

การพัฒนาสื่อความจริงเสริมร่วมกับทฤษฎีการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดเชิงคำนวณของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ โครงการการศึกษาพหุภาษา ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา

THE DEVELOPMENT OF AUGMENTED REALITY MEDIA INTEGRATED WITH EXPERIENTIAL
LEARNING THEORY TO ENHANCE COMPUTATIONAL THINKING SKILLS OF GRADE 8
STUDENTS AT KASETSART UNIVERSITY DEMONSTRATION SCHOOL, MULTILINGUAL
EDUCATION PROGRAM, RESEARCH AND DEVELOPMENT CENTER FOR EDUCATION

กิตติศักดิ์ สงบจิตต์^{1*} ณัฐพล รำไพ¹ สุตitech สิริพิพัฒน์กุล¹

Kittisak Sangobjit^{1*} Nattaphon Rampai¹ Sutitthep Siripipattanakul¹

¹ สาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ประเทศไทย

¹ Educational Communications and Technology, Faculty of Education, Kasetsart University, Thailand

* Corresponding author e-mail: kittisak.sango@ku.th

Received: 30/04/2026 | Revised: 01/07/2026 | Accepted: 10/07/2026

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ออกแบบและพัฒนาสื่อการเรียนรู้ความจริงเสริม ร่วมกับทฤษฎีการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ ในรายวิชาวิทยาการคำนวณ เรื่องหลักการทำงานของระบบคอมพิวเตอร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 2) พัฒนาความสามารถในการคิดเชิงคำนวณ เรื่องหลักการทำงานของระบบคอมพิวเตอร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้ที่ใช้สื่อการเรียนรู้ความจริงเสริมร่วมกับทฤษฎีการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ กลุ่มตัวอย่างได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสาธิต

แห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ โครงการการศึกษาพหุภาษา ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา จำนวน 32 คน ที่ได้มาจากการสุ่มอย่างง่าย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) สื่อความจริงเสริม 2) แบบวัดความสามารถในการคิดเชิงคำนวณ และ 3) แบบสอบถามความพึงพอใจ ผลวิจัยพบว่า 1) ผลการประเมินคุณภาพสื่อการเรียนรู้ความจริงเสริม ร่วมกับทฤษฎีการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ พบว่า คุณภาพของสื่อความจริงเสริมที่สร้างขึ้นอยู่ในระดับดีมาก 2) ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการคิดเชิงคำนวณก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยสื่อการเรียนรู้ความจริงเสริม ร่วมกับทฤษฎีการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ คะแนนหลังเรียนของนักเรียนสูงกว่าคะแนนก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนหลังจากใช้สื่อการเรียนรู้ความจริงเสริม ความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด

คำสำคัญ: สื่อความจริงเสริม; การเรียนรู้เชิงประสบการณ์; การคิดเชิงคำนวณ

Abstract

The objectives of this research were: 1) to design and develop Augmented Reality (AR) learning media integrated with Experiential Learning Theory for the subject of Computing Science, specifically on the topic of Computer System Principles, for Grade 8 students; 2) to enhance students' computational thinking skills on the same topic; and 3) to investigate students satisfaction with the developed media. The participants were 32 Grade 8 students from Kasetsart University Laboratory School, Center for Educational Research and Development (Multilingual Education), selected using simple random sampling. The research instruments included the AR learning media, a computational thinking ability test, and a satisfaction questionnaire. The results revealed that: 1) the quality of the developed AR learning media was rated at a "very good" level; 2) students' post-intervention scores on computational thinking were significantly higher than their pre-intervention scores at the .05 statistical significance level; and 3) the overall student satisfaction regarding the AR learning media was at the "highest" level.

Keywords: Augmented Reality (AR); Experiential Learning Theory; Computational Thinking

บทนำ

ในยุคดิจิทัลที่เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารได้เข้ามามีบทบาทสำคัญต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ การศึกษาจำเป็นต้องปรับตัวเพื่อให้ผู้เรียนมีความพร้อมในการเผชิญกับความท้าทายของโลกในศตวรรษที่ 21 องค์การเพื่อความร่วมมือทางเศรษฐกิจและการพัฒนา (OECD) ได้เน้นย้ำถึงความสำคัญของความสามารถในการคิดเชิงคำนวณ (Computational Thinking) ที่เป็นทักษะพื้นฐานที่จำเป็นสำหรับการดำรงชีวิตและการทำงานในอนาคต การคิดเชิงคำนวณไม่เพียงแต่เป็นทักษะที่เกี่ยวข้องกับการใช้คอมพิวเตอร์เท่านั้น แต่ยังเป็นกระบวนการคิดที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันและการทำงาน

ในสาขาวิชาต่างๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Bers et al., 2022) สอดคล้องกับกระทรวงศึกษาธิการของไทยที่ได้ตระหนักถึงความสำคัญของการพัฒนาทักษะดังกล่าว โดยได้บรรจุหลักสูตรการเรียนการสอนวิทยาการคำนวณ (Computer Science) เข้าไปในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) และได้เผยแพร่หลักสูตรการเรียนรู้วิทยาการคำนวณ สำหรับประถมศึกษาและมัธยมศึกษา เมื่อปี พ.ศ. 2563 ซึ่งแสดงให้เห็นถึงนโยบายการศึกษาที่มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้และทักษะในการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารอย่างสร้างสรรค์และมีประสิทธิภาพ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2562)

การคิดเชิงคำนวณเป็นกระบวนการคิดที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาโดยใช้แนวคิดและเทคนิคที่มาจากวิทยาการคอมพิวเตอร์ โดย Wing (2006) ได้ให้คำนิยามของการคิดเชิงคำนวณไว้ว่าเป็น "กระบวนการคิดที่เกี่ยวข้องกับการกำหนดปัญหา การแยกย่อยปัญหา การจดจำรูปแบบ การสร้างอัลกอริทึม และการประเมินผล" ซึ่งประกอบด้วยองค์ประกอบหลัก 4 ด้าน ได้แก่ การแยกย่อยปัญหา (Decomposition) หมายถึงการแบ่งปัญหาที่ซับซ้อนออกเป็นส่วนย่อยที่เข้าใจง่ายและจัดการได้ การจดจำรูปแบบ (Pattern Recognition) คือการระบุความเหมือนและความแตกต่างของข้อมูลหรือปัญหาเพื่อหาแนวทางในการแก้ไข การสร้างนามธรรม (Abstraction) เป็นการเน้นจุดสำคัญและละเลยรายละเอียดที่ไม่จำเป็น และ การสร้างอัลกอริทึม (Algorithm Design) คือการสร้างขั้นตอนหรือกฎเกณฑ์ที่ชัดเจนในการแก้ปัญหา

ความสามารถในการคิดเชิงคำนวณจึงมีความสำคัญต่อการเรียนรู้ของผู้เรียนหลายประการ ประการแรก ช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ ทำให้ผู้เรียนสามารถเผชิญกับปัญหาที่ซับซ้อนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ประการที่สอง ส่งเสริมการคิดเชิงตรรกะและการคิดวิเคราะห์ ซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญในการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี ประการที่สาม เตรียมความพร้อมสำหรับการทำงานในอนาคตที่ต้องอาศัยเทคโนโลยีดิจิทัลเป็นหลัก และประการสุดท้าย พัฒนาทักษะการทำงานร่วมกันและการสื่อสาร เนื่องจากกระบวนการแก้ปัญหาแบบการคิดเชิงคำนวณมักต้องอาศัยการทำงานเป็นทีมและการนำเสนอแนวคิด (ณัฐธิดา กัลยาประสิทธิ์, 2564)

อย่างไรก็ตาม ในปัจจุบันยังพบปัญหาที่เป็นอุปสรรคต่อการพัฒนาความสามารถในการคิดเชิงคำนวณของนักเรียน กล่าวคือ นักเรียนไม่เห็นถึงความสำคัญของการคิดเชิงคำนวณ และขาดความต่อเนื่องในการเรียนรู้ เมื่อจบบทเรียนในหัวข้อนี้แล้วไม่มีการนำความรู้มาสานต่อหรือปรับใช้ในรายวิชาอื่นหรือในชีวิตประจำวัน โดยเมื่อพิจารณาตามองค์ประกอบทั้ง 4 ด้าน พบว่า ด้าน Decomposition นักเรียนขาดทักษะในการแยกย่อยปัญหาที่ซับซ้อนให้เป็นส่วนย่อยที่จัดการได้ง่ายขึ้น มักมองปัญหาแบบภาพรวมโดยไม่สามารถระบุองค์ประกอบย่อยและความสัมพันธ์ระหว่างส่วนต่างๆ ได้ ด้าน Pattern Recognition นักเรียนขาดความสามารถในการจดจำรูปแบบ ทำให้ไม่สามารถสังเกตเห็นโครงสร้างหรือแบบแผนที่เหมือนกันในปัญหาที่แตกต่างกัน ส่งผลให้การแก้ปัญหาเป็นไปอย่างไม่เป็นระบบ ด้าน Abstraction ซึ่งเป็นหัวใจสำคัญของการคิดเชิงคำนวณ นักเรียนไม่สามารถแยกแยะระหว่างรายละเอียดที่สำคัญกับไม่สำคัญ และไม่สามารถสร้างแบบจำลองที่เรียบง่ายและเข้าใจง่ายได้ ทำให้การแก้ปัญหาซับซ้อนเกินความจำเป็น และด้าน Algorithm Design นักเรียนมักไม่เข้าใจความสำคัญของการจัดลำดับขั้นตอนในการหาคำตอบ ขาดกระบวนการตัดสินใจที่

เป็นระบบ ทำให้ผลลัพธ์ที่ได้ขาดความแม่นยำและไม่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์อื่นได้ ความบกพร่องเหล่านี้ส่งผลให้นักเรียนไม่สามารถเชื่อมโยงความรู้ที่มีอยู่กับสถานการณ์ปัญหาใหม่ที่ต้องอาศัยการคิดเชิงระบบได้อย่างมีประสิทธิภาพ (ยุภารัตน์ พิซสิงห์, 2564)

จะเห็นได้ว่าการขาดความสามารถในการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนเป็นปัญหาที่มีความซับซ้อนและต้องการการแก้ไขอย่างเป็นระบบ โดยมีต้นตอมาจากการขาดความเข้าใจในหลักการพื้นฐานของการคิดเชิงคำนวณ การขาดทักษะการแยกย่อยปัญหา การไม่สามารถออกแบบขั้นตอนวิธีได้อย่างเป็นระบบ และการขาดความสามารถในการคิดเชิงนามธรรม การแก้ไขปัญหานี้จำเป็นต้องมีการพัฒนาหลักสูตรและวิธีการสอนที่เน้นการฝึกความสามารถในการคิดเชิงคำนวณตั้งแต่ระดับพื้นฐาน (นันทิชา พิงพวก, 2567) รวมถึงการสร้างสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกฝนการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของวทัญญู สารปริง (2567) ที่กล่าวว่า การส่งเสริมความสามารถในการคิดเชิงคำนวณในยุคปัจจุบันจำเป็นต้องอาศัยแนวทางการเรียนรู้ที่แตกต่างจากการเรียนการสอนแบบดั้งเดิม โดยควรเปลี่ยนจากการเรียนการสอนที่เน้นเนื้อหาไปสู่การเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เพื่อให้ผู้เรียนได้พัฒนาความสามารถในการคิดเชิงคำนวณอย่างแท้จริงและสามารถนำไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการเตรียมความพร้อมเข้าสู่โลกดิจิทัลที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว

จากแนวทางดังกล่าว ผู้วิจัยจึงเลือกใช้ ทฤษฎีการเรียนรู้ด้วยประสบการณ์ (Experiential Learning Theory) ของ Kolb (1984) เป็นกรอบแนวคิดหลักในการจัดการเรียนรู้ครั้งนี้ เนื่องจากเป็นทฤษฎีที่เน้นการเรียนรู้ผ่านการปฏิบัติจริง ซึ่งสอดคล้องโดยตรงกับลักษณะของการคิดเชิงคำนวณที่ต้องอาศัยการลงมือแก้ปัญหาเป็นขั้นตอนมากกว่าการท่องจำเนื้อหา ทฤษฎีนี้เชื่อว่าการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพเกิดขึ้นผ่านกระบวนการแบบวัฏจักร 4 ขั้นตอน ได้แก่ การมีประสบการณ์เป็นรูปธรรม (Concrete Experience) คือการมีประสบการณ์ตรงกับสถานการณ์หรือกิจกรรมใดกิจกรรมหนึ่งอย่างเต็มที่ การสังเกตและสะท้อนคิด (Reflective Observation) คือการถอยออกมาสังเกตและไตร่ตรองสิ่งที่เกิดขึ้น โดยวิเคราะห์สาเหตุ ผลกระทบ และความหมายของประสบการณ์นั้น การสร้างแนวคิดเชิงนามธรรม (Abstract Conceptualization) คือการนำข้อมูลและข้อสังเกตจากขั้นตอนก่อนหน้ามาสร้างเป็นแนวคิดหรือกฎเกณฑ์ทั่วไปที่อธิบายปรากฏการณ์ได้ด้วยการคิดเชิงตรรกะ วิเคราะห์ และสังเคราะห์ และการทดลองใช้อย่างเป็นรูปธรรม (Active Experimentation) คือการนำแนวคิดหรือทฤษฎีที่สร้างขึ้นไปทดสอบในสถานการณ์จริง เพื่อประเมินประสิทธิภาพและปรับปรุงต่อไป โดยวงจรนี้ไม่ใช่กระบวนการเชิงเส้นตรง แต่เป็นกระบวนการหมุนเวียนที่ทำให้ผู้เรียนพัฒนาความรู้และทักษะอย่างต่อเนื่อง (สุทธภา มาประกอบ, 2565) ทฤษฎีนี้จึงมีความสำคัญอย่างยิ่งในการศึกษาสมัยใหม่ เนื่องจากตอบสนองต่อความต้องการของสังคมที่ข้อมูลสามารถเข้าถึงได้ง่าย แต่ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ และประยุกต์ใช้ความรู้กลับมีคุณค่ามากกว่าการท่องจำข้อเท็จจริง โดยเน้นให้ผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้ด้วยตนเองผ่านการปฏิสัมพันธ์กับประสบการณ์ (Kolb, 1984)

เพื่อสนับสนุนให้กระบวนการเรียนรู้ตามวงจรของ Kolb เกิดขึ้นได้อย่างเป็นรูปธรรมและเข้าถึงง่าย ผู้วิจัยจึงเลือกใช้เทคโนโลยี Augmented Reality (AR) หรือความจริงเสริม เป็นสื่อประกอบการเรียนรู้ โดย AR เป็นเทคโนโลยีที่ผสมรวมข้อมูลดิจิทัลเข้ากับสภาพแวดล้อมจริง ผ่านอุปกรณ์ต่างๆ เช่น สมาร์ทโฟน แท็บเล็ต

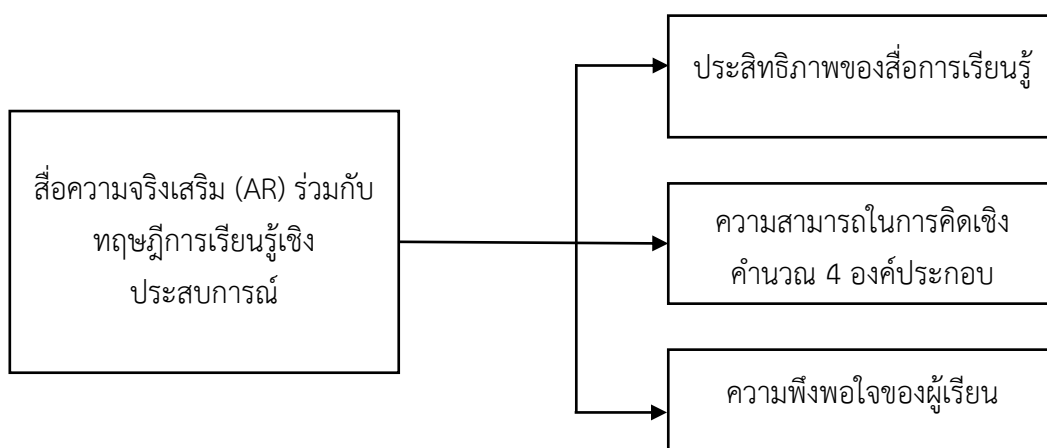
หรือแว่นตา AR เพื่อแสดงเนื้อหาดิจิทัลที่ซ้อนทับกับสิ่งแวดล้อมจริงในเวลาจริง (Azuma, 1997) ซึ่งมีลักษณะสำคัญ 3 ประการ คือ 1) การผสมผสานระหว่างโลกจริงและเสมือนจริง 2) การโต้ตอบแบบเรียลไทม์ และ 3) การจัดวางวัตถุในสามมิติ ก้องเกียรติ หิรัญเกิด (2568) อธิบายเพิ่มเติมว่า AR ช่วยเสริมสร้างประสบการณ์การเรียนรู้โดยนำเสนอข้อมูลเสริมที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อมจริง ทำให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาได้ดีขึ้นผ่านการมองเห็นและการโต้ตอบที่หลากหลาย สอดคล้องกับ Billingham & Duenser (2012) ที่ระบุว่า AR สามารถเชื่อมโยงระหว่างโลกแห่งความเป็นจริงและโลกดิจิทัลได้อย่างไร้รอยต่อ ก่อให้เกิดประสบการณ์การเรียนรู้ที่เป็นธรรมชาติและมีความหมาย นอกจากนี้ Dunleavy & Dede (2014) ยังสรุปลักษณะสำคัญของ AR ในทางการศึกษาไว้ 4 ประการ ได้แก่ ความสามารถในการแสดงข้อมูลเสริม (Information Overlay) ที่นำเสนอข้อมูลซับซ้อนในรูปแบบเข้าใจง่าย การโต้ตอบแบบหลายรูปแบบ (Multimodal Interaction) ที่ช่วยให้ผู้เรียนใช้ประสาทสัมผัสหลายด้าน ความสามารถในการปรับแต่ง (Customization) ตามความต้องการของผู้เรียนแต่ละคน และการเรียนรู้ตามบริบท (Contextual Learning) ที่ช่วยให้การเรียนรู้เกิดขึ้นในสถานการณ์ที่เหมาะสม

