

ระบบการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม
เพื่อเพิ่มพูนความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี
มหาวิทยาลัยราชภัฏภูมิภาคตะวันตก

นางสาวนวรรตน์ วิทยาคม

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา ภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยีและสารสนเทศ
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ปีการศึกษา 2563
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ชื่อ : นางสาวนวรรตน์ วิทยาคม
ชื่อวิทยานิพนธ์ : ระบบการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยี
ความเป็นจริงเสริมเพื่อเพิ่มพูนความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม
สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏ
ภูมิภาคตะวันตก
สาขาวิชา : เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก : รองศาสตราจารย์ ดร.พัลลภ พิริยะสุรวงศ์
ปีการศึกษา : 2563

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ 5 ประการ คือ (1) เพื่อสังเคราะห์กรอบแนวคิดของระบบการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อเพิ่มพูนความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูมิภาคตะวันตก (2) เพื่อพัฒนาระบบการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมฯ (3) เพื่อพัฒนาโมเดลการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมฯ (4) เพื่อศึกษาผลการใช้ระบบการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมฯ และ (5) เพื่อประเมินรับรองโมเดลการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมฯ การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยและพัฒนา ประชากรที่ใช้ในการวิจัยคือนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูมิภาคตะวันตก กลุ่มตัวอย่างคือนักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีดิจิทัลมีเดีย คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง ปีการศึกษา 2563 จำนวน 30 คน

ผลการวิจัย (1) ผลการสังเคราะห์กรอบแนวคิดของระบบการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมฯ ประกอบด้วย 1) การจัดการเรียนออนไลน์แบบเปิด 2) สะเต็มศึกษา 3) สะเต็มศึกษา 4) กระบวนการทำงานออกแบบกราฟิก 5) เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (2) ผลการพัฒนาการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมฯ มี 4 ส่วน ดังนี้ 1) ส่วนสนับสนุนด้านผู้สอน 2) ส่วนสนับสนุนด้านการใช้งานผู้เรียน 3) ส่วนสนับสนุนสนับสนุนด้านการวัดผลประเมินผล และ 4) ผู้ดูแลระบบ (3) ผลการพัฒนาโมเดลการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมฯ ประกอบด้วย 1) ปัจจัยนำเข้า 5 องค์ประกอบดังนี้ 1.1) วัตถุประสงค์การเรียนรู้ 1.2) รายวิชาและเนื้อหา 1.3) ผู้เรียน 1.4) ผู้สอน และ 1.5) เทคโนโลยีการจัดการเรียนออนไลน์แบบเปิดและเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม 2) กระบวนการจัดการเรียนมี 3 องค์ประกอบ ดังนี้ 2.1) ขั้นตอนเตรียมความพร้อมก่อนการเรียน

2.2) ขั้นตอนการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ได้แก่ 2.2.1 วิเคราะห์และระบุปัญหา 2.2.2 สรุปแนวคิด 2.2.3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา 2.2.4 วางแผนและพัฒนานวัตกรรม 2.2.5 ทดสอบ 2.2.6 นำเสนอผลการพัฒนานวัตกรรมหรือการแก้ปัญหา 3) การประเมินผลประกอบด้วย การประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคิดสร้างสรรค์ และผลงานนวัตกรรม 4) ข้อมูลป้อนกลับ ผลการประเมินโมเดลของผู้เชี่ยวชาญอยู่ในเกณฑ์เหมาะสมระดับมากที่สุด ($\bar{X}=4.85$, $SD = 0.24$) (4) ผลการศึกษาการใช้ระบบการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมที่พัฒนาขึ้นฯ มีดังนี้ 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของผู้เรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 2) ผลการศึกษาเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียน มีคะแนนเฉลี่ยผลการประเมินสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 ของคะแนนเต็มอย่างมีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และ 3) ผลการประเมินผลงานนวัตกรรมของผู้เรียนในภาพรวม พบว่าผลงานนวัตกรรมของผู้เรียนเฉลี่ยรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}= 4.07$, $S.D. = 0.75$) (5) ผลการประเมินรับรองโมเดลที่พัฒนาขึ้นของผู้ทรงคุณวุฒิอยู่ในเกณฑ์เหมาะสมระดับมาก ($\bar{X}= 4.47$, $S.D. = 0.52$)

(วิทยานิพนธ์ มีทั้งสิ้น 304 หน้า)

คำสำคัญ : สะเต็มศึกษา การจัดการเรียนรู้แบบเปิด เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม
ความคิดสร้างสรรค์ นวัตกรรม

Name : Miss Nawarat Wittayakhom
Thesis Title : A STEAM MOOC Based Learning System Using Augmented Reality to Enhance Creative Thinking and Innovations for Undergraduate Students in Western Thailand Rajabhat Universities
Major Field : Information and Communication Technology for Education
King Mongkut's University of Technology North Bangkok
Thesis Advisor : Associate Professor Dr.Pallop Piriyasurawong
Academic Year : 2021

Abstract

The objectives of study Five fold: (1) to study and synthesize framework of STEAM MOOC Based Learning System Using Augmented Reality to Enhance Creative Thinking and Innovations for Undergraduate Students in Western Thailand Rajabhat Universities, (2) to develop STEAM MOOC Based Learning System Using Augmented Reality to Enhance Creative Thinking and Innovations for Undergraduate Students in Western Thailand Rajabhat Universities, (3) to develop STEAM MOOC Based Learning model Using Augmented Reality to Enhance Creative Thinking and Innovations for Undergraduate Students in Western Thailand Rajabhat Universities, (4) to determine the results associated with using the learning model and (5) to evaluate and certify of this model. This study is research and development. The sample group in this study included 30 undergraduate students who studied in Digital Media Technology major, Faculty of Industrial Technology, Muban Chombueng Rajabhat University.

The findings were as follows: (1) The synthesized framework of STEAM MOOC Based Learning model Using Augmented Reality to Enhance Creative Thinking and Innovations for Undergraduate Students in Western Thailand Rajabhat Universities consisted of 1) Massive Open Online Courses 2) STEM Education 3) STEAM Education 4) Design Graphic Process and 5) Augmented Reality. (2) The developed result of STEAM MOOC Based Learning System Using Augmented Reality to Enhance Creative Thinking and Innovations for Undergraduate Students in Western Thailand Rajabhat Universities consisted of four parts as follows: 1) Instructor Support 2) Learner Support 3) Measurement and Evaluation and 4) Administrators. (3) The developed result of

STEAM MOOC Based Learning model Using Augmented Reality to Enhance Creative Thinking and Innovations as follow: 1) Input were comprised of five parts: 1.1) Learning objective, 1.2) subjects and Contents,1.3) Learner, 1.4) Instructor and 1.5) The technology of massive open online courses using augmented reality. 2) The process of STEAM MOOC Based Learning model Using Augmented Reality to Enhance Creative Thinking and Innovations composed of three parts: 2.1) Preparation for online learning, 2.2) A STEAM MOOC Based Learning Using Augmented Reality composed of six steps: 2.2.1 Analysis and problem identification, 2.2.2 Conceptual design, 2.2.3 Solution design, 2.2.4 Planning and development innovations, 2.2.5 Testing, 2.2.6 Innovation presentation or problem solving. 3) Measurement included : The comparisons in terms of achievement score, creative thinking and innovations product. 4) Feedback. The experts agreed on the appropriateness of the model at a very high level (\bar{x} = 4.85, SD = 0.24). 4) The results of the implementation of the STEAM MOOC Based Learning System Using Augmented Reality to Enhance Creative Thinking and Innovations for Undergraduate Students in Western Thailand Rajabhat Universities as follows 1) the post-test score was significantly higher than the pretest score at .01 level. 2) The results of the study compare the creativity of the learners who have an average score of 80% higher than the criteria of the full score at a significant scale of 0.01. and 3) The results of the evaluation of the innovation performance of the learners. Overall, the average learners' innovation contributions were found to be at a high level (\bar{x} = 4.07, SD = 0.75). (5) The results of model approve by experts was appropriateness at high level. (\bar{x} = 4.47, SD = 0.52).

(Total 304 pages)

Keywords : STEAM Education, Massive Open Online Course, Augmented Reality, Creativity, Innovation

Advisor

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความอนุเคราะห์จากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร.พัลลภ พิริยะสุวรรณค์ รองศาสตราจารย์ ที่เสียสละเวลาให้ความเมตตา และคอย ให้คำแนะนำแนวทางในการทำวิทยานิพนธ์ ตลอดจน อบรมสั่งสอน พร้อมทั้งให้ประสบการณ์ ในการศึกษาและการทำงานวิจัยด้วยความเอาใจใส่เสมอมา ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณ ศาสตราจารย์ ดร.ปรัชญนันท์ นิลสุข และรองศาสตราจารย์ ดร.ปณิตา วรรณพิรุณ ที่ให้ความเมตตาอบรม สั่งสอน และให้คำปรึกษาด้วยดีตลอดระยะเวลาที่ผู้วิจัย ศึกษาในสาขาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี พระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ขอขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญและผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่ให้ความอนุเคราะห์สละเวลาในการ ประเมิน ตรวจสอบและให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ และขอขอบคุณ ผู้บริหาร มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึงที่สนับสนุนทุนการศึกษาและการดำเนินงานวิจัยครั้งนี้

สุดท้ายขอขอบพระคุณบูรพาจารย์ทุกท่านที่ผู้ประสิทธิ์ประสาทความรู้ให้แก่ผู้วิจัยตั้งแต่อดีต จนถึงปัจจุบัน

การวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนบางส่วนจากทุนอุดหนุนการวิจัยเพื่อทำวิทยานิพนธ์สำหรับนักศึกษา ระดับบัณฑิตศึกษา และทุนสนับสนุนการตีพิมพ์บทความเผยแพร่ผลงานซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของงานวิจัย ในครั้งนี้ จากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

นวรรตน์ วิทยาคม

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ง
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญตาราง	ฎ
สารบัญภาพ	ฐ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	4
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	4
1.4 สมมุติฐาน	5
1.5 ขอบเขตของการวิจัย	5
1.6 กรอบแนวคิดการวิจัย	6
1.7 นิยามศัพท์เฉพาะ	8
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	11
2.1 แนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้และรูปแบบการเรียนการสอน	11
2.2 สะเต็มศึกษา (STEM Education) และ สะเต็มศึกษา (STEM Education)	20
2.3 กระบวนการทำงานออกแบบกราฟิก (Graphic Design Workflow)	30
2.4 การเรียนรู้แบบเปิด (Massive Open Online Course)	32
2.5 เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (Augmented Reality)	39
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	69
บทที่ 3 วิธีดำเนินงานวิจัย	85
3.1 ระยะเวลาที่ 1 ศึกษาและสังเคราะห์กรอบแนวคิดระบบการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อเพิ่มพูนความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูมิภาคตะวันตก	85
3.2 ระยะเวลาที่ 2 พัฒนาระบบการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อเพิ่มพูนความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูมิภาคตะวันตก	98

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.3 ระยะที่ 3 พัฒนาโมเดลการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อเพิ่มพูนความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับนักศึกษา ระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูมิภาคตะวันตก	104
3.4 ระยะที่ 4 ศึกษาผลการใช้ระบบการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิด ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อเพิ่มพูนความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูมิภาคตะวันตก	106
3.5 ระยะที่ 5 ประเมินรับรองโมเดลการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิด ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อเพิ่มพูนความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูมิภาคตะวันตก	112
บทที่ 4 ผลการวิจัย	115
4.1 ตอนที่ 1 ผลการศึกษาและสังเคราะห์กรอบแนวคิดของระบบการจัดการเรียน อิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อเพิ่มพูนความคิด สร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัย ราชภัฏภูมิภาคตะวันตก	115
4.2 ตอนที่ 2 ผลการพัฒนากระบวนการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิด ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อเพิ่มพูนความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูมิภาคตะวันตก	122
4.3 ตอนที่ 3 ผลการพัฒนาโมเดลการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิด ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อเพิ่มพูนความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูมิภาคตะวันตก	144
4.4 ตอนที่ 4 ผลการใช้ระบบการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิด ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อเพิ่มพูนความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูมิภาคตะวันตก	154
4.5 ตอนที่ 5 ผลการประเมินรับรองโมเดลการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิด ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อเพิ่มพูนความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูมิภาคตะวันตก	168
บทที่ 5 ระบบการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยี ความเป็นจริงเสริม เพื่อเพิ่มพูนความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูมิภาคตะวันตก	171

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
5.1 บทสรุป	171
5.2 บทนำ	173
5.3 ระบบการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อเพิ่มพูนความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูมิภาคตะวันตก	175
5.4 โมเดลการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อเพิ่มพูนความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูมิภาคตะวันตก	176
5.5 แนวทางการนำระบบการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อเพิ่มพูนความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูมิภาคตะวันตกไปใช้	178
บทที่ 6 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	181
6.1 สรุปการวิจัย	181
6.2 อภิปรายผล	183
6.3 ข้อเสนอแนะ	184
บรรณานุกรม	187
ภาคผนวก ก	195
รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ การออกแบบรูปแบบการจัดการเรียนรู้สะเต็มแบบเปิดมหาชนด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี	196
รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ ระบบการจัดการเรียนรู้สะเต็มแบบเปิดมหาชนด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี	197
รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ แบบประเมินความคิดสร้างสรรค์ และนวัตกรรมของรูปแบบการจัดการเรียนรู้สะเต็มแบบเปิดมหาชนด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี	198
ตัวอย่างหนังสือเชิญผู้เชี่ยวชาญ รูปแบบการจัดการเรียนรู้สะเต็มแบบเปิดมหาชนด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี	199

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ภาคผนวก ข	205
แบบประเมิน รูปแบบการจัดการเรียนรู้สะเต็มแบบเปิดมหาชนด้วยเทคโนโลยี ความเป็นจริงเสริม เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับ นักศึกษาระดับปริญญาตรี	206
แบบประเมินความคิดสร้างสรรค์ จากการเรียนรู้สะเต็มแบบเปิดมหาชน ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี	212
แบบประเมินนวัตกรรม	215
แบบประเมินคุณภาพของระบบการจัดการเรียนรู้สะเต็มแบบเปิดมหาชน ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี	218
แบบประเมินรับรองรูปแบบการจัดการเรียนรู้สะเต็มแบบเปิดมหาชน ด้วยเทคโนโลยี ความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และ นวัตกรรมสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี	219
แบบประเมินคุณภาพของระบบ	220
แบบประเมินสำหรับผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ	
แบบทดสอบรายวิชาอินโฟกราฟิก	222
ตารางแสดงค่าความเที่ยงตรงของข้อคำถามกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	235
ภาคผนวก ค	239
แผนการสอน	240
ตารางกิจกรรม การจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยี ความเป็นจริงเสริม เพื่อเพิ่มพูนความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับนักศึกษา ระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูมิภาควัดวันตก (STEAMMOOC)	246
ภาคผนวก ง	
คู่มือการติดตั้งระบบการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยี ความเป็นจริงเสริมเพื่อเพิ่มพูนความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับนักศึกษา ระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูมิภาควัดวันตก	263
ภาคผนวก จ	
บทความที่ได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่	291
ประวัติผู้วิจัย	303

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า	
2-1	เปรียบเทียบทักษะของศาสตร์	21
3-1	การสังเคราะห์กระบวนการเรียนรู้สะเต็มศึกษา	87
3-2	การสังเคราะห์กระบวนการทำงานออกแบบกราฟิก (Graphic Design Workflow)	88
3-3	การสังเคราะห์กระบวนการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยี ความเป็นจริงเสริมฯ	89
3-4	ประเภทของเทคโนโลยี Augmented Reality ซึ่งได้จากการวิเคราะห์และสังเคราะห์ จากเอกสารงานวิจัยได้ดังนี้	90
3-5	องค์ประกอบหลักของโลกเสมือนผสมโลกจริง	91
3-6	ความสามารถของระบบในการจัดการรายวิชา Massive Open Online Course (MOOC)	92
3-7	องค์ประกอบของรายวิชา Massive Open Online Course (MOOC)	93
3-8	การสังเคราะห์แบบวัดความคิดสร้างสรรค์มาตรฐานทั้งนอกและในประเทศไทย	94
3-9	การวิเคราะห์และสังเคราะห์เกี่ยวกับองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์	95
3-10	สังเคราะห์องค์ประกอบของผลงานนวัตกรรม	96
3-11	กลุ่มตัวอย่างทดลอง	107
3-12	การวิเคราะห์แบบวัดความคิดสร้างสรรค์มาตรฐานทั้งนอกและในประเทศไทย	109
3-13	การสังเคราะห์เกี่ยวกับองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์	110
3-14	สังเคราะห์องค์ประกอบของผลงานนวัตกรรม	111
4-1	ผลวิเคราะห์รายละเอียดของโมเดลการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิด ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมฯ	146
4-2	ผลวิเคราะห์รายละเอียดขององค์ประกอบของโมเดลการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์ แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมฯ	147
4-3	ผลการสร้างรายละเอียดของรายวิชาเพื่อกำหนดขั้นตอนการเรียนและกิจกรรม ตามโมเดลการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยี ความเป็นจริงเสริมฯ	154
4-4	กิจกรรมการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยี ความเป็นจริงเสริมฯ	155
4-5	การแจกแจงระดับคุณภาพองค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์	157

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า	
4-6	คะแนนประเมินความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนที่เรียนด้วยระบบการจัดการเรียน อิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมฯ	159
4-7	ผลการศึกษาเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนมีความคิดสร้างสรรค์ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 ขึ้นไปของคะแนนเต็ม	161
4-8	เกณฑ์การประเมินผลงานนวัตกรรม จากการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิด ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อเพิ่มพูนความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูมิภาครัตนบุรี	163
4-9	ผลการประเมินผลงานนวัตกรรมของผู้เรียน	164
4-10	ผลวิเคราะห์คุณภาพของระบบการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิด ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อเพิ่มพูนความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูมิภาครัตนบุรี	166
4-11	ผลการเปรียบเทียบความรู้ของผู้เรียนก่อนเรียนค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสถิติทดสอบที และระดับนัยสำคัญทางสถิติของการทดสอบเปรียบเทียบ คะแนนสอบก่อนและหลังเรียนของผู้เรียน	167
4-12	ผลการประเมินรับรองความเหมาะสมของระบบในภาพรวม	168
4-13	ผลการประเมินรับรองความเหมาะสมขององค์ประกอบของกระบวนการจัดการเรียน อิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมฯ	169
4-14	ผลการประเมินรับรองความเหมาะสมของกิจกรรมการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์ แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมฯ	169
4-15	ผลการประเมินรับรองความเหมาะสมในการนำระบบการจัดการเรียนอิงสะเต็ม ออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมฯ ไปใช้	170

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1-1	กรอบแนวคิดงานวิจัยระบบการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อเพิ่มพูนความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูมิภาคตะวันตก	6
3-1	โครงสร้างระบบการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อเพิ่มพูนความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมฯ	100
3-2	ระบบการจัดการผู้สอน	101
3-3	ระบบการจัดการผู้เรียนรายบุคคล	101
3-4	การจัดการเนื้อหาการเรียนรู้และกิจกรรม เป็นส่วนของระบบที่ผู้สอนสามารถกำหนดหัวข้อการเรียนรู้และกิจกรรมการเรียนรู้	102
4-1	การสังเคราะห์กรอบแนวคิดกระบวนการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อเพิ่มพูนความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูมิภาคตะวันตก	116
4-2	กระบวนการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อเพิ่มพูนความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูมิภาคตะวันตก	119
4-3	สถาปัตยกรรมระบบการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมฯ	123
4-4	หน้าแรกของระบบการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมฯ (http://steammoc.org/)	123
4-5	ข้อมูลการสร้างและจัดการรายวิชาของผู้สอน (Studio) ผ่านระบบการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมฯ	124
4-6	ข้อมูลการสร้างและจัดการเนื้อหาและกิจกรรมในบทเรียน ผ่านระบบการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมฯ	124
4-7	ข้อมูลการสร้างกิจกรรมการเรียนรู้ตามขั้นตอน STEAM ผ่านระบบการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมฯ	125
4-8	ข้อมูลการสร้างหัวข้อเนื้อหา กิจกรรมหลักและย่อยในบทเรียนผ่านระบบการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมฯ	125

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4-9 ส่วนจัดการข้อมูลแจ้งขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ออนไลน์ (Course Updates and New) เป็นการอธิบายลำดับขั้นตอนในการเรียนการสอน บนระบบการเรียนการสอนผ่านทางป้ายประกาศบนระบบออนไลน์	126
4-10 ส่วนหัวแบบประเมิน	127
4-11 ส่วนจัดการการประเมินผลคะแนน	127
4-12 ส่วนจัดการรูปแบบหรือกิจกรรมสำหรับผู้เรียน	128
4-13 ส่วนหัวของ Course Outline	129
4-14 ส่วนจัดการข้อมูลเปิด-ปิด (Course Schedule) รายวิชา	129
4-15 รูปแบบของแบบทดสอบในกลุ่ม Problem Component (Common Problem)	130
4-16 รูปแบบของแบบทดสอบในกลุ่ม Problem Component (Advanced)	130
4-17 ใบประกาศนียบัตร (Certificate)	131
4-18 ข้อมูลการแสดงตัวตนของผู้เรียน (Account) ผ่านระบบการจัดการเรียน อิงสะติมออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมฯ	132
4-19 ข้อมูลข้อมูลทั่วไปของผู้เรียน (Profile) ผ่านระบบการจัดการเรียน อิงสะติมออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมฯ	133
4-20 ข้อมูลรายวิชาที่ผู้เรียนทำการลงทะเบียน (Dashboard) ผ่านระบบ การจัดการเรียนอิงสะติมออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมฯ	133
4-21 รายวิชาที่เปิดสอนบนระบบการจัดการเรียนอิงสะติมออนไลน์แบบเปิด ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมฯ	134
4-22 รายวิชาที่เลือกลงทะเบียนเรียนบนระบบการจัดการเรียนอิงสะติมออนไลน์ แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมฯ	134
4-23 รายวิชาที่เลือกลงทะเบียนเรียนทั้งหมดของผู้เรียนบนระบบการจัดการเรียน อิงสะติมออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมฯ	135
4-24 รายละเอียดของวิชาที่ลงทะเบียน	135
4-25 กิจกรรมในรายวิชาที่เลือกลงทะเบียนเรียนของผู้เรียนบนระบบการจัดการเรียน อิงสะติมออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมฯ	136
4-26 เนื้อหาและกิจกรรมในรายวิชาที่เลือกลงทะเบียนเรียนของผู้เรียนบนระบบ การจัดการเรียนอิงสะติมออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมฯ	136

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4-27	เนื้อหาและกิจกรรมในรายวิชาที่เลือกลงทะเบียนเรียนของผู้เรียนบนระบบการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมฯ
	137
4-28	เนื้อหาในรายวิชาที่เลือกลงทะเบียนเรียนของผู้เรียน
	137
4-29	เนื้อหาและกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยสื่อด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมของผู้เรียนบนระบบการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมฯ
	138
4-30	ตัวอย่าง AR-Marker เนื้อหาและกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยสื่อด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม
	139
4-31	ตัวอย่างเนื้อหาและการดาวน์โหลด AR-Application กิจกรรมการเรียนรู้ด้วยสื่อด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม
	139
4-32	ตัวอย่างเนื้อหาและกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยสื่อด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเรื่องทฤษฎีสี (Color Theory)
	140
4-33	ตัวอย่างเนื้อหาและกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยสื่อด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเรื่ององค์ประกอบในการออกแบบ (Design Elements)
	141
4-34	กิจกรรมแลกเปลี่ยนเรียนรู้ (Discussion)
	142
4-35	ตัวอย่างกิจกรรมแลกเปลี่ยนเรียนรู้ (Discussion)
	142
4-36	รายงานความคืบหน้า (Course Progress)
	142
4-37	ภาพรวมระบบสำหรับผู้ดูแลระบบ
	143
4-38	การบริหารจัดการ User
	143
4-39	การบริหารจัดการ Certificates
	144
4-40	กระบวนการเรียนรู้ของโมเดลการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อเพิ่มพูนความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับนักศึกษา
	150
4-41	โมเดลการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อเพิ่มพูนความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูมิภาควัดตะวันออก
	151
4-42	แบบประเมินความคิดสร้างสรรค์ จากการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อเพิ่มพูนความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูมิภาควัดตะวันออก
	158

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า	
4-43	แบบประเมินนวัตกรรม จากการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อเพิ่มพูนความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูมิภาคตะวันตก	162
5-1	วัตถุประสงค์ของระบบการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อเพิ่มพูนความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูมิภาคตะวันตก	174
5-2	NAWARAT STEAMMOOC MODEL	176
ง-1	การเข้าพื้นที่สำหรับระบบ MOOC โดยจะใช้บริการของ Openlandscape	264
ง-2	กรอกข้อมูลสำหรับการลงทะเบียนเข้าใช้บริการของ Openlandscape	264
ง-3	คลิกที่ปุ่ม Create instance เพื่อเริ่มสร้าง	265
ง-4	เลือกระบบปฏิบัติการ Ubuntu	265
ง-5	กำหนดคุณลักษณะฮาร์ดแวร์ของเซิร์ฟเวอร์ในการติดตั้งระบบปฏิบัติการ Ubuntu	266
ง-6	กำหนดรหัสผ่านสำหรับ SSH	266
ง-7	การติดตั้งระบบปฏิบัติการ Ubuntu 18.04 LTS	267
ง-8	อัปเดตระบบปฏิบัติการ Ubuntu 18.04 LTS	267
ง-9	กด n เพื่อยืนยันการอัปเดตระบบปฏิบัติการ Ubuntu 18.04 LTS	268
ง-10	Instance ที่ติดตั้งเสร็จเรียบร้อยแล้ว	268
ง-11	ภาพรวมของระบบปฏิบัติการ (Ubuntu 18.04 LTS x64) ในส่วนของ Instance Information	269
ง-12	ภาพรวมของระบบปฏิบัติการ (Ubuntu 18.04 LTS x64) ในส่วนของ Security Groups	269
ง-13	พิมพ์คำสั่งเพื่อสร้างไฟล์ในการจัดเก็บระบบ Open Edx เวอร์ชัน ironwood master	270
ง-14	ทำการสร้างไฟล์ config.yml	270
ง-15	ตั้งค่าโดเมนเนม (Domain Name)	271
ง-16	ดาวน์โหลดระบบ Open Edx พร้อมกับการสร้างรหัสผ่านในการใช้งาน Edx platform	271
ง-17	ดาวน์โหลดและติดตั้งระบบ Open Edx	271

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
ง-18	พิมพ์คำสั่ง vi lms.auth.json เพื่อเข้าไปแก้ไขไฟล์ lms	272
ง-19	การแก้ไขข้อมูลให้ตรงกัน	272
ง-20	การแก้ไขที่ไฟล์ cms	273
ง-21	เข้าไปเปิดอนุญาตการตั้งค่าอีเมล	273
ง-22	การปรับค่าอีเมลและรหัสผ่านที่ไฟล์ lms.auth.json	274
ง-23	การปรับค่าอีเมลและรหัสผ่านที่ไฟล์ lms.auth.json	274
ง-24	การปรับ LMS SMTP email	275
ง-25	การปรับ CMS SMTP email	275
ง-26	การเก็บรูปภาพ Banner	276
ง-27	การปรับเปลี่ยนรูปภาพ Banner	276
ง-28	หน้าหลักของระบบ	277
ง-29	หน้า Login ของผู้สอน	277
ง-30	หน้า Studio Home ของผู้สอน	278
ง-31	กดปุ่ม New Course เพื่อสร้างรายวิชาใหม่	278
ง-32	การกรอกรายละเอียดรายวิชาที่จะสร้างใหม่	279
ง-33	รายวิชาที่สร้างไว้ที่หน้า Studio Home ของผู้สอน	279
ง-34	ระบบในส่วนการสร้างบทเรียน	280
ง-35	ระบบในส่วนการสร้างกิจกรรมการเรียน	280
ง-36	ระบบในส่วนการสร้างเนื้อหาด้วย RAW HTML	281
ง-37	ตัวอย่างของการใช้ RAW HTML	281
ง-38	ตัวอย่างการสร้างเอกสารโดยใช้ RAW HTML	282
ง-39	ตัวอย่าง Code ที่ใช้ฝังเอกสารลงในระบบ	282
ง-40	ไฟล์เอกสารที่ฝังรายการไว้ที่ RAW HTML	283
ง-41	การใช้งานกระดานสนทนา	283
ง-42	ตัวอย่างการสร้างแบบทดสอบเติมคำในช่องว่าง	284
ง-43	คำถามแบบเติมคำในช่องว่าง	284
ง-44	ตัวอย่างของการแบบทดสอบ Check Box	285
ง-45	แบบทดสอบ Check Box	285

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
ง-46	ตัวอย่างของการใช้แบบทดสอบแบบ List Menu	286
ง-47	ตัวอย่างของการใช้ เติมตัวเลขในช่องว่าง	286
ง-48	ตัวอย่างของการใช้แบบทดสอบแบบ เติมตัวเลข	287
ง-49	ตัวอย่างบทเรียนในส่วนของผู้สอน	287
ง-50	ตัวอย่างมุมมองของผู้เรียนในการเลือกวิชา	288
ง-51	ตัวอย่างบทเรียนในส่วนของผู้เรียน	288
ง-52	ตัวอย่างกิจกรรมการเรียนรู้ในส่วนของผู้เรียน	289
ง-53	ตัวอย่างเนื้อหาในส่วนของผู้เรียน	289
จ-1	ฐานข้อมูลที่ตีพิมพ์บทความ	292
จ-2	บทความที่ทำการตีพิมพ์	292

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

1.1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การพัฒนาประเทศให้ทันต่อการเปลี่ยนแปลงของโลกจำเป็นต้องสนับสนุน ผลักดัน และส่งเสริมให้เกิดการสร้างทรัพยากรมนุษย์ในทางปัญญาให้มากขึ้น แนวทางที่สำคัญประการหนึ่งคือการบ่มเพาะความคิดที่นำไปสู่การสร้างสรรคทรัพยากรปัญญาในทุกระดับอายุและอาชีพ (ณัฐพรพรรณ อุตมา, 2018) โดยเฉพาะการพัฒนาคนให้พร้อมรับการเปลี่ยนแปลงของโลกในยุคศตวรรษที่ 21 และการเสริมสร้างปัจจัยแวดล้อมที่เอื้อต่อการพัฒนา คุณภาพของคน สามารถเป็นภูมิคุ้มกันต่อการเปลี่ยนแปลงที่จะเกิดขึ้นในอนาคต (วิจารณ์, 2555) การสร้างแนวคิดใหม่ที่จะนำไปสู่การสร้างสิ่งใหม่ทั้งในรูปแบบผลิตภัณฑ์ กระบวนการหรือบริการ การทำให้เกิดการยอมรับนำไปสู่การเพิ่มมูลค่าหรือคุณภาพของสิ่งของ กระบวนการ หรือบริการนั้นๆ (Shukla, A, 2017) จะเป็นการมุ่งพัฒนาทักษะของผู้เรียนอย่างตรงประเด็นไม่ว่าจะเป็นการพัฒนาผู้เรียนรายบุคคลเพื่อให้นักเรียนพร้อมสำหรับการศึกษาระดับที่สูงขึ้น หรือพัฒนาทักษะระดับสูงเพื่อใช้ในการประกอบอาชีพ (Baker, 2014) โดยหนึ่งในทักษะเหล่านั้นคือ ทักษะด้านการสร้างสรรค์และนวัตกรรม (Creativity and Innovation) (วิจารณ์, 2555) โดยอาศัยความก้าวหน้าทางนวัตกรรมและความคิดสร้างสรรค์ในการพัฒนาสิ่งประดิษฐ์ ใช้ความคิดสร้างสรรค์เพื่อพัฒนาหรือประดิษฐ์สิ่งใหม่ๆ

นวัตกรรม (Innovation) ความคิดสร้างสรรค์ (Creativity) และเทคโนโลยีสารสนเทศ (Information technology) นับว่ามีบทบาทอย่างมากในฐานะของการเป็นกุญแจสำคัญในการขับเคลื่อนประเทศไปสู่การเติบโตและสร้างความสามารถในการแข่งขันภายใต้เศรษฐกิจและสังคมยุคดิจิทัล มีการประเมินระดับนวัตกรรม สิ่งสร้างสรรค์ และเทคโนโลยีสารสนเทศของประเทศต่าง ๆ ในโลกด้วยดัชนีนวัตกรรมโลก (ณัฐพรพรรณ อุตมา, 2018) ความคิดสร้างสรรค์เป็นทักษะที่พัฒนาได้เนื่องจากความคิดสร้างสรรค์สามารถเรียนรู้ได้ไม่เกี่ยวข้องกับพรสวรรค์ส่วนตัว การพัฒนาความคิดจะต้องไม่มีความคาดหวังตามแบบเดิม ๆ (ชาตรี บัวคลี, 2557) โดยนวัตกรรม หมายถึง การสร้างแนวคิดใหม่ที่จะนำไปสู่การสร้างสิ่งใหม่ทั้งในรูปแบบผลิตภัณฑ์ กระบวนการหรือบริการ (Shukla, 2017) จากการที่เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารได้มีการพัฒนาอย่างรวดเร็ว จนสามารถนำเทคโนโลยีมาใช้ในการพัฒนาต่อยอดการศึกษาในการสร้างสื่อการเรียนการสอนให้ทันสมัย น่าสนใจ ผู้เรียนศึกษาหาความรู้จากสื่อการเรียนการสอนที่สร้างขึ้นจากเทคโนโลยีและนวัตกรรมที่เกิดขึ้น ทำให้

ผู้เรียนเกิดทักษะการเรียนรู้ที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 (Somsak and N. Prachyanun, 2016) จึงทำให้กระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียนมีการเปลี่ยนแปลงไปตามเทคโนโลยีและนวัตกรรมที่มีการพัฒนาขึ้นอย่างไม่หยุดยั้งและเข้ามามีบทบาทในการพัฒนารูปแบบ กระบวนการเรียนการสอนมากขึ้น ผู้เรียนจึงมีช่องทางในการเข้าถึงแหล่งความรู้ได้ง่ายและสะดวกมากขึ้น จากความก้าวหน้าของเทคโนโลยีสารสนเทศ จึงนำมาประยุกต์ใช้ในการออกแบบและพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนการสอนที่มีความหลากหลายของรูปแบบ ที่ส่งเสริมให้เกิดความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม ผลผลิตด้านนวัตกรรมประกอบด้วย ผลผลิตทางองค์ความรู้และเทคโนโลยี และสิ่งสร้างสรรค์ (ณัฐพรพรรณ อุตมา, 2018) ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของทักษะที่จำเป็นและเป็นตัวกำหนดความพร้อมในการเข้าสู่การทำงาน

การเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM ซึ่งพัฒนามาจาก STEM ที่เป็นการบูรณาการระหว่าง Science, Technology, Engineering and Mathematics (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2559) เน้นการสร้างสรรคผลงาน การออกแบบสร้างสรรค์ ด้วยศิลปะ ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงในการแก้ไขปัญหาที่ส่งเสริมการวิเคราะห์ สังเคราะห์ ประเมินค่า และ สร้างสรรค์ ผู้เรียนเกิดความคิดรวบยอด เข้าใจเนื้อหาได้เร็วขึ้น สามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ และฝึกฝนให้ผู้เรียนใช้เหตุผลในการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างความคิดเชิงสร้างสรรค์และการคิดเชิงวิชาการ (Janjira SANTIPAIBOON, 2018) ซึ่งคุณลักษณะเหล่านี้จะปรากฏ อยู่ในนักประดิษฐ์สร้างสรรค์นวัตกรรมและนำไปสู่การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ (Georgette Y.,Hyonyong L.,2012), (Sunaree SRIBOON, 2018) การเรียนรู้สะเต็มศึกษา (STEM Education) เป็นกระบวนการที่ส่งเสริมพัฒนาทักษะกระบวนการคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหา ความคิดสร้างสรรค์เป็นแนวทางการจัดการศึกษาให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และสามารถบูรณาการความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระบวนการทางวิศวกรรม และคณิตศาสตร์ ในการเชื่อมโยงหรือแก้ปัญหาในชีวิตจริง รวมทั้งการพัฒนากระบวนการหรือผลผลิตใหม่ ควบคู่ไปกับการพัฒนาทักษะการเรียนรู้แห่งศตวรรษที่ 21 ซึ่งสามารถใช้ตั้งแต่การศึกษาก่อนวัยเรียน (pre-school) ไปจนถึงการพัฒนาความรู้หลังปริญญาเอก (post-doctorate) สิ่งที่ได้จากการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็ม 1) ทักษะการแก้ปัญหา 2) ทักษะการทำงานเป็นทีม 3) ทักษะการสื่อสาร/การนำเสนอ 4) ทักษะการใช้เครื่องมือ/เทคโนโลยี และ 5) ความคิดสร้างสรรค์ ฯลฯ การเรียนรู้สะเต็มศึกษา

Massive Open Online Courses (MOOC) เป็นรูปแบบการเรียนรู้แบบออนไลน์ที่จะเน้นกลุ่มผู้เรียนขนาดใหญ่โดยจะเน้นการเรียนในรายวิชาต่าง ๆ เหมือนกับหลักสูตรภายในมหาวิทยาลัยทั่วไป แต่ MOOC จะนำเสนอการเรียนรู้อันหลากหลายในรายวิชาต่าง ๆ ทางออนไลน์ที่เข้าถึงผู้เรียนจำนวนมาก ได้ผ่านทางหน้าเว็บไซต์ โดยการนำเทคโนโลยีและวิธีการเรียนการสอนสมัยใหม่มาผสมผสานกัน (น้ามนต์, 2558) ในส่วนของกิจกรรมและการประเมินผลจะเน้นในเรื่องของความท้าทายให้ผู้เรียนอยากที่จะเรียนรู้ การเรียนเพื่อรอบรู้ การกำกับควบคุมการเรียนรู้ได้ด้วยตนเองตลอดจนปฏิสัมพันธ์

ทั้งในส่วนของกิจกรรมและการประเมินตามสภาพจริงในบริบทการเรียนรู้ร่วมกันเป็นรูปแบบการสอนสมัยใหม่ที่จะช่วยในการเรียนการสอน เน้นการใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่มาช่วยในการเรียนการสอนมากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งการใช้อินเทอร์เน็ตและระบบคอมพิวเตอร์จะช่วยสร้างระบบที่ส่งเสริมให้อาจารย์สามารถสื่อสารและมีปฏิสัมพันธ์กันได้มากขึ้น (จารุมน และ ฌมน, 2558)

ความเป็นจริงเสริม หรือ Augmented Reality (ศัพท์บัญญัติราชบัณฑิตยสถาน, 2544) Augmented Reality (AR) เป็นเทคโนโลยีที่ผสมผสานโลกของความจริง เข้ากับโลกเสมือน ซึ่งจะทำให้ภาพที่เห็นในจอภาพกลายเป็นวัตถุสามมิติลอยอยู่เหนือพื้นผิวจริงโดยใช้วิธีซ้อนภาพสามมิติที่อยู่ในโลกเสมือนไปอยู่บนภาพที่เห็นจริงในโลกของความเป็นจริง ผ่านกล้องดิจิทัลของแท็บเล็ต สมาร์ทโฟน หรืออุปกรณ์อื่นและให้ผลการแสดงภาพ ณ เวลาจริง และ AR กำลังจะเข้ามามีบทบาทมากขึ้นในชีวิตประจำวันของสังคมที่จะเต็มไปด้วย สมาร์ทโฟน แท็บเล็ต และนวัตกรรมทางเทคโนโลยีสารสนเทศ (รักษพล, 2556) ดังนั้นการเรียนการสอนโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมจะต้องมีการใช้กลยุทธ์ต่าง ๆ เพื่อเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนมาใช้เนื้อหาการเรียนร่วมกับนักเรียนคนอื่นส่งผลให้เกิดความรู้ความเข้าใจของเนื้อหาและเป็นการสร้างแรงจูงใจให้กับผู้เรียนมากยิ่งขึ้นในการเรียนรู้ (Danakorn and Mohamad, 2014) การนำ AR มาใช้ในการสร้างสภาพแวดล้อมที่ซึ่งวัตถุเสมือนถูกวางทับบนของจริง (Yuwanuch Gulatee and Prachyanun Nilsook, 2014) จะช่วยดึงดูดความสนใจของผู้ใช้เห็นวัตถุและฉากเสมือนจริงในโลกแห่งความจริงทำการประมวลผลแสดงภาพและเสียงทำให้เนื้อหาของบทเรียนหรือตัวอย่างกิจกรรมมีความสมจริงมากยิ่งขึ้น ทำให้การเรียนการสอนน่าสนใจและช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาได้ง่ายและเพิ่มความสะดวกสำหรับผู้สอนที่จะนำไปใช้ในการเรียนการสอนเสริมนอกห้องเรียน

ดังนั้นผู้วิจัยมีความสนใจที่จะพัฒนาระบบการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อเพิ่มพูนความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูมิภาคตะวันตก จากการศึกษา ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้แบบ เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม สังเคราะห์องค์ประกอบของการจัดการเรียนรู้แบบ STEAM เพื่อจะได้ใช้เป็นเครื่องมือในการพัฒนาความรู้ความสามารถและใช้เวลาว่างนอกเหนือจากการเรียนการสอนในชั้นเรียนและได้ศึกษาค้นคว้าและทบทวนความรู้ด้วยตนเอง สามารถนำไปพัฒนานวัตกรรมจากการจัดการเรียนรู้ เกิดกระบวนการคิดแบบสร้างสรรค์และใช้กระบวนการเรียนรู้ที่หลากหลายในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ เพื่อสร้างคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของผู้เรียนทางด้านความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาวิชาที่ถูกเพิ่มเติมในส่วนของทักษะการคิดที่ซับซ้อนเกิดการนำเสนอด้วยการประยุกต์ความคิดสร้างสรรค์เพื่อสร้างผลงานด้านนวัตกรรม รองรับการพัฒนาคนให้พร้อมรับการเปลี่ยนแปลงของโลก เกิดทักษะที่จำเป็นต่อการดำเนินชีวิตประจำวันและการแข่งขันในการทำงานอาชีพในยุคปัจจุบัน

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อสังเคราะห์กรอบแนวคิดระบบการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อเพิ่มพูนความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูมิภาคตะวันตก

1.2.2 เพื่อพัฒนาระบบการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อเพิ่มพูนความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูมิภาคตะวันตก

1.2.3 เพื่อพัฒนาโมเดลการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อเพิ่มพูนความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูมิภาคตะวันตก

1.2.4 เพื่อศึกษาผลการใช้ระบบการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อเพิ่มพูนความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูมิภาคตะวันตก

1.2.5 เพื่อประเมินรับรองโมเดลการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อเพิ่มพูนความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูมิภาคตะวันตก

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.3.1 ได้ระบบการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อเพิ่มพูนความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับการจัดการเรียนการสอนให้กับนักศึกษาระดับปริญญาตรี

1.3.2 ได้แนวทางในการพัฒนาโมเดลการจัดการเรียนเพื่อเพิ่มพูนความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม

1.3.3 ได้แนวทางในการนำเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมมาใช้เป็นเครื่องมือในการจัดการเรียนการสอน

1.3.4 ได้แนวทางในการนำโมเดลการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมไปใช้ออกแบบการเรียนรู้ในบริบทอื่น ๆ ต่อไป

1.4 สมมติฐาน

1.4.1 ผู้ที่เรียนด้วยระบบการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อเพิ่มพูนความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูมิภาควัดวันตก มีผลสัมฤทธิ์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

1.4.1.1 ผู้เรียนที่เรียนด้วยระบบการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อเพิ่มพูนความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูมิภาควัดวันตก มีความคิดสร้างสรรค์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 ขึ้นไป

1.4.1.2 ผู้เรียนที่เรียนด้วยระบบการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อเพิ่มพูนความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูมิภาควัดวันตก มีผลการประเมินนวัตกรรมในระดับดีขึ้นไป

1.5 ขอบเขตของการวิจัย

1.5.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.5.1.1 ประชากร คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูมิภาควัดวันตก

1.5.1.2 กลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี ปีการศึกษา 2563 สาขาวิชาเทคโนโลยีดิจิทัลมีเดีย คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง จำนวน 30 คน โดยใช้การสุ่มกลุ่มตัวอย่างแบบแบ่งชั้น (Stratified Sampling)

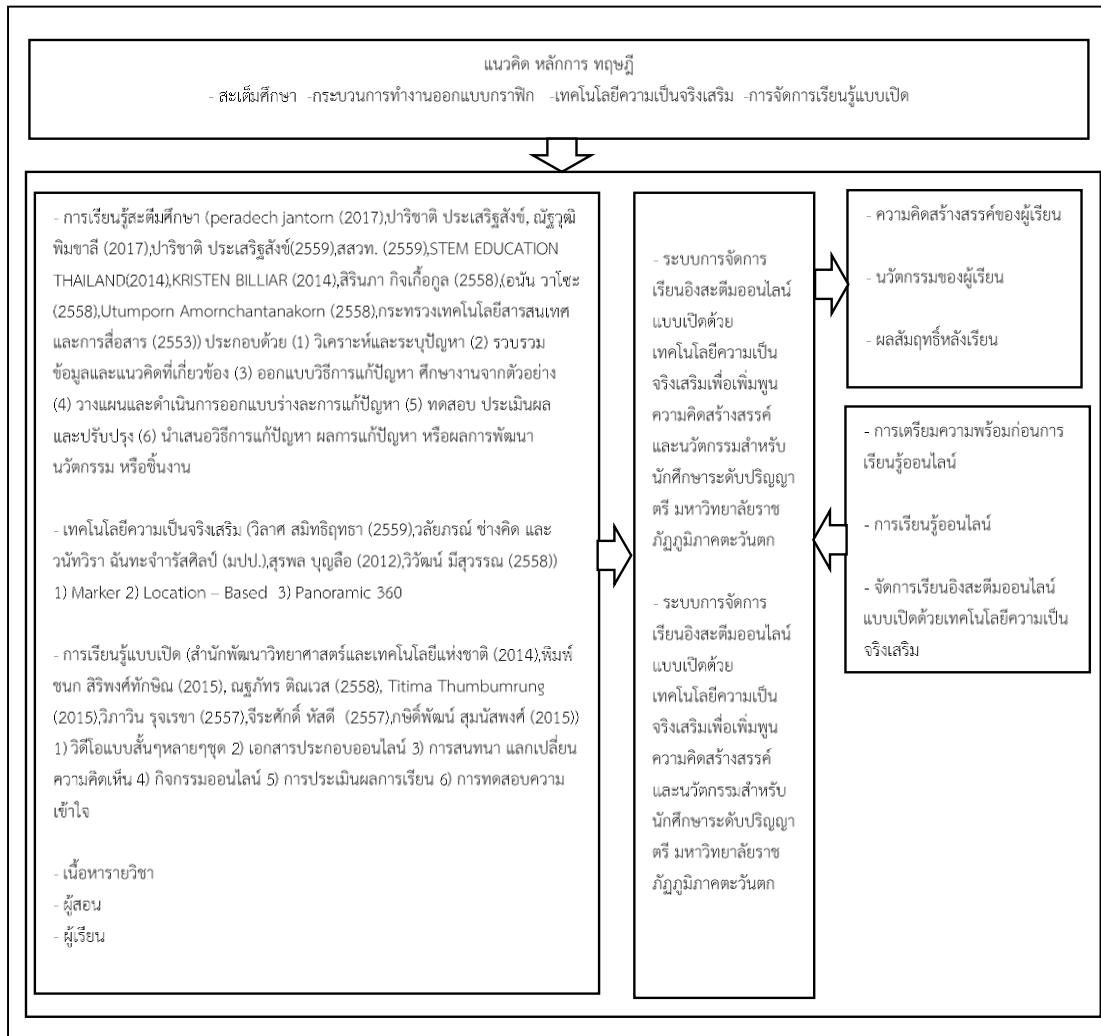
1.5.2 ตัวแปรที่ใช้ในงานวิจัย

1.5.2.1 ตัวแปรต้น คือ ระบบการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อเพิ่มพูนความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูมิภาควัดวันตก

1.5.2.2 ตัวแปรตาม คือ ความคิดสร้างสรรค์ ผลการประเมินนวัตกรรม และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1.6 กรอบแนวคิดการวิจัย

การวิจัยเรื่องระบบการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อเพิ่มพูนความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูมิภาควะวันตก มีแนวคิดที่นำมาใช้ในการวิจัย คือ สะเต็มศึกษา การจัดการเรียนรู้แบบเปิด เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม โดยมีรายละเอียดดังนี้ ดังภาพที่ 1-1



ภาพที่ 1-1 กรอบแนวคิดงานวิจัยระบบการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อเพิ่มพูนความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูมิภาควะวันตก

จากภาพที่ 1-1 กรอบแนวคิดการวิจัยมีรายละเอียดดังนี้ กรอบแนวคิดการวิจัยประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ คือ ปัจจัยนำเข้า (Input)

1.6.1 ปัจจัยนำเข้า (Input)

1.6.1.1 ศึกษาและวิเคราะห์เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้ 1. จุดประสงค์การเรียนรู้ โดยการกำหนดเป้าหมายการเรียนรู้หรือผลการเรียนรู้ที่ต้องการให้เกิดกับผู้เรียนตามมาตรฐานการเรียนรู้และตัวบ่งชี้การเรียนรู้ต่าง ๆ ในหลักสูตร และเพื่อกำหนดจุดประสงค์ปลายทางที่แสดงพฤติกรรมที่คาดหวังให้ผู้เรียนมีความรู้และความสามารถ ทักษะที่ผู้เรียนพึงมี พึงปฏิบัติได้ 2. เนื้อหาและรายวิชาด้านความคิดสร้างสรรค์เพื่อการออกแบบกราฟิก วิเคราะห์เนื้อหาและรายละเอียดเกี่ยวกับการออกแบบกราฟิกที่จะนำมาใช้ในการเรียนการสอน 3. ผู้เรียน เป็นการวิเคราะห์ความพร้อมของผู้เรียนในด้านความพร้อมทางการเรียน อุปกรณ์ในการเรียนและผู้เรียนที่มีความต้องการศึกษาหาความรู้ทางด้านความคิดสร้างสรรค์เพื่อการออกแบบกราฟิกและสามารถนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในการศึกษาต่อไป 4. ผู้สอน เป็นการวิเคราะห์ความพร้อมของผู้สอนด้านความรู้ เนื้อหา ความเข้าใจในระบบการจัดการเรียนรู้ ความพร้อมในการเปิดระบบ

1.6.1.2 การจัดการเรียนรู้แบบเปิด (Massive Open Online Course)องค์ประกอบรายวิชาประกอบด้วย 1) วิดีโอ เช่น การให้อธิบาย การให้ข้อมูล การยกตัวอย่าง การทดลอง 2) เอกสารประกอบออนไลน์ 3) การสนทนา แลกเปลี่ยนความคิดเห็น 4) กิจกรรมออนไลน์ต่าง ๆ 5) การประเมินผลการเรียน 6) การทดสอบความเข้าใจ (สำนักพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (2014), พิมพ์ชนก สิริพงศ์ทักษิณ (2015) Titima Thumbumrung (2015) Yuwanuch Gulatee และ Prachyanun Nilsook (2014)

1.6.1.3 การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา คือการผนวกกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเข้ากับการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ คณิตและเทคโนโลยี กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมประกอบด้วยองค์ประกอบ 6 ขั้นตอน (STEM EDUCATION THAILAND,2014) ได้แก่ ขั้นตอนที่ 1 ระบุปัญหา (Problem Identification) ขั้นตอนที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related Information Search) ขั้นตอนที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design) ขั้นตอนที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and Development) ขั้นตอนที่ 5 ทดสอบประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Testing, Evaluation and Design Improvement) และขั้นตอนที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Presentation)

1.6.1.4 การบูรณาการหลายศาสตร์ของการเรียนรู้สะเต็มศึกษา (Georgette Y., Hyonyong L.,2012), (Sunaree SRIBOON, 2018) (Kim, Y., Park, N.,2012), (Pinyo Wongthong, 2019) ได้แก่ 1) Science Literacy เป้าหมายของการสอนวิทยาศาสตร์ คือ การพัฒนาให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเนื้อหา 2) Mathematics Literacy เป้าหมายของการสอนคณิตศาสตร์ การพัฒนาให้ผู้เรียนมีความสามารถในการวิเคราะห์ให้เหตุผล 3) Technology Literacy เป้าหมายของ

การสอนเทคโนโลยี คือ การพัฒนาให้ผู้เรียนมีความเข้าใจ และความสามารถในการใช้งาน จัดการ และ เข้าถึงเทคโนโลยี 4) Engineering Literacy เป้าหมายของการสอนวิศวกรรม คือ การพัฒนาให้ผู้เรียนมี ทักษะในออกแบบและสร้างเทคโนโลยีโดยประยุกต์ความรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีที่มี อยู่อย่างคุ้มค่า

1.6.1.5 เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (Augmented reality) องค์ประกอบของระบบ เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (Augmented Reality) มีดังนี้ 1) ตัว Marker (หรือ Markup) 2) กล้องวิดีโอ กล้องเว็บแคม 3) ส่วนแสดงผล 4) ซอฟต์แวร์หรือส่วนประมวลผลเพื่อสร้างภาพหรือ วัตถุแบบสามมิติ

1.6.2 กระบวนการ (Process) คือ โมเดลการจัดการเรียนรู้ และระบบการจัดการเรียนรู้ และ ผลผลิต (Output) คือ ความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม จากทั้ง 3 ขั้นตอนนี้จะทำให้ได้โมเดล การจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อเพิ่มพูนความคิด สร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูมิภาควัดจันทร์

1.7 นิยามศัพท์เฉพาะ

1.7.1 ระบบการจัดการเรียนออนไลน์แบบเปิด หมายถึง แพลตฟอร์มสำหรับการเรียนออนไลน์ พัฒนาโดยใช้ซอฟต์แวร์รหัสเปิด โดยมุ่งเน้นบทเรียนเพื่อการศึกษาตลอดชีวิตที่สามารถค้นหาคอร์ส และเรียนออนไลน์ได้ทุกที่ทุกเวลา

1.7.2 โมเดลการจัดการเรียนรู้ออนไลน์แบบเปิด หมายถึง การจัดการเรียนตามกระบวนการ จัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดที่ส่งผลต่อการเรียนรู้ในระดับอุดมศึกษาเป็นการเรียนรู้แบบ ออนไลน์ที่เน้นกลุ่มผู้เรียนขนาดใหญ่

1.7.3 สะเต็มศึกษา หมายถึง รูปแบบการจัดกิจกรรมการบูรณาการการเรียนรู้ 5 ศาสตร์เข้าไว้ ด้วยกัน ได้แก่ S วิทยาศาสตร์ T เทคโนโลยี E วิศวกรรมศาสตร์ A ศิลปะ และ M คณิตศาสตร์ ที่นำมา บูรณาการในการจัดประสบการณ์ในรายวิชาที่เปิดสอนบนระบบการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์ แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อเพิ่มพูนความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับ นักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูมิภาควัดจันทร์

1.7.4 การออกแบบกราฟิก หมายถึง กระบวนการทำงานของมนุษย์ที่มีจุดมุ่งหมายในการ แก้ปัญหา ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง หรือเกิดสิ่งใหม่อาจเป็นรูปแบบสองมิติหรือสามมิติ โดย กระบวนการทำงานนั้นมีการวางแผนในรูปของแนวความคิด และปฏิบัติการตามขั้นตอนที่ได้วางแผน นั้นออกมาเป็นรูปธรรม

1.7.5 เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม หมายถึง การพัฒนาเทคโนโลยีที่ผสมเอาโลกแห่งความเป็นจริงและความเป็นจริงเสริมเข้าด้วยกันผ่านซอฟต์แวร์และอุปกรณ์เชื่อมต่อต่าง ๆ โดยภาพเสมือน หรือสื่อการสอนเสมือนจริงส่งเสริมจินตนาการที่ปรากฏขึ้นจะมีปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้ได้ทันที

1.7.6 ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง ความสามารถในการผลิตสิ่งที่เป็นต้นแบบ แตกต่าง และเหมาะสมกับการใช้ประโยชน์ ที่เกิดจากระบวนการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น

1.7.7 นวัตกรรม หมายถึง ผลงานหรือผลงานสร้างสรรค์ ที่ได้ลงมือสร้างสรรค์ผ่านกระบวนการคิดสร้างสรรค์จากข้อมูลต่าง ๆ ที่ศึกษามาผ่านระบบการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อเพิ่มพูนความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูมิภาควัดวันตกที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น

1.7.8 นักศึกษา หมายถึง นักศึกษาระดับปริญญาตรี ปีการศึกษา 2563 มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึงที่เรียนรายวิชาอินโฟกราฟิกผ่านระบบการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อเพิ่มพูนความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูมิภาควัดวันตกที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัย เรื่อง ระบบการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อเพิ่มพูนความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูมิภาควัดวันตกนี้ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษา เอกสาร ตำรา และงานวิจัยต่าง ๆ เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาประกอบการจัดทำโดยแยกเป็นหัวข้อดังนี้

- 2.1 แนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้และรูปแบบการเรียนการสอน
- 2.2 สะเต็มศึกษา (STEM Education) และสะเต็มศึกษา (STEAM Education)
- 2.3 กระบวนการทำงานออกแบบกราฟิก (Graphic Design Workflow)
- 2.4 การเรียนรู้แบบเปิด (Massive Open Online Course)
- 2.5 เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (Augmented Reality)
- 2.6 ความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม (Creative and Innovation)
- 2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 แนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้และรูปแบบการเรียนการสอน

2.1.1 การเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 (21st Century Skills)

วิจารณ์ (2555) กล่าวว่า ทักษะของคนในศตวรรษที่ ๒๑ ที่คนทุกคนต้องเรียนรู้ คือ 3R x 7C ดังนี้ 3R ได้แก่ Reading (อ่านออก), (W) Riting (เขียนได้) และ(A) Rithmetics (คิดเลขเป็น) 7C ได้แก่ Critical Thinking & Problem Solving (ทักษะด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และทักษะในการแก้ปัญหา) Creativity & Innovation (ทักษะด้านการสร้างสรรค์ และนวัตกรรม) Cross-cultural understanding (ทักษะด้านความเข้าใจต่างวัฒนธรรม ต่างกระบวนทัศน์) Collaboration, Teamwork & Leadership (ทักษะด้านความร่วมมือ การทำงานเป็นทีม และภาวะผู้นำ) Communications, Information & Media literacy (ทักษะด้าน การสื่อสาร สารสนเทศ และรู้เท่าทันสื่อ) Computing & ICT Literacy (ทักษะด้านคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร) Career & learning skills (ทักษะอาชีพ และทักษะการเรียนรู้) นอกจากนี้ยังมีนักการศึกษาอีกท่านหนึ่งที่มีส่วนสำคัญในการผลักดันเรื่องการปฏิรูปการเรียนรู้ดังกล่าวให้กว้างขวางขึ้น คือ เซอร์เคน โรบินสัน นักการศึกษาระดับโลก โดยได้เน้นย้ำถึงความจำเป็นในการเปลี่ยนแปลงแนวคิดการจัด

การศึกษาระบบโรงงาน มาเป็นการเรียนการสอนที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้คิดอย่างสร้างสรรค์และเข้ากับบริบทของโลกที่ได้เปลี่ยนแปลงไป (Reading Thailand, 2555)

2.1.2 การจัดการเรียนรู้ (Learning Management)

2.1.2.1 ความหมายและความสำคัญของการจัดการเรียนรู้

การเรียนรู้ (Learning) หมายถึง กระบวนการที่บุคคลเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม การพัฒนาความคิดและความสามารถ โดยอาศัยประสบการณ์และปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนและสิ่งแวดล้อม (มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์, 2553)

บลูม (Bloom, 1956) ได้จำแนกการเรียนรู้ไว้เป็น 3 ด้าน คือ

1. ด้านพุทธิพิสัย (Cognitive Domain) หมายถึง พัฒนาการด้านสติปัญญาและความคิด
2. ด้านจิตพิสัย (Affective Domain) หมายถึง พัฒนาการทางด้านความรู้สึกนึกคิด ความสนใจ ค่านิยม ความซาบซึ้ง การปรับตัวและเจตคติต่าง ๆ
3. ด้านทักษะพิสัย (Psychomotor Domain) หมายถึง การพัฒนาทักษะในทางปฏิบัติ ได้แก่ ทักษะในการใช้อวัยวะต่าง ๆ เช่น การเคลื่อนไหว การลงมือทำงาน การทำการทดลอง

กาจเเย (Gagne, 1970) ได้เสนอเงื่อนไขของการเรียนรู้ไว้ 8 ประการคือ

1. การเรียนรู้เมื่อได้รับสัญญาณ (Signal Learning)
2. การเรียนรู้ในลักษณะของการกระตุ้น-ตอบสนอง (Stimulus-Response Learning)
3. การเรียนรู้โดยการเชื่อมโยงการกระตุ้น-ตอบสนอง (Chaining)
4. การเรียนรู้โดยสร้างความสัมพันธ์กระตุ้น-ตอบสนองด้วยภาษา (Verbal Association)
5. การเรียนรู้แบบแยกแยะ (Discrimination Learning)
6. การเรียนรู้ในแนวความคิดหลัก (Concept Learning)
7. การเรียนรู้ในกฎเกณฑ์ (Rule Learning)
8. การเรียนรู้เชิงแก้ปัญหา (Problem Solving)

2.1.2.2 องค์ประกอบของการจัดการเรียนรู้

มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ (2553) ผู้สอนจำเป็นต้องศึกษาจากข้อมูลหลายประการเพื่อนำมาช่วยเสริมสร้างการจัด การเรียนรู้ของตนและการเรียนรู้ของผู้เรียน การจัดการเรียนรู้ไม่ว่าระดับใดก็ตามขึ้นอยู่กับ องค์ประกอบ 3 ประการคือ

1. ผู้เรียน
2. บรรยากาศทางจิตวิทยาที่เอื้ออำนวยต่อการเรียนรู้
3. ปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับบรรยากาศทางจิตวิทยาในชั้นเรียน

วิทยา (2017) ผู้สอน จำเป็นจะต้องศึกษาจากข้อมูลหลายประการ เพื่อนำมาช่วยเสริมสร้าง การจัดการเรียนรู้ของตน และการเรียนรู้ของผู้เรียน การจัดการเรียนรู้ไม่ว่าระดับใด จะขึ้นอยู่กับ องค์ประกอบ 3 ประการดังต่อไปนี้

1. ผู้เรียน
2. บรรยากาศทางจิตวิทยาที่เอื้อต่อการเรียนรู้
3. ปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียน บรรยากาศทางจิตวิทยาในชั้นเรียน ผู้เรียน ธรรมชาติของผู้เรียน เป็นสิ่งที่ครูผู้สอนจะต้องคำนึงถึงเป็นอันดับแรก เกี่ยวกับความสามารถของสมอง ความถนัด ความสนใจ พัฒนาการทางร่างกาย อารมณ์และจิตใจ ความต้องการพื้นฐานหรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า ศักยภาพผู้เรียน

2.1.2.3 หลักการพื้นฐานในการจัดการเรียนรู้

วิทยา (2017) ในการจัดการเรียนรู้สมัยใหม่ ผู้สอนจำเป็นต้องมีความรู้ความสามารถหลาย อย่างในการจัดการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพและเกิดประสิทธิผลสูงสุด ดังนี้

1. หลักการรู้จักผู้เรียน ถือเป็นสิ่งแรกที่ผู้สอนต้องสามารถวิเคราะห์ศักยภาพผู้เรียนได้ว่าเป็น อย่างไร มีความสามารถที่จะเรียนรู้ได้อย่างไร มากน้อยเพียงใด ปกติสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 กลุ่ม ดังนี้

1.1 กลุ่มสติปัญญาอ่อนช้า/เรียนรู้ช้า กลุ่มนี้สามารถเรียนรู้ได้ต่อเมื่อได้รับการ ช่วยเหลือหรือสอนจากครูอย่างค่อยเป็นค่อยไปจึงจะเรียนรู้สำเร็จเป้าหมายการเรียนรู้เพียงช่วยเหลือ ตนเองได้โดยไม่ต้องเป็นภาระแก่ผู้อื่นในการดำรงชีวิต

1.2 กลุ่มสติปัญญาปานกลาง กลุ่มนี้มีความสามารถในการเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง แต่ต้องได้ รับคำชี้แนะ รูปแบบ วิธีการ จากครูผู้สอนภายใต้การให้กำลังใจการเรียนรู้จึงจะประสบผลสำเร็จ ความต้องการเรียนรู้เพื่อ ประยุกต์ใช้ข้อเท็จจริงที่เกิดประโยชน์ต่อตนเองและเอื้อแก่ผู้อื่นรอบข้างได้

1.3 กลุ่มสติปัญญาสูง กลุ่มนี้เป็นความหวังของสังคมประเทศชาติในการช่วยให้เกิดความ เจริญก้าวหน้าทางวิชาการและวิชาชีพในอนาคต กลุ่มนี้มีความสามารถที่จะเรียนรู้ได้ด้วยตนเองโดย ต่อยอดจากการเรียนรู้จากครูแต่ต้องการความเป็นอิสระในการเรียนรู้ การใช้ความคิดริเริ่ม สร้างสรรค์ จินตนาการ ฉะนั้นจึงต้องการโอกาสและการให้ความสะดวกในการเรียนรู้อย่างหลากหลายรูปแบบไม่ มีขีดจำกัด กลุ่มนี้มีเป้าหมายการเรียนรู้ที่ทำให้เกิดประโยชน์กับตนเองแล้วยังเพื่อผู้อื่น ประเทศชาติ ตลอดจนถึงสิ่งแวดล้อม ใช้ข้อเท็จจริงเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่ม เป็นความหวังของทุกสังคม

2. หลักการวางแผนและเตรียมจัดการเรียนรู้ ครูผู้สอนต้องมีความรู้ความสามารถในการวางแผน การจัดการเรียนรู้และวิธีการเรียนรู้ที่หลากหลาย ให้เหมาะสมกับกลุ่มผู้เรียนแต่ละศักยภาพ ทั้งนี้ กระบวนการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ที่เหมาะสมสอดคล้องต่อการเรียนรู้ของแต่ละกลุ่มผู้เรียน เป็นปัจจัยสำคัญต่อการเลือกวิธีการจัดการเรียนรู้ด้วย

3. หลักการใช้จิตวิทยาการเรียนรู้ การจะจัดการเรียนรู้อย่างไรกับกลุ่มผู้เรียนใด ครูผู้สอนต้องมีพื้นฐานความรู้ทางด้านจิตวิทยาการเรียนรู้ จิตวิทยาพัฒนาการ ทฤษฎีสมอง จิตวิทยาแนะแนวและการให้คำปรึกษา เพื่อประกอบการตัดสินใจในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม

4. หลักการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ การที่ครูผู้สอนจะเลือกรูปแบบการวัดและประเมินผลการเรียนรู้รูปแบบใด ต้องมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับวิธีการวัดและประเมินผลว่ามีวัตถุประสงค์อย่างไร เช่น

4.1 ต้องการวัดองค์ความรู้และทักษะปฏิบัติเบื้องต้นว่ามีเท่าใด ควรใช้รูปแบบการวัด (Test)

4.2 ต้องการรู้ว่าผู้เรียนเกิดการเรียนรู้น้อยแค่ไหนหลังจากการเรียนรู้ด้วยตนเอง ใช้การประเมิน(Assessment) เทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด

4.3 ต้องการทราบว่าผู้เรียนได้พัฒนาองค์ความรู้ใหม่ด้วยความคิดริเริ่มสร้างสรรค์จนเกิดประโยชน์ด้วยการประเมินแบบมีส่วนร่วมจากการยอมรับ ชื่นชมและให้รางวัล

2.1.3 ทฤษฎีการเรียนรู้และรูปแบบการเรียนรู้ (Learning Theories and Learning Model)

2.1.3.1 ความหมายของการเรียนรู้ ทฤษฎีการเรียนรู้ (Learning Theory)

Gagne (1985) กล่าวว่า การเรียนรู้ (Learning) คือ การเปลี่ยนแปลงความสามารถของบุคคลอย่างถาวรผ่านช่วงระยะเวลาหนึ่งและไม่ใช้การเปลี่ยนแปลงอันเนื่องมาจากการเจริญเติบโตตามวัย (อ้างถึงใน ฌมณ, 2555: 35)

Mayer (1982) กล่าวว่า การเรียนรู้หมายถึงการเปลี่ยนแปลงอย่างถาวรด้านความรู้และพฤติกรรมของบุคคลอันเนื่องมาจากประสบการณ์ (อ้างถึงใน ฌมณ, 2555: 35-36)

E.L. Thorndike (1967) กล่าวว่า การเรียนรู้ หมายถึงการเชื่อมโยงระหว่างสิ่งเร้าและปฏิกิริยาตอบสนองซึ่งมีหลายรูปแบบ บุคคลจะลองผิดลองถูกปรับเปลี่ยนไปเรื่อย ๆ จนกว่าจะพบรูปแบบการตอบสนองที่สามารถให้ผลที่พึงพอใจมากที่สุด เมื่อเกิดการเรียนรู้แล้ว บุคคลจะใช้รูปแบบการตอบสนองที่เหมาะสมเพียงรูปแบบเดียว และจะพยายามใช้รูปแบบนั้นเชื่อมโยงกับสิ่งเร้าในการเรียนรู้ต่อไปเรื่อย ๆ (อ้างถึงใน ทิศนา, 2552: 51)

สุรางค์ (อ้างถึงใน ชัยวัฒน์, 2552: 47) ให้ความหมายว่า การเรียนรู้เป็นการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมซึ่งเป็นผลเนื่องมาจากประสบการณ์ที่คนเรามีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม หรือจากการฝึกหัดรวมทั้งควรเปลี่ยนปริมาณความรู้ของผู้เรียน

Smith & Ragan (อ้างถึงใน ฌมณ, 2555: 36) กล่าวว่า ทฤษฎีการเรียนรู้ในช่วงแรก ๆ นั้น จะมี 2 ทฤษฎี ที่มีอิทธิพลต่อกระบวนการออกแบบการเรียนการสอน คือ ทฤษฎีพฤติกรรมนิยม (Behavioral Learning Theories) และทฤษฎีปัญญานิยม (Cognitive Learning Theories)

ณมน (2555) กล่าวว่า ทฤษฎีการเรียนรู้ที่กล่าวถึงกันมากในช่วงปี ค.ศ. 1999-2000 และเป็นทฤษฎีการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เรียกว่า ทฤษฎีสร้างความรู้นิยม (Constructivist Learning Theories) และทฤษฎีที่เกิดในยุคดิจิทัลโดย จอร์ซีเมน เรียกว่าทฤษฎีเชื่อมโยงนิยม (Connectivist) การเรียนรู้ คือการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของบุคคลภายหลังจากการได้รับประสบการณ์ หรือการฝึกปฏิบัติจนทำให้บุคคลนั้นเกิดความสามารถในการกระทำกิจกรรมใดกิจกรรมหนึ่งได้

2.1.3.2 รูปแบบการเรียนรู้ (Learning Model)

ในด้านการศึกษามีคำที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบ คือ คำว่ารูปแบบการสอน Model of Teaching หรือ Teaching Model และรูปแบบการเรียนรู้การสอน หรือรูปแบบการจัดการเรียนการสอน Instructional Model หรือ Teaching Learning Model (นริศรา, ม.ป.ป.) รูปแบบการสอน ในทางศึกษาศาสตร์ มีคำที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบ คือ รูปแบบการสอน Model of Teaching หรือ Teaching Model และรูปแบบการเรียนรู้การสอนหรือรูปแบบการจัดการเรียนการสอน Instructional Model หรือ Teaching-Learning Model คำว่า รูปแบบการสอน มีผู้อธิบายไว้ดังนี้

2.1.3.3 ความหมายของรูปแบบ (Model)

ความหมายของรูปแบบ (Model) คำว่า รูปแบบการสอน รูปแบบการเรียนรู้ การสอนและรูปแบบการเรียนรู้ นักการศึกษาได้ให้ความหมายของรูปแบบการเรียนการสอนดังนี้

ณัฐภา (2552) กล่าวว่ารูปแบบการเรียนการสอน หรือรูปแบบการจัดการเรียนการสอน มีผู้อธิบายไว้ดังนี้ 1. รูปแบบการสอน หมายถึง แบบหรือแผนของการสอน รูปแบบการสอนแบบหนึ่งจะมีจุดเน้นที่เฉพาะเจาะจงอย่างใดอย่างหนึ่ง รูปแบบการสอนแต่ละรูปแบบจึงอาจมีจุดหมายที่แตกต่างกัน 2. รูปแบบการสอน หมายถึง แผนหรือแบบซึ่งสามารถใช้การสอนในห้องเรียน หรือสอนพิเศษเป็นกลุ่มย่อย หรือ เพื่อจัดสื่อการสอน ซึ่งรวมถึง หนังสือ ภาพยนตร์ เทปบันทึกเสียง โปรแกรมคอมพิวเตอร์และหลักสูตรรายวิชา รูปแบบ การสอนแต่ละรูปแบบจะเป็นแนวในการออกแบบการสอนที่ช่วยให้นักเรียนบรรลุ วัตถุประสงค์ตามที่รูปแบบนั้น ๆ กำหนด 3. รูปแบบการสอน หมายถึง แผนแสดงการเรียนการสอน สำหรับนำไปใช้สอนในห้องเรียน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้ให้มากที่สุด แผนดังกล่าวจะแสดงถึงลำดับความสอดคล้องกัน ภายใต้หลักการของแนวคิดพื้นฐานเดียวกัน องค์ประกอบทั้งหลายได้แก่ หลักการ จุดมุ่งหมาย เนื้อหา และทักษะที่ต้องการสอน ยุทธศาสตร์การสอน วิธีการสอน กระบวนการสอน ขั้นตอนและกิจกรรมการสอน และการวัดและประเมินผล

จอยส์และวีล (1996 อ้างถึงใน สมจิต, 2557 : 231-232) กล่าวว่าแก่น ของกระบวนการสอนก็คือ การจัดสิ่งแวดล้อมให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์ร่วมด้วยเพื่อศึกษาหาวิธีว่าจะเรียนรู้ได้อย่างไรดังนั้นรูปแบบการสอนจึงเป็นการอธิบายสภาพของสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้ต่าง ๆ ตั้งแต่ การวางแผนหลักสูตร

รายวิชา หน่วยการเรียนรู้และบทเรียน ไปจนถึงการออกแบบและพัฒนาสื่อ การเรียนการสอน ตำรา และโปรแกรมการเรียนรู้ต่าง ๆ เพื่อเป็นเครื่องมือการเรียนรู้สำหรับผู้เรียน

เอกเกนและคอซัค (2006 อ้างถึงใน สมจิต, 2557 : 231-232) กล่าวว่ารูปแบบการสอน หมายถึง กลวิธีการสอนเฉพาะที่ได้รับการออกแบบโดยมีพื้นฐานมาจากทฤษฎี การเรียนรู้และการจูงใจเพื่อช่วยให้ ผู้เรียนบรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้เฉพาะรูปแบบการสอนจะบรรยายสภาพทั่วไปของการดำเนินการที่ครูทำเพื่อช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้โดยมีได้เป็นลักษณะของการสั่งการให้ครูต้องทำตามทุกอย่างรูปแบบการสอนเป็นแนวทางทั่วไปสำหรับชี้แนะการจัดการเรียนการสอนของครู ซึ่งไม่สามารถแทนที่ ทักษะหรือความชำนาญการของผู้ที่มีความเชี่ยวชาญได้

รัตน (2547) รูปแบบการสอน หมายถึง แผนแสดงการเรียนการสอนสำหรับนำไปใช้สอนในห้องเรียน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้ให้มากที่สุด แผนดังกล่าวจะแสดงถึงลำดับ ความสอดคล้องกัน ภายใต้หลักการของแนวคิดพื้นฐานเดียวกัน องค์ประกอบทั้งหลายได้แก่ หลักการ จุดมุ่งหมาย เนื้อหา และทักษะที่ต้องการสอน ยุทธศาสตร์การสอน วิธีการสอน กระบวนการสอน ขั้นตอนและกิจกรรมการสอน และการวัดและประเมินผล

Saylor and others (1981 อ้างถึงใน จิราภรณ์, 2553 : 47) กล่าวว่า รูปแบบการสอน (teaching model) หมายถึง แบบ (pattern) ของการสอนที่มีการจัดกระทำพฤติกรรมขึ้นจำนวนหนึ่งที่มีความแตกต่างกัน เพื่อ จุดหมายหรือจุดเน้นที่เฉพาะเจาะจงอย่างใด อย่างหนึ่ง

ทิตนา (2545) กล่าวว่ารูปแบบเป็นรูปธรรมของความคิดที่เป็นนามธรรม ซึ่งบุคคลแสดงออกมาในลักษณะใดลักษณะหนึ่ง เช่น เป็นคำอธิบาย เป็นแผนผัง ไดอะแกรม หรือแผนภาพ เพื่อช่วยให้ตนเองและผู้อื่นสามารถเข้าใจได้ชัดเจนขึ้น

รูปแบบการเรียนการสอนที่เป็นสากลสามารถจัดกลุ่มได้ 5 หมวด คือ

รูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นการพัฒนาด้านพุทธิพิสัย (Cognitive domain) รูปแบบการเรียนการสอนในหมวดนี้ เป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่มุ่งช่วยให้ผู้เรียนเกิดความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาสาระต่าง ๆ ซึ่งเนื้อหาสาระนั้นอาจอยู่ในรูปของข้อมูล ข้อเท็จจริง มโนทัศน์ หรือความคิดรวบยอด ตัวอย่างของรูปแบบ เช่น

1. รูปแบบการเรียนการสอนมโนทัศน์
2. รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดของกานเย
3. รูปแบบการเรียนการสอนโดยการนำเสนอมนทัศน์กว้างล่วงหน้า
4. รูปแบบการเรียนการสอนเน้นความจำ
5. รูปแบบการเรียนการสอนโดยใช้ผังกราฟิก

รูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นการพัฒนาด้านจิตพิสัย (Affective Domain) เป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่มุ่งช่วยพัฒนาผู้เรียนให้เกิดความรู้สึก เจตคติ ค่านิยม คุณธรรม และจริยธรรมที่พึงประสงค์ ตัวอย่างของรูปแบบ เช่น

1. รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดพัฒนาจิตพิสัยของบลูม
2. รูปแบบการเรียนการสอนโดยการชักจูง
3. รูปแบบการเรียนการสอนโดยใช้บทบาทสมมติ

รูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นการพัฒนาทักษะพิสัย (Psycho-Motor Domain) เป็นรูปแบบที่มุ่งช่วยพัฒนาความสามารถของผู้เรียนในด้านการปฏิบัติ การกระทำ หรือการแสดงออกต่าง ๆ ตัวอย่างของรูปแบบ เช่น

1. รูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการพัฒนาทักษะปฏิบัติของซิมป์สัน (Simpson)
2. รูปแบบการเรียนการสอนทักษะปฏิบัติของแฮร์โรว์ (Harrow)
3. รูปแบบการเรียนการสอนทักษะปฏิบัติของเดวีส์ (Davies)

รูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นการพัฒนาทักษะกระบวนการ (Process Skills) เป็นทักษะที่เกี่ยวข้องกับวิธีดำเนินการต่าง ๆ ซึ่งอาจเป็นกระบวนการทางสติปัญญา ตัวอย่างของรูปแบบ เช่น

1. รูปแบบการเรียนการสอนกระบวนการสืบสอบ และแสวงหาความรู้เป็นกลุ่ม
2. รูปแบบการเรียนการสอนกระบวนการคิดอุปนัย
3. รูปแบบการเรียนการสอนกระบวนการคิดสร้างสรรค์
4. รูปแบบการเรียนการสอนกระบวนการคิดแก้ปัญหาอนาคตตามแนวคิดของทอร์แรนซ์

รูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นการบูรณาการ (Integration) รูปแบบการเรียนการสอนในหมวดนี้ เป็นรูปแบบที่พยายามพัฒนาการเรียนรู้ด้านต่าง ๆ ของผู้เรียนไปพร้อม ๆ กัน โดยใช้การบูรณาการทั้งทางด้านเนื้อหาสาระและวิธีการรูปแบบในลักษณะนี้กำลังได้รับความนิยมอย่างมากเพราะมีความสอดคล้องกับหลักทฤษฎีทางการศึกษาที่มุ่งเน้นการพัฒนารอบด้านหรือการพัฒนาเป็นองค์รวม ตัวอย่างเช่น

1. รูปแบบการเรียนการสอนทางตรง
2. รูปแบบการเรียนการสอนโดยการสร้างเรื่อง
3. รูปแบบการเรียนการสอนตามวัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT
4. รูปแบบการเรียนการสอนของการเรียนรู้แบบร่วมมือ

รูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหาและพัฒนาทักษะ

การจัดการเรียนรู้โดยใช้การเรียนรู้เชิงประสบการณ์ (Experiential Learning) การเรียนรู้เชิงประสบการณ์เป็นการเรียนรู้ที่จะเกิดขึ้นกับผู้เรียนได้โดยผู้เรียนสามารถนำเอาความรู้ต่าง ๆ ที่ได้รับเข้ามาก่อน มาเชื่อมโยงกับความรู้ใหม่เพื่อให้เกิดความหมายขึ้น (Dewey, 1974 อ้างถึงใน ชัยวัฒน์, 2552 : 300-301) และ (Kolb, 1984 อ้างถึงใน ชัยวัฒน์, 2552 : 300-301) ให้ความหมาย

ว่า การเรียนรู้เชิงประสบการณ์เป็นกลยุทธ์ในการเชื่อมโยงประสบการณ์ในห้องเรียนและการเรียนการสอนภายนอกห้องเรียนเพื่อก่อให้เกิดความเข้าใจอย่างลึกซึ้งซึ่งจุดมุ่งหมายของการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ คือ การให้ผู้เรียนได้ตระหนักในปรากฏการณ์ในชีวิตจริง ซึ่งจะนำไปสู่การเรียนรู้ที่มีชีวิตชีวา โดยให้ประสบการณ์ภาคสนามเชื่อมโยงการเรียนรู้ ความคิด และการกระทำเข้าด้วยกัน ลักษณะสำคัญของการเรียนรู้เชิงประสบการณ์มี 5 ประการ ดังนี้

1. การเรียนรู้โดยอาศัยประสบการณ์ของผู้เรียน
2. ก่อให้เกิดการเรียนรู้ใหม่ ๆ ที่ท้าทายอย่างต่อเนื่อง ผู้เรียนต้องทำกิจกรรมตลอดเวลา ไม่ได้นั่งฟังการบรรยายเพียงอย่างเดียว

3. มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนด้วยกันเอง และระหว่างผู้เรียนกับผู้สอน
4. ปฏิสัมพันธ์ทำให้เกิดการขยายตัวของเครือข่ายความรู้ออกไปอย่างกว้างขวาง
5. อาศัยการสื่อสารทุกรูปแบบ เช่น การพูด หรือการเขียน การวาดรูปการแสดง

การจัดการเรียนรู้โดยใช้วงจรการเรียนรู้ (Learning Cycle Method) เป็นวิธีการคิดหรือวิธีการดำเนินการที่นักเรียนใช้ในการศึกษาค้นคว้าอย่างเป็นขั้นตอนที่มีลำดับต่อเนื่องกันจนครบเป็นวงจร Lawson (1995 อ้างถึงใน ชัยวัฒน์, 2552 : 310) ได้อธิบายความหมายวงจรการเรียนรู้ มีลักษณะเป็นไปตามลำดับขั้นตอนของวงจรกระบวนการสร้างความรู้ของนักวิทยาศาสตร์ ที่ประกอบด้วย การศึกษาสำรวจปรากฏการณ์ใหม่ๆ การสร้างคำอธิบายและมโนทัศน์ใหม่ๆ และการนำมโนทัศน์ที่สร้างขึ้นไปใช้ตีความปรากฏการณ์ที่กำลังศึกษาและปรากฏการณ์อื่น ๆ Martin et al. (1994 อ้างถึงใน ชัยวัฒน์, 2552 : 312) ได้เสนอขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามวงจรการเรียนรู้ ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ดังนี้

1. ขั้นการศึกษาสำรวจ (Exploration) ในขั้นนี้เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง กิจกรรมในขั้นการศึกษาสำรวจช่วยให้นักเรียนเกิดภาวะสมดุล และส่งเสริมให้เกิดการซึมซับข้อมูลต่าง ๆ เข้าสู่โครงสร้างทางความคิด ครูทำหน้าที่เป็นผู้แนะนำ เตรียมกิจกรรม และจัดหาวัสดุอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์ที่ต้องการสอน ครูอาจตอบคำถามหรือซักถามเพื่อแนะนำการสังเกต ซักจูงให้นักเรียนใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หรือทักษะการคิด รวมทั้งดูแลให้ดำเนินกิจกรรมในการศึกษาสำรวจเป็นไปด้วยดี

2. ขั้นการอธิบาย (Explanation) ในขั้นนี้เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ปรับโครงสร้างทางความคิด ครูทำหน้าที่แนะนำแนวทางและจัดสิ่งแวดล้อมทางการเรียนที่เหมาะสมให้แก่ นักเรียน ครูอาจซักถามเพื่อช่วยให้นักเรียนจัดกระทำข้อมูลข่าวสารต่าง ๆ พร้อมทั้งแนะนำภาษา หรือคำที่เรียกให้มโนทัศน์นั้น ซึ่งนักเรียนนำมาใช้สร้างคำอธิบายเกี่ยวกับมโนทัศน์ดังกล่าวด้วยตนเอง

3. ขั้นการขยายมโนทัศน์ (Expansion) ขั้นการขยายมโนทัศน์เป็นขั้นที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง และส่งเสริมการเรียนแบบกลุ่มร่วมมือ นักเรียนจัดและรวบรวมประสบการณ์ใหม่ที่ได้รับ แล้วนำมาเชื่อมโยงเข้ากับประสบการณ์เดิมที่มีอยู่เพื่อนำมโนทัศน์ที่เรียนรู้ไปใช้ ครูอาจเสนอตัวอย่าง

หรือจัดประสบการณ์สำหรับศึกษาสำรวจเพิ่มเติมให้แก่ นักเรียน ชั้นการขยายมโนทัศน์นี้สามารถ เชื่อมโยงไปสู่ขั้นการสำรวจในบทเรียนต่อไปนี้

4. ขั้นการประเมินผล (Evaluation) ขั้นนี้เป็นขั้นที่สามารถทำได้ในทุกขั้นตอนของการเรียน การสอนวิทยาศาสตร์ ตามวิถึวงจรการเรียนรู้ ครูควรกำหนดสิ่งต่าง ๆ ให้แก่ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง วิธีการประเมินผลการปฏิบัติของนักเรียนในด้านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

การจัดการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์จำลอง (Simulation) สถานการณ์จำลองเป็นการจำลอง สถานการณ์ หรือการสร้างสถานการณ์ให้ใกล้เคียงกับความเป็นจริง แล้วให้ผู้เรียนเข้าไปอยู่ใน สถานการณ์นั้น ๆ และให้มีปฏิริยาตอบโต้กัน ซึ่งเป็นวิธีช่วยให้ผู้เรียนได้มีโอกาสแสดงพฤติกรรม ต่าง ๆ ซึ่งในสถานการณ์จริงผู้เรียนอาจไม่กล้าแสดงเพราะเป็นการเสี่ยงต่อผลที่จะได้รับมากเกินไป (ทิตนา, 2522 อ้างถึงใน ชัยวัฒน์, 2552 : 318) ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้ สถานการณ์จำลอง มีดังนี้ (Stansklev, 1974 อ้างถึงใน ชัยวัฒน์, 2552 : 320)

1. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน เป็นขั้นสร้างความสนใจ และทำให้นักเรียนเกิดความกระตือรือร้น ในการทำกิจกรรม โดยใช้วิธีการที่หลากหลาย เช่น วิดีทัศน์ สไลด์ รูปภาพ และเทปบันทึกเสียง เป็นต้น และแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ของบทเรียน

2. ขั้นปฏิบัติกิจกรรม แบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็นกลุ่มๆ แต่ละกลุ่มจัดบทบาทให้กับสมาชิกเป็น ประธานกลุ่ม ผู้เล่น ผู้สังเกตการณ์ โดยผลัดเปลี่ยนหมุนเวียนบทบาทกันในแต่ละเกมสถานการณ์ จำลอง ศึกษาวิธีการกระทำกิจกรรม กฎ กติกา จัดเตรียมอุปกรณ์จากบัตรกำหนดกิจกรรม และปฏิบัติ กิจกรรมในรูปแบบของการแข่งขัน โดยยึดวิธีการ กฎ กติกา และบทบาทที่กำหนดไว้เพื่อหากกลุ่มผู้ชนะ

3. ขั้นจำแนกแยกแยะ เป็นขั้นที่นักเรียนได้ผลจากการสังเกตการกระทำกิจกรรมโดยตรง ประกอบด้วยการจำแนกแยกแยะและอธิบายปัญหา ทางเลือกในการตัดสินใจ การกระทำ การจัด ระบบงาน กฎเกณฑ์ และการสรุปความคิดรวบยอด โดยประธานกลุ่มเป็นผู้ดำเนินการ และคัดเลือก สมาชิกกลุ่ม 1 คน เป็นเลขานุการทำหน้าที่จดบันทึกผลจากการอภิปราย ของกลุ่ม

4. ขั้นวิเคราะห์ เป็นขั้นที่นักเรียนร่วมกันอภิปรายทั้งชั้นเรียนในการวิเคราะห์ปัญหาทางเลือก ในการตัดสินใจ การกระทำ การจัดระบบการทำงาน กฎเกณฑ์ และความคิดรวบยอดที่ถูกต้องของ กระบวนการกิจกรรมเกมสถานการณ์จำลอง

5. ขั้นลงความเห็นสรุป เป็นขั้นที่นักเรียนแต่ละคนลงความเห็นสรุปความคิดรวบยอด หลักการ หรือวิธีการที่ได้จากกิจกรรมเกมสถานการณ์จำลอง และนำเอาความคิดรวบยอด หลักการ หรือวิธีการ ที่ได้รับไปเชื่อมโยงสัมพันธ์กับสถานการณ์ใหม่ในชีวิตประจำวัน โดยนักเรียนเขียนบรรยายความคิด เป็นรายบุคคล

2.2 สะเต็มศึกษา (STEM Education) และ สะเต็มศึกษา (STEM Education)

2.2.1 สะเต็มศึกษา (STEM Education)

รูปแบบการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาเป็นการเรียนรู้รูปแบบหนึ่ง ที่เน้นการนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริงและการประกอบอาชีพในอนาคตผ่านประสบการณ์ในการทำกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน หรือกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน ส่งเสริมให้เยาวชนไทยได้พัฒนาทักษะกระบวนการคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหา ความคิดสร้างสรรค์เป็นแนวทางการจัดการศึกษาให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และสามารถบูรณาการความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระบวนการทางวิศวกรรม และคณิตศาสตร์ ในการเชื่อมโยงหรือแก้ปัญหาในชีวิตจริง รวมทั้งการพัฒนากระบวนการหรือผลผลิตใหม่ ควบคู่ไปกับการพัฒนาทักษะการเรียนรู้แห่งศตวรรษที่ 21 ซึ่งสามารถใช้ตั้งแต่การศึกษาก่อนวัยเรียน (Pre-school) ไปจนถึงการพัฒนาความรู้หลังปริญญาเอก (Post-doctorate)

ทักษะที่เกิดจากการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็ม

1. ทักษะการแก้ปัญหา
2. ทักษะการทำงานเป็นทีม
3. ทักษะการสื่อสาร/การนำเสนอ
4. ทักษะการใช้เครื่องมือ/เทคโนโลยี
5. ความคิดสร้างสรรค์
6. นักเรียนมีความเข้าใจและสนใจอาชีพด้านสะเต็มมากขึ้น ฯลฯ

จุดประสงค์ของการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

จุดประสงค์ของการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา คือ ส่งเสริมให้ผู้เรียนรักและเห็นคุณค่าของการเรียนวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ และเห็นว่าวิชาเหล่านั้นเป็นเรื่องใกล้ตัวที่สามารถนำมาใช้ได้ทุกวัน การจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาเป็นการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ซึ่งมีรูปแบบการจัดการสอนเป็นการฝึกให้คิดและวางแผน โดยใช้กระบวนการอย่างเป็นขั้นตอน ที่ครอบคลุม 3 ด้านได้แก่

1. ด้านเจตคติ (Attitude) ผู้สอนจะต้องสร้างให้ผู้เรียนมีความใฝ่รู้ ใฝ่เรียน อยากรู้ อยากเห็น อยากค้นคว้า

2. ด้านทักษะกระบวนการ (Process Skills) ฝึกให้ผู้เรียนมีกระบวนการคิดอย่างเป็นระบบ ฝึกการสังเกต ฝึกตั้งคำถามเพื่อนำมาสู่ปัญหา ฝึกตั้งสมมติฐาน ฝึกการวางแผน ออกแบบการทดลอง ฝึกทดลอง เก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อนำไปวิเคราะห์ สรุปผล และนำเสนอได้

3. ด้านความรู้ (Knowledge) ผู้เรียนจะเกิดองค์ความรู้ในสิ่งที่ได้ศึกษา

ลักษณะหนึ่งของการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาคือการผนวกกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเข้ากับการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ คณิต เทคโนโลยี กล่าวคือขณะที่นักเรียนทำกิจกรรมเพื่อ

พัฒนาความรู้ความเข้าใจ และฝึกทักษะด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี นักเรียนต้องมีโอกาสนำความรู้มาออกแบบวิธีการหรือกระบวนการเพื่อแก้ปัญหาเพื่อให้ได้เทคโนโลยีซึ่งเป็นผลผลิตจากกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

2.2.2 ความหมายของสะเต็มศึกษา

The National Research Council: NRC (2014) ได้ให้ความหมายของวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี พร้อมทั้งเปรียบเทียบทักษะของศาสตร์ทั้งสองกับทักษะทางวิทยาศาสตร์ไว้ดังตารางที่ 2-1

ตารางที่ 2-1 เปรียบเทียบทักษะของศาสตร์

วิทยาศาสตร์ (Science)	วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering)	เทคโนโลยี (Technology)	คณิตศาสตร์ (Mathematics)
ตั้งคำถาม (เพื่อเข้าใจธรรมชาติ)	นิยามปัญหา (เพื่อพัฒนาคุณภาพชีวิต)	ตระหนักถึงบทบาทของเทคโนโลยีต่อสังคม	ทำความเข้าใจและพยายามแก้ปัญหา
พัฒนาและใช้โมเดล	พัฒนาและใช้โมเดล		ใช้คณิตศาสตร์ในการสร้างโมเดล
ออกแบบและลงมือทำการค้นคว้า วิจัย ทดลอง	ออกแบบและลงมือทำการค้นคว้า วิจัย ทดลอง	เรียนรู้วิธีการใช้งานเทคโนโลยีใหม่ ๆ	ใช้เครื่องมือที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา
วิเคราะห์ข้อมูล	วิเคราะห์ข้อมูล		ให้ความสำคัญการความแม่นยำ
ใช้คณิตฯ ช่วยในการคำนวณ	ใช้คณิตฯ ช่วยในการคำนวณ	เข้าใจบทบาทของเทคโนโลยีในการพัฒนาด้านวิทยาศาสตร์ และวิศวกรรม	ใช้ตัวเลขในการให้ความหมายหรือเหตุผล
สร้างคำอธิบาย	ออกแบบวิธีแก้ปัญหา		พยายามหาและใช้โครงการในการแก้ปัญหา
ใช้หลักฐานในการยืนยันแนวคิด	ใช้หลักฐานในการยืนยันแนวคิด	ตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีโดยพิจารณาถึงผลกระทบต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม	สร้างข้อโต้แย้งและสามารถวิพากษ์การให้เหตุผลของผู้อื่น
ประเมินและสื่อสารแนวคิด	ประเมินและสื่อสารแนวคิด		มองหาและนำเสนอระเบียบวิธีในการเหตุผลซ้ำๆ

ที่มา: STEM EDUCATION THAILAND (2014)

สิรินภา กิจเกื้อกูล (2558) สะเต็มศึกษา (STEM Education) เป็นการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ 4 สาขาวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) ซึ่งเป็น แนวคิดที่เกิดขึ้นจากการขาดแคลนแรงงานคุณภาพทางวิศวกรรมและวิทยาศาสตร์ของประเทศสหรัฐอเมริกา การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา จึงเน้นการส่งเสริมให้ผู้เรียนทุกคน สามารถสร้างสรรค์ชิ้นงาน และมีทักษะในการออกแบบและคิดหาวิธีการแก้ปัญหาได้ตามสภาพจริงตามหลักการออกแบบเชิงวิศวกรรมศาสตร์ อย่างไรก็ตาม การนำองค์ความรู้และกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมศาสตร์มาบูรณาการในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์อาจมีข้อเสีย เรื่องใหม่ เพราะกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมศาสตร์มีลักษณะคล้ายกับกระบวนการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์มากเพียงแต่วิทยาศาสตร์ต้องการผลลัพธ์เป็นคำอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ ส่วนวิศวกรรมศาสตร์ ต้องการผลลัพธ์เป็นชิ้นงานสำหรับใช้แก้ปัญหา

ปาริชาติ (2559) การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา (STEM Education) เป็นการจัดการเรียนรู้บูรณาการใน 4 สาขาวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) และคณิตศาสตร์ (Mathematics)

2.2.2.1 กระบวนการออกแบบสะเต็มศึกษา

สสวท. (2559) กล่าวถึง กระบวนการออกแบบสะเต็มตามหลักกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ว่ามีขั้นตอนการออกแบบสามารถนำไปสู่การเรียนการสอนและการเรียนรู้คณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ตามขั้นตอนดังนี้

1. การนำเสนอผลลัพธ์
2. การระบุปัญหา
3. การค้นหาแนวคิดที่ถูกต้อง
4. การวางแผนและพัฒนา
5. การทดสอบและการประเมินผล

STEM EDUCATION THAILAND (2014) กล่าวถึงกระบวนการออกแบบสะเต็มตามหลักเชิงวิศวกรรม ว่าประกอบด้วยองค์ประกอบ 6 ขั้นตอน ได้แก่

1. ระบุปัญหา (Problem Identification) เป็นการทำความเข้าใจปัญหาหรือความท้าทาย วิเคราะห์เงื่อนไขหรือข้อจำกัดของสถานการณ์ปัญหา เพื่อกำหนดขอบเขตของปัญหา ซึ่งจะนำไปสู่การสร้างชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา

2. รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related Information Search) เป็นการรวบรวมข้อมูลและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการแก้ปัญหาและประเมินความเป็นไปได้ ข้อดีและข้อจำกัด

3. ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design) เป็นการประยุกต์ใช้ข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องเพื่อการออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา โดยคำนึงถึงทรัพยากร ข้อจำกัดและเงื่อนไขตามสถานการณ์ที่กำหนด

4. วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and Development) เป็นการกำหนดลำดับขั้นตอนของการสร้างชิ้นงานหรือวิธีการ แล้วลงมือสร้างชิ้นงานหรือพัฒนาวิธีการเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา

5. ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Testing, Evaluation and Design Improvement) เป็นการทดสอบและประเมินการใช้งานของชิ้นงานหรือวิธีการ โดยผลที่ได้สามารถนำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสมที่สุด

6. นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Presentation) เป็นการนำเสนอแนวคิดและขั้นตอนการแก้ปัญหาของการสร้างชิ้นงาน หรือการพัฒนาวิธีการให้ผู้อื่นเข้าใจ และได้อธิบายแนะนำ เพื่อการพัฒนาต่อไป

2.2.2.2 กระบวนการด้านวิศวกรรม (Preciado Babb, A. Paulino; Takeuchi, Miwa; Gereluk, Dianne; Alonso Yáñez, Gabriela; Francis, Krista; Friesen, Sharon)

กระบวนการดังต่อไปนี้ที่ได้รับการยอมรับในด้านวิศวกรรมและมีตัวแปรที่แตกต่างกัน มีขั้นตอนมุ่งเน้นไปที่ปัญหาหรือประเด็นที่ได้รับการแก้ไขที่เกี่ยวข้อง อธิบายขั้นตอนได้ดังต่อไปนี้:

1. ระบุปัญหา (Define a problem)
2. ระดมความคิด (Brainstorm)
3. ค้นคว้าเพื่อสร้างแนวคิด (Research and Generate Ideas)
4. ระบุกฎเกณฑ์และชี้แจงส่วนขัดข้อง (Identify Criteria and Specify Constraints)
5. สำรวจความเป็นไปได้ (Explore Possibilities)
6. เลือกแนวทางการแก้ไข (Select an Approach)
7. พัฒนาและออกแบบการเสนอโครงการ (Develop a Design Proposal)
8. สร้างโมเดลต้นแบบ (Make a Model or Prototype)
9. ทดสอบและประเมินสิ่งที่ออกแบบโดยใช้ข้อระบุเฉพาะ (Test and Evaluate the Design Using Specifications)
10. พัฒนาด้านแบบ (Refine the Design)
11. สร้างแนวทางหรือวิธีแก้ปัญหา (Create or Make the Solution)
12. การกระจายความรู้เพื่อเป็นแนวทางในการแก้ไข (Communicate Process and Results)

2.2.3 การออกแบบกิจกรรมสะเต็มศึกษา

สะเต็มศึกษาและการออกแบบเชิงวิศวกรรมจุดเด่นที่ชัดเจนข้อหนึ่งของการจัดการเรียน การเรียนรู้แบบสะเต็ม คือการผนวกแนวความคิดการออกแบบเชิงวิศวกรรมเข้ากับการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ของผู้เรียน กล่าวคือ ในขณะที่นักเรียนทำกิจกรรมเพื่อพัฒนาความรู้ ความเข้าใจ และฝึกทักษะด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ผู้เรียนต้องมีโอกาสนำความรู้ มาออกแบบวิธีการหรือกระบวนการเพื่อตอบสนองความต้องการหรือแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้อง กับชีวิตประจำวัน เพื่อให้ได้เทคโนโลยีซึ่งเป็นผลผลิตจากกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม (NRC, 2012)

2.2.3.1 สสวท. (2559) กล่าวถึงการออกแบบกิจกรรมสะเต็มศึกษาประกอบไปด้วย ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ระบุปัญหาในชีวิตจริงที่พบหรือนวัตกรรมที่ต้องการพัฒนา

ขั้นตอนที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหาหรือนำไปสู่การ พัฒนานวัตกรรม

ขั้นตอนที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหาโดยเชื่อมโยงความรู้ด้าน วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี กระบวนการทางวิศวกรรม และคณิตศาสตร์

ขั้นตอนที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา หรือพัฒนานวัตกรรม

ขั้นตอนที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือ นวัตกรรมที่ พัฒนาได้

ขั้นตอนที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา หรือผลของนวัตกรรม ที่พัฒนาได้

ปารีชาติ ญัฐวุฒิ พิมชาติ (2017) กล่าวถึงการจัดกิจกรรม การเรียนรู้ ตามขั้นตอนของกิจกรรม สะเต็ม ประกอบด้วยขั้นตอนต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 กำหนดปัญหาหรือความต้องการ

ขั้นตอนที่ 2 รวบรวมข้อมูล

ขั้นตอนที่ 3 ออกแบบและปฏิบัติการ

ขั้นตอนที่ 4 ผลการจัด กิจกรรม การเรียนรู้

ปารีชาติ (2559) ได้ทำการบูรณาการกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา สิ่งประดิษฐ์ที่ได้ จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา โดยใช้ ขั้นตอนการสอนแบบ P-I-D-A ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ให้สถานการณ์ปัญหา P (P-Problem Based Learning) ครูผู้สอนให้ สถานการณ์ปัญหา เพื่อกระตุ้นความสนใจใคร่รู้ของผู้เรียน ซึ่งอาจนำด้วยสถานการณ์ ที่เป็นปัญหา ในปัจจุบัน หรือปัญหาที่ใกล้ตัวผู้เรียนมากที่สุด

ขั้นตอนที่ 2 ค้นคว้าสืบหาวิธีการแก้ปัญหา I (I-Inquiry Based Learning) โดยครูผู้สอนต้องให้วัสดุอุปกรณ์ที่หลากหลาย เพื่อให้นักเรียนใช้เทคโนโลยีในการหา วิธีการแก้ปัญหา ครูเป็นผู้คอยช่วยเหลือแนะนำ

ขั้นตอนที่ 3 ออกแบบเชิงวิศวกรรม D (D-Design) ขั้นนี้ครูผู้สอนจะให้ให้นักเรียน ปฏิบัติการออกแบบและสร้างสิ่งประดิษฐ์โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ซึ่งเป็นแนวคิดของการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎี Activity Based Learning

ขั้นตอนที่ 4 ประกวดแข่งขันหรือนำเสนอสิ่งประดิษฐ์ A (A-Award and Reflection) ในขั้นนี้ครูผู้สอนจะให้ให้นักเรียนนำสิ่งประดิษฐ์ที่สร้างขึ้นมาจัดการแข่งขัน เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิด ความสนุกสนานในการจัดกิจกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา หรืออาจมีการจัดให้มีผู้นำ เสนอชิ้นงาน เพื่อแก้ปัญหาสถานการณ์ตามขั้นที่ 1 บทบาท ของครูผู้สอนในขั้นนี้ต้องมีการกระตุ้น และอาจมีการ กำหนดเวลาหรือขอบเขต กติกาของการแข่งขัน เพื่อเป็นกติการ่วมกันในชั้นเรียน แล้วสรุปบทเรียน โดยใช้วิธีสะท้อน ความคิด (Reflection) เชื่อมโยงศาสตร์ S-T-E-M ให้นักเรียนได้เข้าใจการนำแนวคิด สะเต็มมาใช้ในชั้นเรียน

peradech (2017) ได้จัดขั้นตอนการจัดกิจกรรมสะเต็ม โดยที่กำหนดให้ การจัด กิจกรรมสะเต็มเป็นกระบวนการฝึก การแก้ปัญหาในชีวิตจริงของนักเรียน โดยใช้พื้นฐานความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีที่มีอยู่ และ วิธีการทางวิศวกรรม ประกอบด้วย ส่วนที่ 1 : ทักษะการแก้ปัญหา 9 ขั้น ส่วนที่ 2 : กระบวนการทางวิศวกรรม ส่วนที่ 3 : กระบวนการกิจกรรม สะเต็ม 6 ขั้น ส่วนที่ 4 : แนวทางการดำเนินการของครู สามารถอธิบายแต่ละส่วนได้ดังนี้

ส่วนที่ 1 กระบวนการแก้ปัญหา ประกอบด้วยขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นตระหนักในปัญหาและความจำเป็น
2. ขั้นคิด วิเคราะห์อย่างรอบคอบความจำเป็น
3. ขั้นสร้างทางเลือกอย่างหลากหลาย
4. ขั้นประเมินและเลือกทางเลือกอย่างเหมาะสม
5. ขั้นวางแผนกำหนดขั้นตอนลำดับได้อย่างได้อย่างเหมาะสม
6. ขั้นปฏิบัติได้อย่างชื่นชม
7. ขั้นประเมินด้วยตนเองระหว่างปฏิบัติ
8. ขั้นตอนปรับปรุงให้ดีขึ้นอยู่เสมอ
9. ขั้นประเมินผลเพื่อความภูมิใจ

ส่วนที่ 2 กระบวนการวิศวกรรม (อ้างอิงใน สุรศักดิ์ สงวนพงษ์ ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์)

ส่วนที่ 3 ขั้นตอนจัดการเรียนรู้ “กิจกรรมสะเต็ม” ประกอบด้วยขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหา หรือชิ้นงาน

ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือ ชิ้นงาน

ปารีชาติ (2559) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา (STEM Education) สามารถนำแนวคิดสะเต็มศึกษามาปรับใช้ในการจัดการเรียนรู้ได้ 9 แนวทาง ดังนี้

1. จัดบรรยากาศและสภาพแวดล้อมที่ตื่นเต้น น่าสนใจ สนุกสนาน มีชีวิตชีวา เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนากระบวนการคิดและการแก้ปัญหาในสถานการณ์จริง

2. ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาที่ท้าทายความรู้ความสามารถ กระบวนการคิดและการแก้ปัญหาของผู้เรียน โดยใช้สถานการณ์ที่เป็นปัญหาในโลกปัจจุบัน

3. จัดกิจกรรมที่ให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติ

4. จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการใน 3 สาระ ได้แก่ สาระวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และการงานอาชีพและเทคโนโลยี โดยสอดแทรกกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม

5. จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานโดยสร้างสถานการณ์ที่เป็นปัญหาเกี่ยวกับชีวิตจริงและท้าทายกระบวนการคิดของผู้เรียน เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการคิดหาคำตอบโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์และสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง

6. เป็นโค้ช

7. เป็นพี่เลี้ยงทางวิชาการ

8. ตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนคิด

9. ประเมินกระบวนการทำงานและผลงานของผู้เรียนโดยใช้วิธีการที่หลากหลาย

ปารีชาติ ประเสริฐสังข์ , ญัฐวุฒิ พิมขาลี (2017) อ้างอิงใน (Capraro and Morgan, 2013) การนำกิจกรรม ไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียน สามารถ ดำเนินการได้ 9 แนวทาง ดังนี้

1. จัดบรรยากาศ และสภาพแวดล้อมที่ตื่นเต้น น่าสนใจ สนุกสนาน มีชีวิตชีวา เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนากระบวนการคิด และการแก้ปัญหาในสถานการณ์จริง

2. ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่ท้าทาย ความรู้ ความสามารถ กระบวนการคิดและการแก้ปัญหา ของผู้เรียน โดยใช้สถานการณ์ที่เป็นปัญหาในโลก ปัจจุบัน

3. จัดกิจกรรมที่ให้ผู้เรียน ลงมือปฏิบัติ

4. จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการใน 3 สาขา ได้แก่ สาธารณวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และ การงานอาชีพและเทคโนโลยี โดยสอดแทรก กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม

5. จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน (Projectbased Learning) โดยสร้าง สถานการณ์ที่เป็น ปัญหาเกี่ยวกับชีวิตจริงและท้าทายกระบวนการคิด ของผู้เรียน เพื่อกระตุ้นให้ ผู้เรียนเกิดกระบวนการ คิดหาคำตอบโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ และสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ ด้วยตนเอง

6. เป็นโค้ช (Coach)

7. เป็นพี่เลี้ยง ทางวิชาการ (Mentor)

8. ตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนคิด

9. ประเมินกระบวนการทำงานและผลงาน ของผู้เรียนโดยใช้วิธีการที่หลากหลาย

สิรินภา (2558) สะเต็มศึกษา (STEM Education) กล่าวว่า ขั้นตอนการออกแบบบทเรียนสะ เต็มศึกษา มีดังนี้

1. ระบุ หัวข้อ/องค์ความรู้ ที่สนใจ และกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้สำหรับผู้เรียน

2. ศึกษาค้นคว้าหาเทคนิควิธีการจัดการเรียนรู้ วิเคราะห์บริบทของการ จัดการเรียนรู้ (เช่น ผู้เรียน โรงเรียน) จัดลำดับจุดประสงค์การเรียนรู้และวิเคราะห์ข้อจำกัดในการจัดการเรียนรู้ตามสภาพ จริง

3. หาแนวทางการจัดการเรียนรู้หลากหลายวิธี ที่เหมาะกับสภาพจริง

4. เลือกแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ดีที่สุด เหมาะสมกับบริบท จุดประสงค์และสภาพจริงของ การจัดการเรียนรู้

5. สร้างหน่วยการเรียนรู้

6. ทดสอบหน่วยการเรียนรู้ที่สร้างขึ้น โดยนำไปใช้ในชั้นเรียนจริง

7. นำเสนอและอภิปรายผลการใช้หน่วยการเรียนรู้ กับเพื่อน ผู้บริหาร และผู้สนใจ เพื่อรับการ สะท้อนผลและคำแนะนำ

8. ปรับปรุงแก้ไข หน่วยการเรียนรู้ ตามผลการประเมิน การสะท้อนผล และ คำแนะนำ

การสอนตามรูปแบบสะเต็มศึกษา เป็นการสอนที่บูรณาการหลายศาสตร์เข้าด้วยกัน โดยใช้ หลักสูตรมาตรฐานและตัวชี้วัด ซึ่งเป็นการเรียนรู้เนื้อหา และทักษะทางด้านวิชาวิทยาศาสตร์ (Science: S) เทคโนโลยี(Technology: T) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering: E) และคณิตศาสตร์ (Mathematics: M) เป้าหมายของการเรียนรู้ในวิชาการที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษา ประกอบด้วย

1. Science Literacy เป้าหมายของการสอนวิทยาศาสตร์ คือ การพัฒนาให้ผู้เรียนมีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับเนื้อหา

2. Mathematics Literacy เป้าหมายของการสอนคณิตศาสตร์ การพัฒนาให้ผู้เรียนมีความสามารถในการวิเคราะห์ให้เหตุผล

3. Technology Literacy เป้าหมายของการสอนเทคโนโลยี คือ การพัฒนาให้ผู้เรียนมีความเข้าใจ และความสามารถในการใช้งาน จัดการ และเข้าถึงเทคโนโลยี

4. Engineering Literacy เป้าหมายของการสอนวิศวกรรม คือ การพัฒนาให้ผู้เรียนมีทักษะในออกแบบและสร้างเทคโนโลยีโดยประยุกต์ความรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีที่มีอยู่อย่างคุ้มค่า

2.2.4 สะเต็มศึกษา (STEAM Education)

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2559) ให้ความหมาย STEAM Education คือ การจัดการเรียนรู้ที่พัฒนามาจาก STEM Education ที่มีการบูรณาการศาสตร์ 4 ด้านเข้าด้วยกัน ได้แก่ 1) ด้านวิทยาศาสตร์ (Science) 2) ด้านเทคโนโลยี (Technology) 3) ด้านวิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) และ 4) ด้านคณิตศาสตร์ (Mathematics) การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนทุกคน สามารถสร้างสรรค์ชิ้นงาน และมีทักษะในการออกแบบและคิดหาวิธีการแก้ปัญหาได้ตามสภาพจริงตามหลักการออกแบบเชิงวิศวกรรมศาสตร์ โดยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมมีขั้นตอนการออกแบบสามารถนำไปสู่การเรียนการสอน

วิสูตร (2560) กล่าวว่า STEAM เป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการที่นำศิลปะมาบูรณาการกับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ ปัจจัยสำคัญในการนำแนวคิด STEAM มาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ คือ บริบท (Context) การออกแบบสร้างสรรค์ (Creative Design) และการสร้างความจับใจ (Emotional Touch) ในการออกแบบกิจกรรมสร้างสรรค์ สิ่งสำคัญในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่สำคัญ 4 ประเด็น คือ 1) การบูรณาการ (Integration) 2) ความหลากหลาย (Variety) 3) ความลึก (Deep) และ 4) ความเป็นพลวัต (Dynamic)”

Yakman (2008) กล่าวว่า การสะเต็มศึกษา (STEAM Education) มีรากฐานมาจากการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา (STEM Education) โดยเพิ่มวิชาศิลปะ (Arts) ซึ่งเป็นศาสตร์ที่สามารถเชื่อมโยงศาสตร์ด้านอื่นๆ มาบูรณาการเข้าด้วยกันมากขึ้น

Madden (2013) กล่าวว่า สะเต็มศึกษา (STEAM Education) เป็นแนวคิดของการจัดการเรียนการสอนที่มีการบูรณาการแนวคิดในการจัดการเรียนการสอนเพื่อสร้างนักวิทยาศาสตร์ที่มีความคิดสร้างสรรค์และพัฒนานวัตกรรม

Riley (2014) อ้างอิงถึง ใน สมรค์ อินทวิมลศรี สกกรัซต์ แก้วดี และ สิทธิพร ภัทรดิลากรัตน์ (2562) กล่าวว่า สะเต็มศึกษาเป็นแนวคิดในการจัดการศึกษาที่มุ่งผลไปสู่การสืบสอบ การอภิปรายการคิดวิเคราะห์ วางแผนแบบร่วมมือกับสมาชิกภายในกลุ่ม

มีกาญจน์ (2559) การจัดการศึกษาบูรณาการความรู้ 5 ด้าน คือ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ ศิลปะ และคณิตศาสตร์ นำไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง รวมทั้งการพัฒนากระบวนการหรือผลผลิตใหม่ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตและการทำงาน ช่วยสร้างความเชื่อมโยง 5 ด้านกับชีวิตจริงกับการทำงาน เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ไม่เน้นเพียงการท่องจำทฤษฎีหรือกฎทางวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ เป็นการสร้างความเข้าใจผ่านการปฏิบัติให้เห็นจริง

สมรค์ สกกรัซต์ และสิทธิพร (2562) กล่าวว่า แนวคิด สะเต็มศึกษามีฐานคิดมาจากทฤษฎีความรู้สร้างสรรค์ (Constructionism) ที่อธิบายว่า หากผู้เรียนได้สร้างความรู้และนำความรู้ไปสร้างสรรค์ชิ้นงานโดยอาศัยสื่อและเทคโนโลยีที่เหมาะสมจะช่วยให้ความคิดนั้นเห็นเป็นรูปธรรมที่ชัดเจน ซึ่งความรู้ที่นักเรียนสร้างขึ้นจะมีความหมายอยู่คงทนและไม่ลืมง่าย โดยมีแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเน้นกระบวนการคิดสร้างสรรค์ มี 6 ขั้นตอน ได้แก่

ขั้นตอนที่ 1 ขั้นระบุสถานการณ์ (Focus) เสนอสถานการณ์หรือคำถามที่ต้องการหาวิธีการแก้ไขปัญหา

ขั้นตอนที่ 2 ขั้นวิเคราะห์สถานการณ์ (Detail) นำคำถามหรือปัญหาวิเคราะห์หารายละเอียดหรือหาคำตอบว่าเพราะเหตุใดถึงเกิดปัญหาหรือคำถามนั้น

ขั้นตอนที่ 3 ขั้นศึกษาค้นคว้า (Discovery) ศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องและจำเป็นต่อการคิดหาคำตอบหรือการแก้ไขปัญหาด้วยวิธีการต่างๆ

ขั้นตอนที่ 4 ขั้นประยุกต์ (Application) สร้างและอธิบายวิธีการแก้ปัญหา เพื่อแสดงทักษะและความรู้ที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าผ่านทางการสร้างสรรค์ผลงาน

ขั้นตอนที่ 5 ขั้นนำเสนอ (Presentation) เผยแพร่ นำเสนอและแลกเปลี่ยนผลงานหรือมุมมองของการแก้ปัญหากับผู้อื่น และมีโอกาสได้ให้คำแนะนำหรือข้อเสนอแนะผลงานที่ผู้อื่นนำเสนอ

ขั้นตอนที่ 6 ขั้นประเมินและปรับปรุง (Link) สะท้อนข้อเสนอแนะที่ได้จากขั้นนำเสนอ โดยการนำข้อเสนอแนะไปปรับปรุงผลงานหรือวิธีแก้ปัญหาของตนเองเพื่อผลิตผลงานหรือทางแก้ปัญหาที่ดีขึ้น

ถนอมขวัญ และปิยรัตน์ (2562) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาเป็นหนึ่งในแนวทางที่สามารถทำให้นักเรียนเกิดการพัฒนาทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21จากการบูรณาการวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี ศิลปะ และคณิตศาสตร์โดยจัดกิจกรรม ผ่านกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เชื่อมโยงสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน

กล่าวโดยสรุปการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษามีกระบวนการ ดังนี้ 1) ระบุปัญหา (Problem Identification), 2) รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related Information Search) 3) ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design) 4) วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and Development), 5) ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Testing, Evaluation and Design Improvement) 6) นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา หรือชิ้นงาน (Presentation) ตัวอย่างของกรอบแนวคิดการออกแบบหลักสูตร STEM ของหลักสูตรแมสซาชูเซตส์โดยใช้ขั้นตอนของกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมมีดังนี้ 1) ระบุหัวข้อและระบุวัตถุประสงค์การเรียนรู้ 2) เทคนิคและการสอน และข้อจำกัดในการสอน 3) แนวคิดการออกแบบหลักสูตรที่หลากหลายที่สามารถนำมาใช้ในการสอนเนื้อหาได้ 4) คัดเลือกวัตถุประสงค์ทางการศึกษา และบริบทและข้อจำกัดของห้องเรียน 5) พัฒนาหน่วยการเรียนรู้ 6) ทดสอบหน่วยการเรียนรู้ 7) นำเสนอและอภิปราย 8) ปรับปรุงตามการประเมินและข้อเสนอแนะการบูรณาการศาสตร์ทางศิลปะเพิ่มเติมตามแนวคิด STEAM คือ เน้นการสร้างสรรคผลงาน โดยปัจจัยพื้นฐานของ STEAM คือ การออกแบบ สร้างสรรคและการสร้างความจับใจโดยที่จัดประสบการณ์การเรียนรู้ด้วยตนเองบนพื้นฐานความรู้ ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงในการแก้ไขปัญหาที่ส่งเสริมการวิเคราะห์ สังเคราะห์ ประเมินค่า และ สร้างสรรค นักเรียนเกิดความคิดรวบยอด เข้าใจเนื้อหาได้เร็วขึ้น สามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ และฝึกฝนให้นักเรียนใช้เหตุผลในการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างการคิดเชิงสร้างสรรค์ และการคิด เชิงวิชาการ ส่งผลให้นักเรียนเกิดความคงทนในการเรียนวิทยาศาสตร์มากขึ้น ซึ่งคุณลักษณะเหล่านี้จะปรากฏ อยู่ในนักประดิษฐ์สร้างสรรค์นวัตกรรม กล่าวว่าการจัดการเรียนรู้แบบ STEAM เป็นการพัฒนามาจากการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาที่มีการบูรณาการสาระวิชาแบบข้ามศาสตร์ พัฒนามาจากโมเดล STEM เดิม ประกอบด้วยศาสตร์การเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ (S: Science) เทคโนโลยี (T: Technology) วิศวกรรมศาสตร์ (E: Engineering) ศิลปศาสตร์ (A: Arts) และคณิตศาสตร์ (M: Mathematics) ให้มีความสัมพันธ์กันด้วยการเพิ่มศิลปะศาสตร์เข้ามาเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างศิลปศาสตร์ที่เน้นการคิดเชิงสร้างสรรค์เป็นสำคัญ และวิทยาศาสตร์ที่เน้นการคิดเชิงวิชาการ ซึ่งเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้บูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชา เพื่อนำไปสู่การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์

2.3 กระบวนการทำงานออกแบบกราฟิก (Graphic Design Workflow)

อนันต์ (2558) สิ่งสำคัญในการทำงานทุกอย่าง คือ การเข้าใจขอบเขตการทำงานตั้งแต่เริ่มจากโจทย์ปัญหาจนถึงการส่งไฟล์งานว่ามีอะไรบ้าง เช่นเดียวกับงานออกแบบกราฟิกสิ่งพิมพ์จะมีขอบเขตการทำงานที่สำคัญดังนี้

1. วิเคราะห์โจทย์ข้อมูลตั้งต้น Program Analysis คือการหาคำตอบเพื่อสร้างแนวคิด เริ่มต้นจะต้องมีโจทย์ มีปัญหาขึ้นมาแล้วนำออกแบบจะนำโจทย์ปัญหาความคิดวิเคราะห์แก้โจทย์ให้ถูกต้อง โดยใช้หลักการวิเคราะห์โจทย์ ดังนี้

- 1.1 What? เราจะทำงานอะไร ?
- 1.2 Where? นำไปใช้ที่ไหน ?
- 1.3 Who? นำไปใช้กับใคร ?
- 1.4 How? ทำอย่างไรล่ะ ?

2. สรุปเป็นแนวคิดหลัก Conceptual Design เมื่อได้คำตอบจากโจทย์ที่ผ่านมานักออกแบบจะต้องวิเคราะห์รวบยอดทั้งหมด เพื่อให้ได้แนวคิดการออกแบบขึ้นมา งานออกแบบที่ดีต้องมีแนวคิด (Concept) งานที่มีแนวคิดที่ดีนั้นจะเพิ่มคุณค่าของตัวงานมากกว่างานที่ไม่มี ดังนั้นแนวคิดจึงมีบทบาทสำคัญในการกำหนดคุณค่าของชิ้นงานออกแบบอย่างมาก แต่ก็ใช่ว่างานออกแบบกราฟิกที่ไม่มีแนวคิดเป็นงานที่ไม่ดีเสมอไปเพราะงานบางอย่างไม่มีแนวคิดแต่เป็นการทำงานออกแบบเพื่อตอบสนองกฎเกณฑ์บางอย่าง (Design Criterial) ก็เป็นงานที่ดีได้เช่นกัน

3. ศึกษาจากตัวอย่างที่มีอยู่ Case Study หากงานออกแบบนั้นมีตัวอย่างอยู่แล้ว นักออกแบบควรเข้าไปดู ศึกษา เปรียบเทียบข้อดีข้อเสียของงานเพื่อไปประยุกต์ใช้ให้เข้ากับโจทย์งานของเรา ซึ่งถือว่าเป็นเรื่องสำคัญสำหรับนักออกแบบกราฟิกมาก เป็นการชี้แนะช่องทางในการออกแบบแก้ไขโจทย์ของเราได้ จากตัวอย่างที่มีอยู่เราควรศึกษาดูว่าทำไมคนถึงชอบ วิธีการใช้สี รูปทรง วัสดุ เทคนิค ฯลฯ จากนั้นจึงใช้ความคิด ดัดแปลง (Mutation) อย่างสร้างสรรค์ เพื่อสร้างงานออกแบบของเราขึ้นมา

4. ร่างภาพสเกตช์ Preliminary Design เป็นการถ่ายทอดแนวคิดของงานที่มีอยู่ในสมอง มาตีแผ่เป็นภาพร่างลายเส้นบนกระดาษ อาจไม่ต้องมีความสวยงามมากก็ได้ เพียงแต่ให้สามารถดูออกและพอเข้าใจว่าคืออะไร อยู่ตรงไหน

5. ออกแบบจริง เป็นการนำภาพร่างที่ผ่านการคัดเลือกทั้งหมดมาทำในโปรแกรมกราฟิกที่เราถนัด รวมถึงขั้นตอนการตรวจทานให้งานถูกต้องด้วย

6. เตรียมไฟล์ส่งพิมพ์เป็นขั้นตอนสุดท้ายที่นักออกแบบจะต้องจัดเตรียมไฟล์ส่งพิมพ์และไฟล์ภาพตัวอย่างส่งงานให้ถูกต้องครบถ้วน

กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (2553) ขั้นตอนการออกแบบ (Graphic Design Workflow) ประกอบด้วย

1. วิเคราะห์แยกสิ่งที่ต้องการให้คนอื่นรับรู้ รวบรวมว่าเกี่ยวข้องกับอะไรบ้าง (Structure)
2. สร้างแนวความคิดหลักในการออกแบบให้ได้ (Conceptual Design) จะให้เป็นรูปแบบอะไร
3. ศึกษาจากงานหรือตัวอย่างที่มีอยู่แล้ว (Case Study) ถ้าเคย สละสมไว้หรือเคยพบเห็นมา

4. ออกแบบร่าง (Preliminary Design) ทดลองร่างเป็นภาพในใจ หรือขีดเขียนวางตำแหน่ง และเนื้อหารายละเอียดที่ต้องการ

5. ออกแบบจริง (Design) ลงมือทำงานจริง และค่อย ๆ ปรับแก้ไข ตามความพอใจปรับแต่งแก้ไขเพิ่มเติมแก้ปัญหาที่พบ เพื่อให้เกิดการพัฒนาให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่ตรงตามความต้องการใช้สอยจริง

Utumporn Amornchantanakorn (2558) กระบวนการทำงานออกแบบกราฟิก Graphic Design Workflow ประกอบด้วย

1. Program Analysis
2. Conceptual Design
3. Case Study
4. Preliminary Design
5. Design

2.4 การเรียนรู้แบบเปิด (Massive Open Online Course)

Massive Open Online Courses: MOOC เป็นรูปแบบการเรียนรู้แบบออนไลน์ที่จะเน้นกลุ่มผู้เรียนขนาดใหญ่โดยจะเน้นการเรียนในรายวิชาต่าง ๆ เหมือนกับหลักสูตรภายในมหาวิทยาลัยทั่วไป แต่การเรียนรู้แบบออนไลน์หรือการเรียนการสอนแบบ MOOC จะนำเสนอการเรียนรู้อันหลากหลายทางออนไลน์ที่เข้าถึงผู้เรียนจำนวนมาก ๆ ได้ผ่านทางเว็บไซต์ โดยการนำเทคโนโลยีและวิธีการเรียนการสอนสมัยใหม่มาผสมผสานกัน ทำให้คนทั่วโลกสามารถเข้าถึงการศึกษาได้ผ่านช่องทางออนไลน์ซึ่งตอนนี้มีเครือข่ายครอบคลุมไปทั่วทุกมุมโลก MOOC เป็นที่กล่าวถึงในวงการศึกษาระดับอุดมศึกษา (Higher education) และเป็นที่ยอมรับว่าเป็นเครื่องมือสำหรับการเรียนทางไกลและการศึกษาแบบเปิด

จารุมน และณมน (2558) กล่าวว่า MOOC นั้นย่อมาจาก 1. Massive คือ รายวิชาออนไลน์ที่ออกแบบมาเพื่อรองรับการลงทะเบียนเรียนของผู้เรียนจำนวนมาก 2. Open คือ รายวิชานั้นสามารถเข้าถึงได้โดยการลงทะเบียนเรียนแก่ผู้สนใจทั่วไป ที่ใดก็ได้ที่สามารถใช้อินเทอร์เน็ตได้ ตามเวลาที่สะดวก โดยไม่เสียค่าใช้จ่าย 3. Online คือ รายวิชานั้นให้บริการออนไลน์ 4. Course คือ หน่วยของการศึกษาในรายวิชา (พิมพ์ชนก, 2015) ในส่วนของกิจกรรมและการประเมินผลจะเน้นในเรื่องของความท้าทายให้ผู้เรียนอยากที่จะเรียนรู้ การเรียนเพื่อรอบรู้ การกำกับควบคุมการเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง ตลอดจนปฏิสัมพันธ์ทั้งในส่วนของกิจกรรมและการประเมินตามสภาพจริงในบริบทการเรียนรู้อันร่วมกัน รูปแบบการสอนแบบ MOOC เป็นรูปแบบการสอนสมัยใหม่ที่ช่วยในการเรียนการสอนเน้นการใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่มาช่วยในการเรียนการสอนมากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งการใช้อินเทอร์เน็ตและระบบคอมพิวเตอร์ จะช่วยสร้างระบบที่ส่งเสริมให้อาจารย์สามารถสื่อสารและมีปฏิสัมพันธ์กันได้มากขึ้น

M.Peter, S.Ján, Z.Iveta. (2014) กล่าวว่า MOOC หรือ หลักสูตรการเรียนรู้แบบเปิดบนฐานของแหล่งทรัพยากรการเรียนรู้ของสถาบันการศึกษา เป็นการนำเสนอการเข้าถึงการศึกษาที่มีคุณภาพโดยเฉพาะผู้ที่อาศัยอยู่ในที่ห่างไกลหรือด้อยโอกาสในการเรียนรู้ โดยงานวิจัยนี้จะเสนอแนวคิดการนำ MOOC มาใช้ในงานออกแบบการเรียนการสอนแบบออนไลน์โดยมีแนวคิดในการออกแบบดังนี้

1. Agents in MOOC Design (การออกแบบ MOOC) หลักการออกแบบการใช้งาน MOOC จะต้องวิเคราะห์สภาพแวดล้อมโดยทั่วไปที่เกี่ยวข้องกับระบบ อย่างเช่น รูปแบบการใช้งาน, การนำทาง, ลำดับเนื้อหาการสอน, พื้นที่ของข้อมูล หรือรูปแบบข้อมูล, เครื่องมือที่ใช้ในการเรียนการสอน, โปรไฟล์ของนักเรียน โดยข้อมูลเหล่านี้สามารถเปิดให้นักออกแบบหลักสูตรได้แนะนำเพื่อการปรับปรุงระบบ MOOC ให้ดีขึ้นและระบบยังสามารถอนุญาตให้ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางและกำหนดเนื้อการเรียนได้ตามต้องการได้อีกด้วย

2. Agents in MOOC delivery (การให้บริการของ MOOC)

2.1 การปรับแต่งเนื้อหา ผู้เรียนสมัยใหม่มีความสนใจในการใช้เวลาเรียนและทำกิจกรรมตามวัตถุประสงค์ซึ่งสภาพแวดล้อมของ MOOC สามารถปรับเนื้อหาและกิจกรรมการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับผู้เรียนได้ ตัวอย่างสำหรับการวิเคราะห์ผู้เรียน การปรับเนื้อหาหลักสูตรให้เป็นไปตามข้อกำหนดเบื้องต้นของผู้เข้าร่วม การเปลี่ยนเนื้อหาหลักสูตรให้เป็นไปตามสถานที่หรือประเทศของผู้เข้าร่วม ตัวอย่างเช่น ภาษา, สกุลเงิน, สัญลักษณ์, ฤดูกาล ฯลฯ และแสดงกรณีศึกษาที่เกี่ยวข้องกับประเทศหรือภูมิภาคของผู้เรียน / ความสนใจ

2.2 Tutor assistance and alerting systems (ความช่วยเหลือจากครูสอนพิเศษและระบบการแจ้งเตือน) ครูผู้สอนในระบบ MOOC สามารถให้คำปรึกษาและแนะนำผู้เรียนและระบบ MOOC ยังมีระบบการแจ้งเตือนกับครูผู้สอนในกรณีที่เกิดปัญหาในระบบจะแจ้งเตือนไปยังครูผู้สอนทันที

3. Agents in MOOC assessment (การประเมินผล MOOC) ในการเรียนการสอนในระบบ MOOC เมื่อผู้เรียนได้ศึกษาจนครบหลักสูตรก็สามารถประเมินความรู้ว่าผ่านหรือไม่ผ่านและยังสามารถวิเคราะห์การเรียนและประเมินความสามารถของตนเองได้อีกด้วย

4. Learning Analytics (วิเคราะห์การเรียนรู้) ระบบ MOOC สามารถที่จะวิเคราะห์ความสามารถของผู้เรียนได้ว่าอยู่ในระดับใดและผู้เรียนสามารถเรียนต่อไปจนจบหลักสูตรหรือไม่จะต้อง ครอบหรือออกจากหลักสูตรหรือป่าว

Liqin, Z., Ning, W., & Chunhui, W. (2015) กล่าวว่า MOOC เป็นรูปแบบการเรียนรู้แบบใหม่ที่ผลต่อการเรียนรู้ในระดับอุดมศึกษา โดยมีประโยชน์ของการนำ MOOC มาใช้งานดังนี้

1. หลักสูตรของ MOOC มีการใช้ทรัพยากรการเรียนรู้อย่างครบถ้วนและจัดทำโดยครูที่มีความสามารถเพื่อแก้ปัญหาในเรื่องของการขาดเข้าเรียนและเป็นหลักสูตรที่มีคุณภาพ

2. รูปแบบของ MOOC ปรับให้เข้ากับลักษณะของสารสนเทศในปัจจุบันสามารถขยายการเรียนการสอนให้กว้างขึ้นและเพิ่มช่องทางในการเรียนรู้และสามารถให้ผู้เรียนได้เลือกเนื้อหาที่ต้องการเรียนได้อีกด้วย

3. รูปแบบของ MOOC สามารถช่วยให้การจัดการเรียนการสอนของสถานศึกษา เช่น การจัดการเครือข่ายดิจิทัล ของการดำเนินงานและการตรวจสอบ

4. ปฏิสัมพันธ์ของการใช้ MOOC ระหว่างผู้เรียนกับผู้สอนสามารถติดต่อได้อย่างรวดเร็วสามารถถามคำถามต่าง ๆ และตอบกลับจากผู้สอนหรือเพื่อนร่วมชั้นเรียนได้

2.4.1 องค์ประกอบรายวิชา MOOC

สำนักพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (2014) รายวิชาของ MOOC ประกอบด้วย

1. วิดีโอ เช่น การให้อธิบาย การให้ข้อมูล การยกตัวอย่าง การทดลอง
2. เอกสารประกอบออนไลน์
3. การสนทนา แลกเปลี่ยนความคิดเห็น
4. กิจกรรมออนไลน์ต่าง ๆ
5. การประเมินผลการเรียน
6. การทดสอบความเข้าใจ

พิมพ์ชนก สิริพงศ์ทักษิณ (2015) หน่วยของการศึกษาในรายวิชาประกอบด้วย

1. เนื้อหาบทเรียน education content
2. การปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนและผู้สอน facilitation interaction among peers
3. กิจกรรมท้ายเรื่อง activities/ task, test, feedback
4. เอกสารรับรองผลการเรียน certificate (optional) หากมีจะเสียค่าใช้จ่าย
5. คู่มือการเรียน study guide/ syllabus

Titima (2015) การพัฒนาสื่อทางการศึกษาสำหรับ MOOCs จาก 6 Best Practices (6 Best practices ประกอบด้วย edX FutureLearn Coursera Udemy Udacity และ Iversity) ประกอบด้วย วิดีโอ แบบทดสอบ ไฟล์เสียง เอกสาร ไฟล์นำเสนอ Hypertexts โครงการ/โครงการ และ Wiki โดย MOOCs ทั้ง 6 ระบบ ใช้วิดีโอเป็นสื่อหลักในหลักสูตร ตัวอย่าง edX และ Udacity ที่ใช้วิดีโอความยาวประมาณ 5-10 นาที สลับกับแบบทดสอบ ขณะที่เอกสาร เช่น บทความ ในรูปของ PDF หรือ Hyperlinks ได้ถูกใช้ในแต่ละหลักสูตรของ FutureLeran บางแพลตฟอร์ม อย่าง Coursera Udacity และ edX ยังได้ใช้ Wiki เพื่อส่งเสริมผู้เรียนให้สามารถเพิ่มเติมสื่อการศึกษาอื่นๆ

Yuwanuch และ Prachyanun (2014) องค์ประกอบเนื้อหา MOOC ประกอบด้วย

1. course syllabus
2. Group learning Management

3. Reading, material
4. video lectures, discussions forums
5. Quizzes, assignments
6. Practical tasks, projects
7. certification

2.4.2 ประเภทของ MOOC

พิมพ์ชนก (2015) ประเภทของ MOOC ได้แก่

1. cMOOC ย่อมาจาก Connectivist MOOCs เป็นรูปแบบที่เน้นความหลากหลายโดยใช้เครือข่าย เป็นวิธีที่ออกแบบมาให้ใช้กับเครือข่ายในวงกว้าง เน้นผู้เรียนจำนวนมาก โดยใช้เครือข่ายสังคมเป็นเครื่องมือ เช่น Blog, Facebook เป็นต้น

2. xMOOC ย่อมาจาก Content-based MOOC Model เป็นรูปแบบที่เน้นความหลากหลายของผู้เรียน มีการสร้างเนื้อหาด้วยสื่อที่ทำให้เกิดความร่วมมือกันระหว่างกลุ่มของผู้เรียนที่มีความสนใจเหมือนกัน โดยผู้เรียนจะมีส่วนร่วมในการประเมินผลงานของผู้เรียนด้วยกัน ได้แก่ Coursera, edX เป็นต้น

วิภา (2558) ได้มีการจำแนกรูปแบบการเรียนการสอนด้วย MOOC หลากหลายวิธี ทั้งนี้สรุปรูปแบบที่พบโดยทั่วไปมี 2 ประเภท คือ

1. cMOOC (Connectivist MOOC) เป็นการเรียนรู้ที่เกิดจากผู้เรียนร่วมมือร่วมใจกันเพื่อให้บรรลุ จุดมุ่งหมาย เน้นการเรียนรู้ร่วมกันโดยมีการยอมรับในบทบาทหน้าที่และช่วยเหลือซึ่งกันและกัน มีการแลกเปลี่ยน ความรู้และความคิดเห็นร่วมกัน (Collaborative Learning) เป้าหมายของการเรียน คือ การสร้างเครือข่ายของกลุ่ม คนที่มีความรู้ ความสนใจในเรื่องเดียวกันเพื่อทำกิจกรรมในการเรียนรู้ร่วมกัน การเรียนการสอนจะเน้นการ แลกเปลี่ยนความรู้ระหว่างกลุ่มผู้เรียนด้วยกัน และระหว่างผู้เรียนกับผู้สอน ใช้หลักการเรียนรู้ด้วยเนื้อหาที่เป็น Open Content ในระบบออนไลน์ ร่วมกับเนื้อหาที่อาจมีการผลิตขึ้นมาใหม่ มักจะไม่มีแพลตฟอร์มในการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นมาอย่างเป็นทางการ แต่จะใช้เทคโนโลยีที่มีอยู่ ได้แก่ สื่อสังคมออนไลน์ เป็นเครื่องมือในการ เรียนการสอนและปฏิสัมพันธ์ เช่น Blog Discussion (Siemens, George and Downes, 2009)

2. xMOOC (Extended MOOC) เป้าหมายเพื่อ การให้ความรู้ในเชิงวิชาการ โดยเรียนจากเนื้อหาที่มีผู้สอน เป็นหลัก มีการลำดับหัวข้อการเรียนการสอนที่ชัดเจน ตามแผนที่ผู้สอนได้จัดเตรียมไว้ล่วงหน้า มักจะใช้เครื่องมือ เพื่อจัดการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นมาโดยเฉพาะ แทนการใช้สื่อสังคมออนไลน์ รูปแบบการเรียนการสอน มักจะ เป็นการบรรยายหน้าชั้นเรียน และบันทึกไว้ในวิดีโอ การเสนอด้วยสไลด์ หรือบทเรียนออนไลน์ เผยแพร่ผ่าน โปรแกรมจัดการเรียนการสอนที่จัดทำขึ้นมา โดยเฉพาะ มีการให้การบ้าน กิจกรรม การทดสอบผลการเรียนรู้ ตัวอย่างกลุ่มนี้ได้แก่ Coursera,

edX, Udacity เป็นต้น การเรียนการสอนด้วย MOOC ในกลุ่มนี้มีความโดดเด่น และได้รับความนิยม เนื่องจากเป็นกลุ่มที่มีแหล่งเงินทุนในการพัฒนา และสถาบันการศึกษามีชื่อเสียงที่เข้าร่วมใน การให้บริการการเรียนการสอน ในกลุ่มนี้แบ่งเป็น การบริการแบบธุรกิจที่แสวงหากำไร และไม่แสวงหากำไร ซึ่ง มีรูปแบบการบริการแตกต่างกัน

งานการศึกษาและนวัตกรรมการเรียนรู้ คณะสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล (มปป.) สามารถแบ่งได้เป็น 2 รูปแบบ คือ cMOOC และ xMOOC cMOOC (connectivist MOOC model) ซึ่งเกิดขึ้นก่อน มีโครงสร้างของการสอนที่ใช้วิธีการที่เป็นเครือข่าย กระจาย สังคม และ ให้ความสำคัญกับความเป็นอิสระของผู้เรียน โดยเน้นผู้เรียนที่เป็น adult lifelong learners ซึ่งสนใจในการพัฒนาตัวเองและ อาชีพ รูปแบบนี้เกี่ยวข้องกับทฤษฎีการเรียนรู้ทาง สังคม เช่น social constructivism (Kop, 2011) ส่วน xMOOC (Stanford Artificial Intelligence (AI) model) ใช้วิธีการสอนแบบมีครูแนะนำตามแบบดั้งเดิมและเป็นการเรียนออนไลน์หลังชั้น มัธยมศึกษา วิธีการสอนแบบนี้ ถูกจัดเป็น cognitive-behaviorist โดยสรุปทั้งสองรูปแบบของ MOOC มีผู้เรียนเป้าหมายที่แตกต่างกัน ใช้วิธีการเรียน ที่แตกต่างกัน และใช้วิธีการสอนที่แตกต่างกัน

2.4.3 องค์ประกอบที่สำคัญในการขับเคลื่อน MOOCs

สำนักพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (2014) การเรียนด้วยระบบ MOOCs ต้องอาศัยองค์ประกอบที่สำคัญในการขับเคลื่อน ดังนี้

1. การรวบรวมความรู้ (Aggregation) การเข้าถึงและรวบรวมแหล่งเรียนรู้ที่หลากหลาย เพื่ออ่าน ดูและเล่นอย่างสม่ำเสมอ ตั้งใจ ใส่ใจ

2. การสร้างความสัมพันธ์ (Relation) หลังจากการอ่าน ดูหรือฟัง บางเนื้อหาผู้เรียนอาจ สะท้อนและสร้างสัมพันธ์ว่า อะไรที่ผู้เรียนรู้อแล้ว อะไรคือประสบการณ์เดิม โดยอาจจะใช้หลักการของ แผนผังมโนทัศน์ หรือการสรุปประเด็น

3. การสร้างสรรค์ (Creation) หลังกระบวนการสะท้อนและสร้างความรู้สึกรู้ ผู้เรียนอาจ สร้างสรรค์บางสิ่งเป็นของตนเอง (ตัวอย่างเช่น บล็อก วิดีทัศน์ การนำเสนอ เป็นต้น)

4. การแบ่งปัน (Sharing) ผู้เรียนอาจแบ่งปันผลงานกับคนอื่น ๆ บนเครือข่าย

รูปแบบการจัดการศึกษาออนไลน์ระบบเปิด Massive Open Online Course (MOOC)

ณัฐภัทร และฐาปณีย์ (2559) ได้ทำการศึกษาและสรุปรูปแบบการจัดการศึกษาออนไลน์ระบบ เปิดแบบ MOOC ของอุดมศึกษาไทยประกอบด้วยองค์ประกอบหลัก 5 ด้าน

1. ด้านการบริหารจัดการ (Course Management)

2. ด้านการออกแบบการเรียนการสอน (Course Instructional Design)

3. ด้านการพัฒนา(Course Development)

4. ด้านการนำไปใช้ (Course Implementation)

5. ด้านการประเมิน (Course Evaluation)

Yousef, A. F., Chatti, M. A., Schroeder, U., & Wosnitza, M. (2014).

1. ด้านการออกแบบการเรียนการสอน (Course Instructional Design)
2. ด้านการพัฒนา(Course Development)
3. ด้านการนำไปใช้ (Course Implementation)
4. ด้านการประเมิน (Course Evaluation)

Daradoumis, T., Bassi, R., Xhafa, F., & Caballe, S. (2013).

1. ด้านการออกแบบการเรียนการสอน (Course Instructional Design)
2. ด้านการพัฒนา (Course Development)
3. ด้านการประเมิน (Course Evaluation)

Xiao, F., & Bens, P. (2016).

1. ด้านการออกแบบการเรียนการสอน (Course Instructional Design)
2. ด้านการพัฒนา (Course Development)
3. ด้านการประเมิน (Course Evaluation)

Kaushik, A. d., & Kumar, A. (2017).

1. ด้านการบริหารจัดการ (Course Management)
2. ด้านการออกแบบการเรียนการสอน (Course Instructional Design)
3. ด้านการพัฒนา(Course Development)
4. ด้านการนำไปใช้ (Course Implementation)
5. ด้านการประเมิน (Course Evaluation)

Iniesto, F., & Rodrigo, C. (2016).

1. ด้านการบริหารจัดการ (Course Management)
2. ด้านการออกแบบการเรียนการสอน (Course Instructional Design)
3. ด้านการพัฒนา(Course Development)
4. ด้านการประเมิน (Course Evaluation)

ผู้ให้บริการการศึกษาแบบเปิด MOOC (MOOC Provider)

IURBAN MAGAZINE28, 2017 ได้รวบรวมผู้ให้บริการหลักสูตรออนไลน์ MOOC แต่ละเว็บไซต์จะทำการรวบรวมติดต่อกับสถาบัน องค์กรต่างๆ เพื่อมาเปิดหลักสูตรกับทางเว็บไซต์ ตัวอย่าง MOOC provider ได้แก่

1.edX (edx.org) เป็น MOOC provider ที่เกิดจากการรวมตัวของ MIT และมหาวิทยาลัย Harvard มหาวิทยาลัยที่เข้าร่วมเช่น MIT, Harvard University, Boston University, UC Berkeley,

Kyoto University, Australian National University, University of Queensland มีหลักสูตร วิชา เรียนให้เลือกหลากหลายจากมหาวิทยาลัยชั้นนำทั่วโลก

2. KHAN ACADEMY (Khanacademy.org) ก่อตั้งโดย Salman Khan เป็นองค์กรไม่แสวงหา กำไร ซึ่งจบการศึกษาจาก MIT และ Harvard มีจุดเด่นตรงที่เป็นเว็บที่มีวิชาเรียนคล้ายๆ ในโรงเรียน ในวิชาคณิตศาสตร์มีการแยกเป็นระดับตั้งแต่อนุบาลจนถึงมัธยมปลายและวิชาที่น่าสนใจอีกมาก รวมถึงการฝึกเตรียมสอบวิชาต่างๆ

3. COURSEERA (Coursera.org) ก่อตั้งโดยศาสตราจารย์จากมหาวิทยาลัย Stanford มหาวิทยาลัยที่เข้าร่วม เช่น Stanford University, Princeton University, John Hopkins University, University of Maryland College Park, University of Illinois at Urbana-Champaign ร่วมกับองค์กรต่างๆ พร้อมกับวิชาเรียนหลากหลาย

4. UDACITY (Udacity.com) หลักสูตรวิทยาการคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัย Stanford องค์กรการศึกษา แสวงหากำไรร่วมกับองค์กรธุรกิจต่างๆ เช่น Google, AT&T, Facebook, amazon, IBM เป็นต้น โดยวิชาเน้นไปด้านเทคโนโลยีและดิจิทัล

5. Future Learn องค์กรไม่แสวงหากำไร วิชาเรียนจากมหาวิทยาลัยชั้นนำ เช่น University of Birmingham, University of Kent, King's College London, Keio University และ องค์กร ต่างๆ เช่น UNESCO, D&AD เป็นต้น

6. Thai MOOC โครงการ มหาวิทยาลัยไซเบอร์ไทย Thailand Cyber University (TCU : thaicyberu.go.th) เป็นโครงการภายใต้สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษาของรัฐ (สกอ.) กระทรวงศึกษาธิการ มีสถาบันอุดมศึกษาในไทยเข้าร่วมมากกว่า 40 มหาวิทยาลัย เช่น จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง, มหาวิทยาลัยมหิดล เป็นต้น

7. TULIBS MOOC เป็นระบบบทเรียนออนไลน์แบบเปิดที่พัฒนาโดยหอสมุดแห่ง มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้นักศึกษารู้จักห้องสมุด วิธีค้นหาข้อมูล วิธีทำวิจัย และวิทยานิพนธ์ และการเข้าถึงแหล่งข้อมูลต่างๆ โดยปัจจุบัน นักศึกษาสามารถลงทะเบียนเรียนได้ใน 2 หลักสูตร คือ 1. การใช้งานห้องสมุด และ 2. การเขียนวิทยานิพนธ์

8. MUx เป็นบทเรียนออนไลน์แบบ SPOC (Small Private Online Course) ภายใต้ระบบ e-learning ของมหาวิทยาลัยมหิดล (MUx) โดยกองบริหารการศึกษ สำนักงานอธิการบดี มหาวิทยาลัยมหิดล

9. AsianUx เป็นแพลตฟอร์มสำหรับการเรียนออนไลน์แบบ MOOC ของมหาวิทยาลัยเอเชียน (Asian University) โดยการเรียนการสอนจะเป็นภาษาอังกฤษทั้งหมด พัฒนาโดยใช้ซอฟต์แวร์รหัส เปิดของ edX

10. Course Square เป็นตลาดคอร์สเรียนออนไลน์ ที่สามารถค้นหาคอร์สและเรียนออนไลน์ ได้ทุกที่ทุกเวลา ทั้งบนคอมพิวเตอร์ แท็บเล็ต หรือสมาร์ทโฟน ช่วยให้การเรียนรู้ง่ายยิ่งขึ้น มีทั้งคอร์สเรียนฟรีและเสียค่าใช้จ่าย (บริษัท คอร์สสแควร์ จำกัด)

11. ระบบสื่อสารออนไลน์แบบเปิด เพื่อการเรียนรู้ทางไกลเฉลิมพระเกียรติ เป็นระบบสื่อสารออนไลน์แบบเปิด เพื่อการเรียนรู้ทางไกลเฉลิมพระเกียรติ (MOOC learn.in.th) เป็นคลังบทเรียนแบบเปิดสำหรับนักเรียนในระดับประถมศึกษา มัธยมศึกษา สายอาชีพ และบุคคลทั่วไป ซึ่งจัดระบบให้สอดคล้องกับหลักสูตรการเรียนการสอนและการศึกษาเพื่อการเรียนรู้ตลอดชีวิต (สำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏสุราษฎร์ธานี,มปป.) (ใช้edx)

วิภา (2558) ได้ตัวอย่างมหาวิทยาลัยชั้นนำในสหราชอาณาจักรเข้าร่วมในการให้บริการ ดังนี้ University of Aberdeen, University of Bath, Queen's University Belfast, University of Birmingham, University of Bristol, Cardiff University, University of East Anglia, University of Edinburgh, University of Exeter, University of Glasgow, Lancaster University, University of Leeds, University of Leicester, University of Liverpool, King's College London, Lancaster University, London School of Hygiene & Tropical Medicine, Royal Holloway, University of London, Newcastle University, University of Nottingham, The Open University, University of Reading, University of Sheffield, University of Southampton, University of Warwick นอกจากนี้ยังมีหน่วยงานอื่นเข้าร่วม เช่น British Council, The British Film Institute, British Museum, British Library, มหาวิทยาลัย Hanyang และ มหาวิทยาลัย Yonsei ของเกาหลีใต้, Shanghai Jiao Tong University ประเทศจีน เป็นต้น ()

2.5 เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (Augmented Reality)

2.5.1 ความหมายของ Augmented Reality

Azuma (1997) เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเป็นเทคโนโลยีที่มีการผสมผสานวัตถุในโลกเสมือน (Virtual world) เช่น ภาพ 3 มิติ เข้ามาสู่โลกแห่งความเป็นจริง (Real world)

EON Reality Inc (2009 อ้างถึงใน พูลศรี, 2554) ได้ให้คำจำกัดความ Augmented Reality คือ สภาพแวดล้อมสามมิติที่สามารถปฏิสัมพันธ์กับสภาพแวดล้อมจริง เป็นความสามารถในการเชื่อมโยงความจริงเสมือนกับความจริง

Augmented Reality คือ การเห็นองค์ประกอบของภาพสามมิติร่วมกับสภาพแวดล้อมที่เป็นจริง เมื่อเครื่องคอมพิวเตอร์อ่านค่าของรูปภาพหรือมาร์คเกอร์ที่กำหนดไว้ (Santiago & banner, 2010 อ้างถึงใน พูลศรี, 2554)

Zhou (2008 อ้างถึงใน วิวัฒน์, 2556) ได้ให้ความหมายว่า เป็นเทคโนโลยีที่ใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์สร้างภาพเสมือน ซึ่งภาพที่สร้างจะซ้อนทับกับวัตถุทางกายภาพในเวลาจริง ซึ่งแตกต่างจากความเป็นจริงเสริม (VR) ที่เป็นเพียงการสร้างภาพในรูปแบบดิจิทัล โดยที่ผู้ใช้จะถูกเข้าไปในสภาพแวดล้อมเสมือนจริงได้สมบูรณ์แบบมากขึ้น ผู้ใช้สามารถโต้ตอบกับภาพเสมือนที่สร้างขึ้นด้วยวัตถุในโลกจริงได้

พนิดา (2553) ได้กล่าวว่า เทคโนโลยีเสมือนจริง (Augmented Reality : AR) เป็นประเภทหนึ่งของเทคโนโลยีความจริงเสมือน ที่มีการนำระบบความจริงเสมือนมาผนวกกับเทคโนโลยีภาพ เพื่อสร้างสิ่งที่เสมือนจริงให้กับผู้ใช้ จัดเป็นแขนงหนึ่งของงานวิจัยด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์ ว่าด้วยการเพิ่มภาพเสมือนของโมเดลสามมิติที่สร้างจากคอมพิวเตอร์ลงไปในภาพที่ถ่ายมาจากวิดีโอ เว็บแคม หรือกล้องในโทรศัพท์มือถือแบบเฟรมต่อเฟรมด้วยเทคนิคทางคอมพิวเตอร์กราฟิก

วิวัฒน์ (2554) ได้กล่าวว่า เทคโนโลยีเสมือนผสมผสานโลกจริงเป็นเทคโนโลยีที่ช่วยเพิ่มศักยภาพการเรียนรู้ ช่วยลดรอยต่อของการปฏิสัมพันธ์ระหว่างโลกจริงกับโลกเสมือน โดยการนำเทคโนโลยีความจริงเสมือน (Virtual Reality) ผสมเข้ากับเทคโนโลยีภาพ เพื่อให้ให้เห็นภาพสามมิติในหน้าจอ โดยที่ มืองค์ประกอบของสิ่งแวดล้อมจริง ผสมผสานกับภาพเสมือนจริง เป็นลักษณะการผสมผสานในสภาพแวดล้อมเสมือนจริง (Virtual Environments : VE) มีการโต้ตอบแบบเรียลไทม์ ช่วยให้ผู้ใช้เรียนได้ควบคุม (Keep Control) การเห็นโลกจริงรอบ ๆ ตัวเอง ผู้เรียนมีอิสระในการมองเห็นสิ่งที่เรียนรู้

สุชิตา และดวงกมล (2017) จากอดีตจนถึงปัจจุบันเทคโนโลยีสื่อเสมือนจริง ได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้ในงานด้านต่างๆ เพื่อให้เกิดประโยชน์อย่างมากมาย อาทิเช่น

1. การประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรม เช่น อุตสาหกรรมการผลิตรถยนต์ของบริษัท BMW ได้ใช้เทคโนโลยีสื่อเสมือนจริง ในด้านการผลิตโดยให้ผู้ใช้เรียนรู้จากการใส่แว่นตา ซึ่งจะมีข้อมูลคำแนะนำ และการจำลองการทำงานแต่ละขั้นตอนของการปฏิบัติงานจริงในรูปแบบ 3 มิติ

2. การประยุกต์ใช้ทางการแพทย์ โดยการเพิ่มตัวต่อประสานระบบสัมผัส 3 มิติ โดยให้นักศึกษาแพทย์เรียนรู้การผ่าตัดผู้ป่วยโดยไม่ต้องสัมผัสผู้ป่วยจริง ด้วยเทคโนโลยีสื่อเสมือนจริงของระบบ AR*SER โดยมหาวิทยาลัยแพทยศาสตร์ Ganz ได้แปลงให้เป็นระบบจำลองการผ่าตัดเสมือนจริง

3. การประยุกต์ใช้ทางด้านธุรกิจเป็นการใช้เทคโนโลยีสื่อเสมือนจริงในการซื้อขายทางการเงิน โดยผู้ใช้งานสามารถกำหนดบทบาทของตัวแทนจำหน่ายในสภาพแวดล้อมที่สามารถเสนอราคาซื้อขาย โดยใช้ลูกบอลสีเหลืองแสดงราคาซื้อและลูกบอลสีแดงแสดงราคาขายด้วยเทคโนโลยีระบบ CYBERII

4. การประยุกต์ใช้ทางด้านการโฆษณาโทรศัพท์มือถือซึ่งได้นำเทคโนโลยี Mobile AR มาสร้างการรับรู้เพื่อให้ลูกค้ารับข้อมูลเกี่ยวกับระบบปฏิบัติการใหม่บนมือถือ Samsung Wave ด้วยระบบปฏิบัติการ BADA โดยลูกค้าสามารถใช้เว็บแคมและเครื่องพิมพ์หรือซอฟต์แวร์อื่น ๆ ได้

5. การประยุกต์ใช้กับการท่องเที่ยว เช่น การนำเทคโนโลยีเสมือนจริงไปใช้เพื่อแนะนำประเทศไทยในงาน “The world Exposition Shanghai China 2010” ซึ่งในแต่ละห้องนิทรรศการจะนำเสนอเอกลักษณ์ของความเป็นไทยที่เกิดจากการพัฒนาในด้านต่าง ๆ ผ่านเทคโนโลยีเสมือนจริง

6. การประยุกต์ใช้กับการสั่งซื้อสินค้าออนไลน์ ซึ่งบริษัท ซีเซโต้ ได้นำเทคโนโลยีเสมือนจริงมาใช้ผ่านกระจกดิจิทัลเพื่อจำลองการทดสอบในการแต่งหน้าว่าเหมาะสมหรือไม่ โดยระบบจะทำการวิเคราะห์สีผิวองค์ประกอบต่าง ๆ

วิวัฒน์ (2554) กล่าวว่า เทคโนโลยีโลกเสมือนผสมผสานโลกจริงในปัจจุบันได้เข้ามามีบทบาทให้หลายด้าน ดังนี้

1. ด้านการเกมและความบันเทิง โลกเสมือนผสมผสานโลกจริงสามารถนำมาใช้เพื่อเสริมสร้างการเล่นและเกมและความบันเทิง โดยเฉพาะเกมที่มีรูปแบบเล่นตามบทบาท หรือ เกมอาร์ พีจี (Roleplaying Game : RPG) ซึ่งในอนาคตสามารถนำไปรวมกับระบบโลกเสมือนผสมผสานโลกจริงเพื่อให้ผู้เล่นมีความรู้เสมือนอยู่ในสภาพแวดล้อมจริง ผู้เล่นเกิดความรู้สึกเป็นส่วนหนึ่งในเกมและความบันเทิงรูปแบบต่าง ๆ ได้อย่างเสมือนจริง รับรู้ได้ว่าเป็นส่วนหนึ่งหรือเป็นตัวละครในเกม สำหรับด้านความบันเทิงระบบความจริงเสมือนผสมผสานกับโลกจริงสนับสนุนการนำเสนอสินค้า การแสดงละคร การโต้ตอบขององค์กรธุรกิจ

2. ด้านการศึกษา โลกเสมือนผสมผสานโลกจริง สามารถนำมาประยุกต์ใช้ร่วมกับเทคโนโลยีอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องในการศึกษา ให้ข้อมูลสาระที่ด้านการศึกษาแก่ผู้เรียนได้ทันที ผู้เรียนได้สัมผัสประสบการณ์ใหม่ในมิติที่เสมือนจริง ผู้เรียนเกิดกระบวนการร่วมกันเรียนรู้ รูปแบบการเรียนรู้ปรับเปลี่ยนเป็นโลกเสมือนผสมผสานโลกจริงมากขึ้น เข้าใจลึกซึ้งในสิ่งที่ต้องการเรียนรู้

3. การรักษาความปลอดภัยและการป้องกันประเทศ การนำเทคโนโลยีโลกเสมือนผสมผสานโลกจริงมาใช้งานด้านการทหาร โดยเฉพาะอย่างยิ่ง Office of Naval Research and Defense Advanced Research Projects Agency หรือ DARPA ประเทศสหรัฐอเมริกา เป็นกลุ่มผู้บุกเบิกระบบโลกเสมือนผสมผสานโลกจริง นำมาใช้ในการฝึกให้กับทหาร ให้เกิดการเรียนรู้เกี่ยวกับสภาพแวดล้อมของพื้นที่ ข้อมูลต่าง ๆ ในพื้นที่รบ สามารถนำมาใช้ฝึกการเคลื่อนไหวของกองกำลังและวางแผนการเคลื่อนกำลังของทหารในฝ่ายเดียวกันและศัตรูในพื้นที่สงครามเสมือนจริง และโลกเสมือนผสมผสานโลกจริง ยังมีบทบาทสำคัญในการบังคับใช้กฎหมายและหน่วยงานข่าวกรอง ระบบจะช่วยให้เจ้าหน้าที่ตำรวจ สามารถสร้างมุมมองที่สมบูรณ์ในรายละเอียดเกี่ยวกับข้อมูลพื้นที่ลาดตระเวน

4. ทาง การ แพทย์ ระบบ โลก เสมือน ฝ สาน โลก จ ริ ง สามารถ นำ มา ใช้ ทาง ด้าน ศ ล ย แพทย์ ทาง ระบบ ประ ส า ท ส ัม ผ ั ส การ รับ ร ู้ ส่งผล ให้ การ ดำ เนิน การ การ ผ ่า ต ต ที่ มี ความ เสี่ยง เกิด ข ึ้น น ้อย ลง ได้ และ มี ประ ส ิ ท ิ ท ิ า พ มาก ข ึ้น ระบบ โลก เสมือน ฝ สาน โลก จ ริ ง ยัง สามารถ ใช้ ร่วม กับ อ ุ ป กร ณ ์ ทาง การ แพทย์ อื่น ๆ เช่น เครื่อง X - ray หรือ MRI เพื่อให้ แพทย์ ได้ วิ น ิ จ ฉ ิ ย ทาง การ แพทย์ หรือ การ ต ัด ส ลิ น ใจ สม บู ร ณ ์ มาก ข ึ้น นอก จาก นี้ ทาง ด้าน สุข ภ า พ จ ิต ความ จ ริ ง เสมือน ฝ สาน กับ โลก จ ริ ง เป็น เครื่อง สำ ค ัญ ใน ด้าน สุข ภ า พ จ ิต ที่ สามารถ ช่วย ให้ ผู้ ป ่วย สามารถ เอา ช ะ ส ถาน การ ณ ์ ที่ ทำ หาย ที่ เป็น อ ุ ส ร ร ค ทาง การ รับ ร ู้ และ เรี ย น ร ู้ ของ ผู้ ป ่วย เช่น การ ก ล ัว ความ สู ง การ ส น ท หน า ใน ที่ ส ธารณะ ความ ส ัม พ ัน ธ์ กับ เพศ ต ร ง ข ำ ม เป็นต้น

5. ทาง ด้าน อ ุ ร ก ิ จ สามารถ นำ เท ค โ น ล อ ยี โลก เสมือน ฝ สาน โลก จ ริ ง มา ใช้ ใน งาน ที่ เกี่ ว กับ งาน อ า ค ร และ สิ่ง ก่อ ส ราง อื่น ๆ เป็น ประ โย ช น ์ ต่อ การ บริ หาร จ าด การ โคร ง การ ก่อ ส ราง การ เก็บ ข ้อมูล ภ า ค ส น าม โดย เฉพาะ ที่ มี งาน สำ ร วจ ทาง อ ร ณี วิ ท ยา สามารถ ทำ งาน ผ่าน ระบบ โลก เสมือน ฝ สาน โลก จ ริ ง ได้ ซึ่ง ระบบ จะ สามารถ นำ ภาพ ความ จ ริ ง เสมือน ฝ สาน กับ โลก จ ริ ง ที่ ได้ ท ับ ซ ้อน กัน ระ ห ว าง วัตถุ เสมือน จ ริ ง ของ งาน ก่อ ส ราง หรือ วัสดุ ต่าง ๆ ที่ ต ้อง การ ออก แบบ และ ต ร วจ ส อบ ความ ถูก ต ้อง ที่ แน่ น อน กับ ภาพ จ ริ ง ที่ เกิด ข ึ้น ของ พื้น ที่ ก่อ ส ราง ช่วย ให้ วาง แผน การ ต ัด ส ลิ น ใจ ก่อ ส ราง ได้ อย่าง เหมาะ สม

สุ บ ิ น (2560) บ ท บ า ท ของ เท ค โ น ล อ ยี เสมือน จ ริ ง ก ล ่า ว่า ปัจจุบัน เท ค โ น ล อ ยี เสมือน จ ริ ง มี บ ท บ า ท ใน ด้าน ต่าง ๆ ดัง นี้

1. ด้าน ความ บ ัน เ ทิง เท ค โ น ล อ ยี เสมือน จ ริ ง สามารถ นำ มา ใช้ เพื่อ เสริม ส ราง การ เล่น เกม และ ความ บ ัน เ ทิง โดยเฉพาะ เกม ที่ มี รูปแบบ เล่น ตาม บ ท บ า ท หรือ เกม อ าร์ พี จี ระบบ ความ จ ริ ง เสมือน ฝ สาน กับ โลก จ ริ ง สน บ ุ น ุ น การ นำ เ ส น อ ส ลิ น ค ำ การ แ ส ต ง ละคร การ ได้ ต อบ ของ อ ง ค ์ อ ร ก ิ จ

2. ด้าน การ ศ ึ ก ข เท ค โ น ล อ ยี เสมือน จ ริ ง สามารถ นำ มา ประ ยุ ก ตี ใช้ ร่วม กับ เท ค โ น ล อ ยี อื่น ๆ ที่ เกี่ ว ข ้อง ใน การ ศ ึ ก ข ให้ ข ้อมูล สาระ ด้าน การ ศ ึ ก ข กับ ผู้ เรี ย น ได้ ท ัน ที่ ผู้ เรี ย น ได้ ส ัม ผ ั ส ประ ส บ การ ณ ์ ใหม่ ใน มิ ต ิ ที่ เสมือน จ ริ ง ผู้ เรี ย น เกิด กระ บ ว น การ ร่วม กัน เรี ย น ร ู้ ครู ผู้ ส อน เสริม ส ราง ความ ร ู้ ของ ผู้ เรี ย น ผ่าน การ ส าร ิ ต การ ส น ท หน า รูปแบบ การ เรี ย น ร ู้ ป รั บ เ ลี ย น เป็น โลก เสมือน ฝ สาน โลก จ ริ ง มาก ข ึ้น ส่ง เสริม ให้ ผู้ เรี ย น เข้า ใจ ลึ ก ซ ึ ง ใน สิ่ง ที่ ต ้อง การ เรี ย น ร ู้

3. ด้าน การ ร ัก ข ความ ป ล อ ต ก ิ ย และ การ ป ้อง กัน ประ เ ทศ การ นำ เท ค โ น ล อ ยี เสมือน จ ริ ง มา ใช้ งาน ด้าน การ ท หาร มี บ ท บ า ท สำ ค ัญ ใน การ บ ัง ค ับ ใช้ กฎ หมาย และ หน ่วย งาน ข ำ ว กร อ ง ระบบ จะ ช่วย ให้ เจ ำ หน ำ ที่ ต ำ ร วจ สามารถ ส ราง มุม ม อ ง ที่ สม บู ร ณ ์ ใน ราย ละ เ ลี ย ด เกี่ ว กับ ข ้อมูล พื้น ที่ ส าด ต ระ เวน

4. ด้าน การ แพทย์ ระบบ เท ค โ น ล อ ยี เสมือน จ ริ ง สามารถ นำ มา ใช้ ทาง ด้าน ศ ล ย แพทย์ ทาง ระบบ ประ ส า ท ส ัม ผ ั ส การ รับ ร ู้ ส่งผล ให้ การ ดำ เนิน การ ผ ่า ต ต ที่ มี ความ เสี่ยง เกิด ข ึ้น น ้อย ลง ได้ และ มี ประ ส ิ ท ิ ท ิ า พ มาก ข ึ้น

5. ด้านธุรกิจ สามารถนำเทคโนโลยีเสมือนจริงมาใช้ในงานที่เกี่ยวกับงานอาคารและสิ่งก่อสร้างอื่น ๆ เป็นประโยชน์ต่อการบริหารจัดการโครงการก่อสร้าง การเก็บข้อมูลภาคสนามโดยเฉพาะที่งานสำรวจทางธรณีวิทยาสามารถทำงานผ่านระบบเทคโนโลยีเสมือนจริงได้

2.5.2 หลักการทำงานของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม

หลักการของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (Augmented Reality) คือการนำเอาวัตถุเสมือนหรือข้อมูลสารสนเทศต่าง ๆ ที่จัดเตรียมไว้ เช่น ภาพ 3 มิติ วิดีโอ เสียง และสื่ออื่น ๆ นำไปแสดงผลบนหน้าจอแสดงผล โดยมีองค์ประกอบของฉากหลังเป็น ภาพ ซึ่งมาจากสภาพแวดล้อมจริงในเวลาจริง (ก้องเกียรติ, 2557) แนวคิดหลักของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (Augmented Reality) คือ การพัฒนาเทคโนโลยีที่ผสานเอาโลกแห่งความเป็นจริงและความเป็นจริงเสริมเข้าด้วยกันผ่านซอฟต์แวร์และอุปกรณ์เชื่อมต่อต่าง ๆ เช่น เว็บแคม คอมพิวเตอร์ หรืออุปกรณ์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง ซึ่งภาพเสมือนจริงนั้นจะแสดงผลผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์ หน้าจอโทรศัพท์มือถือ บนเครื่องฉายภาพ หรือบนอุปกรณ์แสดงผลอื่น ๆ โดยภาพเสมือนจริงที่ปรากฏขึ้นจะมีปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้ได้ทันที ทั้งที่เป็นภาพนิ่ง 3 มิติ ภาพเคลื่อนไหว เสียง ขึ้นกับการออกแบบสื่อว่าจะให้ออกมาในลักษณะใด

Lertad Supadhiloke (2015) อ้างอิงถึงใน สิริกานต์ มีธัญญากร และ ชนาพร รันสันเทียะ กล่าวว่า แนวคิดหลักของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (Augmented Reality) คือ การพัฒนาเทคโนโลยีที่ผสานเอาโลกแห่งความเป็นจริงและความเป็นจริงเสริมเข้าด้วยกันผ่านซอฟต์แวร์และอุปกรณ์เชื่อมต่อต่าง ๆ เช่น เว็บแคม คอมพิวเตอร์ หรืออุปกรณ์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง ซึ่งภาพเสมือนจริงนั้นจะแสดงผลผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์ หน้าจอโทรศัพท์มือถือ บนเครื่องฉายภาพ หรือบนอุปกรณ์แสดงผลอื่น ๆ โดยภาพเสมือนจริงที่ปรากฏขึ้นจะมีปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้ได้ทันที ทั้งที่เป็นภาพนิ่ง 3 มิติ ภาพเคลื่อนไหว เสียง ขึ้นกับการออกแบบสื่อว่าจะให้ออกมาในลักษณะใด Augmented Reality (AR) เป็นเทคนิคเพิ่มความเสมือนจริงโดยการผสานโลกแห่งความเป็นจริง (Real) เข้ากับโลกเสมือน (Virtual) โดยผ่านทางอุปกรณ์เคลื่อนที่ (Mobile Device) เช่น สมาร์ทโฟนหรือ คอมพิวเตอร์แท็บเล็ต ร่วมกับการใช้ซอฟต์แวร์ทำให้เกิดภาพสามมิติที่มีมุมมอง 360 องศา การนำ AR Code ซึ่งมีลักษณะหน้าตาคล้าย ๆ QR Code โดยเป็นกล่องสี่เหลี่ยม มีลายสีขาว ๆ อยู่ข้างในเพื่อเป็นการส่งสัญญาณและข้อมูลให้กับเครื่องมืออุปกรณ์ที่ใช้ในการอ่าน เช่น แอปพลิเคชันมือถือ หรือแว่นพิเศษ โดย AR Code นั้นจะถูกเตรียมแปะไว้ตามงานแสดงสินค้าหรือแปะไว้บนผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ แล้วให้ผู้บริโภคหรือผู้เล่นโหลดแอปพลิเคชันในมือถือ หรือใส่แว่นพิเศษ เพื่อนำไปส่องกับ AR Code เหล่านั้น เพื่อพบสิ่งประดิษฐ์สาม มิติการ์ตูน หรือ แอนิเมชันวิ่งไปวิ่งมาในพื้นที่บริเวณ AR Code นั้น ๆ เปรียบเสมือนเรากำลังส่องเลนส์ไปสู่อีกโลกหนึ่ง หรืออาจนำมาใช้ประโยชน์ในการจำลองการออกแบบ

2.5.2.1 กระบวนการของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม

บุรินทร์ (2558) เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (Augmented Reality) แบ่งตามการวิเคราะห์ภาพจะประกอบไปด้วย

1. การวิเคราะห์ภาพโดยใช้ Marker (Marker based AR)
2. การวิเคราะห์ภาพโดยใช้ลักษณะต่าง ๆ ที่อยู่ในภาพ (Marker-Less based AR)

พนิดา (2553) กระบวนการภายในของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ประกอบด้วย 3 กระบวนการ ได้แก่

1. การวิเคราะห์ภาพ (Image Analysis) เป็นขั้นตอนการค้นหา Marker จากภาพที่ได้จากกล้องแล้วสืบค้นจากฐานข้อมูล (Marker Database) ที่มีการเก็บข้อมูลขนาดและรูปแบบของ Marker เพื่อนำมาวิเคราะห์รูปแบบของ Marker

2. การคำนวณค่าตำแหน่งเชิง 3 มิติ (Pose Estimation) ของ Marker เทียบกับกล้อง

3. กระบวนการสร้างภาพสองมิติจากโมเดลสามมิติ (3D Rendering) เป็นการเพิ่มข้อมูลเข้าไปในภาพ โดยใช้ค่าตำแหน่งเชิง 3 มิติที่คำนวณได้จนได้ภาพเสมือนจริง

สุรพล (2012) หลักการของ Augmented reality เทคโนโลยี Augmented Reality โดยรวมแล้วจะประกอบไปด้วยกระบวนการย่อย ๆ 3 กระบวนการดังนี้

1. การวิเคราะห์ภาพ (Image Analysis) เป็นขั้นตอนการค้นหา Marker จากภาพที่ได้จากกล้องแล้วสืบค้นจากฐานข้อมูล (Marker Database) ที่มีการเก็บข้อมูลขนาดและรูปแบบของ Marker เพื่อนำมาวิเคราะห์รูปแบบของ Marker

2. การคำนวณค่าตำแหน่งเชิง 3 มิติ (Pose Estimation) ของ Marker เทียบกับกล้อง

3. กระบวนการสร้างภาพสองมิติ จากโมเดลสามมิติ (3D Rendering) เป็นการเพิ่มข้อมูลเข้าไปในภาพ โดยใช้ค่าตำแหน่ง เชิง 3 มิติ ที่คำนวณได้จนได้ภาพเสมือนจริง

วลัยภรณ์ และ วรันทวีรา (2014) ลักษณะการวิเคราะห์ Augmented Reality แบ่งประเภทตามส่วนวิเคราะห์ เป็น 2 ประเภท ได้แก่

1. การวิเคราะห์ภาพโดยอาศัย Marker เป็นหลักในการทำงาน
2. การวิเคราะห์ภาพโดยใช้ลักษณะต่าง ๆ ที่อยู่ในภาพมาวิเคราะห์

วิวัฒน์ (2558) เทคโนโลยีเออาร์นั้น มีระบบการทำงานแบ่งออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่

1. Geospatial AR system เป็นเออาร์ที่มีฟังก์ชันการทำงานร่วมกับระบบจีพีเอส (GPS-based AR) ยกตัวอย่าง เช่น แอป Yelp ที่ได้รับความนิยมในหมู่นักท่องเที่ยวและผู้อาศัยต่างประเทศ ในการค้นหาสถานที่และร้านค้า

2. 2-D AR system เป็นเออาร์ที่ถูกลำนำมาใช้อย่างแพร่หลายเพื่อสร้างปฏิสัมพันธ์กับลูกค้า (User engagement) และกำลังได้รับความนิยมในธุรกิจค้าปลีก เนื่องจากมีความซับซ้อนน้อยกว่าเออาร์ประเภทอื่น โดยเออาร์ประเภทนี้ จะเปลี่ยนวัตถุสองมิติให้กลายเป็นรูปแบบสามมิติ

3. 3-D AR system เป็นเออาร์ในรูปแบบสามมิติ ซึ่งใช้เทคโนโลยีขั้นสูงในการผลิต ส่วนใหญ่จะใช้ในอุตสาหกรรมหนัก เช่น การผลิตเครื่องบิน เป็นต้น

Akkharaphon Panpradab (2016) กล่าวว่า ขั้นตอนการทำเทคโนโลยีเสมือนจริงประกอบด้วย 3 ขั้นตอน

1. การวิเคราะห์ภาพ (Image Analysis) เป็นขั้นตอนการค้นหา Marker จากภาพที่ได้จากกล้องแล้วสืบค้นจากฐานข้อมูล (Marker Database) ที่มีการเก็บข้อมูลขนาดและรูปแบบของ Marker เพื่อนำมาวิเคราะห์รูปแบบของ Marker การวิเคราะห์ภาพ สามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภท ได้แก่ การวิเคราะห์ภาพโดยอาศัย Marker เป็นหลักในการทำงาน (Marker based AR) และการวิเคราะห์ภาพโดยใช้ลักษณะต่าง ๆ ที่อยู่ใน ภาพมาวิเคราะห์ (Marker-less based AR)

2. การคำนวณค่าตำแหน่งเชิง 3 มิติ (Pose Estimation) ของ Marker เทียบกับกล้อง

3. กระบวนการสร้างภาพสองมิติ จากโมเดลสามมิติ (3D Rendering) เป็นการเพิ่มข้อมูลเข้าไปในภาพ โดยใช้ค่าตำแหน่ง เชิง 3 มิติ ที่คำนวณได้จนได้ภาพเสมือนจริง

อนุภาค และ เฉลิมชัย (2560) กล่าวว่า กระบวนการทำงานของเทคโนโลยีโลกเสมือนผสมโลกจริง (Augmented Reality: AR) ประกอบด้วย 3 กระบวนการหลัก ได้แก่

1. การวิเคราะห์ภาพ (image analysis) เป็นขั้นตอนของการค้นหามาร์คเกอร์จากภาพที่ได้มาจากกล้องแล้วสืบค้นจากฐานข้อมูลมาร์คเกอร์ที่ออกแบบไว้

2. การคำนวณค่าตำแหน่งเชิง 3 มิติ (pose estimation) ของมาร์คเกอร์เทียบกับกล้องแสดงในรูปแบบเมตริกซ์ที่ระบุความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งของกล้องและตำแหน่งของมาร์คเกอร์

3. กระบวนการสร้างภาพโมเดลสามมิติ (3D rendering) เทคโนโลยี AR เป็นการเพิ่มข้อมูลโมเดลสามมิติ เข้าไปในภาพที่ได้จากกล้อง ณ ตำแหน่งที่ตรวจพบ

2.5.2.2 เทคนิคของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม

เทคนิคของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม โดย Hayes (2009) ได้แบ่งเทคนิคของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมไว้ 5 ประเภท คือ

1. การใช้พื้นผิว (Surface) เป็นการใช้พื้นที่เช่น พื้น กำแพง หรือผนัง เพื่อใช้ตอบสนองกับเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม

2. การใช้รูปแบบ (Pattern) เป็นการจดจำรูปร่าง ลักษณะ หรือเครื่องหมาย (Marker)

3. การใช้เค้าโครง (Outline) การจดจำโครงร่าง เส้นรอบนอก ภาพคร่าว ๆ หรือแผนผัง

4. การใช้ตำแหน่งที่ตั้ง (Location) การใช้ระบบกำหนดตำแหน่งบนโลก หรือ จีพีเอส (Global Positioning System : GPS)

5. การใช้โฮโลแกรม (Hologram) การใช้กระบวนการที่เรียกว่า ฮอโลกราฟี (Holography) เพื่อให้เกิดภาพ

Augmented Reality หรือ AR เป็นเทคโนโลยีใหม่ ที่ผสมเอาโลกแห่งความเป็นจริง (Real) เข้ากับโลกเสมือน (Virtual) โดยผ่านทางอุปกรณ์ Webcam, กล้องมือถือ, Computer รวมถึงการใช้ software ต่างๆ ทำให้สามารถมองเห็นภาพที่มีลักษณะเป็น object เช่น คน, สัตว์, สิ่งของ, สัตว์ประหลาด, ยานอวกาศ เป็นต้น

2.5.2.3 องค์ประกอบหลักของโลกเสมือนผสมผสานโลกจริง

ปิณฑุช (2551) กล่าวว่า หลักการทำงานของระบบ AR เป็นการนำเทคโนโลยีมาผสมผสานระหว่างโลกแห่งความเป็นจริงและความเสมือนจริงเข้าด้วยกัน ด้วยการใช้ระบบซอฟต์แวร์และอุปกรณ์เชื่อมต่อต่างๆ เช่น เว็บแคมคอมพิวเตอร์หรืออุปกรณ์อื่นที่เกี่ยวข้องโดยองค์ประกอบของระบบ AR มีดังนี้

1. ตัว Marker (หรือ Markup) ซึ่งเป็นเครื่องหมายหรือสัญลักษณ์ หรือรูปภาพที่กำหนดไว้เป็นตัวเปรียบเทียบ กับสิ่งที่เก็บไว้ในฐานข้อมูล (Marker Database)
2. กล้องวิดีโอ กล้องเว็บแคม กล้องโทรศัพท์มือถือ หรือตัวจับ Sensor อื่น ๆ เพื่อทำการการวิเคราะห์ภาพ (Image Analysis) และวิเคราะห์จาก marker ประเภทอื่น ๆ ที่กำหนดไว้ โดยระบบจะทำการคำนวณค่าตำแหน่งเชิง 3 มิติ (Pose Estimation) ของ Marker เทียบกับกล้อง
3. ส่วนแสดงผล อาจเป็นจอภาพคอมพิวเตอร์ หรือจอภาพโทรศัพท์มือถือหรืออื่น ๆ
4. ซอฟต์แวร์หรือส่วนประมวลผลเพื่อสร้างภาพหรือวัตถุแบบสามมิติ กระบวนการสร้างภาพสองมิติจากโมเดล 3 มิติ (3D Rendering) เป็นการเพิ่มข้อมูลเข้าไปในภาพโดยใช้ค่าตำแหน่งเชิง 3 มิติที่คำนวณได้จนได้ภาพหรือข้อมูลซ้อนทับไปบนภาพจริง

พนิดา (2553) กล่าวว่า หลักการของเทคโนโลยีเสมือนจริง ประกอบด้วย

1. ตัวMarker
2. กล้องวิดีโอ กล้องเว็บแคม กล้องโทรศัพท์มือถือ หรือตัวจับ Sensor อื่นๆ
3. ส่วนแสดงผล อาจเป็นจอภาพคอมพิวเตอร์ หรือจอภาพโทรศัพท์มือถือหรืออื่น ๆ
4. ซอฟต์แวร์หรือส่วนประมวลผลเพื่อสร้างภาพหรือวัตถุแบบสามมิติ
5. บทบาทของเทคโนโลยีโลกเสมือนผสมผสานโลกจริง

วัลย์ภรณ์ และวันทวิรา (มปป.) กล่าวว่าหลักการของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมจะประกอบด้วย

1. ตัว Marker (บางคนเรียกว่า Markup) ต่าง ๆ
2. กล้อง Webcam มือถือ หรือตัวจับ Sensor อื่น ๆ
3. ส่วนแสดงผล อาจเป็นจอภาพทางคอมพิวเตอร์ หรือมือถือ หรืออื่น ๆ
4. ส่วนประมวลผลเพื่อสร้าง Object 3D เช่น Software

ปิยนุช (2551) กล่าวว่าองค์ประกอบหลักของโลกเสมือนผสานโลกจริง มีดังนี้

1. มาร์คเกอร์ (Marker) หรือเรียกว่ามาร์คอัพ (Markup) หรือเออาร์โค้ด (AR-Code) ใช้ในการกำหนดตำแหน่งของวัตถุ

2. ตัวจับสัญญาณภาพ (Eye) ใช้มองตำแหน่งของ เออาร์โค้ด (AR-Code) แล้วส่งข้อมูลเข้า AR Engine เช่น กล้องวิดีโอ กล้องเว็บแคม กล้องโทรศัพท์มือถือหรือตัวจับสัญญาณ (Sensor) อื่น ๆ

3. ซอฟต์แวร์ในส่วนการประมวลผล (AR Engine) เป็นตัวส่งข้อมูลที่สามารถอ่านได้ผ่านเข้าซอฟต์แวร์หรือส่วนประมวลผลเพื่อสร้างภาพหรือวัตถุแบบสามมิติ

4. ส่วนแสดงผล Display หรือจอแสดงผลเพื่อให้เห็นผลข้อมูลแสดงเป็นภาพที่ AR Engine ส่งมาให้ในรูปแบบของภาพหรือวิดีโอ เช่น จอภาพครอบศีรษะ จอภาพคอมพิวเตอร์ จอภาพแท็บเล็ต จอภาพโทรศัพท์มือถือหรืออีกวิธีหนึ่ง เราสามารถรวมกล้อง AR Engine และจอภาพ เข้าด้วยกันในอุปกรณ์เดียว เช่น โทรศัพท์มือถือหรืออื่น ๆ

ศุภญ์เทคโนโลยีการศึกษา (2561) กล่าวว่า Augmented Reality หรือ AR เป็นเทคโนโลยีใหม่ที่ผสานเอาโลกแห่งความเป็นจริง (Real) เข้ากับโลกเสมือน (Virtual) โดยผ่านทางอุปกรณ์ Webcam, กล้องมือถือ, Computer รวมกับการใช้ software ต่าง ๆ ทำให้สามารถมองเห็นภาพที่มีลักษณะเป็น object เช่น คน, สัตว์, สิ่งของ, สัตว์ประหลาด, ยานอวกาศ เป็นต้น เป็นการนำเทคโนโลยีมาผสานระหว่างโลกแห่งความเป็นจริงและความเสมือนจริงเข้าด้วยกัน ด้วยการใช้ระบบซอฟต์แวร์และอุปกรณ์เชื่อมต่อต่างๆเช่นเว็บแคมคอมพิวเตอร์หรืออุปกรณ์อื่นที่เกี่ยวข้องโดยองค์ประกอบของระบบ AR มีดังนี้

1. ตัว Marker (หรือMarkup) ซึ่งเป็นเครื่องหมายหรือสัญลักษณ์ หรือรูปภาพที่กำหนดไว้เป็นตัวเปรียบเทียบ กับสิ่งที่เก็บไว้ในฐานข้อมูล (Marker Database)

2. กล้องวิดีโอ กล้องเว็บแคม กล้องโทรศัพท์มือถือ หรือตัวจับ Sensor อื่นๆ เพื่อทำการการวิเคราะห์ภาพ (Image Analysis) และวิเคราะห์จาก marker ประเภทอื่น ๆ ที่กำหนดไว้ โดยระบบจะทำการคำนวณค่าตำแหน่งเชิง 3 มิติ (Pose Estimation) ของ Marker เทียบกับกล้อง

3. ส่วนแสดงผล อาจเป็นจอภาพคอมพิวเตอร์ หรือจอภาพโทรศัพท์มือถือ หรืออื่น ๆ

4. ซอฟต์แวร์หรือส่วนประมวลผลเพื่อสร้างภาพหรือวัตถุแบบสามมิติ กระบวนการสร้างภาพสองมิติจากโมเดล 3 มิติ (3D Rendering) เป็นการเพิ่มข้อมูลเข้าไปในภาพโดยใช้ค่าตำแหน่งเชิง 3 มิติที่คำนวณได้จนได้ภาพหรือข้อมูลซ้อนทับไปบนภาพจริง

2.5.2.4 ความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม (Creative and Innovation)

2.5.2.4.1 นิยาม ความหมาย ความสำคัญของความคิดสร้างสรรค์

ความคิดสร้างสรรค์ เป็นทักษะที่พัฒนาได้ เนื่องจากความคิดสร้างสรรค์สามารถเรียนรู้ได้ ไม่เกี่ยวข้องกับพรสวรรค์ส่วนตัว ไม่ได้เกิดจากแรงบันดาลใจเพียงอย่างเดียว ความคิดสร้างสรรค์มีอยู่ในตัวบุคคลที่ผ่านกระบวนการคิด ผ่านประสบการณ์ ความรู้ในศาสตร์สาขาวิชาต่าง ๆ บริบท ความเชี่ยวชาญ ซึ่งมีอยู่ในพนักงานขององค์การที่ต้องการพัฒนาผลิตภัณฑ์ กระบวนการ การวิจัยและพัฒนา การเข้าถึงข้อมูลเพื่อศึกษาถึงกระบวนการสร้างสรรค์นั้นทำได้ยาก แต่ด้วยมหาวิทยาลัยที่เป็นแหล่งพัฒนาองค์ความรู้ ประสบการณ์ ความเชี่ยวชาญ และการฝึกปฏิบัติก่อนเข้าสู่สังคมแห่งการเรียนรู้และใช้ความรู้สร้างสรรค์เพื่อให้เกิดประโยชน์กับองค์การต่าง ๆ (สิริชัย ดีเลิศ, 2558)

กิลฟอร์ด (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2016) นักจิตวิทยาชาวอเมริกัน อธิบายว่าความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง ความคิดอเนกนัย (Divergent Thinking) คือความคิดหลายทิศทาง หลายแง่หลายมุม คิดได้กว้างไกลนำไปสู่การคิดประดิษฐ์สิ่งแปลกใหม่รวมถึงการคิดค้นพบวิธีการแก้ปัญหาได้

Guilford (1967) ได้ให้ความหมายว่า ความคิดสร้างสรรค์ เป็นความคิดอเนกนัย (Divergent Thinking) คือความคิดหลายทิศทางหลายแง่ หลายมุมคิดได้กว้างไกล ลักษณะความคิดเช่นนี้จะนำไปสู่การประดิษฐ์สิ่งแปลกใหม่รวมทั้งการค้นพบวิธีการแก้ปัญหาให้สำเร็จด้วยความคิดอเนกนัย ประกอบด้วย ความคิดริเริ่ม (Originality) ความคล่องในการคิด (Flexibility) ความคิดละเอียดลออ (Elaboration)

เคอร์ทอน (Kirton, 1994 อ้างใน เฉลิมชัย กิตติศักดิ์นาวิน, 2554) อธิบายว่าความคิดสร้างสรรค์เป็นพัฒนาการของบุคคลตั้งแต่ในวัยเด็กภายใต้สภาพแวดล้อมพัฒนาจนกลายเป็นบุคลิกภาพ

Dr.Edward de Bono (ชาตรี บัวคลี่, 2557) ได้ให้นิยามความหมายเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ไว้ว่า ความคิดสร้างสรรค์สามารถเรียนรู้ได้ ไม่เกี่ยวข้องกับพรสวรรค์ส่วนตัว ความคิดสร้างสรรค์ไม่ได้เกิดจากแรงบันดาลใจเพียงเท่านั้น ความคิดสร้างสรรค์ยังเป็นมากกว่าความคิดที่แตกต่าง ความคิดสร้างสรรค์จำเป็นต้องมีการเพิ่มคุณค่า ส่วนการคิดนอกกรอบเป็นการหนีจากการถูกห้ามเปลี่ยนแนวความคิด การพัฒนาความคิดจะต้องไม่มีความคาดหวังตามแบบนิสัยเดิม ๆ นอกจากนี้ Dr.Edward de Bono ยังแบ่งประเภทวิธีคิดไว้ 3 ประเภทได้แก่

1. การคิดแนวตั้ง (vertical thinking) การคิดแนวตั้งนั้น เป็นการคิดเพื่อการสรรหาสิ่งที่ถูกต้อง เป็นเหตุเป็นผล วิเคราะห์แยกแยะหาข้อผิดพลาด เพื่อนำมาเลือกสรรวิธีที่ดีที่สุด และใช้ในการแก้ไข ปัญหา อีกทั้งยังสามารถกำจัดทางเลือกอื่น ๆ ออก เมื่อค้นพบทางเลือกที่ดีที่สุดแล้วก็จะไม่คิดหาวิธีอื่น ๆ อีกต่อไป(ถือเป็นจุดอ่อนของวิธีคิดแนวตั้ง) ถึงแม้ว่าการคิดแนวตั้งจะมีประสิทธิผลแต่ก็ยังมี

ความสมบูรณ์พอ และสิ่งที่จะเติมเต็มส่วนที่ขาดหายไปก็คือความคิดสร้างสรรค์ และการคิดทุกประเภทเป็นการผสมผสานความเข้าใจและเหตุผลทางตรรกะซึ่งการคิดแนวข้างเป็นแก่นสำคัญของความเข้าใจ

2. การคิดแนวข้าง (lateral thinking) การคิดแนวข้างคือการคิดที่หลีกเลี่ยงจากความซ้ำซากหรือความคิดเดิม ๆ รวมถึงความเข้าใจที่มีอยู่เดิมเพื่อค้นหาสิ่งใหม่ ๆ โดยปกติแล้วความคิดที่มีอยู่จะสร้างขึ้นจากประสบการณ์เดิมและความเข้าใจที่เคยประสบมา การคิดแนวข้างจึงเป็นวิถีทางในการหลบหนีจากความคิดวิธีเดิมเพื่อค้นหาสิ่งที่เรียกว่า “ดีกว่า” คิดแนวข้างจะเป็นเรื่องการกระตุ้นความคิดอื่น ๆ โดยไม่มีกรอบและกฎเกณฑ์ อีกทั้งยังสามารถคิดแบบกระโดดข้ามได้ โดยไม่ต้องเรียงเป็นลำดับขั้นตอน และเปิดใจรับทุกโอกาสที่เข้ามา

3. การคิดแนวขนาน (parallel thinking) การคิดแนวขนาน เป็นการวางความคิดต่าง ๆ ลงไปข้าง ๆ กัน โดยไม่มีการปะทะ ไม่มีการโต้เถียง ไม่มีการตัดสินว่าความคิดใดถูก ความคิดใดผิดตั้งแต่แรก การคิดแบบนี้จะทำให้เกิดการสำรวจและการค้นคว้าเชิงลึกเกี่ยวกับเรื่องนั้น ๆ ก่อนสรุปหรือตัดสินใจโดยอาศัยกระบวนการวิจัยและกระบวนการออกแบบเทคนิควิธีคิดแนวขนานนี้เรียกว่าวิธีคิดแบบหมวก 6 ใบ (Six Thinking Hats)

จันท์เพ็ญ (2560) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ หรือ Creative Thinking คือ ความสามารถในการผลิตสิ่งที่เป็นต้นแบบ แตกต่าง และเหมาะสมกับการใช้ประโยชน์ ตั้งแต่ระดับบุคคลคือ การใช้ความสามารถในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันของตนเองในแบบที่แตกต่างไป จากเดิม ซึ่งนำไปสู่การสร้างสรรคในสังคมคือ ความสามารถในการผลิตต้นแบบที่ไม่เหมือนคนอื่น ทำให้เกิดงานวิจัยใหม่ ผลิตสิ่งของใหม่ งานศิลปะชิ้นใหม่ โครงการใหม่ ๆ ในสังคม ฯลฯ

บารอน และเมย์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2016) ให้คำจำกัดความว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถของมนุษย์ที่ จะนำไปสู่สิ่งใหม่ๆ เกิดผลผลิตใหม่ ๆ รวมทั้งความสามารถในการ ประดิษฐ์คิดค้นสิ่งแปลกใหม่ เช่น เอดิสันค้นพบหลอดไฟฟ้าและ เครื่องไฟฟ้านานาชนิด ยังประโยชน์อย่างมหาศาลต่อชาวโลก

เวสคอตต์ และสมท (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2016) ได้อธิบายว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นกระบวนการทางสมองที่รวม การนำประสบการณ์เดิมจัดให้อยู่ในรูปใหม่ เดเรฟดาล (Dredaht. 1960) ที่ให้ความหมายว่าเป็นความสามารถของบุคคลในการคิด สร้างผลผลิตหรือสิ่งแปลก ๆ ใหม่ ๆ ที่เกิดจากการรวบรวมเอาความรู้ ต่าง ๆ สิ่งที่เกิดขึ้นใหม่ออกมาในรูปของผลิตผลทางศิลปะ วรรณคดี วิทยาศาสตร์หรือเป็นเพียงกระบวนการ หรือวิธีการก็ได้

วอลลาซและโคแกน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2016) อธิบายว่า ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง ความสามารถ

ลักขณา (2549) ได้กล่าวถึงความคิดสร้างสรรค์ไว้ว่า หมายถึง ความสามารถของสมองของบุคคลที่ประกอบด้วยความคิดคล่อง คืดยืดหยุ่น คืดละเอียดลออ และคืดริเริ่มผสมประสานกันจนเกิดเป็นแนวคิดได้หลายทิศทาง หรือแบบอนกนัย (Divergent Thinking) เป็นการคิดที่ทำให้เกิดสิ่งใหม่ หรือเป็นการตัดแปลงปรับปรุงแก้ไขสิ่งต่าง ๆ ที่มีอยู่แล้วให้มีประสิทธิภาพดีกว่าเดิม หรือประดิษฐ์คิดค้นสิ่ง ๆ ใหม่ที่ไม่ซ้ำซ้อนเดิมและเป็นการคิดที่ไม่ซ้ำกับผู้อื่น

สเปียร์แมน (Spearman. 1963) ความคิดสร้างสรรค์ คือ อำนาจจินตนาการของมนุษย์สามารถสร้างผลผลิตใหม่ ๆ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2016)

สมใจ (2555) กล่าวว่า การพัฒนาผู้เรียนให้เป็นบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์ที่มีคุณภาพและมีความยั่งยืนจำเป็นต้องพัฒนาคุณลักษณะของบุคคลตามองค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์ใน 3 มิติ ได้แก่ มิติด้านความคิด มิติ ด้านจิตใจและบุคลิกภาพ และมิติด้านผลงานสร้างสรรค์ ทั้งสามมิติมีความสัมพันธ์และส่งเสริมซึ่งกันและกันและมีความสัมพันธ์กับความคิดสร้างสรรค์อย่างยิ่ง

ออสบอร์น (Osborn. 1957) ความคิดสร้างสรรค์เป็น จินตนาการประยุกต์ (Applied Imagination) ที่มนุษย์สร้างขึ้นเพื่อ แก้ปัญหาที่ยากที่ประสบ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2016)

Davis (กรมวิชาการ, 2544; อ้างอิงจาก Davis. 1973) ได้รวบรวมแนวคิดเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ของนักจิตวิทยาที่ได้กล่าวถึงทฤษฎีของความคิดสร้างสรรค์ โดยแบ่งเป็นกลุ่มใหญ่ ๆ ได้ 4 กลุ่ม

1. ทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์เชิงจิตวิเคราะห์ นักจิตวิทยาทางจิตวิเคราะห์หลายคน เช่น ฟรอยด์ และคริส ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับการเกิดความคิดสร้างสรรค์ว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นผลมาจากความขัดแย้งภายในจิตใต้สำนึกระหว่างแรงขับทางเพศ (Libido) กับความรู้สึกรับผิดชอบทางสังคม (Social Conscience) ส่วน คูไบ และรัค ซึ่งเป็นนักจิตวิทยาแนวใหม่ กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์นั้นเกิดขึ้นระหว่างการรู้สติกับจิตใต้สำนึก ซึ่งอยู่ในขอบเขตของจิตส่วนที่เรียกว่า จิตก่อนสำนึก

2. ทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์เชิงพฤติกรรมนิยม นักจิตวิทยาในกลุ่มนี้มีแนวความคิดเกี่ยวกับเรื่องความคิดสร้างสรรค์ว่า เป็นพฤติกรรมที่เกิดจากการเรียนรู้ โดยเน้นที่ความสำคัญของการเสริมแรง การตอบสนองที่ถูกต้องกับสิ่งเร้าเฉพาะหรือสถานการณ์ นอกจากนี้ยังเน้นความสัมพันธ์ทางปัญญา คือการโยงความสัมพันธ์จากสิ่งเร้าหนึ่งไปยังสิ่งเร้าต่าง ๆ ทำให้เกิดความคิดใหม่ หรือสิ่งใหม่เกิดขึ้น

3. ทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์เชิงมานุษยนิยม นักจิตวิทยาในกลุ่มนี้มีแนวคิดว่าความคิดสร้างสรรค์เป็นสิ่งที่มนุษย์มีติดตัวมาตั้งแต่เกิด ผู้ที่สามารถนำความคิดสร้างสรรค์ออกมาใช้ได้คือผู้ที่มีสัจการแห่งตน คือรู้จักตนเอง พอใจตนเอง และใช้ตนเองเต็มตามศักยภาพของตนมนุษย์จะสามารถแสดงความคิดสร้างสรรค์ของตนเองมาได้อย่างเต็มที่นั้นขึ้นอยู่กับการสร้างสภาวะหรือบรรยากาศที่

เอื้ออำนวย ได้กล่าวถึงบรรยากาศที่สำคัญในการสร้างสรรค์ว่า ประกอบด้วยความปลอดภัยในเชิงจิตวิทยา ความมั่นคงของจิตใจ ความปรารถนาที่จะเล่นความคิดและการเปิดกว้างที่จะรับประสบการณ์ใหม่

4. ทฤษฎีอูต้า (AUTA) ทฤษฎีนี้เป็นรูปแบบของการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ให้เกิดขึ้นในตัวบุคคล โดยมีแนวคิดที่ว่าความคิดสร้างสรรค์นั้นมีอยู่ในมนุษย์ทุกคนและสามารถพัฒนาให้สูงขึ้นได้ การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ตามรูปแบบอูต้า ประกอบด้วย

4.1 การตระหนักรู้ (Awareness) คือ ตระหนักรู้ถึงความสำคัญของความคิดสร้างสรรค์ที่มีต่อตนเอง สังคม ทั้งในปัจจุบันและอนาคต และตระหนักรู้ถึงความคิดสร้างสรรค์ที่มีอยู่ในตนเองด้วย

4.2 ความเข้าใจ (Understanding) คือ มีความรู้ ความเข้าใจอย่างลึกซึ้งในเรื่องราวต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์

4.3 เทคนิควิธี (Techniques) คือ การรู้เทคนิคในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทั้งที่เป็นเทคนิคส่วนบุคคล และเทคนิคที่เป็นมาตรฐาน

4.4 การตระหนักรู้ในความจริงของสิ่งต่าง ๆ (Actualization) คือ การรู้จักหรือตระหนักรู้ในตนเอง พอใจในตนเอง และพยายามใช้ตนเองและพยายามใช้ตนเองเต็มศักยภาพ รวมทั้งการเปิดกว้างรับประสบการณ์ต่าง ๆ โดยมีการปรับตัวได้อย่างเหมาะสม การตระหนักรู้ถึงเพื่อนมนุษย์ด้วยกัน การผลิตผลงานด้วยตนเอง และมีความคิดที่ยืดหยุ่นเข้ากับทุกรูปแบบของชีวิต

2.5.2.4.2 กระบวนการของความคิดสร้างสรรค์

จากการวิเคราะห์ของนักการศึกษาและนักจิตวิทยา ได้ศึกษาเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์และได้จัดลำดับขั้นตอนการเกิดความคิดสร้างสรรค์ไว้ ดังนี้

วอลลาซ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2016) ได้กล่าวว่กระบวนการของความคิดสร้างสรรค์ เกิดจากความคิดสิ่งใหม่ ๆ มี 4 ขั้น

1. ขั้นเตรียม (Preparation) เป็นขั้นเตรียมข้อมูลต่างๆ เช่น ข้อมูลเกี่ยวกับการกระทำหรือแนวทาง ที่ถูกต้อง หรือข้อมูลระบุปัญหาหรือข้อมูลที่เป็นข้อเท็จจริง ฯลฯ

2. ขั้นความคิดคุกรุ่นหรือระยะฟักตัว (Incubation) เป็นขั้นที่อยู่ในความวุ่นวายของข้อมูลต่างๆ ทั้งใหม่และเก่า สะเปะสะปะ ปราศจากความเป็นระเบียบเรียบร้อย ไม่สามารถจะขมวดความคิดนั้น จึงปล่อยความคิดไว้เฉย ๆ

3. ขั้นความคิดกระจ่างชัด (Illumination) เป็นขั้นที่ความคิดสับสนนั้นได้ผ่านการเรียบเรียงและเชื่อมโยงความสัมพันธ์ต่าง ๆ เข้าด้วยกันให้มีความกระจ่างชัด มองเห็นภาพความคิด ชัดเจน

4. ขั้นทดสอบความคิดและ พิสูจน์ให้เห็นจริง (Verification) เป็นขั้นนำความคิด 3 ขั้นมาพิสูจน์ เป็นความคิดที่เป็นจริงและถูกต้อง

ออสบอร์น (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2016) ได้ขยายกระบวนการความคิดสร้างสรรค์ เป็น 7 ขั้น คือ

1. การชี้ถึงปัญหา เป็นการระบุหรือทราบประเด็นปัญหา
2. การเตรียมและรวบรวมข้อมูลเป็นขั้นเตรียมการรวบรวมข้อมูลเพื่อใช้ในการคิดแก้ปัญหา
3. การวิเคราะห์ เป็นขั้นคิดพิจารณาและแจกแจงข้อมูล
4. การใช้ความคิดหรือคัดเลือกเพื่อหาทางเลือกต่าง ๆ เป็นขั้นพิจารณาอย่างละเอียดรอบคอบและหาทางเลือกที่เป็นไปได้ไว้หลาย ๆ ทาง
5. การคิด (Incubation) และการทำให้กระจ่าง (Illumination) เป็นขั้นที่ทำให้จิตใจว่าง และในที่สุดก็เกิดความคิดแว็บแล้วกระจ่างชัดขึ้น
6. การสังเคราะห์ หรือการบรรจุชิ้นส่วนต่าง ๆ เข้าด้วยกัน
7. การประเมินผล เป็นการคัดเลือกจากคำตอบที่มีประสิทธิภาพที่สุด

นิพนธ์ (2523) ได้ศึกษาเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์และได้จัดลำดับขั้นตอนการเกิดความคิดสร้างสรรค์ไว้ 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นเตรียม (Preparation) เป็นขั้นตอนการรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ เกี่ยวกับความรู้ทั่วไปและความรู้เฉพาะ เพื่อมาประกอบการพิจารณา โดยอาศัยพื้นฐานของกระบวนการต่อไปนี้
 - 1.1 การสังเกตนักคิดสร้างสรรค์จำเป็นต้องเป็นนักสังเกตที่ดี และสนใจต่อสิ่งแปลก ๆ ใหม่ที่ได้พบเห็นเสมอ
 - 1.2 การจำแนก หมายถึง กระบวนการจำแนกข้อมูลที่ได้จากการสังเกตเป็นหมวดหมู่เพื่อใช้เป็นแนวทางในการลำดับความคิดต่อไป
 - 1.3 การทดลอง เป็นหัวใจของการสร้างสรรค์งาน เพราะผลการทดลองจะเป็นข้อมูลสำหรับคิดสร้างสรรค์ต่อไป
2. ขั้นฟักตัว (Incubation) เป็นขั้นที่ใช้เวลาสำหรับการครุ่นคิดเป็นระยะที่ยังคิดไม่ออก บางครั้งแทบไม่ได้ใช้ความคิดเลย การฟักตัวนี้บางครั้งความคิดอื่นจะแวบมาโดยไม่รู้ตัว
3. ขั้นคิดออก (Illumination or Inspiration) เป็นขั้นของการแสดงภาวะสร้างสรรค์อย่างแท้จริง คือสามารถมองเห็นลู่ทางในการริเริ่ม หรือสร้างสรรค์งานอย่างแจ่มชัด โดยตลอด
4. ขั้นพิสูจน์ (Verification) เป็นขั้นการทบทวน ตรวจสอบ ปรับปรุงประเมินค่าวิธีการว่าใช้ได้หรือไม่ เพื่อให้คำตอบที่ถูกต้องแน่นอนเป็นกฎเกณฑ์ต่อไป

Divito (1971) ได้กำหนดขั้นตอนของการเกิดความคิดสร้างสรรค์ไว้ดังนี้

1. ขั้นวิเคราะห์ (Analysis) คือ ขั้นสัมผัสหรือเผชิญกับสถานการณ์ ซึ่งส่วนมากจะเป็นปัญหาต่างๆ ปัญหาจะถูกนำมาวิเคราะห์ กำหนดนิยามเพื่อก่อให้เกิดความเข้าใจในปัญหาและส่วนประกอบ

2. ขั้นผสมผสาน (Manipulate) หลังจากรู้สภาพปัญหา วิเคราะห์ปัญหา ความคิดที่จะแก้ปัญหาจะถูกนำมาผสมผสานกัน ซึ่งจะต้องอาศัยความค้ำข้องใจและความเข้าใจในปัญหา

3. ขั้นการพบอุปสรรค (Impasse) เป็นขั้นที่เกิดขึ้นบ่อยและเป็นขั้นสูงสุดของการแก้ปัญหา ในขั้นนี้จะมีความรู้สึกว่าวิธีการบางอย่างในการแก้ปัญหานั้นใช้ไม่ได้ คิดไม่ออกรู้สึกล้มเหลวในการแก้ปัญหา

4. ขั้นคิดออก (Eureka) เป็นขั้นคิดแก้ปัญหาได้ทันทีทันใดหลังจากที่ได้พบอุปสรรคมาแล้ว ซึ่งจะทำให้เกิดความเข้าใจอย่างแจ่มแจ้งในการแก้ปัญหานั้นๆ

5. ขั้นพิสูจน์ (Verification) เป็นขั้นต่อจากขั้นพบอุปสรรคและขั้นคิดออกเพื่อพิสูจน์ตรวจสอบความคิดเพื่อยืนยันความคิดดังกล่าว

บุญเหลือ (2521) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ไม่จำเป็นต้องมีขั้นตอนเป็นลำดับขั้นตอน ดังกล่าวแต่เป็นการคาดคะเนจากเหตุการณ์ทั่วไปที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์ การคิดสร้างสรรค์ของบุคคล ไม่จำเป็นต้องเป็นขั้นสูงสุดเสมอไป แต่ความคิดสร้างสรรค์อาจเป็นขั้นตอนใดในหกขั้นตอนต่อไป

ขั้นที่ 1 การคิดสร้างสรรค์ขั้นต้น

ขั้นที่ 2 ขั้นมีผลผลิตออกมา

ขั้นที่ 3 ขั้นสร้างสรรค์

ขั้นที่ 4 ขั้นความคิดสร้างสรรค์สิ่งประดิษฐ์ใหม่

ขั้นที่ 5 ขั้นปรับปรุงความคิดสร้างสรรค์สิ่งประดิษฐ์ใหม่ๆ

ขั้นที่ 6 ขั้นความคิดสร้างสรรค์สูงสุด สามารถแสดงความคิดเป็นนามธรรม

สิริชัย (2558) ได้ทำการศึกษากระบวนการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ในสถาบันการศึกษาระดับอุดมศึกษาที่มีอัตลักษณ์เชิงสร้างสรรค์ผลการศึกษาพบว่า กระบวนการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ มี 5 ขั้นตอนดังนี้

1. ความรู้ในศาสตร์

2. การพัฒนาทักษะและทัศนคติ

3. การสร้างความคิด

4. การกลั่นกรองแนวความคิด

5. การสร้างอัตลักษณ์

Hutchinson (นิพาดา เทวกุล) มีความคิดคล้ายกันว่าความคิดสร้างสรรค์นั้นเป็นกระบวนการเชื่อมโยงความรู้ที่มีอยู่เข้าด้วยกัน อันจะนำไปสู่การแก้ปัญหาใหม่ที่คิดใช้เวลาการคิดเพียงสั้นๆอย่างรวดเร็วหรือยาวนานก็อาจเป็นไปได้ โดยมีลำดับการคิดดังนี้

1. ขั้นเตรียมเป็นการรวบรวมประสบการณ์ มีการลองผิดลองถูกและตั้งสมมุติฐานเพื่อแก้ปัญหา
2. ขั้นครุ่นคิดขัดข้องใจ เป็นระยะที่มีอารมณ์เครียด อันสืบเนื่องจากการครุ่นคิด แต่ยังไม่คิดไม่ออก
3. ขั้นของการเกิดความคิด เป็นระยะที่เกิดความคิดในสมอง เป็นการมองเห็นวิธีแก้ปัญหาหรือพบคำตอบ
4. ขั้นพิสูจน์ เป็นระยะการตรวจสอบประเมินผลโดยใช้เกณฑ์ต่าง ๆ เพื่อดูคำตอบที่คิดออกมานั้นเป็นจริงหรือไม่

ทอแรนซ์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2016)

1. การค้นพบความจริง เริ่มมี ความรู้สึกกังวล สับสน วุ่นวาย ขึ้นในใจ
2. การค้นพบปัญหาพิจารณาด้วย ความมีสติสัมปชัญญะ ถึงความ กังวลวุ่นวาย สับสน และพบว่านั่นคือปัญหา
3. การค้นพบคำตอบตั้งสมมุติฐานและ รวบรวมข้อมูล เพื่อทดสอบ สมมุติฐาน
4. การค้นพบคำตอบจากการทดสอบ สมมุติฐาน
5. การยอมรับผลจากการค้นพบ ยอมรับและเผยแพร่ผลที่ได้ อัน เป็นแนวทางไปสู่ การค้นพบสิ่งใหม่ต่อไป

ทวิตซ์กี กล่าวว่า กระบวนการคิดสร้างสรรค์จากแนวคิดของนักการศึกษาเราสามารถสรุปกระบวนการคิดสร้างสรรค์ได้ 6 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1. ค้นพบปัญหา
2. เตรียมการและรวบรวมข้อมูล
3. วิเคราะห์
4. พุ่มพึกความคิด
5. ความคิดกระจ่างชัด
6. ทดสอบความคิด

แอนเดอร์สัน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2016) กล่าวว่า ความแตกต่างของบุคคลอยู่ที่ความคิด สร้างสรรค์และประสบการณ์เป็นสำคัญ พร้อมทั้งได้แบ่งกระบวนการด้านความคิดสร้างสรรค์ ออกเป็น 6 ชั้น คือ

1. สนใจ และรู้ถึงความต้องการของจิตใจและสมอง
2. รวบรวมข้อมูลต่างๆ ที่มีความสัมพันธ์และสิ่งที่น่าสนใจ
3. ไตร่ตรองถึงการวางแผน โครงร่างและรูปแบบของงาน
4. จากผลข้อ 1-3 ทำให้เกิดจินตนาการ
5. สร้างจินตนาการออกมาให้เป็นความจริง และแสดงผลให้เห็นได้ชัด

6. รวบรวมความคิด และแสดงออกมาในรูปของผลงาน

จุงส์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2016) ได้อธิบายกระบวนการคิดสร้างสรรค์ 5 หรือ“ห้าขั้นแห่งการสร้างความคิด”

1. คิรวบรวมข้อมูลหมายถึง การใช้ใจคิดรวบรวมข้อมูลต่างๆ เช่น การโฆษณาหรือการเขียนรูป เป็นต้น เราก็คิดถึงภาพที่เคยกระทำมา เช่น สี เส้นสี การวาดรูป พยายาม ใช้ความคิดกับสิ่งต่างๆ เหล่านั้นอย่างกระตือรือร้นให้มันหลั่งไหลเข้ามาสู่ใจ หรือสมองของเรา

2. กระบวนการใช้วัตถุดิบ หมายถึง การคิดทบทวนข้อมูลต่างๆ ที่ได้รวบรวมเปรียบเทียบกับความคิด เพื่อหาคำตอบ หากสมองเหนื่อยก็จะหยุดพักไว้ก่อน

3. ทำให้ใจให้ว่าง หมายถึง การหยุดคิดแล้วทำจิตใจให้ว่าง แล้วหันเหความสนใจไปยังสิ่งอื่น ๆ อีก และปล่อยให้จิตใต้สำนึกของกลไกความคิดทำงานของมันต่อไป

4. ยูเรกา หมายถึง ขึ้นเกิดความคิดแว็บเข้ามา บางครั้งความคิดอาจหลั่งไหลเข้ามา โดยไม่คาดฝัน อาจเป็นเวลาไหนก็ได้ แต่ส่วนใหญ่มักเกิดขึ้นในตอนครึ่งหลับ ครึ่งตื่นในตอนเช้า และเขาเรียกขั้นนี้ว่า “ยูรีกา” ซึ่งแปลว่า “ข้าพเจ้าได้ พบแล้ว” ซึ่งเป็นคำกล่าวของอาร์คิมิดีส กล่าวในขณะที่เขาได้พบวิธีหา น้ำหนักของวัตถุเพื่อพิสูจน์ความบริสุทธิ์ของทองคำ

5. วิพากษ์วิจารณ์ หมายถึง เป็นขั้นที่ต้องใช้เวลาวิพากษ์วิจารณ์อย่างจริงจังต่อความคิดใหม่ที่คิดได้ แล้วพยายามจัดความคิดนั้น เพื่อที่จะนำไปใช้ประโยชน์ หรือให้ มันทำงานได้ โดยนำเสนอ และเป็นโอกาสดีที่มีการวิพากษ์วิจารณ์ เพราะ บางครั้งคำพูดเพียงประโยคเดียวอาจทำให้ความคิดใหม่นั้นยิ่งดีขึ้น

