



การพัฒนาสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก สำหรับนักเรียนระดับ
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ ประเภทวิชาอุตสาหกรรม

นายพิชิต บุญมาก

การค้นคว้าอิสระนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลศึกษา

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ปีการศึกษา 2567

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

การพัฒนาสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก สำหรับนักเรียนระดับ
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ ประเภทวิชาอุตสาหกรรม



การค้นคว้าอิสระนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตร
ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลศึกษา

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ปีการศึกษา 2567

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ



ใบรับรองการค้นคว้าอิสระ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

เรื่อง การพัฒนาสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก สำหรับ
นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ประเภทวิชาอุตสาหกรรม

โดย นายพิชิต บุญมาก

ได้รับอนุมัติให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลศึกษา

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล

(รองศาสตราจารย์ ดร.กิตติวุฒิ ศุทธิวิโรจน์)

คณะกรรมการสอบการค้นคว้าอิสระ

ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปราโมทย์ วีรานุกูล)

อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เมธา อึ้งทอง)

กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรวุฒิ ยะนิล)

ชื่อ : นายพิชิต บุญมาก
ชื่อการค้นคว้าอิสระ : การพัฒนาสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม
แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตร
วิชาชีพ ประเภทวิชาอุตสาหกรรม
สาขาวิชา : วิศวกรรมเครื่องกลศึกษา
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
อาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระหลัก : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เมธา อึ้งทอง
ปีการศึกษา : 2567

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ประเภทวิชาอุตสาหกรรม 2) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดพลาสติกเทียบกับเกณฑ์ กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียน ในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สาขาวิชาช่างกลโรงงาน วิทยาลัยเทคนิคพนมสารคาม ที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชา แม่พิมพ์พลาสติกเบื้องต้น ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 32 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) เครื่องมือที่ใช้เก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ 1) แบบบันทึกสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอน 2) แบบบันทึกการออกแบบ Storyboard 3) สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม 4) แบบประเมินความเหมาะสม มีค่าความตรงเชิงเนื้อหาตั้งแต่ 0.60-1.00 และ 5) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีค่าความสอดคล้องตั้งแต่ 0.60-1.00 ค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.41-0.73 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.36-0.73 และค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.92 การวิเคราะห์ข้อมูลประกอบด้วย การวิเคราะห์เนื้อหา ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติทดสอบค่าที (t-test for one sample)

ผลการวิจัยพบว่า ผลการประเมินความเหมาะสมของสื่อการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$ =4.79, S.D.=0.05) ประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้ สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 81.06/82.88 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ใช้สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดพลาสติกเทียบกับเกณฑ์ นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 25.56 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.70 พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยมากกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 80 ของคะแนนเต็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($t=3.27$, $df=31$, $p=0.00$)

(มีจำนวนทั้งสิ้น 228 หน้า)

คำสำคัญ : สื่อการเรียนรู้, เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม, แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก

อาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระหลัก

Name	Mr. Phichit Bunmak
Independent Study Title	The Development of Learning Materials with Augmented Reality Technology Regarding Plastic Injection Molds for Vocational Certificate Students in The Industrial Field
Major Field	Mechanical Engineering Education King Mongkut's University of Technology North Bangkok
Independent Study Advisor	Assistant Professor Dr. Metha Oungthong
Academic Year	: 2024

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ

ABSTRACT

This research aims to 1) develop and evaluate the effectiveness of Learning Materials with Augmented Reality (AR) Technology Regarding Plastic Injection Molds and 2) compare students' learning achievement against the set criteria. The sample group consisted of 32 vocational certificate students in the industrial field, selected through cluster random sampling. Data collection tools included: 1) instructional Problem Documentation, 2) a storyboard design recording, 3) AR learning materials, 4) an appropriateness evaluation form with content validity scores ranging from 0.60 to 1.00 and 5) a learning achievement test with an index of item-objective congruence (IOC) ranging from 0.60 to 1.00, difficulty levels between 0.41 to 0.73, discrimination indices between 0.36 to 0.73, and a reliability coefficient of 0.92 for the entire test. Data analysis included content analysis, mean scores, standard deviations, and a t-test for one sample.

The research results found that the overall evaluation of the developed AR learning materials was rated at the highest level ($\bar{X}$ = 4.79, S.D. = 0.05). The effectiveness of

The AR learning materials exceeded the predetermined standard, achieving an efficiency ratio of 81.06/82.88. The comparison of students' learning achievement using the AR learning materials on plastic injection molds against the set criterion revealed that students had an average learning achievement score of 25.56 with a standard deviation of 2.70. Students' average learning achievement was significantly higher than the 80% criterion of the total score, with statistical significance at the 0.05 level ($t = 3.27$, $df = 31$, $p = 0.00$)

(Total 228 Pages)

Keywords: Learning Materials, Augmented Reality, Plastic Injection Molds

Advisor



กิตติกรรมประกาศ

การพัฒนาสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ประเภทวิชาอุตสาหกรรมนี้ สำเร็จลุล่วงได้ ด้วยความอนุเคราะห์จาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เมธา อึ้งทอง อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ ที่ได้ให้คำแนะนำให้ความเมตตา เอาใจใส่ เสียสละเวลา คอยชี้แนะแนวทางในการทำสารนิพนธ์และข้อคิดเห็น ข้อเสนอแนะต่าง ๆ ในการดำเนินการวิจัยมาโดยตลอดเวลา ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปราโมทย์ วีรานุกุล ประธานกรรมการสอบสารนิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรวุฒิ ยะนิล และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เมธา อึ้งทอง กรรมการสอบสารนิพนธ์ ที่กรุณาให้ข้อเสนอแนะเพื่อปรับปรุงสารนิพนธ์ฉบับนี้ให้มีความสมบูรณ์ กราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วรวุฒิ กังหัน ที่ให้ความอนุเคราะห์แนวทางในการออกแบบร่างและการออกแบบเชิงวิศวกรรมที่เกี่ยวข้อง ขอกราบขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญและผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่าน ที่ให้ความกรุณาและอนุเคราะห์ในการตรวจสอบ ประเมิน และข้อแนะนำต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อการจัดทำวิจัยในครั้งนี้ ขอขอบพระคุณผู้บริหาร ครู นักเรียน นักศึกษา สาขาวิชาช่างกลโรงงานและเทคนิคการผลิต วิทยาลัยเทคนิคพนมสารคาม ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ในการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัยครั้งนี้

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณบิดา มารดา ภรรยา ญาติพี่น้อง และเพื่อนร่วมงาน ของผู้วิจัย ที่ให้กำลังใจ ให้คำแนะนำ ให้แนวทาง และให้การสนับสนุนเป็นอย่างดีเสมอมา คุณค่า และประโยชน์ทั้งปวงอันพึงได้จากสารนิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบและอุทิศแด่ผู้มีพระคุณทุก ๆ ท่าน

พิชิต บุญมาก

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ค
กิตติกรรมประกาศ	จ
สารบัญ.....	ฉ
สารบัญตาราง.....	ญ
สารบัญรูปภาพ.....	ฎ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ที่มาและความสำคัญ.....	1
1.2 วัตถุประสงค์.....	3
1.3 สมมติฐานงานวิจัย.....	3
1.4 ขอบเขตงานวิจัย.....	3
1.5 กรอบแนวคิดการวิจัย.....	4
1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ.....	5
1.7 ประโยชน์ของงานวิจัย.....	7
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	8
2.1 ทฤษฎีเกี่ยวกับแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก.....	9
2.2 เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (Augmented Reality: AR).....	17
2.3 การพัฒนาสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม.....	21
2.4 การหาประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้.....	26
2.5 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	29
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	38
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	44
ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอนและแนวทางการพัฒนา	
สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก.....	46
ขั้นตอนที่ 2 ออกแบบและพัฒนาสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม	
แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก.....	48

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

ขั้นตอนที่ 3 ทดลองใช้สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม	
แม่พิมพ์ฉีดยาสติก	66
ขั้นตอนที่ 4 ใช้สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดยาสติก	73
บทที่ 4 ผลการวิจัย	78
4.1 ผลการศึกษาศาภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอนและแนวทางการพัฒนา	
สื่อการเรียนรู้ ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดยาสติก	79
4.2 ผลการออกแบบและพัฒนาสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม	
แม่พิมพ์ฉีดยาสติก	80
4.3 ผลการทดลองใช้สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม	
แม่พิมพ์ฉีดยาสติกที่พัฒนาขึ้น	91
4.4 ผลการใช้สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดยาสติก	92
บทที่ 5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	93
5.1 สรุปผลการวิจัย	93
5.2 อภิปรายผลการวิจัย	95
5.3 ข้อเสนอแนะ	98
บรรณานุกรม	99
ภาคผนวก ก	106
รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม	
แม่พิมพ์ฉีดยาสติก	107
หนังสือขอความอนุเคราะห์ของผู้เชี่ยวชาญ	108
การตอบรับบทความวารสาร	117
ประมวลภาพเหตุการณ์ที่เกี่ยวข้อง	118
ภาคผนวก ข	121
แบบบันทึกสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอน วิชา แม่พิมพ์ฉีดยาสติกเบื้องต้น	122
แบบบันทึกแนวทางการพัฒนาสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม	
แม่พิมพ์ฉีดยาสติก	124

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

แบบบันทึกการออกแบบเชิงวิศวกรรม การสร้างสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยี	
ความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดยาพลาสติก.....	126
แบบบันทึกการออกแบบ Storyboard สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม	
แม่พิมพ์ฉีดยาพลาสติก	128
แบบประเมินความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อสอบ	
กับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	130
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	146
แบบประเมินความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อคำถามกับ	
ประเด็นการประเมินความเหมาะสมของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม	
แม่พิมพ์ฉีดยาพลาสติกและคู่มือการใช้สื่อ	153
แบบประเมินความเหมาะสมของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม	
แม่พิมพ์ฉีดยาพลาสติก	159
ภาคผนวก ค.....	164
ผังการสร้างแบบทดสอบ (Test Blueprint) ภาคทฤษฎี เรื่อง แม่พิมพ์ฉีดยาพลาสติก	165
ผลการประเมินสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดยาพลาสติก	
โดยผู้ทรงคุณวุฒิ.....	166
ผลการวิเคราะห์ค่าความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม.....	169
ผลการวิเคราะห์ความยากง่ายและอำนาจจำแนกรายข้อ	171
ผลการวิเคราะห์สัดส่วนคนตอบถูกและผิด	173
ผลการวิเคราะห์หาความเชื่อมั่นด้วยวิธีของ คูเดอร์ ริชาร์ดสัน (KR-20).....	174
ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม	175
ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ใช้สื่อการเรียนรู้	177
ภาคผนวก ง	178
ข้อมูลการหาค่า t-test แบบ (t-test for one sample).....	179
แผนการจัดกิจกรรมชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ด้วยสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยี	
ความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดยาพลาสติก.....	180

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

ประวัติผู้เขียน.....228



สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
3-1	ผลการวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	50
3-2	ผลคะแนนการทดลองขั้นการทดลองที่ 1 การทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว (1:1).....	68
3-3	ผลการสังเกตการใช้สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม.....	68
3-4	ผลการปรับปรุงแก้ไขสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม.....	69
3-5	ผลคะแนนการทดลองขั้นการทดลองที่ 2 การทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่ม (1:10)	69
3-6	ผลการสังเกตการใช้สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม.....	70
3-7	ผลการปรับปรุงแก้ไขสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม.....	70
3-8	ผลคะแนนการทดลองขั้นการทดลองที่ 3 การทดสอบประสิทธิภาพ แบบภาคสนาม (1:100)	71
3-9	ผลการสังเกตการใช้สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม	72
3-10	ผลการปรับปรุงแก้ไขสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม.....	73
3-11	แบบแผนการทดลอง.....	74
4-1	ผลการศึกษาสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอนและแนวทางการพัฒนา สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดยาสติก	79
4-2	ผลการประเมินความเหมาะสมของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดยาสติก โดยผู้ทรงคุณวุฒิ	89
4-3	ผลการหาประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดยาสติกที่พัฒนาขึ้น	92
4-4	ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ใช้สื่อการเรียนรู้ ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดยาสติก กับเกณฑ์.....	92
ค-1	ตารางวิเคราะห์ข้อสอบ	165
ค-2	ผลการประเมินความเหมาะสมสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดยาสติก โดยผู้ทรงคุณวุฒิ	166
ค-3	ผลการวิเคราะห์ค่าความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม.....	169
ค-4	ผลการวิเคราะห์ความยากง่ายและอำนาจจำแนกรายข้อ	171
ค-5	ผลการวิเคราะห์สัดส่วนคนตอบถูกและผิด	173
ค-6	ผลการวิเคราะห์หาความเชื่อมั่นด้วยวิธีของ คูเดอร์ ริชาร์ดสัน (KR-20).....	174

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
ค-7 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก	175
ค-8 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ใช้สื่อการเรียนรู้ ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดพลาสติกกับเกณฑ์	177
ง-1 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างนักเรียนกลุ่มตัวอย่างกับเกณฑ์ โดยใช้โปรแกรม SPSS	179

สารบัญรูปภาพ

ภาพที่	หน้า
1-1 กรอบแนวคิดการวิจัย.....	5
2-1 แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก	10
2-2 ฝั่งกระบวนการฉีดขึ้นรูปพลาสติก	11
2-3 แบบจำลองของเครื่องฉีดขึ้นรูปพลาสติก	11
2-4 ส่วนประกอบที่สำคัญของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก	13
2-5 ชุดแม่พิมพ์ฝั่งอยู่กับที่ (Fixed Half).....	14
2-6 ชุดแม่พิมพ์ฝั่งเคลื่อนที่ (Moving Half)	15
2-7 ระบบดันปลดชิ้นงาน (Ejector Unit).....	16
2-8 ระบบป้อนและชิ้นงาน.....	17
2-9 เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม	19
2-10 หลักการทำงานของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม	20
2-11 โลโก้แพลตฟอร์ม Zapworks	23
2-12 เครื่องมือ Zapworks Studio	23
2-13 เครื่องมือ Zapworks Designer	24
2-14 เครื่องมือ Universal AR SDK	24
2-15 เครื่องมือ Zappar WebAR	25
2-16 แอปพลิเคชัน Zappar และ Zapcode	25
3-1 แสดงขั้นตอนการดำเนินการวิจัย.....	45
3-2 แบบร่างขั้นตอนการสร้างสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก	54
3-3 แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก	55
3-4 Storyboard สื่อการเรียนรู้ความหมายและกระบวนการฉีดขึ้นรูปพลาสติก	55
3-5 การออกแบบชิ้นส่วนมาตรฐานของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก	56
3-6 การแปลงข้อความเป็นเสียง.....	56
3-7 การอัปโหลดไฟล์เข้าสู่แพลตฟอร์ม Zapworks	57
3-8 ฉากการแสดงผลหน้าแรกของบทเรียน.....	57

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
3-9 การปรับตั้งค่าการแสดงผลของวัตถุ.....	58
3-10 การสร้างฉากการแสดงผลตาม Storyboard.....	58
3-11 สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก	59
3-12 Zapcode สำหรับใช้กับแอปพลิเคชัน Zappar.....	59
3-13 ตัวอย่างคู่มือการใช้งานสื่อความเป็นจริงเสริม	61
3-14 ชี้แจงการใช้งานสื่อความเป็นจริงเสริม.....	75
3-15 นักเรียนเข้าใช้งานสื่อความเป็นจริงเสริม	75
3-16 นักเรียนเริ่มเข้าสู่บทเรียนจากสื่อความเป็นจริงเสริม.....	76
3-17 นักเรียนใช้สื่อความเป็นจริงเสริมในการเรียนรู้.....	76
3-18 นักเรียนทำแบบฝึกหัดหลังจากใช้สื่อความเป็นจริงเสริมแต่ละบทเรียน	77
4-1 หน้าแรกสื่อความเป็นจริงเสริม ความหมายและกระบวนการฉีดขึ้นรูปพลาสติก	81
4-2 สื่อความเป็นจริงเสริม หลักการทำงานของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก	82
4-3 สื่อความเป็นจริงเสริม กระบวนการฉีดขึ้นรูปพลาสติก	82
4-4 หน้าแรกสื่อความเป็นจริงเสริม ประเภทและส่วนประกอบที่สำคัญของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก... ..	83
4-5 สื่อความเป็นจริงเสริม ประเภทของแม่พิมพ์เฉพาะทาง.....	84
4-6 สื่อความเป็นจริงเสริม ส่วนประกอบที่สำคัญของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก	84
4-7 สื่อความเป็นจริงเสริม ชุดแม่พิมพ์ฝังอยู่กับที่.....	85
4-8 หน้าแรกสื่อความเป็นจริงเสริม หน้าที่และวัสดุที่ใช้ทำชิ้นส่วนของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก.....	86
4-9 สื่อความเป็นจริงเสริม ชิ้นส่วนมาตรฐานในชุดแม่พิมพ์ฝังอยู่กับที่.....	86
4-10 สื่อความเป็นจริงเสริม ชิ้นส่วนมาตรฐานในชุดระบบต้นปลดชิ้นงาน	87
4-11 สื่อความเป็นจริงเสริม ชนิดวัสดุที่ใช้ทำชิ้นส่วนของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก	87
4-12 สื่อความเป็นจริงเสริม วัสดุชนิด SACM645	88
ก-1 หลักฐานการตอบรับบทความวารสาร	117
ก-2 แพลตฟอร์ม Zapworks ใช้สำหรับสร้างสื่อ AR	118
ก-3 การติดตั้งและสมัครเข้าใช้งานแอปพลิเคชัน Zappar	118
ก-4 ชี้แจงการใช้งานสื่อความเป็นจริงเสริม.....	118

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
ก-5 นักเรียนเข้าใช้งานสื่อความเป็นจริงเสริม	119
ก-6 นักเรียนเริ่มเข้าสู่บทเรียนจากสื่อความเป็นจริงเสริม.....	119
ก-7 นักเรียนใช้สื่อความเป็นจริงเสริมในการเรียนรู้.....	120
ก-8 นักเรียนทำแบบฝึกหัดหลังจากใช้สื่อความเป็นจริงเสริมแต่ละบทเรียน	120



บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

การผลิตชิ้นส่วนและผลิตภัณฑ์พลาสติกนับเป็นกระบวนการสำคัญในอุตสาหกรรมสมัยใหม่ เนื่องจากพลาสติกมีคุณสมบัติหลากหลาย ทำให้ได้รับความนิยมในการผลิตชิ้นส่วนที่มีรูปทรงซับซ้อน กระบวนการขึ้นรูปด้วยแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก (Plastic Injection Molding) เป็นหนึ่งในวิธีการผลิตที่ได้รับความนิยมมากที่สุดในอุตสาหกรรม เนื่องจากสามารถผลิตชิ้นงานจำนวนมากได้ในเวลาอันรวดเร็ว และให้ความแม่นยำสูงในเรื่องของรูปทรงและขนาด (Martin-Doñate et al., 2021) กระบวนการฉีดพลาสติกถูกนำไปประยุกต์ใช้ในหลากหลายอุตสาหกรรม ซึ่งต้องการชิ้นส่วนที่มีความแม่นยำและทนต่อสภาวะแวดล้อมที่หลากหลายในการใช้งาน (Liu & Liang, 2022) กระบวนการฉีดขึ้นรูปพลาสติกเริ่มจากการใส่เม็ดพลาสติกหรือพอลิเมอร์ (Polymer) เข้าไปในกรวยเติมสาร (Hopper) แล้วทำให้เกิดการส่งพอลิเมอร์ในสถานะของแข็งเข้าไปยังกระบอกฉีด (Injection Barrel) ที่อุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิกลายแก้ว (Glass transition temperature : T_g) หรือ อุณหภูมิการหลอม (Melting temperature : T_m) ซึ่งพอลิเมอร์ที่อยู่ในสถานะของแข็งจะได้รับความร้อนจากทั้งอุปกรณ์การให้ความร้อนที่กระบอกฉีดและความร้อนจากแรงเสียดทาน เนื่องจากการหมุนของสกรู พอลิเมอร์จะเปลี่ยนจากสถานะของแข็งเป็นพอลิเมอร์หลอม เมื่อพอลิเมอร์หลอมเป็นเนื้อเดียวกัน (Homogenized Melt) พอลิเมอร์หลอมจะถูกฉีดด้วยความดันในการฉีด (Injection Pressure) ที่มีค่าสูงพอที่จะเอาชนะแรงต้านการไหลผ่านหัวฉีด (Nozzle) เข้าไปในแม่พิมพ์ที่มีอุณหภูมิน้อยกว่า T_g หรือ T_m โดยผ่าน แกนรูฉีด (Sprue) ทางวิ่ง (Runner) และทางเข้า (Gate) เข้าไปยังควาวิตี้ (Cavity) ในแม่พิมพ์ หลังจากการฉีดด้วยความดันฉีดที่สูงเพื่อเติมพอลิเมอร์หลอมให้เต็มแม่พิมพ์แล้ว ความดันจะลดลงมาอีกระดับหนึ่งแล้วคงค้างไว้ระยะเวลาหนึ่ง (Holding or Packing) เพื่อชดเชยต่อการหดตัวของชิ้นงานในแม่พิมพ์ ความดันในระยะนี้เรียกว่า ความดันคงค้าง (Holding Pressure) จากนั้นเมื่อพลาสติกแข็งตัว (Solidify) แม่พิมพ์จะเปิดและผลิตภัณฑ์จะถูกกระทุ้งออก (Eject) จากแม่พิมพ์ (Zhao et al., 2022) ส่วนประกอบหลักที่สำคัญในกระบวนการสร้างผลิตภัณฑ์พลาสติก คือ แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก ซึ่งเป็นส่วนที่สร้างรูปร่างให้กับผลิตภัณฑ์ตามที่ต้องการ โดยแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกที่นิยมใช้โดยทั่วไปสามารถแบ่งออกได้หลายประเภทตามลักษณะของงาน แต่ละประเภทมีหลักการทำงานแตกต่างกันออกไป มีชิ้นส่วนมาตรฐานสำหรับการสร้างแม่พิมพ์จำนวนมาก

แต่ละชิ้นส่วนมีข้อกำหนดในการเลือกใช้ชนิดของวัสดุที่แตกต่างกัน เพื่อให้เหมาะสมกับการใช้งาน ผู้ที่ปฏิบัติงานเกี่ยวแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกจะต้องมีความเชี่ยวชาญเกี่ยวกับแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกเป็นอย่างดี จึงมีความต้องการผู้ที่มีความรู้และทักษะด้านแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกเป็นจำนวนมาก สถานศึกษา อาชีวศึกษาหลายแห่งจึงเปิดให้มีการเรียนการสอนเกี่ยวกับสาขาวิชาแม่พิมพ์พลาสติก และมีรายวิชา แม่พิมพ์พลาสติกเบื้องต้น ในหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ แต่เนื่องจากต้นทุนของอุปกรณ์แม่พิมพ์ฉีด พลาสติกค่อนข้างมีราคาสูง ไม่สามารถจัดซื้อเป็นจำนวนมากได้ รวมถึงมีความเสี่ยงในกระบวนการถอด ประกอบชิ้นส่วนของแม่พิมพ์จริงที่มีขนาดใหญ่และน้ำหนักมาก (Liu & Liang, 2022)

การจัดการเรียนการสอนรายวิชาแม่พิมพ์พลาสติกเบื้องต้น เรื่องแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก มีจุดประสงค์การเรียนรู้เพื่อให้ให้นักเรียนเข้าใจความหมายและกระบวนการฉีดขึ้นรูปพลาสติก ประเภท และส่วนประกอบที่สำคัญ หน้าที่และวัสดุที่ใช้ทำชิ้นส่วนแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก ซึ่งสื่อที่ใช้จัดการเรียน การสอนในปัจจุบันเป็นลักษณะของเอกสาร ตำรา รูปภาพ หรือวิดีโอคลิป ที่ยังขาดความทันสมัย แสดงให้เห็นเพียงหลักการทำงานโดยพื้นฐาน ไม่สามารถเห็นรายละเอียดที่ซับซ้อนในการทำงานของ แม่พิมพ์ฉีดแต่ละประเภทได้ รวมไปถึงสื่อการสอนที่เป็นแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกของจริง นอกจากจะมี ราคาค่อนข้างสูงแล้วนั้น ยังไม่สามารถแสดงให้เห็นถึงรายละเอียดกระบวนการทำงานที่อยู่ภายในตัว แม่พิมพ์ได้ อีกทั้งยังมีความอันตรายจากขนาด น้ำหนัก ความร้อน รวมไปถึงอันตรายจากการเปิด-ปิด แม่พิมพ์บนเครื่องฉีดพลาสติกที่มีแรงดันสูงอีกด้วย การนำเทคโนโลยีมาใช้ในการพัฒนาสื่อการเรียนการ สอนให้มีความทันสมัย มีความปลอดภัย และสามารถแสดงให้เห็นถึงรายละเอียดของกระบวนการ ทำงานของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง ปัจจุบันมีเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (Augmented Reality : AR) ซึ่งได้รับความสนใจอย่างกว้างขวางในแวดวงการศึกษาและการฝึกอบรม วิชาชีพ เนื่องจากมีศักยภาพในการยกระดับประสบการณ์การเรียนรู้ให้มีความสมจริงและโต้ตอบได้มาก ขึ้น (Sirakaya & Alsancak Sirakaya, 2020) โดยเฉพาะในสาขาวิชาชีพที่ต้องการการฝึกปฏิบัติ เช่น การแพทย์ วิศวกรรมศาสตร์ และการบิน การเรียนรู้ผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงช่วยให้ผู้เรียน ฝึกฝนและเข้าใจกระบวนการต่างๆ ได้อย่างเป็นระบบก่อนนำไปใช้จริง เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ช่วยให้ผู้เรียนได้ตอบกับข้อมูลดิจิทัล เช่น สัญลักษณ์ ข้อความ ภาพเคลื่อนไหว และวัตถุ 3 มิติ ผ่าน อุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น สมาร์ทโฟนหรือ อุปกรณ์สวมใส่ (Han et al., 2022) จุดเด่นของเทคโนโลยีความ เป็นจริงเสริม คือความยืดหยุ่นในการจำลองสถานการณ์และปรับเนื้อหาให้เหมาะกับระดับทักษะของ ผู้เรียน อีกทั้งยังทำซ้ำการฝึกได้โดยไม่เสี่ยงต่อความเสียหายหรืออันตราย จึงช่วยลดต้นทุนการ ฝึกอบรมและเพิ่มโอกาสในการเรียนรู้แบบปฏิบัติจริง ส่งผลให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจลึกซึ้งและพัฒนา

ทักษะได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ครนพ (2561) ทำการวิจัยเรื่อง สื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่อง การขยายย่านวัดของมิเตอร์ พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ใช้สื่อการเรียนรู้ที่สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และงานวิจัยของ ณรงค์ และคณะ (2563) ได้ทำการวิจัยเรื่อง เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม 2 มิติ : การตั้งศูนย์ชิ้นงานในงานกัดด้วยเครื่องจักรกลอัตโนมัติ พบว่า นักศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และยังสอดคล้องกับ นิรุจน์ (2561) ทำการวิจัยเรื่อง สื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่อง การตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น พบว่า นักเรียนที่ใช้สื่อการเรียนรู้นี้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากอุปสรรคในการจัดการเรียนการสอนและข้อจำกัดในด้านสื่อการเรียนรู้ดังกล่าว ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะพัฒนาสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ประเภทวิชาอุตสาหกรรม เพื่อใช้ในกระบวนการจัดการเรียนรู้ในรายวิชาแม่พิมพ์พลาสติกเบื้องต้น โดยนักเรียนมีบทบาทสำคัญในการมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ โดยการได้ตอบกับเนื้อหาที่ติดตามและการจำลองที่ถูกซ่อนทับลงในสภาพแวดล้อมจริง ที่แสดงผลของเนื้อหาให้เห็นได้ผ่านรูปแบบ 3 มิติ ภาพเคลื่อนไหว เสียงและการจำลอง ซึ่งช่วยกระตุ้นความสนใจ และส่งเสริมให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาได้ง่ายขึ้น เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ตามจุดประสงค์ของรายวิชาและหลักสูตร

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ประเภทวิชาอุตสาหกรรม

1.2.2 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดพลาสติกเทียบกับเกณฑ์

1.3 สมมติฐานงานวิจัย

นักเรียนที่เรียนด้วยสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่องแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

1.4 ขอบเขตงานวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตของการวิจัยดังนี้

1.4.1 ขอบเขตด้านประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.4.1.1 ประชากร ได้แก่ นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ประเภทวิชาอุตสาหกรรม วิทยาลัยเทคนิคพนมสารคาม กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 542 คน

1.4.1.2 กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ประเภทวิชา อุตสาหกรรม สาขาวิชาช่างกลโรงงาน วิทยาลัยเทคนิคพนมสารคาม ที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชา แม่พิมพ์พลาสติกเบื้องต้น ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 32 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling)

1.4.2 ขอบเขตด้านเนื้อหา

เนื้อหาในการวิจัยครั้งนี้ เป็นเนื้อหารายวิชา แม่พิมพ์พลาสติกเบื้องต้น จำนวน 1 หน่วย ที่ใช้สื่อ การเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก ประกอบการเรียนการสอน มีดังนี้ หน่วยการเรียนรู้ แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก ประกอบด้วยหัวข้อ

1.4.2.2 ความหมายของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก

1.4.2.3 กระบวนการฉีดขึ้นรูปพลาสติก

1.4.2.4 ประเภทของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก

1.4.2.5 ส่วนประกอบที่สำคัญของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก

1.4.2.6 ชิ้นส่วนมาตรฐานของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก

1.4.2.7 ชนิดวัสดุที่ใช้ทำชิ้นส่วนแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก

1.4.3 ขอบเขตด้านตัวแปร

1.4.3.1 ตัวแปรต้น กระบวนการพัฒนาสื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมและการจัดการ การเรียนการสอนด้วยสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก

1.4.3.2 ตัวแปรตาม ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยสื่อการเรียนรู้ เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก

1.4.4 ขอบเขตด้านระยะเวลา

ผู้วิจัยกำหนด ขอบเขตด้านระยะเวลาตามระยะเวลาที่ใช้ในการพัฒนาสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยี ความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก ในช่วงระยะเวลา ปีการศึกษา 2567

1.5 กรอบแนวคิดการวิจัย

กรอบแนวคิดการวิจัยเรื่อง การพัฒนาสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ ฉีดพลาสติก สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ประเภทวิชาอุตสาหกรรม ผู้วิจัย เขียนกรอบแนวคิดตามตัวแปรที่ศึกษา ดังนี้



ภาพที่ 1-1 กรอบแนวคิดการวิจัย

1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ

1.6.1 สื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม หมายถึง สื่อการเรียนรู้ที่ออกแบบและพัฒนาด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (Augmented Reality : AR) เรื่องแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก สำหรับใช้ในการจัดการเรียนรู้รายวิชาแม่พิมพ์พลาสติกเบื้องต้น ให้กับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขาวิชาช่างกลโรงงาน โดยใช้วิธีซ้อนภาพสามมิติที่อยู่ในโลกเสมือน ไปอยู่บนภาพที่เห็นจริง ๆ ในโลกของความเป็นจริง ผ่านกล้องดิจิทัล เว็บแคม หรืออุปกรณ์อื่นๆ เพื่อแสดงให้เห็นภาพสามมิติ และภาพเคลื่อนไหว ของกระบวนการแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก รวมถึงเนื้อหาด้านทฤษฎี และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ประกอบด้วยสื่อการเรียนรู้จำนวน 3 ชุด คือ 1) ความหมายและกระบวนการฉีดขึ้นรูปพลาสติก 2) ประเภทและส่วนประกอบที่สำคัญของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก 3) หน้าที่และวัสดุที่ใช้ทำชิ้นส่วนของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก

1.6.2 แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก (Plastic Injection Mold) หมายถึง แม่พิมพ์ที่ใช้ในกระบวนการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์พลาสติกด้วยวิธีการฉีด เป็นหน่วยการเรียนรู้หนึ่งในรายวิชาแม่พิมพ์พลาสติกเบื้องต้น รหัสวิชา 20102-2047 หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สาขาวิชาช่างกลโรงงาน สารการเรียนรู้ ประกอบด้วย ความหมายของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก กระบวนการฉีดขึ้นรูปพลาสติก ประเภทของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก ส่วนประกอบที่สำคัญของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก ชิ้นส่วนมาตรฐานของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก และชนิดวัสดุที่ใช้ทำชิ้นส่วนแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก

1.6.3 นักเรียน หมายถึง นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 3 สาขาวิชาช่างกลโรงงาน วิทยาลัยเทคนิคพนมสารคาม ที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชา แม่พิมพ์พลาสติกเบื้องต้น รหัสวิชา 20102-2047 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567

1.6.4 ประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้ หมายถึง ประสิทธิภาพหรือคุณภาพของสื่อการเรียนรู้ เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดยาพลาสติกที่วัดจากคะแนนค่าเฉลี่ยของผู้เรียนทั้งหมดจากการทำกิจกรรม ใบงาน แบบทดสอบระหว่างเรียน และแบบทดสอบหลังเรียน E_1/E_2 โดยที่

1.6.4.1 E_1 หมายถึง ประสิทธิภาพของกระบวนการในระหว่างการจัดการเรียนรู้ด้วยสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดยาพลาสติก ที่ผู้เรียนได้เรียนรู้แล้วทำกิจกรรม ใบงาน และแบบทดสอบระหว่างเรียน

1.6.4.2 E_2 หมายถึง ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ที่ได้จากผู้เรียน โดยการทำแบบทดสอบ หลังเรียน หลังจากการจัดการเรียนรู้ด้วยสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดยาพลาสติก

1.6.5 เกณฑ์ที่กำหนด 80/80 หมายถึง ระดับประสิทธิภาพที่คาดหวัง ซึ่งวัดได้จากค่าเฉลี่ย ดังนี้

80 ตัวแรก คือ คะแนนที่ได้จากการทดสอบระหว่างเรียน โดยคิดเป็นร้อยละ

80 ตัวหลัง คือ คะแนนที่ได้จากการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยคิดเป็นร้อยละ

1.6.6 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลการเรียนรู้ด้วยสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่องแม่พิมพ์ฉีดยาพลาสติก วิชาแม่พิมพ์พลาสติกเบื้องต้น รหัสวิชา 20102-2047 ในชั้น การเรียนรู้ ระดับความเข้าใจ และการนำไปใช้ ซึ่งวัดได้จากคะแนนที่ได้ทำในแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านความรู้

1.6.7 ความเหมาะสมของสื่อการเรียนรู้ หมายถึง คุณลักษณะของสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดยาพลาสติก ที่มีความสอดคล้องและเหมาะสมกับเนื้อหาและการนำเสนอ เทคนิคการผลิตสื่อ การใช้งาน การส่งเสริมเรียนรู้ รวมถึงประโยชน์และการนำไปใช้

1.6.8 แบบบันทึกสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอน หมายถึง เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อใช้บันทึกสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอน วิชา แม่พิมพ์พลาสติกเบื้องต้น โดยแบ่งออกเป็น 3 ประเด็น คือ 1) สภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอน รายวิชาแม่พิมพ์พลาสติกเบื้องต้น 2) ผลการเรียนรู้และประเมินผล รายวิชาแม่พิมพ์พลาสติกเบื้องต้น และ 3) แนวทางการแก้ปัญหาการจัดการเรียนการสอน รายวิชาแม่พิมพ์พลาสติกเบื้องต้น

1.6.9 แบบบันทึกแนวทางการพัฒนาสื่อการเรียนรู้ หมายถึง เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อใช้บันทึกแนวทางการพัฒนาสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมแม่พิมพ์ฉีดยาพลาสติก โดยแบ่งออกเป็น 3 ประเด็น 1) ข้อมูลเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้แม่พิมพ์ฉีดยาพลาสติก 2) การสังเคราะห์เนื้อหา และจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมแม่พิมพ์ฉีดยาพลาสติก และ 3) แนวทางการพัฒนาสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม

1.6.10 แบบบันทึกการออกแบบเชิงวิศวกรรม หมายถึง เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อใช้บันทึกการออกแบบเชิงวิศวกรรม การสร้างสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก

1.6.11 แบบบันทึกการออกแบบ Storyboard หมายถึง เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อใช้บันทึกการออกแบบ Storyboard สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก

1.6.12 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ เพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ด้านความรู้ของนักเรียน ในชั้นการเรียนรู้ ระดับความเข้าใจ และการนำไปใช้

1.6.13 คู่มือการใช้งานสื่อการเรียนรู้ หมายถึง คู่มือการใช้งานสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก ให้กับครูผู้สอนและผู้ใช้งาน โดยประกอบด้วย ส่วนการติดตั้งโปรแกรม ส่วนการเข้าสู่บทเรียน ส่วนการปรับมุมมอง และส่วนการนำทางการใช้งาน

1.6.14 แบบประเมินความเหมาะสมของสื่อการเรียนรู้ หมายถึง แบบประเมินความเหมาะสมของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดพลาสติกและคู่มือการใช้สื่อ โดยผู้ทรงคุณวุฒิ ประกอบด้วย 3 ตอน คือ 1) ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม 2) แบบสอบถามความเหมาะสมของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดพลาสติกและคู่มือการใช้งานสื่อ ซึ่งเป็นแบบมาตรประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ 3) ข้อเสนอแนะอื่นๆ เป็นแบบปลายเปิด

1.7 ประโยชน์ของงานวิจัย

1.7.1 นักเรียนที่เรียนด้วยสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้น

1.7.2 นักเรียนมีสื่อในการเรียนรู้เรื่องแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก ที่ทันสมัย มีประสิทธิภาพ ปลอดภัย น่าสนใจและสามารถใช้เรียนรู้ได้อย่างเต็มที่

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การพัฒนาสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ประเภทวิชาอุตสาหกรรม ผู้วิจัยได้ทำการศึกษา ค้นคว้า เอกสาร งานวิจัย แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง โดยสามารถสรุปหัวข้อได้ ดังต่อไปนี้

- 2.1 ทฤษฎีเกี่ยวกับแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก
 - 2.1.1 ความหมายของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก
 - 2.1.2 กระบวนการฉีดขึ้นรูปพลาสติก
 - 2.1.3 ประเภทของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก
 - 2.1.2 ส่วนประกอบที่สำคัญของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก
- 2.2 แนวคิดเกี่ยวกับเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (Augmented Reality : AR)
 - 2.2.1 ความหมายของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม
 - 2.2.2 แนวคิดหลักของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม
 - 2.2.3 องค์ประกอบของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม
- 2.3 การพัฒนาสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม
 - 2.3.1 แนวทางการออกแบบและพัฒนาสื่อการเรียนรู้
 - 2.3.2 เครื่องมือการพัฒนาสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม
- 2.4 การหาประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้
- 2.5 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- 2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีเกี่ยวกับแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก

กระบวนการผลิตชิ้นส่วนและผลิตภัณฑ์พลาสติกมีบทบาทสำคัญในอุตสาหกรรมสมัยใหม่ เนื่องจากคุณสมบัติที่หลากหลายของพลาสติก ทำให้เหมาะสำหรับการผลิตชิ้นงานที่มีรูปทรงซับซ้อน หนึ่งในเทคนิคที่ได้รับความนิยมมากที่สุดคือ กระบวนการฉีดขึ้นรูปพลาสติก (Plastic Injection Molding) ซึ่งสามารถผลิตชิ้นงานปริมาณมากได้อย่างรวดเร็ว พร้อมทั้งให้ความแม่นยำสูงทั้งในด้านรูปทรงและขนาด (Martin-Doñate et al., 2021)

2.1.1 ความหมายของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก

พรเทพ และคณะ (2561) กล่าวว่า แม่พิมพ์ฉีดพลาสติกเป็นโครงสร้างที่ใช้สำหรับขึ้นรูปพลาสติกหลอมเหลวให้กลายเป็นชิ้นงานที่มีรูปร่างตามต้องการ โดยกระบวนการทำงานเริ่มจากการฉีดพลาสติกที่หลอมเหลวเข้าสู่แม่พิมพ์ จากนั้นปล่อยให้เย็นตัวและแข็งตัวจนได้ชิ้นงานตามแบบที่ต้องการ

สุรศักดิ์ และระพี (2563) กล่าวว่า แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก (Injection Mold) คือ อุปกรณ์สำคัญในกระบวนการฉีดขึ้นรูปพลาสติก (Injection Molding) ซึ่งทำหน้าที่เป็นแบบสำหรับขึ้นรูปชิ้นงานพลาสติกตามที่ต้องการ โดยกระบวนการฉีดพลาสติกเริ่มจากการหลอมละลายเม็ดพลาสติกด้วยความร้อน จากนั้นพลาสติกเหลวจะถูกฉีดเข้าไปในแม่พิมพ์และคงความดันจนกว่าพลาสติกจะแข็งตัว หลังจากนั้นแม่พิมพ์จะเปิดออกเพื่อนำชิ้นงานออกมา และชิ้นงานจะถูกตรวจสอบคุณภาพก่อนนำไปใช้งานต่อไป

วีระยุทธ และวรกฤษ (2565) กล่าวว่า แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก (Plastic Injection Mold) คือ อุปกรณ์หรือเครื่องมือที่ใช้ในกระบวนการฉีดขึ้นรูปพลาสติก โดยทำหน้าที่เป็นโครงสร้างหลักในการขึ้นรูปชิ้นงานพลาสติกให้ได้รูปทรงที่ต้องการผ่านกระบวนการฉีดพลาสติกหลอมเหลวเข้าไปในโพรงแม่พิมพ์ (Cavity) จากนั้นปล่อยให้เย็นตัวและแข็งตัวก่อนนำออกมาใช้งาน

พัชระ และคณะ (2567) กล่าวว่า แม่พิมพ์ฉีดพลาสติกเป็นเครื่องมือสำคัญในกระบวนการผลิตชิ้นส่วนพลาสติก โดยใช้หลักการฉีดพลาสติกที่ถูกทำให้หลอมเหลวเข้าไปในโพรงแม่พิมพ์เพื่อขึ้นรูปตามต้องการ หลังจากทีพลาสติกเย็นลงและแข็งตัวแล้ว จะสามารถนำชิ้นงานออกจากแม่พิมพ์ได้

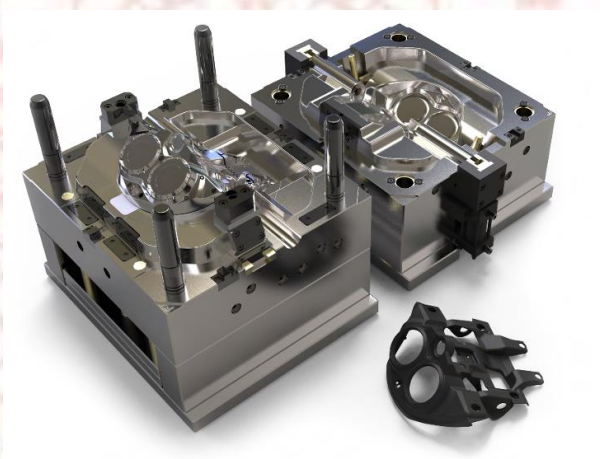
Czepiel et al. (2023) กล่าวว่า แม่พิมพ์ฉีดพลาสติกเป็นกระบวนการผลิตที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในอุตสาหกรรมพลาสติก โดยใช้ความร้อนเพื่อหลอมพลาสติก และฉีดเข้าไปในแม่พิมพ์ที่ออกแบบมาเพื่อให้ได้รูปทรงที่ต้องการ หลังจากนั้นพลาสติกจะเย็นตัวและแข็งตัวเป็นชิ้นงานสำเร็จรูป

Öktem & Shinde, (2021) กล่าวว่า แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก หมายถึง อุปกรณ์เฉพาะที่ใช้ในกระบวนการฉีดพลาสติก (Plastic Injection Molding หรือ PIM) เพื่อขึ้นรูปชิ้นส่วนพลาสติกให้ได้ตามรูปทรงและคุณสมบัติที่ต้องการ โดยแม่พิมพ์นี้ถูกออกแบบและสร้างขึ้นเพื่อให้มีช่องว่าง (Cavity)

ที่สอดคล้องกับขนาดและรูปทรงของชิ้นงาน รวมถึงต้องคำนึงถึงการหดตัว (Shrinkage) ของพลาสติก หลังจากเย็นตัวลง ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อขนาดสุดท้ายของชิ้นงาน

Zhao et al. (2022) กล่าวว่า แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก หมายถึง อุปกรณ์ที่ใช้ในกระบวนการฉีดขึ้นรูปพลาสติก เพื่อสร้างชิ้นส่วนพลาสติกที่มีรูปทรงและขนาดตามที่ต้องการได้ โดยแม่พิมพ์นี้มีช่องว่าง (Mold Cavity) ซึ่งเป็นส่วนที่กำหนดรูปร่างของชิ้นงาน

จากการศึกษาความหมายของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกตามที่นักวิชาการหลายท่านได้ให้คำนิยามไว้ สามารถสรุปได้ว่า แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก (Plastic Injection Mold) คือ เครื่องมือหรืออุปกรณ์หลักที่ใช้ในกระบวนการฉีดขึ้นรูปพลาสติก (Injection Molding) เพื่อสร้างชิ้นส่วนพลาสติกที่มีรูปทรงและขนาดตามที่ต้องการได้ โดยมีช่องว่าง (Cavity) ภายในแม่พิมพ์ที่กำหนดรูปร่างของชิ้นงาน

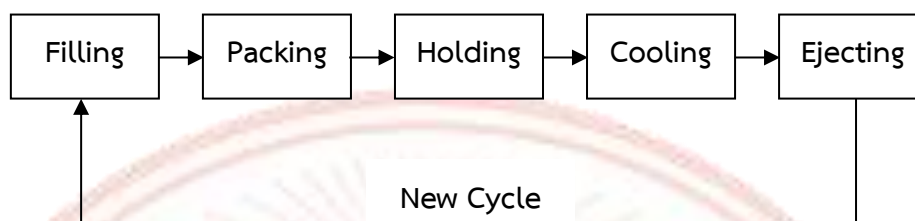


ภาพที่ 2-1 แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก (<https://xmdtgmold.en.made-in-china.com>)

2.1.2 กระบวนการฉีดขึ้นรูปพลาสติก

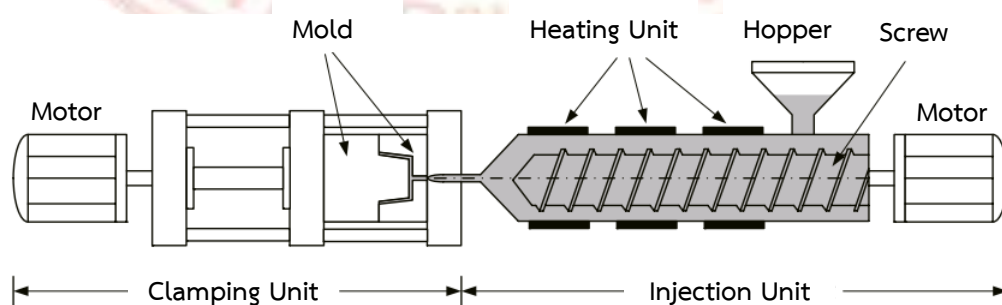
กระบวนการฉีดขึ้นรูปพลาสติก (Plastic Injection Molding หรือ PIM) เป็นวิธีการผลิตชิ้นส่วนพลาสติกที่เริ่มจากการป้อนวัตถุดิบ เช่น โพลีเอทิลีน (PE) และโพลีโพรพิลีน (PP) เข้าไปในเครื่องฉีดผ่านสกรู ซึ่งหลอมละลายด้วยความร้อนสูงก่อนฉีดเข้าแม่พิมพ์ภายใต้ความดันฉีด (Injection Pressure) เพื่อเติมเต็มช่องว่าง (Cavity) จากนั้นมีการอัดเพิ่มเติมด้วยความดันอัด (Packing Pressure) และระยะเวลาอัด (Packing Time) เพื่อลดช่องว่าง ก่อนที่พลาสติกจะเย็นตัวในแม่พิมพ์ด้วยระบบระบายความร้อนในระยะเวลาเย็นตัว (Cooling Time) ซึ่งส่งผลต่อการหดตัว (Shrinkage) และคุณสมบัติทางกล เช่น ความแข็งแรงดัด (Flexural Strength) และโมดูลัสดัด (Flexural Modulus) โดยเมื่อแข็งตัวสมบูรณ์ ชิ้นงานจะถูกดันออกจากแม่พิมพ์ (Öktem & Shinde, 2021)

Zhao et al. (2022) อธิบายว่า กระบวนการฉีดขึ้นรูปพลาสติก (Plastic Injection Molding: PIM) สามารถแบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอนหลัก ได้แก่



ภาพที่ 2-2 ผังกระบวนการฉีดขึ้นรูปพลาสติก (Zhao et al., 2022)

1. ขั้นตอนการเติม (Filling Stage) เม็ดพลาสติกถูกป้อนเข้าสู่เครื่องฉีดขึ้นรูปผ่าน ฮอปเปอร์ และถูกหลอมละลายในกระบอกฉีดภายใต้ความร้อนและแรงเฉือนเม็ดพลาสติกกลายเป็นของเหลว และถูกฉีดเข้าสู่โพรงแม่พิมพ์ด้วยอัตราการฉีดที่ควบคุมได้
2. ขั้นตอนการอัดแน่น (Packing Stage) พลาสติกเหลวถูกเติมเต็มให้ทั่วถึงทุกซอกมุมของแม่พิมพ์ กระบวนการนี้ช่วยลดการเกิดช่องว่างและทำให้แน่ใจว่าชิ้นงานมีความสมบูรณ์
3. ขั้นตอนการกดค้าง (Holding Stage) แรงดันถูกคงไว้ชั่วระยะเวลาหนึ่งเพื่อชดเชยการหดตัวของพลาสติกเมื่อเย็นตัว ขั้นตอนนี้ช่วยให้โครงสร้างชิ้นงานมีความหนาแน่น
4. ขั้นตอนการทำให้เย็นตัว (Cooling Stage) ระบบระบายความร้อนของแม่พิมพ์ช่วยลดอุณหภูมิของชิ้นงานพลาสติก กระบวนการนี้มีผลต่อคุณภาพของชิ้นงาน เช่น การลดการบิดงอ (warpage) และการหดตัว (shrinkage)
5. ขั้นตอนการนำชิ้นงานออกจากแม่พิมพ์ (Ejecting Stage) เมื่อพลาสติกเย็นตัวจนแข็งแล้ว แม่พิมพ์จะเปิดออกและระบบดันชิ้นงานออกมา หากทุกอย่างดำเนินไปตามแผน จะได้ชิ้นงานที่สมบูรณ์และพร้อมใช้งาน



ภาพที่ 2-3 แบบจำลองของเครื่องฉีดขึ้นรูปพลาสติก (Zhao et al., 2022)

2.1.3 ประเภทของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก

การแบ่งประเภทของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก สามารถแบ่งได้เป็นหลายประเภท โดยแบ่งตามระบบการป้อน (Feeding System) จำนวนช่องแม่พิมพ์ (Number of Cavities) และการออกแบบแผ่นแม่พิมพ์ (Mold Plate) รวมถึงแม่พิมพ์เฉพาะทางที่ใช้ในการสร้างส่วนเกลียวหรือรู โดยมีรายละเอียดดังนี้

2.1.3.1 แบ่งตามระบบการป้อน (Feeding System)

2.1.3.1.1 Hot Runner Injection Mold: ระบบนี้ใช้ตัววิ่งที่ให้ความร้อนเพื่อป้องกันการแข็งตัวของพลาสติกในช่องวิ่ง ลดของเสียจากการผลิตและไม่ต้องนำตัววิ่งมารีไซเคิล จึงเหมาะกับงานที่ต้องการความเร็วและคุณภาพสูง อย่างไรก็ตาม ระบบนี้มีต้นทุนเริ่มต้นและการบำรุงรักษาที่สูง และการควบคุมอุณหภูมิต้องทำอย่างแม่นยำเพื่อลดการตกค้างจากสีและวัสดุเก่า

2.1.3.1.2 Cold Runner Injection Mold : ใช้ตัววิ่งที่ไม่ให้ความร้อน ทำให้ต้นทุนต่ำกว่า สามารถเปลี่ยนสีและวัสดุได้ง่ายกว่า แต่จะเกิดของเสียมากกว่าในทุกการฉีดพลาสติก เพราะต้องตัดตัววิ่งออกทุกครั้งหลังการฉีดพลาสติก

2.1.3.1.3 Insulated Runner Mold : มีการให้ความร้อนบางส่วนรอบตัววิ่งเพื่อสร้างชั้นฉนวน ทำให้มี ประสิทธิภาพคล้ายกับระบบ Hot Runner แต่มีต้นทุนต่ำกว่า ไม่จำเป็นต้องใช้การควบคุมอุณหภูมิสูง

2.1.3.2 แบ่งตามจำนวนช่องแม่พิมพ์ (Number of Cavities)

2.1.3.2.1 Single Cavity Mold : ใช้ในการผลิตชิ้นงานทีละชิ้นต่อการฉีดหนึ่งรอบ เหมาะสำหรับการผลิตจำนวนไม่มาก และช่วยลดต้นทุนในการผลิต

2.1.3.2.2 Multi-Cavity Mold : มีหลายช่องในแม่พิมพ์ เดียว สามารถผลิตได้หลายชิ้นในรอบเดียว เหมาะกับการผลิตปริมาณมาก เนื่องจากสามารถลดต้นทุนต่อหน่วยได้ แต่มีต้นทุนการผลิตแม่พิมพ์สูงกว่า

2.1.3.2.3 Family Mold : เป็นแม่พิมพ์ที่มีหลายช่องเพื่อผลิตชิ้นส่วนที่ต่างกันในรอบเดียว เช่น ชิ้นส่วนขาและขาของผลิตภัณฑ์ เหมาะกับการผลิตสินค้าที่มีชิ้นส่วนหลายแบบแต่ใช้วัสดุและสีเดียวกัน ลดเวลาและต้นทุนในการผลิต แต่ไม่เหมาะกับงานที่ต้องเปลี่ยนสีหรือวัสดุ

2.1.3.3 แบ่งตามแผ่นแม่พิมพ์ (Mold Plate)

2.1.3.3.1 Two-Plate Mold : เป็นแม่พิมพ์ที่มีแผ่นสองชั้นโดยมีเส้นแบ่งแผ่นเดียวระหว่างแกนและช่องแม่พิมพ์ เหมาะกับแม่พิมพ์แบบ Single Cavity และมีต้นทุนต่ำกว่า เหมาะกับงานที่ไม่ต้องการแยกตัววิ่งออกจากชิ้นงาน

2.1.3.3.2 Three-Plate Mold : มีแผ่นแยกเพิ่มเติมที่ช่วยแยกตัววิ่งออกจากชิ้นงานโดยอัตโนมัติ จึงเหมาะ กับระบบ Cold Runner ในการผลิตชิ้นงานที่มีปริมาณมากและลดการแยกตัววิ่งด้วยมือ แต่มีต้นทุนสูงกว่าเพราะต้องการความแม่นยำสูงในการตัดแผ่นเพิ่มเติม

2.1.3.3.3 Stack Mold : ใช้หลายแผ่นแม่พิมพ์วางซ้อนกัน ทำให้สามารถผลิตชิ้นงานจำนวนมากได้ต่อรอบโดยใช้แรงหนีบน้อยกว่า ต้นทุนในการสร้างสูงแต่ช่วยลดต้นทุนการดำเนินการในระยะยาว เหมาะสำหรับการผลิตจำนวนมากและงานที่ใช้หลายวัสดุในรอบเดียว

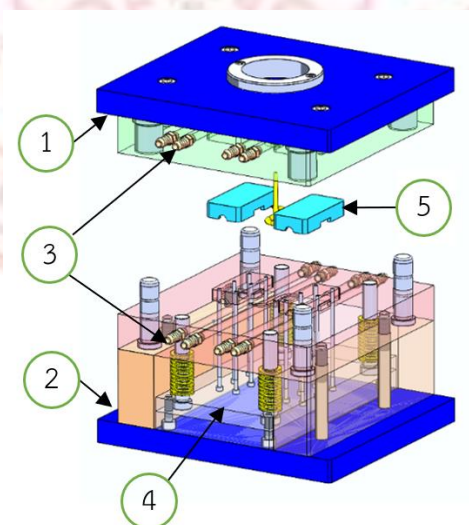
2.1.3.4 แม่พิมพ์เฉพาะทาง

2.1.3.4.1 Unscrewing Injection Mold : เป็นแม่พิมพ์แบบคลายเกลียว ใช้ทำรูเกลียวในผลิตภัณฑ์เช่น ฝาขวด หรือน็อต ที่ต้องการหมุนออกแบบอัตโนมัติ มีระบบขับเคลื่อนที่ใช้กลไกรอกเกลียว ไฟฟ้า หรือไฮดรอลิกสในการสร้างเกลียว ช่วยให้ผลิตชิ้นงานที่มีเกลียวได้ง่ายขึ้นและป้องกันการเสียหายจากการถอดออก

2.1.3.4.2 Split Mold : เป็นแม่พิมพ์ฉีดแบบแยกด้านข้าง ออกแบบสำหรับชิ้นงานที่ทั้งสองฝั่งมีร่องหรือบ่าด้านนอก ส่วนของบ่าจะแยกเป็นชิ้นส่วนหลายชิ้นส่วน ที่สามารถเลื่อนได้ และควบคุมให้อยู่ในตำแหน่งด้วยกรอบบังคับ ชิ้นส่วนที่จะประกบกันเป็นเบ้าของแม่พิมพ์เคลื่อนที่ได้ โดยอาศัยอุปกรณ์หรือกลไกต่างๆ เช่น สลักเฉียง ขาตะ สะปรัง ลูกสูบ และกระบอกสูบ เป็นต้น

2.1.3.4.3 Slide Core/Cavity Mold : แม่พิมพ์ฉีดแบบมีตัวเลื่อนด้านข้าง เป็นแม่พิมพ์ฉีดที่มีแนวการเปิดหลักทางเดียวและมีการเคลื่อนที่ที่เปิดด้านข้าง โดยใช้ Angular Pin เป็นตัวดันให้ Slide Core/Cavity เลื่อนออกด้านข้าง ออกแบบสำหรับชิ้นงานที่มีร่องหรือบ่าด้านใน

2.1.4 ส่วนประกอบที่สำคัญของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก



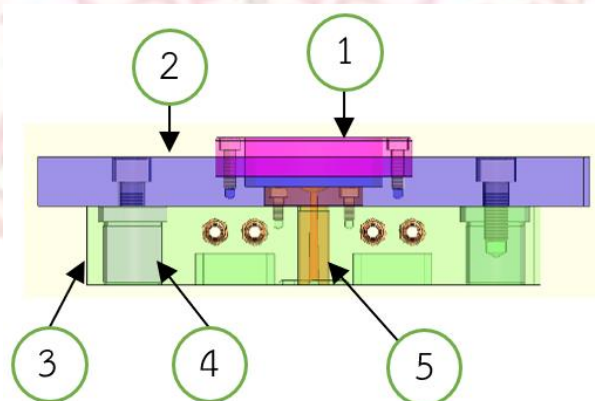
ภาพที่ 2-4 ส่วนประกอบที่สำคัญของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก

แม่พิมพ์ฉีดพลาสติกพื้นฐาน มีส่วนประกอบที่สำคัญ ได้แก่

1. ชุดแม่พิมพ์ฝั่งอยู่กับที่ (Fixed Half)
2. ชุดแม่พิมพ์ฝั่งเคลื่อนที่ (Moving Half)
3. ระบบหล่อเย็นชิ้นงาน (Cooling System)
4. ระบบดันปลดชิ้นงาน (Ejector System)
5. ระบบป้อนและชิ้นงาน

2.1.4.1 ชุดแม่พิมพ์ฝั่งอยู่กับที่ (Fixed Half) เป็นส่วนของแผ่นแม่พิมพ์ ที่ยึดติดกับด้านอยู่กับที่หรือด้านที่ติดกับกระบอกฉีดของเครื่องฉีดพลาสติก ประกอบด้วย

- 1) แหวนบังคับศูนย์ (Locating Ring) ทำหน้าที่กำหนดตำแหน่งของแม่พิมพ์ให้อยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้องบนหน้าแปลนของเครื่องฉีดพลาสติก และให้อยู่ในแนวศูนย์กลางเดียวกันกับกระบอกสูบและหัวฉีด
- 2) แผ่นยึดแม่พิมพ์ด้านบน (Top Clamping Plate) ทำหน้าที่ ยึดแม่ชุดพิมพ์ด้านบนอยู่กับที่ให้ติดกับแผ่นอยู่กับที่ (Fixed Platen) ของเครื่องฉีดพลาสติก
- 3) แผ่นเข้า (Cavity Plate) ทำหน้าที่ เป็นแผ่นที่มีโพรงหรือช่องสำหรับสร้างรูปทรงด้านนอกของชิ้นงานพลาสติก
- 4) ปลองนำ (Guide Bush) ทำหน้าที่ เป็นปลองหรือร่องที่ช่วยนำทางให้เพลาหน้า (Guide Pin) ช่วยให้การประกบกันระหว่างแผ่นแม่พิมพ์ทั้ง 2 ฝั่ง มีความตรงและแม่นยำ
- 5) ปลองแกนรูฉีด (Sprue Bush) ทำหน้าที่ เป็นช่องทางหลักสำหรับนำพาสพลาสติกหลอมเหลวจากหัวฉีด (Nozzle) ของเครื่องฉีดพลาสติกเข้าสู่แม่พิมพ์