จากที่กล่าวมาข้างต้น การนำทฤษฎีการเรียนรู้ด้วยประสบการณ์ของ Kolb ซึ่งเน้นกระบวนการเรียนรู้ผ่านประสบการณ์จริง 4 ขั้นตอน มาบูรณาการร่วมกับเทคโนโลยี AR ที่มีศักยภาพสูงในการสนับสนุนทุกขั้นตอนของวงจรการเรียนรู้ดังกล่าว จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถมองเห็นอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ในรูปแบบสามมิติได้อย่างชัดเจนและละเอียดในทุกมุมมอง พร้อมทั้งมีเสียงประกอบที่ให้ข้อมูลเชิงลึกโดยไม่ต้องอ่านจากหนังสือ และสามารถเรียนรู้ผ่านโทรศัพท์มือถือได้ทุกที่ทุกเวลา แนวทางนี้จึงเป็นความพยายามที่จะแก้ไขปัญหาความสามารถในการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนที่กล่าวไว้ข้างต้น และมีศักยภาพในการพัฒนาความสามารถในการคิดเชิงคำนวณของผู้เรียนได้อย่างเป็นระบบ

วัตถุประสงค์การวิจัย

- 1) เพื่อออกแบบและพัฒนาสื่อการเรียนรู้ความจริงเสริม (AR) ร่วมกับทฤษฎีการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ ในรายวิชาวิทยาการคำนวณ เรื่องหลักการทำงานของระบบคอมพิวเตอร์ ม.2
- 2) เพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดเชิงคำนวณ ในรายวิชาวิทยาการคำนวณ เรื่องหลักการทำงานของระบบคอมพิวเตอร์ ม.2
- 3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้ต่อสื่อการเรียนรู้ความจริงเสริม (AR) ร่วมกับทฤษฎีการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ ในรายวิชาวิทยาการคำนวณ เรื่องหลักการทำงานของระบบคอมพิวเตอร์ ม.2

กรอบแนวคิดในการวิจัย



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

สมมติฐานการวิจัย

- 1) สื่อการเรียนรู้ความจริงเสริม (AR) ร่วมกับทักษะการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ ในรายวิชา วิทยาการคำนวณ เรื่องหลักการทำงานของระบบคอมพิวเตอร์ ม.2 ที่มีคุณภาพเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ ตามเกณฑ์ที่กำหนด
- 2) นักเรียนที่เรียนด้วยสื่อความจริงเสริมร่วมกับทักษะการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ จะมีความสามารถในการคิดเชิงคำนวณ ในรายวิชาวิทยาการคำนวณ เรื่องหลักการทำงานของระบบคอมพิวเตอร์ ม.2 เพิ่มขึ้น
- 3) นักเรียนที่เรียนมีความพึงพอใจต่อสื่อความจริงเสริมร่วมกับทักษะการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ อยู่ในระดับมากที่สุด

วิธีดำเนินการวิจัย

การพัฒนาสื่อความจริงเสริมร่วมกับทักษะการเรียนรู้เชิงประสบการณ์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีแบบแผนการทดลองแบบกลุ่มเดียวและมีการทดสอบก่อนเรียน-หลังเรียน (One group pre-test post-test design)

1) ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง / กลุ่มเป้าหมาย / กรณีศึกษา

1.1 ประชากร นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 129 คน โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ โครงการการศึกษาพหุภาษา ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา

1.2 กลุ่มตัวอย่าง นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 32 คน โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ โครงการการศึกษาพหุภาษา ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา โดยได้มาจากการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) มีวิธีการจับสลาก เนื่องจากโรงเรียนสาธิตแห่ง

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ โครงการการศึกษาพหุภาษา ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา ได้แบ่งห้องเรียน โดยการคณะนักเรียนเก่งและอ่อนกระจายกันทุกห้อง ผู้วิจัยจึงได้สุมห้องเรียนมา 1 ห้องเรียน เพื่อใช้เป็น ตัวอย่างในการวิจัย

2) ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรต้น สื่อการเรียนรู้ความจริงเสริม (AR) ร่วมกับทฤษฎีการเรียนรู้เชิงประสบการณ์

ตัวแปรตาม ความสามารถในการคิดเชิงคำนวณ และความพึงพอใจของผู้ใช้

3) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ทดลอง

1) แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้สื่อความจริงเสริมร่วมกับทฤษฎีการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดเชิงคำนวณ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นมีจำนวน 4 แผนการเรียนรู้ แผนละ 1 ชั่วโมง รวม 4 ชั่วโมง โดยมีขั้นตอนการสร้างและพัฒนา ดังนี้

1.1 ศึกษา สาระ มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด ทฤษฎีการเรียนรู้เชิงประสบการณ์

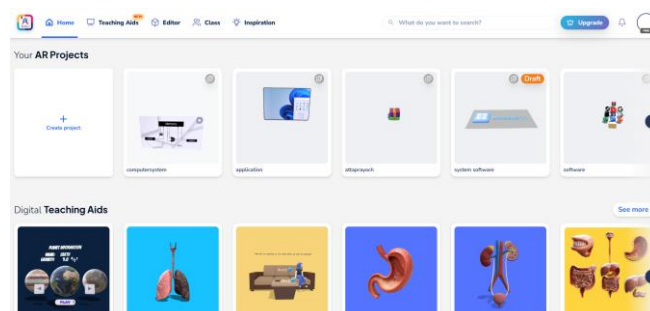
1.2 พัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 4 แผนการเรียนรู้ โดยออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับการใช้สื่อความจริงเสริมร่วมกับขั้นตอนของการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ทั้ง 4 ขั้น

1.3 นำแผนการจัดการเรียนรู้พร้อมแบบประเมินความสอดคล้องเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์การสอนทางด้านวิชาวิทยาการคำนวณอย่างน้อย 5 ปี และสำเร็จการศึกษาระดับปริญญาโท ขึ้นไปจำนวน 3 ท่าน เพื่อประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ พบว่า คุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นอยู่ในระดับดีมาก โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.79 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.42 มีคุณภาพในระดับดีมาก

2) สื่อความจริงเสริมร่วมกับทฤษฎีการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดเชิงคำนวณ ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น จากการวิเคราะห์แนวคิด ทฤษฎีที่นำมาใช้ในการพัฒนาสื่อนวัตกรรมการเรียนรู้ โดยมีรายละเอียดดังนี้