2.5.2.4.3 องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์

Guilford (อ้างถึงใน อารี, 2537) ได้อธิบายว่าความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถทางสมองที่คิดได้กว้างไกลหลายทิศทางหรือเรียกว่าลักษณะการคิดอเนกนัยหรือความคิดแบบกระจาย (Divergent Thinking) ซึ่งประกอบด้วย

1. ความคิดคล่องตัว(Fluency) หมายถึง ปริมาณความคิดที่ไม่ซ้ำกันในเรื่องเดียวกัน โดยแบ่งออกเป็นข้อ ๆ ดังนี้

1.1 ความคิดคล่องแคล่วทางด้านถ้อยคำ (Word Fluency) เป็นความสามารถในการใช้ถ้อยคำอย่างคล่องแคล่วนั่นเอง

1.2 ความคิดคล่องแคล่วทางการเชื่อมโยงสัมพันธ์ (Association Fluency) เป็นความสามารถที่จะคิดหาถ้อยคำที่เหมือนกันหรือคล้ายคลึงกันได้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ภายในเวลาที่กำหนด

1.3 ความคล่องแคล่วทางการแสดงออก (Expressional Fluency) เป็นความสามารถในการใช้คำวลีหรือประโยค กล่าวคือ สามารถที่จะนำคำมาเรียงกันอย่างรวดเร็วเพื่อให้ได้ประโยคที่

ต้องการ จากการวิจัยพบว่า บุคคลที่มีความคิดคล่องแคล่วทางด้านการแสดงออกจะมีความคิดสร้างสรรค์สูง

1.4 ความคล่องแคล่วในการคิด (Ideational Fluency) เป็นความสามารถที่จะคิดสิ่งที่ต้องการภายในเวลาที่กำหนด เช่น ใช้คิดหาประโยชน์ของก้อนอิฐให้ได้มากที่สุดภายในเวลาที่กำหนดให้ซึ่งอาจเป็น 5 นาที หรือ 10 นาที ความคล่องแคล่วในการคิดจึงมีความสำคัญต่อการแก้ปัญหาเพราะในการแก้ปัญหาจะต้องแสวงหาคำตอบหรือวิธี แก้ไขหลายวิธี และต้องนำวิธี การเหล่านั้นมาทดลองจนกว่าจะพบวิธี การถูกต้องตามที่ต้องการ

2. ความคิดยืดหยุ่นหรือความคิดยืดหยุ่นในการคิด (Flexibility) หมายถึงความสามารถของบุคคลในการคิดหาคำตอบได้หลายประเภทและหลายทิศทาง โดยประเภทหรือแบบของความคิด แบ่งออกเป็น

2.1 ความคิดยืดหยุ่นที่เกิดขึ้นในทันที (Spontaneous Flexibility) เป็นความสามารถที่จะพยายามคิดได้หลายอย่าง เช่น คนที่มีความคิดยืดหยุ่นในด้านนี้จะคิดว่าประโยชน์ของก้อนหินมีอะไรบ้างหลายอย่าง ในขณะที่คนที่ไม่มีความคิดสร้างสรรค์จะคิดได้เพียงอย่างเดียวหรือสองอย่างเท่านั้น

2.2 ความคิดยืดหยุ่นทางด้านการดัดแปลง (Adaptive Flexibility) ซึ่งมีประโยชน์ต่อการแก้ปัญหา คนที่มีความคิดยืดหยุ่นจะคิดได้ไม่ซ้ำกันดังนั้นความคิดยืดหยุ่นจะเป็นตัวเสริมให้เกิดความคิดคล่องแคล่ว มีความแปลกแตกต่างออกไป หลีกเสี่ยงการซ้ำซ้อนหรือเพิ่มคุณภาพความคิดให้มากขึ้นด้วยการจัดเป็นหมวดหมู่และมีหลักเกณฑ์ยิ่งขึ้น

3. ความคิดริเริ่ม (Originality) หมายถึง ลักษณะความคิดแปลกใหม่แตกต่างจากความคิดธรรมดาหรือคิดง่าย ๆ ความคิดริเริ่มหรือเรียกว่า Wild Idea เป็นความคิดที่เป็นประโยชน์ทั้งต่อตนเองและต่อสังคมความคิดริเริ่มจึงเป็นลักษณะความคิดที่เกิดเป็นครั้งแรกเป็นความคิดที่แปลกใหม่แตกต่างจากความคิดเดิม และอาจไม่มีใครเคยนึกถึงมาก่อน ความคิดริเริ่มจึงต้องอาศัยลักษณะความกล้าคิด กล้าลอง เพื่อทดสอบความคิดของตน บ่อยครั้งที่ความคิดริเริ่มจำเป็นต้องอาศัยความคิดจินตนาการคิดเรื่องและคิดฝันจากจินตนาการหรือเรียกว่า เป็นความคิดจินตนาการประยุกต์

4. ความคิดละเอียดลออ (Elaboration) หมายถึง ความคิดในรายละเอียดเพื่อตกแต่งหรือขยายความคิดหลักให้ได้ความหมายสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ซึ่งความคิดละเอียดลออเป็นสิ่งหนึ่งที่จะขาดไม่ได้ถึงแม้ว่าความคิดสร้างสรรค์จะประกอบด้วยความคิดหลายลักษณะแล้วก็ตาม ไม่ว่าจะเป็น ความคิดริเริ่ม ความคิดคล่องแคล่ว ความคิดยืดหยุ่น แต่หากปราศจากความคิดละเอียดลออไปแล้วก็ไม่อาจจะทำให้ผลงานหรือผลผลิตสร้างสรรค์ขึ้นมาได้ โดยการพัฒนาการของความคิดละเอียดลออมี ดังนี้

4.1 การพัฒนาความคิดละเอียดลออขึ้นขึ้นอยู่กับอายุ กล่าวคือ เด็กที่มีอายุมากจะมีความสามารถในการคิดด้านนี้มากกว่าเด็กอายุน้อย

4.2 เด็กหญิงจะมีความสามารถมากกว่าเด็กผู้ชายในด้านความละเอียดลออ

4.3 เด็กที่มีความสามารถสูงทางด้านความละเอียดลออ จะเป็นเด็กที่มีความสามารถทางด้านสังเกตสูงด้วย

สุวิทย์ (2547) ได้กล่าวไว้ว่าโดยทั่วไปเมื่อก้าวถึงความคิดสร้างสรรค์มักเข้าใจและมุ่งเน้นไปที่ความคิดริเริ่มซึ่งแท้ที่จริงแล้วความคิดสร้างสรรค์ประกอบด้วยลักษณะความคิดอื่นด้วย มิใช่เพียงแต่ความคิดริเริ่มเพียงอย่างเดียวอย่างไรก็ตาม ความคิดริเริ่มเป็นลักษณะสำคัญที่ทำให้เกิดการเริ่มต้นขึ้น แต่ความสำเร็จของการสร้างสรรค์ก็จำเป็นต้องอาศัยลักษณะความคิดอื่น ๆ ประกอบด้วยเช่น

1. ความคิดคล่องแคล่ว (Fluency) หมายถึง ความสามารถในการคิดตอบสนองต่อสิ่งเร้าให้ได้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้หรือความสามารถคิดหาคำตอบที่เด่นชัดและตรงประเด็นมากที่สุด ซึ่งจะนับปริมาณความคิดที่ไม่ซ้ำกันในเรื่องเดียวกันพุดง่ายๆ คือมองในแง่ปริมาณของผลงาน

2. ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) หมายถึง ความสามารถในการปรับสภาพของความคิดในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้ความคิดยืดหยุ่นเน้นในเรื่องของปริมาณที่เป็นประเภทใหญ่ ๆ ของความคิดแบบคล่องแคล่วเป็นตัวเสริมและเพิ่มคุณภาพของความคิดคล่องแคล่วให้มากขึ้นด้วยการจัดเป็นหมวดหมู่และมีหลักเกณฑ์ยิ่งขึ้น

3. ความคิดริเริ่ม (Originality) หมายถึง ความสามารถคิดแปลกใหม่แตกต่างจากความคิดธรรมดาหรือความคิดง่าย ๆ ความคิดริเริ่มอาจจะเกิดจากการนำเอาความรู้เดิมมาคิดดัดแปลงและประยุกต์ให้เกิดเป็นสิ่งใหม่ขึ้น

4. ความคิดละเอียดลออ (Elaboration) หมายถึง ความสามารถในการมองเห็นรายละเอียดในสิ่งที่คนอื่นมองไม่เห็น และยังรวมถึงการเชื่อมโยงสัมพันธ์ อย่างมีความหมาย นอกจากองค์ประกอบที่ได้กล่าวมาข้างต้นแล้วยังมีองค์ประกอบด้านอื่นที่ช่วยส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์

ทอเรนซ์ (Torrance, 1962 อ้างถึงใน สมใจ สืบเสาะ.(2555)) ได้อธิบายว่าความคิดสร้างสรรค์เป็นกระบวนการบูรณาการประสบการณ์ทั้งหมดที่ผ่านมาเพื่อสร้างรูปแบบใหม่ ความคิดใหม่ หรือผลผลิตใหม่ที่แปลกและต่างไปจากเดิม โดยเสนอองค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์ว่ามี 3 องค์ประกอบดังนี้

1. ความคิดคล่องแคล่วในการคิด (Fluency) หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการคิดหาคำตอบได้อย่างคล่องแคล่วรวดเร็วและสามารถหาคำตอบได้ในปริมาณมากในเวลาจำกัด

2. ความคิดยืดหยุ่นในการคิด (Flexibility) หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการคิดหาคำตอบได้หลายประเภทหลายทิศทาง

3. ความคิดริเริ่ม (Originality) หมายถึง ลักษณะความคิดที่คิดแปลกใหม่แตกต่างจากความคิดธรรมดาและไม่ซ้ำกับความคิดที่มีอยู่ทั่วไป

กิลฟอร์ดและฮอฟเนอร์ (Guilford and Hoepfner, 1971 อ้างถึงใน ปรียาภรณ์ วรรณิกา) องค์กรประกอบของความคิดสร้างสรรค์ต้องมียุทธศาสตร์ประกอบอย่างน้อย 10 องค์กรประกอบ ดังนี้

1. ความคิดริเริ่ม
2. ความคิดคล่องแคล่ว
3. ความคิดยืดหยุ่น
4. ความคิดละเอียดลออ
5. ความไวต่อปัญหา
6. ความสามารถในการให้คำนิยามใหม่
7. ความซึ่มทราบ
8. ความสามารถในการทำนาย
9. การมีอารมณ์ขัน
10. ความมุ่งมั่น

อารี (2527) อธิบายองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ไว้โดยสรุปดังนี้

1. ความคิดริเริ่ม หมายถึง ลักษณะความคิดแปลกใหม่แตกต่างความคิดธรรมดาหรือความคิดง่าย ๆ ความคิดริเริ่มที่เรียกว่า Wild Idia เป็นความคิดที่เป็นประโยชน์ต่อตนเองและสังคม ความคิดริเริ่มเป็นลักษณะความคิดที่เกิดขึ้นเป็นครั้งแรก เป็นความคิดที่จำเป็นต้องอาศัยจินตนาการผสมกับเหตุผลแล้วหาทางทำให้เกิดผลงาน ผู้ที่มีความคิดริเริ่มเป็นคนกล้าคิด กล้าแสดงออก พร้อมทั้งกับทดลอง ทดสอบความคิดนั้นอยู่เสมอ

2. ความคล่องตัว หมายถึง ปริมาณความคิดที่ไม่ซ้ำกันเมื่อตอบปัญหาเรื่องเดียวกันความคล่องในการคิดนี้มีความสำคัญต่อการแก้ปัญหาหลายๆ วิธี และต้องการนำวิธีการเหล่านั้นมาทดลองจนกว่าจะพบวิธีการที่ถูกต้อง

3. ความคิดยืดหยุ่น หมายถึง ประเภท หรือแบบของความคิด แบ่งออกเป็น

3.1 ความคิดยืดหยุ่น ที่เกิดขึ้นทันที เป็นความสามารถในการคิดอย่างอิสระให้ได้คำตอบหลายแนวทางในขณะที่คนทั่วไปจะคิดได้แนวทางเดียว

3.2 ความคิดยืดหยุ่นทางการดัดแปลง เป็นความสามารถในการดัดแปลง ของสิ่งเดียวให้เกิดประโยชน์หลายด้าน

4. ความคิดละเอียดลออ เป็นลักษณะของความพยายามในการใช้ความคิด และประสานความคิดต่าง ๆ เข้าด้วยกันเพื่อให้เกิดความสำเร็จ

องค์กรประกอบของ ความคิดสร้างสรรค์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2016)

1. ความคิดริเริ่ม (Originality) หมายถึง ลักษณะความคิดแปลกใหม่ แตกต่างจากความคิดธรรมดาหรือความคิดง่าย ๆ ความคิดริเริ่ม หรือที่เรียกว่า Wild Idea เป็นความคิดที่เป็นประโยชน์ต่อตนเองและสังคม ความคิดริเริ่ม อาจเกิดจากการนำเอาความรู้เดิมมาคิดดัดแปลงและประยุกต์ให้เกิดเป็นสิ่งใหม่ขึ้น เช่น การคิดประดิษฐ์เครื่องบินได้สำเร็จก็ได้แนวคิดจากการทำเครื่องร่อน เป็นต้น ความคิดริเริ่ม จึงเป็นลักษณะความคิดที่เกิดขึ้นเป็นครั้งแรก เป็นความคิดที่แปลก แตกต่างจากความคิดเดิม และอาจไม่เคยมีใครนึกหรือคิดถึงมาก่อน ความคิดริเริ่มจำต้อง อาศัยลักษณะความกล้าคิด กล้าลองเพื่อทดสอบความคิดของตน บ่อยครั้งที่ความคิดริเริ่ม จำเป็นต้องอาศัยความคิดจินตนาการ คิดเรื่องและคิดฝันจากจินตนาการ หรือที่เรียกว่า เป็นความคิดจินตนาการการประยุกต์ คือไม่ใช่คิดเพียงอย่างเดียว แต่จำเป็นต้องคิดสร้าง และหาทางทำให้เกิดผลงานขึ้น เช่น เคยมีผู้กล่าวว่าคนที่คิดอยากจะทำบินนั้นประหลาด และไม่มีทางเป็นไปได้ แต่ต่อมาพี่น้องตระกูลไรต์ก็สามารถคิดประดิษฐ์เครื่องบินได้สำเร็จ เป็นต้น

2. ความคิดคล่องตัว (Fluency) หมายถึง ปริมาณความคิด มากไม่ซ้ำกันในเรื่องเดียวกัน โดยแบ่งออกเป็น

2.1 ความคิดคล่องแคล่วทางด้าน ถ้อยคำ (Word Fluency) เป็นความสามารถในการใช้ถ้อยคำ อย่างคล่องแคล่วนั่นเอง

2.2 ความคิดคล่องแคล่วทางด้าน การโยงสัมพันธ์ (Associational Fluency) เป็นความสามารถที่จะคิด หาถ้อยคำที่เหมือนกัน หรือคล้ายกัน ได้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้ภายในเวลาที่กำหนด

2.3 ความคล่องแคล่วทางการ แสดงออก (Expressional Fluency) เป็นความสามารถในการใช้ วลีหรือประโยคกล่าวคือ สามารถที่จะนำคำมา เรียงกันอย่างรวดเร็วเพื่อให้ได้ประโยคที่ต้องการ จากการวิจัยพบว่าบุคคล ที่มีความคล่องแคล่วทาง ด้านการแสดงออกสูงจะมี ความคิดสร้างสรรค์สูง

2.4 ความคล่องแคล่วในการคิด (Ideational Fluency) เป็นความสามารถที่จะคิดสิ่งที่ต้องการให้ได้มากในเวลาจำกัด เช่น ให้คิดหาประโยชน์ของก้อนอิฐ มาให้ได้มากที่สุดในเวลา 5 นาที

ความคิดคล่องแคล่วนับว่าเป็น ความสามารถอันดับแรกในการที่ จะพยายามเลือกเฟ้นให้ได้ความคิด ที่ดีและเหมาะสมที่สุด ก่อนอื่นจึง จำเป็นต้องคิด คิดออกมาให้ได้มาก หลาย ๆ อย่างและแตกต่างกัน แล้ว จึงนำเอาความคิดที่ได้ทั้งหมดมา พิจารณา เปรียบเทียบกัน ความคิด ใดเป็นความคิดที่ดีที่สุด และให้ประโยชน์คุ้มค่าที่สุด โดยคำนึงถึง หลักเกณฑ์เรื่องประโยชน์ เวลา การลงทุน ความยากง่าย บุคลากร เป็นต้น

3. ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility)

3.1 ความคิดยืดหยุ่นที่เกิดขึ้นทันที (Spontaneous Flexibility) เป็นความสามารถที่จะพยายามคิดให้ หลากหลายประเภท เช่น คนที่มีความคิด ยืดหยุ่นจะคิดได้ว่าประโยชน์ของก้อนหิน มีหลายประเภท เช่น ก่อสร้าง สร้างสิ่ง ประดิษฐ์การตกแต่ง เป็นต้น ในขณะที่ คนที่ไม่มีความคิดสร้างสรรค์ จะคิดได้ เพียงประเภทเดียว หรือสองประเภทเท่านั้น

3.2 ความคิดยืดหยุ่นทางการ ดัดแปลง (Adaptive Flexibility) ซึ่งมีประโยชน์ต่อการแก้ปัญหา คนที่มีความคิดยืดหยุ่นจะคิดได้ไม่ซ้ำกัน ตัวอย่าง เช่น ในข้อ 1 ในเวลา 5 นาที ท่านลองคิด ว่าท่านสามารถจะใช้หว่านทำอะไรได้บ้าง คำตอบ กระบุง กระจาด ตะกร้า กล่องใส่ ดินสอ กระออมเก็บน้ำ เปล เตียงนอน ตู้ โต๊ะเครื่องแป้ง แก้ว อี แก้วอื่นนอนเล่น โซฟา กระจก ร้อ ชะลอม กรอบรูป กีบเสียบผม ด้ามไม้เทนนิส ด้ามไม้แบดมินตัน เป็นต้น

2.5.2.4.4 กระบวนการเกิดความคิดสร้างสรรค์

Guilford กระบวนการเกิดความคิดสร้างสรรค์ของมีดังนี้

1. ความรู้สึกไวต่อปัญหา หมายถึงบุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์จะมีความสามารถในการจดจำ ปัญหาต่าง ๆ รวมทั้งความสามารถในการเข้าถึงหรือการทำความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งที่เข้าใจผิด สิ่งที่ขาดข้อเท็จจริง สิ่งที่เป็นมโนทัศน์ที่ผิดหรืออุปสรรคต่าง ๆ ที่ยังมีดมนอยู่ ซึ่งพอจะสรุปได้ว่า ความรู้สึกไวต่อปัญหาของบุคคลเป็นสิ่งที่สำคัญที่สุดเพราะบุคคลจะไม่สามารถแก้ปัญหาจนกว่าเขา จะได้ว่า ปัญหาอันนั้นคืออะไร หรืออย่างน้อยเขาจะต้องรู้ว่าเขากำลังประสบปัญหาอยู่

2. ความคล่องในการคิด หมายถึง บุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์จะมีความสามารถในการ ผลิตแนวความคิดจำนวนมากในเวลาอันรวดเร็ว แล้วเลือกแนวความคิดที่ดีที่สุดมาใช้แก้ปัญหา สิ่ง que แสดงลักษณะพิเศษของความคล่องในการคิดนอกจากการผลิตแนวความคิดที่มากมายและ รวดเร็วแล้ว แนวความคิดที่ผลิตขึ้นมาใหม่นั้นควรจะเป็นแนวความคิดที่เปลี่ยนแปลงใหม่ และดีกว่า แนวความคิดที่อยู่ในปัจจุบัน นอกจากนี้ บุคคลที่ได้ชื่อว่ามี ความคล่องในการคิด จะต้องมีความสามารถปรับเปลี่ยนทิศทางในการคิดได้เป็นอย่างดี

3. ความคิดริเริ่ม หมายถึง บุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์จะมีความสามารถในการค้นหาแนวทางใหม่ ๆ หรือวิธีการแปลก ๆ แตกต่างกันออกไปมาใช้ในการแก้ปัญหา ความคิดริเริ่มเป็นสิ่งที่ จำเป็นอย่างยิ่งโดยเฉพาะในวงการธุรกิจ ผู้บริหารจำเป็นที่จะต้องแสวงหาแนวทางใหม่ ๆ มาแก้ปัญหาที่เปลี่ยนแปลงไป นอกจากจะต้องแสวงหาแนวทางใหม่ ๆ แล้ว ยังจำเป็นจะต้องปรับปรุงแนวทางใหม่ ๆ เหล่านี้มาช่วยแก้ไขปัญหาคิดขึ้นในสภาพการณ์ใหม่ ๆ ดังนั้น นักบริหารจำเป็นจะต้องสร้าง “ความคิดริเริ่ม” ให้เกิดขึ้น ที่กล่าวว่าความคิดริเริ่มเป็นสิ่งที่จำเป็นสำหรับนักบริหารในวงการธุรกิจ ก็เนื่องมาจากว่าการประกอบธุรกิจนั้นมีการแข่งขันกันมาก โดยเฉพาะในด้านการผลิตสินค้า ให้เป็นที่

ต้องการของตลาดให้มีความแปลกใหม่คุณภาพดีและราคาถูก ซึ่งความคิดริเริ่มจะช่วย แก้ปัญหาต่าง ๆ เหล่านี้ได้มาก

4. ความยืดหยุ่นในการคิด หมายถึง บุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์จะมีความสามารถในการหาวิธีการหลายๆวิธีมาแก้ไขปัญหาแทนที่จะใช้วิธีการใดวิธีการหนึ่งเพียงวิธีเดียว บุคคลที่มีความ ยืดหยุ่นในการคิดจะจดจำวิธีแก้ปัญหาที่เคยใช้ไม่ได้ผลทั้งนี้ เพื่อที่จะไม่นำมาใช้ซ้ำอีกแล้วพยายาม เลือกหาวิธีการใหม่ที่คิดว่าแก้ปัญหาได้มาแทนซึ่งความยืดหยุ่นในการคิดจะมีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับความคล่องในการคิด

5. แรงจูงใจ หมายถึง บุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์สูงมักมีแรงจูงใจสูง เพราะแรงจูงใจเป็นลักษณะสำคัญของบุคคลในการที่จะแสดงตนว่าเป็นผู้ที่มีความคิดสร้างสรรค์ แรงจูงใจนี้สามารถทำให้บุคคลกล่าวแสดงความพิเศษที่ไม่เหมือนใครออกมาอย่างเต็มที่ หรืออาจจะมากกว่าคนอื่น ๆ บุคคลที่มีแรงจูงใจสูงนี้จะให้ความสนใจในการหาแนวทางแก้ปัญหาด้วยความกระตือรือร้นและสิ่งที ผลักดันให้เกิดความกระตือรือร้น ก็คือ แรงจูงใจเนื่องจากแรงจูงใจเป็นสิ่งที่สำคัญของการเตรียม ปัญหาเราพบว่าความสำเร็จในชีวิตส่วนใหญ่จะขึ้นอยู่กับแรงจูงใจ

2.5.2.4.5 ลักษณะความคิดสร้างสรรค์

ความคิดสร้างสรรค์ คือความสามารถในการค้นคิดริเริ่มสร้างสิ่งใหม่หรือการนำสิ่งที่มีอยู่เดิมมาใช้เพื่อจุดประสงค์และประโยชน์อย่างใหม่ ผู้ที่มีความคิดสร้างสรรค์ จะเป็นผู้ที่มีความสามารถคิดแบบวิเคราะห์ แยกแยะ เปรียบเทียบ และคัดเลือกประสมประสานกับความคิดแบบคาดการณ์ จินตนาการถึงสิ่งใหม่ ๆ

อารี (2537) ได้อธิบายความคิดสร้างสรรค์ใน 3 ลักษณะดังนี้ 1. ลักษณะทางกระบวนการ หมายถึง ความรู้สึกไวต่อปัญหาและสามารถแก้ไขปัญหาดังกล่าวได้อย่างมีขั้นตอนและเป็นระบบและนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในสิ่งใหม่ต่อไป 2. ลักษณะของบุคคลหมายถึงบุคคลที่มีความอยากรู้อยากเห็น กระตือรือร้นกล้าคิด กล้าแสดง มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ มีอารมณ์ขันมีจินตนาการมีความยืดหยุ่นทั้งความคิด และการกระทำและเป็นบุคคลที่มีความสุขกับการทำงานหรือสิ่งที่ตนพอใจไม่หวังผลจากการประเมินภายนอก และ 3. ลักษณะทางผลิตผลหมายถึงคุณภาพของผลงานที่เกิดขึ้น มีตั้งแต่ขั้นต่ำที่แสดงผลที่เกิดจากความพอใจของตนที่จะแสดงซึ่งความคิดและการกระทำจนกระทั่งพัฒนาขึ้นเป็นการฝึกทักษะและค่อยคิดได้เองถึงระดับการคิดค้นพบ ทฤษฎีหลักการและการประดิษฐ์คิดค้นต่าง ๆ โดยการวัดความคิดสร้างสรรค์ไม่ใช่เฉพาะทำให้รู้ถึงระดับความคิดสร้างสรรค์ของเด็กและเป็นข้อมูลสำหรับครูผู้สอนนำไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับเนื้อหา ซึ่งหากเป็น สิ่งที่สอดคล้องกันจะเป็นการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของเด็กให้สูงยิ่งขึ้น และที่สำคัญยังทำให้สกัดกั้นอุปสรรคที่จะส่งผลต่อการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ เพื่อให้เด็กเกิดความคิดสร้างสรรค์ที่สมบูรณ์ยิ่งขึ้น ซึ่งสรุปได้ดังต่อไปนี้

1. สังเกต เป็นการเฝ้าสังเกตพฤติกรรมของบุคคลที่แสดงออกเชิงสร้างสรรค์ โดยเฝ้าดูหรือสังเกตความคิด จินตนาการ เช่น การเฝ้าดูการเล่นของเด็กและการทำกิจกรรม สังเกตจากพฤติกรรมเลียนแบบ ทดลอง ปรับปรุงและตกแต่งสิ่งต่าง ๆ แสดงละคร ใช้คำอธิบาย และบรรยายให้เกิดภาพพจน์ชัดเจน ตลอดจนเล่านิทาน แต่งเรื่องใหม่ เล่นและคิดเกมใหม่ ๆ รวมถึงพฤติกรรมที่แสดงความรู้สึกซาบซึ้งต่อความสวยงาม เป็นต้น นอกจากนี้อาจสังเกตจากพฤติกรรมการทำงานในชีวิตประจำวัน เช่น เล่นเกม การทำการบ้าน การตั้งชื่อแปลก ๆ ลักษณะของความเป็นผู้นำ การสังเกตพฤติกรรมเด็กเล็กสร้างหรือต่อไม้บล็อก

2. วาดภาพ เป็นการให้เด็กฝึกวาดภาพจากสิ่งเร้าที่กำหนดขึ้น เป็นการถ่ายทอดความคิดเชิงสร้างสรรค์ให้ออกมาเป็นรูปธรรมและสื่อความหมายได้ สิ่งเร้าที่กำหนดให้อาจจะมีลักษณะเป็นวงกลมสี่เหลี่ยม แล้วให้เด็กวาดภาพต่อเติมเป็นภาพ

3. รอยหยดหมึก เป็นการให้เด็กได้ดูภาพรอยหมึกแล้วคิดคำตอบเพื่อตอบคำถามจากภาพที่เห็น วิธีการนี้นิยมใช้กับเด็กระดับชั้นประถมศึกษา เนื่องจากอธิบายสิ่งที่เห็นได้เป็นอย่างดีบนจินตนาการของเด็กแต่ละคนที่มีไม่เท่ากัน

4. การเขียนเรียงความและงานศิลปะ เป็นการให้เด็กเขียนเรียงความจากหัวข้อที่กำหนด ประเมินงานศิลปะของนักเรียน โดยมีนักจิตวิทยาที่มีความเห็นสอดคล้องกันว่าเด็กระดับประถมศึกษา มีความสำคัญอย่างยิ่งที่จะต้องปลูกฝังความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งเด็กวัยนี้อาจเป็นจุดวิกฤติของการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ เด็กที่มีความสนใจการเขียนสร้างสรรค์และแสดงออกเชิงสร้างสรรค์ในงานศิลปะจากการศึกษาประวัติบุคคลสำคัญ เช่น นักวิทยาศาสตร์ที่มีชื่อเสียงระดับโลก เช่น นิวตัน ปาสเจอร์ พบว่าบุคคลเหล่านี้มีแววสร้างสรรค์จากการประดิษฐ์คิดค้น ซึ่งเด็กจะสร้างผลงานชิ้นแรกขณะเรียนอยู่ในระดับประถมศึกษา

5. แบบทดสอบ เป็นการให้เด็กทำแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์มาตรฐานซึ่งเป็นผลจากการวิเคราะห์เกี่ยวกับธรรมชาติของความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งแบบทดสอบมีทั้งที่ต้องใช้ภาษาเป็นสื่อการสอน และที่ใช้ภาพเป็นสื่อการสอนเพื่อให้เด็กแสดงออกเชิงสร้างสรรค์ แบบทดสอบจะมีการกำหนดเวลา ซึ่งแบบทดสอบที่ปัจจุบันนิยมใช้กันมากขึ้นคือ แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของกิลฟอร์ด แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของทอแรนซ์

อารี (2544) กล่าวถึงลักษณะความคิดสร้างสรรค์ไว้ 3 ประการ ดังนี้

1. ลักษณะทางกระบวนการคือเป็นกระบวนการคิด และเราสามารถแตกความคิดจากของเดิมไปสู่ความคิดแปลกใหม่ที่ไม่ซ้ำกับของเดิม

2. ลักษณะของบุคคล คือบุคคลที่มีความคิดริเริ่มจะเป็นบุคคลที่มีเอกลักษณ์ของตนเอง เชื่อมมั่นในตนเองกล้าคิด กล้าลอง กล้าแสดงออก ไม่ขลาดกลัวต่อความไม่แน่นอน คลุมเครือแต่เต็มใจและยินดีที่จะเผชิญ และเสี่ยงกับสภาพการณ์ดังกล่าว บุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์จึงเป็นบุคคลที่มี

3. ลักษณะทางผลิตผล ผลงานที่เกิดจากความคิดริเริ่มเป็นงานที่แปลกใหม่ ไม่เคยปรากฏมาก่อน มีคุณค่าต่อตนเองและเป็นประโยชน์ต่อสังคมไทยส่วนรวม คุณค่าของคนจึงมีตั้งแต่ระดับต้นเช่น เป็นผลงานที่เกิดจากความต้องการ การแสดงความคิดอย่างอิสระซึ่งเกิดจากแรงจูงใจของตนเองทำเพื่อสนองความต้องการ ความพอใจของตน โดยไม่คำนึงถึงคุณภาพของงาน และค่อยพัฒนาขึ้นโดยเพิ่มทักษะบางอย่าง ต่อมาจึงเป็นขั้นของงานประดิษฐ์ซึ่งเป็นสิ่งที่คิดค้นใหม่ ไม่ซ้ำใครและจากนั้นก็พัฒนางานประดิษฐ์ให้ดีขึ้นจนเป็นขั้นสูงสุด คืองานที่เกิดจากความคิดสิ่งที่เป็นนามธรรมขั้นสูงสุด เป็นทฤษฎีหรือหลักการใหม่ๆ

อุษณีย์ (2537) ได้สังเคราะห์ประเภทของความคิดสร้างสรรค์ออกเป็น 4 ประเภท ด้วยกัน ดังนี้

1. ความคิดสร้างสรรค์ประเภทการเปลี่ยนแปลง (Innovation) คือ แนวคิดที่เป็นการสร้างสรรค์สิ่งใหม่ขึ้น เช่น ทฤษฎีใหม่ การประดิษฐ์ใหม่ เป็นต้น เป็นการคิดที่เป็นภาพรวมมากกว่าแยกเป็นส่วนย่อย บางครั้งเรียกว่า “นวัตกรรม” ที่เป็นการนำเอาสิ่งประดิษฐ์ใหม่มาใช้ เพื่อให้การดำเนินงานมีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น เช่น การใช้ E-Learning การใช้นาโนเทคโนโลยี เป็นต้น

2. ความคิดสร้างสรรค์ประเภทการสังเคราะห์ (Synthesis) คือ การผสมผสานแนวคิดจากแหล่งต่าง ๆ เข้าด้วยกัน แล้วก่อให้เกิดแนวคิดใหม่อันมีคุณค่า เช่น การนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหาการจราจร การใช้หลักจิตคณิตและหลักทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์มาผสมผสานเป็นคอมพิวเตอร์ซึ่งกลายเป็นศาสตร์อีกสาขาหนึ่ง

3. ความคิดสร้างสรรค์ประเภทต่อเนื่อง (Extension) เป็นการผสมผสานกันระหว่างความคิดสร้างสรรค์ประเภทเปลี่ยนแปลงกับความคิดสร้างสรรค์ประเภทสังเคราะห์ คือ เป็นโครงสร้างหรือกรอบที่ได้กำหนดไว้กว้างๆ แต่ความต่อเนื่องเป็นรายละเอียดที่จำเป็นในการปฏิบัติงานนั้น เช่น การสร้างรถยนต์ หุ่นยนต์ คอมพิวเตอร์ กล้องถ่ายรูป โทรศัพท์มือถือ เป็นต้น จะมีการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องจากต้นแบบเดิม

4. ความคิดสร้างสรรค์ประเภทการลอกเลียน (Duplication) เป็นลักษณะการจำลองหรือลอกเลียนแบบจากความสำเร็จอื่น ๆ อาจจะปรับปรุงเปลี่ยนแปลงให้แปลกไปจากเดิมเพียงเล็กน้อย แต่ส่วนใหญ่ยังคงแบบเดิมอยู่ เช่น เครื่องแต่งกาย บทเพลง ภาพยนตร์ การ์ตูน เครื่องประดับ เป็นต้น

ทวิตต์ดี กล่าวว่า ประเภทของความคิดสร้างสรรค์ ประกอบด้วย

1. ความคิดสร้างสรรค์ประเภทการเปลี่ยนแปลง (Innovation)
2. ความคิดสร้างสรรค์ประเภทการสังเคราะห์ (Synthesis)
3. ความคิดสร้างสรรค์ประเภทการลอกเลียน (Duplication)

นิเวลล์ ชอว์ และซิมป์สัน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2016) ได้อธิบายผลผลิตของความคิดสร้างสรรค์ ดังนี้

1. เป็นผลผลิตที่แปลกใหม่ และมีค่าต่อผู้คิด สังคม และวัฒนธรรม
2. เป็นผลผลิตที่ไม่ได้การคิดดัดแปลงจากยกเล็กผลผลิต หรือความคิดที่มีมาก่อน
3. เป็นผลผลิตซึ่งได้รับการกระตุ้นอย่างสูงและต่อเนื่อง ใช้ความพยายามสูง
4. เป็นผลผลิตที่ได้จากการประมวลปัญหาซึ่งค่อนข้างจะคลุมเครือและไม่แจ่มชัด

ความคิดสร้างสรรค์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2016) สามารถอธิบายได้ 3 ลักษณะ คือ

1. ลักษณะทางกระบวนการ หมายถึง ความรู้สึกไวต่อปัญหาและสามารถแก้ไขปัญหานั้นได้อย่างมีขั้นตอนและเป็นระบบ และนำผลไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในสิ่งใหม่ต่อไป

2. ลักษณะของบุคคล หมายถึง บุคคลที่มีความอยากรู้อยากเห็น กระตือรือร้น กล้าคิด กล้าแสดง มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ มีอารมณ์ขัน มีจินตนาการ และมีความยืดหยุ่น ทั้งความคิดและการกระทำ และเป็นบุคคลที่มีความสุขกับการทำงานหรือสิ่งที่ตนพอใจ และไม่หวังผลจากการประเมินภายนอก

3. ลักษณะทางผลิตผล หมายถึง คุณภาพของผลงานที่เกิดขึ้นมีตั้งแต่ขั้นตำแหน่งแสดงผลที่เกิดจากความพอใจของตนที่จะแสดงออกซึ่งความคิดและการกระทำ จนกระทั่งพัฒนา ขึ้นเป็นการฝึกทักษะ และค่อยๆคิดได้เองจนถึงระดับการคิดค้นพบทฤษฎีหลักการ และการประดิษฐ์คิดค้นต่างๆ

2.5.2.4.6 ระดับของความคิดสร้างสรรค์

ระดับความคิดสร้างสรรค์นั้นส่งผลต่อวิถีคิดเป็นกระบวนการทางสติปัญญาที่เชื่อมโยงความคิดเพื่อสร้างสรรค์สิ่งใหม่หรือแก้ปัญหา ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับเวลา ประสบการณ์และสิ่งแวดล้อม เป็นเครื่องช่วยโดยระดับความคิดสร้างสรรค์นั้นอยู่ในจิตใจของมนุษย์ทุกคน ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น 5 ระดับ ดังนี้ (Tayer, 1964)

ระดับที่ 1 ความคิดสร้างสรรค์ในลักษณะของการแสดงออก (Expressive Creativity) เช่น การวาดภาพอย่างทันทีทันใดของมนุษย์เป็นขั้นที่ แสดงออกทางความคิดอย่างอิสระ

ระดับที่ 2 ความคิดสร้างสรรค์ในลักษณะของผลผลิต (Productive Creativity) เช่น งานทางศิลปะ หรือวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นขั้นที่ได้งานเป็นผลผลิตซึ่งต้องอาศัยทักษะบางประการ

ระดับที่ 3 ความคิดสร้างสรรค์ในลักษณะของการประดิษฐ์ (Inventive Creativity) เป็น ระดับที่ ยากและสำคัญเช่น คิดหาเทคนิควิธีการเกิดการคิดประดิษฐ์ สิ่งต่าง ๆ ที่ไม่เหมือนใคร ผู้สร้างต้องเอาชนะอุปสรรคเพื่อความสำเร็จ

ระดับที่ 4 ความคิดสร้างสรรค์ในลักษณะของนวัตกรรม (Innovative Creativity) คือ มีการปรับปรุงโดยการกำหนดทักษะและการกำหนดกรอบแนวคิด

ระดับที่ 5 ความคิดสร้างสรรค์ในลักษณะของการพัฒนาตามสถานการณ์เฉพาะหน้า (Emergent Native Creativity) คือใช้หลักการใหม่ ๆ ซึ่งนำออกแบบสร้างสรรค์ควรมีความสามารถ ตั้งสมมติฐานเสนอความคิดตั้งทฤษฎีจัดการความคิดและสื่อสารอย่างสร้างสรรค์

ความสำคัญของความคิดสร้างสรรค์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2016) จำแนกได้เป็น 2 ระดับ คือ

1. ระดับบุคคล หมายถึง การตอบสนองความต้องการสร้างสรรค์ของปัจเจกบุคคล ดังที่เฮลลอค (Hurlock 1972 : 319) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ให้ความสุข ความสุขและ ความพอใจ และส่งผลต่อบุคลิกภาพสร้างสรรค์ รู้สึกตื่นเต้น มีความสุข และเกิด ความภาคภูมิใจกับงานสร้างสรรค์ที่ได้สร้างขึ้นอย่างอิสระ ความคิดสร้างสรรค์จึง ส่งเสริมคุณลักษณะที่ดีทั้งทางด้านร่างกาย อารมณ์ จิตใจ สังคมและนิสัยที่ดี ดังนี้

1.1 สนทริยภาพความคิดสร้างสรรค์ ช่วยส่งเสริมให้รักความงาม ชื่นชมกับงาน และภูมิใจกับผลงานของตนที่ได้รับการยอมรับ การชมเชย ทำให้มีทัศนคติที่ดี ได้เรียนรู้ตามความต้องการที่แท้จริงของตนและพัฒนา สนทริยภาพ เข้าใจและยอมรับว่างานทุกอย่างที่สร้างขึ้นมีความหมาย และมีความสำคัญในการส่งเสริมให้รู้จักสังเกต มีความละเอียดลออ ใส่ใจและ ว่องไวในการรับรู้ มีความประณีต มีความแปลกแตกต่างจากสิ่งทีพบเห็น โดยทั่วไป จึงทำให้เพิ่มความสนใจ อยากรู้ อยากเห็น และกระตือรือร้นที่จะเรียนรู้สิ่งรอบ ๆ ตัวอย่างมีชีวิตชีวา

1.2 การผ่อนคลายอารมณ์ การทำงานสร้างสรรค์ช่วยผ่อนคลาย อารมณ์ ความรู้สึก และความต้องการจากการแสดงออกอย่างอิสระด้วย การลงมือปฏิบัติ นำความคิดลงสู่การกระทำและสร้างงานให้เป็นรูปธรรม ลดความกดดัน ความคับข้องใจ และรู้สึกผ่อนคลายอารมณ์

1.3 สร้างนิสัยที่ดีในการทำงาน ในขณะที่ทำงานไม่ว่าจะเป็นการ วาดภาพระบายสี หรืองานอื่น ๆ ได้เรียนรู้และสร้างนิสัยที่ดีในการทำงาน ด้วยการจัดเก็บเครื่องมือ เครื่องใช้ อุปกรณ์วัสดุต่าง ๆ ให้เป็นระเบียบ จัด วางให้อยู่เป็นหมวดหมู่ เป็นต้น

1.4 โอกาสในการเล่นกับความคิด ได้สำรวจ ค้นคว้า ทดลองและลงมือทำกิจกรรมต่าง ๆ อย่างอิสระ ได้ใช้วัสดุ อุปกรณ์ สื่อต่าง ๆ หรือวัสดุเหลือใช้ที่หลากหลายในการสร้างสิ่งใหม่ ๆ ก็จะทำให้เด็กได้ประดิษฐ์ คิดค้นสิ่งต่าง ๆ อันจะเป็นพื้นฐานไปสู่การเป็นนักคิด สร้างสรรค์

2. ระดับสังคม ปัจจุบันสังคมมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วและลับซับซ้อนมากยิ่งขึ้น ความเจริญก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยีการสื่อสารนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงของ องค์กรต่าง ๆ ในสังคม ทำให้เกิดการแข่งขันกันสูง ทุกองค์กรจึงจำเป็นต้องปรับ เปลี่ยนให้ทันกับการเปลี่ยนแปลงของสังคม ความคิดสร้างสรรค์จึงมีความสำคัญ ในระดับสังคม ดังนี้

2.1 เกิดนวัตกรรมใหม่อย่างต่อเนื่องเนื่องความอยู่รอดในโลกของการแข่งขันเสรีทางการค้า จำเป็นต้องอาศัยความคิด สร้างสรรค์ เพราะตลาดเสรีมีการแข่งขันกันสูง เมื่อมีผู้ผลิตสินค้าประเภท

เดียวกัน หลายราย ทำให้สินค้ามีจำนวนมากขึ้น ราคาสินค้าย่อมลดลง ผู้ผลิตสินค้าประเภทเดียวกัน แข่งขัน จึงจำเป็นต้องผลิตสินค้าใหม่ที่ดีกว่าคู่แข่ง ทั้งคุณภาพราคา ประโยชน์ใช้สอย ความสะดวก ความแปลกใหม่ เพื่อให้สินค้าเป็นที่ต้องการสามารถ ดึงดูดใจผู้บริโภคได้มากกว่า ดังนั้น ในโลกของการแข่งขันจำเป็นต้องมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องไม่หยุดยั้ง เทคโนโลยีในปัจจุบันจึงต้องแข่งขันกันในด้านความคิดสร้างสรรค์เพื่อนำไปสู่การ เกิดนวัตกรรมใหม่ๆ ตัวอย่างเช่นการพัฒนาอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับภาพ และเสียงเพื่อใช้ในการติดต่อสื่อสารและเพื่อความบันเทิง ทำให้นักประดิษฐ์ ต้องคิดประดิษฐ์สิ่งใหม่ ๆ เพื่อตอบสนองความต้องการทางด้านการศึกษา และประโยชน์ในการ แข่งขันทางธุรกิจ ในปี ค.ศ. 1877-1982 ได้มีการประดิษฐ์เครื่องเล่นแผ่นเสียง ภาพยนตร์ และโรงภาพยนตร์ พัฒนาเรื่องมาเป็นการส่งกระจายเสียงระบบวิทยุ ระบบวิทยุคลื่นยาว คลื่นสั้น ภาพยนตร์สีเทคนิควิทยุเอเอ็ม จนกระทั่งเคเบิลทีวี และทีวี

2.2 ความปลอดภัยในชีวิตจากการค้นพบวิธีการใหม่ๆ ในการรักษาโรคต่างๆ ทางกายภาพ เช่น การ ผ่าตัดหัวใจ มีความปลอดภัยมากขึ้น ทำให้คนมีชีวิตยืนยาวขึ้น รวมทั้งเทคนิควิธี การใหม่ๆ ในการดูแลผู้ป่วย ทำให้ผู้ป่วยไม่ต้องทนทรมานกับความเจ็บปวดยาวนาน แต่สามารถรักษาอาการโรคให้หายเร็วขึ้น ดังตัวอย่าง ของนักศึกษาแพทย์ชาว อเมริกา ที่คิดวิธีการทำให้ผู้ป่วยเด็กหายป่วยเร็วขึ้นด้วยการเล่นนิทาน การเช็ดหุ่น และการแสดงท่าทางที่ตลกขบขัน ทำให้เด็กที่กำลังป่วยรู้สึกผ่อนคลายและอารมณ์ดี ช่วยให้สภาพร่างกายของคนป่วยคืนสู่สภาพปกติเร็วขึ้น

2.3 สุขภาพอนามัย ความรู้ใหม่ ๆ ในการดูแลตนเองให้มีสุขภาพอนามัยที่ดี ทำให้มนุษย์รู้จักดูแล รักษาร่างกายให้แข็งแรงด้วยการเลือกรับประทานอาหารที่มีประโยชน์ หลีกเลี่ยง อาหารที่เสี่ยงต่อโรคร้ายไข้เจ็บ การออกกำลังกาย การพักผ่อนที่ถูกต้อง การขจัด ความเครียด การสร้างนิสัยที่ดี ในการดูแลตนเองให้มีความสุขระหว่างกายกับ จิต ซึ่งจะนำไปสู่การมีสุขภาพอนามัยที่ดี และใช้ชีวิตอย่างมีความสุข

2.4 วิธีการแก้ปัญหาสังคมจากสภาพปัญหาที่เปลี่ยนแปลงไปจำเป็นต้องคิดหาวิธีแปลกใหม่ หรือความคิดสร้างสรรค์ในการแก้ปัญหาทุกด้าน ทั้งปัญหาทางสังคม เศรษฐกิจ การเมือง การศึกษา เป็นต้น ความคิดสร้างสรรค์ ความคิดใหม่ๆ จึงสามารถแก้ปัญหาให้ สังคมสงบราบรื่น และดำเนินไปอย่างปกติสุข

2.5 ความเจริญก้าวหน้าความคิดสร้างสรรค์นำมาซึ่งความสุข ความเจริญก้าวหน้าของสังคมโลกต่อไป อย่างไม่หยุดยั้ง ยกกระดับความเป็นอยู่ของมนุษย์ให้ดีขึ้น มีความสุข สามารถสร้าง สรรค์สังคมให้เจริญก้าวหน้ายิ่งขึ้น

2.5.2.4.7 ความหมายของนวัตกรรม

นวัตกรรม (Innovation) หมายถึง เมื่อนำความคิดสร้างสรรค์ที่คิดได้ ไปทำให้เป็นจริง และนำมาใช้ประโยชน์ได้ เราเรียกผลงานนั้นว่า “นวัตกรรม (Innovation)” นวัตกรรมเป็นได้ทั้งรูปธรรม เช่น ผลิตภัณฑ์ใหม่ การบริการใหม่ๆ และนวัตกรรมที่เป็นนามธรรม เช่น วิชาเย็บแบบใหม่ ๆ แผนการตลาดใหม่ๆ ระบบและกระบวนการและขั้นตอนการทำงานแบบใหม่ ที่ปรับปรุงให้ดีขึ้น เร็วขึ้น ง่ายขึ้น สะดวกขึ้น จะเป็นเรื่อง เล็กหรือใหญ่ก็เป็นนวัตกรรมเช่นกัน

การศึกษาเรื่องนวัตกรรม (Innovation) ได้มีการ ศึกษาและกล่าวถึงมาเป็นระยะเวลาค่อนข้างนานแล้ว แต่การ ให้คำนิยามหรือความหมายของนวัตกรรม ตลอดจนความ เข้าใจก็ยังมีความแตกต่างกัน ตามมุมมองและภูมิหลังของนัก วิชาการแต่ละคน ซึ่งก็ยังไม่สามารถกำหนดคำนิยามให้เป็นที่ ยอมรับกันทั่วไป (Gopalakrishnan & Bierly, 1997) สำหรับ รากศัพท์ของคำว่า นวัตกรรม (Innovation) นั้นมาจากภาษา ลาตินคำว่า “Innovare” แปลว่า “ทำสิ่งใหม่ขึ้นมา” (สำนักงาน นวัตกรรมแห่งชาติ, 2550)

สำนักงานราชบัณฑิตยสภา (2550) ให้ความหมายว่า นวัตกรรม (อ่านว่า นะ-วัต-ตะ-กัม) เขียน น หนู ว แหวน ไม้หันอากาศ ต เต่า ก ไก่ ร หัน ม ม้า เป็นศัพท์ที่ พจนานุกรม พระเจ้าจอร์จส์เธอ กรม หมื่นนราธิปพงศ์ประพันธ์ ทรงบัญญัติขึ้นให้ตรงกับศัพท์ภาษาอังกฤษว่า innovation (อ่านว่า อิน-โน-เว-ชั่น) คำว่า นวัตกรรม เกิดจากการนำคำว่า นวตา (อ่านว่า นะ-วะ-ตา) ซึ่งแปลว่า ความใหม่ กับคำ ว่า กรม (อ่านว่า กัร-มะ) ซึ่งแปลว่า การกระทำ มาเข้าสมาสกัน แล้วใช้ในความหมายว่า การซ่อมใหม่ การซ่อมแซม เช่น นวัตกรรมในการศึกษา หมายถึง การปรับปรุงแก้ไขระบบการศึกษาปัจจุบัน คำว่า นวัตกรรม มีความหมายกว้างขึ้น หมายถึง สิ่งที่ทำขึ้นใหม่หรือแตกต่างจากเดิมซึ่งอาจจะเป็นความคิด วิธีการ หรืออุปกรณ์ เป็นต้น เช่น การใช้อินเทอร์เน็ตประกอบการสอน ถือเป็นนวัตกรรมทางการศึกษา

อรรถเดช (2008) คำว่า “นวัตกรรม” เป็นคำที่ค่อนข้างจะใหม่ในวงการการศึกษาของไทย คำนี้เป็นศัพท์บัญญัติของคณะกรรมการพิจารณาศัพท์วิชาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ มาจาก ภาษาอังกฤษว่า Innovation มาจากคำกริยาว่า innovate แปลว่า ทำใหม่ เปลี่ยนแปลงให้เกิดสิ่งใหม่ ในภาษาไทยเดิมใช้คำว่า “นวกรรม” ต่อมาพบว่าคำนี้มีหมายคลาดเคลื่อน จึงเปลี่ยนมาใช้คำว่า นวัตกรรม (อ่านว่า นะ วัต ตะ กัม) หมายถึงการนำสิ่งใหม่ๆ เข้ามาเปลี่ยนแปลงเพิ่มเติมจากวิธีการที่ ทำอยู่เดิม เพื่อให้ได้ผลดียิ่งขึ้น ดังนั้นไม่ว่าวงการหรือกิจการใด ๆ ก็ตาม เมื่อมีการนำเอาความ เปลี่ยนแปลงใหม่ๆ เข้ามาใช้เพื่อปรับปรุงงานให้ดีขึ้นกว่าเดิมก็เรียกได้ว่าเป็นนวัตกรรมของวงการ นั้น ๆ เช่นในวงการศึกษาให้นำเอามาใช้ ก็เรียกว่า “นวัตกรรมการศึกษา” (Educational Innovation) สำหรับผู้ที่กระทำ หรือนำความเปลี่ยนแปลงใหม่ ๆ มาใช้นี้ เรียกว่าเป็น “นวัตกรรม”

เนาวินิตย์, สมัครสมร (2563) การสร้างนวัตกรรม หมายถึง ความสามารถของผู้เรียนในการสร้างผลงาน วิธีการ กระบวนการใหม่ หรือองค์ความรู้ใหม่ที่ไม่เคยมีหรือปรากฏมาก่อนหรือเป็นผลงาน วิธีการ กระบวนการที่มีอยู่แล้ว แต่นำมาปรับปรุงหรือพัฒนาและได้ผลดี โดยการวัดด้วยแบบประเมินนวัตกรรมและสรุปผลจากการประเมินนวัตกรรม 3 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านกระบวนการพัฒนานวัตกรรม 2) คุณค่าและประโยชน์ของนวัตกรรม และ 3) ความเป็นนวัตกรรม การสร้างนวัตกรรม คือ สิ่งที่เป็นทั้งรูปธรรมและนามธรรม ซึ่งต้องอาศัยพื้นฐานของ การคิดอย่างเป็นระบบ การคิดเชิงสร้างสรรค์ และการคิดในมิติอื่น ๆ ต้องอาศัยเครื่องมือ หลักการ และการประยุกต์วิธีการ เพื่อพัฒนากระบวนการในการสร้างนวัตกรรม นวัตกรรม แบ่งออกเป็น 3 ระยะ คือ ระยะที่ 1 มีการประดิษฐ์คิดค้น (Innovation) หรือการปรุงแต่งของเก่าให้เหมาะสมกับสมัยใหม่ ระยะที่ 2 พัฒนาการ (Development) มีการทดลองในแหล่งทดลองจัดทำอยู่ในลักษณะของโครงการทดลองปฏิบัติก่อน (Pilot Project) และระยะที่ 3 การนำเอาไปปฏิบัติในสถานการณ์ทั่วไป ซึ่งจัดว่าเป็นนวัตกรรมขั้นสมบูรณ์ โดย ประเภทของนวัตกรรม ได้แบ่งประเภทของนวัตกรรม ดังนี้ 1. นวัตกรรมด้านผลิตภัณฑ์ 2. นวัตกรรมด้านกระบวนการ 3. นวัตกรรมด้านการบริการ 4. นวัตกรรมด้านการตลาด 5. นวัตกรรมด้านการเงิน 6. นวัตกรรมด้านภาษา ศิลปะ และวัฒนธรรม 7. นวัตกรรมด้านการบริหารจัดการ และการปกครอง 8. นวัตกรรมด้านความศรัทธา ความคิด และความเชื่อ เป็นต้น

ทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรม (Creative and Innovation Skills) ทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรมเป็นทักษะหนึ่งในทักษะของผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 (21st Century Skills) ที่ผู้เรียนจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาเพื่อให้สามารถประกอบอาชีพและดำรงชีวิตได้อย่างมีคุณภาพ จัดเป็นทักษะเชิงประยุกต์ (apply skills) ทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรม เป็นความชำนาญหรือความสามารถในการใช้กระบวนการทางความคิดสร้างสรรค์ โดยใช้จินตนาการและการถ่ายทอดใช้ทักษะในการสร้างสิ่งที่มีเอกลักษณ์ ของตน จนทำให้เกิดสิ่งใหม่หรือนวัตกรรมที่ทำขึ้นใหม่หรือพัฒนาขึ้นซึ่งอาจอยู่ในรูปแบบของความคิด วิธีการ การกระทำหรือสิ่งประดิษฐ์ต่างๆ โดยอาจเป็นสิ่งใหม่ทั้งหมดหรือใหม่เพียงบางส่วน และอาจใหม่ในบริบทใดบริบทหนึ่งหรือในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่ง ทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรมมีองค์ประกอบ 3 ประการ ได้แก่ 1. การคิดสร้างสรรค์ (Think Creatively) 2. การทำงานร่วมกับบุคคลอื่นอย่างสร้างสรรค์ (Work Creatively with Others) 3. การสร้างนวัตกรรมให้เกิดผลสำเร็จ (Implement Innovation) การคิดสร้างสรรค์เป็นพื้นฐานของทักษะการสร้างสรรค์ และนวัตกรรม ทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรมมีความคิดสร้างสรรค์ (Creativethinking) เป็นพื้นฐานที่สำคัญ ซึ่งความคิดสร้างสรรค์ คือ ความสามารถในการคิดริเริ่มเพื่อการแก้ปัญหาหรือพัฒนาสิ่งใหม่ขึ้น โดยใช้วิธีการคิดที่หลากหลาย เช่น การคิดคล่อง (Fluency) การคิดยืดหยุ่น (Flexibility) การคิดริเริ่ม (Originality) และการคิดอย่างละเอียดลออ (Elaboration) (มารุต พัฒนาผล, มปป)

จากที่กล่าวมาสรุปได้ว่าการสร้างสรรค์และนวัตกรรม (Creativity and Innovation) จึงเป็นทักษะหนึ่งซึ่งช่วยชี้นำวิธีการสร้างกระบวนการเรียนรู้ที่พัฒนาชีวิตของผู้เรียนให้มีคุณภาพและประสบความสำเร็จเพื่อการดำรงชีวิต โดยความคิดสร้างสรรค์ เป็นความสามารถทางสมองที่คิดได้กว้างไกล หลายทิศทางหรือเรียกว่าลักษณะการคิดนอกเนกนัยหรือความคิดแบบกระจาย (Divergent Thinking) เป็นการคิดสิ่งใหม่ อาจเป็นการคิดต่อยอดและพัฒนาขึ้นให้ดีกว่าต้นฉบับสามารถนำไปสู่การสร้างสิ่งใหม่ ซึ่งประกอบด้วย 1) คิดริเริ่ม Fluency 2) คิดคล่องแคล่ว Flexibility 3) คิดยืดหยุ่น Originality และ 4. คิดละเอียดลออ Elaboration เป็นการคิดแบบเน้นความสามารถในการคิดได้หลายทาง จากสิ่งเร้าที่กำหนดเพื่อค้นหาสิ่งที่จะนำไปสู่การคิดประดิษฐ์แปลกใหม่รวมถึงการคิดค้นพบวิธีการแก้ปัญหาได้สำเร็จ ส่วนนวัตกรรม (Innovation) คือ การนำความคิดสร้างสรรค์ที่คิดได้ ไปทำให้เป็นจริง และนำมาใช้ประโยชน์ได้ ผลผลิตด้านนวัตกรรมประกอบด้วย ผลผลิตทางองค์ความรู้และเทคโนโลยี และสิ่งสร้างสรรค์ ซึ่งนวัตกรรมเป็นได้ทั้งรูปธรรม เช่น ผลิตภัณฑ์ใหม่ การบริการใหม่ ๆ และนวัตกรรมที่เป็นนามธรรม เช่น วิชชาแบบใหม่ๆ แผนการตลาดใหม่ๆ ระบบและกระบวนการ และขั้นตอนการทำงานแบบใหม่ ที่ปรับปรุงให้ดีขึ้น เร็วขึ้น ง่ายขึ้น สะดวกขึ้น จะเป็นเรื่องเล็กหรือใหญ่ก็เป็นนวัตกรรมเช่นกัน กล่าวโดยสรุปคือ ความคิดสร้างสรรค์ (Creativity) เป็นจุดเริ่มต้น ส่วนนวัตกรรม (Innovation) เป็นผล จากการประยุกต์ใช้จินตนาการและการประดิษฐ์ โดยใช้เทคนิคสร้างมุมมองหลากหลายเทคนิค เช่น การระดมความคิด (brainstorming) เพื่อสร้างมุมมองแปลกใหม่ ทั้งที่เป็นการปรับปรุงเล็กน้อยจากของเดิม หรือเป็นหลักการที่แหวกแนวโดยสิ้นเชิง มีการวิเคราะห์และประเมินเพื่อพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับการคิดอย่างสร้างสรรค์ โดยการวัดด้วยแบบประเมินนวัตกรรมและสรุปผลจากการประเมินนวัตกรรม 3 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านกระบวนการพัฒนานวัตกรรม 2) คุณค่าและประโยชน์ของนวัตกรรม และ 3) ความเป็นนวัตกรรม

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สุพรรณพงศ์ และณัฐวี (2555) ได้ทำวิจัยเรื่อง การประยุกต์ใช้เทคนิคความจริงเสริมเพื่อใช้ในการสอนเรื่องพยัญชนะภาษาไทยโดยมีวัตถุประสงค์ของการวิจัยคือ เพื่อพัฒนาระบบที่ประยุกต์ใช้เทคนิคความจริงเสริมเพื่อใช้ในการสอนเรื่องพยัญชนะไทย และหาความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อระบบในการพัฒนาระบบได้ใช้ FLAR Toolkit และภาษา Action script 3.0 ช่วยในการพัฒนาระบบ ซึ่งมีวิธีในการใช้เทคนิคความจริงเสริม (Augmented Reality) โดยการวิเคราะห์ภาพจากแผ่นสัญลักษณ์ (Marker) เพื่อระบุตำแหน่งที่จะแสดงผลบนแผ่นสัญลักษณ์ และทำการแสดงสื่อหรือวัตถุที่กำหนดไว้ให้แสดงผลออกมาผลการวิจัยพบว่าเมื่อนำระบบไปใช้งาน ระบบช่วยให้อาจารย์ผู้สอนมีวิธีการใหม่ ๆ ในการเรียนการสอนเรื่องพยัญชนะไทยเพิ่มขึ้น ผลการประเมินความพึงพอใจที่มีต่อระบบที่พัฒนาขึ้น

อยู่ในระดับดีมาก ซึ่งมากกว่าสมมติฐานที่ตั้งไว้ที่ระดับ ดี โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.57 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.52

ณัฐวี และนพพล (2555) ได้ทำงานวิจัยเรื่องการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีความจริงเสริมเพื่อช่วยในการสอนเรื่องตัวอักษรภาษาอังกฤษ A-Z โดยเป็นนอกรูปแบบและพัฒนาระบบเพื่อช่วยในการสอนเรื่องตัวอักษรภาษาอังกฤษ A-Z โดยใช้เทคโนโลยีความจริงเสริม (Augmented Reality : AR) พัฒนาขึ้นโดยเครื่องมือที่ชื่อว่า FLAR Toolkit ร่วมกับการสร้างโมเดล 3 มิติ เพื่อให้ระบบการสอนมีความน่าสนใจ เข้าใจง่ายและรวดเร็วกับการเรียนแบบโลกเสมือนจริง ผลการประเมินคุณภาพของระบบโดยการใช้แบบสอบถามกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม คือ ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 10 คน และผู้ใช้งานทั่วไปจำนวน 30 คน พบว่าแบบประเมินคุณภาพของระบบสำหรับผู้เชี่ยวชาญ ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.40 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.60 และผลการประเมินคุณภาพของระบบสำหรับผู้ใช้งานทั่วไปได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.81 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.84 สรุปได้ว่าระบบที่ออกแบบและพัฒนาขึ้นมีคุณภาพอยู่ในระดับดี

Gebriel และคณะ (2555) ได้พัฒนานวัตกรรมการเรียนรู้เรื่องระบบสุริยะโดยใช้ Augmented Reality สำหรับเด็กประถมศึกษา ซึ่งเป็นเนื้อหาในวิชาวิทยาศาสตร์ ในการพัฒนาระบบใช้ซอฟต์แวร์ FLAR Toolkit, 3Ds studio max, Photoshop และ ภาษา Action script 3.0 ในการเขียนโปรแกรมควบคุมการแสดงผลของวัตถุ 3 มิติ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองคือนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 40 คน เครื่องมือที่ใช้ประกอบไปด้วยการสัมภาษณ์ และแบบสอบถามที่มีหัวข้อหลัก ๆ ในเรื่องเกี่ยวกับประสิทธิภาพ ประสิทธิภาพ ความง่ายต่อการใช้งาน และการแสดงผลของระบบ พบว่าการใช้ Augmented Reality จะทำให้การเรียนการสอนมีความน่าสนใจ และมีประสิทธิภาพมากขึ้น

เนาวนิตย์ (2556) ได้ทำการศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้เชิงรุกและแนวคิดการเรียนการสอนบนเว็บแบบผสมผสาน เพื่อการออกแบบการศึกษานอกสถานที่เสมือนและส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ ของนักศึกษาครุศาสตร์ ศึกษาศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต โดยมีวัตถุประสงค์ของงานวิจัยครั้งนี้เพื่อศึกษา ผลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้เชิงรุกและแนวคิดการเรียนการสอนบนเว็บแบบผสมผสานเพื่อการออกแบบการศึกษานอกสถานที่เสมือนและส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของนักศึกษาครุศาสตร์ ศึกษาศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิตกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นิสิตสาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาชั้นปีที่ 3-4 ปีการศึกษา 2555 จำนวน 60 คน คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยวิธีการเลือกแบบเจาะจงตามคุณสมบัติที่ได้กำหนดไว้ โดยแบ่งออกเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 30 คน โดยกลุ่มทดลองได้รับการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning) และการเรียนการสอนบนเว็บแบบผสมผสาน (Hybrid Learning) กลุ่มควบคุมได้รับการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้เชิงรับ (Passive Learning) และการ

เรียนการสอนแบบเผชิญหน้า (Face to Face Learning) เครื่องมือที่ใช้ได้แก่ 1. แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ตามแนวคิดของทอแรนซ์ 2. แบบประเมินการออกแบบการศึกษานอกสถานที่เสมือน 3. แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ 4. แบบสอบถามความพึงพอใจในการจัดการเรียนรู้วิเคราะห์ข้อมูล ด้วยค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน การทดสอบค่าที และค่าขนาดอิทธิพล ผลการศึกษาพบว่า 1. กลุ่มทดลองที่เรียนแนวคิดการเรียนรู้เชิงรุกและแนวคิดการเรียนการสอนบนเว็บแบบผสมผสานมีคะแนนความคิดสร้างสรรค์ก่อนและหลังทดลองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .01 2. กลุ่มทดลองที่เรียนแนวคิดการเรียนรู้เชิงรุกและแนวคิดการเรียนการสอนบนเว็บแบบผสมผสานมีคะแนนความคิดสร้างสรรค์แตกต่างกันหลังทดลองกับกลุ่มควบคุมที่เรียนตามแนวคิดการเรียนรู้อิงรับและแนวคิดการเรียนการสอนแบบเผชิญหน้าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ .01 3. กลุ่มทดลองที่เรียนแนวคิดการเรียนรู้เชิงรุกและแนวคิดการเรียนการสอนบนเว็บแบบผสมผสานมีคะแนนการออกแบบการศึกษานอกสถานที่เสมือนก่อนและหลังทดลองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .01 4. กลุ่มทดลองที่เรียนแนวคิดการเรียนรู้เชิงรุกและแนวคิดการเรียนการสอนบนเว็บแบบผสมผสานมีคะแนนการออกแบบการศึกษานอกสถานที่เสมือนแตกต่างกันหลังทดลองกับกลุ่มควบคุมที่เรียนตามแนวคิดการเรียนรู้อิงรับและแนวคิดการเรียนการสอนแบบเผชิญหน้าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ.01 5. กลุ่มทดลองมีความพึงพอใจในกิจกรรมเชิงรุกทั้ง 8 กิจกรรมโดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก โดยได้ค่าเฉลี่ย 4.18 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.68 กิจกรรมที่ได้รับคะแนนเฉลี่ยมากที่สุดได้แก่ กิจกรรมเชิงรุกที่ 4 Focused student journal ค่าเฉลี่ย 4.36 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.58 อยู่ในระดับมากสำหรับกิจกรรมที่ได้รับความพึงพอใจน้อยที่สุดได้แก่ กิจกรรมเชิงรุกที่ 1 One minute paper ค่าเฉลี่ย 3.98 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.75 อยู่ในระดับมาก 6. ค่าขนาดอิทธิพลเป็นไปในทางบวก ได้แก่ คะแนนความคิดสร้างสรรค์มีค่า 1.37 และการออกแบบการศึกษานอกสถานที่เสมือนมีค่า 2.69 ซึ่งแสดงว่าตัวแปรต้นได้แก่ การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงรุกและการเรียนการสอนบนเว็บแบบผสมผสานมีค่าอิทธิพลทางบวกต่อตัวแปรตาม

วิวัฒน์ (2556) ได้ทำวิจัยเรื่อง การพัฒนารูปแบบชุดการเรียนการสอนร่วมกับเทคโนโลยีโลกเสมือนผสมผสานโลกจริง (Augmented Reality) วัตถุประสงค์ของงานวิจัยมี 4 ประการคือ 1) เพื่อศึกษาองค์ประกอบของชุดสื่อการเรียนการสอนร่วมกับเทคโนโลยีโลกเสมือนผสมผสานโลกจริง 2) พัฒนาชุดสื่อการเรียนการสอนด้วยเทคโนโลยีโลกเสมือนผสมผสานโลกจริงตามองค์ประกอบที่ศึกษา 3) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนและหลังเรียนของผู้เรียนที่เรียนด้วยชุดสื่อการเรียนการสอนด้วยเทคโนโลยีโลกเสมือนผสมผสานโลกจริง 4) ศึกษาความคิดเห็นของผู้เรียนที่มีต่อชุดสื่อการเรียนการสอนด้วยเทคโนโลยีโลกเสมือนผสมผสานโลกจริงโดยในการวิจัยผู้วิจัยได้ทำการพัฒนารูปแบบชุดสื่อการเรียนการสอนร่วมกับเทคโนโลยีโลกเสมือนผสมผสานโลกจริงขึ้น โดยผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ ตัวอย่างในงานวิจัยคือนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนวังอิทก จังหวัดพิษณุโลกจำนวน 10 คน

ผลการวิจัยพบว่า รูปแบบชุดสื่อการเรียนการสอนร่วมกับเทคโนโลยีโลกเสมือนผสมผสานโลกจริง อยู่ในเกณฑ์เหมาะสม ซึ่งประกอบด้วย 1) คู่มือครู 2) คู่มือนักเรียน 3) เนื้อหาบทเรียน 4) การทดสอบ 5) สื่อเทคโนโลยีโลกเสมือนผสมผสานโลกจริง 6) การนำเสนอภาพ 3 มิติ 7) รูปแบบของ Marker 8) คุณลักษณะอื่น ๆ ของชุดการเรียนการสอน ผลการพัฒนาชุดสื่อการเรียนการสอนด้วยเทคโนโลยีโลกเสมือนผสมผสานโลกจริงตามองค์ประกอบที่ศึกษา พบว่าผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญอยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด ในทุกองค์ประกอบ ผลของการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่างที่เรียนด้วยชุดการเรียนการสอนร่วมกับเทคโนโลยีโลกเสมือนผสมผสานโลกจริง พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และกลุ่มตัวอย่างมีความคิดเห็นในการเรียนด้วยชุดการเรียนการสอนร่วมกับเทคโนโลยีโลกเสมือนผสมผสานโลกจริงพบว่าผู้เรียนมีความรู้สึกรู้สึกชอบ และน่าสนใจในการเรียน ขณะที่เรียนรู้ผู้เรียนเรียนด้วยความสนุกสนานและเพลิดเพลิน

ชาตรี (2557) ได้ทำการศึกษาเรื่องการประยุกต์ใช้แนวคิดของ Dr.Edward de Bono เพื่อการออกแบบสิ่งพิมพ์ที่น่าสนใจ พบว่า กระบวนการออกแบบสื่อสารไม่ว่าจะเป็นการออกแบบสื่อเก่า สื่อใหม่ หรือแม้แต่สื่อสิ่งพิมพ์สิ่งที่สำคัญที่สุด คือกระบวนการคิดและวางแผน (Pre-production) ซึ่งถือเป็นจุดเริ่มต้นหรือต้นธารแห่งการออกแบบ กระบวนการคิดที่สร้างสรรค์จะต้องเป็นการ กระบวนการคิดที่เป็นระบบ แบบแผน ชัดเจนและตรงประเด็น สามารถตีความจากโจทย์หรือตีโจทย์ ให้แตกจนกลายเป็นแนวความคิด (concept) ที่ดีและถูกใจผู้รับสารและผู้บริโภคกระบวนการคิดของ Dr.Edward de Bono นักจิตวิทยาผู้เชี่ยวชาญด้านความคิดสร้างสรรค์ ผู้มีความเชื่อที่ว่า “ความคิดสร้างสรรค์เป็นทักษะที่พัฒนาได้” เนื่องจากความคิดสร้างสรรค์สามารถเรียนรู้ได้ไม่เกี่ยวข้องกับพรสวรรค์ส่วนตัว ไม่ได้เกิดจากแรงบันดาลใจเพียงอย่างเดียวแต่ความคิดสร้างสรรค์เป็นมากกว่าความคิดที่แตกต่าง ความคิดสร้างสรรค์จำเป็นต้องมีการเพิ่มคุณค่า ส่วนการคิดนอกกรอบเป็นการหนีจากการถูกห้ามเปลี่ยนแนวความคิด การพัฒนาความคิดจะต้องไม่มีความคาดหวังตามแบบเดิม ๆ และมีไม่มีในแบบความคิดของคนทั่วไป นอกจากนี้ Dr.Edward de Bono ยังแบ่งประเภทวิธีคิดไว้ 3 ประเภทได้แก่ 1. การคิดแนวตั้ง 2.การคิดแนวข้าง และ 3. การคิดแนวขนาน ซึ่งเป็น 3 กระบวนการคิดที่สามารถนำไปพัฒนาและประยุกต์ใช้ในกระบวนการคิดเพื่อการออกแบบสิ่งพิมพ์ได้อย่างชาญฉลาด

ปิยะภรณ์ เสกสรร และเพียงเพ็ญ (2557) ได้ทำวิจัยเรื่อง การพัฒนาชุดการเรียนรู้อัจฉริยะร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริง โดยใช้เทคนิคช่วยจำ เพื่อส่งเสริมการอ่าน เรื่องมาตราตัวสะกด สำหรับนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ประชากรที่ใช้ในการวิจัยคือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 25 คน โรงเรียนมัธยมวิทย์วิทยา อำเภอกะบุรี จังหวัดระนอง กลุ่มประชากรที่ใช้ในการทดลอง ได้มาจากวิธีการเจาะจง การวิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้สถิติ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบน ผลการวิจัยพบว่า 1) ชุดการเรียน

เรียนรู้ร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริงที่พัฒนาขึ้น แยกออกเป็นบทเรียนมาตราตัวสะกดจำนวน 8 บท
 2) คุณภาพของชุดการเรียนรู้ร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริง มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับดี $= 4.46$ S.D.=0.49
 3) ผลการศึกษาประสิทธิภาพของชุดการสอนเรียนรู้ร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริง มีค่า $E1/E2$ คือ $80.46/88.67$ เป็นไปตามผลการวิจัยที่คาดหวังไว้คือมากกว่าหรือเท่ากับ $80/80$
 4) ผลการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนพบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $.05$
 5) ผลการศึกษาคความพึงพอใจของนักเรียนมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}=4.68$, S.D. = 0.47) สามารถสรุปได้ว่าการพัฒนาชุดการเรียนรู้ร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริง โดยใช้เทคนิคช่วยจำเพื่อส่งเสริมการอ่าน เรื่องมาตราตัวสะกด สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ที่สร้างขึ้นมีคุณภาพและสามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนได้

สิริชัย (2558) ได้ทำการวิจัยเรื่อง กระบวนการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ในสถาบันการศึกษา ระดับอุดมศึกษาที่มีอัตลักษณ์เชิงสร้างสรรค์ งานวิจัยนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษากระบวนการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ในสถาบันการศึกษาระดับอุดมศึกษาที่มีอัตลักษณ์เชิงสร้างสรรค์ มีลักษณะเป็นงานวิจัยเชิงคุณภาพโดยใช้ทฤษฎีฐานราก ด้วยวิธีการสัมภาษณ์เชิงลึกจากผู้บริหารและผู้เชี่ยวชาญในกลุ่มสาขาวิชา จำนวน 26 คน โดยแบ่งการศึกษาเป็น 4 กลุ่ม สาขาวิชา ได้แก่ 1) กลุ่มสาขาวิชาศิลปะ 2) ศิลปะประยุกต์ 3) มนุษย์ศาสตร์และสังคมศาสตร์ และ 4) วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ผลการศึกษาพบว่ากระบวนการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์มี 5 ขั้นตอน คือ 1) ความรู้ในศาสตร์ 2) การพัฒนาทักษะและทัศนคติ 3) การสร้างความคิด 4) การกลั่นกรองแนวความคิดและ 5) การสร้างอัตลักษณ์ ซึ่งความคิดสร้างสรรค์ถูกสอดแทรกในกระบวนการเรียนการสอนมากขึ้นต่างกัน ปัจจัยสำคัญที่สนับสนุนและส่งผลต่อการเรียนการสอนที่มีการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ คือ ผู้บริหาร อาจารย์ พนักงานสายสนับสนุน เครื่องมือ สภาพแวดล้อมทางการเรียนรู้ รวมถึงบุคลิก ความชอบ และความสนใจของนักศึกษา

ฉันทยา และนงลักษณ์ (2558) ได้ทำวิจัยเรื่อง การสร้างเกมการเรียนรู้สามมิติเพื่อเสริมสร้างทักษะภาษาอังกฤษตามทฤษฎีพหุปัญญาของนักเรียนผ่านเทคโนโลยี Augmented Reality บนอุปกรณ์แท็บเล็ตโดยเป็นการพัฒนาแอปพลิเคชันสื่อการเรียนรู้ภาษาอังกฤษตามแนวคิดพหุปัญญา ด้วยการประยุกต์เทคโนโลยี Augmented Reality (AR) บนอุปกรณ์แท็บเล็ตกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยคือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 10 ที่ศึกษาในโรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ ใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างจากกลุ่มโรงเรียนที่มีการศึกษานำร่องการใช้แท็บเล็ต จำนวน 5 โรงเรียน ด้วยวิธีการสุ่มแบบง่าย โดยใช้กระบวนการออกแบบเพื่อผลิตสื่อการสอนที่สอดคล้องกับพหุปัญญา ได้แก่ 1) ความคิดแรกเริ่มด้วยการรวบรวมข้อมูลกิจกรรมที่สนับสนุนทักษะภาษาอังกฤษตามทฤษฎีพหุปัญญา 2) การจัดระเบียบความคิดให้เป็นแบบแผนด้วยการนำข้อมูลมาวิเคราะห์สรุปผล 3) การทดสอบความคิดอย่างเป็นระบบ ด้วยการพัฒนาชิ้นงานต้นแบบและทดสอบ

เบื้องต้นด้วยการวัดความพึงพอใจในนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 415 คน จาก 5 โรงเรียน และ 4) การประเมินผล ด้วยการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษาด้วยการวัดผลก่อนและหลังเรียน ในนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 62 คน ผลการวิจัยพบว่านักเรียนมีความพึงพอใจต่อสื่อการเรียนรู้ที่อยู่ในระดับมาก ในประเด็น สนุก ชอบ มีความสุข ส่วนระดับความพึงพอใจของครู อยู่ในระดับมากถึงมากที่สุด ในประเด็นความน่าสนใจของสื่อและการประเมินผล คะแนนทดสอบหลังเรียนของกลุ่มทดลองที่เรียนรู้ผ่านแอปพลิเคชันสูงขึ้นไป 9.07 คะแนน มากกว่าคะแนนทดสอบหลังเรียนของกลุ่มควบคุมที่เรียนรู้ผ่านการท่องจำซึ่งสูงขึ้นไป 4.39 คะแนน อย่างมีนัยสำคัญดังนั้นสื่อการเรียนรู้ที่สามารถดึงดูดความสนใจของผู้เรียนจะสามารถเพิ่มประสิทธิภาพของการเรียนรู้ได้ข้อจำกัดของงานวิจัยนี้คือ ครูผู้สอนยังไม่สามารถสร้างสื่อ Augmented Reality ได้ เนื่องจากต้องมีทักษะทางด้าน การเขียนโปรแกรมร่วมด้วย

Danah Henriksen (2014) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับอนาคตของ STEAM : ความคิดสร้างสรรค์ ในแนวทางการสอน STEM อันเป็นเลิศ (Full STEAM Ahead: Creativity in Excellent STEM Teaching Practices) โดยบทความนี้มุ่งศึกษาคุณค่าของความคิดสร้างสรรค์และการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ศิลปะเป็นฐาน (Art based Learning) (STEAM education) โดยใช้ตัวอย่างจากงานวิจัยที่ศึกษาครูประจำชั้นที่มีความคิดสร้างสรรค์และมีประสิทธิภาพ อนาคตของความคิดเชิงนวัตกรรม ในแบบแผนการสอนแบบ STEM ขึ้นอยู่กับการจำแนกความแตกต่างระหว่างแขนงการเรียนรู้แบบเดิมที่เราเรียกว่า แขนงการเรียนรู้เชิงสร้างสรรค์ อาทิเช่น การเรียนรู้ด้านศิลปะและดนตรีและแขนงการเรียนรู้ STEM ที่แต่เดิมถูกมองว่ามีลักษณะที่เคร่งครัด เป็นเชิงคณิตศาสตร์และตรรกะ อาจสังเกตเห็นว่า นักคิดที่ยอดเยี่ยมที่สุดในสาขาเช่นวิทยาศาสตร์หรือคณิตศาสตร์เป็นผู้ที่มีความคิดสร้างสรรค์สูงซึ่งได้รับอิทธิพลอย่างลึกซึ้งจากความสนใจและความรู้เกี่ยวกับดนตรี ศิลปะและแขนงความรู้ที่คล้ายกัน ดังนั้น STEAM เป็นกระบวนการที่สำคัยในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในรูปแบบที่สร้างสรรค์และมีศิลปะ

Maria T. Earle and John E. Wyatt (2014) ได้ทำการศึกษาเรื่อง Preparing to Teach STEM in Middle School using Understanding by Design Framework: Focus on using CAD in Creative Arts ผลการศึกษาพบว่า การพัฒนาหลักสูตรมหาวิทยาลัยที่ออกแบบมาเพื่อการเตรียมการสอนรูปแบบ STEM ในโรงเรียนมัธยมมี วัตถุประสงค์ และวิธีการที่เหมาะสมต่อการสอนรูปแบบ STEM ในโรงเรียนมัธยมในรัฐมิสซิสซิปปี หลักสูตร STEM ที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนประกอบด้วยหน่วยการเรียนรู้ 10 หน่วยการเรียนรู้ เช่น หน่วยการเรียนรู้ที่ชื่อ การสำรวจ CAD ซึ่งอธิบายถึงวิธีการบูรณาการนฤมิตศิลป์ (creative arts)ไว้ในหลักสูตร STEM โดยเป็นการสร้างแบบจำลอง 3 มิติและใช้โปรแกรม CAD นอกจากนี้บทเรียนในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ได้ถูกออกแบบขึ้นโดยใช้กรอบแนวคิด Understanding by Design มีการรวบรวมความคิดเห็นของนักเรียน

โดยข้อคิดเห็นดังกล่าวจะถูกใช้เพื่อเสริมสร้างและปรับปรุงหลักสูตรในอนาคตเพื่อบูรณาการศิลปะในหลักสูตร STEM เป้าหมายสูงสุดคือการสร้างสรรค์ CAD_ART

Teresa L. Larkin (2015) ได้ทำการศึกษาเรื่อง Creativity in STEM Education: Reshaping the Creative Project ผลการศึกษาความสามารถในการสร้างสรรค์ในการศึกษาแบบ STEM ต่อการปฏิรูปผลงานเชิงสร้างสรรค์ การใช้ความสามารถในการสร้างสรรค์ในการประเมินการเรียนรู้ของนักศึกษา ไม่ใช่เรื่องปกติในชั้นเรียน STEM บางครั้งนักศึกษาอาจถูกประเมินในด้านอื่น ๆ แต่ในทางกลับกัน ชั้นเรียน STEM มีความต้องการความสามารถในการสร้างสรรค์และนักคิดนวัตกรรมเป็นอย่างมาก ในขณะที่นักวิทยาศาสตร์และวิศวกรมักรับรู้และตระหนักเกี่ยวกับข้อมูลที่เป็นข้อเท็จจริง ข้อมูลด้านตัวเลขและการคำนวณ แต่ด้านความคิดสร้างสรรค์ก็เป็นสิ่งจำเป็นอย่างมากในการสร้างผลงาน ดังนั้น ความสามารถในการสร้างสรรค์จึงเป็นคุณสมบัติพิเศษของนักวิทยาศาสตร์หรือวิศวกร แต่ในความเป็นจริงคือการใช้ความคิดสร้างสรรค์เมื่อปฏิบัติงาน ใน STEM มักจะถูกมองข้าม ซึ่งในการศึกษานี้ จะนำสิ่งที่ถูกมองข้ามมาใช้ ไม่เพียงแต่นำมาใช้เฉพาะในส่วนของ การรับรู้ แต่ยังอยู่ในหลักสูตร STEM อย่างเป็นทางการด้วย จากการศึกษา ทำให้พบว่าอาจเป็นเพราะเนื่องจากหลักสูตรพื้นฐานที่มีอยู่แล้ว เต็มไปด้วยเนื้อหาวิชาหลักจนแน่น จึงไม่มีคาบสำหรับวิชาที่เน้นความคิดสร้างสรรค์ ดังนั้น ในงานวิจัยนี้ได้นำกลยุทธ์การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ที่ออกแบบมาเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักศึกษาเข้าไปในหลักสูตรวิชาซีพีและวิทยาศาสตร์ทั้งในวิชาหลักและและวิชาอื่น ๆ ซึ่งหลักสูตรที่มีการปรับเปลี่ยนและปรับปรุงจะถูกนำมาใช้เพื่อตอบสนองความต้องการในการศึกษาของมหาวิทยาลัย หลังจากนั้นเป็นการสรุปการเปลี่ยนแปลงหลักสูตรของการใช้ความสามารถในการสร้างสรรค์มาใช้ ขั้นตอนต่อไปคือการประเมินผลการเรียนรู้ในกิจกรรมในเชิงความคิดสร้างสรรค์ที่นำมาใช้ร่วมกัน มีการยกตัวอย่างของผลงานเชิงความคิดสร้างสรรค์ของนักศึกษา มีการนำเสนอผลงานของนักศึกษาเพื่อแสดงให้เห็นถึงการเรียนรู้ของนักศึกษาที่สามารถประเมินได้ งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อแสดงให้เห็นว่ากิจกรรมในเชิงความคิดสร้างสรรค์ สามารถเป็นการประเมินผลทางเลือกใหม่ที่มีประสิทธิภาพและสอดคล้องกับการเรียนรู้ของศึกษา ในการนำมาเปรียบเทียบกับเครื่องมือแบบดั้งเดิม เช่น การให้การบ้าน และการสอบวัดผลคะแนน

รันยา และนางลักษณ์ (2015) ได้ทำการศึกษาเรื่อง การสร้างเกมการเรียนรู้สามมิติเพื่อเสริมสร้างทักษะภาษาอังกฤษตามทฤษฎีพหุปัญญาของนักเรียนผ่านเทคโนโลยี Augmented Reality บนอุปกรณ์แท็บเล็ต เพื่อพัฒนาแอปพลิเคชันสื่อการเรียนรู้ภาษาอังกฤษตามแนวคิดพหุปัญญา ด้วยการประยุกต์เทคโนโลยี Augmented Reality (AR) บนอุปกรณ์แท็บเล็ต กลุ่ม ตัวอย่างในการวิจัยนี้ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ที่ศึกษาในโรงเรียนสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ มีวิธีการในการสุ่มตัวอย่างจากกลุ่มโรงเรียนที่มีการศึกษานำร่องการใช้แท็บเล็ต จำนวน 5 โรงเรียนด้วยวิธีการสุ่มแบบง่าย สำหรับกระบวนการออกแบบเพื่อผลิตสื่อการสอน

ที่สอดคล้องกับทฤษฎีปัญหา ได้แก่ 1) ความคิดแรกเริ่มด้วยการรวบรวมข้อมูลกิจกรรมที่สนับสนุนทักษะภาษาอังกฤษตามทฤษฎีปัญหา 2) การจัดระเบียบความคิดให้เป็นแบบแผนด้วยการนำข้อมูลมาวิเคราะห์สรุปผล 3) การทดสอบความคิดอย่างเป็นระบบ ด้วยการพัฒนาชิ้นงานต้นแบบและทดสอบเบื้องต้นด้วยการวัดความพึงพอใจในนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 415 คนจาก 5 โรงเรียน และ 4) การประเมินผล ด้วยการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษาด้วยการวัดผลก่อนและหลังเรียนในนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 62 คน ผลการศึกษา พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนรู้ในระดับมาก ในประเด็นสนุกชอบ มีความสุข ส่วนครูมีความพึงพอใจในระดับมาก-มากที่สุด ในประเด็นความน่าสนใจของ

สื่อและการประเมินผล คะแนนทดสอบหลังเรียนของกลุ่มทดลองที่เรียนรู้ผ่านแอปพลิเคชันสูงขึ้น 9.07 คะแนน ดังนั้น สื่อการเรียนรู้ที่สามารถดึงดูดความสนใจของผู้เรียนจะสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนรู้ได้

ณพงศ์ (2559) ได้ทำการวิจัยเรื่องการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาในสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน เพื่อเสริมสร้างทักษะความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อพัฒนาและศึกษาผลการใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา ในสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านเพื่อเสริมสร้างทักษะความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 จำนวน 30 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ รูปแบบการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาในสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน ระบบบริหาร จัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาในสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน แบบประเมินทักษะความคิด สร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี แบบประเมินผลงานสร้างสรรค์นวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และแบบประเมินความพึงพอใจ ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง 10 สัปดาห์ ผลการวิจัยพบว่า 1. รูปแบบการเรียนการสอนฯ ประกอบด้วย 6 องค์ประกอบหลัก คือ 1) วัตถุประสงค์ของรูปแบบ 2) กิจกรรมการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา 3) สภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบ ห้องเรียนกลับด้าน 4) ฐานการเสริมศักยภาพการเรียนรู้ 5) บริบทการเรียนรู้ (ผู้เรียน ผู้สอน เนื้อหาแบบ ปฏิสัมพันธ์) และ 6) การประเมินผลงานสร้างสรรค์นวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2. กิจกรรมการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาในสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นกำหนดแนวคิดที่ท้าทาย (Identify a Challenge) 2) ขั้นสำรวจแนวคิดที่เกี่ยวข้อง (Explore Ideas) 3) ขั้นวางแผนและพัฒนา (Plan and Develop) 4) ขั้นทดสอบและประเมินผล (Test and Evaluate) 5) ขั้นนำเสนอผลงานสร้างสรรค์ (Present The Solution) 6) ขั้นปรับปรุงผลงาน (Revise) 3. ระบบบริหารจัดการการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาใน

สภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับ ด้าน ประกอบด้วย 7 โมดูลหลัก คือ โมดูลบริหารจัดการ เรียนรู้ โมดูลนำเสนอเนื้อหาเพิ่มเติม โมดูลกิจกรรม การเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา โมดูลฐานการเสริม ศักยภาพการเรียนรู้ โมดูลการแลกเปลี่ยนไฟล์ผ่านคลาวด์ เทคโนโลยี โมดูลการติดต่อสื่อสารผ่าน คลาวด์เทคโนโลยีและโมดูลประเมินผลการเรียนรู้

นัฐยา และพงษ์ศักดิ์ (2559) ได้ทำการวิจัยเรื่องการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นโดยการจัดการเรียนรู้แบบระดมสมอง การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โดยการจัดการเรียนรู้แบบระดมสมอง 2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์

ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นโดยการจัดการเรียนรู้แบบ ระดมสมอง กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่กำลังศึกษาในภาค เรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 โรงเรียนจอมทอง อำเภอจอมทอง จังหวัดเชียงใหม่ โดยวิธีการสุ่ม ตัวอย่างแบบเป็นกลุ่ม จำนวน 36 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 1) แผนการจัดการ เรียนรู้แบบระดมสมอง เรื่อง อาหารและสารเสพติด 2) แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ที่มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.76 และ 3) แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ที่มีค่าความ เชื่อมั่นเท่ากับ 0.82 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและการ ทดสอบค่าทีแบบสองกลุ่มที่มีความสัมพันธ์กัน ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบระดมสมอง มีค่าเฉลี่ยความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 4 ด้าน ได้แก่ ความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่มและความคิดละเอียดลออหลังเรียนสูงกว่าก่อน เรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 2) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบระดมสมอง มีค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติที่ระดับ .01

สมศักดิ์ (2559) ได้ทำการวิจัยเรื่อง รูปแบบการเรียนรู้จินตวิศกรรมทางวิทยาศาสตร์ด้วย เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อการรู้สะเต็ม พบว่า 1) รูปแบบการเรียนรู้จินตวิศกรรมทาง วิทยาศาสตร์ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อพัฒนาการรู้สะเต็ม มี 6 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1 จินตนาการ ขั้นที่ 2 ศึกษาและวิจัย ขั้นที่ 3 ออกแบบ ขั้นที่ 4 พัฒนา ขั้นที่ 5 นำเสนอและขั้นที่ 6 ประเมิน องค์ประกอบของรูปแบบการเรียนรู้จินตวิศกรรมทางวิทยาศาสตร์ด้วยเทคโนโลยีความเป็น จริงเสริม ประกอบด้วย ครูนักเรียน เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แหล่งทรัพยากรการเรียนรู้ สภาพแวดล้อมการเรียนรู้และ เนื้อหาสาระ 2) ผลการเปรียบเทียบผลการประเมินความสามารถการรู้ สะเต็มของนักเรียนก่อนและหลังเรียน พบว่า นักเรียนทั้งสามกลุ่มมีความสามารถการรู้สะเต็มสูงกว่า ก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 3) ผลการเปรียบเทียบผลการประเมินคุณลักษณะการ รู้สะเต็มของนักเรียนก่อนและหลังเรียน พบว่า นักเรียนทั้งสามกลุ่มมีคุณลักษณะการรู้สะเต็มสูงกว่า

ก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 4) ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนและหลังเรียน พบว่า นักเรียนทั้งสามกลุ่มมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 5) ผลการเปรียบเทียบความสามารถการรู้สละเต็มของนักเรียน 1 พบว่า 1. นักเรียนทั้งสามกลุ่มแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนรู้อินติวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเปรียบเทียบกับนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนรู้อินติวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์พบว่า มีความสามารถในการรู้สละเต็มที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 โดยนักเรียน ที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนรู้อินติวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมมีความสามารถในการรู้สละเต็มสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนรู้อินติวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์และเมื่อเปรียบเทียบกับนักเรียนที่เรียนด้วยการเรียนการสอนแบบปกติ พบว่ามีความสามารถในการรู้สละเต็มที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 โดยนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนรู้อินติวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมมีความสามารถในการรู้สละเต็มสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการเรียนการสอนแบบปกติ 6) ผลการเปรียบเทียบคุณลักษณะการรู้สละเต็มของนักเรียน พบว่านักเรียนทั้งสามกลุ่มแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนรู้อินติวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เปรียบเทียบกับนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนรู้อินติวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์พบว่า มีคุณลักษณะการรู้สละเต็มที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 โดยนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนรู้อินติวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมมีคุณลักษณะการรู้สละเต็มสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนรู้อินติวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์และเมื่อเปรียบเทียบกับนักเรียนที่เรียนด้วยการเรียนการสอนแบบปกติ พบว่ามีคุณลักษณะการรู้สละเต็มที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 โดยนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนรู้อินติวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมมีคุณลักษณะการรู้สละเต็มสูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการเรียนการสอนแบบปกติ 7) ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน พบว่านักเรียนทั้งสามกลุ่มแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ 8) ผลการศึกษาคุณภาพโครงการของนักเรียนจากการใช้รูปแบบการเรียนรู้อินติวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อพัฒนาการรู้สละเต็ม พบว่า นักเรียนสามารถสร้างโครงการอยู่ในระดับดี 9) การประเมินรับรองรูปแบบการเรียนรู้อินติวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อพัฒนาการรู้สละเต็ม พบว่า มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุดสามารถสรุปได้ว่า รูปแบบการเรียนรู้อินติวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อพัฒนาการรู้สละเต็มที่พัฒนาขึ้นมีความเหมาะสมมากที่สุด

อนุมาศ และเฉลิมชัย (2560) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีโลกเสมือนผสมผสานโลกจริง (Augmented Reality: AR) เพื่อพัฒนาสื่อการเรียนรู้อินติวัตกรรมคอมพิวเตอร์ เพื่อพัฒนา

ระบบที่ประยุกต์ใช้เทคโนโลยีโลกเสมือนผสมผสานโลกจริงเพื่อใช้ในการเรียนรู้เรื่องฮาร์ดแวร์คอมพิวเตอร์ และหาความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อระบบ โดยระบบที่พัฒนาขึ้นจะช่วยให้อาจารย์ผู้สอนมีรูปแบบในการเรียนการสอนที่ทันสมัย ดึงดูดใจผู้เรียน ในการพัฒนาระบบได้นำเอาเทคโนโลยีโลกเสมือนผสมผสานโลกจริง (Augmented Reality) มาประยุกต์ใช้ในการพัฒนาระบบ เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาระบบ ประกอบด้วยโปรแกรม Blender เพื่อสร้างโมเดล 3 มิติโปรแกรม Unity 3D และโปรแกรม Vuforia ผลการพัฒนาและประเมินความพึงพอใจด้วยแบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อระบบจากผู้เชี่ยวชาญ 5 คน และอาจารย์ผู้สอน 20 คน จากคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยนอร์ทกรุงเทพ พบว่า ค่าเฉลี่ยความพึงพอใจที่มีต่อระบบจากผู้เชี่ยวชาญอยู่ในระดับ ดีมาก โดยมีค่าเฉลี่ยความพึงพอใจ 4.33 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.06 ในส่วนของอาจารย์ผู้สอนค่าเฉลี่ยความพึงพอใจที่มีต่อระบบอยู่ในระดับดีมาก โดยมีค่าเฉลี่ยความพึงพอใจ 4.46 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.03 ซึ่งสามารถสรุปได้ว่าสื่อการเรียนรู้ช่วยกระตุ้นความสนใจและเพิ่มความเข้าใจให้แก่ผู้เรียนตอบสนองการเรียนรู้ของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี

Lucinda Presley, Becky Carroll และ Rob Gorbet (2016) ได้ทำการศึกษาเรื่อง It Lives! A STEAM-based In-Class Workshop for Promotion of Creative and Innovation Thinking โดยมีผลการศึกษาดังนี้ ข้อมูล เทคโนโลยี รวมถึงนวัตกรรมและทักษะความคิดเชิงสร้างสรรค์ ได้กลายเป็นสิ่งสำคัญของการศึกษาในยุคโลกาภิวัตน์ It Lives! Project คือ รูปแบบที่นำมาใช้ในการพัฒนาการเรียนการสอนและการทดสอบในชั้นเรียน ซึ่งเป็นหลักสูตรที่ตอบสนองต่อความต้องการให้เกิดทักษะการคิดในนักเรียนทั้งหมดที่ทำการศึกษา โดยการบูรณาการประสบการณ์เรียนรู้ทั้งอย่างเป็นทางการและไม่เป็นทางการ ในการศึกษาใช้วิธีการเรียนการสอนในชั้นเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (problem-based) และ hands-on learning (เป็นการเรียนรู้โดยปฏิบัติจริง เน้นให้ผู้เรียนฝึกการคิดเชื่อมโยงกับการปฏิบัติ) และการบูรณาการศิลปะกับการ STEAM ในการออกแบบการวิจัยนี้ การดำเนินการศึกษาจะต้องได้รับความร่วมมือจากครูผู้สอนในชั้นเรียน เพื่อให้หลักสูตรที่ใช้มีความสอดคล้องกับหลักสูตรพื้นฐาน ในการวิจัยนี้จะอธิบายถึงการ workshop ในชั้นเรียนและผลลัพธ์ที่ได้จากการศึกษาแบบนำร่อง ในชั้นเรียน จำนวน 3 ห้องเรียน โดยมีกลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนเกรด 5 ถึงเกรด 8 ในประเทศสหรัฐอเมริกาและแคนาดา ผลการศึกษาพบว่าการใช้ STEAM ในชั้นเรียน ทำให้นักเรียนมีส่วนร่วมเพิ่มมากขึ้น และส่งผลในเชิงบวก โดยเฉพาะความสามารถในการเชื่อมโยงศิลปะและความคิดสร้างสรรค์ เพื่อแก้ปัญหาทางวิศวกรรม ซึ่งเป็นวิธีการที่มีความสะดวกและเชื่อถือได้ที่สามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหาได้ และมีความสำคัญในการทำงานร่วมกัน

ธรรมจรรยา และจรินทร์ (2016) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาบทเรียนการตูนมัลติมีเดีย โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบ STEM Education ในรายวิชา คอมพิวเตอร์ สำหรับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 กรณีศึกษา โรงเรียนวัดจันทาราม (ตั้งตรงจิตร 5) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาบทเรียนการตูนมัลติมีเดีย โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบ STEM Education ในรายวิชา คอมพิวเตอร์ สำหรับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 กรณีศึกษา โรงเรียนวัดจันทาราม (ตั้งตรงจิตร) เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนมัลติมีเดียและเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยบทเรียนการตูนมัลติมีเดีย โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบ STEM Education ประชากรนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 30 คน คัดเลือกโดยแบบเฉพาะเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ บทเรียนการตูนมัลติมีเดีย โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบ STEM Education แบบทดสอบความรู้ แบบประเมินคุณภาพบทเรียนการตูน

มัลติมีเดีย โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบ STEM Education แบบสอบถามความพึงพอใจ ผลการวิจัยพบว่า 1) บทเรียนการตูนมัลติมีเดีย โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบ STEM Education มีองค์ประกอบด้านเนื้อหาและด้านเทคนิค คุณภาพบทเรียนอยู่ในระดับดีมาก 2) ประสิทธิภาพของบทเรียน ด้วยบทเรียนการตูนมัลติมีเดีย โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบ STEM Education อยู่ตามเกณฑ์ที่กำหนด 85.11/80.67 3) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียน มีคะแนนหลังเรียนเพิ่มขึ้นกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 4) กลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจต่อบทเรียนการตูนมัลติมีเดีย โดยอยู่ในระดับดีมาก

Ayse Tugba, Sandra Bonorden Nite, Robert M. Capraro และ Mary Margaret Capraro (2016) ได้ทำการศึกษาเรื่อง From STEM to STEAM: Students' Beliefs About the Use of Their Creativity ผลการศึกษาพบว่า การพัฒนาจาก STEM สู่ STEAM: ความเชื่อของนักเรียนเกี่ยวกับการใช้ความคิดสร้างสรรค์ เพื่อให้ประสบความสำเร็จในอาชีพสาย STEM การมีความรู้และทักษะด้าน STEM เพียงอย่างเดียวนั้นไม่เพียงพอ ทักษะประการหนึ่งที่จำเป็นต้องมีคือความคิดสร้างสรรค์ ดังนั้นจึงได้มีการบูรณาการทักษะด้านศิลปะเข้าสู่แบบแผนการเรียนรู้แบบ STEM และนำไปสู่การออกแบบการจัดการเรียนการสอนที่เรียกว่า STEM ตัวอย่างสภาพแวดล้อมการเรียนการสอนอย่างไม่เป็นทางการโดยใช้รูปแบบการสอนแบบ STEAM คือการจัดค่ายภาคฤดูร้อน โดยในการศึกษาครั้งนี้ได้ศึกษาการใช้ความคิดสร้างสรรค์ในวิชาที่ใช้การเรียนรู้ผ่านโครงงานของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาเพื่อศึกษาถึงความเชื่อของนักเรียนเกี่ยวกับการใช้ศิลปะในกิจกรรม STEM

Ali Bicer, Sandra B. Nite, Robert M. Capraro, Luciana R. Barroso, Mary M. Capraro, and Yujin Lee (2017) ได้ทำการวิจัยเรื่อง Moving from STEM to STEAM: The Effects of Informal STEM Learning on Students' Creativity and Problem Solving Skills with 3D Printing ผลการวิจัยจาก STEM สู่ STEAM: ผลของการจัดการเรียนการสอนรูปแบบ STEM ต่อความคิดสร้างสรรค์และทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนด้วยการพิมพ์ 3 มิติ เป็นการสร้างแบบจำลอง

ด้วยโปรแกรมการออกแบบโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วย (CAD) สามมิติเพื่อออกแบบและพิมพ์ผลิตภัณฑ์สามมิติเป็นแนวทางที่สามารถช่วยพัฒนาทักษะของนักเรียนได้หลายด้าน อาทิเช่น ทักษะการสร้างภาพข้อมูลเชิงพื้นที่ (spatial visualization skills) ทักษะความคิดสร้างสรรค์และทักษะการแก้ปัญหาที่ผ่านมาโปรแกรม 3D CAD จึงได้ถูกใช้เป็นเครื่องมือในการสอนในห้องเรียนระดับมัธยมศึกษาตั้งแต่ต้นยุค 2000 โปรแกรมนี้เริ่มถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลายเนื่องจากความสามารถของโปรแกรมที่เพิ่มขึ้นในแง่ของแนวคิดเชิงนวัตกรรม ได้แก่ ความสามารถในการพิมพ์ 3 มิติ มีต่อผลสัมฤทธิ์ในการเรียนรู้ของนักเรียน ทักษะการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ยังคงมีอยู่อย่างจำกัด มุ่งศึกษาผลของการใช้โปรแกรม 3D CAD และการพิมพ์ 3 มิติต่อการรับรู้ของนักเรียนในความต้องการความคิดสร้างสรรค์เมื่อต้องแก้ปัญหาซึ่งอาจต้องเผชิญในอาชีพ ผลการวิจัยพบว่ามีผู้เข้าร่วมการศึกษาจำนวน 95 คน เป็นนักเรียนระดับมัธยมศึกษาที่เข้าร่วมค่ายภาคฤดูร้อนที่ใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบ STEM ระยะเวลาการเข้าร่วม 2 สัปดาห์ในค่ายที่มหาวิทยาลัยจัดขึ้น ค่ายดังกล่าวตั้งอยู่ที่รัฐเท็กซัสทางตอนกลางในปี 2016 ผลการศึกษาบ่งชี้ว่านักเรียนที่เข้าร่วมในการเรียนการสอนโดยใช้โปรแกรม 3D CAD และการพิมพ์มีการรับรู้เกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์และทักษะการแก้ปัญหาที่ดีขึ้น ($p < .01$) ผลการศึกษานี้ให้ผลที่น่าพึงพอใจ โดยพบขนาดผลกระทบการรับรู้ของนักเรียนเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์และทักษะการแก้ปัญหาในการสอนแบบ STEM ซึ่งดูได้จากค่า Cohen's d effect sizes อยู่ที่ $d = 0.61$ และ $d = 0.66$ ตามลำดับ นักเรียนที่เข้าร่วมในการเรียนรู้แบบ STEM อย่างไม่เป็นการและเข้าร่วมในการเรียนรู้ในโครงการ 3 มิติบ่งชี้ว่าความคิดสร้างสรรค์เป็นทักษะที่จำเป็นในการเรียนรู้แบบ STEM และมีความจำเป็นต่อการเรียนรู้ด้านวิศวกรรม โดยเฉพาะ นอกจากนี้ยังบ่งชี้ว่าทักษะในการแก้ปัญหาที่มีความสำคัญต่อนักเรียนความสำเร็จในการเข้าสู่อาชีพที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนแบบ STEM ดังนั้นครูที่ต้องการเพิ่มความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนควรมุ่งไปที่ความสามารถด้าน STEM จึงควรบูรณาการกิจกรรมในชั้นเรียนที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และทักษะการแก้ปัญหาในขณะเดียวกันก็ต้องให้นักเรียนเข้าร่วมในกิจกรรมอย่างกระตือรือร้นด้วย

พจนศิริพันธ์ (2560) ได้ทำการวิจัยเรื่องเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมส่งเสริมความคงทนในการจำคำศัพท์ภาษาอังกฤษ เพื่อออกแบบเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสอนคำศัพท์ภาษาอังกฤษ และเพื่อศึกษาความคงทนในการจำคำศัพท์ภาษาอังกฤษจากการใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม การดำเนินวิจัยระยะที่ 1 การออกแบบและพัฒนาเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสอนคำศัพท์ภาษาอังกฤษ และระยะที่ 2 การศึกษาความคงทนในการจำคำศัพท์ภาษาอังกฤษจากเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ประชากรในการศึกษาครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นอนุบาล 3 โรงเรียนอนุบาลกิตติยา อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม จำนวน 5 ห้อง กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นอนุบาล 3 โรงเรียนอนุบาลกิตติยา อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม จำนวน 1 ห้องได้มาโดยการเลือกแบบสุ่มอย่างง่าย (Simple Random

Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 1) เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสอนคำศัพท์ภาษาอังกฤษ 2) แบบประเมินคุณภาพเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสอนคำศัพท์ภาษาอังกฤษและ 3) แบบทดสอบคำศัพท์ภาษาอังกฤษ ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลจากการออกแบบ ได้ผลลัพธ์ 3 อย่าง ประกอบด้วย 1.1) บัตรคำศัพท์ที่มีภาพตรงตามความหมายของ 1.2) โมเดลคำศัพท์ภาษาอังกฤษในรูปแบบ 3 มิติ ที่มีการเคลื่อนไหว 1.3) แอปพลิเคชันบนแอนดรอยด์เมื่อใช้งานผ่านแอปพลิเคชัน AR Word มีการแสดงผลคำศัพท์ด้วยโมเดล 3 มิติ ที่เคลื่อนไหวโต้ตอบกับผู้เรียนและมีเสียงอ่านคำศัพท์นั้น

จิรากร (2561) ได้ทำการวิจัยเรื่องการพัฒนาแอปพลิเคชันด้วยเทคโนโลยี Augmented Reality เรื่องหน่วยความจำและหน่วยสำรองข้อมูล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง มีวัตถุประสงค์เพื่อ ศึกษาความความคิดเห็นและความพึงพอใจที่มีต่อการใช้แอปพลิเคชันด้วยเทคโนโลยี Augmented Reality เรื่องหน่วยความจำและหน่วยสำรองข้อมูล เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ 1) แอปพลิเคชันด้วยเทคโนโลยี Augmented Reality เรื่องหน่วยความจำและหน่วยสำรองข้อมูล และ 2) แบบสอบถามความพึงพอใจ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัยพบว่า การนำแอปพลิเคชันด้วยเทคโนโลยี Augmented Reality เรื่องหน่วยความจำและหน่วยสำรองข้อมูล มาใช้ในการเรียนการสอนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 2 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง พบว่ามีความพึงพอใจโดยรวมต่อการใช้งานแอปพลิเคชันอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.25$) เพราะแอปพลิเคชันสามารถใช้งานได้ง่าย สามารถสร้างแรงจูงใจให้กับนักเรียนได้เป็นอย่างดี มีภาพสามมิติที่ทำให้นักเรียนเกิดความสนใจอยากจะเรียนรู้ ก่อให้เกิดความชอบ มีเจตคติที่ดีต่อการเรียนรวมกับการนำเทคโนโลยี Augmented Reality เข้ามาใช้เป็นสื่อการเรียนการสอน ซึ่งยังเป็นสิ่งใหม่สำหรับนักเรียน จึงทำให้นักเรียนได้รับประสบการณ์และสนุกสนานกับการเรียนรู้

ถนอมขวัญ และปิยรัตน์ (2562) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่อง พันธะเคมีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 เพื่อพัฒนาชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่องพันธะเคมีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เพื่อส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษาให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 65/65 และศึกษาคะแนนพัฒนาการ (Gain score) ของนักเรียน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปี การศึกษา 2561 โรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดใหญ่พิเศษ กรุงเทพมหานคร จำนวน 1 ห้องเรียนจำนวน 20 คน ที่ได้มาจากการเลือกตัวอย่างแบบเจาะจง (purposive selection) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย ชุดกิจกรรมตามกิจกรรมสะเต็มศึกษา แบบประเมินคุณภาพของชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษา แบบวัดทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมในศตวรรษที่ 21 ด้านความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม ผลการศึกษาพบว่า 1.1) ชุดกิจกรรมด้านความเหมาะสม

ขององค์ประกอบ (IOC) ของชุดกิจกรรม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.13 ด้านความสอดคล้องขององค์ประกอบ (IOC) ของชุดกิจกรรม มีค่าเท่ากับ 0.68 1.2) ชุดกิจกรรมสะเต็มศึกษามีประสิทธิภาพ E1/E2 เท่ากับ 70.64/ 65.10 สูงกว่า เกณฑ์ที่กำหนดไว้ 65/65 และ 1.3) นักเรียนมีค่าคะแนนพัฒนาการเพิ่มขึ้นเฉลี่ยเท่ากับ ร้อยละ 12.19

สมรค์ สกกรัซต์ และสิทธิพร (2562) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ผลของการใช้แนวคิดสะเต็มศึกษา ในวิชาชีววิทยาที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาระดับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลังการจัดการเรียนการสอนชีววิทยาตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ระหว่างก่อนและหลังเรียน ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดใหญ่พิเศษในกรุงเทพมหานคร การวิจัยเชิงทดลองเบื้องต้นครั้งนี้มีรูปแบบ การวิจัยแบบกลุ่มเดียวทดสอบก่อนและหลังเรียน มีการเก็บข้อมูลความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียน และเก็บข้อมูลผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาหลังเรียน เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ แบบประเมินความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์เชิงปฏิบัติการ และแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนชีววิทยาตามแนวคิดสะเต็มศึกษา มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนในระดับดีขึ้น มีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียนไม่แตกต่างกัน และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาหลังเรียนในระดับปานกลาง

สุชิตา และดวงกมล (2017) ได้ทำการศึกษาเรื่องการนำเทคโนโลยีสื่อเสมือนจริง มาใช้ประกอบสื่อการเรียนรู้บนเทคโนโลยีการประมวลผลแบบก้อนเมฆ พบว่า ปัจจุบันสื่อการเรียนรู้มีจำนวนเพิ่มมากขึ้นและมีความหลากหลาย แต่สื่อบางชนิดอาจไม่สามารถตอบสนองต่อความต้องการของผู้ใช้ได้อย่างครบถ้วน ดังนั้นจึงมีแนวคิดที่จะนำเทคโนโลยีสื่อเสมือนจริง (Augmented Reality) ใช้ประกอบเป็นสื่อการเรียนรู้แล้วนำเทคโนโลยีการประมวลผลแบบก้อนเมฆ (Cloud Computing) มาเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้งานสะดวกยิ่งขึ้น โดยการนำเอาสื่อเสมือนจริง (Augmented Reality) จัดเก็บไว้ในเทคโนโลยีการประมวลผลแบบก้อนเมฆ (Cloudcomputing) ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนสามารถที่จะเรียนรู้ด้วยตนเองและเกิดความสะดวกรวดเร็วยิ่งขึ้น ส่งผลให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

บทที่ 3

วิธีดำเนินงานวิจัย

การวิจัย เรื่อง ระบบการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อเพิ่มพูนความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูมิภาคตะวันตก ครั้งนี้เป็นการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) ผู้วิจัยได้แบ่งวิธีการดำเนินการวิจัยออกเป็น 5 ระยะ ตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย ดังนี้

ระยะที่ 1 ศึกษาและสังเคราะห์กรอบแนวคิดระบบการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อเพิ่มพูนความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูมิภาคตะวันตก

ระยะที่ 2 พัฒนาระบบการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อเพิ่มพูนความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูมิภาคตะวันตก

ระยะที่ 3 พัฒนาโมเดลการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อเพิ่มพูนความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูมิภาคตะวันตก

ระยะที่ 4 ศึกษาผลการใช้ระบบการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อเพิ่มพูนความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูมิภาคตะวันตก

ระยะที่ 5 ประเมินรับรองโมเดลการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อเพิ่มพูนความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูมิภาคตะวันตก

3.1 ระยะที่ 1 ศึกษาและสังเคราะห์กรอบแนวคิดระบบการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อเพิ่มพูนความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูมิภาคตะวันตก

การศึกษาและสังเคราะห์กรอบแนวคิดระบบการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อเพิ่มพูนความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับนักศึกษาระดับ

ปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูมิภาควิศวกรรมและการศึกษา ค้นคว้า วิเคราะห์และสังเคราะห์ ข้อมูล เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบรูปแบบการจัดการเรียนรู้

3.1.1 วิธีดำเนินการวิจัยระยะที่ 1

ขั้นตอนที่ 1. ศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับ แนวคิด ทฤษฎีเอกสารที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาศึกษาและสังเคราะห์กรอบแนวคิดการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วย เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อเพิ่มพูนความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับนักศึกษาระดับ ปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูมิภาควิศวกรรมและการศึกษา ในวัตถุประสงค์ข้อที่ 1 ผู้วิจัยได้ดำเนินการ ศึกษา วิเคราะห์ และสังเคราะห์แนวทางในการจัดการเรียนออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริง เสริม จากเอกสาร บทความทางวิชาการ และบทความวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศที่เกี่ยวข้อง โดยมีการดำเนินการตามขั้นตอนเพื่อกำหนดกรอบแนวคิดโดยมีการลำดับเนื้อหาดังต่อไปนี้ การศึกษา ศึกษาแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง (Review Literature) ที่เกี่ยวข้องกับ สะเต็มศึกษา (STEM Education) กระบวนการทำงานออกแบบกราฟิก (Graphic Design Workflow)สะเต็มศึกษา (STEAM Education) การเรียนรู้แบบเปิด (Massive Open Online Course)เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (Augmented Reality) ความคิดสร้างสรรค์ (Creative) และ นวัตกรรม (Innovation) และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1.1 วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้เพื่อการสังเคราะห์กรอบแนวคิดการจัดการเรียนอิง

สะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อเพิ่มพูนความคิดสร้างสรรค์และ นวัตกรรมสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูมิภาควิศวกรรมและการศึกษา โดยมีการลำดับ เนื้อหาดังต่อไปนี้

1.1.1 การจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา (STEM Education) และสะเต็มศึกษา (STEM Education) โดยนำหลักการที่สอดคล้องกันมาใช้ในการสังเคราะห์กรอบแนวคิดระบบการจัดการ เรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อเพิ่มพูนความคิดสร้างสรรค์และ นวัตกรรมสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูมิภาควิศวกรรมและการศึกษา รายละเอียดการ วิเคราะห์และสังเคราะห์ ขั้นตอนจัดการเรียนรู้การจัดการจัดการสะเต็มศึกษา แสดงในตารางที่ 3-1

ตารางที่ 3-1 การสังเคราะห์กระบวนการเรียนรู้สะเต็มศึกษา

ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้บูรณาการ STEM Education	STEM EDUCATION THAILAND (2014)	KRISTEN BILLIAR (2014)	สสวท. (2559)	Sirinapa Kijkuakul (2015)	Parichart Prasertsang (2016)	National STEM Education Center: NSEC (2016)	peradech jantom (2017)	Parichart Prasertsang, Nathawoot Pimkhalee (2017)	Pinyo Wongthong (2019)	สสวท (2559)	ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้บูรณาการ STEM สำหรับงานวิจัย
ระบุปัญหา/นวัตกรรมที่ต้องการพัฒนา	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
เชื่อมโยงความรู้/รวบรวมข้อมูล	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหาหรือพัฒนานวัตกรรม	✓	✓	✓	✓		✓	✓		✓	✓	✓
พัฒนาผลงาน		✓		✓							✓
ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือนวัตกรรม	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓
นำเสนอและหารือเกี่ยวกับข้อค้นพบ		✓		✓							
นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือผลการพัฒนานวัตกรรม	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓

จากตารางที่ 3-1 การสังเคราะห์ผู้วิจัยสามารถสรุปขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้บูรณาการ STEAM Education สามารถสรุปได้ดังนี้ 1. ระบุปัญหา 2. รวบรวมข้อมูลและแนว คิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา 3. ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา 4. วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา 5. ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน และ 6. นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน

3.1.2 การสังเคราะห์กระบวนการทำงานออกแบบกราฟิก

ตารางที่ 3-2 การสังเคราะห์กระบวนการทำงานออกแบบกราฟิก (Graphic Design Workflow)

Graphic Design Workflow	กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (2553)	Utumporn Amornchantanakorn (2558)	อนันท์ วาโตะ (2558)	กระบวนการทำงานออกแบบกราฟิก สำหรับงานวิจัย
Program Analysis	✓	✓	✓	
Conceptual Design	✓	✓	✓	
Case Study	✓	✓	✓	
Preliminary Design	✓	✓	✓	
Design	✓	✓	✓	
Final Files)			✓	

จากตารางที่ 3-2 สามารถสรุปหารสังเคราะห์กระบวนการทำงานออกแบบกราฟิก (Graphic Design Workflow) ได้ดังนี้

1. วิเคราะห์แยกสิ่งที่ต้องการให้คนอื่นรับรู้ รวบรวมว่าเกี่ยวข้อง (Structure)
2. สร้างแนวความคิดหลักในการออกแบบให้ได้ (Conceptual Design)
3. ศึกษาจากงานหรือตัวอย่างที่มีอยู่แล้ว (Case study)
4. ออกแบบร่าง (Preliminary Design)
5. ออกแบบจริง (Design)

3.1.3 การสังเคราะห์กระบวนการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อเพิ่มพูนความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูมิภาคตะวันตก

ตารางที่ 3-3 การสังเคราะห์กระบวนการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมฯ

กระบวนการทำงาน ออกแบบกราฟิก	การเรียนรู้สะเต็มศึกษา	สะเต็มศึกษา
1) วิเคราะห์ (Program Analysis)	1) วิเคราะห์และระบุปัญหา	1) ระบุปัญหาในชีวิตจริง/ นวัตกรรมที่ต้องการพัฒนา
2) สร้างแนวความคิดหลัก (Conceptual Design)	2) รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง	2) รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง
3) ศึกษาจากตัวอย่าง (Case Study)	3) ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา ศึกษา งานจากตัวอย่าง	3) ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา
4) ออกแบบร่าง (Preliminary Design)	4) วางแผนและดำเนินการออกแบบ ร่างละการแก้ปัญหา	4) วางแผนและดำเนินการ แก้ปัญหา
5) ออกแบบจริง (Design)	5) ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุง	5) ทดสอบ ประเมินผล และ ปรับปรุง (Engineering)
	6) นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการ แก้ปัญหา หรือผลการพัฒนา นวัตกรรม หรือชิ้นงาน	6) นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผล การแก้ปัญหา หรือผลการพัฒนา นวัตกรรม

จากตารางที่ 3-3 สังเคราะห์ผู้วิจัยสามารถสรุปกระบวนการทำงานออกแบบกราฟิกที่สามารถนำมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้บูรณาการ STEAM Education สามารถสรุปได้ว่า กระบวนการเรียนรู้สะเต็มศึกษาเพื่อเพิ่มพูนความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับนักศึกษาประกอบด้วย

1. วิเคราะห์และระบุปัญหา (Analyze and Problem identification)
2. สรุปแนวคิด (Conceptual Design)
3. ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design)
4. วางแผนและพัฒนานวัตกรรม (Planning and Development Innovations)

5. ทดสอบ (Testing) ประกอบด้วย

6. นำเสนอผลการพัฒนานวัตกรรม (Innovations Presentation)

3.1.4 วิเคราะห์และสังเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาแนวคิด ทฤษฎีเกี่ยวกับเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อที่จะนำองค์ประกอบและรูปแบบการใช้งานเทคโนโลยีมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอน

3.1.4.1 ประเภทของเทคโนโลยี Augmented Reality ซึ่งได้จากการวิเคราะห์และสังเคราะห์จากเอกสารงานวิจัย ดังนี้

ตารางที่ 3-4 ประเภทของเทคโนโลยี Augmented Reality ซึ่งได้จากการวิเคราะห์และสังเคราะห์จากเอกสารงานวิจัยได้ดังนี้

ประเภทของเทคโนโลยี Augmented Reality	พินิตา ตันศิริ (2553)	รักษพล, 2555	วิวัฒน์ มีสุวรรณ (2558)	วิลาศ สมทิทธิอุทธา (2559)	สุรพล บุญลือ (2012)	ศูนย์วิทยาศาสตร์ฮาลาล จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (สำนักงานปัตตานี)	Akharaphon Panpradab (2016)	พจนศิริรินทร์ ลิ้มปิ่นนันทน์ (2560)	วัลย์ภรณ์ ช่างคิด และ วันทวิภา ฉันทะจำรัสศิลป์ (มปป.)	ปวงรุตม์ พงศ์พัฒนานนท์ (2563)	เทคโนโลยี Augmented Reality สำหรับงานวิจัย
Image based	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Location - Based		✓	✓	✓	✓				✓	✓	
Markerless										✓	
2-D AR system			✓								✓
3-D AR system	✓		✓		✓	✓	✓	✓	✓		
Panoramic 360 AR	✓					✓	✓	✓	✓		✓

จากตารางที่ 3-4 การสังเคราะห์ประเภทของเทคโนโลยี Augmented Reality ซึ่งได้จากการวิเคราะห์และสังเคราะห์จากเอกสารงานวิจัย สามารถสรุปได้ดังนี้ 1. Marker - based (AR) 2. 2-D AR System และ 3. Panoramic 360

3.1.4.2 องค์ประกอบหลักของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมซึ่งได้จากการวิเคราะห์และสังเคราะห์จากเอกสารงานวิจัย

ตารางที่ 3-5 องค์ประกอบหลักของโลกเสมือนผสมผสานโลกจริง

องค์ประกอบหลักของโลกเสมือนผสมผสานโลกจริง (กระบวนการทำงาน AR)	บียูซ สมบัติมาก (2008)	พินดา ตันศิริ.(2553)	วัลย์ภรณ์ ช่างคิด และ วันทวิรา ฉันทะจำรัสศิลป์ (มปป.)	จิราภรณ์ ปกรณ์ 2561	ศูนย์เทคโนโลยีการศึกษา (2018)	ชลิตา อุผลเจริญ (2558)	กระบวนการทำงาน ของAugmented Reality สำหรับงานวิจัย
Marker / Markup/ Sensor	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
กล้องวิดีโอ/กล้องเว็บแคม/กล้องโทรศัพท์มือถือ /ตัวจับ Sensor	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
ส่วนแสดงผล	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
ซอฟต์แวร์/ส่วนประมวลผลระบบ/ประมวลผลเพื่อสร้างวัตถุ	✓	✓	✓	✓	✓		✓
บทบาทของเทคโนโลยีโลกเสมือนผสมผสานโลกจริง		✓					

จากตารางที่ 3-5 องค์ประกอบหลักของโลกเสมือนผสมผสานโลกจริงสามารถสรุปองค์ประกอบได้ดังนี้ 1. มาร์คเกอร์ (Marker) หรือเรียกว่ามาร์คอัป (Markup) หรือเออาร์โค้ด (AR-Code) 2. ตัวจับสัญญาณภาพ (Eye) 3. ซอฟต์แวร์ในส่วนการประมวลผล (AR Engine) และ 4. ส่วนแสดงผล Display หรือจอแสดงผล

3.1.4.3 วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาแนวคิด ทฤษฎีเกี่ยวกับหลักการเรียนรู้ออนไลน์แบบเปิด ความสามารถของระบบในการจัดการรายวิชา Massive Open Online Course (MOOC) ซึ่งได้จากการวิเคราะห์และสังเคราะห์จากเอกสารงานวิจัยได้ดังนี้

ตารางที่ 3-6 ความสามารถของระบบในการจัดการรายวิชา Massive Open Online Course (MOOC)

ความสามารถของระบบในการจัดการรายวิชา Massive Open Online Course (MOOC)	ณัฐภัทร ดิณเวส และรุภาพิณี ธรรมเมธา. (2559).	Yousef, A. F., Chatti, M. A., Schroeder, U., & Wosnitza, M.	Daradoumis, T., Bassi, R., Xhafa, F., & Caballe, S. (2013).	Xiao, F., & Bens, P. (2016).	Kaushik, A. d., & Kumar, A. (2017).	Iniesto, F., & Rodrigo, C. (2016).
ด้านการบริหารจัดการ	✓				✓	✓
ด้านการออกแบบการเรียนการสอน	✓	✓	✓	✓	✓	✓
ด้านการพัฒนา	✓	✓	✓	✓	✓	✓
ด้านการนำไปใช้	✓	✓	✓		✓	
ด้านการประเมิน	✓	✓	✓	✓	✓	✓

จากตารางที่ 3-6 ความสามารถของระบบในการจัดการรายวิชา Massive Open Online Course (MOOC) ประกอบด้วย 1. ด้านการบริหารจัดการ 2. ด้านการออกแบบการเรียนการสอน 3. ด้านการพัฒนา และ 4. ด้านการนำไปใช้และ ด้านการประเมิน

ตารางที่ 3-7 องค์ประกอบของรายวิชา Massive Open Online Course (MOOC)

องค์ประกอบของรายวิชา Massive Open Online Course (MOOC)	สำนักพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (2014)	พิมพ์ชนก สิริพงษ์ทักษิณ (2015)	ณัฐพร ดิณเวส (2558)	Titima Thumbung (2015)	ภิกขวิน รุ่งเรขา (2557)	ศิริระศักดิ์ ทัศนดี (2557)	กษัตริ์พัฒน์ สุมนสพงศ์ (2015)	องค์ประกอบของรายวิชา MOOC สำหรับงานวิจัย
วิดีโอ	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
เอกสารประกอบออนไลน์	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓
การสนทนา แลกเปลี่ยนความคิดเห็น	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
กิจกรรมออนไลน์ต่าง ๆ	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
การประเมินผลการเรียน	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓
การทดสอบความเข้าใจ	✓		✓	✓		✓	✓	✓
เอกสารรับรองผลการเรียน (Certificate หากมีจะเสียค่าใช้จ่าย)		✓			✓			
คู่มือการเรียน (Study guide/syllabus)		✓						

จากตารางที่ 3-7 องค์ประกอบของรายวิชา Massive Open Online Course (MOOC) หลักการเรียนรู้ออนไลน์แบบเปิด องค์ประกอบของรายวิชา Massive Open Online Course (MOOC) ซึ่งได้จากการวิเคราะห์และสังเคราะห์จากเอกสารงานวิจัยได้ดังนี้ 1) วิดีโอแบบสั้น ๆ หลาย ๆ ชุด 2) เอกสารประกอบออนไลน์ 3) การปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนและผู้สอน 4) กิจกรรมออนไลน์ 5) การประเมินผลการเรียน 6) การทดสอบความเข้าใจ

3.1.4.4 ความคิดสร้างสรรค์ (Creativity) และ นวัตกรรม (Innovation) ตัวแปรตามที่เกิดจากระบบการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมฯ Guilford (อ้างถึงใน อาร์, 2537), Torrance (อ้างถึงใน สมใจ สืบเสาะ, 2555), (ศศิมา สุขสว่าง, มปป.), (Kim, Y., Park, N., 2012), (Billiar, K., Hubelbank, J., Oliva, T., and Camesano, T., 2014), (วิจารณ์พานิช, 2555) ความคิดสร้างสรรค์ (Creativity) ประกอบด้วย 1. Fluency 2. Flexibility 3. Originality และ 4. Elaboration และ นวัตกรรม (Innovation) ผลงานนวัตกรรม จากการศึกษา

และสังเคราะห์เอกสารและงานวิจัยโดย (Salavou and Avlonitis, 2008), (Brad, 2009), (Li et al., 2009), (Xiang et al., 2013), (Brooks, Gyorke, and Morrill, 2013), (Tripunovski, Nikolovski and Vasileva, 2014), (Chang, 2015) และ (Weyrauch and Herstatt, 2016) สามารถสรุปองค์ประกอบของผลงานนวัตกรรมสำหรับงานวิจัยได้ดังนี้ 1. เป็นสิ่งใหม่ / เป็นเอกลักษณ์ 2. การแก้ไขปัญหาตามวัตถุประสงค์ 3. ความเป็นไปได้ในการใช้งาน 4. การออกแบบ/การใช้ความรู้ 5. ง่ายต่อการใช้งาน 6. ความคุ้มค่า/ประโยชน์ในเชิงเศรษฐกิจ 7. การใช้ทรัพย์สินทางปัญญา 8. เทคโนโลยีทันสมัย

ตารางที่ 3-8 การสังเคราะห์แบบวัดความคิดสร้างสรรค์มาตรฐานทั้งนอกและในประเทศไทย

แบบทดสอบ มาตรฐาน	วัตถุประสงค์ประกอบ				แบบทดสอบ					ระดับผู้สอบ
	ความคิดตลอดตัว	ความคิดยืดหยุ่น	ความคิดริเริ่ม	ความคิดละเอียด	จัดบรรยากาศ	จำกัดเวลา	แบบภาษา	แบบภาพ	เวลา (นาที)	
Guilford and Christensen (1972)	✓	-	✓	-	✓	-	7	4	110	มัธยม-ผู้ใหญ่
Torrance (1966)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	7	3	100	อนุบาล-อุดมศึกษา
Wallach and Kogan (1965)	✓	-	✓	-	-	-	6	2	275	ทุกระดับ
Jellen and Urban (1984)	✓	✓	✓	✓	✓	-	7	1	12	ทุกระดับ
ไสว เลี่ยมแก้ว (2514)	✓	-	✓	-	-	-	3	2	125	ประถมศึกษา
ไพรัตน์ วงษ์นาม (2523)	✓	✓	✓	-	-	✓	6	6	440	มัธยมศึกษา
อารี รังสินนท์ (2526)	✓	-	✓	✓	-	-	-	3	30	ทุกระดับ

ที่มา : อภิชาติ เนินพรหม, 2559

จากตารางที่ 3-8 แบบทดสอบความสามารถทางการคิดสร้างสรรค์ในด้านการคิดสร้างสรรค์วัดได้จาก 4 ลักษณะการคิดได้แก่ ความคิดริเริ่ม ความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่นและความคิดละเอียดลออ

ตารางที่ 3-9 การวิเคราะห์และสังเคราะห์เกี่ยวกับองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์

นักจิตวิทยาและผู้เชี่ยวชาญ/ องค์ประกอบ	Guilford อ้างถึงใน อาร์ พินด์มึน, (1967)	Torrance (อ้างถึง ใน สมใจ สืบเสาะ, 2555)	สุวิทย์ มูลคำ (2547)	อารี รุ่งสัมพันธ์ (2527)	องค์ประกอบของ ความคิดสร้างสรรค์ ของผู้วิจัย
ความคิดคล่องตัว(Fluency)	✓	✓	✓	✓	✓
ความคิดยืดหยุ่นหรือความคิดยืดหยุ่นใน การคิด (Flexibility)	✓	✓	✓	✓	✓
ความคิดริเริ่ม (Originality)	✓	✓	✓	✓	✓
ความคิดละเอียดลออ (Elaboration)	✓		✓	✓	✓

จากตารางที่ 3-9 การสังเคราะห์องค์ประกอบของ องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์สามารถสรุปองค์ประกอบได้ดังนี้ 1. ความคิดคล่องตัว 2.ความคิดยืดหยุ่น 3. ความคิดริเริ่ม 4.ความคิดละเอียดลออ

ตารางที่ 3-10 สั้งเคราะห์องค์ประกอบของผลงานนวัตกรรม

งานวิจัย	องค์ประกอบของผลงานนวัตกรรม	Salavou and Avlonitis (2008)	Brad (2009)	Xiang et al (2013)	Brooks, Gyorke, and Morrill (2013)	Tripunovski, Nikolovski and Vasileva (2014)	Weyrauch and Herstatt (2016)	สมนึก เอื้อจิระพงษ์พันธ์ (2553)	ชลิต กังวาราวุฒิ (2557)	ธัญรัตน์ ลีนฤชี (2558)	พิมพ์พัชร พรสวรรค์ (2561)	ศิริพงษ์ เพ็ยศิริ	บรรเจิด ยอดศิริ (2562)	องค์ประกอบของผลงานนวัตกรรมสำหรับงานวิจัย
เป็นสิ่งใหม่ / เป็นเอกลักษณ์		✓		✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
การแก้ไขปัญหาตามวัตถุประสงค์		✓	✓	✓	✓	✓	✓				✓			✓
ประสิทธิภาพ		✓		✓	✓	✓	✓				✓			
ความเป็นไปได้ในการใช้งาน		✓		✓	✓		✓		✓		✓			✓
การออกแบบ/การใช้ความรู้			✓					✓	✓	✓		✓	✓	✓
ง่ายต่อการใช้งาน			✓				✓							
ความคุ้มค่า/ประโยชน์ในเชิงเศรษฐกิจ			✓			✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	
การใช้ทรัพย์สินทางปัญญา									✓					
เทคโนโลยีทันสมัย		✓							✓					✓

จากตารางที่ 3-10 สามารถสรุปองค์ประกอบของผลงานนวัตกรรม จากการศึกษาและสังเคราะห์เอกสารและงานวิจัยโดย (Salavou and Avlonitis, 2008), (Brad, 2009), (Xiang et al., 2013), (Brooks, Gyorke, and Morrill, 2013), (Tripunovski, Nikolovski and Vasileva, 2014), และ (Weyrauch and Herstatt, 2016), (สมนึก เอื้อจิระพงษ์พันธ์, 2553), (ชลิต กังวาราวุฒิ (2557), (ธัญรัตน์ ลีนฤชี, 2558), (พิมพ์พัชร พรสวรรค์, 2561), (ศิริพงษ์ เพ็ยศิริ,), บรรเจิด ยอดศิริ, 2562) สามารถสรุปองค์ประกอบของผลงานนวัตกรรมสำหรับงานวิจัยได้ดังนี้ 1. สิ่งใหม่และเป็นเอกลักษณ์ 2. การแก้ไขปัญหาตามวัตถุประสงค์ 3. การออกแบบ 4. มีความเป็นไปได้ในการใช้งาน และ 5. เทคโนโลยีทันสมัย

3.1.4.5 ตรวจสอบผลการสังเคราะห์กรอบแนวคิดของโมเดลการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อเพิ่มพูนความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูมิภาคตะวันตก โดยอาจารย์ที่ปรึกษา

ขั้นตอนที่ 2 การศึกษาสภาพแวดล้อมหรือบริบทการจัดการเรียนรู้ในปัจจุบันจากผู้ที่เกี่ยวข้องโดย การสัมภาษณ์ผู้สอนและนักศึกษา

3.1.4.6 ศึกษาผู้สอน เพื่อวิเคราะห์ความต้องการจำเป็นและแนวทางการจัดการเรียนการสอนของนักศึกษาระดับปริญญาตรี ด้วยวิธีการสอบถามผู้สอนโดยการสัมภาษณ์และสอบถามความคิดเห็นอาจารย์ผู้สอนจำนวน 7 ท่าน ด้วยวิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) พิจารณาจากความเชี่ยวชาญในการใช้เทคโนโลยีในการจัดการเรียนการสอน การจัดการเรียนการสอนที่มีการบูรณาการการจัดการกิจกรรมสะเต็มศึกษา โดยมีประสบการณ์ไม่น้อยกว่า 3 ปี

3.1.4.7 สัมภาษณ์อาจารย์ผู้สอนโดยการกำหนดหัวข้อการสัมภาษณ์จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยสัมภาษณ์ในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยหรือองค์ประกอบของกระบวนการจัดการเรียนแบบออนไลน์ การจัดการกิจกรรมแบบสะเต็มหรือสะเต็มศึกษา การใช้เทคโนโลยีประกอบการจัดการเรียนการสอน ทรัพยากรการเรียนรู้ สิ่งแวดล้อมการเรียนรู้ และ เนื้อหาสาระการเรียนรู้ โดยมีรายละเอียดการสัมภาษณ์ดังต่อไปนี้

3.1.4.7.1 ประเด็นสัมภาษณ์เกี่ยวกับบริบทของผู้สอน เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการจัดการเรียนการสอนแบบออนไลน์ ความพร้อมของผู้สอนในส่วนของความรู้ ธรรมชาติของผู้สอน เพื่อให้ผู้สอนได้จัดเตรียมการสอน สื่อหรือนวัตกรรม สำหรับดำเนินการจัดการเรียนรู้แก่ผู้เรียนสามารถชี้แจงได้ดังนี้

1. ผู้สอนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการเรียนการสอนแบบเปิด หรือ MOOC หรือไม่ เพื่อที่จะสามารถกำหนดกระบวนการจัดการเรียนการสอน เนื้อหา กิจกรรม การทดสอบที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้แบบออนไลน์แบบเปิดได้

2. ผู้สอนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดการกิจกรรมแบบสะเต็มศึกษาหรือสะเต็มศึกษา หรือไม่ เพื่อที่จะสามารถกำหนดรูปแบบการจัดการกิจกรรมที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้สะเต็มแบบเปิดได้

3. ในการกิจกรรมการเรียนผู้สอนสามารถใช้เทคโนโลยีร่วมกับเทคนิคการสอนใดบ้างในการจัดการเรียนการสอนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนใช้ความคิดสร้างสรรค์และเปลี่ยนความคิดสร้างสรรค์นั้นให้กลายเป็นสิ่งใหม่ได้ เพื่อที่จะสามารถกำหนดกิจกรรมในการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนใช้ความคิดสร้างสรรค์และเปลี่ยนความคิดสร้างสรรค์นั้นให้กลายเป็นสิ่งใหม่ได้

3.1.4.7.2 สัมภาษณ์ผู้เรียน เพื่อวิเคราะห์ความต้องการจำเป็นและแนวทางการจัดการเรียนการสอนของนักศึกษาระดับปริญญาตรีด้วยวิธีการสอบถามผู้เรียนโดยตรง จำนวน 8 คน ด้วยวิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) เพื่อศึกษาธรรมชาติของผู้เรียน ความพร้อมด้านความรู้ความสามารถ ความพร้อมด้านสังคมประสบการณ์ ความเป็นไปได้ในการจัดสรรทรัพยากร

ที่จำเป็นต่อกระบวนการเรียนการสอน แหล่งและวิธีการเข้าถึงข้อมูลในการสืบค้นความรู้ เนื้อหา กิจกรรม หรือวิธีการที่จะสร้างแรงจูงใจให้ผู้เรียน โดยมีประเด็นสัมภาษณ์เกี่ยวกับบริบทของผู้เรียน สามารถชี้แจงได้ดังนี้

1. ผู้เรียนเคยเรียนด้วยวิธีการจัดการเรียนการสอนแบบออนไลน์หรือไม่ เพื่อศึกษาสภาพความพร้อมของผู้เรียนที่มีต่อการจัดการเรียน การทำกิจกรรมแบบออนไลน์

2. ผู้เรียนมีความพร้อมในการเรียนแบบออนไลน์หรือไม่ เพื่อศึกษาปัจจัยสนับสนุนการเรียน การสอนของผู้เรียน เช่น สื่อ เครื่องมือที่ใช้ประกอบการเรียนและทำกิจกรรม เช่น มือถือ แท็บเล็ต ซอฟต์แวร์ที่เกี่ยวข้อง

3. ผู้เรียนสามารถดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ได้ด้วยตนเองหรือไม่ เพื่อศึกษาว่าผู้เรียนสามารถผู้ ค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการสืบค้นข้อมูลที่เกี่ยวข้องเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ในการเรียนรู้ สามารถเข้าถึงกระบวนการเข้าถึงแหล่งข้อมูลโดยใช้การเรียนรู้แบบออนไลน์

3.1.4.7.3 การวิเคราะห์เนื้อหา เป็นการวิเคราะห์เนื้อหาที่จะใช้ในการจัดการ เรียนการสอน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และการกำหนดวัตถุประสงค์ของการจัดการเรียนรู้

3.1.4.7.4 ปัจจัยสนับสนุนการเรียนการสอน เช่น สื่อ เครื่องมือที่ใช้ประกอบการ เรียนและทำกิจกรรม เช่น มือถือ แท็บเล็ต ซอฟต์แวร์ที่เกี่ยวข้องที่ผู้เรียนมีหรือมีการจัดสรรให้ กระบวนการเข้าถึงแหล่งข้อมูลโดยใช้การเรียนรู้แบบออนไลน์

ขั้นตอนที่ 3 ประเมินความเหมาะสมกรอบแนวคิดของระบบการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์ แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อเพิ่มพูนความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับ นักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูมิภาคตะวันตกที่ได้จากการวิเคราะห์และสังเคราะห์ หลักการ ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องและข้อมูลปัจจุบันไปเสนออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบความ ถูกต้องเหมาะสมและปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องตามที่ได้รับคำแนะนำ

3.2 ระยะที่ 2 พัฒนาระบบการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อเพิ่มพูนความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูมิภาคตะวันตก

วัตถุประสงค์การวิจัยระยะที่ 2 คือ 1. เพื่อพัฒนาระบบการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบ เปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อเพิ่มพูนความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูมิภาคตะวันตกและ 2. เพื่อประเมินความเหมาะสมของพัฒนา ระบบการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อเพิ่มพูน ความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูมิภาค ตะวันตก

3.2.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่างระยะที่ 2

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย เป็นผู้เชี่ยวชาญ แบ่งเป็น 3 ด้าน คือ ด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ และด้านการจัดการเรียนการสอน ด้านเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม สำหรับประเมินรับรององค์ประกอบโมเดลการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อเพิ่มพูนความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูมิภาคตะวันตก

3.2.1.1 กลุ่มตัวอย่าง แบ่งเป็น 2 ด้าน คือ ด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ จำนวน 3 และด้านเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม 2 รวมทั้งหมด 5 ท่าน โดยใช้การเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) โดยเป็นผู้ที่มีประสบการณ์ในด้านที่เกี่ยวข้องอย่างน้อย 3 ปี

3.2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยระยะที่ 2

3.2.2.1 ระบบการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อเพิ่มพูนความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูมิภาคตะวันตก

3.2.2.2 แบบสอบถามเพื่อประเมินคุณภาพของระบบการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อเพิ่มพูนความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูมิภาคตะวันตก

3.2.3 วิธีดำเนินการวิจัยระยะที่ 2

ระบบการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อเพิ่มพูนความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม โดยออกแบบและพัฒนาตามกระบวนการของวงจรการพัฒนา ระบบ (Systems Development Life Cycle: SDLC) โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

3.2.3.1 การวิเคราะห์ความต้องการ (Requirement Analysis) โดยเป็นการศึกษาแนวคิด ทฤษฎี จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการระบบการจัดการเรียนรู้อิงสะเต็มแบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ร่วมกับผลการศึกษาศาภาพการจัดการเรียนการสอนในสภาพจริง การสำรวจผู้ใช้ระบบ ทรัพยากรที่จำเป็นต่อการจัดการเรียนรู้ เพื่อนำมาใช้ในการระบบการจัดการเรียนรู้อิงสะเต็มแบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม โดยสามารถสรุปความต้องการได้ดังนี้

3.2.3.1.1 ระบบต้องสนับสนุนการเรียนรู้อิงสะเต็มแบบออนไลน์แบบเปิด

3.2.3.1.2 ระบบต้องสามารถสร้างเนื้อหาด้วยสื่อที่ทำให้เกิดความร่วมมือกันระหว่างกลุ่มของผู้เรียนที่มีความสนใจเหมือนกัน โดยผู้เรียนจะมีส่วนร่วมในการประเมินผลงานของผู้เรียนด้วยกันได้

3.2.3.1.3 ระบบต้องสนับสนุนการสร้างความสัมพันธ์ (Relation) หลังจากการอ่าน ดูหรือฟัง ของผู้เรียนและผู้สอน

3.2.3.1.4 ระบบต้องสนับสนุนการสร้างสรรค์ (Creation) หลังกระบวนการสะท้อนและสร้างความรู้สึกของผู้เรียน โดยผู้เรียนอาจสร้างสรรค์บางสิ่งเป็นของตนเอง (ตัวอย่างเช่น บล็อก วีดิทัศน์ การนำเสนอ เป็นต้น)

3.2.3.1.5 ระบบต้องสนับสนุนการแบ่งปัน (Sharing) ผู้เรียนอาจแบ่งปันผลงานกับคนอื่น ๆ บนเครือข่าย

3.2.3.1.6 ระบบสามารถรองรับการเข้าถึงจากอุปกรณ์ได้อย่างหลากหลาย เช่น คอมพิวเตอร์ สมาร์ทโฟน หรือ แท็บเล็ต เป็นต้น

3.2.3.1.7 ระบบสามารถรองรับการอัปโหลดข้อมูลได้หลายประเภท เช่น ไฟล์เอกสาร รูปภาพ วีดิทัศน์ เป็นต้น

3.2.3.1.8 ผู้สอนสามารถจัดการชั้นเรียน จัดกลุ่มผู้เรียน กำหนดเวลาเรียน ตรวจสอบความถูกต้องของงาน และสังเกตความคืบหน้าในการเรียนของผู้เรียน

3.2.3.1.9 ผู้เรียนสามารถเข้าทำกิจกรรมในระบบจากอุปกรณ์ของตนเอง และสามารถตรวจสอบความก้าวหน้าในการเรียนของตนเองได้

3.2.3.2 การออกแบบ (Design) ระบบการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อเพิ่มพูนความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมฯ มีโครงสร้างระบบดังภาพที่ 3-1



ภาพที่ 3-1 โครงสร้างระบบการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อเพิ่มพูนความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมฯ

3.2.3.2.1 ระบบสำหรับผู้สอน เป็นส่วนของโปรแกรมที่ทำการติดต่อกับผู้สอน โดยผู้สอนสามารถเข้าใช้ระบบเพื่อจัดการชั้นเรียนและสร้างกิจกรรมการเรียนรู้ตามการจัดการเรียนรู้สะเต็มแบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเสริม ระบบสำหรับผู้สอน ประกอบด้วย เครื่องมือพื้นฐานการปรับแต่งและการตั้งค่า ก่อนที่ผู้พัฒนาจะดำเนินการใด ๆ การเรียนรู้เกี่ยวกับเครื่องมือในการปรับแต่ง จะช่วยให้ผู้พัฒนาสามารถพัฒนา Course Online ได้รวดเร็วและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยเมนู

ดังกล่าวแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มดังต่อไปนี้คือ กลุ่มที่ 1 กลุ่มเมนูบริหารจัดการ Course Online (Content) เป็นกลุ่มเมนูที่ใช้การบริหารจัดการ Course Online ที่พัฒนาขึ้นเช่น การสร้างเพจใหม่ การอัปเดตไฟล์ประกอบการพัฒนา Course เป็นต้น กลุ่มที่ 2 กลุ่มเมนูตั้งค่า Course Online (Setting) เป็นกลุ่มเมนูที่ใช้ตั้งค่าต่างๆ ใน Course ที่พัฒนาขึ้นเช่นการตั้งค่าวันเวลาลงทะเบียน หรือ วันเวลาจัดการเรียนการสอน การตั้งค่ารูปภาพโปรไฟล์ การเพิ่มผู้มีสิทธิ์ในการพัฒนา การตั้งค่า คะแนนต่างๆ เป็นต้น มีจำนวน 5 เมนูด้วยกัน กลุ่มเมนูสำรองข้อมูล Course Online (Tool) เป็นกลุ่มเมนูที่ใช้ในการสำรองข้อมูลประกอบไปด้วย การบันทึกข้อมูล (Export) และการนำเข้าข้อมูลที่ได้บันทึกไว้ (Import) สามารถแสดงดังภาพที่ 3-2



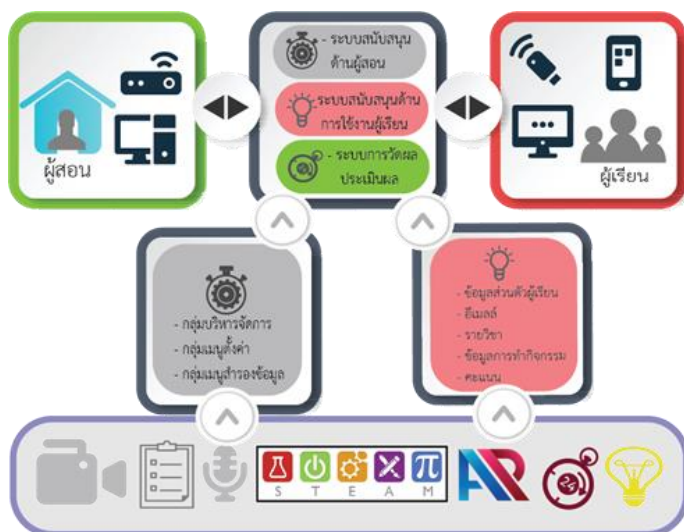
ภาพที่ 3-2 ระบบการจัดการผู้สอน

3.2.3.2.2 การจัดการผู้เรียน ผู้สอนสามารถทำการนำข้อมูลนักเรียนเข้าระบบ และทำการแก้ไขข้อมูลผู้เรียน แสดงได้ดังภาพที่ 3-3



ภาพที่ 3-3 ระบบการจัดการผู้เรียนรายบุคคล

3.2.3.2.3 ส่วนจัดการเนื้อหาการเรียนรู้อะไรและกิจกรรม เป็นส่วนของระบบที่ผู้สอนสามารถกำหนดหัวข้อการเรียนและกิจกรรมการเรียนรู้ ดังภาพที่ 3-4



ภาพที่ 3-4 การจัดการเนื้อหาการเรียนรู้และกิจกรรม เป็นส่วนของระบบที่ผู้สอนสามารถกำหนดหัวข้อการเรียนรู้และกิจกรรมการเรียนรู้

3.2.3.3 การพัฒนาระบบ (Development)

ศึกษาเครื่องมือที่สนับสนุนการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมฯ โดยพิจารณาเลือกเครื่องมือที่มีความเหมาะสมตามโครงสร้างระบบที่ออกแบบและตรงตามความต้องการได้ดังนี้

3.2.3.3.1 Cloud System ในการพัฒนาระบบเลือกใช้บริการของผู้ให้บริการ โดยพิจารณาคุณสมบัติของเครื่องแม่ข่ายก่อนติดตั้ง มีดังนี้

1. Server ต้องพิจารณาคุณสมบัติด้านฮาร์ดแวร์ที่ให้บริการต้องมีดังนี้
 - 1.1 OS : Ubuntu 16.04
 - 1.2 CPU : 4 Core
 - 1.3 Ram : 8GB
 - 1.4 Hard disk SSD : 120 GB
2. ซอฟต์แวร์ ต้องพิจารณาคุณสมบัติการให้บริการดังนี้
 - 2.1 Open edX Version Ironwood
 - 2.2 NodeJs
 - 2.3 MongoDB
 - 2.4 nginx
 - 2.5 Django Framework

3.2.3.3.2 ขั้นตอนการติดตั้งระบบ MOOC มีขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1. ติดตั้ง OPENEDX_RELEASE ใช้คำสั่ง `export OPENEDX_RELEASE=the-tag/you-want-to-install`

ขั้นที่ 2. ติดตั้ง Create a config.yml

ขั้นที่ 3. ติดตั้ง Bootstrap Ansible installation: `wget https://raw.githubusercontent.com/edx/configuration/$OPENEDX_RELEASE/util/install/ansible-bootstrap.sh -O - | sudo bash`

ขั้นที่ 4. ติดตั้ง Randomize passwords : `wget https://raw.githubusercontent.com/edx/configuration/$OPENEDX_RELEASE/util/install/generate-passwords.sh -O - | bash`

ขั้นที่ 5. ติดตั้ง Open edX software : `wget https://raw.githubusercontent.com/edx/configuration/$OPENEDX_RELEASE/util/install/native.sh -O - | bash`

3.2.3.3.3 3.1.3 การทดสอบระบบ (Testing)

3.2 ประเมินคุณภาพของระบบการจัดการเรียนอิงสะตีมออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมฯ โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน โดยประเด็นการประเมินได้แก่ ด้านเนื้อหาและการนำเสนอ ความเหมาะสมของเนื้อหาและกิจกรรมการเรียนรู้และความเหมาะสมของการเลือกใช้เครื่องมือที่สนับสนุนการจัดการเรียนรู้

3.3 การนำไปใช้ (Implementation)

3.2.3.3.4 สถิติที่ใช้ในการวิจัยระยะที่ 3

1. ประเมินความเหมาะสมของระบบการจัดการเรียนอิงสะตีมออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมฯ โดยหาค่าเฉลี่ย (Mean : \bar{X}) และ ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation: S.D.) โดยกำหนดเกณฑ์ในการประเมิน 5 ระดับ ดังนี้

5	หมายถึง	เหมาะสมมากที่สุด
4	หมายถึง	เหมาะสมมาก
3	หมายถึง	เหมาะสมปานกลาง
2	หมายถึง	เหมาะสมน้อย
1	หมายถึง	เหมาะสมน้อยที่สุด

และกำหนดเกณฑ์การแปลความหมายดังนี้ (ประคอง, 2542)

4.50 – 5.00	หมายถึง	มีความเห็นว่าเหมาะสมมากที่สุด
3.50 – 4.49	หมายถึง	มีความเห็นว่าเหมาะสมมาก
2.50 – 3.49	หมายถึง	มีความเห็นว่าเหมาะสมปานกลาง
1.50 – 2.49	หมายถึง	มีความเห็นว่าเหมาะสมน้อย
1.00 – 1.49	หมายถึง	มีความเห็นว่าเหมาะสมน้อยที่สุด

3.3 ระยะเวลาที่ 3 พัฒนาโมเดลการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อเพิ่มพูนความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูมิภาคตะวันตก

การวิจัยระยะที่ 3 เป็นการนำผลวิจัยที่ได้จากการวิจัยระยะที่ 1 ซึ่งได้ผลการสังเคราะห์องค์ประกอบโมเดลการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมฯ

3.3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่างระยะที่ 3

3.3.1.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ผู้เชี่ยวชาญ แบ่งเป็น 3 ด้าน คือ ด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ และด้านการจัดการเรียนการสอนด้านเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม สำหรับประเมินรับรององค์ประกอบโมเดลการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม

3.3.1.2 กลุ่มตัวอย่าง

ผู้เชี่ยวชาญ แบ่งเป็น 3 ด้าน คือ ด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ จำนวน 3 ท่าน ด้านการจัดการเรียนการสอน จำนวน 2 ท่าน และด้านเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม จำนวน 2 ท่าน รวมทั้งหมด 7 ท่าน โดยใช้การเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) โดยเป็นผู้ที่มีประสบการณ์ในด้านที่เกี่ยวข้องอย่างน้อย 3 ปี

3.3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยระยะที่ 3

3.3.2.1 โมเดลการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อเพิ่มพูนความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูมิภาคตะวันตก

3.3.2.2 แบบประเมินรับรองความเหมาะสมการพัฒนาโมเดลการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อเพิ่มพูนความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูมิภาคตะวันตก

3.3.3 ขั้นตอนการวิจัยระยะที่ 3

ในขั้นตอนนี้ ผู้วิจัยได้แบ่งขั้นตอนการทำงานการพัฒนาโมเดลการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อเพิ่มพูนความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมฯ ตามกรอบแนวคิดกระบวนการเรียนรู้ที่ สังเคราะห์ และ การประเมินความเหมาะสมของรูปแบบฯ ที่ออกแบบตามกรอบแนวคิดที่สังเคราะห์ ในระยะที่ 1 โดยแต่ละขั้นมีรายละเอียดดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาโมเดลการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อเพิ่มพูนความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมฯ จากการศึกษาแนวคิด ทฤษฎี จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องตามกรอบแนวคิดกระบวนการเรียนรู้ที่ สังเคราะห์ ระยะที่ 1 ได้ดังนี้ 1. สะเต็มศึกษา (STEM Education)

2. กระบวนการทำงานออกแบบกราฟิก(Graphic Design Workflow) 3. สะเต็มศึกษา (STEAM Education) 4. การเรียนรู้แบบเปิด(Massive Open Online Course) 5. เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (Augmented Reality) 6. ความคิดสร้างสรรค์ (Creative) และ นวัตกรรม (Innovation) การวัดและประเมินผล เพื่อให้ได้แนวทางในการพัฒนาโมเดลการจัดการเรียน

สะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อเพิ่มพูนความคิดสร้างสรรค์และ นวัตกรรมให้เกิดแก่ผู้เรียน

ขั้นตอนที่ 2 พัฒนาโมเดลการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อเพิ่มพูนความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมฯ โดยนำองค์ประกอบที่ได้จาก

ขั้นที่ 1 ประกอบกับข้อมูลสำคัญที่ได้จากการศึกษาเกี่ยวกับการออกแบบรูปแบบเพื่อร่างเป็น ต้นแบบโมเดลการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมฯ

ขั้นตอนที่ 3 นำต้นแบบโมเดลการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อเพิ่มพูนความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมฯ ที่ได้เสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อพิจารณา ตรวจสอบ และปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

ขั้นตอนที่ 4 สร้างแบบประเมินความเหมาะสมของโมเดลการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อเพิ่มพูนความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมฯ ในรูปแบบของการประมาณค่า (Rating Scale)

ขั้นตอนที่ 5 ประเมินความเหมาะสมของโมเดลการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อเพิ่มพูนความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมฯ ผู้วิจัยนำต้นแบบโมเดลการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อเพิ่มพูนความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมฯ เสนอผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 7 ท่าน เพื่อประเมินความเหมาะสมของรูปแบบ โดยประเด็นการประเมินแบ่งออกเป็น 2 ประเด็นได้แก่ 1) รายละเอียดของโมเดลการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมฯ ได้แก่ หลักการและแนวคิด ที่ใช้เป็นพื้นฐานในการพัฒนาโมเดลการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อเพิ่มพูนความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมฯ และ องค์ประกอบของโมเดลการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อเพิ่มพูนความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมฯ 2) รายละเอียดองค์ประกอบของโมเดล ได้แก่ ปัจจัยนำเข้า กระบวนการเรียนรู้ ประเมินผล และข้อมูลป้อนกลับ 3) ความเหมาะสมของโมเดลการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อเพิ่มพูนความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมฯ โดยผู้วิจัยทำการปรับปรุงตามข้อเสนอแนะที่ได้รับหลังการประเมินให้เหมาะสมสำหรับการนำไปใช้จริง

3.3.4 สถิติที่ใช้ในการวิจัยระยะที่ 3

ประเมินความเหมาะสมของโมเดลการจัดการเรียนอิงสะตีมออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อเพิ่มพูนความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมฯ โดยหาค่าเฉลี่ย (Mean: \bar{X}) และค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation: S.D.) โดยกำหนดเกณฑ์ในการประเมิน 5 ระดับ ดังนี้

5	หมายถึง	เหมาะสมมากที่สุด
4	หมายถึง	เหมาะสมมาก
3	หมายถึง	เหมาะสมปานกลาง
2	หมายถึง	เหมาะสมน้อย
1	หมายถึง	เหมาะสมน้อยที่สุด

และกำหนดเกณฑ์การแปลความหมายดังนี้ (ประคอง, 2542)

4.50 – 5.00	หมายถึง	มีความเห็นว่าเหมาะสมมากที่สุด
3.50 – 4.49	หมายถึง	มีความเห็นว่าเหมาะสมมาก
2.50 – 3.49	หมายถึง	มีความเห็นว่าเหมาะสมปานกลาง
1.50 – 2.49	หมายถึง	มีความเห็นว่าเหมาะสมน้อย
1.00 – 1.49	หมายถึง	มีความเห็นว่าเหมาะสมน้อยที่สุด

3.4 ระยะที่ 4 ศึกษาผลการใช้ระบบการจัดการเรียนอิงสะตีมออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อเพิ่มพูนความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูมิภาควัดตะวันออก

วัตถุประสงค์การวิจัยระยะที่ 4 ขั้นตอนการวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ประกอบด้วยการนำระบบการจัดการเรียนอิงสะตีมออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อเพิ่มพูนความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมฯ ไปใช้งานจริง และการศึกษาผลการใช้ระบบการเรียนรู้อัตโนมัติตามรูปแบบใน 3 ประเด็น ดังนี้ 1) ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนและหลังเรียน 2) ศึกษาผลการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียน และ 3) ศึกษาผลการประเมินนวัตกรรมของผู้เรียน

3.4.1 ขอบเขตของการวิจัยระยะที่ 4

ประชากร คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี ปีการศึกษา 2563 คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง จำนวน 290 คน

กลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาเทคโนโลยีดิจิทัลมีเดีย คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง ปีการศึกษา 2563 ที่ทำการลงทะเบียนเรียนในระบบออนไลน์ ขนาดของกลุ่มตัวอย่างพิจารณาจากจำนวนประชากร (คิดเป็นร้อยละ)

(สุวิมล ตรีภานันท์ (2542 : 157) จากขนาดประชากร (N) อยู่ระหว่าง 100 – 300 คน กำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่าง(n) ร้อยละ 50 ได้จำนวนกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มกลุ่มตัวอย่างแบบแบ่งชั้น (stratified sampling) เป็นการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างตามคุณลักษณะที่กำหนดเนื่องจากมีคุณสมบัติตรงตามที่กำหนดเป็นผู้ที่มีความสามารถทางด้านการใช้งานโปรแกรมคอมพิวเตอร์สามารถนำผลการวิเคราะห์มาใช้ประโยชน์ได้จำแนกเป็น

ตารางที่ 3-11 กลุ่มตัวอย่างทดลอง

ชั้นปี	จำนวนนักศึกษา	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง(ร้อยละ 50)
ชั้นปีที่ 1	14 คน	7 คน
ชั้นปีที่ 2	17 คน	9 คน
ชั้นปีที่ 3	20 คน	10 คน
ชั้นปีที่ 4	7 คน	4 คน

3.4.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยระยะที่ 4

3.4.2.1 โมเดลการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อเพิ่มพูนความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ตตะวันตก

3.4.2.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.4.2.3 แบบวัดความคิดสร้างสรรค์

3.4.2.4 แบบประเมินนวัตกรรม

3.4.3 วิธีดำเนินการวิจัยระยะที่ 4 ประกอบไปด้วย

ขั้นที่ 1 สร้างรายละเอียดของรายวิชา (Course Specification) จากการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับแนวทางการบริหารจัดการของแต่ละรายวิชาเพื่อให้การจัดการเรียนการสอนสอดคล้องและเป็นไปตามที่วางแผนไว้ในรายละเอียดของหลักสูตร ซึ่งแต่ละรายวิชาจะกำหนดไว้อย่างชัดเจนเกี่ยวกับวัตถุประสงค์และรายละเอียดของเนื้อหาความรู้ในรายวิชา แนวทางการปลูกฝังทักษะต่าง ๆ ตลอดจนคุณลักษณะอื่น ๆ ที่นักศึกษาจะได้รับการพัฒนาให้ประสบความสำเร็จตามจุดมุ่งหมายของรายวิชา มีการกำหนดรายละเอียดเกี่ยวกับระยะเวลาที่ใช้ในการเรียน วิธีการเรียน การสอน การวัดและประเมินผลในรายวิชา ซึ่งแสดงรายละเอียดไว้ในภาคผนวก

ขั้นที่ 2 พัฒนาแผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ตามโมเดลการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อเพิ่มพูนความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมจากการศึกษาแนวคิด ทฤษฎี จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และ

นวัตกรรม เพื่อใช้เป็นแนวทางในการกำหนดขั้นตอน ลำดับเนื้อหา และลำดับขั้นตอนของกิจกรรมในแผนการจัดการเรียนรู้

ขั้นที่ 3 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีลักษณะเป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก วัดคุณประสงค์การเรียนรู้ในรายวิชาสอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้ของบลูมทั้ง 6 ด้าน ได้แก่ ความรู้ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ และการประเมินค่า จำนวน 65 ข้อ จากนั้นนำข้อคำถามที่สร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ที่มีความเชี่ยวชาญด้านการวัดประเมินผล ด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ ด้านเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับรายวิชา โดยการเลือกแบบเจาะจงทำการพิจารณาความเที่ยงตรงตามเนื้อหา และวัตถุประสงค์ที่ระบุไว้ในแผนการจัดการเรียนหรือไม่ โดยใช้แบบวัดค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) แล้วคัดเลือกข้อคำถามที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องอย่างน้อย 0.5 แล้วนำไปใช้เป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ขั้นที่ 4 สร้างแบบประเมินความคิดสร้างสรรค์ จากการเรียนผ่านระบบการจัดการเรียนอิง สะติมออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อเพิ่มพูนความคิดสร้างสรรค์และ นวัตกรรมฯ ทำการตรวจสอบความถูกต้องของแบบประเมินโดยผู้วิจัย และเสนออาจารย์ที่ปรึกษา วิทยานิพนธ์เพื่อพิจารณา ตรวจสอบ และปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ และนำแบบประเมินที่ผ่านการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาเสนอผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน เพื่อประเมินความเหมาะสมของแบบประเมิน โดยกำหนดหัวข้อการประเมินให้สอดคล้องกับข้อมูลที่ได้จากการศึกษา และกำหนด เกณฑ์การประเมินผลให้เหมาะสมกับระดับทักษะของกลุ่มตัวอย่าง ได้เป็นแบบประเมินทักษะรูปแบบ การ โดยมีเกณฑ์การตัดสินคุณภาพในแต่ละด้านดังนี้

- ช่วงคะแนน 9-12 ระดับคุณภาพดีมาก
- ช่วงคะแนน 5-8 ระดับคุณภาพพอใช้
- ช่วงคะแนน 0-4 ระดับคุณภาพปรับปรุง

ตารางที่ 3-12 การวิเคราะห์แบบวัดความคิดสร้างสรรค์มาตรฐานทั้งนอกและในประเทศไทย

แบบทดสอบ มาตรฐาน	วัดองค์ประกอบ				แบบทดสอบ					ระดับผู้สอบ
	ความคิดคล่องตัว	ความคิดยืดหยุ่น	ความคิดริเริ่ม	ความคิดละเอียด	จัดบรรยากาศ	จำกัดเวลา	แบบภาษา	แบบภาพ	เวลา (นาที)	
Guilford and Christensen (1972)	✓	-	✓	-	✓	-	7	4	110	มัธยม-ผู้ใหญ่
Torrance (1966)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	7	3	100	อนุบาล-อุดมศึกษา
Wallach and Kogan (1965)	✓	-	✓	-	-	-	6	2	275	ทุกระดับ
Jellen and Urban (1984)	✓	✓	✓	✓	✓	-	7	1	12	ทุกระดับ
ไสว เลียมแก้ว (2514)	✓	-	✓	-	-	-	3	2	125	ประถมศึกษา
ไพรัตน์ วงษ์นาม (2523)	✓	✓	✓	-	-	✓	6	6	440	มัธยมศึกษา
อารี รังสินนท์ (2526)	✓	-	✓	✓	-	-	-	3	30	ทุกระดับ

ที่มา : อภิชาติ เนินพรหม,2559

จากตารางที่ 3-12 ผลสังเคราะห์แบบวัดความคิดสร้างสรรค์มาตรฐานทั้งนอกและในประเทศไทย แบบทดสอบความสามารถทางการคิดสร้างสรรค์ในด้านการคิด วัดได้จาก 4 ลักษณะการคิด ได้แก่ ความคิดริเริ่ม ความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่นและความคิดละเอียดลออ

ตารางที่ 3-13 การสังเคราะห์เกี่ยวกับองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์

นักจิตวิทยาและผู้เชี่ยวชาญ/ องค์ประกอบ	Guilford อ้างถึงใน อารี พินธ์มณี, 2537)	Torrance (อ้างถึงใน สมใจ สืบเสาะ, 2555)	สุวิทย์ มูลคำ (2547)	อารี รังสิมันท์ (2527)	องค์ประกอบของความคิด สร้างสรรค์ของผู้วิจัย
ความคิดคล่องตัว(Fluency)	✓	✓	✓	✓	✓
ความคิดยืดหยุ่นหรือความคิดยืดหยุ่น ในการคิด(Flexibility)	✓	✓	✓	✓	✓
ความคิดริเริ่ม (Originality)	✓	✓	✓	✓	✓
ความคิดละเอียดลออ (Elaboration)	✓		✓	✓	✓

จากตารางที่ 3-13 การสังเคราะห์องค์ประกอบของ องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ สามารถสรุปองค์ประกอบได้ดังนี้ 1. ความคิดคล่องตัว 2.ความคิดยืดหยุ่น 3. ความคิดริเริ่ม 4.ความคิดละเอียดลออ

ขั้นที่ 5 สร้างแบบประเมินนวัตกรรม แบบประเมินนี้ใช้ประเมินผลงานนวัตกรรมจากการเรียน ผ่านระบบการจัดการเรียนออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อเพิ่มพูน ความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูมิภาค ตะวันตกโดยผู้สอน ทำการตรวจสอบความถูกต้องของแบบประเมินโดยผู้วิจัย และเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อพิจารณา ตรวจสอบ และปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ และนำแบบประเมิน ที่ผ่านการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาเสนอผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน เพื่อประเมินความเหมาะสม ของแบบประเมิน โดยกำหนดหัวข้อการประเมินให้สอดคล้องกับข้อมูลที่ได้จากการศึกษา และกำหนด เกณฑ์การประเมินผลให้เหมาะสมกับระดับทักษะของกลุ่มตัวอย่างเกณฑ์การประเมินนวัตกรรมในแต่ละด้าน มีดังนี้

ช่วงคะแนน	21-25	ระดับคุณภาพดีมาก
ช่วงคะแนน	16-20	ระดับคุณภาพดี
ช่วงคะแนน	11-15	ระดับคุณภาพปานกลาง
ช่วงคะแนน	6-10	ระดับคุณภาพพอใช้
ช่วงคะแนน	1-5	ระดับคุณภาพปรับปรุง

ตารางที่ 3-14 สัณเคราะห์องค์ประกอบของผลงานนวัตกรรม

งานวิจัย	องค์ประกอบของผลงานนวัตกรรม	Salavou and Avlonitis (2008)	Brad (2009)	Xiang et al (2013)	Brooks, Gyorke, and Morrill (2013)	Tripunovski, Nikolovski and Vasileva (2014)	Weyrauch and Herstatt (2016)	สมนึก เอื้อจิระพงษ์พันธ์ (2553)	ชลิต กังวาราวุฒิ (2557)	ธัญญารัตน์ ลั่นฤๅษี (2558)	พิมพ์พัชร พรสวรรค์ (2561)	ศิริพงษ์ เพ็ญศิริ	บรรเจิด ยอดศิริ (2562)	องค์ประกอบของผลงานนวัตกรรมสำหรับงานวิจัย
เป็นสิ่งใหม่ / เป็นเอกลักษณ์		✓		✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
การแก้ไขปัญหาตามวัตถุประสงค์		✓	✓	✓	✓	✓	✓				✓			✓
ประสิทธิภาพ		✓		✓	✓	✓	✓				✓			
ความเป็นไปได้ในการใช้งาน		✓		✓	✓	✓	✓		✓		✓			✓
การออกแบบ/การใช้ความรู้			✓					✓	✓	✓		✓	✓	✓
ง่ายต่อการใช้งาน			✓				✓							
ความคุ้มค่า/ประโยชน์ในเชิงเศรษฐกิจ			✓			✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	
การไหลทรัพย์สินค้าปัญหา									✓					
เทคโนโลยีทันสมัย		✓							✓					✓

จากตารางที่ 3-14 สามารถสรุปองค์ประกอบของผลงานนวัตกรรม จากการศึกษาและสังเคราะห์เอกสารและงานวิจัยโดย (Salavou and Avlonitis, 2008), (Brad, 2009), (Xiang et al., 2013), (Brooks, Gyorke, and Morrill, 2013), (Tripunovski, Nikolovski and Vasileva, 2014), และ (Weyrauch and Herstatt, 2016), (สมนึก เอื้อจิระพงษ์พันธ์, 2553), (ชลิต กังวาราวุฒิ (2557), (ธัญญารัตน์ ลั่นฤๅษี, 2558), (พิมพ์พัชร พรสวรรค์, 2561), (ศิริพงษ์ เพ็ญศิริ,), บรรเจิด ยอดศิริ, 2562) สามารถสรุปองค์ประกอบของผลงานนวัตกรรมสำหรับงานวิจัยได้ดังนี้ 1) เป็น

1. สิ่งใหม่และเป็นเอกลักษณ์ 2. การแก้ไขปัญหาตามวัตถุประสงค์ 3. การออกแบบ 4. มีความเป็นไปได้ในการใช้งานและ 5.เทคโนโลยีทันสมัย

ขั้นที่ 6 ตรวจสอบความถูกต้องของแบบประเมินโดยผู้วิจัย และเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อพิจารณา ตรวจสอบ และปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ และนำแบบประเมินที่ผ่านการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาเสนอผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน เพื่อประเมินความเหมาะสมของแบบประเมิน

3.4.4 ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลองเรียนในระบบออนไลน์ในหมวดวิชาเลือกเสรี รายวิชาอินโฟกราฟิก (Infographic) จำนวน 16 ครั้ง และการทำกิจกรรม STEAM จำนวน 9 ครั้ง

3.4.5 สถิติที่ใช้ในการวิจัยระยะที่ 4

3.4.5.1 ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ด้วยการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เพื่อบรรยายลักษณะของข้อมูล และการวิเคราะห์สถิติอ้างอิงข้อมูลใช้ t-test Dependent โดยใช้โปรแกรมคำนวณด้านสถิติ

3.4.5.2 ศึกษาเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ของผู้ที่เรียนผ่านระบบการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อเพิ่มพูนความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมฯ ด้วยการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เพื่อบรรยายลักษณะของข้อมูล การวิเคราะห์สถิติอ้างอิงการทดสอบค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง 1 กลุ่ม (One-sample Test for the Mean) มีความคิดสร้างสรรค์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 ขึ้นไป โดยใช้โปรแกรมคำนวณด้านสถิติ

3.4.5.3 การประเมินนวัตกรรมของผู้เรียนที่เรียนผ่านระบบการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อเพิ่มพูนความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมฯ ด้วยการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เพื่อบรรยายลักษณะของข้อมูล และมีผลการประเมินนวัตกรรมตามเกณฑ์การประเมินผลงานนวัตกรรมในระดับดีขึ้น

3.5 ระยะที่ 5 ประเมินรับรองโมเดลการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อเพิ่มพูนความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูมิภาคตะวันตก

วัตถุประสงค์การวิจัยระยะที่ 5 เพื่อประเมินรับรองความเหมาะสมของโมเดลการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อเพิ่มพูนความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูมิภาคตะวันตก

3.5.1 ขอบเขตของการวิจัยระยะที่ 5

3.5.1.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัย คือ ผู้เชี่ยวชาญ แบ่งเป็น 3 ด้าน คือ ด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ และด้านการจัดการเรียนการสอน ด้านเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม สำหรับประเมินรับรององค์ประกอบของโมเดลการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อเพิ่มพูนความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูมิภาคตะวันตก

3.5.1.2 กลุ่มตัวอย่าง คือ ผู้เชี่ยวชาญ แบ่งเป็น 3 ด้าน คือ ด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ ด้านการจัดการเรียนการสอน และด้านเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม จำนวน 2 ท่าน รวมทั้งหมด 3 ท่าน โดยการใช้การเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) โดยเป็นผู้ที่มีประสบการณ์ในด้านที่เกี่ยวข้องอย่างน้อย 3 ปี

3.5.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยระยะที่ 5

3.5.2.1 แบบสอบถามเพื่อประเมินรับรองโมเดลการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อเพิ่มพูนความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูมิภาคตะวันตก

3.5.3 วิธีดำเนินการวิจัยระยะที่ 5 ประกอบไปด้วย

การประเมินรับรองรูปแบบ ในการวิจัยนี้เป็นการนำผลที่ได้จากการศึกษาผลการใช้การประเมินรับรองรูปแบบมาปรับปรุงแก้ไขโดยเสนอให้ผู้ทรงคุณวุฒิรับรองรูปแบบ โดยการนำหลักการองค์ประกอบและขั้นตอนการใช้รูปในการวิจัยระยะที่ 3 และ 4 มาสร้างแบบรับรองโมเดลการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อเพิ่มพูนความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมฯ นำแบบรับรองเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน เพื่อประเมินรับรองระบบการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อเพิ่มพูนความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูมิภาคตะวันตก

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การวิจัย เรื่อง ระบบการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อเพิ่มพูนความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูมิภาคตะวันตก ในครั้งนี้เป็นการวิจัยและพัฒนา นำเสนอผลการวิจัยออกเป็น 5 ตอนตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการศึกษาและสังเคราะห์กรอบแนวคิดระบบการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อเพิ่มพูนความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูมิภาคตะวันตก

ตอนที่ 2 ผลการพัฒนากระบวนการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อเพิ่มพูนความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูมิภาคตะวันตก

ตอนที่ 3 ผลการพัฒนาโมเดลการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อเพิ่มพูนความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูมิภาคตะวันตก

ตอนที่ 4 ผลการใช้ระบบการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อเพิ่มพูนความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูมิภาคตะวันตก

ตอนที่ 5 ผลการประเมินรับรองโมเดลการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อเพิ่มพูนความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูมิภาคตะวันตก

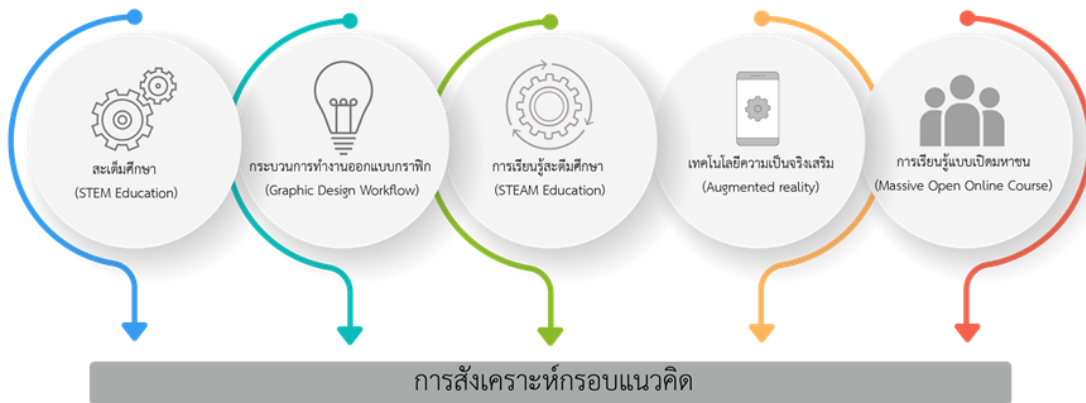
4.1 ตอนที่ 1 ผลการศึกษาและสังเคราะห์กรอบแนวคิดของระบบการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อเพิ่มพูนความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูมิภาคตะวันตก

ผลการศึกษาและสังเคราะห์กรอบแนวคิดระบบการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อเพิ่มพูนความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูมิภาคตะวันตก ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาและสังเคราะห์ เอกสารและ

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อออกแบบกรอบแนวคิดของระบบการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อเพิ่มพูนความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูมิภาควัดวันตก โดยมีการดำเนินการตามลำดับ ดังนี้

4.1.1 ผลการสังเคราะห์กรอบแนวคิดของระบบการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อเพิ่มพูนความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูมิภาควัดวันตก ในวัตถุประสงค์ข้อที่ 1 ผู้วิจัยได้ดำเนินการ ศึกษาวิเคราะห์ และสังเคราะห์แนวทางในการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมฯ จากเอกสาร บทความทางวิชาการ และบทความวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศที่เกี่ยวข้อง โดยมีการดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

4.1.1.1 ศึกษาแนวคิด ทฤษฎีเกี่ยวกับหลักการ การพัฒนาโมเดล การเรียนรู้ออนไลน์แบบเปิด สะเต็มศึกษา เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยมีการลำดับเนื้อหาดังต่อไปนี้



ภาพที่ 4-1 การสังเคราะห์กรอบแนวคิดกระบวนการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อเพิ่มพูนความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูมิภาควัดวันตก

4.1.2 ผลการสังเคราะห์กรอบแนวคิดการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อเพิ่มพูนความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูมิภาควัดวันตก มีดังนี้

4.1.2.1 การวิเคราะห์และสังเคราะห์เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา (Sirinapa Kijkuakul,2015), (Parichart Prasertsang,2016), (Parichart Prasertsang

และ Nathawoot Pimkhalee,2017), (peradech jantorn,2017), (KRISTEN BILLIAR, 2014), (สสวท.,2559) และ (STEM EDUCATION THAILAND, 2014) ผู้วิจัยสามารถสรุปขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้บูรณาการ STEAM Education สามารถสรุปได้ดังนี้

1. ระบุปัญหา (problem identification)
2. รวบรวมข้อมูลและแนว คิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (related information search)
3. ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (solution design)
4. วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (planning and development)
5. ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (testing, evaluation and design improvement)

6. นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (presentation)

4.1.2.2 ผลการสังเคราะห์กระบวนการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อเพิ่มพูนความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูมิภาควัดวันตก จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการทำงานออกแบบกราฟิก (กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร,2553), (อนัน วาโษะ, 2558), (Utumporn Amornchantanakorn,2558) ซึ่งได้จากการวิเคราะห์และสังเคราะห์ได้ดังนี้

1. วิเคราะห์แยกสิ่งที่ต้องการให้คนอื่นรับรู้ รวบรวมว่าเกี่ยวข้อง (Structure)
2. สร้างแนวความคิดหลักในการออกแบบให้ได้ (Conceptual Design)
3. ศึกษาจากงานหรือตัวอย่างที่มีอยู่แล้ว (Case study)
4. ออกแบบร่าง (Preliminary Design)
5. ออกแบบจริง (Design)

4.1.2.3 ผลการสังเคราะห์กระบวนการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อเพิ่มพูนความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูมิภาควัดวันตก จากกระบวนการเรียนรู้สะเต็มศึกษาและกระบวนการทำงานออกแบบกราฟิก ได้กระบวนการเรียนรู้สะเต็มศึกษาสามารถนำมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้บูรณาการ เพื่อเพิ่มพูนความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับนักศึกษา ดังนี้

4.1.2.3.1 วิเคราะห์และระบุปัญหา (Analyze and Problem identification) เป็นการระบุปัญหาในชีวิตจริงที่พบหรือนวัตกรรมที่ต้องการพัฒนา การทำความเข้าใจปัญหาหรือความท้าทาย วิเคราะห์เงื่อนไขหรือข้อจำกัดของสถานการณ์ปัญหา เพื่อกำหนดขอบเขตของปัญหา การหาคำตอบเพื่อสร้างแนวคิด เริ่มต้นจะต้องมีโจทย์ มีปัญหาขึ้นมาแล้วนักออกแบบจะนำโจทย์ปัญหามาคิดวิเคราะห์แก้โจทย์ให้ถูกต้อง ซึ่งจะนำไปสู่การสร้างชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา โดยใช้หลักการวิเคราะห์โจทย์ ดังนี้

1. What? เราจะทำงานอะไร ?
2. Where? นำไปใช้ที่ไหน ?
3. Who? นำไปใช้กับใคร ?
4. How? ทำอย่างไรล่ะ ?

4.1.2.3.2 สรุปแนวคิด (Conceptual Design) เป็นการรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหาหรือนำไปสู่การพัฒนานวัตกรรม เป็นการรวบรวมข้อมูลและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการแก้ปัญหาและประเมินความเป็นไปได้ ข้อดีและข้อจำกัด จากโจทย์ที่ผ่านมา นักออกแบบจะต้องวิเคราะห์รวบยอดทั้งหมด เพื่อให้ได้แนวคิดการออกแบบ

4.1.2.3.3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design) เป็นการประยุกต์ใช้ข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง ศึกษาจากตัวอย่าง (Case study) ที่มีอยู่ หากงานออกแบบนั้นมีตัวอย่างอยู่แล้ว นักออกแบบควรเข้าไปดู ศึกษา เปรียบเทียบข้อดีข้อเสียของงานเพื่อไปประยุกต์ใช้ให้เข้ากับโจทย์งาน เช่น วิธีการใช้สี รูปทรง วัสดุ เทคนิค ฯลฯ จากนั้นจึงใช้ความคิด ดัดแปลง (Mutation) อย่างสร้างสรรค์ เพื่อสร้างงานออกแบบ และทำการร่างภาพสเกตช์ (Preliminary Design) เป็นการถ่ายทอดแนวคิดของงานที่มีอยู่ในสมอง มาตีแผ่เป็นภาพร่างลายเส้น อาจไม่ต้องการความสวยงามมากก็ได้ เพียงแต่ให้สามารถดูออกและพอเข้าใจว่าคืออะไร อยู่ตรงไหนเพื่อการออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา

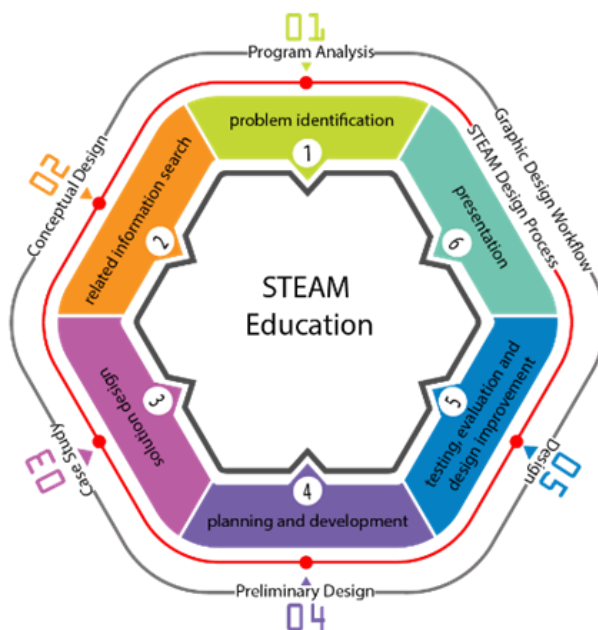
4.1.2.3.4 วางแผนและพัฒนานวัตกรรม (Planning and Development Innovations) เป็นการวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา หรือพัฒนานวัตกรรม เป็นการกำหนดลำดับขั้นตอนของการสร้างชิ้นงาน การออกแบบจริงแล้วลงมือสร้างชิ้นงาน ปรับแก้ไขเพิ่มเติมเพื่อใช้ในการแก้ปัญหาที่พบ เพื่อให้เกิดการพัฒนาให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่ตรงตามความต้องการใช้สอยจริง

4.1.2.3.5 ทดสอบ (Testing) ประกอบด้วย

1. ทดลอง เป็นการทดลองนวัตกรรมที่พัฒนาได้
2. ประเมินผล เป็นการประเมินนวัตกรรมที่พัฒนาได้
3. ปรับปรุง เป็นการปรับปรุงนวัตกรรมที่พัฒนาได้

4.1.2.3.6 นำเสนอผลการพัฒนานวัตกรรม (Innovations Presentation) ผลการแก้ปัญหา หรือผลของนวัตกรรม ที่พัฒนาได้ เพื่อการพัฒนาต่อไป

4.1.3 กระบวนการเรียนรู้สะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม



ภาพที่ 4-2 กระบวนการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เพื่อเพิ่มพูนความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูมิภาคตะวันตก

จากเอกสารงานวิจัยได้ดังนี้

1. วิเคราะห์และระบุปัญหา
2. สรุปแนวคิด
3. ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา
4. วางแผนและพัฒนานวัตกรรม
5. ทดสอบ
6. นำเสนอผลการพัฒนานวัตกรรม

4.1.4 ผลการสังเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาแนวคิด ทฤษฎีเกี่ยวกับเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อที่จะนำองค์ประกอบและรูปแบบการใช้งานเทคโนโลยีมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ดังนี้

4.1.4.1 ประเภทของเทคโนโลยี Augmented Reality จากวิเคราะห์และการสังเคราะห์ ประเภทของเทคโนโลยี Augmented Reality ซึ่งได้จากการวิเคราะห์และสังเคราะห์จากเอกสารงานวิจัย (วิวัฒน์ มีสุวรรณ, 2558), (วิลาศ สมทิทธิธธา, 2559), (สุรพล บุญลือ, 2012), (วัลย์ภรณ์

ช่างคิด และวณิชวิรา ฉันทะจำรัสศิลป์, มปป.), (รักษพล, 2555) และ (พจน์ศิริรินทร์ ลิ้มปิ่นนันทน์, 2560) สามารถสรุปได้ดังนี้

4.1.4.1.1 1Marker - based (AR) เช่น บาร์โค้ด คิวอาร์โค้ช ผ่านทางกล้องซอฟต์แวร์จะจดจำภาพและใส่รูปภาพดิจิทัลเคลื่อนที่ลงบนหน้าจอ

4.1.4.1.2 2-D AR system การเปลี่ยนวัตถุสองมิติให้กลายเป็นรูปแบบสามมิติ

4.1.4.1.3 Panoramic 360 เป็น AR ที่ สามารถหมุนแสดงได้ตามอิสระและหลากหลายมุมมอง

4.1.4.2 องค์ประกอบหลักของโลกเสมือนผสมโลกจริงซึ่งได้จากการวิเคราะห์และสังเคราะห์จากเอกสารงานวิจัย (ปิยนุช สมบัติมาก, 2008), (พินิตา ตันศิริ, 2553), (วลัยภรณ์ ช่างคิด และ วณิชวิรา ฉันทะจำรัสศิลป์, มปป.), (จิราภรณ์ ปกรณ์, 2561), (ศุภย์เทคโนโลยีการศึกษา, 2018) แสดงได้ดังนี้

4.1.4.2.1 มาร์คเกอร์ (Marker) หรือเรียกว่ามาร์คอัป (Markup) หรือเออาร์โค้ด (AR-Code) ใช้ในการกำหนดตำแหน่งของวัตถุ

4.1.4.2.2 ตัวจับสัญญาณภาพ (Eye) เช่น กล้องวิดีโอ กล้องเว็บแคม กล้องโทรศัพท์มือถือหรือตัวจับสัญญาณ (Sensor)

4.1.4.2.3 ซอฟต์แวร์ในส่วนการประมวลผล (AR Engine) เป็นตัวส่งข้อมูลที่สามารถอ่านได้ผ่านเข้าซอฟต์แวร์หรือส่วนประมวลผลเพื่อสร้างภาพหรือวัตถุแบบสามมิติ

4.1.4.2.4 ส่วนแสดงผล Display หรือจอแสดงผลเพื่อให้เห็นผลข้อมูลแสดงเป็นภาพ เช่น จอภาพครอบศีรษะ จอภาพคอมพิวเตอร์ จอภาพแท็บเล็ต

4.1.4.2.5 ผลการสังเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาแนวคิด ทฤษฎีเกี่ยวกับหลักการเรียนรู้ออนไลน์แบบเปิดความสามารถของระบบในการจัดการรายวิชา Massive Open Online Course (MOOC) ซึ่งได้จากการวิเคราะห์และสังเคราะห์จากเอกสารงานวิจัยได้ดังนี้ (สำนักพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ, 2014), (พิมพ์ชนก สิริพงศ์ทักษิณ, 2015), (ณัฐภัทร ทิณเวส, 2558), (Titima Thumbumrung, 2015), (วิภาวิน รุจเรขา, 2557), (จีระศักดิ์ หัสดี, 2557), (กษิตีพัฒน์ สุมนัสพงค์, 2015) ได้ดังนี้ (1) วิดีโอแบบสั้น ๆ หลาย ๆ ชุด (2) เอกสารประกอบออนไลน์ (3) การปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนและผู้สอน (4) กิจกรรมออนไลน์ (5) การประเมินผลการเรียน และ (6) การทดสอบความเข้าใจ

4.1.4.2.6 ผลการสังเคราะห์จากเอกสารและงานวิจัยที่เกิดข้อกับความคิดสร้างสรรค์ (Creativity) ตัวแปรตามที่เกิดจากโมเดลการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมฯ

1. Guilford (อ้างถึงใน อารี, 2537), Torrance (อ้างถึงใน สมใจ สืบเสาะ, 2555), (ศศิมา สุขสว่าง, มปป.), (Kim, Y., Park, N., 2012), (Billiar, K., Hubelbank, J., Oliva, T., and Camesano, T., 2014), (วิจารณ์ พานิช, 2555) สามารถสรุปได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ (Creativity) เป็นความสามารถทางสมองที่คิดได้กว้างไกลหลายทิศทางหรือเรียกว่าลักษณะการคิดนอกเนกนัยหรือความคิดแบบกระจาย (Divergent Thinking) เป็นกระบวนการบูรณาการประสบการณ์ทั้งหมดที่ผ่านมาเพื่อสร้างรูปแบบใหม่ ความคิดใหม่ หรือผลผลิตใหม่ที่แปลกและต่างไปจากเดิม

2. แบบวัดความสามารถทางการคิดสร้างสรรค์ ด้านจิตใจและบุคลิกภาพ เป็นการวัดพฤติกรรมที่เกิดขึ้นภายในจิตใจของมนุษย์เกี่ยวข้องกับความรู้สึก อารมณ์และจิตใจ ของบุคคล องค์ประกอบของพฤติกรรมจิตพิสัย เป็นลักษณะที่แสดงออกถึงอารมณ์หรือความรู้สึกของบุคคล ในการวัดจิตพิสัยจึงต้องใช้เครื่องมือวัดที่แสดงออกในลักษณะของอารมณ์และความรู้สึกเป็นลักษณะที่มีแบบแผนเฉพาะ คน โดยงานวิจัยนี้มุ่งทำการศึกษาโดยการสังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติในมิติด้านจิตใจและบุคลิกภาพ ใช้แบบมาตรประมาณค่าของลิเคิร์ตในด้านความอยากรู้อยากเห็น (Curiosity) และความเชื่อมั่นในตนเอง (Self confidence)

3. แบบวัดความสามารถทางการคิดสร้างสรรค์ ด้านผลงานสร้างสรรค์เป็นการวัดความสามารถในการคิดสร้างสรรค์จากผลงาน เครื่องมือวัดผลงานสร้างสรรค์ เบสิเมอร์ และเทรฟฟิงเกอร์ (Besemer & Treggenger, 1981) ได้ศึกษาสังเคราะห์เกี่ยวกับการประเมินผลงานที่เกิดขึ้นจากความคิดสร้างสรรค์ และสังเคราะห์เกณฑ์ในการประเมินขึ้นโดยเกณฑ์นั้นสามารถนำไปใช้ในการประเมินผลงานที่มาจากสาขาที่หลากหลายเกณฑ์เหล่านั้นจะช่วยระบุว่าผลงานมีความสร้างสรรค์อยู่ในระดับใด เครื่องมือดังกล่าวเป็นแบบประเมินที่มีลักษณะเป็นมาตรประมาณค่า (Semantic Differential Scale) แบบ 7 ช่วง แบบของออสกู๊ด (Osgood's method) มิติในการวัด 3 มิติ ได้แก่ ความแปลกใหม่ ความเหมาะสมในการนำไปใช้และความประณีตสวยงาม

จากผลสังเคราะห์แบบวัดความคิดสร้างสรรค์มาตรฐานทั้งนอกและในประเทศไทยของ อภิชาติ เนินพรหม (2559) ผู้วิจัยสร้างแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ในมิติด้านการคิดตามแนวคิดกิลฟอร์ดโดยดัดแปลงแบบทดสอบทอแรนซ์ วอลลาซและโคแกน ไสว เลี่ยมแก้ว อารี รังสินันท์ และไพรัตน์ วงษ์นาม ลักษณะแบบทดสอบเป็นแบบอัตนัย ทั้งฉบับภาษาและรูปภาพ และเรียกแบบทดสอบนี้ว่ากิจกรรมโดยเน้นการสร้างบรรยากาศให้รู้สึกอยากตอบและร่วมกิจกรรมแบบทอแรนซ์ แต่ให้เวลาในการคิดและตอบมากกว่าการจำกัดเวลาเช่นเดียวกับ วอลลาซและโคแกน โดยแบบทดสอบความสามารถทางการคิดสร้างสรรค์ในด้านการคิดที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น วัดได้จาก 4 ลักษณะการคิดได้แก่ (1) ความคิดคล่องตัว (Fluency) (2) ความคิดยืดหยุ่นหรือความคิดยืดหยุ่นในการคิด (Flexibility) (3) ความคิดริเริ่ม (Originality) และ (4) ความคิดละเอียดลออ (Elaboration)

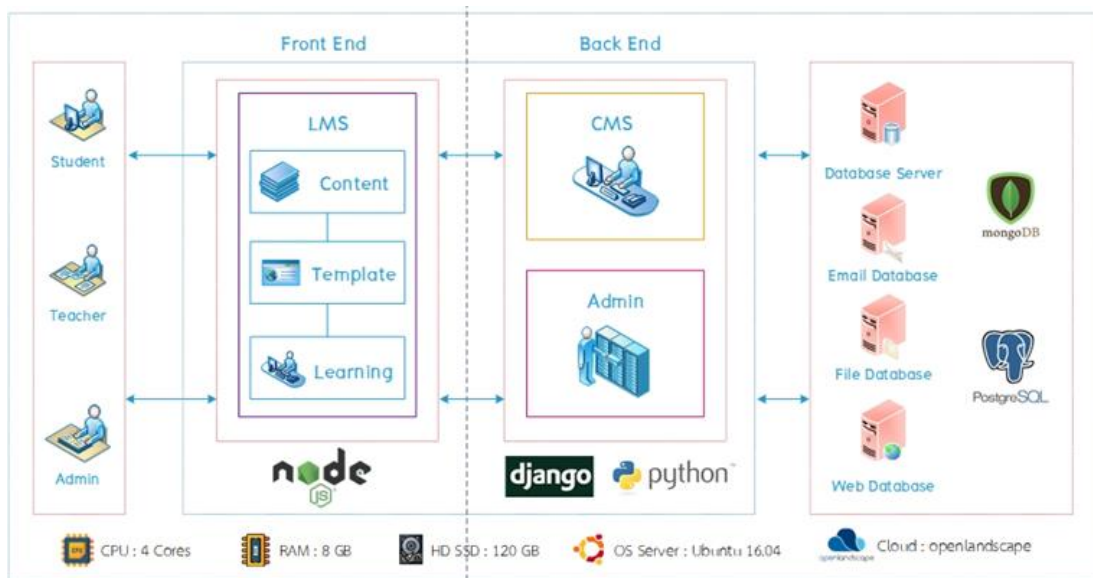
2.7. ผลการสังเคราะห์จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับนวัตกรรม (Innovation) ตัวแปรตามที่เกิดจากโมเดลการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริง เสริมฯ นวัตกรรม คือ การนำความคิดสร้างสรรค์ที่คิดได้ ไปทำให้เป็นจริง และนำมาใช้ประโยชน์ได้ ผลผลิตด้านนวัตกรรมประกอบด้วย ผลผลิตทางองค์ความรู้และเทคโนโลยี และสิ่งสร้างสรรค์ ซึ่งนวัตกรรมเป็นได้ทั้งรูปธรรม เช่น ผลิตภัณฑ์ใหม่ การบริการใหม่ ๆ โดยสามารถสรุปองค์ประกอบของผลงานนวัตกรรม (Salavou and Avlonitis, 2008), (Brad, 2009), (Xiang et al., 2013), (Brooks, Gyorko, and Morrill, 2013), (Tripunovski, Nikolovski and Vasileva, 2014), และ (Weyrauch and Herstatt, 2016), (สมนึก เอื้อจิระพงษ์พันธ์, 2553), (ชลิต กังวารวุฒิ (2557), (ฉันทรัตน์ ลีนฤชี, 2558), (พิมพ์พัชร พรสวรรค์, 2561), (ศิริพงษ์ เพ็ญศิริ), บรรเจิด ยอดศิริ, 2562) สามารถสรุปองค์ประกอบของผลงานนวัตกรรมสำหรับงานวิจัยได้ ดังนี้ (1) สิ่งใหม่และเป็นเอกลักษณ์ (2) การแก้ไขปัญหาตามวัตถุประสงค์ (3) การออกแบบ (4) ความเป็นไปได้ในการใช้งาน และ (5) เทคโนโลยีทันสมัย

3. ตรวจสอบผลการสังเคราะห์กรอบแนวคิดของโมเดลการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อเพิ่มพูนความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับนักศึกษา ระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูมิภาคตะวันตก โดยอาจารย์ที่ปรึกษา

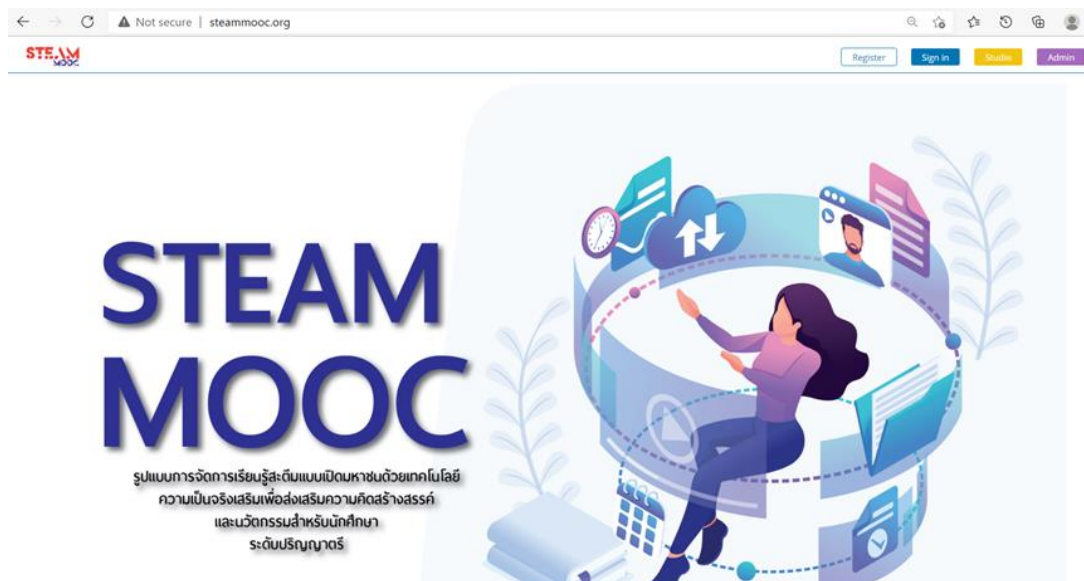
4.2 ตอนที่ 2 ผลการพัฒนากระบวนการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อเพิ่มพูนความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูมิภาคตะวันตก

ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาและพัฒนากระบวนการจัดการเรียน ซึ่งประกอบด้วย ส่วนจัดการผู้สอน ส่วนการจัดการผู้เรียนและผู้ดูแลระบบ เพื่อนำไปใช้ทดลองในการจัดการเรียนการสอนจริง

4.2.1 ผลการพัฒนากระบวนการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมฯ สามารถแสดงดังต่อไปนี้



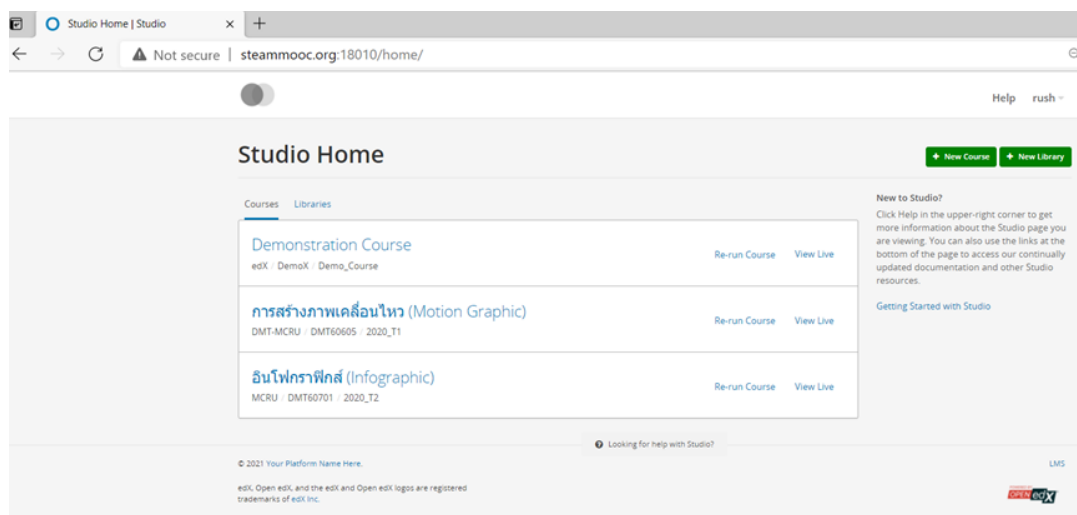
ภาพที่ 4-3 สถาปัตยกรรมระบบการจัดการเรียนอิงสะติมออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมฯ



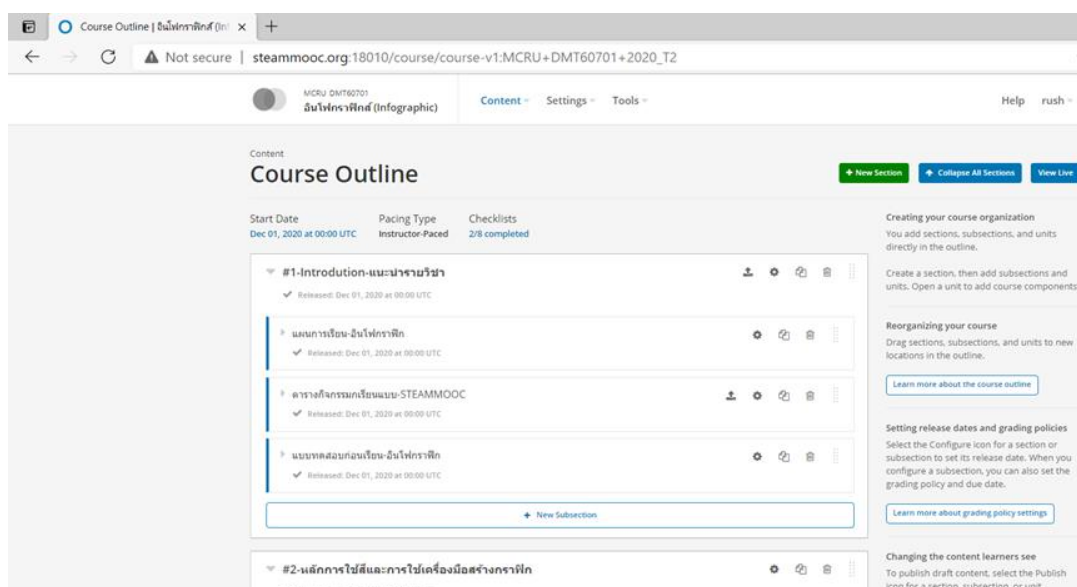
ภาพที่ 4-4 หน้าแรกของระบบการจัดการเรียนอิงสะติมออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมฯ (<http://steammooc.org/>)

4.2.1.1 ระบบสำหรับผู้สอน เป็นส่วนของโปรแกรมที่ทำการติดต่อกับผู้สอน โดยผู้สอนสามารถเข้าใช้ระบบเพื่อจัดการชั้นเรียนและสร้างกิจกรรมการเรียนรู้ตามโมเดลการจัดการเรียนรู้สะติมแบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมฯ โดยระบบผู้สอนประกอบด้วย

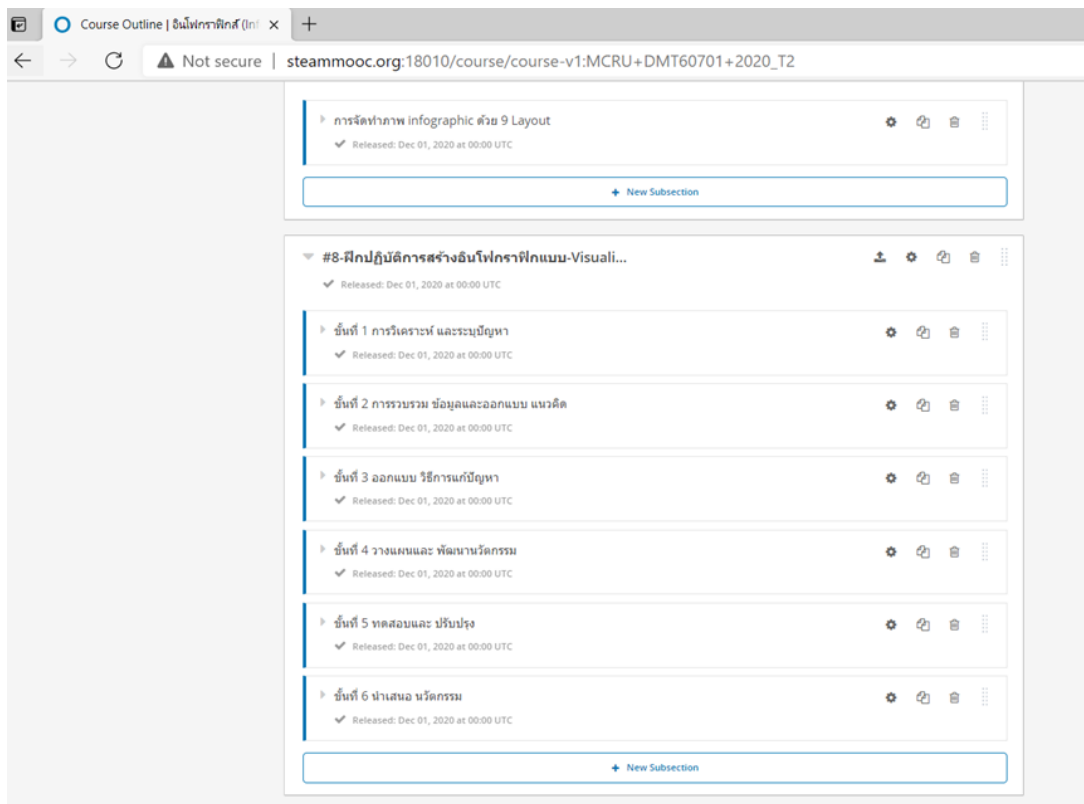
1. การจัดการรายวิชาของผู้สอน (Studio) เป็นการจัดการรายวิชาที่ผู้สอนทำการเปิดให้ผู้เรียนสามารถลงทะเบียนเรียนได้ในเวลาที่กำหนด



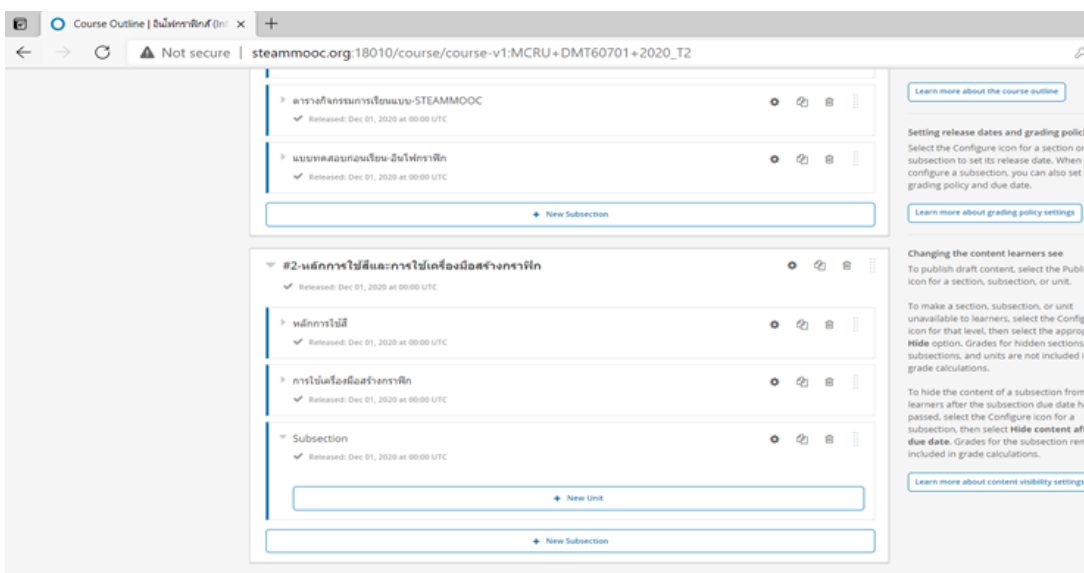
ภาพที่ 4-5 ข้อมูลการสร้างและจัดการรายวิชาของผู้สอน (Studio) ผ่านระบบการจัดการเรียน อิงระดมออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมฯ



ภาพที่ 4-6 ข้อมูลการสร้างและจัดการเนื้อหาและกิจกรรมในบทเรียน ผ่านระบบการจัดการเรียน อิงระดมออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมฯ



ภาพที่ 4-7 ข้อมูลการสร้างกิจกรรมการเรียนรู้ตามขั้นตอน STEAM ผ่านระบบการจัดการเรียนอิสระ
 ติ่มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมฯ



ภาพที่ 4-8 ข้อมูลการสร้างหัวข้อเนื้อหา กิจกรรมหลักและย่อยในบทเรียน ผ่านระบบการจัดการ
 เรียนอิสระติ่มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมฯ

2. ส่วนการแจ้งวัตถุประสงค์การเรียนการสอนออนไลน์ (Course Handouts) เป็นการชี้แจงและอธิบายวัตถุประสงค์การเรียนรู้ รายละเอียดเกี่ยวกับเนื้อหาในบทเรียน ทำหน้าที่เกี่ยวกับการประชาสัมพันธ์ข่าวสารต่าง ๆ ให้กับผู้เรียนหรือผู้พัฒนา ในวิชาออนไลน์

The screenshot displays a course management interface with two main sections: 'Introducing Your Course' and 'Schedule & Details'.

Introducing Your Course:

- Course Short Description:** A text input field with a placeholder: "Appears on the course catalog page when students roll over the course name. Li".
- Course Overview:** A code editor showing HTML code for a course summary page. The code includes:


```

1 <link rel="preconnect" href="https://fonts.gstatic.com">
2 <link href="https://fonts.googleapis.com/css2?family=Prompt:wght@300&display=swap" rel="stylesheet">
3 <section class="about" style="font-family: 'Prompt', sans-serif;">
4   <h2 style="font-family: 'Prompt', sans-serif;">คำอธิบายรายวิชา</h2>
5   <p>การเลือกใช้โปรแกรมสร้างภาพเคลื่อนไหว ฝึกปฏิบัติการสร้างภาพเคลื่อนไหว สตอรี่บอร์ด
6   การออกแบบและสร้างภาพแบบราสเตอร์ เวกเตอร์ การใส่เอฟเฟกต์และการใส่เสียง การนำเสนอผลงาน
7   การประยุกต์ใช้งานภาพเคลื่อนไหว การจัดการไฟล์ภาพเคลื่อนไหว.</p>
8
9   <h2 style="font-family: 'Prompt', sans-serif;">จุดมุ่งหมายของรายวิชา</h2>
10  <p>
11 (1) เพื่อให้ศึกษามีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับการสร้างภาพเคลื่อนไหว <br>
12 (2) เพื่อให้ศึกษามีความรู้ ความเข้าใจในการเขียนสตอรี่บอร์ด <br>
13 (3) เพื่อให้ศึกษาเข้าใจการออกแบบและสร้างภาพแบบราสเตอร์ เวกเตอร์ สำหรับงานภาพเคลื่อนไหว <br>
14 (4) เพื่อให้ศึกษาสามารถใส่เอฟเฟกต์และการใส่เสียงในงานภาพเคลื่อนไหวได้ <br>
15 (5) เพื่อให้ศึกษามีความรู้ความเข้าใจในการจัดการไฟล์ภาพเคลื่อนไหว.</p>

```

Schedule & Details:

- Basic Information:** A table showing course details:

Organization	Course Number	Course Run
MCRU	DMT60701	2020_T2
- Course Summary Page:** A button labeled "Edit your students" and a link to the course summary page: http://ms.steamhoc.org/courses/course-v1:MCRU+DMT60701+2020_T2/about.

Course Card Image:

- A preview of a course card image featuring a collage of icons related to STEAM education (science, technology, engineering, art, math) and the text "STEAM EDUCATION".
- A text input field for the image path: `/asset-v1:MCRU+DMT60701+2020_T2+type@asset+block@B1-01.jpg`.
- An "Upload Course Card Image" button.

ภาพที่ 4-9 ส่วนจัดการข้อมูลแจ้งขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ออนไลน์ (Course Updates and New) เป็นการอธิบายลำดับขั้นตอนในการเรียนการสอนบนระบบการเรียนการสอนผ่านทางป้ายประกาศบนระบบออนไลน์

3. ส่วนการจัดการประเมินผล เป็นการกำหนดค่า การเปิดใช้งานส่วนการทำแบบทดสอบ การตั้งค่าจำนวนครั้งในการทำแบบทดสอบ การตั้งค่าข้อมูลป้อนกลับคะแนน

MCRU DMT60701
อินโฟกราฟิกส์ (Infographic)

Content ▾ Settings ▾ Tools ▾

Help

✓ Your changes have been saved.

Settings

Grading

Overall Grade Range

Your overall grading scale for student final grades

Grading Rules & Policies

Deadlines, requirements, and logistics around grading student work

Grace Period on Deadline:

00:00

Leeway on due dates

What I can do on this page?

You can use the slider under Overall Range to specify whether your course pass/fail or graded by letter, and to the thresholds for each grade.

You can specify whether your course students a grace period for late assignments.

You can also create assignment types: homework, labs, quizzes, and exams. You can specify how much of a student's grade an assignment type is worth.

Other Course Settings
Details & Schedule

ภาพที่ 4-10 ส่วนหัวแบบประเมิน

Assignment Type Name

Pre-Test

The general category for this type of assignment, for example, Homework or Midterm Exam. This name is visible to learners.

Abbreviation

Pre-Test

This short name for the assignment type (for example, HW or Midterm) appears next to assignments on a learner's Progress page.

Weight of Total Grade

0

The weight of all assignments of this type as a percentage of the total grade, for example, 40. Do not include the percent symbol.

Total Number

1

The number of subsections in the course that contain problems of this assignment type.

Number of Droppable

0

The number of assignments of this type that will be dropped. The lowest scoring assignments are dropped first.

Delete

Assignment Type Name

Post-Test

The general category for this type of assignment, for example, Homework or Midterm Exam. This name is visible to learners.

Abbreviation

Post-Test

This short name for the assignment type (for example, HW or Midterm) appears next to assignments on a learner's Progress page.

Weight of Total Grade

0

The weight of all assignments of this type as a percentage of the total grade, for example, 40. Do not include the percent symbol.

Total Number

1

The number of subsections in the course that contain problems of this assignment type.

Number of Droppable

0

The number of assignments of this type that will be dropped. The lowest scoring assignments are dropped first.

Delete

+ New Assignment Type

ภาพที่ 4-11 ส่วนจัดการการประเมินผลคะแนน

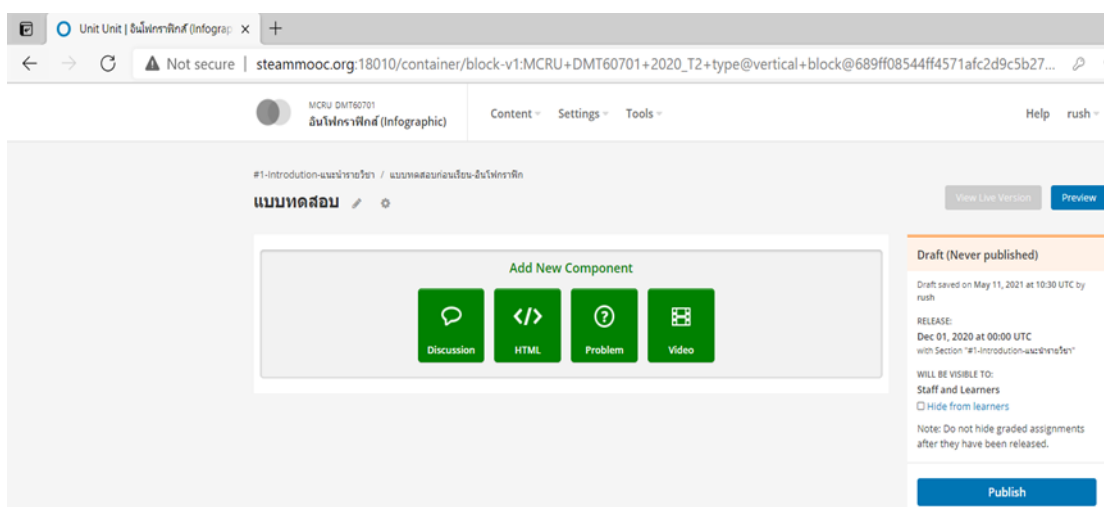
4.2.1.2 กิจกรรมการเรียนรู้ หมายถึง วิธีการ/รูปแบบหรือกิจกรรมสำหรับให้ผู้เรียนได้ศึกษา จากรายวิชาออนไลน์ที่ผู้พัฒนาได้สร้างขึ้น โดยใส่เนื้อหาการเรียนรู้เข้าไปในกิจกรรม เช่น วิดีโอ การสนทนากลุ่ม การอ่านเนื้อหา เป็นต้น ในการพัฒนารายวิชาออนไลน์จากระบบ Open edX ผู้พัฒนา Course Online จะสร้างกิจกรรมการเรียนรู้จาก Component ที่ตัวระบบจัดเตรียมไว้ให้ มี 4 กลุ่มด้วยกันคือ

1. Discussion Component : เป็นเครื่องมือที่ใช้สร้างกระดานสนทนาให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ผ่านการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่าง ผู้เรียนกับผู้เรียน หรือผู้เรียนกับผู้สอน

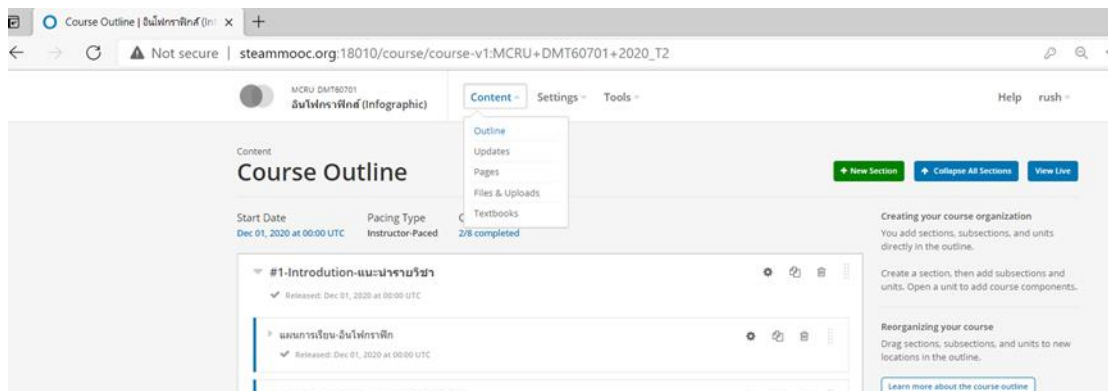
2. HTML Component : เป็นเครื่องมือที่ใช้สร้างกิจกรรมการเรียนรู้ที่ต้องการใส่ข้อความรูปภาพเข้าไปในบทเรียนออนไลน์ โดยเน้นจากการอ่าน และการดูเป็นหลัก

3. Problem Component : เป็นเครื่องมือที่ใช้สร้างกิจกรรมการเรียนรู้จากการทำแบบสอบถามหรือแบบทดสอบเพื่อกระตุ้นความจำ หรือทบทวนความจำของผู้เรียนที่ได้เรียนเนื้อหามาแล้วก่อนหน้านี้

4. Video Component : เป็นการสร้างกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้น การดู การฟัง และการอ่าน โดยผู้พัฒนา Course Online ได้นำเนื้อหาการเรียนรู้มาพัฒนาสื่อวิดีโอ เพื่อให้ง่ายต่อการเรียนรู้



ภาพที่ 4-12 ส่วนจัดการรูปแบบหรือกิจกรรมสำหรับให้ผู้เรียน



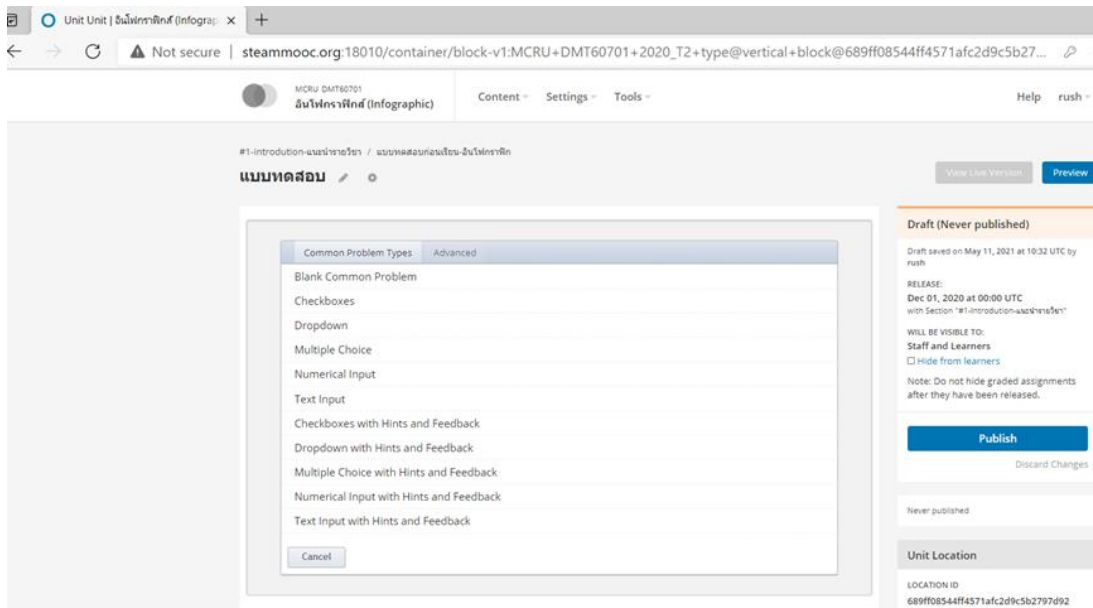
ภาพที่ 4-13 ส่วนหัวของ Course Outline

ภาพที่ 4-14 ส่วนจัดการข้อมูลเปิด-ปิด (Course Schedule) รายวิชา

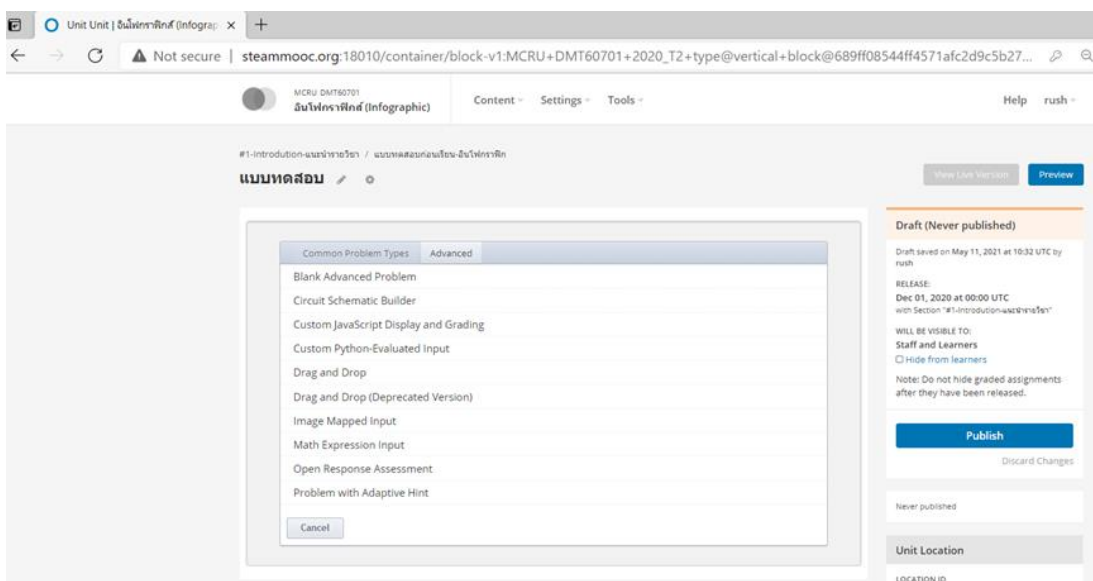
4.2.1.2.1 ทดสอบก่อนเรียนออนไลน์ เป็นการสร้างแบบทดสอบเพื่อประเมินผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนของผู้เรียน สร้างแบบทดสอบระหว่างเรียนของผู้เรียน โดยใช้เครื่องมือในกลุ่ม Problem Component เป็นกลุ่มเครื่องมือในระบบ Open edX ที่ผู้พัฒนา Course Online สามารถใช้สร้างการวัดผลประเมินผลในรูปแบบต่าง ๆ เช่น สร้างแบบสอบถามหรือสร้างแบบทดสอบด้วย Multiple Choice เป็นต้น รวมไปถึงการทำงานร่วมกับ Google App เครื่องมือนี้อาจจะแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ ดังนี้

1. Common Problem Type จะเป็นกลุ่มเครื่องมือสร้างแบบสอบถามและแบบทดสอบทั่วไป เช่น Checkboxes Dropdown Multiple Choice Numerical Input Text Input เป็นต้น

2. Advance Type จะเป็นกลุ่มเครื่องมือขั้นสูง เพราะเครื่องมือดังกล่าวจะต้องใช้ความเชี่ยวชาญเฉพาะด้านเท่านั้นจึงจะสามารถใช้สร้างการวัดผลประเมินผลได้ เช่น Custom JavaScript Display and Grading Custom Python-Evaluated Input เป็นต้น



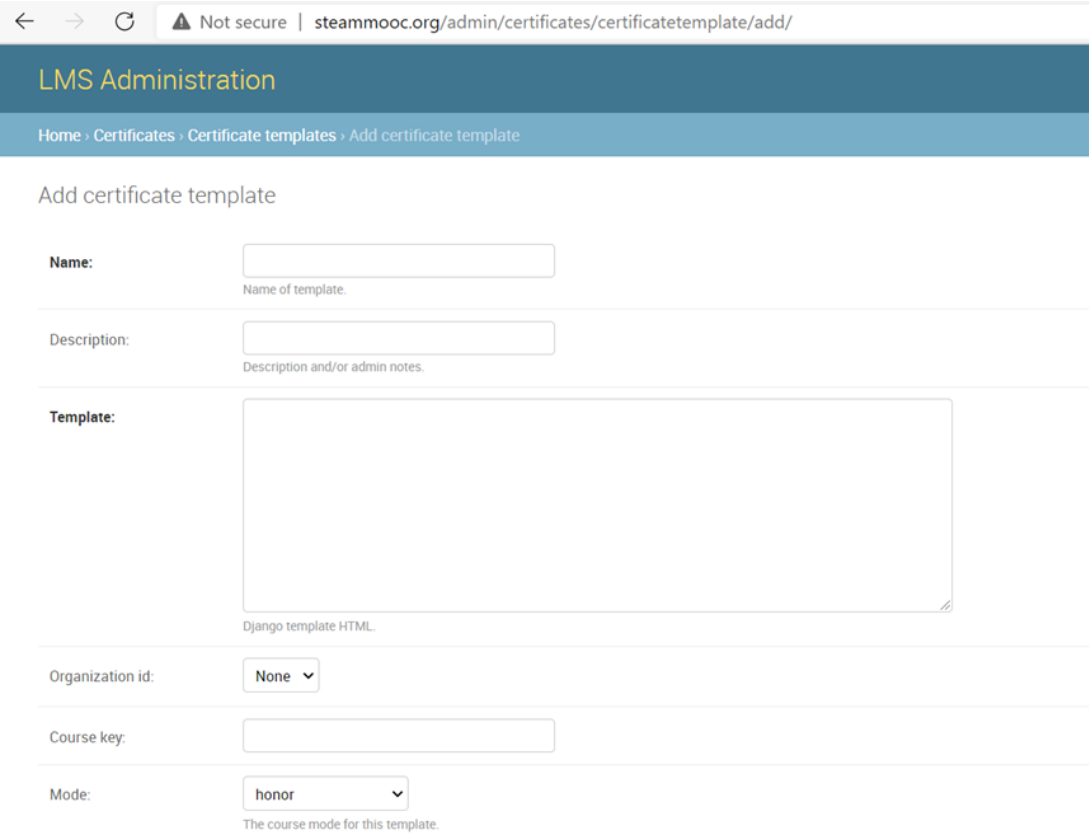
ภาพที่ 4-15 รูปแบบของแบบทดสอบในกลุ่ม Problem Component (Common Problem)



ภาพที่ 4-16 รูปแบบของแบบทดสอบในกลุ่ม Problem Component (Advanced)

จากภาพที่ 4-15 และ 4-16 Problem Component ประกอบด้วย 1) Blank Common Problem 2) Checkboxes, Dropdown 3) Multiple Choice 4) Numerical Input 5) Text Input Checkboxes with Hints and Feedback 6) Dropdown with Hints and Feedback 7) Multiple Choice with Hints and Feedback 8) Numerical Input with Hints and Feedback 9) Text Input with Hints and Feedback

4.2.1.2.2 ใบประกาศนียบัตร (Certificate) เป็นส่วนที่ผู้สอนออกให้กับผู้ที่เรียนผ่านระบบและทำคะแนนสอบได้ตามเกณฑ์ที่ผู้สอนกำหนด เมื่อผู้เรียนเรียนและสอบผ่านเกณฑ์การเรียนรู้ของรายวิชานั้นแล้ว สามารถคลิกที่แถบเมนู Progress เพื่อดูผลการเรียนรู้ของตนเอง และมีปุ่มในการร้องขอ certificate โดยชื่อที่ปรากฏในใบประกาศจะเป็นชื่อที่ผู้เรียนได้กรอกไว้ในการลงทะเบียนสมัครครั้งแรก



← → ↻ Not secure | steammooc.org/admin/certificates/certificatetemplate/add/

LMS Administration

Home > Certificates > Certificate templates > Add certificate template

Add certificate template

Name:
Name of template.

Description:
Description and/or admin notes.

Template:
Django template HTML

Organization id:

Course key:

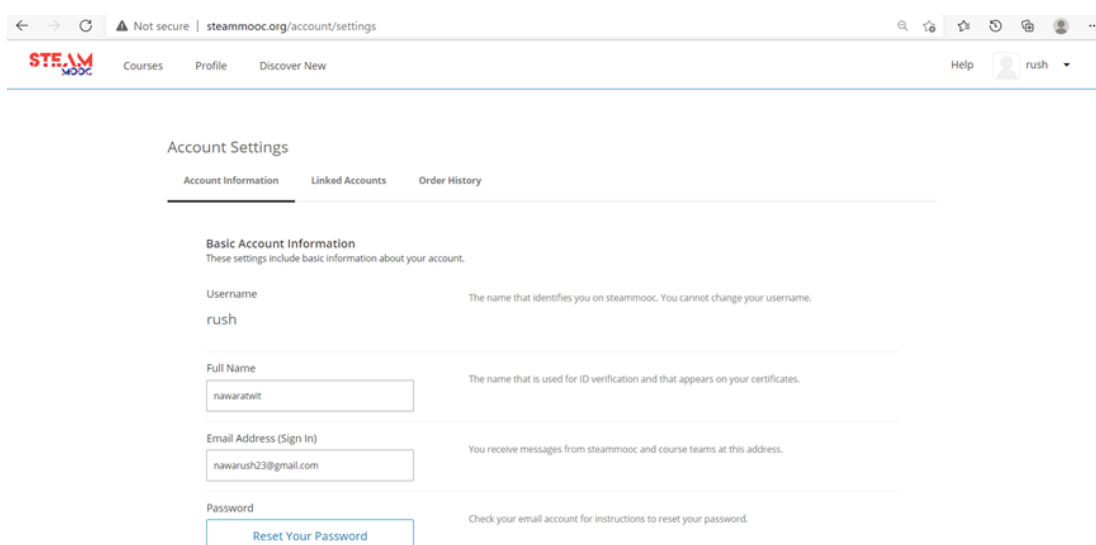
Mode:
The course mode for this template.

ภาพที่ 4-17 ใบประกาศนียบัตร (Certificate)

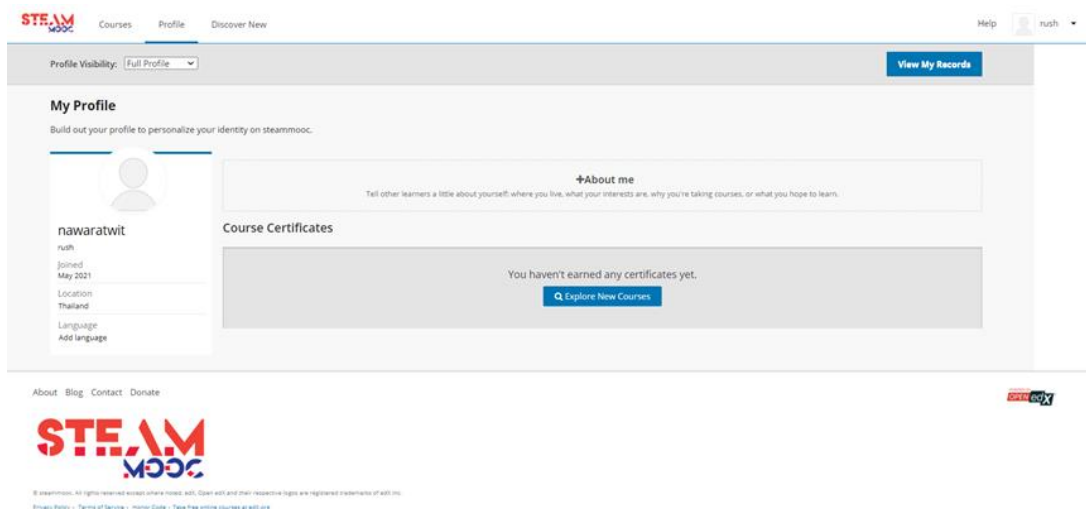
4.2.1.3 ระบบสำหรับผู้เรียน

เป็นส่วนหนึ่งของระบบที่ทำการติดต่อกับผู้เรียน ซึ่งผู้เรียนสามารถเข้าใช้ระบบ (Sign in) เพื่อทำกิจกรรมการเรียนการสอนตามระบบการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมฯ โดยระบบผู้เรียนประกอบด้วย

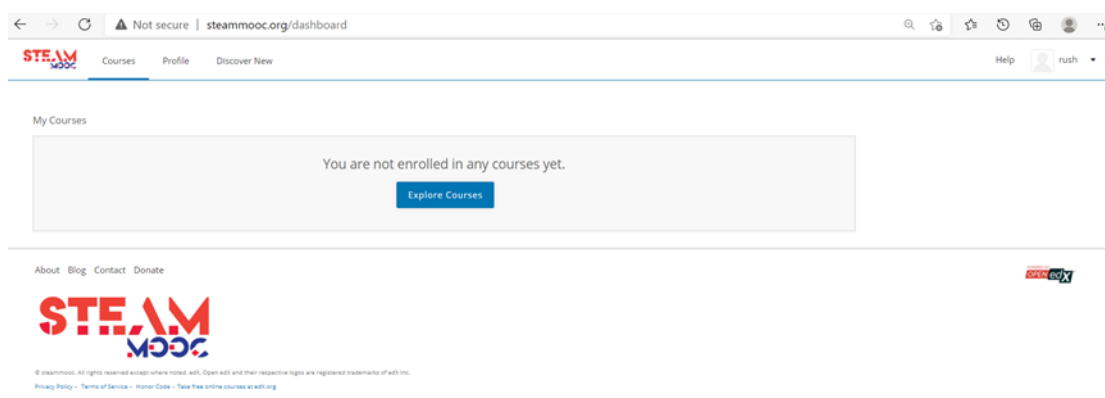
1. การจัดการข้อมูลผู้เรียน ซึ่งเป็นส่วนของการแสดงข้อมูลเกี่ยวกับผู้เรียน ประกอบด้วย ข้อมูลทั่วไปของผู้เรียน (Profile) การแสดงตัวตนของผู้เรียน (Account) รายวิชาที่ผู้เรียนทำการลงทะเบียน (Dashboard)



ภาพที่ 4-18 ข้อมูลการแสดงตัวตนของผู้เรียน (Account) ผ่านระบบการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมฯ (<http://steammooc.org/>)

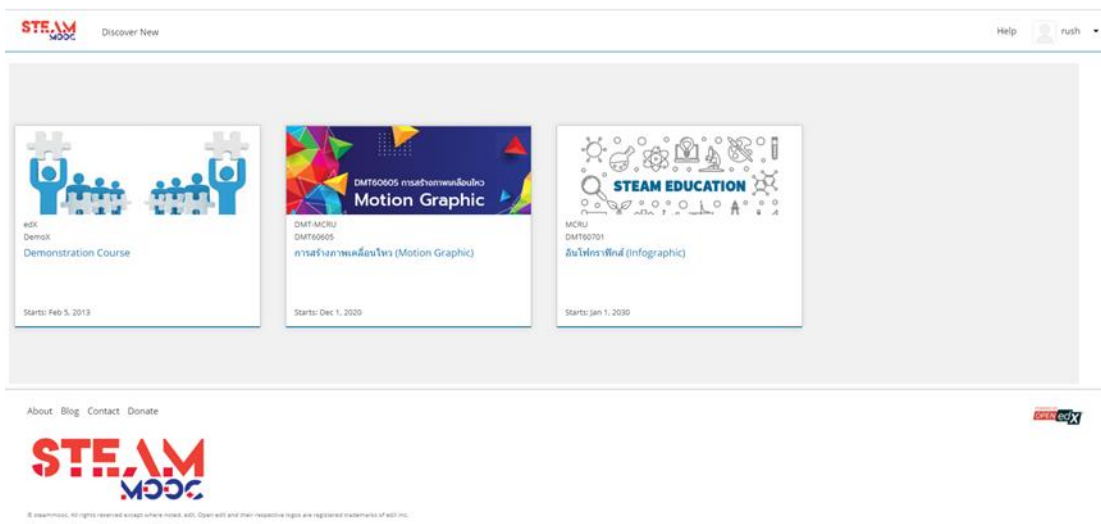


ภาพที่ 4-19 ข้อมูลข้อมูลทั่วไปของผู้เรียน (Profile) ผ่านระบบการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมฯ (<http://steammoc.org/>)

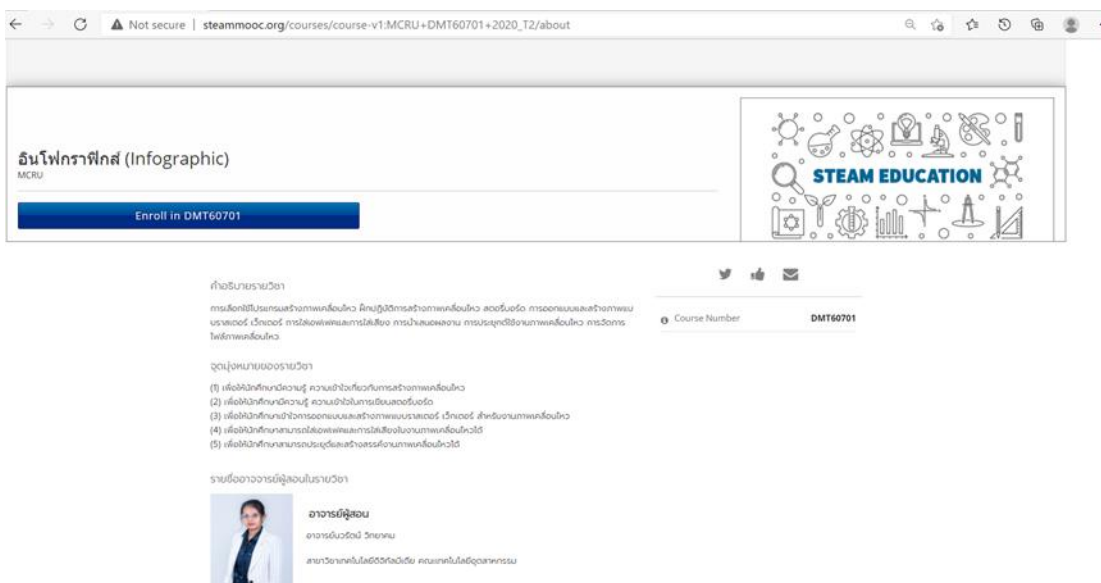


ภาพที่ 4-20 ข้อมูลรายวิชาที่ผู้เรียนทำการลงทะเบียน (Dashboard) ผ่านระบบการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมฯ (<http://steammoc.org/>)

2. การจัดการรายวิชาเรียน ผู้เรียนสามารถเลือกลงทะเบียนเรียนในรายวิชาที่ต้องการได้ตามความต้องการ ระบบสามารถจัดการให้ผู้เรียนสามารถเลือกรายวิชาที่เปิดสอนบนระบบ สามารถเรียกดูรายวิชาที่เลือกลงทะเบียนเรียนทั้งหมด เนื้อหาและกิจกรรมการเรียน กิจกรรมแลกเปลี่ยนเรียนรู้ (Discussion) และสามารถเรียกดูแสดงรายงานความคืบหน้า (Course Progress) ได้



ภาพที่ 4-21 รายวิชาที่เปิดสอนบนระบบการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิด ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมฯ(<http://steammoc.org/>)



ภาพที่ 4-22 รายวิชาที่เลือกลงทะเบียนเรียนบนระบบการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมฯ (<http://steammoc.org/>)

The screenshot shows the STEAM MOOC dashboard. At the top, there is a navigation bar with 'Courses', 'Profile', and 'Discover New'. Below this, the 'My Courses' section displays two course cards. The first card is for 'การสร้างภาพเคลื่อนไหว (Motion Graphic)' with ID DMT-MCRU - DMT60605, started on Dec 1, 2020. The second card is for 'อินโฟกราฟิกส์ (Infographic)' with ID MCRU - DMT60701, also started on Dec 1, 2020. Both cards have a 'View Course' button. At the bottom, there is a footer with the STEAM MOOC logo and some legal information.

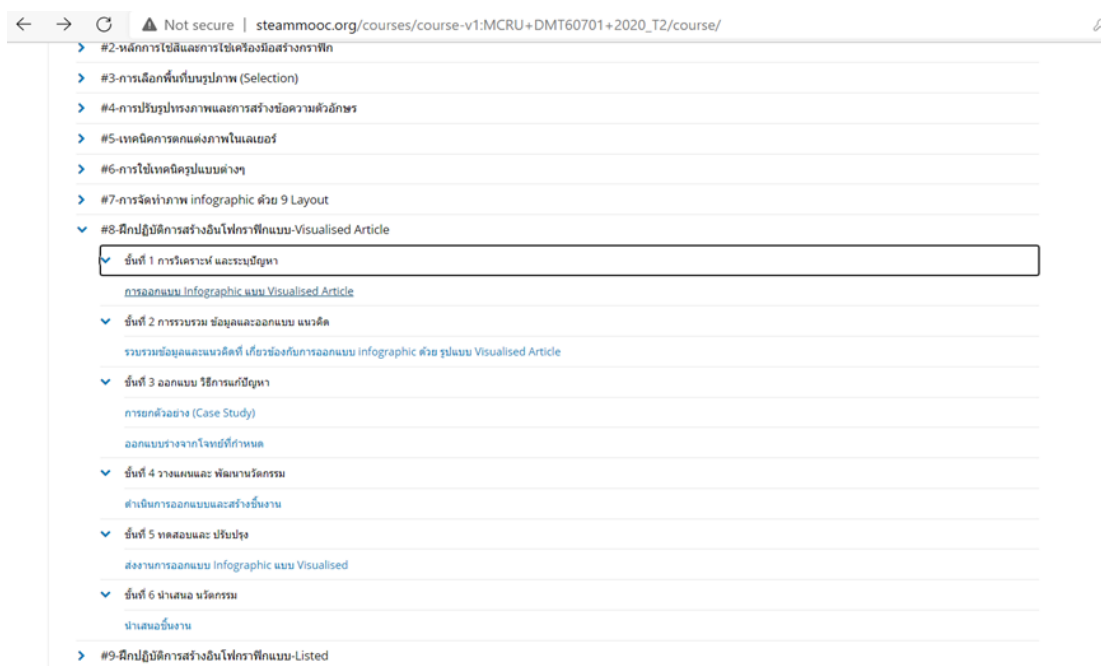
ภาพที่ 4-23 รายวิชาที่เลือกลงทะเบียนเรียนทั้งหมดของผู้เรียนบนระบบการจัดการเรียน
 อิงระดมออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมมา
 (<http://steammoooc.org/>)

The screenshot shows the course page for 'อินโฟกราฟิกส์ (Infographic)' with ID MCRU: DMT60701. The page has a navigation bar with 'Course', 'Discussion', 'Wiki', and 'Progress'. Below the navigation bar, there is a list of topics for the course. The topics are:

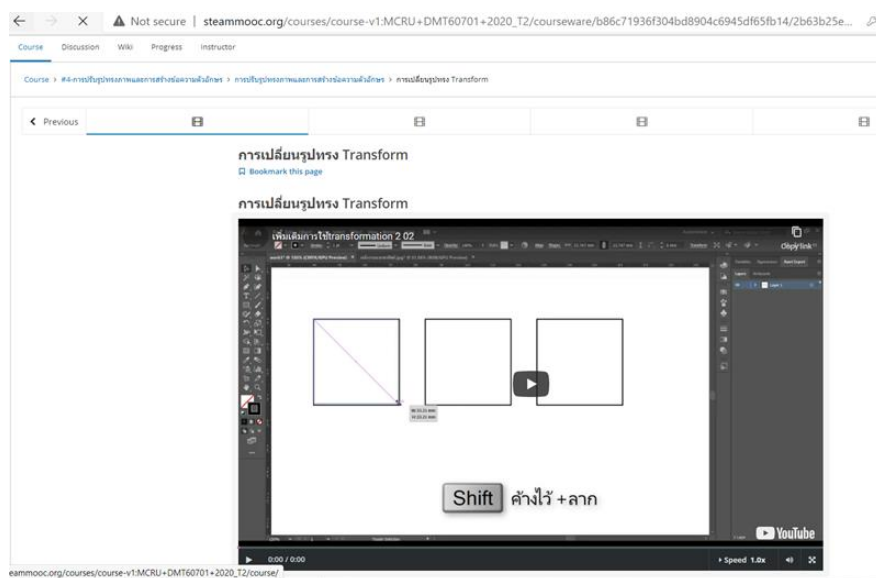
- #1-Introduction-แนะนำรายวิชา
- #2-หลักการใช้สีและการใช้เครื่องมือสร้างกราฟิก
- #3-การเลือกพื้นที่บนรูปภาพ (Selection)
- #4-การปรับรูปภาพและการสร้างข้อความด้วยอักษร
- #5-เทคนิคการตกแต่งภาพในเลเยอร์
- #6-การใช้เทคนิครูปแบบต่างๆ
- #7-การจัดทำภาพ infographic ด้วย 9 Layout
- #8-ฝึกปฏิบัติการสร้างอินโฟกราฟิกแบบ-Visualised Article
 - ขั้นที่ 1 การวิเคราะห์ และระบุปัญหา
 - การออกแบบ Infographic แบบ Visualised Article
 - ขั้นที่ 2 การรวบรวม ข้อมูลและออกแบบ แนวคิด
 - รวบรวมข้อมูลและแนวคิด ที่เกี่ยวข้องกับออกแบบ infographic ด้วย รูปแบบ Visualised Article
 - ขั้นที่ 3 ออกแบบ วิธีการแก้ปัญหา
 - การยกตัวอย่าง (Case Study)
 - ออกแบบจากใจอยู่ที่กำหนด

 There is an 'Expand All' button on the right side of the list.

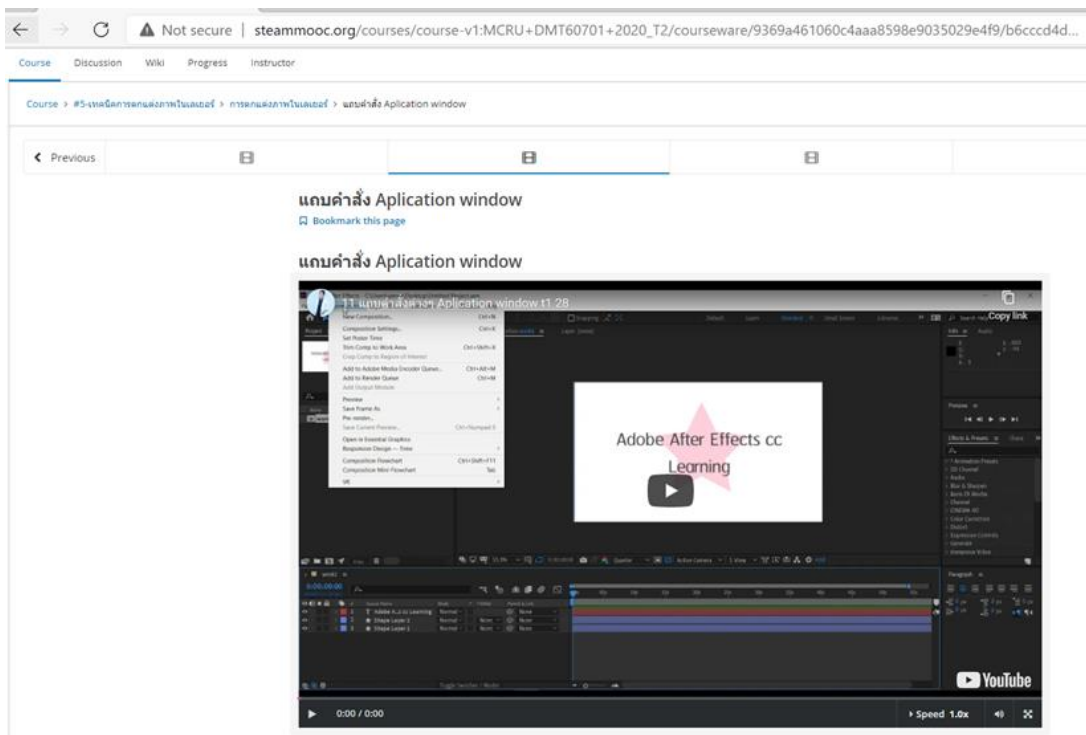
ภาพที่ 4-24 รายละเอียดของวิชาที่ลงทะเบียน



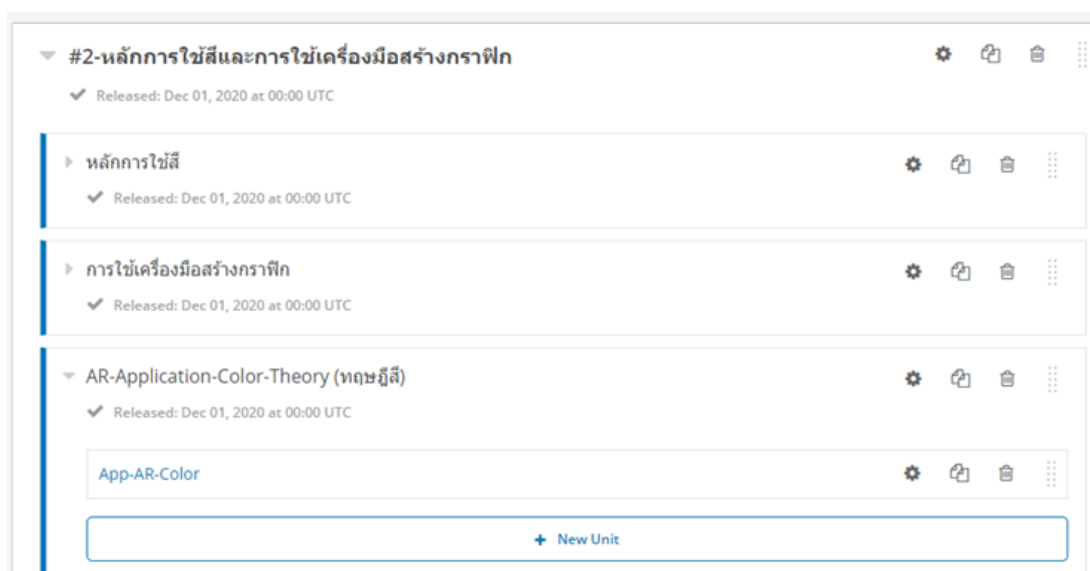
ภาพที่ 4-25 กิจกรรมในรายวิชาที่เลือกลงทะเบียนเรียนของผู้เรียนบนระบบการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมฯ (<http://steammoo.org/>)



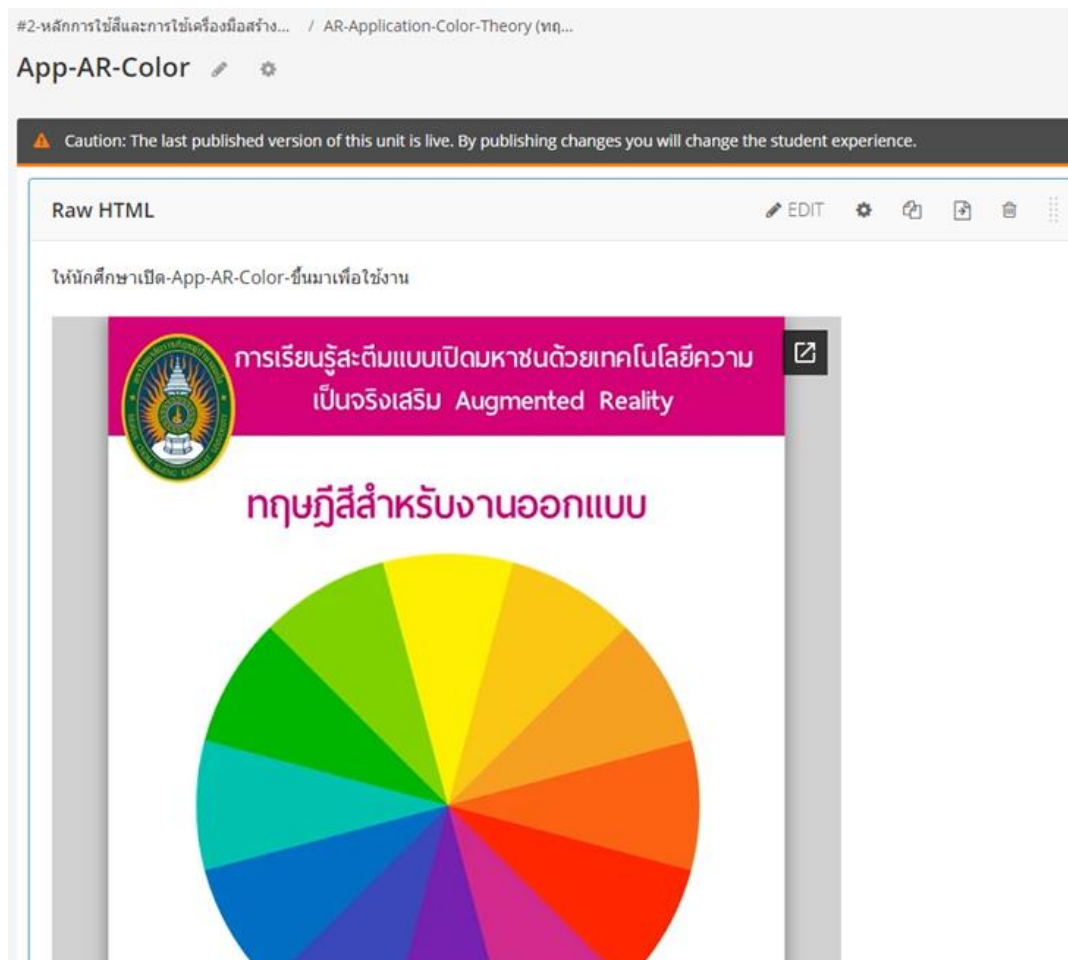
ภาพที่ 4-26 เนื้อหาและกิจกรรมในรายวิชาที่เลือกลงทะเบียนเรียนของผู้เรียนบนระบบการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมฯ (<http://steammoo.org/>)



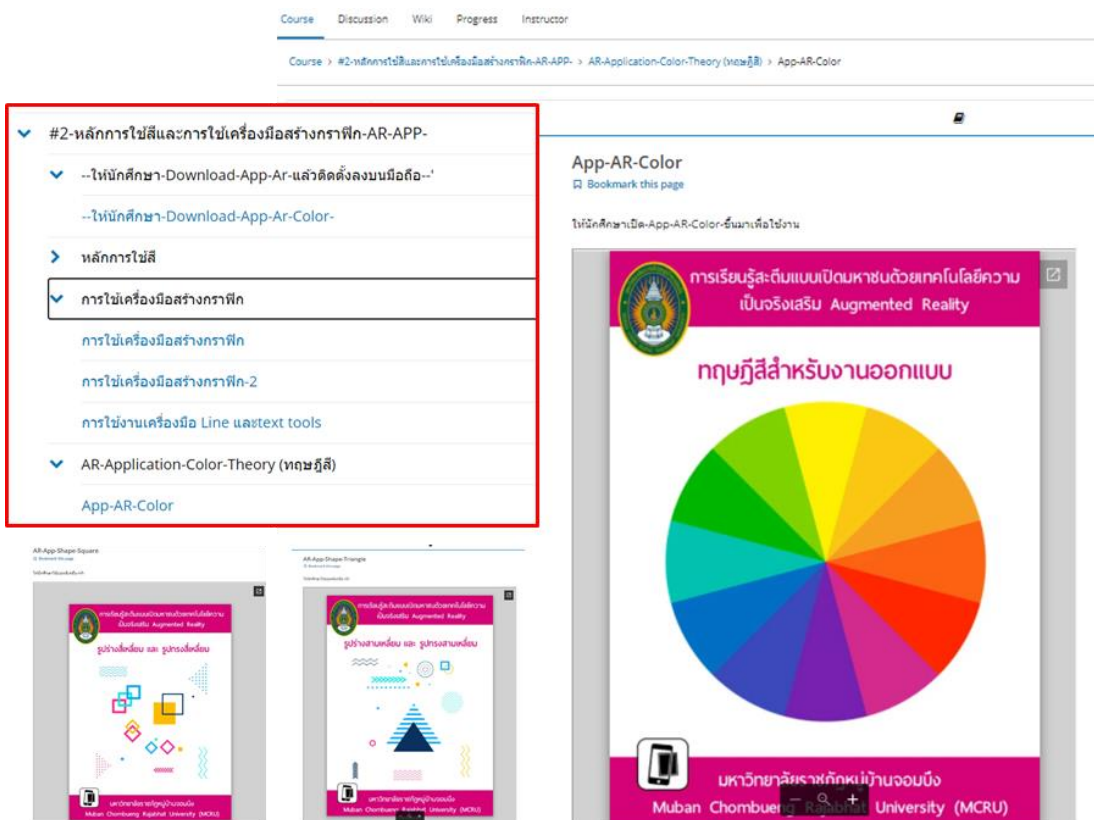
ภาพที่ 4-27 เนื้อหาและกิจกรรมในรายวิชาที่เลือกลงทะเบียนเรียนของผู้เรียนบนระบบการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมฯ (<http://steammooc.org/>)



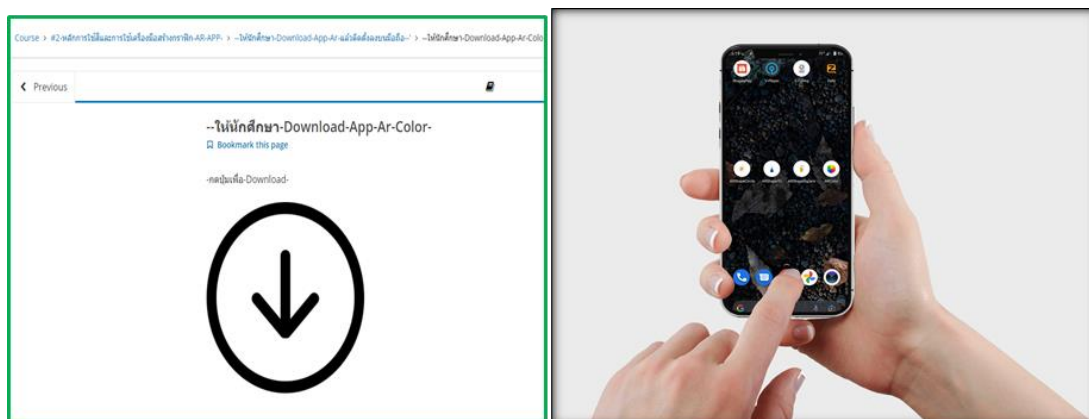
ภาพที่ 4-28 เนื้อหาในรายวิชาที่เลือกลงทะเบียนเรียนของผู้เรียน



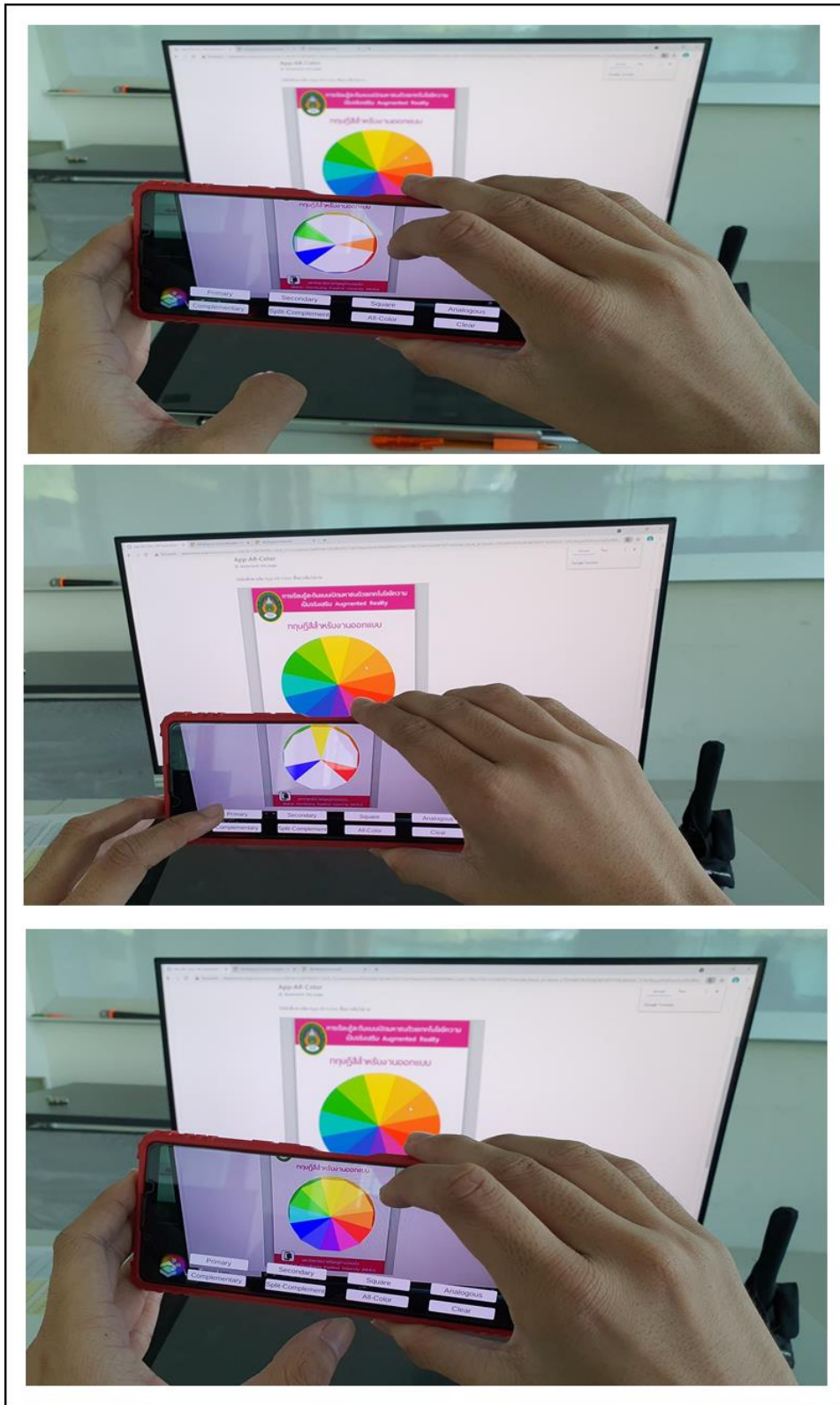
ภาพที่ 4-29 เนื้อหาและกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยสื่อด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมของผู้เรียนบนระบบการจัดการเรียนอิงสะตีมออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมฯ (<http://steammoc.org/>)



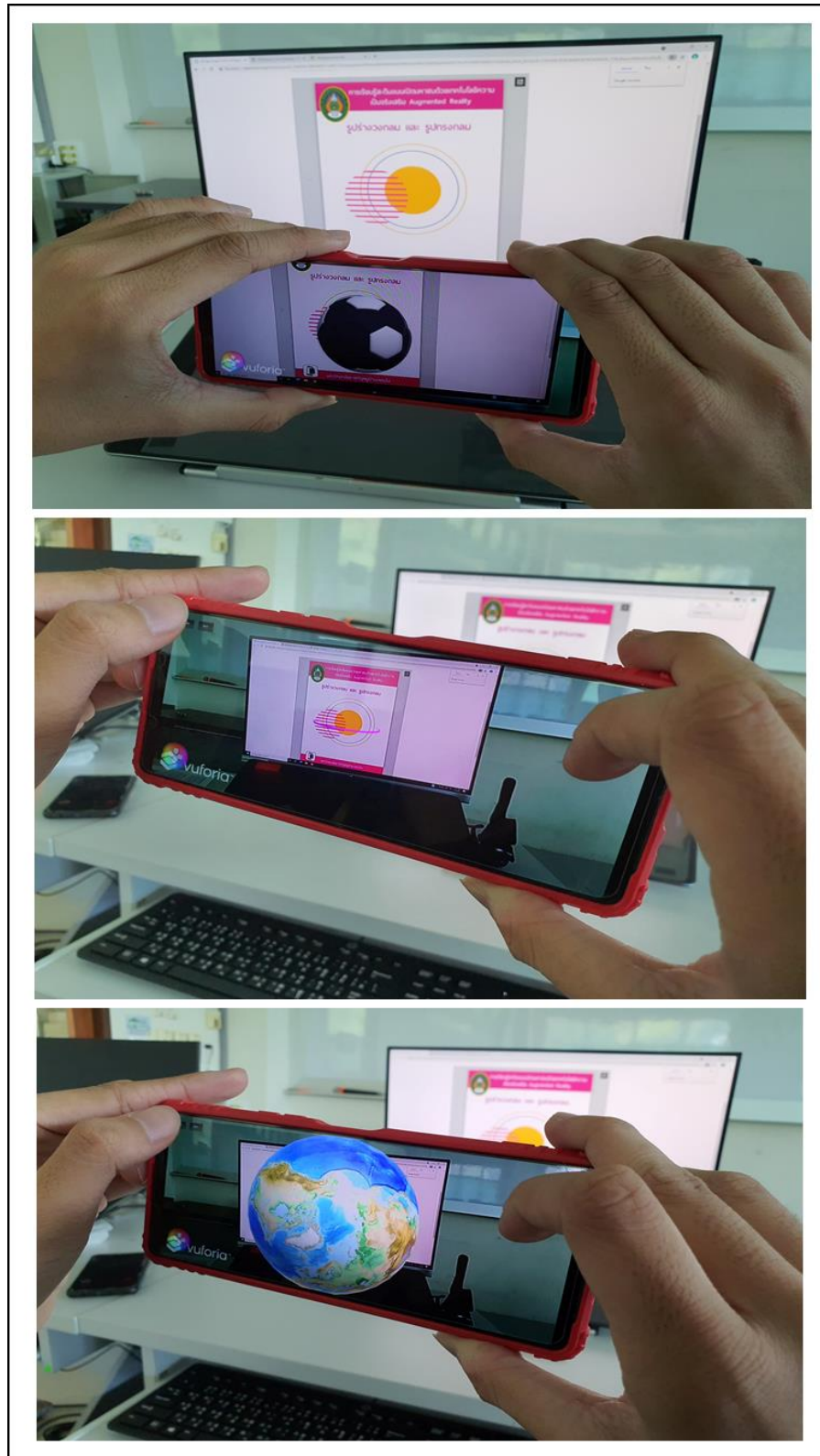
ภาพที่ 4-30 ตัวอย่าง AR-Marker เนื้อหาและกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยสื่อด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม



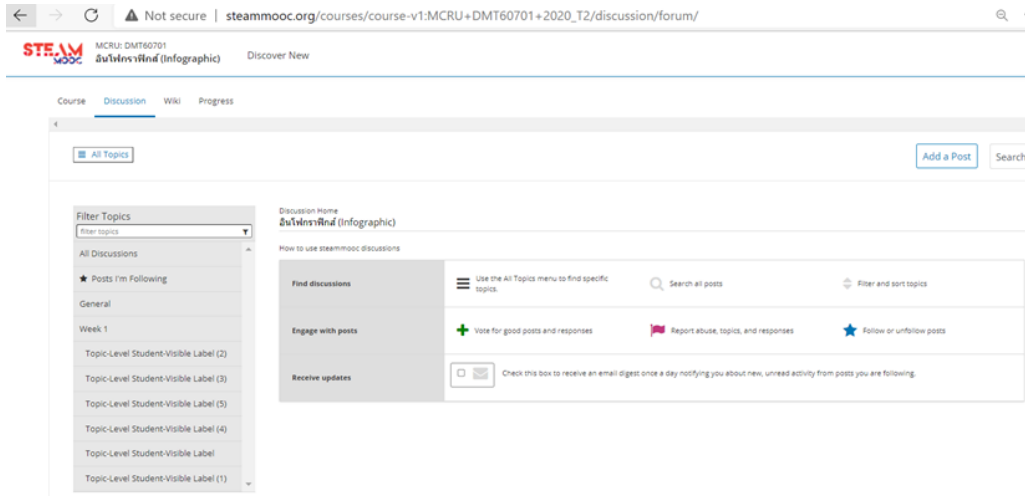
ภาพที่ 4-31 ตัวอย่างเนื้อหาและการดาวน์โหลด AR- Application กิจกรรมการเรียนรู้ด้วยสื่อด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม



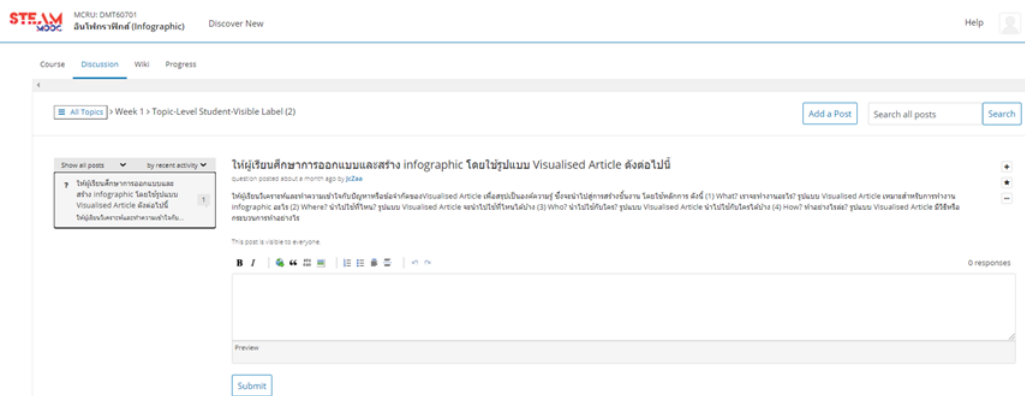
ภาพที่ 4-32 ตัวอย่างเนื้อหาและกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยสื่อด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่องทฤษฎีสี (Color Theory)



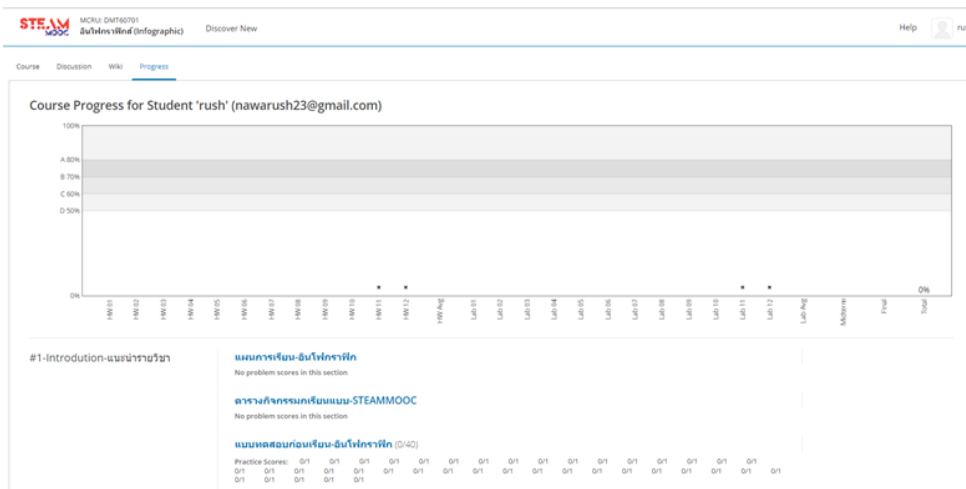
ภาพที่ 4-33 ตัวอย่างเนื้อหาและกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยสื่อด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม
เรื่ององค์ประกอบในการออกแบบ (DESIGN ELEMENTS)



ภาพที่ 4-34 กิจกรรมแลกเปลี่ยนเรียนรู้ (Discussion)

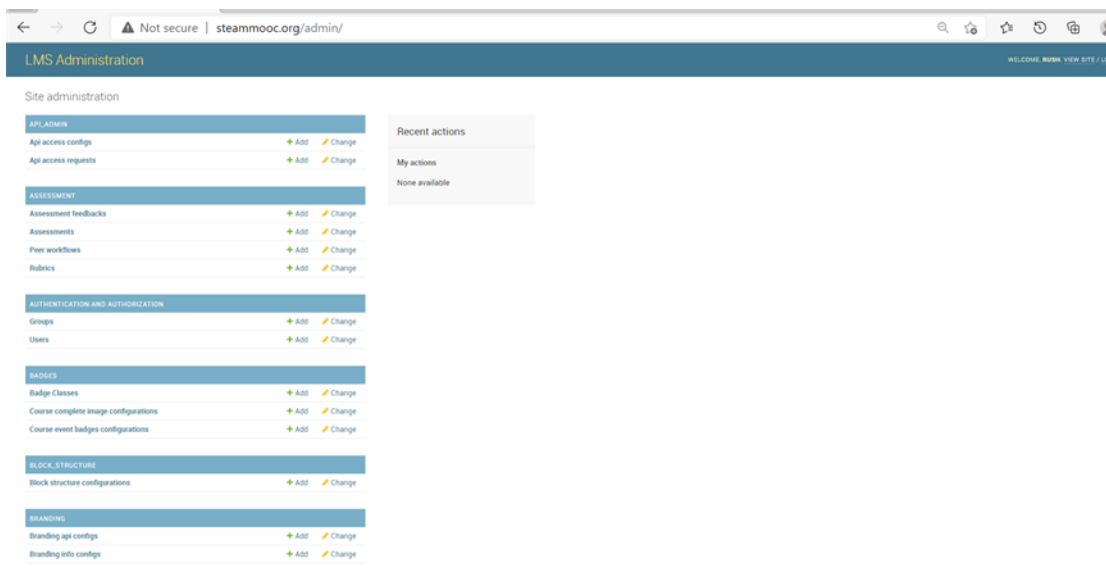


ภาพที่ 4-35 ตัวอย่างกิจกรรมแลกเปลี่ยนเรียนรู้ (Discussion)

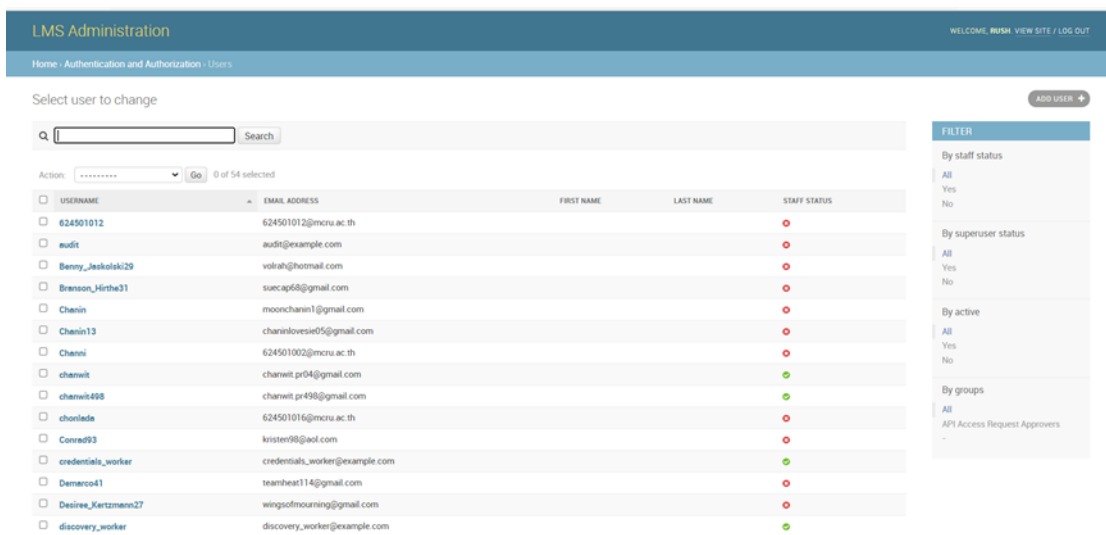


ภาพที่ 4-36 รายงานความคืบหน้า (Course Progress)

4.2.1.4 ระบบสำหรับผู้ดูแลระบบ เป็นส่วนที่ใช้งานสำหรับการบริหารจัดการการทำงานของระบบทั้งหมด เช่น การบริหารจัดการ User การแบ่งกลุ่ม User การจัดการ CERTIFICATES การจัดการ API_ADMIN เป็นต้น



ภาพที่ 4-37 ภาพรวมระบบสำหรับผู้ดูแลระบบ



ภาพที่ 4-38 การบริหารจัดการ User

The image shows two screenshots of the LMS Administration interface. The top screenshot is the 'Add certificate template' page, which includes a browser address bar with the URL 'steammooc.org/admin/certificates/certificatetemplate/add/'. The page title is 'LMS Administration' and the breadcrumb is 'Home > Certificates > Certificate templates > Add certificate template'. The form contains the following fields:

- Name:** A text input field with the placeholder 'Name of template.'
- Description:** A text input field with the placeholder 'Description and/or admin notes.'
- Template:** A large text area for the 'Django template HTML'.
- Organization id:** A dropdown menu currently set to 'None'.
- Course key:** A text input field.
- Mode:** A dropdown menu currently set to 'honor' with the placeholder 'The course mode for this template.'

The bottom screenshot shows the 'Certificate generation course settings' page. The browser address bar shows 'steammooc.org/admin/certificates/certificategenerationcoursesetting/'. The page title is 'LMS Administration' and the breadcrumb is 'Home > Certificates > Certificate generation course settings'. The page includes a search bar with '0 results (Show all)', an 'Action:' dropdown menu, and a 'Go' button. At the bottom, it indicates '0 certificate generation course settings'.

ภาพที่ 4-39 การบริหารจัดการ CERTIFICATES

4.3 ตอนที่ 3 ผลการพัฒนาโมเดลการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อเพิ่มพูนความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูมิภาคตะวันตก

4.3.1 ผลการพัฒนาโมเดลการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมฯ ทำการสังเคราะห์จากหลักการและแนวคิดใช้เป็นพื้นฐานในการพัฒนาโมเดล ดังนี้

4.3.1.1 หลักการและแนวคิด ที่ใช้เป็นพื้นฐานในการพัฒนาโมเดล

1. การวิเคราะห์ความต้องการจำเป็นได้มาจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับ รูปแบบการจัดการศึกษาออนไลน์ระบบเปิดแบบของอุดมศึกษาไทยประกอบด้วยองค์ประกอบหลัก 5 ด้าน

1) ด้านการบริหารจัดการ (Course Management) 2) ด้านการออกแบบการเรียนการสอน (Course Instructional Design) 3) ด้านการพัฒนา (Course Development) 4) ด้านการนำไปใช้ (Course Implementation) 5) ด้านการประเมิน (Course Evaluation)

2. วิเคราะห์ความต้องการจำเป็นและแนวทางในการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อเพิ่มพูนความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏวชิรวิทยาดำรงจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในประเด็น ได้แก่ 1) ความต้องการจำเป็นและปัญหาในการเรียนรู้ออนไลน์ 2) ความพร้อมของผู้เรียน 3) ความพร้อมของผู้สอน 4) รายวิชาและเนื้อหาที่ต้องใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ 5) ปัจจัยที่สนับสนุนการเรียนการสอน

4.3.1.2 ศึกษาวิเคราะห์และสังเคราะห์ข้อมูลจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อกำหนดองค์ประกอบของระบบการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมฯ ดังนี้

1. กระบวนการจัดการรู้สะเต็มแบบเปิด เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม สามารถสังเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ได้ 6 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 วิเคราะห์และระบุปัญหา ขั้นตอนที่ 2 สรุปแนวคิด ขั้นตอนที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา ขั้นตอนที่ 4 การวางแผนและพัฒนานวัตกรรม ขั้นตอนที่ 5 ทดสอบ ประกอบด้วย 5.1 ทดลอง 5.2 ประเมินผล 5.3 ปรับปรุง และ ขั้นตอนที่ 6 นำเสนอผลการพัฒนานวัตกรรม

2. การเรียนรู้แบบ (Massive Open Online Course) สามารถสังเคราะห์องค์ประกอบของรายวิชา Massive Open Online Course (MOOC) ได้ 6 องค์ประกอบ คือ 1) วิดีโอ 2) เอกสารประกอบออนไลน์ 3) การสนทนา แลกเปลี่ยนความคิดเห็น 4) กิจกรรมออนไลน์ต่าง ๆ 5) การประเมินผลการเรียน 6) การทดสอบความเข้าใจ

3. ประเภทของเทคโนโลยีเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมซึ่งได้จากการวิเคราะห์และสังเคราะห์จากเอกสารงานวิจัยได้ดังนี้ 1) Marker 2) Location – Based

4. กระบวนการของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ซึ่งได้จากการวิเคราะห์และสังเคราะห์จากเอกสารงานวิจัยได้ดังนี้ 1) Image Analysis 2) Pose Estimation 3) 3D Rendering

4.3.2 ผลการประเมินความเหมาะสมของโมเดลการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมฯ สามารถนำเสนอต่อไปได้ดังนี้

4.3.2.1 ผลการประเมินความเหมาะสมรายละเอียดของโมเดลการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมฯ โดยนำเสนอในตารางที่ 4-1

ตารางที่ 4-1 ผลวิเคราะห์รายละเอียดของโมเดลการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิด
ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมฯ

รายละเอียดของโมเดล	ระดับความ คิดเห็น		ระดับความ เหมาะสม
	\bar{X}	S.D.	
1) หลักการและแนวคิด ที่ใช้เป็นพื้นฐานในการออกแบบ มี สอดคล้อง เหมาะสมในระดับใด	4.86	0.38	มากที่สุด
2) องค์ประกอบของโมเดลฯ มีความเหมาะสมในระดับใด			
2.1) การวิเคราะห์ปัจจัยนำเข้า	5.00	0.00	มากที่สุด
2.2) กระบวนการเรียนสะเต็มแบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความ เป็นจริงเสริมฯ	4.86	0.38	มากที่สุด
2.3) การประเมินผล	4.86	0.38	มากที่สุด
2.4) ข้อมูลป้อนกลับ	4.86	0.38	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยรวม	4.97	0.08	มากที่สุด

จากตารางที่ 4-1 ผลวิเคราะห์รายละเอียดของโมเดลการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมฯ พบว่า 1) หลักการและแนวคิด ที่ใช้เป็นพื้นฐานในการออกแบบโมเดลการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมฯ มีสอดคล้อง เหมาะสม มีค่าเฉลี่ย 2) องค์ประกอบของโมเดลฯ มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.97$, S.D. = 0.08)

4.3.2.2 ผลการประเมินความเหมาะสมรายละเอียดองค์ประกอบของโมเดลการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมฯ โดยนำเสนอในตารางที่ 4-2

ตารางที่ 4-2 ผลวิเคราะห์รายละเอียดองค์ประกอบของโมเดลการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์
แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมฯ

รายละเอียดองค์ประกอบของโมเดล	ระดับความ คิดเห็น		ระดับความ เหมาะสม
	\bar{x}	S.D.	
1. ปัจจัยนำเข้า			
3.1 วัตถุประสงค์การเรียนรู้	5.00	0.00	มากที่สุด
3.2 รายวิชาและเนื้อหา	5.00	0.00	มากที่สุด
3.3 ผู้เรียน	5.00	0.00	มากที่สุด
3.4 ผู้สอน	5.00	0.00	มากที่สุด
3.5 เทคโนโลยีการเรียนแบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม	4.86	0.38	มากที่สุด
2. กระบวนการเรียนรู้			
2.1. ชั้นเตรียมความพร้อมก่อนการเรียนรู้ออนไลน์			
2.1.1 Sing in	5.00	0.00	มากที่สุด
2.1.2 Confirm with E-mail	5.00	0.00	มากที่สุด
2.1.3 Enroll	5.00	0.00	มากที่สุด
2.1.4 Course Handouts	5.00	0.00	มากที่สุด
2.1.5 Course Updates and New	5.00	0.00	มากที่สุด
2.1.6 ทดสอบก่อนเรียนออนไลน์	5.00	0.00	มากที่สุด
2.2. ชั้นเรียนรู้			
2.2.1 วิเคราะห์และระบุปัญหา	5.00	0.00	มากที่สุด
2.2.2 รวบรวมข้อมูลและสรุปแนวคิด	4.57	0.53	มากที่สุด
2.2.3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา	5.00	0.00	มากที่สุด
2.2.4 วางแผนและพัฒนานวัตกรรม	5.00	0.00	มากที่สุด
2.2.5 ทดสอบและปรับปรุงแก้ไข	4.86	0.38	มากที่สุด
2.2.6 นำเสนอผลการพัฒนานวัตกรรม	4.86	0.38	มากที่สุด

ตารางที่ 4-2 (ต่อ)

รายละเอียดองค์ประกอบของโมเดล	ระดับความ คิดเห็น		ระดับความ เหมาะสม
	\bar{X}	S.D.	
2.3. ชั้นวัดผล			
2.3.1 ทดสอบหลังเรียน	4.43	0.98	มาก
2.3.2 วัดความคิดสร้างสรรค์	4.57	0.79	มากที่สุด
2.3.3 วัดนวัตกรรม	4.43	0.79	มากที่สุด
2.ประเมินผล			
2.1 ความคิดสร้างสรรค์	4.71	0.49	มากที่สุด
2.2 นวัตกรรม	4.43	0.53	มาก
3.ข้อมูลป้อนกลับ			
3.1 การตรวจสอบความผิดพลาดของแต่ละขั้นตอน	4.86	0.38	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยรวม	4.85	0.24	มากที่สุด

จากตารางที่ 4-2 ผลการประเมินรายละเอียดองค์ประกอบของโมเดลการจัดการเรียนอิง
สะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมฯ พบว่า มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด
($\bar{X} = 4.85$, S.D. = 0.24)

4.3.3 ผลการวิเคราะห์กระบวนการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความ
เป็นจริงเสริมเพื่อเพิ่มพูนความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี
มหาวิทยาลัยราชภัฏภูมิภาคตะวันตก ประกอบด้วย

1. ขั้นเตรียมความพร้อมก่อนการเรียนรู้ออนไลน์
 - 1.1 สมัครสมาชิก (Sing in)
 - 1.2 ตรวจสอบอีเมล (Confirm with E-mail)
 - 1.3 การลงทะเบียนการเรียนการสอนออนไลน์แบบ MOOC (Enroll)
 - 1.4 แจกวัสดุประสงค์การเรียนการสอนออนไลน์ (Course Handouts)
 - 1.5 แจ้งขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ออนไลน์ (Course Updates and New)
 - 1.6 ทดสอบก่อนเรียนออนไลน์

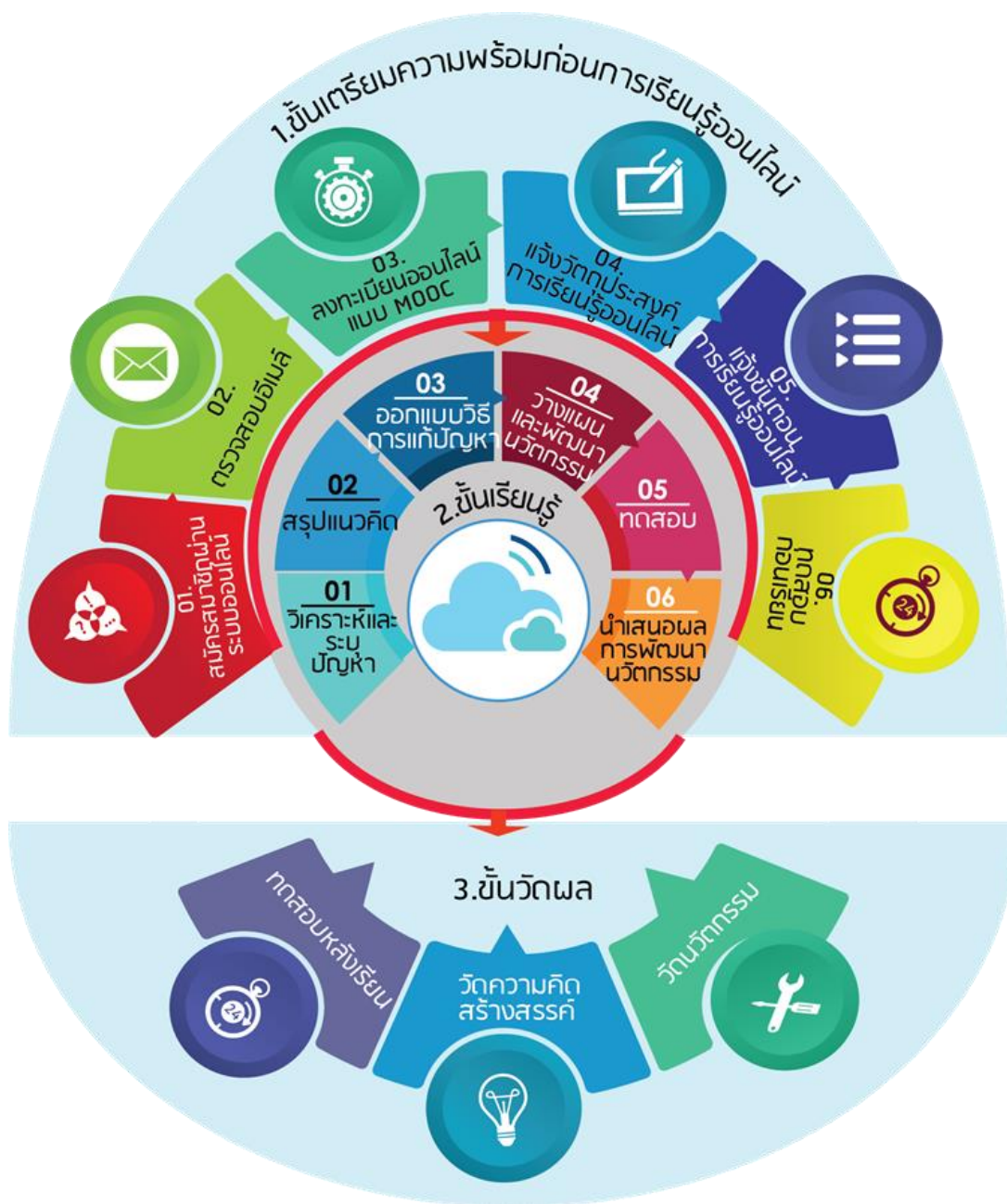
2. ชั้นเรียนรู้

- 2.1 วิเคราะห์และระบุปัญหา
- 2.2 รวบรวมข้อมูลและสรุปแนวคิด
- 2.3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา
- 2.4 วางแผนและพัฒนานวัตกรรม
- 2.5 ทดสอบและปรับปรุงแก้ไข
- 2.6 นำเสนอผลการพัฒนานวัตกรรม

3. ชั้นวัดผล

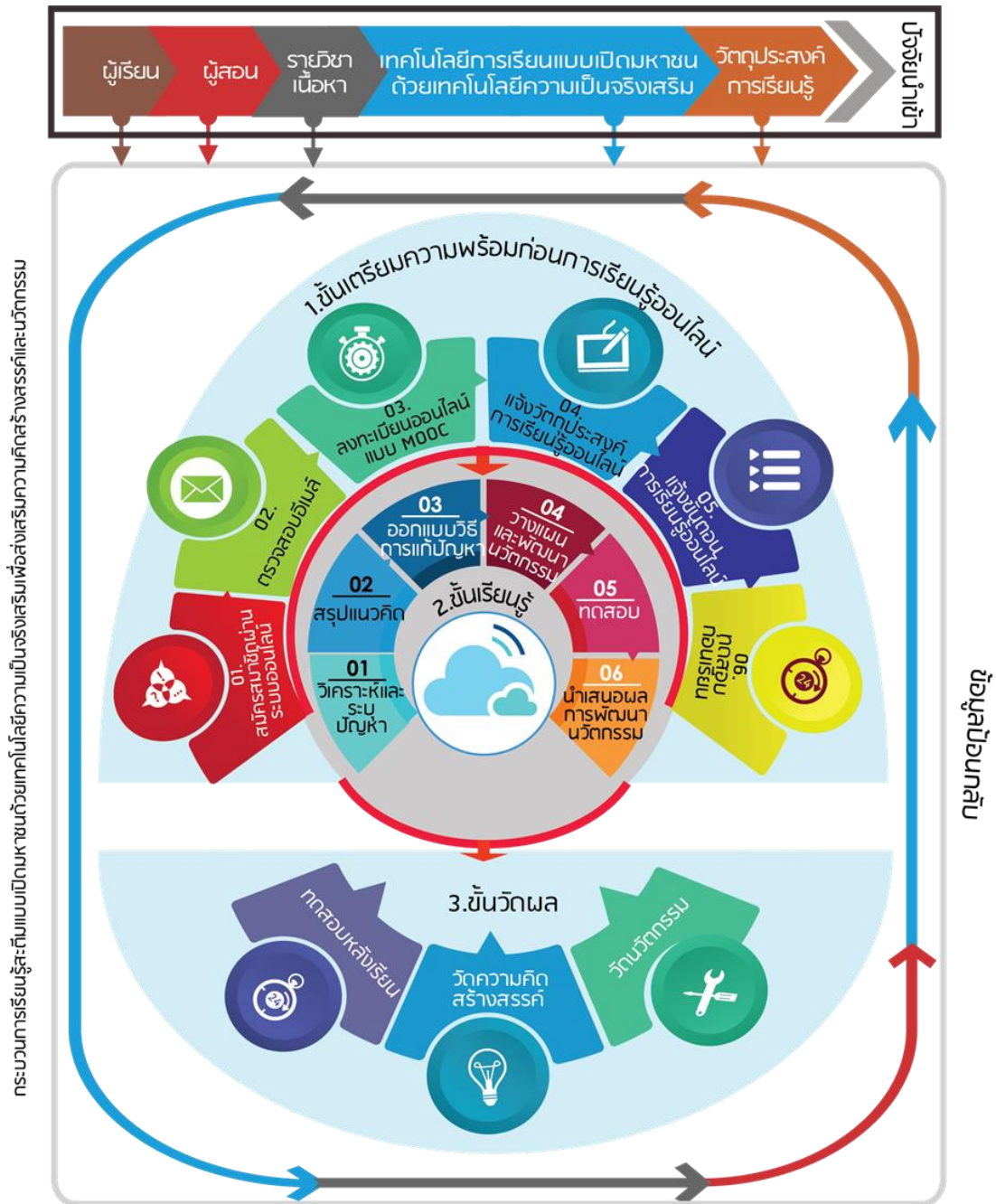
- 3.1 ทดสอบหลังเรียน
- 3.2 วัดความคิดสร้างสรรค์
- 3.3 วัดนวัตกรรม

การพัฒนากระบวนการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมฯ มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมของผู้เรียน สามารถแสดงได้ดังภาพที่ 4-40



ภาพที่ 4-40 กระบวนการเรียนรู้ของโมเดลการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยี
ความเป็นจริงเสริมเพื่อเพิ่มพูนความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับนักศึกษา

4.3.4 ผลการพัฒนาโมเดลการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม
จริงเสริมฯ สามารถแสดงได้ดังภาพที่ 4-41



ภาพที่ 4-41 โมเดลการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อ
เพิ่มพูนความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี
มหาวิทยาลัยราชภัฏภูมิภาควัดวันตก

จากภาพที่ 4-41 โมเดลการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมฯ สามารถอธิบายองค์ประกอบของโมเดลได้ดังนี้

1. ปัจจัยนำเข้า ประกอบด้วย 5 องค์ประกอบดังนี้

- 1.1 วัตถุประสงค์การเรียนรู้
- 1.2 รายวิชาและเนื้อหา
- 1.3 ผู้เรียน
- 1.4 ผู้สอน
- 1.5 เทคโนโลยีการเรียนแบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม

2. กระบวนการเรียนรู้สะเต็มแบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบดังนี้

2.1 ชั้นเตรียมความพร้อมก่อนการเรียนรู้ออนไลน์ ประกอบด้วย ดังนี้

2.1.1 สมัครสมาชิก (Sing in) ผ่านระบบออนไลน์เพื่อทำการสร้างตัวตนผู้เรียน (Create an account) โดยผู้เรียนจะต้องทำการกรอกข้อมูลที่จำเป็นในการแสดงตัวตนของผู้เรียน

2.1.2 ตรวจสอบอีเมล (Confirm with E-mail) เป็นตรวจสอบและยืนยันการสมัครสมาชิก (Activate Account) เพื่อเข้าเรียนผ่านอีเมลจากผู้สร้างรายวิชา

2.1.3 การลงทะเบียนการเรียนการสอนออนไลน์แบบ MOOC (Enroll) เป็นการเปิดรับสมัครให้ผู้เรียนลงทะเบียนเรียนในรายวิชาที่ผู้เรียนต้องการผ่านระบบออนไลน์ตามระยะเวลาที่กำหนด

2.1.4 แจกวัสดุประสงค์การเรียนรู้การสอนออนไลน์ (Course Handouts) เป็นการชี้แจงและอธิบายวัตถุประสงค์การเรียนรู้ รายละเอียดเกี่ยวกับเนื้อหาในบทเรียน ทำหน้าที่เกี่ยวกับการประชาสัมพันธ์ข่าวสารต่าง ๆ ให้กับผู้เรียนหรือผู้พัฒนาฯ ในวิชาออนไลน์

2.1.5 แจ้งขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ออนไลน์ (Course Updates and New) เป็นการอธิบายลำดับขั้นตอนในการเรียนการสอนบนระบบการเรียนการสอนผ่านทางป้ายประกาศบนระบบออนไลน์

2.1.6 ทดสอบก่อนเรียนออนไลน์ เป็นการประเมินผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนของผู้เรียน

2.2 ชั้นการเรียนรู้ออนไลน์สะเต็มแบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เป็นขั้นตอนการเรียนรู้ตามกระบวนการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เพื่อเพิ่มพูนความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูมิภาคตะวันตกผู้เรียนดำเนินการเรียนการสอนตามขั้นตอน (view course) เพื่อทำการเข้าสู่หน้าต่างการเรียนรู้ จากเรียนรู้จากเทคนิค หรือ กิจกรรมการเรียนรู้ วิธีการ/รูปแบบหรือกิจกรรมที่ผู้พัฒนารายวิชาออนไลน์นั้นสร้าง ขึ้นมาโดยใส่เนื้อหาการเรียนรู้เข้าไปในกิจกรรม เช่น วิดีโอ การสนทนากลุ่ม

การอ่านเนื้อหา เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เป็นต้น ตามที่ผู้สอนได้ออกแบบไว้ผ่านทางโซเชียลมีเดียบนระบบการเรียนการสอนออนไลน์ ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ได้แก่

2.2.1 วิเคราะห์และระบุปัญหา (Analyze and Problem identification) เป็นการระบุปัญหาในชีวิตจริงที่พบหรือเหตุการณ์ที่ต้องการพัฒนา การทำความเข้าใจปัญหาหรือความท้าทายวิเคราะห์เงื่อนไขหรือข้อจำกัดของสถานการณ์ปัญหา เพื่อกำหนดขอบเขตของปัญหา การหาคำตอบเพื่อสร้างแนวคิด เริ่มต้นจะต้องมีโจทย์ มีปัญหาขึ้นมาแล้วนักออกแบบจะนำโจทย์ปัญหามาคิดวิเคราะห์แก้โจทย์ให้ถูกต้อง ซึ่งจะนำไปสู่การสร้างชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา โดยใช้หลักการวิเคราะห์โจทย์ ดังนี้ 1. เราจะทำงานอะไร 2. นำไปใช้ที่ไหน 3. นำไปใช้กับใคร 4. ทำอย่างไร

2.2.2 สรุปแนวคิด (Conceptual Design) เป็นการรวบรวมข้อมูลและ แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการแก้ปัญหาและประเมินความเป็นไปได้ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาหรือนำไปสู่การพัฒนานวัตกรรม ข้อดีและข้อจำกัดจากโจทย์ที่ผ่านมานักออกแบบจะต้องวิเคราะห์รวบยอดทั้งหมด เพื่อให้ได้แนวคิดการออกแบบ

2.2.3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design) เป็นการประยุกต์ใช้ข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง ศึกษาจากตัวอย่าง (Case study) ที่มีอยู่ หากงานออกแบบนั้นมีตัวอย่างอยู่แล้ว นักออกแบบควรเข้าไปดู ศึกษา เปรียบเทียบข้อดีข้อเสียของงานเพื่อไปประยุกต์ใช้ให้เข้ากับโจทย์งาน เช่น วิธีการใช้สี รูปทรง วัสดุ เทคนิค ฯลฯ จากนั้นจึงใช้ความคิด ตัดแปลง อย่างสร้างสรรค์เพื่อสร้างงานออกแบบ และทำการร่างภาพสเก็ตช์ เป็นการถ่ายทอดแนวคิดของงานที่มีอยู่ในสมองมาตีแผ่เป็นภาพร่างลายเส้น อาจไม่ต้องมีความสวยงามมากก็ได้ เพียงแต่ให้สามารถดูออกและพอเข้าใจว่าคืออะไร อยู่ตรงไหนเพื่อการออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา

2.2.4 วางแผนและพัฒนานวัตกรรม (Planning and Development Innovations) เป็นการวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา หรือพัฒนานวัตกรรม เป็นการกำหนดลำดับขั้นตอนของการสร้างชิ้นงาน การออกแบบจริงแล้วลงมือสร้างชิ้นงาน ปรับแก้ไขเพิ่มเติมเพื่อใช้ในการแก้ปัญหาที่พบ เพื่อให้เกิดการพัฒนาให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่ตรงตามความต้องการใช้สอยจริง

2.2.5 ทดสอบ (Testing) ประกอบด้วย 1. ทดลอง เป็นการทดลองนวัตกรรมที่พัฒนาได้ 2. ประเมินผล เป็นการประเมินนวัตกรรมที่พัฒนาได้ 3.ปรับปรุง เป็นการปรับปรุงนวัตกรรมที่พัฒนาได้

2.2.6 นำเสนอผลการพัฒนานวัตกรรม (Innovations Presentation) ผลการแก้ปัญหา หรือผลของนวัตกรรม ที่พัฒนาได้ เพื่อการพัฒนาต่อไป

2.3 ขั้นการวัดผล ประกอบด้วย

2.3.1 ทดสอบหลังเรียน เป็นการประเมินผลสัมฤทธิ์หลังเรียนของผู้เรียน

2.3.2 วัดความคิดสร้างสรรค์ เป็นการวัดความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียน

2.3.3 วัดนวัตกรรม เป็นการวัดนวัตกรรมของผู้เรียนที่ได้พัฒนาขึ้น

3. การประเมินผล ประกอบด้วย

3.1 ประเมินผลความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนหลังผ่านกระบวนการโดยใช้การประเมินสรุปภาพรวม (Summative Evaluation)

3.2 ประเมินนวัตกรรม ผลงานหรือนวัตกรรมที่ได้จากการเรียนจบหลักสูตรโดยใช้การประเมินสรุปภาพรวม (Summative Evaluation)

4. ข้อมูลป้อนกลับ (Feedback) ประกอบด้วยข้อมูลป้อนกลับจากกระบวนการเรียนรู้ ๆ เพื่อนำไปปรับปรุง

4.4 ตอนที่ 4 ผลการใช้ระบบการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อเพิ่มพูนความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูมิภาคตะวันตก

4.4.1 ผลการสร้างรายละเอียดของรายวิชา แสดงรายละเอียดฉบับเต็มไว้ในภาคผนวก

ตารางที่ 4-3 ผลการสร้างรายละเอียดของรายวิชาเพื่อกำหนดขั้นตอนการเรียนและกิจกรรมตามโมเดลการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมฯ

ครั้งที่	หัวข้อ/รายละเอียด	สื่อ	ผู้รับผิดชอบ
1	-แนะนำ -ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ออนไลน์ -แบบทดสอบก่อนเรียน	สื่อประสม/ steammooc.org	อ.นวรรตน์ วิทยาคม
2	-หลักการ และทฤษฎีการออกแบบ หลักการสร้างงานอินโฟกราฟิกและการใช้เครื่องมือ -หลักการใช้สีและการใช้เครื่องมือสร้างกราฟิก	สื่อประสม/ steammooc.org / AR APP	อ.นวรรตน์ วิทยาคม
3	-องค์ประกอบในการออกแบบ (DESIGN ELEMENTS) -รูปร่าง -รูปทรง -การเลือกพื้นที่บนรูปภาพ	สื่อประสม/ steammooc.org / AR APP	อ.นวรรตน์ วิทยาคม
4	การปรับแต่งรูปทรงภาพและการสร้างข้อความตัวอักษร	สื่อประสม/ steammooc.org	
5	เทคนิคการตกแต่งภาพในเลเยอร์	สื่อประสม/ steammooc.org	อ.นวรรตน์ วิทยาคม
6	การใช้เทคนิครูปแบบต่างๆ	สื่อประสม/ steammooc.org	อ.นวรรตน์ วิทยาคม
7	การจัดทำภาพ infographic ด้วย 9 Layout	สื่อประสม/ steammooc.org	อ.นวรรตน์ วิทยาคม
8-15	ฝึกปฏิบัติการสร้างอินโฟกราฟิกจากโจทย์ที่กำหนดให้สร้างสรรค์ตามแผนการจัดการกิจกรรมการฝึกปฏิบัติการสร้างอินโฟกราฟิกจากโจทย์ที่กำหนดให้สร้างสรรค์ตามแนวทาง STEAMMOOC โดยใช้รูปแบบการสร้าง infographic ด้วย 9 Layout ดังนี้ 1. Visualised Article 2. Listed 3. Comparison 4. Structure 5. Timeline 6. Flowchart 7. Roadmap 8. NumberPorn 9. Useful Bait	กิจกรรมการจัดทำ infographic ตามกระบวนการ STEAM /สื่อประสม/ steammooc.org	อ.นวรรตน์ วิทยาคม
16	การวิเคราะห์ประเมินคุณภาพงานออกแบบกราฟิกแบบทดสอบหลังเรียน	สื่อประสม/ steammooc.org	อ.นวรรตน์ วิทยาคม

4.4.2 ผลพัฒนาแผนการจัดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แผนการจัดการจัดกิจกรรมการฝึกปฏิบัติการสร้างอินโฟกราฟิกจากโจทย์ที่กำหนดให้อย่างสร้างสรรค์ตามแนวทาง STEAMMOOC แสดงไว้ในภาคผนวก

ตารางที่ 4-4 กิจกรรมการจัดการเรียนอิงสะตีมออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมฯ

กิจกรรม STEAMMOOC	กิจกรรมการเรียนรู้	สาระของ STEAM	สื่อการสอนที่ใช้
ขั้นที่ 1 การวิเคราะห์ และระบุปัญหา	ให้ผู้เรียนวิเคราะห์และทำความเข้าใจกับปัญหาหรือข้อจำกัดของสถานการณ์ ที่ผู้สอนได้กำหนด เพื่อสรุปเป็นองค์ความรู้ ซึ่งจะนำไปสู่การสร้างชิ้นงาน โดยใช้หลักการวิเคราะห์โจทย์ (S) ดังนี้ 1.1 What? เราจะทำงานอะไร? 1.2 Where? นำไปใช้ที่ไหน? 1.3 Who? นำไปใช้กับใคร? 1.4 How? ทำอย่างไรละ? โดยผู้สอนจะให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติผ่านระบบ steammooc.org (T)	วิทยาศาสตร์ (S) เทคโนโลยี (T)	-steammooc.org -สื่อสังคมออนไลน์
ขั้นที่ 2 การรวบรวมข้อมูลและออกแบบแนวคิด	ให้ผู้เรียนรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา เพื่อนำไปสู่การออกแบบและพัฒนานวัตกรรม ที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการแก้ปัญหา และประเมินความเป็นไปได้ ข้อดีและข้อจำกัด จากโจทย์ที่ผ่านมา นักออกแบบจะต้องวิเคราะห์รวบยอดทั้งหมด เพื่อให้ได้แนวคิดการออกแบบ โดยใช้สื่อสังคมออนไลน์ในการปฏิบัติงาน (T)	วิทยาศาสตร์ (S) เทคโนโลยี (T)	-steammooc.org -สื่อสังคมออนไลน์
ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา	นำข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์และสรุปองค์ความรู้จากตัวอย่าง (Case study) (S) ที่มีอยู่ หากงานออกแบบนั้นมีตัวอย่างอยู่แล้ว นักออกแบบควรเข้าไปดู ศึกษา เปรียบเทียบข้อดีข้อเสียของงานเพื่อไปประยุกต์ใช้ให้เข้ากับโจทย์งาน เช่น วิธีการใช้สี	วิทยาศาสตร์ (S) เทคโนโลยี (T) ศิลปะ (A) คณิตศาสตร์ (M)	-steammooc.org -สื่อสังคมออนไลน์ -Illustrator -Photoshop

ตารางที่ 4-4 (ต่อ)

กิจกรรม STEAMMOOC	กิจกรรมการเรียนรู้	สาระของ STEAM	สื่อการสอนที่ใช้
ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา	รูปทรง วัสดุ เทคนิค ฯลฯ (M) จากนั้นจึงใช้ความคิด ดัดแปลง (Mutation) อย่างสร้างสรรค์ เพื่อสร้างงานออกแบบ และทำการออกแบบภาพร่าง ก่อนการออกแบบจริง (A) โดยใช้โปรแกรมทางด้านกราฟิก (T)		
ขั้นที่ 4 วางแผนและพัฒนานวัตกรรม	ผู้สอนให้ผู้เรียนวางแผนและดำเนินการออกแบบและสร้างชิ้นงาน โดยการออกแบบจริงแล้วลงมือสร้างชิ้นงาน (E) ให้ตรงกับที่ได้วิเคราะห์และสรุปองค์ความรู้ เพื่อให้ได้ชิ้นงานที่ตรงตามความต้องการใช้จริง และลงมือปฏิบัติตามขั้นตอนที่วางแผนไว้ เพื่อสร้างสรรค์ชิ้นงานให้ออกให้สวยงาม (A) โดยใช้โปรแกรมทางด้านกราฟิก (T)	เทคโนโลยี (T) วิศวกรรม (E) ศิลปะ (A)	-steammoooc.org -Illustrator -Photoshop
ขั้นที่ 5 ทดสอบและปรับปรุง	ทดลองนวัตกรรมหรือชิ้นงานที่ผู้เรียนสร้างชิ้นงานเสร็จเรียบร้อยแล้ว (T) ส่งให้กับผู้สอนเพื่อประเมินผลและให้ข้อเสนอแนะโดยให้ผู้เรียนจะนำผลงานไปปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ (E)	เทคโนโลยี (T) วิศวกรรม (E)	-steammoooc.org -สื่อสังคมออนไลน์
ขั้นที่ 6 นำเสนอนวัตกรรม	ผู้เรียนต้องนำเสนอผลงานหรือนวัตกรรม (Innovations Presentation) (T)	เทคโนโลยี (T)	-steammoooc.org -สื่อสังคมออนไลน์

4.4.3 ผลการประเมินความคิดสร้างสรรค์

4.4.3.1 การออกแบบประเมินความคิดสร้างสรรค์ โดยองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งได้จากการวิเคราะห์และสังเคราะห์จากเอกสารงานวิจัยได้ดังนี้ 1) ความคิดคล่องตัว 2) ความคิดยืดหยุ่นหรือความคิดยืดหยุ่นในการคิด 3) ความคิดริเริ่ม 4) ความคิดละเอียดลออ โดยมีการแจกแจงระดับคุณภาพองค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2019) (อภิชาติ เนินพรหม, 2559) (สิริชญา พิมพ์ลา, 2561) ดังนี้

ช่วงคะแนน 9-12 ระดับคุณภาพดีมาก

ช่วงคะแนน 5-8 ระดับคุณภาพพอใช้

ช่วงคะแนน 0-4 ระดับคุณภาพปรับปรุง

ตารางที่ 4-5 การแจกแจงระดับคุณภาพองค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์

รายการประเมิน	ระดับการประเมิน				รวม
	3	2	1	0	
คิดริเริ่ม	พัฒนาชิ้นงานเพื่อแก้ปัญหาด้วยความคิดที่แปลกใหม่เหมาะสมต่อการใช้งานจริง และมีการจินตนาการของตนเอง แตกต่างจากคนอื่นและมีการนำความรู้ที่ได้รับมาประยุกต์และนำไปใช้ได้อย่างถูกต้องมากที่สุด	พัฒนาชิ้นงานเพื่อแก้ปัญหาด้วยความคิดที่แปลกใหม่ที่เกิดจากจินตนาการของตนเอง แตกต่างจากคนอื่นมีการนำความรู้ที่ได้รับมาประยุกต์ และนำไปใช้ได้มาก	พัฒนาชิ้นงานเพื่อหาวิธีการเพื่อแก้ปัญหาด้วยการผสมผสานและดัดแปลงจากความคิดเดิมมีการนำความรู้ที่ได้รับมาดัดแปลงประยุกต์ และนำไปใช้น้อย	พัฒนาชิ้นงานเพื่อหาวิธีการเพื่อแก้ปัญหาโดยไม่มีความคิดแปลกใหม่ที่แตกต่างจากคนอื่น ไม่มีการนำความรู้ที่ได้รับมาไปใช้ได้	3
ความคิดคล่อง	สามารถคิดและปฏิบัติได้อย่างรวดเร็วและถูกต้อง และมีวิธีการคิดหาวิธีการแก้ปัญหาในการสร้างชิ้นงานได้มากกว่า 2 วิธีในเวลาที่กำหนด	สามารถคิดและปฏิบัติได้อย่างรวดเร็ว ถูกต้อง และมีวิธีการคิดหาวิธีการแก้ปัญหาได้ 2 วิธีในเวลาที่กำหนด	สามารถคิดและปฏิบัติได้ช้า และมีวิธีการคิดหาวิธีการแก้ปัญหาได้เพียง 1 วิธีในเวลาที่กำหนด	ไม่ไม่สามารถคิดและปฏิบัติได้และไม่สามารถคิดหาวิธีการแก้ปัญหาได้ในเวลาที่กำหนด	3
ความคิดยืดหยุ่น	มีการคิดหาวิธีการแก้ปัญหาโดยดัดแปลงสิ่งที่มีอยู่ หรือนำสิ่งอื่นมาทดแทนสิ่งที่ขาดได้อย่างหลากหลายและสามารถคิดได้หลากหลายและมุมมองไม่ซ้ำรูปแบบเดิม	มีการคิดหาวิธีการแก้ปัญหาโดยดัดแปลงสิ่งที่มีอยู่ หรือนำสิ่งอื่นมาทดแทนสิ่งที่ขาดได้	มีการคิดหาวิธีการแก้ปัญหาโดยดัดแปลงสิ่งที่มีอยู่หรือนำสิ่งอื่นมาทดแทนสิ่งที่ขาดได้แต่ยังไม่เหมาะสมกับงาน	ไม่สามารถคิดหาวิธีการแก้ปัญหาโดยดัดแปลงสิ่งที่มีอยู่หรือนำสิ่งอื่นมาทดแทนสิ่งที่ขาดได้	3

ตารางที่ 4-5 (ต่อ)

รายการประเมิน	ระดับการประเมิน				รวม
	3	2	1	0	
ความคิด ละเอียดลออ	มีความละเอียดความคิดที่รอบคอบ สร้างผลงานได้อย่างสวยงามมีความประณีต/เรียบร้อย สามารถนำไปประยุกต์ใช้อย่างถูกต้อง มีการคิดแจกแจง รายละเอียดของวิธีการแก้ปัญหาหรือขยายความคิดได้อย่างครบถ้วนและมีรายละเอียดที่สมบูรณ์	มีความละเอียดความคิดที่รอบคอบ สร้างผลงานได้อย่างสวยงาม มีการคิดแจกแจง รายละเอียดของวิธีการแก้ปัญหาหรือขยายความคิดได้	มีความละเอียดความคิดที่รอบคอบ สร้างผลงานได้ไม่สวยงาม ไม่มี ความประณีตมีการคิดแจกแจง รายละเอียดของวิธีการแก้ปัญหาหรือขยายความคิดได้แต่ขาดความชัดเจน	ไม่มีความละเอียดไม่รอบคอบ ไม่สวยงาม ไม่มีความประณีตไม่มีการคิดแจกแจง รายละเอียดของการคิดแก้ปัญหาหรือขยายความคิด	3

แบบประเมินความคิดสร้างสรรค์ จากการเรียนรู้สะเต็มแบบเปิดมหาชนด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี

ชื่อ-นามสกุล.....วิชา.....

รหัส..... ชั้นปี..... สาขาวิชา.....

วันที่..... กิจกรรมที่ประเมิน.....

คำชี้แจง

- แบบประเมินนี้ใช้ประเมินความคิดสร้างสรรค์จากการเรียนรู้สะเต็มแบบเปิดมหาชนด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี ซึ่งใช้ประเมินระหว่างการเรียนรู้โดยผู้สอน
- ทำเครื่องหมาย ลงในช่องที่ตรงกับระดับความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน

ผลงานชิ้นที่	คิดริเริ่ม				ความคิดทดลอง				ความคิดยืดหยุ่น				ความคิดละเอียดลออ				รวม
	3	2	1	0	3	2	1	0	3	2	1	0	3	2	1	0	

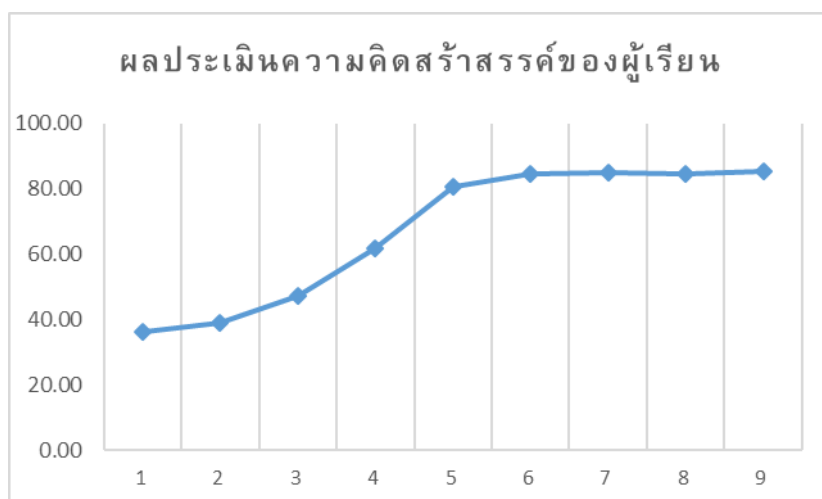
ภาพที่ 4-42 แบบประเมินความคิดสร้างสรรค์ จากการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อเพิ่มพูนความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูมิภาควัดตะวันออก

4.4.3.2 การประเมินความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนที่เรียนด้วยด้วยระบบการจัดการเรียน
อิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมฯ

ตารางที่ 4-6 คะแนนประเมินความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนที่เรียนด้วยระบบการจัดการเรียน
อิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมฯ

ผู้เรียน ลำดับที่/ ชั้นที่	คะแนนการประเมินรวมรายข้อ (1.คิดริเริ่ม 2.ความคิดคล่อง 3.ความคิดยืดหยุ่น 4.ความคิดละเอียดลออ)									ร้อยละของคะแนนการประเมินเทียบกับเกณฑ์ (1.คิดริเริ่ม 2.ความคิดคล่อง 3.ความคิดยืดหยุ่น 4.ความคิดละเอียดลออ)								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	5	5	5	6	8	10	9	10	9	41.67	41.67	41.67	50.00	66.67	83.33	75.00	83.33	75.00
2	5	6	7	6	10	10	10	10	11	41.67	50.00	58.33	50.00	83.33	83.33	91.67	83.33	91.67
3	5	5	5	7	9	10	11	10	10	41.67	41.67	41.67	58.33	75.00	83.33	83.33	83.33	83.33
4	5	5	6	7	9	10	10	10	10	41.67	41.67	50.00	58.33	75.00	83.33	83.33	83.33	83.33
5	5	6	6	7	9	10	10	10	10	41.67	50.00	50.00	58.33	75.00	83.33	83.33	83.33	83.33
6	5	5	6	7	9	10	10	10	10	41.67	41.67	50.00	58.33	75.00	83.33	83.33	83.33	83.33
7	5	6	7	8	10	10	10	10	10	41.67	50.00	58.33	66.67	83.33	83.33	83.33	83.33	83.33
8	4	4	4	6	10	10	10	10	10	33.33	33.33	33.33	50.00	83.33	83.33	83.33	83.33	83.33
9	4	4	4	4	8	10	10	9	10	33.33	33.33	33.33	33.33	66.67	83.33	83.33	75.00	83.33
10	4	4	4	5	9	10	10	10	10	33.33	33.33	33.33	41.67	75.00	83.33	83.33	83.33	83.33
11	4	4	4	6	9	10	10	10	10	33.33	33.33	33.33	50.00	75.00	83.33	83.33	83.33	83.33
12	4	5	6	8	10	10	10	10	10	33.33	41.67	50.00	66.67	83.33	83.33	83.33	83.33	83.33
13	4	4	6	7	10	11	11	11	10	33.33	33.33	50.00	58.33	83.33	91.67	91.67	91.67	83.33
14	4	5	7	9	11	10	11	10	10	33.33	41.67	58.33	75.00	91.67	83.33	91.67	83.33	83.33
15	4	4	4	7	8	10	10	10	10	33.33	33.33	33.33	58.33	66.67	83.33	83.33	83.33	83.33
16	4	4	7	8	11	11	11	10	11	33.33	33.33	58.33	66.67	91.67	91.67	91.67	83.33	91.67
17	4	4	7	10	11	10	10	10	11	33.33	33.33	58.33	83.33	91.67	83.33	83.33	83.33	91.67
18	4	4	6	10	11	10	10	10	10	33.33	33.33	50.00	83.33	91.67	83.33	83.33	83.33	83.33
19	4	4	5	8	10	10	10	10	11	33.33	33.33	41.67	66.67	83.33	83.33	83.33	83.33	91.67
20	4	5	7	8	10	10	11	11	11	33.33	41.67	58.33	66.67	83.33	83.33	91.67	91.67	91.67
21	4	4	6	8	10	10	10	10	10	33.33	33.33	50.00	66.67	83.33	83.33	83.33	83.33	83.33
22	4	5	6	8	10	10	10	10	10	33.33	41.67	50.00	66.67	83.33	83.33	83.33	83.33	83.33
23	4	4	5	8	9	10	10	10	10	33.33	33.33	41.67	66.67	75.00	83.33	83.33	83.33	83.33
24	4	4	4	6	8	10	10	10	10	33.33	33.33	33.33	50.00	66.67	83.33	83.33	83.33	83.33
25	4	5	5	6	10	10	10	10	10	33.33	41.67	41.67	50.00	83.33	83.33	83.33	83.33	83.33
26	4	5	7	10	11	10	10	11	11	33.33	41.67	58.33	83.33	91.67	83.33	83.33	91.67	91.67
27	4	4	5	7	9	10	10	11	10	33.33	33.33	41.67	58.33	75.00	83.33	83.33	91.67	83.33
28	6	6	7	9	11	11	11	11	11	50.00	50.00	58.33	75.00	91.67	91.67	91.67	91.67	91.67
29	6	6	7	9	10	11	11	11	11	50.00	50.00	58.33	75.00	83.33	91.67	91.67	91.67	91.67
30	4	4	5	8	10	10	10	10	10	33.33	33.33	41.67	66.67	83.33	83.33	83.33	83.33	83.33
	ค่าเฉลี่ยรวม									36.39	38.89	47.22	61.94	80.56	84.44	85.00	84.72	85.28

จากตารางที่ 4-6 แสดงคะแนนการประเมินรวมจากการประเมินความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียน ทั้ง 4 ด้าน ดังนี้ 1.คิดริเริ่ม 2.ความคิดคล่อง 3.ความคิดยืดหยุ่น 4.ความคิดละเอียดลออ โดยมีคะแนนเต็ม 12 คะแนน เมื่อเปรียบเทียบเกณฑ์การตัดสินคุณภาพตามช่วงคะแนนจะได้ระดับคุณภาพดังนี้ ช่วงคะแนน 9-12 อยู่ในระดับดีมาก ช่วงคะแนน 5-8 อยู่ในระดับพอใช้ และ 0-4 ช่วงคะแนนปรับปรุง 4.3.2.1 การศึกษาเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนมีความคิดสร้างสรรค์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 ขึ้นไป เมื่อพิจารณารายชื่อพบว่า ผลการประเมินความคิดสร้างสรรค์ในการสร้างสรรค์ชิ้นงานมีค่าคะแนนเฉลี่ยมากกว่าร้อยละ 80 ดังนั้นผู้วิจัยจึงนำผลลัพธ์ที่ได้มาวิเคราะห์แสดงผลได้ดังนี้



จากกราฟ สามารถสรุปได้ว่าผลการประเมินความคิดสร้างสรรค์ในการสร้างสรรค์ชิ้นงานครั้งที่ 5-9 มีค่าคะแนนเฉลี่ยมากกว่าร้อยละ 80 ขึ้นไป

4.4.3.3 ผลการศึกษาเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ของผู้ที่เรียนด้วยระบบการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมฯ ด้วยการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เพื่อบรรยายลักษณะของข้อมูล การวิเคราะห์สถิติอ้างอิงการทดสอบค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง 1 กลุ่ม (One-sample test for the mean) มีความคิดสร้างสรรค์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 ขึ้นไป (สมมุติฐาน $h_0: \mu \leq 80$ และ $h_1: \mu > 80$ กำหนด $\alpha = 0.01$) โดยใช้โปรแกรม SPSS for Windows ในการคำนวณค่าทางสถิติ

ตารางที่ 4-7 ผลการศึกษาเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนมีความคิดสร้างสรรค์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 ขึ้นไปของคะแนนเต็ม

ผลการประเมิน ความคิด สร้างสรรค์/ครั้งที่	N	Minimum	Maximum	Mean	S.D.	t	df	Sig.
6	30	83.33	91.67	84.44	0.72	8.438	29	.000
7	30	75.00	91.67	85.00	0.99	6.780	29	.000
8	30	75.00	91.67	84.72	0.97	6.724	29	.000
9	30	75.00	91.67	85.28	0.78	6.877	29	.000

จากตารางที่ 4-7 ผลการศึกษาเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียน จำนวน 30 คน ที่เรียนด้วยโมเดลการจัดการเรียนรู้ โดยการนำผลการประเมินความคิดสร้างสรรค์ในการสร้างสรรค์ที่มีค่าคะแนนเฉลี่ยมากกว่าร้อยละ 80 ขึ้นไป มาทำการวิเคราะห์สถิติอ้างอิงการทดสอบค่าเฉลี่ยเป็นรายข้อ พบว่า ผลงานชิ้นมีค่าเฉลี่ยรวมต่ำสุดเท่ากับ 83.33 สูงสุดเท่ากับ 91.67 และ ผลการประเมินความคิดสร้างสรรค์ครั้งที่ 6-10 มีผลการประเมินความคิดสร้างสรรค์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 ขึ้นไป ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

หมายเหตุ ค่า p หรือ Sign. มีค่าน้อยกว่า 0.01 จึงปฏิเสธ H0 ยอมรับ H1 ดังนั้นผู้เรียนจำนวน 30 คนเรียนด้วยระบบการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เพื่อเพิ่มพูนความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏ ภูมิภาคตะวันตก มีผลคะแนนเฉลี่ยการประเมินความคิดสร้างสรรค์ในครั้งที่ 6-9 สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 ขึ้นไปของคะแนนเต็ม

4.4.4 ผลการประเมินผลงานนวัตกรรม

4.4.4.1 การออกแบบประเมินผลงานนวัตกรรม(Innovation Product) การประเมินการคิดประดิษฐ์สร้างสรรค์ผลงาน (Invention Evaluation) เป็นการประเมินผลงานของผู้เรียนรายบุคคลเป็นแบบประเมินชนิดมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ตามแนวคิดของ สโคลล์ และกิลตินัน (Schoell and Guiltinan, 1988 อ้างอิงใน ศิริพงษ์ เพ็ญศิริ ,2551) แบ่งผลงานเป็นสามลักษณะ ดังนี้คือ 1) ผลงานนวัตกรรม (Innovation Product) 1.1) รูปแบบผลงานใหม่มีความแปลกใหม่ 1.2) รูปแบบผลงานใหม่มีเอกลักษณ์เฉพาะตัว 1.3) ผลงานใหม่ผลิตโดยใช้เทคโนโลยีหรือวิธีการสมัยใหม่ 2) ผลงานดัดแปลง (Modification Product) 2.1) รูปแบบผลงานใหม่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงผลงานเดิมที่มีอยู่ 2.2) ผลงานใหม่มีคุณสมบัติดีกว่าผลงานเดิม 2.3) ผลงานใหม่เกิดขึ้น

เพื่อเสริมแต่งให้มีความน่าสนใจ และ 3) ผลงานเลียนแบบ (Imitation Product) 3.1) รูปแบบผลงานใหม่เกิดจากการเลียนแบบผลงานเดิมที่มีอยู่ 3.2) ผลงานใหม่สามารถทดแทนผลงานเดิมที่มีอยู่ได้ 3.3) ผลงานใหม่เกิดขึ้นเพื่อการลดต้นทุนและเวลาในการผลิต

แบบประเมินนวัตกรรม	
ชื่อ-นามสกุล.....	วิชา.....
รหัสนักศึกษา.....	ชั้นปี สาขาวิชา
วันที่.....	ครั้งที่ประเมิน.....
คำชี้แจง	
1.แบบประเมินนี้ใช้ประเมินผลงานนวัตกรรมจากการเรียนรู้สะเต็มแบบเปิดมหาชนด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรีโดยผู้สอน	
2.ทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับความคิดเห็นที่มีต่อผลงานนวัตกรรม	
เกณฑ์คะแนนเต็ม 5 คะแนน แบ่งเป็น 5 ระดับ คือ	
1	คะแนน หมายถึงมีความคิดเห็นน้อยที่สุด
2	คะแนน หมายถึงมีความคิดเห็นน้อย
3	คะแนน หมายถึงมีความคิดเห็นปานกลาง
4	คะแนน หมายถึงมีความคิดเห็นมาก
5	คะแนน หมายถึงมีความคิดเห็นมากที่สุด

ประเด็นการประเมิน	ระดับคะแนน					หมายเหตุ
	5	4	3	2	1	
1. เป็นสิ่งใหม่และ มีเอกลักษณ์						
2. การแก้ไขปัญหาตามวัตถุประสงค์						

ภาพที่ 4-43 แบบประเมินนวัตกรรม จากการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อเพิ่มพูนความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูมิภาคตะวันตก

ตารางที่ 4-8 เกณฑ์การประเมินผลงานนวัตกรรม จากการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิด ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อเพิ่มพูนความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูมิภาควัดพระแก้ว

เกณฑ์การประเมิน	ระดับคะแนน					รวม
	5	4	3	2	1	
เป็นสิ่งใหม่และเป็นเอกลักษณ์	ผลงานหรือวิธีการมีเอกลักษณ์เป็นของตนเอง และไม่มีส่วนใดซ้ำกับผู้อื่น	ผลงานหรือวิธีการมีเอกลักษณ์เป็นของตนเอง แต่มีบางส่วนซ้ำกับผู้อื่น หรือเกิดจากการประยุกต์งานของผู้อื่น	ผลงานหรือวิธีการมีบางส่วนซ้ำกับผู้อื่น หรือ เกิดจากการประยุกต์งานของผู้อื่น	ผลงานหรือวิธีการส่วนใหญ่ซ้ำกับผู้อื่น หรือ เกิดจากการคัดลอกบางส่วนของงานของผู้อื่น	ผลงานหรือวิธีการส่วนใหญ่ซ้ำกับผู้อื่น หรือ เกิดจากการคัดลอกงานของผู้อื่น	5
การแก้ไขปัญหาตามวัตถุประสงค์	แก้ไขปัญหาตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด ไว้ได้ทั้งหมด	แก้ไขปัญหาตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด ไว้ได้เป็นส่วนใหญ่	แก้ไขปัญหาตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด ไว้ได้บางส่วน	แก้ไขปัญหาตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด ไว้ได้เป็นส่วนน้อย	ไม่สามารถแก้ไขปัญหา ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ได้	5
การออกแบบ	การออกแบบ การจัดองค์ประกอบ การเลือกใช้สี ตัวอักษรสวยงาม ถูกต้องตามทฤษฎี	การออกแบบ การจัดองค์ประกอบ การเลือกใช้สี ตัวอักษรสวยงาม ถูกต้องตามทฤษฎี เป็นส่วนใหญ่	การออกแบบ การจัดองค์ประกอบ การเลือกใช้สี ตัวอักษรสวยงาม ถูกต้องตามทฤษฎี บางส่วน	การออกแบบ การจัดองค์ประกอบ การเลือกใช้สี ตัวอักษรสวยงาม แต่ไม่ถูกต้องตามทฤษฎี	การออกแบบ การจัดองค์ประกอบ การเลือกใช้สี ตัวอักษรไม่ถูกต้องตามทฤษฎี	5
มีความเป็นไปได้ในการใช้งาน	ผลงานหรือวิธีการสามารถใช้งานได้ง่าย และใช้งานได้จริง ผู้ใช้ สามารถใช้งานได้ด้วยตนเอง และมีความต้องการใช้ในชีวิตจริง	ผลงานหรือวิธีการสามารถใช้งานได้จริง ผู้ใช้สามารถใช้งานได้ ด้วยตนเองและมีความต้องการใช้ในชีวิตจริง	ผลงานหรือวิธีการสามารถใช้งานได้จริง และผู้ใช้มีความต้องการใช้ใน ชีวิตจริง	ผลงานหรือวิธีการสามารถใช้งานได้จริง	ผลงานหรือวิธีการไม่สามารถใช้งานได้จริง	5

ตารางที่ 4-8 (ต่อ)

เกณฑ์การประเมิน	ระดับคะแนน					รวม
	5	4	3	2	1	
เทคโนโลยีทันสมัย	มีการกำหนดรายละเอียดการออกแบบ การจัดองค์ประกอบและมีการใช้เครื่องมือที่เหมาะสม ขึ้นงานมีลักษณะสมบูรณ์เสมือนจริงทันสมัย	มีการกำหนดรายละเอียดการออกแบบ มีการใช้เครื่องมือที่เหมาะสม ขึ้นงานมีลักษณะเสมือนจริงทันสมัย	มีการกำหนดรายละเอียดการออกแบบ มีการใช้เครื่องมือที่เหมาะสม ขึ้นงานดูไม่สมจริง บางรายละเอียด	ไม่มีการกำหนดรายละเอียดการออกแบบ ใช้เครื่องมือที่เหมาะสม ขึ้นงานพอดูออกว่าคืออะไร	ไม่มีการกำหนดรายละเอียดในการออกแบบ และใช้เครื่องมือผิดประเภท	5

4.4.4.2 การประเมินผลงานนวัตกรรมของผู้เรียนที่เรียนด้วยโมเดลที่พัฒนาขึ้น ผู้เรียนที่เรียนด้วยระบบการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อเพิ่มพูนความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับนักศึกษาในระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูมิภาคตะวันตกมีผลการประเมินนวัตกรรมในระดับดีขึ้น

ตารางที่ 4-9 ผลการประเมินผลงานนวัตกรรมของผู้เรียน

ที่	ประเด็นการประเมินผลงานนวัตกรรม					ระดับคะแนน		คะแนน	ระดับคุณภาพ
	เป็นสิ่งใหม่และมีเอกลักษณ์	การแก้ไขปัญหตามวัตถุประสงค์	มีการออกแบบถูกต้องตามหลักการ/ทฤษฎี	มีความเป็นไปได้ในการใช้งาน	มีการใช้เทคโนโลยีทันสมัย	\bar{x}	S.D.		
1	4	4	4	4	3	3.80	0.45	19	ดี
2	5	4	5	5	4	4.60	0.55	23	ดีมาก
3	4	4	4	5	3	4.00	0.71	20	มาก
4	4	4	4	4	3	3.80	0.45	19	ดี
5	5	4	4	5	3	4.20	0.84	21	ดีมาก
6	4	4	4	4	3	3.80	0.45	19	ดี
7	5	4	4	5	3	4.20	0.84	21	ดีมาก
8	4	4	4	3	3	3.60	0.55	18	ดี
9	4	3	4	3	3	3.40	0.55	17	ดี
10	4	3	4	3	3	3.40	0.55	17	ดี

ตารางที่ 4-9 (ต่อ)

ที่	ประเด็นการประเมินผลงานนวัตกรรม					ระดับระดับคะแนน		คะแนน	ระดับคุณภาพ
	เป็นสิ่งใหม่และมีเอกลักษณ์	การแก้ไขปัญหาดตามวัตถุประสงค์	มีการออกแบบถูกต้องตามหลักการ/ทฤษฎี	มีความเป็นไปได้ในการใช้งาน	มีการใช้เทคโนโลยีทันสมัย	\bar{x}	S.D.		
11	4	3	4	3	3	3.40	0.55	17	ดี
12	5	4	4	5	3	4.20	0.84	21	ดีมาก
13	4	4	4	5	3	4.00	0.71	20	ดี
14	5	4	5	5	3	4.40	0.89	22	ดีมาก
15	4	3	4	4	3	3.60	0.55	18	ดี
16	5	4	5	5	3	4.40	0.89	22	ดีมาก
17	5	5	5	5	5	5.00	0.00	25	ดีมาก
18	5	5	4	5	4	4.60	0.55	23	ดีมาก
19	4	4	4	4	4	4.00	0.00	20	ดี
20	4	4	5	4	3	4.00	0.71	20	ดี
21	4	5	5	5	3	4.40	0.89	22	ดีมาก
22	5	5	5	5	5	5.00	0.00	25	ดีมาก
23	4	3	4	4	3	3.60	0.55	18	ดี
24	4	3	4	3	3	3.40	0.55	17	ดี
25	4	3	4	3	3	3.40	0.55	17	ดี
26	5	5	5	5	5	5.00	0.00	25	ดีมาก
27	4	4	4	4	3	3.80	0.45	19	ดี
28	5	5	5	5	3	4.60	0.89	23	ดีมาก
29	5	5	5	5	3	4.60	0.89	23	ดีมาก
30	4	4	4	5	3	4.00	0.71	20	ดี
ค่าเฉลี่ยรวม						4.07	0.75	20.37	มาก

จากตารางที่ 4-9 ผลการประเมินผลงานนวัตกรรมของผู้เรียนที่เรียนด้วยระบบการจัดการเรียน อิงระดมออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมฯ ในภาพรวม พบว่าผลงานนวัตกรรมของ ผู้เรียนเฉลี่ยรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{x} = 4.07$, S.D. = 0.75)

4.4.5 ผลการประเมินคุณภาพของระบบการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อเพิ่มพูนความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูมิภาคตะวันตก โดยนำเสนอในตารางที่ 4-10

ตารางที่ 4-10 ผลวิเคราะห์คุณภาพของระบบการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อเพิ่มพูนความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูมิภาคตะวันตก

รายการประเมินคุณภาพของระบบ	ระดับความคิดเห็น		ระดับความเหมาะสม
	\bar{X}	S.D.	
1.การจัดการระบบสำหรับผู้สอน			
1.1 การจัดการรายวิชาของผู้สอน	4.60	0.49	มากที่สุด
1.2 การแจ้งวัตถุประสงค์การเรียนการสอนออนไลน์	4.60	0.49	มากที่สุด
1.3 แผนการจัดการเรียนรู้ ออกแบบตรงตามมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษา	4.40	0.49	มาก
1.4 เนื้อหา มีความสมบูรณ์ครอบคลุมคำอธิบายรายวิชา	4.40	0.49	มาก
2.กิจกรรมการเรียนรู้			
2.1 กิจกรรมออนไลน์ต่าง ๆ มีความหลากหลาย	4.60	0.49	มากที่สุด
2.2 กิจกรรมการทดสอบก่อนเรียนออนไลน์มีความเหมาะสม	4.40	0.49	มาก
2.3 กิจกรรมการเรียนรู้ช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์	4.20	0.40	มาก
2.4 กิจกรรมที่เปิดให้มีการปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนและผู้สอน มีความเหมาะสม	4.20	0.40	มาก
3. สื่อการเรียนรู้			
3.1 การใช้ภาษา มีความถูกต้อง ชัดเจน เข้าใจง่าย	4.60	0.49	มากที่สุด
3.2 การใช้สื่อวิดีโอ มีความเหมาะสม ชัดเจน เข้าใจง่าย	4.40	0.49	มาก
3.3 เอกสารประกอบออนไลน์มีความเหมาะสมผู้เรียน	4.40	0.49	มาก
3.4 การสื่อใช้สื่อเสมือนจริงมีความเหมาะสมกับผู้เรียน	4.40	0.49	มาก
4. การจัดการระบบสำหรับผู้เรียน			
4.1 การจัดการข้อมูลผู้เรียน	4.60	0.49	มากที่สุด
5. การประเมิน			
5.1 แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้	4.40	0.49	มาก
5.2 ใบประกาศนียบัตร (Certificate)	4.40	0.49	มาก
ค่าเฉลี่ยรวม	4.44	0.03	มาก

จากตารางที่ 4-10 ผลการประเมินคุณภาพของระบบการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อเพิ่มพูนความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูมิภาควะวันตก พบว่า มีความเหมาะสมในระดับมาก ($\bar{X} = 4.44$, S.D. = 0.03)

4.4.6 การประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

4.4.6.1 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

4.4.6.2 ผลการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่เรียนด้วยโมเดลที่พัฒนาขึ้น

1. ผลทดสอบก่อนเรียนในสัปดาห์ที่ 1 และทดสอบหลังเรียนในสัปดาห์ที่ 16 โดยผู้เรียนเป็นผู้ทำแบบทดสอบหลายตัวเลือกชนิด 4 ตัวเลือก ผลการวิเคราะห์ข้อมูลปรากฏดังตารางที่ 4-11

ตารางที่ 4-11 ผลการเปรียบเทียบความรู้ของผู้เรียนก่อนเรียนค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสถิติทดสอบที และระดับนัยสำคัญทางสถิติของการทดสอบเปรียบเทียบคะแนนสอบก่อนและหลังเรียนของผู้เรียน (n = 30)

ผลการวัด	คะแนนต่ำสุด	คะแนนสูงสุด	ค่าเฉลี่ย	t	df	p
ก่อนเรียน	11.00	29.00	25.87	19.568	29	.000
หลังเรียน	40.00	49.00	40.23			

*p < .01

จากตาราง 4-11 พบว่า การทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของผู้เรียนที่ผ่านการเรียนรู้ตามระบบการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อเพิ่มพูนความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูมิภาควะวันตก มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 25.87 คะแนน และ 40.23 คะแนน ตามลำดับ และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างคะแนนก่อนและหลังเรียน พบว่า คะแนนสอบหลังเรียนของผู้เรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

4.5 ตอนที่ 5 ผลการประเมินรับรองโมเดลการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อเพิ่มพูนความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูมิภาคตะวันตก

ตารางที่ 4-12 ผลการประเมินรับรองความเหมาะสมของระบบในภาพรวม

ที่	ระบบการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อเพิ่มพูนความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูมิภาคตะวันตกในภาพรวม	ระดับความคิดเห็น		ระดับความเหมาะสม
		\bar{X}	S.D.	
1	ระบบการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมฯ ในภาพรวม	4.60	0.55	มากที่สุด
2	องค์ประกอบของระบบการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมฯ	4.63	0.49	มากที่สุด
3	กระบวนการจัดกิจกรรมตามโมเดลการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมฯ	4.67	0.48	มากที่สุด
4	ความเหมาะสมในการนำระบบการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมฯ ไปใช้	4.47	0.51	มากที่สุด
	รวม	4.59	0.52	มาก

จากตารางที่ 4-12 พบว่าผลการประเมินรับรองความเหมาะสมของระบบในภาพรวมมีค่าเฉลี่ยรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.59$, S.D. = 0.51)

ตารางที่ 4-13 ผลการประเมินรับรองความเหมาะสมขององค์ประกอบของกระบวนการจัดการเรียน
 อิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมฯ

ข้อที่	องค์ประกอบของกระบวนการจัดการเรียนอิงสะ เต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็น จริงเสริมฯ	ระดับความ คิดเห็น		ระดับความ เหมาะสม
		\bar{X}	S.D.	
1	ผู้สอน	5.00	0.00	มากที่สุด
2	ผู้เรียน	5.00	0.00	มากที่สุด
3	เนื้อหาสาระการเรียนรู้	4.80	0.45	มากที่สุด
4	ทรัพยากรการเรียนรู้ (สื่อ)	4.60	0.55	มากที่สุด
5	กระบวนการเรียนรู้	4.40	0.55	มากที่สุด
6	การประเมินผล	4.00	0.00	มาก
	รวม	4.63	0.49	มากที่สุด

ตารางที่ 4-14 ผลการประเมินรับรองความเหมาะสมของกิจกรรมการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์
 แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมฯ

ที่	กิจกรรมการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์ แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมฯ	ระดับความ คิดเห็น		ระดับความ เหมาะสม
		\bar{X}	S.D.	
1	ขั้นที่ 1 การวิเคราะห์และระบุปัญหา	4.80	0.45	มากที่สุด
2	ขั้นที่ 2 การรวบรวมข้อมูลและออกแบบแนวคิด	5.00	0.00	มากที่สุด
3	ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา	5.00	0.00	มากที่สุด
4	ขั้นที่ 4 วางแผนและพัฒนานวัตกรรม	4.60	0.55	มากที่สุด
5	ขั้นที่ 5 ทดสอบและปรับปรุง	4.20	0.45	มาก
6	ขั้นที่ 6 นำเสนอนวัตกรรม	4.40	0.55	มาก
	รวม	4.67	0.48	มากที่สุด

จากตารางที่ 4-14 พบว่าผลการประเมินรับรองความเหมาะสมของกิจกรรมการจัดการเรียนอิง
 สะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมฯมีค่าเฉลี่ยในภาพรวมมากที่สุด ($\bar{X} = 4.67$,
 $S.D. = 0.48$)

ตารางที่ 4-15 ผลการประเมินรับรองความเหมาะสมในการนำระบบการจัดการเรียนอิงสะตีมออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมฯ ไปใช้

ที่	การนำระบบการจัดการเรียนอิงสะตีมออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมฯ ไปใช้	ระดับความคิดเห็น		ระดับความเหมาะสม
		\bar{X}	S.D.	
1	ความเหมาะสมในการส่งเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์	4.4	0.55	มาก
2	ความเหมาะสมในการส่งเสริมสร้างความสามารถในการสร้างผลงานนวัตกรรม	4.4	0.55	มาก
3	ความเหมาะสมในการนำระบบการจัดการเรียนอิงสะตีมออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมฯ ไปใช้ไปใช้ในคณะอื่นๆ	4.60	0.55	มากที่สุด
	รวม	4.47	0.52	มาก

จากตารางที่ 4-15 พบว่าผลการประเมินรับรองความเหมาะสมในการนำระบบการจัดการเรียนอิงสะตีมออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อเพิ่มพูนความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูมิภาควัดตะวันออกไปใช้ไปใช้มีค่าเฉลี่ยในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.47$, $S.D. = 0.52$)

บทที่ 5

ระบบการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยี ความเป็นจริงเสริมเพื่อเพิ่มพูนความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูมิภาคตะวันตก

ระบบการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อเพิ่มพูนความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูมิภาคตะวันตกครั้งนี้ เป็นการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) ประกอบด้วยสาระสำคัญ 5 ประการ ดังนี้

5.1 บทสรุป

5.2 บทนำ

5.3 ระบบการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อเพิ่มพูนความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูมิภาคตะวันตก

5.4 โมเดลการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อเพิ่มพูนความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูมิภาคตะวันตก

5.5 แนวทางการนำระบบการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อเพิ่มพูนความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูมิภาคตะวันตกไปใช้

โดยมีรายละเอียดดังนี้

5.1 บทสรุป

การวิจัยเรื่องระบบการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อเพิ่มพูนความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูมิภาคตะวันตก เป็นการวิจัยและพัฒนา โดยมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อ (1) เพื่อสังเคราะห์กรอบแนวคิดของระบบการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อเพิ่มพูนความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูมิภาคตะวันตก (2) เพื่อพัฒนาระบบการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความ

เป็นจริงเสริมฯ (3) เพื่อพัฒนาโมเดลการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมฯ (4) เพื่อศึกษาผลการใช้ระบบการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมฯ และ (5) เพื่อประเมินรับรองโมเดลการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมฯ โดยศึกษาจากหลักการตามแนวคิดทฤษฎีและจากรายงานผลการวิจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องๆ รวมถึงเทคโนโลยีที่สามารถใช้เป็นเครื่องมือหรือสื่อเสริมในการจัดการเรียนประชากรที่ใช้ในงานวิจัยคือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูมิภาคตะวันตก กลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีดิจิทัลมีเดีย คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง ปีการศึกษา 2563 จำนวน 30 คน

ผลการวิจัยได้หลักการและแนวทางการเพิ่มพูนความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมของผู้เรียน ดังนี้ ผลการสังเคราะห์กรอบแนวคิดของระบบการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมฯ ประกอบด้วย 1) การจัดการเรียนออนไลน์แบบเปิด 2) สะเต็มศึกษา 3) สะเต็มศึกษา 4) กระบวนการทำงานออกแบบกราฟิก 5) เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (2) ผลการพัฒนาระบบการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมฯ มี 4 ส่วน ดังนี้ 1) ส่วนสนับสนุนด้านผู้สอน 2) ส่วนสนับสนุนด้านการใช้งานผู้เรียน 3) ส่วนสนับสนุนด้าน การวัดผลประเมินผล และ 4) ผู้ดูแลระบบ (3) ผลการพัฒนาโมเดลการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมฯ ประกอบด้วย 1) ปัจจัยนำเข้า 5 องค์ประกอบดังนี้ 1.1 วัตถุประสงค์การเรียนรู้ 1.2 รายวิชาและเนื้อหา 1.3 ผู้เรียน 1.4 ผู้สอน และ 1.5 เทคโนโลยีการจัดการเรียนออนไลน์แบบเปิดและเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม 2) กระบวนการจัดการเรียนมี 3 องค์ประกอบ ดังนี้ 2.1 ขั้นเตรียมความพร้อมก่อนการเรียน 2.2 ขั้นการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ได้แก่ 2.2.1 วิเคราะห์และระบุปัญหา 2.2.2 สรุปแนวคิด 2.2.3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา 2.2.4 วางแผนและพัฒนานวัตกรรม 2.2.5 ทดสอบ 2.2.6 นำเสนอผลการพัฒนานวัตกรรมหรือการแก้ปัญหา 3) การประเมินผล ประกอบด้วย การประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคิดสร้างสรรค์และผลงานนวัตกรรม 4) ข้อมูลป้อนกลับ ผลการประเมินโมเดลของผู้เชี่ยวชาญอยู่ในเกณฑ์เหมาะสมระดับมากที่สุด (4) ผลการศึกษาการใช้ระบบการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมที่พัฒนาขึ้นฯ มีดังนี้ 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของผู้เรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 2) ผลการศึกษาเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียน มีคะแนนเฉลี่ยผลการประเมินสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 ของคะแนนเต็ม อย่างมีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และ 3) ผลการประเมินผลงานนวัตกรรมของผู้เรียนในภาพรวม พบว่าผลงานนวัตกรรมของผู้เรียนเฉลี่ยรวมอยู่ในระดับมาก (\bar{X} = 5) ผลการประเมินรับรองโมเดลที่พัฒนาขึ้นของผู้ทรงคุณวุฒิอยู่ในเกณฑ์เหมาะสมระดับมาก

5.2 บทนำ

5.2.1 ความเป็นมาและความสำคัญของการพัฒนาระบบการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อเพิ่มพูนความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับนักศึกษา ระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูมิภาควัดวันตก

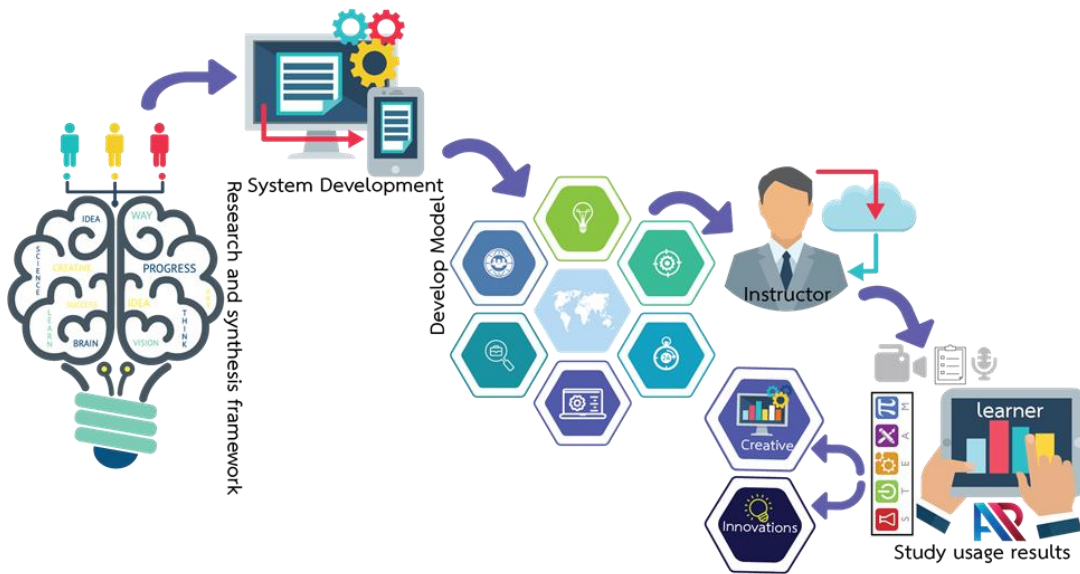
การพัฒนาประเทศให้ทันต่อการเปลี่ยนแปลงของโลกจำเป็นต้องสนับสนุน ผลักดัน และส่งเสริมให้เกิดการสร้างทรัพย์สินทางปัญญาให้มากขึ้น แนวทางที่สำคัญประการหนึ่งคือการบ่มเพาะความคิดที่นำไปสู่การสร้างสรรค์ทรัพย์สินทางปัญญาในทุกระดับอายุและอาชีพ การสร้างแนวคิดใหม่ที่นำไปสู่การสร้างสิ่งใหม่ทั้งในรูปแบบผลิตภัณฑ์ กระบวนการหรือบริการ การทำให้เกิดการยอมรับนำไปสู่การเพิ่มมูลค่าหรือคุณภาพของสิ่งของ กระบวนการ หรือบริการนั้น ๆ โดยอาศัยความก้าวหน้าทางนวัตกรรมและความคิดสร้างสรรค์ในการพัฒนาสิ่งประดิษฐ์ ใช้ความคิดสร้างสรรค์เพื่อพัฒนาหรือประดิษฐ์สิ่งใหม่ ๆ

นวัตกรรม ความคิดสร้างสรรค์ และเทคโนโลยีสารสนเทศ นับว่ามีบทบาทอย่างมากในฐานะของการเป็นกุญแจสำคัญในการขับเคลื่อนประเทศไปสู่การเติบโตและสร้างความสามารถในการแข่งขันภายใต้เศรษฐกิจและสังคมยุคดิจิทัล มีการประเมินระดับนวัตกรรม สิ่งสร้างสรรค์ และเทคโนโลยีสารสนเทศของประเทศต่าง ๆ ในโลกด้วยดัชนีนวัตกรรมโลก จากการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารได้มีการพัฒนาอย่างรวดเร็ว จนสามารถนำเทคโนโลยีมาใช้ในการพัฒนาต่อยอดการศึกษาในการสร้างสื่อการเรียนการสอนให้ทันสมัย น่าสนใจ ผู้เรียนศึกษาหาความรู้จากสื่อการเรียนการสอนที่สร้างขึ้นจากเทคโนโลยีและนวัตกรรมที่เกิดขึ้น ทำให้ผู้เรียนเกิดทักษะการเรียนรู้ที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 จึงทำให้กระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียนมีการเปลี่ยนแปลงไปตามเทคโนโลยีและนวัตกรรมที่มีการพัฒนาขึ้นอย่างไม่หยุดยั้งและเข้ามามีบทบาทในการพัฒนาโมเดล กระบวนการเรียนการสอนมากขึ้น ผู้เรียนจึงมีช่องทางในการเข้าถึงแหล่งความรู้ได้ง่ายและสะดวกมากขึ้น จากความก้าวหน้าของเทคโนโลยีสารสนเทศ จึงนำมาประยุกต์ใช้ในการออกแบบและพัฒนาโมเดลการจัดการเรียนการสอนที่มีความหลากหลายของโมเดล ที่ส่งเสริมให้เกิดความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม ผลผลิตด้านนวัตกรรมประกอบด้วย ผลผลิตทางองค์ความรู้และเทคโนโลยี และสิ่งสร้างสรรค์ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของทักษะที่จำเป็นและเป็นตัวกำหนดความพร้อมในการเข้าสู่การทำงาน

การเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM ซึ่งพัฒนามาจาก STEM ที่เน้นการสร้างสรรค์ผลงาน การออกแบบสร้างสรรค์ ด้วยศิลปะ ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงในการแก้ไขปัญหาที่ส่งเสริมการวิเคราะห์ สังเคราะห์ ประเมินค่า และ สร้างสรรค์ ผู้เรียนเกิดความคิดรวบยอด เข้าใจเนื้อหาได้เร็วขึ้น สามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ และฝึกฝนให้ผู้เรียนใช้เหตุผลในการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างการคิดเชิงสร้างสรรค์และการคิดเชิงวิชาการ ซึ่งคุณลักษณะเหล่านี้จะปรากฏ อยู่ในนักประดิษฐ์ สร้างสรรค์นวัตกรรมและนำไปสู่การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ การนำเทคโนโลยีมาใช้ในการสร้าง

สภาพแวดล้อมที่ซึ่งวัตถุเสมือนถูกวางทับบนของจริง จะช่วยดึงดูดความสนใจของผู้ใช้เห็นวัตถุและฉากเสมือนจริงในโลกแห่งความจริงทำการประมวลผลแสดงผลภาพและเสียง ทำให้เนื้อหาของบทเรียนหรือตัวอย่างกิจกรรมมีความสมจริงมากยิ่งขึ้น ทำให้การเรียนการสอนน่าสนใจและช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาได้ง่ายและเพิ่มความสะดวกสำหรับผู้สอนที่จะนำไปใช้ในการเรียนการสอนเสริมนอกห้องเรียน ใช้เป็นเครื่องมือในการพัฒนาความรู้ความสามารถและใช้เวลาว่างนอกเหนือจากการเรียนการสอนในชั้นเรียนและได้ศึกษาค้นคว้าและทบทวนความรู้ด้วยตนเองสามารถนำไปพัฒนานวัตกรรมจากการจัดการเรียนรู้ เกิดกระบวนการคิดแบบสร้างสรรค์และใช้กระบวนการเรียนรู้ที่หลากหลายในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ เพื่อสร้างคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของผู้เรียนทางด้านความรู้ความเข้าใจในเนื้อหารายวิชาที่ถูกเพิ่มเติมในส่วนของการทักเษการคิดที่ซับซ้อนเกิดการนำเสนอด้วยการประยุกต์ความคิดสร้างสรรค์เพื่อสร้างผลงานด้านนวัตกรรม

5.2.2 วัตถุประสงค์ของระบบการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมฯ ประกอบด้วย 3 หัวข้อ ดังภาพที่ 5-1



ภาพที่ 5-1 วัตถุประสงค์ของระบบการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อเพิ่มพูนความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับนักศึกษา ระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูมิภาควัดตะวันออก

5.3 ระบบการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อ เพิ่มพูนความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏ ภูมิภาคตะวันตก

5.3.1 กระบวนการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อ
เพิ่มพูนความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏ
ภูมิภาคตะวันตก มี 3 องค์ประกอบ ดังนี้

5.3.1.1 การเตรียมความพร้อมก่อนการเรียนรู้ออนไลน์ ประกอบด้วย

5.3.1.1.1 สมัครสมาชิกผ่านระบบออนไลน์เพื่อทำการสร้างตัวตนผู้เรียน โดย
ผู้เรียนจะต้องทำการกรอกข้อมูลที่จำเป็นในการแสดงตัวตนของผู้เรียน

5.3.1.1.2 ตรวจสอบอีเมลเป็นการตรวจสอบและยืนยันการสมัครสมาชิก เพื่อ
เข้าเรียนผ่านอีเมลจากผู้สร้างรายวิชา

5.3.1.1.3 การลงทะเบียนการเรียนการสอนออนไลน์ เป็นการเปิดรับสมัครให้
ผู้เรียนลงทะเบียนเรียนในรายวิชาที่ผู้เรียนต้องการผ่านระบบออนไลน์ตามระยะเวลาที่กำหนด

5.3.1.1.4 แจ้งวัตถุประสงค์การเรียนการสอนออนไลน์ เป็นการชี้แจงและอธิบาย
วัตถุประสงค์การเรียนรู้ รายละเอียดเกี่ยวกับเนื้อหาในบทเรียน ทำหน้าที่เกี่ยวกับการประชาสัมพันธ์
ข่าวสารต่าง ๆ ให้กับผู้เรียนหรือผู้พัฒนาฯ ในวิชาออนไลน์

5.3.1.1.5 แจ้งขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ออนไลน์ เป็นการอธิบายลำดับขั้นตอน

5.3.1.1.6 ทดสอบก่อนเรียนออนไลน์เป็นการประเมินผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนของ
ผู้เรียน

5.3.2 องค์ประกอบของระบบการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความ
เป็นจริงเสริมเพื่อเพิ่มพูนความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี
มหาวิทยาลัยราชภัฏภูมิภาคตะวันตก ประกอบด้วย

5.3.2.1 ส่วนสนับสนุนด้านผู้สอน

5.3.2.1.1 การจัดการเนื้อหาวิชา

5.3.2.1.2 การจัดการกิจกรรม

5.3.2.1.3 การจัดการการวัดผล

5.3.2.2 ส่วนสนับสนุนด้านการใช้งานผู้เรียน

5.3.2.2.1 ข้อมูลส่วนตัว

5.3.2.2.2 อีเมลล์

5.3.2.2.3 ข้อมูลลงทะเบียนในรายวิชา

5.3.2.2.4 ข้อมูลการทำกิจกรรม

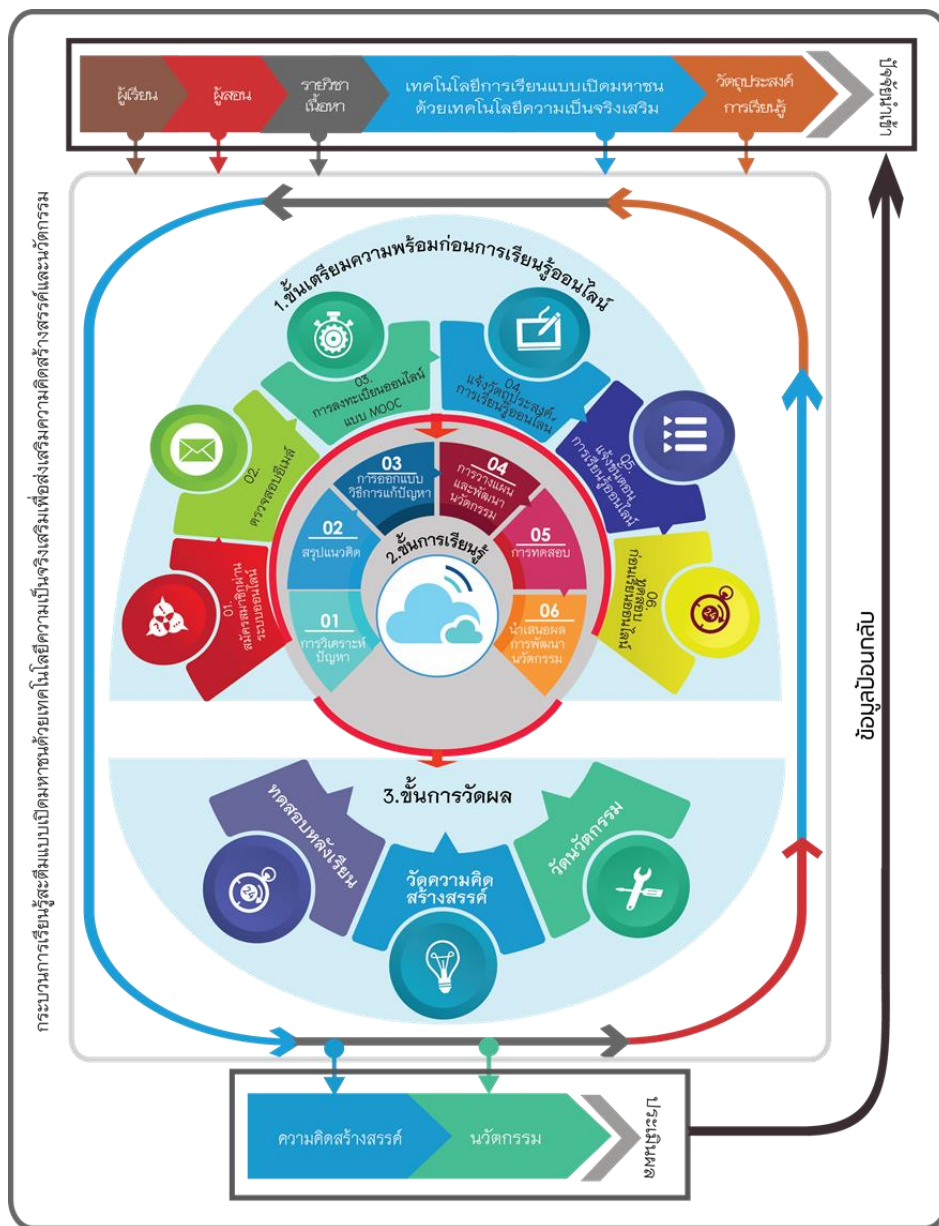
5.3.2.2.5 คะแนน

5.3.2.3 ส่วนสนับสนุนสนับสนุนด้านการวัดผลประเมินผล

5.3.2.3.1 แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้

5.3.2.3.2 ใบประกาศนียบัตร

5.4 โมเดลการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อ
 เพิ่มพูนความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏ
 ภูมิภาควะวันตก



ภาพที่ 5-2 NAWARAT STEAMMOOC MODEL

จากภาพที่ 5-2 โมเดลการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อเพิ่มพูนความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูมิภาคตะวันตก (NAWARAT STEAMMOOC MODEL) มีองค์ประกอบดังนี้

1. ปัจจัยนำเข้า ประกอบด้วย วัตถุประสงค์การเรียนรู้ รายวิชาและเนื้อหา ผู้เรียน ผู้สอนและเทคโนโลยีการเรียนแบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม

2. กระบวนการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ประกอบด้วย

2.1 ขั้นเตรียมความพร้อมก่อนการเรียนรู้ออนไลน์

2.2 ขั้นการเรียนรู้ออนไลน์สะเต็มแบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมผู้เรียนดำเนินการเรียนการสอนตามขั้นตอน (view course) เพื่อทำการเข้าสู่หน้าต่างการเรียนรู้ จากเรียนรู้จากเทคนิค หรือ กิจกรรมการเรียนรู้ วิธีการ/รูปแบบหรือกิจกรรมที่ผู้พัฒนารายวิชาออนไลน์นั้นสร้างขึ้นมาโดยใส่เนื้อหาการเรียนรู้เข้าไปในกิจกรรม เช่น วิดีโอ (Video Component) การสนทนากลุ่ม (Discussion Component) การอ่านเนื้อหา เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เป็นต้น ตามที่ผู้สอนได้ออกแบบไว้ผ่านทางโซเชียลมีเดียบนระบบการเรียนการสอนออนไลน์ ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ได้แก่

ขั้นที่ 1 วิเคราะห์และระบุปัญหา

ขั้นที่ 2 สรุปลักษณะ

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 4 วางแผนและพัฒนานวัตกรรม

ขั้นที่ 5 ทดสอบ

5.1 ทดลอง เป็นการทดลองนวัตกรรมที่พัฒนาได้

5.2 ประเมินผล เป็นการประเมินนวัตกรรมที่พัฒนาได้

5.3 ปรับปรุง เป็นการปรับปรุงนวัตกรรมที่พัฒนาได้

ขั้นที่ 6 นำเสนอผลการพัฒนานวัตกรรม

2.3 ขั้นการวัดผล ประกอบด้วย (1) ทดสอบหลังเรียน เป็นการประเมินผลสัมฤทธิ์หลังเรียนของผู้เรียน (2) วัดความคิดสร้างสรรค์ เป็นการวัดความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียน และ (3) วัดนวัตกรรม เป็นการวัดนวัตกรรมของผู้เรียนที่ได้พัฒนาขึ้น

3. การประเมินผล ประกอบด้วย ประเมินผลความคิดสร้างสรรค์ และประเมินผลงานนวัตกรรม

4. ข้อมูลป้อนกลับ ประกอบด้วยข้อมูลป้อนกลับจากกระบวนการเรียนรู้ ฯ เพื่อนำไปปรับปรุง

5.5 แนวทางการนำระบบการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อเพิ่มพูนความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูมิภาคตะวันตกไปใช้

แนวทางการนำระบบการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมฯ ไปใช้ จำเป็นต้องมีการเตรียมความพร้อม ดังนี้

5.5.1 เนื่องจากระบบการจัดการเรียนที่พัฒนาขึ้นมีลักษณะการออกแบบเฉพาะอย่าง สถาบันการศึกษาที่ประสงค์นำระบบการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อเพิ่มพูนความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูมิภาคตะวันตกไปใช้ ผู้บริหาร ควรมีการจัดประชุมเพื่อชี้แจงแนวคิด หลักการ วิธีสำคัญของระบบ รวมไปถึง วิธีการใช้งานระบบ ขั้นตอนการเรียนและขั้นตอนการทำกิจกรรมต่าง ๆ และควรชี้ให้เห็นถึงประโยชน์ที่จะได้รับจากการนำระบบที่พัฒนาขึ้นไปใช้ปฏิบัติในสถานศึกษาให้แก่ คณาจารย์ ผู้สอน นักศึกษาและผู้ที่เกี่ยวข้องก่อนจะมีการนำ ไปใช้งานจริงเพราะการใช้ระบบให้เกิด ประสิทธิภาพสูงสุดจำเป็นต้องได้รับความร่วมมือ ทุกฝ่ายเห็นความสำคัญของการใช้งาน

5.5.2 โครงสร้างพื้นฐานและสิ่งอำนวยความสะดวกที่จำเป็นสำหรับผู้ที่ต้องการนำระบบการจัดการเรียนที่พัฒนาขึ้นไปใช้ ระบบการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อเพิ่มพูนความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูมิภาคตะวันตกสามารถเรียกใช้งานผ่านเครื่องคอมพิวเตอร์ สมาร์ทโฟน แท็บเล็ต และอุปกรณ์เคลื่อนที่ได้ทุกขนาดหน้าจอ เพราะออกแบบมาเพื่อรองรับขนาดหน้าจอ ของอุปกรณ์ที่แตกต่างกัน ผู้ใช้งานควรพิจารณาความพร้อมในด้านต่างๆ ดังนี้

5.5.2.1 ด้านระบบเครือข่าย

ระบบเครือข่ายสำหรับการใช้งานระบบนั้น ในกรณีที่ใช้งานบนคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะ ไม่ว่าจะใช้ใน ห้องปฏิบัติการของสถานการศึกษาหรือที่พักอาศัย ควรใช้ระบบเครือข่ายแลน (Local Area Network : LAN) ถ้าใช้เครื่องคอมพิวเตอร์แบบพกพา (Notebook) หรืออุปกรณ์เคลื่อนที่ เช่น โทรศัพท์มือถือ แท็บเล็ต สามารถใช้อินเทอร์เน็ตแบบไร้สาย (WIFI) หรือสัญญาณเครือข่าย 4G หรือ 5G

5.5.2.2 อุปกรณ์สำหรับการเข้าใช้งานระบบ

ผู้ใช้งานในส่วนของผู้เรียน สามารถใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะ คอมพิวเตอร์แบบพกพา สมาร์ทโฟน แท็บเล็ต ถ้าจะให้สะดวกควรใช้เครื่องคอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะหรือแบบพกพาก็ได้ เพราะ จะได้ทำแบบฝึกปฏิบัติได้คล่องตัว และผู้ใช้งานในส่วนของผู้ดูแลระบบและอาจารย์ คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล, โน้ตบุ๊ก

5.5.3 เจื่อนไขความสำเร็จในการการนำระบบการจัดการเรียนอิงสะตีมออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมฯ ไปใช้งานผู้สอนสามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนเสริมในภาคทฤษฎีและปฏิบัติได้กับทุกรายวิชา โดยเฉพาะรายวิชาที่เน้นการเพื่อเพิ่มพูนความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมให้กับผู้เรียน โดยใช้กิจกรรมที่มีการพัฒนาตามขั้นตอนการจัดการเรียนแบบสะตีมเรียนรู้ตามกระบวนการจัดการเรียนอิงสะตีมออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมที่พัฒนาขึ้นและมีการนำเอาเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมมาใช้เป็นสื่อเสริมให้ผู้เรียนได้เกิดจินนาการเกิดความคิดสร้างสรรค์

บทที่ 6

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่องระบบการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อเพิ่มพูนความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูมิภาคตะวันตก ผู้วิจัยได้ทำการสรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

6.1 สรุปผลการวิจัย

6.2 อภิปรายผล

6.3 ข้อเสนอแนะ

โดยมีรายละเอียดดังนี้

6.1 สรุปการวิจัย

ผู้วิจัยได้สรุปผลการวิจัยโดยเรียงตามวัตถุประสงค์การวิจัย ดังต่อไปนี้

6.1.1 ผลการศึกษาและสังเคราะห์องค์ประกอบของระบบการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อเพิ่มพูนความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูมิภาคตะวันตก มีทั้งหมด 5 องค์ประกอบดังนี้

6.1.1.1 กระบวนการจัดการเรียนรู้สะเต็ม เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมสามารถสังเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ได้ 5 ขั้นตอนคือ (1) วิเคราะห์และระบุปัญหา (2) สรุปแนวคิด (3) ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (4) การวางแผนและพัฒนานวัตกรรม (5) ทดสอบ (5.1) ทดลอง (5.2) ประเมินผล (5.3) ปรับปรุง และ (6) นำเสนอผลการพัฒนานวัตกรรม

6.1.1.2 การเรียนรู้แบบเปิด (Massive Open Online Course) สามารถสังเคราะห์องค์ประกอบของรายวิชา Massive Open Online Course (MOOC) ได้ 6 องค์ประกอบ คือ (1) วิดีโอ (2) เอกสารประกอบออนไลน์ (3) การสนทนา แลกเปลี่ยนความคิดเห็น (4) กิจกรรมออนไลน์ต่าง ๆ (5) การประเมินผลการเรียน (6) การทดสอบความเข้าใจ

6.1.1.3 ประเภทของเทคโนโลยีเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมซึ่งได้จากการวิเคราะห์และ

6.1.1.4 กระบวนการของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ซึ่งได้จากการวิเคราะห์และสังเคราะห์จากเอกสารงานวิจัยได้ดังนี้ (1) Image Analysis (2) Pose Estimation (3) 3D Rendering

6.1.1.5 องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งได้จากการวิเคราะห์และสังเคราะห์จากเอกสารงานวิจัยได้ดังนี้ (1) ความคิดคล่องตัว (2) ความคิดยืดหยุ่นหรือความคิดยืดหยุ่นในการคิด (3) ความคิดริเริ่ม (4) ความคิดละเอียดลออ

6.1.2 ผลการพัฒนากระบวนการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมฯ มี 4 ส่วน ดังนี้ 1) ส่วนสนับสนุนด้านผู้สอน โดยผู้สอนสามารถจัดการในส่วนต่างๆ ดังนี้ 1.1 การจัดการรายวิชาของผู้สอน 1.2 การแจ้งวัตถุประสงค์การเรียนการสอนออนไลน์ 1.3 การจัดการการประเมินผล 1.4 กิจกรรมการเรียนรู้ 1.5 ทดสอบก่อนเรียนออนไลน์ 1.6 ใประกาศนียบัตร 2) ส่วนสนับสนุนด้านการใช้งานผู้เรียน โดยผู้สอนสามารถจัดการในส่วนต่างๆ ดังนี้ 2.1 การจัดการข้อมูลผู้เรียน 2.2 การจัดรายวิชาเรียนที่ต้องการลงทะเบียน 3) ส่วนสนับสนุนสนับสนุนด้านการวัดผลประเมินผล และ 4) ผู้ดูแลระบบ

6.1.3 ผลการพัฒนาโมเดลการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมฯ ประกอบด้วย 1) ปัจจัยนำเข้า 5 องค์ประกอบดังนี้ 1.1 วัตถุประสงค์การเรียนรู้ 1.2 รายวิชาและเนื้อหา 1.3 ผู้เรียน 1.4 ผู้สอน และ 1.5 เทคโนโลยีการจัดการเรียนออนไลน์แบบเปิดและเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม 2) กระบวนการจัดการเรียนมี 3 องค์ประกอบ ดังนี้ 2.1 ขั้นตอนเตรียมความพร้อมก่อนการเรียน ประกอบด้วย ดังนี้ 2.1.1) สมัครสมาชิก 2.1.2) ตรวจสอบอีเมลล์ 2.1.3) การลงทะเบียนออนไลน์ 2.1.4) แจ้งวัตถุประสงค์การเรียนการสอน 2.1.5) แจ้งขั้นตอนการจัดการเรียน และ 2.1.6) ทดสอบก่อนเรียน 2.2 ขั้นตอนการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ได้แก่ 2.2.1 วิเคราะห์และระบุปัญหา 2.2.2 สรุปแนวคิด 2.2.3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา 2.2.4 วางแผนและพัฒนานวัตกรรม 2.2.5 ทดสอบ 2.2.6 นำเสนอผลการพัฒนานวัตกรรมหรือการแก้ปัญหา 3) การประเมินผลประกอบด้วย การประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคิดสร้างสรรค์และผลงานนวัตกรรม 4) ข้อมูลป้อนกลับ

6.1.4 ผลการใช้ระบบการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อเพิ่มพูนความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูมิภาควัดพระแก้ว พบว่า

6.1.4.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของผู้เรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 25.87 คะแนน และ 40.23 คะแนน และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างคะแนนก่อนและหลังเรียน พบว่าคะแนนสอบหลังเรียนของผู้เรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

6.1.4.2 ผลการศึกษาเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียน มีคะแนนเฉลี่ยผลประเมินสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 ของคะแนนเต็ม ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01

6.1.4.3 ผลการประเมินผลงานนวัตกรรมของผู้เรียนที่เรียนด้วยระบบการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อเพิ่มพูนความคิดสร้างสรรค์และ

นวัตกรรมสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูมิภาคตะวันตก ในภาพรวม พบว่า ผลงานนวัตกรรมของผู้เรียนเฉลี่ยรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.07$, S.D. = 0.75)

6.1.5 ผลการประเมินรับรองโมเดลการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อเพิ่มพูนความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูมิภาคตะวันตก มีค่าเฉลี่ยในภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.47$, S.D. = 0.52)

6.2 อภิปรายผล

การวิจัยเรื่องระบบการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อเพิ่มพูนความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูมิภาคตะวันตก มีประเด็นที่นำมาอภิปรายผล ดังนี้

6.2.1 ระบบการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อเพิ่มพูนความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูมิภาคตะวันตก จากการวิเคราะห์และสังเคราะห์เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง การเก็บรวบรวมผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ ประกอบด้วยบุคลากรสายวิชาการ ที่มีความรู้ความสามารถเชี่ยวชาญในด้านต่างๆ จนนำไปสู่การพัฒนาการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมฯ ระบบประกอบด้วย 4 ส่วน ดังนี้ (1) ส่วนสนับสนุนด้านผู้สอน (2) ส่วนสนับสนุนด้านการใช้งานผู้เรียน (3) ส่วนสนับสนุนด้านการวัดผลประเมินผล และ (4) ผู้ดูแลระบบ กระบวนการจัดการเรียนประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ ดังนี้ (1) ขั้นตอนเตรียมความพร้อมก่อนการเรียน (2) ขั้นตอนการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ได้แก่ 2.1) วิเคราะห์และระบุปัญหา 2.2) สรุปแนวคิด 2.3) ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา 2.4) วางแผนและพัฒนานวัตกรรม 2.5) ทดสอบ 2.6) นำเสนอผลการพัฒนานวัตกรรมหรือการแก้ปัญหา

6.2.2 ผลการใช้ระบบการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อเพิ่มพูนความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูมิภาคตะวันตก พบว่าการจัดการเรียนที่พัฒนาขึ้นเป็นกระบวนการจัดการเรียนที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ทำการฝึกปฏิบัติโดยใช้สื่อเสมือนสามมิติเสริมการสร้างจินตนาการและใช้จินตนาการเหล่านั้นให้เกิดขึ้นได้จริง โดยในแต่ละขั้นตอนผู้เรียนจะต้องทำการศึกษาค้นคว้า หาข้อมูล รวมถึงลงมือสร้างสรรค์ชิ้นงาน แบบซ้ำ ๆ เพื่อเป็นการฝึกฝนให้เกิดความชำนาญ เกิดความปรารถนาในการสร้างสรรค์ผลงานแต่ละชิ้น ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความคิดริเริ่มในการสร้างสิ่งใหม่ เกิดความคิดคล่องในการสร้างสิ่งต่าง ๆ ตามโจทย์ที่ได้รับ สามารถปรับความคิดแนวทางการสร้างสรรค์งานได้อย่างยืดหยุ่น สามารถผลงานหรือวิธีการมีเอกลักษณ์เป็นของตนเอง แก้ไขปัญหาตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ได้มี สามารถใช้งานได้ง่ายและมีความเป็นไปได้ในการนำไปใช้งานได้จริง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ของผู้ที่เรียนด้วยระบบการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมฯ มีผลสัมฤทธิ์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ผู้เรียนมีความคิดสร้างสรรค์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 80 ขึ้นไปและมีผลการประเมินนวัตกรรมในระดับดีขึ้นไปเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัย สอดคล้องกับงานวิจัยของ Ali Bicer และคณะ (2017) ที่ได้ทำการวิจัยและพบว่าการจัดการเรียนการสอนมีผลต่อความคิดสร้างสรรค์และทักษะการแก้ปัญหาของนักเรียนด้วยการพิมพ์สามมิติ มีการรับรู้เกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์และทักษะการแก้ไขปัญหาดียิ่งขึ้น

6.3 ข้อเสนอแนะ

จากผลการศึกษาเรื่องระบบการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อเพิ่มพูนความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูมิภาคตะวันตกผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะ ดังนี้

6.3.1 ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยครั้งนี้

ข้อเสนอแนะด้านนโยบาย เนื่องจากระบบการจัดการเรียนที่พัฒนาขึ้นมีลักษณะการออกแบบเฉพาะอย่าง สถาบันการศึกษาที่ประสงค์นำระบบการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อเพิ่มพูนความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูมิภาคตะวันตกไปใช้ ผู้บริหาร ควรมีการจัดประชุมเพื่อชี้แจงนักศึกษาและผู้ที่เกี่ยวข้องให้เห็นถึงประโยชน์ที่จะได้รับจากการนำระบบไปใช้ปฏิบัติในสถานศึกษา เพราะการใช้ระบบให้เกิดประสิทธิภาพจำเป็นต้องได้รับความร่วมมือและการเล็งเห็นความสำคัญจากทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้อง เช่น สำนักทะเบียน คณะ ควรมีระบบรองรับผลการเรียนที่เกิดจากการเรียนออนไลน์ มีระเบียบในการตรวจสอบคุณภาพของสื่อการสอนและกิจกรรมที่นำมาใช้ให้มีคุณภาพ

ข้อเสนอแนะด้านการนำไปใช้ กระบวนการจัดการเรียน ประกอบด้วย 3 ขั้นตอนหลักคือ ขั้นตอนเตรียมความพร้อมก่อนการเรียนรู้ออนไลน์ ขั้นตอนการเรียนรู้ออนไลน์ ขั้นตอนวัดผล คณาจารย์ที่นำไปใช้ควรดำเนินการจัดการเรียนการสอนให้ครอบคลุมทุกกระบวนการ

6.3.2 ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยครั้งต่อไป

ข้อเสนอแนะด้านนโยบายในครั้งต่อไป ควรนำเอาระบบที่พัฒนาขึ้นไปใช้ในมหาวิทยาลัย สนับสนุนให้ผู้สอนพัฒนารายวิชาอื่นๆ มาเปิดสอนในระบบที่พัฒนาขึ้นเพื่อเป็นช่องทางในการใช้สอนออนไลน์ รองรับสถานการณ์ที่สามารจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียนปกติได้

ข้อเสนอแนะในการพัฒนาโมเดลควรมีการศึกษาตัวแปรตามอื่น ๆ ที่เกิดจากการจัดกิจกรรมผ่านระบบการจัดการเรียน เช่น ทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม คิดสร้างสรรค์ ทักษะสารสนเทศ สื่อ เทคโนโลยี ทักษะชีวิตและอาชีพ เป็นต้น เป็นทางเลือกที่หลากหลายต่อการนำระบบการจัดการเรียนไปใช้งาน

ข้อเสนอแนะด้านการนำไปใช้ในครั้งต่อไปมีแนวทางสำหรับผู้ที่มีความต้องการจัดการเรียนการสอนตามโมเดลที่พัฒนาขึ้น ประกอบด้วยปัจจัย ดังต่อไปนี้ (1) ด้านวัสดุ อุปกรณ์ สถานศึกษาที่มีความต้องการจัดการเรียนการสอนตามควรมีการตรวจสอบความพร้อมด้านอุปกรณ์เทคโนโลยีสารสนเทศ ได้แก่ อุปกรณ์ที่รองรับการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต เช่น คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล สมาร์ทโฟน เป็นต้น ในส่วนของสถานที่จัดการเรียนการสอนควรมีการจัดเตรียมระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่เหมาะสม เนื่องจากผู้เรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ในลักษณะนี้ จะต้องมีอุปกรณ์พื้นฐานในการทำกิจกรรมตามกระบวนการเรียนการสอนไม่ว่าจะเป็นที่ได้ก็ได้หรือแม้กระทั่งนอกห้องเรียน (2) ด้านโปรแกรม ผู้ที่มีความต้องการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบ จำเป็นที่จะต้องจัดหาโปรแกรมหรือแอปพลิเคชันที่เกี่ยวข้องหรือบอกกล่าวช่องทางในการจัดหาติดตั้งให้กับผู้เรียน และ (3) ด้านเนื้อหา หาแหล่งเรียนรู้เสริมเพิ่มเติมให้กับผู้เรียนที่มีการอัปเดตเพื่อให้ผู้เรียนได้ศึกษาข้อมูลที่ทันสมัยทันต่อเหตุการณ์ นอกเหนือจากในสื่อที่จัดไว้ในระบบการจัดการเรียนการสอน

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

- ก้องเกียรติ หิรัญเกิด. (2557). Augmented Reality Open Source for Project. เล่มที่ 1. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : Fast-Books.กรมวิชาการ. (2544). [ออนไลน์]. ความคิดสร้างสรรค์. [สืบค้นวันที่ 22 สิงหาคม 2560]. จาก <https://goo.gl/7nza8o>.
- จิราภรณ์ พิมพ์ใจใส. (2553). การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามทฤษฎีการสร้างความรู้เพื่อส่งเสริมความสามารถในการเรียนรู้ของนักศึกษาพยาบาล. วิทยานิพนธ์ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- จันทร์เพ็ญ ชูประภาวรณ. (2560). [ออนไลน์]. ความคิดสร้างสรรค์ หรือ Creative thinking 2560. [สืบค้นวันที่ 22 สิงหาคม 2560]. จาก <https://goo.gl/evrrNk>
- ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. (2552). 80 วัตกรรมการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ. กรุงเทพฯ : บริษัท แดเน็กซ์อินเตอร์คอร์ปอเรชั่น จำกัด.
- ชลิดา อุผลเจริญ. (2558). การวิเคราะห์องค์ประกอบการตลาดเชิงประสบการณ์ที่ใช้เทคโนโลยีความจริงเสริมผ่านแคมเปญสื่อสารการตลาด. ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์ คณะนิเทศศาสตร์และนวัตกรรมการจัดการ.
- นัฐยา ทองจันทร์ และ พงษ์ศักดิ์ แป้นแก้ว. (2559). “การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นโดยการจัดการเรียนรู้แบบระดมสมอง.” วารสารบัณฑิตวิจัย. ปีที่ 7 ฉบับที่ 1.
- นิพนธ์ จิตต์ภักดี. (2523). “การสอนแบบสร้างสรรค์.” ประชากรศึกษา. ปีที่ 7 ฉบับที่ 3 : 19-21.
- นิพาดา เทวกุล (2560) [ออนไลน์]. ความคิดสร้างสรรค์(Creative Thinking). [สืบค้นวันที่ 22 สิงหาคม 2560]. จากhttps://pirun.ku.ac.th/~agrpct/lesson1/creative_thinking.html
- เนาวนิตย์ สงคราม. (2556). ผลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดการเรียนรู้เชิงรุกและแนวคิดการเรียนการสอนบนเว็บแบบผสมผสาน เพื่อการออกแบบการศึกษานอกสถานที่เสมือนและส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ ของนักศึกษาครุศาสตร์. ศึกษาศาสตร์ระดับปริญญาบัณฑิต. Imprint กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ณพงศ์ วรรณพิรุณ. (2559). “กลับด้านเพื่อเสริมสร้างทักษะความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.” วารสารการอาชีวะและเทคโนโลยีศึกษา. ปีที่ 6 ฉบับที่ 12.

- ณัฐวี อุตกฤษฎ์ และนवल วงศ์วิวัฒน์ไชย. (2555). “การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีความจริงเสริมเพื่อช่วยในการสอนเรื่องตัวอักษรภาษาอังกฤษ A-Z.” การประชุมวิชาการระดับประเทศทางด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ ครั้งที่ 4. เพชรบุรี : คณะวิทยาการและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร.
- ณัฐภัทร ตินเวส และธัญปณีย์ ธรรมเมธา. (2559). “การศึกษารูปแบบการจัดการศึกษาออนไลน์ระบบเปิดแบบ MOOC ของอุดมศึกษาไทย.” Veridian E-Journal, Silpakorn University. ปีที่ 9 ฉบับที่ 3.
- ณมน จีรังสุวรรณ. (2555). หลักการออกแบบและประเมิน. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : ศูนย์ผลิตตำราเรียน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- ณัฐภา แสงคำ. (2552). [ออนไลน์]. รูปแบบการสอน. [สืบค้นเมื่อวันที่ 19 กันยายน 2558] จาก <http://www.sahavicha.com/?name=knowledge&file=readknowledge&id=1861>
- ทิตนา แคมมณี. (2552). ศาสตร์การสอน : องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ. พิมพ์ครั้งที่ 10. จำนวน 3,000 เล่ม. กรุงเทพมหานคร : บริษัทด้านสุทธาการพิมพ์ จำกัด.
- ทิตนา แคมมณี. (2545). รูปแบบการเรียนการสอน : ทางเลือกที่หลากหลาย. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ทวีศักดิ์ สว่างเมฆ. (มปป.). [ออนไลน์]. LIFE SKILLS for the 21st Century. [สืบค้นวันที่ 22 สิงหาคม 2560]. จาก <http://www.gened.nu.ac.th/file/001237LifeSkills/LifeSkills>.
- ธนากร อุษานิชย์. (มปป.). [ออนไลน์]. บทที่ 6 : ความคิดสร้างสรรค์เทคโนโลยีและนวัตกรรมสารสนเทศ. สาขาวิชาบรรณารักษศาสตร์และสารสนเทศศาสตร์ภาควิชาสังคมศาสตร์คณมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา. [สืบค้นวันที่ 22 สิงหาคม 2560]. จาก www.teacher.ssru.ac.th/thanakorn_ui/file.php/1/_6_LII2101.pptx
- ฉันทยา นวลละออง และนงลักษณ์ ปรีชาดิเรก. (2558). “การสร้างเกมการเรียนรู้สามมิติเพื่อเสริมสร้างทักษะภาษาอังกฤษตามทฤษฎีปัญหาของนักเรียนผ่านเทคโนโลยี Augmented Reality บนอุปกรณ์แท็บเล็ต.” ICT Silpakorn Journal. ปีที่ 2 ฉบับที่ 1 : 11-27.
- ธงชัย สิทธิกรณ. (2556). [ออนไลน์]. การศึกษาไทย 4.0. [สืบค้นวันที่ 22 สิงหาคม 2560]. จาก <http://www.birdkm.com/outside-classroom/outsideclass/thai-education-40>
- บุญเหลือ ทองอยู่. (2521). “ความคิดสร้างสรรค์.” มิตรครู. ปีที่ 7 ฉบับที่ 4 : 3-4.

- บุรินทร์ นรินทร์. (2559). การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้โดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมในสนามเรียนรู้ดิจิทัลเพื่อพัฒนาทักษะด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา. ปรชญาคุษฎ์บัณฑิต เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา. บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- โปรแกรมวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์. (2547). เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อชีวิต (Information Technology for Life). สถาบันราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง ราชบุรี.
- ปิยะภรณ์ นวลเจริญ, เสกสรรค์ แยมพิณิจ และเพ็ญเพ็ญ จิรัชย์. (2557). “การพัฒนาชุดการเรียนรู้ร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริง โดยใช้เทคนิคช่วยจำ เพื่อส่งเสริมการอ่าน เรื่องมาตราตัวสะกด สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2.” การประชุมสัมมนาวิชาการ มทร.ตะวันออก มรภ.กลุ่มศรีอยุธยา และราชนครินทร์วิชาการและวิจัย.14-16 พฤษภาคม 2557.
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์. (2551). ทักษะ 5C เพื่อการพัฒนาหน่วยการเรียนรู้และการจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการ. พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พิมพ์พัชร พรสวรรค์. (2561). รูปแบบจินตวิศวกรรมแบบร่วมมือด้วยเกมพีเคชั้นบนสังคมคลาวด์เพื่อเสริมสร้างคุณลักษณะนวัตกรรมและทักษะการคิดนวัตกรรม. ปรชญาคุษฎ์บัณฑิต เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- พนิตภัทร ปิยะภาณีพงษ์. (2559) ความคิดสร้างสรรค์การเรียนรู้และการทำงานเป็นทีม ที่ส่งผลต่อบรรยากาศในการทำงานของพนักงานในกลุ่มบริษัทโมโน จำกัด. ปริญญาบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยกรุงเทพ.
- มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์. (2553) คู่มือการจัดระบบการเรียนการสอน ที่ยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลางการเรียนรู้. พิมพ์ครั้งที่ 1 พ.ศ. 2553 จำนวนพิมพ์ 500 เล่ม พิมพ์ที่โรงพิมพ์เทียนวัฒนา พรินท์ตั้ง.
- รักศักดิ์ เลิศคงคาทิพย์. (2551). [ออนไลน์]. ระบบการจัดการการเรียนการสอน LMS (Learning Management System). [สืบค้นวันที่ 20 พฤศจิกายน 2557]. จาก <http://pro.edu.snru.ac.th/UserFiles/งาน%20อ.ภัทรดร/หนังสือ/เทคโนโลยีเพื่อการเรียนรู้/02LMS.pdf>
- รัตนา สิงห์กุล. (2547). [ออนไลน์]. รูปแบบการสอน. [สืบค้นวันที่ 20 พฤศจิกายน 2557]. จาก http://sps.lpru.ac.th/script/show_article.pl?mag_id=11&group_id=50&article_id=910
- รัศมี ธันยธร. (2556). [ออนไลน์]. Creativity Center. [สืบค้นวันที่ 22 สิงหาคม 2560]. จาก <http://www.creativitycenter.co.th/about.php>

- รักษพล ธนานวงศ์. (2556). [ออนไลน์]. สื่อเสริมการเรียนรู้ โลกเสมือนผสมโลกจริง (Augmented Reality) ชุดการจมนและการลอย. [สืบค้นวันที่ 22 สิงหาคม 2560]. จาก <https://goo.gl/dedp6b>
- ลักขณา สริวัฒน์. (2549) การคิด. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.
- เฉลิมชัย กิตติศักดิ์นาวิน. (2554). ความสัมพันธ์ระหว่างความคิดสร้างสรรค์ของบุคคลเขาวนอารมณ์ (EQ และเขาวนทางจิต (SQ). หาดใหญ่วิชาการ. ปีที่ 9 ฉบับที่ 1 : 75-82.
- วิวัฒน์ มีสุวรรณ. (2556). การพัฒนาารูปแบบชุดการเรียนการสอนร่วมกับเทคโนโลยีโลกเสมือน ผสมโลกจริง (Augmented Reality). พิษณุโลก : มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- วิทยา พัฒนเมธาดา. (2560). [ออนไลน์]. การจัดการเรียนรู้ (Learning Management). [สืบค้นวันที่ 22 สิงหาคม 2560]. จาก <http://www.kansuksa.com/8/>
- วลัยภรณ์ ช่างคิด และ วันทวิรา ฉันทะจำรัสศิลป์ (2557). [ออนไลน์]. การพัฒนาสื่อใหม่ด้วย เทคโนโลยี AR :Augmented Reality สื่อใหม่บนโมบายเพื่อบริการและสร้างสรรค์ความรู้. [สืบค้นวันที่ 22 สิงหาคม 2560]. จาก http://dbcar.car.chula.ac.th/km/wpcontent/uploads/2014/12/583_3.pdf
- สมชัย ศิริสุจินต์. (2555). [ออนไลน์]. ก้าวใหม่ การศึกษา Online. [สืบค้นเมื่อ 10 สิงหาคม 2560]. จาก <http://somchaiblessings.blogspot.com/2012/12/online.html>
- สมศักดิ์ เตชะโกสิต. (2559). รูปแบบการเรียนรู้จินตวิศวกรรมทางวิทยาศาสตร์ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อการรู้สละเต็ม. ปรัชญาดุสิตบัณฑิต เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร เพื่อการศึกษาบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
- สำนักพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ. (2563). [ออนไลน์]. MOOC คือ??. [ค้นเมื่อวันที่ 15 สิงหาคม 2560]. จาก <http://nstda.or.th/nstda-knowledge/289-ict/19575-mooc>,
- สุพรรณพงศ์ วงษ์ศรีเพ็ง และณัฐวี อุดกฤษฎ์. (2555). “การประยุกต์ใช้เทคนิคความจริงเสริมเพื่อใช้ในการสอนเรื่องพยัญชนะภาษาไทย.” การประชุมวิชาการระดับชาติด้านคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. 903-909.
- สุมาลี ชัยเจริญ. (2557). การออกแบบการสอน หลักการ ทฤษฎี สู่อการปฏิบัติ. พิมพ์ครั้งที่ 1. ขอนแก่น : สาขาเทคโนโลยีการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- สมจิต จันทรฉาย. (2557). การออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอน. พิมพ์ครั้งที่ 1. นครปฐม : เพชรเกษมพริ้นติ้ง.

- สมใจ สืบเสาะ. (2555). การพัฒนารูปแบบการเรียนแบบสร้างสรรค์เชิงสหราชบนเว็บ เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาบัณฑิต. ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาเทคนิคศึกษา ครุศาสตร์เทคโนโลยี บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- สุวิทย์ มูลคำ. (2547). กลยุทธ์...การสอนคิดสร้างสรรค์. กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.
- สิริชัย ดีเลิศ (2558) กระบวนการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ในสถาบันการศึกษาระดับอุดมศึกษาที่มีอัตลักษณ์เชิงสร้างสรรค์. Veridian E-Journal, Slipakorn. ปีที่ 8 ฉบับที่ 2.
- สำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ. (2548). สุดยอดนวัตกรรมไทย. กรุงเทพฯ : สำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
- สำนักงานราชบัณฑิตยสภา. (2550). [ออนไลน์]. นวัตกรรม. [สืบค้นวันที่ 22 สิงหาคม 2560]. จาก <https://goo.gl/GuHxHe>
- อรรคเดช ไสสองชั้น. (2551). [ออนไลน์]. ความหมายของนวัตกรรม. [สืบค้นวันที่ 22 สิงหาคม 2560]. จาก <https://ceit.sut.ac.th/km/?p=138>
- อุทิศ บำรุงชีพ. (2551). รูปแบบการเรียนการสอนผ่านเว็บ ตามแนวคอนสตรัคชันนิซึม เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ดุษฎีบัณฑิต (เทคโนโลยีการศึกษา) บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- อารี พันธมณี. (2537). ความคิดสร้างสรรค์. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ 1412.
- อารี รังสินนท์. (2527). ความคิดสร้างสรรค์. กรุงเทพฯ : ธนกิจการพิมพ์.
- reading Thailand. (2555). [ออนไลน์]. ทักษะแห่งอนาคตใหม่: การเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 คืออย่างไร ?. [สืบค้นวันที่ 22 สิงหาคม 2560]. จาก <http://www.qlf.or.th /home/Contents/417>
- Thai OER/MOOC. (2558). [ออนไลน์]. การพัฒนาสื่อการศึกษาสำหรับ MOOCs จาก 6 Best practices. [สืบค้นเมื่อ 15 สิงหาคม 2560] จาก <http://www.learn.in.th/moocs-6-best-practices/>

ภาษาอังกฤษ

- Bicer, A., Nite, S. B., Capraro, R. M., Barroso, L. R., Capraro, M. M., & Lee, Y. (2017). [online] Moving from STEM to STEAM: The effects of informal STEM learning on students' creativity and problem solving skills with 3D printing. Proceedings - Frontiers in Education Conference, FIE, 2017-October, 1-6. <https://doi.org/10.1109/FIE.2017.8190545>
- Daradoumis, T., Bassi, R., Xhafa, F., & Caballe, S. (2013). [online] A Review on Massive E-Learning (MOOC) Design, Delivery and Assessment. 2013 Eighth International Conference On P2P, Parallel, Grid, Cloud & Internet Computing. 208. doi:10.1109/3PGCIC.2013.37
- Divito, Altred. (1971). [online] Recognized Assessing Creativity Developing Teacher Competencies. Englewood Cliffs, New Jersey. Prentice-Hall Inc. <https://goo.gl/KKXtm9>
- Gebri, et al. (2012). "Innovative Learning of Solar System using Augmented Reality for Primary School Children." International Proceedings of Economics Development & Research. Vol. 41 : p156-160.
- Guilford, J.P. (1980) "Cognitive Styles: What are they?". Journal of Educational and Psychological Measurement. Vol 40, p.715-735.
- Iniesto, F., & Rodrigo, C. (2016). [online] Strategies for improving the level of accessibility in the design of MOOC-based learning services. 2016 International Symposium On Computers In Education (SIIE), 1. doi:10.1109/SIIE.2016.7751841
- Kaushik, A. d., & Kumar, A. (2017). Designing Massive Open Online Courses (MOOCs) in Library and Information Science. International Journal Of Information Dissemination & Technology. Vol 7 No 1 : 49-53.
- Kolb. D. A. (1984). Experiential Learning : Experience as the Source of Learning and Development. Englewood Cliffs, NJ. Prentice-Hall.
- Liqin, Z., Ning, W., & Chunhui, W. (2015). [online] Construction of a MOOC based blend learning mode. 2015 10Th International Conference On Computer Science & Education (ICCSE), 997. doi:10.1109/ICCSE.2015.7250397
- Tayer, C.W. (1964). Widening Horizons in Creativity. John Willey&Sons, Inc.

- Wallas, G. (1963). The Art of Thought. New York: Harcourt Brace C.
- Yuwanuch Gulatee and Prachyanun Nilsook (2014) Elements of Learning Design for MOOCs. The Fifth TCU International E-learning Conference 2014.
- Yousef, A. F., Chatti, M. A., Schroeder, U., & Wosnitza, M. (2014). [online] What Drives a Successful MOOC? An Empirical Examination of Criteria to Assure Design Quality of MOOCs. 2014 IEEE 14Th International Conference On Advanced Learning Technologies, 44. doi:10.1109/ICALT.2014.23
- Xiao, F., & Bens, P. (2016). [online] MOOC Model: Dimensions and Model Design to Develop Learning. New Educational Review. Vol 43 No 1 : 28-40. doi:10.15804/tner.2016.43.1.02

ภาคผนวก ก

- รายนามผู้เชี่ยวชาญ
- ตัวอย่างหนังสือแต่งตั้งผู้เชี่ยวชาญ

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

การออกแบบรูปแบบการจัดการเรียนรู้สู่ระบบเปิดมหาชนด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม
เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี

1. ดร.สุตจิต หมั่นตะคุ

สังกัด สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง

2. ดร.โกเมศ กาบแก้ว

สังกัด สาขาวิชาไฟฟ้า

คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง

3. ดร.บุรินทร์ นรินทร์

คณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง

4. ดร.ณัฐพล ธนเขวงสกุล

ผู้ช่วยคณบดีฝ่ายวิชาการ

คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม

5. ดร.พิมพ์พัชร พรสวรรค์

สังกัด สถาบันวิจัย พัฒนา และสาธิตการศึกษา

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

6. ดร.สถาพร อยู่สมบูรณ์

ตำแหน่ง อาจารย์ประจำสาขาวิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมการวัดคุมและอัตโนมัติ

สังกัด คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ วิทยาเขตระยอง

7. ดร.พิมพ์พัชร พรสวรรค์

สังกัด สถาบันวิจัย พัฒนา และสาธิตการศึกษา

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

ระบบการจัดการเรียนรู้สะเต็มแบบเปิดมหาชนด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริม
ความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี

1. ดร.สุดจิต หมั่นตะคุ

สังกัด สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง

2. ดร.โกเมศ กาบแก้ว

สังกัด สาขาวิชาไฟฟ้า

คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง

3. ดร.บุรินทร์ นรินทร์

คณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง

4. ดร.ณัฐพล ธนเขวงสกุล

ผู้ช่วยคณบดีฝ่ายวิชาการ

คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม

5. ดร. พิมพ์พัชร พรสวรรค์

สังกัด สถาบันวิจัย พัฒนา และสาธิตการศึกษา

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

6. ดร. จิรากร เฉลิมดิษฐ์

สังกัด สาขาวิชา เทคโนโลยีดิจิทัลมีเดีย

คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง

7. ดร. สิริเชนทร์ พรหมณัฐ

สังกัด สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

แบบประเมินความคิดสร้างสรรค์ และนวัตกรรม ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้สะเต็มแบบเปิด
มหาชนด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับ
นักศึกษาระดับปริญญาตรี

1. ดร.สุตจิต หมั่นตะคุ

สังกัด สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง

2. ดร.โกเมศ กาบแก้ว

สังกัด สาขาวิชาไฟฟ้า

คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง

3. ดร. จิรากร เฉลิมดิษฐ์

สังกัด สาขาวิชา เทคโนโลยีดิจิทัลมีเดีย

คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง

4. ดร. สิทธิเชนทร์ พรหมณัฐ

สังกัด สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง

5. ดร.ภัทรานิชฐ์ ศรีสกลทรัพย์

สังกัด สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง

ตัวอย่างหนังสือเชิญผู้เชี่ยวชาญ
รูปแบบการจัดการเรียนรู้สะเต็มแบบเปิดมหาชนด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริม
ความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี



ที่ อว ๗๑๐๔/๓๕๗/

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
๑๕๓๘ ถนนประชาราษฎร์ ๑ แขวงวงศ์สว่าง
เขตบางซื่อ กรุงเทพฯ ๑๐๘๐๐

๒๖ พฤศจิกายน ๒๕๖๒

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญในการประเมินเครื่องมือเพื่อการวิจัย

เรียน อาจารย์ ดร.ภัทรานิชชู่ ศรีสกุลทรัพย์ อาจารย์ประจำ
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมินสำหรับผู้เชี่ยวชาญ

ด้วย นางสาวนวรรตน์ วิทยาคม นักศึกษาหลักสูตรปริญญาตรีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์เรื่อง “รูปแบบการจัดการเรียนรู้สะเต็มแบบเปิดมหาชนด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี” โดยมีคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ คือ รองศาสตราจารย์ ดร.พัลลภ พิริยะสุรวงศ์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ในการนี้ นักศึกษามีความประสงค์ขอความอนุเคราะห์เชิญท่าน เป็นผู้เชี่ยวชาญในการประเมินเครื่องมือเพื่อการวิจัย โดยนักศึกษาขอติดต่อประสานงานในรายละเอียดโดยตรงด้วยตนเอง ทั้งนี้จะนำข้อมูลที่ได้มาพัฒนาเพื่อให้ได้เครื่องมือเพื่อการวิจัยที่เหมาะสม สำหรับประกอบการทำวิทยานิพนธ์เรื่องดังกล่าว เพื่อประโยชน์สูงสุดทางการศึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญ จักขอบคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.พัลลภ พิริยะสุรวงศ์)
ผู้อำนวยการโครงการหลักสูตรปริญญาตรีบัณฑิต

ศูนย์บูรณาการวิชาชีพครุศาสตร์อุตสาหกรรม
โทรศัพท์ ๐ ๒๕๕๕ ๒๐๐๐ ต่อ ๓๒๗๒

ที่ อว ๗๑๐๔/๒๕๖๒



คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
๑๕๑๘ ถนนประชากรราษฎร์ ๑ แขวงวงศ์สว่าง
เขตบางซื่อ กรุงเทพฯ ๑๐๘๐๐

๓๐ กรกฎาคม ๒๕๖๒

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญในการประเมินเครื่องมือการวิจัย

เรียน อาจารย์ ดร.โกเมศ กาบแก้ว อาจารย์คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมินสำหรับผู้เชี่ยวชาญ

ด้วย นางสาวนวิรัตน์ วิทยาคน นักศึกษาหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์เรื่อง “รูปแบบการจัดการเรียนรู้สะเต็มแบบเปิดมหาชนด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี” โดยมีคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ คือ รองศาสตราจารย์ ดร.พัลลภ พิริยะสุรวงศ์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ในการนี้ นักศึกษามีความประสงค์ขอความอนุเคราะห์เชิญท่าน เป็นผู้เชี่ยวชาญในการประเมินเครื่องมือเพื่อการวิจัย โดยนักศึกษาขอติดต่อประสานงานในรายละเอียดโดยตรงด้วยตนเอง ทั้งนี้จะนำข้อมูลที่ได้มาพัฒนาให้ได้เครื่องมือเพื่อการวิจัยที่เหมาะสม สำหรับประกอบการทำวิทยานิพนธ์เรื่องดังกล่าว เพื่อประโยชน์สูงสุดทางการศึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญ จะขอบคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จริญ แสนราช)

รองคณบดีฝ่ายวิชาการ
ปฏิบัติการแทนคณบดีคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

ศูนย์บูรณาการวิชาชีพครุศาสตร์อุตสาหกรรม

โทรศัพท์ ๐ ๒๕๕๕ ๒๐๐๐ ต่อ ๓๒๗๒

ที่ อว ๗๑๐๔/๒๕๖๒



คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
๑๕๑๘ ถนนประชากรราษฎร์ ๑ แขวงวงศ์สว่าง
เขตบางซื่อ กรุงเทพฯ ๑๐๘๐๐

๓๐ กรกฎาคม ๒๕๖๒

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญในการประเมินเครื่องมือเพื่อการวิจัย

เรียน อาจารย์ ดร.พิมพ์พัชร พรสวรรค์ อาจารย์ประจำสถาบันวิจัย พัฒนา และสาธิตการศึกษา
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมินสำหรับผู้เชี่ยวชาญ

ด้วย นางสาวนวิรัตน์ วิทยาคม นักศึกษาหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์เรื่อง “รูปแบบการจัดการเรียนรู้สะเต็มแบบเปิดมหาชนด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี” โดยมีคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ คือ รองศาสตราจารย์ ดร.พัลลภ พิริยะสุรวงศ์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ในการนี้ นักศึกษามีความประสงค์ขอความอนุเคราะห์เชิญท่าน เป็นผู้เชี่ยวชาญในการประเมินเครื่องมือเพื่อการวิจัย โดยนักศึกษาขอติดต่อประสานงานในรายละเอียดโดยตรงด้วยตนเอง ทั้งนี้จะนำข้อมูลที่ได้มาพัฒนาเพื่อให้ได้เครื่องมือเพื่อการวิจัยที่เหมาะสม สำหรับประกอบการทำวิทยานิพนธ์เรื่องดังกล่าว เพื่อประโยชน์สูงสุดทางการศึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญ จะขอบคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จรัญ แสนราช)

รองคณบดีฝ่ายวิชาการ

ปฏิบัติการแทนคณบดีคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

ศูนย์บูรณาการวิชาชีพครุศาสตร์อุตสาหกรรม

โทรศัพท์ ๐ ๒๕๕๕ ๒๐๐๐ ต่อ ๓๒๗๒

ที่ อว ๗๑๐๘/๒๗๒



คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
๑๕๑๘ ถนนประชากรราษฎร์ ๑ แขวงวงศ์สว่าง
เขตบางเขน กรุงเทพฯ ๑๐๘๐๐

๓๐ กรกฎาคม ๒๕๖๒

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญในการประเมินเครื่องมือเพื่อการวิจัย

เรียน อาจารย์ ดร.บุรินทร์ นรินทร์ คณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมินสำหรับผู้เชี่ยวชาญ

ด้วย นางสาวนวิรัตน์ วิทยาคม นักศึกษาหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์เรื่อง “รูปแบบการจัดการเรียนรู้สะเต็มแบบเปิดมหาชนด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี” โดยมีคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ คือ รองศาสตราจารย์ ดร.พัลลภ พิริยะสุรวงศ์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ในการนี้ นักศึกษามีความประสงค์ขอความอนุเคราะห์เชิญท่าน เป็นผู้เชี่ยวชาญในการประเมินเครื่องมือเพื่อการวิจัย โดยนักศึกษาขอติดต่อประสานงานในรายละเอียดโดยตรงด้วยตนเอง ทั้งนี้จะนำข้อมูลที่ได้นำมาพัฒนาเพื่อให้ได้เครื่องมือเพื่อการวิจัยที่เหมาะสม สำหรับประกอบการทำวิทยานิพนธ์เรื่องดังกล่าว เพื่อประโยชน์สูงสุดทางการศึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญ จะขอบคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จรัญ แสนราช)

รองคณบดีฝ่ายวิชาการ
ปฏิบัติการแทนคณบดีคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

ศูนย์บูรณาการวิชาชีพครุศาสตร์อุตสาหกรรม

โทรศัพท์ ๐ ๒๕๕๕ ๒๐๐๐ ต่อ ๓๒๗๒



ที่ อว ๓๑๐๔/๒๕๖๒

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
๑๕๑๘ ถนนประชากรราษฎร์ ๑ แขวงวงศ์สว่าง
เขตบางซื่อ กรุงเทพฯ ๑๐๘๐๐

๓๐ กรกฎาคม ๒๕๖๒

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญในการประเมินเครื่องมือเพื่อการวิจัย

เรียน อาจารย์ ดร.สุจิตต์ หมั่นตะคุ อาจารย์ประจำคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมินสำหรับผู้เชี่ยวชาญ

ด้วย นางสาวนวิรัตน์ วิทยาคม นักศึกษาหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์เรื่อง “รูปแบบการจัดการเรียนรู้สะเต็มแบบเปิดมหาชนด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี” โดยมีคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ คือ รองศาสตราจารย์ ดร.พัลลภ พริยะสุรวงศ์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ในการนี้ นักศึกษามีความประสงค์ขอความอนุเคราะห์เชิญท่าน เป็นผู้เชี่ยวชาญในการประเมินเครื่องมือเพื่อการวิจัย โดยนักศึกษาขอติดต่อประสานงานในรายละเอียดโดยตรงด้วยตนเอง ทั้งนี้จะนำข้อมูลที่ได้นำมาพัฒนาเพื่อให้ได้เครื่องมือเพื่อการวิจัยที่เหมาะสม สำหรับประกอบการทำวิทยานิพนธ์เรื่องดังกล่าว เพื่อประโยชน์สูงสุดทางการศึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญ จะขอบคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จริญ แสนราช)

รองคณบดีฝ่ายวิชาการ

ปฏิบัติการแทนคณบดีคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

ศูนย์บูรณาการวิชาชีพครุศาสตร์อุตสาหกรรม

โทรศัพท์ ๐ ๒๕๕๕ ๒๐๐๐ ต่อ ๓๒๗๒

ที่ อว ๗๑๐๔/๒๗๖



คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
๑๕๑๘ ถนนประชากรราษฎร์ ๑ แขวงวงศ์สว่าง
เขตบางซื่อ กรุงเทพฯ ๑๐๘๐๐

๓๐ กรกฎาคม ๒๕๖๒

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญในการประเมินเครื่องมือเพื่อการวิจัย

เรียน อาจารย์ ดร.ณัฐพล จนเขวงสกุล ผู้ช่วยคณบดีฝ่ายวิชาการ
คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยจันทระเกษม

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมินสำหรับผู้เชี่ยวชาญ

ด้วย นางสาวนวิรัตน์ วิทยาคม นักศึกษาหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์เรื่อง “รูปแบบการจัดการเรียนรู้สะเต็มแบบเปิดมหาชนด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี” โดยมีคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ คือ รองศาสตราจารย์ ดร.พัลลภ พิริยะสุรวงศ์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ในการนี้ นักศึกษามีความประสงค์ขอความอนุเคราะห์เชิญท่าน เป็นผู้เชี่ยวชาญในการประเมินเครื่องมือเพื่อการวิจัย โดยนักศึกษาขอติดต่อประสานงานในรายละเอียดโดยตรงด้วยตนเอง ทั้งนี้จะนำข้อมูลที่ได้นำมาพัฒนาเพื่อให้ได้เครื่องมือเพื่อการวิจัยที่เหมาะสม สำหรับประกอบการทำวิทยานิพนธ์เรื่องดังกล่าว เพื่อประโยชน์สูงสุดทางการศึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญ จะขอบคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จรัญ แสนราช)
รองคณบดีฝ่ายวิชาการ
ปฏิบัติการแทนคณบดีคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

ศูนย์บูรณาการวิชาชีพครุศาสตร์อุตสาหกรรม
โทรศัพท์ ๐ ๒๕๕๕ ๒๐๐๐ ต่อ ๓๒๗๒

ภาคผนวก ข

แบบประเมินสำหรับโมเดลการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยี
ความเป็นจริงเสริมเพื่อเพิ่มพูนความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับนักศึกษา
ระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูมิภาควะวันตก

แบบประเมิน

รูปแบบการจัดการเรียนรู้สะเต็มแบบเปิดมหาชนด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม
เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี

ชื่องานวิจัย	รูปแบบการจัดการเรียนรู้สะเต็มแบบเปิดมหาชนด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี Learning Management STEAM Model on Massive Open Online Courses Using Augmented Reality to Enhance Creativity Thinking and Innovation for Undergraduate Students
ผู้วิจัย	นางสาวนวิรัตน์ วิทยาคม นักศึกษาปริญญาเอก สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา
อาจารย์ที่ปรึกษา สาขาวิชา	รองศาสตราจารย์ ดร.พัลลภ พิริยะสุรวงศ์ เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	เพื่อพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้สะเต็มแบบเปิดมหาชนด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี

แบบประเมิน

รูปแบบการจัดการเรียนรู้สะเต็มแบบเปิดมหาชนด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี

ชื่อผู้ประเมินรูปแบบ

ตำแหน่ง

สถานที่ทำงาน

คำชี้แจง

การประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการจัดการเรียนรู้สะเต็มแบบเปิดมหาชนด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี ประกอบด้วยคำถามเกี่ยวกับองค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ โดยท่านสามารถพิจารณารายละเอียดได้จากเอกสารที่แนบมาพร้อมกันนี้

โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน โดยมีเกณฑ์ในการพิจารณาดังนี้

5	หมายถึง	เหมาะสมในระดับมากที่สุด
4	หมายถึง	เหมาะสมในระดับมาก
3	หมายถึง	เหมาะสมในระดับปานกลาง
2	หมายถึง	เหมาะสมในระดับน้อย
1	หมายถึง	เหมาะสมในระดับน้อยที่สุด

สิ่งที่ส่งมาด้วย

รูปแบบการจัดการเรียนรู้สะเต็มแบบเปิดมหาชนด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี

ตอนที่ 1 รายละเอียดของรูปแบบการจัดการเรียนรู้สะเต็มแบบเปิดมหาชนด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี

รายละเอียดของรูปแบบ	ระดับความเหมาะสม					หมายเหตุ
	5	4	3	2	1	
1) หลักการและแนวคิด ที่ใช้เป็นพื้นฐานในการออกแบบรูปแบบการจัดการเรียนรู้สะเต็มแบบเปิดมหาชนด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมฯ มีสอดคล้อง เหมาะสมในระดับใด						
2) องค์ประกอบของรูปแบบฯ มีความเหมาะสมในระดับใด						
2.1) การวิเคราะห์ปัจจัยนำเข้า						
2.2) กระบวนการเรียนรู้สะเต็มแบบเปิดมหาชนด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมฯ						
2.3) การประเมินผล						
2.4) ข้อมูลป้อนกลับ						

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม เกี่ยวกับรายละเอียดของรูปแบบ

.....

.....

.....

.....

.....

ตอนที่ 2 รายละเอียดองค์ประกอบของรูปแบบการจัดการเรียนรู้สะเต็มแบบเปิดมหาชนด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี

รายละเอียดองค์ประกอบของรูปแบบ	ระดับความเหมาะสม					หมายเหตุ
	5	4	3	2	1	
1. ปัจจัยนำเข้า						
1.1 วัตถุประสงค์การเรียนรู้						
1.2 รายวิชาและเนื้อหา						
1.3 ผู้เรียน						
1.4 ผู้สอน						
1.5 เทคโนโลยีการเรียนแบบเปิดมหาชนด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม						
ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมสำหรับองค์ประกอบ (การวิเคราะห์ปัจจัยนำเข้า)						
.....						
.....						
.....						
2. กระบวนการเรียนรู้						
2.1. ขั้นเตรียมความพร้อมก่อนการเรียนรู้ออนไลน์						
2.1.1 สมัครสมาชิก (Sing in)						
2.1.2 ตรวจสอบอีเมล (Confirm with E-mail)						
2.1.3 การลงทะเบียนการเรียนการสอนออนไลน์แบบ MOOC (Enroll)						
2.1.4 แจกวัสดุประสงค์การเรียนการสอนออนไลน์ (Course Handouts)						
2.1.5 แจ้งขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ออนไลน์ (Course Updates and New)						
2.1.6 ทดสอบก่อนเรียนออนไลน์						
ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมสำหรับองค์ประกอบของการเตรียมการก่อนการเรียนรู้						
.....						
.....						
.....						
2.2. ขั้นเรียนรู้						
2.2.1 วิเคราะห์และระบุปัญหา						
2.2.2 สรุปแนวคิด						

รายละเอียดองค์ประกอบของรูปแบบ	ระดับความเหมาะสม					หมายเหตุ
	5	4	3	2	1	
2.2.3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา						
2.2.4 วางแผนและพัฒนานวัตกรรม						
2.2.5 ทดสอบ						
2.2.6 นำเสนอผลการพัฒนานวัตกรรม						
ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมสำหรับองค์ประกอบของการเรียนรู้						
.....						
.....						
.....						
.....						
2.3. ชิ้นวัดผล						
2.3.1 ทดสอบหลังเรียน						
2.3.2 วัดความคิดสร้างสรรค์						
2.3.3 วัดนวัตกรรม						
ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมสำหรับองค์ประกอบของวัดผล						
.....						
.....						
.....						
3.ประเมินผล						
3.1 ความคิดสร้างสรรค์						
3.2 นวัตกรรม						
ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมสำหรับองค์ประกอบของประเมินผล						
.....						
.....						
.....						
4.ข้อมูลป้อนกลับ						
4.1 การตรวจสอบความผิดพลาดของแต่ละขั้นตอน						
ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมสำหรับองค์ประกอบของข้อมูลป้อนกลับ (Feed Back)						
.....						
.....						
.....						

ตอนที่ 3 ความเหมาะสมของรูปแบบการจัดการเรียนรู้สะเต็มแบบเปิดมหาชนด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี

ความเหมาะสมของรูปแบบ	ระดับความเหมาะสม				
	5	4	3	2	1
1) ภาพรวมของรูปแบบจัดการเรียนรู้สะเต็มแบบเปิดมหาชนด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรีที่พัฒนาขึ้นมีความเหมาะสมในการนำไปใช้จริงในระดับใด					

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม เกี่ยวกับความเหมาะสมของรูปแบบการจัดการเรียนรู้สะเต็มแบบเปิดมหาชนด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี

.....

.....

ข้าพเจ้า ได้ทำการประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการจัดการเรียนรู้สะเต็มแบบเปิดมหาชนด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี เรียบร้อยแล้วและเห็นควรว่า

- รูปแบบมีความเหมาะสมดีแล้ว
- รูปแบบมีความเหมาะสม แต่ควรปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

ลงชื่อ

(.....)

วันที่.....

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณท่านเป็นอย่างสูงที่กรุณาประเมินความเหมาะสมของรูปแบบอันเป็นประโยชน์ต่องานวิจัยครั้งนี้เป็นอย่างมาก

นางสาวนวรรตน์ วิทยาคม ผู้วิจัย
โทรศัพท์ 086-041-5535
nawaratwit@mcruc.ac.th

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพในแต่ละด้าน

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
9-12	ดีมาก
5-8	พอใช้
0-4	ปรับปรุง

เกณฑ์การประเมินความคิดสร้างสรรค์ จากการเรียนรู้สะเต็มแบบเปิดมหาชนด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี

รายการประเมิน	ระดับการประเมิน				รวม
	3	2	1	0	
คิดริเริ่ม	พัฒนาชิ้นงานเพื่อแก้ปัญหาด้วยความคิดที่แปลกใหม่เหมาะสมต่อการใช้งานจริงและมีจินตนาการของตนเองแตกต่างจากคนอื่นและมีการนำความรู้ที่ได้รับมาประยุกต์และนำไปใช้ได้ถูกต้องมากที่สุด	พัฒนาชิ้นงานเพื่อแก้ปัญหาด้วยความคิดที่แปลกใหม่ที่เกิดจากจินตนาการของตนเองแตกต่างจากคนอื่นมีการนำความรู้ที่ได้รับมาดัดแปลงประยุกต์และนำไปใช้ได้มาก	พัฒนาชิ้นงานเพื่อหาวิธีการเพื่อแก้ปัญหาด้วยการผสมผสานและดัดแปลงจากความคิดเดิมมีการนำความรู้ที่ได้รับมาดัดแปลงประยุกต์และนำไปใช้ได้น้อย	พัฒนาชิ้นงานเพื่อหาวิธีการเพื่อแก้ปัญหาโดยไม่มีความคิดแปลกใหม่ที่แตกต่างจากคนอื่นไม่มีการนำความรู้ที่ได้รับมาไปใช้ได้	3
ความคิดคล่อง	สามารถคิดและปฏิบัติได้อย่างรวดเร็วและถูกต้องและมีวิธีการคิดหาวิธีการแก้ปัญหาในการสร้างชิ้นงานได้มากกว่า 2 วิธีในเวลาที่กำหนด	สามารถคิดและปฏิบัติได้อย่างรวดเร็วถูกต้องและมีวิธีการคิดหาวิธีการแก้ปัญหาได้ 2 วิธีในเวลาที่กำหนด	สามารถคิดและปฏิบัติได้ช้าและมีวิธีการคิดหาวิธีการแก้ปัญหาได้เพียง 1 วิธีในเวลาที่กำหนด	ไม่ไม่สามารถคิดและปฏิบัติได้และไม่สามารถคิดหาวิธีการแก้ปัญหาได้ในเวลาที่กำหนด	3

รายการประเมิน	ระดับการประเมิน				รวม
	3	2	1	0	
ความคิดยืดหยุ่น	มีการคิดหาวิธีการ แก้ปัญหาโดย ดัดแปลงสิ่งที่มีอยู่ หรือนำสิ่งอื่นมา ทดแทนสิ่งที่ขาด ได้ ้อย่าง หลากหลายและ สามารถคิดได้ หลากหลายและ มุมมองไม่ซ้ำรูป แบบเดิม	มีการคิดหาวิธีการ แก้ปัญหาโดย ดัดแปลงสิ่งที่มีอยู่ หรือนำสิ่งอื่นมา ทดแทนสิ่งที่ขาด ได้	มีการคิดหาวิธีการ แก้ปัญหาโดย ดัดแปลงสิ่งที่มีอยู่ หรือนำสิ่งอื่นมา ทดแทนสิ่งที่ขาด ได้ แต่ยังไม่ เหมาะสมกับงาน	ไม่สามารถคิด หาวิธีการ แก้ปัญหาโดย ดัดแปลงสิ่งที่มี อยู่หรือนำสิ่งอื่น มาทดแทนสิ่งที่ ขาดได้	3
ความคิด ละเอียดลออ	มีความละเอียด ความคิดที่ รอบคอบ สร้าง ผลงานได้อย่าง สวยงามมีความ ประณีต / เรียบร้อย สามารถนำไป ประยุกต์ใช้อย่าง ถูกต้อง มีการคิด แจ ก แจ ง รายละเอียดของ วิธีการแก้ปัญหา หรือ ข ย า ย ความคิดได้อย่าง ครบถ้วนและมี รายละเอียดที่ สมบูรณ์	มีความละเอียด ความคิดที่ รอบคอบ สร้าง ผลงานได้อย่าง สวยงาม มีการคิด แจ ก แจ ง รายละเอียดของ วิธีการแก้ปัญหา หรือ ข ย า ย ความคิดได้	มีความละเอียด ความคิดที่ รอบคอบ สร้าง ผลงานได้ไม่ สวยงาม ไม่มี ความประณีตมี การคิดแจ ก แจ ง รายละเอียดของ วิธีการแก้ปัญหา หรือ ข ย า ย ความคิดได้แต่ ขาดความชัดเจน	ไม่มีความ ละเอียดไม่ รอบคอบ ไม่ สวยงาม ไม่มี ความประณีตไม่ มีการคิดแจ ก แจ งรายละเอียด ของวิธีการ แก้ปัญหาหรือ ขยายความคิด	3

แบบประเมินนวัตกรรม

ชื่อ-นามสกุล.....วิชา.....
 รหัสนักศึกษา.....ชั้นปี.....สาขาวิชา.....
 วันที่.....ครั้งที่ประเมิน.....

คำชี้แจง

1. แบบประเมินนี้ใช้ประเมินผลงานนวัตกรรมจากการเรียนรู้สะเต็มแบบเปิดมหาชนด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรีโดยผู้สอน

2. ทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับความคิดเห็นที่มีต่อผลงานนวัตกรรม

เกณฑ์คะแนนเต็ม 5 คะแนน แบ่งเป็น 5 ระดับ คือ

- | | | |
|---|-------|--------------------------------|
| 1 | คะแนน | หมายถึงมีความคิดเห็นน้อยที่สุด |
| 2 | คะแนน | หมายถึงมีความคิดเห็นน้อย |
| 3 | คะแนน | หมายถึงมีความคิดเห็นปานกลาง |
| 4 | คะแนน | หมายถึงมีความคิดเห็นมาก |
| 5 | คะแนน | หมายถึงมีความคิดเห็นมากที่สุด |

ประเด็นการประเมิน	ระดับคะแนน					หมายเหตุ
	5	4	3	2	1	
1. เป็นสิ่งใหม่และ มีเอกลักษณ์						
2. การแก้ไขปัญหาตามวัตถุประสงค์						
3. มีการออกแบบถูกต้องตามหลักการ/ทฤษฎี						
4. ความเป็นไปได้ในการ ใช้งาน						
5. มีการใช้เทคโนโลยีทันสมัย						

เกณฑ์การประเมินนวัตกรรมในแต่ละด้าน

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
21-25	ดีมาก
16-20	ดี
11-15	ปานกลาง
6-10	พอใช้
1-5	ปรับปรุง

เกณฑ์การประเมินผลงานนวัตกรรม จากการเรียนรู้สะสมแบบเปิดมหาชนด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับนักศึกษาในระดับปริญญาตรี

เกณฑ์การประเมิน	ระดับคะแนน					รวม
	5	4	3	2	1	
เป็นสิ่งใหม่และเป็นเอกลักษณ์	ผลงานหรือวิธีการมีเอกลักษณ์เป็นของตนเองและไม่มีส่วนใดซ้ำกับผู้อื่น	ผลงานหรือวิธีการมีเอกลักษณ์เป็นของตนเอง แต่มีบางส่วนซ้ำกับผู้อื่นหรือ เกิดจากการประยุกต์งานของผู้อื่น	ผลงานหรือวิธีการมีบางส่วนซ้ำกับผู้อื่นหรือ เกิดจากการประยุกต์งานของผู้อื่น	ผลงานหรือวิธีการส่วนใหญ่ซ้ำกับผู้อื่น หรือ เกิดจากการคัดลอกบางส่วนองงานของผู้อื่น	ผลงานหรือวิธีการส่วนใหญ่หรือทั้งหมดซ้ำกับผู้อื่น หรือ เกิดจากการคัดลอกงานของผู้อื่น	5
การแก้ไขปัญหาตามวัตถุประสงค์	แก้ไขปัญหาตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด ไว้ได้ทั้งหมด	แก้ไขปัญหาตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด ไว้ได้ เป็นส่วนใหญ่	แก้ไขปัญหาตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด ไว้ได้ บางส่วน	แก้ไขปัญหาตามวัตถุประสงค์ ที่กำหนด ไว้ได้เป็นส่วนน้อย	ไม่สามารถแก้ไขปัญหา ตาม วัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ได้	5
การออกแบบ	การออกแบบการจัดองค์ประกอบ การเลือกใช้สี ตัวอักษร สวยงาม ถูกต้องตามทฤษฎี	การออกแบบการจัดองค์ประกอบ การเลือกใช้สี ตัวอักษร สวยงามถูกต้องตามทฤษฎี เป็นส่วนใหญ่	การออกแบบการจัดองค์ประกอบ การเลือกใช้สี ตัวอักษรสวย งามถูกต้องตามทฤษฎี บางส่วน	การออกแบบการจัดองค์ประกอบ การเลือกใช้สี ตัวอักษร สวยงาม แต่ไม่ถูกต้องตามทฤษฎี	การออกแบบการจัดองค์ประกอบ การเลือกใช้สี ตัวอักษรไม่ถูกต้องตามทฤษฎี	5
มีความเป็นไปได้ในการใช้งาน	ผลงานหรือวิธีการสามารถใช้งานได้ง่าย และใช้งานได้จริง ผู้ใช้ สามารถ	ผลงานหรือวิธีการสามารถใช้งาน ได้จริง ผู้ใช้ สามารถใช้งาน ได้ ด้วยตนเอง	ผลงานหรือวิธีการสามารถใช้งาน ได้จริง และผู้ใช้งาน มีความ	ผลงานหรือวิธีการสามารถใช้งาน ได้จริง	ผลงานหรือวิธีการไม่สามารถใช้งาน ได้จริง	5

เกณฑ์การประเมิน	ระดับคะแนน					รวม
	5	4	3	2	1	
	ใช้งานได้ด้วยตนเอง และมีความต้องการใช้ในชีวิตจริง	และมีความต้องการใช้ใน ชีวิตจริง	ต้องการใช้ใน ชีวิตจริง			
เทคโนโลยีทันสมัย	มีการกำหนดรายละเอียด การออกแบบ การจัด องค์ประกอบ และ มีการใช้ เครื่องมือที่ เหมาะสม ขึ้นงานมี ลักษณะ สมบูรณ์ เสมือนจริง ทันสมัย	มีการกำหนด รายละเอียด การออกแบบ มีการใช้ เครื่องมือที่ เหมาะสม ขึ้นงานมี ลักษณะ เสมือน ทันสมัย	มีการกำหนด รายละเอียด การออกแบบ มีการใช้ เครื่องมือที่ เหมาะสม ขึ้นงานดูไม่ สมจริง บาง รายละเอียด	ไม่มีการ กำหนด รายละเอียด การออกแบบ ใช้เครื่องมือที่ เหมาะสม ขึ้นงานพอดู ออกกว่าคือ อะไร	ไม่มีการกำหนด รายละเอียดใน การออกแบบ และใช้เครื่องมือ ผิดประเภท	5

แบบประเมินคุณภาพของระบบการจัดการเรียนรู้สะเต็มแบบเปิดมหาชนด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี

ประเด็นการประเมิน	ระดับคะแนน				
	5	4	3	2	1
1.การจัดการระบบสำหรับผู้สอน					
1.1 การจัดการรายวิชาของผู้สอน					
1.2 การแจ้งวัตถุประสงค์การเรียนการสอนออนไลน์					
1.3 แผนการจัดการเรียนรู้ออกแบบตรงตามมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษา					
1.4 เนื้อหามีความสมบูรณ์ครอบคลุมคำอธิบายรายวิชา					
2.กิจกรรมการเรียนรู้					
2.1 กิจกรรมออนไลน์ต่าง ๆ มีความหลากหลาย					
2.2 กิจกรรมการทดสอบก่อนเรียนออนไลน์มีความเหมาะสม					
2.3 กิจกรรมการเรียนรู้ช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์					
2.4 กิจกรรมที่เปิดให้มีการปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนและผู้สอน มีความเหมาะสม					
3. สื่อการเรียนรู้					
3.1 การใช้ภาษามีความถูกต้อง ชัดเจน เข้าใจง่าย					
3.2 การใช้สื่อวิดีโอมีความเหมาะสม ชัดเจน เข้าใจง่าย					
3.3 เอกสารประกอบออนไลน์มีความเหมาะสมผู้เรียน					
3.4 การสื่อใช้สื่อเสมือนจริงมีความเหมาะสมกับผู้เรียน					
4. การจัดการระบบสำหรับผู้เรียน					
4.1 การจัดการข้อมูลผู้เรียน					
5. การประเมิน					
5.1 แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้					
5.2 ใบประกาศนียบัตร (Certificate)					

**แบบประเมินรับรองรูปแบบการจัดการเรียนรู้สะเต็มแบบเปิดมหาชนด้วยเทคโนโลยี
ความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม
สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี**

ประเด็นการประเมิน	ระดับคะแนน				
	5	4	3	2	1
1. ภาพรวมของรูปแบบการจัดการเรียนรู้สะเต็มแบบเปิดมหาชนด้วยเทคโนโลยี ความเป็นจริงเสริมฯ					
2. องค์ประกอบของกระบวนการจัดการเรียนรู้สะเต็มแบบเปิดมหาชนด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมฯ					
2.1 ผู้สอน					
2.2 ผู้เรียน					
2.3 เนื้อหาสาระการเรียนรู้					
2.4 ทรัพยากรการเรียนรู้(สื่อ)					
2.5 กระบวนการเรียนรู้					
2.5 การประเมินผล					
2.7 ภาพรวมขององค์ประกอบของกระบวนการจัดการเรียนรู้สะเต็มแบบ เปิดมหาชนด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมฯ					
3. กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สะเต็มแบบเปิดมหาชนด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมฯ					
3.1 ชั้นที่ 1 การวิเคราะห์และระบุปัญหา					
3.2 ชั้นที่ 2 การรวบรวมข้อมูลและออกแบบแนวคิด					
3.3 ชั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา					
3.4 ชั้นที่ 4 วางแผนและพัฒนานวัตกรรม					
3.5 ชั้นที่ 5 ทดสอบและปรับปรุง					
3.6 ชั้นที่ 6 นำเสนอนวัตกรรม					
4. ความเหมาะสมในการนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้สะเต็มแบบเปิดมหาชน ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมฯ					
5. ความเหมาะสมในการส่งเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์					
6. ความเหมาะสมในการส่งเสริมสร้างความสามารถในการสร้างผลงาน นวัตกรรม					
7. ความเหมาะสมในการนำรูปแบบการเรียนรู้สะเต็มแบบเปิดมหาชนด้วย เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรีไปใช้ไปใช้ในคณะอื่นๆ					

แบบประเมินคุณภาพของระบบ

ชื่อผู้ประเมินรูปแบบ

ตำแหน่ง

สถานที่ทำงาน

คำชี้แจง

การประเมินประเมินคุณภาพของระบบการจัดการเรียนรู้สะเต็มแบบเปิดมหาชนด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี ประกอบด้วยคำถามเกี่ยวกับรายการประเมินคุณภาพของระบบโดยท่านสามารถพิจารณารายละเอียดได้จากเอกสารที่แนบมาพร้อมกันนี้

โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน โดยมีเกณฑ์ในการพิจารณาดังนี้

- | | | |
|---|---------|--------------------------|
| 5 | หมายถึง | เหมาะสมในระดับมากที่สุด |
| 4 | หมายถึง | เหมาะสมในระดับมาก |
| 3 | หมายถึง | เหมาะสมในระดับปานกลาง |
| 2 | หมายถึง | เหมาะสมในระดับน้อย |
| 1 | หมายถึง | เหมาะสมในระดับน้อยที่สุด |

รายการประเมินคุณภาพของระบบ	ระดับความเหมาะสม					หมายเหตุ
	5	4	3	2	1	
	1.การจัดการระบบสำหรับผู้สอน					
1.1 การจัดการรายวิชาของผู้สอน						
1.2 การแจ้งวัตถุประสงค์การเรียนการสอนออนไลน์						
1.3 แผนการจัดการเรียนรู้ออกแบบตรงตามมาตรฐานคุณวุฒิระดับอุดมศึกษา						
1.4 เนื้อหาที่มีความสมบูรณ์ครอบคลุมคำอธิบายรายวิชา						

รายการประเมินคุณภาพของระบบ	ระดับความเหมาะสม					หมายเหตุ
	5	4	3	2	1	
	2.กิจกรรมการเรียนรู้					
2.1 กิจกรรมออนไลน์ต่าง ๆ มีความหลากหลาย						
2.2 กิจกรรมการทดสอบก่อนเรียนออนไลน์มีความเหมาะสม						
2.3 กิจกรรมการเรียนรู้ช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์						
2.4 กิจกรรมที่เปิดให้มีการปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนและผู้สอนมีความเหมาะสม						
3. สื่อการเรียนรู้						
3.1 การใช้ภาษามีความถูกต้อง ชัดเจน เข้าใจง่าย						
3.2 การใช้สื่อวิดีโอมีความเหมาะสม ชัดเจน เข้าใจง่าย						
3.3 เอกสารประกอบออนไลน์มีความเหมาะสมผู้เรียน						
3.4 การสื่อใช้สื่อเสมือนจริงมีความเหมาะสมกับผู้เรียน						
4. การจัดการระบบสำหรับผู้เรียน						
4.1 การจัดการข้อมูลผู้เรียน						
5. การประเมิน						
5.1 แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้						
5.2 ใบประกาศนียบัตร (Certificate)						

ผู้เชี่ยวชาญลำดับที่.....

**แบบประเมินสำหรับผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ
แบบทดสอบรายวิชาอินโฟกราฟิก**

คำชี้แจง : แบบประเมินฉบับนี้ใช้สำหรับท่านซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบว่าข้อคำถามแต่ละข้อมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิง พฤติกรรมหรือไม่ โดยมีเกณฑ์การประเมิน ดังนี้

ให้คะแนน +1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อสอบวัดจุดประสงค์/เนื้อหานั้น

ให้คะแนน 0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อสอบวัดจุดประสงค์/เนื้อหานั้น

ให้คะแนน -1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อสอบไม่วัดจุดประสงค์/เนื้อหานั้น

จุดประสงค์ เชิงพฤติกรรม	ข้อสอบ	คะแนนประเมิน จาก ผู้เชี่ยวชาญ			ข้อ เสนอ แนะ
		+1	0	-1	
1. ผู้เรียน เข้าใจหลักการ สร้างงาน อินโฟกราฟิก	1. ข้อใดไม่ถูกต้องเมื่อพูดถึงงานกราฟิก ก. งานกราฟิกช่วยให้มนุษย์สื่อความหมายแก่กัน ข. ภาพและสัญลักษณ์ต่าง ๆ เป็นงานกราฟิก ค. งานกราฟิกสร้างมาเพื่อความสวยงามและทันสมัย * ง. งานกราฟิกช่วยถ่ายทอดประสบการณ์ระหว่างกัน 2. กราฟฟิก หมายถึงอะไร ก. ศิลปะหรือศาสตร์แขนงหนึ่ง ที่สื่อความหมายโดยใช้เส้น ภาพเขียน สัญลักษณ์ ภาพถ่าย ข. การสร้างสรรค์ผลงานโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สร้างภาพ * ค. จุดซิกเซล ง. ไม่มีข้อถูก 3. สิ่งใดต่อไปนี้เป็นต้องทำก่อนการนำ Infographic ออกเผยแพร่สู่สาธารณะ ก. ค้นหาวิธีในการเล่าเรื่อง ข. ค้นหาแหล่งข้อมูล ค. อ่านและคัดเลือกข้อมูล ง. ตรวจสอบข้อมูลและทดลองใช้*				

จุดประสงค์ เชิงพฤติกรรม	ข้อสอบ	คะแนนประเมิน จาก ผู้เชี่ยวชาญ			ข้อ เสนอ แนะ
		+1	0	-1	
	<p>4. องค์ประกอบศิลป์ในการสร้าง Infographic มีอะไรบ้าง</p> <p>ก. สัดส่วนตามธรรมชาติ สัดส่วนตามจินตนาการ</p> <p>ข. สัดส่วนตามธรรมชาติ สัดส่วนตามความรู้สึก *</p> <p>ค. สัดส่วนตามตัวอย่าง สัดส่วนตามความรู้สึก</p> <p>ง. สัดส่วนตามตัวอย่าง สัดส่วนตามทฤษฎี</p> <p>5. ข้อใดกล่าวถึงองค์ประกอบศิลป์ในการสร้าง Infographic ได้ถูกต้องสมบูรณ์</p> <p>ก. ความสมดุล จังหวะ การเน้น สัดส่วน ความเป็นเอกภาพ</p> <p>ข. ความสมดุล จังหวะ การเน้น สัดส่วน การใช้สี</p> <p>ค. ความสมดุล จังหวะ การเน้น ความเป็นเอกภาพ</p> <p>ง. ความสมดุล จังหวะ การเน้น ความเป็นเอกภาพ การใช้สี*</p> <p>6. คุณภาพการสื่อสารในรูปแบบของอินโฟกราฟิกประกอบด้วยด้านใดบ้าง</p> <p>ก. ด้านความรวดเร็วในการทำให้เกิดความเข้าใจอย่างมีประสิทธิภาพ</p> <p>ข. ด้านความน่าสนใจ ความเข้าใจและการจดจำอย่างมีประสิทธิภาพ *</p> <p>ค. ด้านการนำข้อมูล ด้วยภาพกราฟิกไปเผยแพร่ต่อได้ง่าย</p> <p>ง. ด้านความน่าเชื่อถือ</p> <p>7. การออกแบบอินโฟกราฟิกแบบอธิบายข้อมูลเหมาะสำหรับการนำเสนอข้อมูลลักษณะใดมากที่สุด</p> <p>ก. สรุปเรื่องราวตามลำดับเวลาที่เกิดขึ้น</p> <p>ข. บทความหรือ งานเขียน *</p> <p>ค. งานวิจัย ผลสำรวจ</p> <p>ง. ขั้นตอนการทำงาน</p> <p>8. ข้อใดกล่าวถึงอินโฟกราฟิกได้อย่างถูกต้องที่สุด</p> <p>ก. การแปลงข้อมูลให้เป็นภาพ *</p> <p>ข. การสรุปข้อมูลทั้งหมดนำมาเสนอในภาพหนึ่งภาพ</p> <p>ค. อินโฟกราฟิก มาจากการผสมคำระหว่าง Information Technology และ Graphic Design</p> <p>ง. การแปลงข้อมูลให้เป็นตัวเลข</p>				

จุดประสงค์ เชิงพฤติกรรม	ข้อสอบ	คะแนนประเมิน จาก ผู้เชี่ยวชาญ			ข้อ เสนอ แนะ
		+1	0	-1	
	<p>9. ข้อใดนับเป็นอีกหนึ่งความหมายของ Infographic ได้</p> <p>ก. แผนผังความคิด</p> <p>ข. แผนที่ข้อมูล *</p> <p>ค. โครงสร้างเนื้อหา</p> <p>ง. โครงสร้างความคิด</p> <p>10. การทำความเข้าใจในภาพรวมของงานเพื่อกำหนดรายละเอียด เป็นกระบวนการหนึ่งในทักษะใด</p> <p>ก. ทักษะการคิด</p> <p>ข. ทักษะการวิเคราะห์ ถูก</p> <p>ค. ทักษะในการเรียบเรียง</p> <p>ง. ทักษะด้านการออกแบบ</p> <p>11. การนำเอาเนื้อหามาสรุปลงเป็นประเด็นสำคัญเพื่อนำไปสร้าง Infographic อยู่ในทักษะใด</p> <p>ก. ทักษะการคิด</p> <p>ข. ทักษะการวิเคราะห์</p> <p>ค. ทักษะในการเรียบเรียง *</p> <p>ง. ทักษะด้านการออกแบบ</p> <p>12. ข้อใดเป็นวิธีการในการค้นหาแนวคิดหลักของงาน Infographic</p> <p>ก. การตั้งคำถามก่อนลงมือสร้างงาน</p> <p>ข. การร่างแบบคร่าว ๆ ผิด</p> <p>ค. การคัดข้อมูลที่ไมต้องการออก</p> <p>ง. การเรียบเรียงข้อมูลใหม่</p> <p>13. การแบ่งส่วนของการสร้าง Infographic ใช้หลักการใดในการแบ่ง</p> <p>ก. แบ่งตามประเภทของข้อมูลผิด</p> <p>ข. แบ่งตามประเภทของ Infographic</p> <p>ค. แบ่งตามวัตถุประสงค์ของการนำเสนอข้อมูล</p> <p>ง. แบ่งตามส่วนประกอบหลักของ Infographic*</p> <p>14. ข้อใดไม่ใช่วิธีการของการเตรียมเนื้อหา</p> <p>ก. การจัดความสมดุลของเนื้อหากับภาพ*</p> <p>ข. การเรียบเรียงเนื้อหา</p> <p>ค. การเลือกหัวข้อ</p> <p>ง. การค้นหาข้อมูลใหม่ ๆ</p>				

จุดประสงค์ เชิงพฤติกรรม	ข้อสอบ	คะแนนประเมิน จาก ผู้เชี่ยวชาญ			ข้อ เสนอ แนะ
		+1	0	-1	
	<p>15. ข้อใดคือหัวใจสำคัญของการเตรียมเนื้อหา</p> <p>ก. การเลือกหัวข้อที่ทันสมัยและเล่าเรื่องราวได้สมบูรณ์ผิด</p> <p>ข. การเลือกหัวข้อที่สนใจและนำเสนอด้วยภาพที่สื่อความหมายได้ดีที่สุด</p> <p>ค. การเลือกหัวข้อที่สำคัญและสามารถใช้ภาพในการนำเสนอข้อมูลมากกว่าตัวอักษร</p> <p>ง. การเลือกหัวข้อที่สามารถนำเสนอด้วย Infographic ได้และการเรียบเรียงเนื้อหาให้กระชับเข้าใจง่าย*</p> <p>16. format ที่ใช้เหมือนกันในการออกแบบ infographic มีอะไรบ้าง</p> <p>ก. ชื่อเรื่อง แหล่งที่มาข้อมูล เครดิตผู้จัดทำ ถูก</p> <p>ข. ชื่อเรื่อง วันที่เผยแพร่ เครดิตผู้จัดทำ</p> <p>ค. ชื่อเรื่อง แหล่งที่มาข้อมูล</p> <p>ง. แหล่งที่มาข้อมูล วันที่เผยแพร่</p> <p>17. ขั้นตอนการเตรียมเนื้อหาที่ใช้ในอินโฟกราฟิกควรมีอะไรบ้าง</p> <p>ก. การอ่าน, ปรับปรุงและคัดสิ่งที่ไม่ต้องการออก, จัดลำดับ, ออกแบบโครงสร้างของข้อมูล, ค้นหาวิธีการเล่าเรื่อง</p> <p>ข. การอ่าน, ตรวจสอบข้อมูลทั้งหมด, การปรับปรุงข้อมูล, การคัดสิ่งที่ไม่ต้องการออก, การจัดลำดับโครงสร้างข้อมูล</p> <p>ค. การค้นหาข้อมูล, การอ่านข้อมูลทั้งหมด, การตรวจสอบข้อมูล, การออกแบบโครงสร้างข้อมูล</p> <p>ง. การรวบรวมข้อมูล, การอ่านและตรวจสอบข้อมูลทั้งหมด, ปรับปรุงข้อมูลและคัดสิ่งที่ไม่ต้องการออก, การจัดลำดับ, ออกแบบโครงสร้างของข้อมูล *</p> <p>18. ข้อใดต่อไปนี้ไม่ใช่ภาพกราฟิก</p> <p>ก. ภาพถ่ายจากกล้องดิจิทัล</p> <p>ข. ศิลปอาร์ต</p> <p>ค. ภาพสแกน</p> <p>ง. ภาพวาด</p> <p>19. ข้อใดต่อไปนี้ไม่ใช่ภาพกราฟิก</p> <p>ก. ภาพถ่ายจากกล้องดิจิทัล</p> <p>ข. ศิลปอาร์ต</p> <p>ค. ภาพสแกน</p> <p>ง. ภาพวาด</p>				

จุดประสงค์ เชิงพฤติกรรม	ข้อสอบ	คะแนนประเมิน จาก ผู้เชี่ยวชาญ			ข้อ เสนอ แนะ
		+1	0	-1	
	<p>20. ข้อใดต่อไปนี้ไม่เกี่ยวข้องจำกัดความสี</p> <p>ก.สีที่ยังไม่ถูกสีอื่นมาผสม</p> <p>ข.แสงที่มีความถี่ของคลื่นในขนาดที่ตามนุษย์สามารถรับรู้ได้</p> <p>ค.แม่สีที่เป็นวัตถุประกอบด้วย แดง เหลือง น้ำเงิน</p> <p>ง.สีที่เกิดจากการผสมของแม่สีที่แม่สีแตกต่างกัน</p> <p>21. สีสามารถแบ่งออกได้เป็นกี่ประเภท</p> <p>ก. 2 ประเภท</p> <p>ข. 3 ประเภท</p> <p>ค. 4 ประเภท</p> <p>ง. 5 ประเภท</p> <p>22. ข้อใดต่อไปนี้ไม่ใช่คุณลักษณะของสี</p> <p>ก.สีแท้</p> <p>ข.สีเข้ม</p> <p>ค.สีอ่อนหรือสีจาง</p> <p>ง.สีแก่</p> <p>23. การจัดองค์ประกอบของตามหลักการของศิลปะ มีหลักที่ควรคำนึงอยู่ที่ ประการ</p> <p>ก. 2 ประการ</p> <p>ข. 3 ประการ</p> <p>ค. 4 ประการ</p> <p>ง. 5 ประการ</p> <p>24 ข้อใดไม่ใช้การจัดองค์ประกอบศิลป์ที่ต้องคำนึงถึง</p> <p>ก.สัดส่วน</p> <p>ข.ความสมดุล</p> <p>ค.ความกลมกลืน</p> <p>ง. เอกภาพ</p> <p>25. ข้อใดคือประเภทของความสัมพันธ์ของเนื้อหากับเรื่องราวในงาน ทัศนศิลป์</p> <p>ก.การเน้นเนื้อหาด้วยเรื่อง</p> <p>ข.เนื้อหาที่เป็นผลจากการผสมผสานกันของศิลปินกับเนื้อเรื่อง</p> <p>ค.เนื้อหาที่เป็นอิสระจากเรื่อง</p> <p>ง.ถูกทุกข้อ</p>				

จุดประสงค์ เชิงพฤติกรรม	ข้อสอบ	คะแนนประเมิน จาก ผู้เชี่ยวชาญ			ข้อ เสนอ แนะ
		+1	0	-1	
2. ผู้เรียน เข้าใจเกี่ยวกับ การวิเคราะห์ งาน วางแผน กระบวนการ ผลิตอินโฟกราฟ ฟิกอย่าง สร้างสรรค์ได้	<p>1. การแสดงขั้นตอนการสมัครงานมากควรรออกแบบอินโฟกราฟฟิกรูปแบบใด จึงเหมาะสมที่สุด</p> <p>ก. แบบแสดงความเชื่อมโยงของข้อมูล ข. แบบเปรียบเทียบข้อมูล ค. แบบแจกแจงข้อมูล ง. แบบแสดงลำดับขั้นตอนของข้อมูล *</p> <p>2. “วิธีการใช้งานล้างมือให้พ้นโควิด-19” เป็นเนื้อหาตามวัตถุประสงค์ของ การใช้งานใด</p> <p>ก. หัวข้อที่อยู่ในความสนใจของคนในช่วงนั้นๆ ข. แนวทางการปฏิบัติ ค. การเปรียบเทียบ ง. การนำเสนอข้อมูล</p> <p>3. การใช้วิธีการนำเสนอด้วยกราฟ ภาพ หรือกราฟิกอื่น ๆ เพื่อวัตถุประสงค์ ใด</p> <p>ก. ลดการใช้สีมากเกินไป ข. ลดการนำเสนอที่ยุ่งยาก ซับซ้อน* ค. ลดการใช้ข้อมูลมากเกินไป ง. ลดการนำเสนอข้อมูลที่ยากต่อการระบุหรือแยกแยะได้ชัด</p> <p>4. “บทความ งานเขียน” เป็นควรใช้การออกแบบ Infographic แบบใด</p> <p>ก. Visualised Article * ข. Listed ค. Comparison ง. Structure</p> <p>5. “เหมาะจะใช้เพื่อเปรียบเทียบระหว่างของสิ่งหนึ่งกับอีกสิ่ง” เป็นควรใช้ การออกแบบ Infographic แบบใด</p> <p>ก. Visualised Article ข. Listed ค. Comparison * ง. Flowchart</p>				

จุดประสงค์ เชิงพฤติกรรม	ข้อสอบ	คะแนนประเมิน จากผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
	<p>6. “การนำเสนอแบบ เป็นข้อๆแบบนี้เหมาะกับเรื่องที่ไม่ยาวนาน” เป็นควรใช้การออกแบบ Infographic แบบใด</p> <p>ก. Visualised Article</p> <p>ข. Listed *</p> <p>ค. Comparison</p> <p>ง. Structure</p> <p>7. “เหมาะกับการใช้อธิบายส่วนประกอบของบางสิ่ง” เป็นควรใช้การออกแบบ Infographic แบบใด</p> <p>ก. Visualised Article</p> <p>ข. Listed</p> <p>ค. Flowchart</p> <p>ง. Structure *</p> <p>8. “เหมาะสำหรับใช้เล่าประวัติความเป็นมาเป็นไปของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง” เป็นควรใช้การออกแบบ Infographic แบบใด</p> <p>ก. Visualised Article</p> <p>ข. TimeLine *</p> <p>ค. Comparison</p> <p>ง. Flowchart</p> <p>9. “การนำเสนอแบบเป็นลำดับขั้น” เป็นควรใช้การออกแบบ Infographic แบบใด</p> <p>ก. Visualised Article</p> <p>ข. TimeLine</p> <p>ค. Comparison</p> <p>ง. Flowchart *</p> <p>10. “การอธิบายทีละขั้นตอน เหมาะกับการอธิบายขั้นตอนการทำงาน หรือการเดินทาง” เป็นควรใช้การออกแบบ Infographic แบบใด</p> <p>ก. RoadMap *</p> <p>ข. Useful Bait</p> <p>ค. NumberPorn</p> <p>ง. Flowchart</p>				

จุดประสงค์ เชิงพฤติกรรม	ข้อสอบ	คะแนนประเมิน จาก ผู้เชี่ยวชาญ			ข้อ เสนอ แนะ
		+1	0	-1	
3. เพื่อให้ ผู้เรียน ประยุกต์ใช้ เครื่องมือเพื่อ ผลิตงานอินโฟ กราฟิกได้	<p>1. ข้อใดต่อไปนี้กล่าวถึงลักษณะของ Pixel ได้ถูกต้องที่สุด</p> <p>ก. เหมาะสำหรับงานกราฟิก ในแบบต้องการให้แสงเงาในรายละเอียด</p> <p>ข. เป็นหน่วยย่อยที่เป็นจุดเล็กๆ ที่รวมกันทำให้เกิดภาพขึ้น *</p> <p>ค. ใช้สมการทางคณิตศาสตร์เป็นตัวสร้างภาพ โดยรวมเอา Object ต่างชนิดมาผสมกัน</p> <p>ง. เป็นภาพที่มีลักษณะของการสร้างให้แต่ละส่วนเป็นอิสระต่อกัน</p> <p>2. ภาพกราฟิกแบบแรสเตอร์ เรียกอีกอย่างว่าอะไร</p> <p>ก. Harmony</p> <p>ข. Contrast</p> <p>ค. Bitmap *</p> <p>ง. Raster</p> <p>3. ข้อดี ของภาพกราฟิกแบบแรสเตอร์</p> <p>ก. ภาพดูสวยงาม แต่ไม่เน้นความละเอียด</p> <p>ข. มีอุปกรณ์ หลากอย่างให้เลือกสรร</p> <p>ค. เหมาะสำหรับภาพที่ต้องการสร้างสีหรือกำหนดสีที่ต้องการ ความละเอียดและสวยงาม *</p> <p>ง. ข้อ ก และ ข ถูก</p> <p>4. ฟอรัมเมตภาพตามข้อใดที่สามารถเจาะพื้นหลังภาพเป็นแบบโปร่งใสได้</p> <p>ก. AI</p> <p>ข. GIF</p> <p>ค. PNG *</p> <p>ง. ถูกทุกข้อ</p> <p>5. ระบบสี RGB ย่อมาจากอะไร</p> <p>ก. Blue</p> <p>ข. Green ค. Red</p> <p>ง. ถูกทุกข้อ *</p> <p>6. JPG มีชื่อเต็มว่าอะไร</p> <p>ก. Browser</p> <p>ข. Animation</p> <p>ค. CMYK</p> <p>ง. Join Photographic Export Group *</p>				

จุดประสงค์ เชิงพฤติกรรม	ข้อสอบ	คะแนนประเมิน จาก ผู้เชี่ยวชาญ			ข้อ เสนอ แนะ
		+1	0	-1	
	<p>7. การบันทึกไฟล์ ต้องกดที่ ปุ่มใด</p> <p>ก. Save *</p> <p>ข. Saves ค. Candle</p> <p>ง. ถูกทั้งข้อ ก. และ ข.</p> <p>8. Click mouse คืออะไร</p> <p>ก. ตั้งชื่อไฟล์ต้องการเก็บ</p> <p>ข. เพื่อกำหนดตำแหน่งของไฟล์ที่ต้องการเก็บ *</p> <p>ค. Save ต้องการเก็บ</p> <p>ง. ไม่มีข้อถูก</p> <p>9. การสร้างหน้างานใหม่ เริ่มต้นการทำงานด้วยการเปิดเอกสารใหม่ขึ้นมา ด้วยคำสั่งใด</p> <p>ก. Fail</p> <p>ข. Save</p> <p>ค. Click mouse</p> <p>ง. New *</p> <p>10. Color Mode ใช้กำหนดโหมดสี ประกอบด้วยโหมดสี มีกี่ชนิด</p> <p>ก. 2 ชนิด *</p> <p>ข. 3 ชนิด</p> <p>ค. 4 ชนิด</p> <p>ง. 5 ชนิด</p> <p>11. การสร้างหน้าใหม่ คีย์รลัด คือข้อใด</p> <p>ก. Ctrl+N *</p> <p>ข. Ctrl+V</p> <p>ค. Ctrl+C</p> <p>ง. Ctrl+Q</p> <p>12. ช่อง Name ให้ตั้งชื่อไฟล์ เป็นไฟล์ในรูปแบบใด</p> <p>ก. ไฟล์เสียง</p> <p>ข. ไฟล์ภาพ</p> <p>ค. ถูกทั้งข้อ ก. และ ข.</p> <p>ง. ไม่มีข้อถูก *</p>				

จุดประสงค์ เชิงพฤติกรรม	ข้อสอบ	คะแนนประเมิน จาก ผู้เชี่ยวชาญ			ข้อ เสนอ แนะ
		+1	0	-1	
	<p>13. ช่อง Width และ Hight คืออะไร</p> <p>ก. ใช้สำหรับกำหนดความยาวอย่างเดียว</p> <p>ข. ใช้สำหรับกำหนดความกว้าง</p> <p>ค. เป็นตัวกำหนดความกว้าง - ยาว *</p> <p>ง. ถูกทุกข้อ</p> <p>14. Type> Size หมายถึง</p> <p>ก. ให้ตั้งชื่อไฟล์ภาพชิ้นงาน</p> <p>ข. ใช้เลือกโปรไฟล์มาตรฐานให้ตรงกับลักษณะชิ้นงานที่เราจะทำ</p> <p>ค. เป็นตัวกำหนดความกว้าง - ยาว มาตรฐานของอาร์ตบอร์ด</p> <p>ง. กำหนดขนาดตัวอักษร *</p> <p>15. Path เป็นเส้นลักษณะอย่างไร</p> <p>ก. เส้นโครงร่าง *</p> <p>ข. เส้นตรง</p> <p>ค. เส้นโค้ง</p> <p>ง. เส้นหมุนรอบตัว</p> <p>16. เส้น มีชื่อภาษาอังกฤษว่า อะไร</p> <p>ก. Fill</p> <p>ข. Anchor Point</p> <p>ค. Stroke *</p> <p>ง. Bounding Box</p> <p>17. สีพื้น หมายถึง</p> <p>ก. Fill *</p> <p>ข. Stroke</p> <p>ค. Bounding Box</p> <p>ง. ถูกทุกข้อ</p> <p>18. Selection Tool คืออะไร</p> <p>ก. เครื่องมือ *</p> <p>ข. โปรแกรม</p> <p>ค. สี</p> <p>ง. ไม่มีข้อถูก</p>				

จุดประสงค์ เชิงพฤติกรรม	ข้อสอบ	คะแนนประเมิน จาก ผู้เชี่ยวชาญ			ข้อ เสนอ แนะ
		+1	0	-1	
	<p>19. Lasso Tool คือ</p> <p>ก. เป็นเครื่องมือที่ใช้เลือกส่วนของวัตถุ หรือเส้นพาธ และจุดยึด ซึ่งจะมีการใช้งานที่คล้ายกับ Direct Selection Tool แต่สามารถที่จะเลือกวัตถุที่ต้องการเลือก *</p> <p>ข. เป็นการเลือกวัตถุโดยสร้างพื้นที่รอบวัตถุทั้งหมดที่ต้องการซึ่งจะมีการใช้งานที่คล้ายกับ Direct Selection Tool แต่สามารถที่จะเลือกวัตถุที่ต้องการเลือก</p> <p>ค. ตารางสมมุติที่ช่วยในการวาดและการจัดวางวัตถุได้อย่างแม่นยำ ง. ไม่มีข้อถูก</p> <p>20. เส้นไกด์ คือ</p> <p>ก. ตารางสมมุติที่ช่วยในการวาดและการจัดวางวัตถุได้อย่างแม่นยำ *</p> <p>ข. แสดงเส้นกริก</p> <p>ค. เส้นที่ช่วยในการบอกตำแหน่งเพื่อจัดวางวัตถุเหมือนกับเส้นกริดแต่สามารถสร้างและจัดวางไปยังตำแหน่งต่าง ๆ</p> <p>ง. ไม่มีข้อถูก</p> <p>21. ล็อกเส้นไกด์ ต้องใช้คำสั่งใด</p> <p>ก. Delete Guides</p> <p>ข. Selection</p> <p>ค. Clear Guides</p> <p>ง. Lock Guides *</p> <p>22. สร้างเส้นไกด์ คือ</p> <p>ก. ให้คลิกขวาบนพื้นที่การทำงานแล้วเลือกคำสั่ง Hide>Guide เมื่อต้องการแสดงเส้นไกด์กลับคืน ก็ให้คลิกขวาเลือกคำสั่ง Show>Guide</p> <p>ข. ได้โดยการคลิกเมาส์ค้างแล้วลากออกจากแถบไม้บรรทัดตามแนวตั้งหรือแนวนอนไปยังตำแหน่งที่ต้องการ *</p> <p>ค. ถูกทั้ง ข้อ ก และ ข</p> <p>ง. ไม่มีข้อถูก</p>				

จุดประสงค์ เชิงพฤติกรรม	ข้อสอบ	คะแนนประเมิน จาก ผู้เชี่ยวชาญ			ข้อ เสนอ แนะ
		+1	0	-1	
	<p>23. ซ่อนเส้นไกด์ คือ</p> <p>ก. ได้โดยการคลิกเมาส์ค้างแล้วลากออกจากแถบไม้บรรทัดตามแนวตั้งหรือแนวนอนไปยังตำแหน่งที่ต้องการ</p> <p>ข. ให้คลิกขวาบนพื้นที่การทำงานแล้วเลือกคำสั่ง Hide>Guide *</p> <p>ค. เมื่อต้องการแสดงเส้นไกด์กลับคืน ก็ให้คลิกขวาเลือกคำสั่ง Show>Guide</p> <p>ง. ไม่มีข้อถูก</p> <p>24. เส้นไกด์ทั้งหมดออก ให้ใช้คำสั่งใด</p> <p>ก. Guides > View > Clear Guides</p> <p>ข. Clear Guides > Guides > View</p> <p>ค. View > Guides > Clear Guides *</p> <p>ง. ไม่มีข้อถูก</p> <p>25. Stroke คือ</p> <p>ก. กล่องดำ</p> <p>ข. สีเส้น *</p> <p>ค. สีพื้น</p> <p>ง. สีน้ำ</p> <p>26. สีพื้นฐานของโปรแกรม ชื่อภาษาอังกฤษมีชื่อว่าอะไร</p> <p>ก. Default Color *</p> <p>ข. Swap Fill and Stroke</p> <p>ค. Swap Fill</p> <p>ง. ไม่มีข้อถูก</p> <p>27. เลเยอร์ คือ</p> <p>ก. เราเลือกล็อกเลเยอร์ที่กำลังทำงานอยู่เพื่อไม่ให้ถูกแก้ไขโดยบังเอิญ</p> <p>ข. เราสามารถสร้างเลเยอร์ขึ้นมาใหม่เพื่อแยกเป็นวัตถุหรือข้อความต่าง ๆ</p> <p>ค. เปรียบเสมือนกับนำแผ่นใสที่มีภาพซ้อนทับกันเป็นชั้น ๆ *</p> <p>ง. ถูกทุกข้อ</p>				

จุดประสงค์ เชิงพฤติกรรม	ข้อสอบ	คะแนนประเมิน จาก ผู้เชี่ยวชาญ			ข้อ เสนอ แนะ
		+1	0	-1	
	<p>28. พาเนลเลเยอร์ มีหน้าที่ทำอะไร</p> <p>ก. เปรียบเสมือนกับนำแผ่นใสที่มีภาพซ้อนทับกันเป็นชั้น ๆ</p> <p>ข. เราสามารถสร้างเลเยอร์ขึ้นมาใหม่เพื่อแยกเป็นวัตถุหรือข้อความต่าง ๆ</p> <p>ค. จะแสดงรายชื่อเลเยอร์ทั้งหมดที่มีในไฟล์</p> <p>ง. เปรียบเสมือนกับนำแผ่นใสที่มีภาพซ้อนทับกันเป็นชั้น ๆ สร้างเลเยอร์ขึ้นมาใหม่เพื่อแยกเป็นวัตถุหรือข้อความต่าง ๆ *</p> <p>29. เครื่องมือ Pen Tool คือ</p> <p>ก. เป็นส่วนหน้าต่างปกติ Illustrator โดยจะแสดงส่วนประกอบครบถ้วน</p> <p>ข. กำหนดมุมมองด้วยวัตถุ</p> <p>ค. เป็นหน้าต่างที่จะแสดงชิ้นงานเต็มพื้นที่ไม่มีเมนูบาร์</p> <p>ง. เครื่องมือที่ใช้สำหรับวาดเส้น และลากเส้นไปตามขอบของวัตถุในรูปภาพ *</p> <p>30. เครื่องมือ magic wand คือ</p> <p>ก. เลื่อนวัตถุที่มีขนาดใหญ่</p> <p>ข. กำหนดมุมมองด้วยวัตถุ</p> <p>ค. ทำการ Selection (เลือก) วัตถุ *</p> <p>ง. ถูกทุกข้อ</p>				

ตารางแสดงค่าความเที่ยงตรงของข้อคำถามกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

(IOC : Index of item objective congruence)

การตรวจสอบโดยให้เกณฑ์ในการตรวจพิจารณาข้อคำถาม ดังนี้

ให้คะแนน	+1	ถ้าแน่ใจว่าข้อคำถามวัดได้ตรงตามจุดประสงค์
ให้คะแนน	0	ถ้าไม่แน่ใจว่าข้อคำถามวัดได้ตรงตามจุดประสงค์
ให้คะแนน	1	ถ้าแน่ใจว่าข้อคำถามวัดได้ไม่ตรงตามจุดประสงค์

ให้นำผลคะแนนที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญมาคำนวณหาค่า IOC ตามเกณฑ์

1. ข้อคำถามที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.50-1.00 มีค่าความเที่ยงตรง ใช้ได้
2. ข้อคำถามที่มีค่า IOC ต่ำกว่า 0.50 ต้องปรับปรุง ยังใช้ไม่ได้

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม / ข้อที่	คะแนนความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	ค่า IOC	สรุปผล
	1	2	3	4	5			
จุดประสงค์ ที่ 1								
1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	5.00	1.00	ใช้ได้
2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	5.00	1.00	ใช้ได้
3	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	5.00	1.00	ใช้ได้
4	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	5.00	1.00	ใช้ได้
5	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	5.00	1.00	ใช้ได้
6	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	5.00	1.00	ใช้ได้
7	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	5.00	1.00	ใช้ได้
8	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	5.00	1.00	ใช้ได้
9	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	5.00	1.00	ใช้ได้
10	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	5.00	1.00	ใช้ได้
11	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	5.00	1.00	ใช้ได้
12	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	5.00	1.00	ใช้ได้
13	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	5.00	1.00	ใช้ได้
14	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	5.00	1.00	ใช้ได้
15	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	5.00	1.00	ใช้ได้
16	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	5.00	1.00	ใช้ได้
17	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	4.00	0.80	ใช้ได้

จุดประสงค์เชิง พฤติกรรม / ข้อที่	คะแนนความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					รวม	ค่า IOC	สรุปผล
	1	2	3	4	5			
8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	คัดออก
9	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	2.00	0.40	คัดออก
10	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	5.00	1.00	ใช้ได้
11	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	5.00	1.00	ใช้ได้
12	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	5.00	1.00	ใช้ได้
13	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.20	คัดออก
14	0.00	1.00	1.00	0.00	1.00	3.00	0.60	ใช้ได้
15	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	5.00	1.00	ใช้ได้
16	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	5.00	1.00	ใช้ได้
17	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	5.00	1.00	ใช้ได้
18	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	4.00	0.80	ใช้ได้
19	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	5.00	1.00	ใช้ได้
20	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	5.00	1.00	ใช้ได้
21	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	5.00	1.00	ใช้ได้
22	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	5.00	1.00	ใช้ได้
23	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	5.00	1.00	ใช้ได้
24	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	5.00	1.00	ใช้ได้
25	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	5.00	1.00	ใช้ได้
26	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	5.00	1.00	ใช้ได้
27	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	5.00	1.00	ใช้ได้
28	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	5.00	1.00	ใช้ได้
29	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	5.00	1.00	ใช้ได้
30	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	5.00	1.00	ใช้ได้

ภาคผนวก ค

- แผนการสอนรายวิชา
- ตารางกิจกรรม การจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยี
ความเป็นจริงเสริมเพื่อเพิ่มพูนความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับนักศึกษา
ระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูมิภาควะวันตก (STEAMMOOC)

แผนการสอน
รายละเอียดของรายวิชา

ชื่อสถาบันอุดมศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง
คณะ / สาขาวิชา คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม สาขาวิชาเทคโนโลยีดิจิทัลมีเดีย
1. รหัสและชื่อวิชา (ภาษาไทย) DMT60701 อินโฟกราฟิกส์
(ภาษาอังกฤษ) DMT60701 Infographics

2. จำนวนหน่วยกิต 3 (2-2-5) หน่วยกิต

3. หลักสูตรระดับ

ป.ตรี ป.บัณฑิต ป.โท ป.เอก

ประเภทของรายวิชา

หมวดศึกษาทั่วไป วิชาชีพรู วิชาแกน
 วิชาเอกบังคับ วิชาเอกเลือก วิชาเลือกเสรี
 พื้นฐาน วิทยานิพนธ์/ค้นคว้าอิสระ

4. อาจารย์ผู้รับผิดชอบรายวิชาและอาจารย์ผู้สอน

5. ภาคการศึกษาที่

6. เงื่อนไขรายวิชา

รายวิชาที่ต้องเรียนมาก่อน (Pre – requisite) คือ

รายวิชาที่ต้องเรียนพร้อมกัน (Co – requisite) คือ.....

7. สถานที่เรียน

ในคณะห้อง.....

นอกคณะห้อง

9. วันที่จัดทำหรือปรับปรุงรายละเอียดของรายวิชาครั้งล่าสุด

ปีการศึกษา 2563

10. จุดมุ่งหมายของรายวิชา

1. เพื่อให้ให้นักศึกษามีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับพื้นฐาน องค์ประกอบ ในการออกแบบงานอย่างสร้างสรรค์
2. เพื่อสร้างสรรค์งานให้สื่อความหมาย สวยงามและมีความน่าสนใจ
3. เพื่อให้เห็นถึงความสำคัญของการใช้งานอินโฟกราฟิก
4. ผู้เรียนสามารถประยุกต์ใช้เครื่องมือต่าง ๆ ในการสร้างงานอินโฟกราฟิกได้อย่างเหมาะสม
5. เพื่อให้ให้นักศึกษามีความรู้ ความสามารถและทักษะในการสร้างงานอินโฟกราฟิกได้อย่างเหมาะสม
6. เพื่อให้นักศึกษาฝึกปฏิบัติการประยุกต์ใช้เครื่องมือเพื่อสร้างงานทางด้านกราฟิกได้

11. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

หลังเรียนจบวิชานี้แล้ว ผู้เรียนสามารถ

1. เพื่อให้ให้นักศึกษามีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการเกี่ยวกับการสร้างงานอินโฟกราฟิก
2. เพื่อให้ให้นักศึกษามีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับการวิเคราะห์ วางแผน และกระบวนการผลิตงานอินโฟกราฟิกได้อย่างสร้างสรรค์
3. เพื่อให้นักศึกษาสามารถใช้เครื่องมือและโปรแกรมประยุกต์เพื่อผลิตงานอินโฟกราฟิกได้อย่างสร้างสรรค์

12. คำอธิบายรายวิชา

หลักการและทฤษฎีของอินโฟกราฟิกส์ แนวคิดในการออกแบบภาพ การจัดข้อความประเภทตามวัตถุประสงค์การใช้งาน เน้นความคิดสร้างสรรค์ในการออกแบบสื่ออินโฟกราฟิกส์

13. แผนการสอน

ครั้งที่	หัวข้อ/รายละเอียด	สื่อ	ผู้รับผิดชอบ
1	-แนะนำ -ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ออนไลน์ -แบบทดสอบก่อนเรียน	สื่อประสม/ steammooc.org	อ.นวรรตน์ วิทยาคม
2	-หลักการ และทฤษฎีการออกแบบ หลักการสร้างงาน อินโฟกราฟิกและการใช้เครื่องมือ -หลักการใช้สีและการใช้เครื่องมือสร้างกราฟิก	สื่อประสม/ steammooc.org / AR APP	อ.นวรรตน์ วิทยาคม
3	-องค์ประกอบในการออกแบบ (DESIGN ELEMENTS) -รูปร่าง -รูปทรง -การเลือกพื้นที่บนรูปภาพ	สื่อประสม/ steammooc.org / AR APP	อ.นวรรตน์ วิทยาคม
4	การปรับแต่งรูปภาพและการสร้างข้อความ ตัวอักษร	สื่อประสม/ steammooc.org	
5	เทคนิคการตกแต่งภาพในเลเยอร์	สื่อประสม/ steammooc.org	อ.นวรรตน์ วิทยาคม
6	การใช้เทคนิครูปแบบต่างๆ	สื่อประสม/ steammooc.org	อ.นวรรตน์ วิทยาคม
7	การจัดทำภาพ infographic ด้วย 9 Layout	สื่อประสม/ steammooc.org	อ.นวรรตน์ วิทยาคม
8-15	ฝึกปฏิบัติการสร้างอินโฟกราฟิกจากโจทย์ที่กำหนดให้ อย่างสร้างสรรค์ตามแผนการจัดกิจกรรมการฝึก ปฏิบัติการสร้างอินโฟกราฟิกจากโจทย์ที่กำหนดให้ อย่างสร้างสรรค์ตามแนวทาง STEAMMOOC โดยใช้ รูปแบบการสร้าง infographic ด้วย 9 Layout ดังนี้ 1. <u>Visualised Article</u> 2. Listed 3. Comparison 4. Structure 5. Timeline 6. Flowchart 7. Roadmap 8. <u>NumberPorn</u> 9. Useful Bait	กิจกรรมการจัดทำ infographic ตามกระบวนการ STEAM /สื่อ ประสม/ steammooc.org	อ.นวรรตน์ วิทยาคม
16	การวิเคราะห์ประเมินคุณภาพงานออกแบบกราฟิก แบบทดสอบหลังเรียน	สื่อประสม/ steammooc.org	อ.นวรรตน์ วิทยาคม

*บทที่ หัวข้อ เปลี่ยนแปลงได้ตามความเหมาะสมแต่ละรายวิชา

14. เอกสารหลัก/ตำราหลัก*

ศิริพรณ์ ปีเตอร์. 2006. การออกแบบกราฟิก : Graphic Design. กรุงเทพมหานคร : ซีเอ็ด ยูเคชั่น

ปาพจน์ หนูนภักดี. 2555. หลักการและกระบวนการออกแบบงานกราฟิกดีไซน์. พิมพ์ครั้งที่ 1 : สำนักพิมพ์ DIGI ART

ตารางกิจกรรม การเรียนรู้สะเต็มแบบเปิดมหาชนด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี (STEAMMOOC)

กิจกรรม STEAMMOOC	กิจกรรมการเรียนรู้	สาระของ STEAM	สื่อการสอนที่ใช้
ขั้นที่ 1 การวิเคราะห์และระบุปัญหา	ให้ผู้เรียนวิเคราะห์และทำความเข้าใจกับปัญหาหรือข้อจำกัดของสถานการณ์ที่ผู้สอนได้กำหนด เพื่อสรุปเป็นองค์ความรู้ ซึ่งจะนำไปสู่การสร้างชิ้นงาน โดยใช้หลักการวิเคราะห์โจทย์ (S) ดังนี้ (1.1) What? เราจะทำงานอะไร? (1.2) Where? นำไปใช้ที่ไหน? (1.3) Who? นำไปใช้กับใคร? (1.4) How? ทำอย่างไรล่ะ? โดยผู้สอนจะให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติผ่านระบบ steammooc.org (T)	วิทยาศาสตร์ (S) เทคโนโลยี (T)	-steammooc.org -สื่อสังคมออนไลน์
ขั้นที่ 2 การรวบรวมข้อมูลและออกแบบแนวคิด	ให้ผู้เรียนรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหาเพื่อนำไปสู่การออกแบบและพัฒนานวัตกรรม ที่เกี่ยวข้อง กับแนวทางการแก้ปัญหาและ	วิทยาศาสตร์ (S) เทคโนโลยี (T)	-steammooc.org -สื่อสังคมออนไลน์

กิจกรรม STEAMMOOC	กิจกรรมการเรียนรู้	สาระของ STEAM	สื่อการสอนที่ใช้
	ประเมินความเป็นไปได้ ข้อดี และข้อจำกัด จากโจทย์ที่ผ่าน มา นักออกแบบจะต้อง วิเคราะห์รวบยอดทั้งหมด เพื่อให้ได้แนวความคิดการ ออกแบบ โดยใช้สื่อสังคม ออนไลน์ในการปฏิบัติงาน (T)		
ขั้นที่ 3 ออกแบบ วิธีการแก้ปัญหา	นำข้อมูลที่ได้จากการ วิเคราะห์และสรุปองค์ความรู้ จากตัวอย่าง (Case study) (S) ที่มีอยู่ หากงานออกแบบ นั้นมีตัวอย่างอยู่แล้ว นัก ออกแบบควรเข้าไปดู ศึกษา เปรียบเทียบข้อดีข้อเสียของ งานเพื่อไปประยุกต์ใช้ให้เข้า กับโจทย์งาน เช่น วิธีการใช้สี รูปทรง วัสดุ เทคนิค ฯลฯ (M) จากนั้นจึงใช้ความคิด ดัดแปลง (Mutation) อย่าง สร้างสรรค์ เพื่อสร้างงาน ออกแบบ และทำการ ออกแบบภาพร่าง ก่อนการ ออกแบบจริง (A) โดยใช้ โปรแกรมทางด้านการ ออกแบบกราฟิก (T)	วิทยาศาสตร์ (S) เทคโนโลยี (T) ศิลปะ (A) คณิตศาสตร์ (M)	-steammoooc.org -สื่อสังคมออนไลน์ -Illustrator -Photoshop
ขั้นที่ 4 วางแผนและ พัฒนานวัตกรรม	ผู้สอนให้ผู้เรียนวางแผนและ ดำเนินการออกแบบและสร้าง ชิ้นงาน โดยการออกแบบจริง แล้วลงมือสร้างชิ้นงาน (E) ให้ ตรงกับที่ได้วิเคราะห์และสรุป องค์ความรู้ เพื่อให้ได้ชิ้นงาน ที่ตรงตามความต้องการใช้ จริง และลงมือปฏิบัติตาม	เทคโนโลยี (T) วิศวกรรม (E) ศิลปะ (A)	-steammoooc.org -Illustrator -Photoshop

กิจกรรม STEAMMOOC	กิจกรรมการเรียนรู้	สาระของ STEAM	สื่อการสอนที่ใช้
	ขั้นตอนที่วางแผนไว้ เพื่อ สร้างสรรค์ชิ้นงานให้ออกให้ สวยงาม (A) โดยใช้โปรแกรม ทางด้านกราฟิก (T)		
ขั้นที่ 5 ทดสอบและ ปรับปรุง	ทดลองนวัตกรรมหรือชิ้นงาน ที่ผู้เรียนสร้างขึ้นงานเสร็จ เรียบร้อยแล้ว (T) ส่งให้กับ ผู้สอนเพื่อประเมินผลและให้ ข้อเสนอแนะโดยให้ผู้เรียนจะ นำผลงานไปปรับปรุงแก้ไข ตามข้อเสนอแนะ (E)	เทคโนโลยี (T) วิศวกรรม (E)	-steammoo.org -สื่อสังคมออนไลน์
ขั้นที่ 6 นำเสนอ นวัตกรรม	ผู้เรียนต้องนำเสนอผลงาน หรือนวัตกรรม (Innovations Presentation) (T)	เทคโนโลยี (T)	-steammoo.org -สื่อสังคมออนไลน์

**ตารางกิจกรรม การจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม
เพื่อเพิ่มพูนความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี
มหาวิทยาลัยราชภัฏภูมิภาควัดวันตก (STEAMMOOC)**

ครั้งที่	หัวข้อ/รายละเอียด	จำนวน ชั่วโมง	กิจกรรมการสอน/สื่อ
1	<p>การจัดทำภาพ infographic</p> <p>-ฝึกปฏิบัติการสร้างอินโฟกราฟิกจาก โจทย์ที่กำหนดให้อย่างสร้างสรรค์ โดยใช้ ใช้รูปแบบการสร้างดังนี้</p> <p>1. Visualised Article</p>	4	<p>ขั้นที่ 1 การวิเคราะห์และระบุปัญหา</p> <p>- ผู้สอนแนะนำผู้เรียนเข้าสู่เนื้อหาของ ออกแบบและสร้าง infographic โดยใช้รูปแบบ Visualised Article และให้ผู้เรียนวิเคราะห์และ ทำความเข้าใจกับปัญหาหรือข้อจำกัดของ Visualised Article เพื่อสรุปเป็นองค์ความรู้ ซึ่งจะนำไปสู่การสร้างชิ้นงาน โดยใช้หลักการ ดังนี้</p> <p>(1) What? เราจะทำงานอะไร? รูปแบบ Visualised Article เหมาะสำหรับการทำงาน infographic อะไร</p> <p>(2) Where? นำไปใช้ที่ไหน? รูปแบบ Visualised Article จะนำไปใช้ที่ไหนได้บ้าง</p> <p>(3) Who? นำไปใช้กับใคร? รูปแบบ Visualised Article นำไปใช้กับใครได้บ้าง</p> <p>(4) How? ทำอย่างไรล่ะ? รูปแบบ Visualised Article มีวิธีหรือกระบวนการทำอย่างไร</p> <p>ขั้นที่ 2 การรวบรวมข้อมูลและออกแบบ แนวคิด</p> <p>- ให้ผู้เรียนรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่ เกี่ยวข้องกับการออกแบบ infographic ด้วย รูปแบบ Visualised Article เพื่อนำไปสู่การ ออกแบบและพัฒนานวัตกรรม</p> <p>- ให้ผู้เรียนศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลและแนวคิด สำหรับข้อมูลแบบใด มีความเหมาะสมกับการ ออกแบบด้วย Visualised Article</p> <p>ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา</p>

ครั้งที่	หัวข้อ/รายละเอียด	จำนวน ชั่วโมง	กิจกรรมการสอน/สื่อ
			<p>- ผู้สอนมอบหมายโจทย์ปัญหา บทความ หรือตัวอย่าง (Case study) จากแหล่งสื่อสังคมออนไลน์ที่จะนำมาออกแบบและสร้าง infographic ให้กับผู้เรียน เพื่อประยุกต์ใช้ให้เข้ากับโจทย์งาน เช่น วิธีการใช้สี รูปทรง วัสดุ เทคนิคการออกแบบ จากนั้นจึงใช้ความคิดสร้างสรรค์ เพื่อสร้างงานออกแบบ และทำการออกแบบภาพร่าง ก่อนการออกแบบจริง</p> <p>ขั้นที่ 4 วางแผนและพัฒนาแนวคิด</p> <p>- ผู้สอนวางแผนการกำหนดโจทย์ปัญหา และดำเนินการออกแบบและสร้างชิ้นงาน โดยการออกแบบจริงแล้วลงมือสร้างชิ้นงาน ให้ตรงกับที่ได้วิเคราะห์และสรุปองค์ความรู้ และลงมือปฏิบัติตามขั้นตอนที่วางแผนไว้ เพื่อสร้างสรรค์ชิ้นงานให้ออกให้สวยงาม ตรงตามแนวคิดและความต้องการตามที่คุณสอนกำหนด</p> <p>ขั้นที่ 5 ทดสอบและปรับปรุง</p> <p>- เมื่อผู้เรียนสร้างชิ้นงานเสร็จเรียบร้อยแล้วให้ผู้เรียนส่งชิ้นงานให้กับผู้สอนเพื่อประเมินผลและให้ข้อเสนอแนะโดยให้ผู้เรียนจะนำผลงานไปปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ</p> <p>ขั้นที่ 6 นำเสนองาน</p> <p>- ผู้เรียนต้องนำเสนอชิ้นงานตามที่คุณสอนได้ให้แก้ไขและข้อเสนอแนะ</p> <p>สื่อ/แหล่งการเรียนรู้</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ระบบการเรียนรู้สู่แบบเปิดมหาชน www.steammooc.org 2. แหล่งการเรียนรู้เกี่ยวกับการออกแบบ infographic จาก https://bit.ly/3sVZkhg 3. สื่อสังคมออนไลน์

ครั้งที่	หัวข้อ/รายละเอียด	จำนวน ชั่วโมง	กิจกรรมการสอน/สื่อ
2	<p>การจัดทำภาพ infographic</p> <p>-ฝึกปฏิบัติการสร้างอินโฟกราฟิกจาก โจทย์ที่กำหนดให้อย่างสร้างสรรค์ โดยใช้ ใช้รูปแบบการสร้างดังนี้</p> <p>2. Listed</p>	4	<p>ขั้นที่ 1 การวิเคราะห์และระบุปัญหา</p> <p>- ผู้สอนแนะนำผู้เรียนเข้าสู่เนื้อหาของการ ออกแบบและสร้าง infographic โดยใช้รูปแบบ Listed Layout และให้ผู้เรียนวิเคราะห์และทำ ความเข้าใจกับปัญหาหรือข้อจำกัดของ Listed Layout เพื่อสรุปเป็นองค์ความรู้ ซึ่งจะนำไปสู่ การสร้างชิ้นงาน โดยใช้หลักการ ดังนี้</p> <p>(1) What? เราจะทำงานอะไร? รูปแบบ Listed Layout เหมาะสำหรับการทำงาน infographic อะไร</p> <p>(2) Where? นำไปใช้ที่ไหน? รูปแบบ Listed Layout จะนำไปใช้ที่ไหนได้บ้าง</p> <p>(3) Who? นำไปใช้กับใคร? รูปแบบ Listed Layout นำไปใช้กับใครได้บ้าง</p> <p>(4) How? ทำอย่างไรล่ะ? รูปแบบ Listed Layout มีวิธีหรือกระบวนการทำอย่างไร</p> <p>ขั้นที่ 2 การรวบรวมข้อมูลและออกแบบ แนวคิด</p> <p>-ให้ผู้เรียนรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่ เกี่ยวข้องกับการออกแบบ infographic ด้วย รูปแบบ Listed Layout เพื่อนำไปสู่การ ออกแบบและพัฒนานวัตกรรม</p> <p>-ให้ผู้เรียนศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลและแนวคิด สำหรับข้อมูลแบบใด มีความเหมาะสมกับการ ออกแบบด้วย Listed Layout</p> <p>ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา</p> <p>- ผู้สอนมอบหมายโจทย์ปัญหา บทความ หรือ ตัวอย่าง (Case study) จากแหล่งสื่อสังคม ออนไลน์ ที่จะนำมาออกแบบและสร้าง infographic ให้กับผู้เรียน เพื่อประยุกต์ใช้ให้เข้า กับโจทย์งาน เช่น วิธีการใช้สี รูปทรง วัสดุ เทคนิคการออกแบบ จากนั้นจึงใช้ความคิด</p>

ครั้งที่	หัวข้อ/รายละเอียด	จำนวน ชั่วโมง	กิจกรรมการสอน/สื่อ
			<p>สร้างสรรค์ เพื่อสร้างงานออกแบบ และทำการ ออกแบบภาพร่าง ก่อนการออกแบบจริง</p> <p>ขั้นที่ 4 วางแผนและพัฒนานวัตกรรม</p> <ul style="list-style-type: none"> - ผู้สอนวางแผนการกำหนดโจทย์ปัญหา และ ดำเนินการออกแบบและสร้างชิ้นงาน โดยการ ออกแบบจริงแล้วลงมือสร้างชิ้นงาน ให้ตรงกับที่ ได้วิเคราะห์และสรุปองค์ความรู้ และลงมือปฏิบัติ ตามขั้นตอนที่วางแผนไว้ เพื่อสร้างสรรค์ชิ้นงาน ให้ออกให้สวยงาม ตรงตามแนวคิดและความ ต้องการตามที่คุณสอนกำหนด <p>ขั้นที่ 5 ทดสอบและปรับปรุง</p> <ul style="list-style-type: none"> - เมื่อผู้เรียนสร้างชิ้นงานเสร็จเรียบร้อยแล้วให้ ผู้เรียนส่งชิ้นงานให้กับผู้สอนเพื่อประเมินผลและ ให้ข้อเสนอแนะโดยให้ผู้เรียนจะนำผลงานไป ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ <p>ขั้นที่ 6 นำเสนอนวัตกรรม</p> <ul style="list-style-type: none"> - ผู้เรียนต้องนำเสนอชิ้นงานตามที่คุณสอนได้ให้ แก้ไขและข้อเสนอแนะ <p>สื่อ/แหล่งการเรียนรู้</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ระบบการเรียนรู้สู่ระดับแบบเปิดมหาชน www.steammooc.org 2. แหล่งการเรียนรู้เกี่ยวกับการออกแบบ infographic จาก https://bit.ly/3sVZkhg 3. สื่อสังคมออนไลน์
3	<p>การจัดทำภาพ infographic</p> <p>-ฝึกปฏิบัติการสร้างอินโฟกราฟิกจาก โจทย์ที่กำหนดให้สร้างสรรค์ โดย ใช้รูปแบบการสร้างดังนี้</p> <p>3. Comparison</p>	4	<p>ขั้นที่ 1 การวิเคราะห์และระบุปัญหา</p> <ul style="list-style-type: none"> - ผู้สอนแนะนำผู้เรียนเข้าสู่เนื้อหาของ การออกแบบและสร้าง infographic โดยใช้รูปแบบ Comparison และให้ผู้เรียนวิเคราะห์และทำ ความเข้าใจกับปัญหาหรือข้อจำกัดของ

ครั้งที่	หัวข้อ/รายละเอียด	จำนวน ชั่วโมง	กิจกรรมการสอน/สื่อ
			<p>Comparison เพื่อสรุปเป็นองค์ความรู้ ซึ่งจะนำไปสู่การสร้างชิ้นงาน โดยใช้หลักการ ดังนี้</p> <p>(1) What? เราจะทำงานอะไร? รูปแบบ Comparison เหมาะสำหรับการทำงาน infographic อะไร</p> <p>(2) Where? นำไปใช้ที่ไหน? รูปแบบ Comparison จะนำไปใช้ที่ไหนได้บ้าง</p> <p>(3) Who? นำไปใช้กับใคร? รูปแบบ Comparison นำไปใช้กับใครได้บ้าง</p> <p>(4) How? ทำอย่างไรล่ะ? รูปแบบ Comparison มีวิธีหรือกระบวนการทำอย่างไร</p> <p>ขั้นที่ 2 การรวบรวมข้อมูลและออกแบบแนวคิด</p> <p>-ให้ผู้เรียนรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ infographic ด้วยรูปแบบ Comparison เพื่อนำไปสู่การออกแบบและพัฒนานวัตกรรม</p> <p>-ให้ผู้เรียนศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลและแนวคิดสำหรับข้อมูลแบบใด มีความเหมาะสมกับการออกแบบด้วย Comparison</p> <p>ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา</p> <p>-ผู้สอนมอบหมายโจทย์ปัญหา บทความ หรือ ตัวอย่าง (Case study) จากแหล่งสื่อสังคมออนไลน์ ที่จะนำมาออกแบบและสร้าง infographic ให้กับผู้เรียน เพื่อประยุกต์ใช้ให้เข้ากับโจทย์งาน เช่น วิธีการใช้สี รูปทรง วัสดุ เทคนิคการออกแบบ จากนั้นจึงใช้ความคิดสร้างสรรค์ เพื่อสร้างงานออกแบบ และทำการออกแบบภาพร่าง ก่อนการออกแบบจริง</p>

ครั้งที่	หัวข้อ/รายละเอียด	จำนวน ชั่วโมง	กิจกรรมการสอน/สื่อ
			<p>ขั้นที่ 4 วางแผนและพัฒนานวัตกรรม</p> <ul style="list-style-type: none"> - ผู้สอนวางแผนการกำหนดโจทย์ปัญหา และดำเนินการออกแบบและสร้างชิ้นงาน โดยการออกแบบจริงแล้วลงมือสร้างชิ้นงาน ให้ตรงกับที่ได้วิเคราะห์และสรุปองค์ความรู้ และลงมือปฏิบัติตามขั้นตอนที่วางแผนไว้ เพื่อสร้างสรรค์ชิ้นงานให้ออกให้สวยงาม ตรงตามแนวคิดและความต้องการตามที่คุณสอนกำหนด <p>ขั้นที่ 5 ทดสอบและปรับปรุง</p> <ul style="list-style-type: none"> - เมื่อผู้เรียนสร้างชิ้นงานเสร็จเรียบร้อยแล้วให้ผู้เรียนส่งชิ้นงานให้กับผู้สอนเพื่อประเมินผลและให้ข้อเสนอแนะโดยให้ผู้เรียนจะนำผลงานไปปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ <p>ขั้นที่ 6 นำเสนอนวัตกรรม</p> <ul style="list-style-type: none"> - ผู้เรียนต้องนำเสนอชิ้นงานตามที่คุณสอนได้ให้แก้ไขและข้อเสนอแนะ <p>สื่อ/แหล่งการเรียนรู้</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ระบบการเรียนรู้สู่แบบเปิดมหาชน www.steammoc.org 2. แหล่งการเรียนรู้เกี่ยวกับการออกแบบ infographic จาก https://bit.ly/3sVZkhg 3. สื่อสังคมออนไลน์
4	<p>การจัดทำภาพ infographic</p> <p>-ฝึกปฏิบัติการสร้างอินโฟกราฟิกจากโจทย์ที่กำหนดให้อย่างสร้างสรรค์ โดยใช้รูปแบบการสร้างดังนี้</p> <p>4. Structure</p>	4	<p>ขั้นที่ 1 การวิเคราะห์และระบุปัญหา</p> <ul style="list-style-type: none"> - ผู้สอนแนะนำผู้เรียนเข้าสู่เนื้อหาของ การออกแบบและสร้าง infographic โดยใช้รูปแบบ Structure และให้ผู้เรียนวิเคราะห์และทำความเข้าใจกับปัญหาหรือข้อจำกัดของ Structure เพื่อสรุปเป็นองค์ความรู้ ซึ่งจะนำไปสู่การสร้างชิ้นงานโดยใช้หลักการ ดังนี้

ครั้งที่	หัวข้อ/รายละเอียด	จำนวน ชั่วโมง	กิจกรรมการสอน/สื่อ
			<p>(1) What? เราจะทำงานอะไร? รูปแบบ Structure เหมาะสำหรับการทำงาน infographic อะไร</p> <p>(2) Where? นำไปใช้ที่ไหน? รูปแบบ Structure จะนำไปใช้ที่ไหนได้บ้าง</p> <p>(3) Who? นำไปใช้กับใคร? รูปแบบ Structure นำไปใช้กับใครได้บ้าง</p> <p>(4) How? ทำอย่างไรล่ะ? รูปแบบ Structure มีวิธีหรือกระบวนการทำอย่างไร</p> <p>ขั้นที่ 2 การรวบรวมข้อมูลและออกแบบแนวคิด</p> <p>-ให้ผู้เรียนรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ infographic ด้วยรูปแบบ Structure เพื่อนำไปสู่การออกแบบและพัฒนานวัตกรรม</p> <p>-ให้ผู้เรียนศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลและแนวคิดสำหรับข้อมูลแบบใด มีความเหมาะสมกับการออกแบบด้วย Structure</p> <p>ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา</p> <p>-ผู้สอนมอบหมายโจทย์ปัญหา บทความ หรือ ตัวอย่าง (Case study) จากแหล่งสื่อสังคมออนไลน์ ที่จะนำมาออกแบบและสร้าง infographic ให้กับผู้เรียน เพื่อประยุกต์ใช้ให้เข้ากับโจทย์งาน เช่น วิธีการใช้สี รูปทรง วัสดุ เทคนิคการออกแบบ จากนั้นจึงใช้ความคิดสร้างสรรค์ เพื่อสร้างงานออกแบบ และทำการออกแบบภาพร่าง ก่อนการออกแบบจริง</p>

ครั้งที่	หัวข้อ/รายละเอียด	จำนวน ชั่วโมง	กิจกรรมการสอน/สื่อ
			<p>ขั้นที่ 4 วางแผนและพัฒนานวัตกรรม</p> <ul style="list-style-type: none"> - ผู้สอนวางแผนการกำหนดโจทย์ปัญหา และดำเนินการออกแบบและสร้างชิ้นงาน โดยการออกแบบจริงแล้วลงมือสร้างชิ้นงาน ให้ตรงกับที่ได้วิเคราะห์และสรุปองค์ความรู้ และลงมือปฏิบัติตามขั้นตอนที่วางแผนไว้ เพื่อสร้างสรรค์ชิ้นงานให้ออกให้สวยงาม ตรงตามแนวคิดและความต้องการตามที่คุณสอนกำหนด <p>ขั้นที่ 5 ทดสอบและปรับปรุง</p> <ul style="list-style-type: none"> - เมื่อผู้เรียนสร้างชิ้นงานเสร็จเรียบร้อยแล้วให้ผู้เรียนส่งชิ้นงานให้กับผู้สอนเพื่อประเมินผลและให้ข้อเสนอแนะโดยให้ผู้เรียนจะนำผลงานไปปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ <p>ขั้นที่ 6 นำเสนอนวัตกรรม</p> <ul style="list-style-type: none"> - ผู้เรียนต้องนำเสนอชิ้นงานตามที่คุณสอนได้ให้แก้ไขและข้อเสนอแนะ <p>สื่อ/แหล่งการเรียนรู้</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ระบบการเรียนรู้สู่แบบเปิดมหาชน www.steammoc.org 2. แหล่งการเรียนรู้เกี่ยวกับการออกแบบ infographic จาก https://bit.ly/3sVZkhg 3. สื่อสังคมออนไลน์
5	<p>การจัดทำภาพ infographic</p> <ul style="list-style-type: none"> - ฝึกปฏิบัติการสร้างอินโฟกราฟิกจากโจทย์ที่กำหนดให้อย่างสร้างสรรค์ โดยใช้รูปแบบการสร้างดังนี้ <p>5. Timeline</p>	4	<p>ขั้นที่ 1 การวิเคราะห์และระบุปัญหา</p> <ul style="list-style-type: none"> - ผู้สอนแนะนำผู้เรียนเข้าสู่เนื้อหาของ การออกแบบและสร้าง infographic โดยใช้รูปแบบ Timeline และให้ผู้เรียนวิเคราะห์และทำความเข้าใจกับปัญหาหรือข้อจำกัดของ Timeline เพื่อสรุปเป็นองค์ความรู้ ซึ่งจะนำไปสู่การสร้างชิ้นงานโดยใช้หลักการ ดังนี้

ครั้งที่	หัวข้อ/รายละเอียด	จำนวน ชั่วโมง	กิจกรรมการสอน/สื่อ
			<p>(1) What? เราจะทำงานอะไร? รูปแบบ Timeline เหมาะสำหรับการทำงาน infographic อะไร</p> <p>(2) Where? นำไปใช้ที่ไหน? รูปแบบ Timeline จะนำไปใช้ที่ไหนได้บ้าง</p> <p>(3) Who? นำไปใช้กับใคร? รูปแบบ Timeline นำไปใช้กับใครได้บ้าง</p> <p>(4) How? ทำอย่างไรล่ะ? รูปแบบ Timeline มีวิธีหรือกระบวนการทำอย่างไร</p> <p>ขั้นที่ 2 การรวบรวมข้อมูล และออกแบบแนวคิด</p> <p>-ให้ผู้เรียนรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ infographic ด้วยรูปแบบ Timeline เพื่อนำไปสู่การออกแบบและพัฒนานวัตกรรม</p> <p>-ให้ผู้เรียนศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลและแนวคิดสำหรับข้อมูลแบบใด มีความเหมาะสมกับการออกแบบด้วย Timeline</p> <p>ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา</p> <p>- ผู้สอนมอบหมายโจทย์ปัญหา บทความ หรือ ตัวอย่าง (Case study) จากแหล่งสื่อสังคมออนไลน์ ที่จะนำมาออกแบบและสร้าง infographic ให้กับผู้เรียน เพื่อประยุกต์ใช้ให้เข้ากับโจทย์งาน เช่น วิธีการใช้สี รูปทรง วัสดุ เทคนิคการออกแบบ จากนั้นจึงใช้ความคิดสร้างสรรค์ เพื่อสร้างงานออกแบบ และทำการออกแบบภาพร่าง ก่อนการออกแบบจริง</p> <p>ขั้นที่ 4 วางแผนและพัฒนานวัตกรรม</p> <p>- ผู้สอนวางแผนการกำหนดโจทย์ปัญหา และดำเนินการออกแบบและสร้างชิ้นงาน โดยการออกแบบจริงแล้วลงมือสร้างชิ้นงาน ให้ตรงกับที่</p>

ครั้งที่	หัวข้อ/รายละเอียด	จำนวน ชั่วโมง	กิจกรรมการสอน/สื่อ
			<p>ได้วิเคราะห์และสรุปองค์ความรู้ และลงมือปฏิบัติตามขั้นตอนที่วางแผนไว้ เพื่อสร้างสรรค์ชิ้นงานให้ออกให้สวยงาม ตรงตามแนวคิดและความต้องการตามที่คุณสอนกำหนด</p> <p>ขั้นที่ 5 ทดสอบและปรับปรุง -เมื่อผู้เรียนสร้างชิ้นงานเสร็จเรียบร้อยแล้วให้ผู้เรียนส่งชิ้นงานให้คุณสอนเพื่อประเมินผลและให้ข้อเสนอแนะโดยให้ผู้เรียนจะนำผลงานไปปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ</p> <p>ขั้นที่ 6 นำเสนอนวัตกรรม ผู้เรียนต้องนำเสนอชิ้นงานตามที่คุณสอนได้ให้แก้ไขและข้อเสนอแนะ</p> <p>สื่อ/แหล่งการเรียนรู้</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ระบบการเรียนรู้สู่ระบบเปิดมหาชน www.steammoooc.org 2. แหล่งการเรียนรู้เกี่ยวกับการออกแบบ infographic จาก https://bit.ly/3sVZkhg 3. สื่อสังคมออนไลน์
6	<p>การจัดทำภาพ infographic</p> <p>-ฝึกปฏิบัติการสร้างอินโฟกราฟิกจากโจทย์ที่กำหนดให้อย่างสร้างสรรค์ โดยใช้รูปแบบการสร้างดังนี้</p> <p>6. Flowchart</p>	4	<p>ขั้นที่ 1 การวิเคราะห์และระบุปัญหา</p> <p>- ผู้สอนแนะนำผู้เรียนเข้าสู่เนื้อหาของ การออกแบบและสร้าง infographic โดยใช้รูปแบบ Flowchart และให้ผู้เรียนวิเคราะห์และทำความเข้าใจกับปัญหาหรือข้อจำกัดของ Flowchart เพื่อสรุปเป็นองค์ความรู้ ซึ่งจะนำไปสู่การสร้างชิ้นงาน โดยใช้หลักการ ดังนี้</p> <p>(1) What? เราจะทำงานอะไร? รูปแบบ Flowchart เหมาะสำหรับการทำงาน infographic อะไร</p> <p>(2) Where? นำไปใช้ที่ไหน? รูปแบบ Flowchart จะนำไปใช้ที่ไหนได้บ้าง</p>

ครั้งที่	หัวข้อ/รายละเอียด	จำนวน ชั่วโมง	กิจกรรมการสอน/สื่อ
			<p>(3) Who? นำไปใช้กับใคร? รูปแบบ Flowchart นำไปใช้กับใครได้บ้าง</p> <p>(4) How? ทำอย่างไรล่ะ? รูปแบบ Flowchart มีวิธีหรือกระบวนการทำอย่างไร</p> <p>ขั้นที่ 2 การรวบรวมข้อมูลและออกแบบแนวคิด</p> <p>-ให้ผู้เรียนรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ infographic ด้วยรูปแบบ Flowchart เพื่อนำไปสู่การออกแบบและพัฒนานวัตกรรม</p> <p>-ให้ผู้เรียนศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลและแนวคิดสำหรับข้อมูลแบบใด มีความเหมาะสมกับการออกแบบด้วย Flowchart</p> <p>ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา</p> <p>- ผู้สอนมอบหมายโจทย์ปัญหา บทความหรือตัวอย่าง (Case study) จากแหล่งสื่อสังคมออนไลน์ ที่จะนำมาออกแบบและสร้าง infographic ให้กับผู้เรียน เพื่อไปประยุกต์ใช้ให้เข้ากับโจทย์งาน เช่น วิธีการใช้สี รูปทรง วัสดุ เทคนิคการออกแบบ จากนั้นจึงใช้ความคิดสร้างสรรค์ เพื่อสร้างงานออกแบบ และทำการออกแบบภาพร่าง ก่อนการออกแบบจริง</p> <p>ขั้นที่ 4 วางแผนและพัฒนานวัตกรรม</p> <p>- ผู้สอนวางแผนการกำหนดโจทย์ปัญหา และดำเนินการออกแบบและสร้างชิ้นงาน โดยการออกแบบจริงแล้วลงมือสร้างชิ้นงาน ให้ตรงกับที่ได้วิเคราะห์และสรุปองค์ความรู้ และลงมือปฏิบัติตามขั้นตอนที่วางแผนไว้ เพื่อสร้างสรรค์ชิ้นงานให้ออกให้สวยงาม ตรงตามแนวคิดและความต้องการตามที่คุณสอนกำหนด</p>

ครั้งที่	หัวข้อ/รายละเอียด	จำนวน ชั่วโมง	กิจกรรมการสอน/สื่อ
			<p>ขั้นที่ 5 ทดสอบและปรับปรุง</p> <ul style="list-style-type: none"> - เมื่อผู้เรียนสร้างชิ้นงานเสร็จเรียบร้อยแล้วให้ผู้เรียนส่งชิ้นงานให้กับผู้สอนเพื่อประเมินผลและให้ข้อเสนอแนะโดยให้ผู้เรียนจะนำผลงานไปปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ <p>ขั้นที่ 6 นำเสนอนวัตกรรม</p> <ul style="list-style-type: none"> - ผู้เรียนต้องนำเสนอชิ้นงานตามที่ผู้สอนได้ให้แก้ไขและข้อเสนอแนะ <p>สื่อ/แหล่งการเรียนรู้</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ระบบการเรียนรู้สู่สะเต็มแบบเปิดมหาชน www.steammooc.org 2. แหล่งการเรียนรู้เกี่ยวกับการออกแบบ infographic จาก https://bit.ly/3svZkhg 3. สื่อสังคมออนไลน์
7	<p>-ฝึกปฏิบัติการสร้างอินโฟกราฟิกจากโจทย์ที่กำหนดให้อย่างสร้างสรรค์ โดยใช้รูปแบบการสร้างดังนี้</p> <p>7. Roadmap</p>	4	<p>ขั้นที่ 1 การวิเคราะห์และระบุปัญหา</p> <ul style="list-style-type: none"> - ผู้สอนแนะนำผู้เรียนเข้าสู่เนื้อหาของการออกแบบและสร้าง infographic โดยใช้รูปแบบ Roadmap และให้ผู้เรียนวิเคราะห์และทำความเข้าใจกับปัญหาหรือข้อจำกัดของ Roadmap เพื่อสรุปเป็นองค์ความรู้ ซึ่งจะนำไปสู่การสร้างชิ้นงาน โดยใช้หลักการ ดังนี้ <ol style="list-style-type: none"> (1) What? เราจะทำงานอะไร? รูปแบบ Roadmap เหมาะสำหรับการทำงาน infographic อะไร (2) Where? นำไปใช้ที่ไหน? รูปแบบ Roadmap จะนำไปใช้ที่ไหนได้บ้าง (3) Who? นำไปใช้กับใคร? รูปแบบ Roadmap นำไปใช้กับใครได้บ้าง (4) How? ทำอย่างไรล่ะ? รูปแบบ Roadmap มีวิธีหรือกระบวนการทำอย่างไร

ครั้งที่	หัวข้อ/รายละเอียด	จำนวน ชั่วโมง	กิจกรรมการสอน/สื่อ
			<p>ขั้นที่ 2 การรวบรวมข้อมูลและออกแบบแนวคิด</p> <p>-ให้ผู้เรียนรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ infographic ด้วยรูปแบบ Roadmap เพื่อนำไปสู่การออกแบบและพัฒนานวัตกรรม</p> <p>-ให้ผู้เรียนศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลและแนวคิดสำหรับข้อมูลแบบใด มีความเหมาะสมกับการออกแบบด้วย Roadmap</p> <p>ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา</p> <p>- ผู้สอนมอบหมายโจทย์ปัญหา บทความหรือตัวอย่าง (Case study) จากแหล่งสื่อสังคมออนไลน์ ที่จะนำมาออกแบบและสร้าง infographic ให้กับผู้เรียน เพื่อประยุกต์ใช้ให้เข้ากับโจทย์งาน เช่น วิธีการใช้สี รูปทรง วัสดุ เทคนิคการออกแบบ จากนั้นจึงใช้ความคิดสร้างสรรค์ เพื่อสร้างงานออกแบบ และทำการออกแบบภาพร่าง ก่อนการออกแบบจริง</p> <p>ขั้นที่ 4 วางแผนและพัฒนานวัตกรรม</p> <p>- ผู้สอนวางแผนการกำหนดโจทย์ปัญหา และดำเนินการออกแบบและสร้างชิ้นงาน โดยการออกแบบจริงแล้วลงมือสร้างชิ้นงาน ให้ตรงกับที่ได้วิเคราะห์และสรุปองค์ความรู้ และลงมือปฏิบัติตามขั้นตอนที่วางแผนไว้ เพื่อสร้างสรรค์ชิ้นงานให้ออกให้สวยงาม ตรงตามแนวคิดและความต้องการตามที่ผู้สอนกำหนด</p> <p>ขั้นที่ 5 ทดสอบและปรับปรุง</p> <p>- เมื่อผู้เรียนสร้างชิ้นงานเสร็จเรียบร้อยแล้วให้ผู้เรียนส่งชิ้นงานให้กับผู้สอนเพื่อประเมินผลและให้ข้อเสนอแนะโดยให้ผู้เรียนจะนำผลงานไปปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ</p>

ครั้งที่	หัวข้อ/รายละเอียด	จำนวน ชั่วโมง	กิจกรรมการสอน/สื่อ
			<p>ชั้นที่ 6 นำเสนอนวัตกรรม</p> <p>- ผู้เรียนต้องนำเสนอชิ้นงานตามที่ผู้สอนได้ให้ แก้ไขและข้อเสนอแนะ</p> <p>สื่อ/แหล่งการเรียนรู้</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ระบบการเรียนรู้สู่สเต็มแบบเปิดมหาชน www.steammooc.org 2. แหล่งการเรียนรู้เกี่ยวกับการออกแบบ infographic จาก https://bit.ly/3sVZkhg 3. สื่อสังคมออนไลน์
8	<p>การจัดทำภาพ infographic</p> <p>- ฝึกปฏิบัติการสร้างอินโฟกราฟิกจาก โจทย์ที่กำหนดให้อย่างสร้างสรรค์ โดยใช้ ใช้รูปแบบการสร้างดังนี้</p> <p>8. NumberPorn</p>	4	<p>ชั้นที่ 1 การวิเคราะห์และระบุปัญหา</p> <p>- ผู้สอนแนะนำผู้เรียนเข้าสู่เนื้อหาของ การออกแบบและสร้าง infographic โดยใช้รูปแบบ NumberPorn และให้ผู้เรียนวิเคราะห์และทำ ความเข้าใจกับปัญหาหรือข้อจำกัดของ NumberPorn เพื่อสรุปเป็นองค์ความรู้ ซึ่งจะ นำไปสู่การสร้างชิ้นงาน โดยใช้หลักการ ดังนี้</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) What? เราจะทำงานอะไร? รูปแบบ NumberPorn เหมาะสำหรับการทำงาน infographic อะไร (2) Where? นำไปใช้ที่ไหน? รูปแบบ NumberPorn จะนำไปใช้ที่ไหนได้บ้าง (3) Who? นำไปใช้กับใคร? รูปแบบ NumberPorn นำไปใช้กับใครได้บ้าง (4) How? ทำอย่างไรล่ะ? รูปแบบ NumberPorn มีวิธีหรือกระบวนการอย่างไร <p>ชั้นที่ 2 การรวบรวมข้อมูลและออกแบบ แนวคิด</p> <p>- ให้ผู้เรียนรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่ เกี่ยวข้องกับการออกแบบ infographic ด้วย รูปแบบ NumberPorn เพื่อนำไปสู่การออกแบบ และพัฒนานวัตกรรม</p>

ครั้งที่	หัวข้อ/รายละเอียด	จำนวน ชั่วโมง	กิจกรรมการสอน/สื่อ
			<p>-ให้ผู้เรียนศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลและแนวคิด สำหรับข้อมูลแบบใด มีความเหมาะสมกับการ ออกแบบด้วย NumberPorn</p> <p>ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา</p> <p>- ผู้สอนมอบหมายโจทย์ปัญหา บทความ หรือ ตัวอย่าง (Case study) จากแหล่งสื่อสังคม ออนไลน์ ที่จะนำมาออกแบบและสร้าง infographic ให้กับผู้เรียน เพื่อประยุกต์ใช้ให้เข้ากับโจทย์งาน เช่น วิธีการใช้สี รูปทรง วัสดุ เทคนิคการออกแบบ จากนั้นจึงใช้ความคิด สร้างสรรค์ เพื่อสร้างงานออกแบบ และทำการ ออกแบบภาพร่าง ก่อนการออกแบบจริง</p> <p>ขั้นที่ 4 วางแผนและพัฒนานวัตกรรม</p> <p>-ผู้สอนวางแผนการกำหนดโจทย์ปัญหา และ ดำเนินการออกแบบและสร้างชิ้นงาน โดยการ ออกแบบจริงแล้วลงมือสร้างชิ้นงาน ให้ตรงกับที่ ได้วิเคราะห์และสรุปองค์ความรู้ และลงมือปฏิบัติ ตามขั้นตอนที่วางแผนไว้ เพื่อสร้างสรรค์ชิ้นงาน ให้ออกให้สวยงาม ตรงตามแนวคิดและความ ต้องการตามที่ผู้สอนกำหนด</p> <p>ขั้นที่ 5 ทดสอบและปรับปรุง</p> <p>- เมื่อผู้เรียนสร้างชิ้นงานเสร็จเรียบร้อยแล้ว ให้ ผู้เรียนส่งชิ้นงานให้กับผู้สอนเพื่อประเมินผลและ ให้ข้อเสนอแนะโดยให้ผู้เรียนจะนำผลงานไป ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ</p> <p>ขั้นที่ 6 นำเสนอนวัตกรรม</p> <p>- ผู้เรียนต้องนำเสนอชิ้นงานตามที่ผู้สอนได้ให้ แก่ใจและข้อเสนอแนะ</p> <p>สื่อ/แหล่งการเรียนรู้</p> <p>1. ระบบการเรียนรู้สะสมแบบเปิดมหาชน www.steammooc.org</p>

ครั้งที่	หัวข้อ/รายละเอียด	จำนวน ชั่วโมง	กิจกรรมการสอน/สื่อ
			2. แหล่งการเรียนรู้เกี่ยวกับการออกแบบ infographic จาก https://bit.ly/3sVZkhg 3. สื่อสังคมออนไลน์

ภาคผนวก ง

คู่มือการติดตั้งระบบการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม
เพื่อเพิ่มพูนความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี
มหาวิทยาลัยราชภัฏภูมิภาควัดวันตก

1. ระบบการจัดการเรียนรู้สะเต็มแบบเปิดมหาชนด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี

1.1 ขั้นตอนการพัฒนาการจัดการเรียนรู้สะเต็มแบบเปิดมหาชน (STEAM MOOC) โดยในงานนี้จะใช้ระบบของ Open Edx ซึ่งมีรายละเอียดและขั้นตอนในการติดตั้ง ดังนี้

1. เข้าพื้นที่การเก็บข้อมูลแบบคลาวด์สำหรับระบบ MOOC

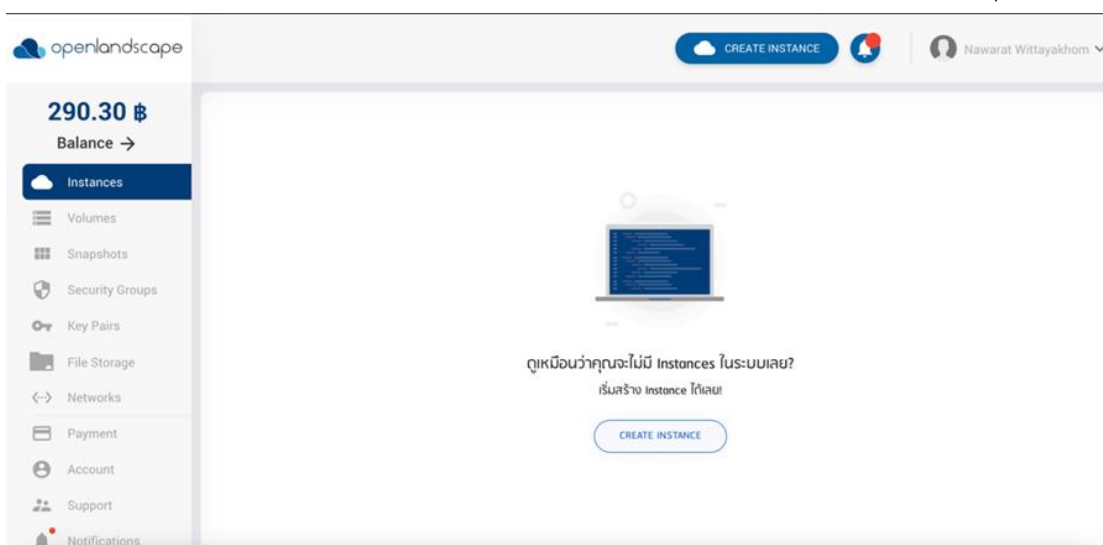


ภาพที่ ง-1 การเข้าพื้นที่สำหรับระบบ MOOC โดยจะใช้บริการของ Openlandscape

2. สมัครสมาชิกเพื่อเข้าใช้งานระบบการเข้าพื้นที่

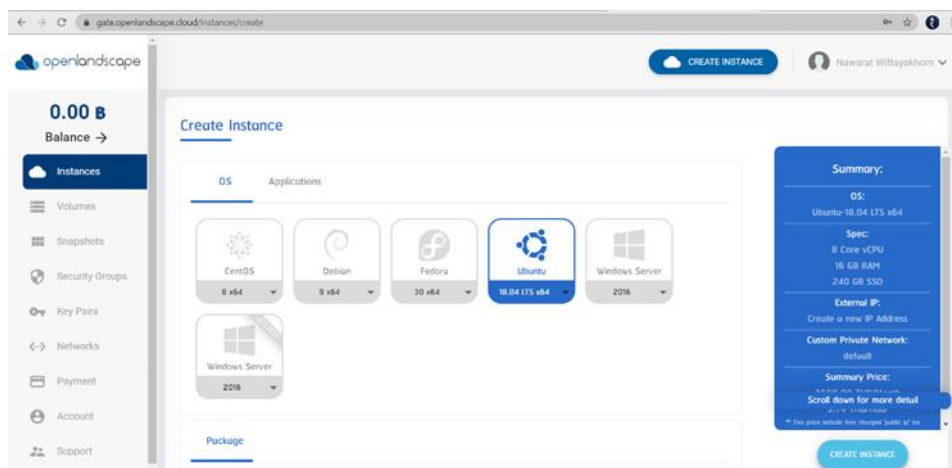
ภาพที่ ง-2 กรอกข้อมูลสำหรับการลงทะเบียนเข้าใช้บริการของ Openlandscape

3. การสร้าง Instance (เครื่องจำลอง) บนคลาวด์เพื่อเปิดพื้นที่ในการติดตั้งระบบ Open Edx



ภาพที่ ง-3 คลิกที่ปุ่ม Create instance เพื่อเริ่มสร้าง

4. เลือกระบบปฏิบัติการสำหรับการติดตั้งระบบ MOOC (Edx) โดยข้อกำหนดของระบบ Edx จะต้องติดตั้งระบบปฏิบัติการ (Ubuntu 18.04 LTS x64) ที่เป็นระบบปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ที่อยู่ในตระกูลเดียวกันกับ Linux ที่เป็น (Open Source)



ภาพที่ ง-4 เลือกระบบปฏิบัติการ Ubuntu

5. กำหนดรายละเอียดคุณสมบัติของฮาร์ดแวร์ให้กับเซิร์ฟเวอร์ของระบบปฏิบัติการ Ubuntu ซึ่งทางระบบ Edx จะมีการกำหนดรายละเอียดในการติดตั้ง ดังนี้ 1) CPU อย่างน้อย 4 แกนหลัก 2) หน่วยความจำ (RAM) อย่างน้อย 8 GB 3) พื้นที่ในการเก็บข้อมูล อย่างน้อย 120 GB.

Package				
A 150 THB/Month 0.21 THB/Hour 1 vCPU 1 GB RAM 20 GB SSD Unlimited Data Transfer	B 250 THB/Month 0.35 THB/Hour 1 vCPU 2 GB RAM 30 GB SSD Unlimited Data Transfer	C 390 THB/Month 0.54 THB/Hour 2 vCPU 2 GB RAM 40 GB SSD Unlimited Data Transfer	D 590 THB/Month 0.82 THB/Hour 2 vCPU 4 GB RAM 60 GB SSD Unlimited Data Transfer	E 1,190 THB/Month 1.65 THB/Hour 4 vCPU 8 GB RAM 120 GB SSD Unlimited Data Transfer
F 1,890 THB/Month 2.63 THB/Hour 4 vCPU 16 GB RAM 160 GB SSD	G 2,690 THB/Month 3.74 THB/Hour 8 vCPU 16 GB RAM 240 GB SSD	H 3,990 THB/Month 5.54 THB/Hour 8 vCPU 32 GB RAM 280 GB SSD	I 7,790 THB/Month 10.82 THB/Hour 16 vCPU 64 GB RAM 320 GB SSD	

ภาพที่ ง-5 กำหนดคุณลักษณะฮาร์ดแวร์ของเซิร์ฟเวอร์ในการติดตั้งระบบปฏิบัติการ Ubuntu

6. กำหนดรหัสผ่านเข้าใช้งานสำหรับ SSH สำหรับการเข้าไปติดตั้งระบบปฏิบัติการ

Authentication

Password

keypair

รหัสผ่านสำหรับเข้าใช้งาน SSH จะถูกส่งไปยัง email ของท่าน

Networks

Enable Private Networking

Select Private Network

default
▼

External IP

Create a new IP Address

Select from existing

ภาพที่ ง-6 กำหนดรหัสผ่านสำหรับ SSH

7. หลังจากที่กำหนดรายละเอียดคุณสมบัติของฮาร์ดแวร์และกำหนดระบบปฏิบัติการ Ubuntu 18.04 LTS x64 เรียบร้อยแล้ว ให้เข้าไปที่ Cmd เพื่อเริ่มต้นการติดตั้งระบบปฏิบัติการ Ubuntu 18.04 LTS รอจนติดตั้งเสร็จ

```

You are required to change your password immediately (root enforced)
Welcome to Ubuntu 16.04.6 LTS (GNU/Linux 4.4.0-168-generic x86_64)

 * Documentation:  https://help.ubuntu.com
 * Management:    https://landscape.canonical.com
 * Support:       https://ubuntu.com/advantage

 * Introducing self-healing high availability clustering for MicroK8s!
   Super simple, hardened and opinionated Kubernetes for production.

   https://microk8s.io/high-availability

130 packages can be updated.
93 updates are security updates.

Changing password for root.
(current) UNIX password:
Enter new UNIX password:
Retype new UNIX password:
root@edx:~#

```

ภาพที่ ง-7 การติดตั้งระบบปฏิบัติการ Ubuntu 18.04 LTS

8. หลังจากติดตั้งระบบปฏิบัติการ Ubuntu 18.04 LTS เสร็จเรียบร้อยแล้วให้ทำการอัปเดตระบบปฏิบัติการ โดยการพิมพ์ `sudo apt -get update -y`

```

Welcome to Ubuntu 16.04.6 LTS (GNU/Linux 4.4.0-168-generic x86_64)

 * Documentation:  https://help.ubuntu.com
 * Management:    https://landscape.canonical.com
 * Support:       https://ubuntu.com/advantage

 * Introducing self-healing high availability clustering for MicroK8s!
   Super simple, hardened and opinionated Kubernetes for production.

   https://microk8s.io/high-availability

99 packages can be updated.
59 updates are security updates.

New release '18.04.5 LTS' available.
Run 'do-release-upgrade' to upgrade to it.

Last login: Mon Nov 16 13:54:11 2020 from 202.29.37.53
root@edx:~# sudo apt-get update -y

```

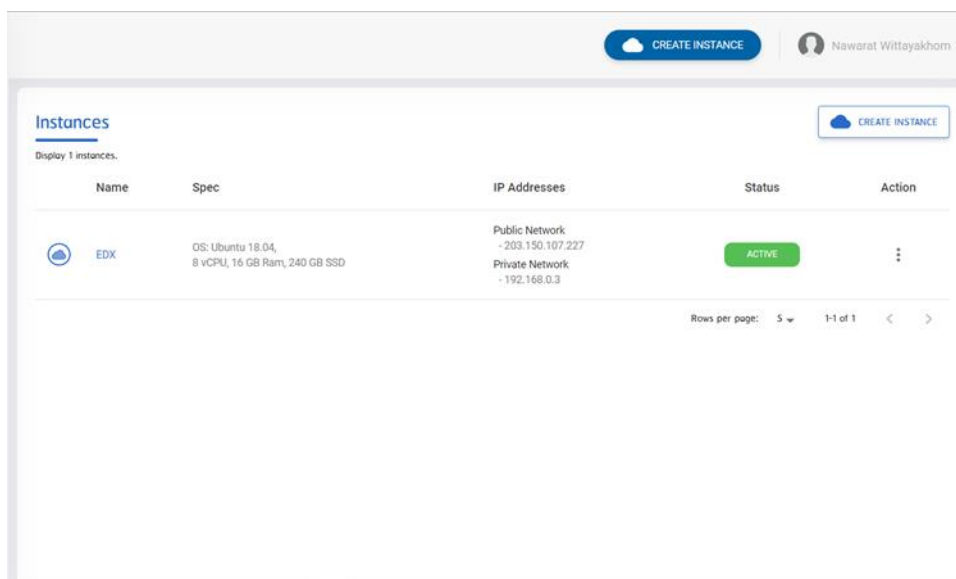
ภาพที่ ง-8 อัปเดตระบบปฏิบัติการ Ubuntu 18.04 LTS

9. จากนั้นกด n เพื่อยืนยัน แล้วกด Enter เพื่ออัปเดต ก็เป็นอันเสร็จสิ้นการติดตั้งระบบปฏิบัติการ Ubuntu 18.04 LTS

```
Configuration file '/etc/cloud/cloud.cfg'
==> Modified (by you or by a script) since installation.
==> Package distributor has shipped an updated version.
What would you like to do about it ? Your options are:
  Y or I : install the package maintainer's version
  N or O : keep your currently-installed version
  D      : show the differences between the versions
  Z      : start a shell to examine the situation
The default action is to keep your current version.
*** cloud.cfg (Y/I/N/O/D/Z) [default=N] ? n
```

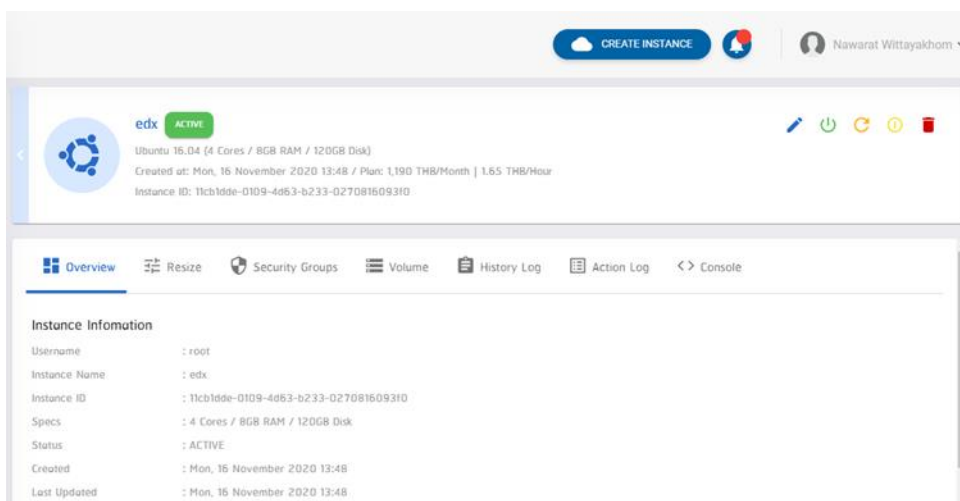
ภาพที่ ง-9 กด n เพื่อยืนยันการอัปเดตระบบปฏิบัติการ Ubuntu 18.04 LTS

10. การติดตั้ง Instance (เครื่องจำลอง) ของระบบปฏิบัติการ (Ubuntu 18.04 LTS x64) เสร็จเรียบร้อย จากนั้นตั้งชื่อ Instance ว่า EDX



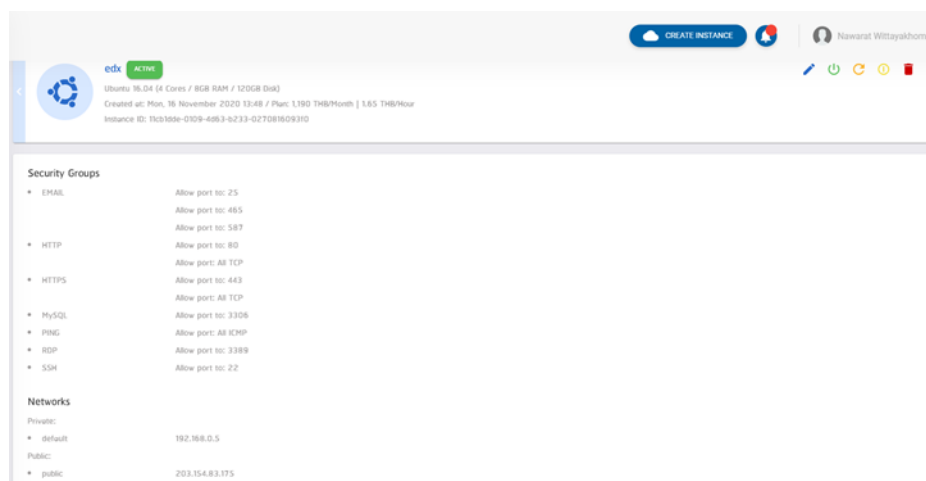
ภาพที่ ง-10 Instance ที่ติดตั้งเสร็จเรียบร้อยแล้ว

11. ภาพรวมของระบบปฏิบัติการ (Ubuntu 18.04 LTS x64) ที่ติดตั้งบน Instance (เครื่องจำลอง) เรียบร้อยแล้ว โดยในส่วนนี้จะเป็นส่วนของ Instance Information



ภาพที่ ง-11 ภาพรวมของระบบปฏิบัติการ (Ubuntu 18.04 LTS x64)
ในส่วนของInstance Information

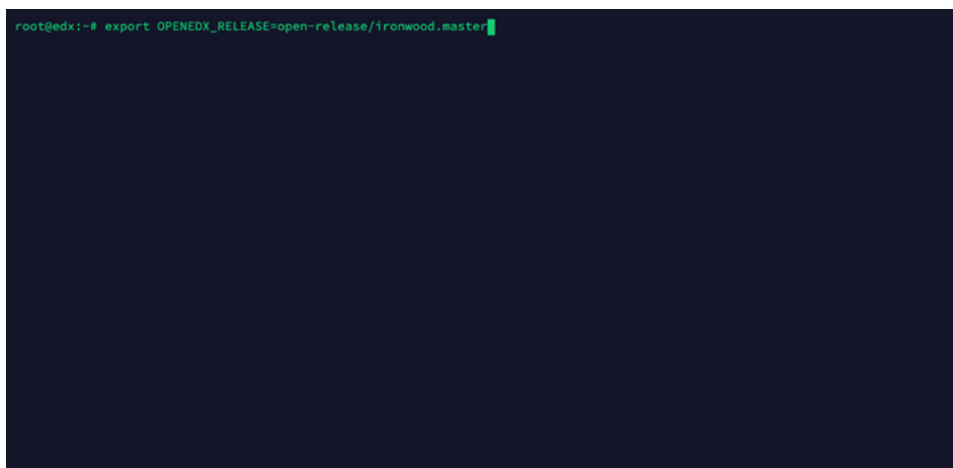
12. ภาพรวมของระบบปฏิบัติการ (Ubuntu 18.04 LTS x64) ที่ติดตั้งบน Instance (เครื่องจำลอง) เรียบร้อยแล้ว โดยในส่วนนี้จะเป็นส่วนของ Security Groups



ภาพที่ ง-12 ภาพรวมของระบบปฏิบัติการ (Ubuntu 18.04 LTS x64)
ในส่วนของSecurity Groups

หลังจากที่ติดตั้งระบบปฏิบัติการ (Ubuntu 18.04 LTS x64) ที่ติดตั้งบน Instance (เครื่องจำลอง) เรียบร้อยแล้ว ในขั้นตอนต่อไปจะเป็นการติดตั้งโปรแกรม Open Edx โดยในที่นี้จะติดตั้ง Open Edx เวอร์ชัน Ironwood

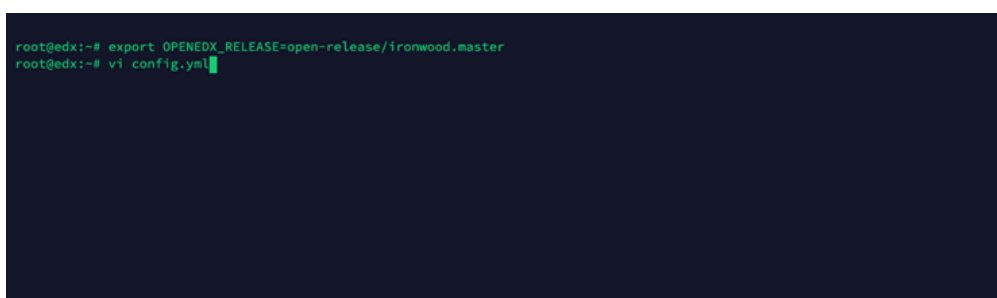
13. เปิดการใช้งานคำสั่งแบบ Cmd แล้วพิมพ์คำสั่ง `export OPENEDX_RELEASE=open-release/ironwood.master` เพื่อสร้างไฟล์เตอร์ในการจัดเก็บไฟล์ระบบ Open Edx เวอร์ชัน ironwood



```
root@edx:~# export OPENEDX_RELEASE=open-release/ironwood.master
```

ภาพที่ ง-13 พิมพ์คำสั่งเพื่อสร้างไฟล์ในการจัดเก็บระบบ Open Edx เวอร์ชัน ironwood master

14. ทำการสร้างไฟล์ `config.yml` ซึ่งเป็นไฟล์สำหรับ ตั้งค่า `host` , `lms`, `cms` โดยพิมพ์คำสั่ง `vi config.yml`

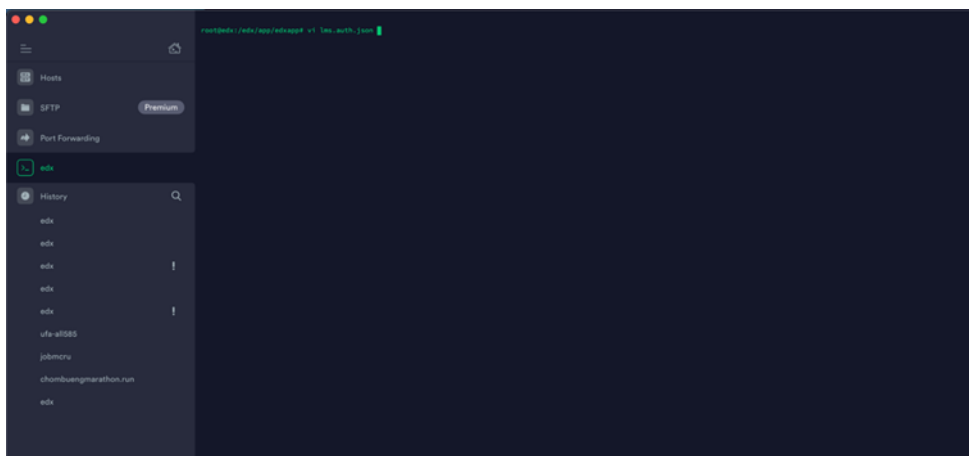


```
root@edx:~# export OPENEDX_RELEASE=open-release/ironwood.master
root@edx:~# vi config.yml
```

ภาพที่ ง-14 ทำการสร้างไฟล์ `config.yml`

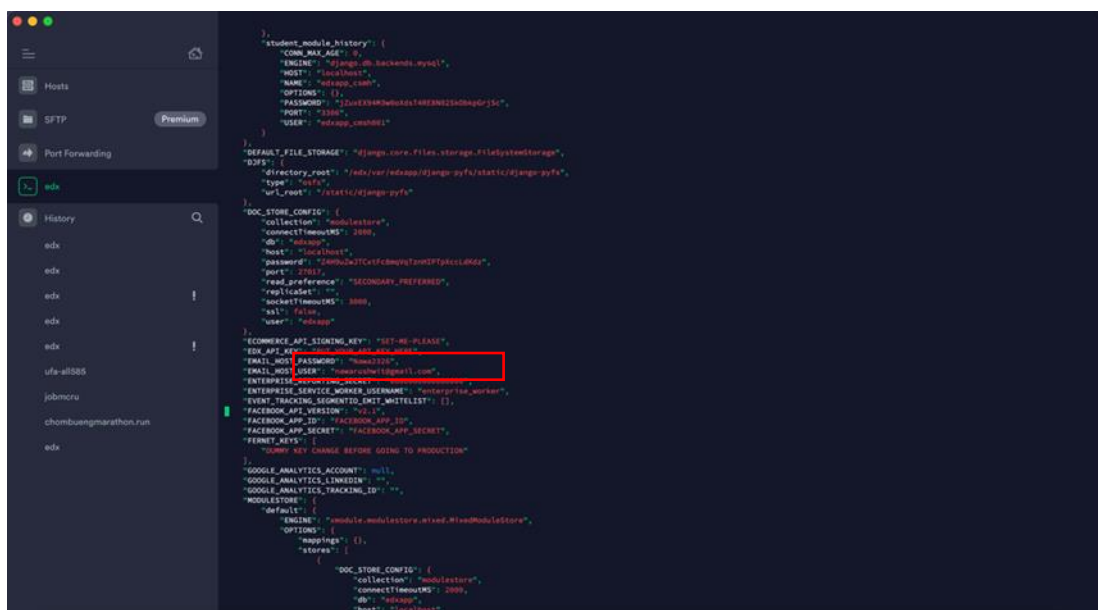
15. เมื่อสร้างไฟล์ `config.yml` เสร็จเรียบร้อยแล้วให้เข้ามาที่ไฟล์ `config.yml` เพื่อตั้งค่าโดเมนเนม (Domain Name) โดยพิมพ์คำสั่ง “`lms.steammooc.org`” และ “`studio.steammooc.org`” ซึ่งเป็นโดเมนเนมสำหรับผู้เรียน (`lms.steammooc.org`) กับผู้สอน (`studio.steammooc.org`)

18. หลังจากติดตั้งเสร็จแล้วให้พิมพ์คำสั่ง vi lms.auth.json เพื่อเข้าไปแก้ไขไฟล์ lms



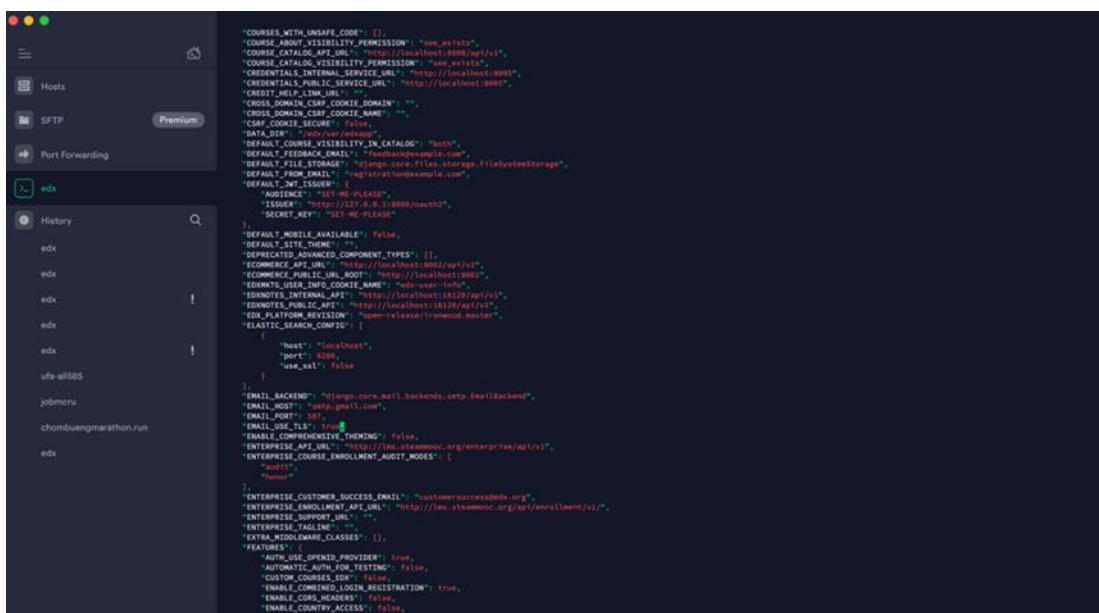
ภาพที่ ง-18 พิมพ์คำสั่ง vi lms.auth.json เพื่อเข้าไปแก้ไขไฟล์ lms

19. เมื่อเข้ามาในไฟล์ lms แล้วนั้นให้แก้ไขข้อมูลเฉพาะรายละเอียดที่ไม่ตรงกับระบบที่ให้มา อย่างเช่น E-mail host User และ E-mail host Password โดยเปลี่ยนเป็นของ Admin เอง



ภาพที่ ง-19 การแก้ไขข้อมูลให้ตรงกัน

20. จากนั้นเข้าไปแก้ไขที่ไฟล์ cms เหมือนกันกับ lms



```

"COURSES_WITH_UNSAFE_CODE": [],
"COURSE_ABOUT_VISIBILITY_PERMISSION": "any_one",
"COURSE_CATALOG_API_URL": "http://localhost:8080/api/v1",
"COURSE_CATALOG_VISIBILITY_PERMISSION": "any_one",
"CREDENTIALS_INTERNAL_SERVICE_URL": "http://localhost:8080",
"CREDENTIALS_PUBLIC_SERVICE_URL": "http://localhost:8080",
"CREDIT_HELP_LINK_URL": "",
"CROSS_DOMAIN_CSP_COOKIE_DOMAIN": "",
"CROSS_DOMAIN_CSP_COOKIE_NAME": "",
"CSP_COOKIE_SECURE": false,
"DATA_DIR": "data-dir/example",
"DEFAULT_COURSE_VISIBILITY_IN_CATALOG": "auto",
"DEFAULT_FEEDBACK_EMAIL": "feedback@example.com",
"DEFAULT_FILE_STORAGE": "django.core.files.storage.FileSystemStorage",
"DEFAULT_FROM_EMAIL": "edx@localhostexample.com",
"DEFAULT_SWF_ISSUER": {
  "AUDIENCE": "http://localhost",
  "ISSUER": "http://127.0.0.1:8080/oauth2",
  "SECRET_KEY": "set-me-please"
},
"DEFAULT_MOBILE_AVAILABLE": false,
"DEFAULT_SITE_THEME": "",
"DEPRECATED_ADVANCED_COMPONENT_TYPES": [],
"ECOMMERCE_API_URL": "http://localhost:8080/api/v2",
"ECOMMERCE_PUBLIC_URL_ROOT": "http://localhost:8080",
"EDXMOO_USER_INFO_COOKIE_NAME": "edx-user-info",
"EDXNOTES_INTERNAL_API": "http://localhost:8181/api/v1",
"EDXNOTES_PUBLIC_API": "http://localhost:8181/api/v2",
"EDA_PLATFORM_REVISION": "upgrades/learn/learn-master",
"ELASTIC_SEARCH_CONFIG": {
  "host": "localhost",
  "port": 9200,
  "ssl": false
},
"EMAIL_BACKEND": "django.core.mail.backends.smtp.EmailBackend",
"EMAIL_HOST": "smtp.gmail.com",
"EMAIL_PORT": 587,
"EMAIL_USE_TLS": true,
"EMAIL_COMPRESSIVE_CHECKING": false,
"ENTERPRISE_API_URL": "http://ms.stamoc.org/enterprise/api/v1",
"ENTERPRISE_COURSE_ENROLLMENT_AUDIT_MODES": {
  "audit": "audit"
},
"ENTERPRISE_CUSTOMER_SUCCESS_EMAIL": "customer-success@ms.stamoc.org",
"ENTERPRISE_ENROLLMENT_API_URL": "http://ms.stamoc.org/api/enrollment/v1",
"ENTERPRISE_SUPPORT_LINK": "",
"ENTERPRISE_TAGLINE": "",
"EXTRA_MIDDLEWARE_CLASSES": [],
"FEATURES": {
  "auth_use_oidc_provider": true,
  "automatic_auth_for_testing": false,
  "custom_courses_edx": false,
  "email_confirmed_login_registration": true,
  "email_csp_headers": false,
  "email_country_access": false,
  "enable_reset_key": false
}

```

ภาพที่ ง-20 การแก้ไขที่ไฟล์ cms

หลังจากการแก้ไขข้อมูลในไฟล์ lms กับ cms เรียบร้อยแล้วให้ทำการสั่ง restart การทำงาน ด้วยคำสั่งนี้ `/edx/bin/supervisorctl restart lms` และ `/edx/bin/supervisorctl restart cms`

ในส่วนต่อไปหลังจากติดตั้งระบบปฏิบัติการ (Ubuntu 18.04 LTS x64) และระบบ Open Edx เรียบร้อยแล้วในขั้นตอนถัดไปจะเป็นการตั้งค่า E-mail เพื่อให้ระบบ Open Edx สามารถส่ง อีเมลกลับไปให้ผู้ลงทะเบียนเพื่อทำการยืนยันหรือการ Activate ให้กับ User ที่ได้สมัครเข้ามาในระบบ โดยมีขั้นตอนดังนี้

21. เข้าไปที่อีเมลที่เราใช้บริการในที่นี้จะใช้บริการของ Google จากนั้นเข้าไปที่หมวด “การเข้าถึงของแอปที่มีความปลอดภัยน้อย” จากนั้นไปเปิดการอนุญาตตามภาพ

← การเข้าถึงของแอปที่มีความปลอดภัยน้อย

แอปและอุปกรณ์บางอย่างใช้เทคโนโลยีการลงชื่อเข้าใช้ที่มีความปลอดภัยน้อย ซึ่งทำให้บัญชีของคุณมีช่องโหว่ คุณปิดการเข้าถึงของแอปเหล่านี้ได้ (ซึ่งเราแนะนำ) หรือเปิดการเข้าถึงหากต้องการใช้งานแม้จะมีความเสี่ยงก็ตาม Google จะปิดการตั้งค่านี้โดยอัตโนมัติหากไม่มีการใช้งาน ดูข้อมูลเพิ่มเติม

ปรับให้มีการอนุญาต

อนุญาตแอปที่มีความปลอดภัยน้อย: เปิด



ภาพที่ ง-21 เข้าไปเปิดอนุญาตการตั้งค่าอีเมล

22. จากนั้นเข้าไปแก้ไขข้อมูลที่ไฟล์ lms.auth.json ตาม path นี้ /edx/app/edxapp/lms.auth.json โดยใช้คำสั่ง vi /edx/app/edxapp/lms.auth.json และทำการปรับค่าอีเมลและรหัสผ่าน

```

"DOC_STORE_CONFIG": {
  "collection": "modulestore",
  "connectTimeoutMS": 2000,
  "db": "edxapp",
  "host": "localhost",
  "password": "Z4H9u2wJTCxtFc8mqVqTznHIPTpXcclDkdz",
  "port": 27017,
  "read_preference": "SECONDARY_PREFERRED",
  "replicaSet": "",
  "socketTimeoutMS": 3000,
  "ssl": false,
  "user": "edxapp"
},
"ECOMMERCE_API_SIGNING_KEY": "SET-ME-PLEASE",
"EDX_API_KEY": "PUT YOUR API KEY HERE",
"EMAIL_HOST_PASSWORD": "Nawa2326",
"EMAIL_HOST_USER": "nawarushwit@gmail.com",
"ENTERPRISE_REPORTING_SECRET": "0000000000000000",
"ENTERPRISE_SERVICE_WORKER_USERNAME": "enterprise_worker",
"EVENT_TRACKING_SEGMENTIO_EMIT_WHITELIST": [],
"FACEBOOK_API_VERSION": "v2.1",
"FACEBOOK_APP_ID": "FACEBOOK_APP_ID",
"FACEBOOK_APP_SECRET": "FACEBOOK_APP_SECRET",
"FERNET_KEYS": [
  "DUMMY KEY CHANGE BEFORE GOING TO PRODUCTION"
],
"GOOGLE_ANALYTICS_ACCOUNT": null,
"GOOGLE_ANALYTICS_LINKEDIN": "",
"GOOGLE_ANALYTICS_TRACKING_ID": "",
"MODULESTORE": {
  "default": {
    "ENGINE": "xmodule.modulestore.mixed.MixedModuleStore",
    "OPTIONS": {
      "mappings": {},
      "stores": [
        {
          "DOC_STORE_CONFIG": {
            "collection": "modulestore",
            "connectTimeoutMS": 2000,

```

ภาพที่ ง-22 การปรับค่าอีเมลและรหัสผ่านที่ไฟล์ lms.auth.json

23. เข้าไปแก้ไขข้อมูลที่ไฟล์ lms.auth.json ตาม path นี้ /edx/app/edxapp/cms.auth.json โดยใช้คำสั่ง vi /edx/app/edxapp/cms.auth.json และทำการปรับค่าอีเมลและรหัสผ่าน

```

"DOC_STORE_CONFIG": {
  "collection": "modulestore",
  "connectTimeoutMS": 2000,
  "db": "edxapp",
  "host": "localhost",
  "password": "Z4H9u2wJTCxtFc8mqVqTznHIPTpXcclDkdz",
  "port": 27017,
  "read_preference": "SECONDARY_PREFERRED",
  "replicaSet": "",
  "socketTimeoutMS": 3000,
  "ssl": false,
  "user": "edxapp"
},
"ECOMMERCE_API_SIGNING_KEY": "SET-ME-PLEASE",
"EDX_API_KEY": "PUT YOUR API KEY HERE",
"EMAIL_HOST_PASSWORD": "Nawa2326",
"EMAIL_HOST_USER": "nawarushwit@gmail.com",
"ENTERPRISE_REPORTING_SECRET": "0000000000000000",
"ENTERPRISE_SERVICE_WORKER_USERNAME": "enterprise_worker",
"EVENT_TRACKING_SEGMENTIO_EMIT_WHITELIST": [],
"FACEBOOK_API_VERSION": "v2.1",
"FACEBOOK_APP_ID": "FACEBOOK_APP_ID",
"FACEBOOK_APP_SECRET": "FACEBOOK_APP_SECRET",
"FERNET_KEYS": [
  "DUMMY KEY CHANGE BEFORE GOING TO PRODUCTION"
],
"GOOGLE_ANALYTICS_ACCOUNT": null,
"GOOGLE_ANALYTICS_LINKEDIN": "",
"GOOGLE_ANALYTICS_TRACKING_ID": "",
"MODULESTORE": {
  "default": {
    "ENGINE": "xmodule.modulestore.mixed.MixedModuleStore",
    "OPTIONS": {
      "mappings": {},
      "stores": [
        {
          "DOC_STORE_CONFIG": {
            "collection": "modulestore",
            "connectTimeoutMS": 2000,

```

ภาพที่ ง-23 การปรับค่าอีเมลและรหัสผ่านที่ไฟล์ lms.auth.json

24. การตั้งค่า LMS SMTP email เพื่อทำการกำหนด Host และ Port ของอีเมล โดยใช้คำสั่ง vi /edx/app/edxapp/cms.env.json และเข้าไปปรับค่าตามนี้

```

"ECOMMERCE_PUBLIC_URL_ROOT": "http://localhost:8002",
"EDXMTG_USER_INFO_COOKIE_NAME": "edx-user-info",
"EDXNOTES_INTERNAL_API": "http://localhost:18120/api/v1",
"EDXNOTES_PUBLIC_API": "http://localhost:18120/api/v1",
"EDX_PLATFORM_REVISION": "open-release/ironwood.master",
"ELASTIC_SEARCH_CONFIG": [
  {
    "host": "localhost",
    "port": 9200,
    "use_ssl": false
  }
],
"EMAIL_BACKEND": "django.core.mail.backends.smtp.EmailBackend",
"EMAIL_HOST": "smtp.gmail.com",
"EMAIL_PORT": 587,
"EMAIL_USE_TLS": true,
"ENABLE_COMPREHENSIVE_THEMING": false,
"ENTERPRISE_API_URL": "http://lms.steammooc.org/enterprise/api/v1",
"ENTERPRISE_COURSE_ENROLLMENT_AUDIT_MODES": [
  "audit",
  "honor"
],
"ENTERPRISE_CUSTOMER_SUCCESS_EMAIL": "customersuccess@edx.org",
"ENTERPRISE_ENROLLMENT_API_URL": "http://lms.steammooc.org/api/enrollment/v1/",
"ENTERPRISE_SUPPORT_URL": "",
"ENTERPRISE_TAGLINE": "",
"EXTRA_MIDDLEWARE_CLASSES": [],
"FEATURES": {

```

ภาพที่ ง-24 การปรับ LMS SMTP email

25. การตั้งค่า CMS SMTP email เพื่อทำการกำหนด Host และ Port ของอีเมล โดยใช้คำสั่ง vi /edx/app/edxapp/cms.env.json และเข้าไปปรับค่าตามนี้

```

"ECOMMERCE_PUBLIC_URL_ROOT": "http://localhost:8002",
"EDXMTG_USER_INFO_COOKIE_NAME": "edx-user-info",
"EDXNOTES_INTERNAL_API": "http://localhost:18120/api/v1",
"EDXNOTES_PUBLIC_API": "http://localhost:18120/api/v1",
"EDX_PLATFORM_REVISION": "open-release/ironwood.master",
"ELASTIC_SEARCH_CONFIG": [
  {
    "host": "localhost",
    "port": 9200,
    "use_ssl": false
  }
],
"EMAIL_BACKEND": "django.core.mail.backends.smtp.EmailBackend",
"EMAIL_HOST": "smtp.gmail.com",
"EMAIL_PORT": 587,
"EMAIL_USE_TLS": true,
"ENABLE_COMPREHENSIVE_THEMING": false,
"ENTERPRISE_API_URL": "http://lms.steammooc.org/enterprise/api/v1",
"ENTERPRISE_COURSE_ENROLLMENT_AUDIT_MODES": [
  "audit",
  "honor"
],
"ENTERPRISE_CUSTOMER_SUCCESS_EMAIL": "customersuccess@edx.org",
"ENTERPRISE_ENROLLMENT_API_URL": "http://lms.steammooc.org/api/enrollment/v1/",
"ENTERPRISE_SUPPORT_URL": "",
"ENTERPRISE_TAGLINE": "",
"EXTRA_MIDDLEWARE_CLASSES": [],
"FEATURES": {

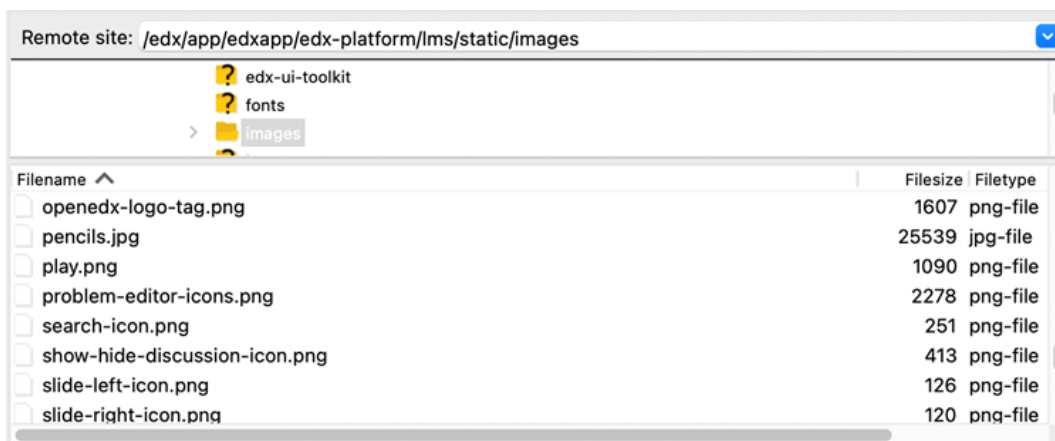
```

ภาพที่ ง-25 การปรับ CMS SMTP email

26. เมื่อทำการปรับค่า LMS SMTP email และ CMS SMTP email เรียบร้อยแล้ววิธีสตาร์ทการทำงานด้วยคำสั่ง /edx/bin/supervisorctl restart lms และ /edx/bin/supervisorctl restart cms

หลังจากที่ติดตั้งระบบปฏิบัติการ (Ubuntu 18.04 LTS x64) และระบบ Open Edx เรียบร้อยแล้วในขั้นตอนถัดไปจะเป็นการตั้งค่ารูปภาพ Banner หน้าเว็บไซต์ของระบบ Open Edx เพื่อให้เข้ากับงานวิจัย โดยมีขั้นตอนต่อไปนี้

27. ใช้โปรแกรม file zilla ในการอัปโหลดภาพ Banner ที่เตรียมไว้ไปเก็บไว้ที่โฟลเดอร์รูปภาพตามตำแหน่งนี้ `edx/app/edxapp/edx-platform/lms/static/images`



ภาพที่ ง-26 การเก็บรูปภาพ Banner

28. เมื่อทำการอัปรูปภาพไปไว้ในตำแหน่งเรียบร้อยแล้ว ขั้นตอนต่อไปให้เข้าไปแก้ไข Code การแสดงผลไฟล์ banner ผ่าน terminal โดยใช้คำสั่ง `cd/edx/app/edxapp/edx-platform/lms/templates/header` และเข้าไปที่ไฟล์ `static_content.html` แล้วทำการปรับเปลี่ยนตำแหน่งที่อยู่ของรูปภาพ Banner ตามที่อัปไว้

```

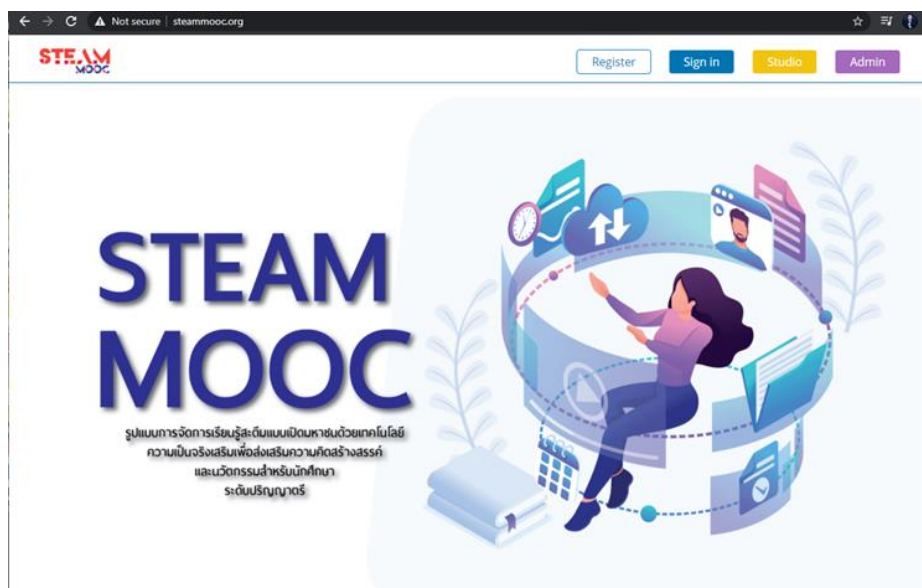
nako
<page expression_filter="ht"/>
<namespace name="static" file="/static_content.html"/>
<!--
From django.urls import reverse
from django.utils.translation import ugettext as _
from openedx.core.djangoadjs.site.configuration import helpers as configuration_helpers

# App that handles subdomain specific branding
from branding import api as branding_api
-->
<!--
<div class="hd logo-header navbar-brand">
  <div class="logo">
    <a class="navbar-brand" href="{branding_api.get_home_url()}" itemprop="url">
      
    </a>
  </div>
  <!--
  <div class="courseware-header">
    <span class="provider">{course.display_org_with_default}</span>
    <span class="course-number">{course.display_number_with_default}</span>
    <span class="course-name">{course.display_name_with_default}</span>
  </div>
  <!--
  </div>
  <!--
  <div class="enterprise-tagline">
    <!--
    <tagline = configuration_helpers.get_value('ENTERPRISE_TAGLINE', settings.ENTERPRISE_TAGLINE) -->
    <!--
  </div>
  <!--
-->

```

ภาพที่ ง-27 การปรับเปลี่ยนรูปภาพ Banner

29. เมื่อทำงานปรับเปลี่ยนรูปภาพ Banner แล้วก็จะแสดงผลที่หน้าหลักของระบบตามภาพ

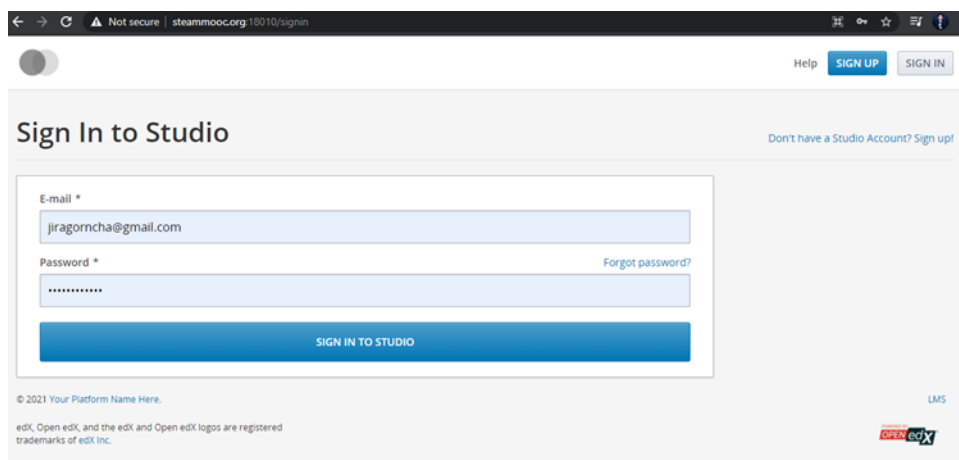


ภาพที่ ง-28 หน้าหลักของระบบ

2 ระบบการสร้างบทเรียนของระบบระบบการจัดการเรียนรู้สะเต็มแบบเปิดมหาชน (STEAM MOOC)

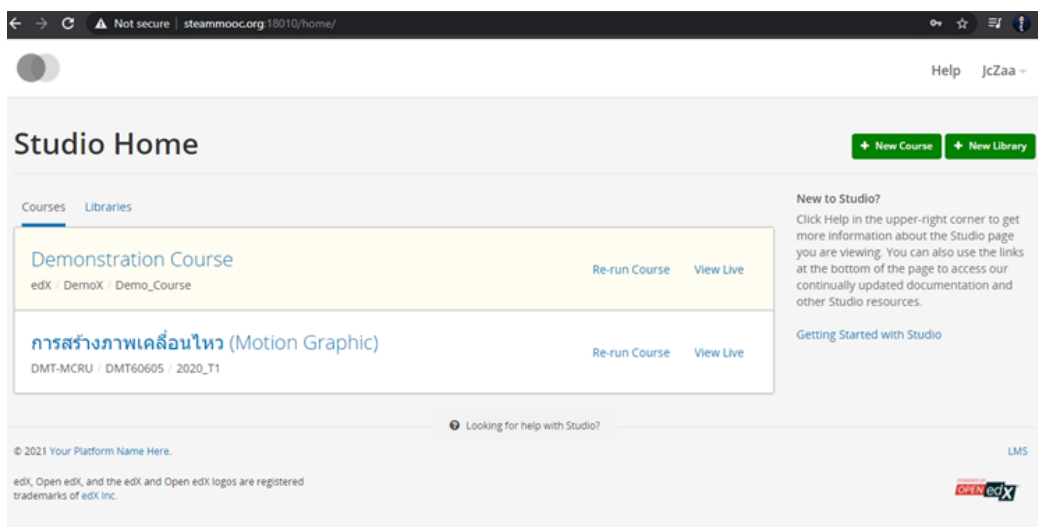
ระบบในส่วนนี้จะเป็นระบบการทำงานออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนของผู้สอนซึ่งจะอยู่ในส่วนของ Studio ซึ่งจะเข้า URL แยกจากของผู้เรียน ดังมีรายละเอียดดังนี้

1. สำหรับเข้าใช้งานระบบของผู้สอนให้เข้าไปที่ <http://steammoc.org:18010/signin> แล้วกรอก E-mail และ Password สำหรับการ Login เข้าสู่ระบบ



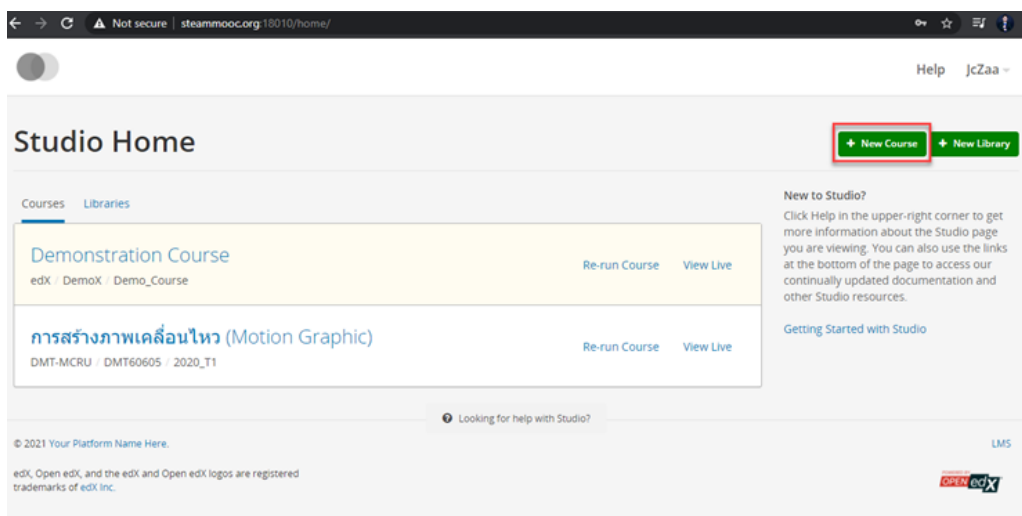
ภาพที่ ง-29 หน้า Login ของผู้สอน

2. เมื่อ Login เสร็จเรียบร้อยแล้วระบบก็จะเข้าสู่หน้า Studio Home



ภาพที่ ง-30 หน้า Studio Home ของผู้สอน

3. จากนั้นผู้สอนก็เข้าไปสร้างรายวิชา โดยการคลิกที่ปุ่ม New Course



ภาพที่ ง-31 กดปุ่ม New Course เพื่อสร้างรายวิชาใหม่

4. เมื่อเข้ามาในหน้าสร้างรายวิชาแล้วให้ดำเนินการกรอกข้อมูลดังนี้

- 1) ชื่อรายวิชา
- 2) ชื่อสถาบัน
- 3) กรอกรหัสวิชา
- 4) กรอกภาคการศึกษาที่จะเปิดสอน จากนั้นกดปุ่ม Create

Create a New Course

Course Name *
อินโฟกราฟิกส์ (Infographic) **กรอกชื่อรายวิชาที่เปิดสอน**

Organization *
MCRU **กรอกชื่อสถาบัน**

Course Number *
DMT60701 **กรอกรหัสรายวิชา**

Course Run *
2020_T2 **กรอกภาคการศึกษาที่เปิดสอน**

CREATE CANCEL

ภาพที่ ง-32 การกรอกรายละเอียดรายวิชาที่จะสร้างใหม่

5. หลังจากสร้างรายวิชาขึ้นมาใหม่แล้วระบบจะทำการอัปเดตและแสดงรายวิชาที่สร้างไว้ที่หน้า Studio Home ของผู้สอน

Studio Home

Courses Libraries

Demonstration Course edx / DemoX / Demo_Course	Re-run Course	View Live
การสร้างภาพเคลื่อนไหว (Motion Graphic) DMT-MCRU / DMT60605 / 2020_T1	Re-run Course	View Live
อินโฟกราฟิกส์ (Infographic) MCRU / DMT60701 / 2020_T2	Re-run Course	View Live

Looking for help with Studio?

ภาพที่ ง-33 รายวิชาที่สร้างไว้ที่หน้า Studio Home ของผู้สอน

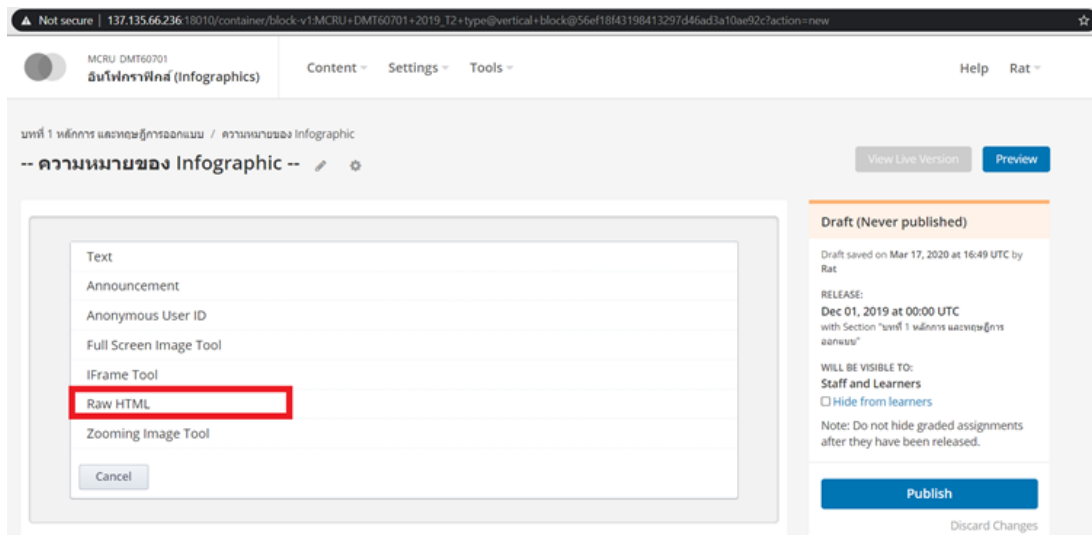
6. การสร้างบทเรียนนั้นผู้สอนจะต้องเข้ามาที่เมนู Content -> Course

ภาพที่ ง-34 ระบบในส่วนการสร้างบทเรียน

7. เมื่อสร้างบทเรียนเสร็จแล้วในขั้นตอนถัดไปจะต้องสร้างกิจกรรมการเรียนรู้ โดยผู้สอนจะต้องคลิกหน่วยย่อยในแต่ละบทเรียน แล้วกดสร้าง Unit และกิจกรรมที่ต้องการ

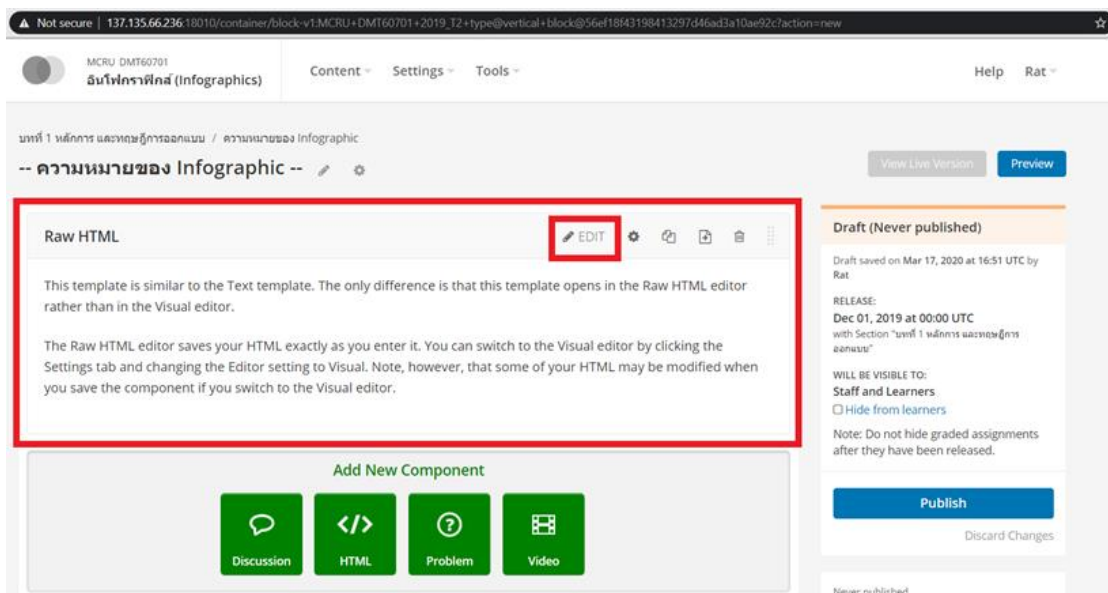
ภาพที่ ง-35 ระบบในส่วนการสร้างกิจกรรมการเรียนรู้

8. เมื่อผู้สอนเลือก Unit ที่ต้องการจะสร้างได้แล้ว จากตัวอย่างเป็นการสร้างเนื้อหาด้วยวิธีการเรียก iFrame ให้แสดงเป็นเอกสารมาแสดง โดยให้เลือกเมนู HTML -> Raw HTML



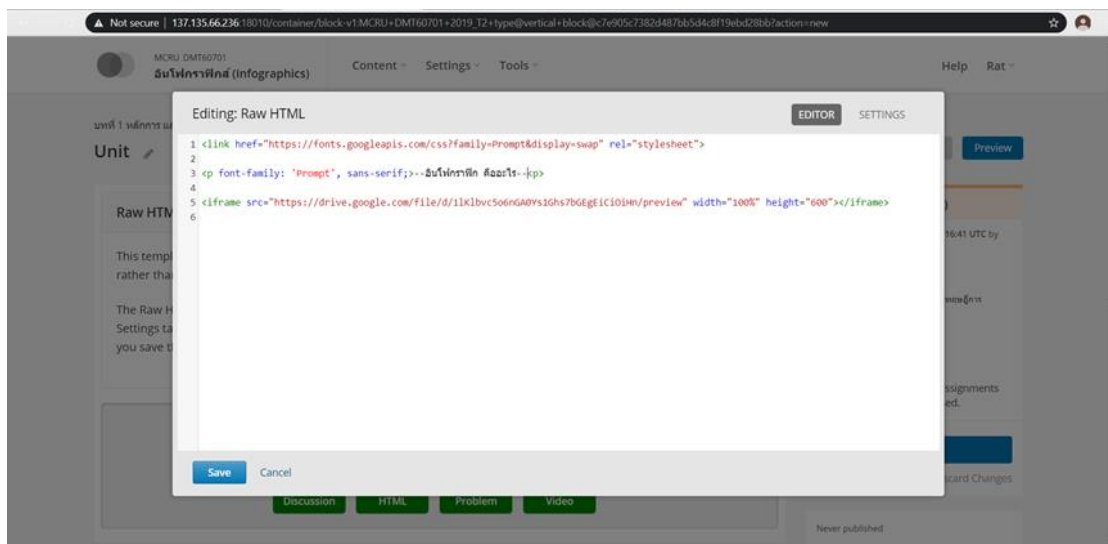
ภาพที่ ง-36 ระบบในส่วนการสร้างเนื้อหาด้วย RAW HTML

9. เมื่อคลิกเลือก RAW HTML แล้วจะแสดงตัวอย่างมาให้ จากนั้นให้ผู้สอนกดที่เมนู EDIT เพื่อเข้าไปแก้ไขข้อมูล



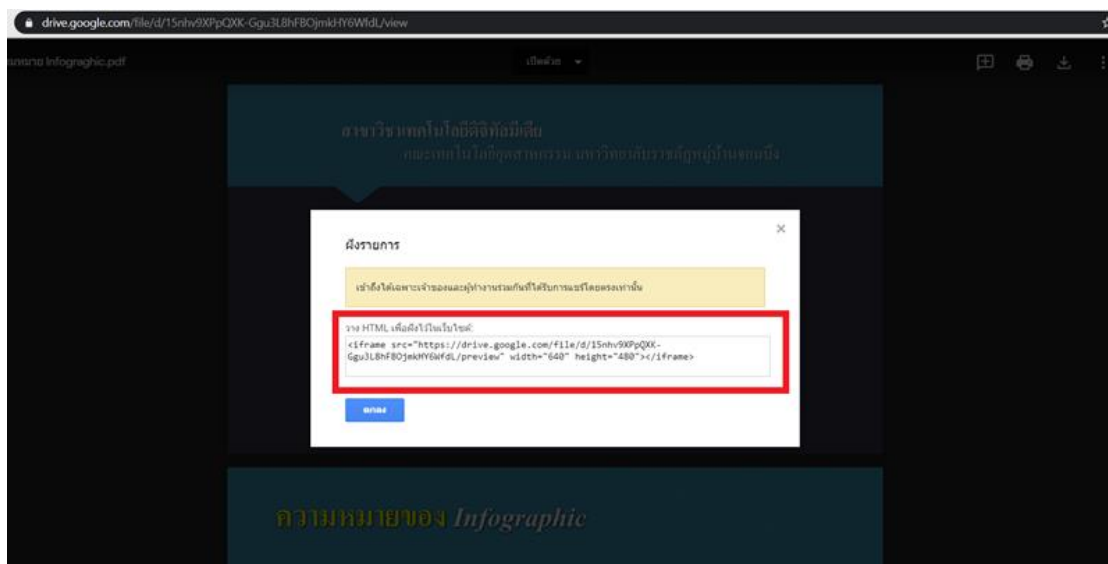
ภาพที่ ง-37 ตัวอย่างของการใช้ RAW HTML

10. เมื่อกดที่เมนู EDIT แล้วก็เข้ามาในส่วนของการแก้ไข โดยในขั้นตอนนี้ผู้สอนจะต้องมีพื้นฐานของภาษา HTML เพื่อใช้ในการเขียนคำสั่งให้แสดงผลตามที่ต้องการ โดยจากตัวอย่างได้ทำการฝากเอกสารไว้ที่ Google Drive แล้วทำการกำหนดให้ไฟล์นั้นแสดงแบบฝังแล้วทำการ Copy Code iFrame มาวางลงในส่วนนี้ จากตัวอย่างจะอยู่บรรทัดที่ 5



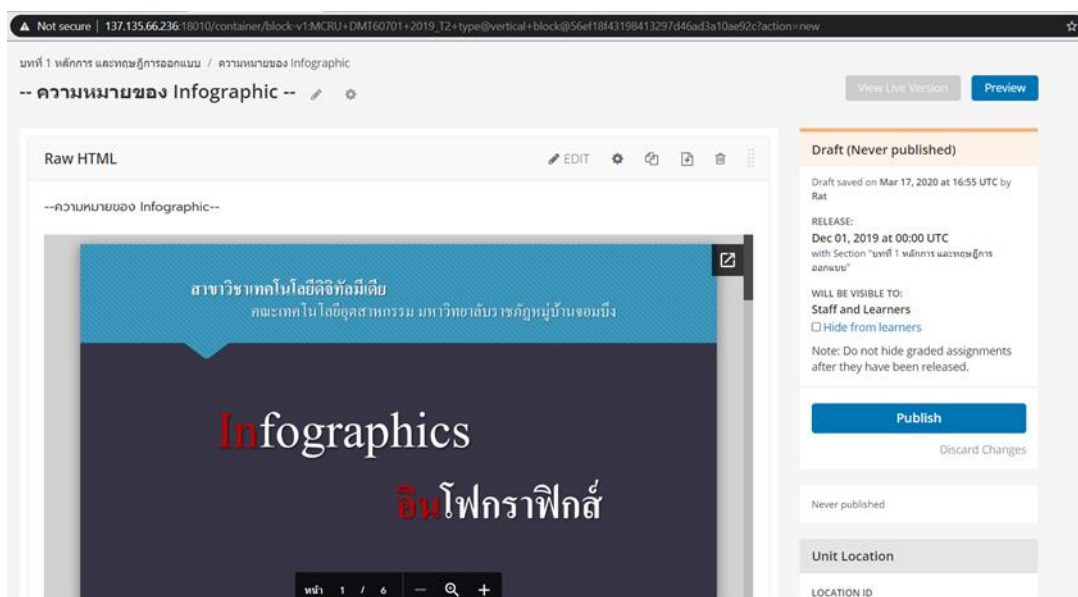
ภาพที่ ง-38 ตัวอย่างการสร้างเอกสารโดยใช้ RAW HTML

11. การนำ Code การฝังเอกสาร จาก Google Drive



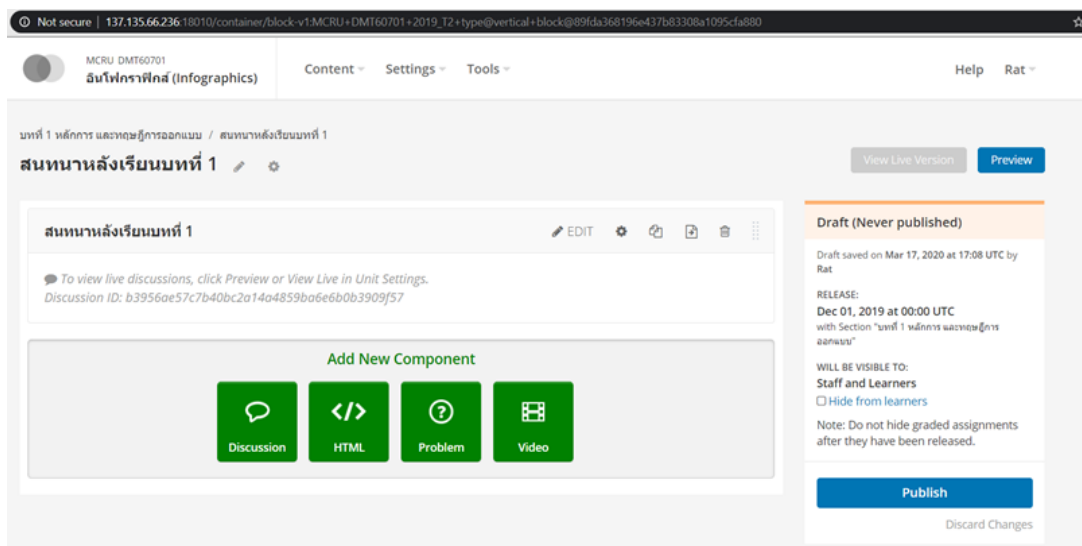
ภาพที่ ง-39 ตัวอย่าง Code ที่ใช้ฝังเอกสารลงในระบบ

12. เมื่อทำการฝังเอกสารเรียบร้อยแล้วก็จะมาแสดงที่กิจกรรมที่เราสร้างไว้



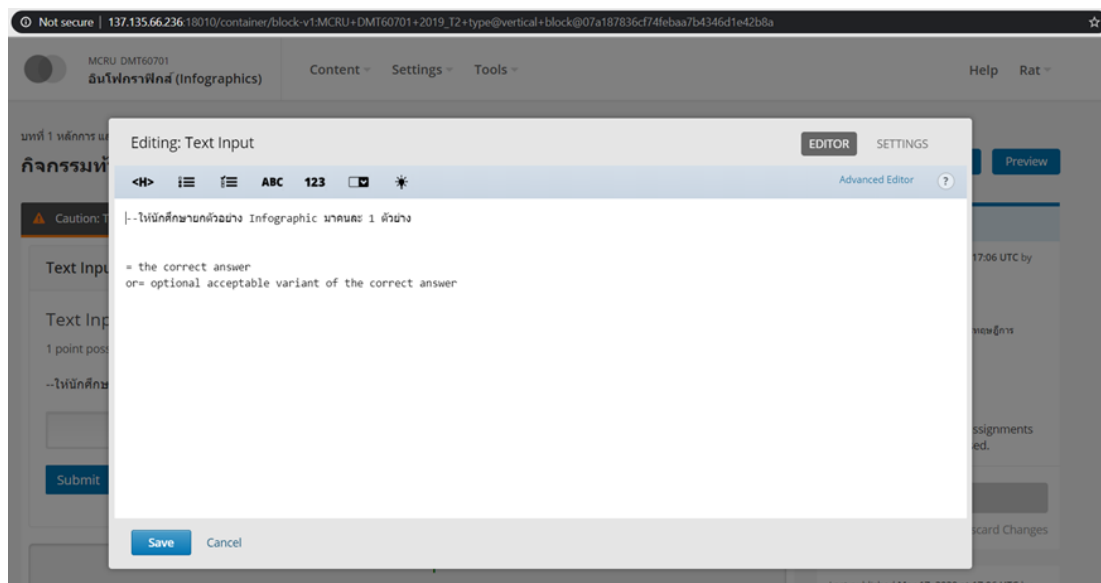
ภาพที่ ง-40 ไฟล์เอกสารที่ฝังรายการไว้ที่ RAW HTML

13. นอกจากสร้างเนื้อหาหรือกิจกรรมการเรียนแล้ว ในระบบก็ยังมีเครื่องมือให้เลือกใช้อีกมาก อย่างเช่น กระดานสนทนา



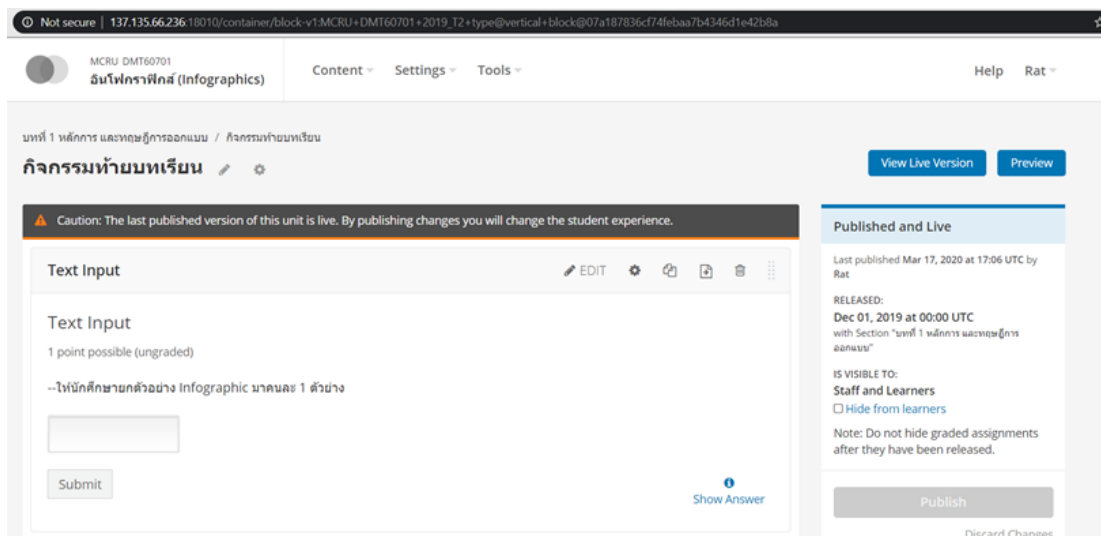
ภาพที่ ง-41 การใช้งานกระดานสนทนา

14. การสร้างแบบทดสอบการเติมคำลงในช่องว่าง โดยฟังก์ชันนี้มีชื่อว่า Text Input เมื่อเข้ามาแล้วให้ผู้สอนใส่คำถามลงไป แล้วใส่คำตอบที่ถูกต้องไปตรงช่อง Correct answer



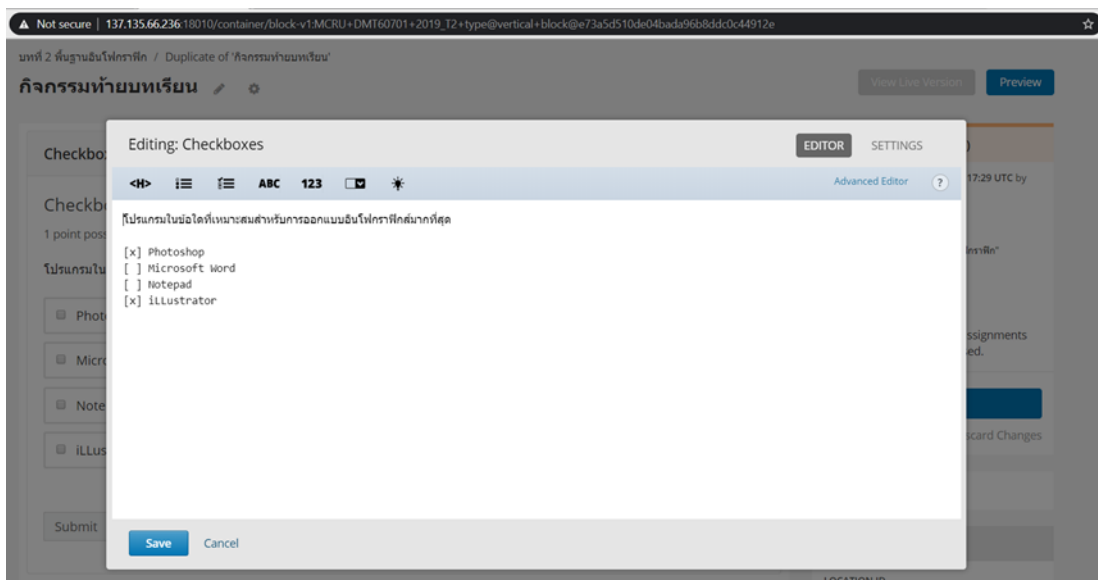
ภาพที่ ง-42 ตัวอย่างการสร้างแบบทดสอบเติมคำในช่องว่าง

15. เมื่อใส่คำถามเสร็จแล้วก็จะพร้อมใช้งาน



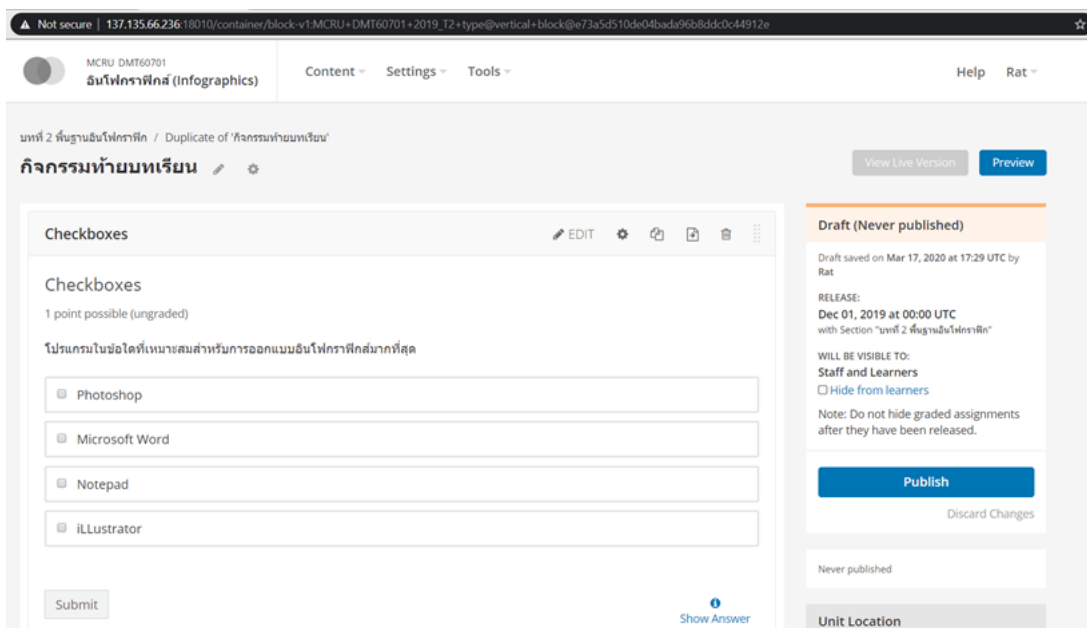
ภาพที่ ง-43 คำถามแบบเติมคำในช่องว่าง

16. แบบทดสอบแบบ Check Box ซึ่งเป็นแบบทดสอบที่ให้ผู้เรียนเลือกตอบได้มากกว่า 1 ข้อ



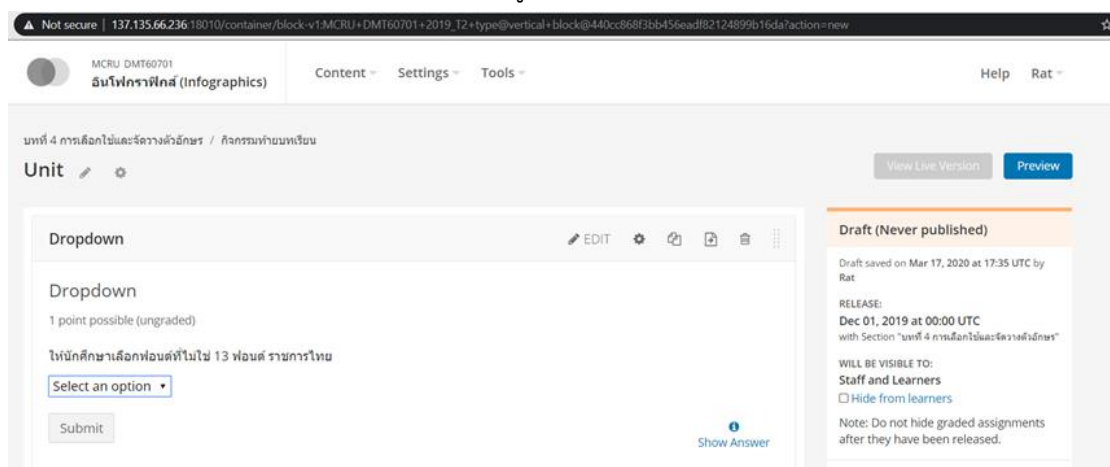
ภาพที่ ง-44 ตัวอย่างของการแบบทดสอบ Check Box

17. เมื่อใส่คำถามและคำตอบเสร็จแล้วจะแสดงตามภาพ



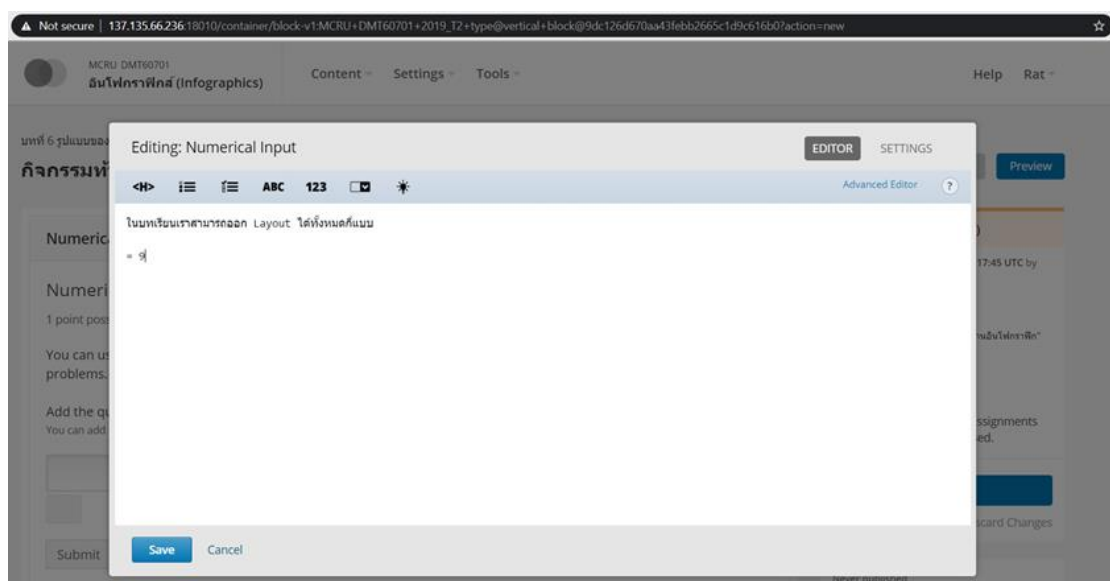
ภาพที่ ง-45 แบบทดสอบ Check Box

18. แบบทดสอบแบบ List Menu โดยผู้เรียนสามารถเลือกตอบได้แค่คำตอบเดียว



ภาพที่ ง-46 ตัวอย่างของการใช้แบบทดสอบแบบ List Menu

19. แบบทดสอบแบบเติมตัวเลขลงในช่องว่าง โดยผู้เรียนสามารถใส่คำตอบได้เพียงแค่ตัวเลขเดียว



ภาพที่ ง-47 ตัวอย่างของการใช้ เติมตัวเลขในช่องว่าง

20. แสดงตัวอย่างของแบบทดสอบแบบเติมตัวเลขในช่องว่าง

Not secure | 137.135.66.236:18010/container/block-v1:MCRU+DMT60701+2019_T2+type@vertical+block@9dc126d670aa43febb2665c1d9c616b0?action=new

บทที่ 6 ภูมิประเทศของงานอินโฟกราฟิก / กิจกรรมท้ายบทเรียน

กิจกรรมท้ายบทเรียน

View Live Version Preview

Numerical Input EDIT

Numerical Input
1 point possible (ungraded)

ใบทเรียนเราสามารถออก Layout ได้ทั้งหมดกี่แบบ

Submit Show Answer

Draft (Never published)

Draft saved on Mar 17, 2020 at 17:46 UTC by Rat

RELEASE:
Dec 01, 2019 at 00:00 UTC
with Section "บทที่ 6 ภูมิประเทศของงานอินโฟกราฟิก"

WILL BE VISIBLE TO:
Staff and Learners
 Hide from learners

Note: Do not hide graded assignments after they have been released.

Publish Discard Changes

Never published

Unit Location

LOCATION ID
9dc126d670aa43febb2665c1d9c616b0

Add New Component

Discussion HTML Problem Video

ภาพที่ ง-48 ตัวอย่างของการใช้แบบทดสอบแบบเติมตัวเลข

21. ภาพการแสดงผลบทเรียนในส่วนของผู้สอน

Not secure | 137.135.66.236:18010/course/course-v1:MCRU+DMT60701+2019_T2/show-block-v1%3AMCRU%28DMT60701%282019_T2%28type%40sequentia%2Bblock%340aac721808b18496ba27e8c38...

MCRU DMT60701
อินโฟกราฟิก (Infographics) Content Settings Tools Help Rat

Content

Course Outline + New Section Collapse All Sections View Live

Course Start Date: Dec 01, 2019 at 00:00 UTC
Course Pacing: Instructor-Paced

Creating your course organization
You add sections, subsections, and units directly in the outline.

Reorganizing your course
Drag sections, subsections, and units to new locations in the outline.

Setting release dates and grading policies
Select the Configure icon for a section or subsection to set its release date. When you configure a subsection, you can also set the grading policy and due date.

แนะนำก่อนเรียน
Released: Dec 01, 2019 at 00:00 UTC

บทที่ 1 หลักการ และทฤษฎีการออกแบบ
Released: Dec 01, 2019 at 00:00 UTC

บทที่ 2 พื้นฐานอินโฟกราฟิก
Released: Dec 01, 2019 at 00:00 UTC

บทที่ 3 หลักการใช้สี
Released: Dec 01, 2019 at 00:00 UTC

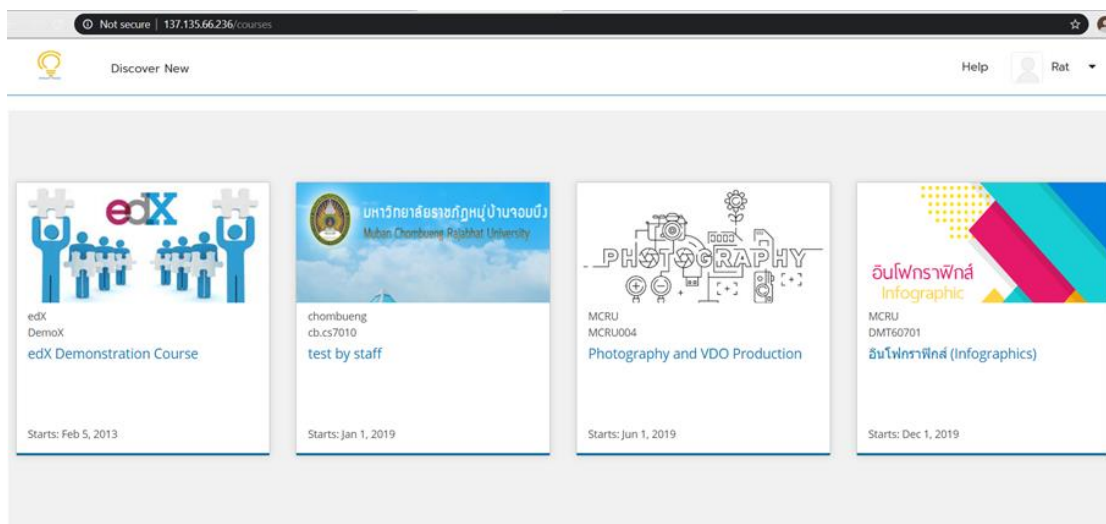
Learn more about the course outline

Learn more about grading policy settings

ภาพที่ ง-49 ตัวอย่างบทเรียนในส่วนของผู้สอน

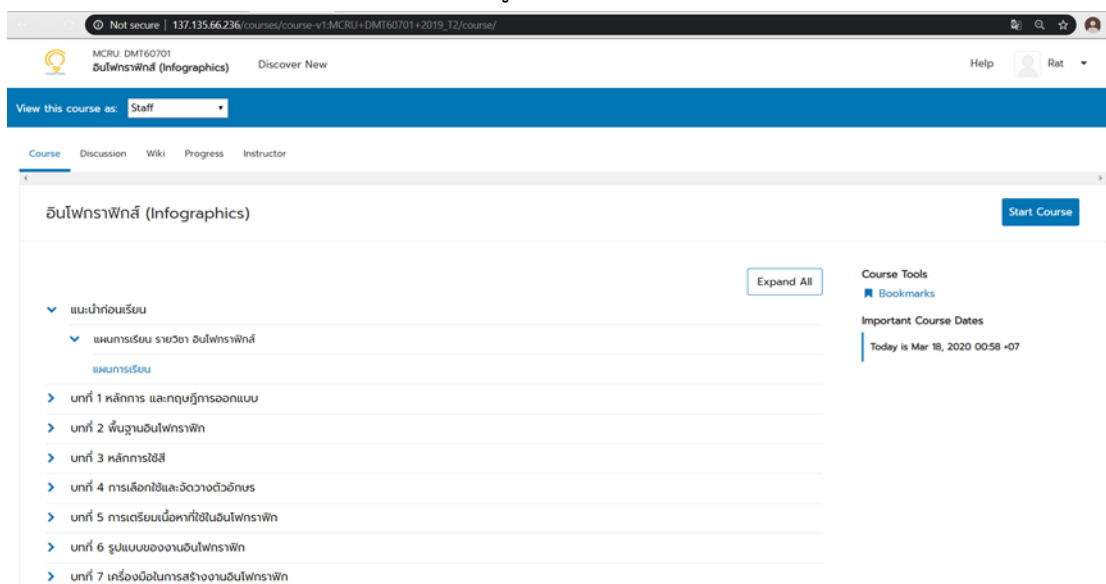
ระบบในส่วนนี้จะเป็นตัวอย่งระบบการทำงานและมุมมองของผู้เรียนซึ่งมีตัวอย่างดังนี้

22. มุมมองของผู้เรียนที่จะสามารถมองเห็นรายวิชาที่ผู้สอนสร้างขึ้นมาได้ แต่ผู้เรียนจะต้องเข้าไปลงทะเบียนเรียน (Enroll) ในรายวิชาที่ต้องการ



ภาพที่ ง-50 ตัวอย่างมุมมองของผู้เรียนในการเลือกวิชา

23. แสดงตัวอย่างบทเรียนในส่วนของผู้เรียน



ภาพที่ ง-51 ตัวอย่างบทเรียนในส่วนของผู้เรียน

24. แสดงกิจกรรมการเรียนรู้ในส่วนของผู้เรียน

อินโฟกราฟิกส์ (Infographics) Start Course

Expand All

Course Tools
Bookmarks
Important Course Dates
Today is Mar 18, 2020 00:58 +07

▼ แนะนำก่อนเรียน

▼ แผนการเรียนรู้ รายวิชา อินโฟกราฟิกส์

แผนการเรียนรู้

▼ หน่วยที่ 1 หลักการ และกฎการออกแบบ

- > อินโฟกราฟิกส์ คืออะไร
- > ความหมายของ Infographic
- > ประโยชน์ของ Infographic
- > จุดเด่น ของการสื่อสารด้วย Infographic
- > สิ่งที่ต้องรู้ Exit Ticket
- > กิจกรรมท้ายบทเรียน
- > สอนบทเรียนบทที่ 1

> หน่วยที่ 2 พื้นฐานอินโฟกราฟิก

> หน่วยที่ 3 หลักการใช้สี

> หน่วยที่ 4 การเลือกใช้และจัดวางตัวอักษร

> หน่วยที่ 5 การเตรียมเนื้อหาที่ใช้ในอินโฟกราฟิก

ภาพที่ ง-52 ตัวอย่างกิจกรรมการเรียนรู้ในส่วนของผู้เรียน

25. แสดงเนื้อหาที่เป็นไฟล์เอกสาร PDF ในส่วนของผู้เรียน

Discussion Wiki Progress Instructor

หน่วยที่ 1 หลักการ และกฎการออกแบบ > ความหมายของ Infographic > -- ความหมายของ Infographic --

ious Next >

-- ความหมายของ Infographic -- VIEW UNIT IN STUDIO

Bookmark this page

--ความหมายของ Infographic--

สาขาวิชามกมโชน โสภณพัฒน์มัย
คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏวชิรญาณชัย

Infographics
อินโฟกราฟิกส์

หน้า 1 / 6

STAFF DEBUG INFO

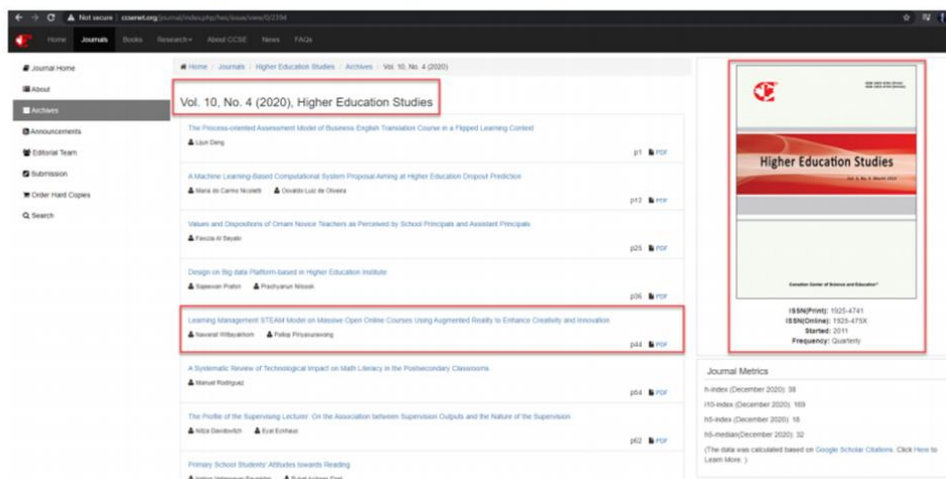
ภาพที่ ง-53 ตัวอย่างเนื้อหาในส่วนของผู้เรียน

ภาคผนวก จ


บทความที่ได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่

บทความที่ได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่

หน้าปกของเล่มวารสาร <http://www.ccsenet.org/journal/index.php/hes/article/view/0/43969>



ภาพที่ จ-1 ฐานข้อมูลที่ตีพิมพ์บทความ



Collection
Thesaurus

Search

[Advanced Search Tips](#)

Peer reviewed only Full text available on ERIC

[Back to results](#)

Learning Management STEAM Model on Massive Open Online Courses Using Augmented Reality to Enhance Creativity and Innovation

Wittayakhom, Nawarat; Piriyasurawong, Pallop

Higher Education Studies, v10 n4 p44-53 2020

The purposes of this study were: 1) design Learning Management STEAM Model on Massive Open Online Courses Using Augmented Reality to enhance Creativity and Innovation, 2) suitability assessment of a Learning Management STEAM Model on Massive Open Online Courses Using Augmented Reality to enhance Creativity and Innovation. The research methodology was composed of two parts: the first part involved theories and research papers relating to massive open online courses, augmented reality, elements synthesis, and the design of a Learning Management STEAM Model on Massive Open Online Courses Using Augmented Reality to enhance Creativity and Innovation; the second part involved suitability assessment of this approach. Data were analyzed by using the statistic of the mathematic mean (\bar{x}) and standard deviation (S.D.). The overall result with regard to the suitability of a Learning Management STEAM Model on Massive Open Online Courses Using Augmented Reality to enhance Creativity and Innovation by seven experts was assessed at a very high level, which can be applied to real situations.

Descriptors: [Art Education](#), [STEM Education](#), [Engineering Education](#), [Higher Education](#), [Open Education](#), [Online Courses](#), [Creativity](#), [Innovation](#), [Instructional Design](#), [Instructional Effectiveness](#), [Skill Development](#), [Foreign Countries](#)

Canadian Center of Science and Education, 1120 Finch Avenue West Suite 701-309, Toronto, OH M3J 3H7, Canada. Tel: 416-642-2606; Fax: 416-642-2608; e-mail: hes@ccsenet.org; Web site: <http://www.ccsenet.org/journal/index.php/hes>

Publication Type: Journal Articles; Reports - Research

Education Level: Higher Education; Postsecondary Education

Audience: N/A

Language: English

Sponsor: N/A

Authoring Institution: N/A

Identifiers - Location: Thailand (Bangkok)

ภาพที่ จ-2 บทความที่ทำการตีพิมพ์

Learning Management STEAM Model on Massive Open Online Courses Using Augmented Reality to Enhance Creativity and Innovation

Nawarat Wittayakhom¹ & Pallop Piriyastrawong¹

¹Division of Information and Communication Technology for Education, Faculty of Technical Education, King Mongkut's University of Technology North Bangkok, Bangkok, Thailand

Correspondence: Nawarat Wittayakhom, Division of Information and Communication Technology for Education, Faculty of Technical Education, King Mongkut's University of Technology North Bangkok, Bangkok, Thailand. Tel: 66-863-758-947. E-mail: nawarush23@gmail.com

Received: September 5, 2020 Accepted: October 1, 2020 Online Published: October 20, 2020
 doi:10.5539/hes.v10n4p44 URL: <https://doi.org/10.5539/hes.v10n4p44>

Abstract

The purposes of this study were: 1) design Learning Management STEAM Model on Massive Open Online Courses Using Augmented Reality to enhance Creativity and Innovation, 2) suitability assessment of a Learning Management STEAM Model on Massive Open Online Courses Using Augmented Reality to enhance Creativity and Innovation. The research methodology was composed of two parts: the first part involved theories and research papers relating to massive open online courses, augmented reality, elements synthesis, and the design of a Learning Management STEAM Model on Massive Open Online Courses Using Augmented Reality to enhance Creativity and Innovation; the second part involved suitability assessment of this approach. Data were analyzed by using the statistic of the mathematic mean (\bar{x}) and standard deviation (S.D.). The overall result with regard to the suitability of a Learning Management STEAM Model on Massive Open Online Courses Using Augmented Reality to enhance Creativity and Innovation by seven experts was assessed at a very high level, which can be applied to real situations.

Keywords: STEAM education, massive open online course, augmented reality, creativity, innovation

1. Introduction

Intellectual property is the key factor contributing to national development, so we need to support, encourage and promote the value of intellectual property as a subject of increasing global importance. The key concepts include creative design thinking immersion plan leading to creation of intellectual property across all ages and genders (Uttama, n.d.) idea generation process that leads to innovation such as product, process, and service, values-based recognition, recognition of product quality or service (Shukla, 2009) by using technological advancement and creative thinking for new product development.

Innovation, creativity and information technology play an important role in national development and create competitive potential in business in order to compete in the global economy and digital age. Global innovation index is used for evaluating global ranking of innovation performance and information technology in many countries (Uttama, n.d.). According to rapid development of information and communication technology (ICT) providing new ways of enhancing the teaching and learning process such as educational materials, students are able to seek knowledge from educational resources developed through innovative education technology helping students develop 21st century skills (Techakosit & Nilsook, 2016). Due to constant development of technology that rapidly changes the way of learning and teaching, it offers students easy access to learning resources. Technology is used to support instructional design and different types of learning and teaching approaches bringing creative ideas and innovative products including knowledge and technology-based new product development and creativity (Uttama, n.d.) as one of the essential skills helping students for the future career.

STEAM is an integrated approach to learning which was evolved from STEM (science, technology, engineering, and mathematics) (Granovski, 2018), (IPST, 2016). Studies on the implementation of STEAM elements of education are conducted in many countries: USA, Australia, South Korea, Canada, Thailand, etc (Anisimova et al., 2020). STEAM encourages students to create their own interactive stories, creative design and learns by

practice helping them develop expertise in problem solving, analysis, synthesis, evaluation, and creation and allowing them to illustrate concepts they are learning and gain a better understanding (Bedar & Al-Shboul, 2020). STEAM also enables students to develop creative skills and illuminate relationship between critical and creative thinking (Santipaiboon, 2018) which are obvious characteristics found in inventors (Yakman & Lee, 2012), (Yakman, 2008), (Sriboon, 2018). The use of augmented reality (AR) is to superimpose an image onto users' view of the real world and enhances it with sound (Gulatee & Nilsook, 2014) to attract and make users experience more immersive. AR helps students become more engaged during classes and support them to learn faster. It also provides teachers with a convenient way to create outdoor learning activities.

The researchers were therefore interested in development of learning management STEAM model on massive open online courses using augmented reality to enhance creativity and innovation. Based on studies, theories, and relevant research paper concerning massive open online courses (MOOC), augmented reality (AR), elements synthesis of learning management STEAM model as a tool for developing skills as well as spending free time on studying with review of learning, this study can be used for further development of learning management towards creative thinking process and a variety of learning process so as to create desired characteristics of students such as knowledge and understanding of contexts in regard to complex thinking skills and creative thinking presentation for innovative products.

2. Related Literature

2.1 STEM Education

STEAM education is learning management evolved from STEM education and designed to integrate four subjects with each other including science, technology, engineering, and mathematics. Learning management STEAM model promotes innovation and design thinking in students and provides them with means to solve real-world problems according to engineering design process. The following are engineering design process-based teaching and learning model (IPST, 2016): (1) problem identification, (2) related information search, (3) solution design, (4) planning and development, (5) testing, evaluation, and design improvement and (6) presentation. For example, STEM education in Massachusetts uses engineering design process that includes (1) identification of topics and learning objectives, (2) teaching techniques and constraints, (3) various types of instructional design to be used in a way that relevant to context, (4) selection of educational objectives and context and constraints in classrooms, (5) development of learning units, (6) tests, (7) presentation and discussion, (8) improvement after performance evaluation and suggestion (Billiark et al., 2014). Art integration under STEAM concept focuses on innovative design allowing students to work through creative process, experiential learning, real-world work practices, problem-solving, analysis, synthesis, evaluation, and development of creative skills resulting in improving cognitive skills, gaining better understanding what is being taught plus development of creative thinking. Also, STEAM enables students to illuminate relationship between critical and creative thinking, so students can learn science more effectively which is the obvious characteristic found in inventors (Yakman, 2008). STEM has evolved into STEAM which is integration of segmented school subject such as science, technology, engineering, arts, and mathematics with its addition of arts to curriculum to inspire creativity and imagination as well as activities promoting critical thinking skills in science and across all subjects leading to development of creativity (Yakman & Lee, 2012), (Yakman, 2008), (Sriboon, 2018), (Kim & Park, 2012), (Wongthong, 2019).

2.2 Augmented Reality

Augmented reality (AR) is conceptualized by Tom Caudell and David Mizell while working on Boeing's Computer Services' Adaptive Neural Systems Research and Development Project to help Boeing's manufacturing and engineering process which led them to design software that could overlay the positions of where certain cables in the building process were supposed to go (Kipper, 2013). AR is an immersive computer-based technology that overlays information and virtual objects on real-world scenes in real-time (Eh Phon et al., 2014) and completely absorbs users into a simulated environment. AR is used to enhance all human five senses by adding digital or computer generated information such as images, audio, video and interaction overlaying virtual objects generated in the graphics system (Kalarat, 2015).

Apart from what is mention above, it can be summarized that Augmented Reality is a combination of real and virtual worlds with the use of software systems and connected devices including webcam or other related devices. AR components are as follows: 1) Marker, symbol or designated image used to compare on other images stored in marker database. 2) Video camera, webcam, camera phone or sensor is used for image analysis and image/marker recognition with 3D pose estimation and tracking system. 3) Display – computer monitor or mobile screen or others. 4) Software or processing unit for creating images or 3D objects, the process of turning

information from a 3D model into a 2D image (3D rendering) where virtual 3D images are merged into real scene (Lim et al., 2017).

There are several ways in which Augmented reality is being used like advertising, games, education (Ahmad & Junaini, 2020), VR technology in the construction industry or infrastructure with the following methods: (1) augmented reality, (2) 3D modeling, (3) Vuforia SDK, (4) relief mapping (Kalarat, 2015) and (5) AR application in education.

AR application in learning and teaching management should provide students with collaborative learning to help them improve their understanding of lessons and keep them interested in learning. AR can also be applied to other technologies in education, and it makes it possible to give students information at the point of need by offering them virtual reality experience. This naturally leads to collaborative interactions among students and deep understanding of what they are learning (Eh Phon et al., 2014), (Meesuwan, 2011).

In this study, the researchers presented the application of augmented technology to promote graphic creativity since graphics in engineering education involves AR-based (Chen et al., 2011) engineering system architecture composed of five components: (1) tracking and registration module, (2) gesture computing module, (3) operation instruction module, (4) 3D model database and (5) rendering engine working together with mobile augmented reality system for in-situ 3D modeling and authoring that can model 3D virtual objects and author augmented reality contents (Yoo & Lee, 2014). AR application in education provides new way of learning and teaching. It shapes the learning experience and brings in more experience-based learning which is found to be helpful and interesting. Analysis of augmented reality markers was used for visual mapping and localization and then triggered the display of virtual information in real-time. It brings lessons and textbooks to life by combining video, photos, and audio in an interactive platform. This ultimately provides students with an engaging way to learn that can make complex subjects and topics easier to grasp and understand. Moreover, AR makes teaching easier where teachers no longer need to explain complex concepts.

2.3 Massive Open Online Course

Due to advancement in technology, there is a growing trend toward online education. Technology facilitates learning processes and increase performance of the educational system as it regards to effectiveness and/or efficiency. With technology, students can access knowledge at any time and place, review difficult concepts or skip ahead if they need to whereas teachers can transfer their knowledge to students quickly and efficiently. MOOC is blended learning model that is crucial for today's position of higher education. The benefits of MOOC are as follows: (Liqin et al., 2015): 1) MOOC offers effective pedagogy that improves issues associated with academic preparedness and the absence of motivating curriculum. 2) MOOC has been transformed into a more contemporary and attractive learning method where students can access learning materials from world-wide renowned universities and choose from a wide variety of subjects. 3) MOOC assists in educational institutions' teaching and learning management such as digital network, operation, and investigation. 4) There is interaction between students and teachers using MOOC education as well as making up the essence of the collaborative aspects of the MOOC.

Instructional development of MOOC provides a variety of learning components such as (1) videos for explanation, information, sample and experiment, (2) materials, (3) interaction and idea exchange, (4) activities, (5) assessment, and (6) tests. MOOCs for higher education Thailand have five important components as follows: (1) course management, (2) course instructional design, (3) course development, (4) course implementation, and (5) course evaluation. The dominant learning strategies should be employed in MOOC formats include aggregation, relation, creation and sharing (NSTD, n.d.), (Tinnawas & Thammetar, 2019).

In this study, components of subjects or lessons design for MOOCs were as follows: (1) short video contents like giving information, example and experiment, (2) exercise and learning materials, (3) interaction and idea exchange, (4) activities, (5) assessment, and (6) tests.

2.4 Creativity and Innovation

21st century skills are essential for educational and learning management system comprising seven skills as well as creativity and innovation. 21st century skills refer to a broad set of knowledge and skills that students need to succeed in careers (Phonok, 2014). According to the concept of Guilford (Phanmanee, 1994), creativity was brain that generates diverse ideas or convergent thinking or divergent thinking consisting of fluency, flexibility, originality and elaboration whereas creativity defined by Torrance was integration of experience to produce new combinations of ideas or distinctive products which included three components; fluency, flexibility and originality. For innovation, it can refer to creative thoughts and the process of idea generation that brings new

products or manufacturing process. Innovation output comprises of knowledge and technology outputs and creative outputs. There are concrete and abstract concepts of innovation. Concrete concept of innovation includes new product/service while abstract concept of innovation refers to new strategies of sales, marketing plan, new process and procedures to improve efficiency or make things faster and easier. In conclusion, creativity is the starting point of innovation whereas innovation refers to the application of ideas and imagination that is novel and useful by using brainstorming techniques to bring different perspectives as well as encompassing improvement of existing production processes or parts of the product. Brainstorming is an encouragement of unconventional ideas with analysis and assessment approaches to develop understanding of creativity (Billiark et al., 2014), (Kim & Park, 2012), (Panich, 2012), (Chuelooppo et al., 2017).

3. Objectives of the study

3.1 Design of Learning Management STEAM Model on Massive Open Online Courses Using Augmented Reality to enhance Creativity and Innovation

3.2 Suitability assessment of Learning Management STEAM Model on Massive Open Online Courses Using Augmented Reality to enhance Creativity and Innovation

4. Conceptual Framework

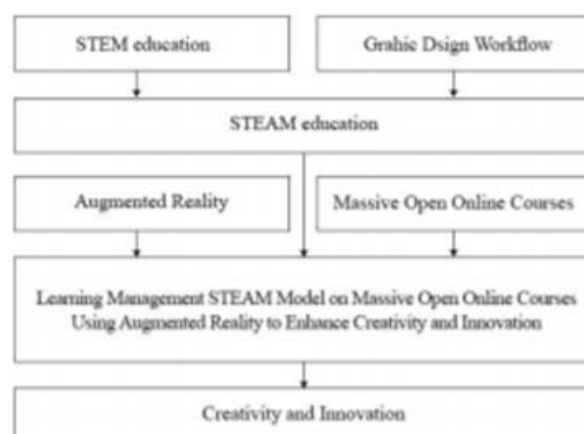


Figure 1. The conceptual framework

Figure 1 shows conceptual framework was composed of three components: 1) input - massive open online courses (edX), STEAM education, augmented reality application, 2) process - learning management STEAM model and system, and 3) output – creativity and innovation. Those were three processes for building learning management STEAM model on massive open online courses using augmented reality to enhance creativity and innovation.

5. Research Methodology

The research methods were of 2 phases as follows:

Phase 1: Model Development Study and synthesis of conceptual framework based on concept and principles, analysis, and synthesis of learning management process based on documents and relevant research papers. Details were provided below:

- 1) Analysis of information gathered from concept and theory relating to online education.
- 2) Synthesis of STEAM learning process in (Kijkuakul, 2015), (Prasertsang, 2016), (Prasertsang & Pimkhalee, 2017), (Jantorn, 2017), (IPST, 2016), (Billiark et al., 2014), (ETDA, 2010), (Vasoh, 2015), (Amornchantanakorn, 2015).
- 3) Analysis of augmented reality concept and theory so as to apply component and technology in learning and teaching management in (Meesuwan, 2015), (Samitritta, 2016), (Yoo & Lee, 2014), (Gutierrez et al., 2013), (Purnama et al., 2014).
- 4) Development of Learning Management STEAM Model on Massive Open Online Courses Using Augmented Reality to enhance Creativity and Innovation.

Phase 2: Suitability Assessment of the Model The process of suitability assessment of Learning Management STEAM Model on Massive Open Online Courses Using Augmented Reality to enhance Creativity and Innovation was as follows:

- 1) Create instruments for the assessment Learning Management STEAM Model on Massive Open Online Courses Using Augmented Reality to enhance Creativity and Innovation.
- 2) There are seven experts with Doctorate's degree or not less than five years of teaching experience in higher education. Four experts have a comprehensive knowledge of teaching design and three have a comprehensive knowledge of technology to assess the model.
- 3) Analyze the assessment data obtained, using the arithmetic mean (\bar{x}) and standard deviation (S.D.).
- 4) Improve the model as suggested by the experts.
- 5) Present the designed model.

6. Results

6.1 The Developed Model of Learning Management STEAM Model on Massive Open Online Courses Using Augmented Reality to Enhance Creativity and Innovation consisted of 4 components as shown in the figure below



Figure 2. Learning Management STEAM Model on Massive Open Online Courses Using Augmented Reality to Enhance Creativity and Innovation

Figure 2 The process of Learning Management STEAM Model on Massive Open Online Courses Using

Augmented Reality to enhance Creativity and Innovation as follow:

Analysis of inputs: Studies and analysis of documents and relevant research papers.

Learning objective by setting learning goals or performance goals for student achievement with knowledge and pre-requisite skills.

Contents and subjects for teaching.

Students – analysis of students’ learning readiness, learning equipment, and students’ interests in creative graphic design for further studies.

Teachers - analysis of students’ learning readiness concerning pedagogical content knowledge as well as knowledge and readiness towards learning management system.

The technology of massive open online courses using augmented reality was related to analysis of factors that supported learning and teaching, analysis of educational equipment, activities for practice of knowledge acquisition after each lesson, exercises and tests such as online discussions, use of augmented reality application for enhancing creativity and reviewing previous learning. Moreover, MOOCs supported communication and the exchange of ideas so as to increase collaboration between students and teachers, enhance collaborative learning with a one-way and two-way form of communication including 1) e-mail, a communication channel between students and teachers or among students used for submitting homework assignments, 2) web board – making questions as assigned by teachers that allowed students to have a group discussion and write a summary, 3) chat – a form of communication via application or website between teachers and students, 4) video conference – real-time conversation between teachers and students and 5) streaming – broadcasting of live video and sound over the internet.

The process of Learning Management STEAM Model on Massive Open Online Courses Using Augmented Reality to enhance Creativity and Innovation composed of three components:

Preparation for online learning: (1) Signing up for creating an account – students had to provide all needed information to verify their identity, (2) E-mail confirmation and account activation for signing in to account to access to online education, (3) MOOC offered online enrollment according to students’ preferred choice of subjects within stipulated timeframe, (4) Course handouts – very useful for explaining important information about learning objectives, course description as well as providing public relations news to students and developers, (5) Course updates and news – concerning explanation of online education process through e-Notice on the system and (6) Pre-test to assess students’ prior knowledge.

Learning management STEAM model on massive open online courses using augmented reality was a process that enhanced creativity and innovation and allowed students to view or access the course and its content whereby teachers can create online classes and store course materials, manage assignments/learning activities all in one place e.g. video component, discussion component, contents, augmented reality. The online education system composed of six steps: (1) Analysis and problem identification. (2) Collected information and Conceptual design. (3) Solution design. (4) Planning and development innovations. (5) Testing and Improvement including: (5.1) Experiment for future innovation development. (5.2) Evaluation for future innovation development. (5.3) Improvement for future innovation. (6) Innovation presentation/problem - solving results or results of new product development.

Measurement process included (1) post-study assessment to measure student progress, (2) measurement of student creativity (3) measurement of innovative performance.

Evaluation: the process was as follows:

(1) Evaluation of student creativity after the use of the process of Learning Management STEAM Model on Massive Open Online Courses Using Augmented Reality to enhance Creativity and Innovation with summative evaluation approach and (2) Evaluation of innovative products or ideas after completing the program with summative evaluation approach.

Feedback

Input of learning reflection through the process of Learning Management STEAM Model on Massive Open Online Courses Using Augmented Reality to enhance Creativity and Innovation for further improvement.

6.2 The Result of Model Assessment

Table 1. The arithmetic mean and standard deviation results from specialists relating to the Learning Management STEAM Model on Massive Open Online Courses Using Augmented Reality to enhance Creativity and Innovation. The five-point Likert scale would be used to determine the weight of assessing the appropriateness of the model

Description	Result		Rate of appropriateness
	\bar{x}	S.D.	
1. Inputs			
1.1 Learning objectives	5.00	0.00	very high
1.2 Contents and subjects	5.00	0.00	very high
1.3 Students	5.00	0.00	very high
1.4 Teacher	5.00	0.00	very high
1.5 Massive Open online courses using augmented reality	4.86	0.38	very high
2. Learning process			
2.1 Preparation			
2.1.1 Sing in	5.00	0.00	very high
2.1.2 Confirm with E-mail	5.00	0.00	very high
2.1.3 Enroll	5.00	0.00	very high
2.1.4 Course Handouts	5.00	0.00	very high
2.1.5 Course Updates and New	5.00	0.00	very high
2.1.6 Pre-test	5.00	0.00	very high
2.2 Online learning			
2.2.1 Analyze and Problem identification	5.00	0.00	very high
2.2.2 Collected information and Conceptual design	4.57	0.53	very high
2.2.3 Solution Design	5.00	0.00	very high
2.2.4 Planning and Development Innovations	5.00	0.00	very high
2.2.5 Testing and Improvement	4.86	0.38	very high
2.2.6 Innovations Presentation	4.86	0.38	very high
2.3 Measurement process included			
2.3.1 Post-study assessment to measure student progress	4.43	0.98	high
2.3.2 Measurement of student creativity	4.57	0.79	very high
2.3.3 Measurement of innovative performance	4.43	0.79	high
3. Evaluation			
3.1 evaluation creativity	4.71	0.49	very high
3.2 evaluation innovative	4.43	0.53	high
4. Feedback			
4.1 errors checking in each steps	4.86	0.38	very high
Average	4.85	0.24	very high

Table 1 shows the overall result in regard to suitability of Learning Management STEAM Model on Massive Open Online Courses Using Augmented Reality to enhance Creativity and Innovation assessed by those experts was at the very high level with the mean and standard deviation ($\bar{x} = 4.85$, S.D. = 0.24).

7. Discussion

The Learning Management STEAM Model on Massive Open Online Courses Using Augmented Reality to enhance Creativity and Innovation is the learning management that applies augmented reality to the STEAM education process, and to act in the real world, leading to the enhancement of creativity and innovation. Seven specialists in this field agree that the developed learning-management model was at the most appropriate level. Our results relate to the work of Techakosit and Nilsook (2016) who employ the Learning Process of Scientific Imagineering in their research and found that AR can enhance STEM literacy, as published in an article entitled „The Learning Process of Scientific Imagineering through AR in Order to Enhance STEM Literacy“. In addition, our results are also consistent with those from the research paper of Chuelooppo, Bongkotphet, and Warangkanagool (2017), entitled “Developing 10th Grade Students’ Creativity Using Stem Approach Based on Engineering Design Process in the Topic of Rotational Motion“. Both our findings and the results from the literature suggest that learning management with an emphasis on engineering design according to STEAM

education can develop student creativity ranking from the highest to the lowest included flexibility, originality, elaboration, and fluency.

8. Conclusions

The study concluded that fluency, flexibility, originality, and elaboration are components applied to learn management STEAM model on massive open online courses using augmented reality to enhance creativity. The process of synthesis of Learning Management STEAM Model on Massive Open Online Courses Using Augmented Reality to enhance Creativity and Innovation followed:

1. Online learning preparation included signing up, e-mail confirmation, MOOC enrollment, course handouts, course updates and news, and pre-assessment.
2. Online learning classes created by teachers through social media learning based system consisted of six steps: (1) analysis and problem identification, (2) conceptual design, (3) solution design, (4) planning and development innovations, (5) testing and improvement including (5.1) experiment for future innovation development, (5.2) evaluation for future innovation development, (5.3) improvement for future innovation and (6) Innovation presentation/problem-solving results or results of new product development.
3. Measurement process included (1) post-study assessment to measure student progress, (2) measurement of student creativity, and (3) measurement of innovation relating to the measurement of student innovative performance.

Acknowledgment

This research received a partial thesis research grant for graduate students from the Graduate College at King Mongkut's University of Technology North Bangkok, Bangkok, Thailand

References

- Ahmad, N. I. N., & Junaini, S. N. (2020). Augmented reality for learning mathematics. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 15(16), 106-122. <https://doi.org/10.3991/ijet.v15i16.14961>
- Amornchantanakorn, U. (2015). Graphic Design Basic. Retrieved from <http://slideplayer.in.th/slide/2226936>
- Anisimova, T. I., Sabirova, F. M., & Shatunova, O. V. (2020). Formation of design and research competencies in future teachers in the framework of STEAM education. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 15(2), 204-217. <https://doi.org/10.3991/ijet.v15i02.11537>
- Bedar, R. W. A.-H., & Al-Shboul, M. A. (2020). The Effect of Using STEAM Approach on Motivation Towards Learning Among High School Students in Jordan. *International Education Studies*, 13(9), 48. <https://doi.org/10.5539/ies.v13n9p48>
- Billiark, K., Hubelbank, J., Oliva, T., & Camesano, T. (2014). Teaching STEM by design. *Advances in Engineering Education*, 4(1), 1-21.
- Chen, H., Feng, K., Mo, C., Cheng, S., Guo, Z., & Huang, Y. (2011). Application of augmented reality in engineering graphics education. *ITME 2011 - Proceedings: 2011 IEEE International Symposium on IT in Medicine and Education*, 2, 362-365. <https://doi.org/10.1109/ITiME.2011.6132125>
- Chuelooppo, S., Bongkotphet, T., & Warangkanagool, C. (2017). Developing 10 th Grade Students "Creativity Using Stem Approach Based on Engineering Design Process in the Topic of Rotational Motion. *The 17th Graduate Studies of Northern Rajabhat University Network Conference*, pp. 139-152.
- Electronic Transactions Development Agency (Public Organization). (2010). *Design guide*. Retrieved from <https://goo.gl/wHBynN>
- Eh Phon, D. N., Ali, M. B., & Halim, N. D. A. (2014). Collaborative augmented reality in education: A review. *Proceedings - 2014 International Conference on Teaching and Learning in Computing and Engineering, LATICE 2014*, pp. 78-83. <https://doi.org/10.1109/LaTiCE.2014.23>
- Granovskiy, B. (2018). Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Education: An Overview. *Congressional Research Service*, 1-29.
- Gulatee, Y., & Nilsook, P. (2014). Elements of Learning Design for MOOCs. *The Fifth TCU International E-Learning Conference, August*. <https://doi.org/10.13140/2.1.3914.4321>
- Gutierrez, F., Abud, M. A., Vera, F., & Sanchez, J. A. (2013). Application of contextual QR codes to augmented reality technologies. *23rd International Conference on Electronics, Communications and Computing, CONIELECOMP 2013*, pp. 264-269. <https://doi.org/10.1109/CONIELECOMP.2013.6525798>

- Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (2016). *Design of stem educational activities*. Retrieved from <https://bit.ly/31m3yDz>
- Jantorn, P. (2017). *Process "Stem Activity"*. Retrieved from <https://bit.ly/2z0QGY3>
- Kalarat, K. (2015). Applying Relief Mapping on Augmented Reality. *Proceedings of the 2015 12th International Joint Conference on Computer Science and Software Engineering, JCSSE 2015*, pp. 315-318. <https://doi.org/10.1109/JCSSE.2015.7219816>
- Kijkuakul, S. (2015). Stem Education. *Journal of Education Naresuan University*, 17(2), 201-207. <https://doi.org/10.1038/scientificamerican0217-5>
- Kim, Y., & Park, N. (2012). The effect of STEAM education on elementary school Student " s Creativity Improvement * Mechanical Mechanism of Rube Goldberg Machine Contest. *Computer Applications for Security, Control and System Engineering*, pp. 115-121. https://doi.org/10.1007/978-3-642-35264-5_16
- Kipper, G. (2013). What Is Augmented Reality?. *Augmented Reality*, 1-27. <https://doi.org/10.1016/b978-1-59-749733-6.00001-2>
- Lim, C., Kim, C., Park, J. I., & Park, H. (2017). Mobile Augmented Reality Based on Invisible Marker. *Adjunct Proceedings of the 2016 IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality, ISMAR-Adjunct 2016*, pp. 78-81. <https://doi.org/10.1109/ISMAR-Adjunct.2016.0045>
- Liqin, Z., Ning, W., & Chunhui, W. (2015). Construction of a MOOC based blend learning mode. *10th International Conference on Computer Science and Education, ICCSE 2015, Iccse*, pp. 997-1000. <https://doi.org/10.1109/ICCSE.2015.7250397>
- Meesuwan, W. (2011). AUGMENTED REALITY TECHNOLOGY FOR LEARNING. *Journal of Education Naresuan University*, 13(2), 119-127.
- Panich, V. (2012). *Ways to create learning for students in the 21st century*. Bangkok: Sodsri-Saridwongso Foundation.
- Phanmanee, A. (1994). *Creativity*. Bangkok: Tonaor Grammy.
- Phonok, J. (2014). *21st century skills*. Retrieved from <https://bit.ly/2xxiD9q>
- Prasertsang, P. (2016). Learning Design for STEM Education. *Prae-WaKalasin Journal of Kalasin University*, 3(3), 129-140.
- Prasertsang, P., & Pimkhalee, N. (2017). Development of Learning Activities Using STEM Education in Mathematics for Third Grade Students. *Journal of Education, Mahasarakham University*, 11(1), 132-143.
- Purnama, J., Andrew, D., & Galinium, M. (2014). Geometry learning tool for elementary school using augmented reality. *Proceedings - International Conference on Industrial Automation, Information and Communications Technology, IAICT 2014, August*, pp. 145-148. <https://doi.org/10.1109/IAICT.2014.6922112>
- Santipaiboon, J. (2018). *Learner's development activities by steam and productivity based learning to enhance the process skills and creative abilities in third grade students*. A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for Master of Education. NakhonPathom: Silpakorn University
- Shukla, A. (2009). *What is Innovation? Why Innovation is important?*. Retrieved from <https://www.paggu.com/getting-into-roots%20what-is-innovation-why-innovation-is-important>
- Sriboon, S. (2018). *The learning outcome of steam education based on problem based learning to developing mathematical skills and process for seventh grade students*. A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for Master of Education. Nakhon Pathom: Silpakorn University.
- Techakosit, S., & Nilsook, P. (2016). The learning process of scientific imagineering through AR in order to enhance STEM literacy. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 11(7), 57-63. <https://doi.org/10.3991/ijet.v11i07.5357>
- The institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (2016). *STEM Education Thailand*. Retrieved from <http://www.stemedthailand.org>
- Tinnawas, N., & Thammetar, T. (2019). The Study Of Massive Open Online Course Model For Thai Higher Education. *Veridian E-Journal, Silpakorn University*, 9(3), 1463-1479.
- Uttama, N. (n.d.). *Innovation, creativity and information technology: unlocking the key to national growth*.

Retrieved from <http://rs.mfu.ac.th/obels/?p=1335>

Vasoh, A. (2015). *Graphic Design for Printing & Publishing*. Nonthaburi: IDC Premier Co., Ltd.

Wongthong, P. (2019). Effect of Integrated Learning Activities Based on STEAM Education on Science Learning Achievement , Critical Thinking Skills and Students " Satisfaction of Grade 4 Students. *Journal of Research Unit on Science, Technology and Environment for Learning*, 10(1), 94-112.

Yakman, G. & Lee, H. (2012). Exploring the Exemplary STEAM Education in the U.S. as a Practical Educational Framework for Korea. *Journal of The Korean Association For Science Education*, 32(6), 1072-1086. <https://doi.org/10.14697/jkase.2012.32.6.1072>

Yakman, G. (2008). STΣ@M Education: an overview of creating a model of integrative education. *PATT-17 and PATT-19 Proceedings, February 2008*, pp. 335-358. <https://www.iteea.org/File.aspx?id=86752&v=75ab076a>

Yoo, H. K., & Lee, J. W. (2014). Mobile augmented reality system for in-situ 3D modeling and authoring. In *2014 International Conference on Big Data and Smart Computing, BIGCOMP 2014*, pp. 282-285. <https://doi.org/10.1109/BIGCOMP.2014.6741453>

Copyrights

Copyright for this article is retained by the author(s), with first publication rights granted to the journal.

This is an open-access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ : นางสาวนวรรตน์ วิทยาคม
 ชื่อวิทยานิพนธ์ : ระบบการจัดการเรียนอิงสะเต็มออนไลน์แบบเปิดด้วยเทคโนโลยี
 ความเป็นจริงเสริมเพื่อเพิ่มพูนความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม
 สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏภูมิภาคตะวันตก
 สาขาวิชา : เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา

ประวัติ

ประวัติการศึกษา

ค.อ.ม. คอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี 2551
 วท.บ. วิทยาการคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง 2549

ประวัติการทำงาน

พ.ศ. 2558-ปัจจุบัน อาจารย์ประจำสาขาวิชาเทคโนโลยีดิจิทัลมีเดีย คณะเทคโนโลยี
 อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง

พ.ศ. 2549 อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง

ผลงานวิชาการ

นวรรตน์ วิทยาคม. (2556). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการทำงาน
 ร่วมกับผู้อื่นของนักศึกษา โดยใช้การเรียนแบบร่วมมือในรายวิชาระบบปฏิบัติการราชบุรี:
 คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง. ราชบุรี :
 มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง.

นวรรตน์ วิทยาคม และปิยะวดี พงษ์สวัสดิ์. (2557). การพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการท่องเที่ยวใน
 8 ชาติพันธุ์ ในจังหวัดราชบุรี. สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา. ราชบุรี :
 มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง.

N. Chumuang et al. (2020). “An Efficiency Random Forest Algorithm for Classification
 of Patients with Kidney Dysfunction.” 2020 15th International Joint
 Symposium on Artificial Intelligence and Natural Language Processing (ISAI-
 NLP). Vol. 2020 : 1-6, doi: 10.1109/ISAI-NLP51646.2020.9376785.

N. Chumuang et al. (2020). “Mushroom Classification by Physical Characteristics by Technique of k-Nearest Neighbor.” 2020 15th International Joint Symposium on Artificial Intelligence and Natural Language Processing (iSAI-NLP). Vol. 2020 : 1-6, doi: 10.1109/iSAI-NLP51646.2020.9376820.

บทความวิชาการ

นวรรตน์ วิทยาคม. (2558). “การประยุกต์ใช้ระบบการวางแผนทรัพยากรองค์กรเพื่อการบริหารงานของสถาบันอุดมศึกษา.” วารสารการอาชีวและเทคนิคศึกษา. ปีที่ 5 ฉบับที่ 10: 29-39.

จิรากร เฉลิมดิษฐ์ นวรรตน์ วิทยาคม และณมน จีรังสุวรรณ. (2561). “ความท้าทายในการประยุกต์ใช้ เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมกับการศึกษายุค 4.0.” วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัย. นเรศวร. ปีที่ 20 ฉบับที่ 2 : 265-278.

ตำรา

นวรรตน์ วิทยาคม. (2559). การเขียนโปรแกรมภาษาคอมพิวเตอร์เบื้องต้น. ราชบุรี: คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง. ราชบุรี : มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง.

บทเรียนออนไลน์

ระบบการเรียนการสอนออนไลน์เผยแพร่บทเรียนออนไลน์ รายวิชา การสร้างนวัตกรรมทางการศึกษาด้วย Augmented Reality บนเว็บไซต์ www.thaimooc.org โดยโครงการมหาวิทยาลัยไซเบอร์ไทย สำนักงานคณะกรรมการอุดมศึกษา

เผยแพร่บทเรียนออนไลน์ รายวิชา เทคโนโลยีสารสนเทศโลกจริง บนเว็บไซต์ <https://mcru.net/> ศูนย์เรียนรู้นวัตกรรมสร้างสรรค์ออนไลน์สำนักงาน โดยมหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง