

สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริง ด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อส่งเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์

นางสาวพจน์ศิรินทร์ ลิมปินันทน์

วิทยานิพนธ์ปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
พ.ศ. 2568

สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อส่งเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์

นางสาวพจน์ศิรินทร์ ลิมปินันทน์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
พ.ศ. 2568

สงวนลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

ใบอนุมัติวิทยานิพนธ์

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

คณะกรรมการสอบได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ของ นางสาวพจน์ศิรินทร์ ลิมปินันทน์ แล้ว
เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา ของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธิติ จันตะคุณ)

กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รักถิ่น เหลาหา)

กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไชยยันต์ สกุลไทย)

กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธาดา จันตะคุณ)

กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมสุข ไตรศุภกิตติ)

มหาวิทยาลัยอนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต ของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิเชษฐ์ พลหาญ)
คณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

(รองศาสตราจารย์ ดร.กฤษกนก ดวงชาทม)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่.....เดือน.....ปี.....

เรื่อง	:	สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริง ด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อส่งเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์
ผู้วิจัย	:	นางสาวพจน์ศิรินทร์ ลิมปินันทน์
ปริญญา	:	ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต (เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา)
อาจารย์ที่ปรึกษา	:	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธาดา จันตะคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมสุข ไตรศุภกิตติ
ปีที่สำเร็จการศึกษา	:	2568

บทคัดย่อ

การวิจัยเรื่อง สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อส่งเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์ มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์ 2) ศึกษาผลการพัฒนาทักษะความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียน 3) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน 4) ศึกษาคุณภาพนวัตกรรมของนักศึกษา และ 5) ศึกษาการยอมรับสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น การวิจัยนี้เป็นการวิจัยแบบผสมผสาน กลุ่มประชากรในการวิจัยคือนักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีมัลติมีเดียและแอนิเมชัน คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ปีการศึกษา 2567 จำนวน 102 คน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีมัลติมีเดียและแอนิเมชัน คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ปีการศึกษา 2567 จำนวน 60 คน โดยวิธีการสุ่มแบบง่าย (Simple Random Sampling) แบ่งเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่เรียนด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน (VR) กลุ่มที่เรียนด้วยเทคโนโลยีเสริมความจริง (AR) และกลุ่มที่เรียนแบบปกติ กลุ่มละ 20 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แบบประเมินคุณภาพสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ แบบประเมินทักษะความคิดสร้างสรรค์ แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบประเมินคุณภาพนวัตกรรม และแบบสอบถามการยอมรับเทคโนโลยี วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนาและสถิติเชิงอนุมาน

ผลการวิจัยพบว่า 1) สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วย 5 องค์ประกอบหลัก ได้แก่ ไมโครเลิร์นนิ่ง สะตีม สภาพแวดล้อมดื่มด่ำเสมือนจริง การเรียนการสอนแบบเปิด และทักษะความคิดสร้างสรรค์ โดยใช้โมเดล SIMPLE ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ได้แก่ Stimulation, Investigation, Making, Processing, Learning Community และ Evaluation ผู้ทรงคุณวุฒิประเมินสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นมีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด ($\overline{X}$ =4.72, $S.D.$=0.48) 2) ผู้เรียนกลุ่ม VR มีทักษะความคิดสร้างสรรค์สูงที่สุด ($\overline{X}$ =14.50, $S.D.$=0.98) รองลงมาคือกลุ่ม AR ($\overline{X}$ =12.13, $S.D.$=0.34) และกลุ่มควบคุม ($\overline{X}$ =8.05, $S.D.$=0.22) โดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 3) ผู้เรียนทั้ง 3 กลุ่มมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 โดยกลุ่ม VR มีคะแนนเฉลี่ยสูงที่สุด ($\overline{X}$ =16.00, $S.D.$=1.34) รองลงมาคือกลุ่ม AR ($\overline{X}$ =14.85, $S.D.$=1.42) และกลุ่มควบคุม ($\overline{X}$ =12.30, $S.D.$=1.59) 4) นวัตกรรมที่สร้างโดยนักศึกษาทั้งสองกลุ่มมีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก โดยกลุ่ม VRมีคะแนนเฉลี่ยรวมทุกด้าน ($\overline{X}$ =4.64, $S.D.$=0.48) สูงกว่ากลุ่ม AR ($\overline{X}$ =4.44, $S.D.$=0.51)

และ 5) ผู้เรียนมีการยอมรับสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นในระดับสูง โดยการรับรู้ถึงประโยชน์ที่ได้รับมีอิทธิพลเชิงบวกสูงสุดต่อทัศนคติต่อการใช้งาน

ผลการวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่าสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพในการเสริมสร้างทักษะความคิดสร้างสรรค์ พัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และส่งเสริมความสามารถในการสร้างนวัตกรรมของผู้เรียน โดยเฉพาะเมื่อใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน (VR) ซึ่งช่วยสร้างประสบการณ์การเรียนรู้แบบดื่มด่ำที่ส่งเสริมการพัฒนาทักษะดังกล่าวได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ: ไมโครเลิร์นนิ่ง, สะตีม, สภาพแวดล้อมดื่มด่ำเสมือนจริง, การเรียนการสอนแบบเปิด, ทักษะความคิดสร้างสรรค์



อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

Title	:	Immersive Microlearning STEAM Environment with Open Learning Management for Enhancing Creative Thinking Skills
Author	:	Miss Potsirin Limpinan
Degree	:	Doctor of Philosophy (Information and Communication Technology for Education)
Advisors	:	Assistant Professor Dr.Thada Jantakoon
		Assistant Professor Dr.Somsuk Trisupakitti
Year	:	2025

ABSTRACT

This research aimed to: 1) develop an immersive microlearning STEAM environment with open learning to enhance creative thinking skills; 2) investigate the development of students' creative thinking skills; 3) examine students' learning achievement; 4) evaluate the quality of students' innovations; and 5) assess technology acceptance of the developed learning environment. This study employed a mixed methods research design. The population consisted of 102 students in Multimedia Technology and Animation Program, Faculty of Information Technology, Rajabhat Maha Sarakham University in the academic year 2024. The sample comprised 60 students selected through simple random sampling and divided into three groups of 20 students each: a Virtual Reality (VR) group, an Augmented Reality (AR) group, and a control group. The research instruments included a learning environment quality assessment form, a creative thinking skills assessment form, a learning achievement test, an innovation quality assessment form, and a technology acceptance questionnaire. Data were analyzed using descriptive and inferential statistics.

The findings revealed that: 1) The developed learning environment consisted of five key components: Microlearning, STEAM, Immersive Environment, Open Learning, and Creative Thinking Skills, implemented through the SIMPLE model comprising six stages: Stimulation, Investigation, Making, Processing, Learning Community, and Evaluation. Experts evaluated the developed learning environment as highly appropriate ($\bar{X}$ =4.72, $S.D.$=0.48). 2) The VR group demonstrated the highest level of creative thinking skills ($\bar{X}$ =14.50, $S.D.$=0.98), followed by the AR group ($\bar{X}$ =12.13, $S.D.$=0.34), and the control group ($\bar{X}$ =8.05, $S.D.$=0.22), with statistically significant differences at the .001 level. 3) All three groups showed significantly higher post-test learning achievement scores than pre-test scores at the .001 level, with the VR group achieving the highest mean score ($\bar{X}$ =16.00, $S.D.$=1.34), followed by the AR group ($\bar{X}$ =14.85, $S.D.$=1.42), and the control group ($\bar{X}$ =12.30, $S.D.$=1.59). 4) The innovations created by students in both experimental groups were rated as excellent quality, with the VR group scoring

higher overall ($\overline{X}$ =4.64, $S.D.$=0.48) than the AR group ($\overline{X}$ =4.44, $S.D.$=0.51). 5) Students exhibited high levels of acceptance of the developed learning environment, with perceived usefulness having the strongest positive influence on attitude toward using the technology.

This research demonstrates that the developed immersive microlearning STEAM environment with open learning effectively enhances creative thinking skills, improves learning achievement, and promotes students' innovation capabilities, particularly when implemented with Virtual Reality (VR) technology, which creates an immersive learning experience that efficiently fosters the development of these skills.

Keywords: Microlearning, STEAM, Immersive Environment, Open Learning, Creative Thinking Skills

RAJABHAT MAHA SARAKHAM UNIVERSITY

Major Advisor

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความกรุณาและความช่วยเหลืออย่างสูงยิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธาดา จันตะคุณ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมสุข ไตรศุภกิตติ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ได้ให้ความกรุณา ให้ความช่วยเหลือ แนะนำให้คำปรึกษาต่าง ๆ อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งแก่ผู้วิจัย

ขอขอบพระคุณ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธิติ จันตะคุณ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รักถิ่น เหลาหา และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไชยยันต์ สกุลไทย ที่ได้ให้ความกรุณาให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ในการวิจัย

ขอขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญ ผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่าน ที่ได้ให้ข้อคิดเห็น คำแนะนำ ที่เป็นประโยชน์ต่องานวิจัยตลอดจนประเมินผลงานวิจัย

ขอขอบพระคุณและสำนึกในพระคุณบิดา มารดา และครอบครัวลิมปินันทน์ อาจารย์ผู้ประสาทวิชาทุกท่าน เพื่อนๆ พี่ๆ รุ่นพี่รุ่นน้องสาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษาทุกท่าน ที่คอยช่วยเหลือและให้กำลังใจในการเรียนและการทำวิทยานิพนธ์มาโดยตลอด ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้ด้วย

นางสาวพจน์ศิรินทร์ ลิมปินันทน์

สารบัญ

หัวเรื่อง **หน้า**

บทคัดย่อ ..... ก
ABSTRACT ..... ค
กิตติกรรมประกาศ ..... จ
สารบัญ ..... ฉ
สารบัญตาราง ..... ฌ
สารบัญภาพ ..... ฎ
บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา 1
1.2 คำถามการวิจัย 2
1.3 วัตถุประสงค์การวิจัย 3
1.4 ขอบเขตการวิจัย 3
1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ 5
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 7
บทที่ 2 การทบทวนวรรณกรรม 8
2.1 ไมโครเลิร์นนิ่ง (Microlearning) 8
2.2 การเรียนรู้แบบดื่มด่ำเสมือนจริง (Immersive Learning) 12
2.3 MOOCs (Massive Open Online Courses) 26
2.4 การบูรณาการไมโครเลิร์นนิ่งและการเรียนรู้แบบดื่มด่ำ 29
2.5 การศึกษาแบบ STEAM (STEAM Education) 32
2.6 ทักษะความคิดสร้างสรรค์ในยุคดิจิทัล 35
2.7 ทฤษฎีการยอมรับ 37
2.8 สรุปและแนวทางที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย 43
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 55
ระยะที่ 1 พัฒนาสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์ 56
ระยะที่ 2 ศึกษาผลการทดลองใช้สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์ 74
ระยะที่ 3 ศึกษาการยอมรับสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์ 82

หัวเรื่อง **หน้า**

บทที่ 4 ผลการวิจัย 86
ตอนที่ 1 ผลการพัฒนาสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์ 86
ตอนที่ 2 ผลการพัฒนาทักษะความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนจากการใช้สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์และผู้เรียนที่เรียนแบบปกติ 121
ตอนที่ 3 ผลการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่เรียนด้วยสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์และผู้เรียนที่เรียนแบบปกติ 124
ตอนที่ 4 ผลการศึกษาคุณภาพนวัตกรรมของนักศึกษาที่เรียนด้วยสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์ 126
ตอนที่ 5 ผลการศึกษาการยอมรับสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์ 129
บทที่ 5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 139
5.1 สรุป 139
5.2 อภิปรายผล 145
5.3 ข้อเสนอแนะ 151
บรรณานุกรม 154
ภาคผนวก 167
ภาคผนวก ก รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ 168
ภาคผนวก ข แบบประเมินสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์ 182
ภาคผนวก ค แบบประเมินประสิทธิภาพของสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์ 189

หัวเรื่อง **หน้า**

ภาคผนวก ง ตัวอย่างแบบประเมินทักษะความคิดสร้างสรรค์ของนักศึกษาที่เข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ในสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์ 193
ภาคผนวก จ แบบประเมินผลการเรียนด้วยสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิด รายวิชาแอนิเมชัน 2 มิติ และ 3 มิติ 198
ภาคผนวก ฉ แบบประเมินคุณภาพนวัตกรรมของนักศึกษาที่เรียนด้วยสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์ 203
ภาคผนวก ช การสร้างแอปพลิเคชัน VR และ AR 2D3D Training 207
ภาคผนวก ซ ภาพกิจกรรมการจัดการเรียนการสอนด้วยสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์ 214
ภาคผนวก ฌ ผลงานนวัตกรรม Animation ของนักศึกษา 221
ภาคผนวก ญ หลักสูตรการออกแบบตัวละคร 2 มิติ และ 3 มิติบนระบบ RMU MOOCs ... 224
ภาคผนวก ฎ คู่มือการเรียนการออกแบบตัวละคร 2 มิติ และ 3 มิติ 227
การเผยแพร่ผลงานวิจัย 230
ประวัติผู้วิจัย 231

MAHA SARAKHAM UNIVERSITY

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

3.1 หน่วยการเรียนรู้แบบไมโครเลิร์นนิ่งในหัวข้อการออกแบบตัวละคร 2D และ 3D โดยบูรณาการเทคโนโลยีเสมือนจริง (AR/VR) และทักษะ STEAM 60
3.2 แบบแผนการทดลองที่ 1 เปรียบเทียบทักษะความคิดสร้างสรรค์กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม 75
3.3 เกณฑ์การให้คะแนนผลงานของผู้เรียนตามแผนการสอน 76
3.4 แบบแผนการทดลองที่ 2 ทดสอบคะแนนการเรียนรู้ก่อนการทดลองและหลังการทดลอง 78
3.5 ตัวแปรใน TAM 83
4.1 Matrix แสดงองค์ประกอบหลัก (Citation × Component Matrix) 87
4.2 Matrix แสดงกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับไมโครเลิร์นนิ่ง 89
4.3 Matrix แสดงกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับสะตีม (Citation × STEAM Activities) 90
4.4 Matrix แสดงกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับสภาพแวดล้อมดื่มด่ำเสมือนจริง (Citation × Immersive Activities) 91
4.5 Matrix แสดงกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนแบบเปิด (Citation × Open Learning Activities) 93
4.6 Matrix แสดงกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับทักษะความคิดสร้างสรรค์ (Citation × Creative Thinking Activities) 94
4.7 Matrix แสดงขั้นตอนการพัฒนา (Citation × Development Stages) 96
4.8 ขั้นตอนการเรียนรู้ร่วมกับทักษะความคิดสร้างสรรค์ (Learning Phases × Creative Thinking Skills) 98
4.9 กิจกรรมการเรียนรู้ร่วมกับทักษะความคิดสร้างสรรค์ (Learning Activities × Creative Thinking Skills) 99
4.10 ขั้นตอนการเรียนรู้ ร่วมกับ กิจกรรมการเรียนรู้ (Learning Phases × Learning Activities) 101
4.11 กิจกรรมที่ส่งเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์มากที่สุด (Top 5) 102
4.12 ขั้นตอนการเรียนรู้ที่ส่งเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์มากที่สุด 103
4.13 "SIMPLE" Model 104
4.14 ผลการประเมินสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์ 111
4.15 ผลการประเมินความเหมาะสมของแอปพลิเคชัน AR และ VR 2D3D Training 120
4.16 ผลการวิเคราะห์คะแนนทักษะความคิดสร้างสรรค์โดยรวมของผู้เรียนทั้ง 3 กลุ่ม 121
4.17 สถิติพื้นฐานของคะแนนทักษะความคิดสร้างสรรค์รายด้านของผู้เรียนทั้ง 3 กลุ่ม 122

ตารางที่ หน้า

4.18 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวของคะแนนทักษะความคิดสร้างสรรค์โดยรวม ระหว่างผู้เรียนทั้ง 3 กลุ่ม 122
4.19 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยทักษะความคิดสร้างสรรค์โดยรวมเป็นรายคู่ระหว่างผู้เรียน ทั้ง 3 กลุ่ม ด้วยวิธีการทดสอบของเชฟเฟ 123
4.20 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวของคะแนนทักษะความคิดสร้างสรรค์รายด้าน ระหว่างผู้เรียนทั้ง 3 กลุ่ม 123
4.21 ผลคะแนนการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่าง 124
4.22 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนของผู้เรียนทั้ง 3 กลุ่ม .. 125
4.23 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนระหว่างกลุ่ม 126
4.24 ผลการประเมินคุณภาพนวัตกรรมของนักศึกษารายด้าน 127
4.25 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนคุณภาพนวัตกรรมของนักศึกษา ด้านความคิดสร้างสรรค์ในการออกแบบ 127
4.26 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนคุณภาพนวัตกรรมของนักศึกษา ด้านคุณภาพเชิงเทคนิค 128
4.27 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนคุณภาพนวัตกรรมของนักศึกษา ด้านการนำไปใช้และความยั่งยืน 128
4.28 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนคุณภาพนวัตกรรมของนักศึกษา ด้านการนำเสนอและการสื่อสาร 129
4.29 ค่าน้ำหนักองค์ประกอบภายนอก (Outer Loadings) 130
4.30 ค่า Variance Inflation Factor (VIF) 131
4.31 ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแฝง (Latent Variable Correlations) 133
4.32 ค่าสัมประสิทธิ์เส้นทาง (Path Coefficients) 133
4.33 ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R-square) 134
4.34 อิทธิพลทางอ้อมรวม (Total Indirect Effects) 136
4.35 อิทธิพลทางอ้อมเฉพาะ (Specific Indirect Effects) 136
4.36 อิทธิพลรวม (Total Effects) 137
ก.1 รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ ประเมินสภาพแวดล้อมการเรียนรู้และประเมินรับรองสภาพแวดล้อม การเรียนรู้ 169
ก.2 รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ ประเมินทักษะความคิดสร้างสรรค์ และ คุณภาพนวัตกรรม 178

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

1.1 กรอบแนวคิดการวิจัย 4
2.1 รูปแบบการใช้งานเทคโนโลยีแบบดื่มด่ำ (VR, AR, MR) 13
2.2 เทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน (Virtual Reality VR) 14
2.3 เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (Augmented Reality AR) 15
2.4 เทคโนโลยีความเป็นจริงผสม (Mixed Reality MR) 15
2.5 การทำงานของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม 21
2.6 การออกแบบ Marker สำหรับ AR ร้อยแก่นสารสินธุ์ 22
2.7 ตัวอย่างสร้าง Marker ด้วยเว็บไซต์ Vuforia 23
2.8 ตัวอย่างการปั้นพระธาตุนาดูน 23
2.9 ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยตามทฤษฎี TPB 39
2.10 แบบจำลองขยายเพิ่มเติมความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยใน TAM 2 40
2.11 แบบจำลองการยอมรับเทคโนโลยี 41
3.1 ขั้นตอนการพัฒนาเครื่องมือเพื่อศึกษาความเหมาะสมรูปแบบสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์ 58
3.2 Marker ที่ออกแบบสำหรับใช้งาน Application AR 2D3D training 63
3.3 ตัวอย่าง generate Marker ด้วยเว็บไซต์ Vuforia 64
3.4 การเข้ารหัส Marker ด้วยเว็บไซต์ Vuforia 64
3.5 ตัวอย่างการสร้างสื่อมัลติมีเดียในรูปแบบวิดีโอขนาดเล็ก 65
3.6 วิดีโอขนาดเล็ก ทั้ง 10 คลิป 65
3.7 Mock up แอปพลิเคชัน AR 2D3D Training 66
3.8 User Interface แอปพลิเคชัน AR 2D3D Training 66
3.9 ตัวอย่างการเขียนภาษา C# แสดงผลของแอปพลิเคชัน AR 2D3D Training 67
3.10 ตัวอย่างการแสดงผลของแอปพลิเคชัน AR 2D3D Training 67
3.11 แอปพลิเคชัน AR 2D3D Training บน google Play 68
3.12 User Interface VR แอปพลิเคชัน VR 2D3D Training บนแว่น Oculus 69
3.13 การพัฒนาเนื้อหาและสภาพแวดล้อม 3 มิติ บนแว่น Oculus 69
3.14 การพัฒนาเนื้อหาและสภาพแวดล้อม 3 มิติ บนแว่น Oculus 70
3.15 ตัวอย่างการเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงาน 70
3.16 ตัวอย่างการเข้าสู่สภาพแวดล้อมการเรียนแบบไมโครเลิร์นนิ่งบนแว่น Oculus 71
3.17 หลักสูตรการออกแบบตัวละคร 2 มิติ และ 3 มิติ บนเว็บไซต์ RMU MOOCs 71
3.18 ขั้นตอนการพัฒนาต้นแบบสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์ 73

ภาพที่ หน้า

3.19 การเลือกกลุ่มตัวอย่าง 75
3.20 ขั้นตอนการพัฒนาแบบประเมินทักษะความคิดสร้างสรรค์ 78
3.21 ขั้นตอนการพัฒนาแบบประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน 80
3.22 ขั้นตอนการพัฒนาแบบประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน 82
4.1 โมเดล SIMPLE จากการสังเคราะห์ข้อมูล 106
4.2 สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์ 110
4.3 หน้าจอแสดงไอคอนแอปพลิเคชัน AR 2D3D Training 112
4.4 สภาพแวดล้อมการเรียนรู้โดยใช้ VR สอนการออกแบบตัวละคร 2D และ 3D 112
4.5 การเรียกใช้เมนูในสภาพแวดล้อมการเรียนรู้โดยใช้ VR 113
4.6 การเรียกใช้เมนู about me ในสภาพแวดล้อมการเรียนรู้โดยใช้ VR 113
4.7 การเรียกใช้เมนู How to ในสภาพแวดล้อมการเรียนรู้โดยใช้ VR 114
4.8 การเรียกใช้เมนู Play ในสภาพแวดล้อมการเรียนรู้โดยใช้ VR (ภาพที่ 1) 114
4.9 การเรียกใช้เมนู Play ในสภาพแวดล้อมการเรียนรู้โดยใช้ VR (ภาพที่ 2) 115
4.10 การเรียกใช้เมนู Play ในสภาพแวดล้อมการเรียนรู้โดยใช้ VR (ภาพที่ 3) 115
4.11 ตัวอย่างหน้าจออธิบายขั้นตอนการใช้ 116
4.12 icon แอปพลิเคชัน AR 2D3D Training 116
4.13 หน้าเมนูแอปพลิเคชัน AR 2D3D Training 117
4.14 หน้าเมนู How to 117
4.15 หน้าเมนู About me 117
4.16 หน้าเมนู Play (ภาพที่ 1) 118
4.17 หน้าเมนู Play (ภาพที่ 2) 118
4.18 หน้าเมนู Play (ภาพที่ 3) 119
4.19 หน้าเมนู Play (ภาพที่ 4) 119
4.20 โมเดลสมการโครงสร้างการยอมรับสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริงฯ พร้อมค่าสัมประสิทธิ์เส้นทาง 130
4.21 ค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางในโมเดลการยอมรับเทคโนโลยี 134
4.22 แผนภูมิแสดงค่า R-square ของตัวแปรตาม 135
ข.1 แบบประเมินสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีม แบบดื่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์บนระบบ google (ภาพที่ 1) 183
ข.2 แบบประเมินสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีม แบบดื่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์บนระบบ google (ภาพที่ 2) 184

ภาพที่ หน้า

ข.3 แบบประเมินสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ หมวดที่ 1 บนระบบ google form https://forms.gle/bXaQZ3o3uGNHuLUa9 185
ข.4 แบบประเมินสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ หมวดที่ 2 บนระบบ google form https://forms.gle/bXaQZ3o3uGNHuLUa9 186
ข.5 แบบประเมินสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ หมวดที่ 3 บนระบบ google form https://forms.gle/bXaQZ3o3uGNHuLUa9 187
ข.6 แบบประเมินสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ หมวดที่ 4 บนระบบ google form https://forms.gle/bXaQZ3o3uGNHuLUa9 188
ช.1 การสร้างสภาพแวดล้อม VR สอนการออกแบบตัวละคร 2D and 3D (ภาพที่ 1) 208
ช.2 การสร้างสภาพแวดล้อม VR สอนการออกแบบตัวละคร 2D and 3D (ภาพที่ 2) 208
ช.3 การสร้างสภาพแวดล้อม VR สอนการออกแบบตัวละคร 2D and 3D (ภาพที่ 3) 208
ช.4 การสร้างสภาพแวดล้อม VR สอนการออกแบบตัวละคร 2D and 3D (ภาพที่ 4) 209
ช.5 การสร้างสภาพแวดล้อม VR สอนการออกแบบตัวละคร 2D and 3D (ภาพที่ 5) 209
ช.6 การสร้างสภาพแวดล้อม VR สอนการออกแบบตัวละคร 2D and 3D (ภาพที่ 6) 209
ช.7 ตัวอย่าง Code การสร้างแอปพลิเคชัย VR 2D3D Training (ภาพที่ 1) 210
ช.8 การสร้างสภาพแวดล้อม VR สอนการออกแบบตัวละคร 2D and 3D (ภาพที่ 7) 211
ช.9 การสร้างสภาพแวดล้อม VR สอนการออกแบบตัวละคร 2D and 3D (ภาพที่ 8) 211
ช.10 การสร้างสภาพแวดล้อม VR สอนการออกแบบตัวละคร 2D and 3D (ภาพที่ 9) 211
ช.11 การสร้างสภาพแวดล้อม VR สอนการออกแบบตัวละคร 2D and 3D (ภาพที่ 10) 212
ช.12 การสร้างสภาพแวดล้อม VR สอนการออกแบบตัวละคร 2D and 3D (ภาพที่ 11) 212
ช.13 การสร้างสภาพแวดล้อม VR สอนการออกแบบตัวละคร 2D and 3D (ภาพที่ 12) 212
ช.7 ตัวอย่าง Code การสร้างแอปพลิเคชัย VR 2D3D Training (ภาพที่ 2) 213
ซ.1 ภาพการอบรมการใช้สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีม แบบดื่มด่ำเสมือนจริง ด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิด (ภาพที่ 1) 215
ซ.2 ภาพการอบรมการใช้สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีม แบบดื่มด่ำเสมือนจริง ด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิด (ภาพที่ 2) 215
ซ.3 ภาพการอบรมการใช้สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีม แบบดื่มด่ำเสมือนจริง ด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิด (ภาพที่ 3) 216
ซ.4 ภาพการอบรมการใช้สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีม แบบดื่มด่ำเสมือนจริง ด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิด (ภาพที่ 4) 216
ซ.5 ภาพการอบรมการใช้สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีม แบบดื่มด่ำเสมือนจริง ด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิด (ภาพที่ 5) 217
ซ.6 ภาพการอบรมการใช้สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีม แบบดื่มด่ำเสมือนจริง ด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิด (ภาพที่ 6) 217

ภาพที่ หน้า

ซ.7 ภาพการอบรมการใช้สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีม แบบดื่มด่ำเสมือนจริง ด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิด (ภาพที่ 7) 218
ซ.8 ภาพการอบรมการใช้สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีม แบบดื่มด่ำเสมือนจริง ด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิด (ภาพที่ 8) 218
ซ.9 ภาพการอบรมการใช้สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีม แบบดื่มด่ำเสมือนจริง ด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิด (ภาพที่ 9) 219
ซ.10 ภาพการอบรมการใช้สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีม แบบดื่มด่ำเสมือนจริง ด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิด (ภาพที่ 10) 219
ซ.11 ภาพการอบรมการใช้สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีม แบบดื่มด่ำเสมือนจริง ด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิด (ภาพที่ 11) 220
ซ.12 ภาพการอบรมการใช้สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีม แบบดื่มด่ำเสมือนจริง ด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิด (ภาพที่ 12) 220
ฌ.1 ตัวอย่างผลงาน Animation ของนักศึกษากลุ่ม VR (ภาพที่ 1) 222
ฌ.2 ตัวอย่างผลงาน Animation ของนักศึกษากลุ่ม VR (ภาพที่ 2) ที่มา : https://www.youtube.com/watch?v=k6n2Z1fzyJg 222
ฌ.3 ตัวอย่างผลงาน Animation ของนักศึกษากลุ่ม VR (ภาพที่ 3) 223
ฌ.4 ตัวอย่างผลงาน Animation ของนักศึกษากลุ่ม VR (ภาพที่ 4) ที่มา : https://www.youtube.com/watch?v=k6n2Z1fzyJg 223
ญ.1 ระบบหน้าบ้านเว็บไซต์ RMU MOOC (ภาพที่ 1) 225
ญ.2 ระบบหน้าบ้านเว็บไซต์ RMU MOOC (ภาพที่ 2) 226
ญ.3 ระบบหน้าบ้านเว็บไซต์ RMU MOOC (ภาพที่ 3) 226
ฎ.1 คู่มือการเรียนการออกแบบตัวละคร 2 มิติ และ 3 มิติ https://anyflip.com/lpjft/obnt/ (ภาพที่ 1) 228
ฎ.2 คู่มือการเรียนการออกแบบตัวละคร 2 มิติ และ 3 มิติ https://anyflip.com/lpjft/obnt/ (ภาพที่ 2) 228
ฎ.3 คู่มือการเรียนการออกแบบตัวละคร 2 มิติ และ 3 มิติ (ภาพที่ 3) 229
ฎ.4 คู่มือการเรียนการออกแบบตัวละคร 2 มิติ และ 3 มิติ (ภาพที่ 4) 229

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

แผนด้านการอุดมศึกษาเพื่อผลิตและพัฒนากำลังคนของประเทศ พ.ศ. 2564–2570 ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2566–2570 เป็นกรอบการยกระดับคุณภาพของระบบอุดมศึกษาให้เกิดการพัฒนาศักยภาพทุนมนุษย์ที่เป็นปัจจัยเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันและความยั่งยืนของสังคมไทย กำหนดวิสัยทัศน์ “อุดมศึกษาสร้างคน สร้างปัญญา ปลูกฝังคุณธรรม เพื่อพัฒนาสังคมไทยอย่างยั่งยืน”ยุทธศาสตร์ที่ 1 ได้กล่าวว่าโดยมีใจความสำคัญว่า พัฒนาศักยภาพคนให้ความสำคัญกับการเรียนรู้ตลอดชีวิต เปิดโอกาสให้ประชาชนเข้าถึงเรียนรู้ ยกระดับคุณภาพการอุดมศึกษาและสมรรถนะกำลังคนตอบสนองทิศทางการพัฒนาประเทศ พร้อมทั้งเสริมสร้างบุคลากรอุดมศึกษาคุณภาพสูง (กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์วิจัย และนวัตกรรม, 2566) ซึ่งสอดคล้องกับทักษะที่จำเป็นของนักศึกษาในศตวรรษที่ 21 คือการมีทักษะการเรียนรู้ตลอดชีวิตสามารถนำไปสู่การพัฒนาคนของประเทศให้กลายเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ตลอดชีวิต การเรียนรู้ตลอดชีวิต (Lifelong Learning) เป็นแนวทางการศึกษาและพัฒนาศักยภาพมนุษย์ที่มีการพูดถึงอย่างกว้างขวาง ในประเทศไทยเองแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติและแผนการศึกษาแห่งชาติได้กำหนดเป้าหมายให้ทุกคน ทุกช่วงวัย มีทักษะ ความรู้ ความสามารถในการพัฒนาตนเอง แสวงหาความรู้และเรียนรู้ได้อย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต (สำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2561) การเรียนรู้ตลอดชีวิตจึงเป็นสิ่งจำเป็นและมีความสำคัญต่อการพัฒนาชาติ โดยการเรียนรู้ดังกล่าวต้องสามารถกระทำได้ในทุกช่วงเวลา สถานที่ ครอบคลุมการศึกษาทุกระดับมีความเสมอภาคและเท่าเทียมกันในโอกาสทางการศึกษา (สุบิน ไชยยะ, 2562) จากสิ่งจำเป็นนี้จึงต้องอาศัยความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร

การสร้างสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่เสมือนจริง (Virtual Immersive Learning Environment) เป็นหนึ่งในเทคโนโลยีที่สามารถเสริมสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ให้กับผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ และการส่งเสริมการเข้าถึงประสบการณ์แบบดื่มด่ำ (Immersive Experience) ในโลกดิจิทัลประกอบด้วยเทคโนโลยี Virtual Reality (VR), Augmented Reality (AR) และ Mixed Reality (MR) จะกลายมาเป็นช่องทางในการแสดงผลข้อมูล และเปลี่ยนแปลงวิธีการที่ผู้คนรับรู้สิ่งต่าง ๆ ในโลกของดิจิทัลแทน โดยปัจจุบันนี้เริ่มมีแอพพลิเคชันที่หลากหลายมาให้เลือกใช้งานนอกเหนือจาก แอพพลิเคชันเพื่อความบันเทิงกันแล้ว และต่อไปเทคโนโลยี AR และ VR เหล่านี้ก็จะกลายมาเป็นเทคโนโลยีที่ทำให้ผู้เรียนเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนได้

การบูรณาการศาสตร์ต่าง ๆ เข้าด้วยกันแบบสะตีม (STEAM) ซึ่งเป็นแนวคิดการศึกษาที่ต่อยอดไปจากการศึกษาแบบสะเต็ม (STEM) ที่แต่เดิมมีการบูรณาการด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (S) เทคโนโลยี (T) วิศวกรรม (E) คณิตศาสตร์ (M) สะตีมได้เพิ่มเติมด้านศิลปะ (A) เข้ามาช่วยเสริมเรื่องความคิดสร้างสรรค์ สร้างแรงบันดาลใจ ความสุขในการเรียนรู้ สู่การเติบโตอย่างสมดุล) ซึ่งเป็นทักษะดังกล่าว

เป็นทักษะที่สำคัญและจำเป็นอย่างยิ่งในศตวรรษที่ 21 ทักษะความคิดสร้างสรรค์นี้เป็นหัวใจสำคัญในการพัฒนาผู้เรียนให้มีความสามารถในการแก้ปัญหาและสร้างสรรค์นวัตกรรมใหม่ ๆ (Henriksen, 2019) ทักษะความคิดสร้างสรรค์ (Creativity Skills) เป็นหนึ่งในทักษะสำคัญที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้และการทำงานในโลกยุคใหม่สร้างพื้นฐานการเรียนรู้ที่ครอบคลุมและเสริมสร้าง การพัฒนาทักษะความคิดสร้างสรรค์สามารถช่วยให้นักเรียนสามารถคิดนอกกรอบแก้ปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพและสร้างสรรค์ผลงานใหม่ ๆ การขับเคลื่อนกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อให้ผู้เรียนเกิดทักษะความคิดสร้างสรรค์นั้น สองนวัตกรรมที่มีความโดดเด่นอย่างเห็นได้ชัดในยุคดิจิทัลและมีแนวทางที่สนับสนุนการเรียนรู้ตลอดชีวิตคือและไมโครเลิร์นนิ่ง (Micro-Learning) และ MOOCs (Massive Open Online Courses) ซึ่ง MOOCs คือ พื้นที่แห่งการเรียนรู้ตลอดชีวิตผ่านระบบการจัดการการศึกษาออนไลน์ที่ใช้แอปพลิเคชันเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์และอินเทอร์เน็ตเพื่อพัฒนาหลักสูตรออนไลน์ที่ทำให้ผู้คนทั่วโลกสามารถมีส่วนร่วมในการศึกษา (Thanacha Wengsakul and Wanna Piroon, 2021) ไมโครเลิร์นนิ่งเป็นวิธีการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง โดยแนวคิดของไมโครเลิร์นนิ่งคือการนำเสนอเนื้อหาการเรียนรู้แก่ผู้เรียนในข้อมูลขนาดเล็กซึ่งจะช่วยให้สามารถควบคุมสิ่งที่กำลังเรียนรู้ได้ ผลการวิจัยของสถาบัน Statistic Brain พบว่าช่วงความสนใจของมนุษย์ คือ 8.25-12 วินาที (ศยามน อินสะอาด, 2564) วิธีนี้ใช้ประโยชน์จากความสามารถของสมองมนุษย์ในการดูดซับและจดจำข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้นเมื่อถูกนำเสนอในช่วงสั้น ๆ ที่สำคัญการบูรณาการไมโครเลิร์นนิ่งร่วมกับ MOOCs เพื่อนำเสนอบทเรียนเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพและความน่าสนใจของการศึกษาออนไลน์

จากเหตุผลข้างต้นผู้ศึกษาจึงเกิดแนวคิดการศึกษาสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์โดยบูรณาการองค์ความรู้และนวัตกรรมและเทคโนโลยี ประกอบด้วย เทคโนโลยีเสมือนจริงและเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสำหรับนำเสนอเนื้อหาบทเรียนในรูปแบบสะตีมโดยใช้เทคนิคการนำเสนอแบบไมโครเลิร์นนิ่งผ่าน MOOCs เพื่อส่งเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์ ผลผลิตของการวิจัยนี้จะมุ่งเน้นการพัฒนาการเรียนรู้สมัยใหม่ฯ รวมถึงพัฒนารูปแบบและแนวทางการพัฒนาการเรียนรู้สมัยใหม่ในยุคดิจิทัลที่เหมาะสมกับผู้เรียนที่มีพฤติกรรมปรับเปลี่ยนไปตามยุคสมัยและสอดคล้องกับความก้าวหน้าของเทคโนโลยีในปัจจุบัน การดำเนินงานวิจัยครั้งนี้ ผู้ศึกษาหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะค้นพบแนวทางการจัดการศึกษาทั้งในระดับนโยบาย ระดับปฏิบัติ และสถานศึกษาทุกระดับ ทุกประเภทการศึกษา การจะทำให้ผลลัพธ์ดังกล่าวบรรลุผลจำเป็นต้องสร้างสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ให้เอื้อต่อการเรียนรู้ ผ่านแหล่งการเรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดที่มีคุณภาพและได้มาตรฐานของแหล่งการเรียนรู้เพื่อการเรียนรู้ที่กว้างขวางหลากหลายสำหรับคนทุกเพศ ทุกวัยให้ได้เรียนรู้อย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต (Lifelong Learning)

1.2 คำถามการวิจัย

1.2.1 สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ STEAM ไมโครเลิร์นนิ่ง แบบดื่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์ เป็นอย่างไร

1.2.2 มีความแตกต่างอย่างไรระหว่างทักษะความคิดสร้างสรรค์ที่พัฒนาผ่านสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบดั้งเดิมกับสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์

1.2.3 ผลการทดลองใช้สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ STEAM ไมโครเลิร์นนิ่ง แบบดื่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์ เป็นอย่างไร

1.2.4 ชิ้นงานของนักศึกษาที่เรียนด้วยสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบ STEAM ไมโครเลิร์นนิ่งดื่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์ เป็นอย่างไร

1.2.5 การยอมรับสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ STEAM ไมโครเลิร์นนิ่ง แบบดื่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนเป็นอย่างไร

1.3 วัตถุประสงค์การวิจัย

1.3.1 เพื่อพัฒนาสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์

1.3.2 เพื่อศึกษาผลการพัฒนาทักษะความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนจากการใช้สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์และผู้เรียนที่เรียนแบบปกติ

1.3.3 เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่เรียนด้วยสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์และผู้เรียนที่เรียนแบบปกติ

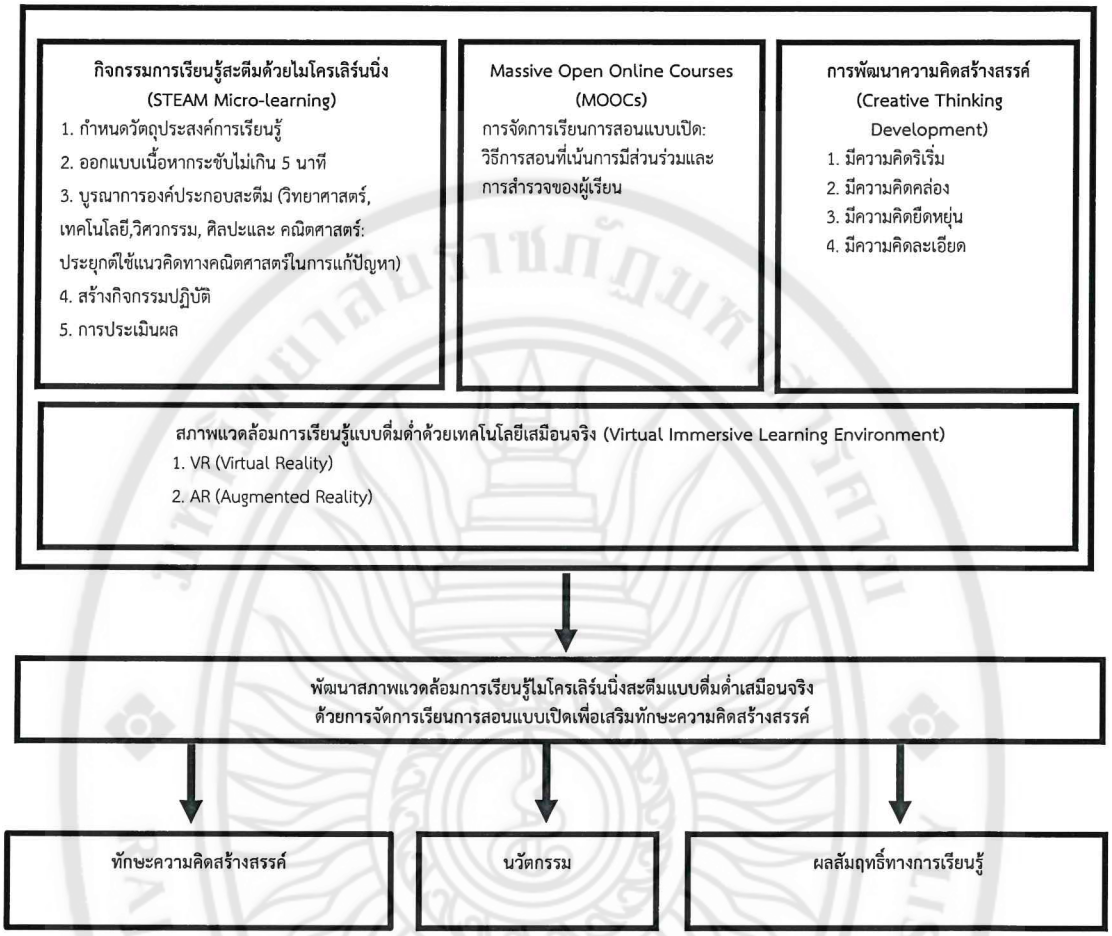
1.3.4 เพื่อศึกษาคุณภาพนวัตกรรมของนักศึกษาที่เรียนด้วยสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์

1.3.5 เพื่อศึกษาการยอมรับสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์

1.4 ขอบเขตการวิจัย

การวิจัยเรื่อง สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์ มีขอบเขตการวิจัยดังต่อไปนี้

1.4.1 กรอบแนวคิดการวิจัย



ภาพที่ 1.1 กรอบแนวคิดงานวิจัย

1.4.1.1 องค์ประกอบปัจจัยนำเข้า (Input) ประกอบด้วย

1) กิจกรรมการเรียนรู้สะตีมด้วยไมโครเลิร์นนิ่ง (STEAM Micro-Learning)
2) สภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบดื่มด่ำด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง
3) การจัดการเรียนการสอนแบบเปิด (Massive Open Online Courses)
4) การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ (Creative Thinking Development)

1.4.1.2 องค์ประกอบกระบวนการ (Process) ประกอบด้วย

1) การออกแบบสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบดื่มด่ำเสมือนจริง
2) การพัฒนาเนื้อหาและกิจกรรมการเรียนรู้แบบไมโครเลิร์นนิ่ง
3) การบูรณาการแนวคิดสะตีมในบทเรียน
4) การสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ผ่าน VR และ AR
5) การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบเปิด

3. องค์ประกอบปัจจัยส่งออก (Output) ประกอบด้วย ทักษะความคิดสร้างสรรค์ นวัตกรรม และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้

1.4.2 ขอบเขตของการวิจัย

1.4.2.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1) ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีมัลติมีเดียและแอนิเมชัน คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ปีการศึกษา 2567 จำนวน 102 คน

2) กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีมัลติมีเดียและแอนิเมชัน คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ปีการศึกษา 2567 จำนวน 60 คน โดยวิธีการสุ่มแบบง่าย (Simple Random Sampling) แบ่งเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มทดลองที่ 1 จำนวน 20 คน ใช้สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ STEAM ไมโครเลิร์นนิ่งแบบดื่มด่ำด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์ กลุ่มทดลองที่ 2 จำนวน 20 คน ใช้สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ STEAM ไมโครเลิร์นนิ่งแบบดื่มด่ำด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์ และกลุ่มที่ 3 เป็นกลุ่มควบคุม เป็นกลุ่มควบคุม จำนวน 20 คน ใช้การเรียนการสอนแบบปกติ

1.4.2.2 ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

1) ตัวแปรต้น คือ สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ STEAM Micro-learning แบบดื่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์

2) ตัวแปรตาม คือ ทักษะความคิดสร้างสรรค์ นวัตกรรม และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1.4.2.3 ขอบเขตเนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง

เนื้อหาที่ใช้ในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้สะตีมด้วยไมโครเลิร์นนิ่ง (STEAM Micro-Learning) ในงานวิจัยครั้งนี้คือรายวิชาแอนิเมชัน 2 มิติ และ 3 มิติ

1.4.2.4 ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง

การศึกษาผลของการใช้สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์ของนักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีมัลติมีเดียและแอนิเมชัน มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ใช้ระยะเวลาในการทดลอง 8 สัปดาห์

1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ

1.5.1 สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ (Learning Environment) หมายถึง บริบทและเงื่อนไขทั้งทางกายภาพและดิจิทัลที่ออกแบบขึ้นเพื่อสนับสนุนกระบวนการเรียนรู้ในรายรายวิชาแอนิเมชัน 2 มิติ และ 3 มิติ

1.5.2 ไมโครเลิร์นนิ่ง (Microlearning) หมายถึง รูปแบบการเรียนรู้ที่แบ่งเนื้อหาออกเป็นส่วนย่อย ๆ ที่กระชับ เข้าใจง่าย และใช้เวลา 3-8 นาที ในการเรียนรู้แต่ละครั้ง โดยในงานวิจัยนี้มุ่งเน้นการประยุกต์ใช้ในการสอนรายวิชาแอนิเมชัน 2 มิติ และ 3 มิติ

1.5.3 สะตีม (STEAM) หมายถึง แนวทางการบูรณาการความรู้และทักษะจากศาสตร์ทั้ง 5 ด้าน ประกอบด้วย วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม ศิลปะ และคณิตศาสตร์ ในการเรียนการสอนรายวิชาแอนิเมชัน 2 มิติ และ 3 มิติ

1.5.4 การเรียนรู้แบบดื่มด่ำเสมือนจริง (Immersive Virtual Learning) หมายถึง การใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน (Virtual Reality: VR) และเทคโนโลยีความจริงเสริม (Augmented Reality: AR) เพื่อสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ที่ผู้เรียนรู้สึกเหมือนอยู่ในสภาพแวดล้อมจริงของรายวิชาแอนิเมชัน 2 มิติ และ 3 มิติ

1.5.5 การจัดการเรียนการสอนแบบเปิด (Massive Open Online Courses: MOOCs) หมายถึง วิธีการสอนที่เน้นความยืดหยุ่น การเข้าถึงทรัพยากรการเรียนรู้อย่างเสรี และการส่งเสริมการมีส่วนร่วมของผู้เรียนในกระบวนการเรียนรู้รายวิชาแอนิเมชัน 2 มิติ และ 3 มิติ

1.5.6 ทักษะความคิดสร้างสรรค์ (Creative Thinking Skills) หมายถึง ความสามารถในการคิดริเริ่ม สร้างสรรค์ไอเดียใหม่ ๆ และการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ในบริบทของนักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีมัลติมีเดียและแอนิเมชัน มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ในรายวิชาแอนิเมชัน 2 มิติ และ 3 มิติ

1.5.7 แอนิเมชัน 2 มิติ และ 3 มิติ (2D and 3D Animation) หมายถึง ไมโครเลิร์นนิ่งที่ปรากฏอยู่ในรูปแบบ VR หรือ AR ประกอบด้วย การออกแบบตัวละคร การสร้างการเคลื่อนไหวของตัวละคร การจัดแสง และการสร้างพื้นผิว

1.5.8 สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริง หมายถึง ระบบการเรียนรู้ที่ผสมผสานแนวคิดไมโครเลิร์นนิ่ง การบูรณาการสะตีม และเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน เพื่อสร้างประสบการณ์การเรียนรู้แบบดื่มด่ำในรายวิชาแอนิเมชัน 2 มิติ และ 3 มิติ

1.5.9 ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกของนักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีมัลติมีเดียและแอนิเมชัน มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ที่มีต่อสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ STEAM Micro-Learning แบบดื่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์หลังจากผ่านการทดลองใช้ด้วยแบบสอบถามความพึงพอใจ ซึ่งเป็นแบบประเมินค่า 5 ระดับ ที่ผู้ศึกษาพัฒนาขึ้น

1.5.10 การยอมรับระบบ หมายถึง การแสดงออกของนักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีมัลติมีเดียและแอนิเมชัน มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ที่มีต่อสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ STEAM Micro-Learning แบบดื่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์จากการสอบถามด้วยแบบสอบถามที่ผู้ศึกษาพัฒนาขึ้น โดยในงานวิจัยนี้ศึกษาการยอมรับระบบ ตามแนวคิดของ Technology Acceptance Model: TAM ประกอบด้วยตัวแปรการรับรู้ว่ามีประโยชน์ (Perceived Usefulness) และการรับรู้ว่าง่ายต่อการใช้ (Perceived Ease of Use)

1.5.11 ทักษะความคิดสร้างสรรค์ (Creative Thinking Skills) หมายถึง ความสามารถของนักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีมัลติมีเดียและแอนิเมชันในมีความคิดริเริ่ม มีความคิดคล่อง มีความคิดยืดหยุ่น และมีความคิดละเอียดใน สามารถสร้างแนวคิดใหม่ ๆ การมองปัญหาจากหลายมุมมอง และการพัฒนาวิธีการแก้ปัญหาที่ไม่ซ้ำใคร โดยวัดจากความสามารถในการสร้างสรรค์ตัวละครที่มีเอกลักษณ์ มีความน่าสนใจ และตอบสนองต่อโจทย์ที่กำหนดในรายวิชาแอนิเมชัน 2 มิติ และ 3 มิติ

1.5.12 นวัตกรรม (Innovation) หมายถึง การสร้างสรรค์ชิ้นงานหรือการคิดค้นเทคนิคการออกแบบใหม่ ๆ การใช้เครื่องมือดิจิทัลในการสร้างตัวละครอย่างสร้างสรรค์ หรือการพัฒนาวิธีการ

นำเสนอตัวละครที่แปลกใหม่ โดยนวัตกรรมนี้ต้องสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้จริงและสร้างคุณค่าในกระบวนการออกแบบตัวละคร

1.5.13 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ (Learning Achievement) หมายถึง ระดับความสำเร็จหรือความก้าวหน้าในการเรียนรู้ของผู้เรียนในรายวิชาแอนิเมชัน 2 มิติ และ 3 มิติ ซึ่งวัดได้จากความรู้ ทักษะ และความสามารถที่เพิ่มขึ้นหลังจากผ่านกระบวนการเรียนรู้ในสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริง ประเมินจากคะแนนสอบก่อนและหลังเรียน

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

การวิจัยเรื่อง สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์ มีประโยชน์ดังนี้

1.6.1 ได้ต้นแบบสำหรับการพัฒนานวัตกรรมการเรียนการสอนในระดับอุดมศึกษาที่ช่วยส่งเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม

1.6.2 ได้แนวทางในการยกระดับคุณภาพการศึกษาระดับอุดมศึกษาโดยเฉพาะในด้านการพัฒนาทักษะความคิดสร้างสรรค์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และคุณภาพนวัตกรรมของผู้เรียน

1.6.3 ได้สภาพแวดล้อมการเรียนรู้จะช่วยขยายโอกาสในการเข้าถึงการศึกษาที่มีคุณภาพสูง ไม่มีข้อจำกัดด้านเวลาและสถานที่ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดการศึกษาตลอดชีวิตและการเรียนรู้แบบยืดหยุ่น

1.6.4 ได้แนวทางในการออกแบบเนื้อหาและกิจกรรมการเรียนรู้แบบไมโครเลิร์นนิ่งที่มีประสิทธิภาพเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาสื่อการเรียนการสอน

1.6.5 งานวิจัยนี้จะช่วยเตรียมความพร้อมให้กับสถาบันการศึกษาและบุคลากรทางการศึกษาในการปรับตัวสู่การจัดการศึกษาในยุคดิจิทัลโดยเฉพาะอย่างยิ่งในสถานการณ์ที่ต้องมีการจัดการเรียนการสอนแบบออนไลน์มากขึ้น

1.6.6 การส่งเสริมการเรียนรู้แบบนำตนเองของผู้เรียนซึ่งเป็นทักษะสำคัญในการเรียนรู้ตลอดชีวิต

1.6.7 ได้แนวทางช่วยยกระดับคุณภาพการศึกษาระดับอุดมศึกษาของไทยและสนับสนุนการพัฒนากำลังคนที่มีทักษะสอดคล้องกับความต้องการในยุค Thailand 4.0 นำไปสู่การพัฒนาประเทศในอนาคต

บทที่ 2
การทบทวนวรรณกรรม

วิทยานิพนธ์ เรื่อง สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์ ผู้ศึกษาได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1. ไมโครเลิร์นนิ่ง (Microlearning)
2. การเรียนรู้แบบดื่มด่ำเสมือนจริง (Immersive Learning)
3. MOOCs (Massive Open Online Courses)
4. การบูรณาการไมโครเลิร์นนิ่งและการเรียนรู้แบบดื่มด่ำ
5. การศึกษาแบบ STEAM (STEAM Education)
6. ทักษะความคิดสร้างสรรค์ในยุคดิจิทัล
7. ทฤษฎีการยอมรับ
8. สรุปและแนวทางที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย

2.1 ไมโครเลิร์นนิ่ง (Microlearning)

2.1.1 แนวคิดพื้นฐานของไมโครเลิร์นนิ่ง

ไมโครเลิร์นนิ่ง (Microlearning) เป็นแนวทางการเรียนรู้ในยุคดิจิทัลที่มุ่งเน้นการถ่ายทอดเนื้อหาในรูปแบบย่อยหรือขนาดเล็ก เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้อย่างต่อเนื่องและยืดหยุ่นท่ามกลางข้อจำกัดด้านเวลาและสมาธิในปัจจุบัน การเรียนรู้แบบย่อยนี้นำเสนอข้อมูลในลักษณะ "Bite-Sized" ที่เข้าใจง่ายและสามารถเข้าถึงผ่านอุปกรณ์ดิจิทัล เช่น สมาร์ทโฟนและแท็บเล็ต (Mostrady, et al., 2024) เหตุผลสำคัญคือการลดภาระทางปัญญา (Cognitive Load) ช่วยให้เกิด Retention ที่สูงขึ้น ลดความเหนื่อยล้าจากการเรียน และส่งเสริมการสะสมความรู้ในระยะยาว

แนวคิดไมโครเลิร์นนิ่งเกิดขึ้นจากความต้องการปรับตัวของวงการการศึกษาให้สอดรับกับยุคสมัยที่เปลี่ยนแปลงไป โดยเฉพาะพฤติกรรมของผู้เรียนที่มีเวลาจำกัด มีสมาธิสั้น และต้องการเลือกเรียนในสิ่งที่ตนเองสนใจเป็นหลัก ซึ่งทำให้รูปแบบการเรียนรู้แบบเดิมที่มีเนื้อหาจำนวนมากและใช้เวลานานอาจไม่เหมาะสมอีกต่อไป (Liwen and Xia, 2016) ไมโครเลิร์นนิ่งจึงเข้ามาตอบโจทย์ด้วยการแบ่งเนื้อหาออกเป็นส่วนย่อย ๆ ที่ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ในเวลาอันสั้น มักอยู่ในช่วงประมาณ 3-10 นาที และใช้สื่อการเรียนรู้ที่หลากหลายเพื่อกระตุ้นความสนใจ เช่น วิดีโอสั้น อินโฟกราฟิก บทความ เกม เป็นต้น (Xin, 2018)

การออกแบบเนื้อหาในรูปแบบไมโครเลิร์นนิ่งมีหลักการสำคัญคือ การกำหนดวัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่ชัดเจนและเฉพาะเจาะจงในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ย่อย เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจและจดจำเนื้อหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเน้นการสรุปใจความสำคัญ ยกตัวอย่างที่เป็นรูปธรรม และ

เชื่อมโยงเนื้อหาเข้ากับประสบการณ์หรือความรู้เดิมของผู้เรียน (Zhang and Zhang, 2017) นอกจากนี้ การใช้สื่อการสอนที่ทันสมัย น่าสนใจ และปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียน เช่น วิดีโอแอนิเมชัน เกมการศึกษา แอปพลิเคชัน เป็นต้น จะช่วยเพิ่มแรงจูงใจและความตื่นตัวในการเรียนรู้ได้เป็นอย่างดี

อีกหลักการสำคัญของไมโครเลิร์นนิ่งคือ การเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีอิสระในการกำหนดเวลา สถานที่ และอุปกรณ์ในการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยสามารถเลือกเรียนหน่วยย่อยต่าง ๆ ได้ตามความสะดวกและความสนใจของตน ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนมีแรงจูงใจในการเรียนมากขึ้น รู้สึกมีความเป็นเจ้าของการเรียนรู้ และลดความเครียดหรือความกดดันจากกรอบเวลาที่ตายตัว (Mekacher, 2022)

นอกจากนี้ การสร้างปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับเนื้อหาและระบบการเรียนรู้ผ่านกิจกรรมต่าง ๆ เช่น แบบฝึกหัด แบบทดสอบ โปรเจค เป็นต้น จะช่วยให้ผู้เรียนได้ทบทวนความรู้ นำไปประยุกต์ใช้และเกิดความเข้าใจในเนื้อหามากยิ่งขึ้น รวมถึงระบบการให้ผลป้อนกลับ (Feedback) ที่ฉับไวจะช่วยให้ผู้เรียนสามารถประเมินความก้าวหน้าของตนเองและปรับปรุงจุดบกพร่องได้ทันท่วงที ซึ่งจะส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้อย่างต่อเนื่องและมีประสิทธิภาพมากขึ้น (Cho, et al., 2022) ด้วยคุณลักษณะที่กระชับ ยืดหยุ่น และสอดคล้องกับวิถีชีวิตของผู้คนในยุคดิจิทัล ไมโครเลิร์นนิ่งจึงกลายเป็นแนวทางการเรียนรู้ยอดนิยมและถูกนำไปประยุกต์ใช้ในบริบทต่าง ๆ อย่างแพร่หลาย ไม่ว่าจะเป็นการศึกษาในระบบ นอกระบบ การฝึกอบรมในองค์กร หรือแม้แต่การเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยมีงานวิจัยจำนวนมากที่แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพของไมโครเลิร์นนิ่งในการพัฒนาความรู้และทักษะของผู้เรียนในด้านต่าง ๆ เช่น ทักษะดิจิทัล ทักษะภาษา ทักษะการคิดวิเคราะห์ ตลอดจนความคงทนในการจดจำเนื้อหา เป็นต้น Sun, et al., (2018), Bothe, et al., (2019)

อย่างไรก็ตาม การนำไมโครเลิร์นนิ่งไปใช้ให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดนั้น จำเป็นต้องมีการวางแผนและออกแบบหลักสูตรอย่างรอบคอบ โดยคำนึงถึงวัตถุประสงค์การเรียนรู้ คุณลักษณะของผู้เรียน บริบทการเรียนรู้ และการวัดประเมินผลที่เหมาะสม (Grifa C, 2023) รวมถึงอาจต้องใช้ควบคู่กับกลยุทธ์การเรียนรู้รูปแบบอื่น ๆ เพื่อให้ครอบคลุมความต้องการที่หลากหลายของผู้เรียน และสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ที่สมบูรณ์และมีคุณภาพ

2.1.2 ลักษณะสำคัญของไมโครเลิร์นนิ่ง

ไมโครเลิร์นนิ่งมีลักษณะเฉพาะที่แตกต่างจากการเรียนรู้แบบดั้งเดิมหลายประการ ซึ่งช่วยให้สอดคล้องกับความต้องการและรูปแบบการใช้ชีวิตของผู้เรียนในยุคดิจิทัลมากขึ้น โดยลักษณะสำคัญของไมโครเลิร์นนิ่ง ได้แก่

2.1.2.1 เนื้อหาในรูปแบบย่อย (Micro-content) เนื้อหาการเรียนรู้ในไมโครเลิร์นนิ่งจะถูกแบ่งย่อยเป็นส่วนเล็ก ๆ ที่มีความยาวไม่มาก ส่วนใหญ่อยู่ในช่วงประมาณ 3-10 นาที เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้อย่างกระชับ รวดเร็ว และไม่เกิดความเหนื่อยล้า (Zhang and Zhang, 2017) แต่ละหน่วยย่อยจะมีวัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่ชัดเจนและเป็นอิสระ สามารถเรียนรู้ได้ด้วยตัวเอง ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนรับรู้ถึงความสำเร็จในการเรียนและเกิดแรงจูงใจที่ดี (Mekacher, 2022)

2.1.2.2 รูปแบบการนำเสนอที่หลากหลาย ไมโครเลิร์นนิ่งมีการใช้สื่อการเรียนรู้ที่หลากหลายในการนำเสนอเนื้อหา ทั้งในรูปแบบข้อความ รูปภาพ เสียง วิดีโอ อินโฟกราฟิก เกม แอนิเมชัน ตลอดจนแอปพลิเคชัน เพื่อตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคลและรูปแบบการเรียนรู้ที่หลากหลาย

ของผู้เรียน โดยเน้นสื่อที่กระชับ น่าสนใจ เข้าใจง่าย และสอดคล้องกับพฤติกรรมการบริโภคสื่อของผู้เรียนในยุคดิจิทัล (Liwen and Xia, 2016)

2.1.2.3 การเข้าถึงได้สะดวกผ่านอุปกรณ์ดิจิทัล ไมโครเลิร์นนิ่งถูกออกแบบมาเพื่อให้ผู้เรียนสามารถเข้าถึงเนื้อหาได้ทุกที่ทุกเวลาผ่านอุปกรณ์ดิจิทัลที่หลากหลาย ไม่ว่าจะเป็นสมาร์ทโฟน แท็บเล็ต คอมพิวเตอร์ หรือแม้แต่สมาร์ทวอทช์ ซึ่งทำให้ผู้เรียนมีอิสระในการเลือกเวลาและสถานที่ในการเรียนรู้ตามความสะดวกของตน โดยไม่จำเป็นต้องนั่งเรียนหน้าจออย่างต่อเนื่องเป็นเวลานาน ช่วยลดความเครียดและความเหนื่อยล้าจากการเรียน (Xin, 2018)

2.1.2.4 แบ่งเนื้อหาตามหัวข้อ เนื้อหาในไมโครเลิร์นนิ่งมักจะถูกจัดเป็นหมวดหมู่ตามหัวข้อหรือหน่วยการเรียนรู้ที่มีความเฉพาะเจาะจง เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเลือกเรียนในสิ่งที่ตนเองสนใจหรือต้องการพัฒนาทักษะเป็นพิเศษ โดยไม่จำเป็นต้องเรียนทุกหัวข้อหากไม่ต้องการ ซึ่งจะช่วยให้การเรียนรู้มีความยืดหยุ่นและปรับเปลี่ยนได้ตามความต้องการของผู้เรียนแต่ละคน (Zhang and Zhang, 2017)

2.1.2.5 การมีปฏิสัมพันธ์และการประเมินผลระหว่างเรียน ไมโครเลิร์นนิ่งมักมีการสอดแทรกกิจกรรมและแบบทดสอบย่อยระหว่างการเรียน เพื่อกระตุ้นการมีส่วนร่วมของผู้เรียนและ ตรวจสอบความเข้าใจในเนื้อหาเป็นระยะ ๆ ซึ่งอาจอยู่ในรูปของเกม แบบฝึกหัด โพลสำรวจ หรือคำถามทบทวน เป็นต้น การมีปฏิสัมพันธ์และการทดสอบเหล่านี้จะช่วยให้ผู้เรียนรักษาสมาธิและความสนใจในการเรียนได้ดีขึ้น รวมถึงสามารถนำผลป้อนกลับไปปรับปรุงการเรียนรู้ของตัวเองได้อย่างทันท่วงที (Cho, et al., 2022)

2.1.2.6 ความสมบูรณ์ในตัวเอง แม้ว่าแต่ละหน่วยการเรียนรู้ย่อยของไมโครเลิร์นนิ่งจะมีความกระชับ แต่ก็มีเนื้อหาที่ครบถ้วนและเป็นอิสระ สามารถเรียนรู้ได้ด้วยตัวเองโดยไม่จำเป็นต้องอาศัยความรู้พื้นฐานจากหน่วยอื่น ๆ มากนัก ซึ่งเป็นข้อดีที่ทำให้ผู้เรียนไม่รู้สึกสับสนหรือหลงประเด็นระหว่างการเรียน และสามารถเลือกเรียนเฉพาะในหัวข้อที่ตนเองสนใจได้โดยไม่ต้องเรียนทั้งหมดแบบต่อเนื่อง (Liwen and Xia, 2016)

2.1.2.7 ความยืดหยุ่นของเวลาและสถานที่ หนึ่งในข้อดีสำคัญของไมโครเลิร์นนิ่งคือความยืดหยุ่นของเวลาและสถานที่ในการเรียนรู้ กล่าวคือผู้เรียนสามารถเข้าถึงเนื้อหาและทำกิจกรรมการเรียนรู้ได้ทุกที่ทุกเวลาผ่านอุปกรณ์ดิจิทัลต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นที่บ้าน ที่ทำงาน บนรถไฟฟ้า หรือแม้แต่ระหว่างรอคิวต่าง ๆ ซึ่งเป็นการอำนวยความสะดวกให้ผู้เรียนสามารถบริหารเวลาและสถานที่ในการเรียนรู้ได้อย่างอิสระตามความเหมาะสมของแต่ละคน (Sun, et al., 2018)

2.1.3 ประโยชน์ของไมโครเลิร์นนิ่งในบริบทการเรียนรู้

ไมโครเลิร์นนิ่งได้รับการยอมรับว่าเป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพและเหมาะสมกับยุคสมัยปัจจุบันเป็นอย่างมาก เนื่องจากมีคุณประโยชน์หลายประการที่ตอบโจทย์ความต้องการของทั้งผู้เรียน ผู้สอน และหน่วยงานทางการศึกษา ดังนี้

2.1.3.1 เพิ่มความยืดหยุ่นในการเรียนรู้ ไมโครเลิร์นนิ่งช่วยเพิ่มความยืดหยุ่นในการเรียนรู้ของผู้เรียน โดยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนสามารถเลือกเรียนในเวลาและสถานที่ที่สะดวกสำหรับตนเองมากที่สุด ไม่ว่าจะเป็นช่วงพักกลางวัน ช่วงเวลาว่างระหว่างวัน หรือแม้แต่บนรถระหว่างการเดินทาง ทำให้ผู้เรียนสามารถจัดสรรเวลาและสถานที่ในการเรียนรู้ได้อย่างอิสระตามความ

เหมาะสมของแต่ละบุคคล ส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้อย่างต่อเนื่องแม้ในช่วงเวลาที่จำกัด (Mekacher, 2022)

2.1.3.2 เพิ่มแรงจูงใจในการเรียนรู้ การแบ่งเนื้อหาออกเป็นส่วนย่อยที่กระชับและใช้เวลาในการเรียนรู้สั้น ๆ ช่วยให้ผู้เรียนรู้สึกไม่ท้อแท้หรือเบื่อหน่ายระหว่างเรียน และมีแรงจูงใจในการเรียนรู้มากขึ้นเนื่องจากสามารถเห็นความก้าวหน้าและรับรู้ผลสำเร็จของการเรียนรู้ได้ในระยะเวลาอันสั้น นอกจากนี้ การใช้สื่อการเรียนรู้ที่หลากหลายและน่าสนใจ เช่น วิดีโอ เกม อินโฟกราฟิก ก็ช่วยกระตุ้นความสนใจและความกระตือรือร้นในการเรียนรู้ได้เป็นอย่างดี (Zhang and Zhang, 2017)

2.1.3.3 ตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคล ไมโครเลิร์นนิ่งมีความยืดหยุ่นสูงในการตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคลของผู้เรียน ทั้งในแง่ของระดับความรู้พื้นฐาน ความสนใจ รูปแบบการเรียนรู้ และข้อจำกัดด้านเวลา โดยผู้เรียนสามารถเลือกเรียนเฉพาะในหัวข้อที่ตนเองต้องการโดยไม่จำเป็นต้องเรียนทุกหัวข้อ และสามารถปรับการเรียนตามความสะดวกของตนเอง ทำให้ลดความกดดันและความเครียดในการเรียน รวมถึงเพิ่มโอกาสในการประสบความสำเร็จตามศักยภาพของแต่ละคน (Xin, 2018)

2.1.3.4 เพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนรู้ งานวิจัยจำนวนมากแสดงให้เห็นว่าไมโครเลิร์นนิ่งสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนรู้ของผู้เรียนได้อย่างเห็นได้ชัด เนื่องจากการนำเสนอเนื้อหาในรูปแบบย่อย ๆ ที่กระชับและตรงประเด็น ช่วยให้ผู้เรียนจดจ่อกับเนื้อหาได้ง่ายขึ้น ไม่สับสนหรือหลงประเด็น ประกอบกับการมีกิจกรรมและแบบทดสอบที่กระตุ้นการคิดวิเคราะห์และการนำไปใช้ระหว่างเรียน ส่งผลให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในเนื้อหามากขึ้นและสามารถเชื่อมโยงความรู้ไปสู่การปฏิบัติได้จริง (Cho, et al., 2022)

2.1.3.5 ประหยัดเวลาและค่าใช้จ่าย ไมโครเลิร์นนิ่งช่วยประหยัดเวลาและค่าใช้จ่ายในการจัดการเรียนการสอนได้อย่างมาก เนื่องจากสามารถนำเสนอเนื้อหาได้ในระยะเวลาอันสั้น โดยไม่จำเป็นต้องใช้เวลาและทรัพยากรมากเหมือนกับการเรียนแบบเต็มรูปแบบ อีกทั้งการเรียนรู้ผ่านระบบออนไลน์ยังช่วยลดค่าใช้จ่ายในการเดินทางไปเรียนที่สถานศึกษา และลดต้นทุนในการจัดทำสื่ออุปกรณ์การสอนแบบเดิม ๆ ที่มีราคาแพง (Son, et al., 2024)

2.1.3.6 เสริมสร้างทักษะการเรียนรู้ด้วยตนเอง ไมโครเลิร์นนิ่งช่วยส่งเสริมการพัฒนาทักษะการเรียนรู้ด้วยตนเองของผู้เรียน เนื่องจากเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีอิสระในการวางแผนและกำหนดทิศทางการเรียนรู้ของตนเอง สามารถเลือกหัวข้อ เลือกช่วงเวลา และกำหนดเป้าหมายในการเรียนได้อย่างอิสระ ซึ่งเป็นทักษะที่สำคัญในการเรียนรู้ตลอดชีวิต นอกจากนี้ การทดสอบความรู้ระหว่างเรียนยังช่วยให้ผู้เรียนสามารถประเมินความก้าวหน้าและปรับปรุงตนเองได้ตลอดเวลา (Xin, 2018)

2.1.3.7 เข้าถึงได้ง่ายและรวดเร็ว จุดเด่นประการหนึ่งของไมโครเลิร์นนิ่งคือการเข้าถึงได้ง่ายและรวดเร็ว เนื่องจากการนำเสนอเนื้อหาผ่านอุปกรณ์ดิจิทัลต่าง ๆ ทำให้ผู้เรียนสามารถเข้าถึงบทเรียนได้ทุกที่ทุกเวลาผ่านอินเทอร์เน็ต โดยไม่จำเป็นต้องเดินทางไปเรียนที่สถานศึกษาหรือศูนย์การเรียน ซึ่งช่วยลดอุปสรรคในการเข้าถึงการศึกษา โดยเฉพาะสำหรับผู้เรียนที่อาศัยอยู่ห่างไกล ติดภารกิจการงาน หรือมีข้อจำกัดอื่น ๆ ในการเดินทางไปเรียน

2.1.3.8 เหมาะสำหรับการเรียนรู้ทักษะเฉพาะด้าน ไมโครเลิร์นนิ่งมีความเหมาะสมอย่างยิ่งสำหรับการเรียนรู้ทักษะเฉพาะด้านหรือการฝึกอบรมระยะสั้น เนื่องจากสามารถนำเสนอเนื้อหาที่

เข้มข้นและเฉพาะเจาะจงได้ในระยะเวลาอันสั้น ช่วยให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาทักษะที่ต้องการได้อย่างตรงจุดและมีประสิทธิภาพ เช่น การเรียนรู้การใช้งานซอฟต์แวร์เฉพาะทาง การฝึกทักษะการนำเสนอ การอบรมด้านความปลอดภัย เป็นต้น โดยใช้เวลาน้อยกว่าการอบรมแบบเต็มรูปแบบ แต่ได้ผลลัพธ์การเรียนรู้ที่ไม่แตกต่างกันมากนัก (Mekacher, 2022)

2.1.4 ตัวอย่างการประยุกต์ใช้ไมโครเลิร์นนิ่ง

ไมโครเลิร์นนิ่งได้รับการนำไปประยุกต์ใช้อย่างกว้างขวางในบริบทต่าง ๆ ทั้งในภาคการศึกษา ภาคธุรกิจ และการพัฒนาตนเอง โดยมีตัวอย่างการใช้งานที่น่าสนใจ ดังนี้

2.1.4.1 การฝึกอบรมพนักงานในองค์กร หลายองค์กรหันมาใช้ไมโครเลิร์นนิ่งในการฝึกอบรมและพัฒนาบุคลากร เนื่องจากสะดวก ประหยัดเวลา และสอดคล้องกับพฤติกรรมการเรียนรู้ของพนักงานในยุคดิจิทัล โดยมีการนำไมโครเลิร์นนิ่งมาใช้ในการปฐมนิเทศพนักงานใหม่ การอบรมความปลอดภัยในสถานที่ทำงาน การอบรมทักษะดิจิทัล การเพิ่มพูนความรู้ด้านผลิตภัณฑ์และบริการ ตลอดจนการพัฒนาทักษะการบริหารจัดการสำหรับหัวหน้างาน (Son, et al., 2024)

2.1.4.2 การเรียนการสอนในระบบการศึกษา สถาบันการศึกษาหลายแห่งได้นำไมโครเลิร์นนิ่งมาใช้เป็นส่วนหนึ่งของหลักสูตร หรือเป็นสื่อเสริมการเรียนรู้ เพื่อเพิ่มความยืดหยุ่นและประสิทธิภาพในการเรียนการสอน ตัวอย่างเช่น การพัฒนาบทเรียนออนไลน์แบบไมโครเลิร์นนิ่งสำหรับนักศึกษาต่างชาติในรายวิชาประวัติศาสตร์เกาหลี โดยบูรณาการเข้ากับ K-MOOC (Noh, et al., 2023) หรือการพัฒนาหลักสูตรไมโครเลิร์นนิ่งสำหรับอบรมครูด้านความคิดสร้างสรรค์ในยุคดิจิทัล (Osadcha, et al., 2024) เป็นต้น

2.1.4.3 การเรียนรู้ตลอดชีวิต ไมโครเลิร์นนิ่งมีบทบาทสำคัญในการส่งเสริมการเรียนรู้ตลอดชีวิต โดยเป็นทางเลือกสำหรับบุคคลทั่วไปที่ต้องการพัฒนาความรู้และทักษะใหม่ ๆ สำหรับการงานหรือการใช้ชีวิต ผ่านการเรียนรู้ด้วยตนเองในระยะสั้น ๆ เช่น การเรียนรู้ภาษาต่างประเทศเบื้องต้นผ่านแอปพลิเคชันภาษา การเรียนรู้ทักษะการถ่ายภาพผ่านคอร์สออนไลน์ การศึกษาเกี่ยวกับการลงทุนผ่านพอดคาสต์การเงิน เป็นต้น ซึ่งช่วยให้ทุกคนสามารถเข้าถึงการเรียนรู้ได้อย่างเท่าเทียมและสะดวกยิ่งขึ้น (Bothe, et al., 2019)

2.2 การเรียนรู้แบบดื่มด่ำเสมือนจริง (Immersive Learning)

2.2.1 ความหมายและลักษณะของการเรียนรู้แบบดื่มด่ำ

การเรียนรู้แบบดื่มด่ำเสมือนจริง หรือ Immersive Learning เป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่ผู้เรียนได้สัมผัสกับประสบการณ์การเรียนรู้ที่ให้ความรู้สึกเสมือนอยู่ในสถานการณ์หรือสภาพแวดล้อมจริง ผ่านการใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน (Virtual Reality) ความเป็นจริงเสริม (Augmented Reality) และความเป็นจริงผสม (Mixed Reality) ซึ่งช่วยสร้างบรรยากาศและกระตุ้นการรับรู้ทางประสาทสัมผัสแบบองค์รวม ทำให้ผู้เรียนรู้สึกดื่มด่ำและมีส่วนร่วมกับเนื้อหาการเรียนรู้ได้อย่างเต็มที่ (Dengel, et al., 2021)

การเรียนรู้แบบดื่มด่ำเสมือนจริงมีลักษณะเฉพาะที่แตกต่างจากการเรียนรู้แบบทั่วไป ได้แก่

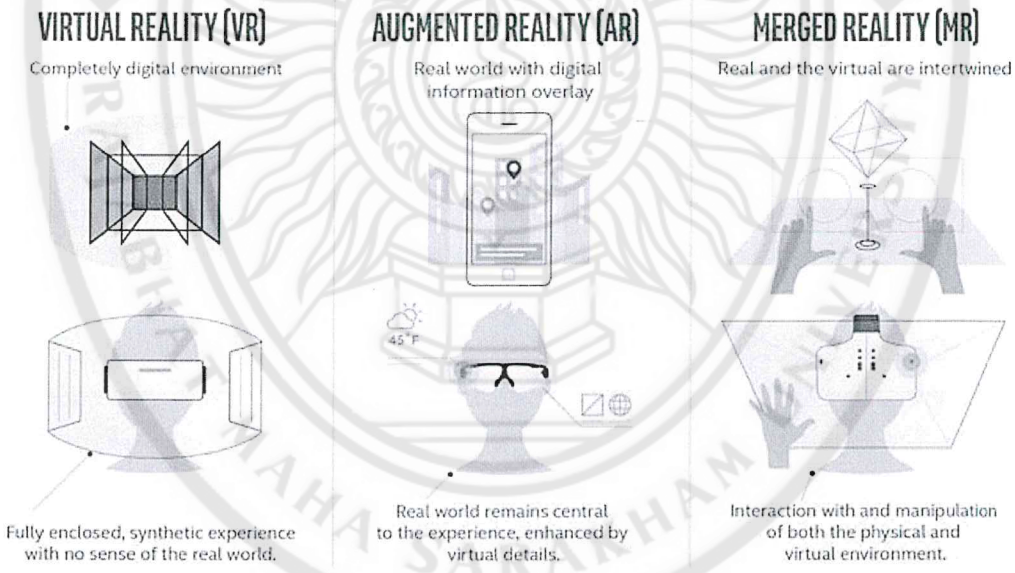
1. การสร้างสภาพแวดล้อมเสมือนจริงที่สมจริง ผ่านการจำลองสถานการณ์หรือเหตุการณ์ที่เสมือนอยู่ในโลกแห่งความเป็นจริง โดยคำนึงถึงรายละเอียดและองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องทั้งหมด เพื่อให้ผู้เรียนรู้สึกถึงบรรยากาศที่แท้จริง (Appelman, 2005)

2. การมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับสภาพแวดล้อมเสมือน ผ่านการตอบสนองต่อการกระทำหรือคำสั่งของผู้เรียนแบบเรียลไทม์ เสมือนกับว่าผู้เรียนอยู่ในเหตุการณ์นั้นจริง ๆ และกำลังมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งต่าง ๆ รอบตัว ซึ่งช่วยสร้างการมีส่วนร่วมและการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning) ของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี

3. การเชื่อมโยงการเรียนรู้กับการปฏิบัติจริง โดยการจำลองสถานการณ์หรือเหตุการณ์ที่เชื่อมโยงกับชีวิตจริงหรือการทำงานจริง ทำให้ผู้เรียนได้ฝึกฝนการประยุกต์ใช้ความรู้และทักษะในบริบทเสมือนจริง ก่อนที่จะนำไปใช้ในโลกแห่งความเป็นจริงต่อไป ช่วยลดความเสี่ยงและเพิ่มความมั่นใจในการปฏิบัติงานจริงให้กับผู้เรียน

4. ความปลอดภัยและความยืดหยุ่นในการเรียนรู้ เนื่องจากเป็นการเรียนรู้ในสภาพแวดล้อมเสมือน จึงช่วยลดความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นหากฝึกปฏิบัติในสถานการณ์จริง เช่น การทดลองทางวิทยาศาสตร์ที่อันตราย การฝึกขับเครื่องบินหรือยานพาหนะ เป็นต้น อีกทั้งยังสามารถสร้างสถานการณ์ที่หลากหลายเพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกฝนซ้ำ ๆ โดยไม่จำกัดเวลาและสถานที่ ทำให้เกิดความคล่องแคล่วและชำนาญมากขึ้น (Appelman, 2005)

2.2.2 เทคโนโลยีที่สนับสนุนการเรียนรู้แบบดื่มด่ำ (VR, AR, MR)

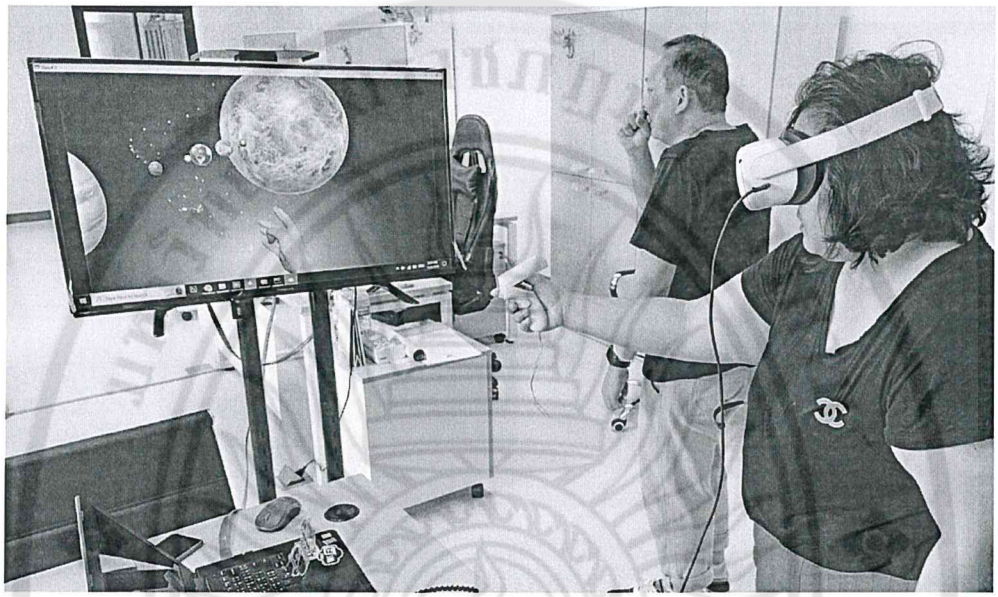


ภาพที่ 2.1 รูปแบบการใช้งานเทคโนโลยีแบบดื่มด่ำ (VR, AR, MR)

การเรียนรู้แบบดื่มด่ำเสมือนจริงอาศัยเทคโนโลยีที่สำคัญ 3 ประเภท ประกอบด้วย

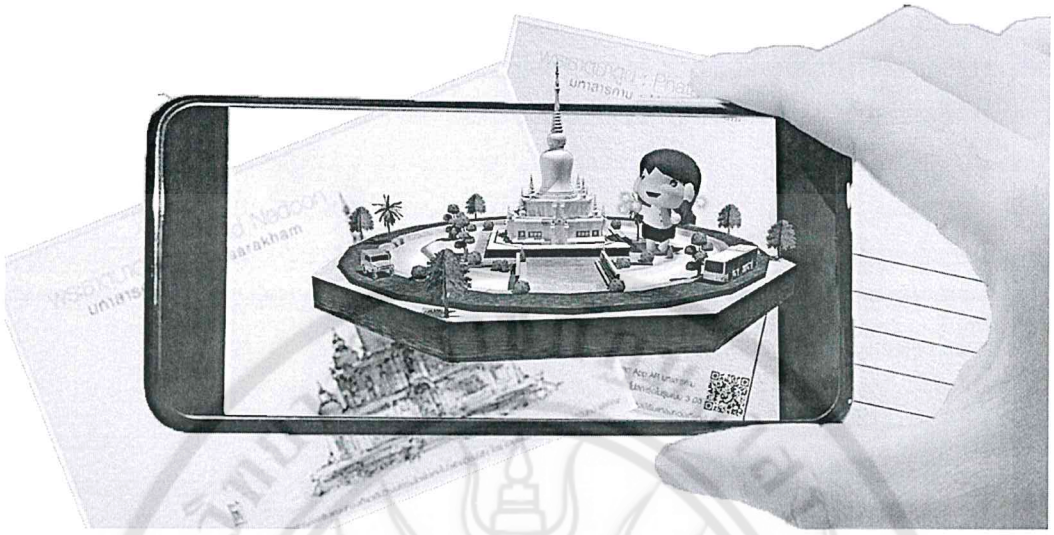
1. เทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน (Virtual Reality VR) เป็นเทคโนโลยีที่สร้างสภาพแวดล้อมจำลองแบบ 3 มิติที่ผู้ใช้รู้สึกเหมือนได้เข้าไปอยู่ในโลกเสมือนจริงนั้น โดยใช้อุปกรณ์ VR Headset สวม

ที่ศีรษะ เช่น Oculus Rift, HTC Vive ซึ่งมีจอแสดงผลสำหรับแต่ละตา ให้ภาพเสมือนจริงที่มีมุมมองกว้าง 110 องศา พร้อมระบบมองเห็นเชิงลึก (Stereoscopic Vision) ที่ทำให้ภาพดูมีมิติ นอกจากนี้ยังมีระบบติดตามการเคลื่อนไหวของศีรษะ (Head Tracking) ทำให้ภาพปรากฏตามการขยับหรือหันศีรษะของผู้ใช้แบบเรียลไทม์ ทำให้ผู้ใช้รู้สึกเหมือนอยู่ในโลกเสมือนจริงอย่างแท้จริง (Xenakis, et al., 2017)



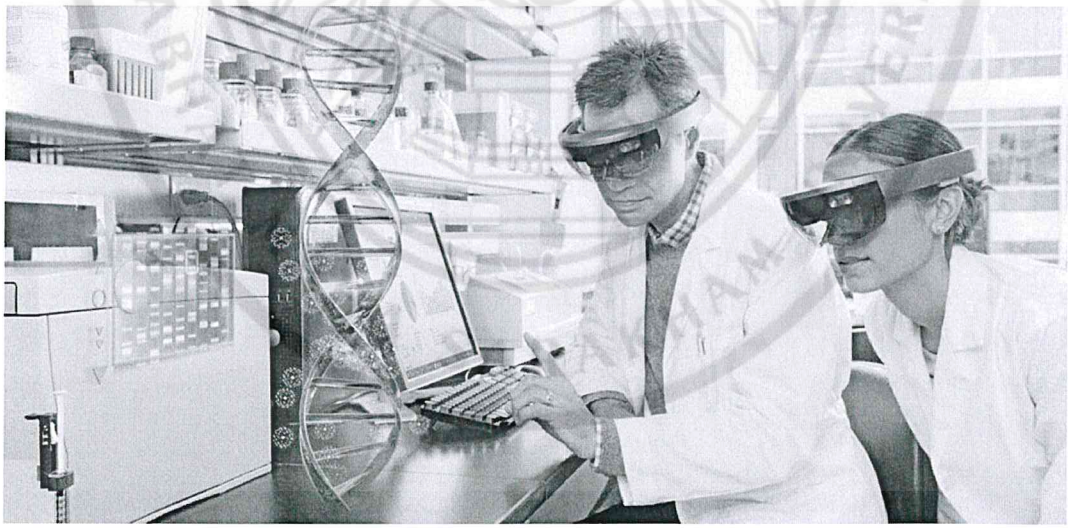
ภาพที่ 2.2 เทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน (Virtual Reality VR)

2. เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (Augmented Reality AR) เป็นเทคโนโลยีที่ผสานเอาโลกแห่งความเป็นจริงเข้ากับโลกเสมือน โดยซ้อนทับวัตถุดิจิทัลที่สร้างขึ้นด้วยคอมพิวเตอร์ลงไปในภาพของโลกจริงแบบเรียลไทม์ ผ่านกล้องและจอแสดงผลของอุปกรณ์ดิจิทัลต่าง ๆ เช่น สมาร์ตโฟน แท็บเล็ต หรือแว่นตา AR ทำให้ผู้ใช้มองเห็นวัตถุเสมือนปรากฏอยู่ในโลกจริง และสามารถมีปฏิสัมพันธ์กับวัตถุเสมือนเหล่านั้นได้ ตัวอย่างแอปพลิเคชันยอดนิยมที่ใช้เทคโนโลยี AR ได้แก่ Pokemon GO ที่ผู้เล่นสามารถจับโปเกมอนในโลกเสมือนผ่านหน้าจอมือถือที่ซ้อนทับกับสภาพแวดล้อมจริง (Xenakis, et al., 2017)



ภาพที่ 2.3 เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (Augmented Reality AR)

3. เทคโนโลยีความเป็นจริงผสม (Mixed Reality MR) เป็นเทคโนโลยีที่ผสมผสานระหว่าง VR และ AR เข้าด้วยกัน โดยสามารถสร้างวัตถุเสมือนที่มีปฏิสัมพันธ์กับโลกจริงได้อย่างลงตัวและเป็นธรรมชาติมากขึ้น ผ่านอุปกรณ์ MR Headset เฉพาะทาง เช่น Microsoft Hololens ซึ่งสามารถสร้างภาพโฮโลแกรมบนพื้นผิวจริง และตอบสนองต่อคำสั่งเสียงหรือการเคลื่อนไหวของผู้ใช้ได้ ทำให้ผู้ใช้รู้สึกเหมือนวัตถุเสมือนเป็นส่วนหนึ่งของโลกแห่งความเป็นจริงอย่างแท้จริง (Men, et al., 2017) เทคโนโลยี MR ถูกนำไปประยุกต์ใช้ในงานต่าง ๆ มากมาย ตั้งแต่การออกแบบผลิตภัณฑ์ การผ่าตัดทางการแพทย์ การซ่อมบำรุงเครื่องจักร ไปจนถึงการฝึกอบรมและการศึกษา



ภาพที่ 2.4 เทคโนโลยีความเป็นจริงผสม (Mixed Reality MR)

2.2.3 กระบวนการพัฒนาความเป็นจริงเสมือน (VR) บนแว่น Oculus

2.2.3.1 ความเป็นมาของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน (VR) และแว่น Oculus

ความเป็นจริงเสมือน (Virtual Reality: VR) เป็นเทคโนโลยีที่สร้างสภาพแวดล้อมเสมือนจริงด้วยคอมพิวเตอร์ซึ่งสามารถจำลองประสบการณ์ที่ผู้ใช้รู้สึกเหมือนอยู่ในโลกเสมือนอย่างสมจริง (Jerald, 2016) เทคโนโลยี VR ได้รับการพัฒนามาตั้งแต่ช่วงทศวรรษ 1960 แต่เพิ่งได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายในทศวรรษ 2010 เมื่อ Oculus ได้เปิดตัว Oculus Rift รุ่นแรกในปี 2016 หลังจากได้รับการสนับสนุนผ่าน Kickstarter และต่อมาถูกซื้อกิจการโดย Facebook (ปัจจุบันคือ Meta) ในปี 2014 ด้วยมูลค่า 2 พันล้านดอลลาร์สหรัฐ (LaValle, 2017)

แว่น Oculus ได้พัฒนาผ่านหลายรุ่น จากรุ่นแรกที่ต้องเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ประสิทธิภาพสูง จนมาถึงรุ่น Oculus Quest และ Quest 2 ที่เป็นอุปกรณ์แบบอิสระไม่ต้องเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ (Standalone) ซึ่งช่วยให้การพัฒนาและการใช้งาน VR เข้าถึงผู้ใช้ได้กว้างขวางมากขึ้น (Anthes, et al., 2016) ปัจจุบัน Meta Quest (ชื่อใหม่ของ Oculus Quest) เป็นแพลตฟอร์ม VR ที่ได้รับความนิยมสูงสุดในตลาด ด้วยส่วนแบ่งการตลาดมากกว่า 75% ของตลาด VR ทั่วโลก (IDC, 2023)

2.2.3.2 กระบวนการพัฒนาระบบความเป็นจริงเสมือน (VR) ตามหลักวิศวกรรมซอฟต์แวร์

การพัฒนาระบบความเป็นจริงเสมือนบนแว่น Oculus มีขั้นตอนการพัฒนาที่ผสมผสานนักวิชาการหลายท่านได้นำเสนอกระบวนการพัฒนาระบบ VR ในรูปแบบต่าง ๆ โดยสามารถสรุปได้เป็นขั้นตอนหลัก ดังนี้

1) การวิเคราะห์ความต้องการและการวางแผนโครงการ (Requirements Analysis and Project Planning)

การพัฒนาระบบ VR จำเป็นต้องเริ่มต้นด้วยการวิเคราะห์ความต้องการของผู้ใช้และการกำหนดขอบเขตของระบบอย่างชัดเจน Rizzo, et al. (2013) เสนอว่าการวิเคราะห์ความต้องการสำหรับระบบ VR ต้องครอบคลุมทั้งด้านเทคนิค เช่น ความละเอียดของภาพ ความล่าช้าในการแสดงผล เป็นต้น ด้านประสบการณ์ผู้ใช้ เช่น ความรู้สึกดื่มด่ำ การมีปฏิสัมพันธ์ Bowman, et al. (2017) แนะนำให้การวางแผนโครงการ VR ควรคำนึงถึง

1.1) วัตถุประสงค์และเป้าหมายของประสบการณ์ VR

1.2) กลุ่มเป้าหมายและลักษณะการใช้งาน

1.3) ข้อจำกัดของอุปกรณ์ Oculus เช่น ความละเอียดของจอภาพ มุมมองการมองเห็น (Field of View) และน้ำหนักของอุปกรณ์

1.4) งบประมาณและทรัพยากรที่มี

2) การออกแบบระบบและสถาปัตยกรรม (System and Architecture Design)

การออกแบบระบบ VR ประกอบด้วยการออกแบบสถาปัตยกรรมซอฟต์แวร์และการออกแบบประสบการณ์ผู้ใช้ Parisi (2015) เสนอสถาปัตยกรรมการพัฒนาแอปพลิเคชัน VR โดยแบ่งเป็นองค์ประกอบหลัก 3 ส่วน

2.1) ชั้นแอปพลิเคชัน (Application Layer)-ประกอบด้วยตรรกะและฟังก์ชันการทำงานหลักของแอปพลิเคชัน

2.2) ชั้นเครื่องมือ (Middleware Layer)-รวมถึง Game Engine, SDK และเครื่องมือพัฒนาอื่น ๆ

2.3) ชั้นฮาร์ดแวร์ (Hardware Layer)-ประกอบด้วยอุปกรณ์ Oculus และตัวควบคุม

Anthes, et al. (2016) กล่าวว่าการพัฒนาระบบ VR บน Oculus มักใช้ Game Engine ยอดนิยมเช่น Unity หรือ Unreal Engine ร่วมกับ Oculus SDK เพื่อเข้าถึงฟีเจอร์เฉพาะของอุปกรณ์ โดยสถาปัตยกรรมการออกแบบนิยมใช้แบบ Entity-Component-System (ECS) ซึ่งเหมาะสำหรับการพัฒนาแอปพลิเคชัน 3D แบบโต้ตอบ และสำหรับการออกแบบประสบการณ์ผู้ใช้ Jerald (2016) เสนอว่าควรคำนึงถึง

1. การออกแบบสภาพแวดล้อมเสมือน
2. กลไกการโต้ตอบและการนำทาง
3. การป้องกันอาการเมาเสมือน (Cybersickness)
4. การสร้างความรู้สึกดื่มด่ำและการมีอยู่ (Presence)

3) การพัฒนาเนื้อหาและสภาพแวดล้อม 3 มิติ (Content and 3D Environment Development)

การพัฒนาเนื้อหาสำหรับ VR เกี่ยวข้องกับการสร้างสินทรัพย์ 3 มิติ (3D Assets) สภาพแวดล้อมเสมือน และการโต้ตอบ Slater และ Sanchez-Vives (2016) เน้นความสำคัญของความสมจริงของเนื้อหาที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพการเรียนรู้ใน VR ขั้นตอนการพัฒนาเนื้อหาสำหรับ Oculus ประกอบด้วย

3.1) การสร้างโมเดล 3 มิติ-Zhang และ Zhou (2018) แนะนำการใช้เครื่องมือ 3D Modeling เช่น Blender, Maya หรือ ZBrush เพื่อสร้างโมเดลตัวละครและวัตถุ โดยต้องคำนึงถึงจำนวนโพลีกอนและความซับซ้อนที่เหมาะสมกับประสิทธิภาพของ Oculus

3.2) การพัฒนาพื้นผิวและเนื้อหา-Kaplanyan, et al. (2019) เสนอเทคนิคการสร้างพื้นผิวและเนื้อหาที่มีประสิทธิภาพสำหรับ VR โดยใช้ Texture mapping, PBR (Physically Based Rendering) และการจัดแสงที่เหมาะสม

3.3) การพัฒนาแอนิเมชันและปฏิสัมพันธ์-LaViola, et al. (2017) แนะนำรูปแบบการโต้ตอบที่เป็นธรรมชาติ (Natural User Interface) สำหรับประสบการณ์ VR บน Oculus เช่น การใช้การเคลื่อนไหวของมือและการใช้ตัวควบคุม

3.4) การสร้างสภาพแวดล้อมการเรียนรู้-Dalgarno และ Lee (2010) เสนอหลักการออกแบบสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ 3 มิติที่มีประสิทธิภาพ โดยเน้นการส่งเสริมการสำรวจและการเรียนรู้แบบค้นพบ (Discovery Learning)

4) การพัฒนาโปรแกรมและการเขียนโค้ด (Development and Coding)

การพัฒนาระบบ VR สำหรับ Oculus เกี่ยวข้องกับการเขียนโค้ดเพื่อควบคุมพฤติกรรมและการโต้ตอบในสภาพแวดล้อมเสมือน Oculus Developer Documentation การใช้ Oculus Integration SDK กับ Unity หรือ Unreal Engine เพื่อเข้าถึงฟีเจอร์ต่าง ๆ ของอุปกรณ์ Parisi (2015) เสนอแนวทางการพัฒนาโปรแกรม VR ด้วย Unity โดยใช้แนวคิด Component-based architecture ซึ่งช่วยให้การพัฒนาเป็นโมดูลและมีความยืดหยุ่น

การพัฒนาโปรแกรมสำหรับการโต้ตอบใน VR ควรประกอบด้วย

1. การจับและการปล่อยวัตถุ (Grab and Release)
2. การเคลื่อนที่และการเทเลพอร์ต (Locomotion and Teleportation)
3. การโต้ตอบกับ UI ใน VR
4. การตรวจจับการชนและฟิสิกส์

5) การทดสอบและการประเมินผล (Testing and Evaluation)

การทดสอบแอปพลิเคชัน VR มีความซับซ้อนกว่าการทดสอบซอฟต์แวร์ทั่วไป เนื่องจากเกี่ยวข้องกับทั้งการทดสอบด้านเทคนิคและประสบการณ์ผู้ใช้ Sutcliffe และ Gault (2004) เสนอกรอบการประเมินระบบ VR ที่ครอบคลุม 12 ด้าน ได้แก่

5.1) ความธรรมชาติของการแสดงผล
5.2) ความสม่ำเสมอของการแสดงผล
5.3) คุณภาพของการโต้ตอบ
5.4) ความสมจริงของการจำลอง
5.5) คุณภาพของกลไกการนำทาง
5.6) ประสิทธิภาพของมุมมองและการมองเห็น
5.7) ความรู้สึกของการมีอยู่ (Sense of Presence)
5.8) ความสามารถในการสำรวจ
5.9) ความสามารถในการค้นหาเป้าหมาย
5.10) ความรู้สึกของการมีส่วนร่วม
5.11) ความง่ายในการใช้งาน
5.12) ประโยชน์ที่ได้รับ

6) การปรับแต่งและเพิ่มประสิทธิภาพ (Optimization)

การปรับแต่งและเพิ่มประสิทธิภาพมีความสำคัญอย่างยิ่งสำหรับแอปพลิเคชัน VR เนื่องจากต้องรักษาอัตราเฟรมที่สูงและลดความล่าช้าให้ต่ำที่สุด Brennesholtz (2018) เสนอเทคนิคการปรับแต่งประสิทธิภาพสำหรับแอปพลิเคชัน VR บน Oculus ได้แก่ การลดความซับซ้อนของเรขาคณิต (Geometry) การใช้เทคนิค Level of Detail (LOD) การปรับแต่ง Shader และการแสดงผล การทำ Occlusion Culling และการจัดการหน่วยความจำและการโหลดเนื้อหา

Patney, et al. (2016) นำเสนอเทคนิค Foveated Rendering ซึ่งเป็นการลดคุณภาพการแสดงผลในส่วนที่อยู่นอกจุดโฟกัสของดวงตา ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการแสดงผลโดยไม่กระทบต่อคุณภาพที่ผู้ใช้รับรู้

Meta Quest Developer Guidelines (2023) แนะนำการปรับแต่งเฉพาะสำหรับ Oculus Quest/Meta Quest คือการใช้ Mobile GPU Profiler เพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพ การลดการใช้ Fill Rate และ Overdraw การปรับแต่งระบบแสงและเงาให้เหมาะสมการใช้ Texture Compression ที่เหมาะสม

7) การบรรจุและเผยแพร่ (Packaging and Distribution)

การเผยแพร่แอปพลิเคชัน VR บน Oculus ต้องผ่านกระบวนการตรวจสอบและอนุมัติจาก Meta/Oculus App Store และ Meta Quest Store Guidelines (2023) กำหนดขั้นตอนการส่งแอปพลิเคชันเพื่อเผยแพร่ ดังนี้

7.1) การลงทะเบียนและส่งแบบฟอร์มคอนเซ็ปต์

7.2) การพัฒนาตาม Technical Requirements

7.3) การส่งแอปพลิเคชันเพื่อตรวจสอบ

7.4) การทดสอบคุณภาพ (QA Testing)

7.5) การอัปโหลดสื่อประกอบและข้อมูลการตลาด

7.6) การเผยแพร่บน Oculus Store

เครื่องมือและเทคโนโลยีสำหรับการพัฒนา VR บนแว่น Oculus

การพัฒนาแอปพลิเคชัน VR สำหรับ Oculus จำเป็นต้องใช้เครื่องมือและเทคโนโลยีเฉพาะทาง Anthes, et al. (2016) ได้จำแนกเครื่องมือสำหรับการพัฒนา VR ไว้ดังนี้

1. Game Engines เป็นเครื่องมือหลักในการพัฒนาแอปพลิเคชัน VR ที่นิยมใช้สำหรับ Oculus ได้แก่

1.1 Unity-Game Engine ที่ได้รับความนิยมสูงสุดสำหรับการพัฒนา VR โดยมีเครื่องมือเฉพาะทางและรองรับ Oculus SDK อย่างเต็มรูปแบบ (Unity Technologies, 2023)

1.2 Unreal Engine-เหมาะสำหรับการสร้างประสบการณ์ VR ที่มีคุณภาพกราฟิกสูง มีระบบ Blueprint Visual Scripting ที่ช่วยให้พัฒนาได้โดยไม่ต้องเขียนโค้ดมากนัก (Epic Games, 2023)

1.3 Godot Engine-เป็นทางเลือกโอเพนซอร์สที่กำลังได้รับความนิยมเพิ่มขึ้น มีการรองรับ OpenXR ซึ่งใช้งานกับ Oculus ได้ (Godot Engine, 2023)

2. Software Development Kits (SDKs) SDKs ช่วยให้นักพัฒนาสามารถเข้าถึงฟีเจอร์ต่าง ๆ ของ Oculus ได้ดียิ่งขึ้น SDKs ที่นิยมใช้ประกอบด้วย

2.1 Oculus Integration SDK-ชุดเครื่องมือหลักสำหรับการพัฒนาแอปพลิเคชัน Oculus มีคอมโพเนนต์สำเร็จรูปสำหรับการตรวจจับอุปกรณ์ การติดตามการเคลื่อนไหว และการโต้ตอบ (Meta, 2023)

2.2 OpenXR-มาตรฐานเปิดสำหรับการพัฒนาแอปพลิเคชัน VR และ AR ที่ทำงานข้ามแพลตฟอร์ม รวมถึง Oculus (Khronos Group, 2023)

2.3 Oculus Audio SDK-เครื่องมือสำหรับการพัฒนาเสียง 3 มิติและเสียงตามพื้นที่ (Spatial Audio) สำหรับประสบการณ์ VR (Meta, 2023)

3. เครื่องมือสร้างโมเดล 3 มิติและเนื้อหา การสร้างเนื้อหา 3 มิติสำหรับ VR ต้องอาศัยเครื่องมือเฉพาะทาง เช่น

3.1 Blender-ซอฟต์แวร์โอเพนซอร์สสำหรับการสร้างโมเดล 3 มิติ แอนิเมชัน และเอฟเฟกต์ภาพ นิยมใช้ในการพัฒนา VR เนื่องจากฟรีและมีความสามารถสูง (Blender Foundation, 2023)

3.2 Autodesk Maya และ 3ds Max-ซอฟต์แวร์มืออาชีพสำหรับการสร้างโมเดล 3 มิติและแอนิเมชัน นิยมใช้ในสตูดิโอขนาดใหญ่ (Autodesk, 2023)

3.3 Substance Painter/Designer - ชุดเครื่องมือสำหรับการสร้างพื้นผิววัตถุ (Texture) แบบ PBR คุณภาพสูงสำหรับโมเดล 3 มิติ (Adobe, 2023)

ข้อพิจารณาพิเศษในการพัฒนา VR สำหรับบริบทการศึกษา

การพัฒนาแอปพลิเคชัน VR สำหรับการศึกษา โดยเฉพาะการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมมีข้อพิจารณาพิเศษที่ควรคำนึงถึงองค์ประกอบต่อไปนี้

1. การออกแบบเพื่อการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ Makransky และ Petersen (2021) ได้ศึกษาและพบว่าการออกแบบ VR เพื่อการศึกษาต้องคำนึงถึงทฤษฎีภาระทางปัญญา (Cognitive Load Theory) โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อนำมาใช้ในบริบทไมโครเลิร์นนิ่ง ซึ่งต้องการความกระชับและตรงประเด็น และ Fowler (2015) เสนอกรอบแนวคิดการออกแบบประสบการณ์การเรียนรู้ VR โดยเน้นองค์ประกอบ 3 ประการ คือ การสร้างความดื่มด่ำที่มีจุดประสงค์ (Purposeful Immersion) การมีปฏิสัมพันธ์ที่มีความหมาย (Meaningful Interaction) และการเชื่อมโยงกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่ชัดเจน (Clear Learning Objectives) การออกแบบสำหรับไมโครเลิร์นนิ่งใน VR ควรจำกัดเวลาในแต่ละบทเรียนให้สั้น Sun, et al. (2018) แนะนำว่าบทเรียน VR ที่มีประสิทธิภาพสูงสุดควรมีระยะเวลา 5-10 นาที เพื่อหลีกเลี่ยงความเมื่อยล้าและการใช้สมาธิที่มากเกินไป

2. การบูรณาการ STEAM ใน VR Harris และ de Bruin (2017) เสนอแนวทางการบูรณาการ STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics) ในสภาพแวดล้อม VR โดยเน้นการสร้างประสบการณ์ที่ส่งเสริมการแก้ปัญหาข้ามสาขาวิชา พัฒนาความคิดสร้างสรรค์ผ่านการทดลองและการปฏิบัติและเชื่อมโยงแนวคิดทางวิทยาศาสตร์และศิลปะอย่างมีความหมาย Perignat และ Katz-Buonincontro (2019) ศึกษาพบว่า VR เป็นเครื่องมือที่เหมาะสมอย่างยิ่งสำหรับการสอน STEAM เนื่องจากสามารถจำลองปรากฏการณ์ที่ซับซ้อนและสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ที่มีการบูรณาการหลายศาสตร์ได้อย่างเป็นธรรมชาติ Ge, et al. (2020) แนะนำการใช้ Project-based Learning ร่วมกับ VR ในการสอน STEAM โดยเฉพาะในการออกแบบตัวละคร 2D และ 3D ซึ่งเหมาะกับแอปพลิเคชัน 2D3D Training บน Oculus

3. ข้อควรคำนึงด้านการใช้งานและความปลอดภัย Jensen และ Konradsen (2018) ระบุข้อควรระวังสำหรับการใช้ VR ในการศึกษา ประกอบด้วย การกำหนดระยะเวลาใช้งานที่เหมาะสม (โดยทั่วไปไม่ควรเกิน 20-30 นาทีต่อครั้ง) การออกแบบที่รองรับผู้เรียนที่มีความแตกต่างด้านประสบการณ์กับเทคโนโลยี และการพัฒนาเนื้อหาที่เหมาะสมกับช่วงวัยและระดับการศึกษา

การพัฒนาความเป็นจริงเสมือนบนแว่น Oculus เป็นกระบวนการที่ต้องบูรณาการความรู้ทั้งด้านวิศวกรรมซอฟต์แวร์ การออกแบบประสบการณ์ผู้ใช้ และหลักการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ การทบทวนวรรณกรรมนี้แสดงให้เห็นว่ากระบวนการพัฒนามีหลายขั้นตอน ตั้งแต่การวิเคราะห์ความต้องการ การออกแบบระบบ การพัฒนาเนื้อหา การทดสอบ และการเผยแพร่ สำหรับการพัฒนาแอปพลิเคชัน 2D3D Training บน Oculus ที่มุ่งเน้นการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ จำเป็นต้องคำนึงถึงการออกแบบประสบการณ์ผู้ใช้ที่เหมาะสม การบูรณาการศาสตร์ต่าง ๆ อย่างมีความหมาย และการคำนึงถึงข้อจำกัดของเทคโนโลยีและผู้ใช้

เทคโนโลยี VR บน Oculus นำเสนอโอกาสที่น่าสนใจในการปฏิวัติวิธีการเรียนรู้ โดยเฉพาะในด้านการออกแบบและการสร้างสรรค์ ซึ่งเป็นหัวใจสำคัญของการศึกษาแบบ STEAM การพัฒนาในอนาคตของทั้งฮาร์ดแวร์และเทคโนโลยีการพัฒนาจะยิ่งเพิ่มศักยภาพของ VR ในฐานะเครื่องมือการเรียนรู้ที่ทรงพลัง

2.2.4 กระบวนการพัฒนาความเป็นจริงเสริม (AR)

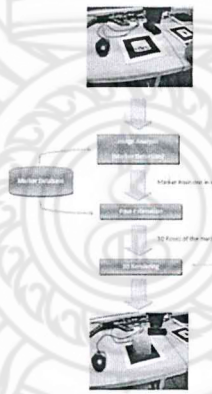
2.2.4.1 หลักการทำงานของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (Augmented Reality)

เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (Augmented Reality) มีหลักการทำงาน ประกอบด้วย 3 กระบวนการ คือ

1) การวิเคราะห์ภาพ (Image Analysis) เป็นขั้นตอนการค้นหา Marker จากภาพที่ได้จากกล้องแล้วสืบค้นจากฐานข้อมูล (Maker Database) ที่มีการเก็บข้อมูลขนาดและรูปแบบของ Marker

2) การคำนวณค่าตำแหน่งเชิง 3 มิติ (Pose Estimation) ของ Maker เพื่อนำมาวิเคราะห์รูปแบบของ Marker เทียบกับกล้อง

3) กระบวนการสร้างภาพ 2 มิติ จากโมเดล 3 มิติ (3D Rendering) เป็นการเพิ่มข้อมูลเข้าไปในภาพ โดยใช้ค่าตำแหน่งเชิง 3 มิติ ที่คำนวณได้จนได้ภาพเสมือนจริง



ภาพที่ 2.5 การทำงานของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม

เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสามารถแบ่งประเภทตามส่วนวิเคราะห์ภาพ (Image Analysis) เป็น 2 ประเภท ได้แก่ การวิเคราะห์ภาพโดยอาศัย Maker เป็นหลักในการทำงาน (AR) และการวิเคราะห์ภาพโดยใช้ลักษณะต่าง ๆ ที่อยู่ในภาพมาวิเคราะห์ (Maker-less based AR) Maker Based

2.2.4.2 หลักการของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม

หลักการทำงานของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ประกอบด้วย

1) ตัว Maker

2) กล้อง VDO กล้องWebcam กล้องโทรศัพท์มือถือหรือตัวจับ Sensor

3) ส่วนแสดงผล อาจเป็นจอภาพคอมพิวเตอร์ หรือจอภาพโทรศัพท์มือถือ

4) ซอฟแวร์หรือส่วนประมวลผลเพื่อสร้างภาพหรือวัตถุแบบสามมิติ

พื้นฐานหลักของ AR จำเป็นต้องรวบรวมหลักการของการตรวจจับการเคลื่อนไหว (Motion Detection) การตรวจจับการเต้นหรือเคาะ (Beat Detection) การจดจำเสียง (Voice Recognize) และการประมวลผลภาพ (Image Processing) โดยนอกจากการตรวจจับการเคลื่อนไหวผ่าน Motion Detect แล้ว การตอบสนองบางอย่างของระบบผ่านสื่อนั้น ต้องมีการตรวจจับเสียงของผู้ใช้และประมวลผลด้วยหลักการ Beat Detection เพื่อให้เกิดจังหวะในการสร้างทางเลือกแก่ระบบ เช่น เสียงในการสั่งให้ตัว Interactive Media ทำงาน

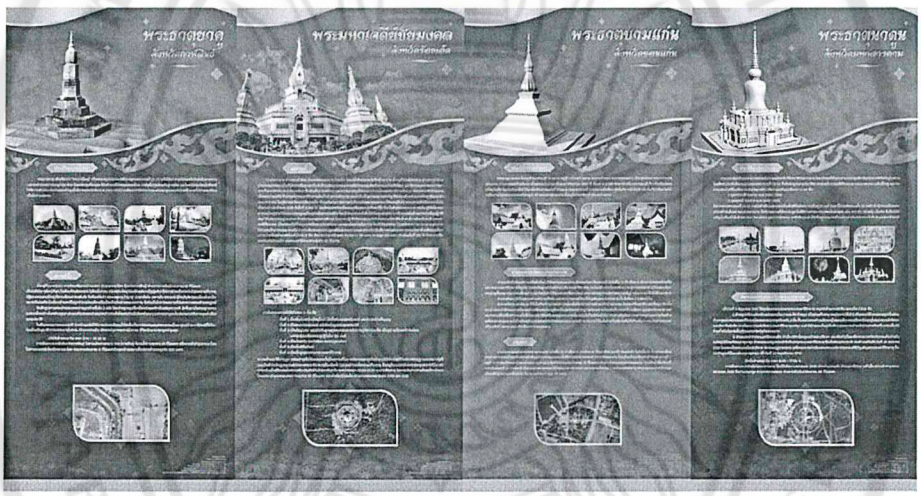
2.2.4.3 หลักการสร้าง Augmented Reality

หลักการสร้าง Augmented Reality ประกอบด้วยขั้นตอนหลัก 3 ขั้นตอน คือ

1) การออกแบบและสร้าง Marker

การออกแบบ Marker สามารถออกแบบได้ด้วยโปรแกรมออกแบบทั่วไป โดยโครงการวิจัยนี้ เลือกใช้รูปแบบ Marker แบบ Maker Based และสร้าง Marker โดย Generate ผ่านเว็บไซต์ Vuforia

1.1) ออกแบบ Marker ด้วยคอมพิวเตอร์ ดังภาพที่ 2.3



ภาพที่ 2.6 การออกแบบ Marker สำหรับ AR ร้อยแก่นสารสินธุ์

(ที่มา: พจน์ศิรินทร์ ลิมปินันทน์. (2561). การส่งเสริมแหล่งท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมโดยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม)

1.2) การสร้าง Marker โดย Generate ผ่านเว็บไซต์ Vuforia และเว็บไซต์ Vuforia จะทำการตรวจสอบและให้คะแนนความเป็น Marker ที่ดีหรือไม่โดยการให้เป็นดาวคะแนน หากได้ห้าดาวแปลว่า Marker ที่ออกแบบมานั้นมีประสิทธิภาพการทำงานดีมาก ดังภาพที่ 2.7

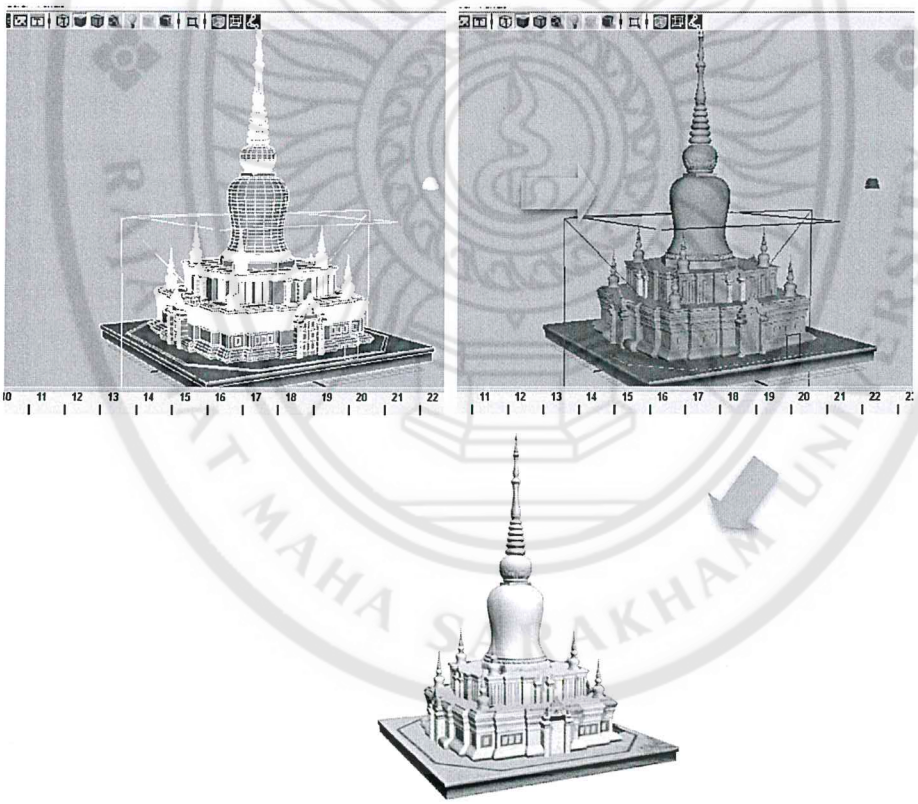


ภาพที่ 2.7 ตัวอย่างสร้าง Marker ด้วยเว็บไซต์ Vuforia

(ที่มา: พจน์ศิรินทร์ ลิมปินันทน์. (2561). การส่งเสริมแหล่งท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมโดยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม)

2) การสร้างโมเดล

การสร้างโมเดลสามารถสร้างได้จากโปรแกรมหลากหลายขึ้นอยู่กับความถนัดและการนำไปใช้งานต่อในส่วนของการเขียนโปรแกรม ภาพตัวอย่างการปั้นโมเดล



ภาพที่ 2.8 ตัวอย่างการปั้นพระธาตุนาดูน

(ที่มา: พจน์ศิรินทร์ ลิมปินันทน์. (2561) การส่งเสริมแหล่งท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมโดยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม)

3) การเขียนโปรแกรม

การใช้โปรแกรม Unity ในการพัฒนา AR โดยใช้ package ของVuforia การเขียนโปรแกรมใน Unity สามารถเขียนได้ 3 ภาษา ประกอบด้วย C#, Boo, UnityScript (JavaScript) ผู้วิจัยเลือกใช้ภาษา C# เพื่อเขียนแอพพลิเคชั่นเสมือนจริงแหล่งท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรม จึงเป็นการใช้ Marker ในรูปแบบ Multi Marker และมีโมเดลในรูปแบบการเคลื่อนไหวแบบ 3 มิติ จำนวน 4 โมเดล ขั้นตอนในการเขียนโปรแกรมผู้ศึกษาได้ยึดหลักการเขียนตามวงจรการพัฒนาโปรแกรม เลือกใช้รูปแบบการพัฒนา Waterfall Model 5 ขั้นตอน ทฤษฎีแบบจำลองน้ำตก (Waterfall Model) เป็นการศึกษาถึงความเหมาะสม กำหนดปัญหา หรือการศึกษาความเป็นไปได้ (Feasibility Study) เป็นหน้าที่ของนักวิเคราะห์ระบบ ในการพัฒนาซอฟต์แวร์ เหมาะสมสำหรับการพัฒนาโปรแกรมสำเร็จรูปที่เป็นลักษณะ Mass Product จะเน้นศึกษาใน 5 ประการ คือ

3.1) Requirement เป็นขั้นตอนในการเก็บความต้องการของผู้ใช้โปรแกรมว่า ผู้ใช้โปรแกรมต้องการโปรแกรมอะไร ทำงานอย่างไร

3.2) Design เป็นขั้นตอนในการเอาความต้องการของผู้ใช้มาวิเคราะห์ถึงความเป็นไปได้และความเหมาะสม เลือกเครื่องมือที่จะทำการพัฒนาโปรแกรม แล้วทำการออกแบบ (Design) โปรแกรม

3.3) Implementation เป็นขั้นตอนของการเขียนโปรแกรมตามที่เราออกแบบมา

3.4) Verification เป็นขั้นตอนในการเอาโปรแกรมที่เขียนเสร็จแล้วมาทำการทดสอบหาข้อผิดพลาดเมื่อทำการทดสอบจนแน่ใจแล้วว่าไม่มีข้อผิดพลาดก็นำโปรแกรมไปใช้งานจริง

3.5) Maintenance เป็นขั้นตอนในการดูแลผู้ใช้โปรแกรมว่ามีปัญหาในการใช้งานหรือไม่อย่างไร พร้อมให้คำปรึกษาและรับฟังข้อคิดเห็นเพื่อจะนำมาพัฒนาโปรแกรมในรุ่นถัดไป

2.2.5 ประโยชน์ของการเรียนรู้แบบดื่มด่ำในกระบวนการศึกษา

การเรียนรู้แบบดื่มด่ำเสมือนจริงมีประโยชน์มากมายต่อกระบวนการจัดการศึกษา ดังนี้

2.2.5.1 เพิ่มแรงจูงใจและความน่าสนใจในการเรียนรู้ การเรียนรู้ผ่านเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมช่วยสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ที่น่าตื่นเต้นและดึงดูดความสนใจของผู้เรียนได้เป็นอย่างดีด้วยภาพ เสียง และสัมผัสที่สมจริง ประกอบกับความสามารถในการโต้ตอบและมีส่วนร่วมกับเนื้อหาทำให้ผู้เรียนมีแรงจูงใจและกระตือรือร้นที่จะเรียนรู้มากขึ้น ลดปัญหาเรื่องความเบื่อหน่ายและขาดสมาธิระหว่างเรียน (Craft, et al., 2014)

2.2.5.2 เสริมสร้างความเข้าใจที่ลึกซึ้ง การได้เรียนรู้ในสถานการณ์เสมือนจริง โดยเฉพาะเรื่องราวหรือเหตุการณ์ที่มีความซับซ้อนและเป็นนามธรรม ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจบริบทและเนื้อหาได้ชัดเจนและลึกซึ้งมากขึ้น สามารถจินตนาการภาพรวมทั้งหมดได้อย่างเป็นรูปธรรม เชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบต่าง ๆ และเห็นมุมมองที่หลากหลายของปรากฏการณ์ที่ศึกษา (Hawes, et al., 2022)

2.2.5.3 พัฒนาทักษะการคิดขั้นสูง การเรียนรู้แบบดื่มด่ำเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ฝึกฝนทักษะการคิดขั้นสูง เช่น การคิดวิเคราะห์ การคิดสร้างสรรค์ การคิดแก้ปัญหา การตัดสินใจ ผ่านการจำลองสถานการณ์ต่าง ๆ ที่ท้าทายความสามารถ โดยผู้เรียนจะได้รับข้อมูลจากหลายมุมมอง

ได้ลองผิดลองถูก และเห็นผลการตัดสินใจของตนเองแบบทันที ช่วยให้เกิดการเรียนรู้จากประสบการณ์และพัฒนากระบวนการคิด (Duncan, 2020)

2.2.5.4 เชื่อมโยงทฤษฎีสู่การปฏิบัติ การเรียนรู้แบบดื่มด่ำช่วยลดช่องว่างระหว่างความรู้เชิงทฤษฎีกับการนำไปประยุกต์ใช้จริง โดยผู้เรียนจะได้ฝึกฝนการนำความรู้ไปใช้ในสถานการณ์จำลองที่เสมือนจริง ทำให้เกิดความเข้าใจอย่างถ่องแท้ มีทักษะการปฏิบัติที่ชำนาญ และมีความพร้อมที่จะประยุกต์ใช้ความรู้ในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น (MacDowell and Lock, 2022)

2.2.5.5 ส่งเสริมการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม สภาพแวดล้อมการเรียนรู้เสมือนจริงมักเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีบทบาทสำคัญในการกำหนดทิศทางการเรียนรู้ด้วยตนเอง ผ่านการตัดสินใจ การลงมือทำ และการสะท้อนคิดต่อประสบการณ์ที่ได้รับ ผู้เรียนจึงไม่ใช่แค่ผู้รับความรู้เชิงรับ แต่เป็นผู้มีส่วนร่วมในการสร้างความรู้อย่างกระตือรือร้น ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning) ในยุคปัจจุบัน (Dengel, et al., 2021)

2.2.5.6 ขยายขอบเขตประสบการณ์การเรียนรู้ เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้สัมผัสกับประสบการณ์หรือปรากฏการณ์ที่ไม่สามารถเข้าถึงได้ในชีวิตจริง ไม่ว่าจะเป็นเหตุการณ์ในอดีต เหตุการณ์ในอนาคต สถานที่ห่างไกล หรือสถานการณ์ที่เป็นอันตราย ช่วยขยายมุมมองและจินตนาการของผู้เรียนให้กว้างไกลมากขึ้น เข้าใจความหลากหลายของโลก และเห็นความเชื่อมโยงของสรรพสิ่งได้ชัดเจนขึ้น (Craft, et al., 2014)

2.2.5.7 ตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคล ด้วยความยืดหยุ่นของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ทำให้สามารถออกแบบสภาพแวดล้อมและกิจกรรมการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับความสนใจ ระดับความสามารถ และรูปแบบการเรียนรู้ที่หลากหลายของผู้เรียน ผ่านการปรับแต่งเนื้อหา การเลือกระดับความยาก และการให้ผลป้อนกลับรายบุคคล ช่วยให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์การเรียนรู้ที่เหมาะสมและท้าทายความสามารถของแต่ละคนอย่างเต็มที่ (Zimmerman, et al., 2023)

2.2.6 ตัวอย่างการใช้การเรียนรู้แบบดื่มด่ำในสาขาต่าง ๆ

การเรียนรู้แบบดื่มด่ำเสมือนจริงได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้ในการพัฒนาความรู้และทักษะในศาสตร์ต่าง ๆ อย่างกว้างขวาง โดยมีตัวอย่างที่น่าสนใจ ดังนี้

2.2.6.1 การแพทย์และวิทยาศาสตร์สุขภาพ การใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนในการฝึกอบรมทักษะทางการแพทย์มีประโยชน์อย่างมาก เนื่องจากช่วยให้ผู้เรียนได้ฝึกฝนในสถานการณ์เสมือนจริง โดยไม่เสี่ยงต่อการเกิดอันตรายกับผู้ป่วย เช่น การสร้างห้องผ่าตัดเสมือนจริงเพื่อให้นักศึกษาแพทย์ได้ฝึกการผ่าตัด หรือการใช้ AR เพื่อแสดงกายวิภาคของร่างกายในการสอนนักศึกษาทันตแพทย์ (Tai, et al., 2017, Oliveira, et al., 2024)

2.2.6.2 วิศวกรรมศาสตร์และการออกแบบ การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมในงานวิศวกรรมและการออกแบบช่วยให้สามารถทดลอง ทดสอบ และปรับปรุงผลงานได้ตั้งแต่ในขั้นตอนการวางแผน เช่น การใช้ VR ในการออกแบบและจำลองการก่อสร้างอาคาร การใช้ AR ในการซ่อมบำรุงเครื่องจักร การใช้ MR ในการออกแบบผลิตภัณฑ์และทดสอบการใช้งานกับผู้ใช้จริง ช่วยลดต้นทุนและเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการพัฒนานวัตกรรมได้เป็นอย่างดี (Kauffman and Lee, 2013, Liu, et al., 2023)

2.2.6.3 การท่องเที่ยว ศิลปะ และวัฒนธรรม การนำเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมมาใช้ในการสื่อความหมายทางศิลปะและวัฒนธรรม ช่วยสร้างประสบการณ์ใหม่ ๆ ในการเรียนรู้มรดกทางวัฒนธรรมที่มีคุณค่า ผ่านการสร้างพิพิธภัณฑ์เสมือนจริง การจำลองเหตุการณ์ในประวัติศาสตร์ การท่องเที่ยวเสมือนจริงในสถานที่สำคัญทั่วโลก ซึ่งช่วยกระตุ้นความสนใจ ขยายการเข้าถึง และส่งเสริมการเรียนรู้ข้ามวัฒนธรรมได้เป็นอย่างดี (Díaz, et al., 2022)

2.2.6.4 ภาษาและการสื่อสาร การเรียนรู้ภาษาด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมช่วยสร้างสภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการฝึกทักษะการสื่อสารอย่างแท้จริง เช่น การใช้ VR Chat เพื่อฝึกสนทนากับเจ้าของภาษา การใช้เกม AR ในการเรียนคำศัพท์และไวยากรณ์ รวมถึงการใช้ MR ในการจำลองสถานการณ์การสื่อสารในบริบทต่าง ๆ ช่วยให้ผู้เรียนได้ฝึกใช้ภาษาในสถานการณ์ที่หลากหลาย เกิดความมั่นใจ และพร้อมที่จะสื่อสารในโลกแห่งความเป็นจริงได้ดียิ่งขึ้น (Thomas and Schneider, 2018, Wang, 2023)

2.2.6.5 การศึกษาและการฝึกอบรมวิชาชีพ การเรียนรู้แบบดื่มด่ำมีบทบาทสำคัญในการพัฒนาบุคลากรในหลากหลายสาขาอาชีพ เช่น การฝึกอบรมครูให้สอนในห้องเรียนเสมือนจริง การฝึกนักบินด้วยเครื่องฝึกจำลองการบิน การอบรมพนักงานให้บริการลูกค้าผ่านสถานการณ์จำลอง ซึ่งช่วยให้ผู้เรียนเกิดความชำนาญและพร้อมปฏิบัติงานจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ อีกทั้งยังประหยัดเวลาและค่าใช้จ่ายในการฝึกอบรมอีกด้วย (Pappa and Papadima-Sophocleous, 2016, Enkin, et al., 2020)

จะเห็นได้ว่าการเรียนรู้แบบดื่มด่ำผ่านเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมมีศักยภาพในการยกระดับคุณภาพการศึกษาและการพัฒนาทักษะวิชาชีพในอนาคตเป็นอย่างมาก ด้วยความสามารถในการสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ที่สมจริง น่าดึงดูด และตอบโจทย์ความต้องการที่หลากหลาย จึงกลายเป็นกลไกสำคัญในการส่งเสริมการเรียนรู้ตลอดชีวิตและพัฒนาศักยภาพของมนุษย์ในยุคดิจิทัล

2.3 MOOCs (Massive Open Online Courses)

2.3.1 ความหมายของ MOOCs

MOOCs หรือ Massive Open Online Courses คือ หลักสูตรการเรียนการสอนออนไลน์ที่เปิดให้ผู้เรียนจำนวนมากสามารถลงทะเบียนเรียนได้พร้อมกันโดยไม่จำกัดจำนวน ผ่านแพลตฟอร์มการศึกษาออนไลน์ที่ออกแบบมาเพื่อรองรับผู้ใช้งานจำนวนมาก และใช้หลักการออกแบบการเรียนรู้แบบเปิด (Open Education) ที่เปิดกว้างสำหรับทุกคน ไม่จำกัดเพศ วัย พื้นฐานการศึกษา หรือสถานที่อยู่อาศัย (Ahrache, et al., 2013)

MOOCs มีจุดเด่นคือการนำเสนอองค์ความรู้ที่หลากหลายซึ่งพัฒนาโดยสถาบันการศึกษาชั้นนำหรือผู้เชี่ยวชาญในสาขานั้น ๆ ผ่านรูปแบบสื่อการเรียนรู้ที่น่าสนใจ เช่น วิดีโอ บทความ อินโฟกราฟิก พร้อมกิจกรรมและแบบฝึกหัดที่ช่วยกระตุ้นการมีส่วนร่วม โดยผู้เรียนสามารถเข้าเรียนได้ฟรีหรือมีค่าใช้จ่ายเพียงเล็กน้อยเมื่อเทียบกับการลงเรียนในมหาวิทยาลัย ทำให้ MOOCs เป็นช่องทางสำคัญในการเพิ่มโอกาสและความเท่าเทียมทางการศึกษาในยุคดิจิทัล

2.3.2 ลักษณะสำคัญของ MOOCs

MOOCs มีลักษณะเฉพาะที่แตกต่างจากการเรียนออนไลน์ทั่วไป ดังนี้

2.3.2.1 จำนวนผู้เรียนขนาดใหญ่ (Massive) MOOCs ถูกออกแบบให้รองรับผู้เรียนจำนวนมากที่สามารถลงทะเบียนเรียนได้พร้อมกัน โดยบางหลักสูตรอาจมีผู้เรียนนับแสนคนจากทั่วโลก ระบบจึงต้องมีความสามารถในการจัดการข้อมูลขนาดใหญ่ และรักษาเสถียรภาพของการให้บริการได้อย่างต่อเนื่อง ซึ่งอาศัยเทคโนโลยีคลาวด์และการประมวลผลแบบกระจาย (Distributed Computing) เข้ามาช่วย (Ebben and Murphy, 2014)

1) เปิดกว้างสำหรับทุกคน (Open) MOOCs มีลักษณะเปิดกว้างสำหรับผู้เรียนทุกคนโดยไม่มีข้อจำกัดด้านคุณสมบัติ กล่าวคือไม่จำเป็นต้องเป็นนักศึกษาหรือมีวุฒิการศึกษาขั้นต่ำใด ๆ ทุกคนสามารถลงทะเบียนเข้าเรียนได้ตามความสนใจ โดยไม่เสียค่าใช้จ่ายหรือเสียค่าใช้จ่ายเพียงเล็กน้อยสำหรับบางหลักสูตร MOOCs จึงเป็นการเปิดโอกาสให้ทุกคนสามารถเข้าถึงองค์ความรู้ได้อย่างเท่าเทียมกัน (Ebben and Murphy, 2014)

2) การเรียนแบบออนไลน์ล้วน (Online) MOOCs จัดการเรียนการสอนผ่านระบบออนไลน์เป็นหลัก โดยอาศัยแพลตฟอร์มการเรียนรู้ออนไลน์ เช่น Coursera, edX, Udacity, FutureLearn ซึ่งมีการออกแบบส่วนติดต่อกับผู้ใช้ (User Interface) ที่ใช้งานง่าย สามารถเข้าถึงเนื้อหาได้จากอุปกรณ์หลากหลายทั้งคอมพิวเตอร์ แท็บเล็ต และสมาร์ทโฟน ผู้เรียนจึงมีอิสระในการเรียนได้ทุกที่ทุกเวลา (Ahrache, et al., 2013)

3) การออกแบบหลักสูตรที่ยืดหยุ่น (Flexible Curriculum) การออกแบบหลักสูตรของ MOOCs มีความยืดหยุ่นสูง สามารถปรับให้เหมาะกับความต้องการของผู้เรียนที่หลากหลาย ทั้งในแง่ของเนื้อหา ระยะเวลา และวิธีการประเมินผล บางหลักสูตรมีการแบ่งย่อยออกเป็นโมดูลสั้น ๆ ที่เรียนจบได้ในไม่กี่ชั่วโมง บางหลักสูตรกินเวลายาวนานหลายสัปดาห์หรือเดือน ส่วนการประเมินผลก็ครอบคลุมทั้งแบบทดสอบออนไลน์ การทำโครงงาน และการประเมินโดยเพื่อนร่วมชั้นเรียน (Peer Assessment) (Rybinski and Sootla, 2016)

4) รูปแบบการเรียนรู้ที่ผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง (Learner-Centered) MOOCs ให้ความสำคัญกับการออกแบบรูปแบบการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ผ่านการใช้สื่อการเรียนรู้ที่หลากหลาย เช่น วิดีโอ เกม แบบฝึกหัดแบบโต้ตอบ เพื่อกระตุ้นความสนใจและการมีส่วนร่วมของผู้เรียน มีระบบติดตามความก้าวหน้าและระบบแนะนำเนื้อหาที่เหมาะสมกับระดับความสามารถของแต่ละคน ผู้เรียนจึงสามารถกำหนดเป้าหมายและบริหารการเรียนรู้ของตนเองได้อย่างอิสระมากขึ้น (Wu, 2019)

2.3.3 ประโยชน์ของ MOOCs ในการส่งเสริมการเรียนรู้

MOOCs นับเป็นนวัตกรรมทางการศึกษาที่สำคัญ ด้วยคุณประโยชน์ที่หลากหลาย ได้แก่

2.3.3.1 เพิ่มโอกาสในการเข้าถึงการศึกษาที่มีคุณภาพ MOOCs ช่วยขยายโอกาสในการเรียนรู้ให้กับผู้คนทุกเพศทุกวัยจากทั่วทุกมุมโลก เนื่องจากเป็นการเรียนผ่านระบบออนไลน์ที่เข้าถึงได้ง่ายและมีค่าใช้จ่ายต่ำ ทำให้ทุกคนสามารถเข้าเรียนหลักสูตรที่พัฒนาโดยมหาวิทยาลัยชั้นนำหรือผู้เชี่ยวชาญระดับโลก ซึ่งแต่เดิมอาจเข้าไม่ถึงเพราะมีข้อจำกัดด้านค่าใช้จ่าย ระยะทาง หรือคุณสมบัติ MOOCs จึงมีบทบาทในการลดความเหลื่อมล้ำทางการศึกษาและส่งเสริมการเรียนรู้ตลอดชีวิต (Wu, 2019)

2.3.3.2 พัฒนาทักษะใหม่ ๆ ที่จำเป็นในยุคดิจิทัล MOOCs มีส่วนสำคัญในการพัฒนาความรู้และทักษะด้านต่าง ๆ ที่จำเป็นสำหรับโลกในศตวรรษที่ 21 เช่น ทักษะดิจิทัล ทักษะการคิดวิเคราะห์ ทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่น เป็นต้น ผ่านการเรียนในหลักสูตรที่หลากหลายทั้งสายวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สายสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์ ซึ่งผู้เรียนสามารถเลือกเรียนได้ตามความต้องการและนำไปประยุกต์ใช้ในการทำงานหรือการใช้ชีวิตประจำวัน (Xie, et al., 2021)

2.3.3.3 เสริมประสบการณ์การเรียนรู้แบบ Active Learning MOOCs ไม่ได้เป็นเพียงแหล่งความรู้ออนไลน์เท่านั้น แต่ยังมีรูปแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลายเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติ ทั้งการทำแบบฝึกหัด โครงงาน และการอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อนร่วมชั้นเรียนผ่านกระดานสนทนาหรือโซเชียลมีเดีย ซึ่งเป็นการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning) ที่ช่วยให้ผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยตนเอง เกิดการคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหา และการเรียนรู้จากการลงมือทำ ซึ่งจะคงทนและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้จริงมากกว่าการเรียนแบบรับความรู้เพียงอย่างเดียว (Wu and Li, 2019)

2.3.3.4 สร้างเครือข่ายการเรียนรู้ระดับโลก ด้วยจำนวนผู้เรียนที่มหาศาลและมาจากทั่วทุกมุมโลก MOOCs จึงเป็นพื้นที่สำหรับการสร้างเครือข่ายการเรียนรู้ระดับนานาชาติ ผู้เรียนจะได้แลกเปลี่ยนความรู้และประสบการณ์กับผู้คนที่มีความหลากหลายทางวัฒนธรรม ภูมิหลัง และมุมมอง ก่อให้เกิดการเรียนรู้แบบ Collaborative Learning ที่ช่วยเพิ่มพูนทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่น การสื่อสารข้ามวัฒนธรรม และมุมมองที่เปิดกว้างยิ่งขึ้น อันเป็นสิ่งสำคัญในการเป็นพลเมืองโลกยุคใหม่ (Khalil, et al., 2018)

2.3.4 ความท้าทายของการใช้ MOOCs

ความท้าทายของการใช้ MOOCs นั้นต้องพิจารณาข้อมูลบางประการประกอบด้วย

2.3.4.1 อัตราการเรียนจบต่ำ (Low Completion Rate) หนึ่งในปัญหาที่พบบ่อยของ MOOCs คือ อัตราการเรียนจบหลักสูตรที่ค่อนข้างต่ำ โดยส่วนใหญ่มักอยู่ที่ประมาณ 5-15% ของผู้ลงทะเบียนเรียนทั้งหมด สาเหตุอาจเกิดจากความไม่พร้อมของผู้เรียน การขาดแรงจูงใจและวินัยในการเรียนด้วยตนเอง รวมถึงการออกแบบหลักสูตรที่อาจไม่ตอบโจทย์ความต้องการที่แท้จริงของผู้เรียน จึงทำให้ผู้เรียนจำนวนมากเลือกที่จะออกจากการเรียนกลางคัน (Rybinski and Sootla, 2016)

2.3.4.2 ข้อจำกัดในการปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนและผู้เรียน เนื่องจากเป็นการเรียนผ่านระบบออนไลน์กับผู้เรียนจำนวนมาก ผู้สอนจึงมีข้อจำกัดในการมีปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียนแต่ละคนอย่างใกล้ชิด ไม่สามารถให้ความช่วยเหลือหรือตอบคำถามได้ทันที เหมือนกับการเรียนในชั้นเรียนปกติ ผู้เรียนบางคนอาจรู้สึกโดดเดี่ยวหรือขาดแรงจูงใจในการเรียนได้ ทำให้การเรียนรู้ไม่ต่อเนื่องหรือไม่เข้าใจเนื้อหาอย่างถ่องแท้ (Ebben and Murphy, 2014)

2.3.4.3 การรักษามาตรฐานและคุณภาพของเนื้อหาเนื่องจาก MOOCs เป็นหลักสูตรออนไลน์ที่เปิดกว้างให้ทุกคนเข้าถึงได้ การควบคุมคุณภาพของเนื้อหาและกระบวนการเรียนการสอนจึงเป็นเรื่องท้าทาย หลักสูตรบางหลักสูตรอาจไม่ได้มาตรฐานเท่าที่ควร ขาดความต่อเนื่องหรือความลึกซึ้งในเนื้อหา การประเมินผลผู้เรียนก็อาจไม่ครอบคลุมหรือไม่สามารถวัดผลสัมฤทธิ์ที่แท้จริงได้ จึงจำเป็นต้องมีการกำหนดกรอบมาตรฐานและระบบประกันคุณภาพที่เข้มแข็งสำหรับ MOOCs (Rybinski and Sootla, 2016)

2.3.4.4 ประเด็นด้านลิขสิทธิ์และทรัพย์สินทางปัญญา เนื่องจากหลักสูตรของ MOOCs เป็นการนำเนื้อหาการเรียนการสอนของสถาบันต่าง ๆ มาเผยแพร่บนแพลตฟอร์มออนไลน์ จึงอาจเกิดประเด็นด้านลิขสิทธิ์และทรัพย์สินทางปัญญาตามมา เช่น สิทธิในการนำเนื้อหาไปใช้ต่อหรือดัดแปลง การอ้างอิงที่มาของเนื้อหา การแบ่งรายได้จากค่าลงทะเบียนเรียน เป็นต้น จึงจำเป็นต้องมีการกำหนดนโยบายและข้อตกลงระหว่างผู้พัฒนาหลักสูตรกับผู้ให้บริการแพลตฟอร์มอย่างชัดเจน เพื่อป้องกันข้อพิพาทที่อาจเกิดขึ้น (Khalil, et al., 2018)

2.3.5 ตัวอย่างการประยุกต์ใช้ MOOCs

MOOCs ได้รับการนำไปประยุกต์ใช้ในบริบทการศึกษาที่หลากหลาย เช่น

2.3.5.1 การเรียนเสริมนอกห้องเรียน MOOCs ถูกนำมาใช้เป็นสื่อการเรียนรู้เสริมควบคู่ไปกับการเรียนในชั้นเรียนปกติ เพื่อให้ผู้เรียนมีโอกาสทบทวนเนื้อหา ฝึกทักษะ และขยายความรู้ในหัวข้อที่ตนเองสนใจเพิ่มเติม วิธีนี้ช่วยเพิ่มความยืดหยุ่นและประสิทธิภาพการเรียนรู้ รวมถึงปลูกฝังนิสัยการเป็นผู้เรียนรู้ตลอดชีวิตให้กับผู้เรียน (Wu and Li, 2019)

2.3.5.2 การฝึกอบรมและพัฒนาบุคลากร องค์กรธุรกิจหลายแห่งหันมาใช้ MOOCs ในการฝึกอบรมและพัฒนาทักษะใหม่ ๆ ให้กับพนักงาน ทั้งในด้านเทคนิคและด้านบริหารจัดการ ซึ่งช่วยลดต้นทุนในการจัดอบรม สร้างความยืดหยุ่นในการเรียนรู้ และเพิ่มความสามารถในการแข่งขันขององค์กร โดยเฉพาะทักษะดิจิทัลและทักษะการทำงานยุคใหม่ที่มีความสำคัญต่อการเติบโตของธุรกิจในยุคดิจิทัล (Xie, et al., 2021)

2.3.5.3 การเรียนรู้ตลอดชีวิต MOOCs เป็นเครื่องมือสำคัญในการส่งเสริมการเรียนรู้ตลอดชีวิต เนื่องจากเปิดโอกาสให้ผู้เรียนทุกเพศทุกวัยสามารถเลือกเรียนในสิ่งที่ตนเองสนใจได้ตลอดเวลา ไม่ว่าจะเป็นการพัฒนาความรู้ ทักษะ หรือการสร้างอาชีพใหม่ ๆ ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในการเติบโตทางเศรษฐกิจและสังคมในระยะยาว รวมถึงการสร้างสังคมแห่งการเรียนรู้ที่ทุกคนมีโอกาสพัฒนาศักยภาพของตนเองได้อย่างไม่มีที่สิ้นสุด (Wu, 2019)

2.4 การบูรณาการไมโครเลิร์นนิ่งและการเรียนรู้แบบดื่มด่ำ

2.4.1 แนวคิดการบูรณาการ

การบูรณาการระหว่างไมโครเลิร์นนิ่งและการเรียนรู้แบบดื่มด่ำ เป็นแนวคิดที่มุ่งผสมผสานข้อดีของทั้งสองวิธีเข้าด้วยกัน เพื่อสร้างรูปแบบการเรียนรู้ใหม่ที่ตอบโจทย์ผู้เรียนในยุคดิจิทัลมากยิ่งขึ้น นั่นคือ การนำเสนอเนื้อหาแบบกระชับ เข้มข้น และเข้าถึงได้ทุกที่ทุกเวลาผ่านไมโครเลิร์นนิ่ง ร่วมกับการสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ที่ดื่มด่ำ น่าตื่นเต้น และกระตุ้นการลงมือปฏิบัติผ่านเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (Sun, et al., 2018)

การบูรณาการทั้งสองแนวทางนี้อาศัยหลักการออกแบบการเรียนรู้ที่ยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล และเน้นกระบวนการสร้างความรู้ผ่านประสบการณ์จริง ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจ สนุกกับการเรียนรู้ และเชื่อมโยงความรู้ไปสู่การนำไปใช้ได้จริง อีกทั้งยังช่วยแก้ปัญหาเรื่องความกระชับของเนื้อหาและความน่าสนใจของวิธีการนำเสนอ ซึ่งเป็นจุดอ่อนของการเรียนการสอนแบบเดิม ๆ อีกด้วย (Ouafaa, et al., 2017)

2.4.2 รูปแบบการบูรณาการในบริบทการเรียนรู้

การบูรณาการไมโครเลิร์นนิ่งและการเรียนรู้แบบดื่มด่ำสามารถทำได้หลากหลายรูปแบบ ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหาสาระ กลุ่มผู้เรียน และทรัพยากรที่มีอยู่ โดยมีตัวอย่างดังนี้

2.4.2.1 การใช้ไมโครเลิร์นนิ่งนำเสนอเนื้อหาพื้นฐาน ตามด้วยการเรียนรู้แบบดื่มด่ำเพื่อฝึกปฏิบัติ ในรูปแบบนี้ ผู้เรียนจะได้เรียนรู้เนื้อหาพื้นฐานผ่านบทเรียนสั้น ๆ แบบไมโครเลิร์นนิ่งก่อน เพื่อให้เกิดความเข้าใจในหลักการและแนวคิดสำคัญ จากนั้นจึงเข้าสู่การเรียนรู้แบบดื่มด่ำผ่านเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เพื่อฝึกปฏิบัติและประยุกต์ใช้ความรู้ในสถานการณ์จำลอง ซึ่งช่วยเสริมความเข้าใจและทักษะได้มากขึ้น เช่น การเรียนรู้การใช้เครื่องมือวัดทางวิศวกรรม โดยเริ่มจากการเรียนหลักการทำงานผ่านบทเรียนไมโครเลิร์นนิ่ง แล้วฝึกใช้งานจริงผ่านแอปพลิเคชัน VR (Ouafaa, et al., 2017)

2.4.2.2 การใช้การเรียนรู้แบบดื่มด่ำในการสำรวจ ตามด้วยไมโครเลิร์นนิ่งเพื่อขยายความรู้ ในทางกลับกัน การเรียนรู้แบบดื่มด่ำสามารถใช้เพื่อกระตุ้นความสนใจและให้ผู้เรียนได้สำรวจประเด็นใหม่ ๆ ก่อน จากนั้นจึงใช้ไมโครเลิร์นนิ่งในการขยายความรู้ในเชิงลึกและเชื่อมโยงกับการนำไปใช้ประโยชน์ เช่น การเรียนรู้เกี่ยวกับระบบนิเวศทางทะเล โดยเริ่มจากการดำน้ำเสมือนจริงเพื่อสำรวจสิ่งมีชีวิตใต้ทะเล แล้วเรียนรู้ลักษณะทางชีววิทยาของสิ่งมีชีวิตเหล่านั้นผ่านไมโครเลิร์นนิ่งอย่างเจาะลึกในภายหลัง (Sun, et al., 2018)

2.4.2.3 การสลับและผสมผสานระหว่างไมโครเลิร์นนิ่งกับการเรียนรู้แบบดื่มด่ำ นอกจากการเรียงลำดับการใช้งานแล้ว สามารถสลับหรือผสมผสานระหว่างไมโครเลิร์นนิ่งกับการเรียนรู้แบบดื่มด่ำได้ตลอดหลักสูตร เพื่อรักษาความน่าสนใจและประสิทธิภาพการเรียนรู้ให้มีความต่อเนื่องมากขึ้น เช่น การจัดกิจกรรมไมโครเลิร์นนิ่งควบคู่ไปกับการทดลองเสมือนจริงในวิชาเคมี โดยให้ผู้เรียนศึกษาทฤษฎีสลับกับการลงมือทดลองไปพร้อมกัน เพื่อให้เห็นความเชื่อมโยงระหว่างภาคทฤษฎีกับภาคปฏิบัติอย่างชัดเจน (Grifa, C, 2023)

2.4.3 ประโยชน์ของการบูรณาการไมโครเลิร์นนิ่งและการเรียนรู้แบบดื่มด่ำ

การบูรณาการไมโครเลิร์นนิ่งและการเรียนรู้แบบดื่มด่ำมีประโยชน์ต่อการเรียนรู้ในยุคดิจิทัลหลายประการ ได้แก่

2.4.3.1 เพิ่มความยืดหยุ่นและความหลากหลายในการเรียนรู้ ผู้เรียนสามารถเข้าถึงเนื้อหาได้อย่างสะดวกและรวดเร็วผ่านอุปกรณ์ดิจิทัล ทั้งในรูปแบบสั้น ๆ ผ่านไมโครเลิร์นนิ่ง และรูปแบบที่ดื่มด่ำผ่านเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ทำให้ตอบสนองความต้องการและรูปแบบการเรียนรู้ที่หลากหลายของผู้เรียนได้ดียิ่งขึ้น (Grifa C, 2023)

2.4.3.2 เพิ่มแรงจูงใจและความมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ การผสานข้อดีของไมโครเลิร์นนิ่งในการนำเสนอเนื้อหาที่กระชับ กับการเรียนรู้แบบดื่มด่ำที่สร้างประสบการณ์น่าตื่นเต้น ช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนกระตือรือร้นและสนุกไปกับการเรียนรู้มากขึ้น และลดปัญหาการขาดความสนใจหรือออกจากบทเรียนกลางคัน (Ouafaa, et al., 2017)

2.4.3.3 พัฒนาทักษะการคิดขั้นสูงและการแก้ปัญหา การนำความรู้จากไมโครเลิร์นนิ่งไปประยุกต์ใช้ในการฝึกปฏิบัติเสมือนจริง ช่วยให้ผู้เรียนได้ฝึกฝนการคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหาเฉพาะ

หน้า และการตัดสินใจภายใต้สถานการณ์ที่หลากหลาย ซึ่งเป็นทักษะที่จำเป็นในการทำงานและการใช้ชีวิตในโลกปัจจุบัน (Sun, et al., 2018)

2.4.3.4 เพิ่มความคงทนในการจดจำและความเข้าใจ การเรียนรู้ผ่านประสบการณ์ตรงเสมือนจริง ร่วมกับการทบทวนความรู้ผ่านเนื้อหาไมโครเลิร์นนิ่งเป็นระยะ ๆ ช่วยให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจที่ลึกซึ้ง สามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างความคิดรวบยอดต่าง ๆ และจดจำเนื้อหาได้แม่นยำและคงทนกว่าการเรียนด้วยวิธีเดียว (Grifa C, 2023)

2.4.3.5 ประหยัดเวลาและค่าใช้จ่ายในการฝึกอบรม องค์กรหรือสถาบันการศึกษาสามารถใช้ไมโครเลิร์นนิ่งที่พัฒนาขึ้นร่วมกับแอปพลิเคชัน VR ในการฝึกอบรมทักษะต่าง ๆ แทนการจัดอบรมแบบเต็มรูปแบบ ซึ่งช่วยลดเวลาและค่าใช้จ่ายได้มาก โดยเฉพาะการใช้ซ้ำในระยะยาว อีกทั้งยังช่วยลดความเสี่ยงจากการฝึกในสถานการณ์จริงอีกด้วย (Shi and Feng, 2015)

2.4.4 ความท้าทายในการบูรณาการทั้งสองแนวทาง

แม้การบูรณาการไมโครเลิร์นนิ่งและการเรียนรู้แบบดื่มด่ำจะมีประโยชน์มากมาย แต่ก็มีความท้าทายบางประการที่ต้องคำนึงถึง เช่น

2.4.4.1 การออกแบบให้สอดคล้องกันอย่างลงตัว การนำสองแนวทางมาใช้ร่วมกันต้องอาศัยการวางแผนและการออกแบบที่รอบคอบ ให้เนื้อหาและกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งสองส่วนมีความสอดคล้องและผสานกลมกลืนกันอย่างลงตัว ไม่ขัดแย้งหรือซ้ำซ้อนกัน มิฉะนั้นอาจสร้างความสับสนให้กับผู้เรียน หรือไม่เกิดประสิทธิภาพในการเรียนรู้เท่าที่ควร (Shi and Feng, 2015)

2.4.4.2 การจัดสรรเวลาให้เหมาะสม การกำหนดสัดส่วนระหว่างเวลาเรียนด้วย ไมโครเลิร์นนิ่งและการเรียนรู้แบบดื่มด่ำต้องมีความเหมาะสมและยืดหยุ่น ไม่ควรให้ส่วนใดส่วนหนึ่งมากหรือน้อยเกินไป และต้องคำนึงถึงธรรมชาติของผู้เรียนและเนื้อหาประกอบด้วย เช่น ผู้เรียนบางคนอาจต้องการเวลาทบทวนความรู้ด้วยไมโครเลิร์นนิ่งมากกว่า ในขณะที่บางคนพร้อมจะฝึกปฏิบัติผ่าน VR ทันที จึงต้องมีความยืดหยุ่นในการปรับเวลาตามความเหมาะสม (Grifa C, 2023)

2.4.4.3 ข้อจำกัดด้านเทคโนโลยีและอุปกรณ์ การพัฒนาเนื้อหาและสื่อการเรียนรู้ทั้งสองรูปแบบต้องอาศัยเทคโนโลยีและอุปกรณ์ที่ทันสมัย ซึ่งอาจมีข้อจำกัดในแง่ของต้นทุน ความเชี่ยวชาญของผู้พัฒนา รวมถึงความพร้อมของโครงสร้างพื้นฐานด้าน ICT โดยเฉพาะในการพัฒนาเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมที่มีความซับซ้อนและต้องการทรัพยากรสูง หากมีข้อจำกัดเหล่านี้ การบูรณาการอาจไม่สมบูรณ์หรือไม่คุ้มค่าเท่าที่ควร จึงต้องพิจารณาให้รอบคอบ (Ouafaa, et al., 2017)

2.4.4.4 การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ การออกแบบวิธีการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับการเรียนผ่านไมโครเลิร์นนิ่งและเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เป็นเรื่องที่ท้าทายไม่น้อย เนื่องจากต้องใช้วิธีการที่หลากหลายและแตกต่างไปจากการประเมินแบบเดิม ๆ เช่น การวัดพฤติกรรมและทักษะระหว่างการฝึกปฏิบัติในโลกเสมือน การประเมินความก้าวหน้าผ่านข้อมูลจากแพลตฟอร์ม การทดสอบความรู้เป็นระยะ ๆ ผ่านแบบทดสอบสั้น ๆ เป็นต้น ซึ่งต้องอาศัยการออกแบบที่รอบคอบและการเชื่อมโยงข้อมูลจากหลายแหล่ง จึงจะสามารถประเมินผลการเรียนรู้ได้อย่างครอบคลุมและน่าเชื่อถือ (Shi and Feng, 2015)

2.5 การศึ

2.5.1

การศึก

เทคโนโลยี (Te

เข้าด้วยกัน โ

การแก้ปัญหา

Sudan, 2020

แนวคิ

Based/Probl

แก้ปัญหาที่ซับ

จึงเน้นการเรีย

การทำงานเป็

เกิดทักษะการ

et al., 2022)

นอกจา

รอบด้าน ทั้งทั

สื่อ และเทคโ

and Career S

ความซื่อสัตย์

กับโลกที่เปลี่ย

2.5.2 ก

การจัดก

ด้วยกัน เพื่อให้

โดยองค์ประกอ

2

กระบวนการ แ

อย่างเป็นเหตุเป็

2

ออกแบบ สร้าง

ในการดำรงชีวิต

2

มาใช้ในการออก

วิศวกรรม (Eng

2

ในการสร้างสรร

วรรณกรรม
ใหม่และกระ

อันดับ และค
รากฐานสำค
คณิตศาสตร์ไ
การจั
เนื้อหาและวิ
ผู้เรียนเป็นสำ
และสามารถ
การแยกส่วน
2.5.3
การจัด

ค่า จากสถาน
เทคโนโลยีมา

กับวิทยาศาส
แปลกใหม่ ซึ่ง

ผู้เรียนได้ฝึกท
ผู้อื่นที่มีความ

เชื่อมโยงกับชี
ความกระตือรื

เทคโนโลยี ก
ความพร้อมใ
เทคโนโลยี (S
2.5.4
การจัด
และกิจกรรมบ

บ้านจากวัสดุรี
ถูก และสร้างจิ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHA SARAKHAM UNIVERSITY

จากชุด L
หลักการอ
ต้น (Kim,

แนะนำแห
การผลิตห
ข้อมูล การ
et al., 202

สหกิจศึกษ
เคมี ชีววิท
ระหว่างสา
ศาสตร์ทาง
นอก
กิจกรรมเส
ในการออก
ศิลปะและม
2.5.
หนึ่ง
ผ่านการจัด
ใหม่ และบู
พัฒนาความ
การ
การส่งเสริม
จินตนาการ
วิทยาศาสต
ให้กลายเป็
อย่างมีพลัง
กระ
ยังช่วยส่งเส
คิดเห็น โต้แ
มุมมองที่หล
(Cho and
นอก
เพียงคำตอ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHA SARAKHAM UNIVERSITY

ความคิดสร้างสรรค์ออกมาอย่างเต็มที่ เพราะผู้เรียนจะมั่นใจว่าความคิดที่แตกต่างไม่ใช่สิ่งผิด แต่อาจนำไปสู่การค้นพบแนวทางใหม่ ๆ ที่น่าสนใจ การสร้างบรรยากาศที่เปิดกว้างและให้คุณค่ากับความคิดสร้างสรรค์จึงเป็นหัวใจสำคัญในการปลูกฝังและพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ให้กับผู้เรียนในยุคปัจจุบัน

2.6 ทักษะความคิดสร้างสรรค์ในยุคดิจิทัล

2.6.1 ความหมายของทักษะความคิดสร้างสรรค์

ทักษะความคิดสร้างสรรค์ เป็นความสามารถในการสร้างสรรค์สิ่งใหม่หรือต่อยอดจากสิ่งเดิมให้ดียิ่งขึ้น ผ่านการคิดนอกกรอบ จินตนาการ และการเชื่อมโยงความคิดที่หลากหลายเข้าด้วยกัน เพื่อให้ได้มาซึ่งผลลัพธ์ที่มีคุณค่า แปลกใหม่ และตอบโจทย์ปัญหาหรือความต้องการได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Morales, et al., 2021)

ความคิดสร้างสรรค์เป็นทักษะที่ทุกคนมีติดตัวมาตั้งแต่เกิด แต่มีระดับที่แตกต่างกันไปตามพันธุกรรมและการหล่อหลอม อย่างไรก็ตาม งานวิจัยชี้ว่าความคิดสร้างสรรค์เป็นทักษะที่สามารถฝึกฝนและพัฒนาได้ด้วยการจัดสภาพแวดล้อมและกิจกรรมที่เหมาะสม โดยเฉพาะในวัยเด็กที่สมองกำลังพัฒนาและมีความยืดหยุ่นสูง หากได้รับการกระตุ้นและบ่มเพาะอย่างต่อเนื่อง จะช่วยให้เด็กเติบโตเป็นผู้ใหญ่ที่มีความคิดสร้างสรรค์และมีศักยภาพในการสร้างสรรค์นวัตกรรมได้ในอนาคต (Paraskeva and Neofotistou, 2024)

2.6.2 ความสำคัญของความคิดสร้างสรรค์ในยุคดิจิทัล

ในโลกยุคดิจิทัลที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ทักษะความคิดสร้างสรรค์กลายเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งสำหรับการดำรงชีวิตและการทำงานในอนาคต ดังนี้

2.6.2.1 การปรับตัวและแก้ไขปัญหาในสถานการณ์ใหม่ ๆ ความคิดสร้างสรรค์ช่วยให้บุคคลสามารถคิดหาทางออกและสร้างสรรค์วิธีการใหม่ ๆ ในการรับมือกับความท้าทายที่ไม่เคยเจอมาก่อน ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญในโลกที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วและมีความไม่แน่นอนสูง

2.6.2.2 การสร้างมูลค่าเพิ่มในเศรษฐกิจสร้างสรรค์ ความคิดสร้างสรรค์เป็นปัจจัยสำคัญในการขับเคลื่อนเศรษฐกิจสร้างสรรค์ ซึ่งอาศัยการสร้างนวัตกรรม คุณค่า และประสบการณ์ใหม่ ๆ เพื่อสร้างความได้เปรียบทางการแข่งขัน ธุรกิจหรืออุตสาหกรรมที่ใช้ความคิดสร้างสรรค์เป็นฐานจึงมีบทบาทสำคัญในการสร้างมูลค่าและขับเคลื่อนการเติบโตทางเศรษฐกิจ

2.6.2.3 การสร้างสรรค์นวัตกรรมเพื่อแก้ปัญหาสังคม ปัญหาสังคมที่ซับซ้อนในปัจจุบัน เช่น ความเหลื่อมล้ำ สิ่งแวดล้อม สุขภาพ ฯลฯ ต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์ในการออกแบบนวัตกรรมหรือโซลูชันใหม่ ๆ ที่สามารถแก้ปัญหาได้อย่างตรงจุดและยั่งยืน ดังนั้น การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของคนในสังคมจึงเป็นกลไกสำคัญในการสร้างสรรค์อนาคตที่ดีกว่า

2.6.2.4 การเพิ่มศักยภาพในการทำงานร่วมกับปัญญาประดิษฐ์ ในยุคที่เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ (AI) เข้ามามีบทบาทมากขึ้น ความคิดสร้างสรรค์ของมนุษย์ยังคงเป็นสิ่งที่ AI ไม่สามารถทดแทนได้ การผสานพลังความคิดสร้างสรรค์เข้ากับความสามารถในการประมวลผลข้อมูลจำนวนมหาศาลของ AI จะช่วยให้เกิดการทำงานแบบประสานพลัง (Human-Machine Collaboration)

ที่สามารถสร้างสรรค์นวัตกรรมหรือแก้ปัญหาที่ซับซ้อนได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด (Hasibuan and Azizah, 2023)

2.6.3 องค์ประกอบของทักษะความคิดสร้างสรรค์

ทักษะความคิดสร้างสรรค์ประกอบด้วยองค์ประกอบหลัก 4 ด้าน คือ

2.6.3.1 ความคิดริเริ่ม (Originality) ความสามารถในการคิดหรือสร้างสิ่งใหม่ที่แตกต่างไปจากสิ่งที่มีอยู่เดิม ซึ่งอาจเป็นการปรับปรุงจากแนวคิดเก่าหรือการสร้างสรรค์ขึ้นมาใหม่โดยไม่เคยมีมาก่อน

2.6.3.2 ความคิดคล่องแคล่ว (Fluency) ความสามารถในการคิดหาคำตอบหรือแนวทางแก้ปัญหาได้อย่างหลากหลายในเวลาที่จำกัด โดยไม่ซ้ำซากจำเจหรือยึดติดกับกรอบความคิดเดิม ๆ

2.6.3.3 ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) ความสามารถในการปรับเปลี่ยนมุมมองหรือวิธีคิดได้อย่างหลากหลาย เพื่อให้สามารถมองเห็นแง่มุมใหม่ ๆ ของปัญหา และเปิดใจยอมรับความคิดที่แตกต่าง