ภาพที่ 2-5 ชุดแม่พิมพ์ฝั่งอยู่กับที่ (Fixed Half)

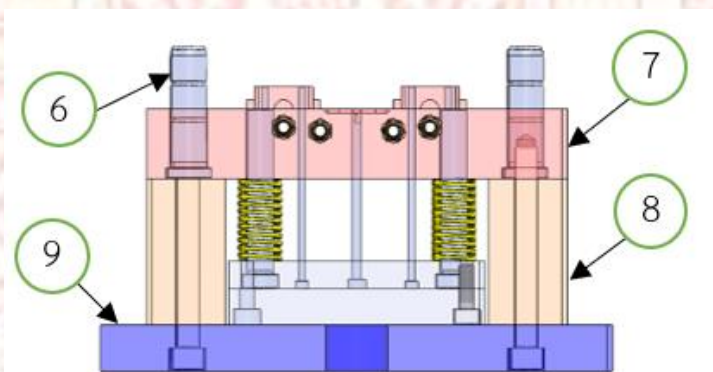
2.1.4.2 ชุดแม่พิมพ์ฝั่งเคลื่อนที่ (Moving Half) เป็นส่วนของแผ่นแม่พิมพ์ ที่ยึดติดกับด้านเคลื่อนที่หรือด้านที่ต่อกับเพลาดันปลดของเครื่องฉีดพลาสติก ประกอบด้วย

6) เพลาน้ำ (Guide Pin) ทำหน้าที่ เป็นหมุดหรือตัวนำทางที่ช่วยให้การประกบและการเคลื่อนที่ของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกเป็นไปอย่างถูกต้องและแม่นยำ เพลาน้ำจะทำงานร่วมกับ ปลอกน้ำ (Guide Bush)

7) แผ่นคอร์ (Core Plate) ทำหน้าที่ เป็นแผ่นแม่พิมพ์ด้านตรงข้ามกับแผ่นเบ้า เพื่อสร้างรูปทรงภายในให้กับชิ้นงาน

8) แท่งรอง (Spacer Block) ทำหน้าที่ รองรับแผ่นเบ้า (Core Plate) และสร้างระยะการเคลื่อนที่สำหรับชุดดันปลดชิ้นงาน

9) แผ่นยึดแม่พิมพ์ด้านล่าง (Bottom Clamping Plate) ทำหน้าที่ ยึดแม่ชุดพิมพ์ด้านเคลื่อนที่ให้ติดกับแผ่นเคลื่อนที่ (Movable Platen) ของเครื่องฉีดพลาสติก



ภาพที่ 2-6 ชุดแม่พิมพ์ฝั่งเคลื่อนที่ (Moving Half)

2.1.4.3 ระบบหล่อเย็นชิ้นงาน (Cooling System) ประกอบด้วยท่อหล่อเย็นที่มีน้ำไหลผ่าน ช่วยลดอุณหภูมิของพลาสติกหลอมที่อยู่ในแม่พิมพ์เพื่อให้แข็งตัวได้รวดเร็วและ ลดระยะเวลาในการผลิต

2.1.4.4 ระบบดันปลดชิ้นงาน เป็นชุดดันปลดชิ้นงาน ที่จะทำงานเมื่อชิ้นงานเย็นและแข็งตัวเต็มที่ เพื่อดันชิ้นงานออกจากแม่พิมพ์ ประกอบด้วย

10) แผ่นดันปลด (Ejector Plate) ทำหน้าที่ ดันสลักดันปลดทั้งชุด เพื่อดันปลดชิ้นงานออกจากแม่พิมพ์

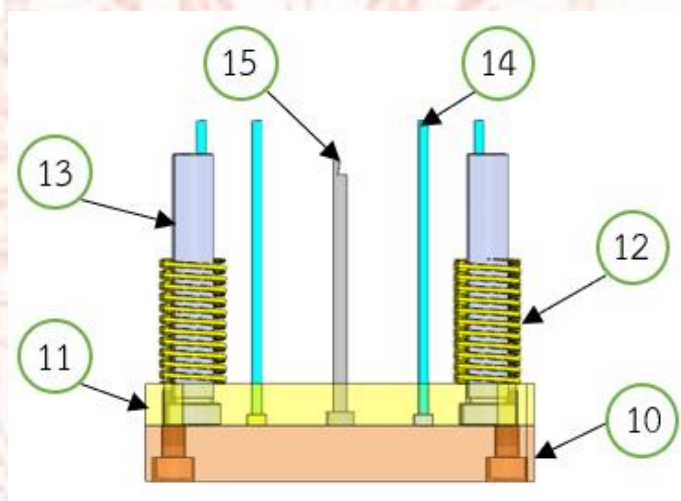
11) แผ่นยึดสลักดันปลด (Ejector Retainer Plate) ทำหน้าที่ เป็นแผ่นสำหรับติดตั้งและกำหนดตำแหน่งของสลักดันปลด สลักดันกลับ และสลักดึงแกนรูฉีด

12) สปริงดันกลับ (Return Spring) ทำหน้าที่ ช่วยดันแผ่นดันปลด และแผ่นยึดสลักดันปลดกลับสู่ตำแหน่งเดิมหลังจากดันขึ้นงานออกไปแล้ว

13) สลักดันกลับ (Return Pin) ทำหน้าที่ ควบคุมการเคลื่อนที่ของแผ่นดันปลด ให้กลับสู่ตำแหน่งเดิมหลังจากที่ทำการดันขึ้นงานออกไปแล้ว อย่างตรงแนวและไม่เกิดการเอียง

14) สลักดันปลด (Ejector Pin) ทำหน้าที่ ดันหรือปลดชิ้นงานออกจากแม่พิมพ์ หลังจากที่ยื่นงานแข็งตัวแล้ว

15) สลักตึงแกนรูฉีดยึด (Sprue Lock Pin) ทำหน้าที่ ตึงพลาสติกส่วนแกนรูฉีดยึดที่แข็งตัวแล้วออกจากปลอกแกนรูฉีดยึด ในขณะที่แม่พิมพ์เปิดออก



ภาพที่ 2-7 ระบบดันปลดชิ้นงาน (Ejector Unit)

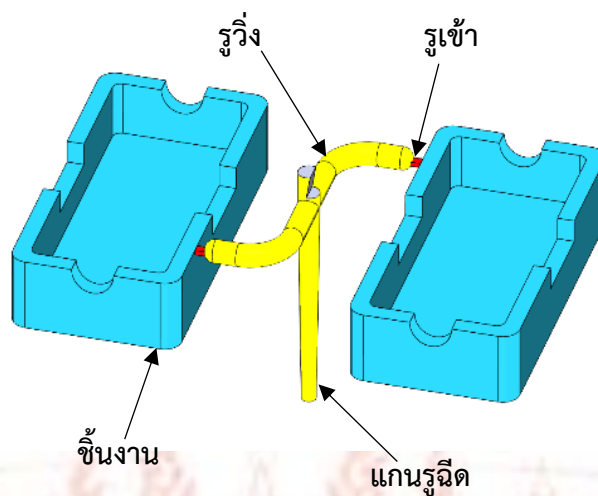
2.1.4.5 ระบบป้อนและขึ้นงาน ประกอบด้วย

2.1.4.5.1 แกนรูฉีดยึด (Sprue) คือ ส่วนที่รับพลาสติกเหลวจากปลายกระบอกลีดเข้าสู่แม่พิมพ์

2.1.4.5.2 รูวิ่ง (Runner) คือ ร่องที่ต่อกับแกนรูฉีดยึดเพื่อส่งต่อพลาสติกเหลวไปยังรูเข้าที่อยู่ในแต่ละตำแหน่งอย่างสม่ำเสมอ

2.1.4.5.3 รูเข้า (Gate) คือ ร่องหรือรูเล็กๆ เป็นจุดที่พลาสติกหลอมจะไหลเข้าสู่โพรงแม่พิมพ์ เป็นจุดที่สำคัญในการควบคุมการไหลและลดการหดตัวของพลาสติก

2.1.4.5.4 ชิ้นงาน คือ ส่วนที่พลาสติกเหลวจากรูเข้าไหลเข้าสู่โพรงแบบ ซึ่งเกิดจากการประกอบของแม่พิมพ์ 2 ชั้น คือ ส่วนคาร์วิต (Cavity) และส่วนคอร์ (Core) เรียกว่า อิมเพรสชัน (Impression)



ภาพที่ 2-8 ระบบป้อนและชิ้นงาน

2.2 เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (Augmented Reality: AR)

2.2.1 ความหมายของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (Augmented Reality: AR)

ตามพจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน สาขาวิชาคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ (2544) ได้บัญญัติศัพท์คำว่า "Augmented Reality" เป็นภาษาไทยว่า "ความเป็นจริงเสริม" หรือ "เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม" ซึ่งหมายถึง เทคโนโลยีที่ผสมผสานโลกแห่งความเป็นจริง (Real World) เข้ากับโลกเสมือน (Virtual World) โดยใช้วิธีซ้อนภาพสามมิติที่สร้างจากคอมพิวเตอร์ลงไป ในภาพที่เห็นจริงๆ ในสภาพแวดล้อมจริง ผ่านอุปกรณ์เช่น สมาร์ทโฟน แท็บเล็ต หรือแว่นตาพิเศษ ทำให้ผู้ใช้สามารถมองเห็นและมีปฏิสัมพันธ์กับวัตถุเสมือนที่ซ้อนทับอยู่บนโลกจริงได้แบบเรียลไทม์ โดยมีนักวิชาการได้ให้ความหมายของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมไว้ต่าง ๆ ดังนี้

ณรงค์ และคณะ (2563) กล่าวว่า เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม คือ เทคโนโลยีที่ผสมผสานโลกแห่งความเป็นจริงเข้ากับโลกเสมือน โดยแสดงภาพ วัตถุ หรือข้อมูลดิจิทัลในรูปแบบ 2 มิติและ 3 มิติ ซ้อนทับกับสภาพแวดล้อมจริงผ่านอุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น สมาร์ทโฟน แท็บเล็ต หรือแว่นตา AR ช่วยให้ผู้ใช้สามารถมองเห็นและโต้ตอบกับเนื้อหาเสมือนได้แบบเรียลไทม์

เบญญา และนัจภาค (2565) กล่าวว่า เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม หมายถึง เทคโนโลยีที่ผสมผสานระหว่างภาพจริงกับภาพเสมือน โดยการแสดงผลผ่านอุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น จอโทรศัพท์มือถือหรือแท็บเล็ต โดยสามารถแสดงภาพนิ่งหรือภาพเคลื่อนไหวแบบ 3 มิติ พร้อมเสียงประกอบได้

สุธีร์ และสุภาณี (2566) กล่าวว่า เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม คือ เทคโนโลยีที่ผสมผสานระหว่างโลกแห่งความจริงและโลกเสมือน โดยใช้เทคนิคการแสดงผลสามมิติผ่านกล้องเว็บแคม ทำให้เกิด

การซ้อนทับระหว่างภาพในโลกจริงกับภาพที่สร้างขึ้นในโลกเสมือน ซึ่งการผสมผสานนี้เกิดจากการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างกันเป็นหลัก

ธัญญาพร (2558) กล่าวว่า เทคโนโลยีเออาร์ หรือ Augmented Reality หมายถึง เทคโนโลยีที่นำภาพเสมือนมาซ้อนทับกับภาพจริงทำให้เกิดเป็นเออาร์ในสภาพแวดล้อมจริงโดยจะดึงข้อมูลสารสนเทศที่ใส่เข้ามาประมวล ไม่ว่าจะเป็น ข้อความ วิดีทัศน์ ภาพนิ่ง 2 มิติ และวัตถุ 3 มิติ ที่แสดงผลบนหน้าจอผ่านกล้องของอุปกรณ์ ได้แก่ กล้องเว็บแคม โทรศัพท์มือถือ ซึ่งผู้ใช้สามารถมีปฏิสัมพันธ์กับเทคโนโลยีได้ในทันที (Real time)

เกรียงไกร (2559) กล่าวว่า เทคโนโลยีความจริงเสมือน เป็นเทคโนโลยีประเภทหนึ่งในกลุ่มเทคโนโลยีความจริงเสมือน (Virtual Reality) ที่ผสมผสานโลกแห่งความจริง (Real World) เข้ากับโลกเสมือน (Virtual World) โดยใช้เทคนิคคอมพิวเตอร์กราฟิกในการซ้อนภาพสามมิติที่อยู่ในโลกเสมือนไปปรากฏบนภาพที่เห็นจริงในโลกแห่งความเป็นจริง เพื่อสร้างประสบการณ์เสมือนจริงให้กับผู้ใช้แบบเฟรมต่อเฟรม (Frame by Frame) โดยใช้อุปกรณ์เชื่อมโยง เช่น กล้องดิจิตอล อุปกรณ์พกพาอย่างสมาร์ตโฟน แท็บเล็ต หรืออุปกรณ์อื่น ๆ เพื่อแสดงผลในรูปแบบภาพนิ่งหรือภาพเคลื่อนไหวแบบเรียลไทม์ (Real Time)

ดุสิต และอภิชาติ (2562) กล่าวว่า เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม คือ เทคโนโลยีที่ผสมผสานโลกเสมือนจริงเข้ากับโลกแห่งความจริง โดยผ่านอุปกรณ์เชื่อมต่อ เช่น กล้องดิจิตอลของ สมาร์ตโฟน แท็บเล็ต หรืออุปกรณ์อื่น ๆ ทำให้ผู้ใช้งานมองเห็นภาพเสมือนที่ปรากฏในสภาพแวดล้อมจริงได้อย่างสมจริง

ปิ่นสุตา (2561) ได้ให้ความหมายว่า ออกเมนเตดเรียลลิตี เป็นการผสมผสานกันระหว่างความจริงกับสิ่งเสมือนจริงในรูปแบบดิจิทัล ซึ่งนำมาเชื่อมโยงหรือปฏิสัมพันธ์กันของสองสิ่งในเวลาจริงหรือในเวลาปัจจุบันขณะนั้น โดยการใช้ภาพแบบสามมิติ

ชนกนันท์ (2559) ได้ให้ความหมายของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมไว้ว่า เป็นเทคโนโลยีที่ใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์สร้างภาพเสมือน ซึ่งภาพที่สร้างจะซ้อนทับกับวัตถุทางกายภาพในเวลาจริง

Han et al. (2022) ให้นิยามว่า AR เป็นสภาพแวดล้อมที่เพิ่มประสิทธิภาพด้วยเทคโนโลยี ซึ่งวัตถุเสมือน (Augmented Components) สามารถถูกซ้อนทับลงในโลกแห่งความจริงได้อย่างสมบูรณ์

Sharma et al. (2022) กล่าวว่า เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม หมายถึง การนำภาพเสมือนหรือข้อมูลดิจิทัลมาผสานเข้ากับโลกแห่งความเป็นจริงแบบเรียลไทม์ โดยให้ผู้ใช้สามารถโต้ตอบกับองค์ประกอบเสมือนได้ เทคโนโลยีนี้ถูกนำมาใช้ในหลายสาขา รวมถึงการศึกษา ซึ่งช่วยเพิ่มประสบการณ์การเรียนรู้ให้มีความอินเทอร์แอคทีฟและมีส่วนร่วมมากขึ้น

Lampropoulos et al. (2022) กล่าวว่า AR เป็นเทคโนโลยีที่ใช้ระบบคอมพิวเตอร์เพื่อเสริมสภาพแวดล้อมทางกายภาพของผู้ใช้ด้วยวัตถุเสมือนและข้อมูลแบบโต้ตอบแบบเรียลไทม์ เทคโนโลยีนี้ อยู่ในขอบเขตของ Mixed Reality ซึ่งเป็นสภาพแวดล้อมที่ผสมผสานระหว่างโลกเสมือนและโลกจริง โดย AR อยู่ใกล้กับสภาพแวดล้อมจริงมากกว่าเมื่อเทียบกับ Virtual Reality (VR)

Chang et al. (2022) กล่าวว่า เทคโนโลยี AR เป็นการซ้อนทับวัตถุเสมือน (Virtual Objects) บนสภาพแวดล้อมจริง ทำให้เกิดการเรียนรู้ที่แตกต่างจากรูปแบบดั้งเดิม โดย AR ถูกจัดอยู่ในกลุ่มของ Mixed Reality (MR) ซึ่งรวมทั้ง AR และ VR แต่มีน้ำหนักไปทางสภาพแวดล้อมจริงมากกว่า

จากการศึกษา สรุปได้ว่า เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม หมายถึง เทคโนโลยีที่ผสมผสานโลกแห่งความเป็นจริง (Real World) เข้ากับโลกเสมือน (Virtual World) โดยการซ้อนทับข้อมูลดิจิทัล เช่น ภาพ 2 มิติ ภาพ 3 มิติ วิดีโอ ข้อความ หรือเสียง ลงบนสภาพแวดล้อมจริงผ่านอุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น สมาร์ทโฟน แท็บเล็ต แว่นตา AR หรือกล้องเว็บแคม เพื่อให้ผู้ใช้สามารถมองเห็นและโต้ตอบกับวัตถุเสมือนที่ซ้อนทับอยู่บนโลกจริงได้แบบเรียลไทม์



ภาพที่ 2-9 เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (<https://www.apptunix.com>)

2.2.2 แนวคิดหลักของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม

เกรียงไกร (2559) อธิบายว่า เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม มีแนวคิดสำคัญคือการผสมผสานระหว่างโลกแห่งความจริงกับโลกเสมือนเข้าไว้ด้วยกัน โดยอาศัยการทำงานร่วมกันของซอฟต์แวร์และอุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น กล้องเว็บแคม คอมพิวเตอร์ หรืออุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องอื่น ๆ เพื่อสร้างสื่อในรูปแบบต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว ภาพสามมิติ หรือสื่อที่มีเสียงประกอบ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะการออกแบบของแต่ละสื่อ ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้จะถูกแสดงผ่านอุปกรณ์แสดงผล เช่น หน้าจอ

คอมพิวเตอร์ โทรศัพท์มือถือ เครื่องฉายภาพ หรืออุปกรณ์แสดงผลอื่น ๆ ตามความเหมาะสม โดยกระบวนการภายในของเทคโนโลยีเสมือนจริงประกอบด้วย 3 กระบวนการ ได้แก่

2.2.2.1 การวิเคราะห์ภาพ (Image Analysis) เป็นขั้นตอนการค้นหา Marker จากภาพที่ได้จากอุปกรณ์แบบพกพาที่มีความสามารถถ่ายภาพได้ แล้วสืบค้นจากฐานข้อมูล (Marker Database) ที่มีการเก็บข้อมูล ขนาดและรูปแบบของ Marker เพื่อนำมาวิเคราะห์ รูปแบบของ Marker

2.2.2.2 การคำนวณค่าตำแหน่งเชิง 3 มิติ (Pose Estimation) ของ Marker เทียบกับกล้อง

2.2.2.3 กระบวนการสร้างภาพสองมิติ จากโมเดลสามมิติ (3D Rendering) เป็นการเพิ่มข้อมูลเข้าไปในภาพ โดยใช้ค่าตำแหน่งเชิง 3 มิติ ที่คำนวณจนได้ภาพเสมือนจริง และใช้ฮาร์ดแวร์ในการทำงานสำหรับการสร้างงานของเทคโนโลยีความจริงเสริม ได้แก่

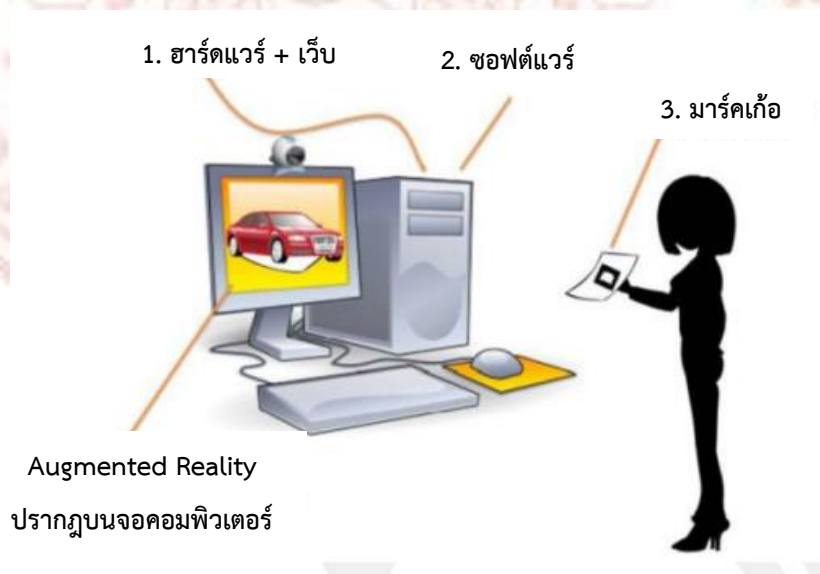
2.2.2.3.1 ส่วนแสดงผล (Display) ที่ใช้สำหรับการทำงานของ AR ได้แก่ ชุดสวมศีรษะ (HMD : Head Mounted Display) การแสดงผลบนมือถือหรืออุปกรณ์แบบพกพา (HD : Handheld Display) และการแสดงผลบนหน้าจอดิจิทัล (SAR : Spatial Augmented Reality)

2.2.2.3.2 กล้องถ่าย (Tracking) ในการทำงานของ AR ใช้กล้องดิจิทัลเป็นตัวจับภาพ GPS หรืออุปกรณ์อื่นๆ เพื่อเสริม Augmented Reality ให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

2.2.2.3.3 อุปกรณ์ป้อนเข้า (Input Devices) ใช้ 3D ในการจัดภาพ

2.2.2.3.4 คอมพิวเตอร์ (Computer)

2.2.2.3.5 แผนที่นำทาง GPS และเข็มทิศ



ภาพที่ 2-10 หลักการทำงานของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (ธนพร, 2564)

2.2.3 องค์ประกอบของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (ชนพร, 2564) ประกอบด้วย

2.2.3.1 AR Code หรือตัว Marker ใช้ในการกำหนดตำแหน่งของวัตถุ

2.2.3.2 Eye หรือ กล้องวิดีโอ กล้องเว็บแคม กล้องโทรศัพท์มือถือ หรือตัวจับ Sensor อื่นๆ ใช้องค์ประกอบตำแหน่งของ AR Code แล้วส่งข้อมูลเข้า AR Engine

2.2.3.3 AR Engine เป็นตัวส่งข้อมูลที่อ่านได้ผ่านเข้าซอฟต์แวร์ หรือส่วนประมวลผล เพื่อแสดงเป็นภาพต่อไป

2.2.3.4 Display หรือ จอแสดงผล เพื่อให้เห็นผลข้อมูลที่ AR Engine ส่งมาให้ในรูปแบบของภาพ วิดีโอ หรืออีกรูปวิธีหนึ่งเราสามารถรวมกล้อง AR Engine และ จอภาพ เข้าด้วยกันในอุปกรณ์เดียวได้ เช่น โทรศัพท์มือถือ เป็นต้น

2.3 การพัฒนาสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม

2.3.1 แนวทางการออกแบบและพัฒนาสื่อการเรียนรู้

การออกแบบและพัฒนาสื่อการเรียนรู้เป็นกระบวนการที่ต้องดำเนินการอย่างเป็นระบบ เพื่อให้ได้สื่อที่มีประสิทธิภาพและตอบสนองวัตถุประสงค์ทางการศึกษา โดยประกอบด้วย 5 ขั้นตอนหลัก ดังนี้ (ดุสิต และอภิชาติ, 2561)

2.3.1.1 การวิเคราะห์ (Analysis) เป็นการศึกษาข้อมูลพื้นฐานเพื่อกำหนดเป้าหมายของสื่อ ประกอบด้วย

2.3.1.1.1 การวิเคราะห์ผู้เรียน ระดับความรู้พื้นฐาน รูปแบบการเรียนรู้ ความสนใจ และความต้องการของกลุ่มเป้าหมาย

2.3.1.1.2 การวิเคราะห์เนื้อหา กำหนดขอบเขตเนื้อหา ความลึกและความกว้างของข้อมูลที่จะนำเสนอ

2.3.1.1.3 การวิเคราะห์วิธีการสอน พิจารณารูปแบบสื่อที่เหมาะสม เช่น สื่อดิจิทัล สื่ออินเทอร์เน็ต หรือเทคโนโลยีเสมือนจริง (AR)

2.3.1.2 การออกแบบ (Design) เป็นการวางแผนและกำหนดกรอบการพัฒนาสื่อ ประกอบด้วย

2.3.1.2.1 การกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ ระบุผลลัพธ์ที่คาดหวังให้ชัดเจน และวัดผลได้

2.3.1.2.2 การสร้าง Storyboard ออกแบบโครงสร้างเนื้อหาและลำดับการนำเสนอ

2.3.1.2.3 การเลือกรูปแบบสื่อ ตัดสินใจเลือกประเภทสื่อที่เหมาะสม เช่น วิดีโอ แอนิเมชัน โมเดล 3 มิติ หรือแอปพลิเคชัน AR

2.3.1.3 การพัฒนา (Development) เป็นการสร้างสื่อตามแบบที่วางไว้ ประกอบด้วย

2.3.1.3.1 การพัฒนาเนื้อหาและองค์ประกอบ สร้างกราฟิก ถ่ายทำวิดีโอ เขียนโปรแกรม หรือพัฒนาระบบปฏิสัมพันธ์

2.3.1.3.2 การทดสอบกับผู้เชี่ยวชาญ ตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาและการทำงานของสื่อโดยผู้เชี่ยวชาญในด้านต่างๆ

2.3.1.3.3 การปรับปรุงข้อบกพร่อง แก้ไขปัญหาที่พบก่อนนำไปทดลองใช้จริง

2.3.1.4 การนำไปใช้ (Implementation) เป็นการทดลองใช้สื่อในสถานการณ์จริง ประกอบด้วย

2.3.1.4.1 การทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง ทดลองใช้สื่อกับผู้เรียนกลุ่มเล็กๆ เพื่อประเมินประสิทธิภาพเบื้องต้น

2.3.1.4.2 การแก้ไขจุดบกพร่อง ปรับปรุงสื่อตามข้อมูลที่ได้จากการทดลองใช้

2.3.1.4.3 การนำไปใช้จริง ประยุกต์ใช้สื่อในห้องเรียนหรือสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่กำหนด

2.3.1.5 การประเมินผล (Evaluation) เป็นการวัดผลและปรับปรุงคุณภาพสื่อ ประกอบด้วย

2.3.1.5.1 การวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ประเมินว่าสื่อช่วยให้ผู้เรียนบรรลุวัตถุประสงค์การเรียนรู้หรือไม่

2.3.1.5.2 การสำรวจความพึงพอใจ รวบรวมความคิดเห็นจากผู้เรียนและผู้สอนเกี่ยวกับประสิทธิภาพของสื่อ

2.3.1.5.3 การพัฒนาต่อยอด นำข้อเสนอแนะและผลการประเมินมาปรับปรุงสื่อให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

กระบวนการทั้ง 5 ขั้นตอนนี้ เป็นวงจรที่สามารถทำซ้ำและปรับปรุงได้อย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ได้สื่อการเรียนรู้ที่มีคุณภาพ ดึงดูดความสนใจ และส่งเสริมการพัฒนาทักษะของผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.3.2 เครื่องมือการพัฒนาสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม

2.3.2.1 แพลตฟอร์ม Zapworks

Zapworks คือแพลตฟอร์มสำหรับการสร้างเนื้อหา Augmented Reality (AR) ที่พัฒนาโดยบริษัท Zappar Ltd. แพลตฟอร์มนี้ถูกออกแบบมาเพื่อให้ นักออกแบบ นักพัฒนา และแบรนด์ต่าง ๆ สามารถสร้างประสบการณ์ AR ได้ง่ายและครอบคลุมทุกระดับ ตั้งแต่ผู้ที่ไม่มีความรู้พื้นฐานการเขียนโค้ด ไปจนถึงนักพัฒนามืออาชีพ

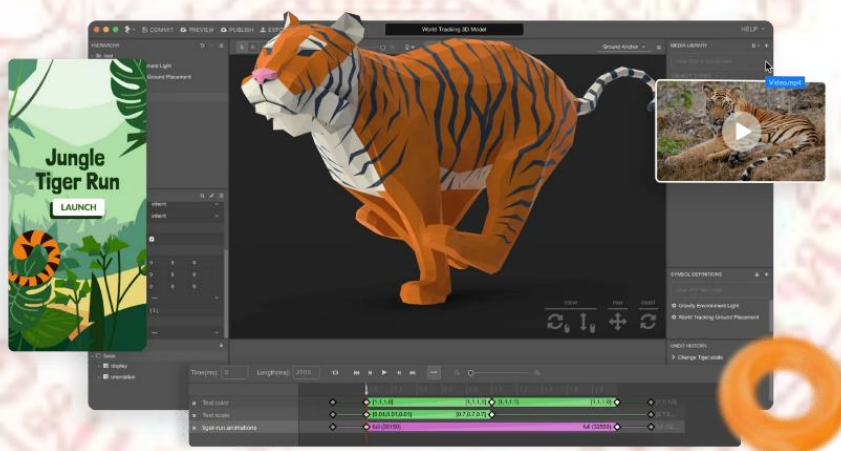


ภาพที่ 2-11 โลโก้แพลตฟอร์ม Zapworks (<https://zap.works>, n.d.)

2.3.2.2 ส่วนประกอบของ Zapworks

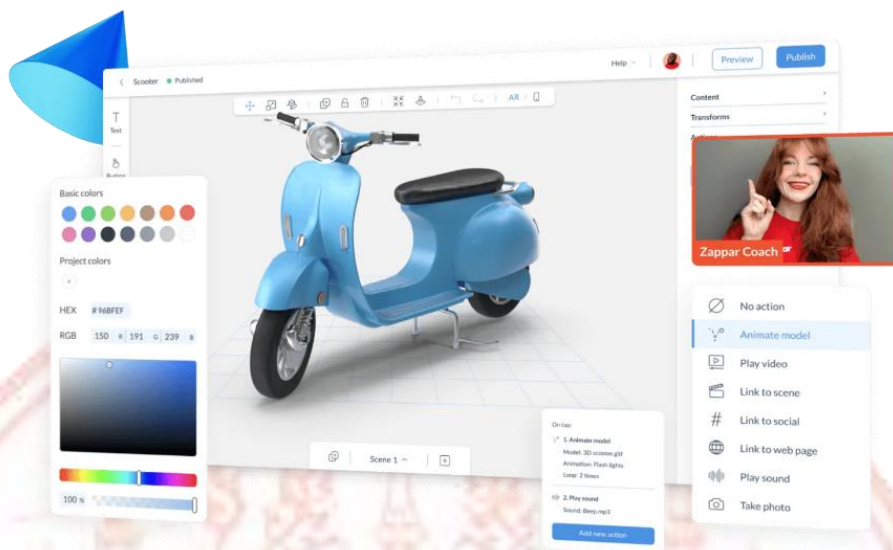
Zapworks เป็นแพลตฟอร์มที่ครอบคลุมเครื่องมือและเทคโนโลยีที่หลากหลาย ซึ่งช่วยให้ผู้ใช้งานสามารถสร้างประสบการณ์ AR ได้อย่างสมบูรณ์แบบ โดยแบ่งออกเป็น 5 ส่วนสำคัญ ดังนี้

2.3.2.2.1 Zapworks Studio เป็นเครื่องมือที่ออกแบบมาสำหรับนักพัฒนาระดับมืออาชีพ โดยรองรับการสร้างเนื้อหา AR แบบ 3D, Face Tracking, Image Tracking และ World Tracking Zapworks Studio ช่วยให้ผู้ใช้สามารถเขียนโค้ดในภาษา JavaScript เพื่อสร้างประสบการณ์ AR ที่ซับซ้อนและอินเทอร์แอคทีฟได้



ภาพที่ 2-12 เครื่องมือ Zapworks Studio (<https://zap.works>, n.d.)

2.3.2.2.2 Zapworks Designer เป็นเครื่องมือที่ไม่ต้องใช้ในการเขียนโค้ด (No-Code Platform) โดยใช้ระบบลากและวาง (Drag & Drop) ทำให้ง่ายต่อการสร้างเนื้อหา AR สำหรับผู้ที่ไม่มีพื้นฐานด้านการเขียนโปรแกรม เหมาะสำหรับการสร้างเนื้อหา AR บนนามบัตร โบรชัวร์ หรือบรรจุภัณฑ์



ภาพที่ 2-13 เครื่องมือ Zapworks Designer (<https://zap.works>, n.d.)

2.3.2.2.3 Universal AR SDK เป็นชุดเครื่องมือสำหรับนักพัฒนา ที่รองรับการทำงานบนแพลตฟอร์มต่าง ๆ เช่น Unity, Three.js, A-Frame และ Babylon.js ซึ่งช่วยให้สามารถผสานรวมเทคโนโลยี AR เข้ากับแอปพลิเคชันหรือเว็บไซต์ได้อย่างง่ายดาย



ภาพที่ 2-14 เครื่องมือ Universal AR SDK (<https://zap.works>, n.d.)

2.2.2.2.4 Zapwork WebAR เป็นเทคโนโลยีที่ช่วยให้ผู้ใช้สามารถเข้าถึงเนื้อหา AR ได้ผ่านเว็บเบราว์เซอร์ โดยไม่ต้องดาวน์โหลดแอปพลิเคชันเพิ่มเติม ทำให้การเข้าถึง AR เป็นเรื่องง่ายและสะดวกต่อผู้ใช้ปลายทาง



ภาพที่ 2-15 เครื่องมือ Zappar WebAR (<https://zap.works>, n.d.)

2.3.2.2.5 Zappar App: เป็นแอปพลิเคชันที่ใช้สำหรับการสแกน ZapCode ซึ่งเป็นโค้ดเฉพาะของ Zappar สำหรับการเข้าถึงเนื้อหา AR อย่างง่ายดาย



ภาพที่ 2-16 แอปพลิเคชัน Zappar และ ZapCode (<https://zap.works>, n.d.)

2.3.2.3 เทคโนโลยีที่ Zapworks รองรับ

Zapworks รองรับเทคโนโลยี AR หลากหลายรูปแบบ ได้แก่

2.3.2.3.1 Image Tracking การสแกนและตรวจจับภาพ

2.3.2.3.2 Face Tracking การตรวจจับและติดตามใบหน้า

2.3.2.3.3 World Tracking การวางวัตถุเสมือนในโลกจริง

2.3.2.3.4 Instant Tracking การวางวัตถุ AR บนพื้นผิวแบบเรียลไทม์

2.3.2.3.5 Multi-User AR การเล่น AR แบบหลายผู้ใช้พร้อมกัน

2.3.2.4 คุณสมบัติของ Zapworks

Zapworks เป็นแพลตฟอร์มสำหรับพัฒนาเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (Augmented Reality) ที่มีประสิทธิภาพสูง โดดเด่นด้วยคุณสมบัติการรองรับหลายแพลตฟอร์มทั้งบนมือถือ

คอมพิวเตอร์ และเว็บเบราว์เซอร์ มีการใช้งานที่เรียบง่ายด้วยเครื่องมือแบบ No-Code สำหรับผู้เริ่มต้นและแพลตฟอร์มสำหรับนักพัฒนามืออาชีพ การเข้าถึงผ่าน WebAR ที่ไม่จำเป็นต้องดาวน์โหลดแอปพลิเคชันเพิ่มเติม ความสามารถในการผสมรวมกับแพลตฟอร์มอื่น ๆ เช่น Unity, Three.js, A-Frame และ React Three Fiber การรองรับเทคโนโลยี AR หลากหลายรูปแบบทั้ง Face Tracking, Image Tracking และ World Tracking มีความปลอดภัยและเสถียรภาพสูงเหมาะสำหรับการใช้งานในอุตสาหกรรมต่าง ๆ เช่น การตลาด การศึกษา และอีคอมเมิร์ซ รวมถึงรองรับการทำงานแบบ Multi-User AR ที่ผู้ใช้หลายคนสามารถโต้ตอบกับเนื้อหา AR ได้พร้อมกัน ทำให้เป็นเครื่องมือที่มีความครอบคลุมและยืดหยุ่นสูงสำหรับการพัฒนาประสบการณ์ AR ในยุคดิจิทัลปัจจุบัน

ผู้วิจัยเลือกใช้ Zapworks Designer ในการพัฒนาสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ประเภทวิชาอุตสาหกรรม เนื่องจากเป็นเครื่องมือแบบ No-Code ที่ใช้ระบบลากและวาง ทำให้พัฒนาสื่อได้โดยง่ายแม้ไม่มีความเชี่ยวชาญด้านการเขียนโปรแกรม สามารถนำเสนอเนื้อหาซับซ้อนผ่านโมเดล 3D ที่ช่วยให้นักเรียนเข้าใจหลักการทำงานได้ชัดเจน เหมาะกับการสอนที่ต้องการทั้งภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ มีประสิทธิภาพสูงในการนำเสนอเนื้อหาด้วยต้นทุนที่ต่ำกว่าการจัดหาอุปกรณ์จริง และช่วยเพิ่มความปลอดภัยโดยให้นักเรียนเรียนรู้ผ่านโมเดลเสมือนก่อนปฏิบัติงานจริง ซึ่งช่วยยกระดับคุณภาพการเรียนการสอนในสาขาวิชาอุตสาหกรรมให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

2.4 การหาประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้

ครนพ (2561) กล่าวว่า การพัฒนาสื่อการเรียนการสอนหรือชุดการสอนใด ๆ จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการนำไปทดลองใช้ก่อนการนำไปใช้จริง เพื่อประเมินประสิทธิภาพของสื่อการสอนว่าสามารถช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และมีความรู้ที่เพิ่มพูนขึ้นหรือไม่ รวมถึงมีประสิทธิภาพเพียงใดในการสนับสนุนกระบวนการจัดการเรียนการสอนให้ดำเนินไปได้อย่างราบรื่นและมีประสิทธิผล นอกจากนี้ยังต้องพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างสื่อการสอนกับผลลัพธ์ที่ได้ และสำรวจระดับความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการเรียนรู้ผ่านสื่อการสอนดังกล่าวอีกด้วย ด้วยเหตุนี้ ผู้ที่ทำหน้าที่ผลิตสื่อการสอนจึงจำเป็นต้องดำเนินการตรวจสอบคุณภาพของสื่อการสอน หรือที่เรียกว่า "การทดสอบประสิทธิภาพ" โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.4.1 ความหมายของการทดสอบประสิทธิภาพ

ประสิทธิภาพ (Efficiency) หมายถึง สภาวะหรือคุณภาพของสมรรถนะในการดำเนินงาน เพื่อให้บรรลุเป้าหมายที่กำหนดไว้ โดยใช้ทรัพยากรที่มีอย่างคุ้มค่ามากที่สุด ไม่ว่าจะเป็นเวลา ความพยายาม หรือค่าใช้จ่าย ทั้งนี้สามารถวัดประสิทธิภาพได้จากอัตราส่วนระหว่างปัจจัยนำเข้า กระบวนการ และผลลัพธ์ที่ได้รับ ซึ่งจะสะท้อนให้เห็นถึงประสิทธิภาพในการใช้ทรัพยากร

ได้อย่างชัดเจน การมุ่งเน้นการพัฒนาประสิทธิภาพจึงเป็นสิ่งสำคัญสำหรับองค์กรต่างๆ ในการขับเคลื่อนธุรกิจให้ก้าวหน้าและแข่งขันได้อย่างยั่งยืน

การทดสอบประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้ หมายถึง การหาคุณภาพของสื่อการเรียนรู้ โดยพิจารณาตามขั้นตอนของการพัฒนาสื่อการเรียนรู้ แต่ละขั้น ตรงกับภาษาอังกฤษว่า "Developmental Testing" คือ การทดสอบคุณภาพตามพัฒนาการของการผลิตสื่อการเรียนรู้ ตามลำดับขั้นเพื่อตรวจสอบคุณภาพของแต่ละองค์ประกอบของต้นแบบชิ้นงาน ให้ดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ

ในกระบวนการผลิตสื่อการเรียนรู้ การประเมินประสิทธิภาพถือเป็นขั้นตอนสำคัญ ซึ่งประกอบด้วย การทดสอบสองช่วง คือ การทดสอบเบื้องต้น (Try Out) และการทดสอบจริง (Trial Run) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ได้สื่อการเรียนรู้ที่มีคุณภาพ สามารถเพิ่มระดับความรู้ของผู้เรียน ช่วยให้ผู้เรียนผ่านกระบวนการเรียนและการประเมินผลได้ดี สร้างความพึงพอใจให้กับผู้เรียน ผลที่ได้จากการประเมินจะถูกนำมาใช้ในการปรับปรุงและแก้ไขสื่อการเรียนรู้ก่อนที่จะผลิตออกมาเป็นจำนวนมาก เพื่อให้มั่นใจว่าสื่อการเรียนรู้มีคุณภาพสูงสุด และตอบสนองความต้องการของผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.4.1.1 การทดสอบประสิทธิภาพเบื้องต้น คือการนำตัวอย่างสื่อการเรียนรู้ที่ผลิตขึ้นเป็นต้นแบบ (Prototype) ไปทดสอบประสิทธิภาพการใช้งานตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ในแต่ละระบบ เพื่อปรับปรุงคุณภาพของสื่อการเรียนรู้ให้เข้าถึงเกณฑ์มาตรฐานที่วางไว้ และดำเนินการแก้ไขจนผ่านเกณฑ์ที่กำหนด

2.4.1.2 การทดสอบประสิทธิภาพการสอนจริง หมายถึง การนำสื่อการเรียนรู้ที่ผ่านการทดสอบและปรับปรุงคุณภาพจนได้ตามเกณฑ์มาตรฐานแล้ว ไปทดลองใช้สอนจริงในชั้นเรียนหรือในสถานการณ์การเรียนรู้ที่แท้จริง เช่น ในช่วง 1 ภาคการศึกษา เพื่อตรวจสอบคุณภาพอีกครั้งก่อนนำไปผลิตและเผยแพร่อย่างกว้างขวาง

การทดสอบประสิทธิภาพทั้งสองขั้นตอนจะต้องผ่านกระบวนการวิจัยเชิงวิจัยและพัฒนา (Research and Development : R&D) โดยต้องดำเนินการวิจัยในขั้นทดสอบประสิทธิภาพเบื้องต้น และอาจทดสอบประสิทธิภาพซ้ำในขั้นทดสอบประสิทธิภาพใช้จริงด้วยก็ได้

2.4.2 การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ

เกณฑ์ประสิทธิภาพ หมายถึง ระดับประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้ที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม เป็นระดับที่ผู้ผลิตสื่อการเรียนรู้จะพึงพอใจว่า หากสื่อการเรียนรู้มีประสิทธิภาพถึงระดับนั้นแล้ว สื่อการเรียนรู้นั้นก็มีความคุ้มค่าที่จะนำไปสอนนักเรียนและคุ้มค่าแก่การลงทุนผลิตออกมาเป็นจำนวนมาก

การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพกระทำได้โดยการประเมินผลพฤติกรรมของผู้เรียน 2 ประเภท คือ พฤติกรรมต่อเนื่อง (กระบวนการ) กำหนดค่าประสิทธิภาพเป็น E_1 = Efficiency of Process (ประสิทธิภาพของกระบวนการ) และพฤติกรรมสุดท้าย (ผลลัพธ์) กำหนดค่าประสิทธิภาพเป็น E_2 = Efficiency of Product (ประสิทธิภาพของผลลัพธ์)

2.4.2.1 ประเมินพฤติกรรมต่อเนื่อง (Transitional Behavior) คือการประเมินผลต่อเนื่องจากพฤติกรรมย่อย ๆ ของผู้เรียนระหว่างเรียน เรียกว่า "กระบวนการ" (Process) ซึ่งเกิดจากการทำกิจกรรมกลุ่ม การทำโครงการ รายงาน งานที่ได้รับมอบหมาย และกิจกรรมอื่นๆ ตามที่ผู้สอนกำหนด

2.4.2.2 ประเมินพฤติกรรมสุดท้าย (Terminal Behavior) คือ การประเมินผลลัพธ์ (Product) สุดท้ายของผู้เรียน โดยพิจารณาจากการสอบหลังเรียนและการสอบไล่

ประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้จะแสดงในรูปแบบ E_1/E_2 ซึ่งหมายถึง ค่าร้อยละเฉลี่ยของคะแนนที่ผู้เรียนทำได้จากการทำงานและกิจกรรมระหว่างเรียนทั้งหมด เทียบกับค่าร้อยละเฉลี่ยของผลการประเมินหลังเรียนทั้งหมด หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งคือ ประสิทธิภาพของกระบวนการ/ประสิทธิภาพของผลลัพธ์

2.4.3 ขั้นตอนการทดสอบประสิทธิภาพ

เมื่อผลิตสื่อการเรียนรู้ขึ้นเป็นต้นแบบแล้ว ต้องนำสื่อการเรียนรู้ไปหาประสิทธิภาพตามขั้นตอนต่อไปนี้

2.4.3.1 การทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว (1:1) เป็นขั้นตอนเริ่มต้นในการประเมินและปรับปรุงสื่อการเรียนรู้ต้นแบบ โดยผู้สอน 1 คน จะทดลองใช้สื่อกับผู้เรียน 1-3 คน ที่มีระดับความสามารถแตกต่างกัน ระหว่างการทดสอบ ผู้สอนจะจับเวลาการทำกิจกรรม สังเกตพฤติกรรม ประเมินผลจากกิจกรรมระหว่างเรียนและการทดสอบหลังเรียน แล้วนำคะแนนมาคำนวณหาประสิทธิภาพ E_1/E_2 ซึ่งมักได้ค่าประมาณร้อยละ 60/60 และต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด ดังนั้น ข้อมูลที่ได้จากการทดสอบนี้จะเป็นประโยชน์ในการปรับปรุงสื่อให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น ก่อนนำไปทดสอบในขั้นต่อไป

2.4.3.2 การทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่ม (1:10) โดยผู้สอน 1 คน จะทดลองใช้สื่อกับผู้เรียน 6-10 คน ที่มีระดับความสามารถแตกต่างกัน ระหว่างการทดสอบ ผู้สอนจะจับเวลาการทำกิจกรรม สังเกตพฤติกรรม ประเมินผลจากกิจกรรมระหว่างเรียนและการทดสอบหลังเรียน แล้วนำคะแนนมาคำนวณหาประสิทธิภาพ E_1/E_2 โดยทั่วไปการทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่มนี้จะได้ค่าประสิทธิภาพ E_1/E_2 ประมาณร้อยละ 70/70 ซึ่งสูงขึ้นจากการทดสอบแบบเดี่ยว แต่อาจยังไม่ถึงเกณฑ์ที่ตั้งไว้ จึงต้องนำไปปรับปรุงและทดสอบในขั้นสุดท้ายต่อไป

2.4.3.3 การทดสอบประสิทธิภาพภาคสนาม (1:100) เป็นการทดสอบขั้นสุดท้ายที่ผู้สอน 1 คน ทดลองใช้สื่อกับผู้เรียนทั้งชั้น ที่มีระดับความสามารถแตกต่างกัน ประมาณ 30-100 คน ซึ่งเป็น

สภาพการใช้งานจริง ผู้สอนจะจับเวลาการทำกิจกรรม สังเกตพฤติกรรม ประเมินผลจากกิจกรรม ระหว่างเรียนและการทดสอบหลังเรียน แล้วนำมาแนมมาคำนวณหาประสิทธิภาพ E_1/E_2 ซึ่งในขั้นนี้ ผลควรใกล้เคียงหรือถึงเกณฑ์ที่กำหนดไว้ หากยังไม่ถึงเกณฑ์ ต้องทบทวนปรับปรุงและอาจต้อง ทดสอบภาคสนามซ้ำจนกว่าจะได้ประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ต้องการ

ผลลัพธ์ที่ได้จากการทดสอบประสิทธิภาพภาคสนามควรใกล้เคียงกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ หากต่ำกว่า เกณฑ์ไม่เกินร้อยละ 2.5 ให้ยอมรับว่าสื่อการสอนมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ หากค่าที่ได้ต่ำกว่า เกณฑ์มากกว่าร้อยละ 2.5 ให้ปรับปรุงและทดสอบประสิทธิภาพภาคสนามซ้ำ หากผลลัพธ์สูงกว่า เกณฑ์ไม่เกินร้อยละ 2.5 ให้ยอมรับว่าสื่อการสอนมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ หากค่าที่ได้สูงกว่า เกณฑ์มากกว่าร้อยละ 2.5 ให้ปรับเกณฑ์ขึ้นไปอีกหนึ่งขั้น ตามค่าประสิทธิภาพที่ทดสอบได้

2.5 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.5.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

บุษรา (2564) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสำเร็จของผู้เรียนที่ได้จากการ เรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพที่ได้จากตนเองและจากแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้สอนได้จัดทำขึ้น และการวัดในด้านพฤติกรรมของความสามารถนั้นมีการแบ่งออกได้เป็น 3 ด้านคือ ด้านพุทธิพิสัย ด้านจิตพิสัย และด้านทักษะพิสัย

ศรีสุภา (2565) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน หมายถึง ความรู้ ความสามารถ ของผู้เรียน ที่มีการเปลี่ยนแปลงหลังจากการจัดการเรียนรู้ ซึ่งอาจได้รับประสบการณ์จากการเรียนรู้ ด้วยตนเอง หรือจากการเรียนการสอนในชั้นเรียน สามารถวัดได้โดยการแสดงออกมาทั้ง 3 ด้าน คือ พุทธิพิสัย ด้านจิตพิสัย ด้านทักษะพิสัย และใช้แบบทดสอบความสามารถในการเรียนรู้เกี่ยวกับ เนื้อหาวิชาที่เรียน

ณัฐวุฒิ (2564) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง สิ่งที่ได้รับจากกระบวนการ เรียนรู้ ซึ่งอาจเกิดจากการจัดการเรียนการสอน การฝึกฝน หรือจากประสบการณ์ทั้งในห้องเรียน ที่บ้าน รวมถึงสภาพแวดล้อมอื่น ๆ ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นอาจอยู่ในรูปของความรู้ ความสามารถ ทักษะ ทศณคติ ค่านิยม หรือจริยธรรม โดยสามารถประเมินหรือวัดผลได้จากผลงานที่ครูมอบหมาย คะแนน ที่ได้รับ เกรดเฉลี่ย แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ หรือการสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียน สำหรับแบบทดสอบ ที่มีคุณภาพควรมีลักษณะสำคัญ เช่น ความเที่ยงตรง ความเชื่อมั่น ความยุติธรรม ระดับความยาก ความชัดเจนของคำถาม ความเฉพาะเจาะจง ลักษณะของข้อสอบแบบปรนัย ระดับความลึกของ เนื้อหา รวมถึงค่าความสามารถในการจำแนกผู้เรียน และประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องมือวัด

วรรณกาญจน์ (2561) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คุณลักษณะหรือความสามารถในด้านต่างๆที่เกิดจากการเรียนการสอน การฝึกฝน หรือประสบการณ์ต่างๆ ทั้งทางตรงและทางอ้อมที่จะสามารถพัฒนาได้จากการเรียนการสอน ซึ่งวัดได้ในรูปของคะแนนหรือระดับความสามารถในการทำแบบทดสอบหรือแบบฝึกหัดได้ถูกต้องหลังจากที่ศึกษาเนื้อหาบทเรียนแล้ว

ธนอมศักดิ์ (2562) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ผลของความสำเร็จของผู้เรียนในด้านความรู้ หรือในด้านทักษะที่เกิดจากประสบการณ์ของผู้เรียน ซึ่งแสดงถึงศักยภาพที่เกิดขึ้นของผู้เรียน โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้ การฝึกฝน การอบรม ให้กับผู้เรียน และสามารถวัดระดับผลสัมฤทธิ์ผล ได้จากเครื่องมือวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

วิเชียร (2562) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสามารถด้านความรู้ ทักษะทางการเรียนที่เกิดจากการฝึกอบรมหรือจากการสอน เกิดจากการกระทำที่ประสานกันและอาศัยความพยายามอย่างมาก ทั้งองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับสติปัญญาและองค์ประกอบที่ไม่ใช่สติปัญญา แสดงออกในรูปของความสำเร็จ สามารถวัดได้ด้วยแบบทดสอบวัดผลทางการเรียน

จากการศึกษาสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ระดับความสำเร็จของผู้เรียนที่เกิดจากกระบวนการเรียนรู้ การฝึกฝน และประสบการณ์ ทั้งในและนอกห้องเรียน ซึ่งสะท้อนถึงความรู้ ความสามารถ ทักษะ และพฤติกรรมที่เปลี่ยนแปลงไปในทางที่ดีขึ้น สามารถวัดผลได้โดยใช้แบบทดสอบ คะแนน เกรดเฉลี่ย หรือการสังเกตพฤติกรรม โดยครอบคลุมทั้งสามด้าน ได้แก่ ด้านพุทธิพิสัย ซึ่งเกี่ยวข้องกับความรู้และสติปัญญา ด้านจิตพิสัย ที่เกี่ยวข้องกับเจตคติ ค่านิยม และอารมณ์ และด้านทักษะพิสัย ซึ่งเกี่ยวข้องกับทักษะปฏิบัติและการนำความรู้ไปใช้ ดังนั้น ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจึงเป็นตัวชี้วัดสำคัญของคุณภาพการศึกษา ที่สามารถพัฒนาได้ผ่านการจัดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ

2.5.2 ระดับพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัย

วรรณกาญจน์ (2561) อธิบายว่า การพัฒนาแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่มีประสิทธิภาพต้องพิจารณาองค์ประกอบหลัก ได้แก่ ความครอบคลุมเนื้อหา คุณภาพของคำถาม และความสอดคล้องกับพฤติกรรมการเรียนรู้ตามเป้าหมายของหลักสูตร โดยคำถามต้องวัดพฤติกรรมที่ตรงกับวัตถุประสงค์ของแต่ละรายวิชา โดยพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านพุทธิพิสัยจำแนกออกเป็น 6 ระดับ ตามแนวคิดของ Benjamin Bloom ที่ได้รับการปรับปรุงใหม่โดย Anderson and Krathwohl ดังนี้

2.5.2.1 การจำ (Remembering) ในกระบวนการเรียนรู้ คือกระบวนการทางปัญญาขั้นพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการเก็บรักษาและดึงข้อมูลกลับมาใช้ได้ กระบวนการนี้เป็นรากฐานสำคัญของการเรียนรู้ที่จะนำไปสู่ทักษะการคิดขั้นสูงต่อไป ประกอบด้วยองค์ประกอบย่อย 3 ประการ เรียงลำดับจากกระบวนการคิดที่ซับซ้อนน้อยไปมาก ดังนี้

2.5.2.1.1 การจำได้ (Remember) เป็นความสามารถพื้นฐาน ในการจดจำ ข้อมูลความรู้ที่ได้เรียนมาแล้วผู้เรียนสามารถเก็บรักษาข้อมูลและนำกลับมาใช้ใหม่ได้เมื่อต้องการ

2.5.2.1.2 การจำและระลึกได้ (Recognizing) เป็นขั้นที่ผู้เรียน ไม่เพียงจำ ได้ แต่สามารถระบุข้อมูลที่ชัดเจนได้สามารถระบุรายละเอียดเฉพาะเจาะจง เช่น สารสำคัญ วันที่ หรือเหตุการณ์สำคัญได้อย่างแม่นยำ

2.5.2.1.3 การจำ ระลึกถึงชุดความรู้ และสามารถเรียกนำกลับมาใช้ได้ (Recalling) เป็นขั้นสูงสุดของกระบวนการจำ ผู้เรียนสามารถจดจำและเรียกคืนชุดความรู้ที่มีความ ต่อเนื่องและเชื่อมโยงกัน แสดงถึงความสมบูรณ์ของการจดจำข้อมูลที่เป็นระบบและมีโครงสร้าง สามารถนำชุดความรู้ทั้งหมดมาประยุกต์ใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.5.2.2 การเข้าใจ (Understanding) เป็นกระบวนการทางปัญญาที่อยู่ในระดับสูงกว่า การจำ โดยเป็นความสามารถในการจับใจความสำคัญ การตีความ และการสร้างความหมายจาก ข้อมูลที่ได้รับ การเข้าใจเกี่ยวข้องกับความสามารถในการประมวลผลข้อมูลที่ได้รับ แล้วสามารถแปล ความหมาย ตีความ และสรุปใจความสำคัญได้ด้วยตนเอง โดยไม่ใช่เพียงการจดจำข้อมูลเท่านั้น แต่ ต้องสามารถอธิบายด้วยภาษาของตนเองได้ ประกอบด้วยทักษะย่อยหลายประการ ได้แก่

2.5.2.2.1 การตีความ (Interpreting) – ความสามารถในการแปลความหมาย จากรูปแบบหนึ่งไปสู่อีกรูปแบบหนึ่ง

2.5.2.2.2 การยกตัวอย่าง (Exemplifying) – สามารถยกตัวอย่างที่สอดคล้อง กับหลักการหรือแนวคิดได้

2.5.2.2.3 การจัดหมวดหมู่ (Classifying) – สามารถจัดกลุ่มข้อมูลตามลักษณะ หรือคุณสมบัติร่วมกัน

2.5.2.2.4 การสรุป (Summarizing) – สามารถย่อความและจับประเด็นสำคัญของเนื้อหาได้

2.5.2.2.5 การอนุมาน (Inferring) – สามารถสร้างข้อสรุปที่มีเหตุผลจากข้อมูล ที่มีอยู่

2.5.2.2.6 การเปรียบเทียบ (Comparing) – สามารถเปรียบเทียบความ เหมือนและความแตกต่างระหว่างแนวคิดได้

2.5.2.2.7 การอธิบาย (Explaining) – สามารถอธิบายความสัมพันธ์เชิงเหตุ และผลของข้อมูลได้

2.5.2.3 การประยุกต์ใช้ (Applying) เป็นกระบวนการทางปัญญาที่อยู่ในระดับที่สูงขึ้นต่อ จากการจำและการเข้าใจ เป็นความสามารถในการนำความรู้ หลักการ และแนวคิดที่ได้เรียนรู้มาใช้ใน สถานการณ์ต่างๆ ทั้งที่คุ้นเคยและไม่คุ้นเคย การประยุกต์ใช้เป็นการแสดงให้เห็นว่าผู้เรียนไม่เพียงแต่

เข้าใจเนื้อหา แต่สามารถนำความรู้นั้นไปใช้ในการแก้ปัญหาหรือสถานการณ์จริงได้ เป็นการเชื่อมโยงระหว่างทฤษฎีและการปฏิบัติ มีองค์ประกอบสำคัญ 2 ประการ ได้แก่

2.5.2.3.1 การนำไปใช้ (Executing) เป็นการนำความรู้หรือกระบวนการที่คุ้นเคยไปใช้ในสถานการณ์ที่คุ้นเคย ผู้เรียนสามารถปฏิบัติตามขั้นตอนหรือกระบวนการที่เรียนรู้มาได้อย่างถูกต้อง มักเป็นการนำความรู้ไปใช้ในลักษณะของการทำตามกระบวนการที่มีรูปแบบชัดเจน

2.5.2.3.2 การดำเนินการ (Implementing) เป็นการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่หรือสถานการณ์ที่ไม่คุ้นเคย ผู้เรียนต้องเลือกและปรับใช้ความรู้ให้เหมาะสมกับบริบทหรือสถานการณ์ที่แตกต่างไป ต้องอาศัยความเข้าใจอย่างลึกซึ้งและความยืดหยุ่นทางความคิด

2.5.2.4 การวิเคราะห์ (Analyzing) เป็นกระบวนการทางปัญญาขั้นสูงที่เกี่ยวข้องกับการแยกแยะองค์ประกอบต่าง ๆ ของข้อมูล แนวคิด หรือสถานการณ์ เพื่อทำความเข้าใจความสัมพันธ์และโครงสร้างโดยรวม การวิเคราะห์เป็นความสามารถในการแยกแยะส่วนประกอบต่างๆ ออกจากกัน และศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างส่วนประกอบเหล่านั้น รวมถึงความสัมพันธ์กับโครงสร้างโดยรวม เพื่อทำความเข้าใจอย่างลึกซึ้ง ประกอบด้วยองค์ประกอบย่อยที่เรียงลำดับจากการใช้กระบวนการคิดที่ซับซ้อนน้อยที่สุดไปมากที่สุด ดังนี้

2.5.2.4.1 การแยกแยะ (Differentiating) เป็นความสามารถในการแยกแยะส่วนประกอบที่สำคัญออกจากส่วนที่ไม่สำคัญ สามารถระบุส่วนที่มีความเกี่ยวข้องและไม่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่กำลังศึกษา เป็นการคัดกรองข้อมูลเพื่อให้เหลือเฉพาะสิ่งที่จำเป็นต่อการวิเคราะห์

2.5.2.4.2 การจัดระบบ (Organizing) เป็นความสามารถในการจัดโครงสร้างหรือลำดับของข้อมูล สามารถค้นหารูปแบบหรือความสอดคล้องระหว่างองค์ประกอบต่าง ๆ มีความเข้าใจว่าแต่ละส่วนเชื่อมโยงหรือสัมพันธ์กันอย่างไร

2.5.2.4.3 การระบุคุณลักษณะ (Attributing) เป็นความสามารถในการระบุมุมมอง ค่านิยม หรือเจตนาที่แฝงอยู่ในข้อมูล สามารถเข้าใจถึงแรงจูงใจหรือจุดประสงค์เบื้องหลังของข้อมูลหรือการกระทำ เป็นการวิเคราะห์ในระดับลึกที่มองทะลุถึงสาระสำคัญที่ซ่อนอยู่

2.5.2.5 การประเมินค่า (Evaluating) เป็นกระบวนการตัดสินใจโดยใช้ เกณฑ์ (Criteria) หรือ มาตรฐาน (Standard) ที่กำหนดไว้ล่วงหน้า ซึ่งสามารถดำเนินการได้โดย การตรวจสอบ (Checking) และ การวิเคราะห์เชิงวิพากษ์ (Critiquing) ประกอบด้วย

