

การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้เชิงรุกในสภาพแวดล้อมห้องเรียนอัจฉริยะโดยใช้
กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมร่วมกับการเรียนรู้ตามสถานการณ์เพื่อส่งเสริม
สมรรถนะด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์ต้นแบบทางอุตสาหกรรม

สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี

**A Development of an Active Learning Instructional Model in Smart
Classroom Environment by using Engineering Design Process
with the Situated Learning to Enhance Professional
Competencies in Industrial Prototype Product
Design for Undergraduate Students**

วสิรัตน์ พุทธาศรี, ศิวนิต อรรถวุฒิกุล,
ฐาปณีย์ ธรรมเมธา และ สิทธิชัย ลายเสมาร
มหาวิทยาลัยศิลปากร

**Waleerat Puttasri, Siwanit Autthawuttikul,
Thapanee Thammetar and Sithichai Laisema**
Silpakorn University, Thailand
Corresponding Author, Email: waleerat.nk@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้เชิงรุกในสภาพแวดล้อมห้องเรียนอัจฉริยะ โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมร่วมกับการเรียนรู้ตามสถานการณ์ 2) เพื่อศึกษาผลการทดลองรูปแบบการจัดการเรียนรู้เชิงรุกฯ และ 3) เพื่อประเมินรับรองรูปแบบการจัดการเรียนรู้เชิงรุกฯ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปี 3 ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ ที่ลงทะเบียนเรียนในรายวิชาการกระบวนการการขึ้นรูป (Forming Processes) จำนวน 27 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ (1) รูปแบบการจัดการเรียนรู้เชิงรุกฯ (2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านความรู้ (3) แบบประเมินด้านทักษะกระบวนการปฏิบัติงาน (4) แบบประเมินด้านผลงานด้านผลงาน/ชิ้นงาน (5) แบบสอบถามความพึงพอใจ และ (6) แบบประเมินรับรองรูปแบบการจัดการเรียนรู้เชิงรุกฯ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การวิเคราะห์ค่า t-test และการวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson's sample correlation coefficient) ผลการวิจัยพบว่า

1) รูปแบบการจัดการเรียนรู้เชิงรุกฯ ได้แก่ ด้านปัจจัยนำเข้า (Input) ประกอบด้วย 7 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) ผู้สอน 2) ผู้เรียน 3) สภาพแวดล้อมห้องเรียนอัจฉริยะ 4) เนื้อหา 5) กิจกรรมการเรียนรู้ 6) ปฏิสัมพันธ์

* วันที่รับบทความ : 5 พฤษภาคม 2566; วันที่แก้ไขบทความ 21 พฤษภาคม 2566; วันที่ตอบรับบทความ : 24 พฤษภาคม 2566

Received: May 5 2023; Revised: May 21 2023; Accepted: May 24 2023

การสื่อสาร และ 7) วัดและประเมินผล ด้านกระบวนการ (Process) ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้น 1 ระบุปัญหา ขั้น 2 รวบรวมข้อมูล ขั้น 3 ออกแบบ ขั้น 4 ดำเนินการผลิต ขั้น 5 ทดสอบและประเมินผล ขั้น 6 นำเสนอ และด้านปัจจัยนำออก (Output) ได้แก่ สมรรถนะการออกแบบผลิตภัณฑ์ต้นแบบอุตสาหกรรม

2) ผลการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้เชิงรุกฯ พบว่า คะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และคะแนนความรู้ คะแนนทักษะ และคะแนนผลงาน มีความสัมพันธ์กันเป็นไปในทางบวก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ผู้เรียนมีความพึงพอใจในรูปแบบฯ อยู่ในระดับมาก ($\bar{x} = 4.30$, $S.D. = 0.64$) ผลการรับรองรูปแบบฯ มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x} = 4.55$, $S.D. = 0.37$)

คำสำคัญ: การจัดการเรียนรู้เชิงรุก; สภาพแวดล้อมห้องเรียนอัจฉริยะ; กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม; การเรียนรู้ตามสถานการณ์ฯ

Abstracts

The objectives of this research were 1) to develop of an active learning instructional model in smart classroom environment using engineering design process combined with situated learning, 2) to study the results obtained from proactive learning, and 3) to assess and certify the proactive learning model. The population was 27 third year undergraduate students at Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering who enrolled in Forming Process course. The instruments included (1) active learning instructional model in smart classroom environment using engineering design process with the situated learning, (2) achievement test, (3) skill assessment form, (4) innovation assessment form, (5) satisfaction survey form for assessing student's satisfaction, and (6) model assessment form. The statistic used for data analysis were percentage, mean, standard deviation, pair-wise t-test, and Pearson's sample correlation coefficient. Findings revealed as follows:

1) Active learning instructional model in smart classroom environment using engineering design process combined with the situated learning. Seven input elements included 1) instructor, 1) instructor, 2) learners, 3) learning environment, 4) content, 5) instructional activities, 6) communication and interaction, and 7) evaluation. The learning process composed of 6 steps, i.e. 1) problem identification, 2) information collection, 3) solution design, 4) planning and development, 5) test and evaluation, and 6) and presentation. The output factors, were professional competencies in industrial prototype product design.

2) The result from using the development of an active learning instructional model in smart classroom environment using engineering design process with the situated learning to enhance professional competencies in industrial prototype product design for undergraduate students indicated that the post-test score were significantly higher than pre-test score at the .05 level. The knowledge, skill, and innovation scores had a positive with statistically significant correlation at .01 level. The learner satisfied on the model at highest level ($\bar{x} = 4.30$, $S.D. = 0.64$). The model assessment result was assured at the most level ($\bar{x} = 4.55$, $S.D. = 0.37$).

Keywords : Active Learning; Smart Classroom Environment; Engineering Design Process; Situated Learning

บทนำ

ในยุคของการเปลี่ยนผ่านประเทศไทยเข้าสู่โมเดล “ประเทศไทย 4.0” โดยการปฏิรูปโครงสร้างเศรษฐกิจขับเคลื่อนด้วยนวัตกรรมสนับสนุนการเติบโตของธุรกิจรูปแบบใหม่ เพื่อสร้างฐานประเทศไทยสู่การเป็นอุตสาหกรรมรวมไปถึงการพัฒนาหลักดันธุรกิจทางการศึกษาและการยกระดับคุณภาพการศึกษาการเรียนรู้ให้มีคุณภาพ ปรับหลักสูตรและผลิตกำลังคนให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงและความต้องการของสถานประกอบการในการผลิตบัณฑิตเพื่อเป็นกำลังแรงงานสำคัญที่จะเข้ามามีบทบาทในด้านการผลิตสินค้า นวัตกรรมสามารถวิเคราะห์ปัญหาและแก้ไขปัญหา เพื่อเพิ่มมูลค่าของผลิตภัณฑ์สู่ความต้องการของตลาด ในแผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560 - 2579 การวิจัยและนวัตกรรมเพื่อสร้างขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศ โดยกำหนดเป้าหมายในการผลิตกำลังคนให้มีทักษะและสมรรถนะที่จำเป็นตรงต่อความต้องการของตลาดแรงงาน สถาบันการศึกษาและหน่วยงานที่จัดการศึกษาการผลิตบัณฑิตที่มีความเชี่ยวชาญและเป็นเลิศเฉพาะด้านและทักษะด้านการปฏิบัติงานการแก้ไขปัญหา ความสามารถด้านการคิดการออกแบบและการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ จำต้องอาศัยแนวทางการจัดการเรียนรู้รูปแบบใหม่เพื่อช่วยกระตุ้นทักษะและสมรรถนะของผู้เรียนที่สำคัญให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงยุคอุตสาหกรรม และการปรับเปลี่ยนบริบททางการศึกษาสร้างคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 ทักษะและความเชี่ยวชาญเฉพาะด้านความคิดสร้างสรรค์ในการออกแบบ สู่การแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ (พัชรา วงศ์ตามา และเนาวนิตย์ สงคราม, 2562 : 39)

การจัดการเรียนรู้คณะวิศวกรรมศาสตร์ในระดับอุดมศึกษา ในยุคอุตสาหกรรม 4.0 มีลักษณะเป็นการมีการจัดการเรียนรู้โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อผลิตวิศวกรที่มีความรู้ ทักษะ และทักษะวิชาชีพ เน้นการพัฒนากระบวนการเรียนรู้ ส่งเสริมให้ผู้เรียนประยุกต์ใช้ทักษะ และเชื่อมโยงองค์ความรู้นำไปปฏิบัติเพื่อแก้ไขปัญหา ดังนั้น การเตรียมนักศึกษาวิศวกรรมศาสตร์ให้มีสมรรถนะตามท้องถื่นวิชาชีพและสังคมต้องการจึงต้องมีการพัฒนาการเรียนการสอนให้ทันสมัยอยู่ตลอดเวลา ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดการศึกษาในยุค Thailand 4.0 คือการจัดการศึกษาที่สอดคล้องกับพฤติกรรมของผู้เรียนที่เปลี่ยนไป การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่เป็นเครื่องกระตุ้นการเรียนรู้ มุ่งเน้นให้ผู้เรียนสร้างสรรค์นวัตกรรมและการวิจัยด้วยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อเพิ่มขีดความสามารถการแข่งขันของประเทศ และผู้เรียนมีบทบาทในการเรียนรู้มากขึ้น ผู้สอนลดบทบาทการสอนการให้ความรู้แก่ผู้เรียนโดยตรง เป็นการจัดการกระบวนการเรียนรู้และกิจกรรมที่จะทำให้ผู้เรียนเกิดความรู้ กระตือรือร้นในการเรียนรู้และมีทักษะปฏิบัติที่เกิดจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลาย เน้นการส่งเสริมศักยภาพด้านสมรรถนะของผู้เรียนเพื่อเตรียมความพร้อมเข้าสู่ตลาดแรงงาน ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดการจัดการเรียนรู้เชิงรุก (Active learning) สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (2562 : 4) ได้ให้คำจำกัดความของการจัดการเรียนรู้เชิงรุก (Active learning) ว่าเป็นกระบวนการเรียนการสอนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในชั้นเรียน สร้างปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูผู้สอนกับผู้เรียน มุ่งให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติ โดยมีครูเป็น

ผู้อำนวยการความสะดวก (Faciliator) สร้างแรงบันดาลใจ ให้คำปรึกษา ดูแล แนะนำ ทำหน้าที่เป็นโค้ชและพี่เลี้ยง (Coach & Mentor) แสวงหาเทคนิควิธีการจัดการเรียนรู้ และแหล่งเรียนรู้ที่หลากหลาย ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้อย่างมีความหมาย (Meaningful learning) ซึ่งได้สรุปความสำคัญของ Active Learning ไว้ 4 ประเด็น ได้แก่ 1) Active Learning ส่งเสริมการมีอิสระทางด้านความคิด การมีวิจารณญาณ การคิดสร้างสรรค์ และการกระทำของผู้เรียน 2) สนับสนุนและส่งเสริมให้เกิดความร่วมมืออย่างมีประสิทธิภาพในการปฏิบัติงานกลุ่ม 3) ทำให้ผู้เรียนทุ่มเท มีแรงจูงใจในการเรียน และแสดงออกถึงความรู้ความสามารถของตนผ่านกิจกรรมที่ จัดเตรียมไว้ และ 4) ส่งเสริมกระบวนการเรียนรู้ที่ก่อให้เกิดการพัฒนาเชิงบวกทั้งตัวผู้เรียนและผู้สอน กล่าวคือ ผู้เรียนจะมีโอกาสได้ใช้ความถนัดความสนใจ เพื่อแสดงออกถึงศักยภาพของตน ในขณะที่ผู้สอนจะต้องหาวิธีการหรือกิจกรรมที่หลากหลายในการเสริมสร้างศักยภาพของผู้เรียน ซึ่งจะเป็นการพัฒนาทักษะการสอนของตนเองไปด้วย เปลี่ยนจาก "สถานที่สอน" เป็น "สถานที่ผลิตการเรียนรู้"

ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีในปัจจุบันจึงได้มีการนำเอาเทคโนโลยีมาผสมผสานเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการเรียนรู้ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ร่วมกันด้วยนวัตกรรมเทคโนโลยีการเรียนการสอน ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้แสวงหาความรู้และเกิดวิธีคิดตามกระบวนการสร้างองค์ความรู้และหลักการทางวิทยาศาสตร์ ในรูปแบบ “ห้องเรียนอัจฉริยะ (Smart classroom)” ซึ่งสอดคล้องกับการจัดการศึกษาในศตวรรษที่ 21 ที่ได้เน้นการเปลี่ยนแปลงรูปแบบ และวิธีการเรียนการสอนทั้งใน และนอกห้องเรียน เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเข้าถึงชุดข้อมูลความรู้สารสนเทศได้อย่างรวดเร็ว จากแหล่งทรัพยากรที่มีอยู่เป็นจำนวนมาก ซึ่งถือเป็นการปรับปรุงการเรียนการสอนอย่างบูรณาการโดยใช้ระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเข้ามาสนับสนุนการเรียนการสอน ขดังนั้นหากนำแนวคิดการจัดการเรียนรู้เชิงรุกมาผนวกกับการจัดสภาพแวดล้อมห้องเรียนอัจฉริยะ เพื่อให้สอดคล้องกับการศึกษาในยุค Thailand 4.0 และการจัดการศึกษาในศตวรรษที่ 21 ที่คำนึงถึงการนำนวัตกรรมและเทคโนโลยีการศึกษามาบูรณาการเข้ากับการเรียนการสอน จะช่วยส่งเสริมกิจกรรมทางการเรียนการสอนให้มากกว่าห้องเรียนปกติหรือห้องเรียนในยุคเดิม ๆ ไม่จำกัดด้วยเวลาและสถานที่ ทั้งในระบบชั้นเรียนและนอกชั้นเรียน เพื่อช่วยอำนวยความสะดวก ลดการใช้ทรัพยากร รวมทั้งตอบสนองความต้องการต่าง ๆ อีกมากมาย

ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิดกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเป็นกระบวนการที่จะสร้างนวัตกรรมโดยการนำขั้นตอนของกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เทคนิคและทักษะจำเป็นที่จะนำไปสู่ความสามารถเข้าใจในการมองปัญหาและการแก้ปัญหาโดยมีขั้นตอนการทำงาน 6 ขั้นตอน คือ ดังนี้ 1) ขั้นระบุปัญหา (Problem Identification) กระตุ้นความสนใจของนักเรียนโดยใช้สถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริงที่นำไปสู่การออกแบบและสร้างสรรค์นวัตกรรมเพื่อแก้ไขปัญหา 2) ขั้นรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related Information Search) ผู้เรียนใช้กระบวนการสืบเสาะเพื่อค้นหา ความรู้ ทักษะ และคุณลักษณะที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบและสร้างสรรค์ชิ้นงาน 3) ขั้นตอนออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design) ผู้เรียนนำเสนอข้อค้นพบที่ได้จากการสืบเสาะในขั้นก่อนหน้า โดยนำมาอภิปรายร่วมกับเพื่อนในชั้นเรียนเพื่อให้ได้กรอบ

แนวคิด ทางทฤษฎีที่ชัดเจนก่อนนำไปออกแบบและสร้างชิ้นงาน 4) ขั้นตอนวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and Development) ผู้เรียนนำสิ่งที่ได้เรียนรู้ในขั้นก่อนหน้านี้มาใช้ในการออกแบบและสร้างชิ้นงาน 5) ขั้นตอนทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Testing, Evaluation and Design Improvement) ผู้เรียนทดสอบประสิทธิภาพของชิ้นงานเพื่อป้องกันข้อผิดพลาด และนำไปพัฒนางานให้ดีขึ้นหรือออกแบบใหม่ และ 6) ขั้นนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Presentation) ผู้สอนและผู้เรียนประเมินชิ้นงานที่ปรับปรุงใหม่เพื่อให้ทราบว่าผู้เรียนได้เรียนรู้อะไรและมากน้อยเพียงใด สอดคล้องกับงานวิจัยของ ศิริรินาถ ทับทิมใส (2563 : 4-5) พบว่า การจัดกระบวนการเรียนรู้ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมจะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถสร้างสรรค์ชิ้นงาน มีทักษะในการออกแบบ เน้นให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติได้ด้วยตนเอง และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนคิดสิ่งที่แปลกใหม่ ไม่ซ้ำใคร โดยเนื้อหาที่เหมาะสมสำหรับการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมนั้นควรเป็นเนื้อหาที่ใกล้ตัวนักเรียนสามารถนำความรู้นั้นมาปรับใช้ในชีวิตประจำวันได้ ด้วยการลงมือปฏิบัติอย่างเป็นขั้นตอน

การเรียนรู้ตามสถานการณ์ (Situating Learning) เป็นเทคนิคที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากสถานการณ์ที่ใกล้เคียงกับความเป็นจริง เป็นการเตรียมความพร้อมผู้เรียนก่อนเข้าสู่การทำงานจริง หลักการสำคัญของการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์อยู่ที่การออกแบบสถานการณ์ให้ใกล้เคียงกับสภาพจริงมากที่สุด เพื่อให้ผู้เรียนฝึกการทำงานร่วมกันในการแสวงหาแนวทางแก้ปัญหา ฝึกทักษะการคิด การเลือกสรรข้อมูล การแก้ปัญหา และการตัดสินใจ ซึ่งล้วนเป็นทักษะที่ตลาดแรงงานต้องการจากบัณฑิตที่จบ ในการศึกษา ระดับอุดมศึกษา ลักษณะของการสอนตามแนวการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์มีความแตกต่างจากการสอนแบบดั้งเดิม (Traditional approach) โดยเน้นให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ในสถานการณ์ที่ใกล้เคียงกับความเป็นจริง ส่งเสริมให้ผู้เรียนทำงานและเรียนรู้ร่วมกัน ผู้สอนเปลี่ยนบทบาทจากการเป็นศูนย์กลางการเรียนรู้มาเป็นผู้อำนวยความสะดวก ในขณะที่ผู้เรียนต้องเรียนรู้ผ่านการมีปฏิสัมพันธ์กับสมาชิกในกลุ่ม การเรียนรู้จึงเป็นไปอย่างมีพลวัต และเกิดการเรียนรู้เชิงลึก การเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์เป็นฐานมีความท้าทายผู้เรียนและสอดคล้องกับความสนใจและความต้องการทั้งของผู้เรียนและตลาดแรงงานในปัจจุบัน

จากแนวคิดและหลักการต่าง ๆ ข้างต้น ผู้วิจัยในฐานะที่เป็นนักเทคโนโลยีทางการศึกษาผู้ที่มีบทบาทในการนำเทคโนโลยีมาสนับสนุนการเรียนรู้และจัดกระบวนการการเรียนรู้ จึงได้พัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้เชิงรุกในสภาพแวดล้อมห้องเรียนอัจฉริยะ โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมร่วมกับการเรียนรู้ตามสถานการณ์ เพื่อส่งเสริมสมรรถนะวิชาชีพด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์ต้นแบบทางอุตสาหกรรม สำหรับ นักศึกษาระดับปริญญาตรี โดยการนำเอาสถานการณ์ต่างๆ มาดัดแปลงและเป็นตัวอย่างให้กับผู้เรียนได้ร่วมกัน ศึกษาวิเคราะห์เพื่อสร้างความเข้าใจและหาทางแก้ไขปัญหา และผู้เรียนได้มีโอกาสแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันผ่านสภาพแวดล้อมห้องเรียนอัจฉริยะเป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่ยืดหยุ่นตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคล

โดยมุ่งเน้นการพัฒนาความสามารถของผู้เรียนในการประยุกต์ใช้ความรู้ ทักษะ และคุณลักษณะต่างๆ อย่างเป็นองค์รวมในการปฏิบัติงานตามเกณฑ์มาตรฐานวิชาชีพ และผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นจะช่วยให้ผู้เรียนมีความรู้ความสามารถในการทำงานมากขึ้น เกิดความมั่นใจในตนเองพร้อมที่จะเผชิญกับสถานการณ์ต่างๆ ในทุกๆ ด้าน ได้อย่างเหมาะสม อีกทั้งเป็นการยกระดับการจัดการเรียนรู้ให้มีคุณภาพมากยิ่งขึ้นปรับผลลัพธ์การเรียนรู้สู่ผลลัพธ์การทำงานที่ดีและมีมาตรฐานเป็นที่ยอมรับ

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้เชิงรุกในสภาพแวดล้อมห้องเรียนอัจฉริยะ โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมร่วมกับการเรียนรู้ตามสถานการณ์ เพื่อส่งเสริมสมรรถนะวิชาชีพด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์ต้นแบบทางอุตสาหกรรม สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี
2. เพื่อศึกษาผลการทดลองรูปแบบการจัดการเรียนรู้เชิงรุกในสภาพแวดล้อมห้องเรียนอัจฉริยะ โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมร่วมกับการเรียนรู้ตามสถานการณ์ เพื่อส่งเสริมสมรรถนะวิชาชีพด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์ต้นแบบทางอุตสาหกรรม สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี
3. เพื่อประเมินรับรองรูปแบบการจัดการเรียนรู้เชิงรุกในสภาพแวดล้อมห้องเรียนอัจฉริยะ โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมร่วมกับการเรียนรู้ตามสถานการณ์ เพื่อส่งเสริมสมรรถนะวิชาชีพด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์ต้นแบบทางอุตสาหกรรม สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี

ระเบียบวิธีวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

- 1.1 ประชากร ได้แก่ นักศึกษาระดับปริญญาตรี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- 1.2 กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักศึกษาระดับปริญญาตรี ได้แก่ นักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปี 3 ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ ลงทะเบียนเรียนในรายวิชา 03605411 กระบวนการการขึ้นรูป (Forming Processes) ประจำปีภาคต้น ปีการศึกษา 2565 จำนวน 27 คน

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

- 2.1 รูปแบบการจัดการเรียนรู้เชิงรุกในสภาพแวดล้อมห้องเรียนอัจฉริยะ โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมร่วมกับการเรียนรู้ตามสถานการณ์ เพื่อส่งเสริมสมรรถนะวิชาชีพด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์ต้นแบบทางอุตสาหกรรม สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี
- 2.2 แบบประเมินรับรองรูปแบบการจัดการเรียนรู้เชิงรุกในสภาพแวดล้อมห้องเรียนอัจฉริยะ โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมร่วมกับการเรียนรู้ตามสถานการณ์ เพื่อส่งเสริมสมรรถนะวิชาชีพด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์ต้นแบบทางอุตสาหกรรม สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี เป็นลักษณะแบบประมาณค่า

(Rating scale) 5 ระดับ โดยมีการหาคุณภาพของเครื่องมือด้วยดัชนี IOC ซึ่งพบว่า ข้อคำถามมีค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.67 – 1.00 แปลได้ว่า แบบประเมินมีคุณภาพสามารถนำไปใช้งานได้ โดยกำหนดเกณฑ์การแปลความหมายค่าเฉลี่ย มีดังนี้

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

2.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านความรู้ (ก่อนเรียน – หลังเรียน) เป็นแบบปรนัย 5 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ โดยข้อสอบที่มีค่าความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง 0.20 – 0.80 มีค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป เมื่อวิเคราะห์หาค่าความเที่ยงโดยใช้สูตร KR-20 ของ คูเดอร์-ริชาร์ดสัน พบว่า มีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.89 แสดงว่าแบบทดสอบนี้มีค่าความเชื่อมั่นซึ่งถือว่าผ่านเกณฑ์สามารถนำไปใช้ในการวิจัยได้

2.4 แบบประเมินด้านทักษะกระบวนการปฏิบัติงาน เป็นลักษณะแบบรูบริก (Scoring Rubrics) 4 ระดับ โดยกำหนดรายการประเมินทักษะกระบวนการครอบคลุมตามขั้นตอนกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ดังนี้ ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูล ขั้นที่ 3 ออกแบบ ขั้นที่ 4 ดำเนินการผลิต ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และขั้นที่ 6 นำเสนอ รวมทั้งหมด 6 ขั้น แต่ละขั้นมีคะแนนเต็ม 4 คะแนน รวมคะแนนเต็มทั้งหมด 24 คะแนน โดยกำหนดเกณฑ์ในการแปลความหมายจากการรวมคะแนน ดังนี้

19 – 24	หมายถึง	ผู้เรียนมีทักษะกระบวนการปฏิบัติงาน อยู่ในระดับ ดีมาก
11 – 18	หมายถึง	ผู้เรียนมีทักษะกระบวนการปฏิบัติงาน อยู่ในระดับ ดี
7 – 12	หมายถึง	ผู้เรียนมีทักษะกระบวนการปฏิบัติงาน อยู่ในระดับ พอใช้
6	หมายถึง	ผู้เรียนมีทักษะกระบวนการปฏิบัติงาน อยู่ในระดับ ควรปรับปรุง

2.5 แบบประเมินด้านผลงาน/ชิ้นงาน การออกแบบผลิตภัณฑ์ เป็นลักษณะแบบรูบริก (Scoring Rubrics) 4 ระดับ โดยกำหนดประเด็นให้คะแนน ดังนี้ ด้านความคิดสร้างสรรค์ ด้านการออกแบบ ด้านการเลือกใช้วัสดุ ด้านความสวยงาม และด้านการนำไปใช้ รวม 5 ด้าน แต่ละด้านมีคะแนนเต็ม 4 คะแนน รวมคะแนนเต็มทั้งหมด 20 คะแนน โดยกำหนดเกณฑ์ในการแปลความหมายจากการรวมคะแนน ดังนี้

14 - 20	หมายถึง	คุณภาพผลงาน/ชิ้นงาน อยู่ในระดับ ดีมาก
9 - 15	หมายถึง	คุณภาพผลงาน/ชิ้นงาน อยู่ในระดับ ดี
6 - 10	หมายถึง	คุณภาพผลงาน/ชิ้นงาน อยู่ในระดับ พอใช้

2.6 แบบสอบถามความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ฯ เป็นลักษณะแบบประมาณค่า (Rating scale) 5 ระดับ โดยมีการหาคุณภาพของเครื่องมือด้วยดัชนี IOC ซึ่งพบว่า ข้อคำถามมีค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.67 – 1.00 แปลได้ว่า แบบประเมินมีคุณภาพสามารถนำไปใช้งานได้ โดยกำหนดเกณฑ์การแปลความหมายค่าเฉลี่ย มีดังนี้

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

3. การเก็บรวบรวมข้อมูลงานวิจัย

ระยะเวลาการจัดเก็บข้อมูล จำนวน 10 สัปดาห์ โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. สัปดาห์ที่ 1 ปฐมนิเทศผู้เรียนชี้แจงเป้าหมายของการเรียน ขั้นตอนและวิธีการเรียนการสอน เครื่องมือที่ใช้ ระยะเวลาเรียน 10 สัปดาห์ และการวัดประเมินผล และให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบด้านความรู้ (ก่อนเรียน) ซึ่งมีลักษณะแบบปรนัย จำนวน 30 ข้อ

2. สัปดาห์ที่ 2 - 7 จัดกิจกรรมการเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 - 6 และทำใบงานประจำหน่วยการเรียนรู้

3. สัปดาห์ที่ 8 - 9 ทดสอบสมรรถนะผู้เรียนโดยการทำ work shop ทำการเก็บรวบรวมคะแนนที่ได้จากการประเมินด้านทักษะกระบวนการปฏิบัติงาน ซึ่งมีลักษณะเป็นรูบริกส์ (Scoring Rubric) 4 ระดับ ประเมินโดยผู้สอนและผู้ช่วยวิจัย รวม 3 คน

4. สัปดาห์ที่ 10 ผู้เรียนนำเสนอผลงาน เก็บรวบรวมคะแนนที่ได้จากการประเมินด้านผลงาน/ชิ้นงาน ผลิตภัณฑ์ ซึ่งมีลักษณะเป็นรูบริกส์ (Scoring Rubric) 4 ระดับ ประเมินโดยผู้สอนและตัวแทนภาคอุตสาหกรรม รวม 3 คน

5. ผู้เรียนทำแบบทดสอบด้านความรู้ (หลังเรียน) และทำแบบสอบถามความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อกิจกรรมการจัดการเรียนรู้เชิงรุกในสภาพแวดล้อมห้องเรียนอัจฉริยะ โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ร่วมกับการเรียนรู้ตามสถานการณ์ฯ ซึ่งมีลักษณะเป็นแบบประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ นำผลที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลไปทำการวิเคราะห์ข้อมูล และสรุปผลการวิจัย

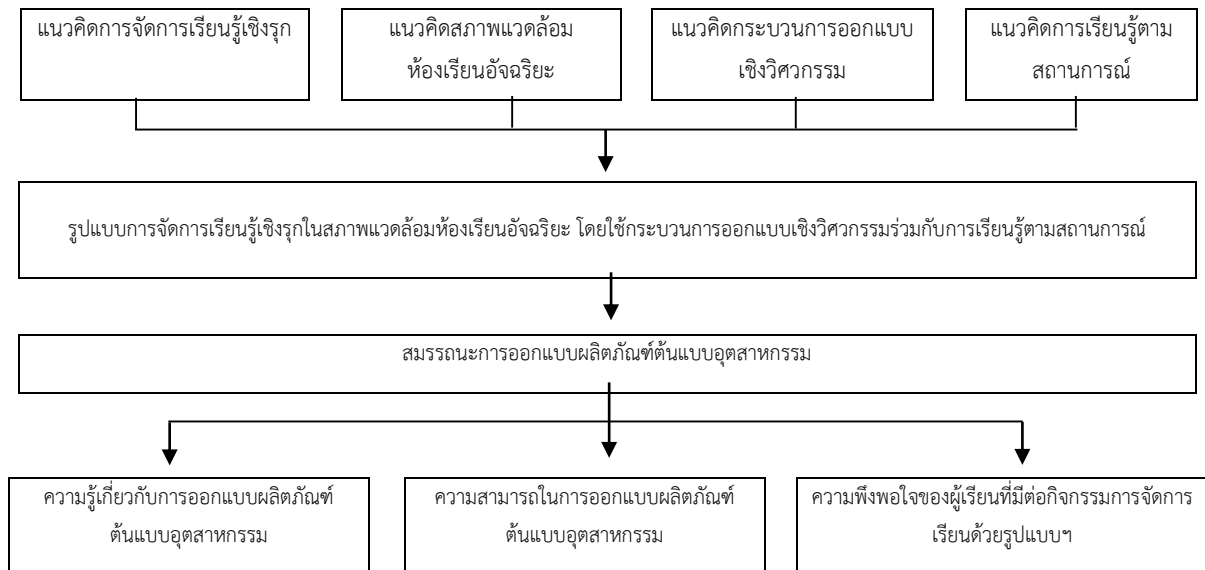
การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล มีรายละเอียดดังนี้

1. การวิเคราะห์แบบสอบถาม นำมาคำนวณหาค่าความถี่ (Frequency) ร้อยละ (Percentage) ค่าเฉลี่ย (Mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D) และการพรรณนา (Descriptive) และสรุปข้อมูลของแต่ละหัวข้อโดยเรียงลำดับจากประเด็นที่มีจำนวนผู้สอนตอบมากไปที่สุดไปน้อยที่สุด
2. การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงเนื้อหา (Content analysis) ที่เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงบรรยายจากข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ เรียบเรียงเพื่อสรุปประเด็นต่างๆ นำเสนอในลักษณะคำบรรยาย และนำเสนอข้อมูลด้วยตารางวิเคราะห์ข้อมูลประกอบคำอธิบาย
3. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านความรู้ (ก่อนเรียน – หลังเรียน) โดยใช้การวิเคราะห์ค่า t-test dependent ในการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ด้านความรู้
4. การหาความสัมพันธ์ของคะแนนทั้ง 3 ด้าน คือ คะแนนความรู้ คะแนนด้านทักษะกระบวนการปฏิบัติงาน และคะแนนผลงาน/ชิ้นงาน โดยใช้สถิติวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson's sample correlation coefficient) ของคะแนนทั้ง 3 ชุด

กรอบแนวคิดในการวิจัย

กรอบแนวคิดในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้เชิงรุกในสภาพแวดล้อมห้องเรียนอัจฉริยะ โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมร่วมกับการเรียนรู้ตามสถานการณ์ เพื่อส่งเสริมสมรรถนะวิชาชีพด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์ต้นแบบทางอุตสาหกรรม สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์สังเคราะห์ศึกษาแนวคิดทฤษฎี และหลักการต่างๆ ที่เกี่ยวข้องการจัดการเรียนรู้เชิงรุก แนวคิดห้องเรียนอัจฉริยะ แนวคิดกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม และแนวคิดการเรียนรู้ตามสถานการณ์ และได้กำหนดเป็นกรอบแนวคิดในการวิจัย ดังแสดงในแผนภาพที่ 1

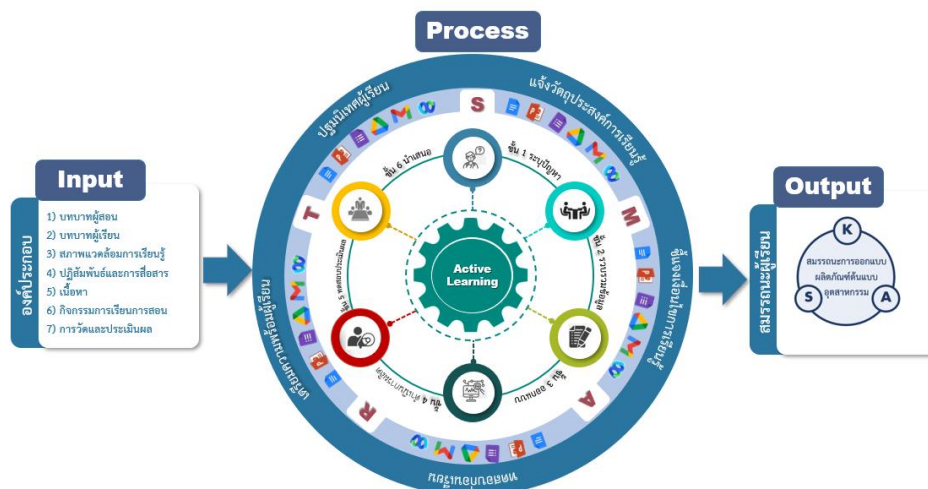


แผนภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

ผลการวิจัย

1. ผลการพัฒนาแบบการจัดการเรียนรู้เชิงรุกในสภาพแวดล้อมห้องเรียนอัจฉริยะ โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมร่วมกับการเรียนรู้ตามสถานการณ์ เพื่อส่งเสริมสมรรถนะวิชาชีพด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์ต้นแบบทางอุตสาหกรรม สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1.1 องค์ประกอบของแบบการจัดการเรียนรู้เชิงรุกในสภาพแวดล้อมห้องเรียนอัจฉริยะ โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมร่วมกับการเรียนรู้ตามสถานการณ์ เพื่อส่งเสริมสมรรถนะวิชาชีพด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์ต้นแบบทางอุตสาหกรรม สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี



แผนภาพที่ 2 องค์ประกอบและขั้นตอนของรูปแบบฯ

จากแผนภาพที่ 2 องค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้เชิงรุกในสภาพแวดล้อมห้องเรียนอัจฉริยะ โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมร่วมกับการเรียนรู้ตามสถานการณ์ เพื่อส่งเสริมสมรรถนะวิชาชีพด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์ต้นแบบทางอุตสาหกรรม สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี ประกอบด้วย 7 องค์ประกอบ ได้แก่ องค์ประกอบที่ 1 กำหนดบทบาทผู้สอน องค์ประกอบที่ 2 กำหนดบทบาทผู้เรียน องค์ประกอบที่ 3 เตรียมสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ ประกอบด้วย การจัดทำสื่อและแหล่งการเรียนรู้ การเตรียมห้องเรียนอัจฉริยะ องค์ประกอบที่ 4 เตรียมเนื้อหาเรื่องการออกแบบผลิตภัณฑ์ต้นแบบทางอุตสาหกรรม แบ่งเป็น 6 หน่วยการเรียนรู้ องค์ประกอบที่ 5 กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ องค์ประกอบที่ 6 การมีปฏิสัมพันธ์และการสื่อสาร และองค์ประกอบที่ 7 การวัดและประเมินผล

1.2 ขั้นตอนของรูปแบบการจัดการเรียนรู้เชิงรุกในสภาพแวดล้อมห้องเรียนอัจฉริยะ โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมร่วมกับการเรียนรู้ตามสถานการณ์ เพื่อส่งเสริมสมรรถนะวิชาชีพด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์ต้นแบบทางอุตสาหกรรม สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มีรายละเอียด ดังนี้

ขั้นเตรียมผู้เรียน

1. ผู้สอนปฐมนิเทศเพื่อให้ผู้เรียนทราบเป้าหมายของการเรียน ขั้นตอนและวิธีการเรียนการสอน เครื่องมือที่ใช้ สถานที่ บทบาทของผู้สอน บทบาทของผู้เรียน การแบ่งกลุ่มผู้เรียน ระยะเวลาในการเรียน รวมทั้งวิธีการและเกณฑ์การประเมิน หรือเงื่อนไขสำคัญอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง
2. ผู้สอนทำการแบ่งกลุ่มผู้เรียนออกเป็นกลุ่มย่อย กลุ่มละประมาณ 5 - 6 คน จากนั้นให้ผู้เรียนแบ่งบทบาทหน้าที่ โดยคัดเลือกสมาชิกในกลุ่มเพื่อทำหน้าที่หัวหน้ากลุ่ม 1 คน
3. ผู้สอนแนะนำการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจ และทักษะกระบวนการที่จำเป็นต่อการทำกิจกรรมการเรียนรู้ และการทำงานกลุ่ม
4. ผู้สอนแนะนำช่องทางสำหรับสืบค้นข้อมูล ทั้งจากแหล่งข้อมูลภายในหรือจากแหล่งข้อมูลภายนอกที่ผู้เรียนสามารถเข้าไปค้นคว้าเพื่อหาแนวทางการแก้ปัญหา
5. ผู้สอนให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านความรู้ (ก่อนเรียน)

ขั้นกิจกรรมการเรียนรู้

ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามขั้นตอนของกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม 6 ขั้นตอน

ขั้นที่ 1 การระบุปัญหา เป็นขั้นนำเข้าสู่สถานการณ์ปัญหา ทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหา กระตุ้นให้เกิดความสนใจต่อสถานการณ์ ร่วมกันวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา เพื่อให้มองเห็นปัญหาได้อย่างชัดเจน วิเคราะห์เงื่อนไข หรือข้อจำกัดของสถานการณ์ปัญหา เพื่อกำหนดขอบเขตของปัญหา ซึ่งจะนำไปสู่การสร้างชิ้นงาน

ขั้นที่ 2 การรวบรวมแนวคิด เป็นขั้นตอนการศึกษาค้นคว้า การรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา โดยใช้เทคนิคการสืบค้นข้อมูล การระดมสมอง การทำแผนที่ความคิด

ขั้นที่ 3 การออกแบบ หลังจากเลือกแนวคิดที่เหมาะสมในการแก้ปัญหาแล้วขั้นตอนต่อไป คือ การประยุกต์ใช้ข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง เพื่อการออกแบบชิ้นงาน

ขั้นที่ 4 การดำเนินการผลิต หลังจากที่ได้ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา ความต้องการแล้ว ขั้นตอนต่อไป คือ การพัฒนาต้นแบบ (Prototype) ของสิ่งที่ได้ออกแบบไว้ในขั้นตอนนี้ การกำหนดลำดับขั้นตอนของการสร้างชิ้นงานหรือวิธีการ แล้วลงมือสร้างชิ้นงานต้นแบบ (Prototype)

ขั้นที่ 5 การทดสอบ เป็นขั้นตอนทดสอบและประเมินการออกแบบและผลิตต้นแบบ โดยผู้สอนจะเป็นผู้ตรวจสอบกระบวนการทำงานและติดตามความก้าวหน้าของการทำงาน ผู้เรียนเป็นผู้รายงานความก้าวหน้า รวมถึงปัญหาที่เจอขณะปฏิบัติงาน ผู้สอนคอยชี้แนะเพื่อให้ผู้เรียนนำไปปรับปรุงแก้ไข

ขั้นที่ 6 การนำเสนอ หลังจากการพัฒนา ปรับปรุงทดสอบและประเมินวิธีการแก้ปัญหาหรือผลลัพธ์จนมีประสิทธิภาพตามที่ต้องการแล้ว ผู้เรียนนำเสนอผลงานพร้อมทั้งวิธีการ โดยวิธีการนำเสนอข้อมูลที่เข้าใจง่ายและน่าสนใจ

ขั้นสรุป

เป็นกระบวนการในการประเมินผลการเรียน ก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียน เพื่อวัดผลการเรียนรู้ของผู้เรียน ได้แก่

1. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านความรู้ (หลังเรียน)
2. แบบประเมินด้านทักษะกระบวนการปฏิบัติงาน
3. แบบประเมินด้านผลงาน/ชิ้นงาน การออกแบบผลิตภัณฑ์
4. แบบสอบถามความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อกิจกรรมการจัดการเรียนรู้

2. ผลการทดลองใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้เชิงรุกในสภาพแวดล้อมห้องเรียนอัจฉริยะ โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมร่วมกับการเรียนรู้ตามสถานการณ์ เพื่อส่งเสริมสมรรถนะวิชาชีพด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์ต้นแบบทางอุตสาหกรรม สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี โดยมีรายละเอียด ดังนี้

2.1 ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านความรู้ (ก่อนเรียน – หลังเรียน) เรื่อง การออกแบบผลิตภัณฑ์ต้นแบบอุตสาหกรรม โดยใช้รูปแบบฯ

ตารางที่ 1 ผลวิเคราะห์เปรียบเทียบคะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านความรู้ (ก่อนเรียน – หลังเรียน)
(n = 27)

คะแนน	คะแนนเต็ม	$\bar{x}$	<i>S. D.</i>	t-test	p-value
ก่อนเรียน	30	12.52	3.43	14.07	0.00
หลังเรียน	30	20.67	3.32		

* นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.5

จากตารางที่ 1 พบว่า คะแนนทดสอบด้านความรู้ ก่อนเรียน มีค่าเฉลี่ย ($\bar{x} = 12.52$, *S. D.* = 3.43) และคะแนนทดสอบด้านความรู้ หลังเรียน มีค่าเฉลี่ย ($\bar{x} = 20.67$, *S. D.* = 3.32) เมื่อเปรียบเทียบคะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ด้านความรู้ ระหว่างคะแนนก่อนเรียน และคะแนนหลังเรียนได้ค่าสถิติ $t = 14.07$, $p\text{-value} = 0.00$ แสดงว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.2 ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนเฉลี่ย ด้านความรู้ ด้านทักษะกระบวนการปฏิบัติงาน และด้านผลงาน/ชิ้นงาน จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ระดับความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนเฉลี่ยด้านความรู้ ด้านทักษะกระบวนการปฏิบัติงาน และด้านผลงาน/ชิ้นงาน

(n = 27)

ความสัมพันธ์				
Correlations		ด้านความรู้	ด้านทักษะ	ด้านผลงาน/ ชิ้นงาน
ด้านความรู้	Pearson Correlation	1	0.59	0.55
	Sig. (2-tailed)		0.00	0.00
	n	27	27	27
ด้านทักษะ	Pearson Correlation	0.59	1	0.64
	Sig. (2-tailed)	0.00		0.00
	n	27	27	27
ด้านผลงาน/ ชิ้นงาน	Pearson Correlation	0.55	0.64	1
	Sig. (2-tailed)	0.00	0.00	
	n	27	27	27

**มีนัยสำคัญทางสถิติที่ .01

จากตารางที่ 2 ผลการศึกษาระดับความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนเฉลี่ย ด้านความรู้ ด้านทักษะ กระบวนการปฏิบัติงาน และด้านผลงาน/ชิ้นงาน จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เชิงรุกในสภาพแวดล้อม ห้องเรียนอัจฉริยะ โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมร่วมกับการเรียนรู้ตามสถานการณ์ เพื่อส่งเสริม สมรรถนะวิชาชีพด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์ต้นแบบทางอุตสาหกรรม สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี เมื่อ พิจารณารายด้านพบว่า

2.2.1 คะแนนเฉลี่ยด้านความรู้มีความสัมพันธ์กับคะแนนเฉลี่ยด้านทักษะ กระบวนการ ปฏิบัติงาน โดยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) มีค่าเท่ากับ 0.59 ซึ่งมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันในระดับ ปานกลาง กล่าวคือ ถ้าคะแนนความรู้ของผู้เรียนสูง คะแนนด้านทักษะกระบวนการปฏิบัติงานของผู้เรียนก็จะ สูงขึ้นตามในระดับปานกลาง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2.2.2 คะแนนเฉลี่ยด้านความรู้มีความสัมพันธ์กับคะแนนเฉลี่ยด้านผลงาน/ชิ้นงาน โดยค่า สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) มีค่าเท่ากับ 0.55 ซึ่งมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกัน กล่าวคือ ถ้าคะแนนด้าน ความรู้ของผู้เรียนสูง คะแนนเฉลี่ยด้านผลงาน/ชิ้นงานจะสูงตามในระดับปานกลาง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ .01

2.2.3 คะแนนเฉลี่ยด้านทักษะกระบวนการปฏิบัติงานมีความสัมพันธ์กับคะแนนเฉลี่ยด้าน ผลงาน/ชิ้นงาน โดยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) มีค่าเท่ากับ 0.64 ซึ่งมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันใน ระดับปานกลาง กล่าวคือ ถ้าคะแนนด้านทักษะกระบวนการปฏิบัติงานของผู้เรียนสูง คะแนนด้านผลงาน/ ชิ้นงาน ของผู้เรียนก็จะสูงขึ้นตามในระดับปานกลาง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2.3 ผลการวิเคราะห์ระดับความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อกิจกรรมการจัดการเรียนรู้เชิงรุกใน สภาพแวดล้อมห้องเรียนอัจฉริยะ โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมร่วมกับสถานการณ์จำลอง เพื่อ ส่งเสริมสมรรถนะวิชาชีพด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์ต้นแบบทางอุตสาหกรรม สำหรับนักศึกษาระดับปริญญา ตรี พบว่า ค่าเฉลี่ยระดับความพึงพอใจของผู้เรียนเกี่ยวกับการใช้รูปแบบฯ การเรียนการสอน มีความพึงพอใจ รวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{x} = 4.30, S.D. = 0.64$) และเมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า กิจกรรมการเรียนกระตุ้น ให้ผู้เรียนฝึกคิด วิเคราะห์ ปฏิบัติ มากกว่าการท่องจำ มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x} = 4.67, S.D. = 0.47$) รองลงมาคือ กิจกรรมการเรียนส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถบูรณาการความรู้ ทักษะ ไปใช้ในการ พัฒนาผลิตภัณฑ์ต้นแบบอุตสาหกรรม รวมทั้งเชื่อมโยงไปสู่การทำงานในอนาคต มีความพึงพอใจอยู่ในระดับ มาก ($\bar{x} = 4.48, S.D. = 0.69$) ผู้สอนช่วยชี้แนะ และกระตุ้นให้ความช่วยเหลือ มีความพึงพอใจอยู่ในระดับ มาก ($\bar{x} = 4.44, S.D. = 0.50$) กิจกรรมการเรียนช่วยให้ผู้ได้พัฒนาความสามารถในหลายๆ ด้าน และผู้เรียน รู้สึกอิสระที่สามารถวางแผนและควบคุมการทำงานได้เอง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ($\bar{x} = 4.41, S.D. = 0.56$) การเรียนตามรูปแบบฯ นี้ช่วยให้ผู้เรียนมีความสนใจในเนื้อหามากกว่าการเรียนตามปกติ มีความพึง พพอใจอยู่ในระดับมาก ($\bar{x} = 4.26, S.D. = 0.80$) กิจกรรมการเรียนส่งเสริมให้ผู้เรียนศึกษาค้นคว้าและแสวงหา

ความรู้ด้วยตนเอง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ($\bar{x} = 4.19, S.D. = 0.19$) บรรยากาศในการเรียนมีความเป็นอิสระ ไม่เครียดจนเกินไป มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ($\bar{x} = 4.15, S.D. = 0.76$) รูปแบบการเรียนน่าสนใจ ช่วยให้เกิดความกระตือรือร้นในการเรียน มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ($\bar{x} = 4.07, S.D. = 0.86$) ระยะเวลาในการเรียนมีความเหมาะสมไม่เร็วหรือช้าเกินไป มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ($\bar{x} = 3.89, S.D. = 0.68$) ตามลำดับ

3. ผลการรับรองรูปแบบการจัดการเรียนรู้เชิงรุกในสภาพแวดล้อมห้องเรียนอัจฉริยะ โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมร่วมกับการเรียนรู้ตามสถานการณ์ เพื่อส่งเสริมสมรรถนะวิชาชีพด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์ต้นแบบทางอุตสาหกรรม สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี ในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x} = 4.55, S.D. = 0.37$) และเมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ด้านปัจจัยนำเข้า (Input) องค์ประกอบของรูปแบบการเรียนการสอน พบว่า ผู้ทรงคุณวุฒิประเมินความเหมาะสมขององค์ประกอบโดยรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{x} = 4.49, S.D. = 0.81$) ด้านกระบวนการ (Process) ขั้นตอนการเรียนการสอนของรูปแบบการเรียนการสอน พบว่า ผู้ทรงคุณวุฒิประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x} = 4.87, S.D. = 0.21$) ด้านผลลัพธ์ (Output) การวัดผลสมรรถนะของผู้เรียนที่เกิดจากการการเรียนโดยใช้รูปแบบฯ พบว่า ผู้ทรงคุณวุฒิประเมินความเหมาะสมของการประเมินผลการเรียนในภาพรวมระดับมากที่สุด ($\bar{x} = 4.60, S.D. = 0.49$) ด้านการนำรูปแบบฯ ไปใช้งาน พบว่า ผู้ทรงคุณวุฒิมีความเห็นว่ารูปแบบการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นนี้มีความเหมาะสม ในภาพรวมระดับมาก ($\bar{x} = 3.70, S.D. = 0.46$)

อภิปรายผลการวิจัย

การอภิปรายผลการวิจัยเรื่องรูปแบบการจัดการเรียนรู้เชิงรุกในสภาพแวดล้อมห้องเรียนอัจฉริยะ โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมร่วมกับการเรียนรู้ตามสถานการณ์ เพื่อส่งเสริมสมรรถนะวิชาชีพด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์ต้นแบบทางอุตสาหกรรม สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มีดังนี้

1. การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้เชิงรุกในสภาพแวดล้อมห้องเรียนอัจฉริยะ โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมร่วมกับการเรียนรู้ตามสถานการณ์ เพื่อส่งเสริมสมรรถนะวิชาชีพด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์ต้นแบบทางอุตสาหกรรม สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี

ผู้วิจัยศึกษาวิเคราะห์สังเคราะห์แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง มีการนำผลการวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับผลการเรียนรู้ตามกรอบมาตรฐานคุณวุฒิวิชาชีพ ตลอดจนการศึกษาสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอนของผู้สอนคณะวิศวกรรมศาสตร์ รวมถึงการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญด้านการเรียนการสอนซึ่งเป็นการดำเนินการอย่างเป็นระบบร่วมกับกระบวนการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) ประกอบด้วย 7 องค์ประกอบ และ 6 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ ด้านปัจจัยนำเข้า (Input) ประกอบด้วย 7 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) ผู้สอน 2) ผู้เรียน 3) สภาพแวดล้อมห้องเรียนอัจฉริยะ 4) เนื้อหา 5) กิจกรรมการ

เรียนรู้ 6) ปฏิสัมพันธ์การสื่อสาร และ 7) วัดและประเมินผล ด้านกระบวนการ (Process) ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้น 1 ระบุปัญหา ขั้น 2 รวบรวมข้อมูล ขั้น 3 ออกแบบ ขั้น 4 ดำเนินการผลิต ขั้น 5 ทดสอบและประเมินผล ขั้น 6 นำเสนอ และด้านปัจจัยนำออก (Output) ได้แก่ สมรรถนะการออกแบบผลิตภัณฑ์ต้นแบบอุตสาหกรรม สอดคล้องกับ ดรณนภา นาชัยฤทธิ์ (2552 : บทคัดย่อ) ได้พัฒนารูปแบบการเรียนการสอนแบบผสมผสานด้วยการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้กรณีศึกษา ผลการวิจัยพบว่า องค์ประกอบ ได้แก่ 1 ปัจจัยนำเข้า ประกอบด้วย ผู้สอน ผู้เรียน กรณีศึกษา เทคโนโลยี และสภาพแวดล้อมในการเรียนการสอนแบบผสมผสาน 2) กระบวนการ ประกอบด้วย ขั้นปฐมนิเทศ ขั้นดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนแบบผสมผสาน 7 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 ร่วมกันศึกษากรณีศึกษา ขั้นที่ 2 ร่วมกันวินิจฉัยปัญหาโดยการระดมสมอง ขั้นที่ 3 สร้างทางเลือกในการแก้ปัญหาร่วมกัน ขั้นที่ 4 แลกเปลี่ยนความรู้/เปลี่ยนแปลงความรู้ ขั้นที่ 5 ประเมินผลทางเลือกและระบุความเป็นไปได้ ขั้นที่ 6 สรุปและรายงานผล ขั้นที่ 7 นำเสนอผลงานและประเมินผล การวัดและ ประเมินผล 3) ปัจจัยนำออก ประกอบด้วย การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การคิดแก้ปัญหา และการเรียนรู้ร่วมกันเป็นทีม 4) ผลป้อนกลับ

2. ศึกษาผลการทดลองใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้เชิงรุกในสภาพแวดล้อมห้องเรียนอัจฉริยะ โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมร่วมกับการเรียนรู้ตามสถานการณ์ เพื่อส่งเสริมสมรรถนะวิชาชีพด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์ต้นแบบทางอุตสาหกรรม สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี

2.1 ผู้เรียนที่เรียนด้วยรูปแบบฯ มีคะแนนเฉลี่ยแบบทดสอบความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการออกแบบผลิตภัณฑ์ต้นแบบ ก่อนเรียนและหลังเรียน มีความแตกต่างกัน โดยค่าเฉลี่ยของแบบทดสอบความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการออกแบบผลิตภัณฑ์ต้นแบบ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งผลการวิจัยพิสูจน์ให้เห็นว่ารูปแบบฯ ช่วยส่งเสริมสมรรถนะวิชาชีพด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์ต้นแบบอุตสาหกรรม ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ ขวัญตา บุญวาศ (2562 : 300-301) ทำการศึกษารูปแบบการจัดการเรียนรู้เชิงรุกโดยชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพสำหรับอาจารย์พยาบาล พบว่าผู้เรียนมีความสุขและสนุกในการเรียนเนื่องจากการจัดการเรียนมีกิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลาย โดยเฉพาะมีแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนทำให้ผู้เรียนทราบจุดเน้นสำคัญของการเรียนรู้มากขึ้น ได้ฝึกทักษะการแก้ปัญหาโจทย์สถานการณ์จำลอง การที่ผู้เรียนมีความสุขในการเรียนจะทำให้ผู้เรียนมีความตั้งใจและส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนดีขึ้น

2.2 จากผลการศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนในการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบฯ ที่พัฒนาขึ้น พบว่าผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อรูปแบบการจัดการเรียนรู้เชิงรุกฯ ในภาพรวมอยู่ในระดับมาก แสดงให้เห็นว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้เชิงรุกฯ เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ให้ความสำคัญกับการพัฒนาศักยภาพผู้เรียน ให้ผู้เรียนได้แสดงความคิดสร้างสรรค์มีอิสระในการสร้างสรรค์ชิ้นงาน มีความสามารถในการปฏิบัติงานด้วยตนเองได้อย่างเต็มที่ และมีการสื่อสารกับผู้สอนมากยิ่งขึ้น ทำให้เกิดความผู้เรียนถ่ายทอดความคิดผ่านชิ้นงานได้อย่างเต็มศักยภาพเพราะเนื้อหาและกิจกรรมที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้สามารถกระตุ้นให้ผู้เรียนกล้าคิดสร้างสรรค์ได้เป็น

อย่างตีรวมทั้งสื่อการเรียนรู้มีความทันสมัยเข้าถึงได้ง่าย สอดคล้องกับงานวิจัยของ นิสริน พรหมปลัด และคณะ (2564 : 94) การจัดการเรียนด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงในสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบยูบิควิตัส เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ด้านศิลปะอิสลาม ทำให้ผู้เรียนไม่ต้องยึดติดกับเวลา และสถานที่ ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ทุกที่ ทุกเวลา ผู้สอนจึงคอยเป็นผู้เอื้ออำนวยความสะดวก (Facilitator) ให้แก่ผู้เรียน โดยการจัดการเรียนการสอนผ่านกิจกรรมต่างๆ ในสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบยูบิควิตัสมาใช้ในการระดมสมองซึ่งเป็นเทคนิคที่ทำให้ผู้เรียนสามารถวิเคราะห์รูปแบบร่วมกันปฏิบัติงานและมีแนวทางการเรียนรู้ในการแก้ปัญหาต่างๆ ได้อย่างสร้างสรรค์ นอกจากกิจกรรมการเรียนการสอนยังเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้คิดอย่างอิสระ เพื่อหาแนวทางในการสร้างสรรค์ผลงานออกแบบนำไปสู่การวิเคราะห์ และตัดสินใจ และท้ายที่สุดผู้เรียนสามารถนำความรู้ที่ได้ไปต่อยอดความคิด และผลิตเป็นผลงานได้อย่างสร้างสรรค์

3. การประเมินรับรองรูปแบบการจัดการเรียนรู้เชิงรุกในสภาพแวดล้อมห้องเรียนอัจฉริยะ โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมร่วมกับการเรียนรู้ตามสถานการณ์ เพื่อส่งเสริมสมรรถนะวิชาชีพด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์ต้นแบบทางอุตสาหกรรม สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี ผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญโดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก เนื่องจาก รูปแบบการจัดการเรียนรู้ ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นนี้เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ฝึกคิด เกิดแรงบันดาลใจ โดยใช้สถานการณ์เป็นตัวกระตุ้น เลือกพัฒนาผลงานตามที่ตนเองถนัด มีเป้าหมายในการปฏิบัติงานตามแผน สะท้อนการเรียนรู้ สู่การผลิตผลงานหรือชิ้นงานที่มีคุณภาพ สอดคล้องกับสุนันท์ สีพาย และไพฑูรย์ สีนลารัตน (2561 : 27) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการศึกษาไทยยุค 4.0 ว่าต้องเป็นการศึกษาเพื่อสร้างนวัตกรรมชิ้นงานออกมา ก่อให้เกิดการทำงานร่วมกัน การศึกษาไม่ต้องเน้นความรู้ แต่เน้นการต่อยอดองค์ความรู้ใหม่ได้เรียนในสภาพแวดล้อมที่ใกล้เคียงกับสถานที่จริงที่สุด ผู้เรียนเกิดการคิดสร้างสรรค์ (Creative) แล้วแปรความคิดสร้างสรรค์นั้นเป็นผลผลิตออกมา (Product) และเมื่อมีผลผลิตออกมาแล้วผู้เรียนก็ต้องมีความรับผิดชอบมากขึ้น

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะจากผลการวิจัยในครั้งนี้

1. ผลการพัฒนาแบบฯ สามารถเป็นแนวทางให้ผู้สอนนำไปประยุกต์ใช้ในรายวิชาที่เกี่ยวข้องกับการทำงานโครงการ (Project) เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากโลกเสมือนการทำงานจริง และทำให้การเรียนรู้ของผู้เรียนมีความหมายมากยิ่งขึ้น

2. ผลการวิจัยสะท้อนถึงสมรรถนะของผู้เรียนในการปฏิบัติงานที่สูงขึ้น หากพิจารณาขึ้นกระบวนการขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแบบฯ แล้ว บุคลากรที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการจัดการเรียนรู้ต้องทำหน้าที่อย่างจริงจัง เอาใจใส่ และมีความรับผิดชอบ เพราะต้องคอยให้คำปรึกษาขณะที่ผู้เรียนต้องการความช่วยเหลือ ดังนั้น การจัดการเรียนรู้ตามแบบฯ จึงต้องจัดบุคลากรให้เหมาะสมกับจำนวนผู้เรียน

ข้อเสนอแนะในการวิจัยในครั้งต่อไป

1. ควรมีการศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพการจัดการเรียนรู้แบบ Active Learning ของกลุ่มตัวอย่างเดียวกัน แล้วนำผลมาเปรียบเทียบหาความสัมพันธ์ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้เหมาะสมแต่ละรายวิชานั้นๆ
2. ควรมีการนำรูปแบบจัดการเรียนรู้ฯ นี้ไปทดลองใช้ในการส่งเสริมสมรรถนะวิชาชีพด้านอื่นๆ เพื่อทดสอบว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้ฯ นี้สามารถเป็น Generic model หรือไม่

เอกสารอ้างอิง

- ขวัญตา บุญวาศ และคณะ. (2562). การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้เชิงรุกโดยชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพสำหรับอาจารย์พยาบาล. *วารสารวิทยาลัยพยาบาลราชชนนี กรุงเทพ*. 35 (1), 290-302.
- ดรณนภา นาชัยฤทธิ์. (2552). การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนแบบผสมผสานด้วยการเรียนรู้ร่วมกันโดยใช้กรณีศึกษาเพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีวิจารณญาณ การคิดแก้ปัญหา และการเรียนรู้ร่วมกันเป็นทีม ของนักศึกษาระดับปริญญาตรี *ครุศาสตร์/ศึกษาศาสตร์*. วิทยานิพนธ์ปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน. บัณฑิตวิทยาลัย: มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- นิสริน พรหมปลัด และคณะ. (2564). การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้โดยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงในสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบยูบิควิตัส เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ ด้านศิลปะอิสลาม. *วารสารการศึกษาและนวัตกรรมการเรียนรู้*. 1 (1), 80-95.
- พัชรา วงศ์ตาผา และเนาวนิตย์ สงคราม. (2562). การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้แบบผสมผสานด้วยการคิดเชิงออกแบบร่วมกับหลักการสอนแบบทริซ เพื่อส่งเสริมการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมของนิสิตนักศึกษา วิศวกรรมศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต. *วารสารวิศวกรรมศาสตร์ ราชวมงคลธัญบุรี*. 17 (2), 37-47.
- ศิรินนถ ทับทิมใส. (2563). ผลการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง พลังงานความร้อน ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. บัณฑิตวิทยาลัย: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2562). *แนวทางการนิเทศเพื่อพัฒนาและส่งเสริมการจัดการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning) ตามนโยบายลดเวลาเรียนเพิ่มเวลารู้*. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด
- สุนันท์ สipay และไพฑูรย์ สีนลารัตน. (2561). เปลี่ยนผ่านการศึกษาไทยสู่ การศึกษา 4.0. *วารสารการวัดผล การศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม*. 24 (2), 13-27.