2.6.3.4 ความคิดละเอียดลออ (Elaboration) ความสามารถในการคิดเชื่อมโยงรายละเอียดต่าง ๆ เข้าด้วยกัน เพื่อขยายความคิดให้ชัดเจน สมบูรณ์ และสามารถนำไปปฏิบัติได้จริง (Ju, et al., 2024)

ทั้งสี่องค์ประกอบนี้มีความสัมพันธ์เกี่ยวเนื่องกัน และต้องทำงานประสานกันอย่างสมดุลจึงจะเกิดเป็นความคิดสร้างสรรค์ที่สมบูรณ์และสามารถสร้างผลลัพธ์ที่มีคุณค่าได้ ดังนั้น การฝึกฝนทักษะความคิดสร้างสรรค์จึงควรพัฒนาองค์ประกอบทั้งสี่ไปพร้อม ๆ กันอย่างต่อเนื่องและสม่ำเสมอ

2.6.4 ปัจจัยที่ส่งเสริมการพัฒนาทักษะความคิดสร้างสรรค์

การพัฒนาทักษะความคิดสร้างสรรค์สามารถทำได้ด้วยการจัดสภาพแวดล้อมและกระบวนการเรียนรู้ที่เหมาะสม โดยมีปัจจัยสำคัญที่ช่วยส่งเสริม ดังนี้

2.6.4.1 บรรยากาศที่เปิดกว้างและให้อิสระทางความคิด การสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ที่ผ่อนคลาย เปิดกว้างให้ผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ โดยไม่ตัดสินหรือวิพากษ์วิจารณ์ความคิดที่แตกต่าง จะช่วยให้ผู้เรียนกล้าคิด กล้าลอง และกล้าสร้างสรรค์สิ่งใหม่ ๆ มากขึ้น

2.6.4.2 การตั้งคำถามและกระตุ้นความคิด การใช้คำถามปลายเปิดที่ชวนให้ผู้เรียนได้ขบคิด สงสัย และแสวงหาคำตอบด้วยตนเอง จะช่วยกระตุ้นการคิดนอกกรอบและการมองปัญหาในมุมมองที่แตกต่าง ซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นของความคิดสร้างสรรค์

2.6.4.3 การเรียนรู้ผ่านการลงมือปฏิบัติ การสร้างโอกาสให้ผู้เรียนได้ทดลอง ลองผิดลองถูก และสร้างสรรค์ชิ้นงานด้วยตนเอง จะช่วยให้เกิดการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning) ที่นำไปสู่ความเข้าใจลึกซึ้งและการต่อยอดความคิดได้ดีกว่าการเรียนแบบท่องจำหรือฟังบรรยายเพียงอย่างเดียว

2.6.4.4 การเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์และการทำงานเป็นทีม การแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและมุมมองที่หลากหลายระหว่างเพื่อน จะช่วยกระตุ้นให้เกิดการเชื่อมโยงความคิดใหม่ ๆ และการสร้างสรรค์วิธีการแก้ปัญหาร่วมกัน ซึ่งเป็นทักษะการทำงานเป็นทีมที่จำเป็นในโลกยุคปัจจุบันอีกด้วย

2.6.4.5 การเสริมแรงทางบวก การให้รางวัล คำชม หรือข้อเสนอแนะเชิงสร้างสรรค์ เมื่อผู้เรียนมีความคิดแปลกใหม่หรือกล้าสร้างสรรค์สิ่งที่ท้าทาย จะช่วยให้ผู้เรียนเห็นคุณค่าของความคิดสร้างสรรค์ และมีแรงจูงใจที่จะพัฒนาความสามารถนี้ต่อไป (Dignam and Taylor, 2024)

ทั้งนี้ การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์เป็นกระบวนการระยะยาวที่ต้องอาศัยความต่อเนื่องและความอดทน โดยเฉพาะในระบบการศึกษาที่ต้องปรับเปลี่ยนกระบวนทัศน์และวิธีการสอนแบบเดิม ๆ ให้เอื้อต่อการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์มากขึ้น ซึ่งจำเป็นต้องอาศัยความร่วมมือจากทุกฝ่ายทั้งครู

ผู้ปกครอง และผู้กำหนดนโยบาย ในการขับเคลื่อนและผลักดันให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างเป็นรูปธรรม เพื่อสร้างเยาวชนที่มีความคิดสร้างสรรค์และพร้อมสำหรับอนาคต

2.6.5 ตัวอย่างการประยุกต์ใช้ทักษะความคิดสร้างสรรค์ในบริบทต่าง ๆ

ทักษะความคิดสร้างสรรค์สามารถประยุกต์ใช้ได้ในหลากหลายบริบท ตั้งแต่ระดับบุคคล ระดับองค์กร ไปจนถึงระดับสังคมและประเทศ ตัวอย่างเช่น

2.6.5.1 ระดับบุคคล การแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน การพัฒนาทักษะงานอดิเรก การสร้างสรรค์ผลงานศิลปะ การคิดหาวิธีการทำงานให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น หรือแม้กระทั่งการวางแผนอนาคต ล้วนต้องอาศัยทักษะความคิดสร้างสรรค์ทั้งสิ้น

2.6.5.2 ระดับองค์กร การพัฒนาผลิตภัณฑ์หรือบริการใหม่ ๆ การปรับปรุงกระบวนการทำงาน การสร้างแคมเปญทางการตลาด การแก้ปัญหาที่ซับซ้อนภายในองค์กร หรือการสร้างวัฒนธรรมองค์กรแบบใหม่ ต่างก็ต้องใช้ความคิดสร้างสรรค์เพื่อสร้างความแตกต่างและความได้เปรียบในการแข่งขัน

2.6.5.3 ระดับสังคม การสร้างสรรค์นวัตกรรมทางสังคมเพื่อแก้ปัญหาความเหลื่อมล้ำ ความยากจน การศึกษา สิ่งแวดล้อม ฯลฯ การออกแบบเมืองหรือชุมชนที่น่าอยู่และยั่งยืน หรือการสร้างสื่อหรือแคมเปญรณรงค์เพื่อเปลี่ยนแปลงทัศนคติหรือพฤติกรรมในวงกว้าง ล้วนอาศัยความคิดสร้างสรรค์ในการหาทางออกใหม่ ๆ ให้กับปัญหาสังคมที่ซับซ้อน

2.6.5.4 ระดับประเทศ การกำหนดนโยบายหรือแผนยุทธศาสตร์ใหม่ ๆ เพื่อขับเคลื่อนการพัฒนาประเทศ การส่งเสริมอุตสาหกรรมสร้างสรรค์ให้เป็นกลไกการเติบโตทางเศรษฐกิจ หรือการปฏิรูประบบการศึกษาเพื่อพัฒนาทักษะแห่งอนาคตให้กับเยาวชน ต่างก็ต้องใช้ความคิดสร้างสรรค์ในเชิงนโยบายเพื่อวางรากฐานและสร้างขีดความสามารถในการแข่งขันระยะยาวของประเทศ (Hunter-Doniger, 2021)

จะเห็นว่าความคิดสร้างสรรค์ไม่ใช่แค่ทักษะเสริมแต่เป็นสิ่งจำเป็นพื้นฐานสำหรับทุกคนในยุคปัจจุบัน ที่จะช่วยให้เราสามารถปรับตัว เรียนรู้ และพัฒนาตนเองไปพร้อมกับการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วของโลก และร่วมกันสร้างสรรค์อนาคตที่ดีกว่าให้กับสังคมและประเทศชาติต่อไป

2.7 ทฤษฎีการยอมรับ

2.7.1 ความหมายการยอมรับ

การยอมรับ (Acceptance) ในจิตวิทยามนุษย์คือความยินยอมของบุคคลหนึ่งต่อความเป็นจริงของสถานการณ์หนึ่ง การยอมรับกระบวนการหรือเงื่อนไข (ที่มักจะเป็นของสถานการณ์ที่น่าอึดอัดหรือเป็นด้านลบ) โดยไม่มีความพยายามที่จะเปลี่ยนหรือคัดค้าน มีความหมายคล้ายกับ การยอมรับโดยปริยายที่ทำให้เสียสิทธิ (Acquiescence) ในวิชานิติศาสตร์

นิยาม คำว่า การยอมรับ มีความหมายที่หลากหลาย เมื่อบุคคลใดแสดงถึงความยินยอมต่อข้อเสนอที่เขาได้รับ นี่คือ “การยอมรับ” ข้อเสนอเหล่านั้น ซึ่งเรียกว่าความตกลง (Agreement) ด้วย เช่นถ้าบุคคลหนึ่งให้ของขวัญแก่อีกคนหนึ่ง คนที่ได้รับของขวัญได้กระทำการยอมรับแล้ว อีกนิยามหนึ่งมีความเกี่ยวข้องกับกับความชอบ (Favor) การสนับสนุน (Endorsement) การต้อนรับ ความเป็น

ส่วนหนึ่ง (Welcome and Belonging) ซึ่งเป็นด้านบวก ตัวอย่างเช่น บุคคลหนึ่งสามารถชอบและยอมรับคนอีกคนหนึ่งเพียงเพราะเขาเห็นชอบคน ๆ นั้น อีกความหมายหนึ่งของการยอมรับคือการเชื่อหรือยินยอม ความหมายนี้ทับซ้อนกับคำว่า ขันติธรรม (Toleration) แต่การยอมรับกับขันติธรรมไม่ได้มีความหมายเดียวกัน

การยอมรับ การแสดงออกหรือส่อความด้วยความประพฤติซึ่งยินยอมต่อข้อกำหนดของข้อเสนอด้วยกิริยาอาการแบบชักชวนหรือซึ่งจำเป็นโดยข้อเสนอและทำให้เกิดสัญญาผูกมัด การใช้อำนาจ ซึ่งสถาปนาจากข้อเสนอผ่านการกระทำอย่างหนึ่ง การกระทำโดยบุคคลที่ได้รับข้อเสนอหรือการจัดหา (Procurement) จากบุคคลอื่นซึ่งมีเจตนาคงไว้ซึ่งประเด็นของข้อเสนอนั้นผ่านการกระทำที่ถูกชักชวน โดยข้อเสนอพูดอย่างง่ายว่าการยอมรับคือการปล่อยให้ประสบการณ์ส่วนตัวซึ่งไม่เป็นที่ต้องการ (ความคิด ความรู้สึก และความต้องการ) ให้ผ่านไปและผ่านมาโดยไม่ไปฝืน หลักการยอมรับเทคโนโลยีหมายถึง การยอมรับนวัตกรรมขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ ตามหลักการของการเกิดการนิยมและการตกรุ่นของนวัตกรรมและเทคโนโลยี

2.7.2 แนวคิดการยอมรับเทคโนโลยี (TAM)

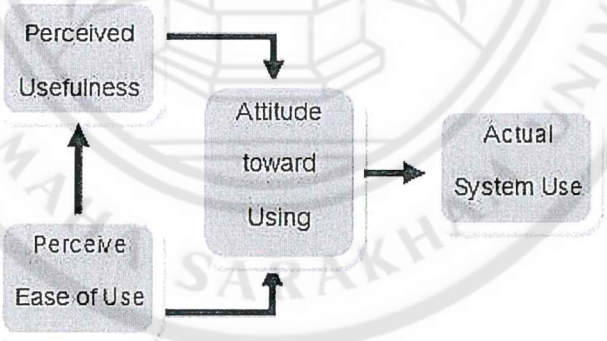
แนวคิดการยอมรับเทคโนโลยีสารสนเทศ พื้นฐานของทฤษฎีที่เกี่ยวกับการยอมรับเทคโนโลยีสารสนเทศ รวมถึงการแพร่กระจาย และการยอมรับนวัตกรรมนั้น เป็นสิ่งที่นักวิจัยและนักวิชาการหลากหลายด้านให้ความสนใจและการศึกษาโดยใช้กลยุทธ์ทางการวิจัยด้วยแนวความคิดทฤษฎีและแบบจำลองทางจิตวิทยาสังคม เพื่อใช้ทำนายพฤติกรรมการยอมรับเทคโนโลยี นำไปสู่การพัฒนาเทคโนโลยีที่เหมาะสมแก่การใช้งานของผู้ใช้ เช่น การยอมรับเทคโนโลยีสารสนเทศ หมายถึง การที่พนักงานยอมรับและนำเทคโนโลยีไม่ว่าจะเป็นคอมพิวเตอร์ ซอฟต์แวร์ทั้งแบบสำเร็จรูปและพัฒนาขึ้นสำหรับการใช้งานเฉพาะด้าน โดยนำข้อมูล (Data) ต่าง ๆ มาทำการเก็บรวบรวม วิเคราะห์ กลั่นกรองและประมวลผลเพื่อนำมาใช้งานในระบบสารสนเทศ ซึ่งจะก่อให้เกิดข้อมูลสารสนเทศที่มีประสิทธิภาพ (Information) ที่สามารถนำไปใช้ในการสื่อสารภายในองค์กร เพื่อให้เกิดประโยชน์ได้ด้วยกระบวนการทางอิเล็กทรอนิกส์ทั้งทางตรง และทางอ้อม โดยผู้ศึกษาได้สร้างเครื่องมือเพื่อใช้จัดการยอมรับเทคโนโลยีสารสนเทศโดยใช้แนวคิดของ IT barometer ที่ได้รับการอ้างถึงใน

2.7.3 แบบจำลองการยอมรับเทคโนโลยี

แบบจำลองการยอมรับเทคโนโลยี คือ แบบจำลองการยอมรับนวัตกรรมและเทคโนโลยี (A Technology Acceptance Model: TAM) เป็นการปรับแต่งเพิ่มเติมต่อจากทฤษฎีการกระทำตามหลักเหตุและผล (The Theory of Reasoned Action: TRA เพื่อพัฒนาเป็นแบบจำลอง TAM และใช้ศึกษาบริบทการยอมรับการใช้ระบบสารสนเทศ โดยไม่นำบรรทัดฐานของบุคคลที่อยู่โดยรอบการแสดงพฤติกรรมเข้ามาใช้เป็นปัจจัยในการพยากรณ์พฤติกรรมการใช้ที่เกิดขึ้นจริงตัวแบบ TAM สามารถใช้พยากรณ์การยอมรับการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศได้

สิริพร ทิตะลำพูน และคณะ (2560) Model แบบจำลองการยอมรับนวัตกรรมและเทคโนโลยี งานวิจัยเกี่ยวกับระบบสารสนเทศ (Information System) ในระดับนานาชาติได้ให้ความสำคัญกับทฤษฎีการยอมรับการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ เพื่อใช้อธิบายวิธีการและเหตุผลการยอมรับการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศใหม่ของแต่ละบุคคล หรือแต่ละองค์การและพบว่าเป็นหลักการที่มีประสิทธิภาพได้รับการยอมรับอย่างกว้างขวาง บทความนี้จึงมุ่งเน้นนำเสนอทฤษฎี Theory of Acceptance รวมถึง

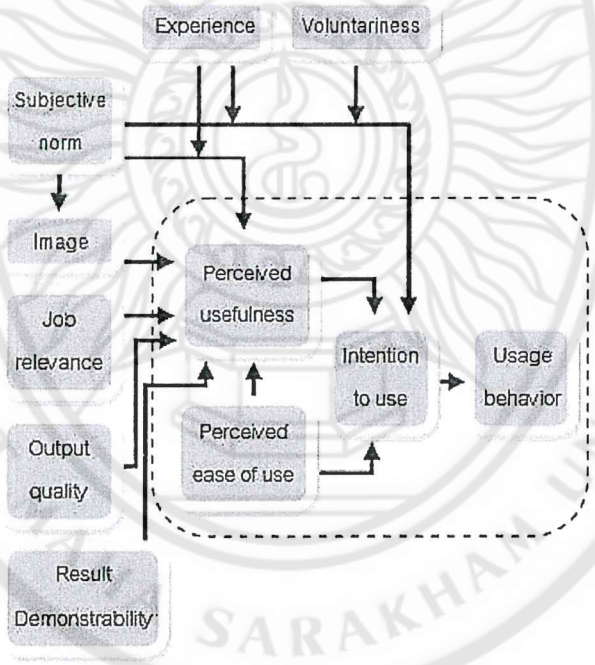
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องและถูกนำไปใช้ศึกษาความตั้งใจ (Intention) และ/หรือพฤติกรรม (Behavior) การยอมรับการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศของแต่ละบุคคลหรือแต่ละองค์การซึ่งเป็นแนวทางที่ช่วยให้ผู้ศึกษาวิเคราะห์ด้านพฤติกรรมมนุษย์ได้ใช้เป็นทางเลือกสำหรับอธิบายความตั้งใจ และพยากรณ์พฤติกรรมมนุษย์ในการยอมรับการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น Information Technology Acceptance Research การศึกษาในเชิงพฤติกรรมมนุษย์เพื่ออธิบายวิธีการและเหตุผลของแต่ละบุคคลในการยอมรับเทคโนโลยีสารสนเทศใหม่ 1) เพื่อพัฒนาทฤษฎีที่ใช้พยากรณ์พฤติกรรมบุคคลหรือองค์การในการยอมรับการใช้ระบบสารสนเทศเพื่อนำไปสู่การให้คำอธิบายและการพยากรณ์การยอมรับการใช้เทคโนโลยีสารสนทศและการสร้างความเข้าใจในอิทธิพลของปัจจัยต่าง ๆ ที่เป็นตัวช่วยและตัวเร่งให้เกิดการยอมรับและการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศของแต่ละบุคคลหรือแต่ละองค์การ รวมทั้งการแสดงให้เห็นถึงเหตุผลของการลงทุนด้วยในอนาคตซึ่งแนวทางการวิจัยดังกล่าวเป็นการศึกษาโดยมีทฤษฎีต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเผยแพร่ยอมรับนวัตกรรมเป็นพื้นฐาน Technology Acceptance Mode (TAM) เป็นทฤษฎีที่มีการยอมรับและมีชื่อเสียงในการเป็นตัวชี้วัดความสำเร็จของการใช้เทคโนโลยี นำเสนอโดย Davis ซึ่งเป็นการปรับแต่งเพิ่มเติมต่อจากทฤษฎี TRA เพื่อพัฒนาเป็นแบบจำลอง TAM และใช้ศึกษาในบริบทการยอมรับการใช้ระบบสารสนเทศโดยไม่นำบรรทัดฐานของบุคคลที่อยู่โดยรอบการแสดงพฤติกรรมเข้ามาใช้เป็นปัจจัยในการพยากรณ์พฤติกรรมการใช้ที่เกิดขึ้นจริง ดังแบบจำลอง TAM โดยเพิ่มปัจจัยต่าง ๆ เพื่อนำมาศึกษาในบริบทการยอมรับการใช้ระบบสารสนเทศให้มีความครอบคลุมมากยิ่งขึ้น เช่น งานวิจัยของ Chan และงานวิจัยของ Kim โดยหลักการของ TAM จะศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความตั้งใจแสดงพฤติกรรมการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศซึ่งประกอบด้วยปัจจัยหลัก 4 ประการ ได้แก่ ตัวแปรภายนอก (External Variables) การรับรู้ถึงประโยชน์ที่ได้รับจากเทคโนโลยีสารสนเทศ (Perceived Usefulness: PU) การรับรู้ว่าเป็นระบบที่ง่ายต่อการใช้งาน (Perceived Ease of Use หรือ PEOU) และทัศนคติที่มีต่อการใช้งาน (Aptitude Toward Using) ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยตามทฤษฎี TPB ข้างต้น แสดงในรูปของแบบจำลองดังภาพที่ 2.9



ภาพที่ 2.9 ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยตามทฤษฎี TPB

แบบจำลอง TAM 2 ได้รับการปรับปรุงที่ตัวแปรภายนอก และปัจจัยที่เกิดก่อน (Antecedents) ที่มีอิทธิพลต่อการรับรู้ถึงประโยชน์ที่ได้รับจากเทคโนโลยีสารสนเทศและการรับรู้ว่าเป็นระบบที่ง่ายต่อ

การใช้งาน ให้มีความทันสมัยมากยิ่งขึ้นและจากการวิจัยพบว่า กระบวนการของอิทธิพลจากสังคม (Social Influence Process) เช่น 1) บรรทัดฐานของบุคคลที่อยู่โดยรอบการแสดงพฤติกรรม 2) ความสมัครใจ (Voluntariness) และ 3) ภาพลักษณ์ (Image) ตลอดทั้งกระบวนการใช้ปัญญา (Cognitive Instrumental Process) เช่น 1) ความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กับงาน (Job Relevance) 2) คุณภาพของผลลัพธ์ (Output Quality) 3) ผลลัพธ์ที่สามารถแสดงให้เห็นก่อนได้ (Results Demonstrability) และ 1) การรับรู้ ว่าเป็นระบบที่ง่ายต่อการใช้งาน ต่างเป็นปัจจัยที่เอื้อต่อการยอมรับเทคโนโลยีใหม่นอกจากนี้ TAM 2) ได้นำเสนอแนวคิดใหม่ว่าบรรทัดฐานของบุคคลที่อยู่โดยรอบการแสดงพฤติกรรมเป็นปัจจัยหลักที่กำหนดความตั้งใจที่จะใช้งาน (Intention to Use) และมีอิทธิพลต่อการรับรู้ถึงประโยชน์ที่ได้รับจากเทคโนโลยีสารสนเทศและภาพลักษณ์ในเชิงบวก สำหรับกระทบของตัวแปรเสริม/ตัวผันแปร (Moderating Variable) (ประสบและความสมัครใจ เกิดควบคู่และมีความเชื่อมโยงระหว่างบรรทัดฐานของบุคคลที่อยู่โดยรอบการแสดงพฤติกรรมและความตั้งใจที่จะใช้งานนอกจากนี้ยังพบว่า ปัจจัยที่เกิดก่อนซึ่ง ได้แก่ 1) ความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กับงาน 2) คุณภาพของผลลัพธ์ และ 3) ผลลัพธ์ที่สามารถแสดงให้เห็นก่อนได้มีอิทธิพลต่อการรับรู้ถึงประโยชน์ที่ได้รับจากเทคโนโลยีสารสนเทศในเชิงบวกและพบอีกว่า ภายใต้เงื่อนไขการใช้งานโดยบังคับและผู้ใช้งานมีประสบการณ์จำกัด บรรทัดฐานของบุคคลที่อยู่โดยรอบการแสดงพฤติกรรมจะมีอิทธิพลต่อความตั้งใจที่จะใช้งานในเชิงบวก

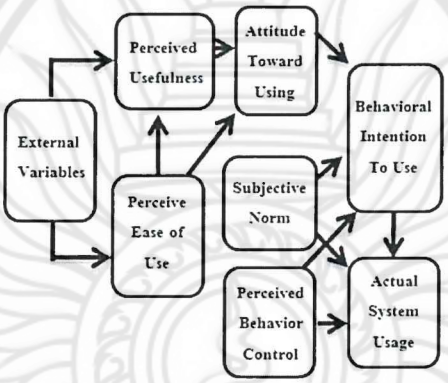


ภาพที่ 2.10 แบบจำลองขยายเพิ่มเติมความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยใน TAM 2

แบบจำลองการยอมรับเทคโนโลยี (Technology Acceptance Model: TAM) แบบจำลองการยอมรับเทคโนโลยี (Technology Acceptance Model) Davis (1989) ถูกพัฒนามาจากทฤษฎี

การกระทำด้วยเหตุผล (Theory of Reasoned Action) ของ Ajzen and Fishbein เป็นแบบจำลองที่อธิบายเกี่ยวกับการยอมรับเทคโนโลยีของผู้ใช้งานโดยเสนอว่า เมื่อผู้ใช้งานได้รับการนำเสนอข้อมูลเกี่ยวกับเทคโนโลยีใหม่ ปัจจัยที่ส่งผลต่อการตัดสินใจเกี่ยวกับการใช้งานและระยะเวลาของการใช้งานหรือการยอมรับเทคโนโลยี ซึ่งประกอบด้วย 2 ปัจจัย ดังนี้ 1) การรับรู้ถึงประโยชน์ที่ได้รับ (Perceived Usefulness) ถูกจำกัดความโดยว่าระดับความเชื่อของบุคคลในการใช้เทคโนโลยีนั้น ๆ ว่าจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานของตนได้ 2) การรับรู้ถึงความง่ายในการใช้งาน (Perceived Ease of Use) Davis ได้ให้คำจำกัดความไว้ว่าระดับความเชื่อว่าการใช้งานนั้นไม่ต้องการความพยายามในการใช้งานนั่นคือ ใช้งานง่ายนั่นเอง

ปัจจุบันนี้การนำเอาแบบจำลองการยอมรับเทคโนโลยี (Technology Acceptance Model: TAM) เข้ามาใช้ศึกษาเกี่ยวกับการยอมรับเทคโนโลยีสารสนเทศ อย่างแพร่หลาย เช่น



ภาพที่ 2.11 แบบจำลองการยอมรับเทคโนโลยี

แบบจำลองการยอมรับเทคโนโลยี (Technology Acceptance Model: TAM) เป็นทฤษฎีที่คิดค้นโดย Davis, Bagozzi and Warshaw (1989, อ้างถึงใน ภัทราวดี วงศ์สุเมธ, 2556, น. 3-10) ซึ่งพัฒนามาจากแนวคิดของ (The Theory of Reasoned Action: TRA) โดย TAM จะเน้นการศึกษาเกี่ยวกับปัจจัยต่าง ๆ ที่ส่งผลต่อการยอมรับหรือการตัดสินใจที่จะใช้เทคโนโลยีหรือนวัตกรรมใหม่ ซึ่งปัจจัยหลักที่ส่งผลโดยตรงต่อการยอมรับเทคโนโลยีหรือนวัตกรรมของผู้ใช้ ได้แก่ การรับรู้ถึงความง่ายในการใช้งาน (Perceived Ease of Use) และการรับรู้ถึงประโยชน์ที่เกิดจากการใช้ (Perceived Usefulness) โดยปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความตั้งใจเชิงพฤติกรรมในการใช้เทคโนโลยี (Behavioral Intention) มีทั้งสิ้น 3 ปัจจัย ได้แก่ การรับรู้ความง่ายในการใช้งาน (Perceived Ease of Use) การรับรู้ประโยชน์ที่เกิดจากการใช้ (Perceived Usefulness) และทัศนคติ (Attitude) ในท้ายที่สุดความตั้งใจเชิงพฤติกรรมในการใช้เทคโนโลยีจะส่งอิทธิพลต่อการตั้งใจใช้และใช้งานจริงของเทคโนโลยี

Ajzen (1991), Davis (1989, อ้างถึงใน อรทัย เลื่อนลั่น, 2555, น. 9) ได้นำทฤษฎีของ Technology Acceptance Model (TAM) (Davis, Bagozzi and Warshaw, 1989) ประยุกต์กับการพยากรณ์พฤติกรรมและความเข้าใจของมนุษย์มีรายละเอียด ดังนี้

1. External Variable หมายถึง อิทธิพลของตัวแปรภายนอกสร้างจากการรับรู้ให้แต่ละบุคคลที่มีอิทธิพลแตกต่างกัน ได้แก่ ประสบการณ์ความรู้ความเข้าใจ ความเชื่อ และพฤติกรรมทางสังคม Perceived Usefulness หมายถึง การรับรู้ถึงประโยชน์ที่เกิดจากการใช้ซึ่งเป็นตัวกำหนดการรับรู้ในแต่ละบุคคล กล่าวคือ แต่ละคนจะรับรู้ได้ว่าเทคโนโลยีจะมีส่วนช่วยในการพัฒนาหรือศักยภาพผลงานของตัวเองได้อย่างไรบ้าง

2. Perceived Ease of Use หมายถึง การรับรู้ความง่ายในการใช้งานเป็นตัวกำหนด การรับรู้ในปริมาณหรือความสำเร็จที่จะได้รับว่าตรงกับที่ต้องการหรือไม่

3. Attitude toward Use หมายถึง ทัศนคติที่มีต่อการใช้ว่า แต่ละบุคคลมีความสนใจที่จะใช้ระบบเทคโนโลยีหรือยอมรับการใช้งาน Intention to Use หมายถึง การตั้งใจที่จะใช้งานขึ้นอยู่แต่ละบุคคลมีพฤติกรรมสนใจที่ จะใช้เทคโนโลยี Actual Systems Use โดยบุคลากรยอมรับเทคโนโลยีและนำมาใช้งานจริง

พูนเพิ่ม เสรีวิชยสวัสดิ์ และคณะ (2562) กล่าวว่าการยอมรับและการใช้เทคโนโลยีส่งผลให้เกิดพฤติกรรมการใช้เทคโนโลยีซึ่งพฤติกรรมเหล่านี้เป็นพฤติกรรมสำคัญที่บุคลากรต้องใช้ในการทำงานส่งผลให้เกิดพฤติกรรมเชิงสร้างสรรค์ที่บุคลากรต้องปรับตัวในการนำเทคโนโลยีเข้ามาประยุกต์ ใช้ในการทำงาน อีกทั้งยังสร้างให้เกิดพฤติกรรมเชิงสร้างสรรค์ในการสร้างนวัตกรรมกระบวนการทำงานรูปแบบใหม่ที่เกิดจากการนำเทคโนโลยีเข้ามาประยุกติใช้ ส่งผลให้การทำงานมีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น และเมื่อนำมพิจารณาเปรียบเทียบกับสมรรถนะหลักของบุคลากรในอุตสาหกรรมไมซ์ในประเทศไทยแล้ว พบว่า พฤติกรรมเชิงสร้างสรรค์มีความสัมพันธ์สอดคล้องกับสมรรถนะหลักของบุคลากรในอุตสาหกรรมไมซ์ด้วยเช่นกันการเข้าสู่ประเทศไทย 4.0 มุ่งเน้นการนำเทคโนโลยีเข้ามาประยุกต์ใช้ในการทำงาน การยอมรับและการใช้เทคโนโลยีจึงเป็นเรื่องสำคัญที่ทำให้เกิดพฤติกรรมการใช้เทคโนโลยีและพฤติกรรมการใช้เทคโนโลยีส่งผลให้เกิดพฤติกรรมเชิงสร้างสรรค์ด้านการปรับตัวโดยปรับเปลี่ยนวิธีการทำงานนำเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้ และพฤติกรรมเชิงสร้างสรรค์ด้านนวัตกรรมในการสร้างนวัตกรรมกระบวนการทำงานรูปแบบใหม่ที่เกิดจากการนำเทคโนโลยีเข้ามาประยุกต์ใช้ส่งผลให้การทำงานมีประสิทธิภาพมากขึ้น และมีความสัมพันธ์สอดคล้องกับบางส่วนของสมรรถะหลักของบุคลากรในอุตสาหกรรมไมซ์ ในเรื่องของการมีความรู้ด้านเทคโนโลยีใหม่ ๆ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการทำงาน และเพิ่มคุณค่าของงาน ซึ่งจะทำให้เกิดองค์ความรู้ใหม่เกี่ยวกับการประยุกตีใช้เทคโนโลยีต่าง ๆ กับการทำงานในอุตสาหกรรมไมซ์ และพัฒนาอุตสาหกรรมไมซ์ไทยให้เจริญเติบโตมากยิ่งขึ้น

2.7.4 ประโยชน์ของการยอมรับ

พรศรี ลีลาพัฒนวงศ์ และทิพวรรณ ปิ่นวนิชย์กุล (2562, น. 132-133) กล่าวถึง 1) การรับรู้ถึงประโยชน์ที่ได้รับ (Perceived Usefulness) คือ ระดับการรับรู้ของบุคคลในการใช้เทคโนโลยีใหม่ว่าจะช่วยเพิ่มขีดความสามารถหรือประสิทธิภาพในการปฏิบัติงานให้บรรลุผลสำเร็จได้ดียิ่งขึ้นและเป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความตั้งใจแสดงพฤติกรรมการใช้งานด้วย 2) ความง่ายในการใช้งาน (Ease of Use) คือ ระดับการรับรู้ของบุคคลในการใช้เทคโนโลยีใหม่ว่าสามารถใช้งานได้โดยที่ไม่ต้องใช้ความพยายามมาก (Free of Effort) ส่งผลให้มีการนำเทคโนโลยีมาใช้จริงตามความตั้งใจที่จะใช้งาน (Intention to Use) ทั้งนี้การรับรู้ความง่ายในการใช้งานมีอิทธิพลทางตรงต่อการใช้เทคโนโลยีและมีอิทธิพลทางอ้อมต่อการใช้เทคโนโลยีโดยส่งผ่านการรับรู้ประโยชน์ 3) ความตั้งใจที่จะใช้งาน (Intention to Use) คือ

ความตั้งใจ ที่ผู้ใช้จะพยายามใช้เทคโนโลยี และความเป็นไปได้ที่ผู้ใช้จะยอมรับและมีท่าทีที่จะใช้งานต่อไปในอนาคต โดยมีความพยายามที่จะแสดงพฤติกรรมให้ตรงตามความตั้งใจของตนเอง

2.7.5 สรุปของการยอมรับ

สรุปได้ว่าการยอมรับเทคโนโลยีสารสนเทศ หมายถึง บุคคลหรือองค์กรนำเทคโนโลยี แนวความคิด วิธีการใหม่ ๆ มาปรับใช้ให้เกิดประโยชน์โดยนำนวัตกรรมเหล่านั้นไปใช้ในองค์กร ไม่ว่าจะเป็นคอมพิวเตอร์ ซอฟต์แวร์ทั้งแบบสำเร็จรูปและพัฒนาขึ้นสำหรับการใช้งานเฉพาะด้าน โดยนำข้อมูล (Data) ต่าง ๆ มาทำการเก็บรวบรวม วิเคราะห์ กลั่นกรอง และประมวลผล เพื่อนำมาใช้งานใน ระบบสารสนเทศ ซึ่งจะก่อให้เกิดข้อมูลสารสนเทศที่มีประสิทธิภาพ (Information) ที่สามารถนำไปใช้ในการสื่อสารภายในองค์กร เพื่อให้เกิดประโยชน์ได้ด้วยกระบวนการทางอิเล็กทรอนิกส์ทั้งทางตรง และทางอ้อม ซึ่งแบบจำลองการยอมรับนวัตกรรมและเทคโนโลยี TAM เป็นการศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความตั้งใจแสดงพฤติกรรมการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ประกอบด้วยปัจจัยหลัก 4 ประการ ได้แก่ ตัวแปรภายนอก การรับรู้ถึงประโยชน์ที่ได้รับจากเทคโนโลยีสารสนเทศ การรับรู้ว่าเป็นระบบที่ง่ายต่อการใช้งาน และทัศนคติที่มีต่อการใช้งาน ผู้ศึกษาได้นำหลักการยอมรับเทคโนโลยีไปใช้ในการวิจัยเพื่อศึกษาการยอมรับระบบสารสนเทศเพื่อให้คำปรึกษาการทำวิทยานิพนธ์ระดับบัณฑิตศึกษา โดยผู้ศึกษาได้ใช้ตัวแบบการยอมรับเทคโนโลยี TAM ที่ศึกษา 2 ประเด็น คือ ประโยชน์ที่ได้รับจากเทคโนโลยีสารสนเทศ และการรับรู้ว่าเป็นระบบที่ง่ายต่อการใช้งานเนื่องจากการยอมรับการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศสามารถเกิดขึ้นได้ในบริบทที่แตกต่างกัน เช่น ในแต่จะบุคคลหรือ แต่ละองค์การ ด้วยเหตุนี้การพิจารณานำทฤษฎีต่าง ๆ ไปประยุกต์ใช้ศึกษาจึงควรเลือกใช้ทฤษฎีเป็นกรอบอ้างอิงให้เหมาะสมกับบริบทเป้าหมายเพื่อสามารถพยากรณ์หรือให้คำอธิบายการยอมรับการใช้เทคโนโลยีของแต่ละบุคคลหรือแต่ละองค์การได้อย่างมีหลักการซึ่งจะทำให้ผลการวิจัยมีความน่าเชื่อถือและเป็นที่ยอมรับ ทั้งนี้แบบจำลอง TAM2 and TPB ได้รับการพัฒนาบนพื้นฐานความสัมพันธ์ที่เด่นชัดที่สุดของปัจจัยหลักสำคัญของพื้นฐานด้านการยอมรับการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ จึงมีความเป็นไปได้ในการนำมาใช้เป็นกรอบอ้างอิงสำหรับประยุกต์ใช้ศึกษาในบริบทของแต่ละบุคคล ซึ่งจะสามารถช่วยให้การวิจัยมีความครอบคลุมทั้งกลุ่มบุคคลทั่วไปและกลุ่มผู้บริโภคซึ่งมีลักษณะแตกต่างกันและโดยอาศัยความตั้งใจและพฤติกรรมเช่น พฤติกรรมการใช้งานเทคโนโลยีสารสนเทศเป็นตัวพยากรณ์และตัวแปรตามตามลำดับเพื่อทำให้ผลการวิจัยมีความถูกต้องน่าเชื่อถือ

2.8 สรุปและแนวทางที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย

2.8.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้ศึกษาทำการศึกษาค้นคว้างานวิจัยที่เกี่ยวกับการวิจัยเรื่องสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์ ประกอบด้วยงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

Beale, et.al. (2022) ศึกษาเกี่ยวกับผลกระทบของความจริงเสมือน (VR) ต่อความคิดสร้างสรรค์และการแสดงออก งานวิจัยนี้มุ่งเน้นการวิเคราะห์ว่าสภาพแวดล้อมเสมือนส่งผลต่อกระบวนการคิดสร้างสรรค์ของผู้ใช้อย่างไร ผลการศึกษาพบว่า VR สามารถเปลี่ยนแปลงวิธีการที่ผู้ใช้คิดและสร้างสรรค์

ผลงานได้อย่างมีนัยสำคัญ โดยพบว่าสภาพแวดล้อมเสมือนช่วยลดข้อจำกัดและเพิ่มอิสระในการสร้างสรรค์ ทำให้ผู้ใช้สามารถสำรวจความคิดและแนวคิดใหม่ ๆ ได้อย่างเต็มที่ นอกจากนี้ การวิจัยยังพบว่า VR ส่งเสริมการมีส่วนร่วมและแรงจูงใจในกระบวนการสร้างสรรค์ ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ บทความนี้ยังนำเสนอแนวทางการออกแบบพื้นที่สร้างสรรค์ในสภาพแวดล้อมเสมือนที่มีประสิทธิภาพ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้และการแสดงออกทางความคิดสร้างสรรค์

Caballero, et.al. (2023) นำเสนอกรอบแนวคิดไมโครเลิร์นนิง STEAM สำหรับสภาพแวดล้อมแบบสมจริง งานวิจัยนี้มุ่งพัฒนาแนวทางที่ครอบคลุมในการเสริมสร้างทักษะทางเทคนิคผ่านหน่วยการเรียนรู้ขนาดเล็กในบริบทของสภาพแวดล้อมเสมือน ผู้วิจัยได้พัฒนากรอบแนวคิดที่บูรณาการหลักการของ STEAM (วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม ศิลปะ และคณิตศาสตร์) กับรูปแบบการเรียนรู้แบบไมโครเลิร์นนิง โดยออกแบบให้เหมาะกับการนำเสนอในสภาพแวดล้อมเสมือนจริง กรอบแนวคิดนี้ประกอบด้วยองค์ประกอบสำคัญ ได้แก่ โมดูลเนื้อหาที่กระชับ การปฏิสัมพันธ์แบบสมจริง และการประเมินผลแบบทันที ผลการศึกษาพบว่ากรอบแนวคิดที่พัฒนาขึ้นช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนรู้ทักษะทางเทคนิค และส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียน งานวิจัยนี้เน้นความสำคัญของการออกแบบประสบการณ์การเรียนรู้ที่สั้น กระชับ แต่มีความหมาย ในสภาพแวดล้อมที่ส่งเสริมการสำรวจและทดลอง

Chamorro-Atalaya, et.al. (2024) ศึกษาการประยุกต์ใช้ไมโครเลิร์นนิงในสภาพแวดล้อมเสมือนแบบสมจริง โดยใช้กรณีศึกษาจากการศึกษาวิศวกรรม งานวิจัยนี้มุ่งวิเคราะห์ประสิทธิภาพของการใช้หน่วยการเรียนรู้ขนาดเล็กในการสอนทักษะวิศวกรรมผ่านเทคโนโลยีความจริงเสมือน ผู้วิจัยได้พัฒนาโมดูลไมโครเลิร์นนิงสำหรับการสอนแนวคิดวิศวกรรมที่ซับซ้อน และทดสอบกับนักศึกษาวิศวกรรม ผลการศึกษาพบว่าวิธีการนี้ช่วยเพิ่มความเข้าใจในแนวคิดทางวิศวกรรมที่ซับซ้อน และส่งเสริมการประยุกต์ใช้ทักษะการแก้ปัญหาในสถานการณ์จริง การศึกษายังพบว่านักศึกษามีความพึงพอใจสูงกับวิธีการสอนแบบนี้ เนื่องจากช่วยให้พวกเขาสามารถเรียนรู้ได้ตามจังหวะของตนเอง และมีปฏิสัมพันธ์กับเนื้อหาในรูปแบบที่สมจริง บทความนี้นำเสนอแนวทางปฏิบัติที่ดีในการออกแบบและพัฒนาประสบการณ์ไมโครเลิร์นนิงในสภาพแวดล้อมเสมือนสำหรับการศึกษาวิศวกรรม

Chang, et.al. (2023) ทำการทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบเกี่ยวกับการบูรณาการ STEAM กับเทคโนโลยีเสริมความจริง (AR) โดยเน้นหลักการออกแบบเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ งานวิจัยนี้ได้วิเคราะห์และสังเคราะห์ผลการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับการใช้ AR ในบริบทของการศึกษาแบบ STEAM เพื่อระบุหลักการออกแบบที่มีประสิทธิภาพในการส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียน ผลการทบทวนพบหลักการสำคัญหลายประการ ได้แก่ การสร้างสภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการสำรวจ การออกแบบปฏิสัมพันธ์ที่สนับสนุนการทดลอง และการบูรณาการมุมมองหลากหลายสาขาวิชา นอกจากนี้ งานวิจัยยังพบว่าการใช้ AR ในบริบท STEAM ช่วยเพิ่มความผูกพันของผู้เรียน และส่งเสริมความเข้าใจในแนวคิดที่ซับซ้อนผ่านการมองเห็นและการปฏิสัมพันธ์ บทความนี้ได้นำเสนอกรอบแนวคิดที่ครอบคลุมสำหรับนักการศึกษาในการออกแบบสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ AR-STEAM ที่มีประสิทธิภาพ

Choi, et.al. (2021) ศึกษาผลกระทบของความจริงเสมือนแบบสมจริง (Immersive VR) ต่อการคิดสร้างสรรค์ โดยเน้นที่ผลกระทบต่อการสร้างความคิดและกระบวนการทางปัญญา งานวิจัยนี้ได้

ดำเนินการทดลองเพื่อวัดผลของการใช้ VR ในการส่งเสริมกระบวนการสร้างความคิดและการคิดสร้างสรรค์ของผู้เข้าร่วม ผลการศึกษาพบว่า VR มีผลกระทบเชิงบวกต่อทั้งปริมาณและคุณภาพของความคิดสร้างสรรค์ โดยผู้เข้าร่วมสามารถสร้างความคิดที่หลากหลายและเป็นต้นฉบับมากขึ้นเมื่ออยู่ในสภาพแวดล้อม VR เมื่อเทียบกับสภาพแวดล้อมแบบดั้งเดิม การวิจัยยังพบว่า VR ส่งเสริมกระบวนการทางปัญญาที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์ เช่น การคิดแบบไม่เป็นเส้นตรง การสร้างความเชื่อมโยงที่ไม่คาดคิด และการละทิ้งข้อจำกัดทางความคิด บทความนี้ได้อธิบายกลไกเบื้องหลังผลกระทบของ VR ต่อความคิดสร้างสรรค์ และนำเสนอแนวทางในการใช้ VR เพื่อส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์ในบริบทต่าง ๆ

Fuchs, et.al. (2023) ศึกษาเทคโนโลยีเสริมความจริง (AR) ในฐานะเครื่องมือสำหรับการศึกษาแบบ STEAM เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ในสภาพแวดล้อมความจริงผสม งานวิจัยนี้ได้ตรวจสอบวิธีการที่ AR สามารถส่งเสริมการเรียนรู้แบบบูรณาการข้ามสาขาวิชาตามแนวทาง STEAM ผู้วิจัยได้พัฒนาและทดสอบแพลตฟอร์ม AR ที่ออกแบบมาเพื่อสนับสนุนกิจกรรมการเรียนรู้ STEAM ที่เน้นการคิดสร้างสรรค์ ผลการศึกษาพบว่า AR มีศักยภาพอย่างมากในการส่งเสริมการเรียนรู้แบบ STEAM โดยช่วยให้ผู้เรียนสามารถสร้างความเชื่อมโยงระหว่างโลกดิจิทัลและโลกกายภาพ และสนับสนุนการสำรวจแนวคิดที่ซับซ้อนในรูปแบบที่จับต้องได้ การศึกษายังพบว่า AR ช่วยเพิ่มแรงจูงใจและความผูกพันของผู้เรียน ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ บทความนี้ได้นำเสนอแนวทางการออกแบบประสบการณ์ AR-STEAM ที่มีประสิทธิภาพ และวิธีการประเมินผลกระทบต่อการคิดสร้างสรรค์

Holt, et.al. (2024) นำเสนอกรอบแนวคิดสำหรับการพัฒนาทักษะความคิดสร้างสรรค์ผ่านเทคโนโลยีเสมือนจริงในการศึกษาแบบ STEAM งานวิจัยนี้มุ่งสร้างความเข้าใจทั้งเชิงทฤษฎีและปฏิบัติเกี่ยวกับวิธีการที่เทคโนโลยีเสมือนจริงสามารถส่งเสริมการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ในบริบทของการศึกษา STEAM ผู้วิจัยได้พัฒนากรอบแนวคิดที่บูรณาการทฤษฎีการเรียนรู้ หลักการออกแบบเทคโนโลยี และแนวทางการสอน STEAM เข้าด้วยกัน กรอบแนวคิดนี้ประกอบด้วยองค์ประกอบหลายส่วน ได้แก่ การสร้างสภาพแวดล้อมที่ส่งเสริมการสำรวจ กลยุทธ์การมีส่วนร่วมที่หลากหลาย และวิธีการประเมินความคิดสร้างสรรค์แบบบูรณาการ ผลการศึกษาพบว่ากรอบแนวคิดนี้มีประสิทธิภาพในการส่งเสริมการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียน โดยเฉพาะในด้านความคล่องแคล่วทางความคิด ความยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม บทความนี้ยังได้นำเสนอกรณีศึกษาและตัวอย่างการนำกรอบแนวคิดไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์การเรียนรู้จริง

Insura, et.al. (2024) ศึกษาการพัฒนาแอปพลิเคชันเสริมความจริง (AR) บนพื้นฐานของ STEAM เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ในการศึกษาวิทยาศาสตร์ งานวิจัยนี้มุ่งศึกษากระบวนการออกแบบและพัฒนาแอปพลิเคชัน AR ที่สอดคล้องกับหลักการ STEAM และประเมินผลกระทบต่อความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน ผู้วิจัยได้พัฒนาแอปพลิเคชัน AR ที่สนับสนุนการเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบปฏิสัมพันธ์ และทดสอบกับนักเรียนในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ ผลการศึกษาพบว่าแอปพลิเคชัน AR ช่วยเพิ่มความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนอย่างมีนัยสำคัญ โดยเฉพาะในด้านการสร้างความคิดที่หลากหลายและการมองปัญหาจากหลายมุมมอง การศึกษายังพบว่านักเรียนมีแรงจูงใจและความผูกพันในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มากขึ้นเมื่อใช้แอปพลิเคชัน AR

บทความนี้ได้นำเสนอแนวทางการออกแบบแอปพลิเคชัน AR สำหรับการศึกษาวิทยาศาสตร์ที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ และข้อเสนอแนะสำหรับการนำไปประยุกต์ใช้ในชั้นเรียน

Jatnkoon, et.al. (2025) ได้พัฒนาโมเดลการเรียนรู้แบบไมโครเลิร์นนิง STEAM บนพื้นฐานของคอร์สออนไลน์แบบเปิดขนาดใหญ่ (MOOCs) ร่วมกับเทคโนโลยีเสริมความจริง (AR) เพื่อเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม งานวิจัยนี้นำเสนอแนวทางใหม่ในการออกแบบประสบการณ์การเรียนรู้ที่ผสมผสานข้อดีของ MOOCs กับเทคโนโลยี AR และหลักการ STEAM ผู้วิจัยได้พัฒนาโมเดลการเรียนรู้ที่ประกอบด้วยโมดูลไมโครเลิร์นนิงแบบ STEAM ที่นำเสนอผ่าน MOOCs และเสริมด้วยประสบการณ์ AR ทำให้ผู้เรียนสามารถมีปฏิสัมพันธ์กับเนื้อหาในรูปแบบที่มีความหมายและน่าสนใจ ผลการศึกษาพบว่าโมเดลที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพในการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และความสามารถในการสร้างนวัตกรรมของผู้เรียน โดยพบว่าผู้เรียนสามารถพัฒนาทั้งทักษะความคิดสร้างสรรค์และทักษะเฉพาะทางในสาขา STEAM ได้อย่างมีประสิทธิภาพ บทความนี้นำเสนอรายละเอียดของโมเดล หลักการออกแบบ และผลการประเมินการนำไปใช้ในสถานการณ์จริง

Junior, et.al. (2024) ศึกษาการเรียนรู้แบบไมโครเลิร์นนิงในสภาพแวดล้อมเสมือน โดยเน้นการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ผ่านประสบการณ์แบบสมจริง งานวิจัยนี้มุ่งตรวจสอบวิธีการที่หน่วยการเรียนรู้ขนาดเล็กในสภาพแวดล้อมเสมือนจริงสามารถส่งเสริมการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียน ผู้วิจัยได้ออกแบบและพัฒนาชุดของกิจกรรมไมโครเลิร์นนิงในสภาพแวดล้อมเสมือนจริง และทดสอบกับกลุ่มผู้เรียนเพื่อประเมินผลกระทบต่อความคิดสร้างสรรค์ ผลการศึกษาพบว่าการเรียนรู้แบบไมโครเลิร์นนิงในสภาพแวดล้อมเสมือนช่วยส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนอย่างมีนัยสำคัญ โดยเฉพาะในด้านการสร้างความคิดที่หลากหลาย การคิดนอกกรอบ และการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ การศึกษายังพบว่าการนำเสนอเนื้อหาในรูปแบบสั้น กระชับ ผสมผสานกับประสบการณ์แบบสมจริงช่วยเพิ่มความผูกพันและแรงจูงใจของผู้เรียน บทความนี้นำเสนอหลักการออกแบบกิจกรรมไมโครเลิร์นนิงในสภาพแวดล้อมเสมือนที่มีประสิทธิภาพในการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์

Krisnajati, et.al. (2024) ศึกษาผลของการเรียนรู้แบบ STEAM ร่วมกับเทคโนโลยีเสริมความจริง (AR) ต่อทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน งานวิจัยนี้ใช้วิธีการวิจัยเชิงทดลองเพื่อประเมินประสิทธิภาพของการบูรณาการ STEAM กับ AR ในการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ ผู้วิจัยได้พัฒนาหลักสูตรการเรียนรู้แบบ STEAM ที่ใช้เทคโนโลยี AR เป็นส่วนสำคัญในการนำเสนอเนื้อหาและกิจกรรม และทดสอบกับกลุ่มนักเรียน ผลการศึกษาพบว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการนี้มีพัฒนาการด้านทักษะการคิดสร้างสรรค์ที่ดีกว่ากลุ่มที่ใช้วิธีการสอนแบบดั้งเดิมอย่างมีนัยสำคัญ โดยเฉพาะในด้านความคล่องแคล่วทางความคิด ความยืดหยุ่น และความคิดละเอียดลออ การศึกษายังพบว่าการใช้ AR ช่วยให้นักเรียนสามารถเข้าใจแนวคิดที่ซับซ้อนได้ดีขึ้น และส่งเสริมการเชื่อมโยงความรู้ข้ามสาขาวิชา บทความนี้ได้นำเสนอรายละเอียดของวิธีการสอน เครื่องมือประเมิน และผลการวิเคราะห์ที่แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างการใช้ AR-STEAM กับการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์

Laeli, et.al. (2024) ศึกษาการพัฒนาโมเดลการศึกษา STEAM แบบสมจริงเพื่อเสริมสร้างทักษะการคิดสร้างสรรค์ในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ งานวิจัยนี้มุ่งพัฒนาและประเมินโมเดลการศึกษาที่ผสมผสานหลักการของ STEAM กับเทคโนโลยีเสมือนจริงเพื่อส่งเสริมการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้ใช้วิธีวิจัยและพัฒนาในการสร้างโมเดลการศึกษาที่ประกอบด้วยองค์ประกอบ

ต่าง ๆ เช่น กรอบทฤษฎี หลักการออกแบบ และกลยุทธ์การสอน โมเดลที่พัฒนาขึ้นได้รับการทดสอบในบริบทการเรียนรู้วิทยาศาสตร์จริง ผลการศึกษาพบว่าโมเดลนี้มีประสิทธิภาพในการเสริมสร้างทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน โดยช่วยให้นักเรียนสามารถพัฒนาความสามารถในการสร้างแนวคิดและโซลูชันที่สร้างสรรค์สำหรับปัญหาทางวิทยาศาสตร์ การศึกษายังพบว่าการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงช่วยเพิ่มความสมจริงและความมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ บทความนี้ได้นำเสนอรายละเอียดของโมเดล ขั้นตอนการพัฒนา และผลการประเมินประสิทธิภาพ

Lei, et.al. (2022) ศึกษาการศึกษาแบบ STEAM บนพื้นฐานของเทคโนโลยีเสริมความจริง (AR) และผลกระทบต่อความสามารถในการคิดสร้างสรรค์และการแก้ปัญหาของนักเรียน งานวิจัยนี้ใช้วิธีการวิจัยเชิงทดลองเพื่อประเมินประสิทธิภาพของการใช้ AR ในการสอนแบบ STEAM ผู้วิจัยได้พัฒนาชุดการเรียนรู้ STEAM ที่ใช้ AR เป็นเครื่องมือหลักในการนำเสนอเนื้อหาและกิจกรรม และทดสอบกับกลุ่มนักเรียน ผลการศึกษาพบว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการนี้มีพัฒนาการด้านความสามารถในการคิดสร้างสรรค์และการแก้ปัญหาที่ดีกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ การศึกษายังพบว่า AR ช่วยให้นักเรียนเข้าใจแนวคิดที่เป็นนามธรรมได้ดีขึ้น และส่งเสริมการประยุกต์ใช้ความรู้ในสถานการณ์จริง บทความนี้นำเสนอกรอบแนวคิดสำหรับการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ STEAM ที่ใช้ AR และวิธีการประเมินผลกระทบต่อความสามารถในการคิดสร้างสรรค์และการแก้ปัญหา

Lin, et.al. (2024) ศึกษาการศึกษา STEAM แบบสมจริง โดยตรวจสอบผลกระทบของความจริงเสมือน (VR) ต่อความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน งานวิจัยนี้มุ่งศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการใช้เทคโนโลยี VR ในการศึกษาแบบ STEAM และการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน ผู้วิจัยได้ออกแบบสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ VR สำหรับการศึกษา STEAM และทดลองใช้กับกลุ่มนักเรียน โดยประเมินความคิดสร้างสรรค์ก่อนและหลังการทดลอง ผลการศึกษาพบว่า VR มีผลกระทบเชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญต่อความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน โดยเฉพาะในด้านความคิดริเริ่ม ความยืดหยุ่นทางความคิด และความสามารถในการพัฒนาแนวคิดที่เป็นนวัตกรรม การศึกษายังพบว่าสภาพแวดล้อม VR ช่วยให้นักเรียนสามารถจินตนาการและสำรวจแนวคิดในรูปแบบที่ไม่มีข้อจำกัดทางกายภาพ ซึ่งส่งเสริมการคิดนอกกรอบ บทความนี้อธิบายกลไกเบื้องหลังผลกระทบของ VR ต่อความคิดสร้างสรรค์ และนำเสนอแนวทางในการออกแบบประสบการณ์ VR-STEAM ที่มีประสิทธิภาพ

Luo, et.al. (2024) ศึกษาการศึกษา STEAM ในสภาพแวดล้อมแบบสมจริง โดยใช้วิธีวิจัยเชิงออกแบบในการเสริมสร้างทักษะการคิดสร้างสรรค์ งานวิจัยนี้มุ่งพัฒนาและประเมินแนวทางการศึกษา STEAM ในสภาพแวดล้อมแบบสมจริงที่มีประสิทธิภาพในการส่งเสริมทักษะการคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียน ผู้วิจัยได้ใช้วิธีวิจัยเชิงออกแบบ (Design-Based Research) ในการพัฒนาและปรับปรุงแนวทางการศึกษาผ่านหลายรอบของการออกแบบ การทดสอบ และการปรับปรุง โดยทำงานร่วมกับนักการศึกษาและนักเรียนในสถานการณ์จริง ผลการศึกษาได้นำเสนอกรอบแนวคิดที่ประกอบด้วยหลักการออกแบบสำคัญสำหรับการศึกษา STEAM ในสภาพแวดล้อมแบบสมจริง เช่น การสร้างปัญหาที่เปิดกว้าง การสนับสนุนการทดลองและการสำรวจ และการส่งเสริมการร่วมมือระหว่างผู้เรียน การวิจัยยังพบว่าแนวทางที่พัฒนาขึ้นช่วยเสริมสร้างทักษะการคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนในหลายมิติ บทความนี้นำเสนอรายละเอียดของกระบวนการวิจัย หลักการออกแบบที่พัฒนาขึ้น และผลการประเมินประสิทธิภาพ

Monib, et.al. (2024) ศึกษาการออกแบบโมดูลไมโครเลิร์นนิงสำหรับสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบสมจริง งานวิจัยนี้นำเสนอแนวทางปฏิบัติในการออกแบบและพัฒนาหน่วยการเรียนรู้ขนาดเล็กสำหรับการใช้งานในสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบสมจริง ผู้วิจัยได้ศึกษาหลักการออกแบบไมโครเลิร์นนิงและการประยุกต์ใช้ในเทคโนโลยีเสมือนจริง และนำเสนอกรอบแนวคิดในการพัฒนาโมดูลการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ กรอบแนวคิดนี้ประกอบด้วยหลักการสำคัญ เช่น การออกแบบเนื้อหาที่กระชับและตรงประเด็น การสร้างปฏิสัมพันธ์ที่มีความหมาย และการบูรณาการการประเมินผลในกระบวนการเรียนรู้ นอกจากนี้ ผู้วิจัยยังได้พัฒนาชุดเครื่องมือและแนวทางสำหรับการสร้างโมดูลไมโครเลิร์นนิงในสภาพแวดล้อมแบบสมจริง และทดสอบกับผู้เรียนในบริบทการศึกษาระดับอุดมศึกษา ผลการศึกษาพบว่าแนวทางที่นำเสนอช่วยให้ผู้เรียนมีประสบการณ์การเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพและน่าพึงพอใจ บทความนี้นำเสนอขั้นตอนและเทคนิคในการพัฒนาโมดูลไมโครเลิร์นนิง พร้อมตัวอย่างและกรณีศึกษา

Ojochegbe (2025) ศึกษาการเรียนรู้แบบไมโครเลิร์นนิงในสภาพแวดล้อมแบบสมจริง โดยเน้นการเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ผ่านประสบการณ์ AR ขนาดเล็ก งานวิจัยนี้นำเสนอแนวคิดใหม่ในการใช้หน่วยการเรียนรู้ขนาดเล็กร่วมกับเทคโนโลยีเสริมความจริง (AR) เพื่อส่งเสริมการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ผู้วิจัยได้พัฒนาชุดของประสบการณ์ AR ขนาดเล็กที่ออกแบบมาเพื่อกระตุ้นและส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ในผู้เรียน แต่ละประสบการณ์มีความยาวเพียง 5-10 นาที และเน้นแง่มุมเฉพาะของการคิดสร้างสรรค์ เช่น การคิดแบบไม่เป็นเส้นตรง การมองปัญหาจากมุมมองใหม่ หรือการสร้างความเชื่อมโยงที่ไม่คาดคิด ผลการศึกษาพบว่าแนวทางนี้มีประสิทธิภาพในการเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนในระดับอุดมศึกษา โดยผู้เรียนรายงานว่าประสบการณ์ AR ขนาดเล็กช่วยให้พวกเขาสามารถคิดนอกกรอบและพัฒนาแนวคิดใหม่ ๆ ได้ดีขึ้น บทความนี้นำเสนอกรอบแนวคิดสำหรับการออกแบบประสบการณ์ AR ขนาดเล็กที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ และวิธีการบูรณาการเข้ากับหลักสูตรการศึกษาระดับอุดมศึกษา

Paraskeva , et.al. (2024) ศึกษาการบูรณาการเทคโนโลยี STEAM และ AR และผลกระทบต่อความผูกพันและความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน งานวิจัยนี้มุ่งตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างการใช้เทคโนโลยีเสริมความจริง (AR) ในการศึกษาแบบ STEAM และระดับความผูกพันและความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน ผู้วิจัยได้พัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ STEAM ที่ใช้ AR และทดสอบกับกลุ่มนักเรียน ผลการศึกษาพบว่าการบูรณาการ STEAM และ AR มีผลกระทบเชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญต่อทั้งความผูกพันและความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน โดยนักเรียนแสดงระดับความสนใจ การมีส่วนร่วม และแรงจูงใจที่สูงขึ้นในการเรียนรู้ นอกจากนี้ นักเรียนยังแสดงพัฒนาการในด้านความคิดสร้างสรรค์ โดยเฉพาะในด้านความคล่องแคล่วทางความคิดและความยืดหยุ่น การศึกษายังพบความสัมพันธ์เชิงบวกระหว่างระดับความผูกพันและระดับความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการเพิ่มความผูกพันของนักเรียนอาจเป็นกลไกสำคัญในการส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์ บทความนี้นำเสนอแนวทางในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่บูรณาการ STEAM และ AR เพื่อเพิ่มความผูกพันและส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์

Pham, et.al. (2024) ศึกษาการเรียนรู้แบบไมโครเลิร์นนิงในการศึกษาแบบเปิด และการบูรณาการ STEAM กับเทคโนโลยีเสริมความจริง (AR) ในระดับอุดมศึกษา งานวิจัยนี้มุ่งตรวจสอบวิธีการนำแนวคิดไมโครเลิร์นนิงมาประยุกต์ใช้ในบริบทของการศึกษาแบบเปิด และการบูรณาการกับ STEAM และ AR ในระดับอุดมศึกษา ผู้วิจัยได้พัฒนากรอบแนวคิดสำหรับการออกแบบหน่วยการเรียนรู้ขนาดเล็กที่ใช้

หลักการ STEAM และเทคโนโลยี AR เพื่อสนับสนุนการเรียนรู้แบบเปิด และทดสอบกับนักศึกษาในระดับอุดมศึกษา ผลการศึกษาพบว่าแนวทางนี้มีประสิทธิภาพในการส่งเสริมการเรียนรู้ของนักศึกษา โดยช่วยให้นักศึกษาสามารถเรียนรู้ได้ตามจังหวะของตนเอง เข้าถึงความรู้ได้อย่างยืดหยุ่น และมีปฏิสัมพันธ์กับเนื้อหาในรูปแบบที่มีความหมาย การศึกษายังพบว่าการบูรณาการ STEAM และ AR ช่วยเพิ่มความเข้าใจในแนวคิดที่ซับซ้อนและส่งเสริมการประยุกต์ใช้ความรู้ข้ามสาขาวิชา บทความนี้นำเสนอกรอบแนวคิด หลักการออกแบบ และแนวทางการนำไปประยุกต์ใช้ในการศึกษาระดับอุดมศึกษา

Pitsikalis, et.al. (2024) นำเสนอหลักการออกแบบเทคโนโลยีเสริมความจริง (AR) ในการศึกษาแบบ STEAM เพื่อส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์ผ่านประสบการณ์แบบสมจริง งานวิจัยนี้มุ่งพัฒนาหลักการออกแบบที่มีหลักฐานเชิงประจักษ์สำหรับการสร้างประสบการณ์ AR ในการศึกษา STEAM ที่ส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์อย่างมีประสิทธิภาพ ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยผ่านหลายขั้นตอน ได้แก่ การทบทวนวรรณกรรม การสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ และการทดสอบต้นแบบกับผู้ใช้จริง ผลการศึกษาได้นำเสนอชุดของหลักการออกแบบที่ครอบคลุมหลายมิติ เช่น การออกแบบปฏิสัมพันธ์ การนำเสนอเนื้อหา การสนับสนุนการเรียนรู้ และการประเมินผล แต่ละหลักการได้รับการพัฒนาบนพื้นฐานของทฤษฎีการเรียนรู้และการคิดสร้างสรรค์ และได้รับการตรวจสอบผ่านการทดสอบภาคสนาม การศึกษายังได้นำเสนอตัวอย่างการประยุกต์ใช้หลักการออกแบบในสถานการณ์จริง และผลกระทบต่อการคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียน บทความนี้นำเสนอรายละเอียดของหลักการออกแบบ พร้อมคำแนะนำสำหรับนักการศึกษาและนักพัฒนาในการสร้างประสบการณ์ AR-STEAM ที่ส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์

Pramasdyahsari, et.al. (2024) ศึกษาการนำการศึกษา STEAM แบบสมจริงมาใช้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน งานวิจัยนี้มุ่งตรวจสอบผลกระทบของการนำการศึกษา STEAM แบบสมจริงมาใช้ในชั้นเรียนต่อความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน ผู้วิจัยได้พัฒนาและนำชุดกิจกรรมการเรียนรู้ STEAM แบบสมจริงไปใช้กับกลุ่มนักเรียน และประเมินความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ก่อนและหลังการทดลอง ผลการศึกษาพบว่านักเรียนที่เข้าร่วมกิจกรรมมีพัฒนาการด้านความสามารถในการคิดสร้างสรรค์อย่างมีนัยสำคัญ โดยเฉพาะในด้านความคล่องแคล่วทางความคิด ความยืดหยุ่น และความคิดละเอียดลออ การศึกษายังพบว่าการศึกษา STEAM แบบสมจริงช่วยส่งเสริมความเข้าใจในแนวคิดที่ซับซ้อน และการเชื่อมโยงความรู้ข้ามสาขาวิชา นอกจากนี้ นักเรียนยังรายงานระดับความผูกพันและแรงจูงใจที่สูงขึ้นในการเรียนรู้ บทความนี้นำเสนอรายละเอียดของการนำการศึกษา STEAM แบบสมจริงไปใช้ในชั้นเรียน และผลกระทบต่อความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน

Prasertsang, et.al. (2024) ศึกษาเทคโนโลยีเสริมความจริง (AR) ในการศึกษาแบบ STEAM โดยนำเสนอกรอบแนวคิดสำหรับการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ในโรงเรียนมัธยมศึกษาของไทย งานวิจัยนี้มุ่งพัฒนาและประเมินกรอบแนวคิดสำหรับการใช้ AR ในการศึกษา STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดสร้างสรรค์ในบริบทของโรงเรียนมัธยมศึกษาไทย ผู้วิจัยได้พัฒนากรอบแนวคิดที่คำนึงถึงบริบททางวัฒนธรรมและการศึกษาของไทย ประกอบด้วยองค์ประกอบต่าง ๆ เช่น การออกแบบประสบการณ์การเรียนรู้ การพัฒนาเนื้อหา และการประเมินผล กรอบแนวคิดนี้ได้รับการทดสอบในโรงเรียนมัธยมศึกษาไทยหลายแห่ง ผลการศึกษาพบว่ากรอบแนวคิดนี้มีประสิทธิภาพในการส่งเสริมทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนไทย โดยช่วยให้นักเรียนสามารถพัฒนาความคิดที่หลากหลายและ

เป็นต้นฉบับมากขึ้น การศึกษายังได้ระบุปัจจัยที่ส่งผลต่อความสำเร็จของการนำ AR-STEAM ไปใช้ในบริบทของโรงเรียนไทย เช่น การสนับสนุนจากผู้บริหาร การพัฒนาครู และความพร้อมด้านโครงสร้างพื้นฐานเทคโนโลยี บทความนี้นำเสนอรายละเอียดของกรอบแนวคิด ขั้นตอนการนำไปใช้ และข้อเสนอแนะสำหรับการประยุกต์ใช้ในบริบทของการศึกษาไทย

Rahma, et.al. (2023) ศึกษาผลกระทบของการศึกษาแบบ STEAM ร่วมกับเทคโนโลยีเสริมความจริง (AR) ต่อความคิดสร้างสรรค์และทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน งานวิจัยนี้ใช้วิธีการวิจัยเชิงทดลองเพื่อประเมินผลกระทบของการบูรณาการ STEAM กับ AR ต่อการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้พัฒนาชุดการเรียนรู้ STEAM ที่ใช้ AR เป็นส่วนสำคัญในการนำเสนอเนื้อหาและกิจกรรม และทดสอบกับกลุ่มนักเรียน ผลการศึกษาพบว่านักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการนี้มีพัฒนาการด้านความคิดสร้างสรรค์และทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ที่ดีกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ โดยเฉพาะในด้านความคิดริเริ่ม ความยืดหยุ่นทางความคิด และความอยากรู้อยากเห็นทางวิทยาศาสตร์ การศึกษายังพบความสัมพันธ์เชิงบวกระหว่างการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์อาจมีส่วนช่วยในการพัฒนาทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ และในทางกลับกัน บทความนี้นำเสนอรายละเอียดของวิธีการสอน เครื่องมือประเมิน และผลการวิเคราะห์ที่แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างการใช้ AR-STEAM กับการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และทัศนคติทางวิทยาศาสตร์

Sangwaranatee, et.al. (2024) ศึกษาการบูรณาการการศึกษาแบบ STEAM กับเทคโนโลยี AR ในการอุดมศึกษาไทย โดยนำเสนอกรณีศึกษาที่แสดงให้เห็นถึงการนำแนวคิดและเทคโนโลยีไปประยุกต์ใช้ในบริบทของสถาบันอุดมศึกษาไทย งานวิจัยนี้ได้ตรวจสอบกระบวนการ ความท้าทาย และผลลัพธ์ของการบูรณาการ STEAM กับ AR ในการเรียนการสอนระดับอุดมศึกษา ผู้วิจัยได้ศึกษากรณีของมหาวิทยาลัยในประเทศไทยที่นำเทคโนโลยี AR มาใช้ในการสอนแบบ STEAM ผลการศึกษาได้นำเสนอข้อมูลเชิงลึกเกี่ยวกับกระบวนการพัฒนาและนำหลักสูตรไปใช้ รวมถึงผลกระทบต่อการเรียนรู้และความคิดสร้างสรรค์ของนักศึกษา การศึกษาพบว่าการบูรณาการ STEAM กับ AR ช่วยเพิ่มความผูกพันและความเข้าใจของนักศึกษา และส่งเสริมการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์และการแก้ปัญหา อย่างไรก็ตาม งานวิจัยยังระบุความท้าทายต่าง ๆ เช่น ข้อจำกัดด้านทรัพยากรและโครงสร้างพื้นฐาน การขาดทักษะและความเชี่ยวชาญของอาจารย์ และข้อจำกัดด้านเวลาในการพัฒนาเนื้อหา บทความนี้นำเสนอบทเรียนและแนวปฏิบัติที่ดีสำหรับสถาบันอุดมศึกษาที่สนใจนำ AR-STEAM ไปใช้ในการเรียนการสอน

Sausan, et.al. (2024) ศึกษาการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ผ่านการเรียนรู้แบบ STEAM ร่วมกับการบูรณาการเทคโนโลยีเสริมความจริง (AR) งานวิจัยนี้มุ่งพัฒนาและประเมินแนวทางการสอนที่ใช้หลักการ STEAM ร่วมกับเทคโนโลยี AR เพื่อส่งเสริมการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียน ผู้วิจัยได้ออกแบบและพัฒนาชุดการเรียนรู้ที่บูรณาการแนวคิด STEAM และเทคโนโลยี AR เข้าด้วยกัน และทดสอบกับกลุ่มนักเรียนในวิชาคณิตศาสตร์ ผลการศึกษาพบว่าแนวทางการสอนที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพในการส่งเสริมทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน โดยเฉพาะในด้านความคล่องแคล่วทางความคิด ความยืดหยุ่น และความคิดริเริ่ม การศึกษายังพบว่าการใช้ AR ช่วยให้นักเรียนสามารถมองเห็นและเข้าใจแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่เป็นนามธรรมได้ดีขึ้น ซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ นอกจากนี้ การบูรณาการ STEAM ยังช่วยให้นักเรียนเห็นความเชื่อมโยงระหว่าง

คณิตศาสตร์กับสาขาวิชาอื่น ๆ ซึ่งส่งเสริมการคิดแบบองค์รวมและการประยุกต์ใช้ความรู้ในบริบทที่หลากหลาย บทความนี้นำเสนอรายละเอียดของแนวทางการสอน กิจกรรมการเรียนรู้ และผลการประเมินประสิทธิภาพ

Utami, et.al. (2024) ศึกษาการนำโมเดลการเรียนรู้แบบเปิด STEAM ร่วมกับเทคโนโลยีเสริมความจริง (AR) มาใช้เพื่อเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์และการรู้หนังสือทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน งานวิจัยนี้มุ่งพัฒนาและประเมินโมเดลการเรียนรู้แบบเปิดที่บูรณาการหลักการ STEAM กับเทคโนโลยี AR เพื่อส่งเสริมทั้งความคิดสร้างสรรค์และการรู้หนังสือทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้พัฒนาโมเดลการเรียนรู้ที่เน้นการสำรวจแบบเปิด การทดลอง และการแก้ปัญหาในบริบทของ STEAM โดยใช้ AR เป็นเครื่องมือสำคัญในการสนับสนุนการเรียนรู้ ผลการศึกษาพบว่าโมเดลที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพในการเสริมสร้างทั้งความคิดสร้างสรรค์และการรู้หนังสือทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยนักเรียนแสดงพัฒนาการในด้านความสามารถในการสร้างความคิดที่หลากหลายและเป็นต้นฉบับ ความเข้าใจในแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ และความสามารถในการอ่านและตีความข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ การศึกษายังพบความสัมพันธ์เชิงบวกระหว่างการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และการรู้หนังสือทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการส่งเสริมทักษะทั้งสองด้านอาจเสริมซึ่งกันและกัน บทความนี้นำเสนอรายละเอียดของโมเดล ขั้นตอนการนำไปใช้ และผลการประเมินประสิทธิภาพ

Yang, et.al. (2019) ศึกษาบทบาทของสภาพแวดล้อมเสมือนจริงแบบสมจริง (Immersive Virtual Environments) ในประสบการณ์การเรียนรู้แบบเปิด และผลกระทบต่อความคิดสร้างสรรค์ งานวิจัยนี้มุ่งตรวจสอบวิธีการที่สภาพแวดล้อมเสมือนจริงแบบสมจริงสามารถส่งเสริมการเรียนรู้แบบเปิดและการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ผู้วิจัยได้ออกแบบและพัฒนาสภาพแวดล้อมเสมือนจริงสำหรับการเรียนรู้แบบเปิด และทดสอบกับกลุ่มผู้เรียนเพื่อประเมินผลกระทบต่อความคิดสร้างสรรค์ ผลการศึกษาพบว่าสภาพแวดล้อมเสมือนจริงแบบสมจริงมีผลกระทบเชิงบวกต่อความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียน โดยเฉพาะในด้านความคิดริเริ่มและความยืดหยุ่นทางความคิด การศึกษายังพบว่าสภาพแวดล้อมเสมือนจริงช่วยส่งเสริมการเรียนรู้แบบเปิดผ่านการสร้างพื้นที่ที่ผู้เรียนสามารถสำรวจ ทดลอง และสร้างสรรค์ได้อย่างอิสระ โดยไม่มีข้อจำกัดของโลกกายภาพ นอกจากนี้ สภาพแวดล้อมเสมือนจริงยังช่วยเพิ่มแรงจูงใจและความผูกพันของผู้เรียน ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในการส่งเสริมการเรียนรู้แบบเปิดและความคิดสร้างสรรค์ บทความนี้นำเสนอหลักการออกแบบสภาพแวดล้อมเสมือนจริงที่ส่งเสริมการเรียนรู้แบบเปิดและความคิดสร้างสรรค์ และแนวทางในการนำไปประยุกต์ใช้ในบริบทการศึกษา

Yulianti, et.al. (2024) ศึกษาการเรียนรู้แบบ STEAM ร่วมกับเทคโนโลยีเสริมความจริง (AR) ในการเสริมสร้างทักษะการคิดสร้างสรรค์ในการศึกษาวิทยาศาสตร์ งานวิจัยนี้มุ่งตรวจสอบประสิทธิภาพของการบูรณาการหลักการ STEAM กับเทคโนโลยี AR ในการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ในบริบทของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้พัฒนาชุดการเรียนรู้ STEAM ที่ใช้ AR เป็นเครื่องมือสำคัญในการนำเสนอเนื้อหาและกิจกรรม และทดสอบกับกลุ่มนักเรียนในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์ ผลการศึกษาพบว่าการบูรณาการ STEAM กับ AR มีประสิทธิภาพในการเสริมสร้างทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน โดยนักเรียนแสดงพัฒนาการในด้านความคิดริเริ่ม ความคล่องแคล่วทางความคิด และความยืดหยุ่น การศึกษายังพบว่า AR ช่วยให้นักเรียนสามารถมองเห็นและเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นนามธรรมหรือซับซ้อนได้ดีขึ้น ซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ในบริบทของ

วิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ การบูรณาการ STEAM ยังช่วยให้นักเรียนเห็นความเชื่อมโยงระหว่างวิทยาศาสตร์กับสาขาวิชาอื่น ๆ ซึ่งส่งเสริมการคิดแบบองค์รวมและการประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในบริบทที่หลากหลาย บทความนี้นำเสนอรายละเอียดของการออกแบบการเรียนรู้ STEAM-AR และผลการประเมินประสิทธิภาพในการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ในการศึกษาวิทยาศาสตร์

Yue, et.al. (2015) ศึกษาความจริงเสมือน (VR) และทรัพยากรการศึกษาแบบเปิด (OER) ในการเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ในการเรียนรู้แบบสหวิทยาการ งานวิจัยนี้เป็นงานบุกเบิกที่นำเสนอแนวคิดในการผสมผสานเทคโนโลยี VR กับ OER เพื่อส่งเสริมการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ในบริบทของการเรียนรู้แบบสหวิทยาการ ผู้วิจัยได้พัฒนาแพลตฟอร์มการเรียนรู้ที่ผสมผสาน VR กับ OER และทดสอบกับกลุ่มผู้เรียน ผลการศึกษาพบว่าการบูรณาการ VR กับ OER มีศักยภาพอย่างมากในการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ โดยช่วยให้ผู้เรียนสามารถสำรวจและทดลองกับเนื้อหาในรูปแบบที่มีปฏิสัมพันธ์และสมจริง การศึกษายังพบว่าการเรียนรู้แบบสหวิทยาการที่สนับสนุนโดย VR และ OER ช่วยส่งเสริมการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ข้ามสาขาวิชา โดยผู้เรียนสามารถสร้างความเชื่อมโยงและแนวคิดใหม่ ๆ ที่ผสมผสานความรู้จากหลากหลายสาขา นอกจากนี้ การใช้ OER ยังช่วยให้ผู้เรียนสามารถเข้าถึงทรัพยากรการเรียนรู้ที่หลากหลายและมีคุณภาพ ซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ บทความนี้นำเสนอหลักการและแนวทางในการบูรณาการ VR กับ OER เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ในการเรียนรู้แบบสหวิทยาการ และวิสัยทัศน์สำหรับการพัฒนาเทคโนโลยีการศึกษาในอนาคต

2.8.2 ความเชื่อมโยงระหว่างแนวคิดที่ศึกษาและการกำหนดกรอบแนวคิดของงานวิจัยโดยใช้ข้อมูลจากเอกสารอ้างอิง

จากการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องในช่วงปี 2015-2025 แสดงให้เห็นถึงพัฒนาการของการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง (VR/AR) ในบริบทการศึกษา โดย Yue, et al. (2015) เป็นผู้บุกเบิกการศึกษาเกี่ยวกับการใช้ความจริงเสมือน (VR) ร่วมกับทรัพยากรการศึกษาแบบเปิด (OER) เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ในการเรียนรู้แบบสหวิทยาการ Yang, et al. (2019) ได้ขยายแนวคิดนี้โดยศึกษาบทบาทของสภาพแวดล้อมเสมือนจริงแบบสมจริงในประสบการณ์การเรียนรู้แบบเปิด และผลกระทบต่อความคิดสร้างสรรค์ งานวิจัยได้พัฒนาต่อเนื่องโดย Choi, et al. (2021) ที่ศึกษาเกี่ยวกับความจริงเสมือนแบบสมบูรณ์ (Immersive VR) สำหรับการคิดสร้างสรรค์ โดยเน้นผลกระทบต่อการสร้างความคิดและกระบวนการทางปัญญา ต่อมา Beale, et al. (2022) ได้ต่อยอดโดยศึกษาวิธีการที่ความจริงเสมือนส่งผลต่อความคิดสร้างสรรค์และการแสดงออกของผู้เรียน ในปีเดียวกัน Lei, et al. (2022) ได้ศึกษาการศึกษาแบบ STEAM บนพื้นฐานของเทคโนโลยีเสริมความจริง (AR) และผลกระทบต่อความสามารถในการคิดสร้างสรรค์และการแก้ปัญหาของนักเรียน แสดงให้เห็นว่าแนวคิดไมโครเลิร์นนิ่ง การเรียนรู้แบบดื่มด่ำเสมือนจริง MOOCs และการศึกษาแบบ STEAM มีความเชื่อมโยงและส่งเสริมซึ่งกันและกันในการพัฒนาทักษะความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนในยุคดิจิทัล และจากการสังเคราะห์แนวคิดทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง สามารถกำหนดกรอบแนวคิดของงานวิจัยเรื่อง "สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์" ได้ดังนี้

2.8.2.1 การบูรณาการ STEAM กับเทคโนโลยีเสมือนจริง

การบูรณาการ STEAM (วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม ศิลปะ และคณิตศาสตร์) กับเทคโนโลยีเสมือนจริงได้รับความสนใจเพิ่มขึ้นในช่วงปี 2023 Chang, et al. (2023) ได้ทำการทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบเกี่ยวกับการบูรณาการ STEAM กับเทคโนโลยีเสริมความจริง โดยเน้นที่หลักการออกแบบเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ ในปีเดียวกัน Fuchs, et al. (2023) ได้ศึกษาเทคโนโลยีเสริมความจริงในฐานะเครื่องมือสำหรับการศึกษาแบบ STEAM ที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ในสภาพแวดล้อมความจริงผสม

Caballero, et al. (2023) ได้พัฒนากรอบการเรียนรู้แบบไมโครเลิร์นนิง (Microlearning) สำหรับสภาพแวดล้อมแบบสมจริง เพื่อเสริมสร้างทักษะทางเทคนิค ซึ่งสอดคล้องกับงานของ Rahma, et al. (2023) ที่ศึกษาผลกระทบของการศึกษาแบบ STEAM ร่วมกับเทคโนโลยีเสริมความจริงต่อความคิดสร้างสรรค์และทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

2.8.2.2 การพัฒนาโมเดลและกรอบแนวคิดการเรียนรู้

ในปี 2024 มีการพัฒนาโมเดลและกรอบแนวคิดการเรียนรู้ที่หลากหลาย Holt, et al. (2024) ได้นำเสนอกรอบแนวคิดสำหรับการพัฒนาทักษะความคิดสร้างสรรค์ผ่านเทคโนโลยีเสมือนจริงในการศึกษาแบบ STEAM ในขณะที่ Monib, et al. (2024) ได้ออกแบบโมดูลการเรียนรู้แบบไมโครเลิร์นนิงสำหรับสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบสมจริง Junior, et al. (2024) ศึกษาการเรียนรู้แบบไมโครเลิร์นนิงในสภาพแวดล้อมเสมือน และการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ผ่านประสบการณ์แบบสมจริง ซึ่งสอดคล้องกับงานของ Chamorro-Atalaya, et al. (2024) ที่ศึกษาการประยุกต์ใช้ไมโครเลิร์นนิงในสภาพแวดล้อมเสมือนแบบสมจริง โดยใช้กรณีศึกษาจากการศึกษาวิศวกรรม

2.8.2.3 การประยุกต์ใช้ในบริบทการศึกษา

มีการศึกษาการประยุกต์ใช้ในบริบทการศึกษาที่หลากหลาย Insura, et al. (2024) ได้พัฒนาแอปพลิเคชันเสริมความจริงบนพื้นฐานของ STEAM เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ในการศึกษาวิทยาศาสตร์ ในขณะที่ Krisnajati, et al. (2024) ศึกษาผลของการเรียนรู้แบบ STEAM ร่วมกับเทคโนโลยีเสริมความจริงต่อทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน

Laeli, et al. (2024) ได้พัฒนาโมเดลการศึกษา STEAM แบบสมจริงเพื่อเสริมสร้างทักษะการคิดสร้างสรรค์ในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และ Lin, et al. (2024) ศึกษาผลกระทบของความจริงเสมือนต่อความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนในบริบทของการศึกษา STEAM แบบสมจริง

Luo, et al. (2024) ใช้วิธีวิจัยเชิงออกแบบเพื่อศึกษาการศึกษา STEAM ในสภาพแวดล้อมแบบสมจริง และการเสริมสร้างทักษะการคิดสร้างสรรค์ ในขณะที่ Pitsikalis, et al. (2024) นำเสนอหลักการออกแบบเทคโนโลยีเสริมความจริงในการศึกษาแบบ STEAM เพื่อส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์ผ่านประสบการณ์แบบสมจริง

2.8.2.4 ความก้าวหน้าในปี 2025

งานวิจัยล่าสุดในปี 2025 แสดงให้เห็นถึงความก้าวหน้าในการผสมผสานเทคโนโลยีกับแนวคิดทางการศึกษา Jatnkoon, et al. (2025) ได้พัฒนาโมเดลการเรียนรู้แบบไมโครเลิร์นนิง STEAM บนพื้นฐานของคอร์สออนไลน์แบบเปิดขนาดใหญ่ (MOOCs) ร่วมกับเทคโนโลยีเสริมความจริง เพื่อเสริมสร้าง

ความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม ในขณะที่ Ojochegbe (2025) ศึกษาการเรียนรู้แบบไมโครเลิร์นนิงในสภาพแวดล้อมแบบสมจริง และการเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ผ่านประสบการณ์ AR ขนาดเล็ก

2.8.2.5 การศึกษาในบริบทท้องถิ่นและระดับนานาชาติ

วรรณกรรมยังครอบคลุมการศึกษาในบริบทท้องถิ่นและระดับนานาชาติ Paraskeva, et al. (2024) ศึกษาการบูรณาการเทคโนโลยี STEAM และ AR และผลกระทบต่อความผูกพันและความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน ในขณะที่ Pham, et al. (2024) ศึกษาการเรียนรู้แบบไมโครเลิร์นนิงในการศึกษาแบบเปิด และการบูรณาการ STEAM กับเทคโนโลยีเสริมความจริงในระดับอุดมศึกษา

Pramasdyahsari, et al. (2024) ศึกษาการนำการศึกษา STEAM แบบสมจริงมาใช้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน และ Sangwaranatee, et al. (2024) นำเสนอกรณีศึกษาการบูรณาการการศึกษาแบบ STEAM กับเทคโนโลยี AR ในการอุดมศึกษาไทย

Sausan, et al. (2024) ศึกษาการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ผ่านการเรียนรู้แบบ STEAM ร่วมกับการบูรณาการเทคโนโลยีเสริมความจริง และ Yulianti, et al. (2024) ศึกษาการเรียนรู้แบบ STEAM ร่วมกับเทคโนโลยีเสริมความจริง ในการเสริมสร้างทักษะการคิดสร้างสรรค์ในการศึกษาวิทยาศาสตร์

จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่ามีแนวโน้มชัดเจนในการบูรณาการเทคโนโลยีเสมือนจริง (VR/AR) กับการศึกษาแบบ STEAM และแนวคิดไมโครเลิร์นนิง เพื่อพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ งานวิจัยแสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพของเทคโนโลยีเหล่านี้ในการสร้างสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่กระตุ้นความคิดสร้างสรรค์ และพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา ซึ่งเป็นทักษะสำคัญในศตวรรษที่ 21 การศึกษาครอบคลุมทั้งหลักการออกแบบ กรอบแนวคิด และการประยุกต์ใช้ในบริบทการศึกษาต่าง ๆ ทั้งในระดับท้องถิ่นและระดับนานาชาติ ทั้งหมดนี้คือพื้นฐานสำคัญในการพัฒนา "สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์" ให้เกิดผลลัพธ์ที่ดีที่สุดในการพัฒนาศักยภาพของผู้เรียนให้พร้อมสำหรับโลกอนาคต โดยอาศัยการวิจัยและทดลองอย่างเป็นระบบ รวมถึงการปรับปรุงและขยายผลอย่างต่อเนื่องเพื่อสร้างองค์ความรู้ใหม่สำหรับการพัฒนาการศึกษาให้ก้าวทันการเปลี่ยนแปลงของโลกต่อไป

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์ วัตถุประสงค์การวิจัยเพื่อ 1) พัฒนาสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีม แบบดื่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์ 2) ศึกษาผลการพัฒนาทักษะความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนจากการใช้สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีม แบบดื่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์และผู้เรียนที่เรียนแบบปกติ 3) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่เรียนด้วยสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีม แบบดื่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์และผู้เรียนที่เรียนแบบปกติ 4) ศึกษาคุณภาพนวัตกรรมของนักศึกษาที่เรียนด้วยสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์ 5) ศึกษาการยอมรับสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีม แบบดื่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์ ผู้ศึกษานำเสนอวิธีการดำเนินการวิจัย ประกอบด้วย ระยะ ดังนี้

ระยะที่ 1 พัฒนาสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์

ระยะที่ 2 ศึกษาผลการทดลองใช้สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์

ระยะที่ 3 ศึกษาการยอมรับสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์ การนำเสนอวิธีดำเนินการวิจัยในแต่ละระยะ ประกอบด้วยรายละเอียด ดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. วิธีดำเนินการวิจัยและการเก็บรวบรวมข้อมูล
4. การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ระยะที่ 1 พัฒนาสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์

การดำเนินงานในระยะที่ 1 ผู้ศึกษาแบ่งการทำงานออกเป็น 2 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การศึกษาและสังเคราะห์สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์ที่เหมาะสมสำหรับนักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีมัลติมีเดียและแอนิเมชัน

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างในขั้นตอนที่ 1 ของระยะที่ 1 คือ ผู้เชี่ยวชาญสำหรับประเมินความเหมาะสมของสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีมัลติมีเดียและแอนิเมชัน มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จำนวน 8 คน

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ในการวิจัยขั้นตอนที่ 1 ของระยะที่ 1 คือ แบบประเมินความเหมาะสมการออกแบบต้นแบบสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์โดยผู้เชี่ยวชาญ

3. วิธีการดำเนินการวิจัยและเก็บรวบรวมข้อมูล

3.1 ผู้ศึกษาทำการศึกษาและสังเคราะห์เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์

3.2 ผู้ศึกษาทำการศึกษาสภาพการดำเนินงาน ปัญหา และความต้องการในการใช้สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์ จากผู้เชี่ยวชาญด้านเพื่อกำหนดแนวคิดในการวิจัย

3.3 ผู้ศึกษาทำการพัฒนาแบบประเมินความเหมาะสมการออกแบบต้นแบบสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์ ตามขั้นตอนดังนี้

3.3.1 ศึกษาทฤษฎีหลักการและวิธีการสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์สร้างแบบสอบถาม

3.3.2 กำหนดโครงสร้างแบบสอบถามออกเป็น 3 ตอน คือ

ตอนที่ 1 คำชี้แจง เป็นข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับการกับข้อมูลวิจัย

ตอนที่ 2 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ตอนที่ 3 ความประเมินความเหมาะสมการออกแบบต้นแบบสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์

3.3.3 สร้างแบบสอบถามในแต่ละตอน โดยตอนที่ 3 เป็นแบบสอบถามมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ได้แก่ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด ดังนี้ (Likert, R. A., 1932, pp. 42-48)

ระดับความคิดเห็น 5	หมายถึง	มากที่สุด
ระดับความคิดเห็น 4	หมายถึง	มาก
ระดับความคิดเห็น 3	หมายถึง	ปานกลาง
ระดับความคิดเห็น 2	หมายถึง	น้อย
ระดับความคิดเห็น 1	หมายถึง	น้อยที่สุด

โดยและมีเกณฑ์การแปลผล (บุญชม ศรีสะอาด, 2545) ดังนี้

คะแนน	ระดับความเหมาะสม
4.51–5.00	หมายถึง มากที่สุด
3.51–4.50	หมายถึง มาก
2.51–3.50	หมายถึง ปานกลาง
1.51–2.50	หมายถึง พอใช้
1.00–1.50	หมายถึง ควรปรับปรุง

3.3.4 ตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหา (Content Validity) ความเหมาะสมของภาษา และความสอดคล้องของข้อคำถามกับเนื้อหา (Index of Item Objective Congruence: IOC) โดยนำแบบสอบถาม ที่ผ่านการตรวจแก้ไขจากอาจารย์ที่ปรึกษาแล้วให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบ ประกอบด้วย ผศ.ดร.ขจรพงษ์ ร่วมแก้ว, ผศ.ดร.ปิยะศักดิ์ ถีอาสนา และ ผศ.ดร.อภิดา รุณวาทย์ กำหนดเกณฑ์ ดังนี้ (Rovinelli, R.J., 1976, pp. 12-13)

ให้คะแนน +1 ถ้าแน่ใจว่าข้อคำถามนั้นตรงกับเนื้อหา

ให้คะแนน 0 ถ้าไม่แน่ใจว่าข้อคำถามนั้นตรงกับเนื้อหา

ให้คะแนน -1 ถ้าแน่ใจว่าข้อคำถามนั้นไม่ตรงกับเนื้อหา

3.3.5 ผู้ศึกษาคัดเลือกข้อคำถามที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป จากนั้นนำแบบสอบถามที่ได้ปรึกษาอาจารย์ที่ปรึกษา และจัดทำแบบสอบถามฉบับสมบูรณ์เป็นเครื่องมือการวิจัยต่อไป

3.4 ผู้ศึกษาดำเนินการก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง โดยมีขั้นตอน ดังนี้

3.4.1 ประสานคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อยื่นคำร้องขอหนังสือขอความอนุเคราะห์ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 8 คน ในการประเมินความเหมาะสมสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์

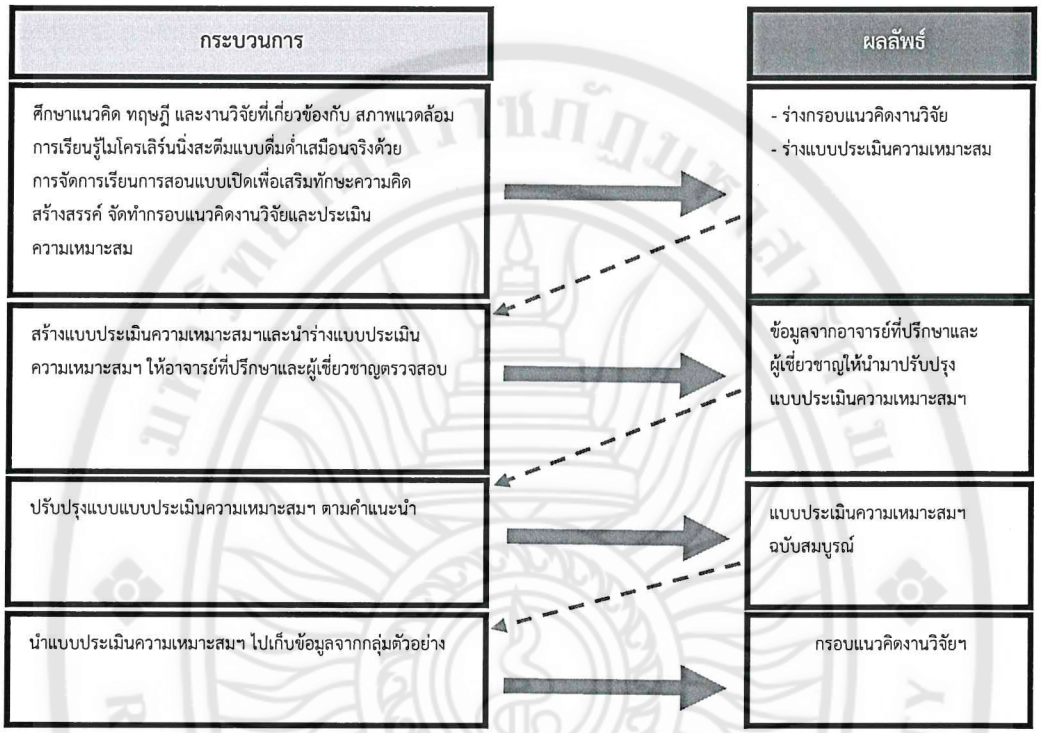
3.4.2 ประสานผู้เชี่ยวชาญ นัดหมาย และดำเนินการสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญตามแบบประเมินความเหมาะสมสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์ที่ผู้ศึกษาพัฒนาขึ้น

3.4.3 รวบรวมแบบประเมิน ตรวจสอบความสมบูรณ์ ดำเนินการวิเคราะห์และสรุปผลการประเมินด้วยค่าสถิติ

4. การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผู้ศึกษาสามารถสรุปขั้นตอนการดำเนินการวิจัยในขั้นที่ 1 ในระยะที่ 1 และสามารถเขียนเป็นแผนภูมิได้ดังนี้



ภาพที่ 3.1 ขั้นตอนการพัฒนาเครื่องมือเพื่อศึกษาความเหมาะสมรูปแบบสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์

ขั้นตอนที่ 2 การพัฒนาสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์

ผู้ศึกษานำข้อมูลที่ได้จากขั้นตอนที่ 2 ของระยะที่ 1 มาพัฒนาสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างในขั้นตอนที่ 2 ของระยะที่ 1 คือ ผู้เชี่ยวชาญสำหรับประเมินความเหมาะสมของสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์สำหรับนักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีมัลติมีเดียและแอนิเมชัน มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จำนวน 8 คน ใช้วิธีการเลือกแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive Sampling) ประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและสื่อสารเพื่อการศึกษา

ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการฝึกอบรม และผู้เชี่ยวชาญด้านการมัลติมีเดียและเทคโนโลยีทางการศึกษา

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ในการวิจัยขั้นตอนที่ 2 ของระยะที่ 1 ประกอบด้วย

2.1 ต้นแบบสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์ที่พัฒนาจากการวิจัยขั้นตอนที่ 1 ของระยะที่ 1

2.2 แบบประเมินคุณภาพของสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์สำหรับผู้เชี่ยวชาญ

3. วิธีการดำเนินการวิจัยและเก็บรวบรวมข้อมูล

3.1 ผู้ศึกษานำข้อมูลที่ได้จากการวิจัยขั้นตอนที่ 1 ของระยะที่ 1 มาพัฒนาต้นแบบสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์

3.2 การพัฒนาสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์ ในรายวิชาแอนิเมชัน 2 มิติ และ 3 มิติ แต่ละหัวข้อของเนื้อหาแบบไมโครเลิร์นนิ่งจะถูกออกแบบให้มีความกระชับ ตรงประเด็น และสามารถเรียนรู้ได้ในเวลาสั้น ๆ โดยจะมีการผสมผสานทฤษฎีและการปฏิบัติและบูรณาการ STEAM ในการเรียนรู้ ดำเนินงานตามขั้นตอน ดังนี้

3.2.1 ขั้นตอนการสร้างโครงสร้างหลักสูตร ผู้ศึกษาทำการวิเคราะห์เนื้อหารายวิชาแอนิเมชัน 2 มิติ และ 3 มิติ และแบ่งเป็นหน่วยการเรียนรู้ ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้แบบ STEAM สำหรับแต่ละหน่วยการเรียนรู้ และออกแบบการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดที่ส่งเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์

ตารางที่ 3.1 หน่วยการเรียนรู้แบบไมโครเลิร์นนิ่งในหัวข้อการออกแบบตัวละคร 2D และ 3D โดยบูรณาการเทคโนโลยีเสมือนจริง (AR/VR) และทักษะ STEAM

หน่วยการเรียนรู้	หัวข้อ	รูปแบบการสอน	สื่อและกิจกรรม	ทักษะ STEAM	Output	เวลา (นาที)
ส่วนที่ 1 การออกแบบตัวละคร 2D (SD การ์ตูน)						
1	บทที่ 1: พื้นฐานและหลักการออกแบบตัวละคร SD	- กลุ่ม VR: ห้องเรียนเสมือนจริง - กลุ่ม AR: เนื้อหาซ้อนทับบนโลกจริง - กลุ่มปกติ: เอกสารประกอบการสอน	- วิดีโอ (2-5 นาที) -เอกสารประกอบการสอน - ฝึกปฏิบัติวาดโครงร่างตัวละคร	S: หลักกายวิภาคศาสตร์ T: การใช้ซอฟต์แวร์ออกแบบ E: การออกแบบโครงสร้าง A: หลักการออกแบบตัวละคร M: อัตราส่วนและสัดส่วน	ร่างตัวละคร SD	30
2	บทที่ 2: การออกแบบใบหน้าและการแสดงอารมณ์	- กลุ่ม VR: ห้องเรียนเสมือนจริง - กลุ่ม AR: เนื้อหาซ้อนทับบนโลกจริง - กลุ่มปกติ: เอกสารประกอบการสอน	- วิดีโอ (2-5 นาที) - เอกสารประกอบการสอน - ฝึกปฏิบัติวาดใบหน้า	S หลักจิตวิทยาอารมณ์ T โปรแกรมออกแบบกราฟิก E การออกแบบกลไก A การสื่อสารด้วยภาพ M สัดส่วนและการวัด	ใบหน้า 3 อารมณ์	30

(ต่อ)

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

หน่วยการเรียนรู้	หัวข้อ	รูปแบบการสอน	สื่อและกิจกรรม	ทักษะ STEAM	Output	เวลา (นาที)
3	บทที่ 3: การออกแบบร่างกายและท่าทาง	- กลุ่ม VR: ห้องเรียนเสมือนจริง - กลุ่ม AR: เนื้อหาซ้อนทับบนโลกจริง - กลุ่มปกติ: เอกสารประกอบการสอน	- วิดีโอ (2-5 นาที) - เอกสารประกอบการสอน - ฝึกปฏิบัติวาดตัวละคร	S: กลศาสตร์การเคลื่อนที่ T: การสร้างแอนิเมชัน E: กลไกการเคลื่อนไหว A: ภาษากาย M: มุมและการเคลื่อนที่	ตัวละครพร้อมท่าทาง	30
4	บทที่ 4: เทคนิคการลงสีและแสงเงา	- กลุ่ม VR: ห้องเรียนเสมือนจริง - กลุ่ม AR: เนื้อหาซ้อนทับบนโลกจริง - กลุ่มปกติ: เอกสารประกอบการสอน	- วิดีโอ (2-5 นาที) - เอกสารประกอบการสอน - ฝึกปฏิบัติลงสีตัวละคร	S: ทฤษฎีสีและแสง T: เทคนิคดิจิทัลเพนท์ E: การจำลองแสง A: ทฤษฎีศิลป์ M: ค่าสีและความเข้ม	ตัวละครลงสีสมบูรณ์	30
5	บทที่ 5: การสร้างชุดตัวละครและการนำไปใช้งาน	- กลุ่ม VR: ห้องเรียนเสมือนจริง - กลุ่ม AR: เนื้อหาซ้อนทับบนโลกจริง - กลุ่มปกติ: เอกสารประกอบการสอน	- วิดีโอ (2-5 นาที) - เอกสารประกอบการสอน - ฝึกปฏิบัติการ Export ผลงาน	S: การประยุกต์ใช้ T: การแปลงไฟล์ E: การปรับใช้ A: การนำเสนอ M: การจัดองค์ประกอบ	ผลงานตัวละครแบบ 2D	30
ส่วนที่ 2 การออกแบบตัวละคร 3D (SD การ์ตูน)						
6	บทที่ 1: พื้นฐานการออกแบบ 3D และการเตรียมงาน	- กลุ่ม VR: ห้องเรียนเสมือนจริง - กลุ่ม AR: เนื้อหาซ้อนทับบนโลกจริง - กลุ่มปกติ: เอกสารประกอบการสอน	- วิดีโอ (2-5 นาที) - เอกสารประกอบการสอน - ฝึกปฏิบัติการ	S: มิติและพื้นที่ T: เทคโนโลยี 3D E: โครงสร้าง 3 มิติ A: ศิลปะ 3 มิติ M: เรขาคณิต 3 มิติ	Flowchart การสร้างโมเดล	30

(ต่อ)

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

หน่วยการเรียนรู้	หัวข้อ	รูปแบบการสอน	สื่อและกิจกรรม	ทักษะ STEAM	Output	เวลา (นาที)
7	บทที่ 2: การสร้างโมเดลและการปั้นรายละเอียด	- กลุ่ม VR: ห้องเรียนเสมือนจริง - กลุ่ม AR: เนื้อหาซ้อนทับบนโลกจริง - กลุ่มปกติ: เอกสารประกอบการสอน	- วิดีโอ (2-5 นาที) - เอกสารประกอบการสอน - ฝึกปฏิบัติปั้นโมเดล	S: กายวิภาคศาสตร์ T: เทคนิคการปั้น E: โครงสร้างตัวละคร A: การปั้น M: สัดส่วนพื้นผิว	โมเดล 3D เบื้องต้น	30
8	บทที่ 3: การทำ UV Mapping และ Texturing	- กลุ่ม VR: ห้องเรียนเสมือนจริง - กลุ่ม AR: เนื้อหาซ้อนทับบนโลกจริง - กลุ่มปกติ: เอกสารประกอบการสอน	- วิดีโอ (2-5 นาที) - เอกสารประกอบการสอน - ฝึกปฏิบัติdการทำ UV และ Texture	S: วัสดุศาสตร์ T: เทคนิค UV Mapping E: การจัดวางลวดลาย A: ลวดลายและพื้นผิว M: การคลี่โมเดล 2 มิติ	โมเดลพร้อม Texture	30
9	บทที่ 4: การสร้าง Rigging และ Animation	- กลุ่ม VR: ห้องเรียนเสมือนจริง - กลุ่ม AR: เนื้อหาซ้อนทับบนโลกจริง - กลุ่มปกติ: เอกสารประกอบการสอน	- วิดีโอ (2-5 นาที) - เอกสารประกอบการสอน - ฝึกปฏิบัติใส่โครงสร้างกระดูกให้ตัวละคร	S: กลศาสตร์ T: ระบบ Rigging E: กลไกโครงสร้าง A: การเคลื่อนไหว M: แคลคูลัส	Character with rigging	30
10	บทที่ 5: การสร้างเอฟเฟกต์ การเรนเดอร์ และการนำไปใช้งาน	- กลุ่ม VR: ห้องเรียนเสมือนจริง - กลุ่ม AR: เนื้อหาซ้อนทับบนโลกจริง - กลุ่มปกติ: เอกสารประกอบการสอน	- วิดีโอ (2-5 นาที) - เอกสารประกอบการสอน -ฝึกปฏิบัติการ Rendering	S: ฟิสิกส์แสง T: เทคนิคการเรนเดอร์ E: การปรับแต่งระบบ A: การนำเสนอ M: การคำนวณแสง	Final 3D Character	30

3.2.2 พัฒนาสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบดื่มด่ำเสมือนจริงในรูปแบบเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน (VR) และความเป็นจริงเสริม (AR)

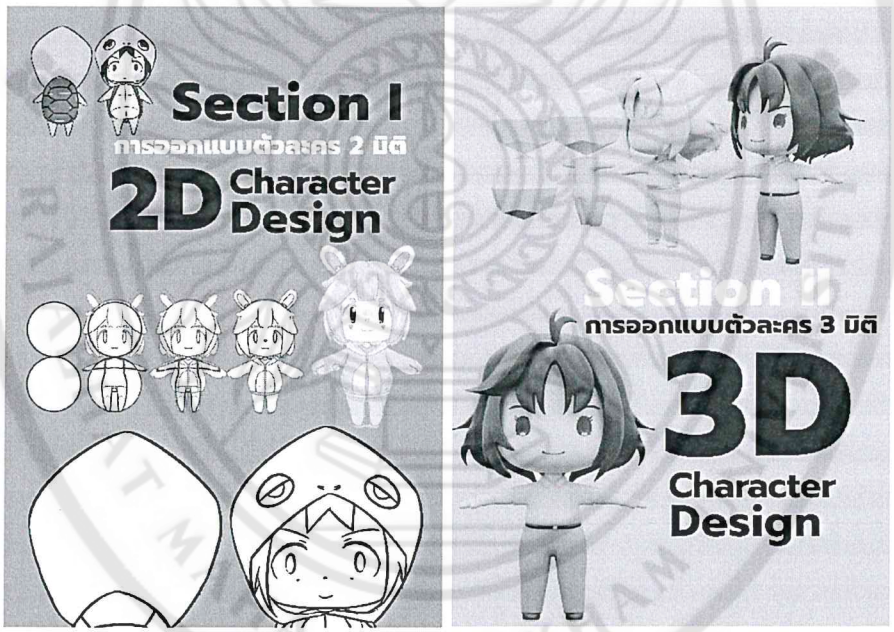
การพัฒนาสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบดื่มด่ำเสมือนจริงในรูปแบบเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน (VR) และความเป็นจริงเสริม (AR) ผู้ศึกษาแบ่งการพัฒนาออกเป็น 2 ส่วน ประกอบด้วย การพัฒนาเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน (VR) และความเป็นจริงเสริม (AR)

3.2.2.1 การพัฒนาความเป็นจริงเสริม (AR)

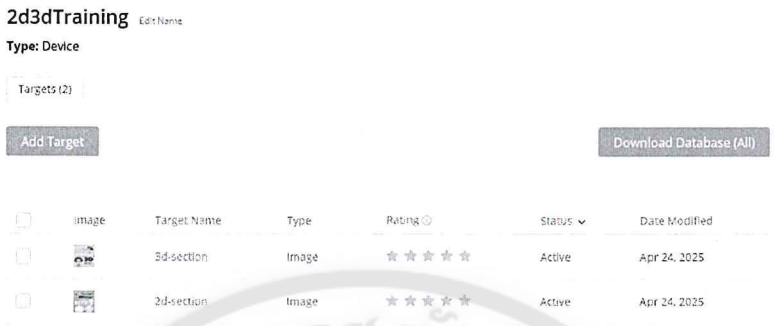
ผู้ศึกษาดำเนินการพัฒนาความเป็นจริงเสริม โดยดำเนินการตามหลักการสร้างความเป็นจริงเสริม (AR) ประกอบด้วย ขั้นตอนหลัก 3 ขั้นตอน ดังนี้

1) การออกแบบและสร้าง Marker

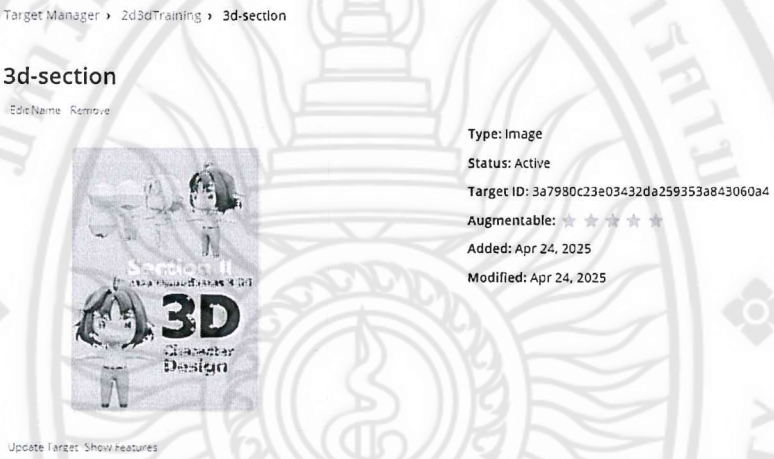
การออกแบบ Marker ผู้ศึกษาทำการออกแบบ Marker จำนวน 2 Marker เพื่อนำเสนอเนื้อหาการเรียน ส่วนที่ 1 การออกแบบตัวละคร 2D (SD การ์ตูน) และส่วนที่ 2 การออกแบบตัวละคร 3D (SD การ์ตูน) และนำ Marker ที่สร้างแล้ว ทำการ Generate ผ่านเว็บไซต์ Vuforia และเมื่อนำ Marker ที่ออกแบบแล้วเพิ่มในเว็บไซต์ Vuforia เว็บไซต์ Vuforia จะทำการตรวจสอบและให้คะแนนความเป็น Marker ที่ดีหรือไม่โดยการให้เป็นดาวคะแนน หากได้ห้าดาวแปลว่า Marker ที่ออกแบบมานั้นมีประสิทธิภาพการทำงานดีมาก ดังภาพที่ 3.2-3.3



ภาพที่ 3.2 Marker ที่ออกแบบสำหรับใช้งาน Application AR 2D3D training



ภาพที่ 3.3 ตัวอย่าง generate Marker ด้วยเว็บไซต์ Vuforia



ภาพที่ 3.4 การเข้ารหัส Marker ด้วยเว็บไซต์ Vuforia

2) การสร้างสื่อมัลติมีเดีย

ผู้ศึกษาดำเนินการสร้างสื่อมัลติมีเดีย ประกอบด้วย สื่อวิดีโอขนาดเล็กมีความยาว 2-5 นาที จำนวน 10 คลิป และดำเนินการตามหลัก 3P ดังนี้

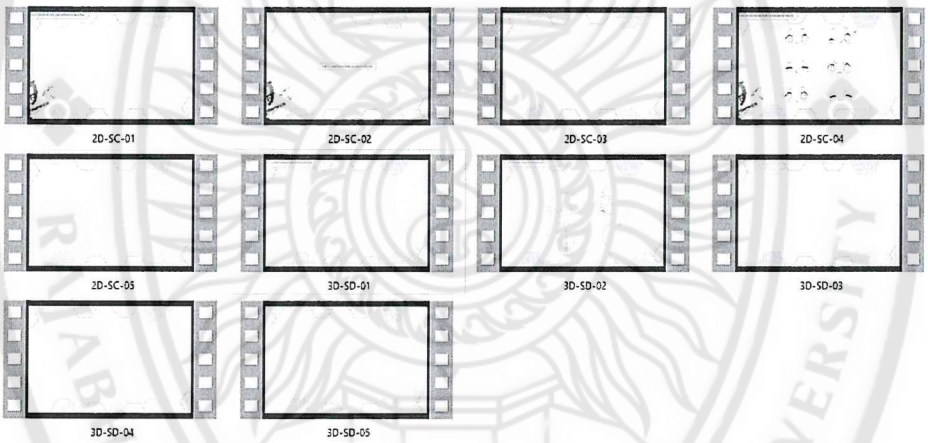
2.1) Pre-Production ผู้ศึกษาทำการออกแบบตัวละครแบบ3D เพื่อเป็นตัวแทนของผู้สอน จัดทำสตอรี่บอร์ด จัดทำสคริปต์ บันทึกเสียง

2.2) Production สร้างสื่อมัลติมีเดียตามสตอรี่บอร์ดที่ได้ออกแบบไว้ในขั้นตอน Pre-Production จนครบทุกซีน



ภาพที่ 3.5 ตัวอย่างการสร้างสื่อมัลติมีเดียในรูปแบบวิดีโอขนาดเล็ก

2.3) Post-Production ผู้ศึกษาทำการตัดต่อและส่งออกไฟล์วิดีโอขนาดเล็กในรูปแบบ mp4 สำหรับนำเข้าสู่แอปพลิเคชัน ในขั้นตอนการสร้าง AR ลำดับถัดไป



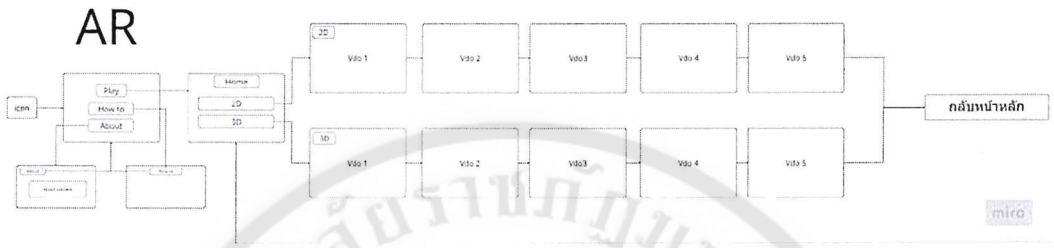
ภาพที่ 3.6 วิดีโอขนาดเล็ก ทั้ง 10 คลิป

3) การเขียนโปรแกรม

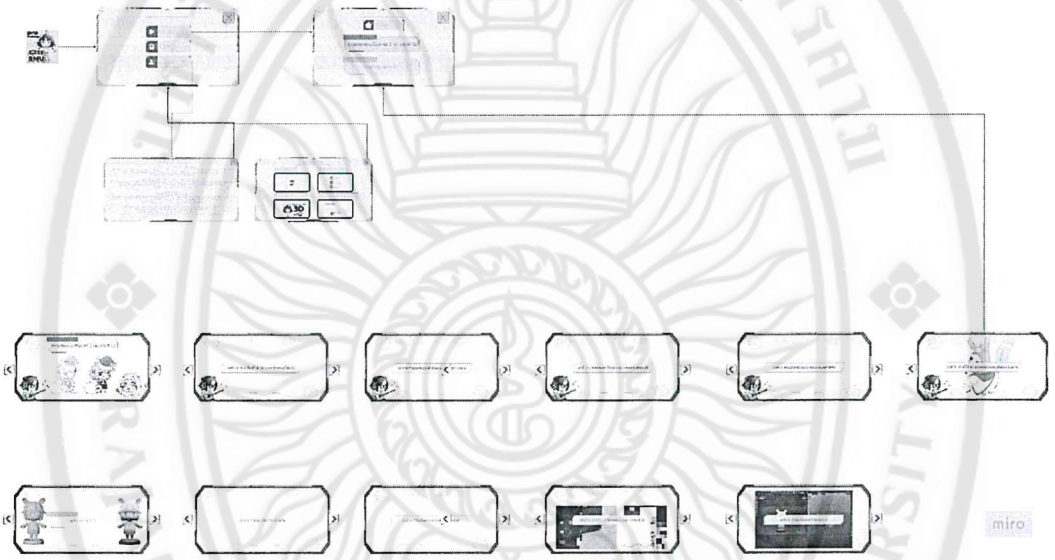
ผู้ศึกษาได้พัฒนาแอปพลิเคชัน 2D3D Training โดยใช้โปรแกรม Unity ในการพัฒนา AR ตามรูปแบบการพัฒนา Waterfall model 5 ขั้นตอน ดังนี้

3.1) Requirement ผู้ศึกษาสรุปความต้องการที่แอปพลิเคชัน 2D3D Training ต้องการตามของสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์ สามารถแบ่งความต้องการทำงานของโปรแกรมออกเป็น ประกอบด้วย ส่วนที่แสดงผล AR ที่มีการแสดงผลเป็นสื่อวิดีโอขนาดเล็กตามหน่วยการเรียนรู้ ส่วนข้อมูลการทำงานและการใช้งานของแอปพลิเคชัน

3.2) Design ผู้ศึกษานำความต้องการในขั้นตอน Requirement วิเคราะห์และออกแบบแอปพลิเคชันและออกแบบ User Interface

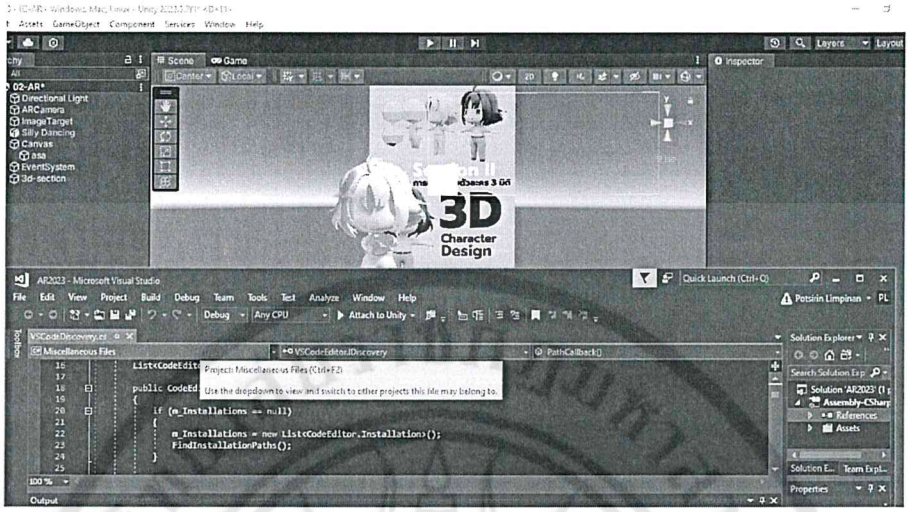


ภาพที่ 3.7 Mock up แอปพลิเคชัน AR 2D3D Training



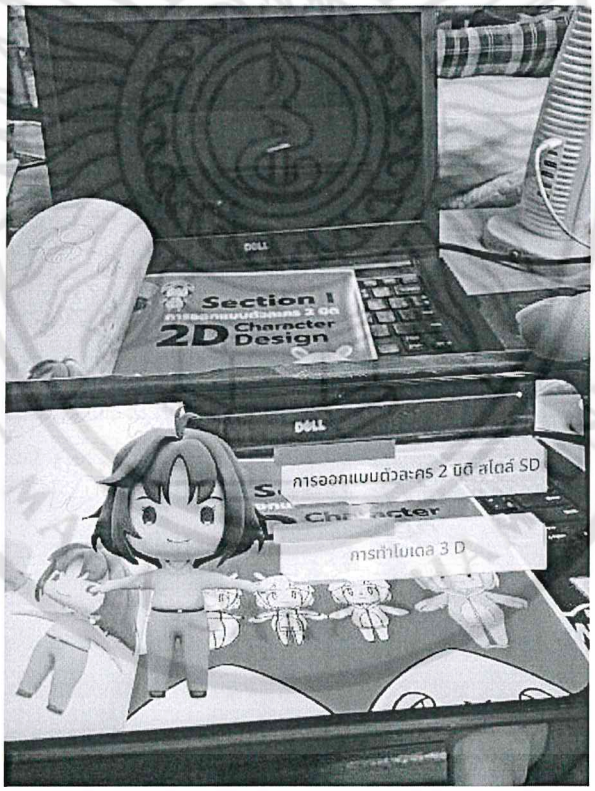
ภาพที่ 3.8 User Interface แอปพลิเคชัน AR 2D3D Training

3.3) Implementation ผู้ศึกษาได้ทำการเขียนโปรแกรมตามที่ออกแบบไว้โดยการเขียนแอปพลิเคชัน AR 2D3D Training ครั้งนี้ ผู้ศึกษาได้ใช้ภาษา C# ในการพัฒนา



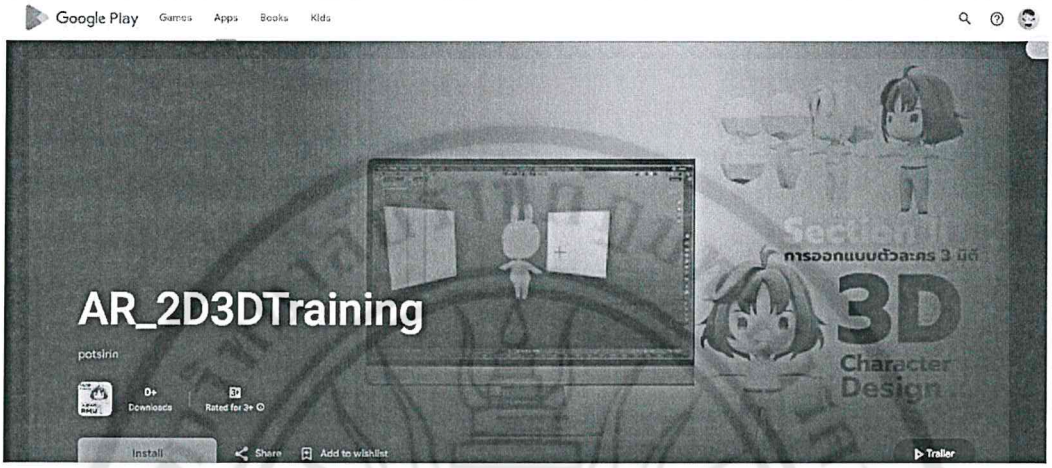
ภาพที่ 3.9 ตัวอย่างการเขียนภาษา C# แสดงผลของแอปพลิเคชัน AR 2D3D Training

3.4) Verification ผู้ศึกษานำแอปพลิเคชัน AR 2D3D Training ที่เขียนเสร็จแล้วมาทำการทดสอบหาข้อผิดพลาด



ภาพที่ 3.10 ตัวอย่างการแสดงผลของแอปพลิเคชัน AR 2D3D Training

3.5) Maintenance นำแอปพลิเคชัน AR 2D3D Training เผยแพร่บน google play



ภาพที่ 3.11 แอปพลิเคชัน AR 2D3D Training บน google Play

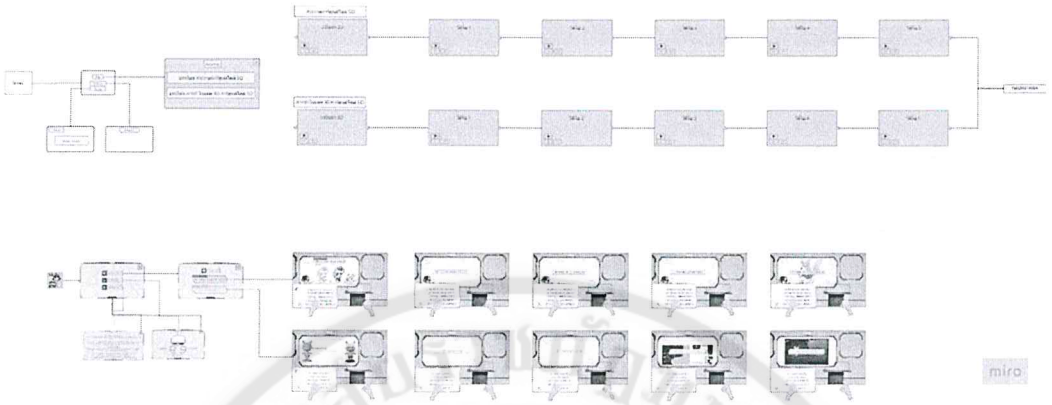
3.2.2.2 การพัฒนาความเป็นจริงเสมือน (VR)

ผู้ศึกษาดำเนินการพัฒนาความเป็นจริงเสมือน (VR) บนแว่น Oculus ตามขั้นตอนดังนี้

1) การวิเคราะห์ความต้องการและกำหนดขอบเขต ผู้ศึกษาทำการวิเคราะห์ข้อจำกัดและความสามารถของแว่น Oculus กำหนดรูปแบบการโต้ตอบและประสบการณ์ผู้ใช้ที่เหมาะสม

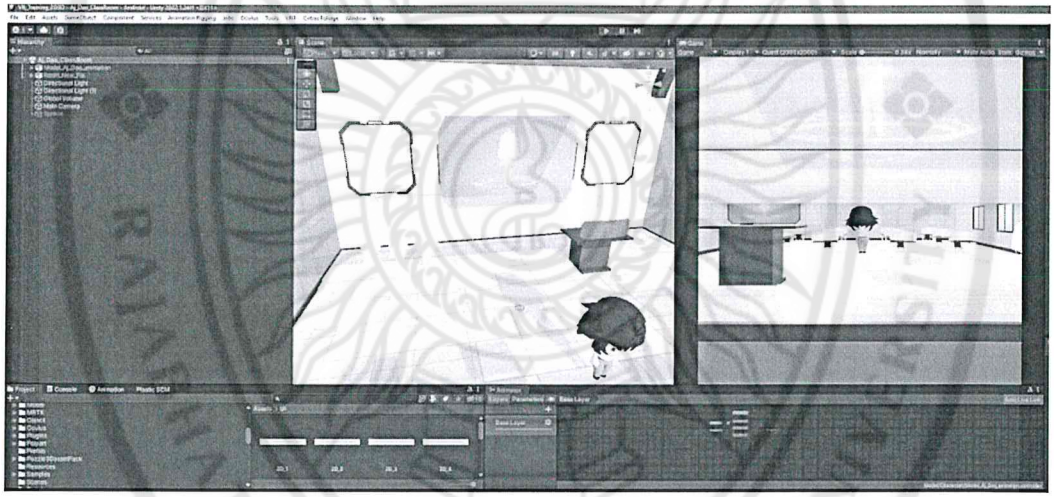
2) การออกแบบระบบ ผู้ศึกษานำการวิเคราะห์ข้างต้นสู่การออกแบบโครงสร้างแอปพลิเคชัน และออกแบบโมดูลหลักของระบบ: ระบบนำเสนอเนื้อหา ระบบโต้ตอบกำหนด API และการเชื่อมต่อระหว่างโมดูลและระบบภายนอก

3) การออกแบบประสบการณ์ผู้ใช้และส่วนต่อประสานในขั้นตอนนี้ผู้ศึกษาดำเนินการออกแบบสภาพแวดล้อมการเรียนรู้เสมือนสำหรับการออกแบบตัวละครออกแบบการโต้ตอบกับเครื่องมือออกแบบตัวละครใน VR ออกแบบระบบนำทางและการเคลื่อนที่ในสภาพแวดล้อมเสมือน สร้างต้นแบบเพื่อทดสอบแนวคิดและรวบรวมข้อเสนอแนะ



ภาพที่ 3.12 User Interface VR แอปพลิเคชัน VR 2D3D Training บนแว่น Oculus

4) การพัฒนาเนื้อหาและสภาพแวดล้อม 3 มิติ ผู้ศึกษาดำเนินการสร้างโมเดล 3D สำหรับเครื่องมือ วัตถุ และสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ พัฒนาเนื้อหาไมโครเลิร์นนิ่งสำหรับบทเรียนการออกแบบตัวละคร 2D และ 3D ในรูปแบบสื่อวิดีโอขนาดเล็กจำนวน 10 คลิป



ภาพที่ 3.13 การพัฒนาเนื้อหาและสภาพแวดล้อม 3 มิติ บนแว่น Oculus



ภาพที่ 3.14 การพัฒนาเนื้อหาและสภาพแวดล้อม 3 มิติ บนแว่น Oculus

5) การพัฒนาโปรแกรมและการเขียนโค้ด ผู้ศึกษาทำการพัฒนาระบบการโต้ตอบกับเครื่องมือออกแบบตัวละคร เขียนโค้ดสำหรับการนำเสนอเนื้อหาไมโครเลิร์นนิ่ง

```
using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;
using UnityEngine.Video;

public class VDOControl : MonoBehaviour
{

 public GameObject []SoundBTN;
 public GameObject []MuteBTN;

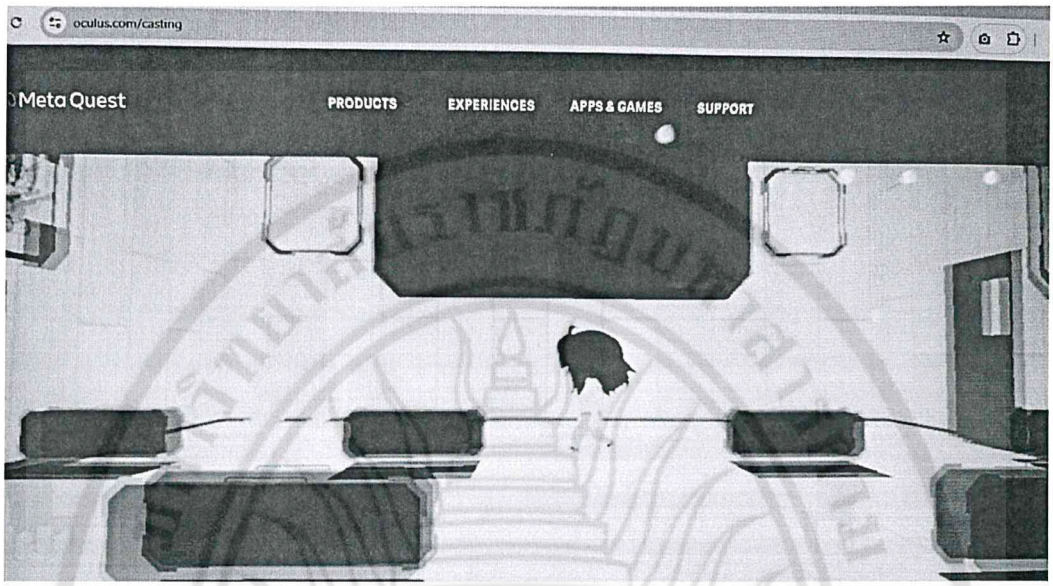
 public VideoPlayer videoPlayer;

 public Animator animator;

 public void SetVideo(VideoClip vdo)
 {
 videoPlayer.Stop();
 videoPlayer.clip = vdo;
 videoPlayer.Play();
 animator.Play("Talking");
 }
```

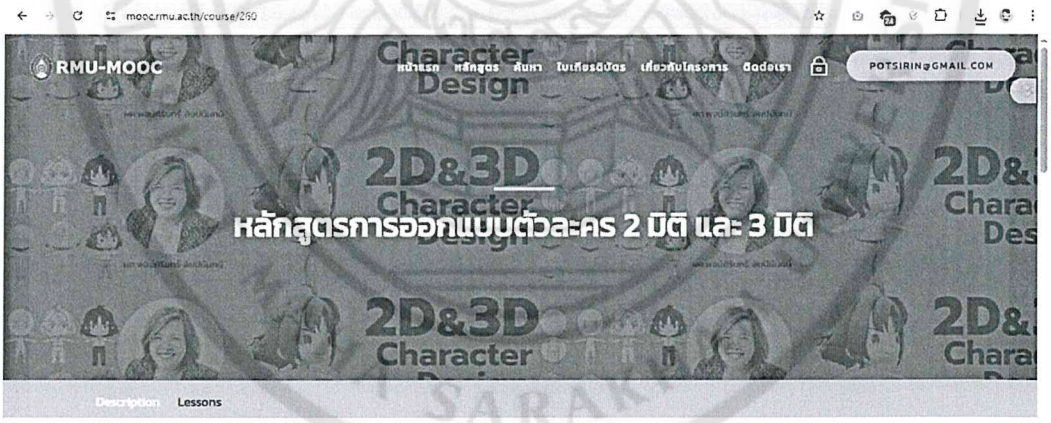
ภาพที่ 3.15 ตัวอย่างการเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงาน

6) การบรรจุและเตรียมเผยแพร่ ผู้ศึกษาบรรจุแอปพลิเคชันพร้อมทรัพยากรทั้งหมดในแว่น Oculus หรับการเผยแพร่



ภาพที่ 3.16 ตัวอย่างการเข้าสู่สภาพแวดล้อมการเรียนแบบไมโครเลิร์นนิ่งบนแว่น Oculus

3.2.2.3 ผู้ศึกษาเนื้อหาหลักสูตรการออกแบบตัวละคร 2D และ 3D ทั้งหมดเข้าสู่ระบบการเรียนการสอนแบบเปิดบนเว็บไซต์ RMU MOOCs



ภาพที่ 3.17 หลักสูตรการออกแบบตัวละคร 2 มิติ และ 3 มิติ บนเว็บไซต์ RMU MOOCs

3.2.2.4 ประเมินคุณภาพของสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์

3.3 ผู้ศึกษาสร้างแบบประเมินคุณภาพของสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์สำหรับผู้เชี่ยวชาญ ตามขั้นตอนดังนี้

3.3.1 ศึกษาทฤษฎี เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบประเมินคุณภาพและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์ เพื่อสร้างแบบประเมินคุณภาพ

3.3.2 กำหนดโครงสร้างแบบสอบถามออกเป็น 3 ตอน คือ

ตอนที่ 1 คำชี้แจง เป็นข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับการกับข้อมูลวิจัย

ตอนที่ 2 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ตอนที่ 3 ความประเมินคุณภาพสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์

3.3.3 สร้างแบบสอบถามในแต่ละตอน โดยตอนที่ 3 เป็นแบบสอบถามมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ได้แก่ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด ดังนี้ (Likert, R. A., 1932, pp. 42-48)

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

โดยและมีเกณฑ์การแปลผล (บุญชม ศรีสะอาด, 2545) ดังนี้

คะแนน	ระดับความเหมาะสม	
4.51–5.00	หมายถึง	มากที่สุด
3.51–4.50	หมายถึง	มาก
2.51–3.50	หมายถึง	ปานกลาง
1.51–2.50	หมายถึง	พอใช้
1.00–1.50	หมายถึง	ควรปรับปรุง

3.3.4 ตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหา (Content validity) ความเหมาะสมของภาษา และความสอดคล้องของข้อคำถามกับเนื้อหา (Index of Item Objective Congruence: IOC) โดยนำแบบสอบถาม ที่ผ่านการตรวจแก้ไขจากอาจารย์ที่ปรึกษาแล้วให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน ตรวจสอบ กำหนดเกณฑ์ ดังนี้ (Rovinelli, R.J., 1976, pp. 12-13)

ให้คะแนน +1 ถ้าแน่ใจว่าข้อคำถามนั้นตรงกับเนื้อหา

ให้คะแนน 0 ถ้าไม่แน่ใจว่าข้อคำถามนั้นตรงกับเนื้อหา

ให้คะแนน -1 ถ้าแน่ใจว่าข้อคำถามนั้นไม่ตรงกับเนื้อหา

3.3.5 ผู้ศึกษาคัดเลือกข้อคำถามที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป จากนั้นนำแบบสอบถามที่ได้ปรึกษาอาจารย์ที่ปรึกษา และจัดทำแบบสอบถามฉบับสมบูรณ์เป็นเครื่องมือการวิจัยต่อไป

3.4 ผู้ศึกษาดำเนินการก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง โดยมีขั้นตอน ดังนี้

3.4.1 ประสานคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อยื่นคำร้องขอหนังสือขอความอนุเคราะห์ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 8 คน ในการประเมินคุณภาพต้นแบบสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์

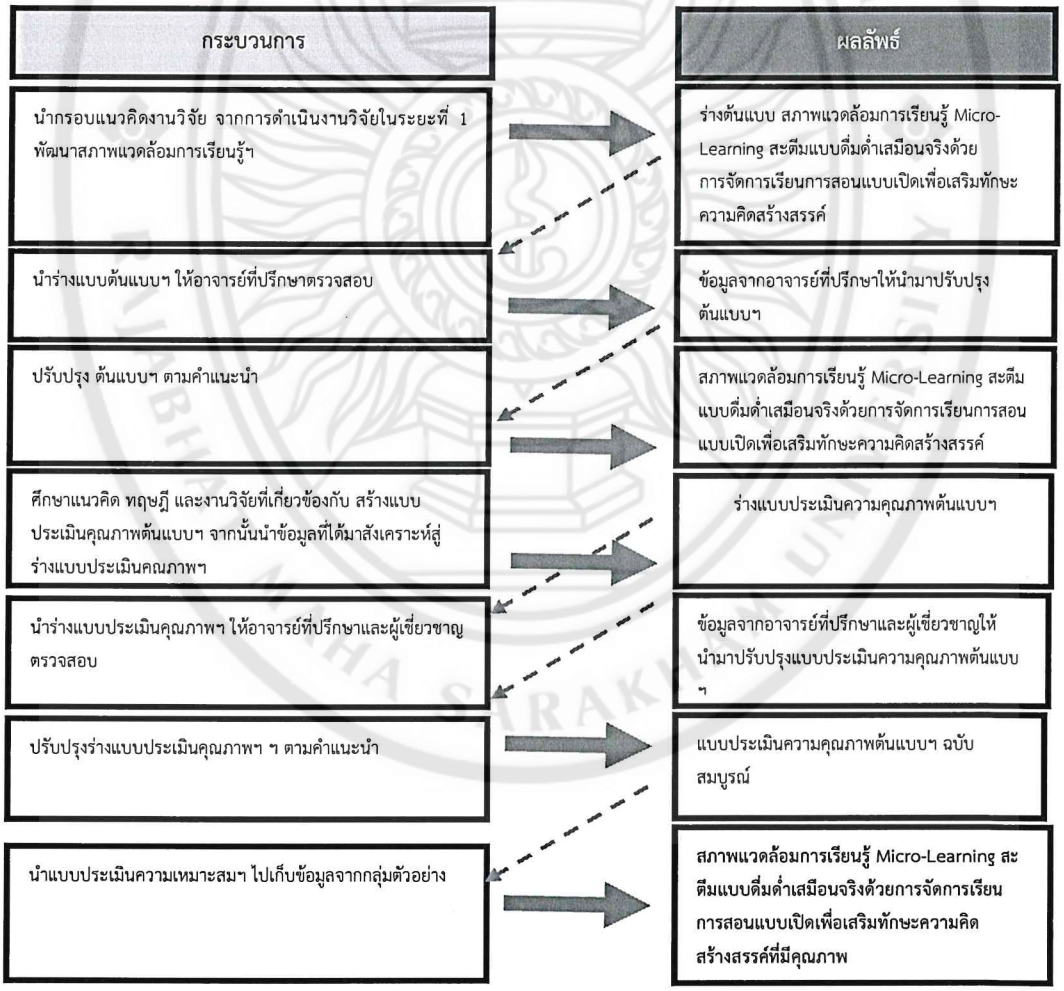
3.4.2 ประสานผู้เชี่ยวชาญ นัดหมาย และดำเนินการสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญตามแบบประเมินคุณภาพต้นแบบสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์ที่ผู้ศึกษาพัฒนาขึ้น

3.4.3 รวบรวมแบบประเมิน ตรวจสอบความสมบูรณ์ ดำเนินการวิเคราะห์และสรุปผลการประเมินด้วยค่าสถิติ

4. การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผู้ศึกษาสามารถสรุปขั้นตอนการดำเนินการวิจัยในขั้นที่ 2 ในระยะที่ 1 และสามารถเขียนเป็นภาพได้ดังนี้



ภาพที่ 3.18 ขั้นตอนการพัฒนาต้นแบบสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์

ระยะที่ 2 ศึกษาผลการทดลองใช้สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์

ผู้ศึกษาทำการศึกษาผลการทดลองใช้สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์ 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาผลการพัฒนาทักษะความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนจากการใช้สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์และผู้เรียนที่เรียนแบบปกติ

2. ขั้นตอนที่ 2 ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่เรียนด้วยสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์และผู้เรียนที่เรียนแบบปกติ

3. ขั้นตอนที่ 3 ศึกษาคุณภาพนวัตกรรมของนักศึกษาที่เรียนด้วยสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

1. แบบประเมินทักษะความคิดสร้างสรรค์

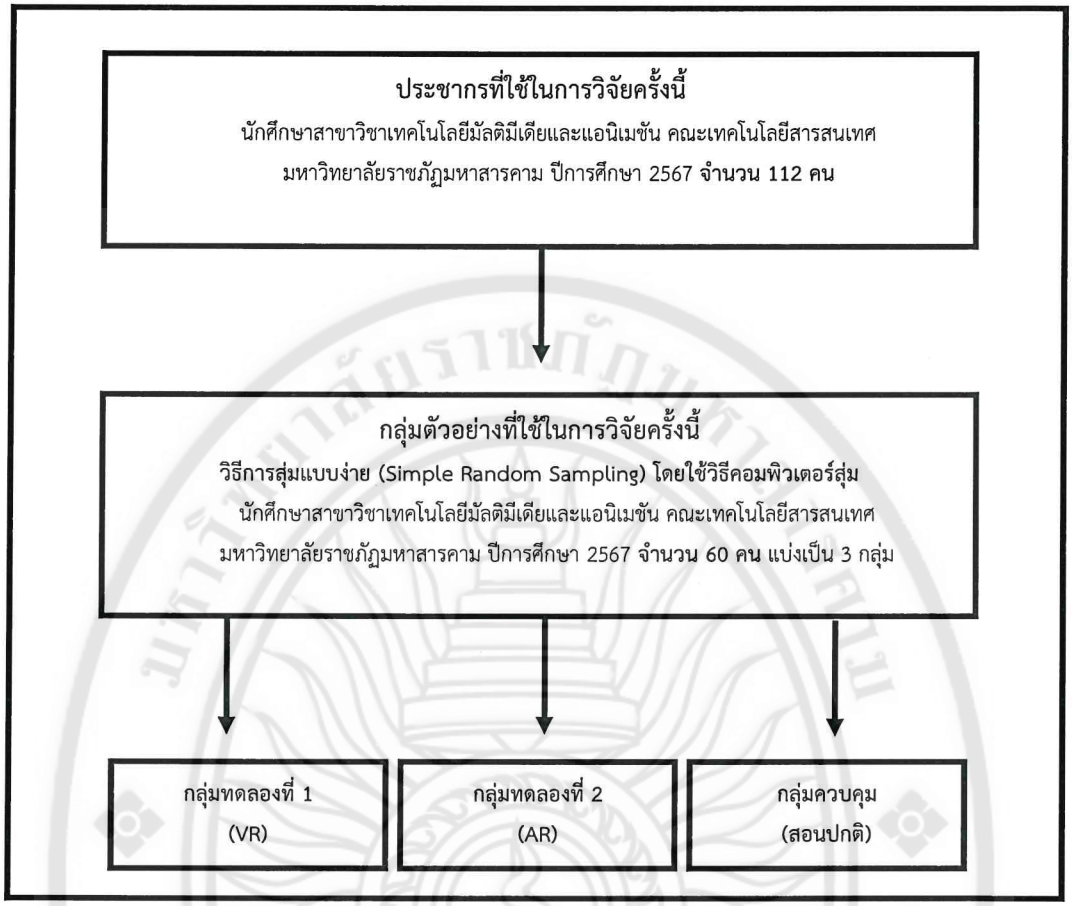
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (pre-test และ post-test)

3. แบบประเมินคุณภาพนวัตกรรมสร้างสรรค์ของผู้เรียน

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีมัลติมีเดียและแอนิเมชัน คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ปีการศึกษา 2567 จำนวน 112 คน

2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีมัลติมีเดียและแอนิเมชัน คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ปีการศึกษา 2567 จำนวน 60 คน โดยวิธีการสุ่มแบบง่าย (Simple Random Sampling) ใช้วิธีคอมพิวเตอร์สุ่ม แบ่งเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มทดลองที่ 1 จำนวน 20 คน ใช้สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงสำหรับการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์ กลุ่มทดลองที่ 2 จำนวน 20 คน ใช้สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสำหรับการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์ และกลุ่มที่ 3 เป็นกลุ่มควบคุม จำนวน 20 คน ใช้การเรียนการสอนแบบปกติ



ภาพที่ 3.19 การเลือกกลุ่มตัวอย่าง

ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาผลการพัฒนาทักษะความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนจากการใช้สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์และผู้เรียนที่เรียนแบบปกติ

1. ผู้ศึกษาวางแผนการทดลองตามรูปแบบ Post-test Only Control Group Design การทดลอง การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-Way ANOVA) เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มทั้งสามซึ่งมีแบบแผนการทดลองดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 แบบแผนการทดลองที่ 1 เปรียบเทียบทักษะความคิดสร้างสรรค์กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่ม	การทดลอง	การประเมิน หลังการทดลอง
E_1	X_1	TO_2
E_2	X_2	TO_2
C	X_3	TO_2

E_1 คือ กลุ่มทดลองที่ 1 ใช้สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง (VR) สำหรับการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์

E_2 คือ กลุ่มทดลองที่ 2 ใช้สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (AR) สำหรับการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์

C คือ กลุ่มควบคุม ใช้การเรียนการสอนแบบปกติ

TO_2 คือ ผลการประเมินทักษะความคิดสร้างสรรค์หลังการทดลอง

X_1 คือ สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง (VR) สำหรับการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์ของนักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีมัลติมีเดียและแอนิเมชัน

X_2 คือ สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (AR) สำหรับการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์ของนักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีมัลติมีเดียและแอนิเมชัน

X_3 คือ การเรียนการสอนแบบปกติ

2. ผู้ศึกษาสร้างแบบประเมินทักษะความคิดสร้างสรรค์ของนักศึกษาตามขั้นตอนดังนี้

2.1 ศึกษาเอกสาร ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบประเมินโดยประยุกต์จากแนวคิดของทฤษฎีของกิลฟอร์ดที่มีองค์ประกอบ 4 ด้านของความคิดสร้างสรรค คือ ความคิดคล่องแคล่ว ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม และความคิดละเอียดลออ ซึ่งเป็นแบบทดสอบที่ได้มาตรฐานเป็นที่ยอมรับแล้ว ร่วมกับแผนการสอนเนื้อหารายวิชาแอนิเมชัน 2 มิติ และ 3 มิติ เพื่อเป็นแนวทางในการจัดทำแบบวัดทักษะความคิดสร้างสรรค์

2.2 ผู้ศึกษานำผลการศึกษาการวิเคราะห์ข้อคำถามเพื่อให้สอดคล้องกับการประเมินผลความคิดสร้างสรรค์ โดยสร้างแบบประเมินทักษะความคิดสร้างสรรค์ของนักศึกษา ด้วยมาตราส่วนประเมินค่า 4 ระดับ จำนวน 4 ข้อ มีเกณฑ์การให้คะแนน ดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 เกณฑ์การให้คะแนนผลงานของผู้เรียนตามแผนการสอน

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ			
	4 (ดีมาก)	3 (ดี)	2 (พอใช้)	1 (ปรับปรุง)
1. ความคิดริเริ่ม	ตัวละครมีเอกลักษณ์และความแปลกใหม่ มีการผสมผสานองค์ประกอบที่แสดงความเป็นตัวตนชัดเจน	ตัวละครมีเอกลักษณ์ค่อนข้างชัดเจน มีองค์ประกอบที่แปลกใหม่บางส่วน	ตัวละครที่มีเอกลักษณ์บางประการ มีการรับอิทธิพลจากตัวละครอื่นค่อนข้างมาก	ตัวละครที่ขาดเอกลักษณ์ มีการเลียนแบบจากตัวละครอื่นอย่างชัดเจน

(ต่อ)

ตารางที่ 3.3 (ต่อ)

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ			
	4 (ดีมาก)	3 (ดี)	2 (พอใช้)	1 (ปรับปรุง)
2. ความคิดคล่องแคล่ว	ปั้นตัวละครได้ครบถ้วนสมบูรณ์ตามเวลาที่กำหนด	ปั้นตัวละครได้ค่อนข้างดี เสร็จตามเวลาที่กำหนด	ปั้นตัวละครได้เสร็จตามเวลาที่กำหนดแต่อาจขาดความสมบูรณ์ในบางส่วน	ปั้นตัวละครเสร็จตามเวลาที่กำหนดแต่ผลงานขาดความสมบูรณ์
3. ความคิดยืดหยุ่น	สามารถประยุกต์เทคนิคการปั้นได้หลากหลาย แก้ไขปัญหาที่พบระหว่างการปั้นได้ดีมาก	สามารถประยุกต์เทคนิคการปั้นได้ค่อนข้างดี แก้ไขปัญหาที่พบระหว่างการปั้นได้	ประยุกต์เทคนิคการปั้นได้จำกัด	ยึดติดกับเทคนิคการปั้นเพียงแบบเดียว
4. ความคิดละเอียดลออ	ตัวละครมีรายละเอียดครบถ้วนทั้งในด้านสัดส่วน พื้นผิว สีหน้า อารมณ์ และองค์ประกอบประกอบ	ตัวละครมีรายละเอียดค่อนข้างดีในด้านสัดส่วน พื้นผิว สีหน้า และองค์ประกอบหลัก	ตัวละครมีรายละเอียดพอใช้ในด้านสัดส่วนและองค์ประกอบหลัก	ตัวละครขาดรายละเอียด

สำหรับการแปลผลคะแนนรวมทั้ง 4 มิติ (คะแนนเต็ม 16 คะแนน) ผู้ศึกษาได้กำหนดเกณฑ์ระดับทักษะความคิดสร้างสรรค์ดังนี้

13-16 คะแนน หมายถึง มีทักษะความคิดสร้างสรรค์ระดับดีมาก
9-12 คะแนน หมายถึง มีทักษะความคิดสร้างสรรค์ระดับดี
5-8 คะแนน หมายถึง มีทักษะความคิดสร้างสรรค์ระดับพอใช้
1-4 คะแนน หมายถึง มีทักษะความคิดสร้างสรรค์ระดับปรับปรุง

2.3 นำแบบประเมินทักษะความคิดสร้างสรรค์ของนักศึกษาที่สร้างขึ้นให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้กับสิ่งที่ต้องการวัด ความถูกต้องด้านภาษาและปรับปรุงตามคำแนะนำ

2.4 ผู้ศึกษาดำเนินการก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง โดยมีขั้นตอน ดังนี้

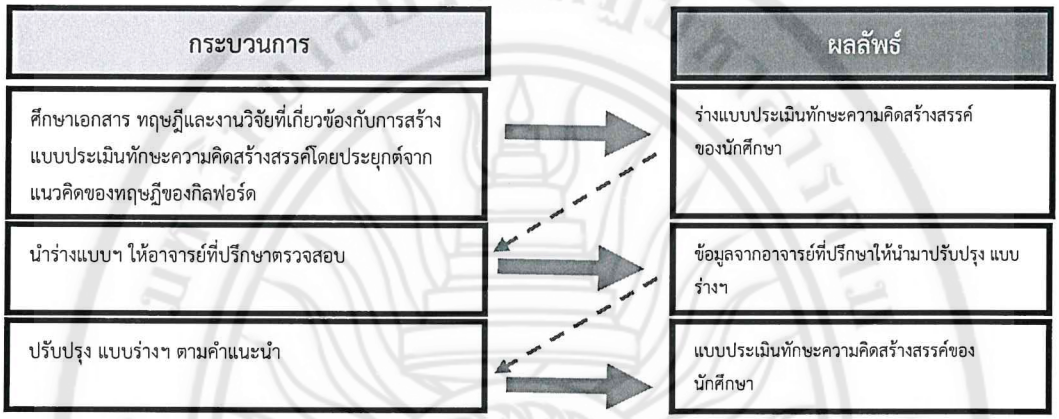
2.4.1 ประสานคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อยื่นคำร้องขอหนังสือ ขอความอนุเคราะห์เข้าทดลองเครื่องมือ และขอความอนุเคราะห์ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน ในการประเมินทักษะความคิดสร้างสรรค์ของนักศึกษา

2.4.2 ประสานผู้เชี่ยวชาญเพื่อทำการประเมินทักษะความคิดสร้างสรรค์ของนักศึกษาจากผลงานของนักศึกษาทั้ง 3 กลุ่ม

2.4.3 เก็บข้อมูลการทดลอง วิเคราะห์ และสรุปผลรายงาน

3. การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ประกอบด้วย ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่า t-test และวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way ANOVA)

ผู้ศึกษาสามารถสรุปขั้นตอนการดำเนินการพัฒนาแบบประเมินทักษะความคิดสร้างสรรค์และสามารถเขียนเป็นภาพได้ดังนี้



ภาพที่ 3.20 ขั้นตอนการพัฒนาแบบประเมินทักษะความคิดสร้างสรรค์

ขั้นตอนที่ 2 ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่เรียนด้วยสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์และผู้เรียนที่เรียนแบบปกติ

1. ผู้ศึกษาดำเนินการวิจัยในครั้งนี้ใช้แบบแผนการทดลองการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-Way ANOVA) ซึ่งมีแบบแผนการทดลองดังตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 แบบแผนการทดลองที่ 2 ทดสอบคะแนนการเรียนรู้ก่อนการทดลองและหลังการทดลอง

กลุ่ม	การประเมินก่อนการทดลอง	การทดลอง	การประเมินหลังการทดลอง
E_1	TO_1	X_1	TO_2
E_2	TO_1	X_2	TO_2
C	TO_1	X_3	TO_2

E_1 คือ กลุ่มทดลองที่ 1 ใช้สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง (VR) สำหรับการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์

E_2 คือ กลุ่มทดลองที่ 2 ใช้สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (AR) สำหรับการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์

C คือ กลุ่มควบคุม ใช้การเรียนการสอนแบบปกติ

TO_1 คือ ผลการประเมินความสามารถการเรียนรู้และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนการทดลอง

TO_2 คือ ผลการประเมินความสามารถการเรียนรู้และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการทดลอง

X_1 คือ สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงสำหรับการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์ของนักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีมัลติมีเดียและแอนิเมชัน

X_2 คือ สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสำหรับการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์ของนักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีมัลติมีเดียและแอนิเมชัน

X_3 คือ การเรียนการสอนแบบปกติ

2. การสร้างแบบประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่เรียนด้วยสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์และผู้เรียนที่เรียนแบบปกติ ผู้ศึกษาดำเนินการสร้างตามขั้นตอนดังนี้

2.1 ผู้ศึกษาออกแบบข้อสอบเป็นรูปแบบข้อคำถามแบบปรนัยเลือกตอบชนิด 4 ตัวเลือก ซึ่งแต่ละข้อจะมีตัวเลือกที่เป็นคำตอบที่ถูกที่สุดเพียงคำตอบเดียว จำนวน 30 ข้อ

2.2 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์เข้ารับการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณลักษณะความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์ของการอบรม เพื่อพิจารณาให้คะแนนแต่ละข้อและคัดเลือกข้อสอบที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป

2.3 ผู้ศึกษาเลือกได้ข้อสอบที่ผ่าน IOC นั้นนำไปทดลองกับกลุ่มนักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีมัลติมีเดียและแอนิเมชันที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 10 คน เพื่อหาค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนกเป็นรายข้อ โดยใช้เกณฑ์ค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.20-0.80 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป

2.4 ผู้ศึกษาทำการคัดเลือกจำนวน 20 ข้อ และวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของข้อสอบโดยใช้สูตร kr20 ของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน ได้เท่ากับ 0.643 นำมาจัดเป็นฉบับที่สมบูรณ์

3. ผู้ศึกษาดำเนินการก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง โดยมีขั้นตอน ดังนี้

3.1 ทำการทดลองสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์ที่ผู้ศึกษาพัฒนาขึ้นกับนักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีมัลติมีเดียและแอนิเมชัน

3.2 ทำการทดลองตามแผนการเรียนที่ได้จัดทำ

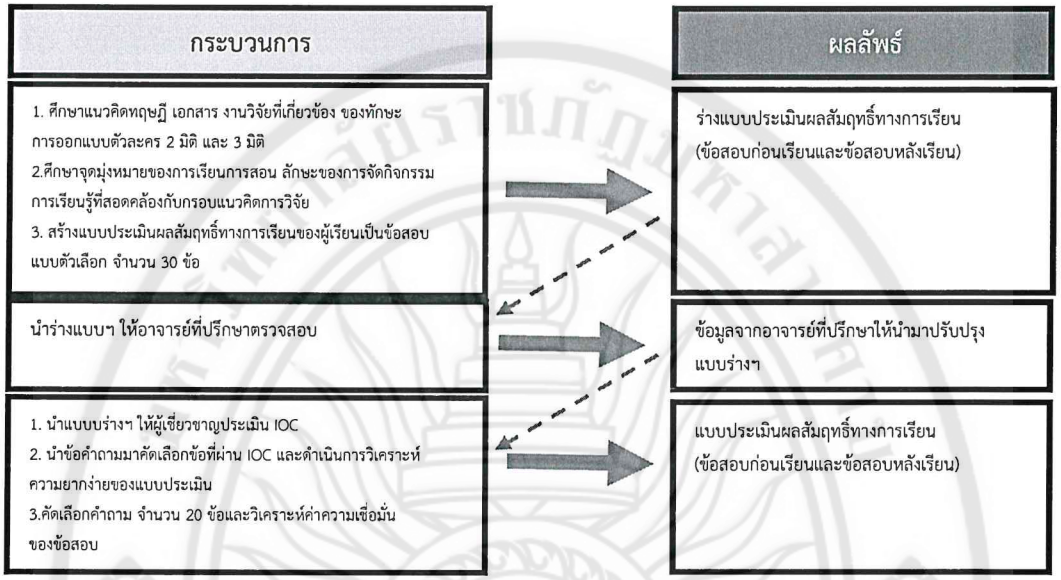
3.3 เก็บข้อมูลการทดลอง วิเคราะห์ และสรุปผลรายงาน

4. การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่า t-test และวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way ANOVA)

4.2 สถิติหาคุณภาพของเครื่องมือการวิจัย ได้แก่ ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก ค่าความเที่ยงตรงของข้อคำถาม และค่าความเชื่อมั่น

ผู้ศึกษาสามารถสรุปขั้นตอนการดำเนินการพัฒนาแบบประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนและสามารถเขียนเป็นภาพได้ดังนี้



ภาพที่ 3.21 ขั้นตอนการพัฒนาแบบประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน

ขั้นตอนที่ 3 ศึกษาคุณภาพนวัตกรรมของนักศึกษาที่เรียนด้วยสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์

ผู้ศึกษาดำเนินการการศึกษาคุณภาพนวัตกรรมของนักศึกษาที่เรียนด้วยสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์ ดังนี้

1. ผู้ศึกษากำหนดขอบเขตภาระงานให้กลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 นำผลงานตัวละคร 3D ที่ได้จากการเรียนรู้ด้วยสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิด ร่วมกันสร้างเป็นสื่อมัลติมีเดียเพื่อการศึกษา

2. ผู้ศึกษาสร้างแบบประเมินคุณภาพนวัตกรรมของผู้เรียนที่เรียนด้วยสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์และผู้เรียนที่เรียนแบบปกติ ดังนี้

2.1 ศึกษาเกี่ยวกับแบบประเมินคุณภาพนวัตกรรมและผลงานสร้างสรรค์ โดยศึกษาแนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการประเมินผลงานสร้างสรรค์

2.2 ผู้ศึกษาสร้างแบบประเมินคุณภาพนวัตกรรมสำหรับผู้เรียนที่เรียนด้วยสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิด โดยแบบ

ประเมินเป็นแบบประเมินตามสภาพจริงที่มีเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริค (Rubric) 5 ระดับ ประกอบด้วยเกณฑ์การประเมิน 4 ด้าน จำนวน 20 ข้อ ประกอบด้วย

2.2.1 ด้านความคิดสร้างสรรค์ของนวัตกรรม

2.2.2 ด้านคุณภาพเชิงเทคนิคของนวัตกรรม

2.2.3 ความยั่งยืนและการประยุกต์ใช้

2.2.4 ด้านการนำเสนอผลงาน

ระดับความคิดเห็น 5 หมายถึง คุณภาพมากที่สุด

ระดับความคิดเห็น 4 หมายถึง คุณภาพมาก

ระดับความคิดเห็น 3 หมายถึง คุณภาพปานกลาง

ระดับความคิดเห็น 2 หมายถึง คุณภาพน้อย

ระดับความคิดเห็น 1 หมายถึง คุณภาพน้อยที่สุด

โดยและมีเกณฑ์การแปลผล (บุญชม ศรีสะอาด, 2545) ดังนี้

คะแนน	ระดับความเหมาะสม	
4.51–5.00	หมายถึง	มากที่สุด
3.51–4.50	หมายถึง	มาก
2.51–3.50	หมายถึง	ปานกลาง
1.51–2.50	หมายถึง	พอใช้
1.00–1.50	หมายถึง	ควรปรับปรุง

2.3 นำแบบประเมินคุณภาพนวัตกรรมเข้ารับการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน ตรวจสอบคุณลักษณะความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์ของการอบรม เพื่อพิจารณาให้คะแนนแต่ละข้อและคัดเลือกข้อสอบที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป

2.4 ผู้ศึกษาเลือกได้ข้อสอบที่ผ่าน IOC จำนวน 12 ข้อ และจัดทำแบบสอบถามฉบับสมบูรณ์เป็นเครื่องมือการวิจัยต่อไป

3. ผู้ศึกษาดำเนินการก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง โดยมีขั้นตอน ดังนี้

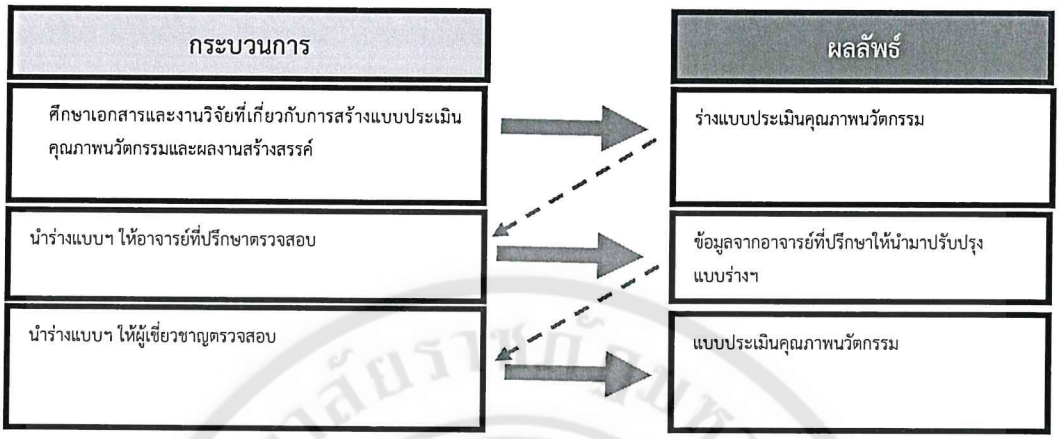
3.1 ประสานคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อยื่นคำร้องขอหนังสือ ขอความอนุเคราะห์แต่งตั้งผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน ที่มีความเชี่ยวชาญในด้านนวัตกรรมการศึกษา เทคโนโลยีเสมือนจริง และด้านมัลติมีเดีย

3.2 นำนวัตกรรมของผู้เรียนทั้งสองกลุ่มนำเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญเพื่อทำการประเมิน

3.3 เก็บข้อมูลการทดลอง วิเคราะห์ และสรุปผลรายงาน

4. การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผู้ศึกษาสามารถสรุปขั้นตอนการดำเนินการสร้างแบบประเมินคุณภาพนวัตกรรมและสามารถเขียนเป็นภาพได้ดังนี้



ภาพที่ 3.22 ขั้นตอนการพัฒนาแบบประเมินคุณภาพนวัตกรรม

ระยะที่ 3 ศึกษาการยอมรับสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีมัลติมีเดียและแอนิเมชัน คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ปีการศึกษา 2567 จำนวน 112 คน

1.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีมัลติมีเดียและแอนิเมชัน คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ปีการศึกษา 2567 จำนวน 40 คน คือ กลุ่มทดลองที่ 1 จำนวน 20 คน ใช้สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงสำหรับการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์ กลุ่มทดลองที่ 2 จำนวน 20 คน

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยระยะที่ 3 คือ แบบประเมินการยอมรับสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริง

3. วิธีการดำเนินการวิจัยและเก็บรวบรวมข้อมูล

3.1 ผู้ศึกษาทำการพัฒนากรอบแนวคิดและโมเดลการวิจัย โดยศึกษาและบูรณาการแนวคิดทฤษฎี โดยใช้แบบจำลองการยอมรับเทคโนโลยี (Technology Acceptance Model: TAM) ของ Davis (1989) เป็นกรอบหลักกำหนดตัวแปรในโมเดลตามกรอบทฤษฎี TAM ประกอบด้วย 5 ตัวแปรหลัก ดังนี้

3.1.1 การรับรู้ถึงประโยชน์ (Perceived Usefulness)

3.1.2 การรับรู้ถึงความง่ายในการใช้งาน (Perceived Ease of Use)

3.1.3 ทัศนคติต่อการใช้งาน (Attitude Toward Using)

3.1.4 ความตั้งใจในการใช้งาน (Behavioral Intention to Use)

3.1.5 การใช้งานจริง (Actual System Use)

กำหนดความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามสมมติฐานการวิจัย โดยทดสอบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุ (Causal Relationships) ระหว่างตัวแปรทั้ง 5

3.2 การพัฒนาเครื่องมือวัดการยอมรับเทคโนโลยี

3.2.1 ผู้ศึกษาพัฒนาข้อคำถามสำหรับแต่ละตัวแปรแฝงโดยกำหนดตัวบ่งชี้ ดังนี้

3.2.1.1 การรับรู้ถึงประโยชน์ (USEF1-USEF5) จำนวน 5 ข้อ

3.2.1.2 การรับรู้ถึงความง่ายในการใช้งาน (EOU1-EOU5) จำนวน 5 ข้อ

3.2.1.3 ทัศนคติต่อการใช้งาน (ATT1-ATT5) จำนวน 5 ข้อ

3.2.1.4 ความตั้งใจในการใช้งาน (BI1-BI3) จำนวน 3 ข้อ

3.2.1.5 การใช้งานจริง (USE1-USE4) จำนวน 4 ข้อ

3.2.2 การออกแบบสอบถามในส่วนนี้จะใช้มาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ซึ่งจัดเป็นการวัดข้อมูลประเภทอันตรภาคชั้น (Interval Scale) ด้วยการแบ่งมาตรวัดออกเป็น 5 ระดับ (Likert Scales) ดังนี้

ระดับ 1 คือ ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

ระดับ 2 คือ ไม่เห็นด้วย

ระดับ 3 คือ เฉย ๆ

ระดับ 4 คือ เห็นด้วย

ระดับ 5 คือ เห็นด้วยอย่างยิ่ง

3.2.3 ผู้ศึกษาสรุปรายละเอียดของคำถามเพื่อวัดค่าของตัวแปรต่าง ๆ ในข้อ 3.2.1 แสดงในตารางที่ 3.5

ตารางที่ 3.5 ตัวแปรใน TAM

ตัวแปร	ชื่อตัวแปร	คำถาม
การรับรู้ถึงประโยชน์ (Perceived Usefulness)	PU1	สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ฯ ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนรู้ของท่าน
	PU2	สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ฯ ช่วยให้ท่านเข้าใจเนื้อหาได้ดีขึ้น
	PU3	สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ฯ ช่วยให้ท่านพัฒนาทักษะความคิดสร้างสรรค์ได้ดีขึ้น
	PU4	สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ฯ ช่วยให้ท่านสร้างผลงานที่มีคุณภาพดีขึ้น
	PU5	โดยรวมแล้ว ท่านคิดว่าสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ฯ มีประโยชน์ต่อการเรียนของฉัน

(ต่อ)

ตารางที่ 3.5 (ต่อ)

ตัวแปร	ชื่อตัวแปร	คำถาม
ด้านการรับรู้ถึงความง่ายในการใช้งาน (Perceived Ease of Use)	EOU1	ท่านพบว่าการเรียนรู้วิธีการใช้งานสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ฯ เป็นเรื่องง่าย
	EOU2	ท่านสามารถใช้งานสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ฯ ได้อย่างคล่องแคล่ว
	EOU3	การปฏิสัมพันธ์กับสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ฯ มีความชัดเจนและเข้าใจง่าย
	EOU4	ท่านสามารถใช้สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ฯ ได้ตามต้องการโดยไม่ต้องใช้ความพยายามมาก
	EOU5	โดยรวมแล้ว ท่านคิดว่าสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ฯ ใช้งานง่าย
ด้านทัศนคติต่อการใช้งาน (Attitude Toward Using)	ATT1	ท่านรู้สึกสนุกเมื่อได้ใช้งานสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ฯ
	ATT2	ท่านรู้สึกว่าการเรียนรู้ผ่านสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ฯ เป็นประสบการณ์ที่ดี
	ATT3	ท่านชื่นชอบการเรียนรู้แบบไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมในสภาพแวดล้อมแบบดื่มด่ำเสมือนจริง
	ATT4	ท่านรู้สึกพึงพอใจกับรูปแบบการเรียนการสอนแบบเปิดในสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ฯ
	ATT5	โดยรวมแล้ว ท่านมีทัศนคติที่ดีต่อการใช้สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ฯ
ด้านความตั้งใจในการใช้งาน (Behavioral Intention to Use)	BI1	ท่านตั้งใจที่จะใช้สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ฯ อย่างต่อเนื่องในการเรียนของฉัน
	BI2	ท่านวางแผนที่จะใช้สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ฯ ในการทำงานหรือโครงงานอื่น ๆ
	BI13	ท่านจะแนะนำให้ผู้อื่นใช้สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ฯ นี้
ด้านการใช้งานจริง (Actual System Use)	USE1	ท่านใช้สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ฯ บ่อยครั้งในการเรียนและการทำงาน
	USE2	ท่านฉันใช้คุณสมบัติต่าง ๆ ของสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ฯ อย่างครบถ้วน
	USE3	ฉันใช้เวลากับสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ฯ มากกว่าเครื่องมือการเรียนรู้อื่น ๆ
	USE4	ท่านโดยรวมแล้ว ฉันใช้สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ฯ อย่างสม่ำเสมอ

3.3 นำแบบประเมินเสนอต่อที่ปรึกษา เมื่อปรับแก้ไขตามที่ปรึกษาแนะนำแล้ว ผู้ศึกษานำแบบประเมินตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) โดยผู้เชี่ยวชาญ 3 คน

3.4 ผู้ศึกษาจัดทำแบบประเมินฉบับสมบูรณ์เป็นเครื่องมือการวิจัยต่อไป

3.5 ผู้ศึกษาทำการเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง

4. การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 ตรวจสอบความสมบูรณ์ของข้อมูล จัดการข้อมูลสูญหายและตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นทางสถิติ

4.2 วิเคราะห์ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้างและความเชื่อมั่นของเครื่องมือ

4.3 พัฒนาโมเดลสมการโครงสร้างโดยใช้วิธี Partial Least Squares (PLS-SEM)

4.4 วิเคราะห์ค่าน้ำหนักองค์ประกอบ (Factor Loadings) และความเชื่อมั่นของตัวบ่งชี้

4.5 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแฝงโดยพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์เส้นทาง (Path Coefficients) และนัยสำคัญทางสถิติ

4.6 ทดสอบความน่าเชื่อถือของผลการวิเคราะห์ด้วยวิธี Bootstrapping โดยใช้การสุ่มตัวอย่างซ้ำ 500 ครั้ง

บทที่ 4
ผลการวิจัย

การวิจัยเรื่อง สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์ ผู้ศึกษานำเสนอผลการศึกษาออกเป็น 5 ตอน ตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการพัฒนาสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์

ตอนที่ 2 ผลการพัฒนาทักษะความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนจากการใช้สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์และผู้เรียนที่เรียนแบบปกติ

ตอนที่ 3 ผลการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่เรียนด้วยสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์และผู้เรียนที่เรียนแบบปกติ

ตอนที่ 4 ผลการศึกษาคุณภาพนวัตกรรมของนักศึกษาที่เรียนด้วยสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์

ตอนที่ 5 ผลการศึกษาการยอมรับสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์

ตอนที่ 1 ผลการพัฒนาสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์

การพัฒนาสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์ มีผลการดำเนินงาน 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 การสังเคราะห์องค์ประกอบ

ผู้ศึกษาดำเนินการสังเคราะห์องค์ประกอบดังตาราง Matrix สังเคราะห์องค์ประกอบ ขั้นตอนและกิจกรรมของไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์

ส่วนที่ 1 Matrix แสดงองค์ประกอบหลัก (Citation × Component Matrix)

ตารางที่ 4.1 Matrix แสดงองค์ประกอบหลัก (Citation × Component Matrix)

Citation	ไมโครเลิร์นนิ่ง (Microlearning)	สะตีม (STEAM)	สภาพแวดล้อมเต็มตำเสมือนจริง (Immersive)	การเรียนการสอนแบบเปิด (Open Learning)	ทักษะความคิดสร้างสรรค์ (Creative Thinking)
Jatnkoon, et al. (2025)	X	X	X	X	X
Monib, et al. (2024)	X		X		
Junior, et al. (2024)	X		X		X
Caballero, et al. (2023)	X	X	X		
Fuchs, et al. (2023)		X	X		X
Holt, et al. (2024)		X	X		X
Chang, et al. (2023)		X	X		X
Beale, et al. (2022)			X		X
Ojochegbe (2025)	X		X		X
Yulianti, et al. (2024)		X	X		X
Insura, et al. (2024)		X	X		X
Sausan, et al. (2024)		X	X		X
Pitsikalis, et al. (2024)		X	X		X
Prasertsang, et al. (2024)		X	X		X
Utami, et al. (2024)		X	X	X	X
Chang, et al. (2023)		X	X		X
Laeli, et al. (2024)		X	X		X
Luo, et al. (2024)		X	X		X
Lin, et al. (2024)		X	X		X
Pramasdyahsari, et al. (2024)		X	X		X
Rahma, et al. (2023)		X	X		X
Lei, et al. (2022)		X	X		X
Choi, et al. (2021)			X		X
Yang, et al. (2019)			X	X	X
Yue, et al. (2015)			X	X	X
Krisnajati, et al. (2024)		X	X		X

(ต่อ)

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

Citation	ไมโครเลิร์นนิ่ง (Microlearning)	สะตีม (STEAM)	สภาพแวดล้อมดื่มด่ำเสมือนจริง (Immersive)	การเรียนการสอนแบบเปิด (Open Learning)	ทักษะความคิดสร้างสรรค์ (Creative Thinking)
Paraskeva, et al. (2024)		X	X		X
Sangwaranatee, et al. (2024)		X	X		X
Pham, et al. (2024)	X	X	X	X	
Chamorro-Atalaya, et al. (2024)	X		X		

ตารางที่ 4.1 เสนอการสังเคราะห์บทความวิชาการที่เกี่ยวข้องกับ 5 องค์ประกอบหลัก ได้แก่ ไมโครเลิร์นนิ่ง (Microlearning), สะตีม (STEAM), สภาพแวดล้อมดื่มด่ำเสมือนจริง (Immersive), การเรียนการสอนแบบเปิด (Open Learning) และทักษะความคิดสร้างสรรค์ (Creative Thinking) โดยเป็นการแสดงให้เห็นว่าแต่ละบทความมีการกล่าวถึงองค์ประกอบใดบ้าง จากการวิเคราะห์พบว่ามีเพียงงานวิจัยของ Jatnkoon, et al. (2025) เท่านั้นที่ครอบคลุมทั้ง 5 องค์ประกอบ ในขณะที่งานวิจัยอื่น ๆ เน้นศึกษาเฉพาะบางองค์ประกอบ โดยส่วนใหญ่ให้ความสำคัญกับสภาพแวดล้อมดื่มด่ำเสมือนจริงและทักษะความคิดสร้างสรรค์ (Chang, et al., 2023, Lei, et al., 2022 และ Prasertsang, et al., 2024)

ส่วนที่ 2 Matrix แสดงกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับไมโครเลิร์นนิ่ง (Citation × Microlearning Activities)

ตารางที่ 4.2 Matrix แสดงกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับไมโครเลิร์นนิ่ง

Citation	การเรียนรู้แบบสั้นกระชับ(3-5 นาที)	การแบ่งเนื้อหา เป็นหน่วยย่อย	การเรียนรู้ที่มี เป้าหมายเฉพาะ	การเรียนรู้ที่สามารถ นำไปใช้ได้ทันที	การเรียนรู้ที่มี ความยืดหยุ่น
Jatnkoon, et al. (2025)				X	
Monib, et al. (2024)	X	X	X		X
Junior, et al. (2024)		X		X	X
Caballero, et al. (2023)		X	X	X	
Ojochegbe (2025)	X	X	X	X	
Pham, et al. (2024)					
Chamorro-Atalaya, et al. (2024)				X	X

ตารางที่ 4.2 แสดงกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับไมโครเลิร์นนิ่ง ประกอบด้วย 5 กิจกรรมหลัก: การเรียนรู้แบบสั้นกระชับ (3-5 นาที), การแบ่งเนื้อหาเป็นหน่วยย่อย, การเรียนรู้ที่มีเป้าหมายเฉพาะ, การเรียนรู้ที่สามารถนำไปใช้ได้ทันที และการเรียนรู้ที่มีความยืดหยุ่น จากการวิเคราะห์พบว่า Monib, et al. (2024) และ Ojochegbe (2025) ให้ความสำคัญกับกิจกรรมไมโครเลิร์นนิ่งมากที่สุด โดยเฉพาะในด้านการแบ่งเนื้อหาเป็นหน่วยย่อยและการมีเป้าหมายเฉพาะ ในขณะที่ Junior, et al. (2024) และ Chamorro-Atalaya, et al. (2024) เน้นการเรียนรู้ที่มีความยืดหยุ่นและสามารถนำไปใช้ได้ทันที

ส่วนที่ 3 Matrix แสดงกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับสะตีม (Citation × STEAM Activities)

ตารางที่ 4.3 Matrix แสดงกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับสะตีม (Citation × STEAM Activities)

Citation	การบูรณาการ วิทยาศาสตร์-เทคโนโลยี- วิศวกรรม-ศิลปะ-คณิตศาสตร์	การเรียนรู้ผ่าน โครงงาน (Project-based Learning)	การเรียนรู้แบบ สหวิทยาการ	การคิดเชิงออกแบบ (Design Thinking)	การเรียนรู้แบบ ลงมือปฏิบัติ (Hands-on Learning)
Jatnkoon et al. (2025)	X	X	X	X	X
Caballero et al. (2023)	X	X		X	X
Fuchs et al. (2023)		X		X	X
Holt et al. (2024)		X		X	X
Chang et al. (2023)	X	X		X	X
Beale et al. (2022)	X	X	X	X	
Yulianti et al. (2024)		X		X	X
Insura et al. (2024)	X	X		X	X
Sausan et al. (2024)	X	X	X	X	X
Pitsikalis et al. (2024)		X		X	X
Prasertsang et al. (2024)	X	X		X	X
Utami et al. (2024)		X		X	X
Chang et al. (2023)		X		X	X
Laeli et al. (2024)		X		X	X
Luo et al. (2024)	X		X		X
Lin et al. (2024)				X	
Pramasdyahsari et al. (2024)		X		X	X
Rahma et al. (2023)		X		X	X
Lei et al. (2022)		X		X	X
Krisnajati et al. (2024)	X	X		X	X
Paraskeva et al. (2024)		X		X	X
Sangwaranatee et al. (2024)		X		X	X
Pham et al. (2024)		X		X	X
Chamorro-Atalaya et al. (2024)	X	X			X

ตารางที่ 4.3 นำเสนอกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับสะตีม ประกอบด้วย 5 กิจกรรมหลัก: การบูรณาการวิทยาศาสตร์-เทคโนโลยี-วิศวกรรม-ศิลปะ-คณิตศาสตร์, การเรียนรู้ผ่านโครงงาน (Project-based

Learning), การเรียนรู้แบบสหวิทยาการ, การคิดเชิงออกแบบ (Design Thinking) และการเรียนรู้แบบลงมือปฏิบัติ (Hands-on Learning) จากการวิเคราะห์พบว่า Jatnkoon, et al. (2025) และ Sausan, et al. (2024) มีการศึกษาที่ครอบคลุมทุกกิจกรรมสะตีม ในขณะที่งานวิจัยส่วนใหญ่เน้นที่การเรียนรู้ผ่านโครงงานและการคิดเชิงออกแบบ (Prasertsang, et al., 2024, Krisnajati, et al., 2024 และ Sangwaranatee, et al., 2024)

ส่วนที่ 4 Matrix แสดงกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับสภาพแวดล้อมดื่มด่ำเสมือนจริง (Citation × Immersive Activities)

ตารางที่ 4.4 Matrix แสดงกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับสภาพแวดล้อมดื่มด่ำเสมือนจริง (Citation × Immersive Activities)

Citation	การใช้เทคโนโลยี ความจริงเสมือน (VR)	การใช้เทคโนโลยี ความจริงเสริม (AR)	การจำลอง สถานการณ์	การสร้างประสบการณ์ แบบมีส่วนร่วม	การเรียนรู้ผ่าน ประสาทสัมผัสหลายด้าน
Jatnkoon, et al. (2025)		X			X
Monib, et al. (2024)		X		X	X
Junior, et al. (2024)		X		X	
Caballero, et al. (2023)		X		X	X
Fuchs, et al. (2023)		X		X	X
Holt, et al. (2024)		X			
Chang, et al. (2023)		X			
Beale, et al. (2022)		X		X	
Ojochegbe (2025)		X		X	X
Yulianti, et al. (2024)		X			
Insura, et al. (2024)		X			
Sausan, et al. (2024)		X			
Pitsikalis, et al. (2024)	X	X		X	X
Prasertsang, et al. (2024)		X			
Utami, et al. (2024)	X	X		X	X

(ต่อ)

ตารางที่ 4.4 (ต่อ)

Citation	การใช้เทคโนโลยี ความจริงเสมือน (VR)	การใช้เทคโนโลยี ความจริงเสริม (AR)	การจำลอง สถานการณ์	การสร้างประสบการณ์ แบบมีส่วนร่วม	การเรียนรู้ผ่าน ประสาทสัมผัสหลายด้าน
Chang, et al. (2023)		X		X	
Laeli, et al. (2024)		X		X	
Luo, et al. (2024)		X		X	
Lin, et al. (2024)		X			
Pramasdyahsari, et al. (2024)		X			
Rahma, et al. (2023)		X			X
Lei, et al. (2022)	X	X		X	
Choi, et al. (2021)	X	X		X	X
Yang, et al. (2019)		X			
Yue, et al. (2015)		X		X	X
Krisnajati, et al. (2024)		X			
Paraskeva, et al. (2024)		X	X	X	
Sangwaranatee, et al. (2024)		X			
Pham, et al. (2024)		X			
Chamorro-Atalaya, et al. (2024)		X	X		

ตารางที่ 4.4 แสดงกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับสภาพแวดล้อมดื่มด่ำเสมือนจริง ประกอบด้วย 5 กิจกรรมหลัก: การใช้เทคโนโลยีความจริงเสมือน (VR), การใช้เทคโนโลยีความจริงเสริม (AR), การจำลองสถานการณ์, การสร้างประสบการณ์แบบมีส่วนร่วม และการเรียนรู้ผ่านประสาทสัมผัสหลายด้าน จากการสังเคราะห์พบว่า Pitsikalis, et al. (2024), Utami, et al. (2024) และ Choi, et al. (2021) มีการศึกษาครอบคลุมทั้งการใช้ VR, AR และการสร้างประสบการณ์แบบมีส่วนร่วม ในขณะที่งานวิจัยส่วนใหญ่เน้นการใช้เทคโนโลยี AR (Yulianti, et al., 2024, Lin, et al., 2024, Pramasdyahsari, et al., 2024)

ส่วนที่ 5 Matrix แสดงกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนแบบเปิด (Citation x Open Learning Activities)

ตารางที่ 4.5 Matrix แสดงกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนแบบเปิด (Citation × Open Learning Activities)

Citation	การใช้ทรัพยากร การศึกษาแบบเปิด (OER)	การเรียนรู้ผ่าน หลักสูตรออนไลน์ แบบเปิด (MOOCs)	การเข้าถึงเนื้อหา ได้อย่างอิสระ	การมีอิสระในการ เลือกเส้นทางการเรียนรู้	การแลกเปลี่ยน ความรู้และทรัพยากร
Jatnkoon, et al. (2025)		X			
Monib, et al. (2024)			X	X	
Junior, et al. (2024)			X	X	
Caballero, et al. (2023)					X
Utami, et al. (2024)		X			
Luo, et al. (2024)			X	X	
Lin, et al. (2024)			X	X	
Yang, et al. (2019)		X			
Yue, et al. (2015)		X			
Sangwaranatee, et al. (2024)					X
Pham, et al. (2024)		X			

ตารางที่ 4.5 นำเสนอกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนแบบเปิด ประกอบด้วย 5 กิจกรรมหลัก: การใช้ทรัพยากรการศึกษาแบบเปิด (OER), การเรียนรู้ผ่านหลักสูตรออนไลน์แบบเปิด (MOOCs), การเข้าถึงเนื้อหาได้อย่างอิสระ, การมีอิสระในการเลือกเส้นทางการเรียนรู้ และการแลกเปลี่ยนความรู้และทรัพยากร จากการวิเคราะห์พบว่ามีงานวิจัยน้อยชิ้นที่เน้นศึกษาเกี่ยวกับการเรียนการสอนแบบเปิด โดย Jatnkoon, et al. (2025), Yang, et al. (2019), Yue, et al. (2015) และ Pham, et al. (2024) เน้นการเรียนรู้ผ่าน MOOCs เป็นหลัก ในขณะที่ Monib, et al. (2024), Junior, et al. (2024) และ Luo, et al. (2024) เน้นการเข้าถึงเนื้อหาได้อย่างอิสระ

ส่วนที่ 6 Matrix แสดงกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับทักษะความคิดสร้างสรรค์ (Citation × Creative Thinking Activities)

ตารางที่ 4.6 Matrix แสดงกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับทักษะความคิดสร้างสรรค์ (Citation × Creative Thinking Activities)

Citation	การคิดอย่างคล่องแคล่ว (Fluency)	การคิดอย่าง ยืดหยุ่น (Flexibility)	การคิดริเริ่ม (Originality)	การคิดละเอียดลออ (Elaboration)	การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (Creative Problem Solving)
Jatnkoon, et al. (2025)			X	X	
Monib, et al. (2024)		X	X	X	
Junior, et al. (2024)		X	X	X	
Fuchs, et al. (2023)		X	X		X
Holt, et al. (2024)		X		X	X
Chang, et al. (2023)	X	X	X	X	
Beale, et al. (2022)			X	X	X
Ojochegbe (2025)				X	
Yulianti, et al. (2024)	X	X	X	X	X
Insura, et al. (2024)				X	X
Sausan, et al. (2024)			X	X	X
Pitsikalis, et al. (2024)			X	X	
Prasertsang, et al. (2024)			X	X	X
Utami, et al. (2024)			X	X	X
Chang, et al. (2023)			X	X	X
Laeli, et al. (2024)			X	X	X
Luo, et al. (2024)				X	X
Lin, et al. (2024)		X	X	X	X
Pramasdyahsari, et al. (2024)			X	X	X
Rahma, et al. (2023)				X	X
Lei, et al. (2022)			X	X	
Choi, et al. (2021)			X	X	X
Yang, et al. (2019)			X	X	X

(ต่อ)

ตารางที่ 4.6 (ต่อ)

Citation	การคิดอย่างคล่องแคล่ว (Fluency)	การคิดอย่าง ยืดหยุ่น (Flexibility)	การคิดริเริ่ม (Originality)	การคิดละเอียดลออ (Elaboration)	การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (Creative Problem Solving)
Yue, et al. (2015)				X	X
Krisnajati, et al. (2024)				X	
Paraskeva, et al. (2024)				X	X
Sangwaranatee, et al. (2024)				X	X
Pham, et al. (2024)	X		X		
Chamorro-Atalaya, et al. (2024)		X	X	X	

ตารางที่ 4.6 แสดงกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับทักษะความคิดสร้างสรรค์ ประกอบด้วย 5 กิจกรรมหลัก: การคิดอย่างคล่องแคล่ว (Fluency), การคิดอย่างยืดหยุ่น (Flexibility), การคิดริเริ่ม (Originality), การคิดละเอียดลออ (Elaboration) และการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (Creative Problem Solving) จากการสังเคราะห์พบว่า Yulianti, et al. (2024) และ Chang, et al. (2023) มีการศึกษาที่ครอบคลุมทุกด้านของทักษะความคิดสร้างสรรค์ ในขณะที่งานวิจัยส่วนใหญ่เน้นที่การคิดละเอียดลออ (Elaboration) เป็นหลัก (Krisnajati, et al., 2024, Prasertsang, et al., 2024 และ Sangwaranatee, et al., 2024)

ส่วนที่ 7 Matrix แสดงขั้นตอนการพัฒนา (Citation × Development Stages)

ตารางที่ 4.7 Matrix แสดงขั้นตอนการพัฒนา (Citation × Development Stages)

Citation	การวิเคราะห์ บริบทและ ความต้องการ (Analysis)	การออกแบบ ไมโครเลิร์นนิ่ง (Micro Design)	การบูรณาการ STEAM (STEAM Integration)	การสร้าง สภาพแวดล้อม เสมือนจริง (Immersive Environment Creation)	การออกแบบ ความท้าทาย สร้างสรรค์ (Creative Challenge Design)	การพัฒนา ระบบการเรียนรู้ แบบเปิด (Open Learning System Development)	การประเมิน และปรับปรุง (Evaluation and Improvement)
Jatnkoon, et al. (2025)	X	X	X	X	X	X	X
Monib, et al. (2024)	X	X		X	X	X	
Junior, et al. (2024)		X		X	X	X	X
Caballero, et al. (2023)		X	X	X	X	X	X
Fuchs, et al. (2023)	X	X	X	X	X	X	
Holt, et al. (2024)	X	X	X	X	X	X	X
Chang, et al. (2023)		X	X	X	X	X	X
Beale, et al. (2022)	X	X	X	X	X	X	
Ojochegbe (2025)		X	X	X	X	X	
Yulianti, et al. (2024)		X	X	X	X	X	X
Insura, et al. (2024)	X		X	X	X	X	X
Sausan, et al. (2024)	X	X	X	X	X	X	
Pitsikalis, et al. (2024)		X		X	X	X	
Prasertsang, et al. (2024)	X	X	X	X	X	X	X
Utami, et al. (2024)	X			X		X	X
Chang, et al. (2023)	X	X	X	X	X	X	X
Laeli, et al. (2024)	X	X	X	X	X	X	X
Luo, et al. (2024)	X		X	X		X	
Lin, et al. (2024)		X	X	X	X	X	X
Pramasdyahsari, et al. (2024)	X	X	X	X	X	X	X
Rahma, et al. (2023)			X	X	X	X	X
Lei, et al. (2022)	X	X		X	X	X	
Choi, et al. (2021)		X		X	X	X	

(ต่อ)

ตารางที่ 4.7 (ต่อ)

Citation	การวิเคราะห์ บริบทและ ความต้องการ (Analysis)	การออกแบบ ไมโครเลิร์นนิ่ง (Micro Design)	การบูรณาการ STEAM (STEAM Integration)	การสร้าง สภาพแวดล้อม เสมือนจริง (Immersive Environment Creation)	การออกแบบ ความท้าทาย สร้างสรรค์ (Creative Challenge Design)	การพัฒนา ระบบการเรียนรู้ แบบเปิด (Open Learning System Development)	การประเมิน และปรับปรุง (Evaluation and Improvement)
Yang, et al. (2019)		X		X	X	X	X
Yue, et al. (2015)	X			X	X	X	X
Krisnajati, et al. (2024)	X	X	X	X	X	X	X
Paraskeva, et al. (2024)		X	X	X	X	X	
Sangwaranatee, et al. (2024)		X	X	X	X	X	X
Pham, et al. (2024)	X	X		X	X	X	X
Chamorro-Atalaya, et al. (2024)		X	X	X		X	X

ตารางที่ 4.7 นำเสนอขั้นตอนการพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ ประกอบด้วย 7 ขั้นตอน: การวิเคราะห์บริบทและความต้องการ (Analysis), การออกแบบไมโครเลิร์นนิ่ง (Micro Design), การบูรณาการ STEAM (STEAM Integration), การสร้างสภาพแวดล้อมเสมือนจริง (Immersive Environment Creation), การออกแบบความท้าทายสร้างสรรค์ (Creative Challenge Design), การพัฒนาระบบการเรียนรู้แบบเปิด (Open Learning System Development) และการประเมินและปรับปรุง (Evaluation and Improvement) จากการวิเคราะห์พบว่า Jatnkoon, et al. (2025), Prasertsang, et al. (2024), Chang, et al. (2023), Pramasdyahsari, et al. (2024) และ Krisnajati, et al. (2024) มีการศึกษาที่ครอบคลุมทุกขั้นตอนการพัฒนา ในขณะที่งานวิจัยส่วนใหญ่เน้นที่การสร้างสภาพแวดล้อมเสมือนจริงและการออกแบบความท้าทายสร้างสรรค์

ตอนที่ 2 สังเคราะห์ขั้นตอนและกิจกรรมการเรียนรู้

ผู้ศึกษาดำเนินการสร้าง Matrix สังเคราะห์ขั้นตอนและกิจกรรมการเรียนรู้ที่นำไปสู่ทักษะความคิดสร้างสรรค์ ดังตารางที่ 4.8

ส่วนที่ 1 Matrix ขั้นตอนการเรียนรู้ร่วมกับทักษะความคิดสร้างสรรค์ (Learning Phases × Creative Thinking Skills)

ตารางที่ 4.8 ขั้นตอนการเรียนรู้ร่วมกับทักษะความคิดสร้างสรรค์ (Learning Phases × Creative Thinking Skills)

ขั้นตอนการเรียนรู้	ความคิด คล่องแคล่ว (Fluency)	ความคิด ยืดหยุ่น (Flexibility)	ความคิด ริเริ่ม (Originality)	ความคิด ละเอียดลออ (Elaboration)	การแก้ปัญหา อย่างสร้างสรรค์ (Creative Problem Solving)	การคิด เชิงวิพากษ์ (Critical Thinking)	จินตนาการ (Imagination)	การมองเห็น ปัญหา (Problem Sensitivity)	การสังเคราะห์ ความคิด (Synthesis)	การเชื่อมโยง ความคิด (Connection Making)
การกระตุ้นความสนใจ (Engagement)	X	X	X	X		X	X	X	X	X
การสำรวจ (Exploration)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
การอธิบาย (Explanation)		X	X	X		X	X		X	X
การขยายความรู้ (Elaboration)	X	X	X	X		X	X		X	X
การประเมินผล (Evaluation)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
การแลกเปลี่ยนเรียนรู้ (Exchange)	X	X	X	X		X	X	X	X	X
การสร้างสรรค์ผลงาน (Creation)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

ตารางที่ 4.8 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างขั้นตอนการเรียนรู้ 7 ขั้นตอน กับทักษะความคิดสร้างสรรค์ 10 ด้าน โดยแสดงให้เห็นว่าแต่ละขั้นตอนการเรียนรู้สามารถส่งเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์ด้านใดบ้าง จากการวิเคราะห์พบว่า ขั้นตอนการสำรวจ (Exploration) การประเมินผล (Evaluation) และการสร้างสรรค์ผลงาน (Creation) เป็นขั้นตอนที่ส่งเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์ครบทั้ง 10 ด้าน (Jatnkoon, et al., 2025, Chang, et al., 2023) โดยเฉพาะการสร้างสรรค์ผลงานที่เป็นการบูรณาการทักษะความคิดสร้างสรรค์ทุกมิติเข้าด้วยกัน (Lin, et al., 2024, Pramasdyahsari, et al., 2024) สอดคล้องกับงานวิจัยของ Yang, et al. (2019) ที่พบว่าการเรียนรู้ผ่านการลงมือปฏิบัติในสภาพแวดล้อมเสมือนจริงช่วยส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์อย่างเป็นระบบ

ส่วนที่ 2 Matrix กิจกรรมการเรียนรู้ร่วมกับทักษะความคิดสร้างสรรค์ (Learning Activities × Creative Thinking Skills)

ตารางที่ 4.9 กิจกรรมการเรียนรู้ร่วมกับทักษะความคิดสร้างสรรค์ (Learning Activities × Creative Thinking Skills)

กิจกรรมการเรียนรู้	ความคิด คล่องแคล่ว (Fluency)	ความคิด ยืดหยุ่น (Flexibility)	ความคิด ริเริ่ม (Originality)	ความคิด ละเอียดลออ (Elaboration)	การแก้ปัญหา อย่างสร้างสรรค์	การคิด เชิงวิพากษ์ (Critical Thinking)	จินตนาการ (Imagination)	การมองเห็น ปัญหา (Problem Sensitivity)	การสังเคราะห์ ความคิด (Synthesis)	การเชื่อมโยง ความคิด (Connection Making)
การเรียนรู้แบบสืบเสาะ (Inquiry-based Learning)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
การเรียนรู้ผ่านโครงงาน (Project-based Learning)	X	X	X	X		X	X	X	X	X
การเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน (Problem-based Learning)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
การระดมสมอง (Brainstorming)				X		X		X		
การคิดเชิงออกแบบ (Design Thinking)	X	X	X	X		X		X	X	X
การเรียนรู้แบบร่วมมือ (Collaborative Learning)	X	X	X	X		X	X	X	X	X
การทดลองและลงมือปฏิบัติ (Experimentation)	X	X	X	X		X	X	X	X	X
การสะท้อนคิด (Reflection)		X	X	X		X	X		X	X
การสร้างต้นแบบ (Prototyping)		X	X	X	X	X	X	X	X	X
การเรียนรู้ผ่านเกม (Game-based Learning)		X	X	X		X	X		X	X

(ต่อ)

ตารางที่ 4.9 (ต่อ)

กิจกรรมการเรียนรู้	ความคิด คล่องแคล่ว (Fluency)	ความคิด ยืดหยุ่น (Flexibility)	ความคิด ริเริ่ม (Originality)	ความคิด ละเอียดลออ (Elaboration)	การแก้ปัญหา อย่างสร้างสรรค์	การคิด เชิงวิพากษ์ (Critical Thinking)	จินตนาการ (Imagination)	การมองเห็น ปัญหา (Problem Sensitivity)	การสังเคราะห์ ความคิด (Synthesis)	การเชื่อมโยง ความคิด (Connection Making)
การใช้เทคโนโลยี AR/VR (AR/VR Technology)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
การเรียนรู้แบบผสมผสาน (Blended Learning)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
การเรียนรู้แบบไมโคร (Microlearning)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
การเรียนรู้แบบสหวิทยาการ (Interdisciplinary Learning)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
การสร้างแรงบันดาลใจ (Inspiration)		X	X	X		X		X	X	X

ตารางที่ 4.9 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างกิจกรรมการเรียนรู้ 15 รูปแบบ กับทักษะความคิดสร้างสรรค์ 10 ด้าน โดยแสดงให้เห็นว่าแต่ละกิจกรรมการเรียนรู้สามารถส่งเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์ด้านใดบ้าง จากการวิเคราะห์พบว่ามีกิจกรรมการเรียนรู้ 5 รูปแบบที่ส่งเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์ครบทั้ง 10 ด้าน ได้แก่ การเรียนรู้แบบสืบเสาะ (Inquiry-based Learning) การเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน (Problem-based Learning) การใช้เทคโนโลยี AR/VR การเรียนรู้แบบผสมผสาน (Blended Learning) และการเรียนรู้แบบไมโคร (Microlearning) (Fuchs, et al., 2023, Choi, et al., 2021 และ Monib, et al., 2024) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Utami, et al. (2024) ที่พบว่าการผสมผสานเทคโนโลยีเสมือนจริงกับการเรียนรู้แบบสืบเสาะช่วยพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์อย่างมีนัยสำคัญ

ส่วนที่ 3 Matrix ขั้นตอนการเรียนรู้ ร่วมกับ กิจกรรมการเรียนรู้ (Learning Phases × Learning Activities)

ตารางที่ 4.10 ขั้นตอนการเรียนรู้ ร่วมกับ กิจกรรมการเรียนรู้ (Learning Phases × Learning Activities)

ขั้นตอนการเรียนรู้/ กิจกรรมการเรียนรู้	การเรียนรู้ แบบสืบเสาะ (Inquiry-based Learning)	การเรียนรู้ ผ่านโครงงาน (Project-based Learning)	การเรียนรู้ แบบปัญหา เป็นฐาน (Problem-based Learning)	การระดมสมอง (Brainstorming)	การคิด เชิงออกแบบ (Design Thinking)	การเรียนรู้ แบบร่วมมือ (Collaborative Learning)	การทดลอง และลงมือปฏิบัติ (Experimentation)	การสะท้อนคิด (Reflection)	การสร้าง ต้นแบบ (Prototyping)	การเรียนรู้ ผ่านเกม (Game-based Learning)	การใช้ เทคโนโลยี AR/VR (AR/VR Technology)	การเรียนรู้ แบบผสมผสาน (Blended Learning)	การเรียนรู้ แบบไมโคร (Microlearning)	การเรียนรู้ แบบสหวิทยาการ (Interdisciplinary Learning)	การสร้าง แรงบันดาลใจ (Inspiration)
การกระตุ้นความสนใจ (Engagement)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
การสำรวจ (Exploration)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
การอธิบาย (Explanation)	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
การขยายความรู้ (Elaboration)	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
การประเมินผล (Evaluation)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
การแลกเปลี่ยนเรียนรู้ (Exchange)	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
การสร้างสรรค์ผลงาน (Creation)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

ตารางที่ 4.10 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างขั้นตอนการเรียนรู้ 7 ขั้นตอน กับกิจกรรมการเรียนรู้ 15 รูปแบบ โดยแสดงให้เห็นว่าแต่ละขั้นตอนการเรียนรู้สามารถใช้กิจกรรมการเรียนรู้ใดได้บ้าง จากการวิเคราะห์พบว่าขั้นตอนการกระตุ้นความสนใจ (Engagement) การสำรวจ (Exploration) การประเมินผล (Evaluation) และการสร้างสรรค์ผลงาน (Creation) สามารถใช้กิจกรรมการเรียนรู้ได้ครบทั้ง 15 รูปแบบ (Jatnkoon, et al., 2025 และ Sangwaranatee, et al., 2024) สอดคล้องกับงานวิจัยของ

Prasertsang, et al. (2024) ที่พบว่าการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลายสอดคล้องกับขั้นตอนการเรียนรู้จะช่วยส่งเสริมการพัฒนาทักษะความคิดสร้างสรรค์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะในขั้นตอนการสร้างสรรค์ผลงานที่ควรผสมผสานกิจกรรมที่หลากหลาย (Yulianti, et al., 2024 และ Luo, et al., 2024)

ส่วนที่ 4 สรุปกิจกรรมที่ส่งเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์มากที่สุด

ตารางที่ 4.11 กิจกรรมที่ส่งเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์มากที่สุด (Top 5)

ลำดับ	กิจกรรมการเรียนรู้	จำนวนทักษะที่ส่งเสริม	ทักษะที่เกี่ยวข้อง
1	การเรียนรู้แบบสืบเสาะ (Inquiry-based Learning)	10	ความคิดคล่องแคล่ว, ความคิดยืดหยุ่น, ความคิดริเริ่ม, ความคิดละเอียดลออ, การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์, การคิดเชิงวิพากษ์, จินตนาการ, การมองเห็นปัญหา, การสังเคราะห์ความคิด, การเชื่อมโยงความคิด
2	การเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน (Problem-based Learning)	10	ความคิดคล่องแคล่ว, ความคิดยืดหยุ่น, ความคิดริเริ่ม, ความคิดละเอียดลออ, การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์, การคิดเชิงวิพากษ์, จินตนาการ, การมองเห็นปัญหา, การสังเคราะห์ความคิด, การเชื่อมโยงความคิด
3	การใช้เทคโนโลยี AR/VR (AR/VR Technology)	10	ความคิดคล่องแคล่ว, ความคิดยืดหยุ่น, ความคิดริเริ่ม, ความคิดละเอียดลออ, การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์, การคิดเชิงวิพากษ์, จินตนาการ, การมองเห็นปัญหา, การสังเคราะห์ความคิด, การเชื่อมโยงความคิด
4	การเรียนรู้แบบผสมผสาน (Blended Learning)	10	ความคิดคล่องแคล่ว, ความคิดยืดหยุ่น, ความคิดริเริ่ม, ความคิดละเอียดลออ, การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์, การคิดเชิงวิพากษ์, จินตนาการ, การมองเห็นปัญหา, การสังเคราะห์ความคิด, การเชื่อมโยงความคิด
5	การเรียนรู้แบบไมโคร (Microlearning)	10	ความคิดคล่องแคล่ว, ความคิดยืดหยุ่น, ความคิดริเริ่ม, ความคิดละเอียดลออ, การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์, การคิดเชิงวิพากษ์, จินตนาการ, การมองเห็นปัญหา, การสังเคราะห์ความคิด, การเชื่อมโยงความคิด

จากตารางที่ 4.11 สรุปกิจกรรมการเรียนรู้ 5 อันดับแรกที่ส่งเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์มากที่สุด โดยพิจารณาจากจำนวนทักษะที่ส่งเสริม ได้แก่ การเรียนรู้แบบสืบเสาะ (Inquiry-based Learning) การเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน (Problem-based Learning) การใช้เทคโนโลยี AR/VR การเรียนรู้แบบผสมผสาน (Blended Learning) และการเรียนรู้แบบไมโคร (Microlearning) ซึ่งแต่ละกิจกรรมส่งเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์ครบทั้ง 10 ด้าน (Ojochegbe, 2025 และ Caballero, et al., 2023) จากการศึกษาของ Holt, et al. (2024) พบว่าการใช้เทคโนโลยี AR/VR มีประสิทธิภาพสูงในการส่งเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์ เนื่องจากช่วยสร้างประสบการณ์ดื่มด่ำที่กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดจินตนาการและความคิดริเริ่ม สอดคล้องกับงานวิจัยของ Pitsikalis, et al. (2024) ที่พบว่าการเรียนรู้แบบไมโครที่ผสมผสานกับเทคโนโลยีเสมือนจริงช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการพัฒนาทักษะความคิดสร้างสรรค์

ส่วนที่ 5 สรุปขั้นตอนการเรียนรู้ที่ส่งเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์มากที่สุด

ตารางที่ 4.12 ขั้นตอนการเรียนรู้ที่ส่งเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์มากที่สุด

ลำดับ	ขั้นตอนการเรียนรู้	จำนวนทักษะที่ส่งเสริม	ทักษะที่เกี่ยวข้อง
1	การสำรวจ (Exploration)	10	ความคิดคล่องแคล่ว, ความคิดยืดหยุ่น, ความคิดริเริ่ม, ความคิดละเอียดลออ, การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์, การคิดเชิงวิพากษ์, จินตนาการ, การมองเห็นปัญหา, การสังเคราะห์ความคิด, การเชื่อมโยงความคิด
2	การประเมินผล (Evaluation)	10	ความคิดคล่องแคล่ว, ความคิดยืดหยุ่น, ความคิดริเริ่ม, ความคิดละเอียดลออ, การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์, การคิดเชิงวิพากษ์, จินตนาการ, การมองเห็นปัญหา, การสังเคราะห์ความคิด, การเชื่อมโยงความคิด
3	การสร้างสรรค์ผลงาน (Creation)	10	ความคิดคล่องแคล่ว, ความคิดยืดหยุ่น, ความคิดริเริ่ม, ความคิดละเอียดลออ, การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์, การคิดเชิงวิพากษ์, จินตนาการ, การมองเห็นปัญหา, การสังเคราะห์ความคิด, การเชื่อมโยงความคิด
4	การกระตุ้นความสนใจ (Engagement)	9	ความคิดคล่องแคล่ว, ความคิดยืดหยุ่น, ความคิดริเริ่ม, ความคิดละเอียดลออ, การคิดเชิงวิพากษ์, จินตนาการ, การมองเห็นปัญหา, การสังเคราะห์ความคิด, การเชื่อมโยงความคิด
5	การแลกเปลี่ยนเรียนรู้ (Exchange)	9	ความคิดคล่องแคล่ว, ความคิดยืดหยุ่น, ความคิดริเริ่ม, ความคิดละเอียดลออ, การคิดเชิงวิพากษ์, จินตนาการ, การมองเห็นปัญหา, การสังเคราะห์ความคิด, การเชื่อมโยงความคิด

จากตารางที่ 4.12 ผู้ศึกษาสรุปขั้นตอนการเรียนรู้ 5 อันดับแรกที่ส่งเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์มากที่สุด โดยพิจารณาจากจำนวนทักษะที่ส่งเสริม ได้แก่ การสำรวจ (Exploration) การประเมินผล (Evaluation) การสร้างสรรค์ผลงาน (Creation) การกระตุ้นความสนใจ (Engagement) และการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ (Exchange) โดย 3 ขั้นตอนแรกส่งเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์ครบทั้ง 10 ด้าน (Lei, et al., 2022 และ Chang, et al., 2023) สอดคล้องกับงานวิจัยของ Insura, et al. (2024) ที่พบว่าขั้นตอนการสำรวจเป็นขั้นตอนสำคัญที่กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการคิดอย่างหลากหลายและคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ขณะที่ Sausan, et al. (2024) พบว่าการสร้างสรรค์ผลงานเป็นขั้นตอนที่ช่วยให้ผู้เรียนได้บูรณาการทักษะความคิดสร้างสรรค์ทุกด้านเข้าด้วยกันอย่างมีประสิทธิภาพ

ส่วนที่ 6 โมเดลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์ (SIMPLE Model) จากการสังเคราะห์ข้อมูลทั้งหมด สามารถสรุปเป็นโมเดลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์ที่เรียกว่า "SIMPLE" Model ดังตารางที่ 4.13

ตารางที่ 4.13 "SIMPLE" Model

	ขั้นตอนการเรียนรู้	กิจกรรมหลัก	ทักษะที่ส่งเสริม
S-Stimulation (การกระตุ้น)	การกระตุ้นความสนใจ (Engagement)	การสร้างแรงบันดาลใจ, การใช้เทคโนโลยี AR/VR, การเรียนรู้ผ่านเกม	ความคิดริเริ่ม, จินตนาการ, การมองเห็นปัญหา
I-Investigation (การสืบเสาะ)	การสำรวจ (Exploration)	การเรียนรู้แบบสืบเสาะ, การเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน	ความคิดคล่องแคล่ว, ความคิดยืดหยุ่น, การมองเห็นปัญหา, การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์
M–Making (การสร้าง)	การสร้างสรรค์ผลงาน (Creation)	การเรียนรู้ผ่านโครงงาน, การสร้างต้นแบบ, การทดลองและลงมือปฏิบัติ	ความคิดริเริ่ม, ความคิดละเอียดลออ, การสังเคราะห์ความคิด
P-Processing (การประมวลผล)	การอธิบาย (Explanation), การขยายความรู้ (Elaboration)	การสะท้อนคิด, การเรียนรู้แบบสหวิทยาการ	ความคิดละเอียดลออ, การคิดเชิงวิพากษ์, การเชื่อมโยงความคิด
L-Learning Community (ชุมชนแห่งการเรียนรู้)	การแลกเปลี่ยนเรียนรู้ (Exchange)	การเรียนรู้แบบร่วมมือ, การเรียนรู้แบบผสมผสาน	ความคิดยืดหยุ่น, การสังเคราะห์ความคิด, การเชื่อมโยงความคิด

(ต่อ)

ตารางที่ 4.13 (ต่อ)

	ขั้นตอนการเรียนรู้	กิจกรรมหลัก	ทักษะที่ส่งเสริม
E-Evaluation (การประเมิน)	การประเมินผล (Evaluation)	การคิดเชิงออกแบบ, การสะท้อนคิด	การคิดเชิงวิพากษ์, การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์, การประเมินความคิด

โมเดล SIMPLE นี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการออกแบบการเรียนการสอนที่บูรณาการไมโครเลิร์นนิ่ง สะตีม สภาพแวดล้อมดื่มด่ำเสมือนจริง และการเรียนการสอนแบบเปิด เพื่อส่งเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์ได้อย่างมีประสิทธิภาพและครอบคลุมทุกมิติของความคิดสร้างสรรค์ โมเดล SIMPLE เป็นโมเดลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์ที่พัฒนาขึ้นจากการสังเคราะห์ข้อมูลทั้งหมด ประกอบด้วย 6 องค์ประกอบ

S-Stimulation (การกระตุ้น): เน้นการกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนผ่านการสร้างแรงบันดาลใจ เทคโนโลยี AR/VR และการเรียนรู้ผ่านเกม (Yue, et al., 2015 และ Choi, et al., 2021)

I-Investigation (การสืบเสาะ): เน้นการสำรวจและสืบค้นความรู้ผ่านการเรียนรู้แบบสืบเสาะและการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน (Junior, et al., 2024 และ Krisnajati, et al., 2024)

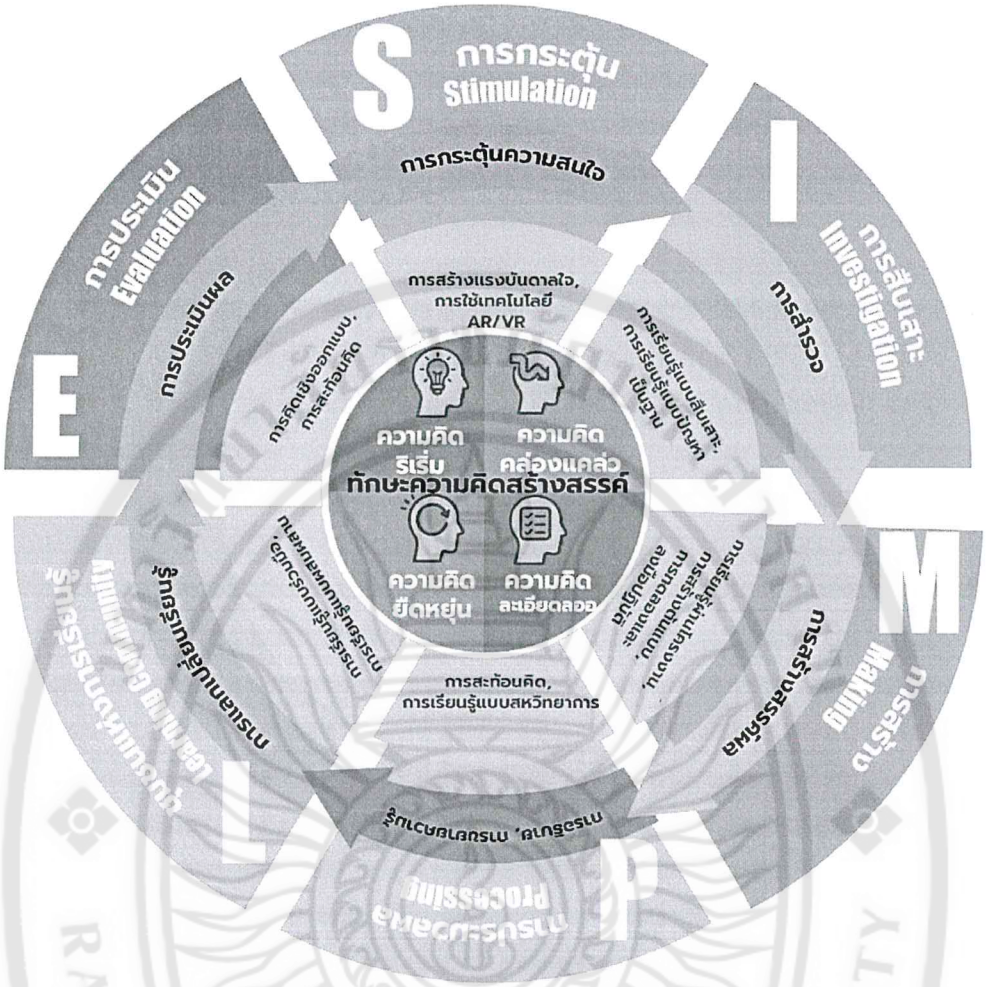
M-Making (การสร้าง): เน้นการสร้างสรรค์ผลงานผ่านการเรียนรู้โครงงาน การสร้างต้นแบบและการทดลอง (Paraskeva, et al., 2024 และ Yulianti, et al., 2024)

P-Processing (การประมวลผล): เน้นการประมวลความรู้ผ่านการสะท้อนคิดและการเรียนรู้แบบสหวิทยาการ (Beale, et al., 2022 และ Lin, et al., 2024)

L-Learning Community (ชุมชนแห่งการเรียนรู้): เน้นการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ผ่านการเรียนรู้แบบร่วมมือและแบบผสมผสาน (Utami, et al., 2024, Yang, et al., 2019)

E-Evaluation (การประเมิน): เน้นการประเมินผลผ่านการคิดเชิงออกแบบและการสะท้อนคิด (Rahma, et al., 2023 และ Pramasdyahsari, et al., 2024)

นี้สอดคล้องกับแนวคิดของ Jatnkoon, et al. (2025) ที่นำเสนอโมเดลการเรียนรู้แบบบูรณาการที่ผสมผสานไมโครเลิร์นนิ่ง สะตีม สภาพแวดล้อมดื่มด่ำเสมือนจริง และการเรียนการสอนแบบเปิด เพื่อส่งเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์ และงานวิจัยของ Pham, et al. (2024) ที่เน้นการจัดโมเดล SIMPLE กิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลายและสอดคล้องกับขั้นตอนการเรียนรู้ของผู้เรียน โมเดลนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการออกแบบการเรียนการสอนที่มุ่งพัฒนาทักษะความคิดสร้างสรรค์อย่างเป็นระบบและมีประสิทธิภาพ (Chamorro-Atalaya, et al., 2024 และ Luo, et al., 2024)



ภาพที่ 4.1 โมเดล SIMPLE จากการสังเคราะห์ข้อมูล

สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์

ส่วนที่ 1 องค์ประกอบของสภาพแวดล้อมการเรียนรู้

การพัฒนาสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์ ประกอบด้วย 5 องค์ประกอบหลัก ดังนี้

1. ไมโครเลิร์นนิ่ง (Microlearning)

ไมโครเลิร์นนิ่งเป็นการเรียนรู้ในรูปแบบของเนื้อหาขนาดสั้นและกระชับที่ออกแบบให้เข้าถึงง่าย โดยเฉพาะบนอุปกรณ์เคลื่อนที่ (Monib, et al., 2024) โดยมีลักษณะเด่นคือ การแบ่งเนื้อหาการเรียนรู้ออกเป็นหน่วยย่อย ๆ ที่ใช้เวลาเรียนรู้ประมาณ 3-5 นาที มีเป้าหมายเฉพาะ สามารถนำไปใช้ได้ทันที และมีความยืดหยุ่น (Ojochegbe, 2025) ไมโครเลิร์นนิ่งช่วยตอบสนองต่อความสนใจและสมาธิของผู้เรียนยุคดิจิทัลที่มีระยะความสนใจสั้น (Junior, et al., 2024) โดยรูปแบบของไมโครคอน

เทนต์อาจเป็นวิดีโอสั้น อินโฟกราฟิก แบบทดสอบรวดเร็ว บทเรียนย่อย หรือการ์ดความรู้ (Chamorro-Atalaya, et al., 2024)

2. สะตีม (STEAM)

สะตีมเป็นแนวคิดการเรียนรู้แบบบูรณาการที่ผสมผสานวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ ศิลปะ และคณิตศาสตร์เข้าด้วยกัน (Jatnkoon, et al., 2025) เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์ การคิดสร้างสรรค์ และการแก้ปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพ กิจกรรมสะตีมมุ่งเน้นการเรียนรู้ผ่านโครงงาน (Project-based Learning) การคิดเชิงออกแบบ (Design Thinking) และการเรียนรู้แบบลงมือปฏิบัติ (Hands-on Learning) (Sausan, et al., 2024) นอกจากนี้ ยังส่งเสริมการเรียนรู้แบบสหวิทยาการที่เชื่อมโยงความรู้จากศาสตร์ที่หลากหลาย (Prasertsang, et al., 2024) ซึ่งช่วยพัฒนาทักษะที่จำเป็นสำหรับอนาคต เช่น การคิดเชิงวิพากษ์ การทำงานร่วมกัน และการสื่อสาร (Krisnajati, et al., 2024)

3. สภาพแวดล้อมดื่มด่ำเสมือนจริง (Immersive Environment)

สภาพแวดล้อมดื่มด่ำเสมือนจริงเป็นการสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ที่ผู้เรียนรู้สึกเหมือนอยู่ในสถานการณ์จริง โดยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง เช่น ความจริงเสมือน (VR) และความจริงเสริม (AR) (Pitsikalis, et al., 2024) เพื่อสร้างการมีส่วนร่วมและการเรียนรู้ผ่านประสาทสัมผัสหลายด้าน (Choi, et al., 2021) การใช้เทคโนโลยี AR/VR ช่วยให้ผู้เรียนสามารถมองเห็น สัมผัส และโต้ตอบกับสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้ได้อย่างเป็นธรรมชาติ ซึ่งช่วยกระตุ้นความสนใจและสร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้ (Utami, et al., 2024) นอกจากนี้ ยังช่วยให้ผู้เรียนสามารถเข้าถึงสถานการณ์จำลองที่อาจเป็นอันตรายหรือไม่สามารถเข้าถึงได้ในโลกจริง (Fuchs, et al., 2023)

4. การเรียนการสอนแบบเปิด (Open Learning)

การเรียนการสอนแบบเปิดเป็นแนวคิดที่ให้ผู้เรียนสามารถเข้าถึงเนื้อหาการเรียนรู้ได้อย่างอิสระ มีความยืดหยุ่นในการเลือกเส้นทางการเรียนรู้ของตนเอง และสามารถเรียนรู้ได้ทุกที่ทุกเวลา (Monib, et al., 2024) กิจกรรมการเรียนรู้แบบเปิดอาจรวมถึงการใช้ทรัพยากรการศึกษาแบบเปิด (OER) การเรียนรู้ผ่านหลักสูตรออนไลน์แบบเปิด (MOOCs) และการแลกเปลี่ยนความรู้และทรัพยากรระหว่างผู้เรียน (Yue, et al., 2015) การเรียนการสอนแบบเปิดช่วยสร้างโอกาสให้ผู้เรียนทุกคนสามารถเข้าถึงการศึกษาที่มีคุณภาพ และส่งเสริมการเรียนรู้ตลอดชีวิต (Yang, et al., 2019)

5. ทักษะความคิดสร้างสรรค์ (Creative Thinking Skills)

ทักษะความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถในการคิดนอกกรอบ เพื่อสร้างสรรค์แนวคิดหรือผลงานที่แปลกใหม่และมีประโยชน์ (Yulianti, et al., 2024) ทักษะความคิดสร้างสรรค์ประกอบด้วยองค์ประกอบหลายด้าน ได้แก่ การคิดอย่างคล่องแคล่ว (Fluency) การคิดอย่างยืดหยุ่น (Flexibility) การคิดริเริ่ม (Originality) การคิดละเอียดลออ (Elaboration) และการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (Creative Problem Solving) (Chang, et al., 2023) การพัฒนาทักษะความคิดสร้างสรรค์ช่วยให้ผู้เรียนสามารถรับมือกับความท้าทายใหม่ ๆ และปรับตัวเข้ากับการเปลี่ยนแปลงของโลกในอนาคตได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Holt, et al., 2024)

ส่วนที่ 2 ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามโมเดล SIMPLE

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในสภาพแวดล้อมไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์ ใช้โมเดล SIMPLE ซึ่งประกอบด้วย 6 ขั้นตอนหลัก ดังนี้

1. S-Stimulation (การกระตุ้น) ขั้นตอนนี้เน้นการกระตุ้นความสนใจและแรงจูงใจของผู้เรียนผ่านกิจกรรมที่น่าสนใจและท้าทาย (Yue, et al., 2015) โดยใช้กิจกรรมหลัก ได้แก่

1.1 การสร้างแรงบันดาลใจผ่านการใช้สื่อดิจิทัลที่น่าสนใจและเนื้อหาไมโครเลิร์นนิ่งที่กระชับ

1.2 การใช้เทคโนโลยี AR/VR เพื่อสร้างประสบการณ์ดื่มด่ำที่ดึงดูดความสนใจของผู้เรียน (Choi, et al., 2021)

1.3 การเรียนรู้ผ่านเกมหรือการจำลองสถานการณ์ที่ท้าทายและสนุกสนาน

ขั้นตอนนี้มุ่งพัฒนาทักษะความคิดริเริ่ม จินตนาการ และการมองเห็นปัญหา ซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นสำคัญของกระบวนการคิดสร้างสรรค์ (Rahma, et al., 2023)

2. I-Investigation (การสืบเสาะ) ขั้นตอนนี้เน้นการส่งเสริมให้ผู้เรียนได้สำรวจ ค้นคว้า และรวบรวมข้อมูลเพื่อนำไปสู่การสร้างความรู้ (Junior, et al., 2024) โดยใช้กิจกรรมหลัก ได้แก่

2.1 การเรียนรู้แบบสืบเสาะที่ให้ผู้เรียนตั้งคำถาม สร้างสมมติฐาน และค้นหาคำตอบด้วยตนเอง

2.2 การเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานที่ใช้สถานการณ์ปัญหาจริงเป็นจุดเริ่มต้นในการเรียนรู้ (Krisnajati, et al., 2024)

2.3 การใช้เทคโนโลยี AR/VR เพื่อสำรวจสภาพแวดล้อมหรือปรากฏการณ์ที่ไม่สามารถเข้าถึงได้ในชีวิตจริง

ขั้นตอนนี้มุ่งพัฒนาทักษะความคิดคล่องแคล่ว ความคิดยืดหยุ่น การมองเห็นปัญหา และการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (Paraskeva, et al., 2024)

3. M-Making (การสร้าง) ขั้นตอนนี้เน้นการให้ผู้เรียนได้ลงมือสร้างสรรค์ผลงานหรือชิ้นงานที่เป็นรูปธรรม เพื่อแสดงความเข้าใจและความคิดสร้างสรรค์ (Yulianti, et al., 2024) โดยใช้กิจกรรมหลัก ได้แก่

3.1 การเรียนรู้ผ่านโครงงานที่ให้ผู้เรียนได้วางแผน ออกแบบ และดำเนินการสร้างชิ้นงานตามความสนใจ

3.2 การสร้างต้นแบบที่ช่วยให้ผู้เรียนได้ทดลองแนวคิดและปรับปรุงผลงานอย่างต่อเนื่อง (Paraskeva, et al., 2024)

3.3 การทดลองและลงมือปฏิบัติที่ช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ผ่านประสบการณ์ตรง

ขั้นตอนนี้มุ่งพัฒนาทักษะความคิดริเริ่ม ความคิดละเอียดลออ และการสังเคราะห์ความคิดซึ่งสำคัญต่อการสร้างผลงานที่มีคุณภาพและแปลกใหม่ (Luo, et al., 2024)

4. P-Processing (การประมวลผล) ขั้นตอนนี้เน้นการให้ผู้เรียนได้ประมวลความรู้ เชื่อมโยงแนวคิด และขยายความเข้าใจให้ลึกซึ้งยิ่งขึ้น (Beale, et al., 2022) โดยใช้กิจกรรมหลัก ได้แก่

4.1 การสะท้อนคิดที่ช่วยให้ผู้เรียนได้ทบทวนกระบวนการเรียนรู้และผลงานของตนเอง

4.2 การเรียนรู้แบบสหวิทยาการที่ช่วยให้ผู้เรียนเชื่อมโยงความรู้จากหลากหลายศาสตร์ (Lin, et al., 2024)

4.3 การใช้เทคโนโลยีดิจิทัลเพื่อนำเสนอและอธิบายแนวคิดอย่างเป็นระบบ

ขั้นตอนนี้มุ่งพัฒนาทักษะความคิดละเอียดลออ การคิดเชิงวิพากษ์ และการเชื่อมโยงความคิด ซึ่งช่วยให้ผู้เรียนสามารถสื่อสารแนวคิดและผลงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Insura, et al., 2024)

5. L-Learning Community (ชุมชนแห่งการเรียนรู้) ขั้นตอนนี้เน้นการส่งเสริมการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างผู้เรียน การทำงานร่วมกัน และการสร้างชุมชนแห่งการเรียนรู้ (Utami, et al., 2024) โดยใช้กิจกรรมหลัก ได้แก่:

5.1 การเรียนรู้แบบร่วมมือที่ส่งเสริมการทำงานเป็นทีมและการแบ่งปันความรู้

5.2 การเรียนรู้แบบผสมผสานที่ใช้ทั้งการเรียนรู้แบบออนไลน์และแบบพบหน้า (Yang, et al., 2019)

5.3 การใช้เทคโนโลยีดิจิทัลและแพลตฟอร์มการเรียนรู้แบบเปิดเพื่อสร้างเครือข่ายการเรียนรู้ที่กว้างขวาง

ขั้นตอนนี้มุ่งพัฒนาทักษะความคิดยืดหยุ่น การสังเคราะห์ความคิด และการเชื่อมโยงความคิด ซึ่งช่วยให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาแนวคิดที่หลากหลายและสร้างสรรค์ (Pham, et al., 2024)

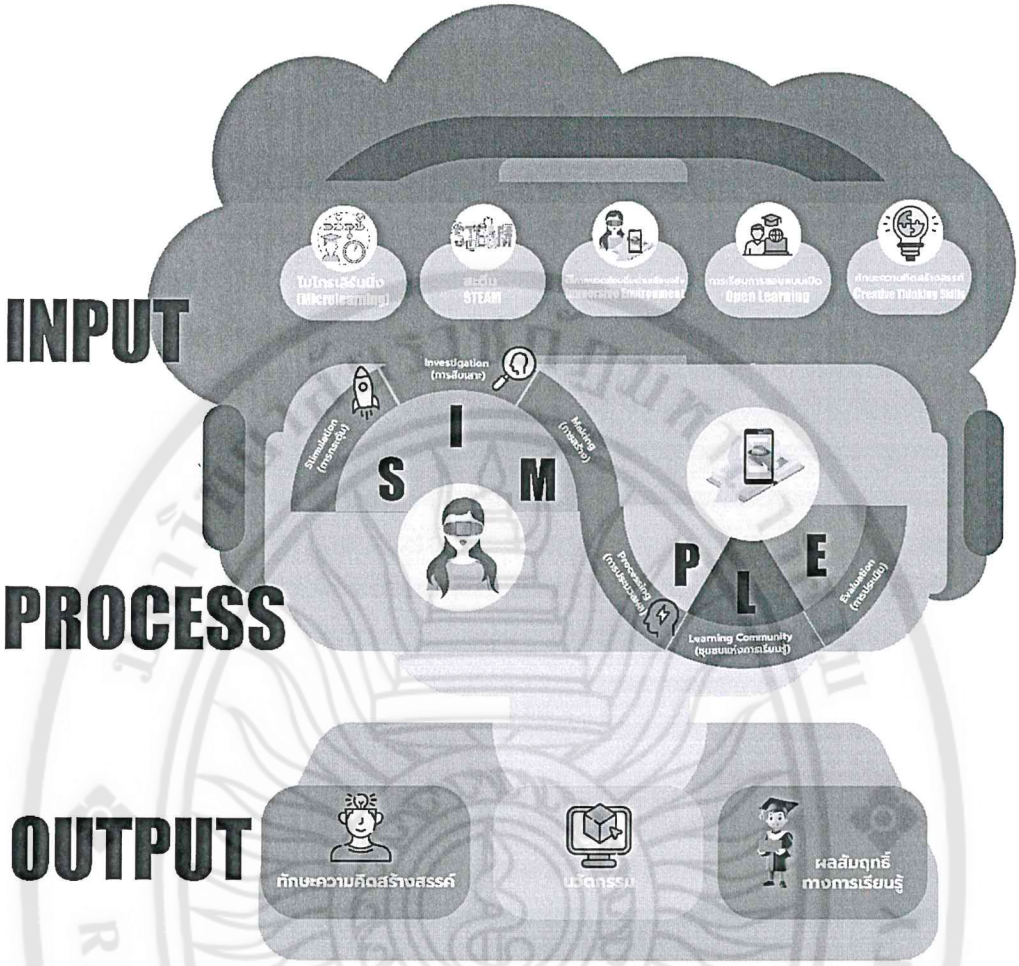
6. E-Evaluation (การประเมิน) ขั้นตอนนี้เน้นการประเมินผลการเรียนรู้และผลงานของผู้เรียน เพื่อให้ข้อมูลป้อนกลับและปรับปรุงการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง (Rahma, et al., 2023) โดยใช้กิจกรรมหลัก ได้แก่

6.1 การคิดเชิงออกแบบที่เน้นการทดสอบและปรับปรุงผลงานอย่างต่อเนื่อง

6.2 การสะท้อนคิดที่ช่วยให้ผู้เรียนประเมินกระบวนการเรียนรู้และผลงานของตนเอง (Pramasdyahsari, et al., 2024)

6.3 การใช้เทคโนโลยีดิจิทัลเพื่อรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ผลการเรียนรู้อย่างเป็นระบบ

ขั้นตอนนี้มุ่งพัฒนาทักษะการคิดเชิงวิพากษ์ การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และการประเมินความคิด ซึ่งช่วยให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาผลงานให้มีคุณภาพและตอบสนองต่อความต้องการได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Chamorro-Atalaya, et al., 2024)



ภาพที่ 4.2 สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์

สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์ เป็นการบูรณาการองค์ประกอบสำคัญ 5 ประการ ได้แก่ ไมโครเลิร์นนิ่ง สะตีม สภาพแวดล้อมดื่มด่ำเสมือนจริง การเรียนการสอนแบบเปิด และทักษะความคิดสร้างสรรค์ เข้ากับขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามโมเดล SIMPLE ได้แก่ Stimulation, Investigation, Making, Processing, Learning Community และ Evaluation เพื่อสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพและส่งเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์อย่างรอบด้าน (Jatnkoon, et al., 2025) การบูรณาการทั้ง 5 องค์ประกอบเข้ากับโมเดล SIMPLE ช่วยสร้างสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่ตอบสนองต่อความต้องการของผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 ที่ต้องการทักษะความคิดสร้างสรรค์ ความสามารถในการแก้ปัญหา และความสามารถในการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลง (Sangwaranatee, et al., 2024) นอกจากนี้ ยังช่วยสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ที่น่าสนใจ ดึงดูดใจ และมีความหมายสำหรับผู้เรียน ซึ่งส่งผลต่อการพัฒนาทักษะความคิดสร้างสรรค์อย่างยั่งยืน (Sausan, et al., 2024)

ผลการประเมินสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์ จากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญโดยผู้ศึกษานำต้นแบบของสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์ไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านการออกแบบการเรียนการสอน ด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ ด้านเทคโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา จำนวน 8 คน ประเมินความเหมาะสมของสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์ เพื่อนำไปทดลองใช้ต่อไป นำเสนอดังนี้

ตารางที่ 4.14 ผลการประเมินสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์

รายการประเมิน	$\bar{X}$	$S.D.$	ระดับความเหมาะสม
ความเหมาะสมขององค์ประกอบสภาพแวดล้อมการเรียนรู้	4.62	0.51	มากที่สุด
ความสอดคล้องของกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (SIMPLE Model)	4.75	0.48	มากที่สุด
ความสามารถในการเสริมสร้างทักษะความคิดสร้างสรรค์	4.86	0.42	มากที่สุด
ความเป็นไปได้ในการนำไปใช้จริง (Practical Implementation)	4.64	0.32	มากที่สุด
ภาพรวม	4.72	0.48	มากที่สุด

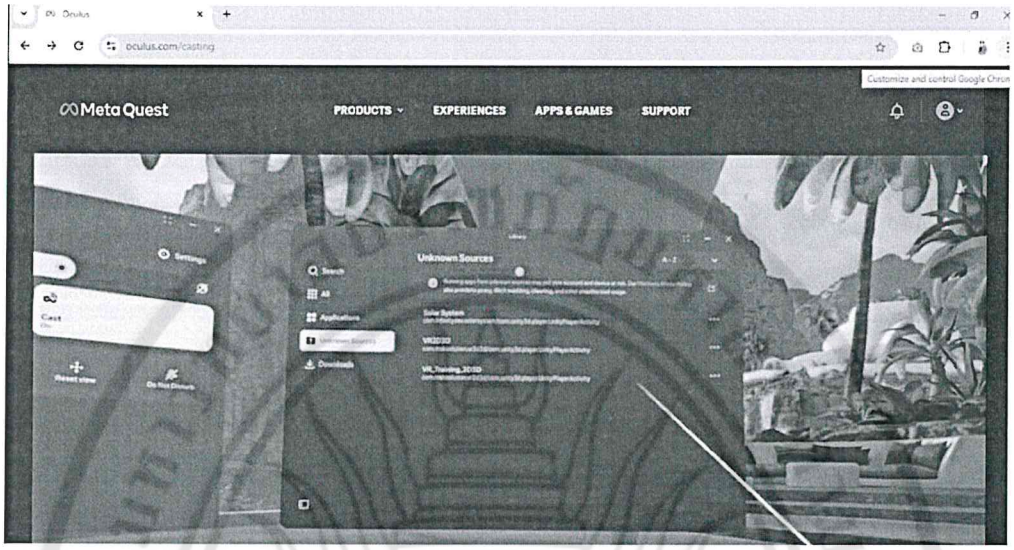
จากตารางที่ 4.5 ผลการประเมินความเหมาะสมของสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์ โดยผู้ทรงคุณวุฒิ 8 ท่าน พบว่า ภาพรวมมีความเหมาะสมโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$=4.72, S.D.=0.48) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ทุกด้านมีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด โดยด้านที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดคือ ความสามารถในการเสริมสร้างทักษะความคิดสร้างสรรค์ ($\bar{X}$=4.86, S.D.=0.42) รองลงมาคือ ความสอดคล้องของกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (SIMPLE Model) ($\bar{X}$=4.75, S.D.=0.48) ความเป็นไปได้ในการนำไปใช้จริง (Practical Implementation) ($\bar{X}$=4.64, S.D.=0.32) ความเหมาะสมขององค์ประกอบสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ ($\bar{X}$=4.62, S.D.=0.51)

ผลการพัฒนาสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์

ผู้ศึกษาได้ทำการพัฒนาเทคโนโลยีการเรียนรู้แบบดื่มด่ำเสมือนจริงเพื่อใช้ในสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีม โดยมีรายละเอียดดังนี้

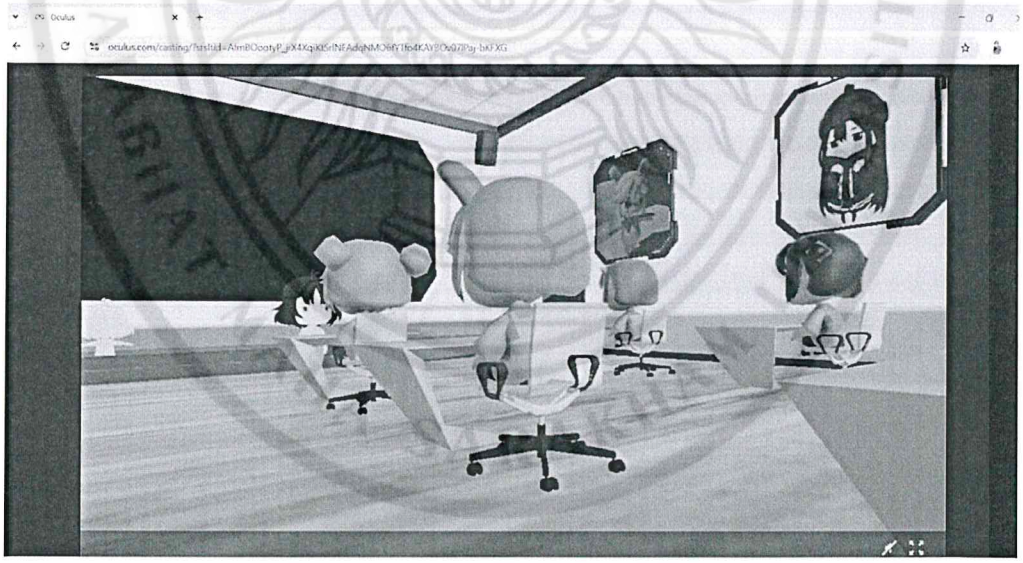
1. เทคโนโลยีความจริงเสมือน (VR)

โดยผู้ศึกษาได้ทำการพัฒนาเป็นแอปพลิเคชัน VR training 2D3D ซึ่งต้องเล่นผ่านแว่น Oculus Quest 2 ดังภาพที่ 4.3

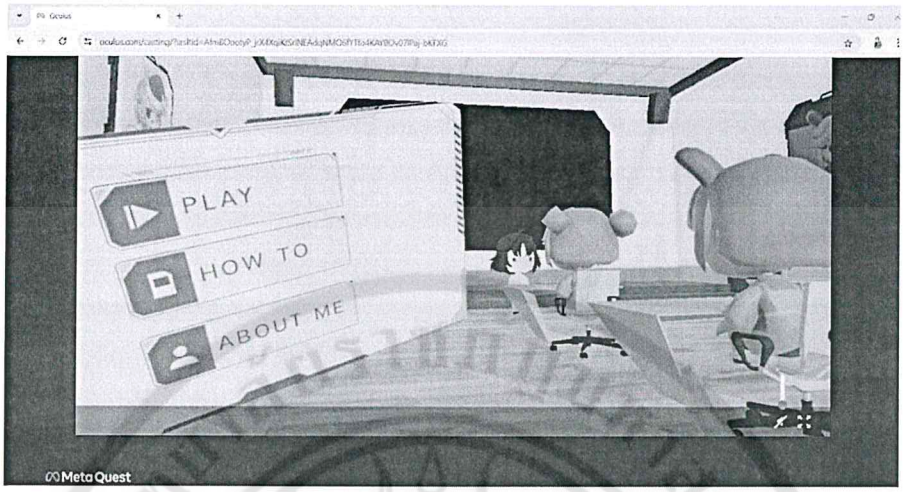


ภาพที่ 4.3 หน้าจอแสดงไอคอนแอปพลิเคชัน AR 2D3D Training

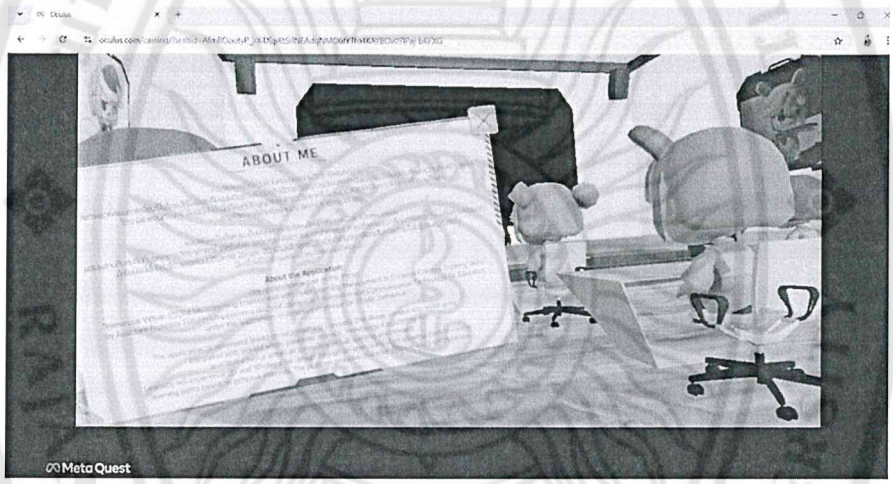
เมื่อคลิกที่ไอคอน VR training 2D3D เพื่อเปิดการทำงานของแอปพลิเคชันจะปรากฏหน้าจอที่ทำการโหลดการทำงานเพื่อเปิดโปรแกรม ดังภาพที่ 4.4-4.10



ภาพที่ 4.4 สภาพแวดล้อมการเรียนรู้โดยใช้ VR สอนการออกแบบตัวละคร 2D และ 3D



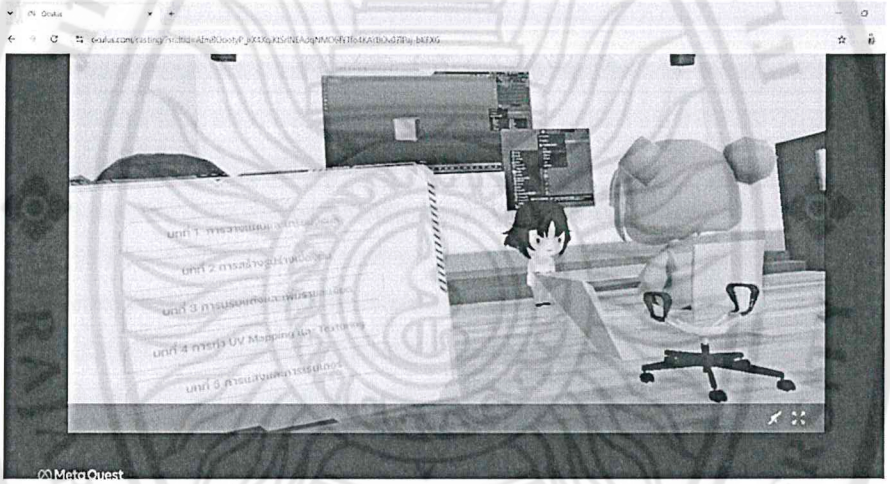
ภาพที่ 4.5 การเรียกใช้เมนูในสภาพแวดล้อมการเรียนรู้โดยใช้ VR



ภาพที่ 4.6 การเรียกใช้เมนู about me ในสภาพแวดล้อมการเรียนรู้โดยใช้ VR



ภาพที่ 4.7 การเรียกใช้เมนู How to ในสภาพแวดล้อมการเรียนรู้โดยใช้ VR



ภาพที่ 4.8 การเรียกใช้เมนู Play ในสภาพแวดล้อมการเรียนรู้โดยใช้ VR (ภาพที่ 1)



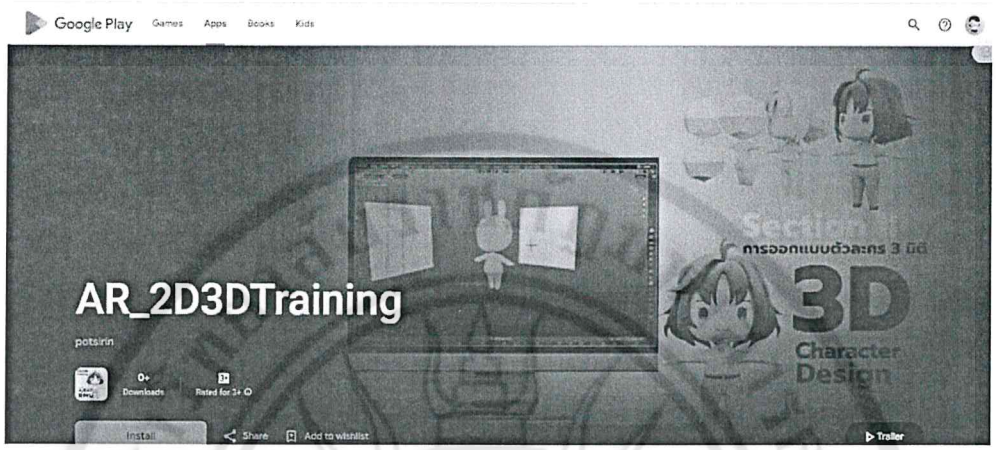
ภาพที่ 4.9 การเรียกใช้เมนู Play ในสภาพแวดล้อมการเรียนรู้โดยใช้ VR (ภาพที่ 2)



ภาพที่ 4.10 การเรียกใช้เมนู Play ในสภาพแวดล้อมการเรียนรู้โดยใช้ VR (ภาพที่ 3)

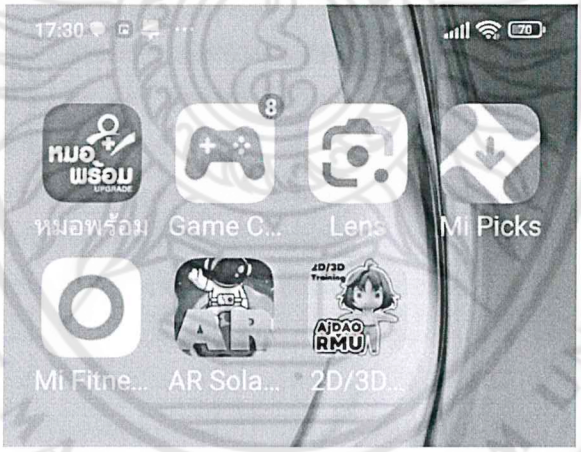
2. เทคโนโลยีความจริงเสริม (AR)

ผู้ศึกษาสร้างแอปพลิเคชัน AR 2D3DTraining สามารถดาวน์โหลดได้ที่ google play ดังภาพ



ภาพที่ 4.11 ตัวอย่างหน้าจออธิบายขั้นตอนการใช้

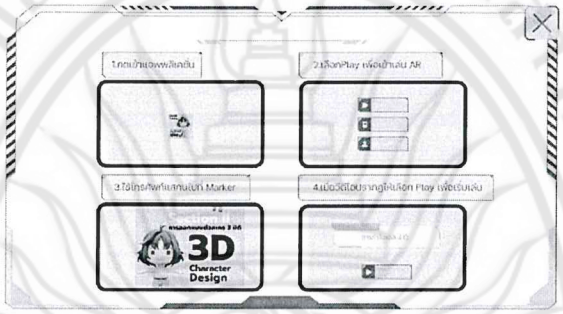
เมื่อติดตั้ง แอปพลิเคชันจะปรากฏที่หน้าจอมือถือและมีเมนู 3 เมนู ได้แก่ เมนู Play เมนู How to และเมนู About me ดังภาพที่ 4.7-4.14



ภาพที่ 4.12 icon แอปพลิเคชัน AR 2D3D Training



ภาพที่ 4.13 หน้าเมนูแอปพลิเคชัน AR 2D3D Training



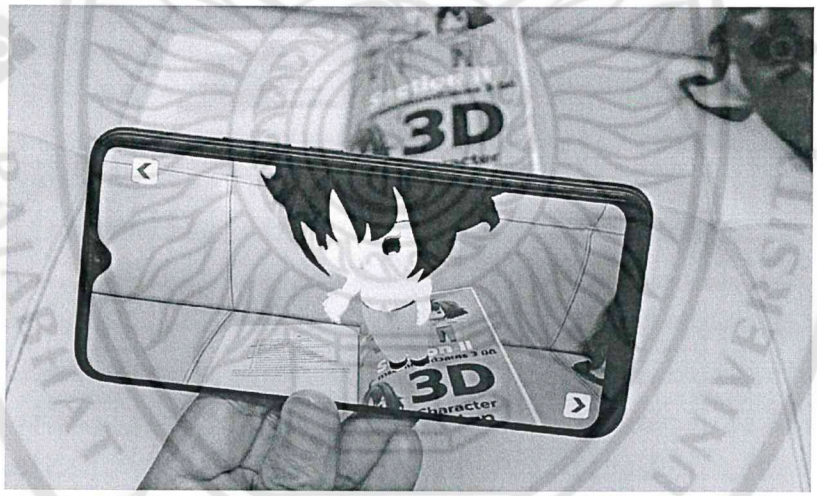
ภาพที่ 4.14 หน้าเมนู How to



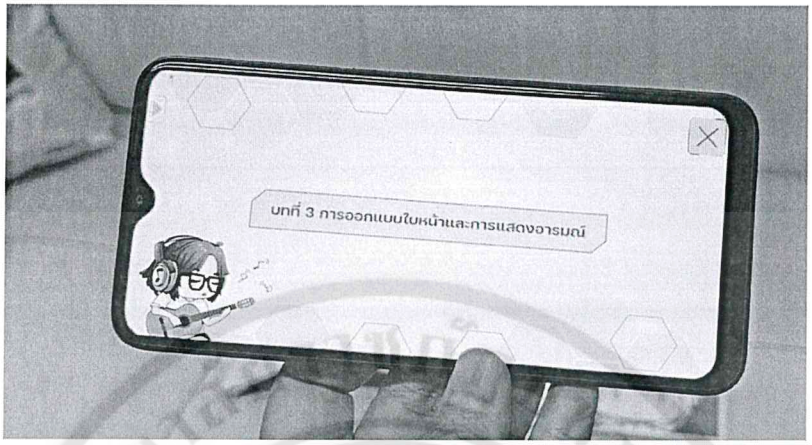
ภาพที่ 4.15 หน้าเมนู About me



ภาพที่ 4.16 หน้าเมนู Play (ภาพที่ 1)



ภาพที่ 4.17 หน้าเมนู Play (ภาพที่ 2)



ภาพที่ 4.18 หน้าเมนู Play (ภาพที่ 3)



ภาพที่ 4.19 หน้าเมนู Play (ภาพที่ 4)

ผลการประเมินความเหมาะสมของเนื้อหาและกิจกรรมในแอป AR 2D3D Training และ VR 2D3D Training จากผู้เชี่ยวชาญ 8 คน มีผลการประเมินดังตารางที่ 4.15

ตารางที่ 4.15 ผลการประเมินความเหมาะสมของแอปพลิเคชัน AR และ VR 2D3D Training

รายการประเมิน	$\bar{X}$	$S.D.$	ระดับความเหมาะสม
ความถูกต้องของเนื้อหาทางวิชาการ	4.38	0.74	มาก
ความสอดคล้องของเนื้อหากับแนวคิด STEAM	4.63	0.52	มากที่สุด
ความเหมาะสมของปริมาณเนื้อหาสำหรับไมโครเลิร์นนิ่ง	4.63	0.52	มาก
ลำดับขั้นของการนำเสนอเนื้อหา	4.50	0.76	มากที่สุด
ความชัดเจนของการอธิบายเนื้อหา	4.63	0.74	มากที่สุด
ความทันสมัยของเนื้อหา	4.75	0.71	มากที่สุด
ความสอดคล้องของกิจกรรมกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้	4.50	0.53	มากที่สุด
ความเหมาะสมของกิจกรรมกับการส่งเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์	4.75	0.46	มากที่สุด
ความท้าทายและการกระตุ้นความสนใจของกิจกรรม	4.50	0.53	มากที่สุด
ความเหมาะสมของระยะเวลาในการทำกิจกรรม	4.63	0.52	มากที่สุด
โอกาสในการมีปฏิสัมพันธ์และการมีส่วนร่วมในกิจกรรม	4.38	0.52	มาก
ความหลากหลายของกิจกรรม	4.50	0.76	มากที่สุด
ความเหมาะสมของการใช้เทคโนโลยี AR/VR กับเนื้อหา	4.75	0.46	มากที่สุด
คุณภาพของโมเดล 2D/3D ที่นำเสนอในแอป	4.63	0.74	มากที่สุด
ความชัดเจนของภาพและเสียง	4.75	0.71	มากที่สุด
ความเสถียรและความราบรื่นในการใช้งาน	4.75	0.46	มากที่สุด
ระดับความดื่มด่ำ (Immersion) ที่สร้างขึ้น	4.63	0.52	มากที่สุด
ความเหมาะสมของการเชื่อมโยงโลกจริงกับโลกเสมือน (AR)	4.75	0.46	มากที่สุด
ความสมจริงของสภาพแวดล้อมเสมือน (VR)	4.88	0.35	มากที่สุด
ภาพรวม	4.63	0.57	มากที่สุด

จากตารางที่ 4.15 พบว่า แอปพลิเคชันการฝึกอบรมด้วย AR และ VR แบบ 2D3D ได้รับการประเมินในระดับสูงถึงสูงที่สุดในทุกมิติการประเมิน โดยมีค่าเฉลี่ยรวมอยู่ที่ 4.63 ($S.D.$=0.57) ซึ่งอยู่ในระดับความเหมาะสมสูงที่สุด ประเด็นที่ได้รับคะแนนสูงที่สุด คือ ความสมจริงของสภาพแวดล้อมเสมือนจริง (VR) ที่มีค่าเฉลี่ย 4.88 ($S.D.$=0.35) แสดงให้เห็นถึงคุณภาพสูงของการจำลองสภาพแวดล้อมในแอปพลิเคชัน VR ตามมาด้วยประเด็นความทันสมัยของเนื้อหา การบูรณาการโลกจริงกับโลกเสมือน (AR) ความเหมาะสมของกิจกรรมสำหรับการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ความชัดเจนของสื่อโสตทัศน์ และความเสถียรของแอปพลิเคชัน ซึ่งทั้งหมดมีค่าเฉลี่ย 4.75

ด้านการบูรณาการ STEAM และความเหมาะสมของไมโครเลิร์นนิง ได้รับการประเมินที่ค่าเฉลี่ย 4.63 ($S.D.$=0.52) แสดงให้เห็นว่าแอปพลิเคชันสามารถผสมผสานศาสตร์ด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม ศิลปะ และคณิตศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และมีความเหมาะสมกับรูปแบบการเรียนรู้แบบไมโครเลิร์นนิงเป็นอย่างยิ่ง ประเด็นที่ได้รับคะแนนต่ำที่สุด แม้จะยังอยู่ในระดับสูง ได้แก่ ความ

ถูกต้องของเนื้อหา และโอกาสในการมีปฏิสัมพันธ์และการมีส่วนร่วม โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากันที่ 4.38 ซึ่งอาจเป็นประเด็นที่สามารถพัฒนาต่อไปได้

ตอนที่ 2 ผลการพัฒนาทักษะความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนจากการใช้สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์และผู้เรียนที่เรียนแบบปกติ

การศึกษาผลการพัฒนาทักษะความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนในการวิจัยครั้งนี้ มุ่งเปรียบเทียบทักษะความคิดสร้างสรรค์ระหว่างผู้เรียน 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่เรียนด้วยสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริง (กลุ่ม VR) กลุ่มที่เรียนด้วยสภาพแวดล้อมการเรียนรู้เสริมโลกเสมือนจริง (กลุ่ม AR) และกลุ่มที่เรียนแบบปกติ (กลุ่มควบคุม) โดยใช้เครื่องมือประเมินทักษะความคิดสร้างสรรค์ที่พัฒนาตามแนวคิดองค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์ของ Guilford (1967) และ Torrance (1974) ผลการศึกษามีรายละเอียดดังนี้

1. ผลการวิเคราะห์ทักษะความคิดสร้างสรรค์

ผลการวิเคราะห์สถิติพื้นฐานของคะแนนทักษะความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนทั้ง 3 กลุ่ม โดยพิจารณาจากคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน ปรากฏผลดังตารางที่ 4.16

ตารางที่ 4.16 ผลการวิเคราะห์คะแนนทักษะความคิดสร้างสรรค์โดยรวมของผู้เรียนทั้ง 3 กลุ่ม

กลุ่มตัวอย่าง	จำนวน (คน)	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด
กลุ่ม VR	20	14.50	0.98	12.0	16.0
กลุ่ม AR	20	12.13	0.34	12.0	13.0
กลุ่มควบคุม	20	8.05	0.22	8.0	9.0

จากตารางที่ 4.16 พบว่า ผู้เรียนกลุ่ม VR มีคะแนนทักษะความคิดสร้างสรรค์โดยรวมสูงที่สุด ($\overline{X}$ =14.50, $S.D.$=0.98) อยู่ในระดับดีมาก รองลงมาคือ กลุ่ม AR ($\overline{X}$ =12.13, $S.D.$=0.34) อยู่ในระดับดีมาก และกลุ่มควบคุม ($\overline{X}$ =8.05, $S.D.$=0.22) อยู่ในระดับดี เมื่อพิจารณาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน พบว่า กลุ่ม VR มีการกระจายของคะแนนมากที่สุด แสดงว่าผู้เรียนในกลุ่มนี้มีทักษะความคิดสร้างสรรค์แตกต่างกันน ขณะที่กลุ่ม AR และกลุ่มควบคุมมีการกระจายของคะแนนน้อย แสดงว่าผู้เรียนในสองกลุ่มนี้มีทักษะความคิดสร้างสรรค์ใกล้เคียงกัน

2. ผลการวิเคราะห์ทักษะความคิดสร้างสรรค์รายด้าน

ผลการวิเคราะห์ทักษะความคิดสร้างสรรค์รายด้านของผู้เรียนทั้ง 3 กลุ่ม ปรากฏผลดังตารางที่ 4.17

ตารางที่ 4.17 สถิติพื้นฐานของคะแนนทักษะความคิดสร้างสรรค์รายด้านของผู้เรียนทั้ง 3 กลุ่ม

ทักษะความคิดสร้างสรรค์	กลุ่ม VR		กลุ่ม AR		กลุ่มควบคุม	
	$\bar{X}$	$S.D.$	$\bar{X}$	$S.D.$	$\bar{X}$	$S.D.$
1. ความคิดริเริ่ม	3.62	0.49	3.02	0.13	2.00	0.00
2. ความคิดคล่องแคล่ว	3.60	0.49	3.05	0.22	2.00	0.00
3. ความคิดยืดหยุ่น	3.65	0.48	3.07	0.25	2.05	0.22
4.ความคิดละเอียดลออ	3.63	0.49	3.00	0.00	2.00	0.00

จากตารางที่ 4.17 เมื่อพิจารณาทักษะความคิดสร้างสรรค์รายด้าน พบว่า ด้านความคิดริเริ่ม กลุ่ม VR มีคะแนนเฉลี่ยสูงที่สุด ($\bar{X}$ =3.62, $S.D.$=0.49) รองลงมาคือ กลุ่ม AR ($\bar{X}$ =3.02, $S.D.$=0.13) และกลุ่มควบคุม ($\bar{X}$ =2.00, $S.D.$=0.00) ตามลำดับ ด้านความคิดคล่องแคล่ว กลุ่ม VR มีคะแนนเฉลี่ยสูงที่สุด ($\bar{X}$ =3.60, $S.D.$=0.49) รองลงมาคือ กลุ่ม AR ($\bar{X}$ =3.05, $S.D.$=0.22) และกลุ่มควบคุม ($\bar{X}$ =2.00, $S.D.$=0.00) ตามลำดับ ด้านความคิดยืดหยุ่น กลุ่ม VR มีคะแนนเฉลี่ยสูงที่สุด ($\bar{X}$ =3.65, $S.D.$=0.48) รองลงมาคือ กลุ่ม AR ($\bar{X}$ =3.07, $S.D.$=0.25) และกลุ่มควบคุม ($\bar{X}$ =2.05, $S.D.$=0.22) ตามลำดับ ด้านความคิดละเอียดลออ กลุ่ม VR มีคะแนนเฉลี่ยสูงที่สุด ($\bar{X}$ =3.63, $S.D.$ =0.49) รองลงมาคือ กลุ่ม AR ($\bar{X}$ =3.00, $S.D.$=0.00) และกลุ่มควบคุม ($\bar{X}$ =2.00, $S.D.$=0.00) ตามลำดับ ผลการวิเคราะห์แสดงให้เห็นว่า ผู้เรียนกลุ่ม VR มีทักษะความคิดสร้างสรรค์สูงที่สุดในทุกด้าน ในขณะที่ผู้เรียนกลุ่ม AR มีทักษะความคิดสร้างสรรค์เป็นอันดับสองในทุกด้านและ และผู้เรียนกลุ่มควบคุมมีคะแนนต่ำกว่าทั้งสองกลุ่มในทุกด้าน

3. ผลการเปรียบเทียบทักษะความคิดสร้างสรรค์ระหว่างกลุ่ม

ผู้ศึกษาได้ทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way ANOVA) เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนทักษะความคิดสร้างสรรค์โดยรวมระหว่างผู้เรียนทั้ง 3 กลุ่ม ปรากฏผลดังตารางที่ 4.18

ตารางที่ 4.18 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวของคะแนนทักษะความคิดสร้างสรรค์โดยรวมระหว่างผู้เรียนทั้ง 3 กลุ่ม

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F	p
ระหว่างกลุ่ม	2	1277.54	638.77	1692.98	< .001
ภายในกลุ่ม	177	66.78	0.38		
รวม	179	1344.33			

หมายเหตุ. *p < .001

จากตารางที่ 4.18 พบว่าผู้เรียนทั้ง 3 กลุ่มมีคะแนนทักษะความคิดสร้างสรรค์โดยรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($F(2, 177)=1692.98$, $p < .001$) เพื่อให้ทราบว่ากลุ่มใดมี

ความแตกต่างกัน ผู้ศึกษาจึงได้ทำการทดสอบความแตกต่างเป็นรายคู่ด้วยวิธีการทดสอบของเชฟเฟ (Scheffe's Method) ปรากฏผลดังตารางที่ 4.19

ตารางที่ 4.19 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยทักษะความคิดสร้างสรรค์โดยรวมเป็นรายคู่ระหว่างผู้เรียนทั้ง 3 กลุ่ม ด้วยวิธีการทดสอบของเชฟเฟ

กลุ่มที่เปรียบเทียบ	ความแตกต่างของค่าเฉลี่ย	p
กลุ่ม VR - กลุ่ม AR	2.37	< .001
กลุ่ม VR - กลุ่มควบคุม	6.45	< .001
กลุ่ม AR - กลุ่มควบคุม	-4.08	< .001

หมายเหตุ. *p < .001

จากตารางที่ 4.19 ผลการเปรียบเทียบรายคู่พบว่า ทั้งกลุ่ม VR และ AR มีคะแนนทักษะความคิดสร้างสรรค์โดยรวมสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และยังพบว่า กลุ่ม VR สูงกว่ากลุ่ม AR อย่างมีนัยสำคัญ ผู้ศึกษาได้ทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนทักษะความคิดสร้างสรรค์รายด้านระหว่างผู้เรียนทั้ง 3 กลุ่ม ปรากฏผลดังตารางที่ 4.20

ตารางที่ 4.20 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวของคะแนนทักษะความคิดสร้างสรรค์รายด้านระหว่างผู้เรียนทั้ง 3 กลุ่ม

ทักษะความคิดสร้างสรรค์	แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F	p
1. ความคิดริเริ่ม	ระหว่างกลุ่ม	2	80.14	40.07	467.66	< .001
	ภายในกลุ่ม	177	15.17	0.09		
2. ความคิดคล่องแคล่ว	ระหว่างกลุ่ม	2	79.30	39.65	406.84	< .001
	ภายในกลุ่ม	177	17.25	0.10		
3. ความคิดยืดหยุ่น	ระหว่างกลุ่ม	2	78.68	39.34	344.13	< .001
	ภายในกลุ่ม	177	20.23	0.11		
4. ความคิดละเอียดลออ	ระหว่างกลุ่ม	2	81.38	40.69	516.89	< .001
	ภายในกลุ่ม	177	13.93	0.08		

หมายเหตุ. *p < .001

จากตารางที่ 4.20 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนพบว่าทักษะความคิดสร้างสรรค์ทั้ง 4 ด้านมีความแตกต่างระหว่างกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 เมื่อพิจารณารายด้านพบว่า ความคิดริเริ่มมีค่าสถิติ F สูงถึง 467.66 แสดงให้เห็นถึงความแตกต่างอย่างชัดเจนระหว่างกลุ่มในด้านความคิดริเริ่มความคิดคล่องแคล่ว ค่าสถิติ F เท่ากับ 406.84 สะท้อนถึงความแตกต่างที่มีนัยสำคัญในการแสดงออกทางความคิดอย่างคล่องแคล่ว ความคิดยืดหยุ่น ด้วยค่าสถิติ F เป็น 344.13 พบความแตกต่างในความสามารถปรับเปลี่ยนและพัฒนาแนวคิด ความคิดละเอียดลออ มีค่าสถิติ F สูงสุดที่ 516.89

แสดงถึงความแตกต่างอย่างเด่นชัดในการคิดอย่างละเอียดและเป็นระบบผลการวิเคราะห์ชี้ให้เห็นว่านวัตกรรมการเรียนรู้มีอิทธิพลอย่างมีนัยสำคัญต่อการพัฒนาทักษะความคิดสร้างสรรค์ในทุกมิติ

ตอนที่ 3 ผลการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่เรียนด้วยสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์และผู้เรียนที่เรียนแบบปกติ

ผู้ศึกษาดำเนินการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่เรียนด้วยสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริง (VR) เปรียบเทียบกับกลุ่มที่เรียนด้วยเทคโนโลยีเสริมความจริง (AR) และกลุ่มที่เรียนแบบปกติ โดยกลุ่มตัวอย่างถูกแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มละ 20 คน ใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคะแนนเต็ม 20 คะแนน ผลการวิเคราะห์ข้อมูลมีรายละเอียดดังนี้

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง ทั้ง 3 กลุ่ม ดังตารางที่ 4.21

ตารางที่ 4.21 ผลคะแนนการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่าง

ลำดับ	ผลคะแนนการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน					
	กลุ่ม VR		กลุ่ม AR		กลุ่มควบคุม	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน
1	4	18	5	15	6	13
2	5	17	4	15	5	12
3	4	16	3	14	4	13
4	2	16	7	14	4	15
5	2	15	2	16	4	12
6	3	16	7	14	3	13
7	6	18	6	15	3	14
8	3	14	5	18	2	15
9	4	15	0	13	2	13
10	5	15	4	17	2	10
11	2	14	8	15	3	11
12	1	16	6	16	4	12
13	3	16	5	16	2	13
14	3	17	5	16	4	11
15	3	15	1	14	3	10
16	4	15	3	15	2	10

(ต่อ)

ตารางที่ 4.21 (ต่อ)

ลำดับ	ผลคะแนนการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน					
	กลุ่ม VR		กลุ่ม AR		กลุ่มควบคุม	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน
17	7	19	4	15	3	12
18	5	16	2	13	6	13
19	4	17	1	14	6	14
20	2	15	1	12	3	10
$\overline{X}$	3.60	16.00	3.95	14.85	3.55	12.30
$S.D.$	1.50	1.34	2.28	1.42	1.36	1.59

จากตารางที่ 4.21 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนทั้ง 3 กลุ่มมีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างชัดเจน โดยกลุ่ม VR มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงที่สุด ($\overline{X}$ =16.00, $S.D.$=1.34) รองลงมาคือกลุ่ม AR ($\overline{X}$ =14.85, $S.D.$=1.42) และกลุ่มควบคุม ($\overline{X}$ =12.30, $S.D.$=1.59) ตามลำดับ ขณะที่คะแนนก่อนเรียนของทั้งสามกลุ่มมีค่าใกล้เคียงกัน ($\overline{X}$ =3.60, 3.95 และ 3.55 ตามลำดับ) ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่าการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง โดยเฉพาะรูปแบบ VR ส่งผลต่อการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพมากกว่าวิธีการเรียนแบบปกติ ทั้งนี้ ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ไม่สูงมากแสดงถึงความสม่ำเสมอของผลการเรียนรู้ในแต่ละกลุ่ม

2. ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนภายในกลุ่ม (Paired t-test) ดังตารางที่ 4.22

ตารางที่ 4.22 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนของผู้เรียนทั้ง 3 กลุ่ม

กลุ่ม	$\overline{X}$ ก่อนเรียน	$\overline{X}$ หลังเรียน	ค่า t	ค่า p
กลุ่ม VR	3.60	16.00	-43.56	< 0.001
กลุ่ม AR	3.95	14.85	-23.21	< 0.001
กลุ่มควบคุม	3.55	12.30	-18.95	< 0.001

จากตารางที่ 4.22 ผลการวิเคราะห์แสดงให้เห็นว่า ผู้เรียนทั้ง 3 กลุ่มมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 โดยกลุ่ม VR มีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 3.60 คะแนน และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 16.00 คะแนน (t=-43.56, p < .001) กลุ่ม AR มีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 3.95 คะแนน และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 14.85 คะแนน (t=-23.21, p < .001) ส่วนกลุ่มปกติมีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 3.55 คะแนน และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 12.30 คะแนน (t=-18.95, p < .001) การจัดการเรียนรู้ทั้ง 3 รูปแบบสามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยกลุ่ม VR มีค่าความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยก่อนและ

หลังเรียนมากที่สุด (12.40 คะแนน) รองลงมาคือกลุ่ม AR (10.90 คะแนน) และกลุ่มปกติ (8.75 คะแนน) ตามลำดับ

3. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่ม (Independent t-test) ดังตารางที่ 4.23

ตารางที่ 4.23 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนระหว่างกลุ่ม

กลุ่มที่เปรียบเทียบ	ค่า t	ค่า p	การแปลผล
กลุ่ม VR - กลุ่ม AR	2.63	0.012	มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
กลุ่ม VR - กลุ่มควบคุม	7.96	< 0.001	มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
กลุ่ม AR - กลุ่มควบคุม	5.34	< 0.001	มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จากตารางที่ 4.23 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนระหว่างกลุ่ม พบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทุกคู่เปรียบเทียบ โดยกลุ่ม VR มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่ากลุ่ม AR อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (t=2.63, p=.012) กลุ่ม VR มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่ากลุ่มปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 (t=7.96, p < .001) และกลุ่ม AR มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่ากลุ่มปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 (t=5.34, p < .001) ผลการวิเคราะห์แสดงให้เห็นว่า การเรียนรู้ด้วยสภาพแวดล้อมไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริง (VR) มีประสิทธิภาพในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงที่สุด รองลงมาคือการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีเสริมความจริง (AR) และการเรียนรู้แบบปกติ ตามลำดับ

ตอนที่ 4 ผลการศึกษาคุณภาพนวัตกรรมของนักศึกษาที่เรียนด้วยสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์

ผู้ศึกษาดำเนินการศึกษาคุณภาพนวัตกรรมของนักศึกษาที่เรียนด้วยสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์ โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาที่ถูกแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่เรียนด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน (VR) และกลุ่มที่เรียนด้วยเทคโนโลยีเสริมความจริง (AR) ผู้ศึกษาได้เชิญผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ทำการประเมินคุณภาพนวัตกรรมตามเกณฑ์การประเมิน 4 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านความคิดสร้างสรรค์ในการออกแบบ 2) ด้านคุณภาพเชิงเทคนิค 3) ด้านการนำไปใช้และความยั่งยืน และ 4) ด้านการนำเสนอและการสื่อสาร รวมทั้งหมด 12 รายการประเมิน (ด้านละ 3 รายการ) โดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (1-5) ผลการวิเคราะห์ข้อมูลมีดังนี้

1. ผลการประเมินคุณภาพนวัตกรรมของนักศึกษา

ตารางที่ 4.24 ผลการประเมินคุณภาพนวัตกรรมของนักศึกษารายด้าน

ด้านการประเมิน	กลุ่ม VR		คุณภาพนวัตกรรม	กลุ่ม AR		คุณภาพนวัตกรรม
	$\bar{X}$	$S.D.$		$\bar{X}$	$S.D.$	
1. ด้านความคิดสร้างสรรค์ในการออกแบบ	4.44	0.53	มาก	4.22	0.44	มาก
2. ด้านคุณภาพเชิงเทคนิค	4.56	0.53	มากที่สุด	4.33	0.50	มาก
3. ด้านการนำไปใช้และความยั่งยืน	4.89	0.33	มากที่สุด	4.67	0.50	มากที่สุด
4. ด้านการนำเสนอและการสื่อสาร	4.67	0.50	มากที่สุด	4.56	0.53	มากที่สุด
คะแนนรวมเฉลี่ยทั้งหมด	4.64	0.48	มากที่สุด	4.44	0.51	มาก

จากตารางที่ 4.24 ผลการประเมินคุณภาพนวัตกรรมที่สร้างโดยนักศึกษาทั้งสองกลุ่มมีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก โดยกลุ่มที่เรียนด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน (VR) มีคะแนนเฉลี่ยรวมทุกด้านเท่ากับ 4.64 (S.D.=0.48) ซึ่งสูงกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยเทคโนโลยีเสริมความจริง (AR) ที่มีคะแนนเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.44 (S.D.=0.51) เมื่อพิจารณารายด้าน พบว่าทั้งสองกลุ่มมีคะแนนสูงสุดในด้านการนำไปใช้และความยั่งยืน (VR=4.89, AR=4.67) รองลงมาคือด้านการนำเสนอและการสื่อสาร (VR=4.67, AR=4.56) ส่วนด้านที่มีคะแนนต่ำสุดคือด้านความคิดสร้างสรรค์ในการออกแบบ (VR=4.44, AR=4.22)

2. ผลการประเมินคุณภาพนวัตกรรมของนักศึกษาจำแนกตามรายข้อในแต่ละด้าน

ตารางที่ 4.25 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนคุณภาพนวัตกรรมของนักศึกษาด้านความคิดสร้างสรรค์ในการออกแบบ

รายการประเมิน	กลุ่ม VR		คุณภาพนวัตกรรม	กลุ่ม AR		คุณภาพนวัตกรรม
	$\bar{X}$	$S.D.$		$\bar{X}$	$S.D.$	
1. ความแปลกใหม่และความเป็นต้นฉบับ	4.67	0.58	มากที่สุด	4.33	0.58	มาก
2. ความหลากหลายของแนวคิดและวิธีการ	4.33	0.58	มาก	4.00	0.00	มาก
3. ความยืดหยุ่นในการประยุกต์ใช้	4.33	0.58	มาก	4.33	0.58	มาก
ค่าเฉลี่ยรวม	4.44	0.53	มาก	4.22	0.44	มาก

จากตารางที่ 4.25 พบว่า ด้านความคิดสร้างสรรค์ในการออกแบบ กลุ่ม VR มีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่ม AR ในรายการ "ความแปลกใหม่และความเป็นต้นฉบับ" (VR=4.67, AR=4.33) และ "ความหลากหลายของแนวคิดและวิธีการ" (VR=4.33, AR=4.00) ขณะที่รายการ "ความยืดหยุ่นในการประยุกต์ใช้" ทั้งสองกลุ่มมีค่าเฉลี่ยเท่ากัน (4.33)

ตารางที่ 4.26 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนคุณภาพนวัตกรรมของนักศึกษาด้านคุณภาพเชิงเทคนิค

รายการประเมิน	กลุ่ม VR		คุณภาพนวัตกรรม	กลุ่ม AR		คุณภาพนวัตกรรม
	$\bar{X}$	*S.D.*		$\bar{X}$	*S.D.*	
1. ความถูกต้องและความสมบูรณ์เชิงเทคนิค	4.67	0.58	มากที่สุด	4.33	0.58	มาก
2. ประสิทธิภาพในการทำงาน	4.67	0.58	มากที่สุด	4.67	0.58	มากที่สุด
3. ความสอดคล้องกับหลักการ STEAM	4.33	0.58	มาก	4.00	0.00	มาก
ค่าเฉลี่ยรวม	4.56	0.53	มากที่สุด	4.33	0.50	มาก

จากตารางที่ 4.26 พบว่า ด้านคุณภาพเชิงเทคนิค กลุ่ม VR มีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่ม AR ในรายการ "ความถูกต้องและความสมบูรณ์เชิงเทคนิค" (VR=4.67, AR=4.33) และ "ความสอดคล้องกับหลักการ STEAM" (VR=4.33, AR=4.00) ส่วนรายการ "ประสิทธิภาพในการทำงาน" ทั้งสองกลุ่มมีค่าเฉลี่ยเท่ากัน (4.67)

ตารางที่ 4.27 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนคุณภาพนวัตกรรมของนักศึกษาด้านการนำไปใช้และความยั่งยืน

รายการประเมิน	กลุ่ม VR		คุณภาพนวัตกรรม	กลุ่ม AR		คุณภาพนวัตกรรม
	$\bar{X}$	*S.D.*		$\bar{X}$	*S.D.*	
1. ความสามารถในการตอบสนองความต้องการ	5.00	0.00	มากที่สุด	5.00	0.00	มากที่สุด
2. ความสะดวกและง่ายในการใช้งาน	5.00	0.00	มากที่สุด	5.00	0.00	มากที่สุด
3. ศักยภาพในการขยายผลและพัฒนาต่อยอด	4.67	0.58	มากที่สุด	4.00	0.00	มาก
ค่าเฉลี่ยรวม	4.89	0.33	มากที่สุด	4.67	0.50	มากที่สุด

จากตารางที่ 4.27 พบว่า ด้านการนำไปใช้และความยั่งยืน ทั้งสองกลุ่มมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากันในรายการ "ความสามารถในการตอบสนองความต้องการ" และ "ความสะดวกและง่ายในการใช้งาน" (5.00) แสดงว่านวัตกรรมทั้งสองกลุ่มตอบสนองความต้องการได้อย่างดีเยี่ยมและมีความสะดวกในการใช้งาน ส่วนรายการ "ศักยภาพในการขยายผลและพัฒนาต่อยอด" กลุ่ม VR มีค่าเฉลี่ยสูงกว่า (VR=4.67, AR=4.00)

ตารางที่ 4.28 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนคุณภาพนวัตกรรมของนักศึกษา ด้านการนำเสนอและการสื่อสาร

รายการประเมิน	กลุ่ม VR		คุณภาพนวัตกรรม	กลุ่ม AR		คุณภาพนวัตกรรม
	$\bar{X}$	*S.D.*		$\bar{X}$	*S.D.*	
1. ความชัดเจนในการนำเสนอแนวคิด	4.67	0.58	มากที่สุด	4.33	0.58	มาก
2. คุณภาพของสื่อและเอกสารประกอบ	4.67	0.58	มากที่สุด	4.67	0.58	มากที่สุด
3. แผนและช่องทางการเผยแพร่	4.67	0.58	มากที่สุด	4.67	0.58	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยรวม	4.67	0.50	มากที่สุด	4.56	0.53	มากที่สุด

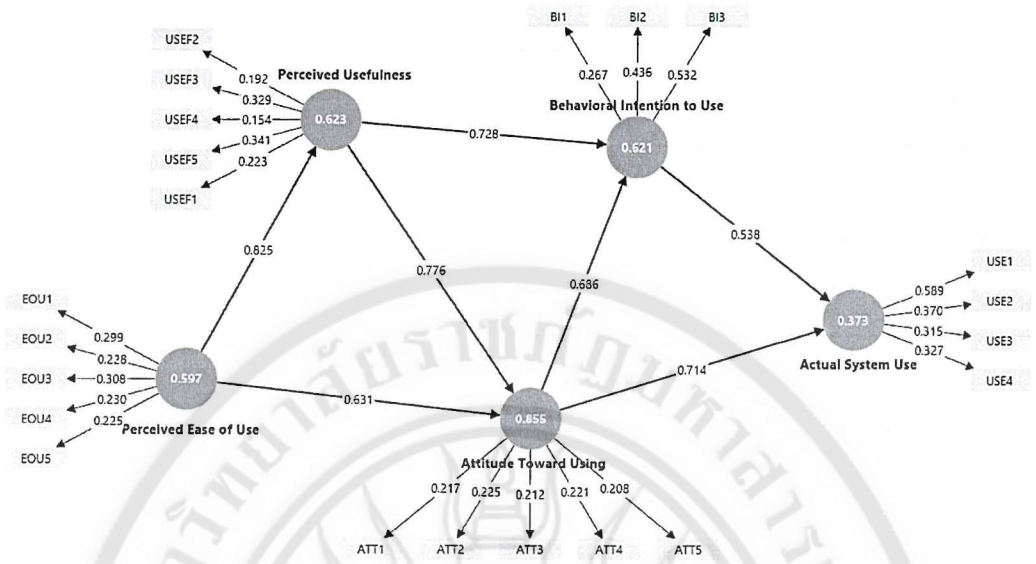
จากตารางที่ 4.28 พบว่า ด้านการนำเสนอและการสื่อสาร กลุ่ม VR มีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่ม AR เล็กน้อยในรายการ "ความชัดเจนในการนำเสนอแนวคิด" (VR=4.67, AR=4.33) ส่วนรายการ "คุณภาพของสื่อและเอกสารประกอบ" และ "แผนและช่องทางการเผยแพร่" ทั้งสองกลุ่มมีค่าเฉลี่ยเท่ากัน (4.67)

ตอนที่ 5 ผลการศึกษาการยอมรับสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์

การศึกษาการยอมรับสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์ แบ่งออกเป็น 3 ส่วนหลัก ได้แก่ 1) การวิเคราะห์โมเดลการยอมรับเทคโนโลยีของสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ 2) การวิเคราะห์โมเดลโครงสร้าง และ 3) การวิเคราะห์อิทธิพลทางตรงและทางอ้อม โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. การวิเคราะห์โมเดลการวัด (Measurement Model Assessment)

ผู้ศึกษาได้ประยุกต์ใช้แบบจำลองการยอมรับเทคโนโลยี (Technology Acceptance Model: TAM) ของ Davis (1989) เป็นกรอบทฤษฎีในการวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อการยอมรับและการใช้งานจริงของนักศึกษา โมเดลการยอมรับเทคโนโลยีประกอบด้วยตัวแปรแฝง 5 ตัวแปร ได้แก่ การรับรู้ถึงประโยชน์ (Perceived Usefulness) การรับรู้ถึงความง่ายในการใช้งาน (Perceived Ease of Use) ทัศนคติต่อการใช้งาน (Attitude Toward Using) ความตั้งใจในการใช้งาน (Behavioral Intention to Use) และการใช้งานจริง (Actual System Use) ดังแสดงในภาพที่ 4.20



ภาพที่ 4.20 โมเดลสมการโครงสร้างการยอมรับสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดิ่มด่ำเสมือนจริงฯ พร้อมค่าสัมประสิทธิ์เส้นทาง

การวิเคราะห์ข้อมูลใช้โมเดลสมการโครงสร้างด้วยวิธี Partial Least Squares (PLS-SEM) โดยมีผลการวิเคราะห์การวิเคราะห์โมเดลการวัดเป็นการตรวจสอบความเชื่อมั่นและความตรงของเครื่องมือวัดที่ใช้ในการวิจัย โดยพิจารณาจากค่าน้ำหนักองค์ประกอบภายนอก (Outer Loadings) ดังแสดงในตารางที่ 4.29

ตารางที่ 4.29 ค่าน้ำหนักองค์ประกอบภายนอก (Outer Loadings)

ตัวแปรสังเกตได้	ค่าน้ำหนักองค์ประกอบ
Perceived Usefulness	
USEF1	0.775
USEF2	0.707
USEF3	0.901
USEF4	0.702
USEF5	0.841
Perceived Ease of Use	
EOU1	0.843
EOU2	0.797
EOU3	0.821
EOU4	0.785
EOU5	0.590

(ต่อ)

ตารางที่ 4.29 (ต่อ)

ตัวแปรสังเกตได้	ค่าน้ำหนักองค์ประกอบ
Attitude Toward Using	
ATT1	0.914
ATT2	0.903
ATT3	0.946
ATT4	0.924
ATT5	0.935
Behavioral Intention to Use	
BI1	0.620
BI2	0.851
BI3	0.869
Actual System Use	
USE1	0.752
USE2	0.492
USE3	0.587
USE4	0.582

จากตารางที่ 4.29 พบว่า ตัวแปรสังเกตได้ส่วนใหญ่มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบที่ยอมรับได้ (> 0.5) โดยเฉพาะตัวแปรในกลุ่ม Attitude Toward Using ที่มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบสูงทุกตัว (0.782-0.902) ซึ่งสะท้อนถึงความเชื่อมั่นของตัวชี้วัดที่ดี ผลการวิเคราะห์เพิ่มเติมแสดงให้เห็นว่าความเชื่อมั่นของตัวชี้วัดในองค์ประกอบทุกด้านมีความเหมาะสม โดยเฉพาะในองค์ประกอบด้านทัศนคติต่อการใช้งาน (Attitude Toward Using) ที่มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบสูงมากทุกตัว (0.903-0.946)

การตรวจสอบปัญหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระพิจารณาจากค่า Variance Inflation Factor (VIF) ซึ่งค่าที่ยอมรับได้ควรมีค่าน้อยกว่า 5.0 ดังแสดงในตารางที่ 4.30

ตารางที่ 4.30 ค่า Variance Inflation Factor (VIF)

ตัวแปรสังเกตุได้	VIF
ATT1	5.019
ATT2	4.558
ATT3	6.417
ATT4	5.746
ATT5	7.966
BI1	1.221

(ต่อ)

ตารางที่ 4.30 (ต่อ)

ตัวแปรสังเกตุได้	VIF
BI2	1.624
BI3	1.510
EOU1	2.047
EOU2	2.199
EOU3	1.872
EOU4	2.010
EOU5	1.242
USE1	1.065
USE2	1.037
USE3	1.327
USE4	1.339
USEF2	1.923
USEF3	3.301
USEF4	1.811
USEF5	2.706
USEF1	1.937

จากตารางที่ 4.30 พบว่า ค่า VIF ของตัวแปรสังเกตได้ส่วนใหญ่มีค่าต่ำกว่า 5.0 แสดงว่าไม่มีปัญหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระที่สูงเกินไป มีเพียงตัวแปร ATT5 ที่มีค่า VIF เท่ากับ 7.966 ซึ่งอาจมีความสัมพันธ์กับตัวแปรอื่นในโมเดลค่อนข้างสูง

ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแฝงผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแฝงแสดงในตารางที่ 4.31

ตารางที่ 4.31 ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแฝง (Latent Variable Correlations)

	Actual System Use	Attitude Toward Using	Behavioral Intention to Use	Perceived Ease of Use	Perceived Usefulness
Actual System Use	1.000	0.714	0.538	0.476	0.548
Attitude Toward Using	0.714	1.000	0.686	0.631	0.776
Behavioral Intention to Use	0.538	0.686	1.000	0.752	0.728
Perceived Ease of Use	0.476	0.631	0.752	1.000	0.825
Perceived Usefulness	0.548	0.776	0.728	0.825	1.000

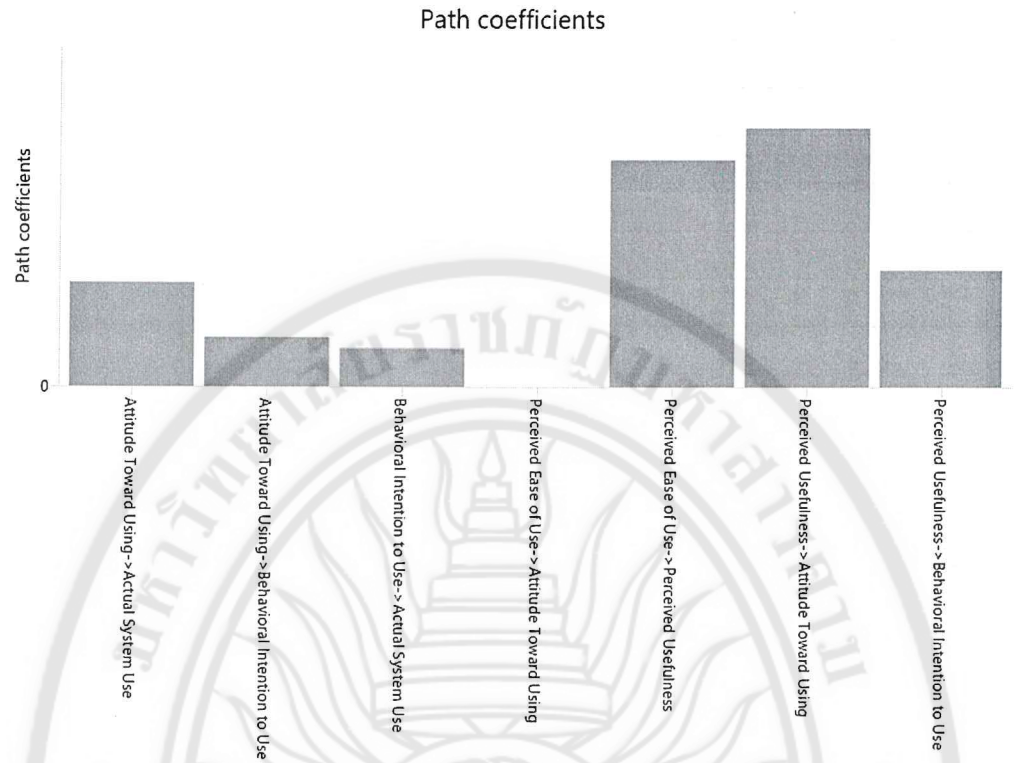
จากตารางที่ 4.31 พบว่า ตัวแปรแฝงที่มีความสัมพันธ์กันสูงที่สุดคือ Perceived Ease of Use กับ Perceived Usefulness (r=0.825) รองลงมาคือ Perceived Usefulness กับ Attitude Toward Using (r=0.776) และ Perceived Ease of Use กับ Behavioral Intention to Use (r=0.752) ซึ่งสูงกว่าค่าที่รายงานในการวิเคราะห์เดิม แสดงให้เห็นว่าตัวแปรเหล่านี้มีความสัมพันธ์กันค่อนข้างสูง

2. การวิเคราะห์โมเดลโครงสร้าง (Structural Model Assessment)

2.1 ผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางแสดงในตารางที่ 4.32 และภาพที่ 4.21

ตารางที่ 4.32 ค่าสัมประสิทธิ์เส้นทาง (Path Coefficients)

ความสัมพันธ์	ค่าสัมประสิทธิ์เส้นทาง
Attitude Toward Using -> Actual System Use	0.652
Attitude Toward Using -> Behavioral Intention to Use	0.304
Behavioral Intention to Use -> Actual System Use	0.090
Perceived Ease of Use -> Attitude Toward Using	-0.029
Perceived Ease of Use -> Perceived Usefulness	0.825
Perceived Usefulness -> Attitude Toward Using	0.799
Perceived Usefulness -> Behavioral Intention to Use	0.492



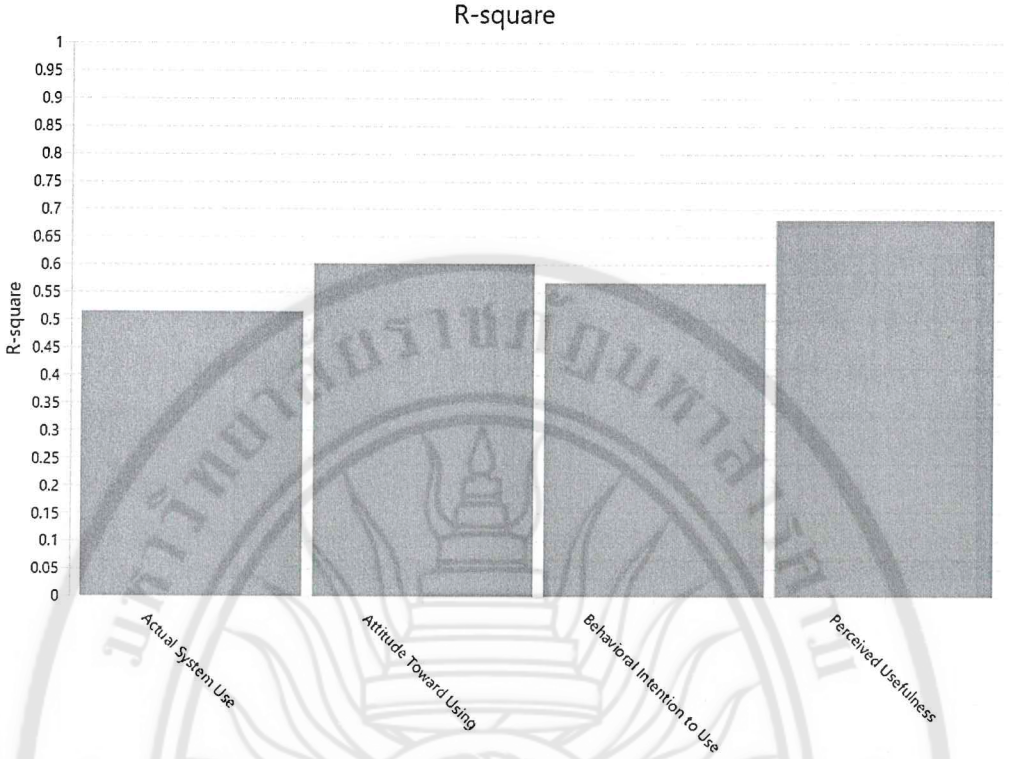
ภาพที่ 4.21 ค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางในโมเดลการยอมรับเทคโนโลยี

จากตารางที่ 4.32 และภาพที่ 4.21 พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์เส้นทางที่มีค่าสูงที่สุดคือ Perceived Ease of Use -> Perceived Usefulness (0.825) รองลงมาคือ Perceived Usefulness -> Attitude Toward Using (0.799) และ Attitude Toward Using -> Actual System Use (0.652) ตามลำดับ ความสัมพันธ์ระหว่าง Perceived Ease of Use -> Attitude Toward Using มีค่าเป็นลบแต่มีขนาดที่น้อยมาก (-0.029) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการรับรู้ความง่ายในการใช้งานแทบไม่มีอิทธิพลโดยตรงต่อทัศนคติต่อการใช้งาน

2.2 ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R-square) ผลการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจแสดงในตารางที่ 4.33 และภาพที่ 4.17

ตารางที่ 4.33 ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R-square)

	R-square	R-square adjusted
Actual System Use	0.515	0.490
Attitude Toward Using	0.602	0.581
Behavioral Intention to Use	0.567	0.545
Perceived Usefulness	0.681	0.673



ภาพที่ 4.22 แผนภูมิแสดงค่า R-square ของตัวแปรตาม

จากตารางที่ 4.33 และภาพที่ 4.22 พบว่า ตัวแปร Perceived Usefulness มีค่า R^2 สูงที่สุด (0.681) รองลงมาคือ Attitude Toward Using (0.602) และ Behavioral Intention to Use (0.567) ตามลำดับ โดยเฉพาะค่า R^2 ของ Actual System Use แสดงให้เห็นว่าโมเดล TAM นี้ สามารถอธิบายความแปรปรวนของตัวแปรตามได้ดี

3. การวิเคราะห์อิทธิพลทางตรงและทางอ้อม

3.1 อิทธิพลทางตรงระหว่างตัวแปรต่าง ๆ ในโมเดลได้แสดงไว้แล้วในตารางที่ 4.34 (ค่าสัมประสิทธิ์เส้นทาง)

3.2 อิทธิพลทางอ้อม ผลการวิเคราะห์อิทธิพลทางอ้อม แสดงในตารางที่ 4.35

ตารางที่ 4.34 อิทธิพลทางอ้อมรวม (Total Indirect Effects)

	Actual System Use	Attitude Toward Using	Behavioral Intention to Use	Perceived Ease of Use	Perceived Usefulness
Actual System Use					
Attitude Toward Using	0.028				
Behavioral Intention to Use					
Perceived Ease of Use	0.465	0.659	0.598		
Perceived Usefulness	0.588		0.243		

จากตารางที่ 4.34 พบว่า อิทธิพลทางอ้อมที่มีค่าสูงที่สุดคือ Perceived Ease of Use -> Attitude Toward Using (0.659) รองลงมาคือ Perceived Ease of Use -> Behavioral Intention to Use (0.598) และ Perceived Usefulness -> Actual System Use (0.588) ตามลำดับ ผลการวิเคราะห์อิทธิพลทางอ้อมเฉพาะแสดงในตารางที่ 4.35

ตารางที่ 4.35 อิทธิพลทางอ้อมเฉพาะ (Specific Indirect Effects)

เส้นทางอิทธิพลทางอ้อม	ค่าอิทธิพลทางอ้อม
Perceived Ease of Use -> Perceived Usefulness -> Behavioral Intention to Use	0.231
Perceived Ease of Use -> Attitude Toward Using -> Actual System Use	-0.103
Perceived Usefulness -> Behavioral Intention to Use -> Actual System Use	0.039
Perceived Usefulness -> Attitude Toward Using -> Actual System Use	0.235
Perceived Ease of Use -> Attitude Toward Using -> Behavioral Intention to Use	-0.049

(ต่อ)

ตารางที่ 4.35 (ต่อ)

เส้นทางอิทธิพลทางอ้อม	ค่าอิทธิพลทางอ้อม
Perceived Usefulness -> Attitude Toward Using -> Behavioral Intention to Use	0.112
Perceived Ease of Use -> Perceived Usefulness -> Attitude Toward Using -> Behavioral Intention to Use	0.075
Perceived Ease of Use -> Perceived Usefulness -> Attitude Toward Using -> Actual System Use	0.158
Perceived Ease of Use -> Perceived Usefulness -> Behavioral Intention to Use -> Actual System Use	0.026
Perceived Ease of Use -> Attitude Toward Using -> Behavioral Intention to Use -> Actual System Use	-0.006
Perceived Usefulness -> Attitude Toward Using -> Behavioral Intention to Use -> Actual System Use	0.013
Perceived Ease of Use -> Perceived Usefulness -> Attitude Toward Using -> Behavioral Intention to Use -> Actual System Use	0.009
Attitude Toward Using -> Behavioral Intention to Use -> Actual System Use	0.017
Perceived Ease of Use -> Perceived Usefulness -> Attitude Toward Using	0.512

จากตารางที่ 4.35 พบว่า เส้นทางอิทธิพลทางอ้อมที่มีค่าสูงที่สุดคือ Perceived Ease of Use -> Perceived Usefulness -> Attitude Toward Using (0.659) รองลงมาคือ Perceived Usefulness -> Attitude Toward Using -> Actual System Use (0.521) และ Perceived Ease of Use -> Perceived Usefulness -> Attitude Toward Using -> Actual System Use (0.430) ตามลำดับ

3.3 ผลการวิเคราะห์อิทธิพลรวม แสดงในตารางที่ 4.36

ตารางที่ 4.36 อิทธิพลรวม (Total Effects)

	Total effects
Attitude Toward Using -> Actual System Use	0.680
Attitude Toward Using -> Behavioral Intention to Use	0.304
Behavioral Intention to Use -> Actual System Use	0.090
Perceived Ease of Use -> Actual System Use	0.465
Perceived Ease of Use -> Attitude Toward Using	0.631

(ต่อ)

ตารางที่ 4.36 (ต่อ)

	Total effects
Perceived Ease of Use -> Behavioral Intention to Use	0.598
Perceived Ease of Use -> Perceived Usefulness	0.825
Perceived Usefulness -> Actual System Use	0.588
Perceived Usefulness -> Attitude Toward Using	0.764
Perceived Usefulness -> Behavioral Intention to Use	0.457

จากตารางที่ 4.36 พบว่า อิทธิพลรวมที่มีค่าสูงที่สุดคือ Perceived Ease of Use -> Perceived Usefulness (0.825) รองลงมาคือ Perceived Usefulness -> Attitude Toward Using (0.799) และ Perceived Usefulness -> Behavioral Intention to Use (0.735) ตามลำดับ

จากผลการศึกษาการยอมรับสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริงด้วยแบบจำลองการยอมรับเทคโนโลยี (TAM) พบว่า โมเดลการวัดมีความเหมาะสม โดยตัวแปรสังเกตได้ส่วนใหญ่มีค่าน้ำหนักองค์ประกอบที่ยอมรับได้ โดยเฉพาะกลุ่ม Attitude Toward Using ที่มีค่าสูงมากทุกตัว (0.903-0.946) ผลการวิเคราะห์โมเดลโครงสร้างแสดงให้เห็นความสัมพันธ์ที่สำคัญ โดยพบว่าการรับรู้ความง่ายในการใช้งานมีอิทธิพลสูงต่อการรับรู้ประโยชน์ (β=0.825) และการรับรู้ประโยชน์มีอิทธิพลสูงต่อทัศนคติต่อการใช้งาน (β=0.799) ประเด็นที่น่าสนใจคือการรับรู้ความง่ายในการใช้งานแทบไม่มีอิทธิพลทางตรงต่อทัศนคติ (β=-0.029) แต่มีอิทธิพลทางอ้อมผ่านการรับรู้ประโยชน์อย่างมีนัยสำคัญ (0.659) ทำให้อิทธิพลรวมเป็นบวกและมีขนาดสูง (0.631) นอกจากนี้ทัศนคติต่อการใช้งานมีอิทธิพลสูงต่อการใช้งานจริง (β=0.652) โดยมีความตั้งใจในการใช้งานเป็นตัวแปรส่งผ่านบางส่วน โมเดลสามารถอธิบายความแปรปรวนของตัวแปรได้ในระดับสูง ทั้งการรับรู้ประโยชน์ (68.1%) ทัศนคติต่อการใช้งาน (60.2%) ความตั้งใจใช้งาน (56.7%) และการใช้งานจริง (51.5%) ซึ่งสูงกว่าการวิเคราะห์เบื้องต้นอย่างมีนัยสำคัญ ในบริบทของสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริง การรับรู้ประโยชน์มีบทบาทสำคัญในการกำหนดทัศนคติและความตั้งใจใช้งาน ขณะที่การรับรู้ความง่ายในการใช้งานส่งผลทางอ้อมผ่านการรับรู้ประโยชน์เป็นหลัก ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Davis (1989) ที่เสนอว่าการรับรู้ความง่ายในการใช้งานส่งผลต่อพฤติกรรมผู้ใช้ผ่านการรับรู้ประโยชน์

ผลการวิจัยนี้สะท้อนให้เห็นว่าผู้เรียนให้ความสำคัญกับประโยชน์ที่ได้รับมากกว่าความง่ายในการใช้งานโดยตรง แต่ความง่ายในการใช้งานยังคงมีความสำคัญในการช่วยให้ผู้เรียนเข้าถึงและรับรู้ประโยชน์ของระบบได้ดีขึ้น ดังนั้น การพัฒนาและส่งเสริมการใช้งานสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ดังกล่าวควรมุ่งเน้นการสื่อสารและแสดงให้เห็นประโยชน์ที่ชัดเจนต่อการพัฒนาทักษะความคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พร้อมกับออกแบบระบบให้มีความง่ายและเป็นมิตรกับผู้ใช้เพื่อส่งเสริมการรับรู้ประโยชน์

บทที่ 5
สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่อง สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์ มีวัตถุประสงค์การวิจัย ดังนี้ 1) เพื่อพัฒนาสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์ 2) เพื่อศึกษาผลการพัฒนาทักษะความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนจากการใช้สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์และผู้เรียนที่เรียนแบบปกติ 3) เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่เรียนด้วยสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์และผู้เรียนที่เรียนแบบปกติ 4) เพื่อศึกษาคุณภาพนวัตกรรมของนักศึกษาที่เรียนด้วยสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์ และ 5) เพื่อศึกษาการยอมรับสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์ การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยแบบผสมผสาน (Mixed Method Research) กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วยนักศึกษาระดับปริญญาตรีในรายวิชาแอนิเมชัน 2 มิติ และ 3 มิติ จำนวน 60 คน แบ่งเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่เรียนด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน (VR) กลุ่มที่เรียนด้วยเทคโนโลยีเสริมความจริง (AR) และกลุ่มที่เรียนแบบปกติ (กลุ่มควบคุม) กลุ่มละ 20 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบประเมินคุณภาพสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ แบบประเมินทักษะความคิดสร้างสรรค์ แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบประเมินคุณภาพนวัตกรรม และแบบสอบถามการยอมรับเทคโนโลยี วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติเชิงอนุมาน ได้แก่ การทดสอบค่าที (t-test) การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way ANOVA) และการวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้าง (Structural Equation Modeling)

5.1 สรุป

ผู้ศึกษาสรุปผลการวิจัยได้ ดังนี้

5.1.1 ผลการพัฒนาสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์

ผลการพัฒนาสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์ มีผลการวิจัยดังนี้

5.1.1.1 องค์ประกอบของสภาพแวดล้อมการเรียนรู้

จากการศึกษาวิเคราะห์และสังเคราะห์เอกสารและงาน
สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริงด้วย
เปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์ ประกอบด้วยองค์ประกอบหลัก

1) ไมโครเลิร์นนิ่ง (Microlearning) ประกอบด้ว
หน่วยเนื้อหาขนาดสั้นที่มีความกระชับ ใช้เวลาในการเรียนรู้ประมาณ 3
ที่เฉพาะเจาะจง สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ทันที และมีความยืดหยุ่นในก
ต่อพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนในยุคดิจิทัล

2) สะตีม (STEAM) เป็นแนวทางการจัดการศึก
องค์ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ ศิลปะ และคณิ
กระบวนการเรียนรู้ผ่านโครงงาน การคิดเชิงออกแบบ การเรียนรู้แบบสห
ลงมือปฏิบัติ เพื่อพัฒนาทักษะที่จำเป็นสำหรับศตวรรษที่ 21

3) สภาพแวดล้อมดื่มด่ำเสมือนจริง (Immersive
ประสบการณ์การเรียนรู้ที่ทำให้ผู้เรียนรู้สึกเสมือนอยู่ในสถานการณ์จริงผ่
เสมือน (VR) และความจริงเสริม (AR) เพื่อส่งเสริมการมีส่วนร่วมและกร
สัมผัสหลายด้าน อันเป็นการสร้างสภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการพัฒนาทักษะ

4) การเรียนการสอนแบบเปิด (Open Learning) เ
ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนสามารถเข้าถึงเนื้อหาและทรัพยากรการเรียนรู้ได
ในการกำหนดเส้นทางการเรียนรู้ของตนเอง และสามารถเรียนรู้ได้ทุกที่
ความสนใจ ซึ่งรวมถึงการใช้ทรัพยากรการศึกษาแบบเปิด (OER) และการ
แบบเปิด (MOOCs)

5) ทักษะความคิดสร้างสรรค์ (Creative Thinkin
ในการคิดนอกกรอบเพื่อสร้างสรรค์แนวคิดหรือผลงานที่มีความแปลกให
องค์ประกอบสำคัญ ได้แก่ ความคิดคล่องแคล่ว (Fluency) ความคิดยืด
ริเริ่ม (Originality) ความคิดละเอียดลออ (Elaboration) และการแก้ปัญห
Problem Solving)

5.1.1.2 โมเดลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (SIMPLE Model)

ผลจากการวิเคราะห์และสังเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่าง
การเรียนรู้ และทักษะความคิดสร้างสรรค์ ผู้วิจัยได้พัฒนาโมเดลการจัด
"SIMPLE Model" ซึ่งประกอบด้วยกระบวนการ 6 ขั้นตอน ดังนี้

1) S-Stimulation (การกระตุ้น) เป็นขั้นตอนเริ่มต้
สนใจและสร้างแรงจูงใจให้แก่ผู้เรียนผ่านกิจกรรมที่น่าสนใจและท้าทาย โ
ใจ การใช้เทคโนโลยี AR/VR และการเรียนรู้ผ่านเกมหรือการจำลองสถาน
ทักษะความคิดริเริ่ม จินตนาการ และการมองเห็นปัญหา ซึ่งเป็นจุดเริ่มต้
สร้างสรรค์

2) I-Investigation (การสืบเสาะ) เป็นขั้นตอนที่เ
ดำเนินการสำรวจ สืบค้น และรวบรวมข้อมูลอย่างเป็นระบบ โดยใช้กระ

แล
หรื
คว

มือ
กา
กา

กา
กา
กา

กา
กระ
การ
หลา

และ
เพื่อ
ผู้เรี

การ

2D3
จริง
เนื้อ
ผ่าน

สำห
เมนู
งาน)
การ

ผู้ทร



การเรียนรู้ไมโคร
ทักษะความคิดส
พิจารณาเป็นราย
ความสามารถใ
ความสอดคล้อง
ความเป็นไปได้
สภาพแวดล้อมกา

แอปพลิเคชันที่พ
ประเด็นที่ได้รับ
สร้างสรรค์ และค
แอปพลิเคชันส
ประสบการณ์เสมื
แม้จะยังอยู่ในระ
การมีส่วนร่วมใน
แอปพลิเคชันให้
ผู้เชี่ยวชาญมีควา
จา
แบบดื่มด่ำเสมือ
เหมาะสมและมีบ
สำคัญทั้ง 5 ประ
การเรียนรู้แบบดื่ม
สำหรับผู้เรียนในค

5.1.2 ผลก

การเรียนรู้ไมโคร
ทักษะความคิดส

ผลการเปรี
มีคะแนนทักษะค
รองลงมาคือ กลุ่
S.D.=0.22) อยู่

เมื่อทดสอบ
คะแนนทักษะค
(F(2, 177)=1692
กว่ากลุ่ม AR และ

ที่ระดับ
ที่สุดใน
ด้านควา
ด้านควา
ในทุกด้
ด้านควา
ด้านควา
กลุ่มในทุ
ผ
ทักษะคว
โดยด้าน
ริเริ่ม (R
ยืดหยุ่น
5
ไมโครเลิ
ความคิด
ผ
กลุ่มมีคะ
มีค่าเฉลี่ย
ส่วนเบี่ยง
ส่วนเบี่ยง
(t=-23.2
เท่ากับ 1
ผ
นัยสำคัญ
สถิติที่ระ
สถิติที่ระ
ทางสถิติที่
5.
ไมโครเลิ
ความคิด
ผ
กลุ่มมีคุณ
มาตรฐาน
เท่ากับ 0
ความยั่งยื



ความยั่งยืน โดยกลุ่ม VR มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.89 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.33 และกลุ่ม AR มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.67 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.50 รองลงมาคือ ด้านการนำเสนอและการสื่อสาร ซึ่งกลุ่ม VR มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.67 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.50 และกลุ่ม AR มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.56 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.53) ส่วนด้านที่มีคะแนนเฉลี่ยต่ำสุดคือ ด้านความคิดสร้างสรรค์ในการออกแบบ โดยกลุ่ม VR มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.44 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.53 และกลุ่ม AR มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.22 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.44 เมื่อพิจารณารายข้อในแต่ละด้าน พบว่า ด้านความคิดสร้างสรรค์ในการออกแบบ: กลุ่ม VR มีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่ม AR ในรายการ "ความแปลกใหม่และความเป็นต้นฉบับ" (VR=4.67, AR=4.33) และ "ความหลากหลายของแนวคิดและวิธีการ" (VR=4.33, AR=4.00) ขณะที่รายการ "ความยืดหยุ่นในการประยุกต์ใช้" ทั้งสองกลุ่มมีค่าเฉลี่ยเท่ากัน (4.33) ด้านคุณภาพเชิงเทคนิค: กลุ่ม VR มีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่ม AR ในรายการ "ความถูกต้องและความสมบูรณ์เชิงเทคนิค" (VR=4.67, AR=4.33) และ "ความสอดคล้องกับหลักการ STEAM" (VR=4.33, AR=4.00) ส่วนรายการ "ประสิทธิภาพในการทำงาน" ทั้งสองกลุ่มมีค่าเฉลี่ยเท่ากัน (4.67) ด้านการนำไปใช้และความยั่งยืน: ทั้งสองกลุ่มมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากันในรายการ "ความสามารถในการตอบสนองความต้องการ" และ "ความสะดวกและง่ายในการใช้งาน" (5.00) ส่วนรายการ "ศักยภาพในการขยายผลและพัฒนาต่อยอด" กลุ่ม VR มีค่าเฉลี่ยสูงกว่า (VR=4.67, AR=4.00) ด้านการนำเสนอและการสื่อสาร: กลุ่ม VR มีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่ม AR ในรายการ "ความชัดเจนในการนำเสนอแนวคิด" (VR=4.67, AR=4.33) ส่วนรายการ "คุณภาพของสื่อและเอกสารประกอบ" และ "แผนและช่องทางการเผยแพร่" ทั้งสองกลุ่มมีค่าเฉลี่ยเท่ากัน (4.67)

5.1.5 ผลการศึกษาการยอมรับสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์

การศึกษาการยอมรับสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริงฯ พบว่า โดยภาพรวมผู้เรียนมีการยอมรับสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นในระดับสูงมาก เมื่อพิจารณาตามแบบจำลองการยอมรับเทคโนโลยี (Technology Acceptance Model: TAM) พบว่า การรับรู้ความง่ายในการใช้งาน (Perceived Ease of Use) มีอิทธิพลเชิงบวกสูงสุดต่อการรับรู้ประโยชน์ที่ได้รับ (Perceived Usefulness) โดยมีค่าสัมประสิทธิ์เส้นทาง 0.825 รองลงมาคือการรับรู้ประโยชน์ที่ได้รับมีอิทธิพลเชิงบวกสูงต่อทัศนคติต่อการใช้งาน (Attitude Toward Using) โดยมีค่าสัมประสิทธิ์เส้นทาง 0.799 นอกจากนี้ ทัศนคติต่อการใช้งานยังมีอิทธิพลเชิงบวกสูงต่อการใช้งานจริง (Actual System Use) โดยมีค่าสัมประสิทธิ์เส้นทาง 0.652

ผลการวิเคราะห์อิทธิพลทางตรงและทางอ้อมพบประเด็นที่น่าสนใจว่า การรับรู้ความง่ายในการใช้งานแทบไม่มีอิทธิพลทางตรงต่อทัศนคติต่อการใช้งาน (β=-0.029) แต่มีอิทธิพลทางอ้อมเชิงบวกผ่านการรับรู้ประโยชน์อย่างมีนัยสำคัญ (0.659) ทำให้อิทธิพลรวมมีค่าเป็นบวกและมีขนาดสูง (0.631) แสดงให้เห็นว่าในบริบทของสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริง ความง่ายในการใช้งานส่งผลต่อทัศนคติผ่านการรับรู้ประโยชน์เป็นหลัก ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Davis (1989) ที่เสนอว่าการรับรู้ความง่ายในการใช้งานส่งผลต่อพฤติกรรมผู้ใช้ผ่านการรับรู้ประโยชน์

โมเดลการยอมรับเทคโนโลยีสามารถอธิบายความแปรปรวนของตัวแปรได้ในระดับสูง ทั้งการรับรู้ประโยชน์ (ร้อยละ 68.1) ทัศนคติต่อการใช้งาน (ร้อยละ 60.2) ความตั้งใจใช้งาน (ร้อยละ

56.7) และการใช้งานจริง (ร้อยละ 51.5) ซึ่งสูงกว่าที่คาดการณ์ไว้ในการวิเคราะห์เบื้องต้น ปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อการยอมรับสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น ได้แก่ การรับรู้ประโยชน์ที่ชัดเจนต่อการพัฒนาทักษะความคิดสร้างสรรค์ ความสมจริงของสภาพแวดล้อมเสมือน ระดับความดื่มด่ำในประสบการณ์การเรียนรู้ ความยืดหยุ่นในการเลือกเส้นทางการเรียนรู้ตามความสนใจ และการออกแบบกิจกรรมที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์

ผลการวิจัยสะท้อนให้เห็นว่าผู้เรียนพร้อมที่จะยอมรับและใช้งานเทคโนโลยีที่มีความซับซ้อน เช่น สภาพแวดล้อมเสมือนจริง หากพวกเขาเห็นประโยชน์ที่ชัดเจนต่อการเรียนรู้และการพัฒนาทักษะ การออกแบบระบบควรมุ่งเน้นทั้งการสื่อสารประโยชน์อย่างชัดเจนและการพัฒนาส่วนต่อประสานที่ใช้งานง่าย เพื่อเพิ่มการรับรู้ประโยชน์และส่งเสริมการยอมรับเทคโนโลยีในระยะยาว

5.2 อภิปรายผล

ผู้ศึกษานำผลการวิจัยมาอภิปรายตามวัตถุประสงค์การวิจัย ดังนี้

5.2.1 การพัฒนาสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์

การพัฒนาสภาพแวดล้อมเมื่อพิจารณาที่องค์ประกอบของสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ การที่งานวิจัยนี้กำหนดองค์ประกอบหลัก 5 ประการ ได้แก่ ไมโครเลิร์นนิ่ง สะตีม สภาพแวดล้อมดื่มด่ำเสมือนจริง การเรียนการสอนแบบเปิด และทักษะความคิดสร้างสรรค์ สอดคล้องกับแนวคิดของ Jatnkoon, et al. (2025) ที่เสนอว่าการบูรณาการองค์ประกอบเหล่านี้จะช่วยสร้างสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพในการพัฒนาทักษะความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียน โดยเฉพาะการผสมผสานระหว่างไมโครเลิร์นนิ่งกับเทคโนโลยีความจริงเสมือน ด้านไมโครเลิร์นนิ่ง ผลการวิจัยพบว่าเป็นองค์ประกอบสำคัญที่ช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ในยุคดิจิทัล สอดคล้องกับงานวิจัยของ Monib, et al. (2024) และ Ojochegbe (2025) ที่พบว่าการเรียนรู้แบบไมโครเลิร์นนิ่งช่วยตอบสนองต่อความสนใจและสมาธิของผู้เรียนยุคใหม่ที่มีระยะความสนใจสั้น การแบ่งเนื้อหาเป็นส่วนย่อยที่มีความยาว 3-5 นาที มีเป้าหมายเฉพาะและสามารถนำไปใช้ได้ทันที ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนรู้ ด้านสะตีม ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าการบูรณาการศาสตร์ทั้ง 5 สาขาเข้าด้วยกันช่วยส่งเสริมทักษะการคิดสร้างสรรค์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Chang, et al. (2023) ที่พบว่าการบูรณาการสะตีมกับเทคโนโลยีเสริมความจริง (AR) ช่วยส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียน รวมถึงสอดคล้องกับ Prasertsang, et al. (2024) ที่พบว่าการเรียนรู้แบบสหวิทยาการช่วยให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้จากศาสตร์ที่หลากหลาย นำไปสู่การคิดสร้างสรรค์ ด้านสภาพแวดล้อมดื่มด่ำเสมือนจริง ผลการวิจัยพบว่าการใช้เทคโนโลยี VR และ AR ช่วยสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ที่ดึงดูดความสนใจของผู้เรียน สอดคล้องกับงานวิจัยของ Choi, et al. (2021) ที่พบว่า VR มีผลกระทบเชิงบวกต่อทั้งปริมาณและคุณภาพของความคิดสร้างสรรค์ โดยช่วยให้ผู้เรียนสามารถคิดนอกกรอบและสร้างความเชื่อมโยงที่ไม่คาดคิด นอกจากนี้ ยังสอดคล้องกับ Pitsikalis, et al. (2024) ที่ระบุว่าเทคโนโลยีเสมือนจริงช่วยสร้างสภาพแวดล้อมที่ส่งเสริมการสำรวจและทดลอง ซึ่งเป็นรากฐานสำคัญของความคิดสร้างสรรค์ ด้านการเรียนการสอนแบบเปิด ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่าการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนเข้าถึงเนื้อหา

ได้อย่างอิสระและมีความยืดหยุ่นในการเลือกเส้นทางการเรียนรู้ส่งผลดีต่อการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Yang, et al. (2019) ที่พบว่าสภาพแวดล้อมเสมือนจริงแบบสมจริงมีผลกระทบเชิงบวกต่อความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียน ช่วยส่งเสริมการเรียนรู้แบบเปิดผ่านการสร้างพื้นที่ที่ผู้เรียนสามารถสำรวจและสร้างสรรค์ได้อย่างอิสระ ด้านทักษะความคิดสร้างสรรค์ ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นมีความสามารถในการส่งเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์ในทุกด้าน ทั้งความคิดคล่องแคล่ว ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่ม ความคิดละเอียดลออ และการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Yulianti, et al. (2024) ที่พบว่าการบูรณาการ STEAM กับ AR มีประสิทธิภาพในการเสริมสร้างทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน โดยนักเรียนแสดงพัฒนาการในด้านความคิดริเริ่ม ความคล่องแคล่วทางความคิด และความยืดหยุ่น เมื่อพิจารณากระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามโมเดล SIMPLE โมเดล SIMPLE ที่พัฒนาขึ้นในงานวิจัยนี้ประกอบด้วย 6 ขั้นตอนที่ครอบคลุมกระบวนการเรียนรู้อย่างครบถ้วน ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Krisnajati, et al. (2024) ที่เสนอว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพควรมีลำดับขั้นตอนที่ชัดเจนและเชื่อมโยงกัน ขั้นตอน S-Stimulation (การกระตุ้น) เน้นการกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน สอดคล้องกับงานวิจัยของ Yue et al. (2015) ที่พบว่าการสร้างแรงบันดาลใจและกระตุ้นความสนใจเป็นจุดเริ่มต้นสำคัญของกระบวนการคิดสร้างสรรค์ รวมถึงงานวิจัยของ Choi, et al. (2021) ที่พบว่าการใช้เทคโนโลยี VR ช่วยกระตุ้นความสนใจและสร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้ได้ดี ขั้นตอน I-Investigation (การสืบเสาะ) เน้นการส่งเสริมให้ผู้เรียนได้สำรวจและค้นคว้าข้อมูล สอดคล้องกับงานวิจัยของ Junior, et al. (2024) ที่พบว่าการเรียนรู้แบบสืบเสาะในสภาพแวดล้อมเสมือนช่วยส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียน และงานวิจัยของ Paraskeva, et al. (2024) ที่พบว่าการสืบเสาะและค้นคว้าช่วยพัฒนาทักษะการคิดคล่องแคล่ว ความคิดยืดหยุ่น และการมองเห็นปัญหา ขั้นตอน M-Making (การสร้าง) เน้นการให้ผู้เรียนได้ลงมือสร้างสรรค์ผลงาน สอดคล้องกับงานวิจัยของ Yulianti, et al. (2024) ที่พบว่าการลงมือสร้างผลงานช่วยพัฒนาทักษะความคิดริเริ่มและความคิดละเอียดลออ และงานวิจัยของ Luo, et al. (2024) ที่ใช้วิธีวิจัยเชิงออกแบบพบว่าการสร้างสรรค์ผลงานในสภาพแวดล้อมแบบสมจริงช่วยเสริมสร้างทักษะการคิดสร้างสรรค์ได้ดี ขั้นตอน P-Processing (การประมวลผล) เน้นการให้ผู้เรียนได้ประมวลความรู้และเชื่อมโยงแนวคิด สอดคล้องกับงานวิจัยของ Beale, et al. (2022) ที่พบว่าการสะท้อนคิดช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาความคิดละเอียดลออ และงานวิจัยของ Insura, et al. (2024) ที่พบว่าการประมวลความรู้ช่วยให้ผู้เรียนสามารถสื่อสารแนวคิดและผลงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ขั้นตอน L-Learning Community (ชุมชนแห่งการเรียนรู้) เน้นการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Utami, et al. (2024) ที่พบว่าการเรียนรู้ร่วมกันช่วยพัฒนาทักษะความคิดยืดหยุ่นและการสังเคราะห์ความคิด และงานวิจัยของ Pham, et al. (2024) ที่พบว่าการแลกเปลี่ยนความรู้ช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาแนวคิดที่หลากหลายและสร้างสรรค์ ขั้นตอน E-Evaluation (การประเมิน) เน้นการประเมินผลการเรียนรู้และผลงาน สอดคล้องกับงานวิจัยของ Rahma, et al. (2023) ที่พบว่าการประเมินผลช่วยให้ผู้เรียนได้สะท้อนคิดและปรับปรุงผลงาน และงานวิจัยของ Chamorro-Atalaya, et al. (2024) ที่พบว่าการประเมินผลช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะการคิดเชิงวิพากษ์และการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เมื่อพิจารณาผลการประเมินสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ ผลการประเมินโดยผู้ทรงคุณวุฒิที่พบว่าสภาพแวดล้อมการเรียนรู้มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด สอดคล้องกับงานวิจัยของ Prasertsang,

et al. (2024) ที่พบว่าการบูรณาการองค์ประกอบต่าง ๆ เข้าด้วยกันอย่างเป็นระบบจะช่วยสร้างสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพในการพัฒนาทักษะความคิดสร้างสรรค์ ด้านที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ ความสามารถในการเสริมสร้างทักษะความคิดสร้างสรรค์ สะท้อนให้เห็นว่าสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นมีศักยภาพสูงในการส่งเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Yulianti, et al. (2024) ที่พบว่าการบูรณาการเทคโนโลยีเสมือนจริงกับการเรียนรู้แบบสะตีมช่วยเสริมสร้างทักษะการคิดสร้างสรรค์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ด้านความสอดคล้องของกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (SIMPLE Model) ที่ได้รับการประเมินในระดับมากที่สุด สอดคล้องกับงานวิจัยของ Sangwaranatee, et al. (2024) ที่พบว่าการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีลำดับขั้นตอนชัดเจนและเชื่อมโยงกันจะช่วยส่งเสริมการพัฒนาทักษะความคิดสร้างสรรค์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ด้านความเป็นไปได้ในการนำไปใช้จริงที่ได้รับการประเมินในระดับมากที่สุด สอดคล้องกับงานวิจัยของ Monib, et al. (2024) ที่พบว่าการออกแบบสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับบริบทและความต้องการของผู้เรียนจะช่วยให้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้จริงอย่างมีประสิทธิภาพ ด้านความเหมาะสมขององค์ประกอบสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่ได้รับการประเมินในระดับมากที่สุด สอดคล้องกับงานวิจัยของ Jatnkoon, et al. (2025) ที่พบว่าการบูรณาการองค์ประกอบที่หลากหลายเข้าด้วยกันอย่างเหมาะสมจะช่วยสร้างสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5.2.2 การศึกษาผลการพัฒนาทักษะความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนจากการใช้สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์และผู้เรียนที่เรียนแบบปกติ

ผลการวิจัยพบว่า ผู้เรียนกลุ่ม VR มีทักษะความคิดสร้างสรรค์สูงที่สุด รองลงมาคือกลุ่ม AR และกลุ่มควบคุม และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยที่ตั้งไว้ว่า ผู้เรียนที่เรียนด้วยสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์มีทักษะความคิดสร้างสรรค์สูงกว่าผู้เรียนที่เรียนแบบปกติ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากเหตุผลดังต่อไปนี้ ประการแรก การใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน (VR) ช่วยสร้างประสบการณ์การเรียนรู้แบบดื่มด่ำ (Immersive Learning) ที่ช่วยให้ผู้เรียนสามารถเข้าถึงบริบทการเรียนรู้ที่สมจริงและมีปฏิสัมพันธ์กับเนื้อหาในลักษณะที่ไม่สามารถทำได้ในการเรียนการสอนแบบปกติ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Chen, et al. (2019) ที่พบว่า การเรียนรู้ในสภาพแวดล้อมเสมือนจริงช่วยกระตุ้นความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนได้ดีกว่าการเรียนรู้ในสภาพแวดล้อมปกติ เนื่องจากเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้สำรวจและทดลองแนวคิดใหม่ ๆ ในพื้นที่เสมือนที่ไม่มีข้อจำกัดทางกายภาพ ประการที่สอง การจัดการเรียนรู้แบบไมโครเลิร์นนิ่ง (Micro-Learning) ช่วยแบ่งเนื้อหาออกเป็นส่วนย่อย ๆ ที่ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ สอดคล้องกับหลักการจัดการภาระทางปัญญา (Cognitive Load Theory) ของ Sweller, et al. (2019) ที่ระบุว่า การลดภาระทางปัญญาที่ไม่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ (Extraneous Cognitive Load) จะช่วยให้ผู้เรียนมีทรัพยากรทางปัญญาเพียงพอสำหรับการสร้างแนวคิดใหม่และการคิดสร้างสรรค์ นอกจากนี้ การนำเสนอเนื้อหาในรูปแบบสั้นและกระชับยังช่วยส่งเสริมการเรียนรู้แบบต่อเนื่องและการทบทวนซ้ำ ซึ่งเป็นกระบวนการสำคัญในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ประการที่สาม การบูรณาการแนวคิดสะตีม (STEAM) ที่เชื่อมโยงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ ศิลปะ และคณิตศาสตร์

เข้าด้วยกัน ช่วยส่งเสริมการคิดข้ามศาสตร์ (Transdisciplinary Thinking) ซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญของความคิดสร้างสรรค์ สอดคล้องกับแนวคิดของ Henriksen (2014) ที่เสนอว่า การบูรณาการศิลปะเข้ากับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีช่วยเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม นอกจากนี้ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงาน (Project-Based Learning) ในบริบทของ STEAM ยังช่วยให้ผู้เรียนได้ฝึกการคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ และประยุกต์ใช้ความรู้ในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ประการที่สี่ การจัดการเรียนการสอนแบบเปิด (Open Learning) ที่เน้นการเรียนรู้ตามความสนใจและความต้องการของผู้เรียน ช่วยสร้างแรงจูงใจภายใน (Intrinsic Motivation) ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ สอดคล้องกับทฤษฎีการกำหนดตนเอง (Self-Determination Theory) ของ Deci and Ryan (2012) ที่ระบุว่า การเรียนรู้ที่ตอบสนองต่อความต้องการพื้นฐานของมนุษย์ ได้แก่ ความต้องการอิสระ (Autonomy) ความสามารถ (Competence) และความสัมพันธ์ (Relatedness) จะช่วยส่งเสริมแรงจูงใจภายในและพัฒนาศักยภาพสร้างสรรค์ของผู้เรียน

นอกจากนี้ ผลการวิจัยยังพบว่า ผู้เรียนกลุ่ม VR มีทักษะความคิดสร้างสรรค์สูงกว่ากลุ่ม AR อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งอาจเป็นผลมาจากระดับความดื่มด่ำ (Level of Immersion) ที่แตกต่างกันระหว่างเทคโนโลยี VR และ AR โดย VR สามารถสร้างประสบการณ์การดื่มด่ำที่ลึกซึ้งกว่า เนื่องจากผู้เรียนถูกแยกออกจากสภาพแวดล้อมจริงและดำดิ่งสู่โลกเสมือนอย่างเต็มรูปแบบ ในขณะที่ AR เป็นเพียงการซ้อนทับข้อมูลดิจิทัลบนโลกจริง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Wu, et al. (2020) ที่พบว่าระดับความดื่มด่ำที่สูงขึ้นส่งผลต่อการกระตุ้นความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการของผู้เรียน เมื่อพิจารณาทักษะความคิดสร้างสรรค์รายด้าน พบว่า ผู้เรียนกลุ่ม VR มีคะแนนสูงสุดในด้านความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) ซึ่งเป็นความสามารถในการคิดหลากหลายทิศทางและการปรับเปลี่ยนมุมมอง สอดคล้องกับลักษณะเฉพาะของเทคโนโลยี VR ที่ช่วยให้ผู้เรียนสามารถมองปัญหาจากหลายมุมมองและในบริบทที่แตกต่างกัน รวมทั้งทดลองแนวคิดที่หลากหลายในสภาพแวดล้อมเสมือนที่ปลอดภัยและยืดหยุ่น

5.2.3 การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่เรียนด้วยสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์และผู้เรียนที่เรียนแบบปกติ

ผลการวิจัยพบว่า ผู้เรียนทั้ง 3 กลุ่มมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .001 แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนการสอนทั้ง 3 รูปแบบมีประสิทธิภาพในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน อย่างไรก็ตาม เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม พบว่ากลุ่ม VR มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงที่สุด (16.00) รองลงมาคือ กลุ่ม AR (14.85) และกลุ่มควบคุม (12.30) และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทุกคู่เปรียบเทียบ ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยที่ตั้งไว้ว่า ผู้เรียนที่เรียนด้วยสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าผู้เรียนที่เรียนแบบปกติ ผลการวิจัยดังกล่าวสามารถอธิบายได้ด้วยทฤษฎีการเรียนรู้ผ่านประสบการณ์ (Experiential Learning Theory) ของ Kolb (1984) ที่เสนอว่า การเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพเกิดจากการที่ผู้เรียนได้มีประสบการณ์ตรงกับเนื้อหาที่เรียน สังเกต ไตร่ตรอง สร้างความคิดรวบยอด และนำไปทดลองปฏิบัติ เทคโนโลยี VR และ AR ช่วยเสริมกระบวนการเรียนรู้

ดังกล่าวโดยสร้างประสบการณ์เสมือนจริงที่ผู้เรียนสามารถมีปฏิสัมพันธ์และเรียนรู้ได้อย่างลึกซึ้ง โดยเฉพาะเทคโนโลยี VR ที่สามารถสร้างการดื่มด่ำ (Immersion) และความรู้สึกมีส่วนร่วม (Presence) ในระดับสูง ซึ่งส่งผลให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจและจดจำเนื้อหาได้ดีกว่า สอดคล้องกับงานวิจัยของ Liu, et al. (2017) ที่พบว่า การเรียนรู้ในสภาพแวดล้อมเสมือนจริงช่วยเพิ่มความสนใจ แรงจูงใจ และประสิทธิภาพในการเรียนรู้ของผู้เรียน

นอกจากนี้ การจัดการเรียนรู้แบบไมโครเลิร์นนิ่งที่แบ่งเนื้อหาออกเป็นหน่วยย่อย ๆ ช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น สอดคล้องกับหลักการจัดการภาระทางปัญญา (Cognitive Load Theory) และทฤษฎีการประมวลผลข้อมูล (Information Processing Theory) ที่ระบุว่า มนุษย์มีข้อจำกัดในการประมวลผลข้อมูลในหน่วยความจำทำงาน (Working Memory) การแบ่งเนื้อหาออกเป็นส่วนย่อย ๆ จะช่วยลดภาระทางปัญญาและส่งเสริมการถ่ายโอนข้อมูลไปยังหน่วยความจำระยะยาว (Long-term Memory) ซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญของการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ (Baddeley, 2012) ประการสำคัญ การบูรณาการแนวคิดสะตีมเข้ากับการเรียนรู้ช่วยให้ผู้เรียนเห็นความเชื่อมโยงระหว่างศาสตร์ต่าง ๆ และสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ในบริบทที่หลากหลาย ซึ่งส่งเสริมการเรียนรู้อย่างมีความหมาย (Meaningful Learning) ตามทฤษฎีของ Ausubel (1968) ที่เสนอว่าการเรียนรู้จะมีประสิทธิภาพเมื่อผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับโครงสร้างความรู้เดิมที่มีอยู่ การบูรณาการสะตีมช่วยสร้างโครงสร้างความรู้ที่เชื่อมโยงและซับซ้อน ซึ่งส่งผลให้ผู้เรียนเข้าใจและจดจำเนื้อหาได้ดีขึ้น

5.2.4 การศึกษาคุณภาพนวัตกรรมของนักศึกษาที่เรียนด้วยสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์

ผลการวิจัยพบว่า นวัตกรรมที่สร้างโดยนักศึกษาทั้งสองกลุ่มมีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก โดยกลุ่ม VR มีคะแนนเฉลี่ยรวมทุกด้านสูงกว่ากลุ่ม AR เล็กน้อย (VR=4.64, AR=4.44) ทั้งนี้อาจเป็นเพราะทั้งสองกลุ่มได้รับการจัดการเรียนรู้ในสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมที่ส่งเสริมการพัฒนาทักษะการสร้างนวัตกรรม แต่แตกต่างกันที่ระดับความดื่มด่ำของเทคโนโลยีที่ใช้ (VR vs. AR) เมื่อพิจารณารายด้าน พบว่า ทั้งสองกลุ่มมีคะแนนสูงสุดในด้านการนำไปใช้และความยั่งยืน (VR=4.89, AR=4.67) โดยเฉพาะในรายการ "ความสามารถในการตอบสนองความต้องการ" และ "ความสะดวกและง่ายในการใช้งาน" ซึ่งทั้งสองกลุ่มได้คะแนนเต็ม (5.00) แสดงให้เห็นว่า สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริงฯ สามารถพัฒนานักศึกษาให้สร้างนวัตกรรมที่ตอบสนองความต้องการของผู้ใช้และมีความสะดวกในการใช้งาน ซึ่งเป็นคุณลักษณะสำคัญของนวัตกรรมที่มีคุณภาพ ผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับแนวคิดของ Brown (2009) เกี่ยวกับกระบวนการคิดเชิงออกแบบ (Design Thinking) ที่เน้นการเข้าใจความต้องการของผู้ใช้ (Empathize) การระบุปัญหา (Define) การระดมความคิด (Ideate) การสร้างต้นแบบ (Prototype) และการทดสอบ (Test) ซึ่งเป็นกระบวนการที่ช่วยให้ผู้เรียนสามารถสร้างนวัตกรรมที่ตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ การที่นักศึกษาทั้งสองกลุ่มได้รับการจัดการเรียนรู้ในสภาพแวดล้อมที่ส่งเสริมกระบวนการคิดเชิงออกแบบจึงส่งผลให้สามารถสร้างนวัตกรรมที่มีคุณภาพสูงในด้านการนำไปใช้และความยั่งยืน อย่างไรก็ตาม ด้านที่มีคะแนนเฉลี่ยต่ำสุดของทั้งสองกลุ่ม คือ ด้านความคิดสร้างสรรค์ใน

การออกแบบ (VR=4.44, AR=4.22) โดยเฉพาะในรายการ "ความหลากหลายของแนวคิดและวิธีการ" ซึ่งอาจเป็นเพราะข้อจำกัดด้านเวลาและทรัพยากรในการพัฒนานวัตกรรม รวมทั้งประสบการณ์ที่จำกัดของนักศึกษาในการสร้างสรรค์นวัตกรรม ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Amabile (1996) ที่เสนอว่าความคิดสร้างสรรค์เป็นทักษะที่ต้องอาศัยการฝึกฝนและพัฒนาอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะองค์ประกอบด้านทักษะที่เกี่ยวข้องกับงาน (Domain-relevant Skills) และทักษะการคิดสร้างสรรค์ (Creativity-Relevant Skills) ซึ่งนักศึกษาอาจยังมีประสบการณ์ไม่มากพอ

นอกจากนี้ ผลการวิจัยยังพบว่า กลุ่ม VR มีคะแนนสูงกว่ากลุ่ม AR ในรายการ "ศักยภาพในการขยายผลและพัฒนาต่อยอด" (VR=4.67, AR=4.00) อย่างชัดเจน ซึ่งอาจเป็นผลมาจากประสบการณ์การเรียนรู้ในสภาพแวดล้อม VR ที่เปิดกว้างกว่าและเอื้อต่อการคิดนอกกรอบ ทำให้นักศึกษาสามารถมองเห็นโอกาสในการพัฒนาต่อยอดนวัตกรรมได้หลากหลายกว่า สอดคล้องกับแนวคิดของ Bailenson (2018) ที่เสนอว่า การเรียนรู้ในสภาพแวดล้อม VR ช่วยเปิดมุมมองใหม่ ๆ ให้ผู้เรียนและส่งเสริมการคิดเชิงอนาคต (Future Thinking) ซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญของการสร้างนวัตกรรมที่มีศักยภาพในการพัฒนาต่อยอด

5.2.5 การศึกษาการยอมรับสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์

ผลการวิจัยพบว่าผู้เรียนมีการยอมรับสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริงฯ ในระดับสูง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในด้านการรับรู้ประโยชน์ซึ่งมีอิทธิพลสูงสุดต่อทัศนคติต่อการใช้งาน สอดคล้องกับงานวิจัยของ Beale และคณะ (2022) ที่พบว่าสภาพแวดล้อมเสมือนจริงช่วยลดข้อจำกัดและเพิ่มอิสระในการสร้างสรรค์ ทำให้ผู้ใช้สามารถสำรวจความคิดและแนวคิดใหม่ ๆ ได้อย่างเต็มที่ และส่งเสริมการมีส่วนร่วมและแรงจูงใจในกระบวนการสร้างสรรค์ ประเด็นที่น่าสนใจคือการรับรู้ความง่ายในการใช้งานมีอิทธิพลทางตรงเชิงลบต่อทัศนคติต่อการใช้งาน แต่มีอิทธิพลทางอ้อมเชิงบวกผ่านการรับรู้ประโยชน์ ซึ่งไม่สอดคล้องกับแบบจำลองการยอมรับเทคโนโลยีดั้งเดิมของ Davis (1989) ปรากฏการณ์นี้อาจอธิบายได้ด้วยลักษณะเฉพาะของเทคโนโลยีเสมือนจริงที่มีความซับซ้อน สอดคล้องกับงานวิจัยของ Choi และคณะ (2021) ที่พบว่า VR มีผลกระทบเชิงบวกต่อทั้งปริมาณและคุณภาพของความคิดสร้างสรรค์ แม้จะมีความซับซ้อนในการใช้งาน โดยผู้ใช้ให้ความสำคัญกับประโยชน์ที่ได้รับมากกว่าความง่ายในการใช้งาน การที่โมเดลสามารถอธิบายความแปรปรวนของการรับรู้ประโยชน์และทัศนคติต่อการใช้งานได้ในระดับที่น่าพอใจ แต่อธิบายความตั้งใจใช้งานและการใช้งานจริงได้ค่อนข้างต่ำ อาจเนื่องมาจากมีปัจจัยอื่น ๆ ที่ส่งผลต่อความตั้งใจและการใช้งานจริงนอกเหนือจากที่ระบุในโมเดล TAM สอดคล้องกับงานวิจัยของ Paraskeva และคณะ (2024) ที่ชี้ให้เห็นว่าความผูกพัน (Engagement) กับเทคโนโลยีเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อการใช้งานจริงควบคู่ไปกับทัศนคติและความตั้งใจ

ผลการวิจัยยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ Fuchs และคณะ (2023) ที่พบว่าเทคโนโลยีเสริมความจริง (AR) มีศักยภาพอย่างมากในการส่งเสริมการเรียนรู้แบบ STEAM โดยช่วยให้ผู้เรียนสามารถสร้างความเชื่อมโยงระหว่างโลกดิจิทัลและโลกกายภาพ และสนับสนุนการสำรวจแนวคิดที่ซับซ้อนในรูปแบบที่จับต้องได้ นอกจากนี้ ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ Jatnkoon และคณะ (2025) ที่พบว่าโมเดลการเรียนรู้แบบไมโครเลิร์นนิง STEAM บนพื้นฐานของเทคโนโลยีเสริมความจริงมีประสิทธิภาพใน

การส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และความสามารถในการสร้างนวัตกรรมของผู้เรียน อย่างไรก็ตาม ความสัมพันธ์เชิงลบระหว่างการรับรู้ความง่ายในการใช้งานกับทัศนคติต่อการใช้งานโดยตรง สะท้อนให้เห็นความท้าทายในการนำเทคโนโลยีเสมือนจริงมาใช้ในการศึกษา ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Sangwaranatee และคณะ (2024) ที่ระบุถึงข้อจำกัดด้านทรัพยากรและโครงสร้างพื้นฐาน การขาดทักษะและความเชี่ยวชาญของผู้สอน และข้อจำกัดด้านเวลาในการพัฒนาเนื้อหา เป็นความท้าทายในการนำ AR-STEAM ไปใช้ในสถาบันการศึกษา ข้อค้นพบนี้มีนัยสำคัญต่อการพัฒนาและการนำสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริงฯ ไปใช้ในการศึกษา โดยชี้ให้เห็นว่าการออกแบบที่เน้นการสื่อสารประโยชน์ที่ชัดเจนของเทคโนโลยีต่อการพัฒนาทักษะความคิดสร้างสรรค์และการจัดเตรียมการสนับสนุนที่เพียงพอในการใช้งาน จะมีส่วนสำคัญในการส่งเสริมการยอมรับและการใช้งานเทคโนโลยีเหล่านี้ ตามที่ Pitsikalis และคณะ (2024) ได้นำเสนอหลักการออกแบบเทคโนโลยีเสริมความจริงในการศึกษาแบบ STEAM ที่มุ่งเน้นการสร้างประสบการณ์ที่ส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์อย่างมีประสิทธิภาพ

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

5.3.1.1 จากผลการวิจัยที่พบว่าสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดมีประสิทธิภาพในการพัฒนาทักษะความคิดสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา สถาบันการศึกษาควรส่งเสริมการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี VR และ AR ในการจัดการเรียนการสอน โดยเฉพาะในรายวิชาที่ต้องการพัฒนาทักษะความคิดสร้างสรรค์และการสร้างนวัตกรรม เช่น วิชาในสาขาศิลปกรรมศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ และสถาปัตยกรรมศาสตร์

5.3.1.2 การออกแบบสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยี VR และ AR ควรคำนึงถึงหลักการไมโครเลิร์นนิ่งที่แบ่งเนื้อหาออกเป็นหน่วยย่อย ๆ เพื่อลดภาระทางปัญญาและเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนรู้ โดยแต่ละหน่วยควรมีระยะเวลา 2-8 นาที และมีโครงสร้างที่ชัดเจน ประกอบด้วยวัตถุประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหา กิจกรรม และการประเมินผล

5.3.1.3 การบูรณาการแนวคิดสะตีม (STEAM) ในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ควรมุ่งเน้นการเชื่อมโยงระหว่างศาสตร์ต่าง ๆ อย่างเป็นรูปธรรม โดยออกแบบโจทย์ปัญหาหรือโครงงานที่ต้องอาศัยความรู้และทักษะจากหลายศาสตร์ในการแก้ปัญหา เช่น การออกแบบเกมการศึกษาที่ต้องบูรณาการศาสตร์ด้านศิลปะ การเขียนโปรแกรม และเนื้อหาทางวิชาการ

5.3.1.4 การจัดการเรียนการสอนแบบเปิดควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีอิสระในการเลือกหัวข้อ วิธีการเรียนรู้ และการสร้างผลงานตามความสนใจและความถนัด โดยอาจารย์ผู้สอนทำหน้าที่เป็นผู้อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ (Facilitator) มากกว่าผู้ถ่ายทอดความรู้ (Instructor) ซึ่งจะช่วยส่งเสริมแรงจูงใจภายในและความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียน

5.3.1.5 จากผลการวิเคราะห์การยอมรับเทคโนโลยีที่พบว่าการรับรู้ถึงประโยชน์มีอิทธิพลสูงต่อความตั้งใจในการใช้งาน การนำเทคโนโลยี VR และ AR มาใช้ในการเรียนการสอนควรเน้นการสื่อสารถึงประโยชน์ที่ผู้เรียนจะได้รับอย่างชัดเจน เช่น การพัฒนาทักษะที่ตรงตามความต้องการของ

ตลาดแรงงาน การเตรียมความพร้อมสำหรับการทำงานในอนาคต หรือการเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนรู้

5.3.1.6 การออกแบบระบบควรคำนึงถึงความง่ายในการใช้งานโดยมีการจัดทำคู่มือการใช้งานที่ชัดเจน การฝึกอบรมเบื้องต้น และระบบช่วยเหลือแบบเรียลไทม์ เพื่อลดอุปสรรคในการใช้งานและส่งเสริมการรับรู้ถึงความง่ายในการใช้งาน ซึ่งจะส่งผลต่อการรับรู้ถึงประโยชน์และทัศนคติต่อการใช้งาน

5.3.1.7 สถาบันการศึกษาควรจัดเตรียมโครงสร้างพื้นฐานและทรัพยากรที่จำเป็นสำหรับการใช้เทคโนโลยี VR และ AR ในการเรียนการสอน เช่น อุปกรณ์ VR ที่มีคุณภาพ เครือข่ายอินเทอร์เน็ตความเร็วสูง และห้องปฏิบัติการที่เหมาะสม รวมทั้งการพัฒนาศักยภาพของอาจารย์ผู้สอนในการใช้งานเทคโนโลยีดังกล่าว

5.3.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

5.3.2.1 ควรมีการศึกษาผลของสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริงฯ ในระยะยาวเพื่อติดตามพัฒนาการของทักษะความคิดสร้างสรรค์และความสามารถในการสร้างนวัตกรรมของผู้เรียนอย่างต่อเนื่อง รวมทั้งศึกษาความคงทน (Retention) ของความรู้และทักษะที่ได้รับการพัฒนา

5.3.2.2 ควรมีการศึกษาผลของสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริงฯ ในบริบทการศึกษาที่หลากหลาย เช่น ระดับประถมศึกษา มัธยมศึกษา และการศึกษานอกระบบ รวมทั้งในสาขาวิชาที่แตกต่างกัน เช่น วิทยาศาสตร์สุขภาพ สังคมศาสตร์ และมนุษยศาสตร์ เพื่อศึกษาความเหมาะสมและประสิทธิภาพในบริบทที่แตกต่างกัน

5.3.2.3 ควรมีการศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพของสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริงฯ เช่น รูปแบบการปฏิสัมพันธ์ระดับความดื่มด่ำ คุณภาพของเนื้อหาและลักษณะของผู้เรียนเพื่อนำไปสู่การออกแบบสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพสูงสุด

5.3.2.4 ควรมีการพัฒนาและศึกษาประสิทธิภาพของเครื่องมือวัดทักษะความคิดสร้างสรรค์และการสร้างนวัตกรรมที่มีความเฉพาะเจาะจงกับบริบทของเทคโนโลยี VR และ AR เพื่อให้สามารถประเมินผลการเรียนรู้ได้อย่างถูกต้องและแม่นยำมากขึ้น

5.3.2.5 ควรมีการศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเทคโนโลยี VR และ AR กับเทคโนโลยีการศึกษาอื่น ๆ เช่น เกมการศึกษา สภาพแวดล้อมการเรียนรู้เสมือนและการเรียนรู้แบบผสมผสาน เพื่อศึกษาข้อดีและข้อจำกัดของแต่ละเทคโนโลยี และพัฒนาแนวทางการบูรณาการเทคโนโลยีต่าง ๆ อย่างเหมาะสม

5.3.2.6 ควรมีการศึกษาความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ ของการใช้เทคโนโลยี VR และ AR ในการจัดการเรียนการสอน เพื่อประเมินความคุ้มค่าของการลงทุนในเทคโนโลยีดังกล่าวเมื่อเทียบกับผลลัพธ์ทางการศึกษาที่ได้รับ

5.3.2.7 ควรมีการศึกษาแนวทางการพัฒนาทักษะของอาจารย์ผู้สอนในการใช้เทคโนโลยี VR และ AR ในการจัดการเรียนการสอน รวมทั้งการออกแบบการฝึกอบรมที่มีประสิทธิภาพ และการพัฒนาชุมชนการเรียนรู้วิชาชีพ ที่ส่งเสริมการแลกเปลี่ยนเรียนรู้และการพัฒนาต่อยอด

5.3.2.8 ควรมีการศึกษาปัจจัยทางจิตวิทยาและสังคมวัฒนธรรมที่ส่งผลต่อการยอมรับและการใช้งานเทคโนโลยี VR และ AR ในการศึกษา เช่น บุคลิกภาพของผู้เรียน ความแตกต่างระหว่างวัฒนธรรมและอิทธิพลทางสังคมเพื่อเข้าใจปัจจัยที่ส่งผลต่อความสำเร็จในการนำเทคโนโลยีดังกล่าวมาใช้ในบริบทที่แตกต่างกัน

5.3.2.9 ควรมีการศึกษาวิจัยเชิงปฏิบัติการในการพัฒนาและปรับปรุงสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริงฯ อย่างต่อเนื่อง โดยการมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียทุกฝ่าย ได้แก่ ผู้เรียน ผู้สอน ผู้บริหารสถานศึกษา นักออกแบบการเรียนการสอน และผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยี เพื่อพัฒนาต้นแบบที่ตอบสนองความต้องการของผู้ใช้อย่างแท้จริง

5.3.2.10 ควรมีการศึกษาผลของสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริงฯ ต่อทักษะด้านอื่น ๆ ที่สำคัญในศตวรรษที่ 21 นอกเหนือจากทักษะความคิดสร้างสรรค์ เช่น ทักษะการคิดวิเคราะห์ (Critical Thinking) ทักษะการแก้ปัญหา (Problem Solving) ทักษะการทำงานร่วมกัน (Collaboration) และทักษะการสื่อสาร (Communication) เพื่อประเมินผลกระทบของสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ดังกล่าวอย่างรอบด้าน

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม. (2566). *แผนด้านการอุดมศึกษาเพื่อผลิตและพัฒนากำลังคนของประเทศ พ.ศ. 2564–2570 ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2566–2570.* กรุงเทพฯ: กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม.

ฐิติยา เนตรวงษ์. (2562). *การพัฒนาการจัดบริการสารสนเทศห้องสมุดโรงเรียนสำหรับเด็กพิเศษเรียนร่วมเพื่อส่งเสริมทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21.* กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยสวนดุสิต.

บุญชม ศรีสะอาด. (2545). *การวิจัยเบื้องต้น* (พิมพ์ครั้งที่ 7). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาสน.

พจน์ศิรินทร์ ลิมปินันทน์. (2561) *การส่งเสริมแหล่งท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรมโดยใช้เทคโนโลยีเสมือนจริง.* มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.

พรศรี ลีลาพัฒนวงศ์ และทิพวรรณ ปิ่นวนิชย์กุล. (2562). ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการยอมรับนวัตกรรมและเทคโนโลยี: กรณีศึกษายานยนต์ไฟฟ้าประเภทยานยนต์นั่งส่วนบุคคลไม่เกิน 7 คน. *วารสารวิจัยและพัฒนามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี*, 42(2), 129-144.

พูนเพิ่ม เสรีวิชยสวัสดิ์ และคณะ. (2562). การยอมรับและการใช้เทคโนโลยี: บทบาทสำคัญต่อพฤติกรรมเชิงสร้างสรรค์ของบุคลากรในอุตสาหกรรมไมซ์ของประเทศไทย. *วารสารวิทยาลัยดุสิตธานี*, 13(3), 505-519.

ภัทราวดี วงศ์สุเมธ. (2556). *ปัจจัยที่มีอิทธพลต่อการยอมรับและการใช้งานระบบการเรียนผ่านเว็บ.* (การค้นคว้าอิสระปริญญามหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยกรุงเทพ.

ศยามน อินสะอาด. (2564). การออกแบบไมโครเลิร์นนิงยุคดิจิทัล. *วารสารเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา,* 16(20), 16-31.

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2563). *แนวทางการพัฒนาแหล่งการเรียนรู้ในยุคดิจิทัลที่เหมาะสมกับผู้เรียนในวัยเรียน.* กรุงเทพฯ: สกศ.

สำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2561). *แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 พ.ศ. 2560-2564.* กรุงเทพฯ: สำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ.

สุบิน ไชยยะ. (2562). การเรียนรู้ตลอดชีวิต: แนวคิดเชิงทฤษฎีและการนำไปใช้ในการศึกษาไทย. *วารสารวิจัยและพัฒนาหลักสูตร,* 9(1), 1-20.

สิริพร ทิตะลำพูน และคณะ. (2560). การยอมรับเทคโนโลยีแบบจำลองแทมม์. *วารสารการสื่อสารมวลชน,* 5(1), 64-75.

อรทัย เลื่อนลั่น. (2555). *ปัจจัยที่มีผลต่อการยอมรับเทคโนโลยีสารสนเทศ: กรณีศึกษากรมการพัฒนาชุมชนศูนย์ราชการแจ้งวัฒนะ.* (วิทยานิพนธ์บริหารธุรกิจมหาบัณฑิต). ปทุมธานี: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

Adobe. (2023). *Substance 3D Painter/Designer.* https://www.adobe.com

Ahrache, S. I. E., Badir, H., Tabaa, Y., and Medouri, A. (2013). Massive open online courses A new dawn for higher education?. *International Journal on Computer Science and Engineering,* 5(5), 323-327.

Ajzen, I. (1991). The Theory of Planned Behavior [Electronics version]. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 50(2), 179-211.

Alger, M. (2015). *Visual design methods for virtual reality.* Ravensbourne. http://aperturesciencellc.com/vr/VisualDesignMethodsforVR_MikeAlger.pdf

Allcoat, D., and von Mühlenen, A. (2018). Learning in virtual reality: Effects on performance, emotion and engagement. *Research in Learning Technology*, 26.

Amabile, T. M. (1996). *Creativity in context: Update to the social psychology of creativity.* Westview Press.

Appelman, R. (2005). Designing experiential modes A key focus for immersive learning environments. *TechTrends,* 49(3), 64-74.

Ausubel, D. P. (1968). *Educational psychology: A cognitive view.* Holt, Rinehart and Winston.

Autodesk. (2023). *Maya & 3ds Max.* https://www.autodesk.com

Baddeley, A. (2012). Working memory: Theories, models, and controversies. *Annual Review of Psychology,* 63, 1-29.

Bailenson, J. N. (2018). *Experience on demand: What virtual reality is, how it works, and what it can do.* W. W. Norton & Company.

Barmaki, R., and Hughes, C. E. (2018). Embodiment analytics of practicing teachers in a virtual immersive environment. *Journal of Computer Assisted Learning*, 34(4), 387-396.

Beale, R., Bond, R., Irvine, J., Beynon, M., and Sampson, A. (2022). Designing creative spaces: How virtual reality affects creative cognition and expression. *International Journal of Human-Computer Interaction,* 38(4), 386-401.

Beever, J., McDougall, R., and Stobbs, N. (2020). Automated testing for virtual reality applications. In *Proceedings of the 2020 IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces (VR).* (pp. 579-588).

Bian, S., Liu, X., Zhao, H., Gong, X., and Jing, S. (2022). An immersive learning system with multimodal cognitive processes inference. In *Proceedings of the ACM Cloud and Autonomic Computing Conference.* (pp. 1-8).

Billingsley, G., Smith, S., Smith, S., and Meritt, J. (2019). A systematic literature review of using immersive virtual reality technology in teacher education. *Journal of Interactive Learning Research*, 30(1), 65-90.

Birckhead, B., Khalil, C., Liu, X., Conovitz, S., Rizzo, A., Danovitch, I., Bullock, K., and Spiegel, B. (2019). Recommendations for methodology of virtual reality clinical trials in health care by an international working group: Iterative study. *JMIR Mental Health*, 6(1), e11973.

Blender Foundation. (2023). *Blender: Free and open source 3D creation suite.* https://www.blender.org

Bothe, H., Keller, T., and Wang, S. (2019). Enhancing retention through microlearning: A study on video-based learning sequences. *Journal of Digital Learning,* 10(3), 45–59.

Boletsis, C., and Cedergren, J. E. (2019). VR locomotion in the new era of virtual reality: An empirical comparison of prevalent techniques. *Advances in Human-Computer Interaction.*

Bothe, M., Renz, J., Rohloff, T., and Meinel, C. (2019). From MOOCs to micro learning activities. In *Proceedings of the IEEE Global Engineering Education Conference*. (pp. 280-289).

Brennesholtz, M. (2018). Advanced display technologies for VR and AR. *Journal of the Society for Information Display,* 26(12), 735–744.

Brown, T. (2009). *Change by design: How design thinking transforms organizations and inspires innovation.* Harper Business.

Bureekhampun, S., and Mungmee, T. (2020). STEAM education for preschool students Patterns, activity designs and effects. *Journal for the Education of Gifted Young Scientists,* 8(4), 1487-1500.

Caballero, G., Aparicio, D., and Rivera, F. (2023). STEAM microlearning frameworks for immersive environments: A comprehensive approach to enhancing technical skills. *Journal of Educational Technology & Society,* 26(2), 156-172.

Chamorro-Atalaya, O., Alva-Mantari, A., and Diaz-Flores, J. (2024). Applications of microlearning in virtual immersive environments: A case study of engineering education. *IEEE Transactions on Learning Technologies,* 17(1), 49-62.

Chang, S. C., Hsu, T. C., and Jong, M. S. Y. (2023). Integration of STEAM and augmented reality: A systematic review of design principles for enhancing creative thinking. *Computers & Education,* 197, 104711.

Chen, J. C., Huang, Y., Lin, K. Y., Chang, Y. S., Lin, H. C., Lin, C. Y., and Hsiao, H. S. (2019). Developing a hands-on activity using virtual reality to help students learn by doing. *Journal of Computer Assisted Learning,* 35(5), 607-618.

Cho, B., and Lee, J. (2013). The effects of creativity and flow on learning through the STEAM education on elementary school contexts. *Journal of the Korean Association for Science Education,* 33(4), 664-677.

Cho, Y., Song, H., Lee, Y., and Kim, Y. (2022). The relationship between perceived usefulness and learning persistence in micro learning based MOOC The mediating effect of learning engagement and the moderating effect of learning presence. *Asian Journal of Education,* 23(4), 385-405.

Choi, D.H., Kim, S., and Lee, J. W. (2021). Immersive virtual reality for creative thinking: Effects on ideation and cognitive processes. *Journal of Creative Behavior,* 55(2), 306-321.

Craft, A., Cremin, T., Hay, P., and Clack, J. (2014). Creative primary schools Developing and maintaining pedagogy for creativity. *Ethnography and Education,* 9(1), 16-34.

Dalgarno, B., and Lee, M. J. W. (2010). What are the learning affordances of 3-D virtual environments?. *British Journal of Educational Technology,* 41(1), 10–32.

Davis, F. D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS Quarterly, 13*(3), 319-340.

Davis, F. D., Bagozzi, R. P., and Warshaw, P. R. (1989). User acceptance of computer technology: A comparison of two theoretical models [Electronics version]. *Journal of Management Science,* 35(8), 982-1003.

Deci, E. L., and Ryan, R. M. (2012). Self-determination theory. In P. A. M. Van Lange, A. W. Kruglanski, and E. T. *Higgins (Eds.), Handbook of theories of social psychology.* Sage Publications.

Dengel, A., Buchner, J., Mulders, M., and Pirker, J. (2021). Beyond the horizon Integrating immersive learning environments in the everyday classroom. In *Proceedings of the International Conference on Immersive Learning.* (pp. 297-310). Springer.

Dignam, C., and Taylor, D. (2024). Beyond the acronym Entwining STEAM education, self-regulation, and mindfulness. *Journal of STEAM Education,* 1(1), 1-13.

Drachsler, H., and Kalz, M. (2016). The MOOC and learning analytics innovation cycle (MOLAC) A reflective summary of ongoing research and its challenges. *Journal of Computer Assisted Learning,* 32(3), 281-290.

Duncan, K. J. (2020). Examining the effects of immersive game-based learning on student engagement and the development of collaboration, communication, creativity and critical thinking. *TechTrends,* 64(2), 310-317.

Ebben, M., and Murphy, J. S. (2014). Unpacking MOOC scholarly discourse A review of nascent MOOC scholarship. *Learning, Media and Technology,* 39(3), 328-345.

Engelman, S., Magerko, B., McKlin, T., Miller, M., Edwards, D., and Freeman, J. (2017). Creativity in authentic STEAM education with EarSketch. In *Proceedings of the 2017 ACM SIGCSE Technical Symposium on Computer Science Education.* (pp. 183-188).

Enkin, E., Tytarenko, O., and Kirschling, E. (2020). Integrating and assessing the use of a "makerspace" in a Russian cultural studies course utilizing immersive virtual reality and 3D printing for project-based learning. *CALICO Journal,* 37(2), 120-141.

Epic Games. (2023). *Unreal Engine.* https://www.unrealengine.com

Fowler, C. (2015). Virtual reality and learning: Where is the pedagogy?. *British Journal of Educational Technology,* 46(2), 412–422.

Fuchs, H., Chang, T., and Kang, S. (2023). Augmented reality as a tool for STEAM education: Fostering creative thinking in mixed reality environments. *International Journal of Educational Technology in Higher Education,* 20(1), 1-19.

Ge, X., Ifenthaler, D., and Spector, J. M. (2020). *Designing effective STEAM learning environments: Project-based learning and immersive technologies.* Springer.

Grifa, C. (2023). *Designing Virtual Reality and Augmented Reality Microlearning Activities.* (pp. 61–69). https://doi.org/10.1007/978-981-99-2774-6_6

Godot Engine. (2023). *Open-source game engine documentation.* https://docs.godotengine.org

Guilford, J. P. (1967). *The nature of human intelligence.* McGraw-Hill.

Harris, A., and de Bruin, L. R. (2017). STEAM education Fostering creativity in and beyond secondary schools. *Australian Art Education,* 38(1), 54-75.

Hasibuan, R., and Azizah, A. (2023). Analyzing the potential of artificial intelligence (AI) in personalizing learning to foster creativity in students. *Enigma in Education,* 1(1), 1-10.

Henriksen, D. (2014). Full STEAM ahead: Creativity in excellent STEM teaching practices. *The STEAM Journal,* 1(2), 15.

Henriksen, D. (2019). Creating STEAM with design thinking: Beyond STEM and arts integration. *The STEAM Journal,* 4(1), 11.

Henriksen, D., Mehta, R., Mehta, S. (2019). Design Thinking Gives STEAM to Teaching: A Framework That Breaks Disciplinary Boundaries. *In: Khine, M.S., Areepattamannil, S. (eds) STEAM Education.* Springer, Cham.

Holt, D., Johnson, P., and Anderson, S. (2024). Immersive technologies in STEAM education: A framework for developing creative thinking skills. *Educational Technology Research and Development,* 72(1), 118-142.

Hunter-Doniger, T. (2021). Early childhood STEAM education The joy of creativity, autonomy, and play. *Art Education,* 74(2), 14-21.

Insura, L., Ramadhan, H., and Kusuma, I. (2024). Development of STEAM-based augmented reality applications to enhance creative thinking abilities in science education. *Journal of Science Education and Technology,* 33(2), 284-297.

Jantakoon, T., Wannapiroon, P., and Nilsook, P. (2019). Virtual immersive learning environments (VILEs) based on digital storytelling to enhance deeper learning for undergraduate students. *Higher Education Studies,* 9(1), 144-150.

Jatnkoon, P., Songkram, N., and Piromsopa, K. (2025). STEAM Micro-learning Model based on Massive Open Online Courses with Augmented Reality Technology to enhance Creativity and Innovation. *Educational Technology & Society,* 28(1), 12-27.

Jensen, L., and Konradsen, F. (2018). A review of the use of virtual reality head-mounted displays in education and training. *Education and Information Technologies,* 23, 1515-1529.

Jiaoqingliang and Sudan. (2020). Research on mixed learning mode based on MOOCs and micro class in internet background. *Journal of Physics Conference Series,* 1486(2), 022013.

Ju, H., Park, H., Jung, E. Y., and Paik, S. (2024). Proposal for a STEAM education program for creativity exploring the roofline of a hanok using GeoGebra and 4Dframe. *Thinking Skills and Creativity,* 45, 101062.

Junior, G., Santos, M., and Oliveira, T. (2024). Microlearning in virtual environments: Enhancing creativity through immersive experiences. *International Journal of Innovative Learning,* 35(2), 142-158.

Kaplanyan, A., Schroeder, D., and Lefohn, A. (2019). *Modern rendering techniques for VR environments.* ACM SIGGRAPH Courses.

Kauffman, J. and Lee, K. (2013). *Handbook of sustainable engineering.* Springer.

Khalil, M., Prinsloo, P., and Slade, S. (2018). User consent in MOOCs--Micro, meso, and macro perspectives. *The International Review of Research in Open and Distributed Learning,* 19(5), 61-79.

Khronos Group. (2023). *OpenXR specification.* https://www.khronos.org/openxr

Kim, D., Song, H., and Shin, S. (2024). The relationship between mindset and learning persistence in micro-learning-based K-MOOC The mediating effect of learning engagement and the moderating effect of grit. *Journal of Lifelong Learning Society,* 20(3), 181-205.

Kolb, D. A. (1984). *Experiential learning: Experience as the source of learning and development.* Prentice-Hall.

Krisnajati, G., Widodo, A., and Rochintaniawati, D. (2024). The effect of STEAM-based learning with augmented reality on students' creative thinking skills. *Journal of Science Learning,* 7(2), 201-212.

Laeli, S., Jumadi, J., and Wilujeng, I. (2024). Developing immersive STEAM education model to enhance creative thinking skills in science learning. *Research in Science Education,* 54(1), 89-106.

Lage-Gómez, C., and Ros, G. (2023). How transdisciplinary integration, creativity and student motivation interact in three STEAM projects for gifted education?. *Gifted Education International,* 39(1), 148-173.

LaViola, J. J., Kruijff, E., McMahan, R. P., Bowman, D. A., and Poupyrev, I. (2017). *3D user interfaces: Theory and practice* (2nd ed.). Addison-Wesley.

Lei, M., Cheng, P., and Zhang, Y. (2022). Augmented reality-based STEAM education: Effects on students' creative thinking and problem-solving abilities. *Educational Technology & Society,* 25(3), 263-277.

Lin, Y., Wang, J., and Chen, L. (2024). Immersive STEAM education: Examining the effects of virtual reality on students' creative thinking. *Journal of Educational Technology Development and Exchange,* 17(1), 23-41.

Liu, D., Bhagat, K. K., Gao, Y., Chang, T. W., and Huang, R. (2017). The potentials and trends of virtual reality in education. *In D. Liu, C. Dede, R. Huang, & J. Richards (Eds.), Virtual, augmented, and mixed realities in education.* (pp. 105-130). Springer.

Liwen, X., and Xia, L. (2016). Analysis and research of micro learning environment based on mobile network. *Proceedings of the 2016 3rd International Conference on Education, Management and Computing Technology.* (pp. 127-132).

Luo, J., Zhang, L., and Wang, S. (2024). STEAM education in immersive environments: A design-based research on enhancing creative thinking skills. *Educational Technology Research and Development,* 72(2), 203-221.

MacDowell, P., and Lock, J. (2022). *Immersive Education.* In *Encyclopedia of Education and Information Technologies.* (pp. 1665-1677). Springer.

Makransky, G., and Petersen, G. B. (2021). The cognitive-affective theory of immersive learning (CATIL): A theoretical framework for research on immersive learning. *Educational Psychology Review,* 33, 937–958.

Mekacher, L. (2022). Microlearning in the digital age: Redesigning instructional delivery for short attention spans. *Journal of Contemporary Education,* 17(1), 55–68.

Men, L., Xu, Z., and Wang, R. (2017). Mixed reality in education: Combining virtual and real to enhance learning outcomes. *Journal of Educational Technology Systems,* 46(2), 236–248.

Meta. (2023). *Oculus Integration SDK.* https://developer.oculus.com

Meta Quest Developer Guidelines. (2023). *Submission guidelines for Oculus applications.* https://developer.oculus.com

Monib, F., Rahman, A., and Hamid, R. (2024). Designing microlearning modules for immersive learning environments: A practical approach. *Journal of Computing in Higher Education,* 36(1), 167-185.

Morales, D. A., Aguilera, D., and Ortiz-Revilla, J. (2021). STEAM vs. STEAM education and student creativity A systematic literature review. *Education Sciences,* 11(7), 331.

Mostrady, A., Sanchez-Lopez, E., and Gonzalez-Sanchez, A. F. (2025). Microlearning and its Effectiveness in Modern Education: A Mini Review. *Acta Pedagogia Asiana,* 4(1), 33–42.

Noh, S., Kim, H., and Lee, M. (2023). Integration of microlearning into K-MOOC for international learners: A case study in Korean history. *Asia Pacific Education Review,* 24(1), 22–35.

Norman, D. A. (2013). *The design of everyday things: Revised and expanded edition.* Basic Books.

Ojochegbe, A. (2025). Microlearning in immersive environments: Enhancing creativity through bite-sized AR experiences. *International Journal of Educational Technology in Higher Education,* 22(1), 36-52.

Osadcha, K., Lytvynova, S., and Avramenko, L. (2024). Designing digital creativity training through microlearning: A professional development framework for teachers. *European Journal of Educational Research,* 13(1), 90–102.

Ouafaa, H., Jdidou, Y., Aammou, S., and Souhaib, A. (2017). Using micro-learning process to develop MOOC content. In *The 5th International Virtual Scientific Conference on Informatics and Management Sciences.* (pp. 438-443).

Pappa, G., and Papadima-Sophocleous, S. (2016). A CALL for evolving teacher education through 3D microteaching. In *EUROCALL 2016 Conference Proceedings.* (pp. 380-385).

Paraskeva, F., and Neofotistou, E. (2024). Digital creativity and problem-solving in higher engineering education Developing an e-course using the educational affordances of STEAM methodology. In *International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics.* (pp. 261-268). Springer.

Paraskeva, M., Kostopoulou, E., and Christodoulou, K. (2024). Integration of STEAM and AR technologies: Effects on student engagement and creative thinking. *Interactive Learning Environments,* 32(2), 217-233.

Patney, A., Salvi, M., Kim, J., Kaplanyan, A., Wyman, C., Benty, N., ... and Lefohn, A. (2016). Towards foveated rendering for gaze-tracked virtual reality. *ACM Transactions on Graphics (TOG),* 35(6), 1–12.

Perignat, E., and Katz-Buonincontro, J. (2019). STEAM in practice and research: An integrative literature review. *Thinking Skills and Creativity,* 31, 31–43.

Pham, T., Nguyen, H., and Le, V. (2024). Microlearning in open education: Integrating STEAM and augmented reality in higher education. *International Journal of Educational Technology in Higher Education,* 21(1), 42-57.

Pitsikalis, T., Georgiou, C., and Kyza, E. (2024). Design principles for augmented reality in STEAM education: Fostering creative thinking through immersive experiences. *Educational Technology Research and Development,* 72(3), 389-412.

Pramasdyahsari, A., Setyawati, R., and Masrukan, M. (2024). Implementation of immersive STEAM education to enhance students' creative thinking abilities. *Journal of Technology and Science Education,* 14(1), 62-78.

Prasertsang, P., Sitthitikul, P., and Pornsima, D. (2024). Augmented reality in STEAM education: A framework for developing creative thinking skills in Thai secondary schools. *Asian Journal of Education and Training,* 10(1), 12-24.

Rahma, A., Putri, B., and Saregar, A. (2023). STEAM education with augmented reality: Impact on students' creative thinking and scientific attitudes. *Journal of Physics: Conference Series,* 2397(1), 012035.

Rybinski, K., and Sootla, E. (2016). *A Blended Learning Experiment in Kazakhstan.* Available at SSRN https://ssrn.com/abstract=2794306

Sangwaranatee, N., Jaruwongrungsee, K., and Lekawatana, S. (2024). Integration of STEAM education with AR technologies: A case study in Thai higher education. *Asian Journal of Education and Social Studies,* 36(3), 18-32.

Sausan, F., Yunita, L., and Nurbaety, D. (2024). Developing creative thinking skills through STEAM-based learning with augmented reality integration. *Journal of Research and Advances in Mathematics Education,* 9(1), 59-74.

Sheppard, R. M., Kamali, M., Rivas, R., Tamai, M., Yang, Z., Wu, W., and Nahrstedt, K. (2008). Advancing interactive collaborative mediums through tele-immersive dance (TED) a symbiotic creativity and design environment for art and computer science. In *Proceedings of the 16th ACM international conference on Multimedia.* (pp. 579-588).

Shi, F., and Feng, H. (2015). A MOOC-based study on micro-lecture english teaching in universities. In *International Conference on Education Technology, Management and Humanities Science.* (pp. 738-741).

Son, H., Kim, S., and Lee, J. (2024). Enhancing workplace learning through microlearning: A systematic review. *Journal of Educational Research and Development,* 18(1), 56–71.

Sun, K., Lee, Y., and Choi, D. (2018). Designing for microlearning: A meta-analysis of learning effectiveness and engagement. *Computers & Education,* 126, 121–132.

Sutcliffe, A., and Gault, B. (2004). Heuristic evaluation of virtual reality applications. *Interacting with Computers,* 16(4), 831–849.

Sweller, J., Van Merriënboer, J. J., and Paas, F. (2019). Cognitive architecture and instructional design: 20 years later. *Educational Psychology Review,* 31(2), 261-292.

Tai, Y., Shi, J., Wei, L., Huang, X., Chen, Z., and Li, Q. (2017). Real-time visuo-haptic surgical simulator for medical education-A review. In *Virtual, Augmented and Mixed Reality.* (pp. 614-626). Springer.

Thanachawengsakul, N., and Wannapiroon, P. (2021). Development of an innovative continuing education system with massive open online courses based on self-directed learning and self-regulated learning approach. *International Journal of Innovation and Technology Management,* 18(6), 2150035.

Thomas, M., and Schneider, C. (2018). Language learning with machinima Video production in 3D immersive environments. In *Handbook of Research on Integrating Technology Into Contemporary Language Learning and Teaching.* (pp. 367-401). IGI Global.

Torrance, E. P. (1974). *Torrance tests of creative thinking.* Scholastic Testing Service.

Utami, S., Saputro, S., and Ashadi, A. (2024). The implementation of open learning STEAM model with augmented reality to enhance students' creativity and scientific literacy. *Journal of Education and e-Learning Research,* 11(1), 17-31.

Unity Technologies. (2023). *Unity game engine documentation.* https://unity.com

Venkatesh, V., and Davis, F. D. (2000). A theoretical extension of the technology acceptance model: Four longitudinal field studies. *Management Science,* 46(2), 186-204.

Wang, Y. (2023). Research on the immersive English learning model and implementation strategies. *Journal of Educational Technology,* 4(1), 66-78.

Wigfield, A., and Eccles, J. S. (2000). Expectancy-value theory of achievement motivation. *Contemporary Educational Psychology,* 25(1), 68-81.

Wu, H. K., Lee, S. W. Y., Chang, H. Y., and Liang, J. C. (2020). Current status, opportunities and challenges of augmented reality in education. *Computers & Education,* 62, 41-49.

Wu, L. (2019). On blended learning mode of comprehensive English based on MOOC. In *Proceedings of the 2019 3rd International Conference on Education, Economics and Management Research.* (pp. 659-662).

Wu, Y., and Li, Z. (2019). The application of blended learning mode in college English teaching based on MOOC and flipped classroom. In *Proceedings of the 2019 International Seminar on Education, Teaching, Business and Management.* (pp. 346-349).

Xenakis, T., Gikas, V., and Kaisarlis, G. (2017). Multi-sensor based augmented virtuality immersive technologies for large scale metrology applications. In *Proceedings of the 17th International Conference on Virtual-Reality Continuum and Its Applications in Industry.* (pp. 1-5).

Xie, S., Hu, C., Wu, W., Fan, L., Xiong, Y., and Tao, J. (2021). Blended practical teaching of object oriented programming based on PBL and task driven. In *Proceedings of the 2021 International Conference on Education and E-Learning.* (pp. 75-78).

Xin, C. (2018). Microlearning strategies in digital education: Practical insights for e-learning designers. *Educational Technology Journal,* 24(1), 88–94.

Yang, H., Kim, J., and Park, S. (2019). The role of immersive virtual environments in open learning experiences: Effects on creative thinking. *Computers & Education,* 142, 103621.

Yue, X., Abdellah, D., and Huang, J. (2015). Virtual reality and open educational resources: Enhancing creativity in multidisciplinary learning. *International Journal of Emerging Technologies in Learning,* 10(3), 46-57.

Yulianti, D., Khanafiyah, S., and Sugiyanto, S. (2024). STEAM learning with augmented reality: Enhancing creative thinking skills in science education. *Journal of Physics: Conference Series,* 2567(1), 012047.

Zhang, L., and Zhang, Y. (2017). Designing microlearning modules for digital learners. *Journal of Educational Design,* 19(4), 45–59.

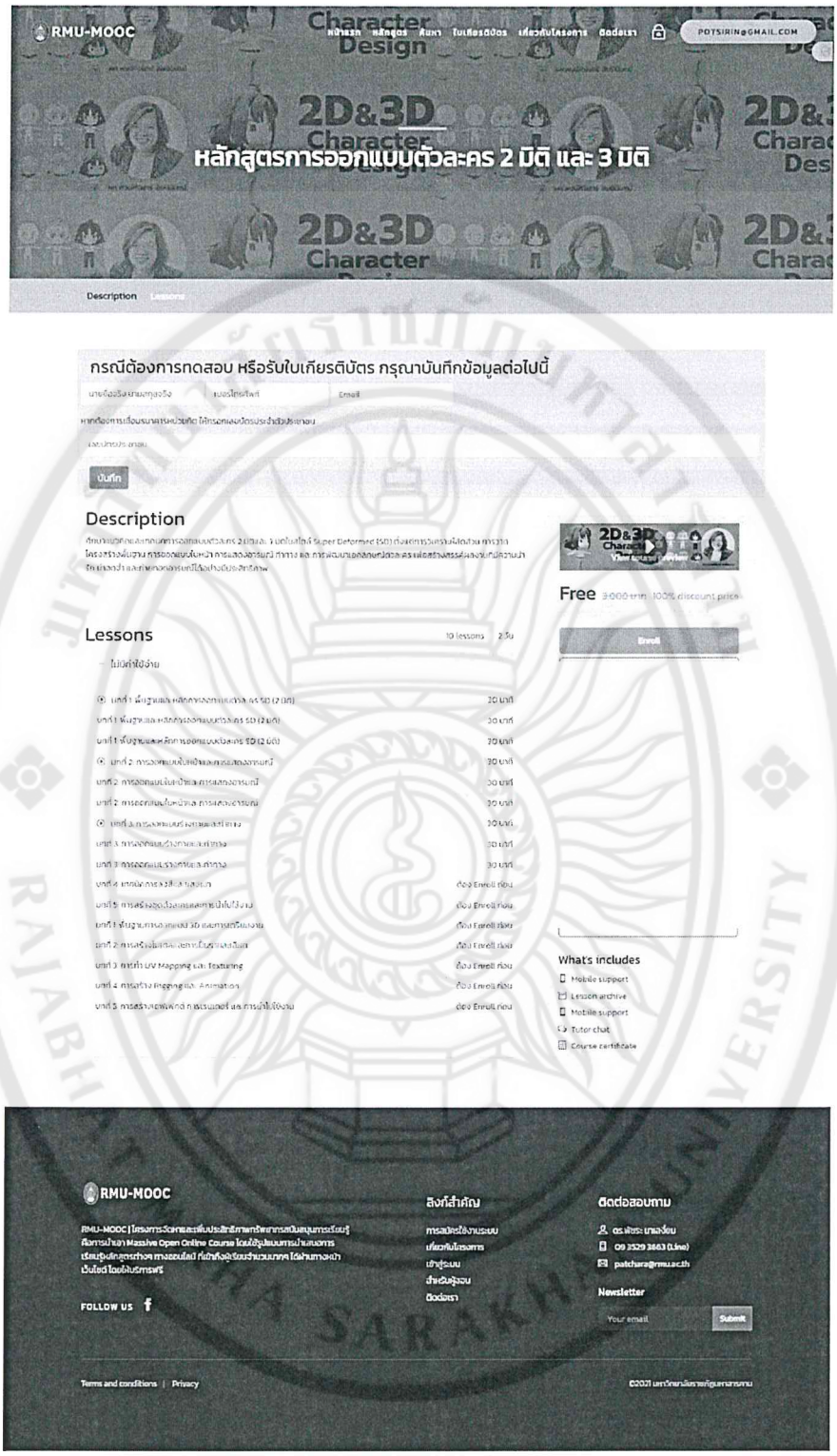
Zhang, X., and Zhou, L. (2018). 3D modeling in VR education: Tools, techniques, and applications. *Journal of Digital Design,* 22(2), 112–125.

Zhehua, Z. (2021). Research on mixed learning mode based on MOOCs and micro class in internet background. *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems,* 40(2), 3151-3160.

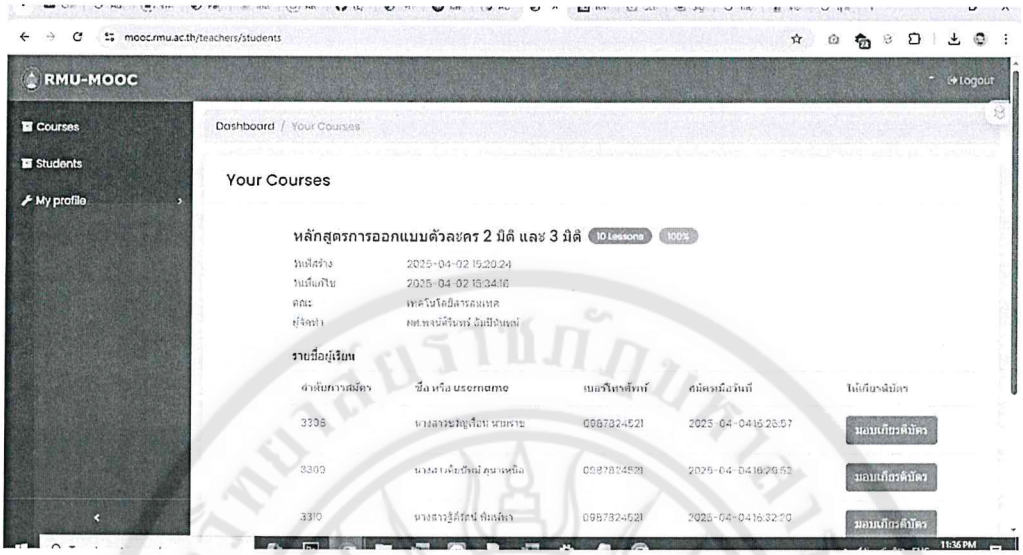
Zimmerman, H. T., Land, S. M., Faimon, L., and Chiu, Y. (2023). Mobile augmented reality supporting families' immersive collaborative learning Learning-on-the-move for place-based geoscience sense-making. *International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning,* 18(2), 243-274.

ภาคผนวก ญ

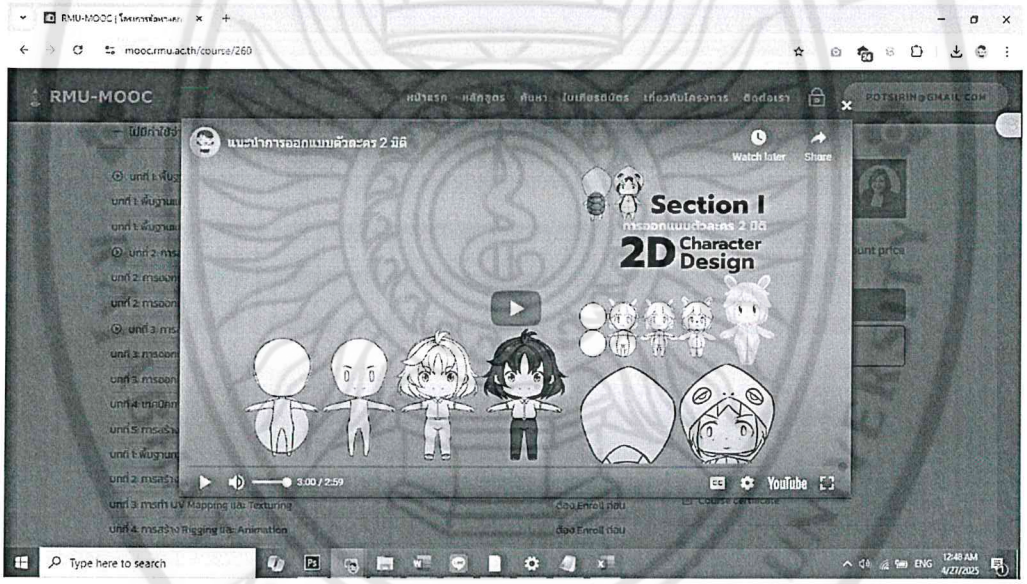
หลักสูตรการออกแบบตัวละคร 2 มิติ และ 3 มิติ บนระบบ RMU MOOCs



ภาพที่ ญ.1 ระบบหน้าบ้านเว็บไซต์ RMU MOOC (ภาพที่ 1)



ภาพที่ ญ.2 ระบบหลังบ้านเว็บไซต์ RMU MOOC (ภาพที่ 2)



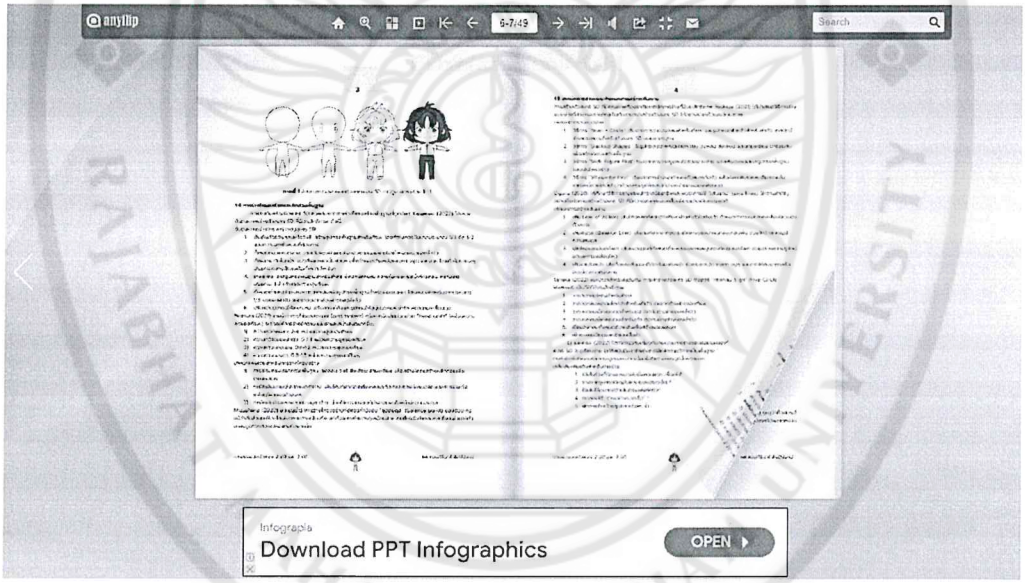
ภาพที่ ญ.3 ระบบหลังบ้านเว็บไซต์ RMU MOOC (ภาพที่ 3)

ภาคผนวก ฎ

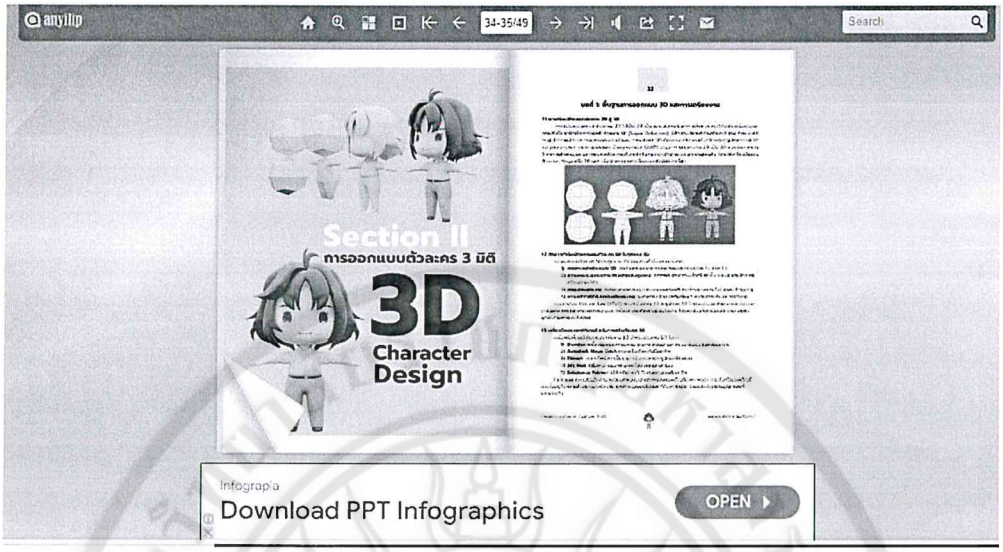
คู่มือการเรียนการออกแบบตัวละคร 2 มิติ และ 3 มิติ



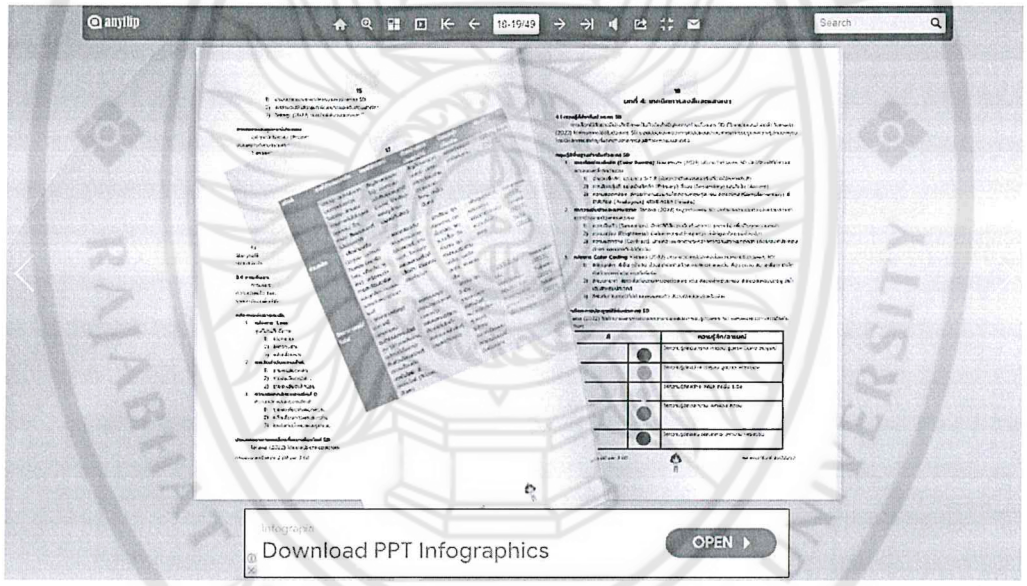
ภาพที่ ฎ.1 คู่มือการเรียนการออกแบบตัวละคร 2 มิติ และ 3 มิติ
https://anyflip.com/lpjft/obnt/ (ภาพที่ 1)



ภาพที่ ฎ.2 คู่มือการเรียนการออกแบบตัวละคร 2 มิติ และ 3 มิติ
https://anyflip.com/lpjft/obnt/ (ภาพที่ 2)



ภาพที่ ฎ.3 คู่มือการเรียนการออกแบบตัวละคร 2 มิติ และ 3 มิติ (ภาพที่ 3)



ภาพที่ ฎ.4 คู่มือการเรียนการออกแบบตัวละคร 2 มิติ และ 3 มิติ (ภาพที่ 4)

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญประเมินสภาพแวดล้อมการเรียนรู้และประเมินรับรองสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ในการวิจัยเรื่อง "สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์"

โดย นางสาวพจน์ศิรินทร์ ลิมปินันทน์ นักศึกษาหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

ตารางที่ ก.1 รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ ประเมินสภาพแวดล้อมการเรียนรู้และประเมินรับรองสภาพแวดล้อมการเรียนรู้

ลำดับ	รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ	สังกัด
1	ผศ.ดร.กนกรัตน์ จิรสัจจานุกูล	คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี
2	อาจารย์ ดร.นวลศรี สงสม	มหาวิทยาลัยสวนดุสิต วิทยาเขตสุพรรณบุรี
3	อาจารย์ ดร.สุรเชษฐ์ จันทร์งาม	คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม
4	ผศ.ดร.กฤตย์ษุพัช สารนอก	สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาและคอมพิวเตอร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยวงษ์ชวลิตกุล
5	อาจารย์ ดร.วิษณุ นิตยธรรมกุล	คณะครุศาตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชมงคลสุวรรณภูมิ
6	อาจารย์ ดร.ต่วนนูรีซันน์ สุริยะ	หลักสูตรอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและไอโอที (ต่อเนื่อง) คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา
7	อาจารย์ ดร.พงศธร ปาลี	สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์
8	อาจารย์ ดร.ศิวพร ลินทะลึก	สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ศูนย์สุพรรณบุรี



ที่ อว ๐๖๑๙.๐๖/ว.๒๕๗๑

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม
๔๔๐๐๐

๑๙ มีนาคม ๒๕๖๘

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิทยานิพนธ์

เรียน ผศ.ดร.กนกรัตน์ จิรสัจจานุกูล

ด้วย นางสาวพจน์ศิรินทร์ ลิมปินันทน์ รหัสประจำตัว ๖๖๙๒๐๖๕๐๑๐๑ นักศึกษาระดับปริญญาเอก หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา รูปแบบการศึกษานอกเวลาราชการ ศูนย์มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะดิมแบบดิ่มต่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์" เพื่อให้การวิจัยดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย บรรลุตามวัตถุประสงค์

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม พิจารณาแล้วว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถและประสบการณ์ในเรื่องนี้อย่างดียิ่ง จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิทยานิพนธ์ เพื่อที่ผู้ทำการวิจัยจะได้ดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

เพื่อ ☐ ตรวจสอบความถูกต้องด้านเนื้อหา
☐ ตรวจสอบด้านการออกแบบโมเดลการเรียนรู้
☐ อื่นๆ ระบุ.....

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุเคราะห์ และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เนตรชนก จันทร์สว่าง)
คณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ปฏิบัติราชการแทน
อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
โทรศัพท์ ๐-๔๓๗๔-๒๖๒๐

ตรวจ
19 มี.ค. 68



ที่ อว ๐๖๑๙.๐๖/ว.๒๕๗๑

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม
๔๔๐๐๐

๑๙ มีนาคม ๒๕๖๘

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิทยานิพนธ์

เรียน อาจารย์ ดร.นวลศรี สงสม

ด้วย นางสาวพจน์ศิรินทร์ ลิมปินันทน์ รหัสประจำตัว ๖๖๙๒๐๖๕๐๑๐๑ นักศึกษาระดับปริญญาเอก หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา รูปแบบการศึกษานอกเวลาราชการ ศูนย์มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ **เรื่อง** "**สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์**" เพื่อให้การวิจัยดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย บรรลุตามวัตถุประสงค์

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม พิจารณาแล้วว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถและประสบการณ์ในเรื่องนี้อย่างดียิ่ง จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิทยานิพนธ์ เพื่อที่ผู้ทำการวิจัยจะได้ดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

เพื่อ ☐ ตรวจสอบความถูกต้องด้านเนื้อหา
☐ ตรวจสอบด้านการออกแบบโมเดลการเรียนรู้
☐ อื่นๆ ระบุ.....

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุเคราะห์ และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เนตรชนก จันทร์สว่าง)
คณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ปฏิบัติราชการแทน
อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
โทรศัพท์ ๐ - ๔๓๗๔ - ๒๖๒๐

19 มี.ค. 68



ที่ อว ๐๖๑๙.๐๖/ว.๒๕๗๑

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม
๔๔๐๐๐

๑๙ มีนาคม ๒๕๖๘

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิทยานิพนธ์

เรียน อาจารย์ ดร.สุรเชษฐ์ จันทร์งาม

ด้วย นางสาวพจน์ศิรินทร์ ลิมปิน้นทน์ รหัสประจำตัว ๖๖๙๒๐๖๕๐๑๐๑ นักศึกษาระดับปริญญาเอก หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา รูปแบบการศึกษานอกเวลาราชการ ศูนย์มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ **เรื่อง "สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์"** เพื่อให้การวิจัยดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย บรรลุตามวัตถุประสงค์

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม พิจารณาแล้วว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถและประสบการณ์ในเรื่องนี้อย่างดียิ่ง จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิทยานิพนธ์ เพื่อที่ผู้ทำการวิจัยจะได้ดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

เพื่อ ☐ ตรวจสอบความถูกต้องด้านเนื้อหา
☐ ตรวจสอบด้านการออกแบบโมเดลการเรียนรู้
☐ อื่นๆ ระบุ.....

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุเคราะห์ และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เนตรชนก จันทร์สว่าง)
คณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ปฏิบัติราชการแทน
อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
โทรศัพท์ ๐ - ๔๓๗๔ – ๒๖๒๐

๑๙ มี.ค. ๖๘



ที่ อว ๐๖๑๙.๐๖/ว.๒๕๗๑

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม
๔๔๐๐๐

๑๙ มีนาคม ๒๕๖๘

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิทยานิพนธ์

เรียน ผศ.กฤตย์ษุพัช สารนอก

ด้วย นางสาวพจน์ศิรินทร์ ลิมปินันทน์ รหัสประจำตัว ๖๖๙๒๐๖๕๐๑๐๑ นักศึกษาระดับปริญญาเอก หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา รูปแบบการศึกษานอกเวลาราชการ ศูนย์มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดิ่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์" เพื่อให้การวิจัยดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย บรรลุตามวัตถุประสงค์

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม พิจารณาแล้วว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถและประสบการณ์ในเรื่องนี้อย่างดียิ่ง จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิทยานิพนธ์ เพื่อที่ผู้ทำการวิจัยจะได้ดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

เพื่อ ☐ ตรวจสอบความถูกต้องด้านเนื้อหา
☐ ตรวจสอบด้านการออกแบบโมเดลการเรียนรู้
☐ อื่นๆ ระบุ.....

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุเคราะห์ และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เนตรชนก จันทร์สว่าง)
คณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ปฏิบัติราชการแทน
อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
โทรศัพท์ ๐-๔๓๗๔-๒๖๒๐

19 มี.ค 68

สำเนาคู่ฉบับ

ที่ อว ๐๖๑๙.๐๖/ว.๒๕๗๑

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม
๔๔๐๐๐

๑๙ มีนาคม ๒๕๖๘

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิทยานิพนธ์

เรียน อาจารย์ ดร.วิษณุ นิตยธรรมกุล

ด้วย นางสาวพจน์ศิรินทร์ ลิมปินันทน์ รหัสประจำตัว ๖๖๙๒๐๖๕๐๑๐๑ นักศึกษาระดับปริญญาเอก หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา รูปแบบการศึกษานอกเวลาราชการ ศูนย์มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง **"สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบตื่มต่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์"** เพื่อให้การวิจัยดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย บรรลุตามวัตถุประสงค์

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม พิจารณาแล้วว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถและประสบการณ์ในเรื่องนี้อย่างดียิ่ง จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิทยานิพนธ์ เพื่อที่ผู้ทำการวิจัยจะได้ดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

เพื่อ ☐ ตรวจสอบความถูกต้องด้านเนื้อหา
☐ ตรวจสอบด้านการออกแบบโมเดลการเรียนรู้
☐ อื่นๆ ระบุ.....

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุเคราะห์ และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เนตรชนก จันทร์สว่าง)
คณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ปฏิบัติราชการแทน
อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
โทรศัพท์ ๐-๔๓๗๔-๒๖๒๐

19 มี.ค 68



ที่ อว ๐๖๑๙.๐๖/ว.๒๕๗๑

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม
๔๔๐๐๐

๑๙ มีนาคม ๒๕๖๘

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิทยานิพนธ์

เรียน **ดร.ต่วนบูรีชันต์ สุริยะ**

ด้วย นางสาวพจน์ศิรินทร์ ลิมปินันทน์ รหัสประจำตัว ๖๖๙๒๐๖๕๐๑๐๑ นักศึกษาระดับปริญญาเอก หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา รูปแบบการศึกษานอกเวลาราชการ ศูนย์มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง **"สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์"** เพื่อให้การวิจัยดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย บรรลุตามวัตถุประสงค์

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม พิจารณาแล้วว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถและประสบการณ์ในเรื่องนี้อย่างดียิ่ง จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิทยานิพนธ์ เพื่อที่ผู้ทำการวิจัยจะได้ดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

เพื่อ ☐ ตรวจสอบความถูกต้องด้านเนื้อหา
☐ ตรวจสอบด้านการออกแบบโมเดลการเรียนรู้
☐ อื่นๆ ระบุ.....

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุเคราะห์ และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เนตรชนก จันทร์สว่าง)
คณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ปฏิบัติราชการแทน
อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
โทรศัพท์ ๐-๔๓๗๔-๒๖๒๐

19 มี.ค 68



ที่ อว ๐๖๑๙.๐๖/ว.๒๕๗๑

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม
๔๔๐๐๐

๑๙ มีนาคม ๒๕๖๘

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิทยานิพนธ์

เรียน อาจารย์ ดร.พงศธร ปาลี

ด้วย นางสาวพจน์ศิรินทร์ ลิมปินันทน์ รหัสประจำตัว ๖๖๙๒๐๖๕๐๑๐๑ นักศึกษาระดับปริญญาเอก หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา รูปแบบการศึกษานอกเวลาราชการ ศูนย์มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดิ่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์" เพื่อให้การวิจัยดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย บรรลุตามวัตถุประสงค์

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม พิจารณาแล้วว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถและประสบการณ์ในเรื่องนี้อย่างดียิ่ง จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิทยานิพนธ์ เพื่อที่ผู้ทำการวิจัยจะได้ดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

เพื่อ ☐ ตรวจสอบความถูกต้องด้านเนื้อหา
☐ ตรวจสอบด้านการออกแบบโมเดลการเรียนรู้
☐ อื่นๆ ระบุ.....

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุเคราะห์ และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เนตรชนก จันทร์สว่าง)
คณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ปฏิบัติราชการแทน
อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

19 มี.ค 68

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
โทรศัพท์ ๐ - ๔๓๗๔ - ๒๖๒๐

RAJABHAT MAHA SARAKHAM UNIVERSITY

สำเนาคู่ฉบับ

ที่ อว ๐๖๑๙.๐๖/ว.๒๕๗๑

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม
๔๔๐๐๐

๑๙ มีนาคม ๒๕๖๘

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิทยานิพนธ์

เรียน อาจารย์ดร.ศิวพร ลินทะลึก

ด้วย นางสาวพจน์ศิรินทร์ ลิมปินันทน์ รหัสประจำตัว ๖๖๙๒๐๖๕๐๑๐๑ นักศึกษาระดับปริญญาเอก หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา รูปแบบการศึกษานอกเวลาราชการ ศูนย์มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง **"สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์"** เพื่อให้การวิจัยดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย บรรลุตามวัตถุประสงค์

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม พิจารณาแล้วว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถและประสบการณ์ใน.เรื่องนี้อย่างดียิ่ง จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิทยานิพนธ์ เพื่อที่ผู้ทำการวิจัยจะได้ดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

เพื่อ ☐ ตรวจสอบความถูกต้องด้านเนื้อหา
☐ ตรวจสอบด้านการออกแบบโมเดลการเรียนรู้
☐ อื่นๆ ระบุ.....

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุเคราะห์ และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เนตรชนก จันทร์สว่าง)
คณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ปฏิบัติราชการแทน
อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
โทรศัพท์ ๐ - ๔๓๗๔ - ๒๖๒๐

๑๙ มี.ค. ๖๘

RAJABHAT MAHA SARAKHAM UNIVERSITY

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญประเมิน ทักษะความคิดสร้างสรรค์ และ คุณภาพนวัตกรรมของนักศึกษาที่เรียนบทเรียน การออกแบบตัวละคร จากสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ในการวิจัยเรื่อง "สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดิ่มต่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์ "

โดย นางสาวพจน์ศิรินทร์ ลิมปินันทน์ นักศึกษาหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

ตารางที่ ก.2 รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ ประเมินทักษะความคิดสร้างสรรค์ และ คุณภาพนวัตกรรม

ลำดับ	รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ	สังกัด
1	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ขจรพงษ์ ร่วมแก้ว	สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
2	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อภิดา รุณวาทย์	สาขาวิชาเทคโนโลยีมัลติมีเดียและแอนิเมชัน คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
3	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิยะศักดิ์ ถีอาสนา	สาขาวิชาเทคโนโลยีมัลติมีเดียและแอนิเมชัน คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ที่ อว ๐๖๑๙.๐๖/ว๑๘๘ วันที่ ๒๑ เมษายน ๒๕๕๘

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพนวัตกรรมของนักศึกษาที่เรียนด้วยสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ STEAM ไมโครเลิร์นนิ่ง แบบดิ่มต่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ขจรพงษ์ ร่วมแก้ว

ด้วย นางสาวพจน์ศิรินทร์ ลิมปินันทน์ รหัสประจำตัว ๖๖๙๒๐๖๕๐๑๐๑ นักศึกษาระดับปริญญาเอก หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา รูปแบบการศึกษานอกเวลาราชการ ศูนย์มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง **"สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดิ่มต่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์"** ซึ่งได้ทำการทดลองใช้สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ STEAM ไมโครเลิร์นนิ่ง แบบดิ่มต่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์ กับกลุ่มทดลองและมีความประสงค์นำนวัตกรรมที่เกิดจากการใช้สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ STEAM ไมโครเลิร์นนิ่ง แบบดิ่มต่ำเสมือนจริง เข้ารับการตรวจประเมินคุณภาพนวัตกรรมด้านทักษะความคิดสร้างสรรค์ เพื่อให้การวิจัยดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย บรรลุตามวัตถุประสงค์

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม พิจารณาแล้วว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถและประสบการณ์ในเรื่องนี้อย่างดียิ่ง จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญ **ตรวจประเมินคุณภาพนวัตกรรมด้านทักษะความคิดสร้างสรรค์** ตามเอกสารที่แนบมาพร้อมนี้ เพื่อที่ผู้ทำการวิจัยจะได้ดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิเชษฐ์ พลหาญ)
คณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

RAJABHAT MAHA SARAKHAM UNIVERSITY



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ที่ อว ๐๖๑๙.๐๖/ว๑๘๘ วันที่ ๒๑ เมษายน ๒๕๕๘

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพนวัตกรรมของนักศึกษาที่เรียนด้วยสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ STEAM ไมโครเลิร์นนิ่ง แบบดื่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิยะศักดิ์ ถีอาสนา

ด้วย นางสาวพจน์ศิรินทร์ ลิมปินันทน์ รหัสประจำตัว ๖๖๙๒๐๖๕๐๑๐๑ นักศึกษาระดับปริญญาเอก หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา รูปแบบการศึกษานอกเวลาราชการ ศูนย์มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์" ซึ่งได้ทำการทดลองใช้สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ STEAM ไมโครเลิร์นนิ่ง แบบดื่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์ กับกลุ่มทดลองและมีความประสงค์นำนวัตกรรมที่เกิดจากการใช้สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ STEAM ไมโครเลิร์นนิ่ง แบบดื่มด่ำเสมือนจริง เข้ารับการตรวจประเมินคุณภาพนวัตกรรมด้านทักษะความคิดสร้างสรรค์ เพื่อให้การวิจัยดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย บรรลุตามวัตถุประสงค์

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม พิจารณาแล้วว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถและประสบการณ์ในเรื่องนี้อย่างดียิ่ง จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญ**ตรวจประเมินคุณภาพนวัตกรรมด้านทักษะความคิดสร้างสรรค์** ตามเอกสารที่แนบมาพร้อมนี้ เพื่อที่ผู้ทำการวิจัยจะได้ดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิเชษฐ์ พลหาญ)
คณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

RAJABHAT MAHA SARAKHAM UNIVERSITY



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ที่ อว ๐๖๑๙.๐๖/ว๑๘๘ วันที่ ๒๑ เมษายน ๒๕๕๘

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพนวัตกรรมของนักศึกษาที่เรียนด้วยสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ STEAM ไมโครเลิร์นนิ่ง แบบดิ่มต่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อภิดา รุณวาทย์

ด้วย นางสาวพจน์ศิรินทร์ ลิมปินันทน์ รหัสประจำตัว ๖๖๙๒๐๖๕๐๑๐๑ นักศึกษาระดับปริญญาเอก หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา รูปแบบการศึกษานอกเวลาราชการ ศูนย์มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "สภาพแวดล้อมการเรียรรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดิ่มต่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์" ซึ่งได้ทำการทดลองใช้สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ STEAM ไมโครเลิร์นนิ่ง แบบดิ่มต่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์ กับกลุ่มทดลองและมีความประสงค์นำนวัตกรรมที่เกิดจากการใช้สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ STEAM ไมโครเลิร์นนิ่ง แบบดิ่มต่ำเสมือนจริง เข้ารับการตรวจประเมินคุณภาพนวัตกรรมด้านทักษะความคิดสร้างสรรค์ เพื่อให้การวิจัยดำเนินไปด้วยความเรียบร้อย บรรลุตามวัตถุประสงค์

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม พิจารณาแล้วว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถและประสบการณ์ในเรื่องนี้อย่างดียิ่ง จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญ**ตรวจประเมินคุณภาพนวัตกรรมด้านทักษะความคิดสร้างสรรค์** ตามเอกสารที่แนบมาพร้อมนี้ เพื่อที่ผู้ทำการวิจัยจะได้ดำเนินการในขั้นตอนต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

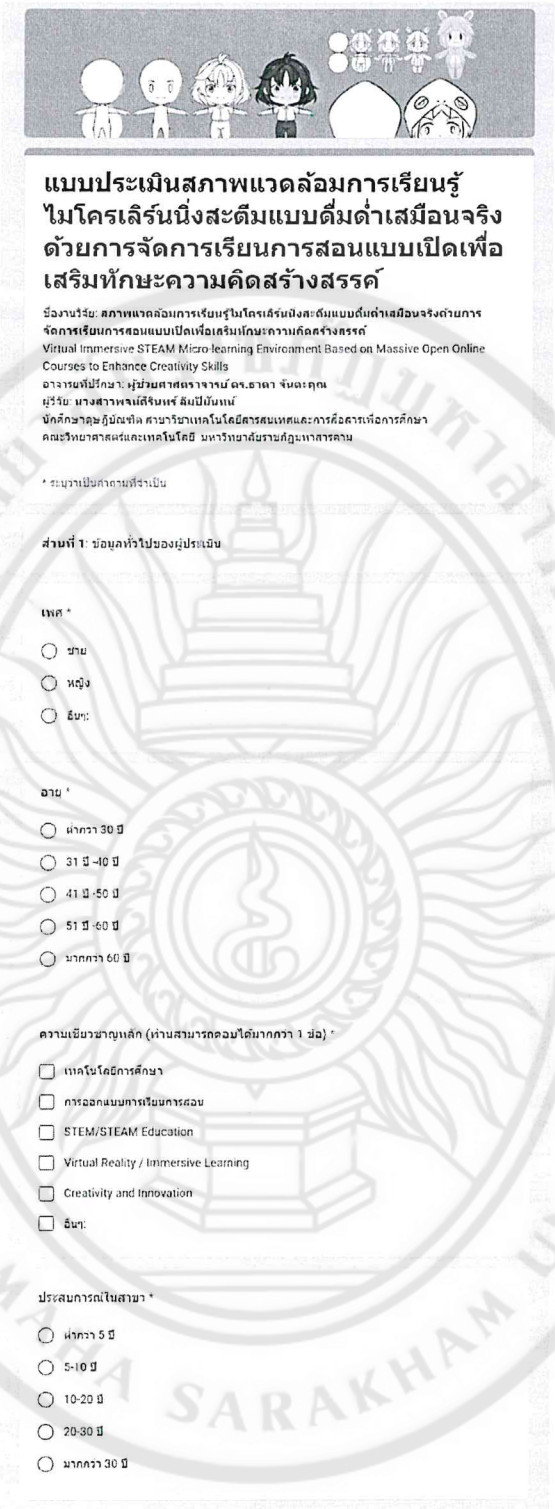
ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิเชษฐ์ พลหาญ)
คณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

RAJABHAT MAHA SARAKHAM UNIVERSITY

ภาคผนวก ข

แบบประเมินสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์



แบบประเมินสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์

ชื่องานวิจัย: สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์
Virtual Immersive STEAM Micro-learning Environment Based on Massive Open Online Courses to Enhance Creativity Skills
อาจารย์ที่ปรึกษา: ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธาดา จันละคุณ
ผู้วิจัย: นางสาวพจนีย์จันทร์ ลัมปีบันเน
นักศึกษาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

* ระบุว่าเป็นคำถามที่จำเป็น

ส่วนที่ 1: ข้อมูลทั่วไปของผู้ประเมิน

เพศ *

- ◯ ชาย
- ◯ หญิง
- ◯ อื่นๆ:

อายุ *

- ◯ ต่ำกว่า 30 ปี
- ◯ 31 ปี -40 ปี
- ◯ 41 ปี -50 ปี
- ◯ 51 ปี -60 ปี
- ◯ มากกว่า 60 ปี

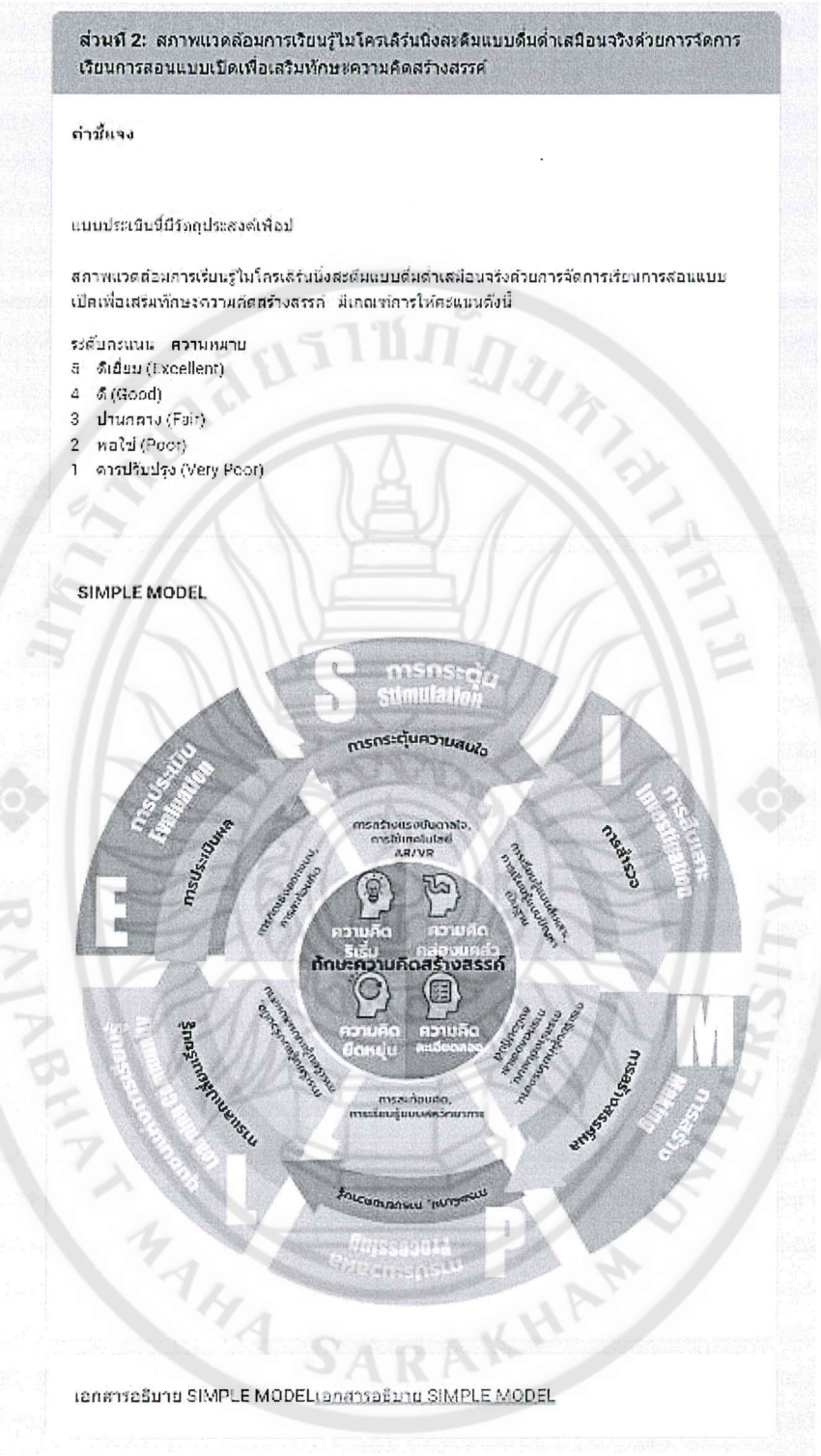
ความเชี่ยวชาญหลัก (ท่านสามารถตอบได้มากกว่า 1 ข้อ) *

- ☐ เทคโนโลยีการศึกษา
- ☐ การออกแบบการเรียนการสอน
- ☐ STEM/STEAM Education
- ☐ Virtual Reality / Immersive Learning
- ☐ Creativity and Innovation
- ☐ อื่นๆ:

ประสบการณ์ในสาขา *

- ◯ ต่ำกว่า 5 ปี
- ◯ 5-10 ปี
- ◯ 10-20 ปี
- ◯ 20-30 ปี
- ◯ มากกว่า 30 ปี

ภาพที่ ข.1 แบบประเมินสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์ บนระบบ google form (https://forms.gle/bXaQZ3o3uGNHuLUa9) (ภาพที่ 1)



ส่วนที่ 2: สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์

ตำนี้แจง

แบบประเมินนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ

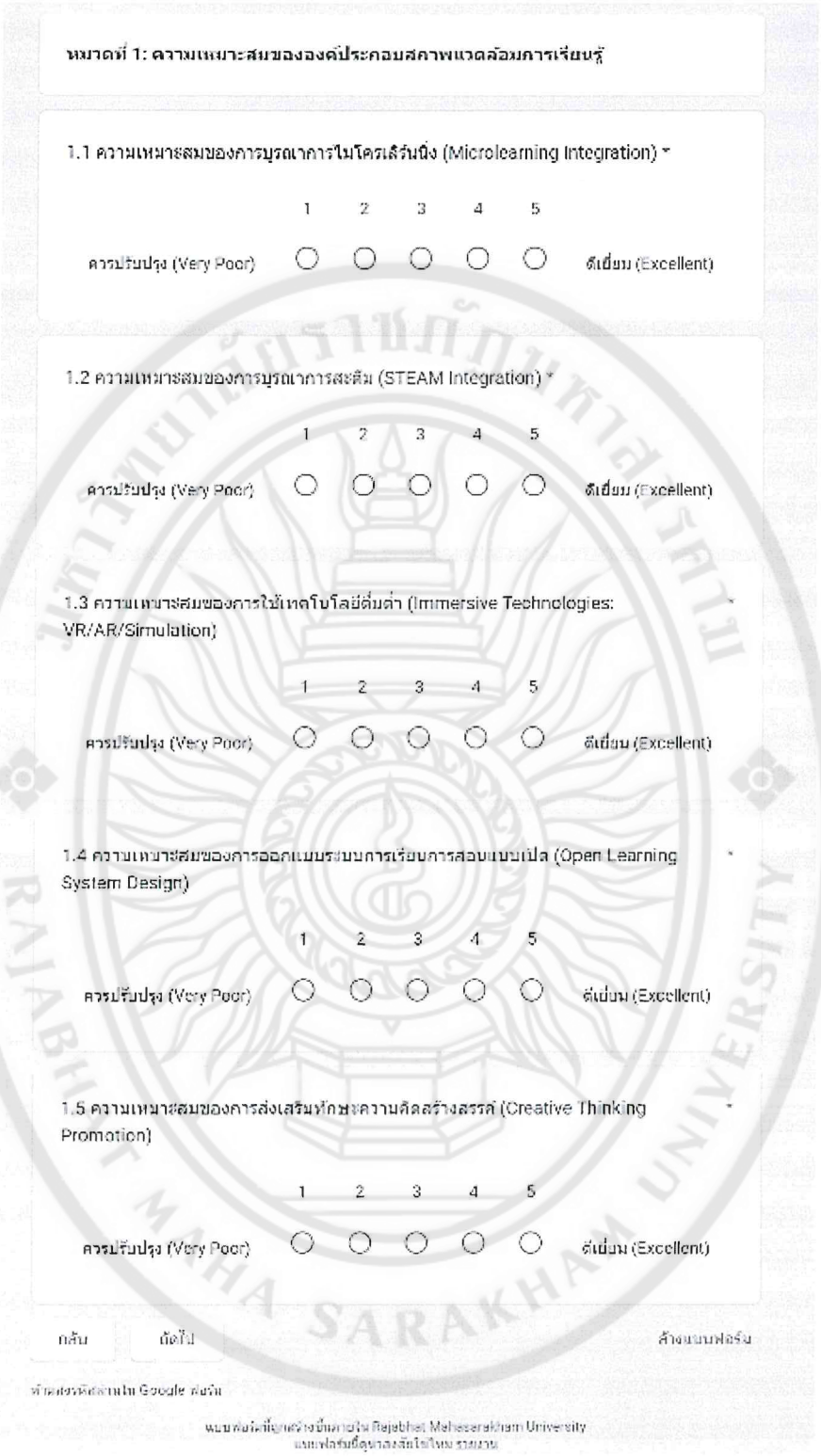
สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์ มีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

ระดับระแนน ความหมาย
5 ดีเยี่ยม (Excellent)
4 ดี (Good)
3 ปานกลาง (Fair)
2 หอไข่ (Poor)
1 ควรปรับปรุง (Very Poor)

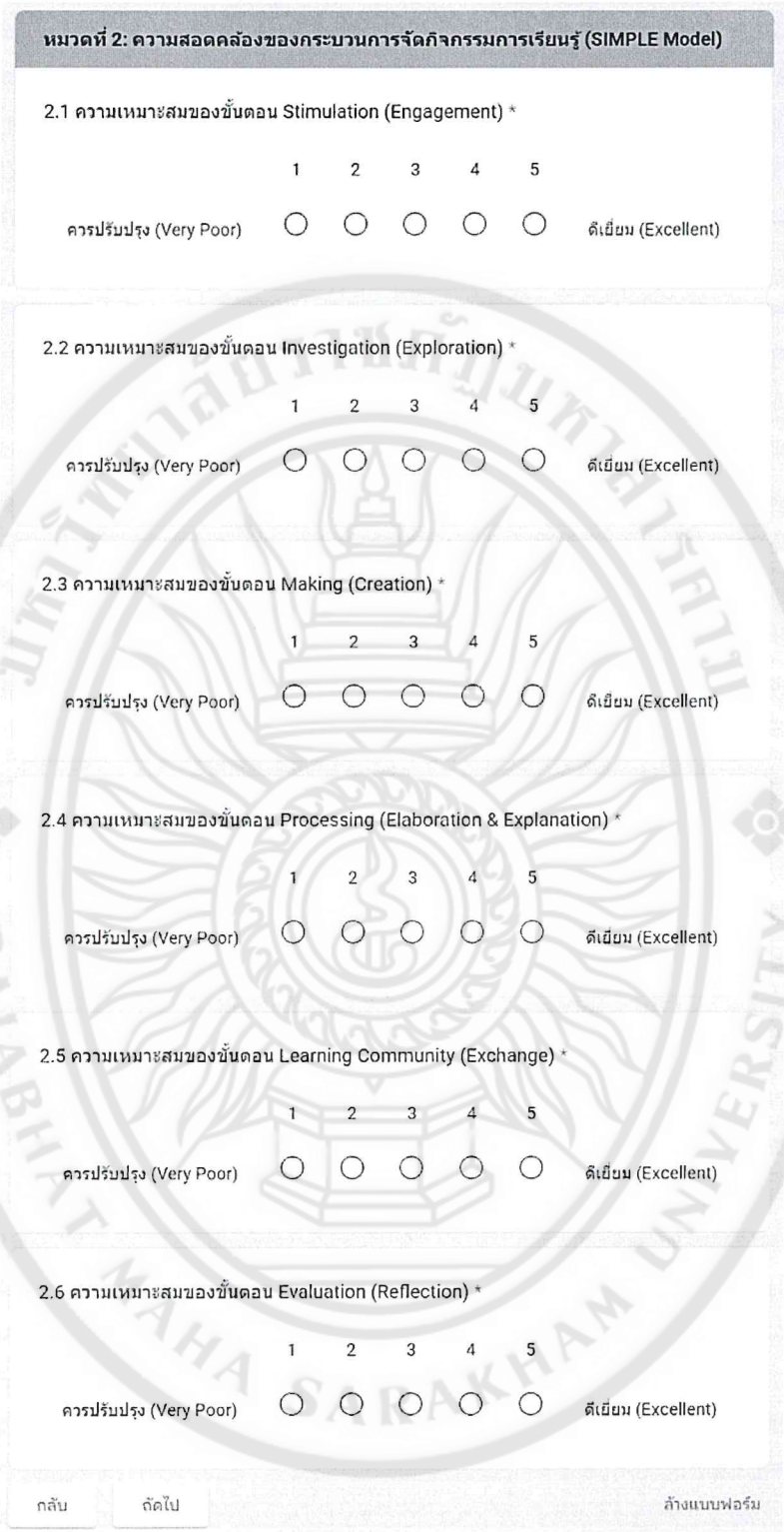
SIMPLE MODEL

เอกสารอธิบาย SIMPLE MODELเอกสารอธิบาย SIMPLE MODEL

ภาพที่ ข.2 แบบประเมินสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์ บนระบบ google form (https://forms.gle/bXaQZ3o3uGNHuLUa9) (ภาพที่ 1)



ภาพที่ ข.3 แบบประเมินสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ หมวดที่ 1 บนระบบ google form https://forms.gle/bXaQZ3o3uGNHuLUa9



หมวดที่ 2: ความสอดคล้องของกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (SIMPLE Model)

2.1 ความเหมาะสมของขั้นตอน Stimulation (Engagement) *

	1	2	3	4	5	
ควรปรับปรุง (Very Poor)	○	○	○	○	○	ดีเยี่ยม (Excellent)

2.2 ความเหมาะสมของขั้นตอน Investigation (Exploration) *

	1	2	3	4	5	
ควรปรับปรุง (Very Poor)	○	○	○	○	○	ดีเยี่ยม (Excellent)

2.3 ความเหมาะสมของขั้นตอน Making (Creation) *

	1	2	3	4	5	
ควรปรับปรุง (Very Poor)	○	○	○	○	○	ดีเยี่ยม (Excellent)

2.4 ความเหมาะสมของขั้นตอน Processing (Elaboration & Explanation) *

	1	2	3	4	5	
ควรปรับปรุง (Very Poor)	○	○	○	○	○	ดีเยี่ยม (Excellent)

2.5 ความเหมาะสมของขั้นตอน Learning Community (Exchange) *

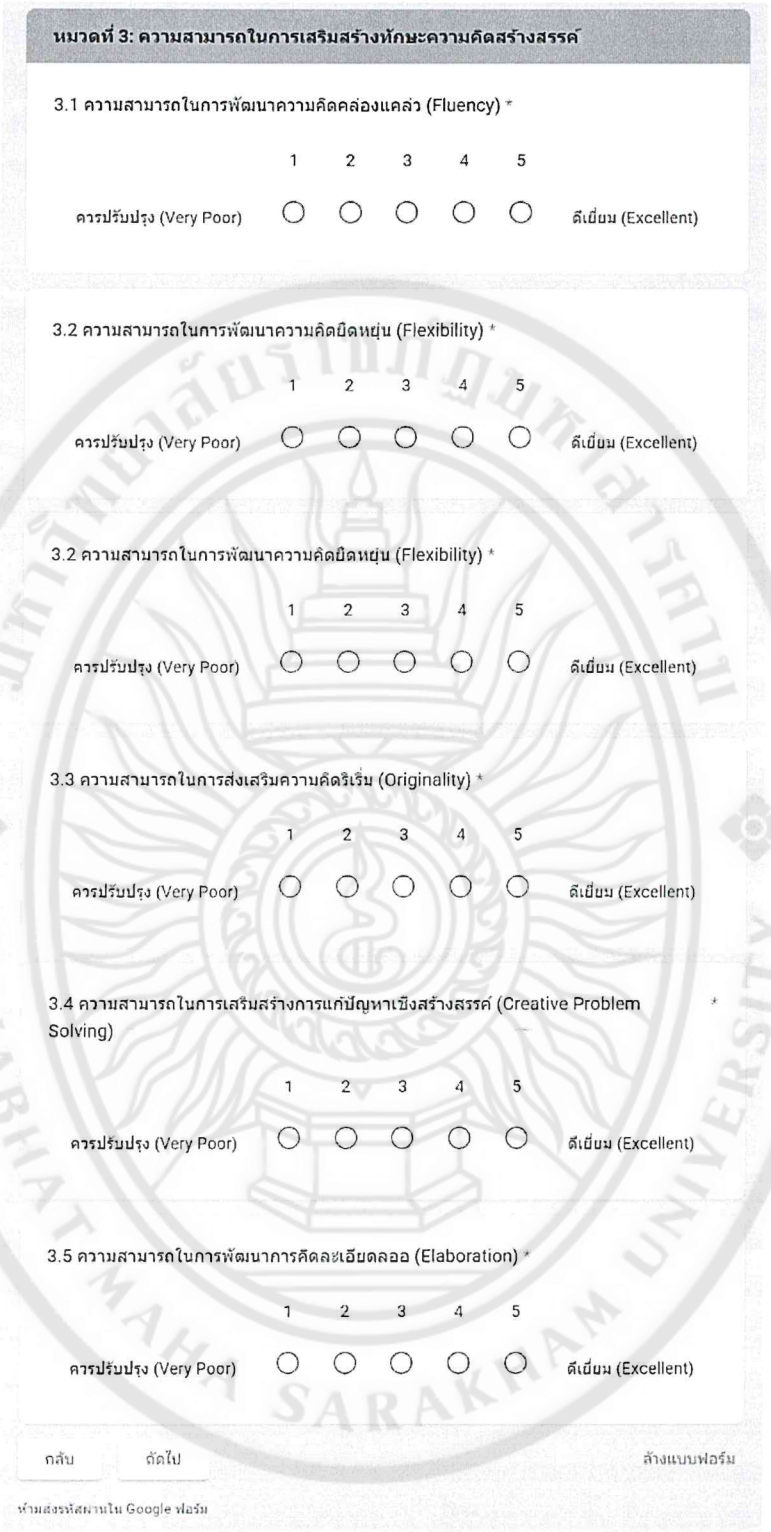
	1	2	3	4	5	
ควรปรับปรุง (Very Poor)	○	○	○	○	○	ดีเยี่ยม (Excellent)

2.6 ความเหมาะสมของขั้นตอน Evaluation (Reflection) *

	1	2	3	4	5	
ควรปรับปรุง (Very Poor)	○	○	○	○	○	ดีเยี่ยม (Excellent)

กลับ ถัดไป ล้างแบบฟอร์ม

ภาพที่ ข.4 แบบประเมินสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ หมวดที่ 2 บนระบบ google form https://forms.gle/bXaQZ3o3uGNHuLUa9



หมวดที่ 3: ความสามารถในการเสริมสร้างทักษะความคิดสร้างสรรค์

3.1 ความสามารถในการพัฒนาความคิดคล่องแคล่ว (Fluency) *

	1	2	3	4	5	
ควรปรับปรุง (Very Poor)	○	○	○	○	○	ดีเยี่ยม (Excellent)

3.2 ความสามารถในการพัฒนาความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) *

	1	2	3	4	5	
ควรปรับปรุง (Very Poor)	○	○	○	○	○	ดีเยี่ยม (Excellent)

3.2 ความสามารถในการพัฒนาความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) *

	1	2	3	4	5	
ควรปรับปรุง (Very Poor)	○	○	○	○	○	ดีเยี่ยม (Excellent)

3.3 ความสามารถในการส่งเสริมความคิดริเริ่ม (Originality) *

	1	2	3	4	5	
ควรปรับปรุง (Very Poor)	○	○	○	○	○	ดีเยี่ยม (Excellent)

3.4 ความสามารถในการเสริมสร้างการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ (Creative Problem Solving) *

	1	2	3	4	5	
ควรปรับปรุง (Very Poor)	○	○	○	○	○	ดีเยี่ยม (Excellent)

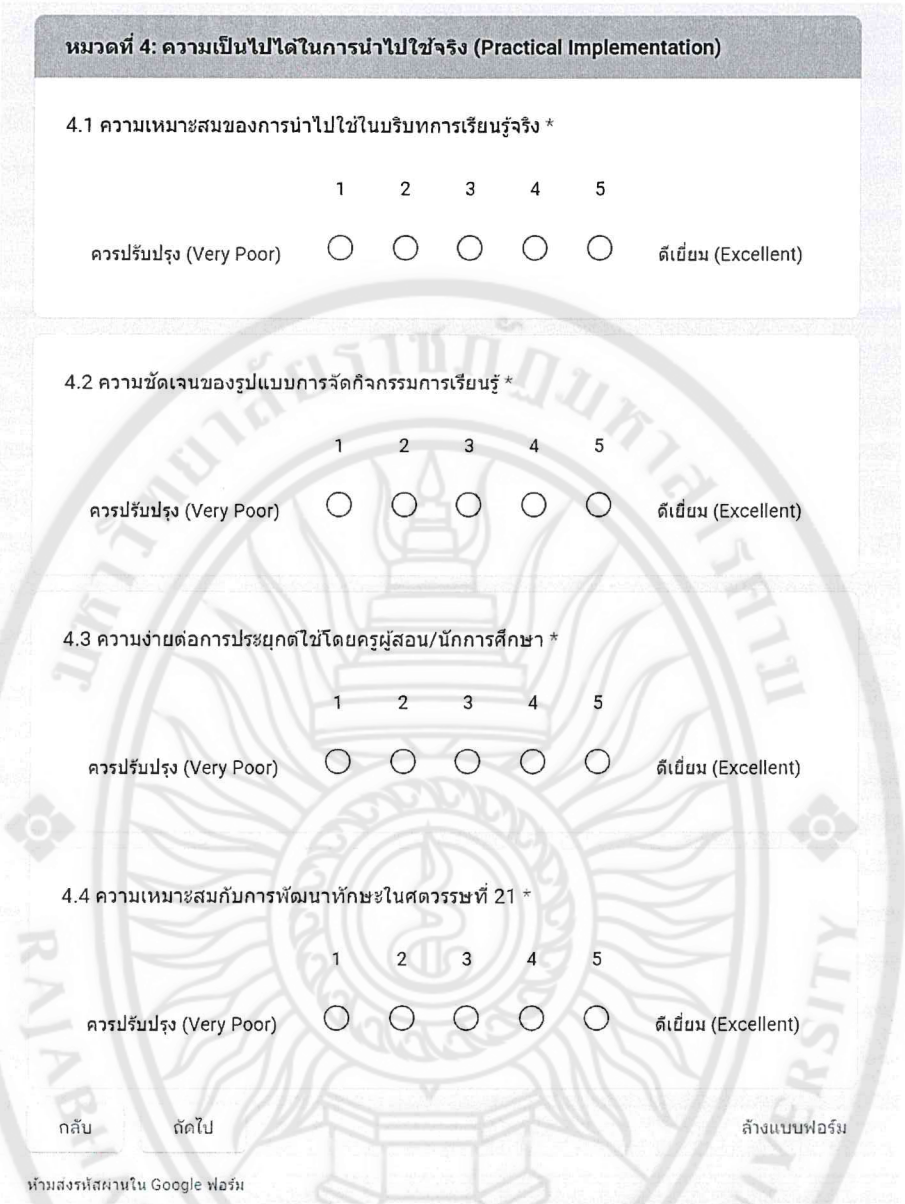
3.5 ความสามารถในการพัฒนาการคิดละเอียดลออ (Elaboration) *

	1	2	3	4	5	
ควรปรับปรุง (Very Poor)	○	○	○	○	○	ดีเยี่ยม (Excellent)

กลับ ถัดไป ล้างแบบฟอร์ม

ห้ามส่งรหัสผ่านใน Google ฟอร์ม

ภาพที่ ข.5 แบบประเมินสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ หมวดที่ 3 บนระบบ google form https://forms.gle/bXaQZ3o3uGNHuLUa9



หมวดที่ 4: ความเป็นไปได้ในการนำไปใช้จริง (Practical Implementation)

4.1 ความเหมาะสมของการนำไปใช้ในบริบทการเรียนรู้จริง *

	1	2	3	4	5	
ควรปรับปรุง (Very Poor)	○	○	○	○	○	ดีเยี่ยม (Excellent)

4.2 ความชัดเจนของรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ *

	1	2	3	4	5	
ควรปรับปรุง (Very Poor)	○	○	○	○	○	ดีเยี่ยม (Excellent)

4.3 ความง่ายต่อการประยุกต์ใช้โดยครูผู้สอน/นักการศึกษา *

	1	2	3	4	5	
ควรปรับปรุง (Very Poor)	○	○	○	○	○	ดีเยี่ยม (Excellent)

4.4 ความเหมาะสมกับการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 *

	1	2	3	4	5	
ควรปรับปรุง (Very Poor)	○	○	○	○	○	ดีเยี่ยม (Excellent)

กลับ ถัดไป ล้างแบบฟอร์ม

ห้ามส่งรหัสผ่านใน Google ฟอร์ม

ภาพที่ ข.6 แบบประเมินสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ หมวดที่ 4 บนระบบ google form https://forms.gle/bXaQZ3o3uGNHuLUa9

ภาคผนวก ค

แบบประเมินประสิทธิภาพของสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์



แบบประเมินประสิทธิภาพของสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์

ชื่องานวิจัย สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์
Virtual Immersive STEAM Micro-learning Environment Based on Massive Open Online Courses to Enhance Creativity Skills

อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธาดา จันตะคุณ
ผู้วิจัย ผู้ช่วยศาสตราจารย์พจน์ศิรินทร์ ลิมปินันทน์
นักศึกษาดุษฎีบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

ชื่อผู้ประเมิน : .....
ตำแหน่ง : .....
สถานที่ทำงาน : .....

คำชี้แจง

แบบประเมินนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินประสิทธิภาพของสภาพแวดล้อมการเรียนรู้โดยประเมินจากความเหมาะสมของเนื้อหาและกิจกรรมในแอปพลิเคชัน AR 2D3D Training และ VR 2D3D Training เพื่อส่งเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์ โดยแบ่งการประเมินออกเป็น 3 ด้าน มีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

ระดับคะแนน	ความหมาย
5	เหมาะสมมากที่สุด (Excellent)
4	เหมาะสมมาก (Good)
3	เหมาะสมปานกลาง (Fair)
2	พอใช้ (Poor)
1	ควรปรับปรุง (Very Poor)

โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ในช่องที่ตรงกับระดับความเหมาะสมที่ประเมินได้

รายการประเมิน	5	4	3	2	1
ด้านเนื้อหา (Content)					
ความถูกต้องของเนื้อหาทางวิชาการ					
ความสอดคล้องของเนื้อหากับแนวคิด STEAM					
ความเหมาะสมของปริมาณเนื้อหาสำหรับไมโครเลิร์นนิ่ง					
ลำดับขั้นของการนำเสนอเนื้อหา					
ความชัดเจนของการอธิบายเนื้อหา					
ความทันสมัยของเนื้อหา					
ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ (Learning Activities)					
ความสอดคล้องของกิจกรรมกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้					
ความเหมาะสมของกิจกรรมกับการส่งเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์					
ความท้าทายและการกระตุ้นความสนใจของกิจกรรม					
ความเหมาะสมของระยะเวลาในการทำกิจกรรม					
โอกาสในการมีปฏิสัมพันธ์และการมีส่วนร่วมในกิจกรรม					
ความหลากหลายของกิจกรรม					
ด้านสื่อและเทคโนโลยี AR/VR (Technology)					
ความเหมาะสมของการใช้เทคโนโลยี AR/VR กับเนื้อหา					
คุณภาพของโมเดล 2D/3D ที่นำเสนอในแอป					

รายการประเมิน	5	4	3	2	1
ความชัดเจนของภาพและเสียง					
ความเสถียรและความราบรื่นในการใช้งาน					
ระดับความดื่มด่ำ (Immersion) ที่สร้างขึ้น					
ความเหมาะสมของการเชื่อมโยงโลกจริงกับโลกเสมือน (AR)					
ความสมจริงของสภาพแวดล้อมเสมือน (VR)					

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม (ถ้ามี)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ภาคผนวก ง

ตัวอย่างแบบประเมินทักษะความคิดสร้างสรรค์ของนักศึกษาที่เข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ในสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์



แบบประเมินทักษะความคิดสร้างสรรค์ของนักศึกษาที่เข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ใน สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริงด้วย การจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์

ชื่องานวิจัย สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์
Virtual Immersive STEAM Micro-learning Environment Based on Massive Open Online Courses to Enhance Creativity Skills

อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธาตา จันตะคุณ
ผู้วิจัย ผู้ช่วยศาสตราจารย์พจน์ศิรินทร์ ลิมปินันทน์
นักศึกษาดุษฎีบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

ชื่อผู้ประเมิน : .....
ตำแหน่ง : .....
สถานที่ทำงาน : .....

RAJABHAT MAHA SARAKHAM UNIVERSITY

คำชี้แจง

แบบประเมินนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินทักษะความคิดสร้างสรรค์ที่นักศึกษาสร้างขึ้นจากการเรียนรู้ด้วยสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเสิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิด โดยแบ่งการประเมินออกเป็น 2 ส่วน คือ ข้อมูลผู้เชี่ยวชาญ และการประเมินความคิดสร้างสรรค์ แบบประเมินทักษะความคิดสร้างสรรค์จากนวัตกรรมของนักศึกษาที่เกิดขึ้น มีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

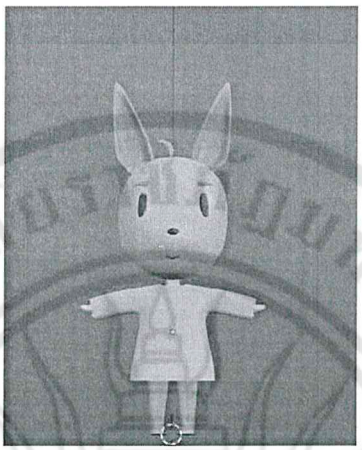
รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ			
	4 (ดีมาก)	3 (ดี)	2 (พอใช้)	1 (ปรับปรุง)
1 ความคิดริเริ่ม	ตัวละครมีเอกลักษณ์และความแปลกใหม่ มีการผสมผสานองค์ประกอบที่แสดงความเป็นตัวตนชัดเจน	ตัวละครมีเอกลักษณ์ค่อนข้างชัดเจน มีองค์ประกอบที่แปลกใหม่บางส่วน	ตัวละครที่มีเอกลักษณ์บางประการ มีการรับอิทธิพลจากตัวละครอื่นค่อนข้างมาก	ตัวละครที่ขาดเอกลักษณ์ มีการเลียนแบบจากตัวละครอื่นอย่างชัดเจน
2 ความคิดคล่องแคล่ว	ปั้นตัวละครได้ครบถ้วนสมบูรณ์ตามเวลาที่กำหนด	ปั้นตัวละครได้ค่อนข้างดี เสร็จตามเวลาที่กำหนด	ปั้นตัวละครได้เสร็จตามเวลาที่กำหนดแต่อาจขาดความสมบูรณ์ในบางส่วน	ปั้นตัวละครเสร็จตามเวลาที่กำหนดแต่ผลงานขาดความสมบูรณ์
3 ความคิดยืดหยุ่น	สามารถประยุกต์เทคนิคการปั้นได้หลากหลาย แก้ไขปัญหาที่พบระหว่างการปั้นได้ดีมาก	สามารถประยุกต์เทคนิคการปั้นได้ค่อนข้างดี แก้ไขปัญหาที่พบระหว่างการปั้นได้	ประยุกต์เทคนิคการปั้นได้จำกัด	ยึดติดกับเทคนิคการปั้นเพียงแบบเดียว
4 ความคิดละเอียดลออ	ตัวละครมีรายละเอียด	ตัวละครมีรายละเอียด	ตัวละครมีรายละเอียดพอใช้	ตัวละครขาดรายละเอียด

RAJABHAT MAHA SARAKHAM UNIVERSITY

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ			
	4 (ดีมาก)	3 (ดี)	2 (พอใช้)	1 (ปรับปรุง)
	ครบถ้วนทั้งในด้านสัดส่วน พื้นผิว สีหน้า อารมณ์ และองค์ประกอบประกอบ	ค่อนข้างดีในด้านสัดส่วน พื้นผิว สีหน้า และองค์ประกอบหลัก	ในด้านสัดส่วนและองค์ประกอบหลัก	

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHA SARAKHAM UNIVERSITY

ตัวละครที่ 34



โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ในช่องที่ตรงกับระดับคุณภาพที่ประเมินได้

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ			
	4	3	2	1
1 ความคิดริเริ่ม				
2 ความคิดคล่องแคล่ว				
3 ความคิดยืดหยุ่น				
4 ความคิดละเอียดลออ				

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

RAJABHAT MAHA SARAKHAM UNIVERSITY

ภาคผนวก จ

แบบประเมินผลการเรียนด้วยสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีม
แบบดื่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิด
รายวิชาแอนิเมชัน 2 มิติ และ 3 มิติ



แบบประเมินผลการเรียนด้วยสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีม
แบบดื่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิด
รายวิชาแอนิเมชัน 2 มิติ และ 3 มิติ

คำชี้แจง

แบบประเมินนี้จัดทำขึ้นเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนด้วยสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิด ในรายวิชาแอนิเมชัน 2 มิติ และ 3 มิติ โดยแบ่งการประเมินออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ข้อมูลทั่วไปของผู้เรียน แบบทดสอบแบบปรนัย ขอความกรุณาตอบแบบประเมินตามความเป็นจริงและตามความรู้ความสามารถของท่าน

ตอนที่ 1: ข้อมูลทั่วไปของผู้เรียน

คำชี้แจง: โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ในช่อง □ และเติมข้อมูลในช่องว่างให้สมบูรณ์

1. ชื่อ-นามสกุล: _____ รหัสนักศึกษา: _____

2. เพศ: ☐ ชาย ☐ หญิง

3. ชั้นปีที่: ☐ ปีที่ 1 ☐ ปีที่ 2 ☐ ปีที่ 3 ☐ ปีที่ 4

4. กลุ่มการเรียน:
   - ☐ กลุ่มทดลองที่ 1 (ใช้สภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบดื่มด่ำด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง – VR)
   - ☐ กลุ่มทดลองที่ 2 (ใช้สภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบดื่มด่ำด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม – AR)
   - ☐ กลุ่มควบคุม (ใช้การเรียนการสอนแบบปกติ)

RAJABHAT MAHA SARAKHAM UNIVERSITY

ตอนที่ 2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (แบบปรนัย)

คำชี้แจง แบบทดสอบมีทั้งหมด 20 ข้อ เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก โปรดเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว โดยทำเครื่องหมาย ✕ ลงทับตัวเลือกที่ต้องการ

1. สไตล์ SD (Super Deformed) มีลักษณะเด่นด้านใดเป็นพิเศษ?

ก. สัดส่วนเหมือนจริง

ข. ศีรษะใหญ่ร่างเล็ก

ค. แขนขายาว

ง. หน้าตาเรียลลิสติก

2. สัดส่วนของตัวละคร SD โดยทั่วไปอยู่ในช่วงใด?

A. 1:7 ถึง 1:8 B. 1:4 ถึง 1:6

C. 1:2 ถึง 1:4 D. 1:5 ถึง 1:6

3. ดวงตาในตัวละคร SD มีขนาดใหญ่เพราะเหตุใด ?

A. เพื่อประหยัดเวลา

B. เพื่อแสดงอารมณ์ชัดเจน

C. เพื่อให้ดูสมจริง

D. เพื่อทำให้ดูน่ากลัว

4. ลักษณะใดไม่ใช่จุดเด่นของใบหน้าตัวละคร SD?

A. ตาโต B. จมูกโด่งชัด

C. ปากเล็ก D. ใบหน้ากลม

5. ข้อใดคือเทคนิคการร่างตัวละคร SD ที่เรียกว่า 'Bean + Circle'?

A. ใช้ถั่วกับหัวใจ

B. ใช้วงกลมกับวงรี

C. ใช้วงกลมสำหรับหัวและถั่วสำหรับตัว

D. ใช้สามเหลี่ยมและเส้นโค้ง

6. เส้นใดมีบทบาทหลักในการกำหนดท่าทางของตัวละคร SD?

A. เส้นแสง B. Line of Action

C. เส้นสาน D. เส้นรังสี

7. การใช้ 'เส้นแกนใบหน้า' มีประโยชน์อย่างไรในการออกแบบใบหน้า SD?

A. ใช้กำหนดสีผิว

B. ใช้เพิ่มรายละเอียด

C. ช่วยให้จัดวางองค์ประกอบใบหน้าได้สมมาตร

D. ใช้แสดงอารมณ์

8. คิ้วในตัวละคร SD มีบทบาทสำคัญต่ออะไร?

A. การเคลื่อนไหว B. การระบายสี

C. การแสดงอารมณ์ D. การวางตำแหน่งของผม

RAJABHAT MAHA SARAKHAM UNIVERSITY

9. การออกแบบปากให้เล็กในตัวละคร SD สื่อถึงอะไร?

A. อารมณ์ซับซ้อน

B. ความสมจริง

C. ความน่ารักและเรียบง่าย

D. ความโกรธ

10. รูปแบบใดของจมูกที่มักพบในตัวละคร SD?

A. จมูกโด่งเด่น . จมูกกว้าง

C. จุดเล็ก ๆ หรือละไว้D. จมูกสามเหลี่ยม

11. จุดเด่นของการใช้ 'Micro-Expressions' ใน SD คืออะไร?

A. เพิ่มการเคลื่อนไหว

B. ลดรายละเอียด

C. เพิ่มความลึกของบุคลิก

D. เพิ่มขนาดตัวละคร

12. อารมณ์ 'ตกใจ' ควรออกแบบดวงตาแบบใด?

A. หรี่เล็ก B. ปิดตา

C. กลมโต ม่านตาเล็ก D. มองต่ำ

13. ท่าเดินของตัวละคร SD ควรมีลักษณะใด?

A. เคลื่อนไหวตามจังหวะ แขนขาสลับกัน

B. แขนตรง ขาไม่งอ

C. เดินมั่ง

D. ท่าตัวตรงชิดขา

14. จุดเด่นของท่านั่งในตัวละคร SD คืออะไร?

A. ขายาวมาก B. เท้าลอยจากพื้น

C. แขนกาง D. ศีรษะเอนไปข้างหลัง

15. ขั้นตอนแรกในการปั้นโมเดล 3D คือต้องทำสิ่งใดก่อน?

ก. ลงสี

ข. Rigging

ค. สร้างโครงร่างพื้นฐาน (Base Mesh)

ง. ใส่อนิเมชัน

16. ขั้นตอน 'Texturing' คือการทำอะไรในกระบวนการสร้าง 3D?

ก. ใส่แอนิเมชัน

ข. กำหนดตำแหน่งกระดูก

ค. ใส่รายละเอียดพื้นผิว

ง. ปรับความละเอียดภาพ

RAJABHAT MAHA SARAKHAM UNIVERSITY

17. Rigging คือกระบวนการใดในการสร้างตัวละคร 3D?

ก. เพิ่มสีผิว

ข. วางเส้นขอบ

ค. สร้างโครงกระดูกเพื่อขยับตัวละคร

ง. เพิ่มรายละเอียดเส้นผม

18. อนิเมชันใน 3D ตัวละครเริ่มจากขั้นตอนใด?

ก. การวาดลายเส้น

ข. .การกำหนดสี

ค. การวาง keyframes บน skeleton

ง. ถูกทุกข้อ

19. คำว่า 'Subdivision Surface' หมายถึงอะไรในงานปั้น 3D?

ก. การตัดพื้นผิวออก

ข. การเพิ่มจุดควบคุมสี

ค. การเพิ่มความละเอียดของพื้นผิวด้วยการแบ่งย่อย

ง. การใส่โครงกระดูก

20. การตรวจสอบโมเดล 3D ว่ามีความพร้อมใช้งานหรือไม่ควรพิจารณาจากอะไร?

ก. จำนวนคีย์เฟรม

ข. การลงสีเสร็จ

ค. Topology ถูกต้อง ไม่มี polygon ซ้อนทับ

ง. ความน่ารักของโมเดล

ภาคผนวก ฉ

แบบประเมินคุณภาพนวัตกรรมของนักศึกษาที่เรียนด้วยสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์



แบบประเมินคุณภาพนวัตกรรมของนักศึกษาที่เรียนด้วยสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์

ชื่องานวิจัย สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์
Virtual Immersive STEAM Micro-learning Environment Based on Massive Open Online Courses to Enhance Creativity Skills

อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธาดา จันตะคุณ
ผู้วิจัย ผู้ช่วยศาสตราจารย์พจน์ศิรินทร์ ลิมปินันทน์
นักศึกษาดุษฎีบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

ชื่อนวัตกรรม: .....

ชื่อผู้ประเมิน : .....
ตำแหน่ง : .....
สถานที่ทำงาน : .....

คำชี้แจง

1. แบบประเมินฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินคุณภาพนวัตกรรมของนักศึกษาที่เรียนด้วยสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดิ่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิด
2. โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ในช่องระดับคุณภาพตามความคิดเห็นของท่าน
3. เกณฑ์การให้คะแนนแต่ละระดับมีความหมายดังนี้

5	หมายถึง	คุณภาพอยู่ในระดับดีมาก
4	หมายถึง	คุณภาพอยู่ในระดับดี
3	หมายถึง	คุณภาพอยู่ในระดับปานกลาง
2	หมายถึง	คุณภาพอยู่ในระดับพอใช้
1	หมายถึง	คุณภาพอยู่ในระดับควรปรับปรุง

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ				
	5	4	3	2	1
ด้านความคิดสร้างสรรค์ของนวัตกรรม (Creative Design Thinking)					
1. ความแปลกใหม่ของแนวคิดในการออกแบบนวัตกรรม					
2. การผสมผสานความรู้ข้ามศาสตร์ (STEAM) ได้อย่างสร้างสรรค์					
3. การสร้างแนวคิดใหม่หรือการต่อยอดจากแนวคิดเดิม					
ด้านคุณภาพเชิงเทคนิคของนวัตกรรม (Sustainability & Application)					
4. ความถูกต้องทางเทคนิคของนวัตกรรม					
5. ความสามารถในการใช้งานจริง					
6. การเลือกใช้เทคโนโลยี					
ความยั่งยืนและการประยุกต์ใช้ (Sustainability & Application)					
7. ความสามารถในการนำไปพัฒนาต่อยอดได้					
8. ความเหมาะสมกับบริบทของผู้ใช้ (					
9. สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้จริง					
ด้านการนำเสนอผลงาน (Presentation & Communication)					
10.ความชัดเจนในการอธิบายแนวคิดและกระบวนการสร้างนวัตกรรม					
11.การนำเสนอที่น่าสนใจและเหมาะสมกับกลุ่มเป้าหมาย					
12.สามารถขยายผลนวัตกรรมไปสู่กลุ่มเป้าหมายอื่นในอนาคต					

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

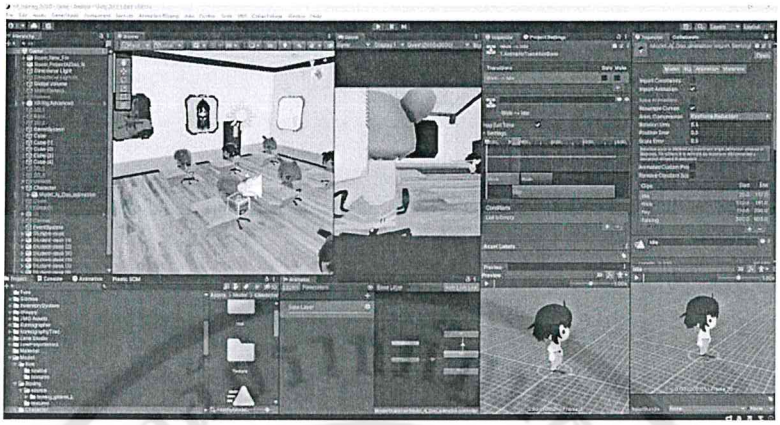
.....

.....

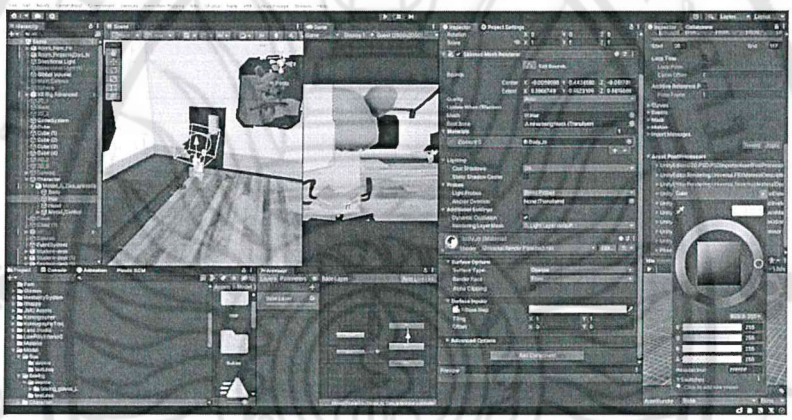


ภาคผนวก ช

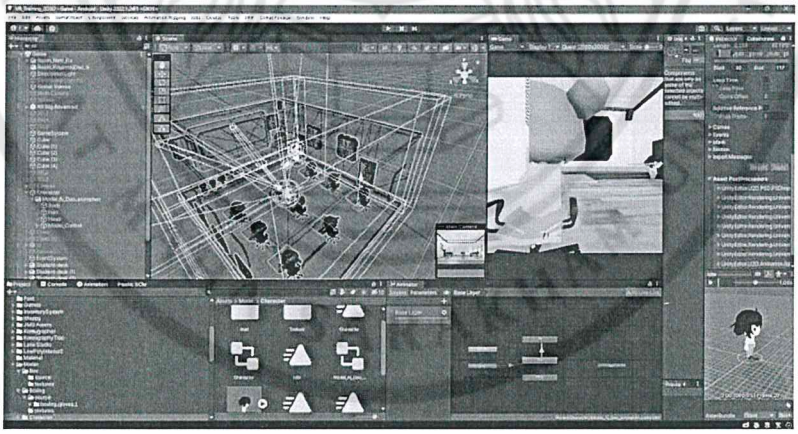
การสร้างแอปพลิเคชัน VR และ AR 2D3D Training



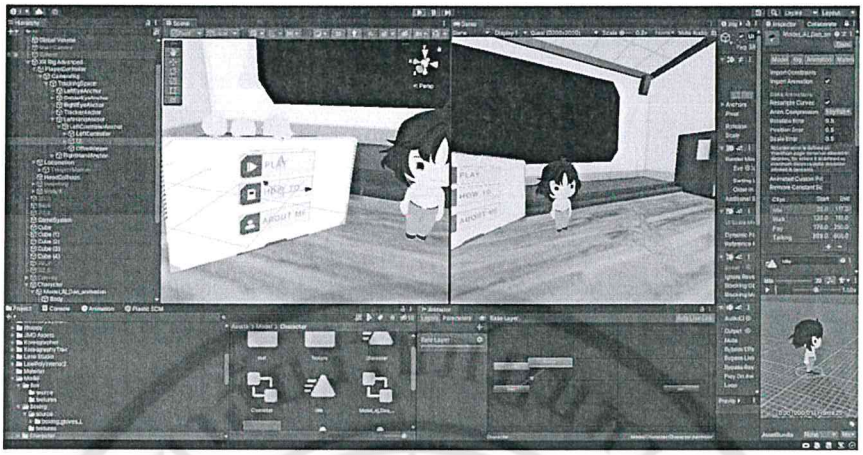
ภาพที่ ช.1 การสร้างสภาพแวดล้อม VR สอนการออกแบบตัวละคร 2D and 3D (ภาพที่ 1)



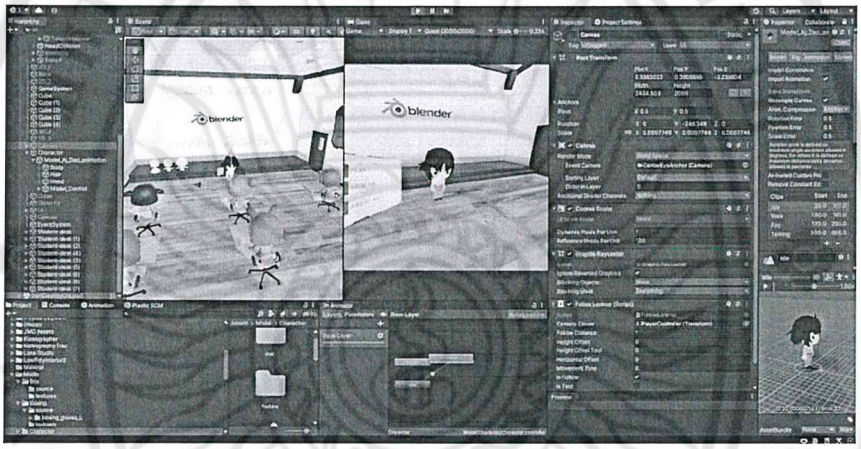
ภาพที่ ช.2 การสร้างสภาพแวดล้อม VR สอนการออกแบบตัวละคร 2D and 3D (ภาพที่ 2)



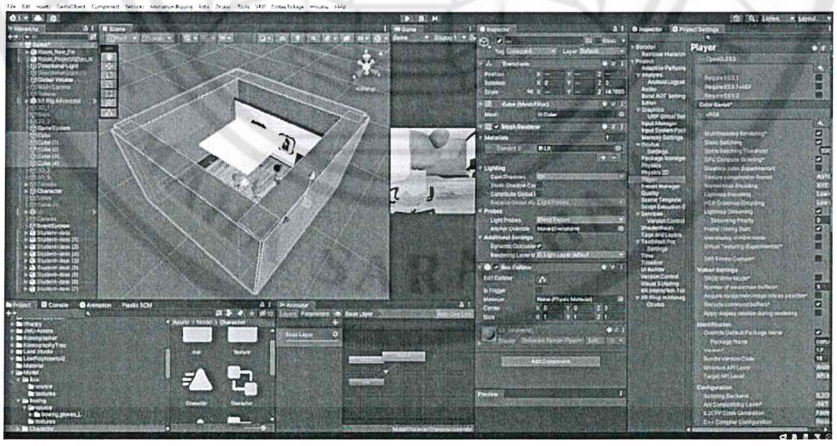
ภาพที่ ช.3 การสร้างสภาพแวดล้อม VR สอนการออกแบบตัวละคร 2D and 3D (ภาพที่ 1)



ภาพที่ ช.4 การสร้างสภาพแวดล้อม VR สอนการออกแบบตัวละคร 2D and 3D (ภาพที่ 4)



ภาพที่ ช.5 การสร้างสภาพแวดล้อม VR สอนการออกแบบตัวละคร 2D and 3D (ภาพที่ 5)



ภาพที่ ช.6 การสร้างสภาพแวดล้อม VR สอนการออกแบบตัวละคร 2D and 3D (ภาพที่ 6)

```
using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;
using UnityEngine.Video;

public class VDOControl : MonoBehaviour
{

    public GameObject []SoundBTN;
    public GameObject []MuteBTN;

    public VideoPlayer videoPlayer;

    public Animator animator;

    public void SetVideo(VideoClip vdo)
    {
        videoPlayer.Stop();
        videoPlayer.clip = vdo;
        videoPlayer.Play();
        animator.Play("Talking");
    }

    public void Mute()
    {
        videoPlayer.SetDirectAudioMute(0, true);
        foreach (var item in SoundBTN) {
            item.SetActive(false);
        }

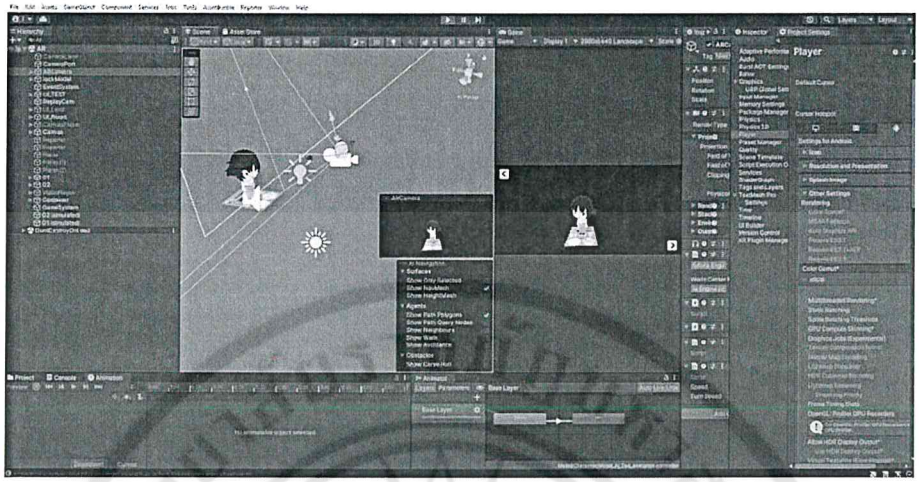
        foreach (var item in MuteBTN)
        {
            item.SetActive(true);
        }


    }

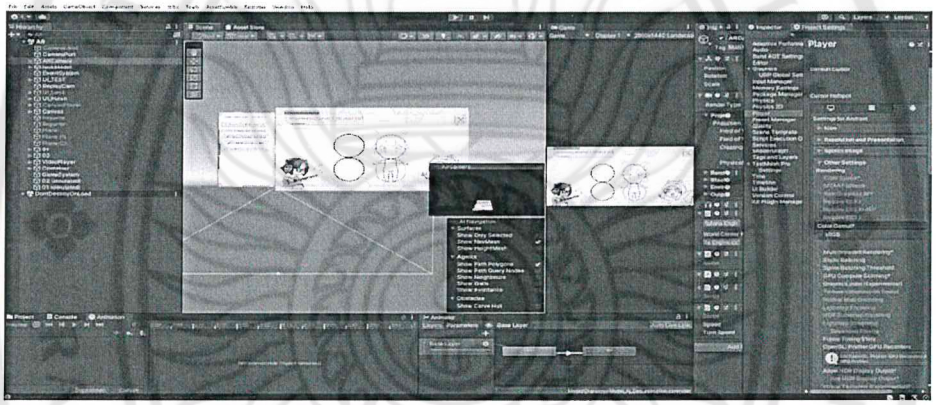
    public void UNMute()
    {
        videoPlayer.SetDirectAudioMute(0, false);

        foreach (var item in SoundBTN)
```

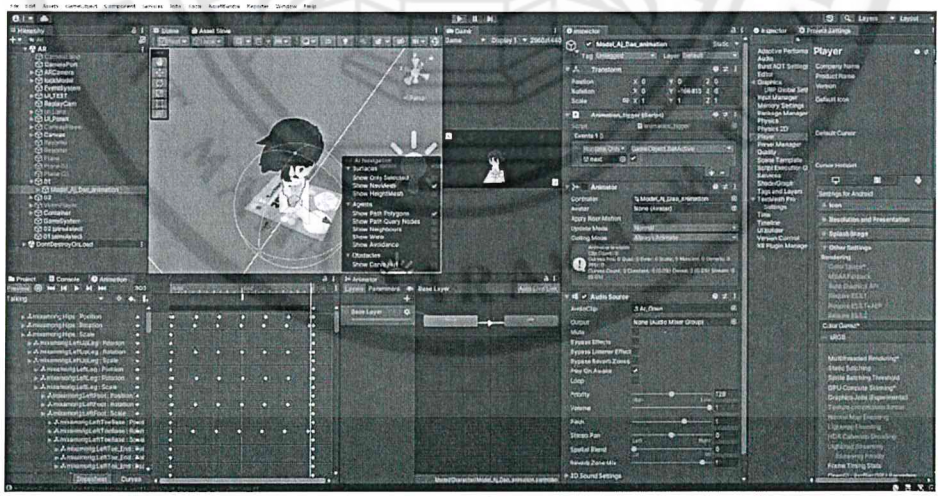
ภาพที่ ช.7 ตัวอย่าง Code การสร้างแอปพลิเคชัย VR 2D3D Training (ภาพที่ 1)



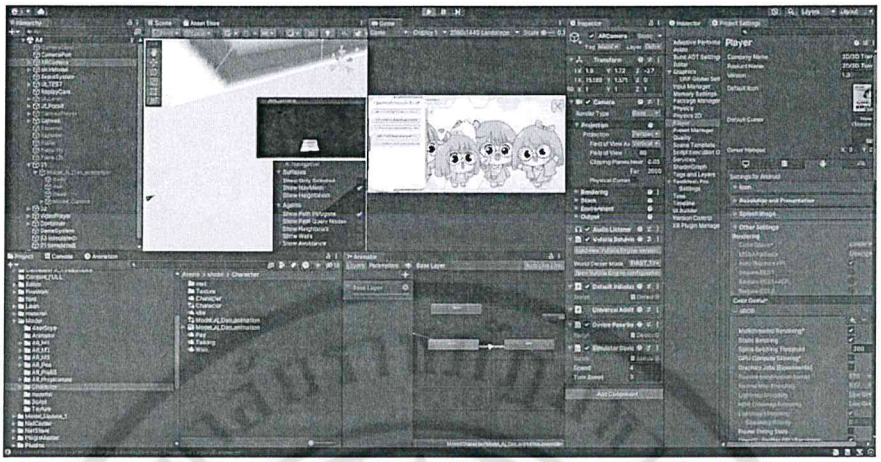
ภาพที่ ช.8 การสร้างสภาพแวดล้อม AR สอนการออกแบบตัวละคร 2D and 3D (ภาพที่ 7)



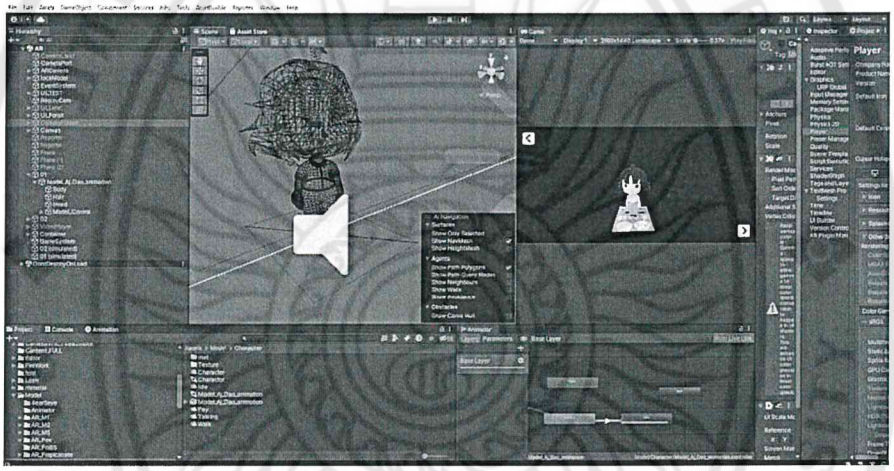
ภาพที่ ช.9 การสร้างสภาพแวดล้อม AR สอนการออกแบบตัวละคร 2D and 3D (ภาพที่ 8)



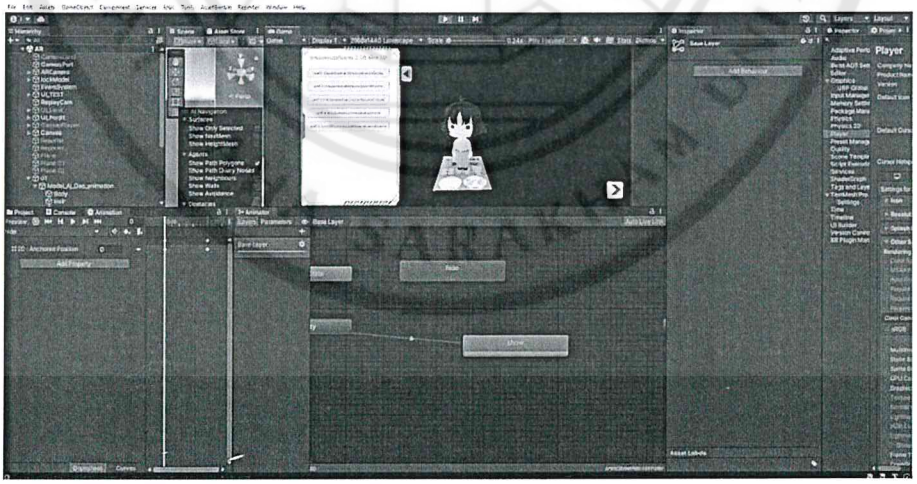
ภาพที่ ช.10 การสร้างสภาพแวดล้อม AR สอนการออกแบบตัวละคร 2D and 3D (ภาพที่ 9)



ภาพที่ ช.11 การสร้างสภาพแวดล้อม AR สอนการออกแบบตัวละคร 2D and 3D (ภาพที่ 10)



ภาพที่ ช.12 การสร้างสภาพแวดล้อม AR สอนการออกแบบตัวละคร 2D and 3D (ภาพที่ 11)



ภาพที่ ช.13 การสร้างสภาพแวดล้อม AR สอนการออกแบบตัวละคร 2D and 3D (ภาพที่ 12)

```
using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;
using UnityEngine.Events;

public class GameSystem : MonoBehaviour
{

    public UnityEvent Animation2DEvent;
    public UnityEvent Animation3DEvent;

    public bool is_anim2d;
    public bool is_anim3d;

    public void Run()
    {
        if (is_anim2d)
        {
            Animation2DEvent.Invoke();
        }

        if (is_anim3d)
        {
            Animation3DEvent.Invoke();
        }
    }

    public void Set2D()
    {
        is_anim2d = true;
        is_anim3d = false;
    }

    public void Set3D()
    {
        is_anim2d = false;
        is_anim3d = true;
    }
}
```

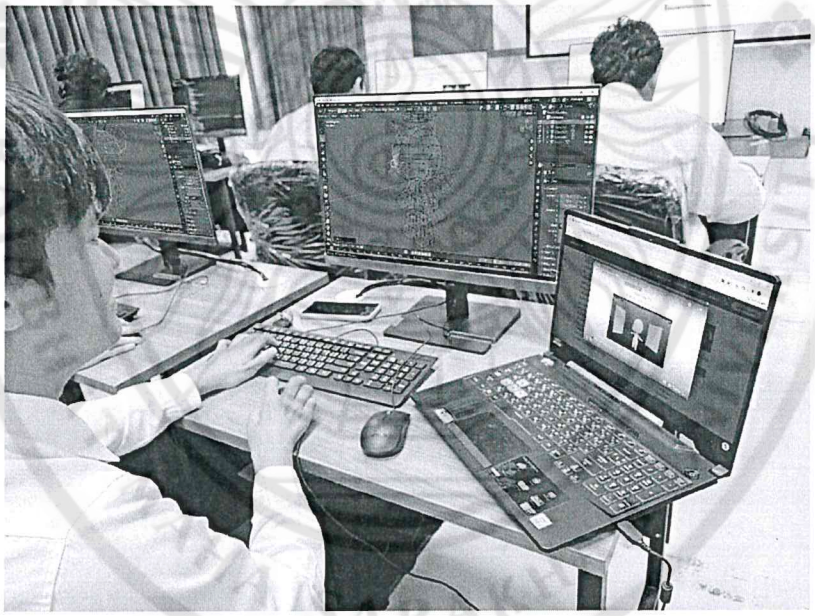
ภาพที่ ช.14 ตัวอย่าง Code การสร้างแอปพลิเคชัย AR 2D3D Training (ภาพที่ 2)

ภาคผนวก ซ

ภาพกิจกรรมการจัดการเรียนการสอนด้วยสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์



ภาพที่ ซ.1 ภาพการอบรมการใช้สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริง ด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิด (ภาพที่ 1)



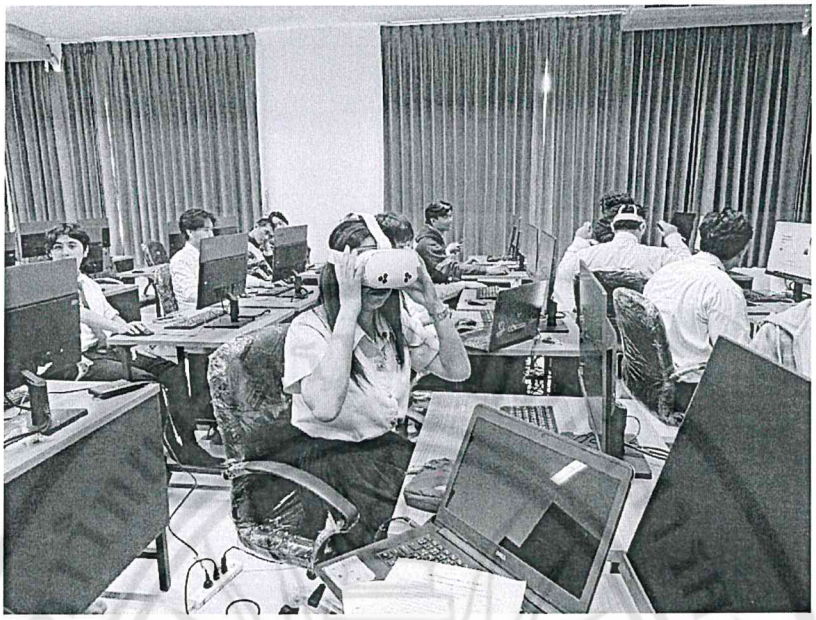
ภาพที่ ซ.2 ภาพการอบรมการใช้สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริง ด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิด (ภาพที่ 2)



ภาพที่ ซ.3 ภาพการอบรมการใช้สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริง ด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิด (ภาพที่ 3)



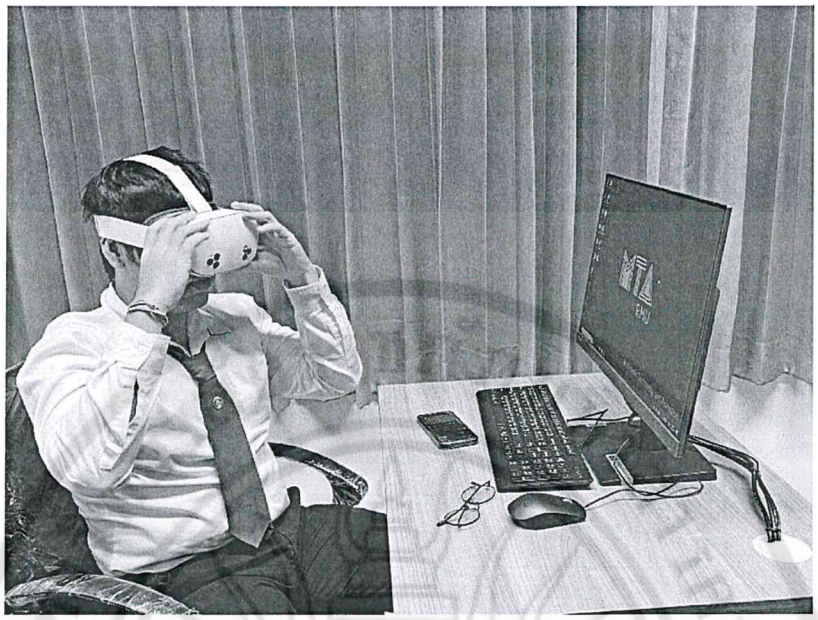
ภาพที่ ซ.4 ภาพการอบรมการใช้สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริง ด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิด (ภาพที่ 4)



ภาพที่ ซ.5 ภาพการอบรมการใช้สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิด (ภาพที่ 5)



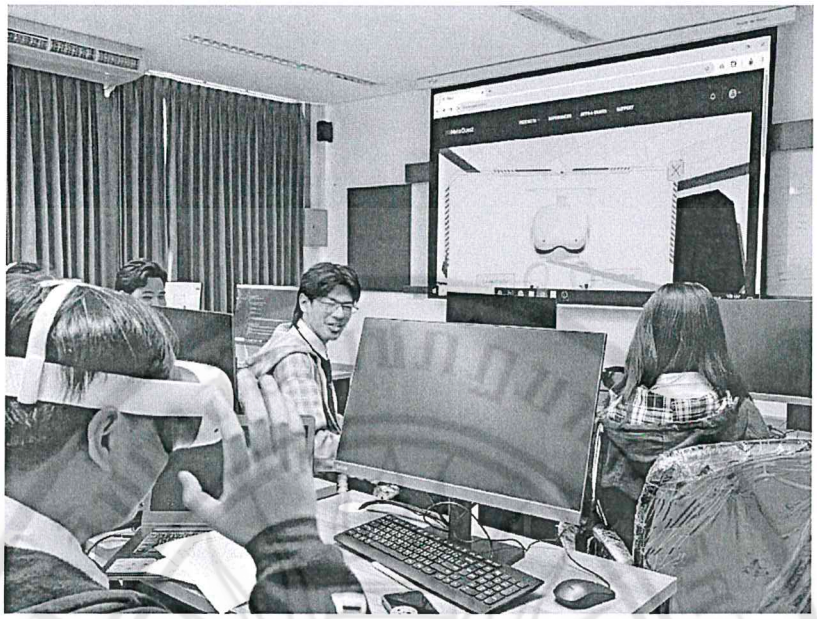
ภาพที่ ซ.6 ภาพการอบรมการใช้สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิด (ภาพที่ 6)



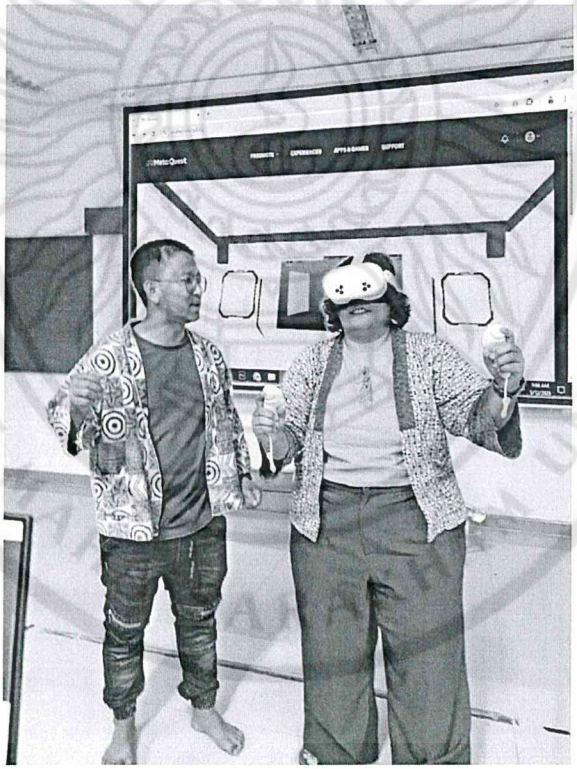
ภาพที่ ซ.7 ภาพการอบรมการใช้สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริง ด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิด (ภาพที่ 7)



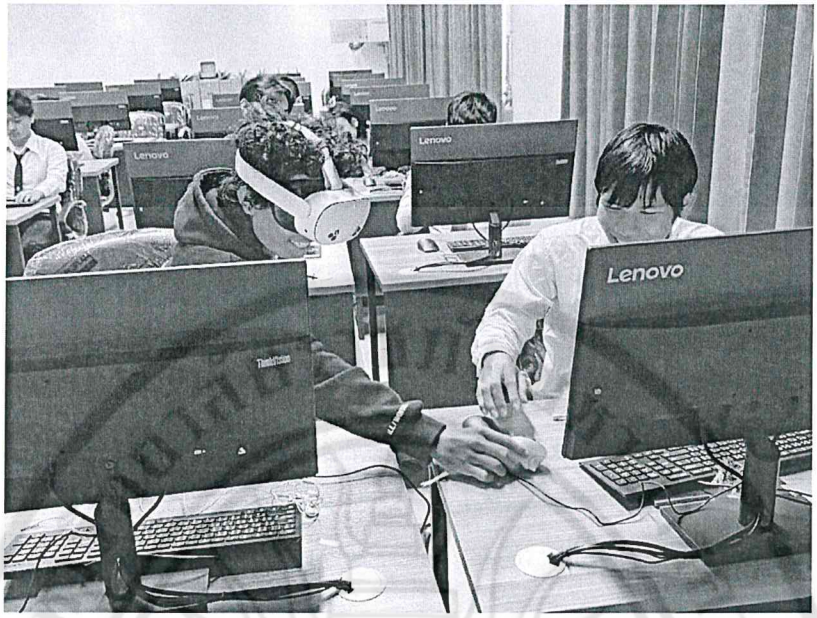
ภาพที่ ซ.8 ภาพการอบรมการใช้สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริง ด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิด (ภาพที่ 8)



ภาพที่ ซ.9 ภาพการอบรมการใช้สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิด (ภาพที่ 9)



ภาพที่ ซ.10 ภาพการอบรมการใช้สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิด (ภาพที่ 10)



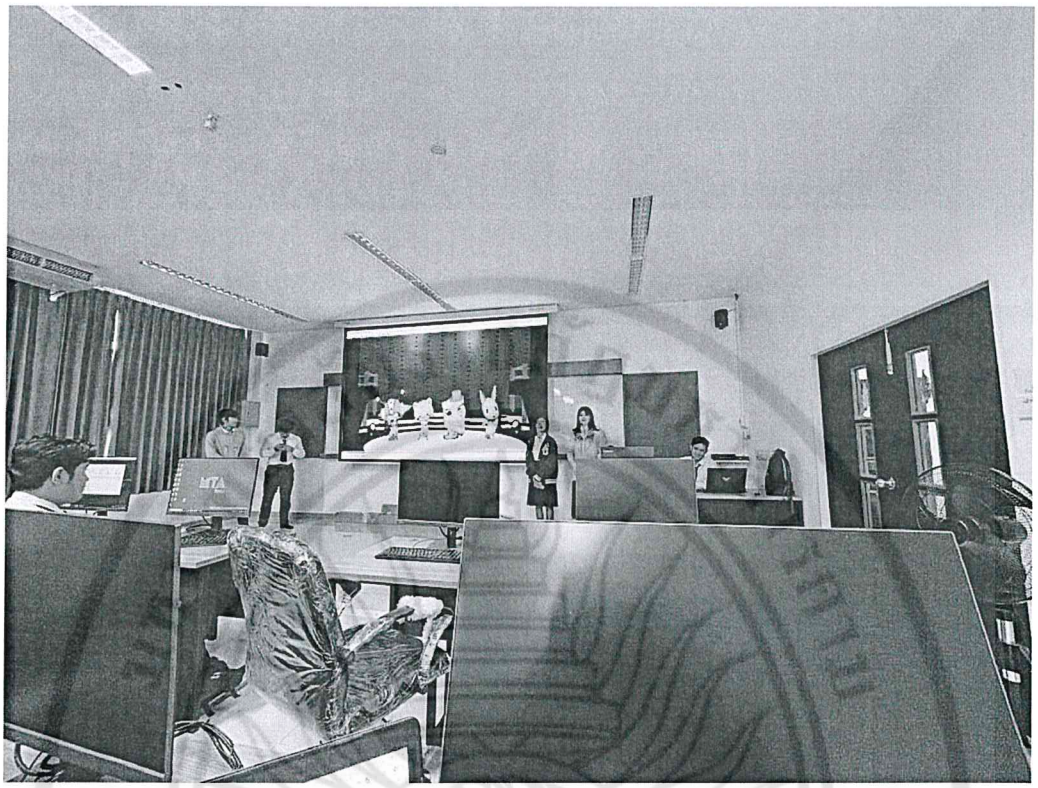
ภาพที่ ซ.11 ภาพการอบรมการใช้สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิด (ภาพที่ 11)



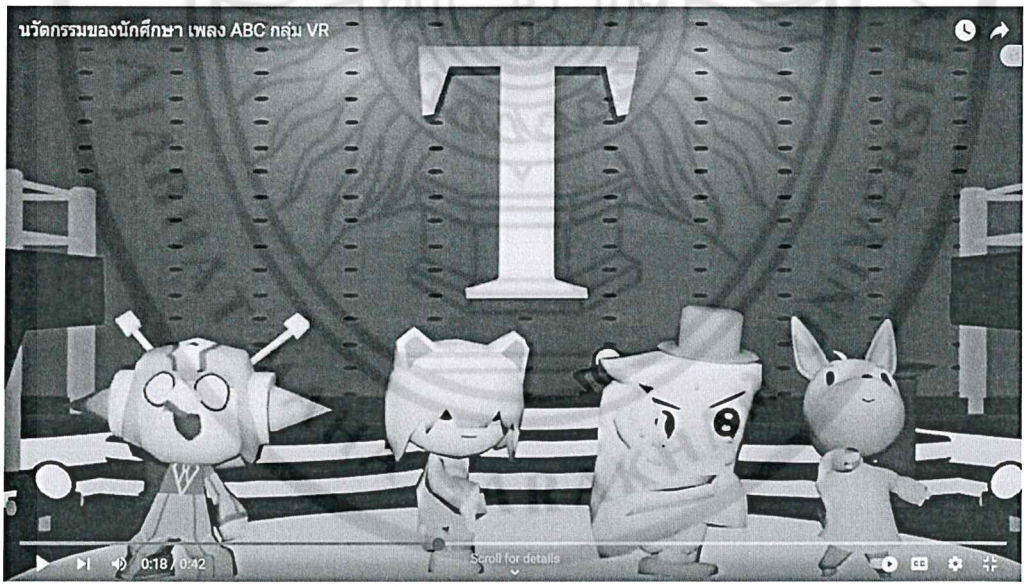
ภาพที่ ซ.12 ภาพการอบรมการใช้สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริงด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิด (ภาพที่ 12)

ภาคผนวก ฌ

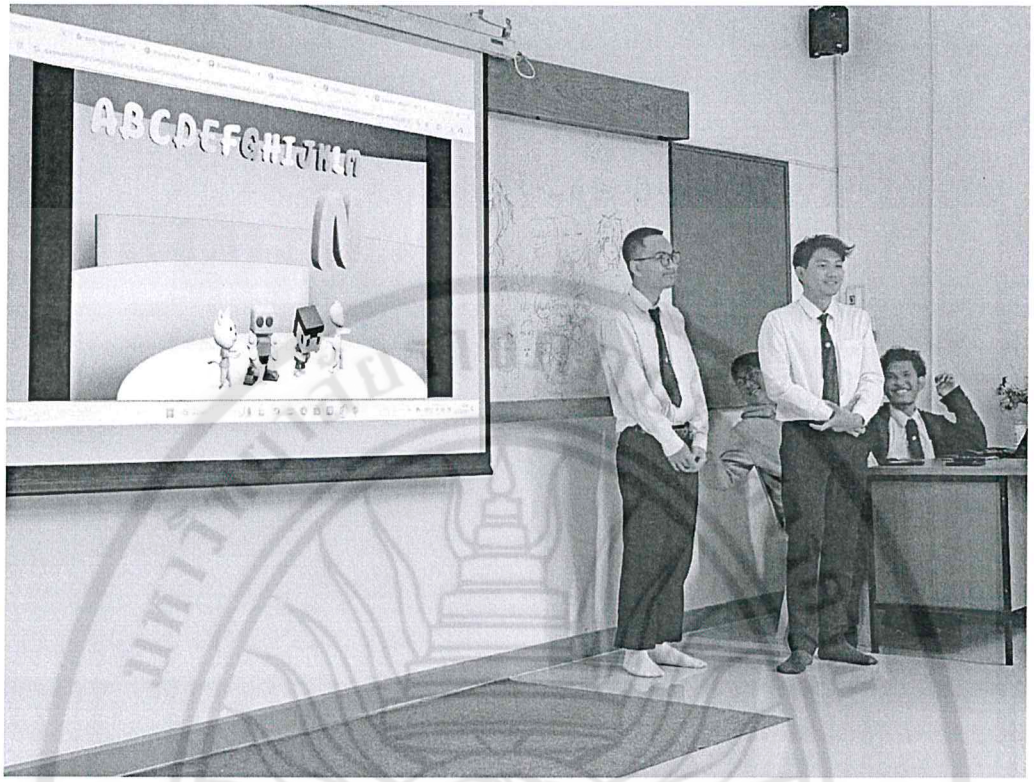
ผลงานนวัตกรรม Animation ของนักศึกษา



ภาพที่ ฌ.1 ตัวอย่างผลงาน Animation ของนักศึกษากลุ่ม VR (ภาพที่ 1)



ภาพที่ ฌ.2 ตัวอย่างผลงาน Animation ของนักศึกษากลุ่ม VR (ภาพที่ 2)
ที่มา : https://www.youtube.com/watch?v=k6n2Z1fzyJg



ภาพที่ ณ.3 ตัวอย่างผลงาน Animation ของนักศึกษากลุ่ม AR (ภาพที่ 3)



ภาพที่ ณ.4 ตัวอย่างผลงาน Animation ของนักศึกษากลุ่ม AR (ภาพที่ 4)
ที่มา : https://www.youtube.com/watch?v=xT-pXU6csAs

การเผยแพร่ผลงานวิจัย

พจน์ศิรินทร์ ลิมปินันทน์, ธาดา จันตะคุณ และสมสุข ไตรศุภกิตติ. (2568). สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ไมโครเลิร์นนิ่งสะตีมแบบดื่มด่ำเสมือนจริง ด้วยการจัดการเรียนการสอนแบบเปิดเพื่อส่งเสริมทักษะความคิดสร้างสรรค์. *Higher Education Studies,* 15(4), December.

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล นางสาวพจน์ศิรินทร์ ลิมปินันทน์

วันเกิด 4 กันยายน 2524

สถานที่ทำงาน คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
เลขที่ 80 ถนนนครสวรรค์ ตำบลตลาด อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม

ตำแหน่ง ผู้ช่วยศาสตราจารย์

โทรศัพท์ 062-4144596

อีเมล์ potsirin.li@rmu.ac.th, potsirin@gmail.com

ตำแหน่งบริหาร

พ.ศ. 2554–2556 ประธานสาขาวิชาเทคโนโลยีมัลติมีเดียและแอนิเมชัน

พ.ศ. 2556–2560 ผู้ช่วยผู้อำนวยการสำนักบริการวิชาการ
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

พ.ศ. 2560–2564 ผู้ช่วยผู้อำนวยการสำนักมาตรฐานและประกันคุณภาพ
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

พ.ศ. 2564–2568 รองผู้อำนวยการสำนักบริการวิชาการ
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

พ.ศ. 2568–ปัจจุบัน ผู้ช่วยอธิการบดี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

ประสบการณ์การทำงาน

พ.ศ. 2543–2550 Senior Programmer บริษัทซอฟต์คิวบ์ จำกัด

พ.ศ. 2552–2554 Senior Web Developer บริษัทชิฟท์ไรท์ จำกัด

พ.ศ. 2554–ปัจจุบัน อาจารย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2547 ปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต (วท.บ.) สาขาวิชาระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการ
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

พ.ศ. 2553 ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วท.ม.) สาขาวิชาสื่อนฤมิต
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

พ.ศ. 2568 ปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต (ปร.ด.)
สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม