอักษรขนาด 12 ตัวหนา
   6.3. ชื่อตาราง ให้ใช้ตัวอักษรขนาด 12 ปกติ และถ้าหากคำบรรยายยาวเกินกว่า 1 บรรทัด ให้พิมพ์ตัวอักษรตัวแรกของบรรทัดที่สอง หรือบรรทัดถัดๆ ไป ให้ตรงกับตัวอักษรตัวแรกของชื่อตารางในบรรทัดที่หนึ่ง
   6.4. ให้สร้างตารางในตัวบทความเท่านั้น โดยใช้รูปแบบตารางแบบเปิดซ้าย – ขวา

   **ตารางที่ 1** (ชื่อตาราง ขนาดตัวอักษร 12 ตัวอักษร)

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

   6.5 คำว่า **“รูปที่”** ใช้ตัวหนา ขนาดตัวอักษร 13



   **รูปที่ 1** ..... (ตัวอักษร ขนาด 13 ตัวปกติ จัดกึ่งกลางหน้า)

7. ส่วนอภิปรายผล ตัวหนา หัวข้อขนาดตัวอักษร 16
   จัดชิดซ้ายคอลัมน์ เนื้อความ โดยให้บรรทัดแรกของทุกย่อหน้าเยื้อง 4 ตัวอักษร
   (ขนาดตัวอักษรเนื้อหา 14 ตัวปกติ)

8. ส่วนสรุป ตัวหนา หัวข้อขนาดตัวอักษร 16
   จัดชิดซ้ายคอลัมน์ เนื้อความ โดยให้บรรทัดแรกของทุกย่อหน้าเยื้อง 4 ตัวอักษร
   (ขนาดตัวอักษรเนื้อหา 14 ตัวปกติ)

9. กิตติกรรมประกาศ ตัวหนา หัวข้อขนาดตัวอักษร 16
   ไม่ต้องใส่หมายเลขกำกับหน้าหัวข้อ (ขนาดตัวอักษรเนื้อหา 14 ตัวปกติ)

10. การเขียนเอกสารอ้างอิง ตัวหนา ไม่ต้องมีเลขกำกับหน้าคำว่า เอกสารอ้างอิง
    หัวข้อขนาดตัวอักษร 16 (ขนาดตัวอักษรเนื้อหา 14 ตัวปกติ)

| 3. รูปแบบการพิมพ์ (ต่อ) |
|---|
| **11.** การพิมพ์ตารางและเอ็กบาร์<br>- กรณีที่มีตารางให้สร้างในตัวบทความ ห้าม Copy ไฟล์มา และตัวหนังสือจะต้องใช้รูปแบบเดียวกัน<br>- กำหนดใช้เอ็กบาร์ที่กำหนดเท่านั้น $\bar{x}$ และ (S.D.) |

| 4. การเตรียมต้นฉบับ /การส่งต้นฉบับบทความ เพื่อตีพิมพ์ลงวารสารครุศาสตร์ |
|---|
| การส่งต้นฉบับบทความ เพื่อให้กระบวนการการพิจารณาบทความ และการดำเนินการจัดพิมพ์วารสารเป็นไปอย่างเรียบร้อย รวดเร็ว และถูกต้อง จึงจำเป็นต้องให้ผู้เขียนบทความปฏิบัติตามข้อกำหนดอย่างเคร่งครัดดังนี้ |
| 1.1 กำหนดให้พิมพ์ผลงานทางวิชาการด้วยกระดาษ เอ 4 พิมพ์หน้าเดียว จำนวน 6-12 หน้า แบบคอลัมน์เดียว โดยจัดพิมพ์ด้วย ** Microsoft Word (.doc. หรือ .docx.)** โดยใช้ชนิดและขนาดของตัวอักษรตามที่กำหนดเพื่อให้การดำเนินการจัดพิมพ์บทความเป็นไปอย่างเรียบร้อยรวดเร็ว และถูกต้อง จึงจำเป็นต้องให้ผู้เขียนบทความปฏิบัติตามรายละเอียดที่กำหนดให้อย่างเคร่งครัด |
| 1.2 โดยมีรายละเอียดเอกสารและไฟล์บทความส่งเข้าระบบมีดังนี้<br>(https://www.tci-thaijo.org/index.php/JIE/index)<br>การเตรียมเอกสาร/การส่งต้นฉบับบทความวารสาร/และค่าธรรมเนียมเพื่อพิจารณาตีพิมพ์วารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม<br>เอกสารที่ 1 พิมพ์รายละเอียดใบสมัครสมาชิกวารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม<br>ส่งในรูปแบบไฟล์ PDF 1 ไฟล์<br>เอกสารที่ 2 พิมพ์และลงนามชื่อผู้เขียนร่วมให้รายละเอียดในใบนำส่งบทความวารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม<br>ส่งในรูปแบบไฟล์ PDF 1 ไฟล์<br>เอกสารที่ 3 ไฟล์บทความ (ฉบับมีชื่อ และต้นสังกัด ตามแบบฟอร์ม)<br>ส่งในรูปแบบไฟล์ PDF 1 ไฟล์<br>เอกสารที่ 4 ไฟล์บทความ (ฉบับมีชื่อ และต้นสังกัด ตามแบบฟอร์ม)<br>ส่งในรูปแบบไฟล์ WORD 1 ไฟล์ เลือกเป็น Article Text<br>เอกสารที่ 5 (พิมพ์ชื่อ-นามสกุล และที่อยู่อย่างชัดเจน) เพื่อส่งใบเสร็จรับเงินและเล่มวารสาร<br>ส่งในรูปแบบไฟล์ WORD 1 |
| 1.3 บทความต้องมีความชัดเจนทั้งเนื้อหาและรูปภาพประกอบบทความ |
| 1.4 บทความที่ตีพิมพ์ต้องไม่เคยตีพิมพ์หรือเผยแพร่ที่ใดมาก่อน |
| 1.5 ต้นฉบับบทความที่ส่งมาให้เจ้าของบทความหรือผู้เขียนบทความตรวจความถูกต้องของตัวสะกดรูปแบบการจัดพิมพ์บทความให้ถูกต้องตามที่กำหนด |
| 1.6 เขียนหรือพิมพ์แบบฟอร์มใบสมัครสมาชิกวารสาร และแนบหลักฐานการโอนในแบบฟอร์ม ให้เรียบร้อยครบถ้วน |
| 1.7 กรอกแบบฟอร์มนำส่งบทความวารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรมให้ครบถ้วนตามที่กำหนด พร้อมทั้งลงนาม โดยชื่อแรกเป็นชื่อผู้เขียน ชื่อที่ 2 และ 3 4 5 6 เป็นชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา /ควบคุมวิทยานิพนธ์ |
| 1.8 ต้นฉบับบทความจะต้องเป็นบทความที่จัดรูปแบบได้ถูกต้องตามที่กำหนดเท่านั้น หากบทความที่ส่งมาไม่ถูกต้องตามข้อกำหนด กองบรรณาธิการจะไม่ดำเนินการใดๆ ในขั้นตอนต่อไป |
| 1.9 การจัดส่งบทความต้นฉบับทางเว็บไซต์วารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม เข้าสู่ระบบโดยพิมพ์<br>URL/ http://www.tci-thaijo.org/index.php/JIE (มีคู่มือวิธีใช้ทางเว็บไซต์) |

**ติดต่อสอบถามโดยตรงที่**

นางจันทนี ทรัพย์แสนดี ผู้ช่วยบรรณาธิการวารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม

โทรศัพท์ มือถือ 08 6349 6020

โทรศัพท์ 0 2329 8000 ต่อ 3723

โทรสาร 0 2329 8435

**ที่อยู่** งานวารสารวิชาการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เลขที่ 1 ซอยฉลองกรุง 1 แขวงลาดกระบัง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

*--Link ที่เกี่ยวข้อง--*

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

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

QR Code วารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม

JIE

JOURNAL OF INDUSTRIAL EDUCATION

วารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม

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

0 2329 8000 ext. 3723 journal.ided@kmitl.ac.th

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