2.5.2.5.1 การประเมิน (Evaluate) เป็นการพิจารณาว่าสิ่งที่ถูกประเมินนั้นมีคุณสมบัติ คุณภาพ และลักษณะ ตรงตามเกณฑ์หรือมาตรฐานที่กำหนดไว้หรือไม่

2.5.2.5.2 การตรวจสอบรายการ (Checking) เป็นการศึกษา สังเกต และตรวจสอบเพื่อวิเคราะห์และประเมินว่าสิ่งที่ศึกษานั้นมี ระบบ ระเบียบ ขั้นตอน กระบวนการ หลักการ คุณสมบัติ และคุณภาพ มากน้อยเพียงใด

2.5.2.5.3 การอภิปราย การวิพากษ์วิจารณ์ เพื่อหาข้อสรุปที่ดีที่สุด (Critiquing) เป็นการเปรียบเทียบระหว่าง ระบบ ระเบียบ ขั้นตอน กระบวนการ หลักการ และทฤษฎี ของสิ่งที่ศึกษามากกว่า 2 รูปแบบ เพื่อพิจารณาว่ารูปแบบใดมี คุณค่า ความเหมาะสม และสามารถแก้ไขปัญหาได้ดีที่สุด

2.5.2.6 การคิดสร้างสรรค์ (Creating) การคิดสร้างสรรค์เป็นกระบวนการระดับสูงสุดของ Bloom's Revised Taxonomy ซึ่งหมายถึงการนำเอาความรู้ที่ได้จากขั้นตอนก่อนหน้ามาบูรณาการ และปรับใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด ทั้งในแง่ของ ความสอดคล้องของความรู้ (Coherent) การใช้ความรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Functional Whole) และการจัดระบบองค์ความรู้ใหม่ (Reorganize) ผลลัพธ์ของกระบวนการคิดสร้างสรรค์ อาจอยู่ในรูปของ องค์ความรู้ใหม่ (Generate) รูปแบบการวางแผนที่แตกต่างจากเดิม (Plan) และนวัตกรรมหรือผลผลิตใหม่ (Product) ซึ่งกระบวนการของการคิดสร้างสรรค์ ประกอบด้วย

2.5.2.6.1 การสร้าง (Create) เป็นกระบวนการรวบรวมและผสานองค์ความรู้เดิมเพื่อนำไปพัฒนาเป็นแนวคิดใหม่ อาจเป็นการรวมองค์ความรู้จากหลายสาขาวิชาเพื่อสร้างสิ่งใหม่ที่เป็นประโยชน์

2.5.2.6.2 การผลิต (Generating) เป็นการรวบรวมข้อมูลและองค์ความรู้เพื่อนำมาสร้างแนวคิด วิธีการ หรือทฤษฎีใหม่ เน้นการคิดเชิงสร้างสรรค์และนวัตกรรม

2.5.2.6.3 การวางแผน (Planning) เป็นการจัดระเบียบและกำหนดแนวทางเพื่อให้สามารถดำเนินงานตามแนวคิดใหม่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ รวมถึงการออกแบบโครงสร้าง การตั้งเป้าหมาย และการกำหนดกลยุทธ์

2.5.2.6.4 การสร้างผลิตผล (Producing) เป็นกระบวนการนำแผนที่วางไว้ไปสู่การผลิตผลงานจริง อาจเป็นผลิตภัณฑ์ เทคโนโลยี หรือกระบวนการใหม่

2.5.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

เมธา และผดุงชัย (2563) อธิบายว่า แบบทดสอบเป็นเครื่องมือสำคัญในการวัดและประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน โดยออกแบบมาเพื่อวัดพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย ซึ่งหมายถึงระดับความรู้ ความเข้าใจ และความสามารถในการนำไปใช้ของผู้เรียน แบบทดสอบมีบทบาทสำคัญในการสะท้อนประสิทธิภาพของกระบวนการเรียนการสอน ช่วยให้ครูผู้สอนสามารถปรับปรุงวิธีการสอนให้เหมาะสมกับผู้เรียนได้ดียิ่งขึ้น แบบทดสอบสามารถจำแนกออกเป็น 2 ประเภทหลัก ได้แก่

2.5.3.1 แบบทดสอบอัตนัย (Subjective Test หรือ Essay Type) เป็นแบบทดสอบที่เปิดโอกาสให้ผู้สอบสามารถตอบคำถามได้อย่างอิสระ โดยอาจต้องอธิบาย บรรยาย หรือให้เหตุผลประกอบ การให้คะแนนขึ้นอยู่กับ การวิเคราะห์และการตัดสินใจของผู้ตรวจ ได้แก่

2.5.3.1.1 แบบทดสอบอัตนัยแบบจำกัดคำตอบ (Restricted Response Question) เป็นแบบทดสอบที่กำหนดขอบเขตการตอบให้แคบลง โดยระบุประเด็นที่ต้องการให้ชัดเจน ผู้ตอบต้องให้คำตอบที่ตรงประเด็นและไม่สามารถขยายความได้มากนัก

2.5.3.1.2 แบบทดสอบอัตนัยแบบไม่จำกัดคำตอบ (Extended Response Question) เป็นแบบทดสอบที่เปิดกว้าง ผู้สอบสามารถแสดงความคิดเห็นและอธิบายรายละเอียดตามความเข้าใจของตนเองได้อย่างอิสระ การให้คะแนนอาจพิจารณาจากความสมเหตุสมผลของเนื้อหา การลำดับความคิด และการใช้ภาษา

2.5.3.2 แบบทดสอบปรนัย (Objective Test) เป็นแบบทดสอบที่มีคำตอบที่แน่นอน ชัดเจน การให้คะแนนทำได้ง่ายและมีความเที่ยงตรงสูง แบบทดสอบประเภทนี้แบ่งออกเป็นหลายรูปแบบ ได้แก่

2.5.3.2.1 แบบทดสอบแบบถูก-ผิด (True-False Test) เป็นข้อสอบที่ให้ผู้สอบเลือกว่าข้อความที่กำหนดให้นั้นถูกหรือผิด ใช้สำหรับวัดความรู้พื้นฐานหรือแนวคิดที่สามารถแบ่งได้ชัดเจน

2.5.3.2.2 แบบทดสอบแบบจับคู่ (Matching Test) เป็นแบบทดสอบที่กำหนดชุดของคำถามและคำตอบแยกออกจากกัน ผู้สอบต้องจับคู่คำถามกับคำตอบที่ถูกต้อง เหมาะสำหรับการวัดความรู้เกี่ยวกับคำศัพท์ นิยาม หรือความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล

2.5.3.2.3 แบบทดสอบแบบเลือกตอบ (Multiple-Choice Test) เป็นข้อสอบที่แต่ละคำถามมีตัวเลือกให้เลือกตอบ โดยปกติมี 3-5 ตัวเลือก และมีคำตอบที่ถูกต้องเพียงข้อเดียว แบบทดสอบประเภทนี้สามารถวัดระดับความเข้าใจของผู้เรียนได้ตั้งแต่พื้นฐานจนถึงระดับสูง

2.5.3.2.4 แบบทดสอบแบบเติมคำ (Completion Test หรือ Fill-in-the-Blank) เป็นแบบทดสอบที่ให้ผู้สอบเติมคำลงในช่องว่างเพื่อให้ข้อความสมบูรณ์ เหมาะสำหรับการวัดความรู้ ความจำหรือความเข้าใจเกี่ยวกับเนื้อหาที่เรียน

2.5.3.3 หลักการสร้างแบบทดสอบแบบเลือกตอบ (Multiple-Choice Test)

แบบทดสอบแบบเลือกตอบเป็นหนึ่งในรูปแบบของข้อสอบปรนัยที่ได้รับความนิยมมากที่สุด เนื่องจากสามารถวัดความรู้ในระดับต่างๆ ตั้งแต่พื้นฐานไปจนถึงระดับสูง ตรวจให้คะแนนได้ง่าย และมีความเที่ยงตรงสูง การสร้างแบบทดสอบแบบเลือกตอบที่มีคุณภาพต้องอาศัยหลักการที่รอบคอบ เพื่อให้ข้อสอบสามารถวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้อย่างถูกต้องและเป็นธรรมข้อสอบแบบเลือกตอบประกอบด้วย 2 ส่วนหลัก ได้แก่

2.5.3.3.1 โจทย์ (Stem) เป็นคำถามหรือข้อความนำที่ต้องการให้ผู้สอบตอบ หลักการสร้างโจทย์ (Stem) ที่ดี ได้แก่

- 1) มีความหมายสมบูรณ์ในตัวเอง – โจทย์ควรเป็นข้อความที่สมบูรณ์ ไม่คลุมเครือ และไม่ต้องอาศัยตัวเลือกเพื่อให้เข้าใจ
- 2) หลีกเลี่ยงการใช้ภาษาซับซ้อน – ควรใช้ภาษาที่เข้าใจง่ายและเหมาะสมกับระดับของผู้สอบ
- 3) ควรถามในลักษณะบอกเล่า หลีกเลี่ยงประโยคปฏิเสธ – หากจำเป็นต้องใช้ประโยคปฏิเสธ ควรขีดเส้นใต้คำสำคัญเพื่อให้ชัดเจน
- 4) ถามเพียงประเด็นเดียวต่อหนึ่งข้อ – เพื่อป้องกันความซับซ้อนและความสับสนในการตอบ
- 5) โจทย์แต่ละข้อควรเป็นอิสระจากกัน – ไม่ควรใช้คำถามที่หาคำตอบของข้ออื่น

2.5.3.3.2 ตัวเลือก (Alternatives) – เป็นชุดคำตอบที่ให้เลือกรวมด้วยตัวเลือกที่ถูกต้อง (Keyed Response) ตัวลวง (Distractors) หลักการสร้างตัวเลือก (Alternatives) ที่ดี ได้แก่

- 1) ตัวเลือกควรมีความเป็นเอกพันธ์ (Homogeneous) – ตัวเลือกทั้งหมดควรอยู่ในประเภทเดียวกัน
- 2) ตัวเลือกควรมีจำนวนที่เหมาะสม – โดยทั่วไปควรมี 3-5 ตัวเลือก (นิยมใช้ 4 ตัวเลือก)
- 3) ตัวเลือกควรมีโอกาสถูกใกล้เคียงกัน – ไม่ควรให้ตัวเลือกที่ถูกต้องดูโดดเด่นกว่าตัวอื่น
- 4) ตัวเลือกควรมีความยาก-ง่ายพอๆ กัน – เพื่อป้องกันไม่ให้ผู้สอบสามารถตัดตัวเลือกที่ผิดออกได้ง่าย
- 5) เรียงลำดับตัวเลือกให้เป็นระบบ – เช่น จากน้อยไปมาก หรือเรียงตามตัวอักษร
- 6) ควรมีเพียงคำตอบที่ถูกต้องข้อเดียว – หลีกเลี่ยงการใช้ "ทุกข้อถูกต้อง" หรือ "ไม่มีข้อใดถูกต้อง" เว้นแต่เป็นการวัดทักษะเฉพาะทาง
- 7) ภาษาของตัวเลือกไม่ควรซ้ำกับโจทย์มากเกินไป – หากจำเป็นต้องใช้คำซ้ำ ควรใส่ไว้ในโจทย์

2.5.3.4 ขั้นตอนการสร้างและพัฒนาแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นกระบวนการที่ต้องใช้หลักการทางทฤษฎีและประเมินผล เพื่อให้ได้ข้อสอบที่มีคุณภาพ สามารถวัดผลการเรียนรู้ของผู้เรียนได้อย่างถูกต้องแม่นยำ กระบวนการสร้างและพัฒนาแบบทดสอบประกอบด้วย 8 ขั้นตอนสำคัญ ดังนี้

2.5.3.4.1 กำหนดวัตถุประสงค์ของแบบทดสอบระบุพฤติกรรมการเรียนรู้ที่ต้องการวัด โดยกำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมให้ชัดเจน เช่น การวัดความรู้ ความเข้าใจ หรือทักษะเฉพาะด้าน อ้างอิงวัตถุประสงค์จากหลักสูตรหรือแผนการเรียนรู้

2.5.3.4.2 วิเคราะห์หลักสูตรและกำหนดขอบเขตของเนื้อหา โดยศึกษาหลักสูตร รายวิชา และมาตรฐานการเรียนรู้ แยกแยะหัวข้อเนื้อหาเป็นหมวดหมู่หรือหน่วยการเรียนรู้ กำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของแต่ละหน่วยเนื้อหา

2.5.3.4.3 ระบุเงื่อนไขในการทดสอบ โดยกำหนดรายละเอียดเกี่ยวกับการสอบ เช่น กลุ่มเป้าหมาย (เช่น นักเรียนระดับชั้น ปวช.) เวลาที่ใช้ในการสอบ (เช่น 60 นาที) รูปแบบของข้อสอบ (เช่น ข้อสอบแบบปรนัยหรืออัตนัย) วิธีการให้คะแนนและเกณฑ์การประเมิน

2.5.3.4.4 สร้างแผนผังแบบทดสอบ (Test Blueprint) โดยจัดทำตารางที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหา จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม และจำนวนข้อสอบ กำหนดสัดส่วนของข้อสอบตามระดับพฤติกรรมการเรียนรู้ เช่น ความจำ (Remembering) ความเข้าใจ (Understanding) การนำไปใช้ (Applying) การวิเคราะห์ (Analyzing) การประเมินค่า (Evaluating) การสร้างสรรค์ (Creating)

2.5.3.4.5 ออกแบบและเขียนข้อสอบ โดยเขียนข้อสอบให้ตรงตามแผนผังแบบทดสอบ ใช้ภาษาที่ชัดเจน ไม่คลุมเครือ หลีกเลี่ยงคำถามที่มีความกำกวม หรือมีคำใบ้ในตัวเลือกรูปแบบข้อสอบที่นิยมใช้ ได้แก่ ข้อสอบแบบเลือกตอบ (Multiple Choice) ข้อสอบแบบถูก-ผิด (True-False) ข้อสอบแบบจับคู่ (Matching) ข้อสอบแบบเติมคำ (Completion) ข้อสอบแบบอัตนัย (Essay)

2.5.3.4.6 ตรวจสอบคุณภาพของข้อสอบเบื้องต้น โดยวิเคราะห์คุณภาพของข้อสอบ โดยตรวจสอบประเด็นต่อไปนี้ ความถูกต้องของเนื้อหา ความเหมาะสมของระดับพฤติกรรมทางปัญญา ความชัดเจนของคำถามและตัวเลือก การไม่มีอคติหรือคำใบ้ในข้อสอบ

2.5.3.4.7 ทดลองใช้และวิเคราะห์ข้อสอบ (Pilot Testing & Item Analysis) ทดลองใช้ข้อสอบกับกลุ่มตัวอย่าง วิเคราะห์คุณภาพข้อสอบ เช่น ค่าความยาก (Difficulty Index) ค่าความสามารถในการจำแนก (Discrimination Index) และค่าความเที่ยง (Reliability)

2.5.3.4.8 แก้ไข ปรับปรุง และใช้งานจริง โดยปรับปรุงข้อสอบตามผลการวิเคราะห์ นำข้อสอบที่ผ่านการทดสอบคุณภาพไปใช้จริง สะสมข้อสอบเพื่อสร้างคลังข้อสอบ (Test Bank) สำหรับการใช้งานในอนาคต

2.5.3.5 คุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

คุณภาพของแบบทดสอบเป็นสิ่งสำคัญ เนื่องจากแบบทดสอบที่มีคุณภาพจะให้ข้อมูลที่เชื่อถือได้และสะท้อนผลการวัดที่ถูกต้อง ซึ่งจำเป็นต้องมีการพิจารณาในหลายมิติหลัก ได้แก่ ความตรง

(Validity) ความเที่ยง (Reliability) ความยาก (Difficulty) อำนาจจำแนก (Discrimination) และความเป็นปรนัย (Objectivity) โดยมีรายละเอียดดังนี้

2.5.3.5.1 ความตรง (Validity) หมายถึง ความสามารถของแบบทดสอบในการวัดสิ่งที่ตั้งใจจะวัดจริง ๆ แบ่งออกเป็น 3 ประเภทหลัก ดังนี้

1) ความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) หมายถึง ความสอดคล้องของข้อสอบกับเนื้อหาและพฤติกรรมที่ต้องการวัด ควรได้รับการตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญ เพื่อให้มั่นใจว่าแบบทดสอบครอบคลุมทุกประเด็นที่เกี่ยวข้อง วิธีการวัด ใช้ดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item-Objective Congruence: IOC) ซึ่งให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินข้อสอบแต่ละข้อว่าตรงตามวัตถุประสงค์หรือไม่ได้

2) ความตรงเชิงโครงสร้าง (Construct Validity) หมายถึง ความสามารถของแบบทดสอบในการวัดโครงสร้างทางทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง ใช้วิธีการทางสถิติเพื่อทดสอบว่าข้อสอบวัดสิ่งที่ตั้งใจจะวัดจริงหรือไม่ เช่น การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory Factor Analysis)

3) ความตรงตามเกณฑ์ (Criterion-related Validity) หมายถึง การวัดได้สอดคล้องกับเกณฑ์ภายนอกที่กำหนด ซึ่งแบ่งเป็น

3.1) ความตรงเชิงสภาพ (Concurrent Validity) เป็นการทดสอบว่าคะแนนที่ได้มีความสัมพันธ์กับตัวชี้วัดที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน

3.2) ความตรงเชิงพยากรณ์ (Predictive Validity) เป็นการทดสอบว่าคะแนนสามารถทำนายผลลัพธ์ในอนาคตได้ เช่น คะแนนสอบเข้าที่สามารถทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในมหาวิทยาลัย

2.5.3.5.2 ความเที่ยง (Reliability) หมายถึง ความคงที่ของผลการวัด หากใช้แบบทดสอบเดียวกันซ้ำในเงื่อนไขเดียวกันแล้วควรให้ผลลัพธ์ที่ใกล้เคียงกัน มีวิธีวัดหลายแบบ ได้แก่

1) การทดสอบซ้ำ (Test-Retest Method) วัดโดยใช้แบบทดสอบชุดเดียวกันสอบซ้ำในช่วงเวลาที่แตกต่างกัน หากคะแนนที่ได้ใกล้เคียงกัน แสดงว่าแบบทดสอบมีความเที่ยงสูง

2) การใช้แบบทดสอบคู่ขนาน (Equivalent Form Method) ใช้แบบทดสอบที่มีเนื้อหาและโครงสร้างคล้ายกัน 2 ฉบับ หากได้ผลลัพธ์ที่สอดคล้องกัน แสดงว่าแบบทดสอบมีความเที่ยงสูง

3) การแบ่งครึ่งข้อสอบ (Split-Half Method) แบ่งข้อสอบออกเป็น 2 ส่วนเท่ากัน (เช่น ข้อคู่และข้อคี่) แล้วเปรียบเทียบคะแนนของแต่ละส่วน ค่าความสัมพันธ์ระหว่างสองส่วนสะท้อนถึงระดับความเที่ยงของแบบทดสอบ

2.5.3.5.3 ความยาก (Difficulty) หมายถึง ระดับที่ข้อสอบสามารถถูกตอบได้ง่ายหรือยากเพียงใด ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่าผู้สอบสามารถทำข้อสอบได้ดีเพียงใด และช่วยให้ผู้สร้างข้อสอบสามารถปรับปรุงข้อสอบให้เหมาะสมกับระดับของผู้สอบ โดยข้อสอบที่ดี ควรมีค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.2 - 0.8 เพื่อให้สามารถแยกแยะความสามารถของผู้สอบได้อย่างเหมาะสม

2.5.3.5.4 อำนาจจำแนก (Discrimination) หมายถึง ความสามารถในการแยกแยะผู้ที่มีความสามารถสูงและต่ำออกจากกัน ข้อสอบที่มีอำนาจจำแนกที่ดีควรสามารถระบุได้ว่า ผู้ที่มีความสามารถสูงมีแนวโน้มที่จะตอบถูก มากกว่าผู้ที่มีความสามารถต่ำ โดยข้อสอบที่ดีควรมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป เพื่อให้สามารถวัดความสามารถของผู้สอบได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.5.3.5.5 ความเป็นปรนัย (Objectivity) หมายถึง ความชัดเจนของข้อสอบ และการให้คะแนน โดยลดอิทธิพลของความคิดเห็นส่วนตัวของผู้ให้คะแนน มี 3 องค์ประกอบหลัก ได้แก่

- 1) ความชัดเจนของคำถาม คำถามต้องตรงประเด็น ชัดเจน ไม่กำกวม ควรใช้ภาษาที่เหมาะสมกับระดับผู้สอบ
- 2) ความชัดเจนในการให้คะแนน การตรวจข้อสอบควรมีเกณฑ์ที่แน่นอน เช่น กำหนดเกณฑ์ที่ชัดเจน ในกรณีข้อสอบอัตนัย ควรมี Rubric หรือแนวทางให้คะแนนเพื่อลดความคลาดเคลื่อน
- 3) ความชัดเจนในการแปลความหมายของคะแนน ผลคะแนนต้องสามารถแปลความหมายได้อย่างถูกต้อง เช่น การกำหนดระดับผลการเรียน (A, B, C, D) ตามค่าคะแนน

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.6.1 งานวิจัยในประเทศ

ณรงค์ และคณะ (2563) ทำการวิจัยเรื่อง เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม 2 มิติ : การตั้งศูนย์ชั้นงานในงานกักด้วยเครื่องจักรกลอัตโนมัติ การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพของสื่อการสอนด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม 2 มิติ เรื่องการตั้งศูนย์ชั้นงานในงานกักด้วยเครื่องจักรกลอัตโนมัติ และเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาเทียบกับเกณฑ์ กลุ่มตัวอย่างคือ นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ปีที่ 2 แผนกเทคนิคอุตสาหกรรม จำนวน 30 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ สื่อการสอนแบบความเป็นจริงเสริม 2 มิติ แบบประเมินคุณภาพของสื่อการสอน และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งผ่านการตรวจสอบคุณภาพทางสถิติแล้ว สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย

ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าประสิทธิภาพของสื่อการสอน และการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้สถิติ t-test เทียบกับเกณฑ์ ผลการวิจัยพบว่า สื่อการสอนที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X} = 4.51$, S.D.=0.31) และมีประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) เท่ากับ 81.08 และประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) เท่ากับ 83.55 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ 80/80 นอกจากนี้ นักศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ย 25.06 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.62 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แสดงให้เห็นว่าสื่อการสอนที่พัฒนาขึ้นสามารถส่งเสริมการเรียนรู้และเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาได้อย่างมีประสิทธิภาพ

สุธีร์ และสุภาณี (2566) ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้เชิงรุกร่วมกับความเป็นจริงเสริม เพื่อเสริมสร้างทักษะคอมพิวเตอร์และสารสนเทศเพื่องานอาชีพ สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนารูปแบบการเรียนรู้เชิงรุกร่วมกับเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม 2) ทดลองใช้รูปแบบการเรียนรู้เชิงรุกที่พัฒนาขึ้น และ 3) รับรองรูปแบบดังกล่าว กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา จำนวน 139 คน คัดเลือกด้วยวิธีการสุ่มแบบหลายขั้นตอน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบสอบถามความคิดเห็นแบบประเมินทักษะคอมพิวเตอร์และสารสนเทศเพื่อการทำงานอาชีพ แบบทดสอบวัดทักษะ และแบบประเมินความคิดเห็นของผู้สอน ผลการวิจัยพบว่า 1) รูปแบบการเรียนรู้เชิงรุกที่พัฒนาขึ้น มีค่าเฉลี่ยความเหมาะสมอยู่ที่ 4.3 ซึ่งอยู่ในระดับมาก 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยนักเรียนมีทักษะด้านคอมพิวเตอร์และสารสนเทศเพื่อการทำงานอาชีพสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญหลังการเรียน 3) ครูผู้สอนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ มีความคิดเห็นต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในรูปแบบที่พัฒนาขึ้นอยู่ในระดับพึงพอใจมาก โดยมีความเฉลี่ย 4.53 สะท้อนให้เห็นว่ารูปแบบการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นสามารถส่งเสริมการเรียนรู้และพัฒนาทักษะของนักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ดุสิต และอภิชาติ (2562) ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาสื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม Augmented Reality (AR) เพื่อพัฒนาทักษะการคิดของนักศึกษาอาชีวศึกษา ที่มีระดับการคิดอย่างมีวิจารณญาณต่างกัน การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาอาชีวศึกษาผ่านสื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ก่อนและหลังเรียน 2) เปรียบเทียบทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักศึกษาอาชีวศึกษาผ่านสื่อการเรียนรู้สามมิติตั้งแต่ก่อนและหลังเรียน 3) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาอาชีวศึกษาที่มีระดับการคิดอย่างมีวิจารณญาณแตกต่างกัน และ 4) ศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อสื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริง กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักศึกษาสาขาวิชาช่างไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

วิทยาลัยเทคนิคชลบุรี จำนวน 90 คน ซึ่งได้รับการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบวัดทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และแบบสอบถามความพึงพอใจ การวิเคราะห์ข้อมูล ใช้สถิติร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การทดสอบค่าที และการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว ผลการวิจัยพบว่า 1) คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 2) คะแนนทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 3) คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่มีระดับการคิดอย่างมีวิจารณญาณแตกต่างกันไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และ 4) นักศึกษามีความพึงพอใจต่อสื่อการเรียนรู้อสามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมในระดับมากที่สุด ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่า สื่อการเรียนรู้อสามมิติที่พัฒนาขึ้นสามารถส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักศึกษาอาชีวศึกษาได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ครนพ (2561) ทำการวิจัยเรื่อง สื่อการเรียนรู้อสามมิติแบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่อง การขยายย่านวัดของมิเตอร์ การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาสื่อการเรียนรู้อสามมิติแบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่อง การขยายย่านวัดของมิเตอร์ ที่มีคุณภาพ 2) หาประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้อสามมิติดังกล่าว และ 3) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนด้วยสื่อการเรียนรู้อสามมิติกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง ชั้นปีที่ 1 วิทยาลัยการอาชีพบ้านผือ จังหวัดอุดรธานี ปีการศึกษา 2560 จำนวน 20 คน โดยใช้วิธีสุ่มอย่างง่าย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 1) สื่อการเรียนรู้อสามมิติแบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง 2) แบบประเมินคุณภาพของสื่อ และ 3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งมีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.53-0.93 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.05-0.45 และค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.66 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบทางสถิติ ผลการวิจัยพบว่า 1) สื่อการเรียนรู้อสามมิติที่พัฒนาขึ้นได้รับการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญว่ามีคุณภาพในระดับดีมาก ทั้งด้านเนื้อหา ($\bar{X} = 4.50$, S.D.=0.00) และด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ($\bar{X} = 4.50$, S.D.=0.26) 2) สื่อการเรียนรู้อสามมิติมีประสิทธิภาพ E_1/E_2 เท่ากับ 81.50/82.17 และ 3) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ใช้สื่อการเรียนรู้อสามมิติสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แสดงให้เห็นว่าสื่อการเรียนรู้อสามมิติแบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงที่พัฒนาขึ้นสามารถช่วยเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

นิรุทธิ์ (2561) ทำการวิจัยเรื่อง สื่อการเรียนรู้อสามมิติแบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่อง การตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาสื่อการเรียนรู้อสามมิติแบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่อง การตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น 2) หาประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้อสามมิติดังกล่าว 3) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อน

และหลังเรียนด้วยสื่อการเรียนรู้ และ 4) ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่ใช้สื่อการเรียนรู้ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคฉะเชิงเทรา จำนวน 60 คน ซึ่งสุ่มอย่างง่ายโดยการจับสลาก เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 1) สื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง 2) แบบประเมินคุณภาพของสื่อ 3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และ 4) แบบประเมินความพึงพอใจ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติ ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบทางสถิติ t-test แบบ dependent โดยแบบทดสอบมีความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.30-0.80 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.20-0.45 และค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.64 ผลการวิจัยพบว่า 1) สื่อการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพในระดับดีมาก ทั้งด้านเนื้อหา ($\bar{X}=4.63$, S.D.=0.43) และด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ($\bar{X}=4.57$, S.D.=0.41) 2) สื่อการเรียนรู้มีประสิทธิภาพ E_1/E_2 เท่ากับ 81.30/82.20 3) นักเรียนที่ใช้สื่อการเรียนรู้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ 4) นักเรียนมีความพึงพอใจต่อสื่อการเรียนรู้ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}=4.55$, S.D.=0.54) แสดงให้เห็นว่าสื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงที่พัฒนาขึ้นสามารถช่วยเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและได้รับความพึงพอใจจากผู้เรียนเป็นอย่างดี

ทวิรักษ์ (2562) ทำการวิจัยเรื่อง สื่อเทคโนโลยีความจริงเสมือนสำหรับการฝึกอบรมเรื่อง การติดตั้งจานรับสัญญาณดาวเทียม การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาสื่อเทคโนโลยีความจริงเสมือนสำหรับการฝึกอบรมเรื่อง การติดตั้งจานรับสัญญาณดาวเทียม 2) หาประสิทธิภาพของสื่อการฝึกอบรมดังกล่าว และ 3) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เข้าฝึกอบรมก่อนและหลังการฝึกอบรม กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) แผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยการอาชีพศรีสัชชนาลัย ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 20 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 1) สื่อเทคโนโลยีความจริงเสมือนสำหรับการฝึกอบรม 2) แบบประเมินคุณภาพสื่อ 3) แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 4) ใบงานการทดลอง และ 5) แบบบันทึกคะแนนทักษะภาคปฏิบัติ การวิเคราะห์ข้อมูลใช้สถิติ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบ t-test for dependent samples ผลการวิจัยพบว่า คุณภาพของสื่อเทคโนโลยีความจริงเสมือนสำหรับการฝึกอบรมเรื่อง การติดตั้งจานรับสัญญาณดาวเทียมอยู่ในระดับดีมาก ทั้งด้านเนื้อหา ($\bar{X}=4.50$, S.D.=0.43) และด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ($\bar{X}=4.58$, S.D.=0.48) ประสิทธิภาพของสื่อเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ที่ร้อยละ 80 และ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เข้าฝึกอบรม หลังการฝึกอบรม ($\bar{X}=52.52$, S.D.=4.58) สูงกว่าก่อนการฝึกอบรม ($\bar{X}=31.35$, S.D.=3.22) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แสดงให้เห็นว่าสื่อเทคโนโลยีความจริงเสมือนที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพและสามารถช่วยส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เข้าฝึกอบรมได้อย่างมีนัยสำคัญ

เบญญา และนัจกัค (2565) ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาสื่อการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมกระบวนการคิดเชิงสร้างสรรค์ในการสร้างสื่อยุคดิจิทัลร่วมกับเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (AR) การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษากระบวนการคิดเชิงสร้างสรรค์ในการสร้างสื่อยุคดิจิทัล 2) พัฒนาสื่อการเรียนรู้เรื่องกระบวนการคิดสร้างสรรค์ในการสร้างสื่อยุคดิจิทัลร่วมกับเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม 3) เปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนก่อนและหลังการเรียนรู้ และ 4) ประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อสื่อการเรียนรู้ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ จำนวน 128 คน ผลการวิจัยพบว่า ผลการเปรียบเทียบคะแนนความคิดสร้างสรรค์ของกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้การทดสอบทางสถิติ t-test แบบ Dependent samples พบว่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน (25.59) สูงกว่าก่อนเรียน (13.58) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 รวมถึงผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนต่อสื่อการเรียนรู้อยู่ในระดับพึงพอใจมาก ($\bar{X}$ = 4.29, S.D.=0.61) สะท้อนว่าสื่อการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นสามารถส่งเสริมความเข้าใจเกี่ยวกับกระบวนการคิดสร้างสรรค์ได้เป็นอย่างดี และช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนมีระดับความคิดสร้างสรรค์เพิ่มขึ้น ทั้งยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอนด้านความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งเป็นทักษะพื้นฐานสำคัญในงานด้านสื่อสารสนเทศ งานออกแบบ และสาขาที่เกี่ยวข้องอื่น ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.6.2 งานวิจัยในต่างประเทศ

Hamzah et al. (2021) ทำการวิจัยเรื่อง "Development of Augmented Reality Application for Learning Computer Network Device" โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาแอปพลิเคชันที่ใช้เทคโนโลยีความจริงเสริม AR เพื่อช่วยในการเรียนรู้เกี่ยวกับอุปกรณ์เครือข่ายคอมพิวเตอร์ ซึ่งช่วยเพิ่มความเข้าใจและกระตุ้นแรงจูงใจของผู้เรียน กลุ่มตัวอย่างประกอบด้วยนักศึกษา 31 คนจากมหาวิทยาลัย Sultan Syarif Kasim Riau ประเทศอินโดนีเซีย เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูลคือแบบสอบถาม System Usability Scale (SUS) ซึ่งเป็นแบบสอบถามมาตรฐานที่ใช้ประเมินการใช้งานของระบบสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลคือค่าเฉลี่ย SUS Score ผลการวิจัยพบว่าแอปพลิเคชัน AR ที่พัฒนาขึ้นได้รับคะแนน SUS เฉลี่ย 78.5 ซึ่งอยู่ในช่วง "Excellent" ตามมาตรฐานของ SUS แสดงให้เห็นว่าแอปพลิเคชันสามารถยอมรับได้และเป็นประโยชน์ในการเรียนการสอน โดยช่วยให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจโครงสร้างและการทำงานของอุปกรณ์เครือข่ายผ่านภาพ 3 มิติที่เสมือนจริง

Huda et al. (2021) ทำการวิจัยเรื่อง "Augmented Reality Technology as a Complement on Graphic Design to Face Revolution Industry 4.0" โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและตรวจสอบความถูกต้องของเทคโนโลยีความจริงเสริม (Augmented Reality : AR) ในการเรียนรู้ด้านการออกแบบกราฟิกเพื่อตอบสนองต่อความต้องการทักษะในยุคอุตสาหกรรม 4.0 งานวิจัยนี้ใช้วิธีการพัฒนาแบบ 4D Model (Define, Design, Develop, Disseminate) โดยกลุ่มตัวอย่างประกอบด้วยนักศึกษาและอาจารย์จากสาขาวิศวกรรมสารสนเทศ มหาวิทยาลัย Negeri Padang และทำการ

ตรวจสอบความถูกต้องของแอปพลิเคชัน AR โดยผู้เชี่ยวชาญ 12 คน เครื่องมือที่ใช้คือแบบสอบถาม วิเคราะห์ความต้องการและแบบสอบถามการตรวจสอบความถูกต้องของระบบ สถิติที่ใช้คือ Aiken's V ในการประเมินความตรงเชิงเนื้อหา ผลการวิจัยพบว่า 80% ของนักศึกษาเห็นความจำเป็นในการพัฒนาเทคโนโลยี AR เพื่อใช้เป็นสื่อการเรียนรู้ และผลการตรวจสอบความถูกต้องโดยผู้เชี่ยวชาญให้ค่าเฉลี่ย $V = 0.933$ ซึ่งอยู่ในระดับ "Valid" ส่งผลให้แอปพลิเคชัน AR นี้สามารถนำไปใช้ในกระบวนการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และสอดคล้องกับแนวโน้มของเทคโนโลยีในยุคอุตสาหกรรม 4.0

Setiyawan et al. (2021) ทำการวิจัยเรื่อง “Development of Hydraulic Cylinder Excavator Learning Media Based on Augmented Reality with Shapr3D” การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและผลิตแอปพลิเคชันสื่อการเรียนรู้เกี่ยวกับกระบอกไฮดรอลิกของรถขุดโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมร่วมกับ Shapr3D สำหรับนักศึกษาวิศวกรรมยานยนต์ และเพื่อประเมินระดับความเหมาะสมของผลิตภัณฑ์ กลุ่มตัวอย่างประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา ผู้เชี่ยวชาญด้านสื่อการสอน อาจารย์วิศวกรรมยานยนต์ 3 ท่าน และนักศึกษาวิศวกรรมยานยนต์ 20 คน เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูลคือ การสังเกตโดยตรงและแบบสอบถามปลายปิด สถิติที่ใช้คือการวิเคราะห์มาตรวัดแบบลิเคิร์ท การพัฒนาสื่อการเรียนรู้ใช้กระบวนการ 5 ขั้นตอน ได้แก่ การวิเคราะห์ การออกแบบ การพัฒนา การนำไปใช้ และการประเมินผล ผลการวิจัยพบว่า ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาให้คะแนนความเหมาะสม 91.25% ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบสื่อให้คะแนน 92.5% อาจารย์วิศวกรรมยานยนต์ให้คะแนน 88.34% และนักศึกษาให้คะแนน 85.73% ซึ่งทั้งหมดอยู่ในระดับดีมาก สรุปได้ว่าแอปพลิเคชันสื่อการเรียนรู้เกี่ยวกับกระบอกไฮดรอลิกของรถขุดที่พัฒนาขึ้นโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมร่วมกับ Shapr3D มีความเหมาะสมและสามารถนำไปใช้ในการศึกษาด้านเทคนิคได้

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การพัฒนาสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ประเภทวิชาอุตสาหกรรม ในครั้งนี้ เป็นการวิจัยและพัฒนา (Research and Development : R & D) จากการศึกษาเอกสาร แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง นำมาออกแบบวิธีดำเนินการวิจัย โดยมีขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย แบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอนและแนวทางการพัฒนาสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก มีขั้นตอนย่อย 2 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1.1 ศึกษาสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอน วิชาแม่พิมพ์พลาสติกเบื้องต้น

ขั้นที่ 1.2 ศึกษาแนวทางการพัฒนาสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก

ขั้นตอนที่ 2 ออกแบบและพัฒนาสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก มีขั้นตอนย่อย 3 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 2.1 ออกแบบกระบวนการสร้างสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก

ขั้นที่ 2.2 สร้างสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก

ขั้นที่ 2.3 ประเมินความเหมาะสมของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก

ขั้นตอนที่ 3 ทดลองใช้สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก

ขั้นตอนที่ 4 ใช้สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก

การพัฒนาสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก สำหรับนักเรียน
ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ประเภทวิชาอุตสาหกรรม ทั้ง 4 ขั้นตอน มีรายละเอียดดังภาพที่ 3-1



ภาพที่ 3-1 แสดงขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอนและแนวทางการพัฒนาสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก

การศึกษาสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอนและแนวทางการพัฒนาสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก มีขั้นตอนย่อย 2 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1.1 ศึกษาสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอน วิชาแม่พิมพ์พลาสติกเบื้องต้น มีวิธีดำเนินการวิจัย ดังนี้

แหล่งข้อมูล

แหล่งข้อมูล ได้แก่ รายงานการบันทึกหลังแผนการจัดการเรียนรู้ รายวิชาแม่พิมพ์พลาสติกเบื้องต้น รายงานแบบบันทึกผลการเรียนและประเมินผลรายวิชาแม่พิมพ์พลาสติกเบื้องต้น และเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอน

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบบันทึกสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอน วิชา แม่พิมพ์พลาสติกเบื้องต้น (ฉบับที่ 1 แสดงในภาคผนวก ข) โดยมีประเด็นดังต่อไปนี้

ประเด็นที่ 1 สภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอน รายวิชาแม่พิมพ์พลาสติกเบื้องต้น

ประเด็นที่ 2 ผลการเรียนและประเมินผลรายวิชาแม่พิมพ์พลาสติกเบื้องต้น

ประเด็นที่ 3 แนวทางการแก้ปัญหาการจัดการเรียนการสอน รายวิชาแม่พิมพ์พลาสติกเบื้องต้น

การสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ศึกษารายงานการบันทึกหลังแผนการจัดการเรียนรู้ รายวิชา แม่พิมพ์พลาสติกเบื้องต้น รายงานแบบบันทึกผลการเรียนและประเมินผลรายวิชาแม่พิมพ์พลาสติกเบื้องต้น และเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอน

2. สร้างแบบบันทึกสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอน วิชาแม่พิมพ์พลาสติกเบื้องต้น

3. นำเสนออาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์เพื่อตรวจสอบความถูกต้องความเหมาะสมด้านการใช้ภาษาและความสอดคล้องในแต่ละประเด็นของแบบบันทึกสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอน วิชาแม่พิมพ์พลาสติกเบื้องต้น

4. ปรับปรุงแก้ไขให้สมบูรณ์ตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ จัดพิมพ์และนำไปใช้เก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ศึกษารายงานการบันทึกหลังแผนการจัดการเรียนรู้ รายวิชา แม่พิมพ์พลาสติกเบื้องต้น รายงานแบบบันทึกผลการเรียนและประเมินผลรายวิชาแม่พิมพ์พลาสติกเบื้องต้น และ

เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอน แล้วทำการบันทึกลงในแบบบันทึกตามประเด็นที่กำหนดไว้ในช่วงเวลาวันที่ 6-31 พฤษภาคม พ.ศ. 2567

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ การวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis)

ขั้นที่ 1.2 ศึกษาแนวทางการพัฒนาสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก มีวิธีดำเนินการวิจัย ดังนี้

แหล่งข้อมูล

แหล่งข้อมูล ได้แก่ เอกสาร ตำรา งานวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับการพัฒนาสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบบันทึกแนวทางการพัฒนาสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก (ฉบับที่ 2 แสดงในภาคผนวก ข) มีประเด็นดังต่อไปนี้

ประเด็นที่ 1 ข้อมูลเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก

ประเด็นที่ 2 การสังเคราะห์เนื้อหา และจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก

ประเด็นที่ 3 แนวทางการพัฒนาสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม

การสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ศึกษาเอกสาร ตำรา งานวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับการพัฒนาสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก

2. สร้างแบบบันทึกแนวทางการพัฒนาสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก

3. นำเสนออาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์เพื่อตรวจสอบความถูกต้องความเหมาะสมด้านการใช้ภาษาและความสอดคล้องในแต่ละประเด็นของแบบบันทึกการศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก

4. ปรับปรุงแก้ไขให้สมบูรณ์ตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ จัดพิมพ์และนำไปใช้เก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ศึกษา เอกสาร ตำรา งานวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับ การพัฒนาสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก แล้วทำการบันทึกลงในแบบบันทึกตามประเด็นที่กำหนดไว้ในช่วงเวลาวันที่ 1-30 มิถุนายน พ.ศ. 2567

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ การวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis)

ขั้นตอนที่ 2 ออกแบบและพัฒนาสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก

การออกแบบและพัฒนาสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก มีขั้นตอนย่อย 3 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 2.1 ออกแบบกระบวนการสร้างสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก มีวิธีดำเนินการวิจัย ดังนี้

แหล่งข้อมูล

แหล่งข้อมูล ได้แก่ เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกและแนวคิดหลักการออกแบบเชิงวิศวกรรมในการพัฒนาสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก (ข้อมูลในขั้นตอนที่ 1)

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วย

1. แบบบันทึกการออกแบบเชิงวิศวกรรม การสร้างสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก (ฉบับที่ 3 แสดงในภาคผนวก ข)
2. แบบบันทึกการออกแบบ Storyboard สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก (ฉบับที่ 4 แสดงในภาคผนวก ข)
3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก (ฉบับที่ 5 แสดงในภาคผนวก ข)

การสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. แบบบันทึกการออกแบบเชิงวิศวกรรม การสร้างสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก (ฉบับที่ 3)

1.1 ศึกษาเอกสาร แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบเชิงวิศวกรรม การสร้างสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก และหลักการสร้างแบบบันทึก

1.2 สร้างแบบบันทึก ตามกรอบองค์ประกอบของการออกแบบเชิงวิศวกรรม การสร้างสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก

1.3 นำเสนออาจารย์ที่ปริญญานิพนธ์เพื่อตรวจสอบความถูกต้องความเหมาะสมด้านการใช้ภาษาและความสอดคล้องในแต่ละประเด็นของแบบบันทึกการออกแบบเชิงวิศวกรรม การสร้างสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก

1.4 ปรับปรุงแก้ไขให้สมบูรณ์ตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ จัดพิมพ์และนำไปใช้เก็บรวบรวมข้อมูลช่วงเวลาวันที่ 1 กรกฎาคม – 31 ตุลาคม พ.ศ. 2567

2. แบบบันทึกการออกแบบ Storyboard สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริง เสริม แม่พิมพ์ฉีดยพลาสติก (ฉบับที่ 4)

2.1 ศึกษาเอกสาร แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวกับการออกแบบ Storyboard สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดยพลาสติก และหลักการสร้างแบบบันทึก

2.2 สร้างแบบบันทึก ตามกรอบองค์ประกอบของการออกแบบ Storyboard สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดยพลาสติก

2.3 นำเสนออาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์เพื่อตรวจสอบความถูกต้องความเหมาะสม ด้านการใช้ภาษาและความสอดคล้องในแต่ละประเด็นของแบบบันทึกการออกแบบ Storyboard สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดยพลาสติก

2.4 ปรับปรุงแก้ไขให้สมบูรณ์ตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ จัดพิมพ์และนำไปใช้เก็บรวบรวมข้อมูลช่วงเวลาวันที่ 1 กรกฎาคม – 31 ตุลาคม พ.ศ. 2567

3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แม่พิมพ์ฉีดยพลาสติก เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก (ฉบับที่ 5)

3.1 ศึกษาเอกสาร แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับแม่พิมพ์ฉีดยพลาสติก หลักการ เนื้อหา และจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม แม่พิมพ์ฉีดยพลาสติก (ขั้นตอนที่ 1 ขั้นที่ 1.1-1.2) และหลักการ สร้างแบบทดสอบ

3.2 สร้างแผนผังแบบทดสอบ (Test Blueprint) ภาศทฤษฎี ตามจุดประสงค์ เชิงพฤติกรรม

3.3 สร้างแบบทดสอบมีลักษณะแบบปรนัย 4 ตัวเลือก ตามแผนผังแบบทดสอบ (Test Blueprint) จำนวน 40 ข้อ

3.4 นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้น เสนออาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ ตรวจสอบ ความเหมาะสม และความถูกต้องของแบบทดสอบ

3.5 ปรับปรุงแก้ไขให้สมบูรณ์ตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ จัดพิมพ์และนำไปใช้เก็บรวบรวมข้อมูลช่วงเวลาวันที่ 1 พฤศจิกายน - 27 ธันวาคม พ.ศ. 2567

3.6 ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน ดังรายชื่อต่อไปนี้

- | | |
|--------------------------|--|
| 1) ผศ.ดร.มนัส เหมัญญกิจ | อาจารย์
สาขาวิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมแม่พิมพ์และเครื่องมือ
วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ |
| 2) นายชิตชาย สุขประเสริฐ | ข้าราชการครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ
สาขาวิชาช่างกลโรงงานและเทคนิคอุตสาหกรรม
วิทยาลัยเทคนิคฉะเชิงเทรา |
| 3) นายสุชาติ เอ็งฉุน | ข้าราชการครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ
สาขาวิชาช่างกลโรงงาน
วิทยาลัยเทคนิคนครนายก |
| 4) นายอาคม จันทรศิริ | ข้าราชการครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ
สาขาวิชาช่างกลโรงงาน
วิทยาลัยเทคนิคปราจีนบุรี |
| 5) นายทวิช อยู่เมือง | ข้าราชการครู วิทยฐานะชำนาญการ
สาขาวิชาช่างกลโรงงาน
วิทยาลัยเทคนิคปราจีนบุรี |

3.7 วิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม (Index of item Objective Congruence : IOC) และพิจารณาเลือกข้อสอบที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป ดังตารางที่ 3-1

ตารางที่ 3-1 ผลการวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	ข้อสอบที่ สร้างจริง	ข้อสอบที่ ใช้ได้	ข้อสอบที่ ใช้ไม่ได้	ค่า IOC ของ ข้อสอบ
1. อธิบายความหมายของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกได้	4	3	1	0.4-1.0
2. อธิบายกระบวนการฉีดขึ้นรูปพลาสติกได้	6	5	1	0.2-1.0
3. จำแนกประเภทของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกได้	8	8	0	0.6-1.0
4. จำแนกส่วนประกอบที่สำคัญของแม่พิมพ์ฉีด พลาสติกได้	6	6	0	0.6-1.0

ตารางที่ 3-1 (ต่อ)

5. อธิบายหน้าที่ขึ้นส่วนมาตรฐานของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกได้	10	9	1	0.4-1.0
6. เลือกชนิดวัสดุที่ใช้ทำขึ้นส่วนแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกได้	6	5	1	0.4-1.0

3.8 ผู้วิจัยพิจารณาข้อสอบจำนวน 40 ข้อ พิจารณาตามข้อที่มีค่าความตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป พบว่าต่ำกว่าเกณฑ์ จำนวน 4 ข้อ ตัดทิ้งและปรับปรุงแก้ไขข้อที่เหลือตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

3.9 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก ไปทดลองใช้ (Implement) กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 22 คน

3.10 นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย และอำนาจจำแนก พิจารณาคัดเลือกแบบทดสอบที่เหมาะสมที่สุดโดยพิจารณารายข้อจากค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนกเหลือจำนวน 30 ข้อ ดังสมการที่ 3-1 และสมการที่ 3-2 (เมธา และผดุงชัย, 2563)

$$P = \frac{R_U + R_L}{N_U + N_L} \quad (3-1)$$

เมื่อ	P	แทน	ดัชนีความยาก
	R_U	แทน	จำนวนคนในกลุ่มสูงที่ตอบถูก
	R_L	แทน	จำนวนคนในกลุ่มต่ำที่ตอบถูก
	N_U	แทน	จำนวนคนที่ตอบข้อสอบในกลุ่มสูง
	N_L	แทน	จำนวนคนที่ตอบข้อสอบในกลุ่มต่ำ

ค่าความยากง่ายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก ที่คัดเลือก มีค่าอยู่ระหว่าง 0.41-0.73

สมการค่าอำนาจจำแนก

$$r = \frac{R_U - R_L}{\frac{N}{2}} \quad (3-2)$$

เมื่อ	r	แทน	ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบข้อหนึ่ง ๆ
	R_U	แทน	จำนวนผู้ตอบในกลุ่มสูง (เก่ง) ที่ตอบข้อนั้นถูก
	R_L	แทน	จำนวนผู้ตอบในกลุ่มต่ำ (อ่อน) ที่ตอบข้อนั้นถูก
	N	แทน	จำนวนผู้ตอบทั้งหมดในกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ

ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก ที่คัดเลือก มีค่าอยู่ระหว่าง 0.36-0.73

3.11 นำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์หาความเชื่อมั่น ด้วยวิธีของคูเดอร์ ริชาร์ดสัน (KR-20) โดยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก ทั้งฉบับมีค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.92 โดยใช้สมการที่ 3-3 (เมธา และผดุงชัย, 2563)

$$r = \frac{k}{k-1} \left\{ \frac{s_1^2 - \sum pq}{s_1^2} \right\} \quad (3-3)$$

เมื่อ	r	แทน	ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
	k	แทน	จำนวนข้อสอบ
	p	แทน	สัดส่วนของผู้ตอบถูกแต่ละข้อ
	q	แทน	$1 - p$
	s_1^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนสอบที่ได้

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. ติดต่อยื่นคำร้องขออนุมัติหนังสือเชิญผู้เชี่ยวชาญในการทำวิจัยด้านต่างๆ จากงานบริหารวิชาการ ของภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
2. นำหนังสือเชิญผู้เชี่ยวชาญในการทำวิจัยส่งให้ผู้บริหารของวิทยาลัยต่าง ๆ เพื่อขออนุญาตและประสานงานในการเก็บข้อมูลงานวิจัย
3. ดำเนินการขอความอนุเคราะห์จากสถานศึกษา เพื่อขออนุญาตในการเก็บข้อมูลงานวิจัย
4. เก็บข้อมูลกับกลุ่มทดลอง ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง
5. ปรับปรุง และจัดทำเครื่องมือฉบับสมบูรณ์

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ การวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis)

ขั้นที่ 2.2 สร้างสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดยาพลาสติก มีวิธีดำเนินการวิจัย ดังนี้

แหล่งข้อมูล

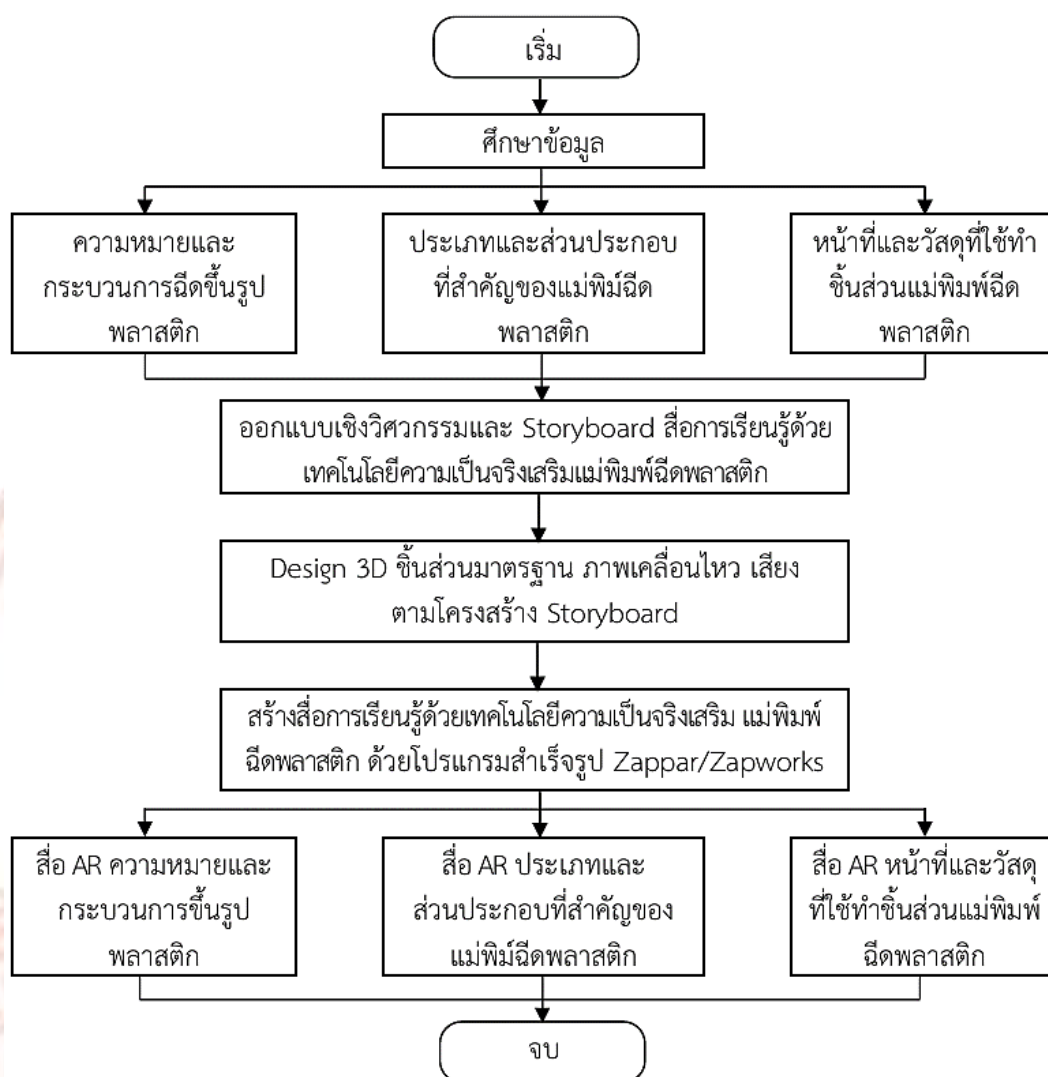
แหล่งข้อมูล ได้แก่ เอกสารที่ได้จากการสังเคราะห์ ในขั้นตอนที่ 1 และขั้นตอนที่ 2 ขั้นที่ 2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วย

1. สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดยาพลาสติก (ฉบับที่ 6 แสดงในภาคผนวก ง)
2. คู่มือการใช้งานสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดยาพลาสติก (ฉบับที่ 7 แสดงในภาคผนวก ง)

การสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

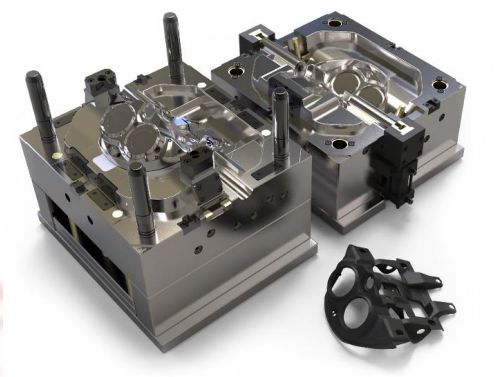
1. สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดยาพลาสติก (ฉบับที่ 6)
 - 1.1 ศึกษาเอกสาร แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวกับแม่พิมพ์ฉีดยาพลาสติกและหลักการสร้างสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (ขั้นตอนที่ 1 และขั้นตอนที่ 2 ขั้นที่ 2.1)
 - 1.2 กำหนดขอบเขต ข้อจำกัด ของการสร้างสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดยาพลาสติก
 - 1.3 รวบรวมข้อมูลโดยการศึกษาข้อมูลเกี่ยวข้อง เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง บทความ ตำราเอกสาร ต่าง ๆ ที่จะนำมาใช้ประกอบการออกแบบการสร้างสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดยาพลาสติก ซึ่งประกอบไปด้วย ความหมายและกระบวนการฉีดขึ้นรูปพลาสติก ประเภทและส่วนประกอบที่สำคัญของแม่พิมพ์ฉีดยาพลาสติก หน้าที่และวัสดุที่ใช้ทำขึ้นส่วนแม่พิมพ์พลาสติก
 - 1.4 การออกแบบร่างเพื่อใช้เป็นแนวทางในการดำเนินการสร้างสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดยาพลาสติก โดยมีขั้นตอนการร่างดังภาพที่ 3-2



ภาพที่ 3-2 แบบร่างขั้นตอนการสร้างสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม
แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก

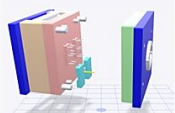
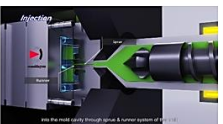
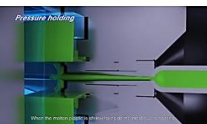
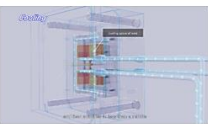
1.5 ดำเนินการสร้างสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดพลาสติกตามขั้นตอนในแบบร่าง โดยมีรายละเอียดดังนี้

1.5.1 ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก ได้แก่ ความหมายของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก กระบวนการฉีดขึ้นรูปพลาสติก ประเภทของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก ส่วนประกอบที่สำคัญของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก หน้าที่ชิ้นส่วนของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก และวัสดุที่ใช้ทำชิ้นส่วนของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก ตัวอย่างแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก ดังภาพที่ 3-3



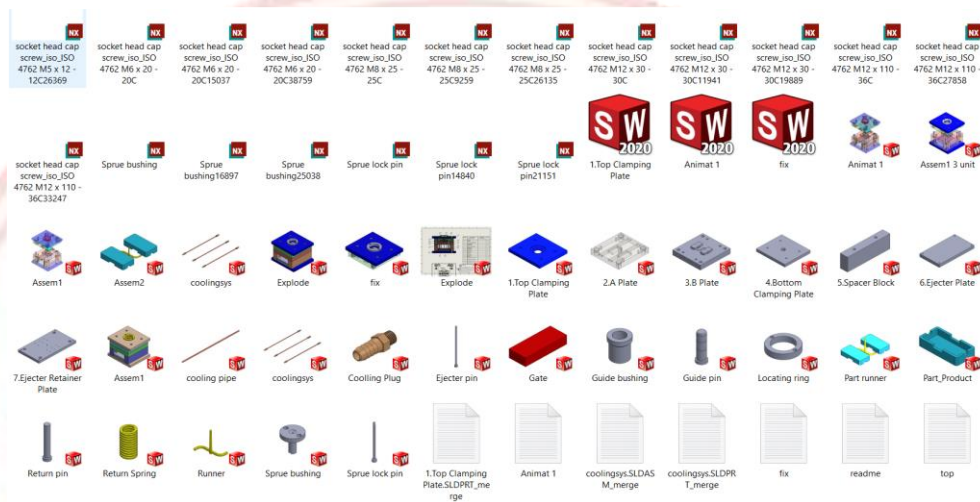
ภาพที่ 3-3 แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก (<https://xmdtgmold.en.made-in-china.com>)

1.5.2 ออกแบบ Storyboard สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก ตามหัวข้อบทเรียน โดยรวมบทเรียนที่มีเนื้อหาสอดคล้องกันเข้าด้วยกัน เพื่อลดจำนวนการสร้างสื่อ และให้เหมาะสมกับระยะเวลาการจัดการเรียนการสอน ได้เป็น 3 ชุด คือ 1) ความหมายและกระบวนการฉีดขึ้นรูปพลาสติก 2) ประเภทและส่วนประกอบที่สำคัญของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก 3) หน้าที่และวัสดุที่ใช้ทำชิ้นส่วนของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก ตัวอย่าง Storyboard สื่อการเรียนรู้ ดังภาพที่ 3-4

