Journal of Education and Innovative Learning, 6(1), 131-148

Research Article

Development of Learning Materials on Plastic Injection Molds Using Augmented Reality Technology for Industrial Vocational Education

Phichit Bunmak[1*], Chonlathit Pitipoomsuksan[2], Nannam Buaklay[1], Metha Oungthong[1], and Worawut Kunghun[1]

Received: March 12, 2025; Revised: June 3, 2025; Accepted: July 8, 2025

Abstract

The aim of this research is threefold: 1) to study the problems in teaching and learning management 2) to develop and evaluate the effectiveness of learning materials on plastic injection molds using augmented reality technology, and 3) to compare students' learning achievements against the set criteria. The sample group consisted of 32 vocational certificate students in the industrial field and was selected through cluster random sampling. Data collection tools included: 1) an instructional problem report form, 2) a storyboard design recording, 3) augmented reality (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, discrimination indices ranging from 0.36 to 0.73, difficulty levels ranging from 0.41 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 one –sample t-test. A study of students' low academic achievement identified the lack of learning support materials as a key contributing factor. Consequently, research and development were conducted. The results indicated that the overall appropriateness of the AR learning materials were rated as highly appropriate overall ($\bar{X}$=4.79, S.D.=0.05). The efficiency of the AR learning material exceeded the predetermined 80/80 standard, and the comparison of students' learning achievement after using the augmented reality learning materials was significantly higher than the 80% criterion at the 0.05 level.

Keywords: Learning Materials; Augmented Reality; Plastic Injection Molds

[1] Faculty of Technical Education, King Mongkut's University of Technology North Bangkok
[2] Faculty of Industrial Education, Rajamangala University of Technology Phra Nakhon
* Corresponding author e-mail: bm.pichit@gmail.com

บทความวิจัย

การพัฒนาสื่อการเรียนรู้เกี่ยวกับแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพประเภทวิชาอุตสาหกรรม

พิชิต บุญมาก[1*], ชลธิศ ปิติภูมิสุขสันต์[2], น่านน้ำ บัวคล้าย[1], เมธา อึ่งทอง[1] และ วรวุฒิ กังหัน[1]

รับบทความ: 12 มีนาคม 2568; แก้ไขบทความ: 3 มิถุนายน 2568; รับตีพิมพ์: 8 กรกฎาคม 2568

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอน 2) พัฒนาและหาประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้เกี่ยวกับแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม และ 3) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนเทียบกับเกณฑ์ กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ จำนวน 32 คน ด้วยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้เก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ 1) แบบบันทึกสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอน 2) แบบบันทึกการออกแบบ Storyboard 3) สื่อการเรียนรู้เกี่ยวกับแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม 4) แบบประเมินความเหมาะสม มีค่าความตรงเชิงเนื้อหาตั้งแต่ 0.60-1.00 และ 5) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีค่าความสอดคล้องตั้งแต่ 0.60-1.00 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.36-0.73 ค่าความยาก 0.41-0.73 และค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.92 การวิเคราะห์ข้อมูลประกอบด้วย การวิเคราะห์เนื้อหา ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติทดสอบค่าที จากการศึกษาชี้ให้เห็นว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนต่ำกว่าเกณฑ์ เนื่องจากขาดสื่อที่ช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ ผลการวิจัยพบว่า ความเหมาะสมของสื่อการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$=4.79, S.D.=0.05) ประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้ สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 และผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังการใช้สื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสูงกว่าเกณฑ์ ร้อยละ 80 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

คำสำคัญ: สื่อการเรียนรู้; เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม; แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก

[1] คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
[2] คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
* อีเมลผู้ประสานงานหลัก: bm.pichit@gmail.com

บทนำ

การผลิตชิ้นส่วนและผลิตภัณฑ์พลาสติกนับเป็นกระบวนการสำคัญในอุตสาหกรรมสมัยใหม่ เนื่องจากพลาสติกมีคุณสมบัติหลากหลาย ทำให้ได้รับความนิยมในการผลิตชิ้นส่วนที่มีรูปทรงซับซ้อน กระบวนการขึ้นรูปด้วยแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก (Plastic Injection Molding) เป็นหนึ่งในวิธีการผลิตที่ได้รับความนิยมมากที่สุดในอุตสาหกรรม เนื่องจากสามารถผลิตชิ้นงานจำนวนมากได้ในเวลาอันรวดเร็ว และให้ความแม่นยำสูงในเรื่องของรูปทรงและขนาด (Martin-Doñate et al., 2021) กระบวนการฉีดพลาสติกถูกนำไปประยุกต์ใช้ในหลากหลายอุตสาหกรรม ซึ่งต้องการชิ้นส่วนที่มีความแม่นยำและทนต่อสภาวะแวดล้อมที่หลากหลายในการใช้งาน (Liu & Liang, 2022) กระบวนการฉีดพลาสติกไม่เพียงแต่เป็นเครื่องมือในการผลิตเท่านั้น หากแต่ยังเป็นศาสตร์ที่ซับซ้อน ซึ่งต้องอาศัยความเชี่ยวชาญทางวิศวกรรมและความเข้าใจอย่างลึกซึ้งในคุณสมบัติของวัสดุ (Choobthaisong & Kanchana, 2020) ในบริบทของประเทศไทย อุตสาหกรรมแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกได้รับการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง โดยมุ่งเน้นการยกระดับขีดความสามารถทางเทคโนโลยีการผลิต เพื่อรองรับความต้องการที่เพิ่มขึ้นจากอุตสาหกรรมยานยนต์ อิเล็กทรอนิกส์ และบรรจุภัณฑ์ ซึ่งจะเป็นพลังขับเคลื่อนสำคัญในการพัฒนาเศรษฐกิจอุตสาหกรรมของประเทศ (Sriard et al., 2021) เพื่อให้สามารถตอบสนองความต้องการของตลาดแรงงานที่มุ่งเน้นเทคโนโลยีและการผลิตที่มีคุณภาพสูง

การศึกษาถือเป็นหนึ่งในปัจจัยพื้นฐานที่มีความสำคัญต่อการพัฒนาประเทศอย่างยั่งยืน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในยุคดิจิทัลที่เทคโนโลยีเข้ามามีบทบาทในทุกด้านของชีวิต การเตรียมความพร้อมให้ผู้เรียนมีทักษะที่เหมาะสมในการใช้งานเทคโนโลยี จึงเป็นสิ่งจำเป็นต่อการพัฒนาศักยภาพและสร้างความสามารถในการแข่งขันของประเทศ (Sridam et al., 2024) ปัจจุบันเทคโนโลยีได้เข้ามาเปลี่ยนแปลงสังคมโลกอย่างรวดเร็วและครอบคลุมในทุกด้าน ไม่ว่าจะเป็นเศรษฐกิจ สังคม การศึกษา หรือวิถีชีวิตประจำวันของประชากรทั่วโลก เทคโนโลยีสำคัญที่สร้างความเปลี่ยนแปลงในกระบวนการเรียนรู้ ได้แก่ เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (ICT) การสื่อสารในมิติเสมือนจริง เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (Augmented Reality: AR) การจัดเก็บข้อมูลขนาดใหญ่ การเรียนรู้ของเครื่องจักร (Machine Learning) และเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence) ซึ่งล้วนมีบทบาทสำคัญในการพัฒนารูปแบบการเรียนรู้สมัยใหม่ (Nasongkhla & Sujiva, 2021)

เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ได้รับความสนใจอย่างกว้างขวางในแวดวงการศึกษาและการฝึกอบรมวิชาชีพ เนื่องจากมีศักยภาพในการยกระดับประสบการณ์การเรียนรู้ให้มีความสมจริงและโต้ตอบได้มากขึ้น (Sırakaya & Alsancak Sırakaya, 2020) โดยเฉพาะในสาขาวิชาชีพที่ต้องการการฝึกปฏิบัติ เช่น การแพทย์ วิศวกรรมศาสตร์ และการบิน การเรียนรู้ผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงช่วยให้ผู้เรียนฝึกฝนและเข้าใจกระบวนการต่าง ๆ ได้อย่างเป็นระบบก่อนนำไปใช้จริง เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ช่วยให้ผู้เรียนโต้ตอบกับข้อมูลดิจิทัล เช่น สัญลักษณ์ ข้อความ ภาพเคลื่อนไหว และวัตถุ 3 มิติ ผ่านอุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น สมาร์ทโฟนหรืออุปกรณ์สวมใส่ (Han et al., 2022) จุดเด่นของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม คือความยืดหยุ่นในการจำลองสถานการณ์และปรับเนื้อหาให้เหมาะกับระดับทักษะของผู้เรียน อีกทั้งยังทำซ้ำการฝึกได้โดยไม่เสี่ยงต่อความเสียหายหรืออันตราย จึงช่วยลดต้นทุนการฝึกอบรมและเพิ่มโอกาสในการเรียนรู้แบบปฏิบัติจริง ส่งผลให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจลึกซึ้งและพัฒนาทักษะได้อย่างมีประสิทธิภาพ

การจัดการเรียนการสอนรายวิชาแม่พิมพ์พลาสติกเบื้องต้น เรื่องแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก มีจุดประสงค์การเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนเข้าใจความหมายและกระบวนการฉีดขึ้นรูปพลาสติก ประเภทและส่วนประกอบที่สำคัญ หน้าที่และวัสดุที่ใช้ทำชิ้นส่วนแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก ซึ่งพบว่าสื่อที่ใช้จัดการเรียนการสอนในปัจจุบันเป็นลักษณะของเอกสาร ตำรา รูปภาพ หรือวิดีโอคลิป ที่ยังขาดความทันสมัย แสดงให้เห็นเพียงหลักการทำงานโดย

พื้นฐาน ไม่สามารถเห็นรายละเอียดที่ซับซ้อนในการทำงานของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกแต่ละประเภทได้ รวมไปถึงสื่อการเรียนรู้ที่เป็นแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกของจริง นอกจากจะมีราคาค่อนข้างสูงแล้วนั้น ยังไม่สามารถแสดงให้เห็นถึงรายละเอียดกระบวนการทำงานที่อยู่ภายในตัวแม่พิมพ์ได้ อีกทั้งยังมีความอันตรายจากขนาด น้ำหนัก ความร้อน รวมไปถึงอันตรายจากการเปิด-ปิดแม่พิมพ์บนเครื่องฉีดพลาสติกที่มีแรงดันสูงอีกด้วย การนำเทคโนโลยีมาใช้เพื่อพัฒนาสื่อการเรียนการสอนให้มีความทันสมัย มีความปลอดภัย และสามารถแสดงให้เห็นถึงรายละเอียดของกระบวนการทำงานของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง

จากทฤษฎี หลักการ อุปสรรคในการจัดการเรียนการสอนและข้อจำกัดในด้านสื่อการเรียนรู้ดังกล่าว ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะพัฒนาสื่อการเรียนรู้เกี่ยวกับแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ประเภทวิชาอุตสาหกรรม เพื่อใช้ในกระบวนการจัดการเรียนรู้ในรายวิชาแม่พิมพ์พลาสติกเบื้องต้น และดำเนินการวิจัยเชิงทดลอง แบบกลุ่มเดียวเทียบกับเกณฑ์ (One-Shot Case Study) โดยนักเรียนมีบทบาทสำคัญในการมีส่วนร่วมในการเรียนรู้โดยการโต้ตอบกับเนื้อหาดิจิทัลและการจำลองที่ถูกซ้อนทับลงในสภาพแวดล้อมจริง ที่แสดงผลของเนื้อหาให้เห็นได้ผ่านรูปแบบ 3 มิติ ภาพเคลื่อนไหว และการจำลอง ซึ่งช่วยกระตุ้นความสนใจและส่งเสริมให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อได้ง่ายขึ้น เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ตามจุดประสงค์ของรายวิชาและหลักสูตร

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอน วิชาแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ประเภทวิชาอุตสาหกรรม
2. เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้เกี่ยวกับแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ประเภทวิชาอุตสาหกรรม
3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยสื่อการเรียนรู้เกี่ยวกับแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเทียบกับเกณฑ์

การทบทวนวรรณกรรม

เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม หมายถึง เทคโนโลยีที่ผสมผสานโลกจริงกับโลกเสมือน โดยการซ้อนทับหรือเพิ่มข้อมูลหรือวัตถุเสมือนเข้าไปในสภาพแวดล้อมจริงผ่านอุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น สมาร์ทโฟน แท็บเล็ต หรือแว่นตาอัจฉริยะ โดยแสดงผลในลักษณะของภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว รูปทรงสามมิติ ตัวอักษร และเสียง (Chaimongkhol et al., 2020; Han et al., 2022; Pattanapipat & Meeusah, 2022; Futemwong & Sengsri, 2023) องค์ประกอบสำคัญของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ประกอบด้วย 1) มาร์คเกอร์ หรือเซนเซอร์ เป็นเครื่องหมายหรือสัญลักษณ์ที่กำหนดไว้ เพื่อเปรียบเทียบกับฐานข้อมูล 2) กล้อง ซึ่งจะใช้เป็นตัวจับเซนเซอร์ เพื่อทำการวิเคราะห์ 3) ซอฟต์แวร์หรือระบบประมวลผล เพื่อสร้างภาพ และ 4) จอแสดงผล เช่น จอคอมพิวเตอร์ จอโทรศัพท์ หรือจอแสดงผลอื่น ๆ ที่เชื่อมต่อเข้ากับระบบประมวลผลได้ (Khummin et al., 2022) การนำเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม มาประยุกต์ใช้ในการเรียนรู้ จะทำให้ผู้เรียนได้สัมผัสประสบการณ์ใหม่ในมิติที่เสมือนจริง ผู้เรียนเกิดกระบวนการเรียนรู้ ส่งเสริมให้เข้าใจในสิ่งที่ต้องการเรียนรู้ เชื่อมโยงเนื้อหาที่ได้เรียนรู้เข้ากับสถานที่หรือวัตถุด้วยภาพสามมิติเสมือนจริง (Thasuwan, 2024)

สื่อการเรียนรู้ หมายถึง เครื่องมือหรือช่องทางที่มีหน้าที่เป็นตัวกลางในการสื่อสารระหว่างครูกับผู้เรียน ซึ่งช่วยขยายความและถ่ายทอดองค์ความรู้ ทักษะ และประสบการณ์จากแหล่งความรู้ไปสู่ผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียน

เข้าใจเนื้อหาตรงกันและสามารถบรรลุวัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่ผู้สอนวางไว้ สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภทหลัก คือ สื่อประเภทวัสดุ สื่อประเภทอุปกรณ์ และสื่อประเภทเทคนิคหรือวิธีการ (Chaluthong & Plangsorn, 2024) ในกระบวนการผลิตสื่อการเรียนรู้ การประเมินประสิทธิภาพถือเป็นขั้นตอนสำคัญ ซึ่งประกอบด้วยการทดสอบสองช่วง คือ การทดสอบเบื้องต้น (Try Out) และการทดสอบจริง (Trial Run) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ได้สื่อการเรียนรู้ที่มีคุณภาพ สามารถเพิ่มระดับความรู้ของผู้เรียน ช่วยให้ผู้เรียนผ่านกระบวนการเรียนและการประเมินผลได้ดี สร้างความพึงพอใจให้กับผู้เรียน ผลที่ได้จากการประเมินจะถูกนำมาใช้ในการปรับปรุงและแก้ไขสื่อการเรียนรู้ก่อนที่จะผลิตออกมาเป็นจำนวนมาก เพื่อให้มั่นใจว่าสื่อการเรียนรู้มีคุณภาพสูงสุด และตอบสนองความต้องการของผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Brahmawong, 2013)

แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก หมายถึง เครื่องมือที่ใช้เป็นแม่แบบในกระบวนการผลิตชิ้นงานพลาสติก ซึ่งนิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน เพราะสามารถผลิตชิ้นงานได้ครั้งละจำนวนมาก ๆ และผลิตชิ้นงานที่มีรูปทรงซับซ้อนได้เป็นอย่างดี (Lahamornchaiyakul & Doncomephang, 2022; Kanjanakarn et al., 2024) กระบวนการฉีดพลาสติก ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน คือ การฉีดเติมเต็ม (Filling) การอัดแน่น (Packing) การคงค้าง (Holding) การหล่อเย็น (Cooling) และการปลดชิ้นงาน (Ejecting) (Zhao et al., 2022) แม่พิมพ์ฉีดพลาสติกพื้นฐานประกอบด้วย 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนแม่พิมพ์ด้านโพรงแบบ (Cavity) และส่วนแม่พิมพ์ด้านแกนแม่พิมพ์ (Core) แต่ละส่วนมีชิ้นส่วนมาตรฐานต่าง ๆ ประกอบเข้าด้วยกัน (Catoen & Rees, 2021)

กรอบแนวคิด

จากการทบทวนวรรณกรรม เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง สามารถสรุปเป็นกรอบแนวคิดดังนี้ หลักการวิเคราะห์สภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอน (Kusolwong et al., 2022; Sathientharadol et al., 2024) เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมตามแนวคิดของ Chaimongkhol et al. (2020); Han et al. (2022); Pattanapipat and Meeusah (2021); Khummin et al. (2022); Futemwong and Sengsri (2023); Thasuwan (2024) สื่อการเรียนรู้ตามแนวคิดของ Brahmawong (2013); Chaluthong and Plangsorn (2024) และแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกตามแนวคิดของ Lahamornchaiyakul and Doncomephang (2022); Kanjanakarn et al. (2024); Zhao et al. (2022); Catoen and Rees (2021) ผู้วิจัยได้นำมาออกแบบกระบวนการวิจัย และกำหนดเป็นกรอบแนวคิดเพื่อพัฒนาสื่อการเรียนรู้เกี่ยวกับแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ประเภทวิชาอุตสาหกรรม ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

วิธีการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ เป็นการวิจัยและพัฒนา (Research and Development: R&D) ผู้วิจัยกำหนดขั้นตอนการวิจัยไว้ 6 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอน วิชาแม่พิมพ์พลาสติกเบื้องต้น

แหล่งข้อมูล ได้แก่ รายงานการบันทึกหลังแผนการจัดการเรียนรู้ แบบบันทึกผลการเรียนและประเมินผลรายวิชาแม่พิมพ์พลาสติกเบื้องต้น และเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอน เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบบันทึกสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอนวิชา แม่พิมพ์พลาสติกเบื้องต้น การเก็บรวบรวมข้อมูล โดยผู้วิจัยศึกษารายงานการบันทึกหลังแผนการจัดการเรียนรู้ แบบบันทึกผลการเรียนและประเมินผลรายวิชาแม่พิมพ์พลาสติกเบื้องต้น และเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอน แล้วทำการบันทึกลงในแบบบันทึกตามประเด็นที่กำหนด และการวิเคราะห์ข้อมูล โดยการวิเคราะห์เนื้อหาที่ได้จากการศึกษาสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอน วิชาแม่พิมพ์พลาสติกเบื้องต้น โดยสรุปเป็นประเด็นดังต่อไปนี้

ประเด็นที่ 1 สภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอน รายวิชาแม่พิมพ์พลาสติกเบื้องต้น

ประเด็นที่ 2 ผลการเรียนและประเมินผลรายวิชาแม่พิมพ์พลาสติกเบื้องต้น

ประเด็นที่ 3 แนวทางการแก้ปัญหาการจัดการเรียนการสอน รายวิชาแม่พิมพ์พลาสติกเบื้องต้น

ขั้นตอนที่ 2 ออกแบบ Storyboard สื่อการเรียนรู้เกี่ยวกับแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม

แหล่งข้อมูล ได้แก่ เอกสาร แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวกับการออกแบบเชิงวิศวกรรม การออกแบบ Storyboard สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม และหลักการสร้างแบบบันทึก เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ แบบบันทึกการออกแบบ Storyboard สื่อการเรียนรู้เกี่ยวกับแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม การเก็บรวบรวมข้อมูล โดยผู้วิจัยศึกษาเอกสารจากแหล่งข้อมูล พร้อมบันทึกข้อมูลลงในแบบบันทึกการออกแบบ Storyboard ประกอบด้วย ชื่อฉาก/ตอน เนื้อหาสาระสำคัญ ลำดับภาพ/ฉาก สื่อหรือเทคโนโลยีที่ใช้ การนำทางและการโต้ตอบกับผู้เรียน และการวิเคราะห์ข้อมูล โดยการวิเคราะห์เนื้อหาที่ได้จากการเก็บรวบรวมมาวิเคราะห์ จัดลำดับเนื้อหา และวางแผนโครงสร้างของสื่อในรูปแบบ Storyboard อย่างเป็นระบบ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาสื่อการเรียนรู้ในขั้นตอนต่อไป

ขั้นตอนที่ 3 พัฒนาสื่อการเรียนรู้เกี่ยวกับแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ประกอบด้วย 4 ขั้นตอนย่อยดังนี้

ขั้นตอนย่อยที่ 3.1 พัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ แหล่งข้อมูล เอกสาร แนวคิด ทฤษฎีเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้และองค์ความรู้เกี่ยวกับแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก ใช้ผลการศึกษาข้อมูลในขั้นตอนที่ 1 และ 2 เป็นกรอบในการพัฒนา มีกระบวนการพัฒนาดังนี้ 1) ศึกษาเอกสารจากแหล่งข้อมูล 2) กำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม 3) สร้างแผนการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย 3.1) แผนการสอน 3.2) ใบเนื้อหา 3.3) แบบฝึกหัด 3.4) ใบเฉลยแบบฝึกหัด 3.5) แบบบันทึกคะแนน และ 3.6) แบบบันทึกหลังแผนการสอน ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาโดยใช้ผู้เชี่ยวชาญ 5 คน เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมและความถูกต้อง พบว่า ทุกประเด็นมีความเหมาะสมถูกต้อง

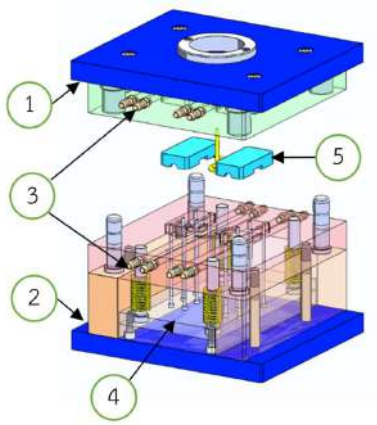
ขั้นตอนย่อยที่ 3.2 พัฒนาสื่อการเรียนรู้เกี่ยวกับแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แหล่งข้อมูล เอกสาร แนวคิด ทฤษฎีเกี่ยวกับแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกและหลักการสร้างสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ใช้ข้อมูลจากขั้นตอนที่ 1 ขั้นตอนที่ 2 และขั้นตอนย่อยที่ 3.1 โดยกระบวนการพัฒนาสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ดังนี้

1) ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับเนื้อหาเรื่องแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก และการใช้งานโปรแกรมสำเร็จรูป Zappar/ Zapworks ประกอบด้วย 1.1) ศึกษางานวิจัยเกี่ยวกับแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก และโปรแกรมสำเร็จรูป และ 1.2) กำหนดขอบเขตเนื้อหา และกรอบในการพัฒนาสื่อการเรียนรู้ โดยใช้ข้อมูลในขั้นตอนที่ 2

2) กำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ประกอบด้วย 2.1) ศึกษาหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พ.ศ. 2562 2.2) ศึกษาเนื้อแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก และ 2.3) กำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยใช้ข้อมูลในขั้นตอนที่ 2 และขั้นตอนที่ 3 ขั้นตอนย่อยที่ 3.2

3) ออกแบบเชิงวิศวกรรม และ Storyboard ประกอบด้วย 3.1) นำจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม เป็นกรอบการสร้าง Storyboard 3.2) กำหนดลำดับขั้นตอนของการนำเสนอเนื้อหา และ 3.3) สร้าง Storyboard

4) ออกแบบชิ้นส่วนมาตรฐาน ภาพเคลื่อนไหว เสียง ตามโครงสร้าง Storyboard ประกอบด้วย 4.1) ศึกษาข้อมูลขั้นตอนตาม Storyboard และ 4.2) สร้างโมเดล 3 มิติ ภาพเคลื่อนไหว เสียง โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยในการออกแบบ ดังภาพที่ 2 และ ภาพที่ 3



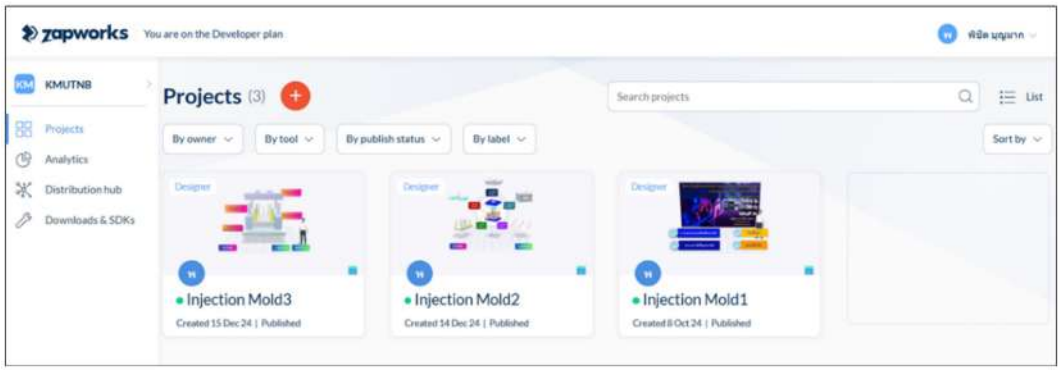
1. ชุดแม่พิมพ์ฝั่งอยู่กับที่ (Fixed Half)
2. ชุดแม่พิมพ์ฝั่งเคลื่อนที่ (Moving Half)
3. ระบบหล่อเย็นชิ้นงาน (Cooling System)
4. ระบบดันปลดชิ้นงาน (Ejector System)
5. ระบบป้อนและชิ้นงาน (Feed System and Part)

ภาพที่ 2 ส่วนประกอบที่สำคัญของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกพื้นฐาน



ภาพที่ 3 การสร้างโมเดล 3 มิติ ชิ้นส่วนมาตรฐาน ภาพเคลื่อนไหว เสียง ตามโครงสร้าง Storyboard

5) สร้างสื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Zappar/Zapworks ประกอบด้วย 5.1) สมัครใช้งาน 5.2) เลือกประเภทของความเป็นจริงเสริม 5.3) อัปโหลดโมเดล 3 มิติ ภาพเคลื่อนไหว และเสียง 5.4) สร้าง Avatar จำลองผู้สอน 5.5) สร้างการปฏิสัมพันธ์ 5.6) ทดสอบและปรับแต่งการแสดงผล และ 5.7) เผยแพร่เนื้อหา ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 การสร้างสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป Zappar/Zapworks

ขั้นตอนย่อยที่ 3.3 พัฒนาแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก แหล่งข้อมูล ข้อมูลจากขั้นตอนที่ 3 ขั้นตอนย่อยที่ 3.1 และ 3.2 การสร้างและหาคุณภาพ ดังนี้ 1) ศึกษาจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม 2) สร้างตารางวิเคราะห์ข้อสอบ 3) สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามตารางวิเคราะห์ข้อสอบ จำนวน 40 ข้อ 4) นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สร้างขึ้นไปตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา โดยผู้เชี่ยวชาญ 5 คน ค่าดัชนีความสอดคล้อง มีค่าอยู่ที่ 0.60-1.00 ทุกข้อ 5) จัดชุดแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 6) ทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 22 คน 7) ค่าอำนาจจำแนกรายข้ออยู่ระหว่าง 0.36-0.73 ค่าความยากรายข้ออยู่ระหว่าง 0.41-0.73 ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ 0.92 8) ผู้วิจัยคัดเลือกแบบทดสอบที่เหมาะสมที่สุดโดยพิจารณารายข้อจากค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนก จาก 40 ข้อ เหลือเพียง 30 ข้อ เพื่อใช้ทดลองในครั้งนี้ และ 9) จัดชุดแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ขั้นตอนย่อยที่ 3.4 พัฒนาคู่มือการใช้สื่อการเรียนรู้เกี่ยวกับแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม

แหล่งข้อมูล เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการพัฒนาคู่มือการใช้สื่อการเรียนรู้ ประกอบด้วย 1) ศึกษาองค์ประกอบของสื่อการเรียนรู้ 2) รวบรวมข้อมูลโดยการศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวทางการพัฒนาคู่มือการใช้สื่อการเรียนรู้ 3) สร้างคู่มือประกอบการใช้งานสื่อการเรียนรู้ โดยประกอบด้วย ส่วนการติดตั้งโปรแกรม ส่วนการเข้าสู่บทเรียน ส่วนการปรับมุมมอง และส่วนการนำทางการใช้งาน ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาโดยผู้เชี่ยวชาญ 5 คน เพื่อตรวจสอบความเหมาะสม และความถูกต้อง พบว่า ทุกประเด็นมีความเหมาะสมถูกต้อง

ขั้นตอนที่ 4 ศึกษาความเหมาะสมของสื่อการเรียนรู้เกี่ยวกับแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม

กลุ่มผู้ให้ข้อมูล คือ ผู้ทรงคุณวุฒิ ได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง มีเกณฑ์การพิจารณาคุณสมบัติ ดังนี้ กลุ่มที่ 1 อาจารย์ระดับอุดมศึกษา วุฒิการศึกษาระดับปริญญาเอกหรือมีตำแหน่งทางวิชาการระดับผู้ช่วยศาสตราจารย์ขึ้นไป สาขาวิชาแม่พิมพ์และเครื่องมือ จำนวน 1 คน กลุ่มที่ 2 ข้าราชการครู วิทยฐานะชำนาญการ

พิเศษ หรือวุฒิการศึกษาระดับปริญญาโทขึ้นไป สาขาวิชาช่างกลโรงงาน จำนวน 6 คน กลุ่มที่ 3 ข้าราชการครูวิทยฐานะชำนาญการพิเศษ หรือวุฒิการศึกษาระดับปริญญาโทขึ้นไป สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ จำนวน 2 คน รวมจำนวน 9 คน เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ แบบประเมินความเหมาะสมของสื่อการเรียนรู้ มีประเด็นการประเมินแบ่งเป็น 5 ด้าน ด้านละ 5 รายการ รวมเป็นจำนวน 25 รายการคำถาม เป็นแบบมาตรประมาณค่า (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

โดยตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา โดยผู้เชี่ยวชาญ 5 คน มีค่าดัชนีความสอดคล้องทุกรายการคำถามอยู่ที่ 0.60-1.00 การเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยได้ดำเนินการส่งแบบประเมินความเหมาะสมของผู้ทรงคุณวุฒิโดยการประสานและนัดหมายวันและเวลาเพื่อทำการจัดส่งเอกสารทางไปรษณีย์ และการวิเคราะห์ข้อมูลโดยคำนวณหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เกณฑ์การแปลความหมายของค่าเฉลี่ย (Srisa-ard, 2018) ดังนี้

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

ขั้นตอนที่ 5 ศึกษาประสิทธิภาพสื่อการเรียนรู้เกี่ยวกับแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม

กลุ่มทดลอง คือ นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชั้นปีที่ 1 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างเรียนเรื่องแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกผ่านมาแล้ว โดยทำการทดลองในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 34 คน เป็นไปตามเงื่อนไขของการหาประสิทธิภาพ (Brahmawong, 2013) โดยแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มทดลองดังนี้ กลุ่มทดลองที่ 1 การทดสอบหาประสิทธิภาพแบบเดี่ยว (1:1) จำนวน 3 คน กลุ่มทดลองที่ 2 การทดสอบประสิทธิภาพกลุ่ม (1:10) จำนวน 9 คน กลุ่มทดลองที่ 3 การทดสอบประสิทธิภาพภาคสนาม (1:100) จำนวน 22 คน ทุกกลุ่มทดลองจัดแบบคละความสามารถ เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้ 2) สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก และ 3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยดำเนินการวางแผนและเก็บรวบรวมข้อมูล ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 ผลการทดลองพบว่า 1) การทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว เท่ากับ 63.33/64.44 ไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 ผลการสังเกตการใช้สื่อการเรียนรู้ พบว่า แถบเมนูนำทางการใช้งานมีการทับซ้อนกัน ขนาดข้อความเล็กไม่ชัดเจน การเรียงลำดับเนื้อหายังไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ เสียงอธิบายประกอบยังไม่ชัดเจน ดำเนินการปรับปรุงสื่อการเรียนรู้ 2) การทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่ม เท่ากับ 74.81/75.93 ไม่เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 ผลการสังเกตการใช้สื่อการเรียนรู้ พบว่าหลังการปรับปรุงแล้วแถบเมนูต่าง ๆ ใช้งานได้ดีขึ้นไม่มีการทับซ้อน สามารถเข้าถึงได้ง่าย การจัดลำดับเนื้อหามีความสอดคล้อง เสียงอธิบายชัดเจน แต่ข้อคำถามยังไม่ชัดเจน ดำเนินการปรับปรุงสื่อการเรียนรู้ และ 3) การทดสอบประสิทธิภาพภาคสนาม เท่ากับ 81.06/82.88 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 ผลการสังเกตการใช้สื่อการเรียนรู้ พบว่า

การแสดงผลต่าง ๆ มีความชัดเจนไม่ทับซ้อน เข้าถึงได้ง่าย มีความน่าสนใจ อธิบายเนื้อหาได้ชัดเจนเข้าใจง่าย ข้อคำถามชัดเจน

ขั้นตอนที่ 6 ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ใช้สื่อการเรียนรู้เกี่ยวกับแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม มีรายละเอียดดังนี้

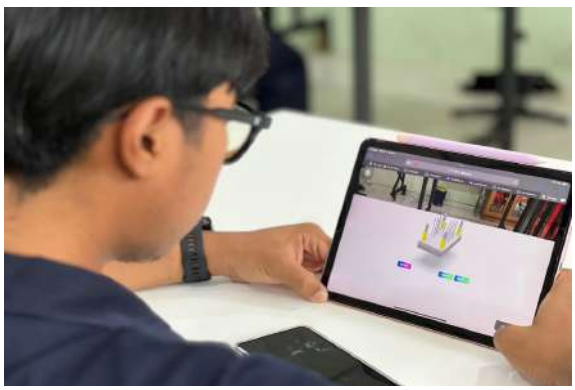
ประชากรและกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย เป็นนักเรียนประเภทวิชาอุตสาหกรรม ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ วิทยาลัยเทคนิคพนมสารคาม กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 542 คน โดยคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างจำนวน 1 ห้องเรียน รวม 32 คน ด้วยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล 1) สื่อการเรียนรู้เกี่ยวกับแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม และ 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การเก็บรวบรวมข้อมูล เป็นการวิจัยเชิงทดลองแบบกลุ่มเดียวเทียบกับเกณฑ์ (One-Shot Case Study) การวิเคราะห์ข้อมูล โดยการทดสอบคะแนนเฉลี่ยเทียบกับเกณฑ์ ร้อยละ 80 ของคะแนนเต็ม โดยใช้สถิติทดสอบค่าที (t-test for One Sample) การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ใช้สื่อการเรียนรู้เกี่ยวกับแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ดังตัวอย่างภาพที่ 5 ถึงภาพที่ 8



ภาพที่ 5 ครูแนะนำการใช้สื่อการเรียนรู้เกี่ยวกับแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม



ภาพที่ 6 หน้าแรกบทเรียนเรื่องหน้าที่และชนิดวัสดุที่ใช้ทำชิ้นส่วนมาตรฐานของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกในสื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม



ภาพที่ 7 นักเรียนใช้สื่อการเรียนรู้เกี่ยวกับแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม



ภาพที่ 8 นักเรียนทำแบบฝึกหัดและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังจากใช้สื่อการเรียนรู้

ผลการวิจัย

การพัฒนาสื่อการเรียนรู้เกี่ยวกับแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ประเภทวิชาอุตสาหกรรม ผู้วิจัยนำเสนอผลการวิจัยตามรายละเอียดดังนี้

1. ผลการศึกษาสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอน วิชาแม่พิมพ์พลาสติกเบื้องต้น ดังตารางที่ 1

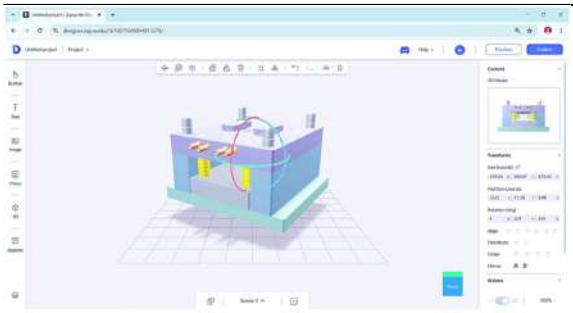
ตารางที่ 1 ผลการศึกษาสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอน วิชาแม่พิมพ์พลาสติกเบื้องต้น

ประเด็น	ผลการศึกษา
1) สภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอนรายวิชาแม่พิมพ์พลาสติกเบื้องต้น	สื่อที่ใช้จัดการเรียนการสอนรายวิชาแม่พิมพ์พลาสติกเบื้องต้นในปัจจุบัน เป็นลักษณะของเอกสาร ตำรา รูปภาพ หรือวิดีโอคลิป ที่ยังขาดความทันสมัย แสดงให้เห็นเพียงหลักการทำงานโดยพื้นฐาน ไม่สามารถเห็นรายละเอียดที่ซับซ้อนในการทำงานของแม่พิมพ์แต่ละประเภทได้ รวมไปถึงสื่อการสอนที่เป็นแม่พิมพ์พลาสติกของจริง นอกจากจะมีราคาค่อนข้างสูงแล้วนั้น ยังไม่สามารถแสดงให้เห็นถึงรายละเอียดกระบวนการทำงานที่อยู่ภายในตัวแม่พิมพ์ได้ อีกทั้งยังมีความอันตรายจากขนาด น้ำหนัก ความร้อน รวมไปถึงอันตรายจากการเปิด-ปิดแม่พิมพ์บนเครื่องจักรที่มีแรงดันสูงอีกด้วย
2) ผลการเรียนและประเมินผลรายวิชาแม่พิมพ์พลาสติกเบื้องต้น	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 คิดเป็นร้อยละ 9.09 และผลการเรียน 1.0 จำนวน 1 คน คิดเป็นร้อยละ 9.09 ซึ่งเมื่อพิจารณาจากบันทึกหลังแผนการจัดการเรียนรู้และผลคะแนนรายหน่วย พบว่า หน่วยการเรียนเรื่อง แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก ซึ่งเป็นหน่วยการเรียนที่มีเนื้อหาสาระสำคัญและระดับคะแนนมากที่สุด นักเรียนขาดความสนใจในเนื้อหาที่เรียน ขาดการเชื่อมโยงความรู้จากเนื้อหาที่ได้รับ และขาดแรงจูงใจในการเรียนรู้ ส่งผลให้คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด
3) แนวทางการแก้ปัญหาการจัดการเรียนการสอนรายวิชาแม่พิมพ์พลาสติกเบื้องต้น	ควรมีการนำเทคโนโลยีมาใช้เพื่อพัฒนาสื่อการเรียนการสอนให้มีความทันสมัย มีความปลอดภัย และสามารถแสดงให้เห็นถึงรายละเอียดของกระบวนการทำงานของแม่พิมพ์พลาสติก ได้แก่ เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ซึ่งมีศักยภาพที่เหมาะสมสำหรับนำมาใช้ในกระบวนการจัดการเรียนรู้ด้านวิชาชีพหรือการฝึกอบรมด้านวิชาชีพ เนื่องจากสามารถแสดงผลในรูปของสัญลักษณ์ ข้อความ ภาพเคลื่อนไหว หรือวัตถุ 3 มิติ ซึ่งเอื้อต่อการเรียนรู้ตามขั้นตอนในการฝึกอบรมวิชาชีพ เพราะทำให้สามารถสร้าง ดัดแปลง และทำซ้ำได้ง่าย

2. ผลการพัฒนาและหาประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้เกี่ยวกับแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม แบ่งออกเป็น 3 ด้าน ดังนี้

2.1 ผลการพัฒนาสื่อการเรียนรู้เกี่ยวกับแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม มีรายละเอียดดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการพัฒนาสื่อการเรียนรู้เกี่ยวกับแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม

ภาพสื่อการเรียนรู้	กระบวนการ
	**ขั้นเตรียมการ** ผู้วิจัยเลือกใช้ แพลตฟอร์ม Zapworks Designer ในการพัฒนาสื่อการเรียนรู้เกี่ยวกับแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เนื่องจากเป็นเครื่องมือแบบ No-Code ที่ใช้ระบบลากและวาง ทำให้พัฒนาสื่อได้โดยง่ายแม้ไม่มีความเชี่ยวชาญด้านการเขียนโปรแกรม สามารถนำเสนอเนื้อหาซับซ้อนผ่านโมเดล 3D ซึ่งเหมาะกับการสอนที่ต้องการทั้งภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ
	**ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน** เพื่อกระตุ้นความสนใจของนักเรียนด้วยสื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมที่มีการนำทางและสามารถโต้ตอบกับนักเรียนได้โดยตรงโดยแสดงผลผ่านอุปกรณ์มือถือหรือแท็บเล็ต ประกอบด้วย - บทเรียนประเภทของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก - บทเรียนส่วนประกอบที่สำคัญของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก - ใบเนื้อหา - แบบฝึกหัด
	**ขั้นให้ความรู้** เนื้อหารายละเอียดของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก ได้แก่ ความหมาย กระบวนการ ประเภท ส่วนประกอบที่สำคัญ ชิ้นส่วนมาตรฐาน และวัสดุทำแม่พิมพ์ ผ่านเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ที่อยู่ในรูปโมเดล 3 มิติ
	**ขั้นสรุปและประยุกต์ใช้** เพื่อให้นักเรียนสรุปทบทวน และประยุกต์ใช้องค์ความรู้ที่ได้รับจากกระบวนการเรียนรู้ ผ่านการทำแบบฝึกหัดในสื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม

2.2 ผลการศึกษาความเหมาะสมของสื่อการเรียนรู้เกี่ยวกับแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการศึกษาความเหมาะสมของสื่อการเรียนรู้เกี่ยวกับแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม โดยผู้ทรงคุณวุฒิ (n=9)

ประเด็นการประเมิน	ผลการประเมิน		ระดับความเหมาะสม
	$\bar{X}$	S.D.	
1. ด้านเนื้อหาและการนำเสนอ	4.78	0.31	มากที่สุด
2. ด้านเทคนิคการผลิตสื่อการเรียนรู้	4.73	0.36	มากที่สุด
3. ด้านการใช้งาน สื่อการเรียนรู้	4.76	0.36	มากที่สุด
4. ด้านการส่งเสริมเรียนรู้	4.84	0.15	มากที่สุด
5. ด้านประโยชน์และการนำไปใช้	4.82	0.17	มากที่สุด
ภาพรวม	**4.79**	**0.05**	**มากที่สุด**

จากตารางที่ 3 ผลการศึกษาความเหมาะสมของสื่อการเรียนรู้เกี่ยวกับแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม โดยผู้ทรงคุณวุฒิ พบว่า ในภาพรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$=4.79, S.D.=0.05)

2.3 ผลการศึกษาประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้เกี่ยวกับแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลการศึกษาประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้เกี่ยวกับแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม

คะแนน	จำนวนนักเรียน	คะแนน		%	เกณฑ์ที่กำหนด
		คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ย		
ระหว่างเรียน (E_1)	22	30	24.32	81.06	80
หลังเรียน (E_2)		30	24.86	82.88	80

จากตารางที่ 4 ผลการศึกษาประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้เกี่ยวกับแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม พบว่า ประสิทธิภาพของ E_1 มีค่าเท่ากับ 81.06 และประสิทธิภาพของ E_2 มีค่าเท่ากับ 82.88 สรุปได้ว่า ประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้เกี่ยวกับแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ 80/80

3. ผลการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ใช้สื่อการเรียนรู้เกี่ยวกับแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ผลการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ใช้สื่อการเรียนรู้เกี่ยวกับแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม

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

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 5 ผลการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ใช้สื่อการเรียนรู้เกี่ยวกับแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม จำนวน 32 คน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 25.56 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.70 พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยมากกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 80 ของคะแนนเต็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (t=3.27, df=31, p=0.00)

สรุปและอภิปรายผล

1. ผลการศึกษาสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอน รายวิชาแม่พิมพ์พลาสติกเบื้องต้น พบว่า ในปัจจุบันรายวิชาแม่พิมพ์พลาสติกเบื้องต้น ประสบปัญหาในการจัดการเรียนการสอนหลายประการ ได้แก่ วิธีการสอนยังไม่มีความหลากหลาย โดยมุ่งเน้นการบรรยายเป็นหลักร่วมกับเอกสารประกอบการสอน สื่อการเรียนรู้ที่ใช้อยู่ในรูปแบบตำรา เอกสาร และหนังสือเป็นส่วนใหญ่ ทั้งนี้เป็นเพราะมีข้อจำกัดด้านต้นทุนในการจัดหาสื่อการสอนที่เป็นวัสดุของจริง ส่งผลให้สื่อการเรียนรู้ที่ใช้อยู่ขาดความเหมาะสมและความทันสมัย ปัญหาดังกล่าวส่งผลกระทบโดยตรงต่อผู้เรียน โดยพบว่าผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด ขาดความสนใจในเนื้อหาที่เรียน ไม่สามารถเชื่อมโยงความรู้จากเนื้อหาที่ได้รับ และขาดแรงจูงใจในการเรียนรู้ แนวทางการแก้ปัญหาการจัดการเรียนการสอนสามารถทำได้โดยการนำเทคโนโลยีมาใช้พัฒนาสื่อการเรียนรู้ ให้มีความทันสมัยและปลอดภัยมากขึ้น ซึ่งเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม มีศักยภาพเหมาะสมอย่างยิ่งสำหรับการจัดการเรียนรู้ด้านวิชาชีพในรายวิชานี้ เนื่องจากเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม สามารถแสดงรายละเอียดของกระบวนการทำงาน ส่วนประกอบ และชิ้นส่วนของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกได้อย่างชัดเจน มีความสามารถในการแสดงผลในรูปแบบสัญลักษณ์ ข้อความ ภาพเคลื่อนไหว หรือวัตถุ 3 มิติ ซึ่งเอื้อต่อการเรียนรู้ในด้านวิชาชีพได้เป็นอย่างดี

2. ผลการพัฒนาและหาประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้เกี่ยวกับแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม สื่อการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น ประกอบด้วยสื่อการเรียนรู้เกี่ยวกับแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม จำนวน 3 ชุด คือ 1) ความหมายและกระบวนการฉีดขึ้นรูปพลาสติก 2) ประเภทและส่วนประกอบที่สำคัญของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก 3) หน้าที่และวัสดุที่ใช้ทำชิ้นส่วนของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก

ความเหมาะสมของสื่อการเรียนรู้เกี่ยวกับแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมประเมินโดยผู้ทรงคุณวุฒิ พบว่า ในภาพรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน เรียงจากมากไปหาน้อย พบว่า ด้านการส่งเสริมเรียนรู้มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด เนื่องจากสื่อการเรียนรู้ช่วยกระตุ้นความสนใจในการเรียนรู้ ส่งเสริมการเรียนรู้ด้วยตนเอง ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาได้ดีขึ้น และสร้างประสบการณ์การเรียนรู้เสมือนจริงให้กับผู้เรียน ด้านประโยชน์และการนำไปใช้มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด เนื่องจากสื่อการเรียนรู้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอนได้จริง สามารถใช้ซ้ำได้หลายครั้ง ช่วยประหยัดเวลาและทรัพยากรในการจัดการเรียนการสอน ด้านเนื้อหาและการนำเสนอมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด เนื่องจากการจัดลำดับเนื้อหามีความต่อเนื่องเหมาะสม การสรุปประเด็นของความรู้มีความชัดเจน เนื้อหามีความเหมาะสมกับระดับผู้เรียน และการใช้ภาษาสื่อความหมายชัดเจนเข้าใจง่ายด้านการใช้งานสื่อการเรียนรู้มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด เนื่องจากคู่มือ/คำแนะนำการใช้งานมีความชัดเจน การติดตั้งและเริ่มใช้งานแอปพลิเคชันทำได้ง่าย การนำทางและใช้งานเมนูต่าง ๆ เข้าใจง่าย และมีการตอบสนองต่อการควบคุมของผู้ใช้ได้ดี และด้านเทคนิคการผลิตสื่อการเรียนรู้มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด เนื่องจากขนาดของโมเดล 3 มิติมีความเหมาะสม คุณภาพของภาพ 3 มิติมีความคมชัด และมีความรวดเร็วในการประมวลผลและแสดงผล ตามลำดับ ทั้งนี้เป็นเพราะสื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมที่พัฒนาขึ้น ช่วยให้นักเรียนสามารถ

มองเห็นและโต้ตอบกับโมเดลเสมือนจริงของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก ซึ่งช่วยให้เข้าใจโครงสร้างและกระบวนการทำงานได้ดียิ่งขึ้น นักเรียนสามารถใช้สื่อในการเรียนรู้และพัฒนาทักษะได้โดยตรง ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Pattanapipat and Meeusah (2022) ที่ได้พัฒนาสื่อการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงสร้างสรรค์ ในการสร้างสื่อยุคดิจิทัลร่วมกับเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม และพบว่า เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเข้าใจกระบวนการคิดสร้างสรรค์ได้ง่ายขึ้น กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจในการเรียนรู้ และยังสอดคล้องกับผลการวิจัยของ Khummin et al. (2022) ที่พบว่าเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ช่วยให้สื่อการเรียนรู้มีความน่าสนใจ อีกทั้งช่วยแสดงรายละเอียดของสิ่งที่ต้องการได้โดยไม่ต้องใช้ของจริง รวมถึงแสดงผลได้อย่างหลากหลาย ส่งผลให้นักเรียนเกิดความสนใจและเข้าถึงสื่อได้โดยง่าย รวมถึงสอดคล้องกับงานวิจัยของ Chaimongkhol et al. (2020) ที่ชี้ให้เห็นว่า การลำดับเนื้อหาเนื้อหาบทเรียน และการออกแบบสื่อที่มีความทันสมัย แปลกใหม่ ตื่นตาตื่นใจ ช่วยเพิ่มความสนใจให้กับนักเรียนได้

ประสิทธิภาพของสื่อการเรียนรู้เกี่ยวกับแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม พบว่าประสิทธิภาพของ E_1 มีค่าเท่ากับ 81.06 และประสิทธิภาพของ E_2 มีค่าเท่ากับ 82.88 พบว่าประสิทธิภาพของของสื่อการเรียนรู้เกี่ยวกับแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ 80/80 ทั้งนี้เป็นเพราะการออกแบบและพัฒนาสื่อที่สอดคล้องกับหลักการเรียนรู้ มีกระบวนการพัฒนาที่ชัดเจน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Han et al. (2022) ที่ระบุว่าการพัฒนาสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ได้ดี เนื่องสามารถแสดงผลในรูปของสัญลักษณ์ ข้อความ ภาพเคลื่อนไหว หรือวัตถุ 3 มิติ ซึ่งเอื้อต่อกระบวนการเรียนรู้ของนักเรียน สอดคล้องกับงานวิจัยของ Pattanapipat and Meeusah (2022) ที่แสดงให้เห็นว่า การพัฒนาสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ช่วยเพิ่มการเข้าใจเนื้อหาได้ดี โดยเฉพาะในหัวข้อที่ซับซ้อน เนื่องจากผู้เรียนสามารถเห็นภาพและจำลองสถานการณ์จริงได้ การออกแบบและพัฒนาสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ช่วยให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ สามารถศึกษาด้วยตนเองได้อย่างเป็นระบบทำให้ประสิทธิภาพของกระบวนการเรียนรู้สูงขึ้น อีกทั้งสื่อเทคโนโลยีความเป็นเป็นจริงเสริมที่สามารถเข้าถึงได้ง่าย สะดวกรวดเร็ว ทดลองและทำซ้ำได้ตลอดเวลา ทำให้นักเรียนสามารถจดจำเนื้อหาได้อย่างแม่นยำ ส่งผลให้ผลลัพธ์การเรียนรู้สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด สอดคล้องกับงานวิจัยของ Chaimongkhol et al. (2020) ที่ชี้ให้เห็นว่าสื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ช่วยให้นักเรียนเห็นขั้นตอนและกระบวนการได้อย่างชัดเจน สามารถศึกษาเพิ่มเติมได้ตลอดเวลา ส่งผลให้นักเรียนมีผลการเรียนที่ดีขึ้น รวมถึงสอดคล้องกับงานวิจัยของ Khummin et al. (2022) พบว่าเมื่อนำสื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมมาใช้ในการเรียนการสอน ทำให้ผู้เรียนเกิดความสนใจและเข้าถึงสื่อได้โดยง่าย ส่งผลให้ประสิทธิภาพในการเรียนรู้เป็นไปในทิศทางที่ดีขึ้น

3. ผลการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยสื่อการเรียนรู้เกี่ยวกับแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยสูงกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 80 ของคะแนนเต็ม ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน ซึ่งมีการกระจายไม่มาก แสดงถึงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีความสม่ำเสมอ สถิติค่า t และ P-value แสดงให้เห็นว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ทั้งนี้เป็นเพราะการเรียนรู้ที่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียนกับสื่อการเรียนรู้ที่ใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ช่วยให้นักเรียนสามารถโต้ตอบกับเนื้อหาได้โดยตรง ซึ่งส่งเสริมให้เข้าใจโครงสร้างและหลักการทำงานได้อย่างลึกซึ้งมากขึ้น การใช้ภาพสามมิติ แอนิเมชัน และเสียงบรรยายทำให้นักเรียนสามารถเข้าใจเนื้อหาได้ง่ายขึ้นและจดจำได้ยาวนาน สอดคล้องกับงานวิจัยของ Chaimongkhol et al. (2020) ที่ระบุว่า สื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมช่วยให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้ทุกที่ทุกเวลา สามารถ

โต้ตอบและมีปฏิสัมพันธ์โดยผ่านการสื่อสารด้วยโทรศัพท์เคลื่อนที่หรือสมาร์โฟน นักเรียนสามารถเลือกเล่นหรือเรียนรู้ด้วยตนเอง ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน รวมถึงสอดคล้องกับงานวิจัยของ Pattanapipat and Meeusah (2022) กล่าวว่า สภาพแวดล้อมทางการเรียนที่ใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสามารถเพิ่มแรงจูงใจ และความสนใจให้กับนักเรียน ช่วยให้นักเรียนเกิดการพัฒนาในการเรียน และเข้าในเนื้อหาของบทเรียนมากยิ่งขึ้น และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Futemwong and Sengsri (2023) พบว่า สื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ทำให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเองและสามารถปฏิบัติตามได้อย่างต่อเนื่องและปฏิบัติซ้ำได้ จนเกิดความเข้าใจ และสามารถปฏิบัติงานด้วยตนเองได้อย่างถูกต้อง

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลวิจัยไปใช้

สื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม มีส่วนช่วยกระตุ้นความสนใจและส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียนเป็นอย่างดี เพื่อให้สามารถใช้งานสื่อการเรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมได้อย่างต่อเนื่องและคุ้มค่า ผู้วิจัยควรเลือกใช้แพลตฟอร์มหรือแอปพลิเคชันในการพัฒนาสื่อการเรียนรู้ที่ไม่มีค่าใช้จ่ายสำหรับผู้พัฒนา สามารถแสดงผลได้อย่างละเอียด มีความเสถียร ใช้งานได้ง่ายเหมาะสมกับอุปกรณ์และระดับของผู้เรียน

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรขยายการพัฒนาสื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมให้ครอบคลุมการพัฒนาทักษะปฏิบัติจริงโดยเฉพาะงานที่ต้องการความแม่นยำและทักษะเชิงโครงสร้าง เช่น การประกอบแม่พิมพ์พลาสติก เพื่อให้ผู้เรียนสามารถฝึกฝนผ่านการจำลองสถานการณ์โดยไม่ต้องใช้ทรัพยากรจริง

2. ควรพัฒนาสื่อความเป็นจริงเสริมให้มีการโต้ตอบมากขึ้น โดยใช้เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ เพื่อสร้างการเรียนรู้ที่เป็นส่วนตัวและปรับเปลี่ยนตามระดับความสามารถของผู้เรียนแต่ละคน

เอกสารอ้างอิง

Brahmawong, C. (2013). Developmental testing of media and instructional package. Silpakorn Educational Research Journal, 5(1), 7–20. https://so05.tci-thaijo.org/index.php/suedureasearchjournal/article/view/28419 **[in Thai]**

Catoen, B., & Rees, H. (2021). Injection Mold Design Handbook. Carl Hanser Verlag GmbH Co KG.

Chaimongkhol, N., Oungthong, M., & Sripadit, A. (2020). 2-Dimensional augmented reality technology: Milling workpiece alignment using automated machine. Journal of Industrial Education, 19(2), 80–89. https://ph01.tci-thaijo.org/index.php/JIE/article/view/240769 **[in Thai]**

Chaluthong, A., & Plangsorn, B. (2024). Infographic teaching material design. Journal of Education Khon Kaen University, 47(3), 1–6. https://so02.tci-thaijo.org/index.php/EDKKUJ/article/view/266581 **[in Thai]**

Choobthaisong, S., & Kanchana, R. (2020). Reducing defect in plastic injection process of telephone part by design of experiment. Srinakharinwirot University Engineering Journal, 15(3), 17–31. https://ph02.tci-thaijo.org/index.php/sej/article/view/239867 **[in Thai]**

Futemwong, S., & Sengsri, S. (2023). The Development of active learning model with augmented reality to enhance computer and information skills for occupations of vocational certificate students under the Office Vocational Education Commission. Journal for Research and Innovation, Institute of Vocational Education Bangkok, 6(1), 1–18. https://so06.tci-thaijo.org/index.php/iveb-journal/article/view/264121 **[in Thai]**

Han, X., Chen, Y., Feng, Q., & Luo, H. (2022). Augmented Reality in Professional Training: A Review of the Literature from 2001 to 2020. Applied Sciences, 12(3), 1024. https://doi.org/10.3390/app12031024

Kanjanakarn, P., Nithikarnjanatharn, J., Nutkhum, W., & Wasanbongngem, N. (2024). CAD/CAE integration and Taguchi method in finding parameters injection molding of polypropylene plastic in 2 cavities plastic injection molds Plastic case study pencil box. Journal of Engineering and Innovation, 17(3), 124–132. https://ph02.tci-thaijo.org/index.php/eng_ubu/article/view/250617 **[in Thai]**

Khummin, O., Sirawong, N., & Trirat, N. (2022). Augmented reality technology to improve learners' skills in the new normal. Journal of Industrial Education, 21(1), C9–C15. https://ph01.tci-thaijo.org/index.php/JIE/article/view/C1-Ckdjfk **[in Thai]**

Kusolwong, P., Prachanban, S., & Sukpattee, P. (2022). Situations problems, needs, and guidelines in physical education learning management model on rhythmic activities applying phenomenon-based learning approach. Journal of Buddhist Anthropology, 7(6), 178–192. https://so04.tci-thaijo.org/index.php/JSBA/article/view/255085 **[in Thai]**

Lahamornchaiyakul, W., & Doncomephang, W. (2022). The study and design for manufacturing process of toy plant pot using CAD/CAM/CAE technique. Ladkrabang Engineering Journal, 39(1), 77–90. https://ph01.tci-thaijo.org/index.php/lej/article/view/246248 **[in Thai]**

Liu, J., & Liang, F. (2022). Research and development of virtual simulation system for mold disassembly and assembly based on Unity3D. In C.-H. Chen, A. Scapellato, A. Barbiero, & D. G. Korzun (Eds.), Applied Mathematics, Modeling and Computer Simulation, IOS Press, 30, 611-621. https://ebooks.iospress.nl/doi/10.3233/ATDE221076

Martin-Doñate, C., Shaikheleid, S., Torres-Alba, A., & Mercado-Colmenero, J. M. (2021). A new smart web platform for plastic injection molds in industry 4.0 environments. In Roucoules, L., Paredes, M., Eynard, B., Morer Camo, P., Rizzi, C. (Eds.), Advances on Mechanics, Design Engineering and Manufacturing III. JCM 2020. Lecture Notes in Mechanical Engineering (LNME), Springer, 309–315. https://doi.org/10.1007/978-3-030-70566-4_49

Nasongkhla, J., & Sujiva, S. (2021). Digital transformation: National digital learning platform (NDLP). Journal of Education and Innovative Learning, 1(1), 1–13. https://so06.tci-thaijo.org/index.php/jeil/article/view/248550 **[in Thai]**

Pattanapipat, B., & Meeusah, N. (2022). The development of instructional media to promote creativity in the creation of digital media with augmented reality technology. Silpakorn University e-Journal (Social Sciences, Humanities, and Arts), 42(1), 15-30. https://so05.tci-thaijo.org/index.php/sujthai/article/view/254827 **[in Thai]**

Sathientharadol, P., Rodpan, S., Khamkad, C., & Moonkawin, T. (2024). Problems, causes, and solutions to the instruction of English for daily life course for 1st year students at the University of Phayao in post-COVID 19 pandemic. Journal of Human and Society, Sisaket Rajabhat University, 8(2), 103–124. https://so08.tci-thaijo.org/index.php/jhuso/article/view/4028 **[in Thai]**

Sırakaya, M., & Alsancak Sırakaya, D. (2020). Augmented reality in STEM education: A systematic review. Interactive Learning Environments, 30(8), 1556-1569. https://doi.org/10.1080/10494820.2020.1722713

Sriard, B., Sritong, C., Siriwoharn, T., & Klangphahol, K. (2021). Factors influencing the quality of production in thermoplastic injection molding factories. Journal of Business, Innovation and Sustainability, 16(1), 103-113. https://so02.tci-thaijo.org/index.php/BECJournal/article/view/240296 **[in Thai]**

Sridam, I., Sangkharam, P., & Ittipongse, A. (2024). The role of artificial intelligence technology in higher education institutions. Journal of Education and Innovative Learning, 4(1), 145-159. https://so06.tci-thaijo.org/index.php/jeil/article/view/266447 **[in Thai]**

Srisa-ard, B. (2018). Interpretation of data collected using rating scale instruments. Journal of Educational Measurement Mahasarakham University, 2(1), 64-70. https://so02.tci-thaijo.org/index.php/jemmsu/article/view/154477 **[in Thai]**

Thasuwan, W. (2024). Augmented reality technology to promote analytical thinking abilities. Academic MCU Buriram Journal, 9(1), 395-407. https://so06.tci-thaijo.org/index.php/ambj/article/view/271078 **[in Thai]**

Zhao, N. Y., Lian, J. Y., Wang, P. F., & Xu, Z. B. (2022). Recent progress in minimizing the warpage and shrinkage deformations by the optimization of process parameters in plastic injection molding: a review. International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 120, 85-101. https://doi.org/10.1007/s00170-022-08859-0