แบบบันทึกการออกแบบ Storyboard สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก				
ชุดที่ 1 ความหมายและกระบวนการฉีดขึ้นรูปพลาสติก				
บทนำ  ความหมาย ใบเนื้อหา กระบวนการ แบบฝึกหัด	ความหมาย 1  ย้อนกลับ ถัดไป	ความหมาย 2  ย้อนกลับ ถัดไป	กระบวนการ 1  ย้อนกลับ ถัดไป	
แนะนำบทเรียน และเมนูนำทาง เข้าสู่บทเรียน ใบเนื้อหา แบบฝึกหัด	แอนิเมชันจำลองการทำงานของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก	ภาพแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก เนื้อหาและเสียงอธิบายความหมายของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก	วิดีโอ เนื้อหา และเสียง อธิบายหลักการฉีดขึ้นรูปพลาสติก	
กระบวนการ 2  ย้อนกลับ ถัดไป	กระบวนการ 3  ย้อนกลับ ถัดไป	กระบวนการ 4  ย้อนกลับ ถัดไป	กระบวนการ 5  ย้อนกลับ ถัดไป	
วิดีโอ เนื้อหา และเสียง อธิบายกระบวนการฉีดเติมเต็ม	วิดีโอ เนื้อหา และเสียง อธิบายกระบวนการฉีดอัดและคงค้าง	วิดีโอ เนื้อหา และเสียง อธิบายกระบวนการหล่อเย็นชิ้นงาน	วิดีโอ เนื้อหา และเสียง อธิบายกระบวนการดันพลาสติกขึ้นงาน	

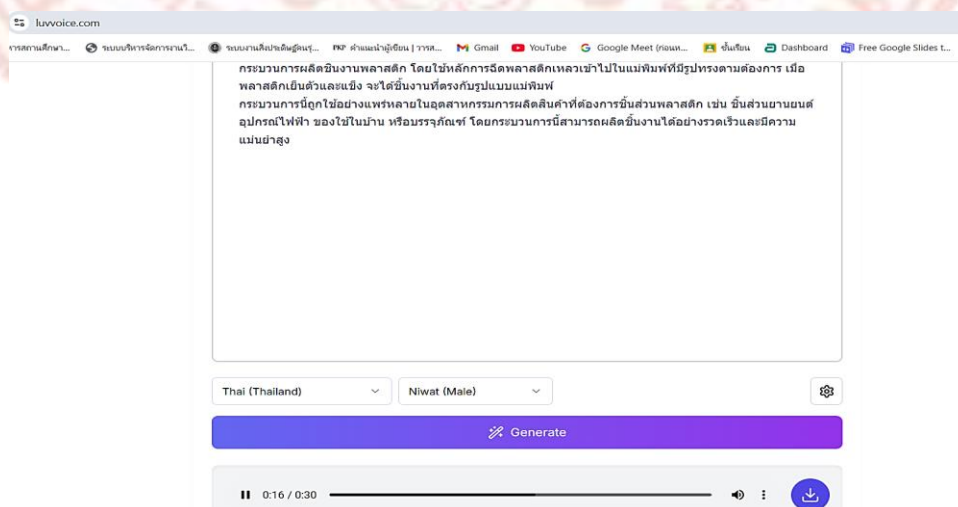
ภาพที่ 3-4 Storyboard สื่อการเรียนรู้ความหมายและกระบวนการฉีดขึ้นรูปพลาสติก

1.5.3 ออกแบบเชิงวิศวกรรมเพื่อสร้างชิ้นส่วนมาตรฐานแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก และภาพเคลื่อนไหวแสดงกระบวนการทำงาน โดยใช้โปรแกรมออกแบบและเขียนแบบด้วยคอมพิวเตอร์ SolidWorks 2020 และ โปรแกรม Siemens NX 2024 เพื่อแปลงไฟล์เป็น 3D Object (.gltf, .gltf) สำหรับใช้ในการสร้างสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม บนแพลตฟอร์ม Zapworks ดังภาพที่ 3-5



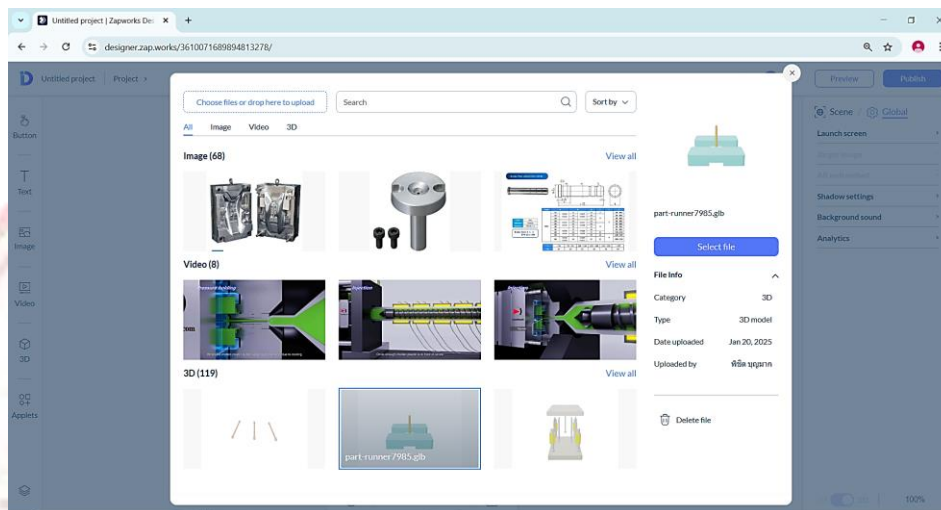
ภาพที่ 3-5 การออกแบบชิ้นส่วนมาตรฐานของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก

1.5.3 สร้างเสียงคำแนะนำ และเสียงบรรยาย อธิบายเนื้อหาประกอบสื่อการเรียนรู้ โดยใช้ปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence: AI) สำหรับแปลงข้อความเสียง (Text to Speech) ด้วยเว็บไซต์ Luvvoice.com ดังภาพที่ 3-6



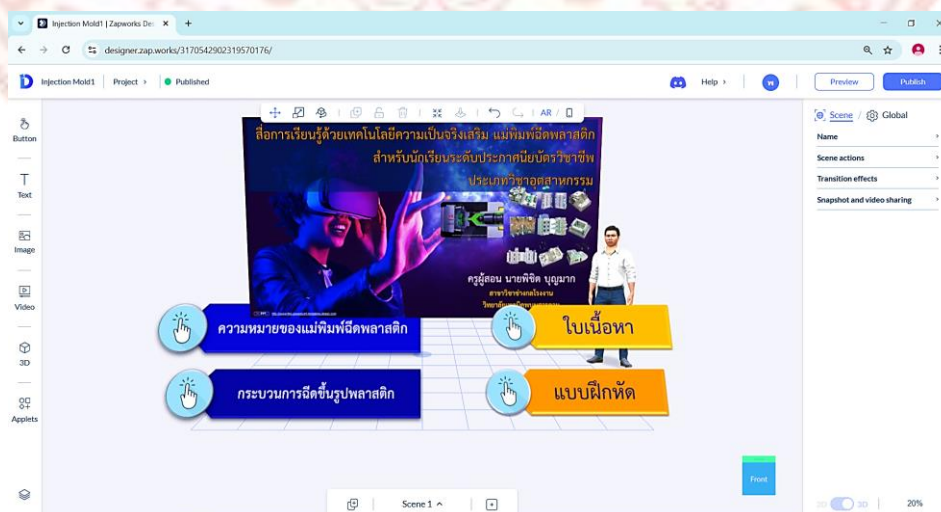
ภาพที่ 3-6 การแปลงข้อความเสียง

1.5.4 ลงทะเบียนเข้าใช้งานระบบ และเริ่มต้นการสร้างสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม โดยอัปโหลดไฟล์รูปภาพ วิดีโอ เสียง และโมเดล 3 มิติ ที่เตรียมไว้เข้าสู่แพลตฟอร์ม Zapworks ดังภาพที่ 3-7



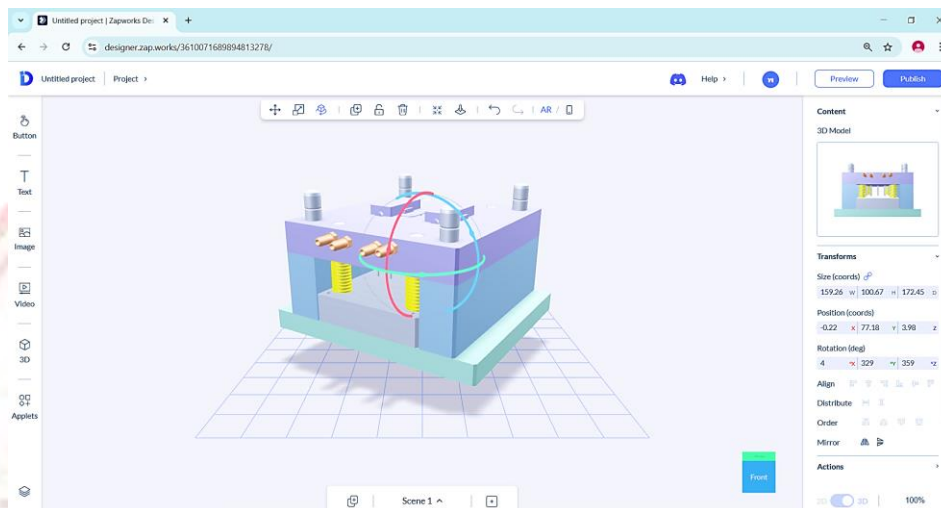
ภาพที่ 3-7 การอัปโหลดไฟล์เข้าสู่แพลตฟอร์ม Zapworks

1.5.5 สร้างฉากการแสดงผล (Scene) หน้าแรกของบทเรียน โดยประกอบด้วยภาพพื้นหลังแสดงชื่อสื่อการเรียนรู้ ชื่อครูผู้สอน สร้าง Avatar บุคคลจำลองครูผู้สอน แทรกเสียงคำแนะนำการใช้งาน สร้างแถบเมนูนำทางได้แก่ หัวข้อบทเรียน ใบเนื้อหา และแบบฝึกหัด พร้อมสร้างการเชื่อมโยงข้อมูล และการโต้ตอบกับผู้ใช้งาน ดังภาพที่ 3-8



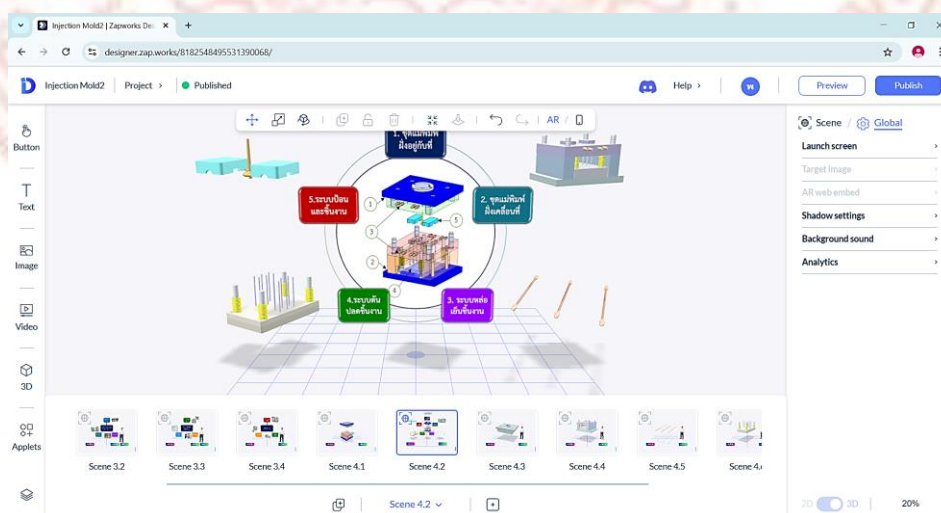
ภาพที่ 3-8 ฉากการแสดงผลหน้าแรกของบทเรียน

1.5.6 เพิ่มฉากการแสดงผล และทำการเลือกไฟล์รูปภาพ วิดีโอ เสียง หรือ โมเดล 3 มิติ ที่เตรียมไว้เข้าสู่ฉาก เพื่อทำการปรับตั้งค่าการแสดงผล พิกัดตำแหน่ง ขนาด มุมมอง รวมถึงการโต้ตอบกับผู้ใช้งาน ดังภาพที่ 3-9



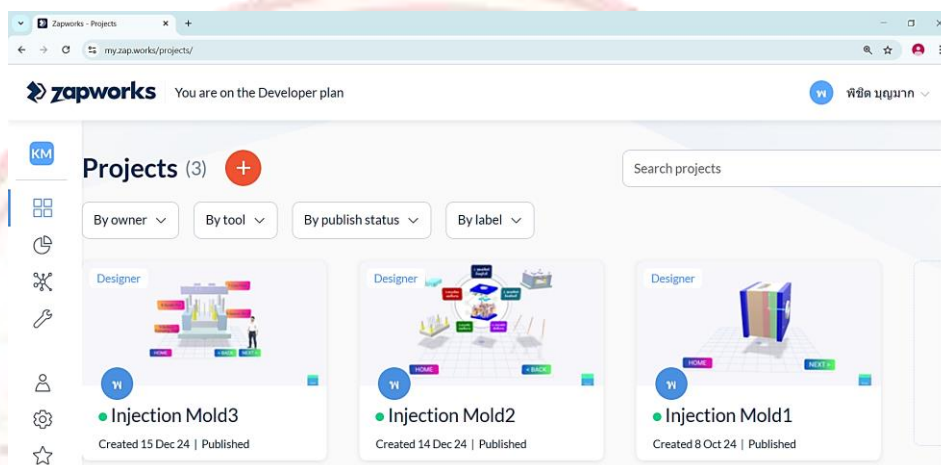
ภาพที่ 3-9 การปรับตั้งค่าการแสดงผลของวัตถุ

1.5.7 เพิ่มฉากการแสดงผลตาม Storyboard สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยี ความเป็นจริงเสริมที่ออกแบบไว้ ทำการปรับตั้งค่าการแสดงผล พิกัดตำแหน่ง ขนาด มุมมอง พร้อมสร้าง การเชื่อมโยงข้อมูล และการโต้ตอบกับผู้ใช้งาน ดังภาพที่ 3-10



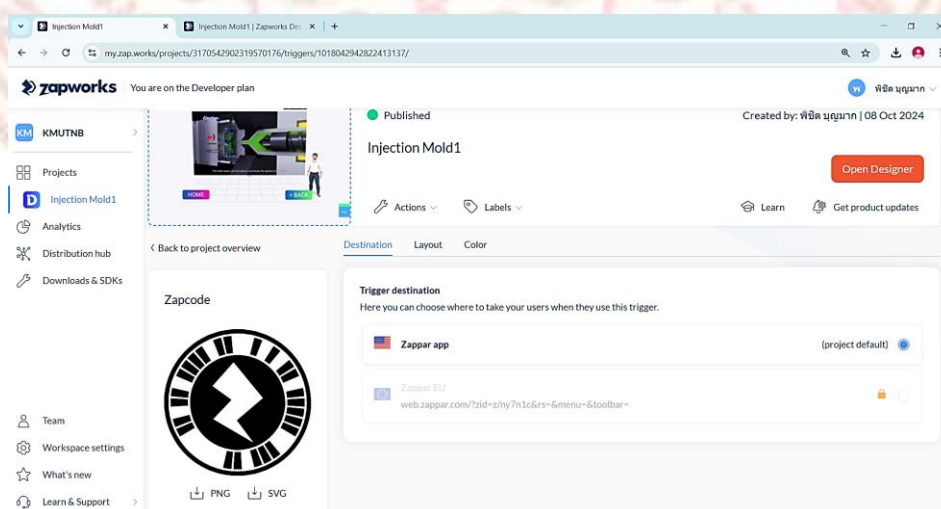
ภาพที่ 3-10 การสร้างฉากการแสดงผลตาม Storyboard

1.5.8 สร้างสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก จำนวน 3 ชุด ตามหัวข้อบทเรียน ประกอบด้วย 1) ความหมายและกระบวนการฉีดขึ้นรูปพลาสติก 2) ประเภทและส่วนประกอบที่สำคัญของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก 3) หน้าที่และชนิดวัสดุที่ใช้ทำชิ้นส่วนแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก ดังภาพที่ 3-11



ภาพที่ 3-11 สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก

1.5.9 ทำการเผยแพร่ (Public) สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก เพื่อสร้างและดาวน์โหลด Zapcode สำหรับนำสื่อไปทดลองใช้และจัดการเรียนการสอนโดยใช้อุปกรณ์มือถือ แท็บเล็ต ร่วมกับแอปพลิเคชัน Zappar ดังภาพที่ 3-12



ภาพที่ 3-12 Zapcode สำหรับใช้กับแอปพลิเคชัน Zappar

1.6 ดำเนินการสร้างเอกสารประกอบการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดยาพลาสติก ได้แก่

1.6.1 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ประกอบด้วย ขั้นตอนการสอน หัวข้อเรื่อง กิจกรรมผู้สอน กิจกรรมผู้เรียน สื่อการสอน เอกสารประกอบการสอน การวัดผล และ กำหนดเวลาสอน (แสดงในภาคผนวก ง)

1.6.2 ใบเนื้อหา ประกอบด้วยเนื้อหาและภาพประกอบในหน่วยการเรียนรู้เรื่อง แม่พิมพ์ฉีดยาพลาสติก ได้แก่ 1) ความหมายของแม่พิมพ์ฉีดยาพลาสติก 2) กระบวนการฉีดขึ้นรูปพลาสติก 3) ประเภทของแม่พิมพ์ฉีดยาพลาสติก 4) ส่วนประกอบที่สำคัญของแม่พิมพ์ฉีดยาพลาสติก 5) หน้าที่ ชิ้นส่วนของแม่พิมพ์ฉีดยาพลาสติก และ 6) วัสดุที่ใช้ทำชิ้นส่วนของแม่พิมพ์ฉีดยาพลาสติก (แสดงใน ภาคผนวก ง)

1.6.3 แบบฝึกหัด ประกอบด้วย แบบฝึกหัดแบบปรนัย ชนิดถูก-ผิด เรียงลำดับ ขั้นตอน และจับคู่ แบ่งตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ได้แก่ 1) อธิบายความหมายของแม่พิมพ์ ฉีดยาพลาสติกได้ 2) อธิบายกระบวนการฉีดขึ้นรูปพลาสติกได้ 3) จำแนกประเภทของแม่พิมพ์ ฉีดยาพลาสติกได้ 4) จำแนกส่วนประกอบที่สำคัญของแม่พิมพ์ฉีดยาพลาสติกได้ 5) อธิบายหน้าที่ชิ้นส่วน มาตรฐานของแม่พิมพ์ฉีดยาพลาสติกตามได้ 6) เลือกชนิดวัสดุที่ใช้ทำชิ้นส่วนแม่พิมพ์ฉีดยาพลาสติกได้ รวม 30 ข้อ (แสดงในภาคผนวก ง)

1.6.4 ใบรายการสื่อ ประกอบด้วย ใบรายการสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยี ความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดยาพลาสติก และใบรายการสื่อ Power Point ที่ใช้ประกอบการ จัดกิจกรรมการเรียนการสอน (แสดงในภาคผนวก ง)

1.6.5 บันทึกหลังการสอน ประกอบด้วย 1) การบันทึกผลการจัดการเรียนรู้ ที่เกิดขึ้นกับผู้เรียน 2) ปัญหา อุปสรรคที่พบ 3) การแก้ไขปัญหา (แสดงในภาคผนวก ง)

1.7 นำเสนออาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์เพื่อตรวจสอบสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยี ความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดยาพลาสติก และปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ

2. คู่มือการใช้งานสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดยาพลาสติก (ฉบับที่ 7)

2.1 ศึกษาองค์ประกอบของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ ฉีดยาพลาสติก

2.2 รวบรวมข้อมูล โดยการศึกษาข้อมูลเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง บทความ ตำรา เอกสาร ต่าง ๆ ที่จะนำมาใช้ประกอบการออกแบบการสร้างคู่มือการใช้สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยี ความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดยาพลาสติก

2.3 สร้างคู่มือประกอบการใช้งานสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดยาพลาสติก ให้กับครูผู้สอนและผู้ใช้งาน โดยประกอบด้วย ส่วนการติดตั้งโปรแกรม ส่วนการเข้าสู่บทเรียน ส่วนการปรับมุมมอง และส่วนการนำทางการใช้งาน ตัวอย่างคู่มือการใช้งานดังภาพที่ 3-13

	วิชา : แม่พิมพ์พลาสติกเบื้องต้น	ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล	
	เรื่อง : แม่พิมพ์ฉีดยาพลาสติก	คู่มือการใช้งาน	1/5

คู่มือการใช้งาน

สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดยาพลาสติก

สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ประเภทวิชาอุตสาหกรรม

- ดาวน์โหลดและติดตั้ง แอปพลิเคชัน Zappar ลงในโทรศัพท์มือถือ หรือแท็บเล็ต



Zappar
Zappar Ltd

3.2 ★
12K รีวิว

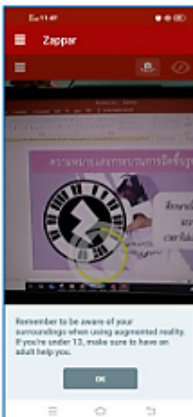
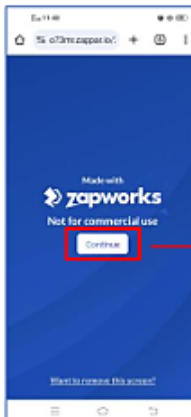
6.0 MB

3+
สำหรับ 3+

1M+
ดาวน์โหลด

ติดตั้ง

ดูรายละเอียด
- เปิดแอปพลิเคชัน Zappar และสแกน Zapcode เพื่อเข้าสู่บทเรียน



สแกน Zapcode -----> กดปุ่ม Continue -----> กดปุ่ม เปิด -----> เข้าสู่บทเรียน

สื่อการเรียนรู้	ผู้สอน นายพิชิต บุญมาก
สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม	อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง

ภาพที่ 3-13 ตัวอย่างคู่มือการใช้งานสื่อความเป็นจริงเสริม

2.4 นำเสนออาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์เพื่อตรวจสอบคู่มือประกอบการใช้งาน
สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดยาสติค

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

1. วางแผนการสร้างสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดยาสติคและคู่มือการใช้งานสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดยาสติค
2. นำเสนอแผนการสร้างสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดยาสติคและคู่มือการใช้งานสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดยาสติคให้อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์เพื่อตรวจสอบความถูกต้องความเหมาะสม
3. ปรับปรุงแก้ไขแผนการสร้างสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดยาสติคและคู่มือการใช้งานสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดยาสติคตามคำแนะนำอาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์
4. สร้างสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดยาสติค และคู่มือการใช้งานสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดยาสติค
5. นำเสนอสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดยาสติคและคู่มือการใช้งานสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดยาสติคให้อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์เพื่อตรวจสอบความถูกต้องความเหมาะสม
6. ปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ปรึกษาสารนิพนธ์ พร้อมจัดทำสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดยาสติคและคู่มือการใช้งานสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดยาสติค ฉบับสมบูรณ์

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ การวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis)

ขั้นที่ 2.3 ประเมินความเหมาะสมของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดยาสติค
มีวิธีดำเนินการวิจัย ดังนี้

แหล่งข้อมูล

กลุ่มผู้ให้ข้อมูล คือ ผู้ทรงคุณวุฒิ ได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง มีเกณฑ์การพิจารณาดังนี้
กลุ่มที่ 1 อาจารย์ระดับอุดมศึกษาวุฒิการศึกษาระดับปริญญาเอกขึ้นไป สาขาวิชาแม่พิมพ์และเครื่องมือ
จำนวน 1 คน กลุ่มที่ 2 ข้าราชการครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ หรือวุฒิการศึกษาระดับปริญญาโท
ขึ้นไป สาขาวิชาช่างกลโรงงาน จำนวน 6 คน กลุ่มที่ 3 ข้าราชการครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ หรือ

วุฒิการศึกษาระดับปริญญาโทขึ้นไป สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ จำนวน 2 คน รวมจำนวน 9 คน โดยมีรายชื่อดังต่อไปนี้

- | | |
|---------------------------|--|
| 1) ผศ.ดร.มนัส เหมบุญกิจ | อาจารย์
สาขาวิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมแม่พิมพ์และเครื่องมือ
วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ |
| 2) นายชิตชาย สุขประเสริฐ | ข้าราชการครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ
สาขาวิชาช่างกลโรงงานและเทคนิคอุตสาหกรรม
วิทยาลัยเทคนิคฉะเชิงเทรา |
| 3) นายสุชาติ เอื้องนุ | ข้าราชการครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ
สาขาวิชาช่างกลโรงงาน
วิทยาลัยเทคนิคนครนายก |
| 4) นายอาคม จันทรศิริ | ข้าราชการครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ
สาขาวิชาช่างกลโรงงาน
วิทยาลัยเทคนิคปราจีนบุรี |
| 5) นายทวิช อยู่เมือง | ข้าราชการครู วิทยฐานะชำนาญการ
สาขาวิชาช่างกลโรงงาน
วิทยาลัยเทคนิคปราจีนบุรี |
| 6) นายสถิตย์ ไหมพรม | ข้าราชการครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ
สาขาวิชาช่างกลโรงงาน
วิทยาลัยการอาชีพปราสาท |
| 7) นายเบญจภัทร วงศ์โคกสูง | ข้าราชการครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ
สาขาวิชาช่างกลโรงงาน
วิทยาลัยการอาชีพสังขะ |
| 8) นายพนมไพร สุขมา | ข้าราชการครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ
สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ
วิทยาลัยเทคนิคพนมสารคาม |
| 9) นางสาวนพณ์ช เปสฺริยะ | ข้าราชการครู
สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ
วิทยาลัยเทคนิคพนมสารคาม |

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบประเมินความเหมาะสมของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดยาสติ๊กและคู่มือการใช้สื่อ (ฉบับที่ 8 แสดงในภาคผนวก ข) ประกอบด้วย 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ตอนที่ 2 สอบถามความเหมาะสมของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดยาสติ๊กและคู่มือการใช้งานสื่อ ซึ่งเป็นแบบมาตราประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ดังนี้

- 5 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับ มากที่สุด
- 4 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับ มาก
- 3 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับ ปานกลาง
- 2 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับ น้อย
- 1 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับ น้อยที่สุด

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะอื่นๆ เป็นแบบปลายเปิด

การสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ศึกษาแนวคิดหลักการสร้างเครื่องมือประเมินความเหมาะสมของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดยาสติ๊กและคู่มือการใช้สื่อ โดยมีกรอบการประเมิน ดังนี้ ด้านเนื้อหาและการนำเสนอ ด้านเทคนิคการผลิตสื่อการเรียนรู้ ด้านการใช้งานสื่อการเรียนรู้ ด้านการส่งเสริมเรียนรู้ และด้านประโยชน์และการนำไปใช้

2. วางแผนการสร้างแบบประเมินความเหมาะสมของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดยาสติ๊กและคู่มือการใช้สื่อ เป็นข้อคำถาม โดยแบ่งออกเป็น 3 ตอน ประกอบด้วย ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม ตอนที่ 2 สอบถามความเหมาะสมของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดยาสติ๊กและคู่มือการใช้งานสื่อ ซึ่งเป็นแบบมาตราประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ และตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะอื่นๆ เป็นแบบปลายเปิด

3. สร้างแบบประเมินความเหมาะสมของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดยาสติ๊กและคู่มือการใช้งานสื่อ

4. นำเสนอแบบประเมินความเหมาะสมของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดยาสติ๊กและคู่มือการใช้งานสื่อที่สร้างขึ้น ให้อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องความเหมาะสม และการใช้ภาษา

5. ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ และตรวจสอบความถูกต้อง

6. นำแบบประเมินที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญเพื่อประเมินความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน ดังรายชื่อต่อไปนี้

- | | |
|--------------------------|--|
| 1) ผศ.ดร.มนัส เจริญกิจ | อาจารย์
สาขาวิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมแม่พิมพ์และเครื่องมือ
วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ |
| 2) นายชิตชาย สุขประเสริฐ | ข้าราชการครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ
สาขาวิชาช่างกลโรงงานและเทคนิคอุตสาหกรรม
วิทยาลัยเทคนิคฉะเชิงเทรา |
| 3) นายสุชาติ เอื้องนุ | ข้าราชการครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ
สาขาวิชาช่างกลโรงงาน
วิทยาลัยเทคนิคนครนายก |
| 4) นายอาคม จันทศิริ | ข้าราชการครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ
สาขาวิชาช่างกลโรงงาน
วิทยาลัยเทคนิคปราจีนบุรี |
| 5) นายทวิช อยู่เมือง | ข้าราชการครู วิทยฐานะชำนาญการ
สาขาวิชาช่างกลโรงงาน
วิทยาลัยเทคนิคปราจีนบุรี |

แล้วนำมาวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างรายการคำถามกับนิยามศัพท์ IOC: Index of Item Objective Congruence) และพิจารณาเลือกรายการที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป พบว่า รายการคำถามทั้งหมดจำนวน 25 รายการ มีค่าอยู่ระหว่าง 0.6-1.0

7. ปรับปรุงแก้ไขให้สมบูรณ์ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ จัดพิมพ์ และนำไปใช้เก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ติดต่อยื่นคำร้องขออนุมัติหนังสือเชิญผู้เชี่ยวชาญและผู้ทรงคุณวุฒิในการทำวิจัยด้านต่าง ๆ จากงานบริหารวิชาการ ของภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

2. นำหนังสือเชิญผู้เชี่ยวชาญส่งให้ผู้เชี่ยวชาญและผู้ทรงคุณวุฒิประสานงานกำหนดวันเวลาในการเก็บข้อมูล

3. ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลตามวันและเวลาดังกล่าว

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล โดยคำนวณหา ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เกณฑ์การแปลความหมายค่าเฉลี่ย (บุญชม, 2560)

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

ค่าเฉลี่ย (Mean) ดังสมการที่ 3-4

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n} \quad (3-4)$$

เมื่อ	$\bar{X}$	แทน	ตัวกลางเลขคณิตหรือค่าเฉลี่ย
	$\sum X$	แทน	ผลรวมทั้งหมดของคะแนน
	n	แทน	จำนวนคนทั้งหมด

ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ดังสมการที่ 3-5 (สมนึก, 2546)

$$S.D. = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (xi - \bar{X})^2}{n}} \quad (3-5)$$

เมื่อ	$S.D.$	แทน	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง
	xi	แทน	ค่าของข้อมูลแต่ละตัวหรือจุดกึ่งกลางชั้นแต่ละตัว
	$\bar{X}$	แทน	ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง
	n	แทน	จำนวนข้อมูลทั้งหมดของกลุ่มตัวอย่าง

ขั้นตอนที่ 3 ทดลองใช้สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก

การทดลองใช้สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก มีรายละเอียดดังนี้

กลุ่มทดลอง

กลุ่มทดลอง ได้แก่ นักเรียนที่ไม่ใช้กลุ่มตัวอย่างระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงที่เรียนรายวิชา แม่พิมพ์พลาสติกเบื้องต้น ผ่านมาแล้ว จำนวน 34 คน เป็นไปตามเงื่อนไขของการหาประสิทธิภาพ (ชัยยงค์, 2556) โดยแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มดังนี้

กลุ่มทดลองที่ 1 การทดสอบหาประสิทธิภาพแบบเดี่ยว ประกอบด้วย นักเรียนระดับอ่อน 1 คน ระดับปานกลาง 1 คน ระดับเก่ง 1 คน รวม 3 คน

กลุ่มทดลองที่ 2 การทดสอบประสิทธิภาพกลุ่ม ประกอบด้วยนักเรียนระดับอ่อน 3 คน ระดับปานกลาง 3 คน และระดับเก่ง 3 คน รวม 9 คน

กลุ่มทดลองที่ 3 การทดสอบประสิทธิภาพภาคสนาม จำนวน 22 คน แบบคละความสามารถ

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วย

1. สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก (ฉบับที่ 6)
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก (ฉบับที่ 5)

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ติดต่อยื่นคำร้องขออนุมัติหนังสือถึงผู้อำนวยการวิทยาลัยเพื่อขอความอนุเคราะห์เก็บรวบรวมข้อมูลในการทำวิจัย จากงานบริหารวิชาการ ของภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

2. นำหนังสือส่งผู้อำนวยการวิทยาลัย เพื่อขอความอนุเคราะห์และประสานงานกำหนดวันเวลาในการเข้าเก็บข้อมูล กับผู้เกี่ยวข้อง

3. วางแผนการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อทดลองใช้สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก ในการหาประสิทธิภาพ โดยแบ่งเป็น 3 ขั้นตอนการทดลอง ดังนี้

ขั้นตอนการทดลองที่ 1 เป็นการทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว (1:1) เป็นการทดสอบประสิทธิภาพที่มีนักเรียนระดับอ่อน 1 คน ระดับปานกลาง 1 คน ระดับเก่ง 1 คน รวม 3 คน โดยกำหนดเกณฑ์ 80/80

ขั้นตอนการทดลองที่ 2 เป็นการทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่ม (1:10) เป็นการทดสอบประสิทธิภาพที่มีนักเรียนระดับอ่อน 3 คน ระดับปานกลาง 3 คน และระดับเก่ง 3 คน รวม 9 คน โดยกำหนดเกณฑ์ 80/80

ขั้นตอนการทดลองที่ 3 เป็นการทดสอบประสิทธิภาพภาคสนาม (1:100) เป็นการทดสอบประสิทธิภาพที่มีนักเรียน จำนวน 20 คน แบบคละความสามารถ โดยกำหนดเกณฑ์ 80/80

1. ดำเนินขั้นการทดลองที่ 1 เป็นการทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว (1:1) เป็นการทดสอบประสิทธิภาพที่มีนักเรียนระดับอ่อน 1 คน ระดับปานกลาง 1 คน ระดับเก่ง 1 คน รวม 3 คน โดยกำหนดเกณฑ์ 80/80 โดยนำเสนอผล 3 ประเด็น ประกอบด้วย 4.1) ผลคะแนนการทดลองขั้นการทดลองที่ 1 การทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว (1:1) 4.2) ผลการสังเกตการใช้สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดยาสติก และ 4.3) ผลการปรับปรุงแก้ไขสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดยาสติก โดยมีรายละเอียดดังนี้

1.1 คะแนนผลการทดลองขั้นการทดลองที่ 1 การทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว (1:1) ด้วยสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดยาสติก มีรายละเอียดดังตารางที่ 3-2

ตารางที่ 3-2 ผลคะแนนการทดลองขั้นการทดลองที่ 1 การทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว (1:1)

ผู้เรียน	คะแนนระหว่างเรียน				คะแนนหลังเรียน (30 คะแนน)
	แบบฝึกหัด 1 (10 คะแนน)	แบบฝึกหัด 2 (10 คะแนน)	แบบฝึกหัด 3 (10 คะแนน)	รวม (30 คะแนน)	
1	6	5	5	16	17
2	7	6	6	19	19
3	8	8	6	22	22
รวม				57	58
ประสิทธิภาพสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดยาสติก เท่ากับ 63.33/64.44					

1.2 ผลการสังเกตการใช้สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดยาสติก มีรายละเอียดดังตารางที่ 3-3

ตารางที่ 3-3 ผลการสังเกตการใช้สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดยาสติก

ประเด็นการสังเกต	ผลการสังเกต
การใช้งานสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดยาสติก	แถบเมนูนำทางการใช้งานมีการทับซ้อนกัน ขนาดข้อความเล็กไม่ชัดเจน การเรียงลำดับเนื้อหา ยังไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์ การเรียนรู้ เสี่ยงอธิบายประกอบยังไม่ชัดเจน

1.3 ผลการปรับปรุงแก้ไขสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดยาพลาสติก มีรายละเอียดดังตารางที่ 3-4

ตารางที่ 3-4 ผลการปรับปรุงแก้ไขสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดยาพลาสติก

ประเด็น	ประเด็นที่ปรับปรุงแก้ไข
แถบเมฆนำทาง	แก้ไขแถบเมฆนำทางให้มีระยะเหมาะสมไม่ทับซ้อนกัน
ขนาดข้อความ	ปรับขนาดข้อความที่แสดงในสื่อให้เหมาะสมชัดเจนขึ้น
การเรียงลำดับเนื้อหา	แก้ไขการเรียงลำดับเนื้อหาสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้
เสียงอธิบาย	ปรับปรุงแก้ไขเสียงอธิบายประกอบให้ชัดเจนขึ้น

2. ดำเนินขั้นการทดลองที่ 2 เป็นการทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่ม (1:10) เป็นการทดสอบประสิทธิภาพที่มีนักเรียนระดับอ่อน 3 คน ระดับปานกลาง 3 คน และระดับอ่อน 3 คน รวม 9 คน โดยกำหนดเกณฑ์ 80/80 โดยนำเสนอผล 3 ประเด็น ประกอบด้วย 5.1) ผลคะแนนการทดลองขั้นการทดลองที่ 2 เป็นการทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่ม (1:10) 5.2) ผลการสังเกตการใช้สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดยาพลาสติกและ 5.3) ผลการปรับปรุงแก้ไขสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดยาพลาสติก โดยมีรายละเอียดดังนี้

2.1 ผลคะแนนการทดลองขั้นการทดลองที่ 2 การทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่ม (1:10) ด้วยสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดยาพลาสติก มีรายละเอียดดังตารางที่ 3-5

ตารางที่ 3-5 ผลคะแนนการทดลองขั้นการทดลองที่ 2 การทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่ม (1:10)

ผู้เรียน	คะแนนระหว่างเรียน				คะแนนหลังเรียน (30 คะแนน)
	แบบฝึกหัด 1 (10 คะแนน)	แบบฝึกหัด 2 (10 คะแนน)	แบบฝึกหัด 3 (10 คะแนน)	รวม (30 คะแนน)	
1	6	6	5	17	20
2	6	7	5	18	19
3	8	6	5	19	19
4	8	8	8	24	24
5	9	9	7	25	22
6	8	8	7	23	24
7	9	10	8	27	25

ตารางที่ 3-5 (ต่อ)

8	9	9	7	25	26
9	8	9	7	24	26
รวม				202	205
ประสิทธิภาพสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดยาพลาสติก เท่ากับ 74.81/75.93					

2.2 ผลการสังเกตการใช้สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดยาพลาสติก มีรายละเอียดดังตารางที่ 3-6

ตารางที่ 3-6 ผลการสังเกตการใช้สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดยาพลาสติก

ประเด็นการสังเกต	ผลการสังเกต
การใช้งานสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดยาพลาสติก	แถบเมนูต่าง ๆ ใช้งานได้ดีขึ้นไม่มีการทับซ้อน ขนาดตัวอักษร รูปภาพ ภาพเคลื่อนไหว โมเดล 3 มิติ เสียง มีความชัดเจนดี ลำดับเนื้อหาจัดเรียงได้ดีไม่ซับซ้อน สามารถเข้าถึงได้ง่าย แต่ควรแก้ไขให้สามารถทำแบบฝึกหัดได้ทันทีจากเมนูในสื่อการเรียนรู้

2.3 ผลการปรับปรุงแก้ไขสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดยาพลาสติก มีรายละเอียดดังตารางที่ 3-7

ตารางที่ 3-7 ผลการปรับปรุงแก้ไขสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดยาพลาสติก

ประเด็น	ประเด็นที่ปรับปรุงแก้ไข
เมนูแบบฝึกหัด	เพิ่มแถบเมนูแบบฝึกหัดเข้าไปในสื่อการเรียนรู้ เพื่อให้นักเรียนสามารถเข้าทำได้ทันทีหลังจากเรียนรู้ผ่านสื่อแล้ว

3. ดำเนินขั้นการทดลองที่ 3 เป็นการทดสอบประสิทธิภาพแบบภาคสนาม (1:100) เป็นการทดสอบประสิทธิภาพที่มีนักเรียน จำนวน 22 คน แบบคณะกรรมการ โดยกำหนดเกณฑ์

80/80 โดยนำเสนอผล 3 ประเด็น ประกอบด้วย 6.1) ผลคะแนนการทดลองชั้นการทดลองที่ 3 เป็นการทดสอบประสิทธิภาพภาคสนาม (1:100) 6.2) ผลการสังเกตการใช้สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดพลาสติกและ 6.3) ผลการปรับปรุงแก้ไขสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก โดยมีรายละเอียดดังนี้

3.1 ผลคะแนนการทดลองชั้นการทดลองที่ 3 การทดสอบประสิทธิภาพแบบภาคสนาม (1:100) ด้วยสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก มีรายละเอียดดังตารางที่ 3-8

ตารางที่ 3-8 ผลคะแนนการทดลองชั้นการทดลองที่ 3 การทดสอบประสิทธิภาพแบบภาคสนาม (1:100)

ผู้เรียน	คะแนนระหว่างเรียน				คะแนนหลังเรียน (30 คะแนน)
	แบบฝึกหัด 1 (10 คะแนน)	แบบฝึกหัด 2 (10 คะแนน)	แบบฝึกหัด 3 (10 คะแนน)	รวม (30 คะแนน)	
1	7	7	6	20	23
2	8	10	7	25	21
3	9	8	7	24	28
4	7	6	6	19	19
5	10	9	7	26	27
6	10	10	9	29	29
7	10	10	10	30	29
8	8	8	7	23	23
9	8	10	8	26	22
10	9	10	8	27	30
11	10	10	8	28	27
12	9	8	7	24	24
13	6	8	6	20	22
14	6	7	6	19	22
15	8	8	6	22	22
16	7	6	6	19	21
17	9	10	7	26	29
18	10	10	9	29	26
19	10	10	10	30	30
20	10	9	8	27	28

ตารางที่ 3-8 (ต่อ)

21	7	6	6	19	19
22	8	7	8	23	26
รวม				535	547
ประสิทธิภาพสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดยาสติก เท่ากับ 81.06/82.88					

3.2 ผลการสังเกตการใช้สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดยาสติกมีรายละเอียดดังตารางที่ 3-9

ตารางที่ 3-9 ผลการสังเกตการใช้สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดยาสติก

ประเด็นการสังเกต	ผลการสังเกต
การใช้งานสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดยาสติก	นักเรียนสามารถใช้งานสื่อได้อย่างสะดวก สามารถโต้ตอบกับโมเดล 3 มิติของแม่พิมพ์ฉีดยาสติกได้ การนำทางและการควบคุมภายในแอปพลิเคชันเป็นไปอย่างราบรื่น ข้อความ รูปภาพ ภาพเคลื่อนไหว เสียง และโมเดล 3 มิติของแม่พิมพ์ฉีดยาสติกมีรายละเอียดชัดเจน สามารถแสดงให้เห็นโครงสร้างภายในและชิ้นส่วนต่าง ๆ ได้อย่างละเอียด ระบบการควบคุม (เช่น การหมุนหรือขยายโมเดล) ใช้งานง่าย บางจุดที่การโต้ตอบกับโมเดลอาจซับซ้อนเกินไป เช่น การแยกชิ้นส่วนจำลอง อาจต้องเพิ่มคำแนะนำหรือปุ่มช่วยเหลือ แต่ควรมีการเตรียมความพร้อมด้านอุปกรณ์ เช่น โทรศัพท์มือถือ แท็บเล็ต หูฟัง และเครือข่ายอินเทอร์เน็ตสำรองไว้ให้กับนักเรียน

3.3 ผลการปรับปรุงแก้ไขสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดยาสติก มีรายละเอียดดังตารางที่ 3-10

ตารางที่ 3-10 ผลการปรับปรุงแก้ไขสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดยาพลาสติก

ประเด็น	ประเด็นที่ปรับปรุงแก้ไข
การแสดงผลการแยก ชั้นส่วน	เพิ่มคำอธิบายแนะนำวิธีการใช้งานในส่วนของการแสดงผลการแยก ชั้นส่วน การหมุน การย่อขยาย

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 การวิเคราะห์ประสิทธิภาพสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดยาพลาสติก และการวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) โดยการวิเคราะห์ประสิทธิภาพ ใช้สูตรดังนี้ (ชัยยงค์, 2556)

$$E_1 = \frac{\frac{\sum X}{N}}{A} \times 100 \quad (3-6)$$

เมื่อ	E_1	แทน	ประสิทธิภาพของกระบวนการ
	$\sum X$	แทน	คะแนนรวมของแบบทดสอบหรืองานที่ทำระหว่างเรียน
	A	แทน	คะแนนเต็มของแบบทดสอบระหว่างเรียน
	N	แทน	จำนวนผู้เรียน

$$E_2 = \frac{\frac{\sum F}{N}}{B} \times 100 \quad (3-7)$$

เมื่อ	E_2	แทน	ประสิทธิภาพของผลลัพธ์
	$\sum F$	แทน	คะแนนรวมของผลลัพธ์ของการประเมินหลังเรียน
	B	แทน	คะแนนเต็มของการประเมินหลังเรียนและประเมินงานสุดท้าย
	N	แทน	จำนวนผู้เรียน

ขั้นตอนที่ 4 ใช้สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดยาพลาสติก

ขั้นตอนการใช้สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดยาพลาสติก มีรายละเอียด ดังนี้

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร คือ นักเรียนในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม วิทยาลัยเทคนิคพนมสารคาม ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 542 คน

กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 3 ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม วิทยาลัยเทคนิคพนมสารคาม ที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชา แม่พิมพ์พลาสติกเบื้องต้น ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 1 กลุ่ม จำนวน 32 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling)

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วย

1. สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก (ฉบับที่ 6)
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก (ฉบับที่ 5)

การเก็บรวบรวมข้อมูล

รูปแบบการวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยเชิงทดลอง แบบ One-Shot Case Study (ล้วน และอังคณา, 2538) ซึ่งผู้วิจัยได้ใช้วิธีการทดลองโดยการใช้ชุดฝึกทักษะและแบบทดสอบสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทำการเก็บข้อมูลหลังการทดลอง โดยมีแผนการทดลอง ดังนี้

ตารางที่ 3-11 แบบแผนการทดลอง

Group	Pre-test	Treatment	Post-test
R	-	X	T

โดยที่ R หมายถึง กลุ่มตัวอย่าง
X หมายถึง การทดลอง
T หมายถึง การทดสอบหลังเรียน

การเก็บรวบรวมข้อมูลมีวิธีดำเนินการ ดังนี้

1. จัดเตรียมอุปกรณ์ ชี้นำการติดตั้งแอปพลิเคชัน และการใช้งานสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดพลาสติกเบื้องต้น กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ภาพที่ 3-14



ภาพที่ 3-14 ชี้แจงการใช้งานสื่อความเป็นจริงเสริม

2. ให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ใช้สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีตพลาสติก ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นและผ่านการตรวจสอบคุณภาพแล้ว ในการเรียนรู้ตามหัวข้อบทเรียน และระยะเวลาที่กำหนดในกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ ตัวอย่างดังภาพที่ 3-15 ถึง 3-17



ภาพที่ 3-15 นักเรียนเข้าใช้งานสื่อความเป็นจริงเสริม

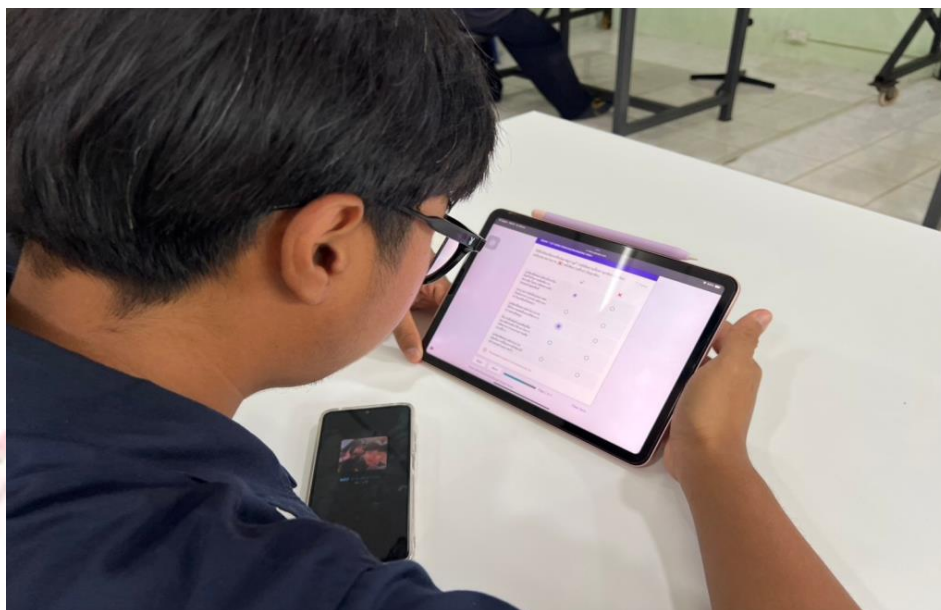


ภาพที่ 3-16 นักเรียนเริ่มเข้าสู่บทเรียนจากสื่อความเป็นจริงเสริม



ภาพที่ 3-17 นักเรียนใช้สื่อความเป็นจริงเสริมในการเรียนรู้

3. ให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ทำแบบฝึกหัดหลังจากได้เรียนรู้เนื้อหาด้วยสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดยาพลาสติกในแต่ละบทเรียน ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นและผ่านการตรวจสอบคุณภาพแล้ว เพื่อเก็บข้อมูล ดังภาพที่ 3-18



ภาพที่ 3-18 นักเรียนทำแบบฝึกหัดหลังจากใช้สื่อความเป็นจริงเสริมแต่ละบทเรียน

4. ให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ทำการทดสอบหลังเรียน (Post-test) หลังจากใช้สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดยาพลาสติกครบทั้ง 3 ชุด โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 30 ข้อ เพื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับเกณฑ์การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ สถิติที่ใช้ในการทดสอบคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 80 ของคะแนนเต็ม โดยใช้สถิติทดสอบค่าที (t-test for one sample) ดังนี้ (ชูศรี, 2552)

$$t = \frac{\bar{X} - \mu_0}{\frac{s}{\sqrt{n}}} \quad \text{โดยมี } df = n - 1 \quad (3-8)$$

เมื่อ	$\bar{X}$	แทน	ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง
	μ_0	แทน	เกณฑ์ร้อยละ 80
	s	แทน	ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง
	n	แทน	ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง
	df	แทน	ชั้นแห่งความเป็นอิสระ (Degree of Freedom)

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การพัฒนาสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ประเภทวิชาอุตสาหกรรม เป็นการวิจัยและพัฒนา (Research and Development : R & D) ได้ดำเนินงานวิจัยตามขั้นตอนประกอบด้วย การศึกษาสภาพปัญหา การจัดการเรียนการสอนและแนวทางการพัฒนาสื่อการเรียนรู้ การออกแบบและพัฒนาสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม การทดลองใช้สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมที่พัฒนาขึ้น และการนำสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมไปใช้ในการจัดการเรียนการสอน โดยผู้วิจัยนำเสนอผลตามขั้นตอนการวิจัย ดังนี้

- 4.1 ผลการศึกษาศภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอนและแนวทางการพัฒนาสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก
- 4.2 ผลการออกแบบและพัฒนาสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก
- 4.3 ผลการทดลองใช้สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดพลาสติกที่พัฒนาขึ้น
- 4.4 ผลการใช้สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก

4.1 ผลการศึกษาสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอนและแนวทางการพัฒนาสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก

ผลการศึกษาสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอนและแนวทางการพัฒนาสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาข้อมูลจากรายงานการบันทึกหลังแผนการจัดการเรียนรู้ รายวิชา แม่พิมพ์พลาสติกเบื้องต้น รายงานแบบบันทึกผลการเรียนและประเมินผลรายวิชาแม่พิมพ์พลาสติกเบื้องต้น และเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอน และวิเคราะห์ข้อมูล โดยการวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) มีผลการดำเนินการวิจัย ดังตารางที่ 4-1

ตารางที่ 4-1 ผลการศึกษาสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอนและแนวทางการพัฒนาสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก

ประเด็นการศึกษา	ผลการศึกษา
1) สภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอน รายวิชาแม่พิมพ์พลาสติกเบื้องต้น	สื่อที่ใช้จัดการเรียนการสอนรายวิชาแม่พิมพ์พลาสติกเบื้องต้นในปัจจุบัน เป็นลักษณะของเอกสาร ตำรา รูปภาพ หรือวิดีโอคลิป ที่ยังขาดความทันสมัย แสดงให้เห็นเพียงหลักการทำงานโดยพื้นฐาน ไม่สามารถเห็นรายละเอียดที่ซับซ้อนในการทำงานของแม่พิมพ์แต่ละประเภทได้ รวมไปถึงสื่อการสอนที่เป็นแม่พิมพ์พลาสติกของจริง นอกจากจะมีราคาค่อนข้างสูงแล้วนั้น ยังไม่สามารถแสดงให้เห็นถึงรายละเอียดกระบวนการทำงานที่อยู่ภายในตัวแม่พิมพ์ได้ อีกทั้งยังมีความอันตรายจากขนาด น้ำหนัก ความร้อน รวมไปถึงอันตรายจากการเปิด-ปิดแม่พิมพ์บนเครื่องจักรที่มีแรงดันสูงอีกด้วย
2) ผลการเรียนและประเมินผลรายวิชา แม่พิมพ์พลาสติกเบื้องต้น	ผลการเรียนรายวิชาแม่พิมพ์พลาสติกเบื้องต้น ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 มีนักเรียนจำนวน 11 คน ผลการเรียน 3.5 จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 27.27 ผลการเรียน 3.0 จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 18.18 ผลการเรียน 2.5 จำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 36.36 ผลการเรียน 1.5 จำนวน 1 คน คิดเป็น

ตารางที่ 4-1 (ต่อ)

	ร้อยละ 9.09 และผลการเรียน 1.0 จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 9.09 ซึ่งเมื่อพิจารณาจากบันทึกหลังแผนการจัดการเรียนรู้และผลคะแนนรายหน่วยพบว่าหน่วยการเรียนรู้เรื่อง แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก ซึ่งเป็นหน่วยการเรียนรู้ที่มีเนื้อหาสาระสำคัญและระดับคะแนนมากที่สุด นักเรียนขาดความสนใจในเนื้อหาที่เรียน ขาดการเชื่อมโยงความรู้จากเนื้อหาที่ได้รับ และขาดแรงจูงใจในการเรียนรู้ ส่งผลให้คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด
3) แนวทางการแก้ปัญหาการจัดการเรียนการสอน รายวิชาแม่พิมพ์พลาสติก เบื้องต้น	ควรมีการนำเทคโนโลยีมาใช้ในการพัฒนาสื่อการเรียนการสอนให้มีความทันสมัย มีความปลอดภัย และสามารถแสดงให้เห็นถึงรายละเอียดของกระบวนการทำงานของแม่พิมพ์พลาสติก ได้แก่ เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ซึ่งมีศักยภาพที่เหมาะสมสำหรับนำมาใช้ในกระบวนการจัดการเรียนรู้ด้านวิชาชีพหรือการฝึกอบรมด้านวิชาชีพ เนื่องจากสามารถแสดงผลในรูปของสัญลักษณ์ ข้อความ ภาพเคลื่อนไหว หรือวัตถุ 3 มิติ ซึ่งเอื้อต่อการเรียนรู้ตามขั้นตอนในการฝึกอบรมวิชาชีพ เพราะทำให้สามารถสร้าง ดัดแปลง และทำซ้ำได้ง่าย

4.2 ผลการออกแบบและพัฒนาสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก

ผลการออกแบบและพัฒนาสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาข้อมูลจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกและแนวคิดหลักการออกแบบเชิงวิศวกรรมในการพัฒนาสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก และวิเคราะห์ข้อมูล โดยการวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

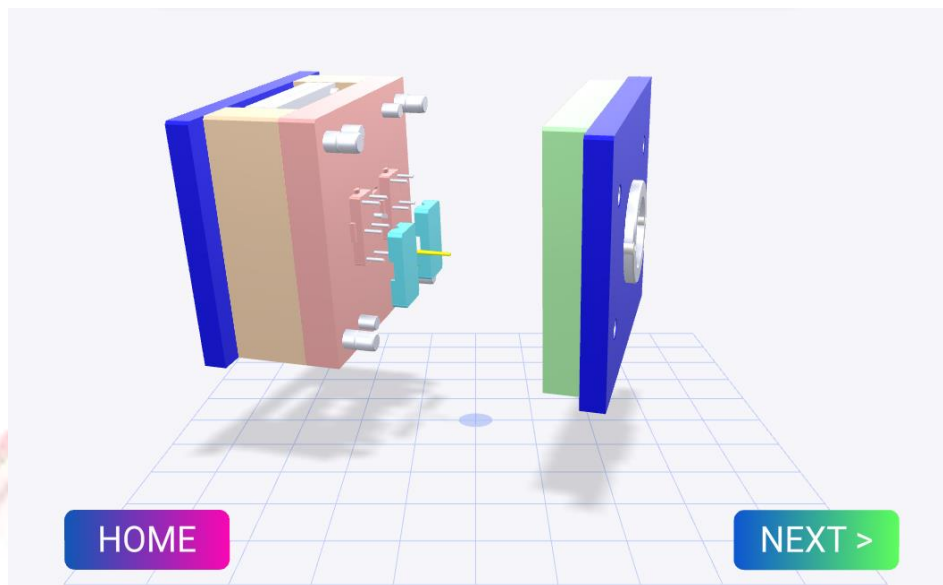
4.2.1 ผลการออกแบบและพัฒนาสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก โดยใช้แพลตฟอร์ม Zapworks มีรายละเอียด ดังนี้

4.2.1.1 ผลการออกแบบและพัฒนาสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ชุดที่ 1 บทเรียนความหมายและกระบวนการฉีดขึ้นรูปพลาสติก ประกอบด้วย หน้าแรก แสดงรายละเอียด สื่อการเรียนรู้ ครูผู้สอน แถบเมนูนำทางสำหรับเข้าสู่บทเรียน ได้แก่ ความหมายของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก กระบวนการฉีดขึ้นรูปพลาสติก ใบเนื้อหา และแบบฝึกหัด พร้อมเสียงแนะนำ และ Avatar บุคคลเคลื่อนไหว การโต้ตอบกับสื่อความเป็นจริงเสริม สามารถทำได้โดยใช้นิ้วสัมผัสที่แถบเมนูนำทางหรือวัตถุต่าง ๆ ที่อยู่บนหน้าจอ เพื่อแสดงผลในรูปแบบที่กำหนดไว้ ประเมินผลทำได้โดยการเคลื่อนที่อุปกรณ์แสดงผลไปรอบ ๆ วัตถุที่แสดง ปรับย่อ-ขยาย โดยเคลื่อนที่อุปกรณ์แสดงผลเข้าใกล้หรือออกห่างวัตถุ ดังภาพที่ 4-1



ภาพที่ 4-1 หน้าแรกสื่อความเป็นจริงเสริม ความหมายและกระบวนการฉีดขึ้นรูปพลาสติก

บทเรียน ความหมายของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก ประกอบด้วย สื่อ AR แสดงภาพ เนื้อหา และเสียงอธิบายเนื้อหาความหมายของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก จาก Avatar จำลองครูผู้สอน และ สื่อ AR แสดงหลักการทำงานของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก เป็นการแสดงอนิเมชันการเคลื่อนที่ของโมเดล 3 มิติ ตัวอย่างดังภาพที่ 4-2



ภาพที่ 4-2 สื่อความเป็นจริงเสริม หลักการทำงานของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก

บทเรียนกระบวนการฉีดขึ้นรูปพลาสติก ประกอบด้วย สื่อ AR ข้อความแสดงเนื้อหา วิดีโอ กระบวนการฉีดขึ้นรูปพลาสติก และเสียงอธิบายเนื้อหา แยกเป็นฉากตามขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตอนการเติมเต็ม ขั้นตอนการอัดแน่น ขั้นตอนการกดค้ำ ขั้นตอนการทำให้เย็นตัว และขั้นตอนการนำชิ้นงานออกจากแม่พิมพ์ ตัวอย่างดังภาพที่ 4-3



ภาพที่ 4-3 สื่อความเป็นจริงเสริม กระบวนการฉีดขึ้นรูปพลาสติก

4.2.1.2 ผลการออกแบบและพัฒนาสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ชุดที่ 2 บทเรียนประเภทและส่วนประกอบที่สำคัญของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก ประกอบด้วย หน้าแรก แสดงรายละเอียด สื่อการเรียนรู้ ครูผู้สอน แถบเมนูนำทางสำหรับเข้าสู่บทเรียน ได้แก่ ประเภทของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก ส่วนประกอบที่สำคัญของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก ใบเนื้อหา และแบบฝึกหัด ดังภาพที่ 4-4



ภาพที่ 4-4 หน้าแรกสื่อความเป็นจริงเสริม ประเภทและส่วนประกอบที่สำคัญของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก

บทเรียน ประเภทของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก ประกอบด้วย สื่อ AR แสดงภาพ เนื้อหา และเสียงอธิบายเนื้อหาแยกเป็นฉาก ตามหลักการแบ่งประเภทของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก ได้แก่ แบ่งตามระบบการป้อน แบ่งตามจำนวนช่องแม่พิมพ์ แบ่งตามแผ่นแม่พิมพ์ และแม่พิมพ์เฉพาะทาง สามารถเลือกดูภาพแบบเต็มจอได้ และฟังคำอธิบายซ้ำโดยแตะที่ Avatar ครูผู้สอน ตัวอย่างดังภาพที่ 4-5



ภาพที่ 4-5 สื่อความเป็นจริงเสริม ประเภทของแม่พิมพ์เฉพาะทาง

บทเรียน ส่วนประกอบที่สำคัญของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก ประกอบด้วย สื่อ AR แสดงภาพ เนื้อหา และโมเดล 3 มิติ ส่วนประกอบที่สำคัญของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก ดังภาพที่ 4-6



ภาพที่ 4-6 สื่อความเป็นจริงเสริม ส่วนประกอบที่สำคัญของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก

บทเรียน ส่วนประกอบที่สำคัญของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก สามารถเลือกฟังรายละเอียดส่วนประกอบที่สำคัญของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกได้โดยใช้นิ้วแตะขึ้นส่วนที่ต้องการ สามารถแสดงการเคลื่อนไหวของโมเดล 3 มิติ ได้โดยการแตะขึ้นส่วนอีกครั้ง ตัวอย่างดังภาพที่ 4-7



ภาพที่ 4-7 สื่อความเป็นจริงเสริม ชุดแม่พิมพ์ฝังอยู่กับที่

4.2.1.3 ผลการออกแบบและพัฒนาสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ชุดที่ 3 บทเรียนหน้าที่และวัสดุที่ใช้ทำชิ้นส่วนของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก ประกอบด้วย หน้าแรก แสดงรายละเอียด สื่อการเรียนรู้ ครูผู้สอน แถบเมนูนำทางสำหรับเข้าสู่บทเรียน ได้แก่ หน้าที่ชิ้นส่วนมาตรฐานของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก ชนิดวัสดุที่ใช้ทำชิ้นส่วนของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก ใบเนื้อหา และแบบฝึกหัด ดังภาพที่ 4-8

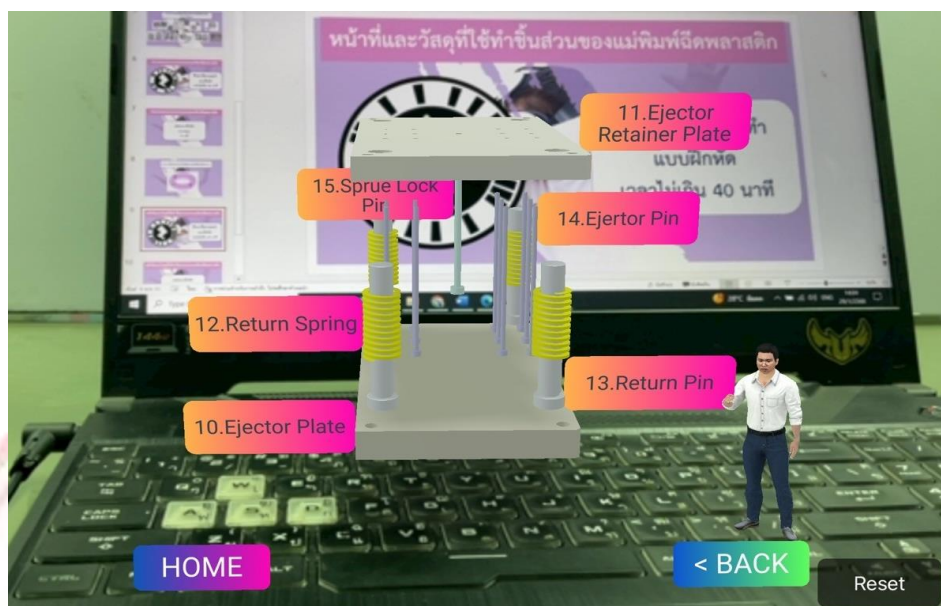


ภาพที่ 4-8 หน้าแรกสื่อความเป็นจริงเสริม หน้าทีและวัสดุที่ใช้ทำชิ้นส่วนของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก

บทเรียน หน้าทีขึ้นส่วนมาตรฐานของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก ประกอบด้วย สื่อ AR แสดงภาพ เนื้อหา และโมเดล 3 มิติ เสียงอธิบายเนื้อหา หน้าขึ้นส่วนมาตรฐานของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก โดยแยกเป็น ฉาก ตามส่วนประกอบที่สำคัญของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก สามารถแสดงการเคลื่อนไหวของโมเดล 3 มิติ ได้โดยการแตะขึ้นส่วนอีกครั้ง ตัวอย่างดังภาพที่ 4-9 และภาพที่ 4-10



ภาพที่ 4-9 สื่อความเป็นจริงเสริม ชิ้นส่วนมาตรฐานในชุดแม่พิมพ์ฝังอยู่กับที่



ภาพที่ 4-10 สื่อความเป็นจริงเสริม ชิ้นส่วนมาตรฐานในชุดระบบดันปลดชิ้นงาน

บทเรียน ชนิดวัสดุที่ใช้ทำชิ้นส่วนของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก ประกอบด้วย สื่อ AR แสดงภาพ เนื้อหา และเสียงคำแนะนำ เพื่อเลือกศึกษารายละเอียดชนิดวัสดุที่ใช้ทำชิ้นส่วนของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก ได้ตามต้องการโดยการแตะชื่อชนิดวัสดุ ดังภาพที่ 4-11



ภาพที่ 4-11 สื่อความเป็นจริงเสริม ชนิดวัสดุที่ใช้ทำชิ้นส่วนของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก

บทเรียน ชนิดวัสดุที่ใช้ทำชิ้นส่วนของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก เมื่อทำการเลือกชนิดวัสดุที่ต้องการศึกษาแล้ว จะเข้าสู่ สื่อ AR ที่แสดงภาพ เนื้อหา และเสียงอธิบายเนื้อหาวัสดุที่ใช้ทำชิ้นส่วนแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก ได้แก่ วัสดุ S45C-S50C, SKD61, P20, SKH51, SACM645, SUJ2 และวัสดุ 420 & 440C ตัวอย่างดังภาพที่ 4-12



ภาพที่ 4-12 สื่อความเป็นจริงเสริม วัสดุชนิด SACM645

4.2.3 ผลการประเมินความเหมาะสมของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก โดยกลุ่มผู้ให้ข้อมูล คือ ผู้ทรงคุณวุฒิ ได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง ประกอบด้วย อาจารย์ระดับอุดมศึกษา วิชาการระดับปริญญาเอกขึ้นไป สาขาวิชาแม่พิมพ์และเครื่องมือ จำนวน 1 คน ข้าราชการครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ หรือวุฒิการศึกษาระดับปริญญาโทขึ้นไป สาขาวิชาช่างกลโรงงาน จำนวน 6 คน ข้าราชการครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ หรือวุฒิการศึกษาระดับปริญญาโทขึ้นไป สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ จำนวน 2 คน รวมจำนวน 9 คน และวิเคราะห์ข้อมูลโดยคำนวณหา ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน มีผลแสดงดังตารางที่ 4-2

ตารางที่ 4-2 ผลการประเมินความเหมาะสมของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม
แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก โดยผู้ทรงคุณวุฒิ (n=9)

รายการประเมิน	ผลการประเมิน		ระดับความเหมาะสม
	$\bar{X}$	S.D.	
1. ด้านเนื้อหาและการนำเสนอ	4.78	0.31	มากที่สุด
1.1 การสรุปประเด็นของความรู้มีความชัดเจน	4.89	0.33	มากที่สุด
1.2 เนื้อหามีความเหมาะสมกับระดับผู้เรียน	4.89	0.33	มากที่สุด
1.3 การจัดลำดับเนื้อหามีความต่อเนื่องเหมาะสม	5.00	0.00	มากที่สุด
1.4 ปริมาณเนื้อหาเหมาะสมกับเวลาเรียน	4.22	0.44	มาก
1.5 การใช้ภาษาสื่อความหมายชัดเจนเข้าใจง่าย	4.89	0.33	มากที่สุด
2. ด้านเทคนิคการผลิตสื่อการเรียนรู้	4.73	0.36	มากที่สุด
2.1 คุณภาพของภาพ 3 มิติมีความคมชัด	4.89	0.33	มากที่สุด
2.2 ขนาดของโมเดล 3 มิติมีความเหมาะสม	5.00	0.00	มากที่สุด
2.3 การเคลื่อนไหวของโมเดล 3 มิติมีความต่อเนื่อง	4.78	0.44	มากที่สุด
2.4 ความเสถียรในการแสดงผลของสื่อความเป็นจริงเสริม	4.11	0.33	มาก
2.5 ความรวดเร็วในการประมวลผลและแสดงผล	4.89	0.33	มากที่สุด
3. ด้านการใช้งานสื่อการเรียนรู้	4.76	0.36	มากที่สุด
3.1 ความง่ายในการติดตั้งและเริ่มใช้งานแอปพลิเคชัน	4.89	0.33	มากที่สุด
3.2 การนำทางและใช้งานเมนูต่างๆ เข้าใจง่าย	4.89	0.33	มากที่สุด
3.3 การตอบสนองต่อการควบคุมของผู้ใช้	4.89	0.33	มากที่สุด
3.4 ความเสถียรของแอปพลิเคชัน	4.11	0.33	มาก
3.5 คู่มือ/คำแนะนำการใช้งานมีความชัดเจน	5.00	0.00	มากที่สุด
4. ด้านการส่งเสริมเรียนรู้	4.84	0.15	มากที่สุด
4.1 สื่อการเรียนรู้ช่วยกระตุ้นความสนใจในการเรียนรู้	5.00	0.00	มากที่สุด
4.2 สื่อการเรียนรู้ช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ด้วยตนเอง	5.00	0.00	มากที่สุด
4.3 สื่อการเรียนรู้ช่วยให้เข้าใจเนื้อหาได้ดีขึ้น	4.78	0.44	มากที่สุด

ตารางที่ 4-2 (ต่อ)

4.4 สื่อการเรียนรู้ช่วยสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ เสมือนจริง	4.78	0.44	มากที่สุด
4.5 สื่อการเรียนรู้ช่วยส่งเสริมการมีปฏิสัมพันธ์ในการ เรียนรู้	4.67	0.50	มากที่สุด
5. ด้านประโยชน์และการนำไปใช้	4.82	0.17	มากที่สุด
5.1 สื่อการเรียนรู้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการเรียน การสอนได้จริง	5.00	0.00	มากที่สุด
5.2 สื่อการเรียนรู้ช่วยประหยัดเวลาและทรัพยากรในการ จัดการเรียนการสอน	4.78	0.44	มากที่สุด
5.3 สื่อการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมการ เรียนรู้ในปัจจุบัน	4.67	0.50	มากที่สุด
5.4 สื่อการเรียนรู้สามารถใช้ซ้ำได้หลายครั้ง	5.00	0.00	มากที่สุด
5.5 สื่อการเรียนรู้มีความคุ้มค่าต่อการลงทุนผลิตและการ นำไปใช้	4.67	0.50	มากที่สุด
ผลรวม	4.79	0.05	มากที่สุด

จากตารางที่ 4-2 ผลการศึกษาความเหมาะสมของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก โดย ผู้ทรงคุณวุฒิ พบว่า โดยภาพรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.79$, S.D.=0.05) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านการประเมินพบว่า ด้านการส่งเสริมเรียนรู้มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.84$, S.D.=0.15) รองลงมา ด้านประโยชน์และการนำไปใช้มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.82$, S.D.=0.17) และด้านเนื้อหาและการนำเสนอมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.78$, S.D.=0.31) ตามลำดับ

ด้านเนื้อหาและการนำเสนอ พบว่า มีความเหมาะสมในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.78$, S.D.=0.31) เมื่อพิจารณาเป็นรายการประเมิน พบว่า รายการที่มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด คือ การจัดลำดับเนื้อหามีความต่อเนื่องเหมาะสม มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 5.00$, S.D.=0.00) รองลงมาคือ การสรุปประเด็นของความรู้มีความชัดเจน เนื้อหาเหมาะสมกับระดับผู้เรียน และการใช้ภาษาสื่อความหมายชัดเจนเข้าใจง่าย มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.89$, S.D.=0.33)

ด้านเทคนิคการผลิตสื่อการเรียนรู้ พบว่า มีความเหมาะสมในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.73$, S.D.=0.36) เมื่อพิจารณาเป็นรายการประเมิน พบว่า รายการที่มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด คือ ขนาดของโมเดล 3 มิติมีความเหมาะสม มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 5.00$, S.D.=0.00) รองลงมาคือ คุณภาพของภาพ 3 มิติมีความคมชัด และความรวดเร็วในการประมวลผลและแสดงผล มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.89$, S.D.=0.33)

ด้านการใช้งานสื่อการเรียนรู้ พบว่า มีความเหมาะสมในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.76$, S.D.=0.36) เมื่อพิจารณาเป็นรายการประเมิน พบว่า รายการที่มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด คือ คู่มือ/คำแนะนำการใช้งานมีความชัดเจน มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 5.00$, S.D.=0.00) รองลงมาคือ ความง่ายในการติดตั้งและเริ่มใช้งานแอปพลิเคชัน การนำทาง และใช้งานเมนูต่างๆ เข้าใจง่าย และการตอบสนองต่อการควบคุมของผู้ใช้ มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.89$, S.D.=0.33)

ด้านการส่งเสริมเรียนรู้ พบว่า มีความเหมาะสมในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.84$, S.D.=0.15) เมื่อพิจารณาเป็นรายการประเมิน พบว่า รายการที่มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด คือ สื่อการเรียนรู้ช่วยกระตุ้นความสนใจในการเรียนรู้ และสื่อการเรียนรู้ช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ด้วยตนเอง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 5.00$, S.D.=0.00) รองลงมาคือ สื่อการเรียนรู้ช่วยให้เข้าใจเนื้อหาได้ดีขึ้น และสื่อการเรียนรู้ช่วยสร้างประสบการณ์การเรียนรู้เสมือนจริง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.78$, S.D.=0.44)

ด้านประโยชน์และการนำไปใช้ พบว่า มีความเหมาะสมในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.82$, S.D.=0.17) เมื่อพิจารณาเป็นรายการประเมิน พบว่า รายการที่มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด คือ สื่อการเรียนรู้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอนได้จริง และสื่อการเรียนรู้สามารถใช้ซ้ำได้หลายครั้ง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 5.00$, S.D.=0.00) รองลงมาคือ สื่อการเรียนรู้ช่วยประหยัดเวลาและทรัพยากรในการจัดการเรียนการสอน มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.78$, S.D.=0.44)

4.3 ผลการทดลองใช้สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดพลาสติกที่พัฒนาขึ้น

ผลการหาประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดพลาสติกที่พัฒนาขึ้น โดยกลุ่มทดลอง ได้แก่ นักเรียนที่ไม่ใช้กลุ่มตัวอย่างระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ที่เรียนรายวิชาแม่พิมพ์พลาสติกเบื้องต้น ผ่านมาแล้ว จำนวน 22 คน และการวิเคราะห์ข้อมูล โดย การวิเคราะห์ประสิทธิภาพ E_1/E_2 มีผลแสดงดังตารางที่ 4-3

ตารางที่ 4-3 ผลการหาประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดยาพลาสติกที่พัฒนาขึ้น

คะแนน	จำนวน นักเรียน	คะแนน		%	เกณฑ์ที่ กำหนด
		คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ย		
กระบวนการ (E_1)	22	30	24.32	81.06	80
ผลลัพธ์ (E_2)		30	24.86	82.88	80

จากตารางที่ 4-3 พบว่าประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดยาพลาสติกที่พัฒนาขึ้น ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) มีค่าเท่ากับ 81.06 ประสิทธิภาพของ (E_2) มีค่าเท่ากับ 82.88 ดังนั้น ประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดยาพลาสติก ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ 80/80

4.4 ผลการใช้สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดยาพลาสติก

ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ใช้สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดยาพลาสติก กับเกณฑ์ โดยกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 3 ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม วิทยาลัยเทคนิคพนมสารคาม ที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชา แม่พิมพ์พลาสติกเบื้องต้น ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 1 กลุ่ม จำนวน 32 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) และการวิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้สถิติทดสอบค่าที (t-test for one sample) มีผลแสดงดังตารางที่ 4-4

ตารางที่ 4-4 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ใช้สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดยาพลาสติก กับเกณฑ์ร้อยละ 80

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนที่ใช้สื่อ	n	$\bar{X}$	$S.D.$	t	df	P-Value*
	32	25.56	2.70	3.27	31	0.00

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 4.4 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ใช้สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดยาพลาสติก กับเกณฑ์ จำนวน 32 คน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 25.56 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.70 พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยมากกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 80 ของคะแนนเต็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($t = 3.27$, $df = 31$, $p = 0.00$)

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การพัฒนาสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ประเภทวิชาอุตสาหกรรม ผู้วิจัยได้สรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ ดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

5.3 ข้อเสนอแนะการวิจัย

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

5.1.1.1 เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ประเภทวิชาอุตสาหกรรม

5.1.1.2 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดพลาสติกเทียบกับเกณฑ์

5.1.2 สรุปผลการวิจัย

จากการดำเนินงานวิจัย การพัฒนาสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สรุปผลการวิจัยได้ ดังนี้

5.1.2.1 ผลการศึกษาสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอนและแนวทางการพัฒนาสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก ด้านสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอน รายวิชาแม่พิมพ์พลาสติกเบื้องต้น พบว่า การจัดการเรียนการสอนใช้วิธีการสอนที่ไม่หลากหลาย เน้นการบรรยาย ร่วมกับเอกสารประกอบการสอน ใช้สื่อการเรียนรู้ในรูปแบบตำรา เอกสาร หนังสือ เนื่องจากมีข้อจำกัดด้านต้นทุนการจัดหาสื่อของจริง สื่อที่ใช้ขาดความเหมาะสมและความทันสมัย ส่งผลให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด เนื่องจากขาดความสนใจในเนื้อหาที่เรียน ขาดการเชื่อมโยงความรู้จากเนื้อหาที่ได้รับ และขาดแรงจูงใจในการเรียนรู้ ด้านแนวทางการแก้ปัญหาการจัดการเรียนการสอน รายวิชาแม่พิมพ์พลาสติกเบื้องต้น พบว่า ควรมีการนำเทคโนโลยีมาใช้เพื่อพัฒนาสื่อการเรียนการสอนให้มีความทันสมัย มีความปลอดภัย และสามารถแสดงให้เห็นถึงรายละเอียดของกระบวนการทำงานของแม่พิมพ์

พลาสติกได้ โดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ซึ่งมีศักยภาพที่เหมาะสมสำหรับนำมาใช้ในกระบวนการจัดการเรียนรู้ด้านวิชาชีพ หรือการฝึกอบรมด้านวิชาชีพ เนื่องจากสามารถแสดงผลในรูปแบบของสัญลักษณ์ ข้อความ ภาพเคลื่อนไหว หรือวัตถุ 3 มิติ ซึ่งเอื้อต่อการเรียนรู้ตามขั้นตอนในการฝึกอบรมวิชาชีพ เพราะทำให้สามารถสร้าง ดัดแปลง และทำซ้ำได้ง่าย

5.1.2.2 ผลการออกแบบและพัฒนาสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ประเภทวิชาอุตสาหกรรม ผลการประเมินความเหมาะสมในภาพรวม มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด เมื่อแบ่งรายการประเมินออกเป็น 5 ด้าน 1) ด้านเนื้อหาและการนำเสนอ 2) ด้านเทคนิคการผลิตสื่อการเรียนรู้ 3) ด้านการใช้งาน สื่อการเรียนรู้ 4) ด้านการส่งเสริมเรียนรู้ และ 5) ด้านประโยชน์และการนำไปใช้ พบว่า ด้านที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ ด้านการส่งเสริมเรียนรู้ มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด รองลงมา คือ ด้านประโยชน์และการนำไปใช้ มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด และด้านเนื้อหาและการนำเสนอ มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ตามลำดับ

ผลการประเมินความเหมาะสมของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ประเภทวิชาอุตสาหกรรม พบว่าด้านเนื้อหาและการนำเสนอ มีความเหมาะสมในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด เมื่อพิจารณาเป็นรายการประเมิน พบว่า รายการที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ การจัดลำดับเนื้อหามีความต่อเนื่องเหมาะสม มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด รองลงมาคือ การสรุปประเด็นของความรู้มีความชัดเจน เนื้อหา มีความเหมาะสมกับระดับผู้เรียน และการใช้ภาษาสื่อความหมายชัดเจนเข้าใจง่าย มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ด้านเทคนิคการผลิตสื่อการเรียนรู้ มีความเหมาะสมในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด เมื่อพิจารณาเป็นรายการประเมิน พบว่า รายการที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ ขนาดของโมเดล 3 มิติ มีความเหมาะสม มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด รองลงมาคือ คุณภาพของภาพ 3 มิติ มีความคมชัด และความรวดเร็วในการประมวลผลและแสดงผล มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ด้านการใช้งาน สื่อการเรียนรู้ มีความเหมาะสมในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด เมื่อพิจารณาเป็นรายการประเมิน พบว่า รายการที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ คู่มือ/คำแนะนำการใช้งานมีความชัดเจน มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด รองลงมาคือ ความง่ายในการติดตั้งและเริ่มใช้งานแอปพลิเคชัน การนำทางและใช้งานเมนูต่างๆ เข้าใจง่าย และการตอบสนองต่อการควบคุมของผู้ใช้ มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ด้านการส่งเสริมเรียนรู้ มีความเหมาะสมในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด เมื่อพิจารณาเป็นรายการประเมิน พบว่า รายการที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ สื่อการเรียนรู้ช่วยกระตุ้นความสนใจในการเรียนรู้ และสื่อการเรียนรู้ช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ด้วยตนเอง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด รองลงมาคือ สื่อการเรียนรู้ช่วยให้เข้าใจเนื้อหาได้ดีขึ้น และสื่อการเรียนรู้ช่วยสร้างประสบการณ์การเรียนรู้เสมือนจริง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด

ด้านประโยชน์และการนำไปใช้ มีความเหมาะสมในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด เมื่อพิจารณาเป็นรายการประเมิน พบว่า รายการที่มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด คือ สื่อการเรียนรู้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอนได้จริง และสื่อการเรียนรู้สามารถใช้ซ้ำได้หลายครั้ง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด รองลงมาคือ สื่อการเรียนรู้ช่วยประหยัดเวลาและทรัพยากรในการจัดการเรียนการสอน มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด

5.1.2.3 ผลการหาประสิทธิภาพการศึกษาสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดพลาสติกที่พัฒนาขึ้น ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) มีค่าเท่ากับ 81.06 ประสิทธิภาพของ (E_2) มีค่าเท่ากับ 82.88 ดังนั้น ประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ 80/80

5.1.2.4 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ใช้สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก กับเกณฑ์ จำนวน 32 คน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 25.56 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.70 พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยมากกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 80 ของคะแนนเต็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($t = 3.27$, $df = 31$, $p = 0.00$)

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สามารถอภิปรายผลได้ ดังนี้

1. ผลการศึกษาสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอน รายวิชาแม่พิมพ์พลาสติกเบื้องต้น พบว่า รายวิชาแม่พิมพ์พลาสติกเบื้องต้นประสบปัญหาในการจัดการเรียนการสอนหลายประการ ได้แก่ วิธีการสอนยังไม่มีหลากหลาย โดยมุ่งเน้นการบรรยายเป็นหลักร่วมกับเอกสารประกอบการสอน สื่อการเรียนรู้ที่ใช้อยู่ในรูปแบบตำรา เอกสาร และหนังสือเป็นส่วนใหญ่ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก มีข้อจำกัดด้านต้นทุนในการจัดหาสื่อการสอนที่เป็นวัสดุของจริง ส่งผลให้สื่อการเรียนรู้ที่ใช้อยู่ขาดความเหมาะสมและความทันสมัย ปัญหาดังกล่าวส่งผลกระทบต่อผู้เรียน โดยพบว่าผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด ขาดความสนใจในเนื้อหาที่เรียน ไม่สามารถเชื่อมโยงความรู้จากเนื้อหาที่ได้รับ และขาดแรงจูงใจในการเรียนรู้ สภาพปัญหาดังกล่าวสอดคล้องกับการศึกษาของ วรศนันท์ และคณะ (2565) ที่พบว่า วิธีการสอนแบบบรรยายเพียงอย่างเดียวไม่น่าเพียงพอต่อการพัฒนาทักษะวิชาชีพที่ต้องอาศัยการปฏิบัติและการเห็นภาพที่ชัดเจน โดยเฉพาะในรายวิชา ที่มีเนื้อหาซับซ้อนเชิงเทคนิคอย่างแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก การแก้ปัญหามานagementการจัดการเรียนการสอนสามารถทำได้โดยการนำเทคโนโลยีมาช่วยพัฒนาสื่อการเรียนการสอนให้มีความทันสมัยและปลอดภัยมากขึ้น โดยพบว่าเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม มีศักยภาพเหมาะสมอย่างยิ่งสำหรับการจัดการเรียนรู้

ด้านวิชาชีพในรายวิชานี้ เนื่องจาก AR สามารถแสดงรายละเอียดของกระบวนการทำงานของแม่พิมพ์พลาสติกได้อย่างชัดเจน มีความสามารถในการแสดงผลในรูปแบบสัญลักษณ์ ข้อความ ภาพเคลื่อนไหว หรือวัตถุ 3 มิติ ซึ่งเอื้อต่อการเรียนรู้ตามขั้นตอนในการฝึกอบรมวิชาชีพได้เป็นอย่างดี แนวทางการแก้ปัญหาด้วยเทคโนโลยี AR สอดคล้องกับแนวคิดของ ใจทิพย์ และศิริเดช (2564) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ควรเน้นประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนรู้ และงานวิจัยของ Han et al. (2022) พบว่า AR มีข้อดีโดดเด่นคือ แสดงภาพ 3 มิติและกลไกภายในที่มองไม่เห็นด้วยตาเปล่า ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจกระบวนการซับซ้อนผ่านภาพเคลื่อนไหว เพิ่มแรงจูงใจด้วยการมีปฏิสัมพันธ์กับเนื้อหา ลดต้นทุนเพราะสร้างและทำซ้ำได้ง่าย และมีความปลอดภัยกว่าการใช้อุปกรณ์จริง

2. ผลการประเมินความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญต่อสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก พบว่า มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน เรียงจากมากไปหาน้อย พบว่า ด้านการส่งเสริมเรียนรู้มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ด้านประโยชน์และการนำไปใช้มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ด้านเนื้อหาและการนำเสนอมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ด้านการใช้งานสื่อการเรียนรู้มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด และด้านเทคนิคการผลิตสื่อการเรียนรู้มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ตามลำดับ อาจเนื่องมาจากสื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมที่พัฒนาขึ้น ช่วยให้นักเรียนสามารถมองเห็นและโต้ตอบกับโมเดลเสมือนจริงของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก ซึ่งช่วยให้เข้าใจโครงสร้างและกระบวนการทำงานได้ดียิ่งขึ้น นักเรียนสามารถใช้สื่อในการเรียนรู้และพัฒนาทักษะได้โดยตรง ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ เบญญา และนัจัก (2565) ที่ได้พัฒนาสื่อการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงสร้างสรรค์ ในการสร้างสื่อยุคดิจิทัลร่วมกับเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม และพบว่า เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเข้าใจกระบวนการคิดสร้างสรรค์ได้ง่ายขึ้น กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจในการเรียนรู้ และยังสอดคล้องกับการศึกษาของ ดุสิต และอภิชาติ (2562) ที่พบว่า เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ช่วยให้สื่อการเรียนรู้มีความสวยงามและสมจริงช่วยสร้างความน่าสนใจในการเรียน ดูทันสมัย น่าตื่นเต้น การใช้งานอุปกรณ์สะดวกต่อการใช้งาน สร้างความเข้าใจในเนื้อหาการเรียนมากขึ้น เกิดการเรียนรู้ได้ง่ายขึ้นและเห็นภาพได้จริง รวมถึงสอดคล้องกับงานวิจัยของ ณรงค์ และคณะ (2563) ที่ชี้ให้เห็นว่า การลำดับเนื้อหาเนื้อหาบทเรียน และการออกแบบสื่อที่มีความทันสมัย แปลกใหม่ ตื่นตาตื่นใจ ช่วยเพิ่มความสนใจให้กับนักเรียนได้

3. ผลการหาประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก พบว่า ประสิทธิภาพของ E_1 มีค่าเท่ากับ 81.06 และประสิทธิภาพของ E_2 มีค่าเท่ากับ 82.88 พบว่าประสิทธิภาพของของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ 80/80 อาจเนื่องมาจาก

การออกแบบและพัฒนาสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนของการวิจัยและพัฒนา (Research and Development : R & D) โดยการการศึกษาเอกสาร แนวคิดและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง นำมาออกแบบเป็นการบวนการสร้างสื่อความเป็นจริงเสริม มีการตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสม รวมถึงการทดลองใช้และเก็บข้อมูล เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไขจนได้สื่อความเป็นจริงเสริมที่มีประสิทธิภาพ และช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียน สอดคล้องกับงานวิจัยของ ครนพ (2561) ทำการวิจัยเรื่อง สื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่อง การขยายย่านวัดของมิเตอร์ พบว่า การพัฒนาสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ช่วยเพิ่มการเข้าใจเนื้อหาได้ดี โดยเฉพาะในหัวข้อที่ซับซ้อน เนื่องจากผู้เรียนสามารถเห็นภาพและจำลองสถานการณ์จริงได้ การออกแบบและพัฒนาสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ช่วยให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ สามารถศึกษาด้วยตนเองได้อย่างเป็นระบบทำให้ประสิทธิภาพของกระบวนการเรียนรู้ (E_1) สูงขึ้น อีกทั้งสื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมที่สามารถเข้าถึงได้ง่าย สะดวกรวดเร็ว ทดลองและทำซ้ำได้ตลอดเวลา ทำให้นักเรียนสามารถจดจำเนื้อหาได้อย่างแม่นยำ ส่งผลให้ผลลัพธ์การเรียนรู้ (E_2) สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด สอดคล้องกับงานวิจัยของ ณรงค์ ไชยมงคล และคณะ (2563) ที่ชี้ให้เห็นว่าสื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ช่วยให้นักเรียนเห็นขั้นตอนและกระบวนการได้อย่างชัดเจน สามารถศึกษาเพิ่มเติมได้ตลอดเวลา ส่งผลให้นักเรียนมีผลการเรียนที่ดีขึ้น รวมถึงสอดคล้องกับงานวิจัยของ นิรุติ (2561) พบว่าเมื่อนำสื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมมาใช้ในการเรียนการสอน ทำให้ผู้เรียนเกิดความสนใจและพึงพอใจต่อสื่อการเรียนรู้ในระดับมากที่สุด ส่งผลให้ประสิทธิภาพในการเรียนรู้เป็นไปในทิศทางที่ดีขึ้น

4. ผลการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก นักเรียน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยมากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 80 ของคะแนนเต็มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 อาจเนื่องมาจาก การเรียนรู้ที่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนกับสื่อการเรียนรู้ที่ใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ช่วยให้นักเรียนสามารถโต้ตอบกับเนื้อหาได้โดยตรง ซึ่งส่งเสริมให้เข้าใจโครงสร้างและหลักการทำงานได้อย่างลึกซึ้งมากขึ้น การใช้ภาพสามมิติ แอนิเมชัน และเสียงบรรยาย ทำให้นักเรียนสามารถเข้าใจเนื้อหาได้ง่ายขึ้นและจดจำได้ยาวนาน สอดคล้องกับงานวิจัยของ ณรงค์ และคณะ (2563) ที่ได้ทำการวิจัยเรื่องเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม 2 มิติ : การตั้งศูนย์ชิ้นงานในงานกัดด้วยเครื่องจักรกลอัตโนมัติ พบว่า นักศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 รวมถึงสอดคล้องกับงานวิจัยของ ครนพ (2561) ทำการวิจัยเรื่อง สื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่อง การขยายย่านวัดของมิเตอร์ พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ใช้สื่อการเรียนรู้นี้สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมี

นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 งานวิจัยของ นิรุทธิ์ (2561) ทำการวิจัยเรื่อง สื่อการเรียนรู้แบบ สอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่อง การตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น พบว่า นักเรียนที่ใช้สื่อการเรียนรู้นี้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 งานวิจัยของ เบญญา และนัจภัก (2565) ทำการพัฒนาสื่อการเรียนรู้ เพื่อส่งเสริมกระบวนการคิดเชิงสร้างสรรค์ในการสร้างสื่อยุคดิจิทัลร่วมกับเทคโนโลยีความเป็นจริง เสริม AR พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยรวมหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.01 และสอดคล้องกับงานวิจัยของ สุธีร์ และสุภาณี (2566) ที่พัฒนารูปแบบการเรียนเชิงรุก ร่วมกับความเป็นจริงเสริมเพื่อเสริมสร้างทักษะคอมพิวเตอร์และสารสนเทศเพื่องานอาชีพ พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แสดงให้เห็นว่าสื่อการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นสามารถส่งเสริมการเรียนรู้และเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลวิจัยไปใช้

จากผลการวิจัยพบว่า สื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมมีส่วนช่วยกระตุ้นความสนใจและ ส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียนได้เป็นอย่างดี จึงควรมีการพิจารณานำสื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ไปประยุกต์ใช้กับการเรียนการสอนรายวิชาอื่น ๆ ในหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ ประเภทวิชา อุตสาหกรรม

5.3.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

ควรขยายการพัฒนาสื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมให้ครอบคลุมการพัฒนาทักษะปฏิบัติจริง โดยเฉพาะงานที่ต้องการความแม่นยำและทักษะเชิงโครงสร้าง เช่น การประกอบแม่พิมพ์พลาสติก เพื่อให้ผู้เรียนสามารถฝึกฝนผ่านการจำลองสถานการณ์โดยไม่ต้องใช้ทรัพยากรจริง รวมถึงการพัฒนา ให้มีการโต้ตอบมากขึ้น โดยใช้เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ เพื่อสร้างการเรียนรู้ที่เป็นส่วนตัวและ ปรับเปลี่ยนตามระดับความสามารถของผู้เรียนแต่ละคน

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

- เกรียงไกร พลเสนธิ. (2559). *การพัฒนารูปแบบคลาวด์เลิร์นนิ่งแบบสะสมด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อพัฒนาทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรมสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี*. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- ครนพ บุญกว้าง. (2561). *สื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่อง การขยายย่านวัดของมิเตอร์*. วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- ใจทิพย์ ณ สงขลา และศิริเดช สุชีวะ. (2564). [วารสารออนไลน์]. “การเปลี่ยนผ่านด้วยดิจิทัล : แพลตฟอร์มการเรียนรู้ดิจิทัลแห่งชาติ.” *วารสารการศึกษาและนวัตกรรมการเรียนรู้*. ฉบับที่ 1 ปีที่ 1 : 1-13.
- ชนกนันท์ กันโต. (2559). *การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาโดยใช้ชุดการเรียนรู้ร่วมกับเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ด้วยรูปแบบการเรียนรู้แบบซีเดีย เรื่องอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร สำหรับนักเรียนประกาศนียบัตรวิชาชีพ*. วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการเรียนรู้และสื่อสารมวลชน คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2556). [วารสารออนไลน์]. “การทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอน.” *วารสารศิลปการศึกษาศาสตร์วิจัย*. ฉบับที่ 1 ปีที่ 5 : 7-20.
- ชูศรี วงศ์รัตน์. (2552). *เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย*. พิมพ์ครั้งที่ 11. นนทบุรี : ไทเนรมิตกิจอินเตอร์โปรเกรสซิฟ
- ณรงค์ ไชยมงคล, เมธา อึ้งทอง และอภิชาติ ศรีประดิษฐ์. (2563). [วารสารออนไลน์]. “เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม 2 มิติ : การตั้งศูนย์ชิ้นงานในงานกัดด้วยเครื่องจักรกลอัตโนมัติ.” *วารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม*. ฉบับที่ 2 ปีที่ 19 : 80-89.

ดุสิต ขาวเหลือง และอภิชาติ อนุกุลเวช. (2562). การพัฒนาสื่อการเรียนรู้สามมิติแบบมีปฏิสัมพันธ์เสมือนจริงโดยใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม Augmented Reality (AR) เพื่อพัฒนาทักษะการคิดของนักศึกษาอาชีวศึกษาที่มีระดับการคิดอย่างมีวิจารณญาณต่างกัน.

รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์ : มหาวิทยาลัยบูรพา.

ถนอมศักดิ์ พรหมเพชร. (2562). ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้บทเรียนอีเลิร์นนิ่งร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง โครงสร้างคำสั่งแบบมีเงื่อนไขและคำสั่งวนซ้ำ สำหรับระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ทวีรักษ์ ผ่องศรี. (2562). สื่อเทคโนโลยีความจริงเสริมสำหรับการฝึกอบรม เรื่อง การติดตั้งจานรับสัญญาณดาวเทียม. วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ธนพร เพ็ญขจร. (2564). การพัฒนาบริการแนะนำหนังสือโดยประยุกต์ใช้เทคนิคเหมืองข้อมูลและเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม. วิทยานิพนธ์สารสนเทศศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสารสนเทศศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

ธัญญาพร เจียศิริพันธ์. (2558). ผลของการเรียนรู้จากสื่อเออาร์แบบจัดกระทำในสถานการณ์จำลองที่มีผลต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา ภาควิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นิรุดี บัวประเสริฐ. (2561). สื่อการเรียนรู้แบบสอนเสริมด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริง เรื่อง การตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น. วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

บุญชม ศรีสะอาด. (2560). การวิจัยเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 10. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.

บุษรา กล่อมเย็น. (2564). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน วิทยาลัยครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต.

- เบญญา พัฒนาพิภัทร และนัจฉก มีอุสาห์. (2565). [วารสารออนไลน์]. “การพัฒนาสื่อการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมกระบวนการคิดเชิงสร้างสรรค์ในการสร้างสื่อยุคดิจิทัลร่วมกับเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (AR).” *วารสารมหาวิทยาลัยศิลปากร*. ฉบับที่ 1 ปีที่ 42 : 15-30.
- ปิ่นสุตา มังคะรัตน์. (2561). *การพัฒนาชุดการเรียนรู้แบบจำลองสถานการณ์ เพื่อเสริมสร้างทักษะภาษาอังกฤษ โดยใช้เทคโนโลยี AR (Augmented Reality) สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4*. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- พรเทพ ไทยสวัสดิ์, อีรพงษ์ ดวงทองคำ และกิตติ สมศรีไทย. (2561). [วารสารออนไลน์]. “การออกแบบและสร้างแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกชิ้นงานพาร์ทเลนส์และท้อปเลนส์ ใช้สำหรับประกอบเป็นแอลอีดีแฟลชไลท์.” *วารสารการอาชีวศึกษาภาคกลาง*. ฉบับที่ 2 ปีที่ 2 : 37-45.
- พระณัฐภูมิ ออกควดโต (หนูก้อย). (2564). [วารสารออนไลน์]. “การวิเคราะห์องค์ประกอบของปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา.” *วารสารบรรณศาสตร์ศึกษาและมนุษยสังคมศาสตร์*. ฉบับที่ 2 ปีที่ 2 : 1-15.
- พัชระ กัญจนกาญจน์, จิตติวัฒน์ นิธิกาญจนธาร, วรณนิตา นุชคุ้ม และนพพรวิษฐ์ วสันต์บั้งมี. (2567). [วารสารออนไลน์]. “การผสาน CAD/CAE และวิธีทางทากูชิ ในการหาค่าพารามิเตอร์การฉีดขึ้นรูปพลาสติกพอลิโพรพิลีนในแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก 2 คิวดีทีกรณีศึกษา พลาสติกกล่องดินสอ.” *วารสารวิศวกรรมศาสตร์และนวัตกรรม*. ฉบับที่ 3 ปีที่ 17 : 124-132.
- เมธา อึ้งทอง และผดุงชัย ภูพัฒน์. (2563). *การวัดและประเมินผลทางการศึกษา*. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2538). *เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา*. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.
- วรรณากาญจน์ บุญยก. (2561). *การพัฒนาบทเรียนออนไลน์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านเพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องการนำเสนอด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์*. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- วรศนันท์ เดชปานประสงค์, มงคล ไชยวงศ์, อัครวุฒิ จินดานุรักษ์, ไตรรัตน์ พิพัฒน์ภคผล และพลอยภัส จิตรรัตน์สรณ์. (2565). [วารสารออนไลน์]. “รูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะปฏิบัติของผู้เรียน.” *วารสารวิชาการ สถาบันเทคโนโลยีแห่งสุวรรณภูมิ*. ฉบับที่ 2 ปีที่ 8 : 428-440

- วิเชียร ดีฉาย. (2562). รูปแบบการเรียนรู้แบบผสมผสานเพื่อพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสถาบันการอาชีวศึกษา. วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์
อุตสาหกรรมดุสิตบัณฑิต สาขาวิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม (เทคโนโลยีการศึกษา)
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- วีระยุทธ หล้าอมรชัยกุล และวรภุช ดอนคำเพ็ง. (2565). [วารสารออนไลน์]. “การศึกษาและ
ออกแบบสำหรับกระบวนการผลิตของกระถางต้นไม้ของเล่นโดยใช้เทคนิคทางด้าน
CAD/CAM/CAE.” วิศวกรรมลาดกระบัง. ฉบับที่ 1 ปีที่ 39 : 76–90.
- ศรีสุตา วราคมิน. (2565). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและสมรรถนะการรวมพลังทำงาน
เป็นทีมด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐานในรายวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและ
การสอน วิทยาลัยครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต.
- สมนึก ภัทพิชญณี. (2546). การวัดผลการศึกษา. กภาพสินธุ์ : ประสานการพิมพ์
- สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา. (2562). [ออนไลน์]. สำนักมาตรฐานการอาชีวศึกษา
และวิชาชีพ : หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) พ.ศ. 2562. [สืบค้นวันที่
18 พฤษภาคม 2567]. จาก [https://bsq.vec.go.th/th-th/หลักสูตร/ประกาศนียบัตรวิชาชีพ\(ปวช\)/หลักสูตรพศ2562.aspx](https://bsq.vec.go.th/th-th/หลักสูตร/ประกาศนียบัตรวิชาชีพ(ปวช)/หลักสูตรพศ2562.aspx)
- _____. (2567). [ออนไลน์]. สำนักมาตรฐานการอาชีวศึกษาและวิชาชีพ : หลักสูตร
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) พ.ศ. 2567. [สืบค้นวันที่ 18 พฤษภาคม 2567].
จาก [https://bsq.vec.go.th/th-th/หลักสูตร/ประกาศนียบัตรวิชาชีพ\(ปวช\)/หลักสูตรพศ2567.aspx](https://bsq.vec.go.th/th-th/หลักสูตร/ประกาศนียบัตรวิชาชีพ(ปวช)/หลักสูตรพศ2567.aspx)
- สำนักงานราชบัณฑิตยสภา. (2562). [ออนไลน์]. ศัพท์คอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ :
ความเป็นจริงเสริม (Augmented Reality). [สืบค้นวันที่ 11 กรกฎาคม 2567].
จาก <https://coined-word.orst.go.th/>
- สุธีร์ พุเต็มวงศ์ และสุภาณี เสี่ยงศรี. (2566). [วารสารออนไลน์]. “การพัฒนาแบบการเรียนรู้เชิงรุก
ร่วมกับความเป็นจริงเสริมเพื่อเสริมสร้างทักษะคอมพิวเตอร์และสารสนเทศเพื่องานอาชีพ
สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สังกัดสำนักงานคณะกรรมการ
การอาชีวศึกษา.” วารสารวิจัยและนวัตกรรม สถาบันการอาชีวศึกษากรุงเทพมหานคร.
ฉบับที่ 1 ปีที่ 6 : 1–18.

สุรศักดิ์ ชุบไธสง และระพี กาญจนะ. (2563). [วารสารออนไลน์]. “การลดของเสียในกระบวนการฉีดพลาสติกของชิ้นส่วนโทรศัพท์โดยการออกแบบการทดลอง.” *วารสารวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ*. ฉบับที่ 3 ปีที่ 15 : 17–31.

L.A Plastic. (ม.ป.ป.). [ออนไลน์]. *การทำงานของเครื่องฉีดพลาสติก*. [สืบค้นวันที่ 3 มิถุนายน 2567]. จาก <https://www.laplastic.biz/operation-injection.html>

ภาษาอังกฤษ

Apptunix. (2019.). [online]. *Augmented reality apps : Industries and uses of AR*.

[cited 14 Jul. 2024]. Available from : URL : <https://www.apptunix.com/blog/augmented-reality-apps-industries-uses-ar/>

Chang, H. Y., Binali, T., Liang, J. C., Chiou, G. L., Cheng, K. H., Lee, S. W. Y., & Tsai, C. C.

(2022). [serial online]. “Ten years of augmented reality in education :

A meta-analysis of (quasi-) experimental studies to investigate the impact.” *Computers & Education*. 191 : 104641.

Czepiel, M., Bańkosz, M., & Sobczak-Kupiec, A. (2023). [serial online]. “Advanced Injection Molding Methods: Review.” *Materials*. 16(17) : 5802

Eco Molding. (2018). [online]. *Eco Molding : How to make plastic products*.

[cited 9 Jun. 2024]. Available from : URL : <https://www.ecomolding.com/>

Hamzah, M. L., Ambiyar, A., Rizal, F., Simatupang, W., Irfan, D., & Refdinal, R. (2021).

[serial online]. “Development of Augmented Reality Application for Learning Computer Network Device.” *International Journal of Interactive Mobile Technologies (IJIM)*. 15(12) : 47–64.

Han, X., Chen, Y., Feng, Q., & Luo, H. (2022). [serial online]. “Augmented Reality in Professional Training : A Review of the Literature from 2001 to 2020.” *Applied Sciences*. 12(3) : 1024.

Huda, A., Azhar, N., Almasri, R. E. W., & Hartanto, S. (2021). [serial online].

“Augmented Reality Technology as a Complement on Graphic Design to Face Revolution Industry 4.0 Learning and Competence: The Development and Validity.” *International Journal of Interactive Mobile Technologies (IJIM)*. 15(05) : 116–126.

- Lampropoulos, G., Keramopoulos, E., Diamantaras, K., & Evangelidis, G. (2022). [serial online]. "Augmented reality and virtual reality in education : Public perspectives, sentiments, attitudes, and discourses." *Education Sciences*. 12(11) : 798.
- Liu, J., & Liang, F. (2022). [serial online]. "Research and development of virtual simulation system for mold disassembly and assembly based on Unity3D." *IOS Press*. 30 : 611-621.
- Made-in-China. (n.d.). [online]. *Plastic injection mold product search*. [cited 8 Jun. 2024]. Available from : URL : <https://www.made-in-china.com/quality-china-product/productSearch?word=plastic+injection+mold>
- Martin-Doñate, C., Shaikheleid, S., Torres-Alba, A., & Mercado-Colmenero, J. M. (2021). [serial online]. "A new smart web platform for plastic injection molds in industry 4.0 environments." *Springer*. : 309-315.
- Öktem, H., & Shinde, D. (2021). [serial online]. "Determination of Optimal Process Parameters for Plastic Injection Molding of Polymer Materials Using Multi-Objective Optimization." *Journal of Materials Engineering and Performance*. 30(11) : 8616-8632.
- Setiyawan, A., Manggalasari, L. C., Prasetya, T. A., Towip, T., & Noviansyah, W. (2021). "Development of Hydraulic Cylinder Excavator Learning Media Based on Augmented Reality with Shapr 3D." In *Journal of Physics : Conference Series* (Vol.2111, No.1, 012008). *IOP Publishing*.
- Sharma, S., Tuli, N., & Mantri, A. (2022). [serial online]. "Augmented reality in educational environments : A systematic review." *Journal of Engineering Education Transformations*. 36(2) : 7-19.
- Sirakaya, M., & Alsancak Sirakaya, D. (2020). [serial online]. "Augmented reality in STEM education : A systematic review." *Interactive Learning Environments*. 30(8) : 1556-1569.
- Zapworks. (n.d.). [online]. *Zapworks : Create AR, VR and MR experiences*. [cited 28 Jul. 2024]. Available from : URL : <https://zap.works/>

Zhao, N. Y., Lian, J. Y., Wang, P. F., & Xu, Z. B. (2022). [serial online]. “Recent progress in minimizing the warpage and shrinkage deformations by the optimization of process parameters in plastic injection molding : A review.” *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*. 120(1) : 85-101.



ภาคผนวก ก

- รายนามผู้เชี่ยวชาญ
- หนังสือขอความอนุเคราะห์ของผู้เชี่ยวชาญ
- การตอบรับบทความวารสาร
- ประมวลภาพเหตุการณ์ที่เกี่ยวข้อง



รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ประเภทวิชาอุตสาหกรรม มีจำนวน 9 คน ดังนี้

- | | |
|---------------------------|--|
| 1) ผศ.ดร.มนัส เหมบุญกิจ | อาจารย์
สาขาวิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมแม่พิมพ์และเครื่องมือ
วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ |
| 2) นายชิตชาย สุขประเสริฐ | ข้าราชการครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ
สาขาวิชาช่างกลโรงงานและเทคนิคอุตสาหกรรม
วิทยาลัยเทคนิคฉะเชิงเทรา |
| 3) นายสุชาติ เอื้องนุ | ข้าราชการครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ
สาขาวิชาช่างกลโรงงาน
วิทยาลัยเทคนิคนครนายก |
| 4) นายอาคม จันทศิริ | ข้าราชการครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ
สาขาวิชาช่างกลโรงงาน
วิทยาลัยเทคนิคปราจีนบุรี |
| 5) นายทวิช อยู่เมือง | ข้าราชการครู วิทยฐานะชำนาญการ
สาขาวิชาช่างกลโรงงาน
วิทยาลัยเทคนิคปราจีนบุรี |
| 6) นายสถิตย์ ไหมพรม | ข้าราชการครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ
สาขาวิชาช่างกลโรงงาน
วิทยาลัยการอาชีพปราสาท |
| 7) นายเบญจภัทร วงศ์โคกสูง | ข้าราชการครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ
สาขาวิชาช่างกลโรงงาน
วิทยาลัยการอาชีพสังขะ |
| 8) นายพนมไพร สุขมา | ข้าราชการครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ
สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ
วิทยาลัยเทคนิคพนมสารคาม |
| 9) นางสาวนพณ์ช เปสฺริยะ | ข้าราชการครู
สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ
วิทยาลัยเทคนิคพนมสารคาม |

หนังสือขอความอนุเคราะห์ของผู้เชี่ยวชาญ



ที่ อว 7104.1/739

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 ถนนประชากรราษฎร์ 1 แขวงวงศ์สว่าง
เขตบางซื่อ กรุงเทพฯ 10800

6 พฤศจิกายน 2567

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ให้บุคลากรภายในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน คณบดีวิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ด้วยนายพิชิต บุญมาก รหัสประจำตัว 66-020178-5702-9 เป็นนักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ได้ทำสารนิพนธ์เรื่อง “การพัฒนาสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดพลาสติกสำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ประเภทวิชาอุตสาหกรรม” โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เมธา อึ้งทอง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ พิจารณาเห็นว่าบุคลากรภายในหน่วยงานของท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถและมีประสบการณ์เป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์ให้ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มนัส เจริญกิจ ตำแหน่งอาจารย์ประจำสาขาวิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมแม่พิมพ์และเครื่องมือ วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ เป็นผู้เชี่ยวชาญ เพื่อตรวจเครื่องมือวิจัย

โดยขอให้ท่านได้โปรดประเมิน ให้คำแนะนำ และข้อเสนอแนะ เพื่อเป็นข้อมูลในการจัดทำสารนิพนธ์เรื่องดังกล่าว และขอขอบพระคุณท่านที่ได้ให้ความอนุเคราะห์เป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ ทั้งนี้ เพื่อประโยชน์สูงสุดของนักศึกษา

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย จะเป็นพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.กิตติวุฒิ สุทธิวิโรจน์)

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล

โทรศัพท์ 02-555-2000 ต่อ 3207

ผู้จัดทำสารนิพนธ์ 087-443-9811 (นายพิชิต บุญมาก)



ที่ อว 7104.1/740

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 ถนนประชากรราษฎร์ 1 แขวงวงศ์สว่าง
เขตบางซื่อ กรุงเทพฯ 10800

6 พฤศจิกายน 2567

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ให้บุคลากรภายในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคฉะเชิงเทรา

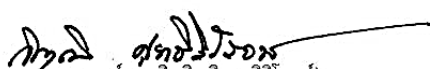
ด้วยนายพิชิต บุญมาก รหัสประจำตัว 66-020178-5702-9 เป็นนักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ได้ทำสารนิพนธ์เรื่อง “การพัฒนาสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดพลาสติกสำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ประเภทวิชา อุตสาหกรรม” โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เมธา อึ้งทอง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ พิจารณาเห็นว่าบุคลากรภายในหน่วยงานของท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถและมีประสบการณ์ เป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์ให้ นายชิตชาย สุขประเสริฐ ตำแหน่งครูวิทยฐานะชำนาญการพิเศษ วิทยาลัยเทคนิคฉะเชิงเทรา เป็นผู้เชี่ยวชาญ เพื่อตรวจเครื่องมือวิจัย

โดยขอให้ท่านได้โปรดประเมิน ให้คำแนะนำ และข้อเสนอแนะ เพื่อเป็นข้อมูลในการจัดทำ สารนิพนธ์เรื่องดังกล่าว และขอขอบพระคุณท่านที่ได้ให้ความอนุเคราะห์เป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ ทั้งนี้ เพื่อประโยชน์สูงสุดของนักศึกษา

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย จะเป็นพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ


(รองศาสตราจารย์ ดร.กิตติวุฒิ สุทธิวิโรจน์)

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล
โทรศัพท์ 02-555-2000 ต่อ 3207
ผู้จัดทำสารนิพนธ์ 087-443-9811 (นายพิชิต บุญมาก)



ที่ อว 7104.1/741

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 ถนนประชากรราษฎร์ 1 แขวงวงศ์สว่าง
เขตบางซื่อ กรุงเทพฯ 10800

6 พฤศจิกายน 2567

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ให้บุคลากรภายในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคนครนายก

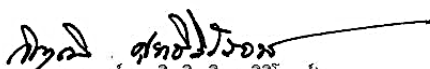
ด้วยนายพิชิต บุญมาก รหัสประจำตัว 66-020178-5702-9 เป็นนักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ได้ทำสารนิพนธ์เรื่อง “การพัฒนาสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดพลาสติกสำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ประเภทวิชา อุตสาหกรรม” โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เมธา อึ้งทอง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ พิจารณาเห็นว่าบุคลากรภายในหน่วยงานของท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถและมีประสบการณ์ เป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์ให้ นายสุชาติ เอื้องนุ ตำแหน่งครูวิทยฐานะชำนาญการพิเศษ วิทยาลัยเทคนิค นครนายก เป็นผู้เชี่ยวชาญ เพื่อตรวจเครื่องมือวิจัย

โดยขอให้ท่านได้โปรดประเมิน ให้คำแนะนำ และข้อเสนอแนะ เพื่อเป็นข้อมูลในการจัดทำ สารนิพนธ์เรื่องดังกล่าว และขอขอบพระคุณท่านที่ได้ให้ความอนุเคราะห์เป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ ทั้งนี้ เพื่อประโยชน์สูงสุดของนักศึกษา

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย จะเป็นพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ


(รองศาสตราจารย์ ดร.กิตติวุฒิ สุทธิวิโรจน์)

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล

โทรศัพท์ 02-555-2000 ต่อ 3207

ผู้จัดทำสารนิพนธ์ 087-443-9811 (นายพิชิต บุญมาก)



ที่ อว 7104.1/742

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 ถนนประชากรราษฎร์ 1 แขวงวงศ์สว่าง
เขตบางซื่อ กรุงเทพฯ 10800

6 พฤศจิกายน 2567

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ให้บุคลากรภายในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคปราจีนบุรี

ด้วยนายพิชิต บุญมาก รหัสประจำตัว 66-020178-5702-9 เป็นนักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ได้ทำสารนิพนธ์เรื่อง “การพัฒนาสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดพลาสติกสำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ประเภทวิชา อุตสาหกรรม” โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เมธา อึ้งทอง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ พิจารณาเห็นว่าบุคลากรภายในหน่วยงานของท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถและมีประสบการณ์ เป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์ให้ นายอาคม จันทร์ศิริ ตำแหน่งครูวิทยฐานะชำนาญการพิเศษ วิทยาลัยเทคนิค ปราจีนบุรี เป็นผู้ผู้เชี่ยวชาญ เพื่อตรวจเครื่องมือวิจัย

โดยขอให้ท่านได้โปรดประเมิน ให้คำแนะนำ และข้อเสนอแนะ เพื่อเป็นข้อมูลในการจัดทำ สารนิพนธ์เรื่องดังกล่าว และขอขอบพระคุณท่านที่ได้ให้ความอนุเคราะห์เป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ ทั้งนี้ เพื่อประโยชน์สูงสุดของนักศึกษา

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย จะเป็นพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ


(รองศาสตราจารย์ ดร.กิตติวุฒิ สุทธิวิโรจน์)

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล
โทรศัพท์ 02-555-2000 ต่อ 3207
ผู้จัดทำสารนิพนธ์ 087-443-9811 (นายพิชิต บุญมาก)



ที่ อว 7104.1/743

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 ถนนประชากรราษฎร์ 1 แขวงวงศ์สว่าง
เขตบางซื่อ กรุงเทพฯ 10800

6 พฤศจิกายน 2567

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ให้บุคลากรภายในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคปราจีนบุรี

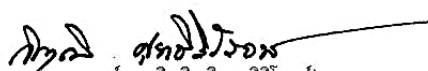
ด้วยนายพิชิต บุญมาก รหัสประจำตัว 66-020178-5702-9 เป็นนักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ได้ทำสารนิพนธ์เรื่อง “การพัฒนาสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดพลาสติกสำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ประเภทวิชา อุตสาหกรรม” โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เมธา อึ้งทอง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ พิจารณาเห็นว่าบุคลากรภายในหน่วยงานของท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถและมีประสบการณ์เป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์ให้ นายพิชิต อยู่เมือง ตำแหน่งครูวิทยฐานะชำนาญการ วิทยาลัยเทคนิค ปราจีนบุรี เป็นผู้เชี่ยวชาญ เพื่อตรวจเครื่องมือวิจัย

โดยขอให้ท่านได้โปรดประเมิน ให้คำแนะนำ และข้อเสนอแนะ เพื่อเป็นข้อมูลในการจัดทำ สารนิพนธ์เรื่องดังกล่าว และขอขอบพระคุณท่านที่ได้ให้ความอนุเคราะห์เป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ ทั้งนี้ เพื่อประโยชน์สูงสุดของนักศึกษา

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย จะเป็นพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ



(รองศาสตราจารย์ ดร.กิตติวุฒิ สุทธิวิโรจน์)

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล

โทรศัพท์ 02-555-2000 ต่อ 3207

ผู้จัดทำสารนิพนธ์ 087-443-9811 (นายพิชิต บุญมาก)



ที่ อว 7104.1/834

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 ถนนประชากรราษฎร์ 1 แขวงวงศ์สว่าง
เขตบางซื่อ กรุงเทพฯ 10800

9 ธันวาคม 2567

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ให้บุคลากรภายในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยการอาชีพปราสาท

ด้วยนายพิชิต บุญมาก รหัสประจำตัว 66-020178-5702-9 เป็นนักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ได้ทำสารนิพนธ์เรื่อง “การพัฒนาสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดพลาสติกสำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ประเภทวิชา อุตสาหกรรม” โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เมธา อึ้งทอง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ พิจารณาเห็นว่าบุคลากรภายในหน่วยงานของท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถและมีประสบการณ์เป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์ให้ นายสถิตย์ ไหมพรม ตำแหน่งครูชำนาญการพิเศษ แผนกช่างกลโรงงาน วิทยาลัยการอาชีพปราสาท เป็นผู้เชี่ยวชาญ เพื่อตรวจเครื่องมือวิจัย

โดยขอให้ท่านได้โปรดประเมิน ให้คำแนะนำ และข้อเสนอแนะ เพื่อเป็นข้อมูลในการจัดทำ สารนิพนธ์เรื่องดังกล่าว และขอขอบพระคุณท่านที่ได้ให้ความอนุเคราะห์เป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ ทั้งนี้ เพื่อประโยชน์สูงสุดของนักศึกษา

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย จะเป็นพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ


(รองศาสตราจารย์ ดร.กิตติวุฒิ ศุทธิวิโรจน์)

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล
โทรศัพท์ 02-555-2000 ต่อ 3207
ผู้จัดทำสารนิพนธ์ 087-443-9811 (นายพิชิต บุญมาก)



ที่ อว 7104.1/835

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 ถนนประชาชื่น 1 แขวงวงศ์สว่าง
เขตบางซื่อ กรุงเทพฯ 10800

9 ธันวาคม 2567

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ให้บุคลากรภายในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยการอาชีพสังขะ

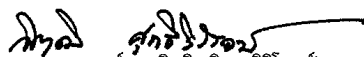
ด้วยนายพิชิต บุญมาก รหัสประจำตัว 66-020178-5702-9 เป็นนักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ได้ทำสารนิพนธ์เรื่อง “การพัฒนาสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดพลาสติกสำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ประเภทวิชา อุตสาหกรรม” โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เมธา อึ้งทอง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ พิจารณาเห็นว่าบุคลากรภายในหน่วยงานของท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถและมีประสบการณ์เป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์ให้ นายเบญจภัทร วงศ์โคสูง ตำแหน่งครูชำนาญการพิเศษ แผนกช่างกลโรงงาน วิทยาลัยการอาชีพสังขะ เป็นผู้เชี่ยวชาญ เพื่อตรวจเครื่องมือวิจัย

โดยขอให้ท่านได้โปรดประเมิน ให้คำแนะนำ และข้อเสนอแนะ เพื่อเป็นข้อมูลในการจัดทำสารนิพนธ์เรื่องดังกล่าว และขอขอบพระคุณท่านที่ได้ให้ความอนุเคราะห์เป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ ทั้งนี้ เพื่อประโยชน์สูงสุดของนักศึกษา

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย จะเป็นพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ


(รองศาสตราจารย์ ดร.กิตติวุฒิ สุทธิโรจน์)

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล
โทรศัพท์ 02-555-2000 ต่อ 3207
ผู้จัดทำสารนิพนธ์ 087-443-9811 (นายพิชิต บุญมาก)



ที่ อว 7104.1/836

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 ถนนประชาชื่น 1 แขวงวงศ์สว่าง
เขตบางซื่อ กรุงเทพฯ 10800

9 ธันวาคม 2567

เรื่อง ขออนุญาตเคราะห้ให้บุคลากรภายในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคพนมสารคาม

ด้วยนายพิชิต บุญมาก รหัสประจำตัว 66-020178-5702-9 เป็นนักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมทาบบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ได้ทำสารนิพนธ์เรื่อง “การพัฒนาสื่อการเรียนรู้ด้วย เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดพลาสติกสำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ประเภทวิชา อุตสาหกรรม” โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เมธา อึ้งทอง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ พิจารณาเห็นว่าบุคลากรภายในหน่วยงานของท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถและมีประสบการณ์ เป็นอย่างดี จึงขออนุญาตเคราะห้ให้ นายพนมไพร สุขมา ตำแหน่งครูชำนาญการพิเศษ แผนกเทคโนโลยี สารสนเทศ วิทยาลัยเทคนิคพนมสารคาม เป็นผู้เชี่ยวชาญ เพื่อตรวจเครื่องมือวิจัย

โดยขอให้ท่านได้โปรดประเมิน ให้คำแนะนำ และข้อเสนอแนะ เพื่อเป็นข้อมูลในการจัดทำ สารนิพนธ์เรื่องดังกล่าว และขอขอบพระคุณท่านที่ได้ให้ความอนุเคราะห์เป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ ทั้งนี้ เพื่อประโยชน์สูงสุดของนักศึกษา

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย จะเป็นพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.กิตติวุฒิ สุทธิโรจน์)

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล

โทรศัพท์ 02-555-2000 ต่อ 3207

ผู้จัดทำสารนิพนธ์ 087-443-9811 (นายพิชิต บุญมาก)



ที่ อว 7104.1/837

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 ถนนประชากรราษฎร์ 1 แขวงวงศ์สว่าง
เขตบางซื่อ กรุงเทพฯ 10800

9 ธันวาคม 2567

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ให้บุคลากรภายในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคพนมสารคาม

ด้วยนายพิชิต บุญมาก รหัสประจำตัว 66-020178-5702-9 เป็นนักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ได้ทำสารนิพนธ์เรื่อง “การพัฒนาสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดพลาสติกสำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ประเภทวิชา อุตสาหกรรม” โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เมธา อึ้งทอง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ พิจารณาเห็นว่าบุคลากรภายในหน่วยงานของท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถและมีประสบการณ์เป็นอย่างดี จึงขอความอนุเคราะห์ให้ นางสาวพนัช เป็สุริยะ ตำแหน่งครูประจำแผนกเทคโนโลยีสารสนเทศ วิทยาลัยเทคนิคพนมสารคาม เป็นผู้เชี่ยวชาญ เพื่อตรวจเครื่องมือวิจัย

โดยขอให้ท่านได้โปรดประเมิน ให้คำแนะนำ และข้อเสนอแนะ เพื่อเป็นข้อมูลในการจัดทำ สารนิพนธ์เรื่องดังกล่าว และขอขอบพระคุณท่านที่ได้ให้ความอนุเคราะห์เป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้ ทั้งนี้ เพื่อประโยชน์สูงสุดของนักศึกษา

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย จะเป็นพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.กิตติวดี ศุทธิโรจน์)

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล

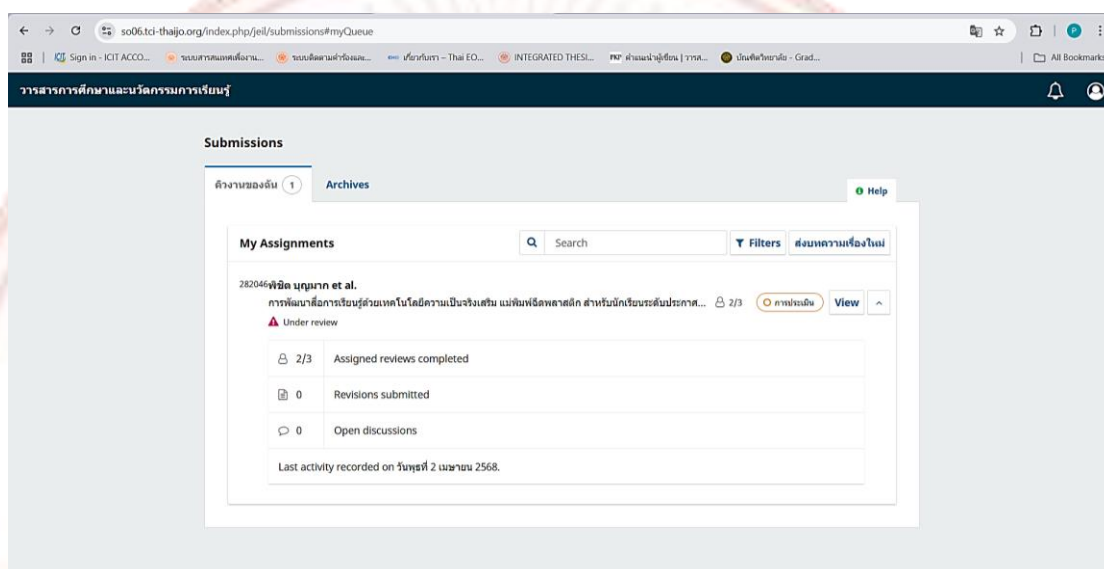
โทรศัพท์ 02-555-2000 ต่อ 3207

ผู้จัดทำสารนิพนธ์ 087-443-9811 (นายพิชิต บุญมาก)

การตอบรับบทความวารสาร

ดำเนินการส่งบทความเพื่อตีพิมพ์ใน วารสารการศึกษาและนวัตกรรมการเรียนรู้ มหาวิทยาลัย
สงขลานครินทร์ วารสารกลุ่มที่ 1 (Tier 1)

สถานะ รับพิจารณาบทความและชำระค่าธรรมเนียมการตีพิมพ์วารสารแล้ว อยู่ระหว่างการ
ตรวจพิจารณาบทความโดยผู้ทรงคุณวุฒิ (Under review)



ภาพที่ ก-1 หลักฐานการตอบรับบทความวารสาร

ประมวลภาพเหตุการณ์ที่เกี่ยวข้อง



ภาพที่ ก-2 แพลตฟอร์ม Zapworks ใช้สำหรับสร้างสื่อ AR



ภาพที่ ก-3 การติดตั้งและสมัครใช้งานแอปพลิเคชัน Zappar



ภาพที่ ก-4 ชี้แจงการใช้งานสื่อความเป็นจริงเสริม



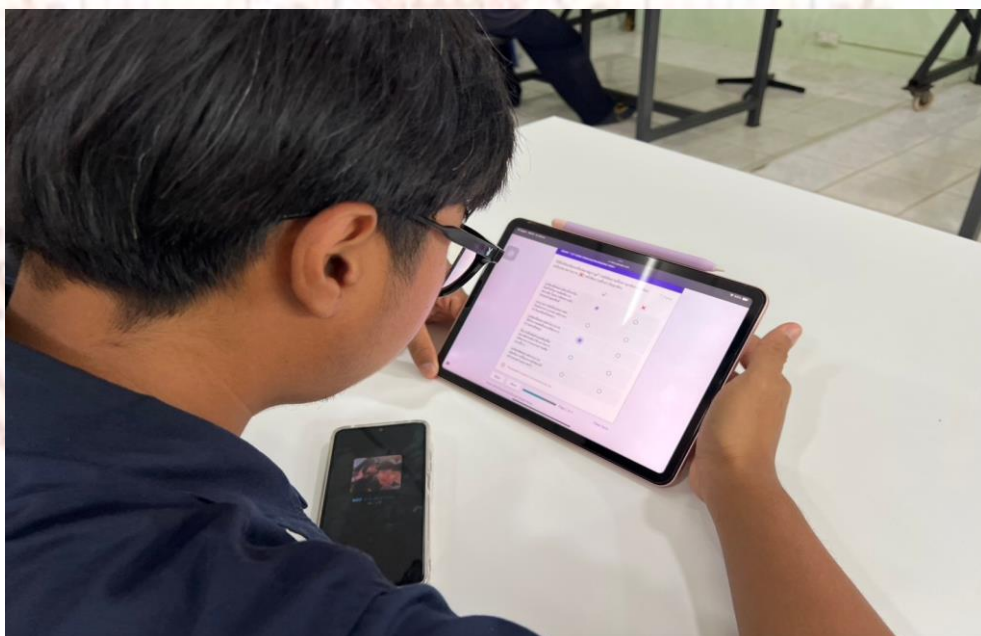
ภาพที่ ก-5 นักเรียนเข้าใช้งานสื่อความเป็นจริงเสริม



ภาพที่ ก-6 นักเรียนเริ่มเข้าสู่บทเรียนจากสื่อความเป็นจริงเสริม



ภาพที่ ก-7 นักเรียนใช้สื่อความเป็นจริงเสริมในการเรียนรู้



ภาพที่ ก-8 นักเรียนทำแบบฝึกหัดหลังจากใช้สื่อความเป็นจริงเสริมแต่ละบทเรียน

ภาคผนวก ข

- แบบบันทึกสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอน วิชา แม่พิมพ์พลาสติกเบื้องต้น (ฉบับที่ 1)
- แบบบันทึกแนวทางการพัฒนาสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก (ฉบับที่ 2)
- แบบบันทึกการออกแบบเชิงวิศวกรรม การสร้างสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก (ฉบับที่ 3)
- แบบบันทึกการออกแบบ Storyboard สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีด พลาสติก (ฉบับที่ 4)
- แบบประเมินความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อสอบกับ จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม การพัฒนาสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก
- แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก (ฉบับที่ 5)
- แบบประเมินความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อคำถามกับ ประเด็นการประเมินความเหมาะสมของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดพลาสติกและคู่มือการใช้สื่อ
- แบบประเมินความเหมาะสมของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีด พลาสติกและคู่มือการใช้สื่อ (ฉบับที่ 8)

เครื่องมือฉบับที่ 1 โดยผู้วิจัย



แบบบันทึกสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอน

วิชา แม่พิมพ์พลาสติกเบื้องต้น

ชื่อสารนิพนธ์ การพัฒนาสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก
สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ประเภทวิชาอุตสาหกรรม

ชื่อนักศึกษา นายพิชิต บุญมาก
รหัสประจำตัว 66-020178-5702-9
ปริญญา ค.อ.ม. (วิศวกรรมเครื่องกลศึกษา)
สาขาวิชา วิศวกรรมเครื่องกลศึกษา
แขนงวิชา วิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม

**แบบบันทึกสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอน
วิชา แม่พิมพ์พลาสติกเบื้องต้น**

งานวิจัยเรื่อง การพัฒนาสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก
สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ประเภทวิชาอุตสาหกรรม

ประเด็นการศึกษา	ผลการศึกษา
สภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอน รายวิชา แม่พิมพ์พลาสติกเบื้องต้น	
ผลการเรียนและประเมินผลรายวิชาแม่พิมพ์ พลาสติกเบื้องต้น	
แนวทางการแก้ปัญหาการจัดการเรียนการสอน รายวิชาแม่พิมพ์พลาสติกเบื้องต้น	

เครื่องมือฉบับที่ 2 โดยผู้วิจัย



แบบบันทึกแนวทางการพัฒนาสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม

แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก

ชื่อสารนิพนธ์ การพัฒนาสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก
สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ประเภทวิชาอุตสาหกรรม

ชื่อนักศึกษา นายพิชิต บุญมาก
รหัสประจำตัว 66-020178-5702-9
ปริญญา ค.อ.ม. (วิศวกรรมเครื่องกลศึกษา)
สาขาวิชา วิศวกรรมเครื่องกลศึกษา
แขนงวิชา วิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม

แบบบันทึกแนวทางการพัฒนาสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก

งานวิจัยเรื่อง การพัฒนาสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก
สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ประเภทวิชาอุตสาหกรรม

ประเด็นการศึกษา	ผลการศึกษา
1. ข้อมูลเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก	
2. การสังเคราะห์เนื้อหา และจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมเรื่องแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก	
3. แนวทางการพัฒนาสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม	



แบบบันทึกการออกแบบเชิงวิศวกรรม การสร้างสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม

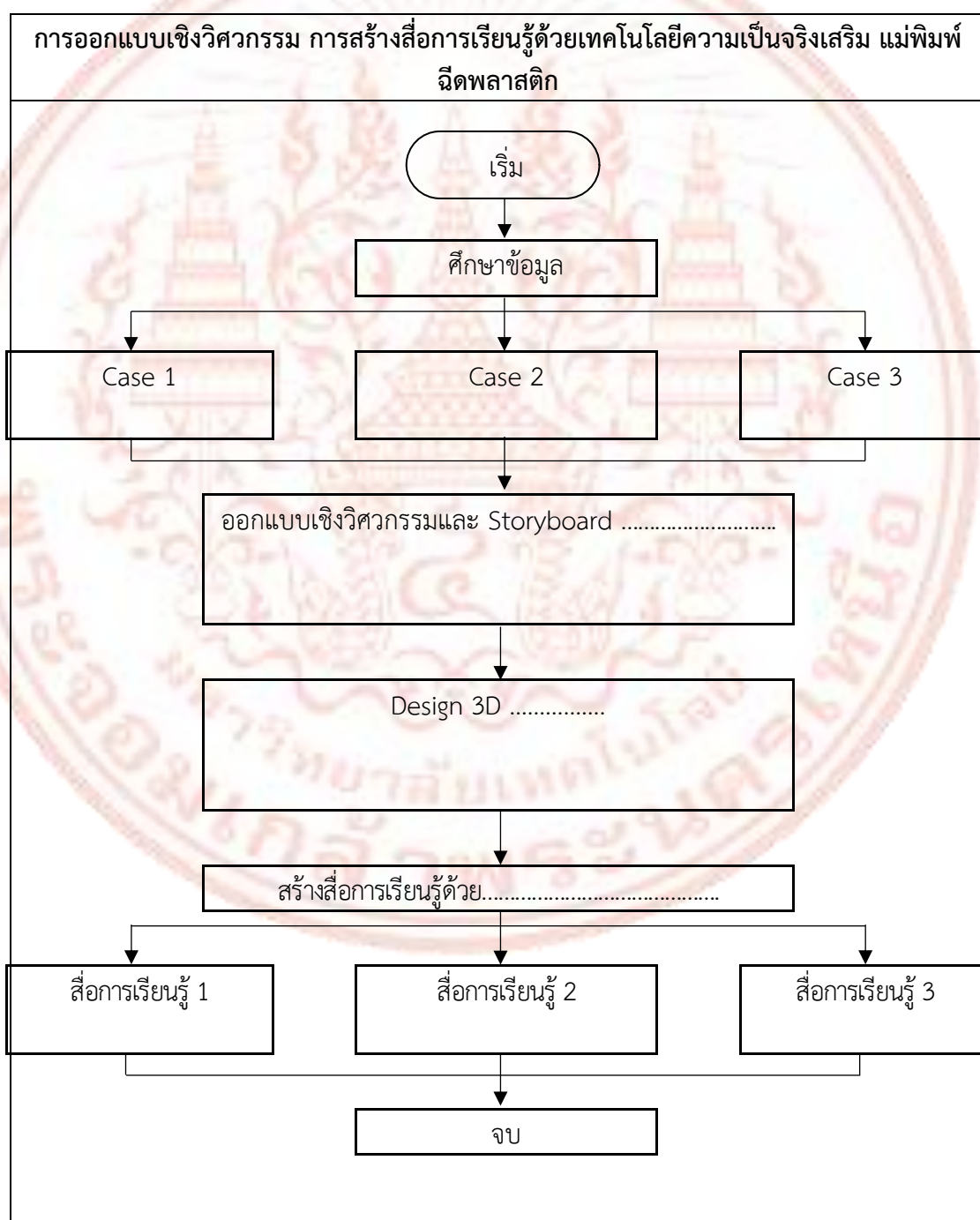
แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก

ชื่อสารนิพนธ์ การพัฒนาสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก
สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ประเภทวิชาอุตสาหกรรม

ชื่อนักศึกษา นายพิชิต บุญมาก
รหัสประจำตัว 66-020178-5702-9
ปริญญา ค.อ.ม. (วิศวกรรมเครื่องกลศึกษา)
สาขาวิชา วิศวกรรมเครื่องกลศึกษา
แขนงวิชา วิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม

แบบบันทึกการออกแบบเชิงวิศวกรรม การสร้างสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม
แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก

งานวิจัยเรื่อง การพัฒนาสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก
สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ประเภทวิชาอุตสาหกรรม





แบบบันทึกการออกแบบ Storyboard สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม

แม่พิมพ์ฉีดยาพลาสติก

ชื่อสารนิพนธ์ การพัฒนาสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดยาพลาสติก
สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ประเภทวิชาอุตสาหกรรม

ชื่อนักศึกษา นายพิชิต บุญมาก
รหัสประจำตัว 66-020178-5702-9
ปริญญา ค.อ.ม. (วิศวกรรมเครื่องกลศึกษา)
สาขาวิชา วิศวกรรมเครื่องกลศึกษา
แขนงวิชา วิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม

แบบบันทึกการออกแบบ Storyboard สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก

งานวิจัยเรื่อง การพัฒนาสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก
สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ประเภทวิชาอุตสาหกรรม

ภาพ	ภาพ	ภาพ
คำอธิบาย	คำอธิบาย	คำอธิบาย
ภาพ	ภาพ	ภาพ
คำอธิบาย	คำอธิบาย	คำอธิบาย
ภาพ	ภาพ	ภาพ
คำอธิบาย	คำอธิบาย	คำอธิบาย
ภาพ	ภาพ	ภาพ
คำอธิบาย	คำอธิบาย	คำอธิบาย



แบบประเมินความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาต้นความสอดคล้อง (IOC)

ระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

ชื่อสารนิพนธ์	การพัฒนาสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ประเภทวิชาอุตสาหกรรม
ชื่อนักศึกษา	นายพิชิต บุญมาก
รหัสประจำตัว	66-020178-5702-9
สาขาวิชา	วิศวกรรมเครื่องกลศึกษา
คณะ	ครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

แบบประเมินความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

คำชี้แจง

แบบประเมินฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม สำหรับรายวิชาแม่พิมพ์พลาสติกเบื้องต้น รหัสวิชา 20102-2301 เรื่องแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ ประเภทวิชาอุตสาหกรรม จำนวน 40 ข้อ เพื่อนำข้อมูลไปปรับปรุงให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

แบบประเมินนี้แบ่งออกเป็น 2 ตอนดังนี้

ตอนที่ 1 คำถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างแบบทดสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม กรุณาทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน มีความหมายดังนี้

- +1 แน่ใจว่าข้อสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม มีความสอดคล้องกัน
- 0 ไม่แน่ใจว่าข้อสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม มีความสอดคล้องกัน
- 1 แน่ใจว่าข้อสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ไม่มีความสอดคล้องกัน

ตอนที่ 2 ข้อเสนอแนะอื่น ๆ

จุดประสงค์เชิง พฤติกรรม	ข้อคำถาม	ระดับพฤติกรรม	ความสอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
			-1	0	+1	
1. อธิบาย ความหมายของ แม่พิมพ์ฉีด พลาสติกได้	1. แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก มีความหมายตรงกับข้อใด ก. แม่แบบที่ใช้ตัดและแต่งชิ้นงานพลาสติก ข. เครื่องจักรที่ใช้สำหรับผลิตพลาสติกทุกชนิด ค. เครื่องมือที่ใช้ในการประกอบชิ้นส่วนพลาสติก ง. แม่แบบสำหรับการขึ้นรูปชิ้นงานพลาสติกด้วยการฉีด	☐ สร้างสรรค์ ☐ ประเมินค่า ☐ วิเคราะห์ ☐ นำไปใช้ ☒ เข้าใจ ☐ จำ				
	2. จุดประสงค์หลักของการใช้แม่พิมพ์ฉีดพลาสติกในอุตสาหกรรมการผลิต ตรงตามข้อใด ก. ผลิตชิ้นงานที่ซับซ้อนอย่างแม่นยำ ข. เพิ่มคุณภาพและความสวยงามของชิ้นงาน ค. ลดต้นทุนการผลิต เพิ่มกำไรให้ผู้ประกอบการ ง. เพิ่มความยืดหยุ่นในการใช้งานของผลิตภัณฑ์	☐ สร้างสรรค์ ☐ ประเมินค่า ☐ วิเคราะห์ ☐ นำไปใช้ ☒ เข้าใจ ☐ จำ				
	3. ข้อใดต่อไปนี้เป็นข้อได้เปรียบของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกในอุตสาหกรรมการผลิต ก. ผลิตชิ้นงานพลาสติกได้อย่างรวดเร็ว ข. ผลิตชิ้นงานที่ซับซ้อนได้อย่างแม่นยำ ค. ลดต้นทุนการผลิตด้วยการใช้พลาสติกรีไซเคิล ง. เหมาะสำหรับการผลิตชิ้นงานพลาสติกจำนวนมาก	☐ สร้างสรรค์ ☐ ประเมินค่า ☐ วิเคราะห์ ☐ นำไปใช้ ☒ เข้าใจ ☐ จำ				

จุดประสงค์เชิง พฤติกรรม	ข้อคำถาม	ระดับพฤติกรรม	ความสอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
			-1	0	+1	
2. อธิบาย กระบวนการคิดค้น รูปพลาสติกได้	4. แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก มีหน้าที่หลักอย่างไรตามกระบวนการฉีดพลาสติก ก. ควบคุมอุณหภูมิการฉีด ข. หลอมละลายเม็ดพลาสติก ค. กำหนดรูปร่างชิ้นงานพลาสติก ง. ลำเลียงชิ้นงานออกจากเครื่องฉีด	☐ สร้างสรรค์ ☐ ประเมินค่า ☐ วิเคราะห์ ☐ นำไปใช้ ☒ เข้าใจ ☐ จำ				
	5. ขั้นตอนแรกของกระบวนการฉีดขึ้นรูปพลาสติก ตรงตามข้อใด ก. การทำให้พลาสติกแข็งตัว ข. การเตรียมเม็ดพลาสติกหรือพอลิเมอร์ ค. การให้ความร้อนที่กระบอกฉีดและแม่พิมพ์ ง. การฉีดพอลิเมอร์หลอมเข้าแม่พิมพ์ด้วยความดันสูง	☐ สร้างสรรค์ ☐ ประเมินค่า ☐ วิเคราะห์ ☐ นำไปใช้ ☒ เข้าใจ ☐ จำ				
	6. การทำให้เม็ดพลาสติกอยู่ในสถานะหลอมเหลว ตรงตามข้อใด ก. ผลิตขึ้นงานที่ซับซ้อนอย่างแม่นยำ ข. ใช้ความร้อนจากสกรูและอุปกรณ์ในระบบฉีด ค. ใช้อุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิที่แม่พิมพ์ให้มีอุณหภูมิสูง ง. ใช้การควบคุมแรงดันที่หัวฉีดพลาสติกเพื่อสร้างแรงเสริม	☐ สร้างสรรค์ ☐ ประเมินค่า ☐ วิเคราะห์ ☐ นำไปใช้ ☒ เข้าใจ ☐ จำ				

จุดประสงค์เชิง พฤติกรรม	ข้อคำถาม	ระดับพฤติกรรม	ความสอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
			-1	0	+1	
	7. ข้อได้ ไม่ ^{ขึ้น} ขั้นตอนตามกระบวนการคิดขั้นรูปพลาสติก ก. การหล่อเย็นชิ้นงาน ข. การ เจาะ ^{ในผิวชิ้นงาน} ค. การหลอมละลายพลาสติก ง. การฉีดพลาสติกเข้าแม่พิมพ์	☐ สร้างสรรค์ ☐ ประเมินค่า ☐ วิเคราะห์ ☐ นำไปใช้ ☒ เข้าใจ ☐ จำ				
	8. การกำหนดความดัน ^{ย้า} (Holding Pressure) มีวัตถุประสงค์ตรงตามข้อใด ก. ลดเวลาการผลิต ข. เพิ่มความแม่นยำ ค. เพิ่มความแข็งแรง ง. ลดการหดตัว ^{ของชิ้นงาน}	☐ สร้างสรรค์ ☐ ประเมินค่า ☐ วิเคราะห์ ☐ นำไปใช้ ☒ เข้าใจ ☐ จำ				
	9. ความสำคัญของการใช้ความดันสูงในการฉีดพอลิเมอร์เข้าสู่แม่พิมพ์ ตรงตามข้อใด ก. เพื่อลดหย่อนการหดตัว ข. เพื่อให้พลาสติกแข็งตัว ค. เพื่อเอาชนะแรงต้านการไหล ง. เพื่อให้พอลิเมอร์เย็นตัวเร็วขึ้น	☐ สร้างสรรค์ ☐ ประเมินค่า ☐ วิเคราะห์ ☐ นำไปใช้ ☒ เข้าใจ ☐ จำ				

จุดประสงค์เชิง พฤติกรรม	ข้อคำถาม	ระดับพฤติกรรม	ความสอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
			-1	0	+1	
3. จำแนกประเภท ของแม่พิมพ์ฉีด พลาสติกได้	10. การหล่อเย็นชิ้นงานที่ฉีดควรทำอย่างไร ก. ซ้ำที่สุดเท่าที่จะทำได้ ข. เร็วที่สุดเท่าที่จะทำได้ ค. สม่ำเสมอทั่วทั้งชิ้นงาน ง. เฉพาะบริเวณที่หนาเท่านั้น	☐ สร้างสรรค์ ☐ ประเมินค่า ☐ วิเคราะห์ ☐ นำไปใช้ ☒ เข้าใจ ☐ จำ				
	11. ประเภทของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกตามระบบการป้อน ตรงตามข้อใด ก. Two Plate, Three Plate ข. Split Mold, Slide Mold ค. Single Mold, Multi Mold ง. Hot Runner, Cold Runner	☐ สร้างสรรค์ ☐ ประเมินค่า ☐ วิเคราะห์ ☐ นำไปใช้ ☒ เข้าใจ ☐ จำ				
	12. ข้อใดคือแม่พิมพ์ที่สามารถผลิตชิ้นงานเหมือนกันหลายชิ้นในการฉีดรอบเดียว ก. Split Mold ข. Family Mold ค. Multi-Cavity Mold ง. Single Cavity Mold	☐ สร้างสรรค์ ☐ ประเมินค่า ☐ วิเคราะห์ ☐ นำไปใช้ ☒ เข้าใจ ☐ จำ				

จุดประสงค์เชิง พฤติกรรม	ข้อคำถาม	ระดับพฤติกรรม	ความสอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
			-1	0	+1	
	13. แม่พิมพ์ฉีดพลาสติกแบบใบที่ช่วยลดการเกิดของเสียในกระบวนการได้มากที่สุด ก. Hot Runner ข. Stack Mold ค. Cold Runner ง. Single Cavity	☐ สร้างสรรค์ ☐ ประเมินค่า ☐ วิเคราะห์ ☐ นำไปใช้ ☒ เข้าใจ ☐ จำ				
	14. ข้อใดกล่าวถึง Family Mold ได้ถูกต้อง ก. ผลิตชิ้นงานแบบสองมิติ ข. ใช้ในการผลิตชิ้นส่วนโลหะ ค. ผลิตชิ้นงานหลายแบบในรอบเดียวกัน ง. ใช้ผลิตชิ้นงานที่ต้องการความละเอียดสูง	☐ สร้างสรรค์ ☐ ประเมินค่า ☐ วิเคราะห์ ☐ นำไปใช้ ☒ เข้าใจ ☐ จำ				
	15. Stack Mold คือแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกที่มีลักษณะอย่างไร ก. แม่พิมพ์ที่มีรูเกลียว ข. แม่พิมพ์ที่ใช้การป้อนแบบเย็น ค. แม่พิมพ์ที่มีแผ่นสร้างชิ้นงานซ้อนกันหลายแผ่น ง. แม่พิมพ์ที่ใช้เฉพาะงานที่ต้องการความละเอียดสูง	☐ สร้างสรรค์ ☐ ประเมินค่า ☐ วิเคราะห์ ☐ นำไปใช้ ☒ เข้าใจ ☐ จำ				

จุดประสงค์เชิง พฤติกรรม	ข้อคำถาม	ระดับพฤติกรรม	ความสอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
			-1	0	+1	
	16. Three-Plate Mold ใช้สำหรับงานลักษณะใด ก. ผลิตภัณฑ์งานหลายแบบ ข. ผลิตภัณฑ์ที่มีขนาดใหญ่ ค. ผลิตภัณฑ์ที่ต้องการความละเอียด ง. ผลิตภัณฑ์ที่ต้องการแยกส่วนระบบป้องกันออกจกชิ้นงาน	☐ สร้างสรรค์ ☐ ประเมินค่า ☐ วิเคราะห์ ☐ นำไปใช้ ☒ เข้าใจ ☐ จำ				
	17. Two-Plate Mold มีลักษณะเด่นอย่างไร ก. มีโครงสร้างเรียบง่ายและต้นทุนต่ำกว่า ข. ช่วยลดการหดตัวของชิ้นงานหลังทำการฉีด ค. สามารถช่วยแยกตัวออกจากชิ้นงานอัตโนมัติ ง. ผลิตภัณฑ์ได้จำนวนมากในการฉีดรอบเดียว	☐ สร้างสรรค์ ☐ ประเมินค่า ☐ วิเคราะห์ ☐ นำไปใช้ ☒ เข้าใจ ☐ จำ				
	18. แม่พิมพ์ชนิดใดที่ใช้ระบบแยกตัวข้างสำหรับผลิตภัณฑ์ที่มีร่องหรือปาด้านนอก ก. Split Mold ข. Stack Mold ค. Unscrewing Mold ง. Insulated Runner Mold	☐ สร้างสรรค์ ☐ ประเมินค่า ☐ วิเคราะห์ ☐ นำไปใช้ ☒ เข้าใจ ☐ จำ				

จุดประสงค์เชิง พฤติกรรม	ข้อคำถาม	ระดับพฤติกรรม	ความสอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
			-1	0	+1	
4. จำแนก ส่วนประกอบที่ สำคัญของแม่พิมพ์ ฉีดพลาสติกได้	19. ข้อใดไม่ใช่ส่วนประกอบหลักของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก ก. ระบบหล่อเย็น ข. ระบบทำความร้อน ค. ชุดแม่พิมพ์ฝังอยู่กับที่ ง. ชุดแม่พิมพ์ฝังเคลื่อนที่	☐ สร้างสรรค์ ☐ ประเมินค่า ☐ วิเคราะห์ ☐ นำไปใช้ ☒ เข้าใจ ☐ จำ				
	20. ข้อใดเป็นส่วนที่พลาสติกหลอมเหลวจากกระบอกฉีด ไหลเข้าสู่แม่พิมพ์ ก. Sprue ข. Runner ค. Cavity ง. Cooling Channel	☐ สร้างสรรค์ ☐ ประเมินค่า ☐ วิเคราะห์ ☐ นำไปใช้ ☒ เข้าใจ ☐ จำ				
	21. ช่องว่างระหว่างแผ่นปั๊มและแผ่นคอร์ ที่ทำให้เกิดเป็นชิ้นงานในแม่พิมพ์ฉีด พลาสติกเรียกว่าอะไร ก. Core ข. Cavity ค. Runner ง. Impression	☐ สร้างสรรค์ ☐ ประเมินค่า ☐ วิเคราะห์ ☐ นำไปใช้ ☒ เข้าใจ ☐ จำ				

จุดประสงค์เชิง พฤติกรรม	ข้อคำถาม	ระดับพฤติกรรม	ความสอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
			-1	0	+1	
	22. ส่วนใดในแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกที่ทำหน้าที่ควบคุมการไหลของพลาสติกเข้าสู่ โพรงแบบของแม่พิมพ์ ก. Gate ข. Sprue ค. Runner ง. Impression	☐ สร้างสรรค์ ☐ ประเมินค่า ☐ วิเคราะห์ ☐ นำไปใช้ ☒ เข้าใจ ☐ จำ				
	23. Cooling System ในแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกทำหน้าที่อะไร ก. เป็นส่วนที่เคลื่อนที่ของแม่พิมพ์ ข. เป็นส่วนที่ช่วยในการระบายความร้อนชิ้นงาน ค. เป็นส่วนที่ช่วยลดการหดตัวของชิ้นงานขณะทำการฉีด ง. เป็นส่วนที่ยึดติดกับกระบอกฉีดของเครื่องฉีดพลาสติก	☐ สร้างสรรค์ ☐ ประเมินค่า ☐ วิเคราะห์ ☐ นำไปใช้ ☒ เข้าใจ ☐ จำ				
	24. Ejector System ในแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกทำหน้าที่อย่างไร ก. ปรับอุณหภูมิในแม่พิมพ์ ข. ควบคุมการไหลของพอลิเมอร์ ค. ดันชิ้นงานออกจากแม่พิมพ์เมื่อแข็งตัว ง. ช่วยให้การประกบระหว่างแผ่นแม่พิมพ์แม่นยำ	☐ สร้างสรรค์ ☐ ประเมินค่า ☐ วิเคราะห์ ☐ นำไปใช้ ☒ เข้าใจ ☐ จำ				

จุดประสงค์เชิง พฤติกรรม	ข้อคำถาม	ระดับพฤติกรรม	ความสอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
			-1	0	+1	
5. อธิบายหน้าที่ ชิ้นส่วนมาตรฐาน ของแม่พิมพ์ฉีด พลาสติกได้	25. Locating Ring มีหน้าที่ใดในแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก ก. ช่วยในการระบายความร้อน ข. ควบคุมความดันในแม่พิมพ์ ค. ป้องกันการไหลของพลาสติกออกจากแม่พิมพ์ ง. กำหนดตำแหน่งแม่พิมพ์บนเครื่องฉีดพลาสติก	☐ สร้างสรรค์ ☐ ประเมินค่า ☐ วิเคราะห์ ☐ นำไปใช้ ☒ เข้าใจ ☐ จำ				
	26. Top Clamping Plate ทำหน้าที่อะไรในแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก ก. ป้องกันการกระแทก ข. ทำให้พลาสติกหลอมตัวง่ายขึ้น ค. ช่วยให้การไหลของพลาสติกราบรื่น ง. ยึดแม่พิมพ์ด้านบนเข้ากับเครื่องฉีดพลาสติก	☐ สร้างสรรค์ ☐ ประเมินค่า ☐ วิเคราะห์ ☐ นำไปใช้ ☒ เข้าใจ ☐ จำ				
	27. Sprue Bush ทำหน้าที่อะไรในกระบวนการฉีดพลาสติก ก. ดันชิ้นงานออกจากแม่พิมพ์ ข. ลดการบิดเบี้ยวของชิ้นงาน ค. นำทางให้แม่พิมพ์ประกบกันอย่างแม่นยำ ง. เป็นช่องทางนำพลาสติกหลอมเหลวเข้าสู่แม่พิมพ์	☐ สร้างสรรค์ ☐ ประเมินค่า ☐ วิเคราะห์ ☐ นำไปใช้ ☒ เข้าใจ ☐ จำ				

จุดประสงค์เชิง พฤติกรรม	ข้อคำถาม	ระดับพฤติกรรม	ความสอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
			-1	0	+1	
	28. Ejector Retainer Plate ทำหน้าที่อะไรอะไรในแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก ก. ช่วยในการควบคุมแรงดัน ข. ป้องกันการหลุดตัวของชิ้นงาน ค. ติดตั้งและกำหนดตำแหน่งของสลักต้นปลด ง. เป็นส่วนที่ทำให้พลาสติกไหลเข้าสู่แม่พิมพ์ได้ง่าย	☐ สร้างสรรค์ ☐ ประเมินค่า ☐ วิเคราะห์ ☐ นำไปใช้ ☒ เข้าใจ ☐ จำ				
	29. ชิ้นส่วนใดทำหน้าที่แยกตัววิ่งออกจากชิ้นงานในแม่พิมพ์ฉีดแบบ 3 แผ่น ก. Ejector Pin ข. Sprue Bush ค. Ejector Plate ง. Runner Stripper Plate	☐ สร้างสรรค์ ☐ ประเมินค่า ☐ วิเคราะห์ ☐ นำไปใช้ ☒ เข้าใจ ☐ จำ				
	30. ชิ้นส่วนใดมีหน้าที่ดันชิ้นงานออกจากแม่พิมพ์หลังจากเย็นตัวในกระบวนการฉีดพลาสติก ก. Ejector Pin ข. Ejector Plate ค. Ejector Retainer Plate ง. Bottom Clamping Plate	☐ สร้างสรรค์ ☐ ประเมินค่า ☐ วิเคราะห์ ☐ นำไปใช้ ☒ เข้าใจ ☐ จำ				

จุดประสงค์เชิง พฤติกรรม	ข้อคำถาม	ระดับพฤติกรรม	ความสอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
			-1	0	+1	
จุดประสงค์เชิง พฤติกรรม	31. เพลาน้ำ (Guide Pin) ทำหน้าที่อะไรอะไรในแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก ก. ช่วยในการหล่อเย็น ข. ลดความดันในแม่พิมพ์ ค. ช่วยในการฉีดพลาสติก ง. นำทางให้การประกบแม่พิมพ์ทั้งสองฝั่งแม่นยำ	☐ สร้างสรรค์ ☐ ประเมินค่า ☐ วิเคราะห์ ☐ นำไปใช้ ☒ เข้าใจ ☐ จำ				
	32. Sprue Lock Pin มีบทบาทอย่างไรในแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก ก. ลดความร้อนในระหว่างการผลิต ข. ป้องกันการบิดเบี้ยวของชิ้นงาน ค. เพิ่มความหนาแน่นของพลาสติกในแม่พิมพ์ ง. ทำหน้าที่ดึงพลาสติกส่วนเกินรูฉีดออกจากบล็อกแกนรูฉีด	☐ สร้างสรรค์ ☐ ประเมินค่า ☐ วิเคราะห์ ☐ นำไปใช้ ☒ เข้าใจ ☐ จำ				
	33. Core Plate ทำงานร่วมกับชิ้นส่วนใดเพื่อสร้างรูปทรงของชิ้นงาน ก. Guide Bush ข. Sprue Bush ค. Cavity Plate ง. Ejector Plate	☐ สร้างสรรค์ ☐ ประเมินค่า ☐ วิเคราะห์ ☐ นำไปใช้ ☒ เข้าใจ ☐ จำ				

จุดประสงค์เชิง พฤติกรรม	ข้อคำถาม	ระดับพฤติกรรม	ความสอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
			-1	0	+1	
6. เลือกชนิดวัสดุที่ใช้ทำชิ้นส่วนแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกได้	34. ชิ้นส่วนใดทำหน้าที่สร้างรูปร่างภายในให้กับชิ้นงาน ก. Guide Pin ข. Core Plate ค. Cavity Plate ง. Ejector Plate	☐ สร้างสรรค์ ☐ ประเมินค่า ☐ วิเคราะห์ ☐ นำไปใช้ ☒ เข้าใจ ☐ จำ				
	35. วัสดุ S45C-S50C มีคุณสมบัติอย่างไร ก. เป็นเหล็กทนต่อการกัดกร่อนสูง ข. เป็นเหล็กกล้าความแข็งสูงสำหรับงานหนัก ค. เป็นเหล็กกล้าคาร์บอนปานกลาง ใช้ทำชิ้นส่วนแม่พิมพ์ทั่วไป ง. เป็นเหล็กทนความร้อนสูง ใช้ในส่วนที่ต้องสัมผัสกับความร้อน	☐ สร้างสรรค์ ☐ ประเมินค่า ☐ วิเคราะห์ ☒ นำไปใช้ ☐ เข้าใจ ☐ จำ				
	36. วัสดุใดที่นิยมใช้ทำชิ้นส่วนที่ต้องสัมผัสความร้อนสูงในแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก ก. P20 ข. S50C ค. SUJ2 ง. SKD61	☐ สร้างสรรค์ ☐ ประเมินค่า ☐ วิเคราะห์ ☒ นำไปใช้ ☐ เข้าใจ ☐ จำ				

จุดประสงค์เชิง พฤติกรรม	ข้อคำถาม	ระดับพฤติกรรม	ความสอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
			-1	0	+1	
	37. วิสตุ P20 มีคุณสมบัติที่ดีทำให้เหมาะสำหรับชิ้นส่วนแม่พิมพ์ ก. ทนต่อความร้อนสูง ข. ทนต่อการกัดกร่อนสูง ค. ชัดเจนได้ดี เหมาะสำหรับการสร้างรูปทรงและผิวเรียบ ง. มีความเหนียวสูงเหมาะกับงานที่ต้องทนต่อแรงกระแทก	☐ สร้างสรรค์ ☐ ประเมินค่า ☐ วิเคราะห์ ☒ นำไปใช้ ☐ เข้าใจ ☐ จำ				
	38. วิสตุ SKH51 เหมาะสำหรับการใช้ทำชิ้นส่วนไดโนแมพิมพ์ฉีดพลาสติก ก. ชิ้นส่วนที่ต้องการความเหนียว ข. ชิ้นส่วนที่ต้องการความยืดหยุ่น ค. ชิ้นส่วนที่ต้องการทนความร้อนปานกลาง ง. ชิ้นส่วนที่ต้องการความแข็งแรงและทนทานการกระแทก	☐ สร้างสรรค์ ☐ ประเมินค่า ☐ วิเคราะห์ ☒ นำไปใช้ ☐ เข้าใจ ☐ จำ				
	39. SUJ2 ใช้ทำชิ้นส่วนไดโนแมพิมพ์ฉีดพลาสติก ก. ชิ้นส่วนที่ต้องการลดแรงเสียดทาน ข. ชิ้นส่วนที่ต้องการทนความร้อนสูง ค. ชิ้นส่วนที่ต้องการทนต่อแรงกระแทก ง. ชิ้นส่วนที่ต้องการความยืดหยุ่นสูงมาก ๆ	☐ สร้างสรรค์ ☐ ประเมินค่า ☐ วิเคราะห์ ☒ นำไปใช้ ☐ เข้าใจ ☐ จำ				

จุดประสงค์เชิง พฤติกรรม	ข้อคำถาม	ระดับพฤติกรรม	ความสอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
			-1	0	+1	
	40. วิสตุ 420 และ 440C เป็นหลักกล้าไว้สนิมที่เหมาะสมกับการทำชิ้นส่วนใด ก. ชิ้นส่วนที่ต้องการความเหนียว ข. ชิ้นส่วนที่ต้องการความยืดหยุ่นสูง ค. ชิ้นส่วนที่ต้องการทนความร้อนปานกลาง ง. ชิ้นส่วนที่ต้องการการกัดกร่อนและขัดเงาได้	☐ สร้างสรรค์ ☐ ประเมินค่า ☐ วิเคราะห์ ☒ นำไปใช้ ☐ เข้าใจ ☐ จำ				

ความคิดเห็นเพิ่มเติม

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณอย่างสูงที่กรุณาให้ข้อมูลและความคิดเห็นที่เป็นประโยชน์ต่องานวิจัยในครั้งนี้



แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ชื่อสารนิพนธ์ การพัฒนาสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก
สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ประเภทวิชาอุตสาหกรรม

ชื่อนักศึกษา นายพิชิต บุญมาก

รหัสประจำตัว 66-020178-5702-9

สาขาวิชา วิศวกรรมเครื่องกลศึกษา

คณะ ครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

วิชา แม่พิมพ์พลาสติกเบื้องต้น

เรื่อง แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก

ระดับชั้น ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.)

จำนวน 30 ข้อ คะแนนเต็ม 30 คะแนน

เวลาสอบ 30 นาที

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบนี้ใช้เพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียน
2. ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียวในแต่ละข้อ และทำเครื่องหมาย ✕ ลงในกระดาษคำตอบ

-
1. แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก มีความหมายตรงกับข้อใด
 - ก. แม่แบบที่ใช้ตัดและแต่งชิ้นงานพลาสติก
 - ข. เครื่องจักรที่ใช้สำหรับผลิตพลาสติกทุกชนิด
 - ค. เครื่องมือที่ใช้ในการประกอบชิ้นส่วนพลาสติก
 - ง. แม่แบบสำหรับการขึ้นรูปชิ้นงานพลาสติกด้วยการฉีด
 2. แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก มีหน้าที่หลักอย่างไรตามกระบวนการฉีดพลาสติก
 - ก. ควบคุมอุณหภูมิการฉีด
 - ข. หลอมละลายเม็ดพลาสติก
 - ค. กำหนดรูปร่างชิ้นงานพลาสติก
 - ง. ลำเลียงชิ้นงานออกจากเครื่องฉีด
 3. ขั้นตอนแรกของกระบวนการฉีดขึ้นรูปพลาสติก ตรงตามข้อใด
 - ก. การทำให้พลาสติกแข็งตัว
 - ข. การเตรียมเม็ดพลาสติกหรือพอลิเมอร์
 - ค. การให้ความร้อนที่กระบอกฉีดและแม่พิมพ์
 - ง. การฉีดพอลิเมอร์หลอมเข้าแม่พิมพ์ด้วยความดันสูง
 4. การทำให้เม็ดพลาสติกอยู่ในสถานะหลอมเหลว ตรงตามข้อใด
 - ก. ผลิตชิ้นงานที่ซับซ้อนอย่างแม่นยำ
 - ข. ใช้ความร้อนจากสกรูและอุปกรณ์ในกระบอกฉีด
 - ค. ใช้อุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิที่แม่พิมพ์ให้มีอุณหภูมิสูง
 - ง. ใช้การควบคุมแรงดันที่หัวฉีดพลาสติกเพื่อสร้างแรงเสริม

5. การกำหนดความดันย่ำ (Holding Pressure) มีวัตถุประสงค์ตรงตามข้อใด
- ก. ลดเวลาการผลิต
 - ข. เพิ่มความมันวาว
 - ค. เพิ่มความแข็งแรง
 - ง. ลดการหดตัวของชิ้นงาน
6. ความสำคัญของการใช้ความดันสูงในการฉีดพอลิเมอร์เข้าสู่แม่พิมพ์ ตรงตามข้อใด
- ก. เพื่อชดเชยการหดตัว
 - ข. เพื่อให้พลาสติกแข็งตัว
 - ค. เพื่อเอาชนะแรงต้านการไหล
 - ง. เพื่อให้พอลิเมอร์เย็นตัวเร็วขึ้น
7. ประเภทของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกตามระบบการป้อน ตรงตามข้อใด
- ก. Two Plate, Three Plate
 - ข. Split Mold, Slide Mold
 - ค. Single Mold, Multi Mold
 - ง. Hot Runner, Cold Runner
8. ข้อใดคือแม่พิมพ์ที่สามารถผลิตชิ้นงานเหมือนกันหลายชิ้นในการฉีดรอบเดียว
- ก. Split Mold
 - ข. Family Mold
 - ค. Multi-Cavity Mold
 - ง. Single Cavity Mold
9. แม่พิมพ์ฉีดพลาสติกแบบใดที่ช่วยลดการเกิดของเสียในกระบวนการได้มากที่สุด
- ก. Hot Runner
 - ข. Stack Mold
 - ค. Cold Runner
 - ง. Single Cavity
10. ข้อใดกล่าวถึง Family Mold ได้ถูกต้อง
- ก. ผลิตชิ้นงานแบบสองมิติ
 - ข. ใช้ในการผลิตชิ้นส่วนโลหะ
 - ค. ผลิตชิ้นงานหลายแบบในรอบเดียวกัน
 - ง. ใช้ผลิตชิ้นงานที่ต้องการความละเอียดสูง

11. Stack Mold คือแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกที่มีลักษณะอย่างไร
- ก. แม่พิมพ์ที่มีรูเกลียว
 - ข. แม่พิมพ์ที่ใช้การป้อนแบบเย็น
 - ค. แม่พิมพ์ที่มีแผ่นสร้างชิ้นงานซ้อนกันหลายแผ่น
 - ง. แม่พิมพ์ที่ใช้เฉพาะงานที่ต้องการความละเอียดสูง
12. Three-Plate Mold ใช้สำหรับงานลักษณะใด
- ก. ผลิตชิ้นงานหลายแบบ
 - ข. ผลิตชิ้นงานที่มีขนาดใหญ่
 - ค. ผลิตชิ้นงานที่ต้องการความละเอียด
 - ง. ผลิตชิ้นงานที่ต้องการแยกส่วนระบบป้อนออกจากชิ้นงาน
13. Two-Plate Mold มีลักษณะเด่นอย่างไร
- ก. มีโครงสร้างเรียบง่ายและต้นทุนต่ำกว่า
 - ข. ช่วยลดการหดตัวของชิ้นงานหลังทำการฉีด
 - ค. สามารถช่วยแยกรูปร่างออกจากชิ้นงานอัตโนมัติ
 - ง. ผลิตชิ้นงานได้จำนวนมากในการฉีดรอบเดียว
14. แม่พิมพ์ชนิดใดที่ใช้ระบบแยกด้านข้างสำหรับผลิตภัณฑ์ที่มีร่องหรือบ่าด้านนอก
- ก. Split Mold
 - ข. Stack Mold
 - ค. Unscrewing Mold
 - ง. Insulated Runner Mold
15. ข้อใดเป็นส่วนที่พลาสติกหลอมเหลวจากกระบอกฉีด ไหลเข้าสู่แม่พิมพ์
- ก. Sprue
 - ข. Runner
 - ค. Cavity
 - ง. Cooling Channel
16. ช่องว่างระหว่างแผ่นเบ้าและแผ่นคอร์ ที่ทำให้เกิดเป็นชิ้นงานในแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกเรียกว่าอะไร
- ก. Core
 - ข. Cavity
 - ค. Runner
 - ง. Impression

17. ส่วนใดในแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกที่ทำหน้าที่ควบคุมการไหลของพลาสติกเข้าสู่โพรงแบบของแม่พิมพ์
- ก. Gate
 - ข. Sprue
 - ค. Runner
 - ง. Impression
18. Ejector System ในแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกทำหน้าที่อย่างไร
- ก. ปรับอุณหภูมิในแม่พิมพ์
 - ข. ควบคุมการไหลของพอลิเมอร์
 - ค. ดันชิ้นงานออกจากแม่พิมพ์เมื่อแข็งตัว
 - ง. ช่วยให้การประกบระหว่างแผ่นแม่พิมพ์แน่นยำ
19. Locating Ring มีหน้าที่ใดในแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก
- ก. ช่วยในการระบายความร้อน
 - ข. ควบคุมความดันในแม่พิมพ์
 - ค. ป้องกันการไหลของพลาสติกออกจากแม่พิมพ์
 - ง. กำหนดตำแหน่งแม่พิมพ์บนเครื่องฉีดพลาสติก
20. Top Clamping Plate ทำหน้าที่อะไรในแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก
- ก. ป้องกันการกระแทก
 - ข. ทำให้พลาสติกหลอมตัวง่ายขึ้น
 - ค. ช่วยให้การไหลของพลาสติกราบรื่น
 - ง. ยึดแม่พิมพ์ด้านบนเข้ากับเครื่องฉีดพลาสติก
21. Sprue Bush ทำหน้าที่อะไรในกระบวนการฉีดพลาสติก
- ก. ดันชิ้นงานออกจากแม่พิมพ์
 - ข. ลดการบิดเบี้ยวของชิ้นงาน
 - ค. นำทางให้แม่พิมพ์ประกบกันอย่างแน่นยำ
 - ง. เป็นช่องทางนำพลาสติกหลอมเหลวเข้าสู่แม่พิมพ์
22. Ejector Retainer Plate ทำหน้าที่อะไรอะไรในแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก
- ก. ช่วยในการควบคุมแรงดัน
 - ข. ป้องกันการหดตัวของชิ้นงาน
 - ค. ติดตั้งและกำหนดตำแหน่งของสลักดันปลด
 - ง. เป็นส่วนที่ทำให้พลาสติกไหลเข้าสู่แม่พิมพ์ได้ง่าย

23. ชิ้นส่วนใดทำหน้าที่แยกตัววิ่งออกจากชิ้นงานในแม่พิมพ์ฉีดแบบ 3 แผ่น
- ก. Ejector Pin
 - ข. Sprue Bush
 - ค. Ejector Plate
 - ง. Runner Stripper Plate
24. ชิ้นส่วนใดมีหน้าที่ดันชิ้นงานออกจากแม่พิมพ์หลังจากเย็นตัวในกระบวนการฉีดพลาสติก
- ก. Ejector Pin
 - ข. Ejector Plate
 - ค. Ejector Retainer Plate
 - ง. Bottom Clamping Plate
25. เพลาหน้า (Guide Pin) ทำหน้าที่อะไรในแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก
- ก. ช่วยในการหล่อเย็น
 - ข. ลดความดันในแม่พิมพ์
 - ค. ช่วยในการฉีดพลาสติก
 - ง. นำทางให้การประกบแม่พิมพ์ทั้งสองฝั่งแม่นยำ
26. วัสดุ S45C-S50C มีคุณสมบัติอย่างไร
- ก. เป็นเหล็กทนต่อการกัดกร่อนสูง
 - ข. เป็นเหล็กกล้าความแข็งสูงสำหรับงานหนัก
 - ค. เป็นเหล็กกล้าคาร์บอนปานกลาง ใช้ทำชิ้นส่วนแม่พิมพ์ทั่วไป
 - ง. เป็นเหล็กทนความร้อนสูง ใช้ในส่วนที่ต้องสัมผัสกับความร้อน
27. วัสดุ P20 มีคุณสมบัติใดที่ทำให้เหมาะสำหรับชิ้นส่วนแม่พิมพ์
- ก. ทนต่อความร้อนสูง
 - ข. ทนต่อการกัดกร่อนสูง
 - ค. ขัดเงาได้ดี เหมาะสำหรับสร้างรูปทรงและผิวเรียบ
 - ง. มีความเหนียวสูงเหมาะกับงานที่ต้องทนต่อแรงกระแทก
28. SKH51 เหมาะสำหรับใช้ทำชิ้นส่วนใดในแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก
- ก. ชิ้นส่วนที่ต้องการความเหนียว
 - ข. ชิ้นส่วนที่ต้องการความยืดหยุ่น
 - ค. ชิ้นส่วนที่ต้องการทนความร้อนปานกลาง
 - ง. ชิ้นส่วนที่ต้องการความแข็งและทนการกระแทก

29. SUJ2 ใช้ทำชิ้นส่วนใดในแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก

- ก. ชิ้นส่วนที่ต้องการลดแรงเสียดทาน
- ข. ชิ้นส่วนที่ต้องการทนความร้อนสูง
- ค. ชิ้นส่วนที่ต้องการทนต่อแรงกระแทก
- ง. ชิ้นส่วนที่ต้องการความยืดหยุ่นสูงมาก ๆ

30. วัสดุ 420 และ 440C เป็นเหล็กกล้าไร้สนิมที่เหมาะสมกับการทำชิ้นส่วนใด

- ก. ชิ้นส่วนที่ต้องการความเหนียว
- ข. ชิ้นส่วนที่ต้องการความยืดหยุ่นสูง
- ค. ชิ้นส่วนที่ต้องการทนความร้อนปานกลาง
- ง. ชิ้นส่วนที่ต้องการทนการกัดกร่อนและขัดเงาได้





แบบประเมินความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อคำถามกับประเด็น
การประเมินความเหมาะสมของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม
แม่พิมพ์ฉีดพลาสติกและคู่มือการใช้สื่อ

ชื่อสารนิพนธ์ การพัฒนาสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก
สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ประเภทวิชาอุตสาหกรรม

ชื่อนักศึกษา	นายพิชิต บุญมาก
รหัสประจำตัว	66-020178-5702-9
ปริญญา	ค.อ.ม. (วิศวกรรมเครื่องกลศึกษา)
สาขาวิชา	วิศวกรรมเครื่องกลศึกษา
แขนงวิชา	วิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม

**แบบประเมินความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อคำถาม
กับประเด็นการประเมินความเหมาะสมของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยี
ความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดพลาสติกและคู่มือการใช้สื่อ**

คำชี้แจง

1. แบบประเมินความเหมาะสมของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ประเภทวิชาอุตสาหกรรม ประกอบด้วยประเด็นการประเมิน 5 ด้าน ได้แก่

- 1) ด้านเนื้อหาและการนำเสนอ
- 2) ด้านเทคนิคการผลิตสื่อการเรียนรู้
- 3) ด้านการใช้งาน สื่อการเรียนรู้
- 4) ด้านการส่งเสริมเรียนรู้
- 5) ด้านประโยชน์และการนำไปใช้

2. ในการประเมินให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินความสอดคล้องของข้อคำถามแต่ละข้อกับประเด็นการประเมิน โดยมีเกณฑ์ในการพิจารณากำหนดให้คะแนน ดังนี้

- | | | |
|----|---------|---|
| +1 | หมายถึง | แน่ใจว่าข้อคำถามสอดคล้องกับประเด็นการประเมิน |
| 0 | หมายถึง | ไม่แน่ใจว่าข้อคำถามสอดคล้องกับประเด็นการประเมิน |
| -1 | หมายถึง | แน่ใจว่าข้อคำถามไม่สอดคล้องกับประเด็นการประเมิน |

3. ในการประเมินครั้งนี้ ให้ผู้เชี่ยวชาญแก้ไขข้อคำถาม ตัวเลือกและภาษาที่ใช้ ลงในแบบประเมินและให้ข้อเสนอแนะนำได้ตามที่ผู้เชี่ยวชาญแก้ไขข้อคำถาม ตัวเลือกและภาษาที่ใช้ ลงในแบบประเมินและให้ข้อเสนอแนะได้ตามที่ผู้เชี่ยวชาญเห็นว่าเหมาะสม

ขอขอบพระคุณท่านเป็นอย่างสูงที่ให้ความอนุเคราะห์

นายพิชิต บุญมาก

นักศึกษาหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลศึกษา

แขนงวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้เชี่ยวชาญ

ชื่อ-นามสกุล ผู้เชี่ยวชาญ:.....

วุฒิการศึกษา:.....

ความเชี่ยวชาญ:

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นต่อแบบประเมินความเหมาะสมต่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีเสริม แม่พิมพ์ดิจิทัล
สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ประเภทวิชาอุตสาหกรรม

ประเด็นการประเมิน	นิยามศัพท์	ข้อความ	ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ		
			+1	0	-1
1. ด้านเนื้อหาและการนำเสนอ	ด้านเนื้อหาและการนำเสนอ หมายถึง องค์ประกอบของสาระความรู้ที่ปรากฏในสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความ เป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ดิจิทัล ประกอบด้วยความถูกต้องตามหลักวิชาการ ความเหมาะสมกับระดับผู้เรียน การจัดลำดับเนื้อหาปริมาณเนื้อหา และการใช้ภาษาที่สื่อความหมายชัดเจน รวมถึงวิธีการถ่ายทอดเนื้อหาผ่านเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ให้ผู้เรียนเข้าใจได้อย่างมีประสิทธิภาพ	(1.1) เนื้อหามีความถูกต้องตามหลักวิชาการ			
		(1.2) เนื้อหา มีความเหมาะสมกับระดับผู้เรียน			
		(1.3) การจัดลำดับเนื้อหา มีความต่อเนื่องเหมาะสม			
		(1.4) ปริมาณเนื้อหาเหมาะสมกับเวลาเรียน			
		(1.5) การใช้ภาษาสื่อความหมายชัดเจนเข้าใจง่าย			

ประเด็นการประเมิน	นิยามศัพท์	ข้อคำถาม	ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
			+1	0	-1	
2. ด้านเทคนิคการผลิตสื่อการเรียนรู้	ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ หมายถึง กระบวนการและวิธีการสร้างสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดยาสติ๊ก ที่เกี่ยวข้องกับคุณภาพของภาพ 3 มิติ ขนาดของโมเดล การเคลื่อนไหว ความเสถียรในการแสดงผล และความรวดเร็วในการประมวลผล โดยต้องคำนึงถึงมาตรฐานทางเทคนิคที่เหมาะสมกับการใช้งานในบริบทการศึกษา	(2.1) คุณภาพของภาพ 3 มิติมีความคมชัด				
		(2.2) ขนาดของโมเดล 3 มิติมีความเหมาะสม				
		(2.3) การเคลื่อนไหวของโมเดล 3 มิติมีความต่อเนื่อง				
		(2.4) ความเสถียรในการแสดงผลของสื่อความเป็นจริงเสริม				
		(2.5) ความรวดเร็วในการประมวลผลและแสดงผล				
3. ด้านการใช้งานสื่อการเรียนรู้	ด้านการใช้งานสื่อการเรียนรู้ หมายถึง ความสามารถของผู้ใช้ในการเข้าถึงและควบคุมการทำงานของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดยาสติ๊ก ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ครอบคลุมถึงความง่ายในการติดตั้ง การนำทาง การควบคุม ความเสถียรของระบบ และความชัดเจนของคู่มือการใช้งาน เพื่อให้ผู้ใช้สามารถใช้งานสื่อได้อย่างราบรื่น	(3.1) ความง่ายในการติดตั้งและเริ่มใช้งานแอปพลิเคชัน				
		(3.2) การนำทางและใช้งานเมนูต่างๆ เข้าใจง่าย				
		(3.3) การตอบสนองต่อการควบคุมของผู้ใช้				
		(3.4) ความเสถียรของแอปพลิเคชัน				
		(3.5) คู่มือ/คำแนะนำการใช้งานมีความชัดเจน				

ประเด็นการประเมิน	นิยามศัพท์	ข้อคำถาม	ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			ข้อเสนอแนะ
			+1	0	-1	
4. ด้านการส่งเสริมการเรียนรู้	ด้านการส่งเสริมการเรียนรู้ หมายถึง คุณสมบัตินของการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมแม่พิมพ์ดิจิทัลสตีก ที่ส่งเสริมและสนับสนุนกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียน ประกอบด้วยการกระตุ้นความสนใจ การส่งเสริมการเรียนรู้ด้วยตนเอง การสร้างความเข้าใจในเนื้อหา การสร้างประสบการณ์เสมือนจริง และการส่งเสริมการมีปฏิสัมพันธ์ในการเรียนรู้	(4.1) สื่อการเรียนรู้ช่วยกระตุ้นความสนใจในการเรียนรู้				
		(4.2) สื่อการเรียนรู้ช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ด้วยตนเอง				
		(4.3) สื่อการเรียนรู้ช่วยให้เข้าใจเนื้อหาได้ดีขึ้น				
		(4.4) สื่อการเรียนรู้ช่วยสร้างประสบการณ์การเรียนรู้เสมือนจริง				
		(4.5) สื่อการเรียนรู้ช่วยส่งเสริมการมีปฏิสัมพันธ์ในการเรียนรู้				
5. ด้านประโยชน์และการนำไปใช้	ด้านประโยชน์และการนำไปใช้ หมายถึง คุณค่าและความคุ้มค่าของการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ดิจิทัลสตีก ที่มีต่อการจัดการเรียนการสอน ทั้งในแง่ของการประยุกต์ใช้จริง การประหยัดทรัพยากร ความเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ ความสามารถในการใช้ซ้ำ และความคุ้มค่าในการลงทุนผลิตและนำไปใช้	(5.1) สื่อการเรียนรู้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอนได้จริง				
		(5.2) สื่อการเรียนรู้ช่วยประหยัดเวลาและทรัพยากรในการจัดการเรียนการสอน				
		(5.3) สื่อการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ในปัจจุบัน				
		(5.4) สื่อการเรียนรู้สามารถใช้งานได้หลายครั้ง				
		(5.5) สื่อการเรียนรู้มีความคุ้มค่าต่อการลงทุนผลิตและการนำไปใช้				

ความคิดเห็นเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน
(.....)

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณอย่างสูงที่กรุณาให้ข้อมูลและความคิดเห็นที่เป็นประโยชน์ต่องานวิจัยในครั้งนี้



แบบประเมินความเหมาะสมของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีด
พลาสติก สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ
ประเภทวิชาอุตสาหกรรม

ชื่อสารนิพนธ์ การพัฒนาสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก
สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ประเภทวิชาอุตสาหกรรม

ชื่อนักศึกษา	นายพิชิต บุญมาก
รหัสประจำตัว	66-020178-5702-9
ปริญญา	ค.อ.ม. (วิศวกรรมเครื่องกลศึกษา)
สาขาวิชา	วิศวกรรมเครื่องกลศึกษา
แขนงวิชา	วิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม

**แบบประเมินความเหมาะสมของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีด
พลาสติก สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ประเภทวิชาอุตสาหกรรม**

คำชี้แจง

แบบประเมินคุณภาพสื่อการเรียนรู้นี้ เป็นแบบสอบถามความคิดเห็นและข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับการสร้างและหาประสิทธิภาพสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสำหรับรายวิชาแม่พิมพ์พลาสติกเบื้องต้น รหัสวิชา 20102-2301 เรื่องแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ ประเภทวิชาอุตสาหกรรม

ผู้วิจัยจึงใคร่ขอความร่วมมือจากผู้เชี่ยวชาญ ได้ทำการกรอกข้อมูลตรงตามความเป็นจริงมากที่สุด ข้อมูลที่ได้จากท่านจะนำไปแปลผลและสรุปรวม ซึ่งไม่มีผลต่อตัวท่านและสถานศึกษาแต่อย่างใด

เครื่องมือในการวิจัยเป็นแบบสอบถามแบ่งออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบประเมินความคิดเห็น

ตอนที่ 2 รายการประเมินความคิดเห็นเกี่ยวกับความเหมาะสมของสื่อการเรียนรู้

นายพิชิต บุญมาก

ผู้วิจัย

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถามความคิดเห็น

กรุณาทำเครื่องหมาย (✓) ลงในช่องที่ตรงกับข้อมูลของท่าน ตามความเป็นจริง

1. เพศ

☐ ชาย

☐ หญิง

2. วุฒิการศึกษา

☐ ปริญญาตรี

☐ ปริญญาโท

☐ ปริญญาเอกหรือสูงกว่า

3. ประสบการณ์ในการทำงานด้านการสอน

☐ ต่ำกว่า 5 ปี

☐ 6 - 10 ปี

☐ 11 - 15 ปี

☐ มากกว่า 15 ปี

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นเกี่ยวกับความเหมาะสมของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก

โปรดทำเครื่องหมาย (✓) ลงในช่องประเมินตามความคิดเห็นของท่าน

ระดับ 5 หมายถึง มีความเหมาะสมดีมาก

ระดับ 4 หมายถึง มีความเหมาะสมดี

ระดับ 3 หมายถึง มีความเหมาะสมปานกลาง

ระดับ 2 หมายถึง มีความเหมาะสมน้อย

ระดับ 1 หมายถึง มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

แบบประเมินความเหมาะสมของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม
แม่พิมพ์ฉีดยาสติก

ประเด็นการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
1. ด้านเนื้อหาและการนำเสนอ					
1.1 เนื้อหามีความถูกต้องตามหลักวิชาการ					
1.2 เนื้อหามีความเหมาะสมกับระดับผู้เรียน					
1.3 การจัดลำดับเนื้อหามีความต่อเนื่องเหมาะสม					
1.4 ปริมาณเนื้อหาเหมาะสมกับเวลาเรียน					
1.5 การใช้ภาษาสื่อความหมายชัดเจนเข้าใจง่าย					
2. ด้านเทคนิคการผลิตสื่อการเรียนรู้					
2.1 คุณภาพของภาพ 3 มิติมีความคมชัด					
2.2 ขนาดของโมเดล 3 มิติมีความเหมาะสม					
2.3 การเคลื่อนไหวของโมเดล 3 มิติมีความต่อเนื่อง					
2.4 ความเสถียรในการแสดงผลของสื่อความเป็นจริงเสริม					
2.5 ความรวดเร็วในการประมวลผลและแสดงผล					
3. ด้านการใช้งาน สื่อการเรียนรู้					
3.1 ความสะดวกในการติดตั้งและเริ่มใช้งานแอปพลิเคชัน					
3.2 การนำทางและใช้งานเมนูต่างๆ เข้าใจง่าย					
3.3 การตอบสนองต่อการควบคุมของผู้ใช้					
3.4 ความเสถียรของแอปพลิเคชัน					
3.5 คู่มือ/คำแนะนำการใช้งานมีความชัดเจน					

ประเด็นการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
4. ด้านการส่งเสริมเรียนรู้					
4.1 สื่อการเรียนรู้ช่วยกระตุ้นความสนใจในการเรียนรู้					
4.2 สื่อการเรียนรู้ช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ด้วยตนเอง					
4.3 สื่อการเรียนรู้ช่วยให้เข้าใจเนื้อหาได้ดีขึ้น					
4.4 สื่อการเรียนรู้ช่วยสร้างประสบการณ์การเรียนรู้เสมือนจริง					
4.5 สื่อการเรียนรู้ช่วยส่งเสริมการมีปฏิสัมพันธ์ในการเรียนรู้					
5. ด้านประโยชน์และการนำไปใช้					
5.1 สื่อการเรียนรู้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอนได้จริง					
5.2 สื่อการเรียนรู้ช่วยประหยัดเวลาและทรัพยากรในการจัดการเรียนการสอน					
5.3 สื่อการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ในปัจจุบัน					
5.4 สื่อการเรียนรู้สามารถใช้งานได้หลายครั้ง					
5.5 สื่อการเรียนรู้มีความคุ้มค่าต่อการลงทุนผลิตและการนำไปใช้					

ข้อเสนอแนะและความคิดเห็นเพิ่มเติม

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน
(.....)

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณอย่างสูงที่กรุณาให้ข้อมูลและความคิดเห็นที่เป็นประโยชน์ต่องานวิจัยในครั้งนี้

ภาคผนวก ค

- ตารางวิเคราะห์ข้อสอบ
- ผลการประเมินสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก โดยผู้ทรงคุณวุฒิ
- ผลการวิเคราะห์ค่าความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม
- ผลการวิเคราะห์ความยากง่ายและอำนาจจำแนกรายข้อ
- ผลการวิเคราะห์สัดส่วนคนตอบถูกและผิด
- ผลการวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นด้วยวิธีของ คูเดอร์ ริชาร์ดสัน (KR-20)
- ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก มีค่าตามเกณฑ์ที่กำหนดที่ระดับ 80/80
- ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ใช้สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดพลาสติกกับเกณฑ์

เรื่อง แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก

ระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพ เวลาที่ใช้ในการทดสอบ 30 นาที

ตารางที่ ค-1 ตารางวิเคราะห์ข้อสอบ

เรื่อง	จุดประสงค์เชิง พฤติกรรม	น้ำหนัก ความ สำคัญ	จำนวน ข้อ	ระดับพฤติกรรมพุทธิพิสัย					
				รู้-จำ	เข้าใจ	นำไปใช้	วิเคราะห์	ประเมินค่า	สร้างสรรค์
แม่พิมพ์ฉีด พลาสติก	1. อธิบายความหมาย ของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก ได้	10	4	-	4	-	-	-	-
	2. อธิบายกระบวนการ ฉีดขึ้นรูปพลาสติกได้	15	6	-	6	-	-	-	-
	3. จำแนกประเภทของ แม่พิมพ์ฉีดพลาสติกได้	20	8	-	8	-	-	-	-
	4. จำแนกส่วนประกอบที่ สำคัญของแม่พิมพ์ฉีด พลาสติกได้	15	6	-	6	-	-	-	-
	5. อธิบายหน้าที่ชิ้นส่วน มาตรฐานของแม่พิมพ์ฉีด พลาสติกได้	25	10	-	10	-	-	-	-
	6. เลือกชนิดวัสดุที่ใช้ทำ ชิ้นส่วนแม่พิมพ์ฉีด พลาสติกได้	15	6	-	-	6	-	-	-
	รวม	100	40		34	6	-	-	-
รวมข้อสอบทั้งหมด 40 ข้อ									

ผลการประเมินสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดยาสติ๊ก โดยผู้ทรงคุณวุฒิ

ตารางที่ ค-2 ผลการประเมินสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดยาสติ๊ก โดยผู้ทรงคุณวุฒิ

รายการประเมิน	ผู้ทรงคุณวุฒิ									$\bar{X}$	S.D.	ความหมาย
	1	2	3	4	5	6	7	8	9			
1. ด้านเนื้อหาและการนำเสนอ										4.78	0.31	มากที่สุด
1.1 การสรุปประเด็นของความรู้มีความชัดเจน	4	5	5	5	5	5	5	5	5	4.89	0.33	มากที่สุด
1.2 เนื้อหาที่มีความเหมาะสมกับระดับผู้เรียน	4	5	5	5	5	5	4	4	5	4.89	0.33	มากที่สุด
1.3 การจัดลำดับเนื้อหาที่มีความต่อเนื่องเหมาะสม	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
1.4 ปริมาณเนื้อหาเหมาะสมกับเวลาเรียน	4	4	4	4	4	4	5	5	4	4.22	0.44	มาก
1.5 การใช้ภาษาสื่อความหมายชัดเจนเข้าใจง่าย	5	5	5	5	5	5	4	5	5	4.89	0.33	มากที่สุด
2. ด้านเทคนิคการผลิตสื่อการเรียนรู้										4.73	0.36	มากที่สุด
2.1 คุณภาพของภาพ 3 มิติมีความคมชัด	5	5	5	5	5	5	5	4	5	4.89	0.33	มากที่สุด
2.2 ขนาดของโมเดล 3 มิติมีความเหมาะสม	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
2.3 การเคลื่อนไหวของโมเดล 3 มิติมีความต่อเนื่อง	5	5	5	5	5	5	4	4	5	4.78	0.44	มากที่สุด
2.4 ความเสถียรในการแสดงผลของสื่อความเป็นจริงเสริม	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4.11	0.33	มาก
2.5 ความรวดเร็วในการประมวลผลและแสดงผล	5	5	5	5	5	5	5	4	5	4.89	0.33	มากที่สุด
3. ด้านการใช้งานสื่อการเรียนรู้										4.76	0.36	มากที่สุด
3.1 ความง่ายในการติดตั้งและเริ่มใช้งานแอปพลิเคชัน	5	5	5	5	5	5	4	5	5	4.89	0.33	มากที่สุด
3.2 การนำทางและใช้งานเมนูต่างๆ เข้าใจง่าย	5	5	5	5	5	5	4	5	5	4.89	0.33	มากที่สุด
3.3 การตอบสนองต่อการควบคุมของผู้ใช้	5	5	5	5	5	5	5	4	5	4.89	0.33	มากที่สุด
3.4 ความเสถียรของแอปพลิเคชัน	4	4	4	4	4	4	5	4	4	4.11	0.33	มาก

ตารางที่ ค-2 (ต่อ)

3.5 คู่มือ/คำแนะนำการใช้งานมีความชัดเจน	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	0.00	5.00	0.00	มากที่สุด
4. ด้านการส่งเสริมเรียนรู้																					
4.1 สื่อการเรียนรู้ช่วยกระตุ้นความสนใจในการเรียนรู้	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	0.00	4.84	0.15	มากที่สุด
4.2 สื่อการเรียนรู้ช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ด้วยตนเอง	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	0.00	5.00	0.00	มากที่สุด
4.3 สื่อการเรียนรู้ช่วยให้เข้าใจเนื้อหาได้ดีขึ้น	5	5	5	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	0.44	4.78	0.44	มากที่สุด
4.4 สื่อการเรียนรู้ช่วยสร้างประสบการณ์การเรียนรู้เสมือนจริง	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	0.44	4.78	0.44	มากที่สุด
4.5 สื่อการเรียนรู้ช่วยส่งเสริมการมีปฏิสัมพันธ์ในการเรียนรู้	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	0.50	4.67	0.50	มากที่สุด
5. ด้านประโยชน์และการนำไปใช้																					
5.1 สื่อการเรียนรู้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอนได้จริง	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	0.00	4.82	0.17	มากที่สุด
5.2 สื่อการเรียนรู้ช่วยประหยัดเวลาและทรัพยากรในการจัดการเรียนการสอน	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	0.44	4.78	0.44	มากที่สุด
5.3 สื่อการเรียนรู้มีความเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ในปัจจุบัน	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	0.50	4.67	0.50	มากที่สุด
5.4 สื่อการเรียนรู้สามารถใช้งานได้หลายครั้ง	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	0.00	5.00	0.00	มากที่สุด
5.5 สื่อการเรียนรู้มีความคุ้มค่าต่อการลงทุนผลิตและการนำไปใช้	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	0.50	4.67	0.50	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยโดยรวม																		4.79	0.05	มากที่สุด	

การแปลผลคะแนนจากแบบประเมิน

เกณฑ์ในการแปลความหมายข้อมูลใช้เกณฑ์ของ บุญชม, 2556 ดังนี้

ระดับ 5 หมายถึง มีความเหมาะสมดีมาก

ระดับ 4 หมายถึง มีความเหมาะสมดี

ระดับ 3 หมายถึง มีความเหมาะสมปานกลาง

ระดับ 2 หมายถึง มีความเหมาะสมน้อย

ระดับ 1 หมายถึง มีความเหมาะสมย่ำแย่ที่สุด

ผลการประเมินสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ศิลปาสติก โดยผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 9 คน ในภาพรวมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.79 ซึ่งอยู่ในระดับ มากที่สุด

ผลการวิเคราะห์ค่าความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

ตารางที่ ค-3 ผลการวิเคราะห์ค่าความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาการออกข้อสอบ					รวม	IOC	ความหมาย
	1	2	3	4	5			
1	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
2	1	1	0	1	1	4	0.80	ใช้ได้
3	0	1	0	0	1	2	0.40	ใช้ไม่ได้
4	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
5	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
6	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
7	-1	1	0	0	1	1	0.20	ใช้ไม่ได้
8	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
9	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
10	1	1	0	1	0	3	0.60	ใช้ได้
11	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
12	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
13	0	1	0	1	1	3	0.60	ใช้ได้
14	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
15	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
16	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
17	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
18	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
19	0	0	1	1	1	3	0.60	ใช้ได้
20	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
21	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
22	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
23	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
24	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
25	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
26	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้

ตารางที่ ค-3 (ต่อ)

27	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
28	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
29	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
30	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
31	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
32	-1	1	0	1	1	2	0.40	ใช้ไม่ได้
33	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
34	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
35	1	1	0	1	0	3	0.60	ใช้ได้
36	0	1	1	-1	1	2	0.40	ใช้ไม่ได้
37	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
38	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
39	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้
40	1	1	1	1	1	5	1.00	ใช้ได้

จากตารางที่ ค-3 ค่าความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม (IOC) จะต้องมากกว่า 0.5 ขึ้นไป

ผลการวิเคราะห์ความยากง่ายและอำนาจจำแนกรายข้อ

ตารางที่ ค-4 ผลการวิเคราะห์ความยากง่ายและอำนาจจำแนกรายข้อ

ข้อที่	กลุ่มสูง ตอบถูก (R_H)	กลุ่มต่ำ ตอบถูก (R_L)	ความ ยากง่าย (P)	อำนาจ จำแนก (r)	ความหมาย
1	9	5	0.64	0.36	ค่อนข้างง่าย, จำแนกพอใช้, พอใช้ได้
2	11	9	0.91	0.18	ง่ายมาก, จำแนกต่ำ, ควรปรับปรุง
3	10	4	0.64	0.55	ค่อนข้างง่าย, จำแนกได้ดี, พอใช้ได้
4	10	6	0.73	0.36	ง่ายมาก, จำแนกพอใช้, พอใช้ได้
5	8	4	0.55	0.36	ค่อนข้างง่าย, จำแนกพอใช้, พอใช้ได้
6	9	4	0.59	0.45	ค่อนข้างง่าย, จำแนกได้ดี, พอใช้ได้
7	8	3	0.50	0.45	ค่อนข้างง่าย, จำแนกได้ดี, พอใช้ได้
8	9	8	0.77	0.09	ง่ายมาก, จำแนกต่ำ, ควรปรับปรุง
9	10	5	0.68	0.45	ค่อนข้างง่าย, จำแนกได้ดี, พอใช้ได้
10	10	6	0.73	0.36	ง่ายมาก, จำแนกพอใช้, พอใช้ได้
11	10	3	0.59	0.64	ค่อนข้างง่าย, จำแนกได้ดีมาก, พอใช้ได้
12	8	2	0.45	0.55	ปานกลาง, จำแนกได้ดี, พอใช้ได้
13	9	5	0.64	0.36	ค่อนข้างง่าย, จำแนกพอใช้, พอใช้ได้
14	10	5	0.68	0.45	ค่อนข้างง่าย, จำแนกได้ดี, พอใช้ได้
15	9	4	0.59	0.45	ค่อนข้างง่าย, จำแนกได้ดี, พอใช้ได้
16	9	5	0.64	0.36	ค่อนข้างง่าย, จำแนกพอใช้, พอใช้ได้
17	9	7	0.73	0.18	ง่ายมาก, จำแนกต่ำ, ควรปรับปรุง
18	8	4	0.55	0.36	ค่อนข้างง่าย, จำแนกพอใช้, พอใช้ได้
19	10	4	0.64	0.55	ค่อนข้างง่าย, จำแนกได้ดี, พอใช้ได้
20	7	3	0.45	0.36	ปานกลาง, จำแนกพอใช้, พอใช้ได้
21	9	8	0.77	0.09	ง่ายมาก, จำแนกต่ำ, ควรปรับปรุง
22	10	6	0.73	0.36	ง่ายมาก, จำแนกพอใช้, พอใช้ได้
23	11	5	0.73	0.55	ง่ายมาก, จำแนกได้ดี, พอใช้ได้
24	9	5	0.64	0.36	ค่อนข้างง่าย, จำแนกพอใช้, พอใช้ได้
25	8	3	0.50	0.45	ค่อนข้างง่าย, จำแนกได้ดี, พอใช้ได้

ตารางที่ ค-4 (ต่อ)

26	7	3	0.45	0.36	ปานกลาง, จำแนกพอใช้, พอใช้ได้
27	10	6	0.73	0.36	ง่ายมาก, จำแนกพอใช้, พอใช้ได้
28	7	2	0.41	0.45	ปานกลาง, จำแนกได้ดี, พอใช้ได้
29	9	2	0.50	0.64	ค่อนข้างง่าย, จำแนกได้ดีมาก, พอใช้ได้
30	9	8	0.77	0.09	ง่ายมาก, จำแนกต่ำ, ควรปรับปรุง
31	10	8	0.82	0.18	ง่ายมาก, จำแนกต่ำ, ควรปรับปรุง
32	11	4	0.68	0.64	ค่อนข้างง่าย, จำแนกได้ดีมาก, พอใช้ได้
33	9	1	0.45	0.73	ปานกลาง, จำแนกได้ดีมาก, พอใช้ได้
34	8	4	0.55	0.36	ค่อนข้างง่าย, จำแนกพอใช้, พอใช้ได้
35	8	4	0.55	0.36	ค่อนข้างง่าย, จำแนกพอใช้, พอใช้ได้
36	8	2	0.45	0.55	ปานกลาง, จำแนกได้ดี, พอใช้ได้

จากตารางที่ ค-5 เกณฑ์การวิเคราะห์ความยากง่าย ที่นำไปใช้ได้ควรอยู่ระหว่าง 0.2 - 0.8
ค่าอำนาจจำแนก ที่นำไปใช้ได้ควรอยู่ระหว่าง 0.2-1.0

หมายเหตุ จำนวนกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ จำนวนผู้สอบน้อยกว่าหรือเท่ากับ 40 คน คำนวณตามอัตรา 50% (เนื่องจากจำนวนนักเรียนน้อย) คือ แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มสูงนับจากคะแนนสูงสุดลงไปและกลุ่มต่ำนับคะแนนน้อยขึ้นไป และจำนวนกระดาศำตอบทั้งสองกลุ่มต้องมีจำนวนเท่ากันตาม เปอร์เซ็นต์เทคนิคที่ใช้

ผลการวิเคราะห์สัดส่วนคนตอบถูกและผิด

ตารางที่ ค-5 ผลการวิเคราะห์สัดส่วนคนตอบถูกและผิด

ข้อที่	ผลรวม	สัดส่วนคนตอบถูก	สัดส่วนคนตอบผิด	pq
1	14	0.64	0.36	0.23
2	14	0.64	0.36	0.23
3	16	0.73	0.27	0.20
4	12	0.55	0.45	0.25
5	13	0.59	0.41	0.24
6	11	0.50	0.50	0.25
7	15	0.68	0.32	0.22
8	16	0.73	0.27	0.20
9	13	0.59	0.41	0.24
10	10	0.45	0.55	0.25
11	14	0.64	0.36	0.23
12	15	0.68	0.32	0.22
13	13	0.59	0.41	0.24
14	14	0.64	0.36	0.23
15	12	0.55	0.45	0.25
16	14	0.64	0.36	0.23
17	10	0.45	0.55	0.25
18	16	0.73	0.27	0.20
19	16	0.73	0.27	0.20
20	14	0.64	0.36	0.23
21	11	0.50	0.50	0.25
22	10	0.45	0.55	0.25
23	16	0.73	0.27	0.20
24	9	0.41	0.59	0.24
25	11	0.50	0.50	0.25
26	15	0.68	0.32	0.22
27	10	0.45	0.55	0.25

ตารางที่ ค-5 (ต่อ)

28	12	0.55	0.45	0.25
29	12	0.55	0.45	0.25
30	10	0.45	0.55	0.25

ผลการวิเคราะห์หาความเชื่อมั่นด้วยวิธีของ คูเดอร์ ริชาร์ดสัน (KR-20)

ตารางที่ ค-6 ผลการวิเคราะห์หาความเชื่อมั่นด้วยวิธีของ คูเดอร์ ริชาร์ดสัน (KR-20)

ผลรวม pq	7.75
ค่าเฉลี่ยผลสอบ $\bar{X}$	17.64
ค่าความแปรปรวนของแบบทดสอบ S^2	60.81
ค่าความเชื่อมั่น	0.92

จากการทดลองผู้วิจัยได้ใช้ข้อสอบจำนวน 30 ข้อ ที่ได้คัดเลือกมาใช้ทดสอบกับนักศึกษาที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 22 คน เกณฑ์การวิเคราะห์ความเชื่อมั่น ด้วยสูตร KR-20 เกณฑ์การแปลผลค่าความเชื่อมั่นของเครื่องมืออยู่ระหว่าง 0.00 – 1.00 ยิ่งใกล้ 1.00 ยิ่งมีความเชื่อมั่นสูง เกณฑ์การแปลผลความเชื่อมั่นมีดังนี้

0.00 - 0.20 ความเชื่อมั่นต่ำมาก/ไม่มีเลย

0.21 - 0.40 ความเชื่อมั่นต่ำ

0.41 - 0.70 ความเชื่อมั่นปานกลาง

0.71 - 1.00 ความเชื่อมั่นสูง

ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม
ตารางที่ ค-7 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม
 แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก มีค่าตามเกณฑ์ที่กำหนดที่ระดับ 80/80

นักเรียน คนที่	คะแนนระหว่างเรียน				คะแนนหลัง เรียน (30 คะแนน)
	แบบฝึกหัด 1 (10 คะแนน)	แบบฝึกหัด 2 (10 คะแนน)	แบบฝึกหัด 3 (10 คะแนน)	รวม (30 คะแนน)	
1	7	7	6	20	23
2	8	10	7	25	21
3	9	8	7	24	28
4	7	6	6	19	19
5	10	9	7	26	27
6	10	10	9	29	29
7	10	10	10	30	29
8	8	8	7	23	23
9	8	10	8	26	22
10	9	10	8	27	30
11	10	10	8	28	27
12	9	8	7	24	24
13	6	8	6	20	22
14	6	7	6	19	22
15	8	8	6	22	22
16	7	6	6	19	21
17	9	10	7	26	29
18	10	10	9	29	26
19	10	10	10	30	30
20	10	9	8	27	28
21	7	6	6	19	19
22	8	7	8	23	26

คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนจากการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียนในขณะที่เรียนด้วยสื่อการเรียนรู้ เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก มีคะแนนเฉลี่ย 24.32 จากคะแนนเต็ม 30 คิดเป็นร้อยละ 81.06 และได้ทำการประเมินผลการเรียนรู้หลังเรียนกับนักเรียน มีคะแนนเฉลี่ย 24.86 จากคะแนนเต็ม 30 คิดเป็นร้อยละ 82.88 แสดงว่า สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดพลาสติกที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีประสิทธิภาพ 81.06/82.88 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 80/80



ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ใช้สื่อการเรียนรู้
ตารางที่ ค-8 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ใช้สื่อการเรียนรู้
 ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดพลาสติกกับเกณฑ์ร้อยละ 80

นักเรียน กลุ่มตัวอย่าง	คะแนนหลังเรียน	นักเรียน กลุ่มตัวอย่าง	คะแนนหลังเรียน
คะแนนเต็ม	30	คะแนนเต็ม	30
คนที่ 1	24	คนที่ 17	26
คนที่ 2	23	คนที่ 18	30
คนที่ 3	22	คนที่ 19	25
คนที่ 4	25	คนที่ 20	23
คนที่ 5	25	คนที่ 21	30
คนที่ 6	28	คนที่ 22	25
คนที่ 7	23	คนที่ 23	21
คนที่ 8	24	คนที่ 24	27
คนที่ 9	29	คนที่ 25	26
คนที่ 10	28	คนที่ 26	27
คนที่ 11	25	คนที่ 27	30
คนที่ 12	28	คนที่ 28	27
คนที่ 13	24	คนที่ 29	21
คนที่ 14	24	คนที่ 30	27
คนที่ 15	30	คนที่ 31	26
คนที่ 16	24	คนที่ 32	21

ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ใช้สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก นักเรียนที่เรียนสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น จำนวน 32 คน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 25.56 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.70 พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยมากกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 80 ของคะแนนเต็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($t = 3.27$, $df = 31$, $p = 0.00$)



ภาคผนวก ง

- ข้อมูลการหาค่า t-test แบบ (t-test for one sample)
- แผนการจัดกิจกรรมชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ด้วยสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก

ข้อมูลการหาค่า t-test แบบ (t-test for one sample)

ตารางที่ ง-1 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างนักเรียนกลุ่มตัวอย่างกับเกณฑ์
ร้อยละ 80 (24 คะแนน) โดยใช้โปรแกรม SPSS

```
T-TEST
  /TESTVAL=24
  /MISSING=ANALYSIS
  /VARIABLES=หลังเรียน
  /CRITERIA=CI (.95) .
```

→ T-Test

One-Sample Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
หลังเรียน	32	25.5625	2.69931	.47718

One-Sample Test

Test Value = 24

	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
หลังเรียน	3.274	31	.003	1.56250	.5893	2.5357



สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม
แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก สำหรับนักเรียน
ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ
ประเภทวิชาอุตสาหกรรม



จัดทำโดย

นายพิชิต บุญมาก

สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลศึกษา แขนงวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม
ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม



มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

คำนำ

สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดยาสีพลาสติก สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ประเภทวิชาอุตสาหกรรม มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนและใช้เป็นเครื่องมือช่วยในการเสริมสร้างความรู้ความเข้าใจในกระบวนการของแม่พิมพ์ฉีดยาสีพลาสติก โดยได้จัดทำและเรียบเรียงขั้นตอน รวมถึงรายละเอียดต่าง ๆ ของหลักการทำงาน ชิ้นส่วนมาตรฐานและวัสดุทำแม่พิมพ์ของแม่พิมพ์ฉีดยาสีพลาสติก ในรูปแบบสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เพื่อให้ นักเรียนเข้าใจง่าย กระตุ้นความสนใจ และเพื่อให้บรรลุตามเป้าหมายและผลลัพธ์ที่ตั้งไว้

ผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่า นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ประเภทวิชาอุตสาหกรรมจะสามารถเข้าใจกระบวนการของแม่พิมพ์ฉีดยาสีพลาสติกได้ถูกต้อง มีประสิทธิภาพเป็นมาตรฐานเดียวกัน และเป็นประโยชน์ต่อการเรียนการสอนอาชีวศึกษาต่อไป

พิชิต บุญมาก



สารบัญ

	หน้า
แผนการจัดการเรียนรู้	182
แผนการวัดผล	188
ใบเนื้อหา	189
แบบฝึกหัด	204
เฉลยแบบฝึกหัด	207
ใบรายการสื่อ	210
บันทึกหลังการสอน	221
คู่มือการใช้งานของชุดกิจกรรมการเรียนรู้	222



	วิชา : แม่พิมพ์พลาสติกเบื้องต้น	ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล	
	เรื่อง : แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก	แผนการจัดการเรียนรู้	1/6
สาระสำคัญ แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก (Plastic Injection Mold) คือ อุปกรณ์ที่ใช้ในกระบวนการฉีดพลาสติก (Injection Molding) เพื่อผลิตชิ้นส่วนหรือวัตถุที่ทำจากพลาสติก โดยกระบวนการนี้ทำงานผ่านการฉีดพลาสติกเหลวเข้าไปในช่องว่างของแม่พิมพ์ ซึ่งมีรูปร่างตามที่ต้องการ เมื่อพลาสติกเย็นลงและแข็งตัว จะได้ชิ้นงานตามแบบที่แม่พิมพ์กำหนด แม่พิมพ์ฉีดพลาสติกมีความสำคัญอย่างมากในอุตสาหกรรมการผลิต เนื่องจากสามารถผลิตชิ้นงานที่ซับซ้อนได้อย่างแม่นยำ รวดเร็ว และมีปริมาณมาก จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม 1. อธิบายความหมายของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกได้ 2. อธิบายกระบวนการฉีดขึ้นรูปพลาสติกได้ 3. จำแนกประเภทของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกได้ 4. จำแนกส่วนประกอบที่สำคัญของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกได้ 5. อธิบายหน้าที่ชิ้นส่วนมาตรฐานของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกตามได้ 6. เลือกชนิดวัสดุที่ใช้ทำชิ้นส่วนแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกได้ เนื้อหาสาระ 1. ความหมายของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก 2. กระบวนการฉีดขึ้นรูปพลาสติก 3. ประเภทของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก 4. ส่วนประกอบที่สำคัญของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก 5. ชิ้นส่วนมาตรฐานของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก 6. ชนิดวัสดุที่ใช้ทำชิ้นส่วนแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก			
สื่อการเรียนรู้	ผู้สอน นายพิชิต บุญมาก		
สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม	อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง		

	วิชา : แม่พิมพ์พลาสติกเบื้องต้น		ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล	
	เรื่อง : แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก		แผนการจัดการเรียนรู้	2/6
สื่อการเรียนรู้ 1. สื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่องแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก 2. สื่อ Power Point เรื่องแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก การวัดและประเมินผลการเรียนการสอน 1. แบบทดสอบหลังการเรียนจำนวน 30 ข้อ แบบเลือกตอบ 4 ข้อ 2. เกณฑ์การประเมินคะแนนของผู้เรียนสูงกว่าร้อยละ 80				
สื่อการเรียนรู้			ผู้สอน นายพิชิต บุญมาก	
สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม			อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง	

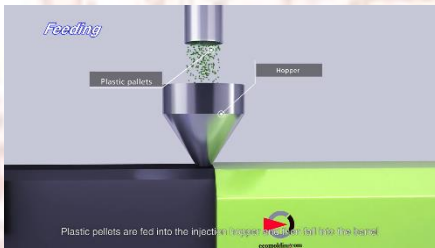
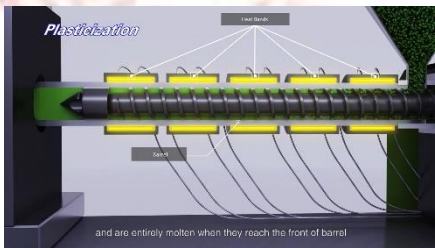
	วิชา : แม่พิมพ์พลาสติกเบื้องต้น		ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล				
	เรื่อง : แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก		แผนการจัดการเรียนรู้		3/6		
กิจกรรมการเรียนรู้/สื่อการสอน/การวัดผล							
ขั้นตอน	หัวข้อเรื่อง	กิจกรรมผู้สอน	กิจกรรมผู้เรียน	สื่อการสอน	เอกสารชุด/หน้า	การวัดผล	เวลา(นาที)
ขั้นสนใจ Motivation 1	นำเข้าสู่บทเรียน	ครูตั้งคำถามเพื่อนำเข้าสู่บทเรียน เช่น นักเรียนทราบหรือไม่ว่าตัวอย่างผลิตภัณฑ์พลาสติกนี้ผลิตด้วยกระบวนการใด	นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นถึงกระบวนการที่ใช้ในการผลิตตัวอย่างผลิตภัณฑ์พลาสติก	- ตัวอย่างผลิตภัณฑ์พลาสติก - Power Point เรื่องแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก	-	-	5
ขั้นศึกษาข้อมูล Information 1	เนื้อหาความหมายและกระบวนการฉีดขึ้นรูปพลาสติก	ครูอธิบายและมอบหมายให้นักเรียนศึกษาข้อมูลเนื้อหาจากสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเรื่องแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก	นักเรียนรับฟังและศึกษาข้อมูลเนื้อหาจากสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเรื่องแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก	เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเรื่องแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก	-	-	30
ขั้นพยายาม Application 1	แบบฝึกหัด	ครูมอบหมายให้นักเรียนทดลองทำแบบฝึกหัด เรื่องความหมายและกระบวนการฉีดขึ้นรูปพลาสติก	นักเรียนทดลองทำแบบฝึกหัด เรื่องความหมายและกระบวนการฉีดขึ้นรูปพลาสติก	เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเรื่องแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก	-	-	10
ขั้นสำเร็จผล Progress 1	เฉลยแบบฝึกหัด	ครูเฉลยแบบฝึกหัดและตอบคำถามเพิ่มเติมในประเด็นที่นักเรียนสงสัย	นักเรียนตรวจสอบผลการทำแบบฝึกหัดและสอบถามเพิ่มเติมในประเด็นที่สงสัย	Power Point เรื่องแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก	-	-	5
สื่อการเรียนรู้				ผู้สอน นายพิชิต บุญมาก			
สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม				อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง			

	วิชา : แม่พิมพ์พลาสติกเบื้องต้น		ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล				
	เรื่อง : แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก		แผนการจัดการเรียนรู้			4/6	
กิจกรรมการเรียนรู้/สื่อการสอน/การวัดผล							
ขั้นตอน	หัวข้อเรื่อง	กิจกรรมผู้สอน	กิจกรรมผู้เรียน	สื่อการสอน	เอกสารชุด/หน้า	การวัดผล	เวลา(นาที)
ขั้นสนใจ Motivation 2	นำเข้าสู่บทเรียน	ครูตั้งคำถามเพื่อนำเข้าสู่บทเรียน เช่น จากภาพประเภทของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก นักเรียนรู้จักหรือเคยเห็นแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกประเภทใดบ้าง	นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นถึงประเภทของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกที่รู้จักหรือเคยเห็น	Power Point เรื่องแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก	-	-	5
ขั้นศึกษาข้อมูล Information 2	เนื้อหาประเภทและส่วนประกอบที่สำคัญของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก	ครูอธิบายและมอบหมายให้นักเรียนศึกษาข้อมูลเนื้อหาจากสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเรื่องแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก	นักเรียนศึกษาข้อมูล เนื้อหาจากสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเรื่องแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก	เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเรื่องแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก	-	-	30
ขั้นพยายาม Application 2	แบบฝึกหัด	ครูมอบหมายให้นักเรียนทดลองทำแบบฝึกหัด เรื่องประเภทและส่วนประกอบที่สำคัญของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก	นักเรียนทดลองทำแบบฝึกหัด เรื่องประเภทและส่วนประกอบที่สำคัญของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก	เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเรื่องแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก	-	-	10
ขั้นสำเร็จผล Progress 2	เฉลยแบบฝึกหัด	ครูเฉลยแบบฝึกหัดและตอบคำถามเพิ่มเติมในประเด็นที่นักเรียนสงสัย	นักเรียนตรวจสอบผลการทำแบบฝึกหัดและสอบถามเพิ่มเติมในประเด็นที่สงสัย	Power Point เรื่องแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก	-	-	5
สื่อการเรียนรู้				ผู้สอน นายพิชิต บุญมาก			
สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม				อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง			

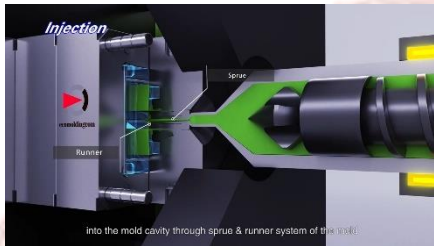
	วิชา : แม่พิมพ์พลาสติกเบื้องต้น		ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล				
	เรื่อง : แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก		แผนการจัดการเรียนรู้	5/6			
กิจกรรมการเรียนรู้การสอน/สื่อการสอน/การวัดผล							
ขั้นตอน	หัวข้อเรื่อง	กิจกรรมผู้สอน	กิจกรรมผู้เรียน	สื่อการสอน	เอกสารชุด/หน้า	การวัดผล	เวลา(นาที)
ขั้นสนใจ Motivation 3	นำเข้าสู่บทเรียน	ครูตั้งคำถามเพื่อนำเข้าสู่บทเรียน เช่น จากภาพชิ้นส่วนของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกดังกล่าว มีหน้าที่อย่างไรบ้าง	นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นถึงหน้าที่ชิ้นส่วนของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก	Power Point เรื่องแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก	-	-	5
ขั้นศึกษาข้อมูล Information 3	เนื้อหาชิ้นส่วนมาตรฐานและวัสดุที่ใช้ในแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก	ครูอธิบายและมอบหมายให้นักเรียนศึกษาข้อมูลเนื้อหาจากสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเรื่องแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก	นักเรียนศึกษาข้อมูล เนื้อหาจากสื่อการเรียนรู้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเรื่องแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก	เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเรื่องแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก	-	-	30
ขั้นพยายาม Application 3	แบบฝึกหัด	ครูมอบหมายให้นักเรียนทดลองทำแบบฝึกหัด เรื่องชิ้นส่วนมาตรฐานและวัสดุที่ใช้ในแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก	นักเรียนทดลองทำแบบฝึกหัดเรื่อง ชิ้นส่วนมาตรฐานและวัสดุที่ใช้ในแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก	เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเรื่องแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก	-	-	10
ขั้นสำเร็จผล Progress 3	เฉลยแบบฝึกหัด	ครูเฉลยแบบฝึกหัดและตอบคำถามเพิ่มเติมในประเด็นที่นักเรียนสงสัย	นักเรียนตรวจสอบผลการทำแบบฝึกหัดและสอบถามเพิ่มเติมในประเด็นที่สงสัย	-	-	-	5
สื่อการเรียนรู้				ผู้สอน นายพิชิต บุญมาก			
สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม				อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง			

	วิชา : แม่พิมพ์พลาสติกเบื้องต้น		ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล				
	เรื่อง : แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก		แผนการจัดการเรียนรู้		6/6		
กิจกรรมการเรียนรู้การสอน/สื่อการสอน/การวัดผล							
ขั้นตอน	หัวข้อเรื่อง	กิจกรรมผู้สอน	กิจกรรมผู้เรียน	สื่อการสอน	เอกสารชุด/หน้า	การวัดผล	เวลา (นาที)
ขั้นวัดและประเมินผล	แบบทดสอบ	ครูมอบหมายให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก	นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก	-	-	แบบทดสอบ	30
							
สื่อการเรียนรู้				ผู้สอน นายพิชิต บุญมาก			
สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม				อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง			

แผนการวัดผลการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก					
วิชา แม่พิมพ์พลาสติกเบื้องต้น		ระดับ ประกาศนียบัตรวิชาชีพ			
เรื่อง แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก		ระยะเวลา 2 สัปดาห์ (4 คาบ ๆ ละ 60 นาที)			
ขั้นตอน	จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	สื่อการสอน	เครื่องมือประเมิน	เอกสาร ชุด/หน้า	
MIAP 1	➢ อธิบายความหมายของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกได้	➢ Power point ➢ สื่อความเป็นจริงเสริม	➢ ถูก/ผิด แบบฝึกหัด 1	เอกสารหน้า 8, 23, 26, 30-31, 36-37	
	➢ อธิบายกระบวนการฉีดขึ้นรูปพลาสติกได้	➢ Power point ➢ สื่อความเป็นจริงเสริม	➢ เรียงลำดับ แบบฝึกหัด 1	เอกสารหน้า 9, 23, 26, 30-31, 36-37	
MIAP 2	➢ จำแนกประเภทของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกได้	➢ Power point ➢ สื่อความเป็นจริงเสริม	➢ จับคู่ แบบฝึกหัด 2	เอกสารหน้า 10-13, 24, 27, 32-33	
	➢ จำแนกส่วนประกอบที่สำคัญของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกได้	➢ Power point ➢ สื่อความเป็นจริงเสริม	➢ ถูก/ผิด แบบฝึกหัด 2	เอกสารหน้า 14, 24, 27, 32-33	
MIAP 3	➢ อธิบายหน้าที่ชิ้นส่วนมาตรฐานของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกตามได้	➢ Power point ➢ สื่อความเป็นจริงเสริม	➢ จับคู่ แบบฝึกหัด 3	เอกสารหน้า 15-20, 25, 28, 34-35	
	➢ เลือกชนิดวัสดุที่ใช้ทำชิ้นส่วนแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกได้	➢ Power point ➢ สื่อความเป็นจริงเสริม	➢ จับคู่ แบบฝึกหัด 3	เอกสารหน้า 21-22, 25, 28, 34-35	
วัดและประเมินผล		➢ แบบทดสอบ	➢ แบบทดสอบ	เอกสารหน้า 39	

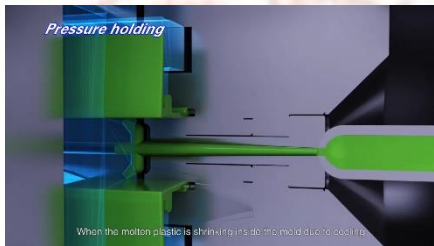
	วิชา : แม่พิมพ์พลาสติกเบื้องต้น	ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล	
	เรื่อง : แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก	ใบเนื้อหา	1/15
 1.1 ความหมายของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก (Plastic Injection Mold) หมายถึง เครื่องมือหรืออุปกรณ์ที่ใช้เป็นแม่แบบในกระบวนการผลิตชิ้นงานพลาสติก โดยใช้หลักการฉีดพลาสติกเหลวเข้าไปในแม่พิมพ์ที่มีรูปทรงตามต้องการ เมื่อพลาสติกเย็นตัวและแข็ง จะได้ชิ้นงานที่ตรงกับรูปแบบแม่พิมพ์ กระบวนการนี้ ถูกใช้อย่างแพร่หลายในอุตสาหกรรมการผลิตสินค้าที่ต้องการชิ้นส่วนพลาสติก เช่น ชิ้นส่วนยานยนต์ อุปกรณ์ไฟฟ้า ของใช้ในบ้าน หรือบรรจุภัณฑ์ โดยกระบวนการนี้สามารถผลิตชิ้นงานได้อย่างรวดเร็วและมีความแม่นยำสูง  <i>Feeding</i> Plastic pellets are fed into the injection barrel through the hopper. 1.2 กระบวนการฉีดขึ้นรูปพลาสติก กระบวนการฉีดขึ้นรูปพลาสติกเริ่มจากการใส่เม็ดพลาสติกหรือพอลิเมอร์ (Polymer) เข้าไปในกรวยเติมสาร (Hopper) แล้วทำให้เกิดการส่งพอลิเมอร์ในสถานะของแข็งเข้าไปยังกระบอกฉีด (Injection barrel) ที่อุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิกลายแก้ว (T_g : Glass transition temperature) หรือ อุณหภูมิการหลอม (T_m : Melting temperature) ซึ่งพอลิเมอร์ที่อยู่ในสถานะของแข็งจะได้รับความร้อนจากทั้งอุปกรณ์การให้ความร้อนที่กระบอกฉีดและความร้อนจากแรงเสียดทาน เนื่องจากการหมุนของสกรู พอลิเมอร์จะเปลี่ยนจากสถานะของแข็งเป็นพอลิเมอร์หลอม  <i>Plasticization</i> and are entirely molten when they reach the front of barrel			
สื่อการเรียนรู้		ผู้สอน นายพิชิต บุญมาก	
สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม		อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง	

	วิชา : แม่พิมพ์พลาสติกเบื้องต้น	ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล	
	เรื่อง : แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก	ใบเนื้อหา	2/15



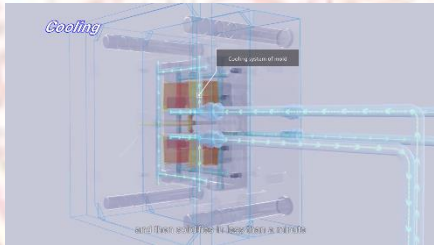
Injection

into the mold cavity through sprue & runner system of the mold.



Pressure holding

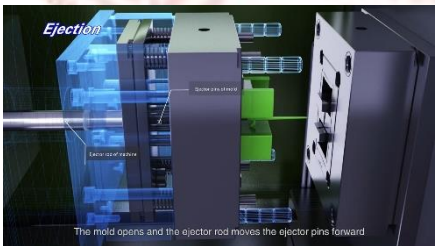
When the molten plastic is shrinking it is deformed due to cooling.



Cooling

Cooling system of mold.

When the plastic is cooled it shrinks and is deformed due to cooling.



Ejection

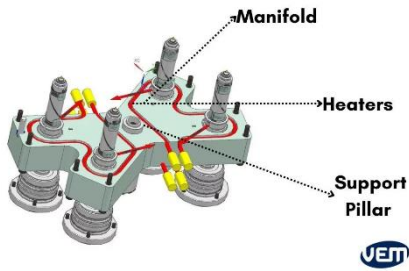
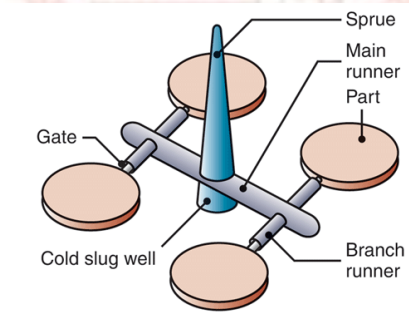
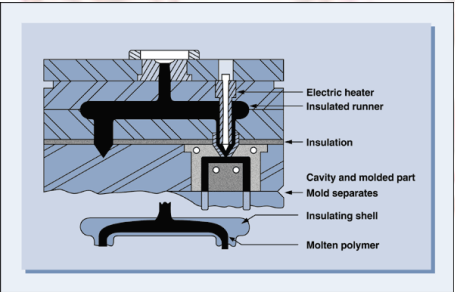
The mold opens and the ejector rod moves the ejector pins forward.

เมื่อพอลิเมอร์หลอมเป็นเนื้อเดียวกัน (Homogenized melt) พอลิเมอร์หลอมจะถูกฉีดด้วยความดันในการฉีด (Injection pressure) ที่มีค่าสูงพอที่จะเอาชนะแรงต้านการไหลผ่านหัวฉีด (Nozzle) เข้าไปในแม่พิมพ์ที่มีอุณหภูมิน้อยกว่า T_g หรือ T_m โดยผ่าน แกนรูฉีด (Sprue) ทางวิ่ง (Runner) และทางเข้า (Gate) เข้าไปยังคาวิตี (Cavity) ในแม่พิมพ์

หลังจากการฉีดด้วยความดันฉีดที่สูงเพื่อเติมพอลิเมอร์หลอมให้เต็มแม่พิมพ์แล้ว ความดันจะลดลงมาอีกระดับหนึ่งแล้วคงค้างไว้ระยะเวลาหนึ่ง (Holding or Packing) เพื่อชดเชยต่อการหดตัวของชิ้นงานในแม่พิมพ์ ความดันในระยษนี้เรียกว่า ความดันคงค้าง (Holding pressure)

จากนั้นจะทำการหล่อเย็นชิ้นงาน (Cooling) จนเมื่อพลาสติกแข็งตัว (Solidify) แม่พิมพ์จะเปิดและผลิตภัณฑ์จะถูกกระทุ้งออก (Eject) จากแม่พิมพ์

สื่อการเรียนรู้	ผู้สอน นายพิชิต บุญมาก
สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม	อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง

	วิชา : แม่พิมพ์พลาสติกเบื้องต้น	ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล	
	เรื่อง : แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก	ใบเนื้อหา	3/15
1.3 ประเภทของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก การแบ่งประเภทของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก สามารถจัดกลุ่มตามระบบการป้อน (Feeding System) จำนวนช่องแม่พิมพ์ (Number of Cavities) และการออกแบบแผ่นแม่พิมพ์ (Mold Plate) รวมถึงแม่พิมพ์เฉพาะทางที่ใช้ในการสร้างส่วนเกลียวหรือรูเจาะ โดยมีรายละเอียดดังนี้  1.3.1 ตามระบบการป้อน (Feeding System) 1) Hot Runner Injection Mold: ระบบนี้ใช้ตัววิ่งที่ให้ความร้อนเพื่อป้องกันการแข็งตัวของพลาสติกในช่องวิ่ง ลดของเสียจากการผลิตและไม่ต้องนำตัววิ่งมารีไซเคิล จึงเหมาะกับงานที่ต้องการความเร็วและคุณภาพสูง อย่างไรก็ตาม ระบบนี้มีต้นทุนเริ่มต้นและการบำรุงรักษาที่สูง และการควบคุมอุณหภูมิต้องทำอย่างแม่นยำเพื่อลดการตกค้างจากสีและวัสดุเก่า  2) Cold Runner Injection Mold : ใช้ตัววิ่งที่ไม่ให้ความร้อน ทำให้ต้นทุนต่ำกว่า สามารถเปลี่ยนสีและวัสดุได้ง่ายกว่า แต่จะเกิดของเสียมากกว่าในทุกการฉีดพลาสติกเพราะต้องตัดตัววิ่งออกทุกครั้งหลังการฉีดพลาสติก  3) Insulated Runner Mold : มีการให้ความร้อนบางส่วนรอบตัววิ่งเพื่อสร้างชั้นฉนวน ทำให้มีประสิทธิภาพคล้ายกับระบบ Hot Runner แต่มีต้นทุนต่ำกว่า ไม่จำเป็นต้องใช้การควบคุมอุณหภูมิสูง			
สื่อการเรียนรู้	ผู้สอน นายพิชิต บุญมาก		
สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม	อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง		

	วิชา : แม่พิมพ์พลาสติกเบื้องต้น	ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล	
	เรื่อง : แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก	ใบเนื้อหา	4/15
			
สื่อการเรียนรู้		ผู้สอน นายพิชิต บุญมาก	
สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม		อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง	

1.3.2 ตามจำนวนช่องแม่พิมพ์ (Number of Cavities)

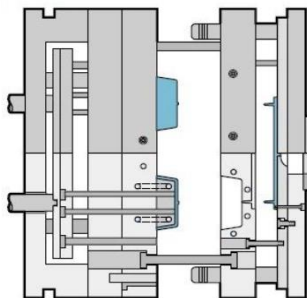
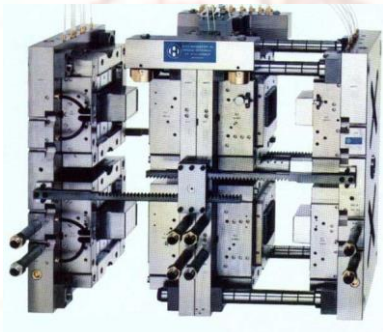
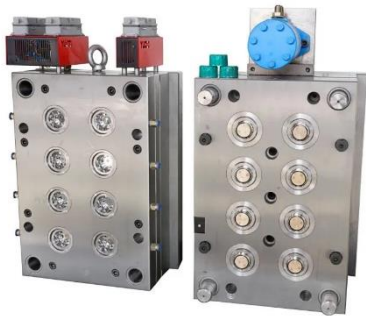
1) Single Cavity Mold : ใช้ในการผลิตชิ้นงานทีละชิ้นต่อการฉีดหนึ่งรอบ เหมาะสำหรับการผลิตจำนวนไม่มาก และช่วยลดต้นทุนในการผลิต

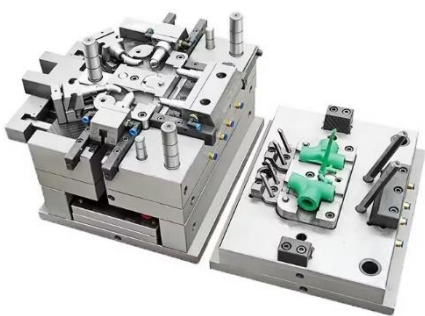
2) Multi-Cavity Mold : มีหลายช่องในแม่พิมพ์เดียว สามารถผลิตได้หลายชิ้นในรอบเดียว เหมาะกับการผลิตปริมาณมาก เนื่องจากสามารถลดต้นทุนต่อหน่วยได้ แต่มีต้นทุนการผลิตแม่พิมพ์สูงกว่า

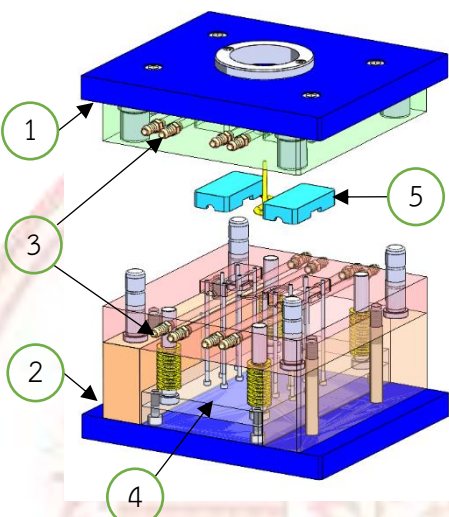
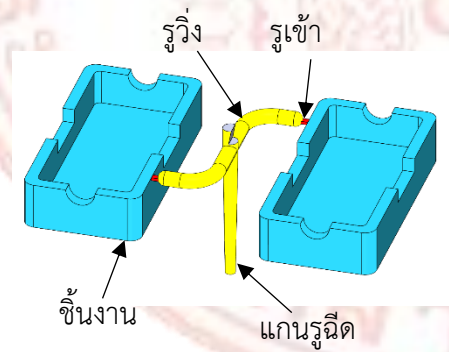
3) Family Mold : เป็นแม่พิมพ์ที่มีหลายช่องเพื่อผลิตชิ้นส่วนที่ต่างกันในรอบเดียว เช่น ชิ้นส่วนขาและขั้วของผลิตภัณฑ์ เหมาะกับการผลิตสินค้าที่มีชิ้นส่วนหลายแบบแต่ใช้วัสดุและสีเดียวกัน ลดเวลาและต้นทุนในการผลิต แต่ไม่เหมาะกับงานที่ต้องเปลี่ยนสีหรือวัสดุ

1.3.3 ตามแผ่นแม่พิมพ์ (Mold Plate)

1) Two-Plate Mold: เป็นแม่พิมพ์ที่มีแผ่นสองชั้นโดยมีเส้นแบ่งแผ่นเดียวระหว่างแกนและช่องแม่พิมพ์ เหมาะกับแม่พิมพ์แบบ Single Cavity และมีต้นทุนต่ำกว่า เหมาะกับงานที่ไม่ต้องการแยกตัววิ่งออกจากชิ้นงาน

	วิชา : แม่พิมพ์พลาสติกเบื้องต้น	ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล	
	เรื่อง : แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก	ใบเนื้อหา	5/15
		2) Three-Plate Mold : มีแผ่นแยกเพิ่มเติมที่ช่วยแยกตัววิ่งออกจากชิ้นงานโดยอัตโนมัติ จึงเหมาะกับระบบ Cold Runner ในการผลิตชิ้นงานที่มีปริมาณมากและลดการแยกตัววิ่งด้วยมือ แต่มีต้นทุนสูงกว่าเพราะต้องการความแม่นยำสูงในการตัดแผ่นเพิ่มเติม	
		3) Stack Mold : ใช้หลายแผ่นแม่พิมพ์วางซ้อนกัน ทำให้สามารถผลิตชิ้นงานจำนวนมากได้ต่อรอบ โดยใช้แรงหนีบน้อยกว่า ต้นทุนในการสร้างสูงแต่ช่วยลดต้นทุนการดำเนินการในระยะยาว เหมาะสำหรับผลิตจำนวนมากและงานที่ใช้หลายวัสดุในรอบเดียว	
		1.3.4 แม่พิมพ์เฉพาะทาง 1) แม่พิมพ์แบบคลายเกลียว Unscrewing Injection Mold : ใช้ทำรูเกลียวในผลิตภัณฑ์เช่น ฝาขวด หรือน็อต ที่ต้องการหมุนออกแบบอัตโนมัติ มีระบบขับเคลื่อนที่ใช้กลไกกรรเชียงไฟฟ้า หรือไฮดรอลิกส์ในการสร้างเกลียว ช่วยให้ผลิตชิ้นงานที่มีเกลียวได้ง่ายขึ้นและป้องกันการเสียหายจากการถอดออก	
สื่อการเรียนรู้		ผู้สอน นายพิชิต บุญมาก	
สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม		อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง	

	วิชา : แม่พิมพ์พลาสติกเบื้องต้น	ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล	
	เรื่อง : แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก	ใบเนื้อหา	6/15
 2) แม่พิมพ์ฉีดแบบแยกด้านข้าง (Split Mold) ออกแบบสำหรับชิ้นงานที่ทั้งสองฝั่งมีร่องหรือบ่าด้านนอก ส่วนของบ่าจะแยกเป็นชิ้นส่วนหลายชิ้นส่วนที่สามารถเลื่อนได้และควบคุมให้อยู่ในตำแหน่งด้วยกรอบบังคับ ชิ้นส่วนที่จะประกอบกันเป็นเบ้าของแม่พิมพ์เคลื่อนที่ได้โดยอาศัยอุปกรณ์หรือกลไกต่างๆ เช่น สลักเฉียง ขาเตะ สปริง ลูกสูบ และกระบอกสูบ เป็นต้น  3) แม่พิมพ์ฉีดแบบมีตัวเลื่อนด้านข้าง (Slide Core/Cavity Mold) เป็นแม่พิมพ์ฉีดที่มีแนวการเปิดหลักทางเดียวและมีการเคลื่อนที่ที่เปิดด้านข้าง โดยใช้ Angular Pin เป็นตัวดันให้ Slide Core/Cavity เลื่อนออกด้านข้าง ออกแบบสำหรับชิ้นงานที่มีร่องหรือบ่าด้านใน			
สื่อการเรียนรู้	ผู้สอน นายพิชิต บุญมาก		
สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม	อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง		

	วิชา : แม่พิมพ์พลาสติกเบื้องต้น	ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล	
	เรื่อง : แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก	ใบเนื้อหา	7/15
 			
สื่อการเรียนรู้		ผู้สอน นายพิชิต บุญมาก	
สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม		อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง	

1.4 ส่วนประกอบของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก

1) ชุดแม่พิมพ์ฝั่งอยู่กับที่ (Fixed Half) เป็นส่วนของแผ่นแม่พิมพ์ ที่ยึดติดกับด้านอยู่กับที่หรือด้านที่ติดกับกระบอกลูกสูบของเครื่องฉีดพลาสติก

2) ชุดแม่พิมพ์ฝั่งเคลื่อนที่ (Moving Half) เป็นส่วนของแผ่นแม่พิมพ์ ที่ยึดติดกับด้านเคลื่อนที่หรือด้านที่ต่อกับเพลาดันปลดของเครื่องฉีดพลาสติก

3) ระบบหล่อเย็นชิ้นงาน (Cooling System) ประกอบด้วยท่อที่มีน้ำหล่อเย็นไหลผ่าน ช่วยลดอุณหภูมิของพลาสติกหลอมที่อยู่ในแม่พิมพ์เพื่อให้แข็งตัวได้รวดเร็วและ ลดระยะเวลาในการผลิต

4) ระบบดันปลดชิ้นงาน ประกอบด้วยชุดดันปลดชิ้นงาน ที่จะทำงานเมื่อชิ้นงานเย็นและแข็งตัวเต็มที่ เพื่อดันชิ้นงานออกจากแม่พิมพ์

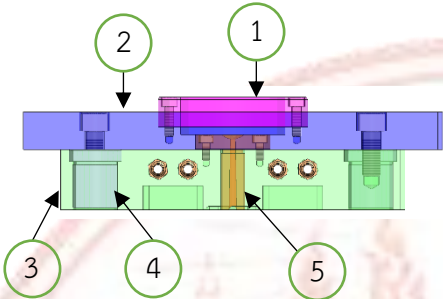
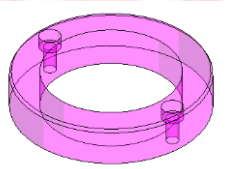
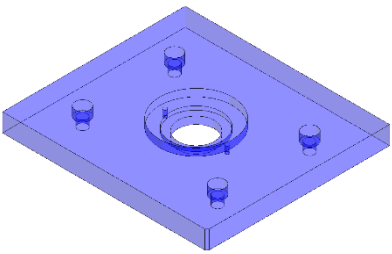
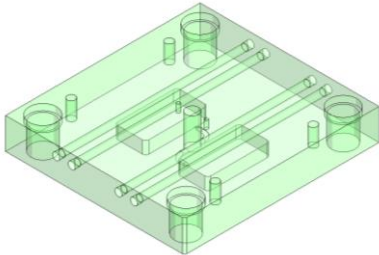
5) ระบบป้อนและชิ้นงาน ประกอบด้วย

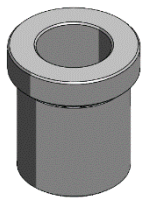
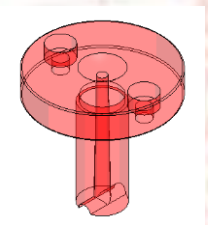
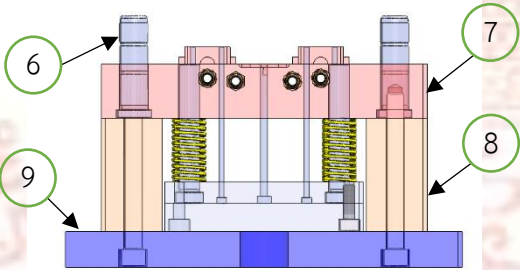
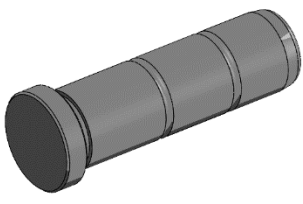
- แกนรูฉีด (Sprue) คือ ส่วนที่รับพลาสติกเหลวจากปลายกระบอกลูกสูบเข้าสู่แม่พิมพ์

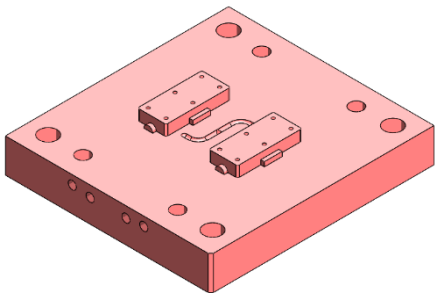
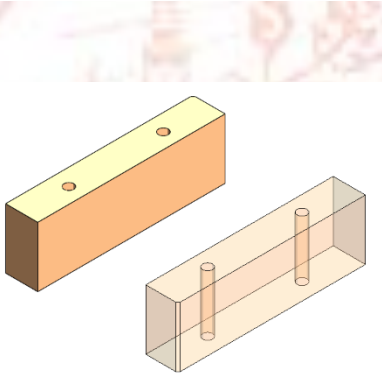
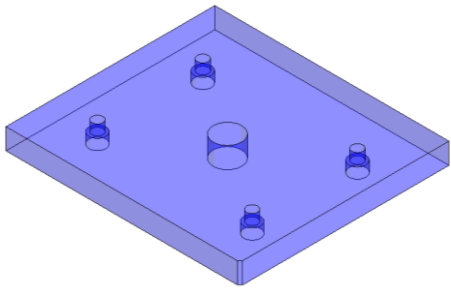
- รูวิ่ง (Runner) คือ ร่องที่ต่อกับแกนรูฉีดเพื่อส่งต่อพลาสติกเหลวไปยังรูเข้าที่อยู่ในแต่ละตำแหน่งอย่างสม่ำเสมอ

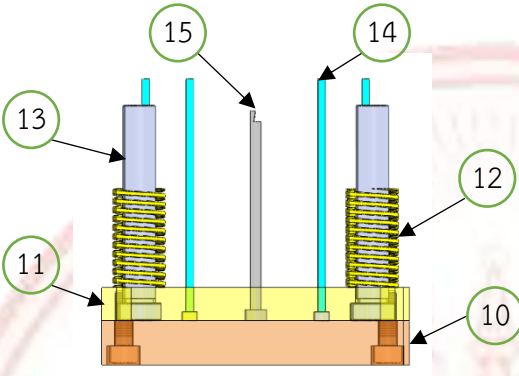
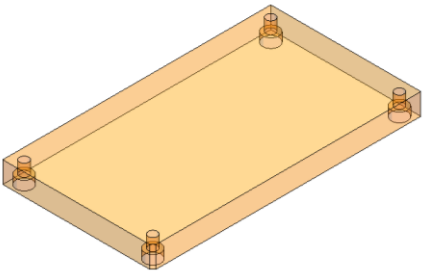
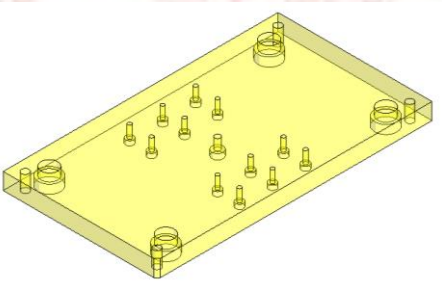
- รูเข้า (Gate) คือ ร่องหรือรูเล็กๆ เป็นจุดที่พลาสติกหลอมจะไหลเข้าสู่โพรงแม่พิมพ์ เป็นจุดที่สำคัญในการควบคุมการไหลและลดการหดตัวของพลาสติก

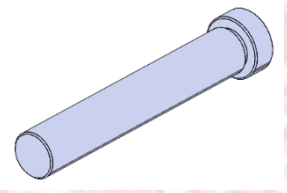
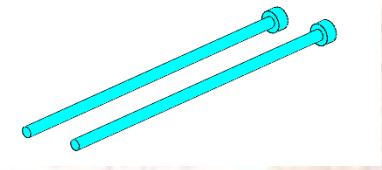
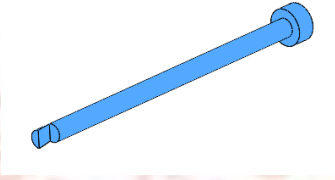
- ชิ้นงาน คือ ส่วนที่พลาสติกเหลวจากรูเข้าไหลเข้าสู่โพรงแบบ ซึ่งเกิดจากการประกอบของแม่พิมพ์ 2 ชิ้น คือ ส่วนคาร์วิตี (Cavity) และส่วนคอร์ (Core) เรียกว่า อิมเพลสชั่น (Impression)

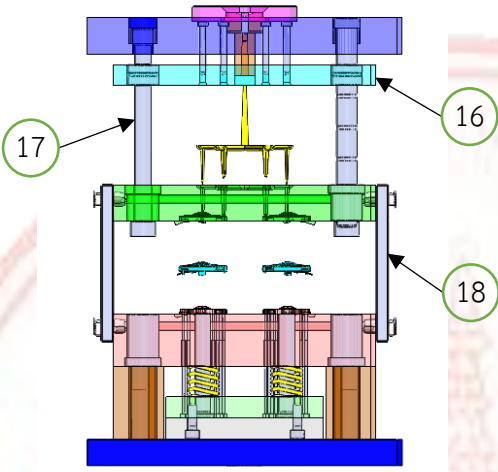
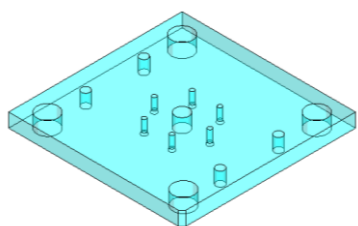
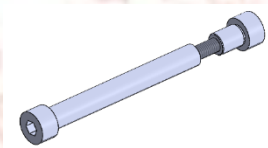
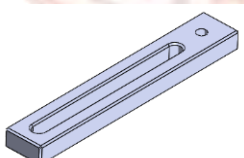
	วิชา : แม่พิมพ์พลาสติกเบื้องต้น	ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล	
	เรื่อง : แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก	ใบเนื้อหา	8/15
    1.5 หน้าที่ชิ้นส่วนมาตรฐานของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก 1) แหวนบังคับศูนย์ (Locating Ring) ทำหน้าที่กำหนดตำแหน่งของแม่พิมพ์ให้อยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้องบนหน้าแปลนของเครื่องฉีดพลาสติก และให้อยู่ในแนวศูนย์กลางเดียวกันกับกระบอกฉีดและหัวฉีด 2) แผ่นยึดแม่พิมพ์ด้านบน (Top Clamping Plate) ทำหน้าที่ ยึดชุดแม่พิมพ์ด้านบนอยู่กับที่ให้ติดกับแผ่นอยู่กับที่ (Fixed Platen) ของเครื่องฉีดพลาสติก 3) แผ่นเบ้า (Cavity Plate) ทำหน้าที่ เป็นแผ่นที่มีโพรงหรือช่องสำหรับสร้างรูปทรงด้านนอกของชิ้นงานพลาสติก			
สื่อการเรียนรู้	ผู้สอน นายพิชิต บุญมาก		
สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม	อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง		

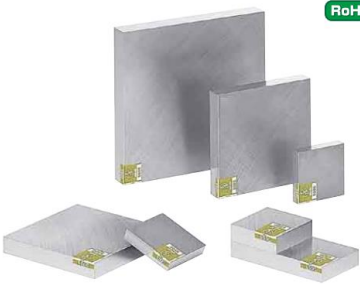
	วิชา : แม่พิมพ์พลาสติกเบื้องต้น	ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล	
	เรื่อง : แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก	ใบเนื้อหา	9/15
 4) ปลอกนำ (Guide Bush) ทำหน้าที่ เป็น ปลอกหรือร่องที่ช่วยนำทางให้ เพลานำ (Guide Pin) ช่วยให้การประกบกันระหว่างแผ่นแม่พิมพ์ทั้ง 2 ฝั่ง มีความตรงและแม่นยำ  5) ปลอกแกนรูฉีด (Sprue Bush) ทำหน้าที่ เป็นช่องทางหลักสำหรับนำพาพลาสติกหลอมเหลว จากหัวฉีด (Nozzle) ของเครื่องฉีดพลาสติกเข้าสู่ แม่พิมพ์   6) เพลานำ (Guide Pin) ทำหน้าที่ เป็นหมุด หรือตัวนำทางที่ช่วยให้การประกบและการเคลื่อนที่ ของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกเป็นไปอย่างถูกต้องและ แม่นยำ เพลานำจะทำงานร่วมกับ ปลอกนำ (Guide Bush)			
สื่อการเรียนรู้	ผู้สอน นายพิชิต บุญมาก		
สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม	อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง		

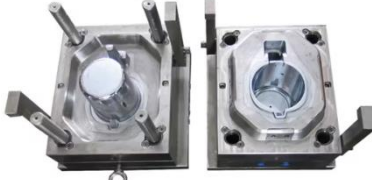
	วิชา : แม่พิมพ์พลาสติกเบื้องต้น	ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล	
	เรื่อง : แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก	ใบเนื้อหา	10/15
 7) แผ่นคอร์ (Core Plate) ทำหน้าที่ เป็นแผ่นแม่พิมพ์ด้านตรงข้ามกับแผ่นเบ้า เพื่อสร้างรูปทรงภายในให้กับชิ้นงาน  8) แท่งรอง (Spacer Block) ทำหน้าที่ รองรับแผ่นเบ้า (Core Plate) และสร้างระยะการเคลื่อนที่สำหรับชุดต้นปลดชิ้นงาน  9) แผ่นยึดแม่พิมพ์ด้านล่าง (Bottom Clamping Plate) ทำหน้าที่ ยึดชุดแม่พิมพ์ด้านเคลื่อนที่ให้ติดกับแผ่นเคลื่อนที่ (Movable Platen) ของเครื่องฉีดพลาสติก			
สื่อการเรียนรู้	ผู้สอน นายพิชิต บุญมาก		
สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม	อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง		

	วิชา : แม่พิมพ์พลาสติกเบื้องต้น	ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล	
	เรื่อง : แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก	ใบเนื้อหา	11/15
   10) แผ่นดันปลด (Ejector Plate) ทำหน้าที่ดันสลักดันปลดทั้งชุด เพื่อดันปลดชิ้นงานออกจากแม่พิมพ์ 11) แผ่นยึดสลักดันปลด (Ejector Retainer Plate) ทำหน้าที่ เป็นแผ่นสำหรับติดตั้งและกำหนดตำแหน่งของสลักดันปลด สลักดันกลับ และสลักดึงแกนรูฉีด			
สื่อการเรียนรู้	ผู้สอน นายพิชิต บุญมาก		
สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม	อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง		

	วิชา : แม่พิมพ์พลาสติกเบื้องต้น	ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล	
	เรื่อง : แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก	ใบเนื้อหา	12/15
 12) สปริงดันกลับ (Return Spring) ทำหน้าที่ช่วยดันแผ่นต้นปลด และแผ่นยึดสลักต้นปลดกลับสู่ตำแหน่งเดิมหลังจากดันขึ้นงานออกไปแล้ว  13) สลักดันกลับ (Return Pin) ทำหน้าที่ควบคุมการเคลื่อนที่ของแผ่นต้นปลด ให้กลับสู่ตำแหน่งเดิมหลังจากที่ทำการดันขึ้นงานออกแล้วอย่างตรงแนวและไม่เกิดการเอียง  14) สลักต้นปลด (Ejector Pin) ทำหน้าที่ ดันหรือปลดชิ้นงานออกจากแม่พิมพ์หลังจากที่ขึ้นงานแข็งตัวแล้ว  15) สลักดึงแกนรูฉีด (Sprue Lock Pin) ทำหน้าที่ ดึงพลาสติกส่วนแกนรูฉีดที่แข็งตัวแล้วออกจากบล็อกแกนรูฉีด ในขณะที่แม่พิมพ์เปิดออก			
สื่อการเรียนรู้		ผู้สอน นายพิชิต บุญมาก	
สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม		อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง	

	วิชา : แม่พิมพ์พลาสติกเบื้องต้น	ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล	
	เรื่อง : แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก	ใบเนื้อหา	13/15
    16) แผ่นแยกรูวิ่ง (Runner Stripper Plate) ทำหน้าที่ แยกส่วนของชิ้นงานและรูวิ่งให้ขาดออกจากกัน พร้อมทั้งช่วยดึงแกนรูฉีดให้หลุดออกจากป्लอกแกนรูฉีด 17) สลักเกลียวดึง (Puller Bolt) ทำหน้าที่ ยึดและดึงแผ่นแยกรูวิ่ง เพื่อดึงให้แกนรูฉีดให้หลุดออกจากป्लอกแกนรูฉีด 18) ลิงก์แรงดึง (Tension Link) ทำหน้าที่ รับแรงดึงจากแม่พิมพ์ชุดเคลื่อนที่ เพื่อดึงแผ่นเบ้า แผ่นแยกรูวิ่ง และแผ่นยึดแม่พิมพ์ด้านบนให้แยกออกจากกันขณะเปิดแม่พิมพ์			
สื่อการเรียนรู้	ผู้สอน นายพิชิต บุญมาก		
สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม	อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง		

	วิชา : แม่พิมพ์พลาสติกเบื้องต้น	ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล	
	เรื่อง : แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก	ใบเนื้อหา	14/15
   6. ชนิดวัสดุที่ใช้ทำชิ้นส่วนแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก 6.1 S45C-S50C เป็นเหล็กกล้าคาร์บอนปานกลาง (Medium Carbon Steel) มาตรฐาน JIS (Japanese Industrial Standards) ใช้ทำชิ้นส่วนแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกที่ต้องการความแข็งแรงและทนทานในระดับปานกลาง สามารถขึ้นรูปด้วยเครื่องมือกลได้ง่าย เหมาะสำหรับชิ้นส่วนที่ต้องการสัมผัสกับวัตถุอื่นในระหว่างการใช้งาน เช่น แหวนบังคับศูนย์ แผ่นประกอบของเบ้าและคอร์ แผ่นยึดแม่พิมพ์ แผ่นรองหลัง แท่งรอง แผ่นดันปลด แผ่นยึดสลักดันปลด เป็นต้น 6.2 SKD61 เป็นเหล็กกล้าผสม (Alloy Tool Steel) ประเภทหนึ่งจัดอยู่ในกลุ่มเหล็กกล้าทนความร้อนสูง มาตรฐาน JIS สามารถทนต่ออุณหภูมิสูงได้ถึง 600°C โดยไม่สูญเสียความแข็งแรง จึงเหมาะสำหรับใช้ทำชิ้นส่วนแม่พิมพ์ที่ต้องสัมผัสความร้อนสูงในระยะยาว เช่น ปลอกแกนรูฉีด ส่วนเบ้าและคอร์ สลักดึงแกนรูฉีด เป็นต้น 6.3 P20 เป็นเหล็กกล้าที่ใช้สำหรับแม่พิมพ์พลาสติก (Plastic Mold Steel) มาตรฐาน AISI (American Iron and Steel Institute) มีความแข็งแรงปานกลาง ทนต่อการเสียดสีได้ดี สามารถขึ้นรูปด้วยเครื่องมือกลได้ง่าย มีผิวที่สามารถขัดเงาได้ดี (Polishability) ช่วยให้ผลิตชิ้นงานที่มีความเรียบเนียน ใช้ทำชิ้นส่วนแม่พิมพ์สำหรับสร้างรูปทรงและผิวของชิ้นงาน เช่น ส่วนของเบ้าและคอร์			
สื่อการเรียนรู้	ผู้สอน นายพิชิต บุญมาก		
สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม	อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง		

	วิชา : แม่พิมพ์พลาสติกเบื้องต้น	ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล	
	เรื่อง : แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก	ใบเนื้อหา	15/15
    6.4 SKH51 เป็นเหล็กกล้ารอบสูง (High Speed Steel) มาตรฐาน JIS มีความแข็งแรงและทนทานต่อความร้อนสูง สามารถชุบแข็งได้ถึงระดับสูง (มากกว่า 60 HRC) ทนต่อแรงกระแทกและความเครียดที่เกิดจากการใช้งาน ใช้ทำชิ้นส่วนแม่พิมพ์ที่ต้องการความแข็งแรงและทนต่อการสึกหรอ เนื่องจากต้องทนต่อการกระแทกบ่อย ๆ เช่น สลักดันปลด สลักดันกลับ เป็นต้น 6.5 SACM645 เป็นเหล็กกล้าผสม (Alloy Steel) มาตรฐาน JIS ออกแบบมาสำหรับงานที่ต้องการความทนทานพิเศษ สามารถผ่านกระบวนการชุบเพื่อเพิ่มความแข็งแรงของผิวได้ ใช้ทำชิ้นส่วนที่ต้องการความแข็งแรงสูง แต่วัสดุก็ยังคงมีความเหนียวอยู่ ทำให้สามารถทนทานต่อแรงกระแทกและไม่แตกหักง่าย เช่น สลักดันปลด สลักดันกลับ เฟลาน้ำ เป็นต้น 6.6 SUJ2 เป็นเหล็กกล้าสำหรับลูกปืน (Bearing Steel) มาตรฐาน JIS มีความแข็งแรงและทนทานต่อการสึกหรอได้ดีมาก สามารถขัดเงาได้ดี ทำให้ได้ผิวที่เรียบเนียน ใช้ทำชิ้นส่วนที่ต้องการลดแรงเสียดทาน เช่น ปลอกน้ำ เฟลาน้ำ ชิ้นส่วนเคลื่อนที่ สลักดันปลด เป็นต้น 6.7 420 และ 440C เป็นเหล็กกล้าไร้สนิม (Stainless Steel) ที่มีปริมาณคาร์บอนสูง มาตรฐาน AISI สามารถชุบแข็งได้ดีและมีความต้านทานการกัดกร่อนได้สูง ใช้ทำชิ้นส่วนที่ใช้งานในสภาวะที่ต้องการความแข็งแรง ทนต่อการกัดกร่อน และสามารถขัดเงาได้ เช่น ส่วนของเบ้าและคอร์ของแม่พิมพ์ฉีด PVC เป็นต้น			
สื่อการเรียนรู้	ผู้สอน นายพิชิต บุญมาก		
สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม	อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง		

	วิชา : แม่พิมพ์พลาสติกเบื้องต้น	ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล	
	เรื่อง : แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก	แบบฝึกหัด	1/3

แบบฝึกหัด

ตอนที่ 1 ความหมายของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก

ให้นักเรียนทำเครื่องหมายถูก (✓) หน้าข้อความที่ถูกต้อง และทำเครื่องหมายกากบาท (x) หน้าข้อความที่ไม่ถูกต้อง

-1. แม่พิมพ์ฉีดพลาสติกเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการผลิตชิ้นงานพลาสติกโดยการฉีดพลาสติกหลอมเข้าสู่แม่พิมพ์
-2. แม่พิมพ์ฉีดพลาสติกสามารถผลิตชิ้นงานที่มีรูปทรงซับซ้อนได้อย่างแม่นยำและรวดเร็ว
-3. กระบวนการฉีดขึ้นรูปพลาสติกเริ่มต้นจากการเทพลาสติกเหลวลงในแม่พิมพ์โดยตรง
-4. แม่พิมพ์ฉีดพลาสติกไม่สามารถใช้กับการผลิตชิ้นส่วนที่ต้องการความละเอียดสูง
-5. ชิ้นงานที่ผลิตด้วยแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกจะต้องใช้เวลาในการผลิตมากกว่ากระบวนการผลิตแบบอื่น ๆ

ตอนที่ 2 กระบวนการฉีดขึ้นรูปพลาสติก

ให้นักเรียนเรียงลำดับขั้นตอนของกระบวนการฉีดขึ้นรูปพลาสติกให้ถูกต้อง

1. พอลิเมอร์หลอมถูกฉีดด้วยความดันฉีดเข้าสู่แม่พิมพ์ผ่านทางแกนรูฉีดและทางเข้า
2. ระบบหล่อเย็นไหลเวียนน้ำเข้าสู่แม่พิมพ์เพื่อให้ชิ้นงานเย็นตัว
3. เม็ดพลาสติกได้รับความร้อนจากกระบอกฉีดและแรงเสียดทานจากสกรูจนหลอมเหลว
4. แม่พิมพ์เปิดและชิ้นงานถูกดันออกจากแม่พิมพ์ด้วยระบบดันปลด
5. ความดันจะลดลงสู่ระยะคงค้างเพื่อชดเชยการหดตัวของพลาสติก

.....→.....→.....→.....→.....→

สื่อการเรียนรู้	ผู้สอน นายพิชิต บุญมาก		
สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม	อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง		

	วิชา : แม่พิมพ์พลาสติกเบื้องต้น	ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล	
	เรื่อง : แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก	แบบฝึกหัด	2/3
ตอนที่ 3 ประเภทของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก ให้นักเรียนจับคู่ประเภทของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกด้านบนกับคำอธิบายด้านล่าง A. Hot Runner Injection Mold B. Cold Runner Injection Mold C. Single Cavity Mold D. Two-Plate Mold E. Three-Plate Mold คำอธิบาย : 1. ใช้สำหรับการผลิตชิ้นงานที่ละชิ้น เหมาะสำหรับงานที่ต้องการความละเอียดสูงและผลิตไม่มาก 2. มีแผ่นแม่พิมพ์สองชั้นเหมาะสำหรับงานที่ไม่ต้องการแยกตัววิ่งออกจากชิ้นงาน 3. ใช้ระบบที่มีการให้ความร้อนรอบตัววิ่ง เพื่อป้องกันการแข็งตัวของพลาสติก 4. ใช้ตัววิ่งที่ไม่มีการให้ความร้อน ลดต้นทุนแต่ต้องตัดตัววิ่งทุกครั้งหลังการฉีด 5. มีแผ่นแม่พิมพ์สามชั้น ช่วยแยกตัววิ่งออกจากชิ้นงานอัตโนมัติ ตอนที่ 4 ส่วนประกอบของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก ให้นักเรียนทำเครื่องหมายถูก (✓) หน้าข้อความที่ถูกต้อง และทำเครื่องหมายกากบาท (x) หน้าข้อความที่ไม่ถูกต้อง 1. ชุดแม่พิมพ์ฝั่งอยู่กับที่ (Fixed Half) เป็นส่วนที่ยึดอยู่ด้านเดียวกับกระบอกลีดของเครื่องฉีดพลาสติก 2. แกนรูฉีด (Sprue) เป็นส่วนที่รับพลาสติกเหลวจากกระบอกลีดเข้าสู่แม่พิมพ์ 3. รูวิ่ง (Runner) เป็นช่องทางที่พลาสติกไหลจากรูเข้า (Gate) เข้าสู่แกนรูฉีด 4. ระบบดันปลดชิ้นงานทำงานเมื่อต้องการให้ชิ้นงานไหลเข้าสู่โพรงแม่พิมพ์ 5. รูเข้า (Gate) ทำหน้าที่ควบคุมการไหลของพลาสติกไหลเข้าสู่โพรงแม่พิมพ์			
สื่อการเรียนรู้	ผู้สอน นายพิชิต บุญมาก		
สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม	อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง		

	วิชา : แม่พิมพ์พลาสติกเบื้องต้น	ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล	
	เรื่อง : แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก	เฉลยแบบฝึกหัด	3/3
ตอนที่ 5 ชิ้นส่วนมาตรฐานของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก ให้นักเรียนจับคู่ชื่อชิ้นส่วนของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกด้านบนกับคำอธิบายที่ถูกต้องด้านล่าง A. แหวนบังคับศูนย์ (Locating Ring) B. แผ่นเบ้า (Cavity Plate) C. เพล่านำ (Guide Pin) D. แท่งรอง (Spacer Block) E. สลักดันปลด (Ejector Pin) คำอธิบาย 1. แผ่นที่มีโพรงสำหรับสร้างรูปทรงด้านนอกของชิ้นงานพลาสติก 2. ช่วยนำทางให้แผ่นแม่พิมพ์ประกบกันตรงแนวและแม่นยำ 3. กำหนดตำแหน่งแม่พิมพ์ให้อยู่ตรงกับแนวศูนย์กลางของกระบอกสูบและหัวฉีด 4. ดันหรือปลดชิ้นงานออกจากแม่พิมพ์หลังจากชิ้นงานแข็งตัวแล้ว 5. รองรับแผ่นคอร์และสร้างระยะการเคลื่อนที่สำหรับชุดดันปลด ตอนที่ 6 ชนิดวัสดุที่ใช้ทำชิ้นส่วนมาตรฐานของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก ให้นักเรียนจับคู่ชนิดวัสดุด้านบนกับคำอธิบายของวัสดุแต่ละชนิดที่ถูกต้องด้านล่าง A. S45C-S50C B. SKD61 C. P20 D. SUJ2 E. SKD11 คำอธิบาย 1. ชัดเงาได้ดี ใช้ทำส่วนที่สร้างผิวของชิ้นงาน 2. ใช้ทำชิ้นส่วนที่ต้องการความแข็งแรงปานกลาง เช่น แหวนบังคับศูนย์ และแผ่นยึดแม่พิมพ์ 3. เหมาะกับการทำบล็อกแกนรูฉีดและเบ้าแม่พิมพ์ที่สัมผัสความร้อนสูง 4. ใช้กับชิ้นส่วนที่มีความทนทานมาก เช่น แผ่นยึดแม่พิมพ์ 5. ใช้ทำบล็อกนำและชิ้นส่วนที่ต้องการลดแรงเสียดทาน			
สื่อการเรียนรู้		ผู้สอน นายพิชิต บุญมาก	
สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม		อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง	

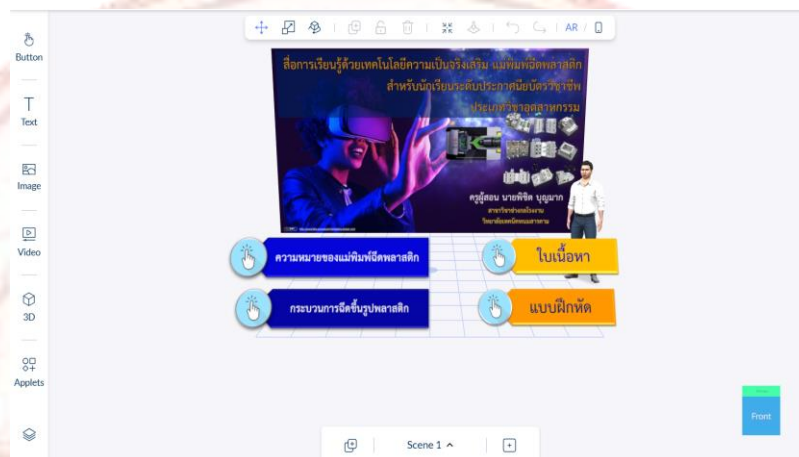
	วิชา : แม่พิมพ์พลาสติกเบื้องต้น	ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล	
	เรื่อง : แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก	เฉลยแบบฝึกหัด	2/3
ตอนที่ 3 ประเภทของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก ให้นักเรียนจับคู่ประเภทของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกด้านบนกับคำอธิบายด้านล่าง A. Hot Runner Injection Mold B. Cold Runner Injection Mold C. Single Cavity Mold D. Two-Plate Mold E. Three-Plate Mold คำอธิบาย : C.....1. ใช้สำหรับการผลิตชิ้นงานที่ละชิ้น เหมาะสำหรับงานที่ต้องการความละเอียดสูงและผลิตไม่มาก D.....2. มีแผ่นแม่พิมพ์สองชั้นเหมาะสำหรับงานที่ไม่ต้องการแยกตัววิ่งออกจากชิ้นงาน A.....3. ใช้ระบบที่มีการให้ความร้อนรอบตัววิ่ง เพื่อป้องกันการแข็งตัวของพลาสติก B.....4. ใช้ตัววิ่งที่ไม่มีการให้ความร้อน ลดต้นทุนแต่ต้องตัดตัววิ่งทุกครั้งหลังการฉีด E.....5. มีแผ่นแม่พิมพ์สามชั้น ช่วยแยกตัววิ่งออกจากชิ้นงานอัตโนมัติ ตอนที่ 4 ส่วนประกอบของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก ให้นักเรียนทำเครื่องหมายถูก (✓) หน้าข้อความที่ถูกต้อง และทำเครื่องหมายกากบาท (x) หน้าข้อความที่ไม่ถูกต้อง ✓.....1. ชุดแม่พิมพ์ฝังอยู่กับที่ (Fixed Half) เป็นส่วนที่ยึดอยู่ด้านเดียวกับกระบอกลูกสูบของเครื่องฉีดพลาสติก ✓.....2. แกนรูฉีด (Sprue) เป็นส่วนที่รับพลาสติกเหลวจากกระบอกลูกสูบเข้าสู่แม่พิมพ์ x.....3. รูวิ่ง (Runner) เป็นช่องทางที่พลาสติกไหลจากรูเข้า (Gate) เข้าสู่แกนรูฉีด x.....4. ระบบดันปลดชิ้นงานทำงานเมื่อต้องการให้ชิ้นงานไหลเข้าสู่โพรงแม่พิมพ์ ✓.....5. รูเข้า (Gate) ทำหน้าที่ควบคุมการไหลของพลาสติกไหลเข้าสู่โพรงแม่พิมพ์			
สื่อการเรียนรู้	ผู้สอน นายพิชิต บุญมาก		
สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม	อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง		

	วิชา : แม่พิมพ์พลาสติกเบื้องต้น	ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล	
	เรื่อง : แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก	เฉลยแบบฝึกหัด	3/3
ตอนที่ 5 ชิ้นส่วนมาตรฐานของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก ให้นักเรียนจับคู่ชื่อชิ้นส่วนของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกด้านบนกับคำอธิบายที่ถูกต้องด้านล่าง A. แหวนบังคับศูนย์ (Locating Ring) B. แผ่นเบ้า (Cavity Plate) C. เพลาน้ำ (Guide Pin) D. แท่งรอง (Spacer Block) E. สลักดันปลด (Ejector Pin) คำอธิบาย B.....1. แผ่นที่มีโพรงสำหรับสร้างรูปทรงด้านนอกของชิ้นงานพลาสติก C.....2. ช่วยนำทางให้แผ่นแม่พิมพ์ประกบกันตรงแนวและแม่นยำ A.....3. กำหนดตำแหน่งแม่พิมพ์ให้อยู่ตรงกับแนวศูนย์กลางของกระบอกสูบและหัวฉีด E.....4. ดันหรือปลดชิ้นงานออกจากแม่พิมพ์หลังจากชิ้นงานแข็งตัวแล้ว D.....5. รองรับแผ่นคอร์และสร้างระยะการเคลื่อนที่สำหรับชุดดันปลด ตอนที่ 6 ชนิดวัสดุที่ใช้ทำชิ้นส่วนมาตรฐานของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก ให้นักเรียนจับคู่ชนิดวัสดุด้านบนกับคำอธิบายของวัสดุแต่ละชนิดที่ถูกต้องด้านล่าง A. S45C-S50C B. SKD61 C. P20 D. SUJ2 E. SKD11 คำอธิบาย C.....1. ชัดเงาได้ดี ใช้ทำส่วนที่สร้างผิวของชิ้นงาน A.....2. ใช้ทำชิ้นส่วนที่ต้องการความแข็งแรงปานกลาง เช่น แหวนบังคับศูนย์ และแผ่นยึดแม่พิมพ์ B.....3. เหมาะกับการทำปลอกแกนรูฉีดและเบ้าแม่พิมพ์ที่สัมผัสความร้อนสูง E.....4. ใช้กับชิ้นส่วนที่มีความหนาแน่นมาก เช่น แผ่นยึดแม่พิมพ์ D.....5. ใช้ทำปลอกนำและชิ้นส่วนที่ต้องการลดแรงเสียดทาน			
สื่อการเรียนรู้		ผู้สอน นายพิชิต บุญมาก	
สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม		อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง	

	วิชา : แม่พิมพ์พลาสติกเบื้องต้น	ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล	
	เรื่อง : แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก	ใบรายการสื่อ	1/11
สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก สำหรับนักเรียน ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สื่อการเรียนรู้ 1) แอปพลิเคชัน Zapworks/ Zappar			
สื่อการเรียนรู้	ผู้สอน นายพิชิต บุญมาก		
สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม	อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง		

	วิชา : แม่พิมพ์พลาสติกเบื้องต้น	ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล	
	เรื่อง : แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก	ใบรายการสื่อ	2/11

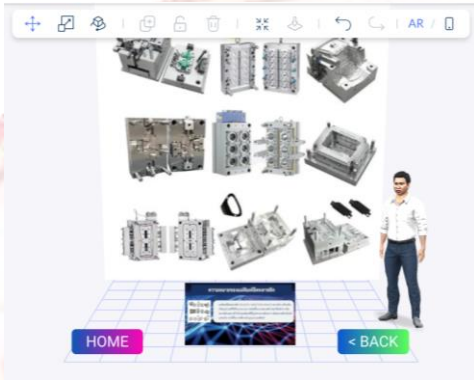
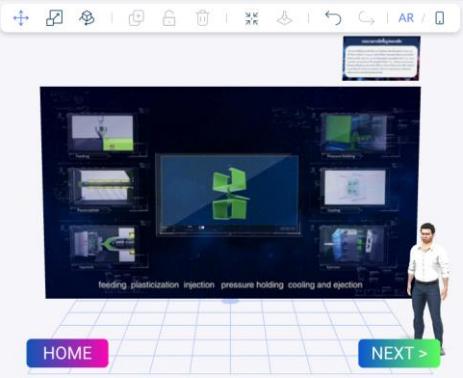
สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม



บทเรียนความหมายและกระบวนการฉีดขึ้นรูปพลาสติก

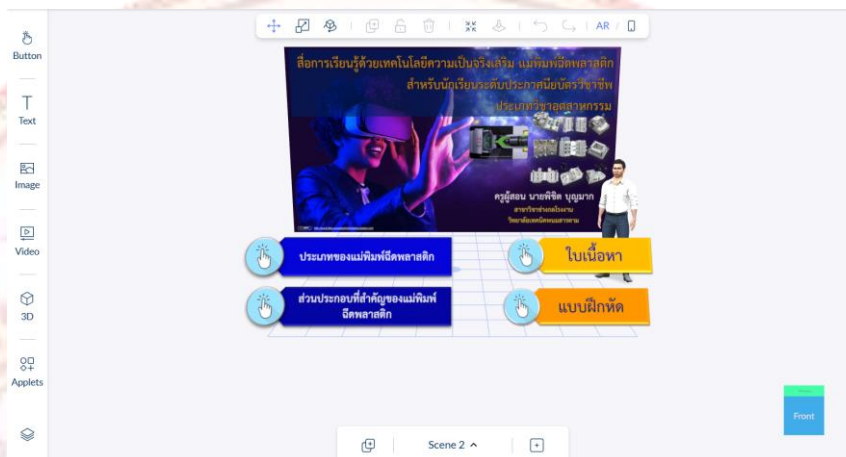
- เนื้อหาความหมายของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก
- เนื้อหากระบวนการฉีดขึ้นรูปพลาสติก
- ใบเนื้อหา
- แบบฝึกหัด

สื่อการเรียนรู้	ผู้สอน นายพิชิต บุญมาก
สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม	อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง

	วิชา : แม่พิมพ์พลาสติกเบื้องต้น	ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล	
	เรื่อง : แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก	ใบรายการสื่อ	3/11
สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม   เนื้อหาความหมายของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก - ชั้นส่วน 3 มิติ - ภาพเคลื่อนไหว - ภาพและเสียงอธิบายเนื้อหาความหมายของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก   เนื้อหากระบวนการฉีดขึ้นรูปพลาสติก - วิดีโอกระบวนการฉีดขึ้นรูปพลาสติก - ภาพเคลื่อนไหว - ภาพและเสียงอธิบายเนื้อหากระบวนการฉีดขึ้นรูปพลาสติก			
สื่อการเรียนรู้	ผู้สอน นายพิชิต บุญมาก		
สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม	อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง		

	วิชา : แม่พิมพ์พลาสติกเบื้องต้น	ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล	
	เรื่อง : แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก	ใบรายการสื่อ	4/11

สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม



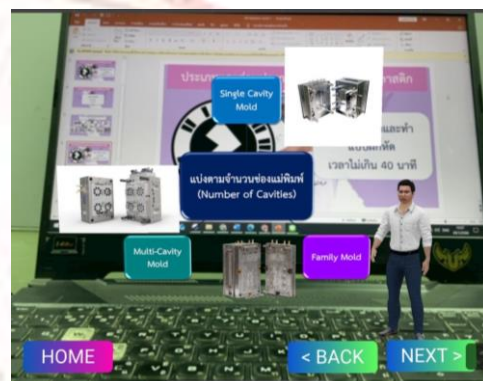
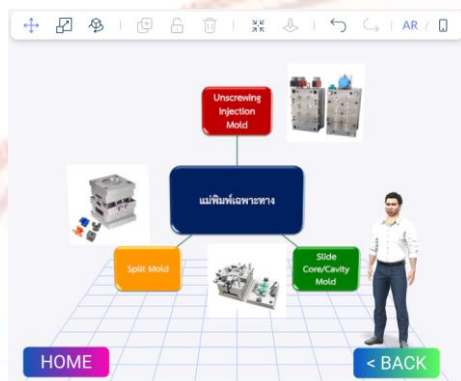
บทเรียนประเภทและส่วนประกอบของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก

- เนื้อหาประเภทของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก
- เนื้อหาส่วนประกอบของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก
- ใบเนื้อหา
- แบบฝึกหัด

สื่อการเรียนรู้	ผู้สอน นายพิชิต บุญมาก
สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม	อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง

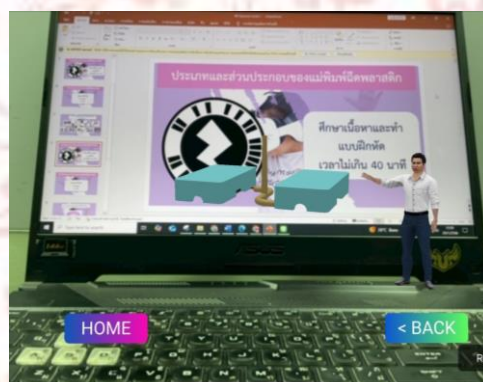
	วิชา : แม่พิมพ์พลาสติกเบื้องต้น	ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล	
	เรื่อง : แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก	ใบรายการสื่อ	5/11

สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม



เนื้อหาประเภทของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก

- ใบเนื้อหา
- ภาพเคลื่อนไหว
- ภาพและเสียงอธิบายเนื้อหาประเภทของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก



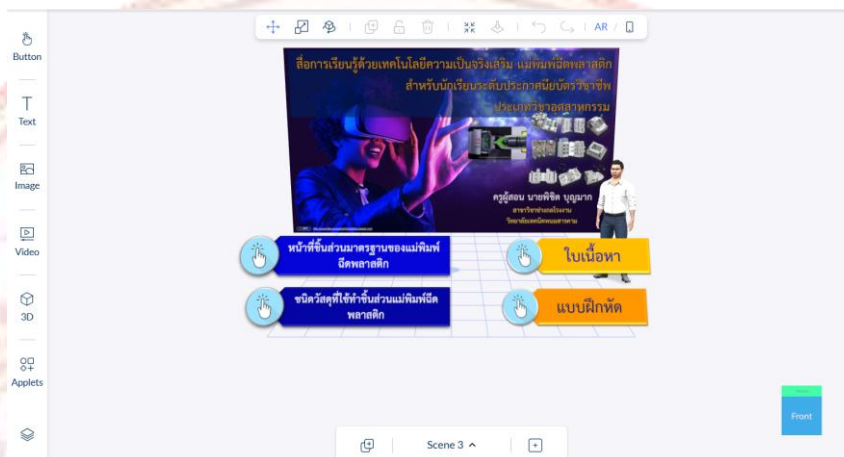
เนื้อหาส่วนประกอบของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก

- ชิ้นส่วน 3 มิติ
- ภาพเคลื่อนไหว
- ภาพและเสียงอธิบายเนื้อหาส่วนประกอบของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก

สื่อการเรียนรู้	ผู้สอน นายพิชิต บุญมาก
สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม	อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง

	วิชา : แม่พิมพ์พลาสติกเบื้องต้น	ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล	
	เรื่อง : แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก	ใบรายการสื่อ	6/11

สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม



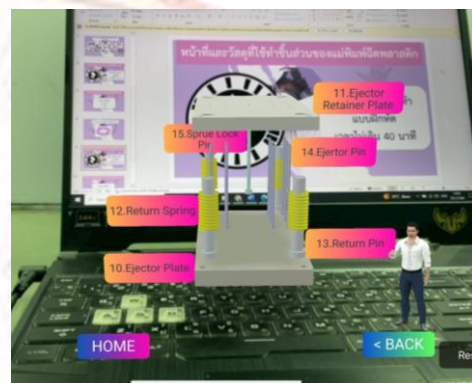
บทเรียนหน้าที่และวัสดุที่ใช้ทำชิ้นส่วนของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก

- เนื้อหาหน้าที่ชิ้นส่วนมาตรฐานของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก
- เนื้อหาชนิดวัสดุที่ใช้ทำชิ้นส่วนของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก
- ใบเนื้อหา
- แบบฝึกหัด

สื่อการเรียนรู้	ผู้สอน นายพิชิต บุญมาก
สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม	อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง

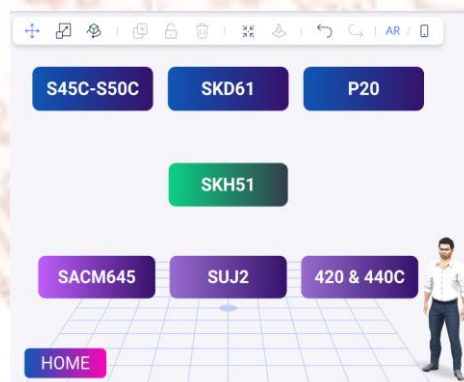
	วิชา : แม่พิมพ์พลาสติกเบื้องต้น	ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล	
	เรื่อง : แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก	ใบรายการสื่อ	7/11

สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม



เนื้อหาหน้าที่ชิ้นส่วนมาตรฐานของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก

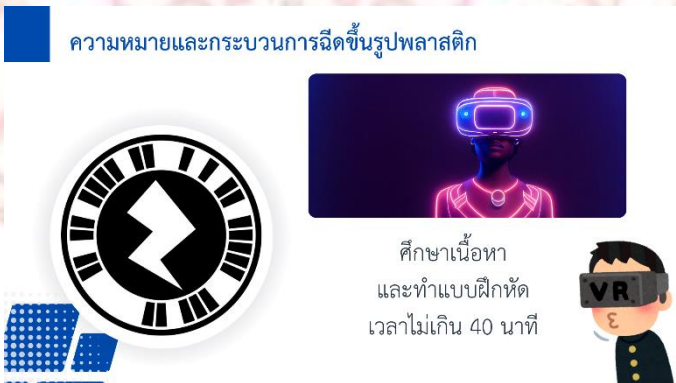
- ชิ้นส่วน 3 มิติ
- ภาพเคลื่อนไหว
- ภาพและเสียงอธิบายเนื้อหาหน้าที่ชิ้นส่วนมาตรฐานของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก

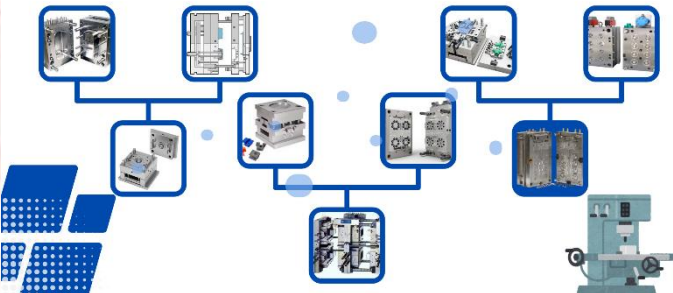


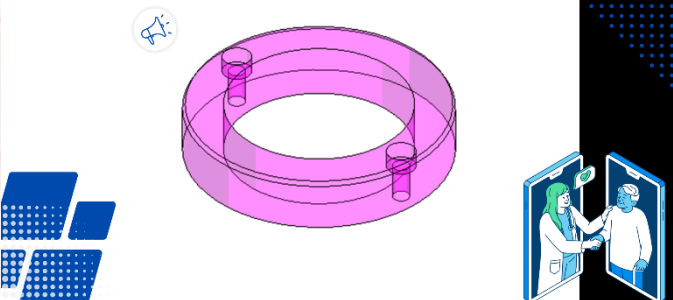
เนื้อหาชนิดวัสดุที่ใช้ทำชิ้นส่วนของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก

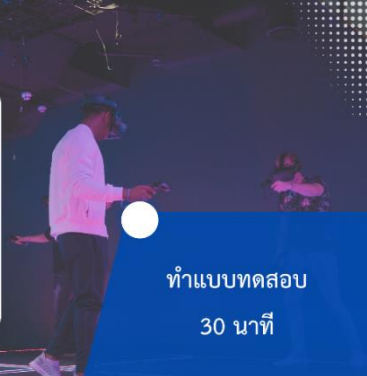
- ใบเนื้อหา
- ภาพเคลื่อนไหว
- ภาพและเสียงอธิบายเนื้อหาชนิดวัสดุที่ใช้ทำชิ้นส่วนของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก

สื่อการเรียนรู้	ผู้สอน นายพิชิต บุญมาก
สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม	อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง

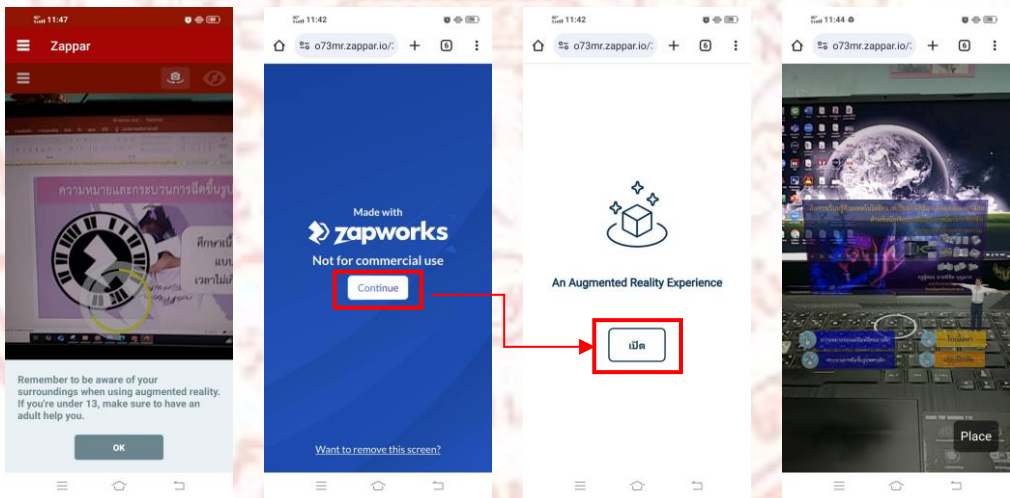
	วิชา : แม่พิมพ์พลาสติกเบื้องต้น	ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล	
	เรื่อง : แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก	ใบรายการสื่อ	8/11
สื่อ Power point ประกอบการใช้สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม  ทราบหรือไม่ว่าผลิตภัณฑ์ในภาพนี้ ผลิตด้วยกระบวนการใด  ความหมายและกระบวนการฉีดขึ้นรูปพลาสติก  ศึกษาเนื้อหา และทำแบบฝึกหัด เวลาไม่เกิน 40 นาที			
สื่อการเรียนรู้	ผู้สอน นายพิชิต บุญมาก		
สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม	อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง		

	วิชา : แม่พิมพ์พลาสติกเบื้องต้น	ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล	
	เรื่อง : แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก	ใบรายการสื่อ	9/11
สื่อ Power point ประกอบการใช้สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม    เฉลี่ยแบบฝึกหัด ถาม-ตอบ 5 นาที จากภาพ นักเรียนรู้จักหรือเคยเห็นแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกประเภทใดบ้าง ?  ประเภทและส่วนประกอบของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก   ศึกษาเนื้อหา และทำแบบฝึกหัด เวลาไม่เกิน 40 นาที 			
สื่อการเรียนรู้		ผู้สอน นายพิชิต บุญมาก	
สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม		อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง	

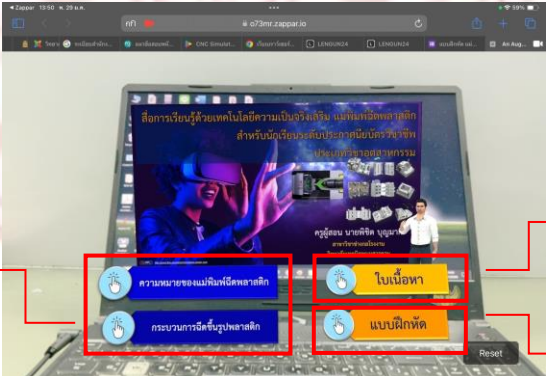
	วิชา : แม่พิมพ์พลาสติกเบื้องต้น	ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล	
	เรื่อง : แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก	ใบรายการสื่อ	10/11
สื่อ Power point ประกอบการใช้สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม  เฉลยแบบฝึกหัด ถาม-ตอบ 5 นาที จากภาพ ชิ้นส่วนของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกนี้มีหน้าที่อย่างไร ?  หน้าที่และวัสดุที่ใช้ทำชิ้นส่วนของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก  ศึกษาเนื้อหา และทำแบบฝึกหัด เวลาไม่เกิน 40 นาที			
สื่อการเรียนรู้		ผู้สอน นายพิชิต บุญมาก	
สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม		อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง	

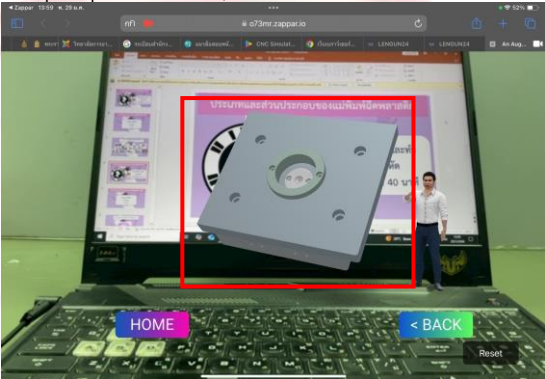
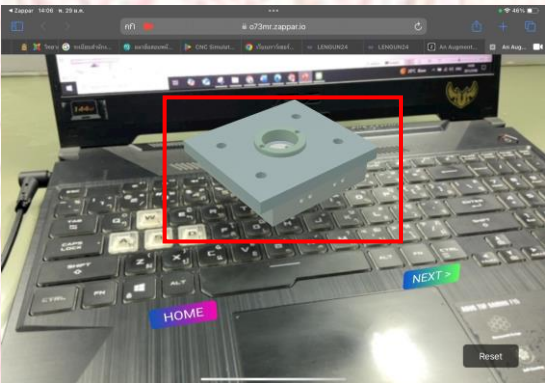
	วิชา : แม่พิมพ์พลาสติกเบื้องต้น	ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล	
	เรื่อง : แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก	ใบรายการสื่อ	11/11
สื่อ Power point ประกอบการใช้สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม   เฉลยแบบฝึกหัด ถาม-ตอบ 5 นาที  แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก   ทำแบบทดสอบ 30 นาที			
สื่อการเรียนรู้	ผู้สอน นายพิชิต บุญมาก		
สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม	อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง		

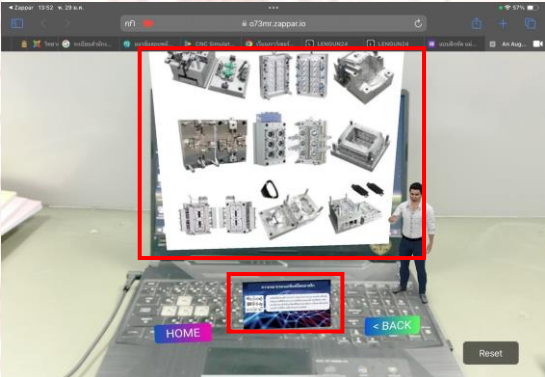
	วิชา : แม่พิมพ์พลาสติกเบื้องต้น	ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล	
	เรื่อง : แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก	บันทึกหลังสอน	1/1
คำอธิบาย บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้ ในการจัดการเรียนการสอน แต่ละครั้ง สิ่งที่ครูผู้สอนจะต้องคิดเพื่อวางแผนการจัดการเรียนรู้ว่าเรื่องอะไร จะใช้วิธีใดให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามนั้น และจะรู้ได้อย่างไรว่าผู้เรียนเกิดการเรียนรู้หรือไม่ ดังนั้นสิ่งสำคัญที่เป็นจุดใหญ่ของการทำแผนการจัดการเรียนรู้ คือ จุดประสงค์การเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ และการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ ซึ่งทั้ง ๓ สิ่งนี้ต้องสอดคล้องสัมพันธ์กัน และที่สำคัญอีกประการหนึ่งที่ครูผู้สอนจะต้องทำ คือ เทคนิคการนำเอาคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม หรือ ที่เรียกว่าจิตพิสัย เข้าไปบูรณาการ ในจุดประสงค์การเรียนรู้ 1. ผลการจัดการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นกับผู้เรียน 2. ปัญหา อุปสรรคที่พบ 3. การแก้ไขปัญหา 1) ผลการแก้ไขปัญหาที่ส่งผลลัพธ์ที่ดีต่อผู้เรียน 2) แนวทางแก้ปัญหาในครั้งต่อไป 			
สื่อการเรียนรู้		ผู้สอน นายพิชิต บุญมาก	
สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม		อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง	

	วิชา : แม่พิมพ์พลาสติกเบื้องต้น	ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล	
	เรื่อง : แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก	คู่มือการใช้งาน	1/5
คู่มือการใช้งาน สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ประเภทวิชาอุตสาหกรรม 1. ดาวน์โหลดและติดตั้ง แอปพลิเคชัน Zappar ลงในโทรศัพท์มือถือ หรือแท็บเล็ต  2. เปิดแอปพลิเคชัน Zappar และสแกน Zapcode เพื่อเข้าสู่บทเรียน  สแกน Zapcode -----> กดปุ่ม Continue -----> กดปุ่ม เปิด -----> เข้าสู่บทเรียน			
สื่อการเรียนรู้		ผู้สอน นายพิชิต บุญมาก	
สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม		อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง	

	วิชา : แม่พิมพ์พลาสติกเบื้องต้น	ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล	
	เรื่อง : แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก	คู่มือการใช้งาน	2/5
3. Zapcode บทเรียนความหมายและกระบวนการฉีดขึ้นรูปพลาสติก  4. Zapcode บทเรียนประเภทและส่วนประกอบของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก  5. Zapcode บทเรียนหน้าที่และวัสดุที่ใช้ทำชิ้นส่วนของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก 			
สื่อการเรียนรู้		ผู้สอน นายพิชิต บุญมาก	
สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม		อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง	

	วิชา : แม่พิมพ์พลาสติกเบื้องต้น	ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล	
	เรื่อง : แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก	คู่มือการใช้งาน	3/5
6. จัดตำแหน่งการวางและขนาดของภาพความเป็นจริงเสริม โดยใช้ 2 นิ้วสัมผัสที่หน้าจออุปกรณ์  แตะปุ่ม Place เพื่อวางภาพความเป็นจริงเสริม  แตะปุ่ม Reset เมื่อต้องการปรับมุมมองใหม่ 7. เข้าสู่เนื้อหาบทเรียน – แบบฝึกหัด โดยแต่ละเลือกแถบหัวข้อที่ต้องการ  บทเรียน แบบฝึกหัด			
สื่อการเรียนรู้	ผู้สอน นายพิชิต บุญมาก		
สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม	อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง		

	วิชา : แม่พิมพ์พลาสติกเบื้องต้น	ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล	
	เรื่อง : แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก	คู่มือการใช้งาน	4/5
8. แตะที่วัตถุ 3 มิติ เพื่อแสดงภาพเคลื่อนไหว หรือดูรายละเอียดของชิ้นส่วน และเคลื่อนที่หรือหมุนอุปกรณ์ เพื่อให้เห็นวัตถุในมุมมองต่าง ๆ   9. แตะที่ตัว Avatar ของบุคคล เพื่อฟังเสียงคำอธิบายเนื้อหา  แตะเพื่อฟังเสียงคำอธิบายเนื้อหา			
สื่อการเรียนรู้		ผู้สอน นายพิชิต บุญมาก	
สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม		อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง	

	วิชา : แม่พิมพ์พลาสติกเบื้องต้น	ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล	
	เรื่อง : แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก	คู่มือการใช้งาน	5/5
10. แตะที่ปุ่มต่างๆ บนหน้าจอเพื่อเลือก ถัดไป ย้อนกลับ หรือกลับไปหน้าจอหลัก  11. แตะที่รูปภาพ เพื่อแสดงภาพนิ่งแบบเต็มหน้าจอ  			
สื่อการเรียนรู้		ผู้สอน นายพิชิต บุญมาก	
สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม		อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.เมธา อึ้งทอง	

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ นายพิชิต บุญมาก

ชื่อการค้นคว้าอิสระ การพัฒนาสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม
แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ
ประเภทวิชาอุตสาหกรรม

สาขาวิชา วิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม

ประวัติ
วันเดือนปีเกิด : 1 ธันวาคม 2535
สถานที่เกิด : จังหวัดสุรินทร์
ที่อยู่ : 91 หมู่ 7 ตำบลโคกกลาง อำเภอพนมดงรัก จังหวัดสุรินทร์
32140
เบอร์โทรศัพท์ : 087-4439811
อีเมล : b.phichit@pc.ac.th
ประวัติการศึกษา
ปริญญาตรี : ปีการศึกษา 2558
สำเร็จการศึกษา วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วศ.บ.)
สาขาวิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมแม่พิมพ์และเครื่องมือ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ประกาศนียบัตรบัณฑิต : ปีการศึกษา 2561
สำเร็จการศึกษา ประกาศนียบัตรบัณฑิต (วิชาชีพครู)
สาขาวิชา วิชาชีพครู
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
ปริญญาโท : ปีการศึกษา 2567
สำเร็จการศึกษา ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต (ค.อ.ม.)
สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลศึกษา
แขนงวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