2.1 ศึกษา สาระ มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด ทฤษฎี

2.2 พัฒนาสื่อการเรียนรู้ความจริงเสริมด้วยเว็บไซต์ Asseblr Edu



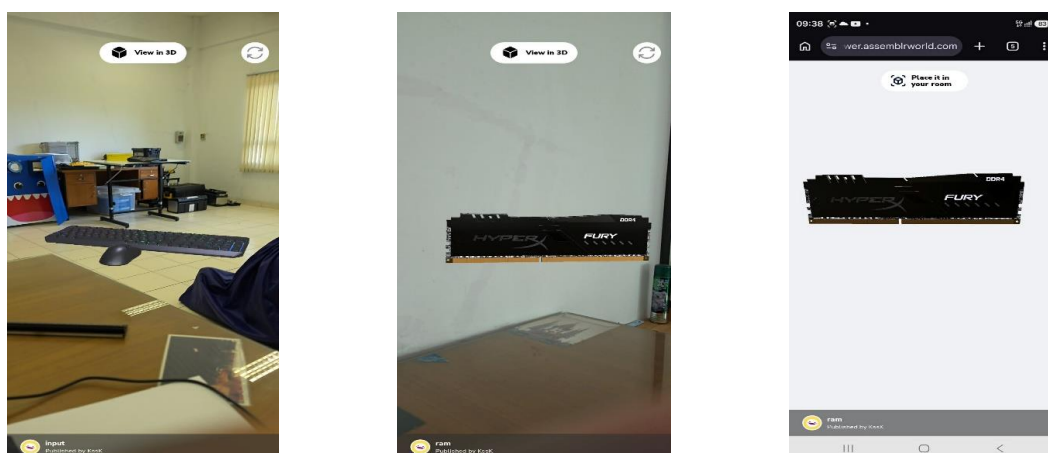
ภาพประกอบ 2 หน้าเว็บไซต์ Asseblr Edu

2.3 นำสื่อการเรียนรู้ เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์การสอนทางด้านการสร้างสื่อการเรียนรู้ในรายวิชาวิทยาการคำนวณอย่างน้อย 5 ปี และสำเร็จการศึกษาระดับปริญญาโทขึ้นไปจำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา เพื่อประเมินความเหมาะสมของสื่อการเรียนรู้ พบว่า คุณภาพของสื่อความจริงเสริมที่สร้างขึ้นอยู่ในระดับดีมาก โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.56 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ 0.78

2.4 นำสื่อการเรียนรู้ที่ผ่านการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนกลุ่มทดลอง (try out) ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 33 คน โดยนำ marker ไปติดตามจุดต่างๆ เพื่อให้ นักเรียนสแกนศึกษาข้อมูล ซึ่งผลการประเมินเฉลี่ยระหว่างเรียน (E1) และหลังเรียน (E2) มีค่าเท่ากับ 81.52/81.04



ภาพประกอบ 3 ตัวอย่าง marker



ภาพประกอบ 4 ตัวอย่างสื่อความจริงเสริม

เครื่องมือที่ใช้เก็บรวบรวมข้อมูล

1) แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดเชิงคำนวณที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เพื่อใช้ประเมินความสามารถในการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนที่เรียนผ่านสื่อการเรียนรู้ความจริงเสริม (AR) ร่วมกับทฤษฎีการเรียนรู้เชิงประสบการณ์โดยเป็นแบบทดสอบแบบอัตนัยจำนวน 4 ข้อ ที่เกี่ยวข้องกับการใช้ความรู้การทำงาน of ระบบคอมพิวเตอร์ มีเกณฑ์การให้คะแนนตามขั้นตอนการคิดเชิงคำนวณทั้ง 4 ด้าน เพื่อนำมาเป็นแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ซึ่งมีขั้นตอนในการสร้างและพัฒนา ดังนี้

1.1 ศึกษา สาระ มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด ทักษะการเรียนรู้เชิงประสบการณ์

1.2 กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนในแต่ละขั้นตอนของการคิดเชิงคำนวณ โดยปรับปรุงจากเกณฑ์การให้คะแนนแบบประเมินการคิดเชิงคำนวณของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2561) และสร้างแบบทดสอบ มีการกำหนดระดับความสามารถในการคิดเชิงคำนวณ ดังนี้

ช่วงคะแนน 13 – 16 หมายถึง นักเรียนมีความสามารถในการคิดเชิงคำนวณอยู่ในระดับดีมาก

ช่วงคะแนน 9 – 12 หมายถึง นักเรียนมีความสามารถในการคิดเชิงคำนวณอยู่ในระดับดี

ช่วงคะแนน 5 – 8 หมายถึง นักเรียนมีความสามารถในการคิดเชิงคำนวณอยู่ในระดับพอใช้

ช่วงคะแนน 1 – 4 หมายถึง นักเรียนมีความสามารถในการคิดเชิงคำนวณอยู่ในระดับปรับปรุง

1.3 นำแบบทดสอบ เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์การสอนทางด้านวิชาวิทยาการคำนวณอย่างน้อย 5 ปี และสำเร็จการศึกษาระดับปริญญาโทขึ้นไปจำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา เพื่อพิจารณาค่าดัชนีความสอดคล้องของเครื่องมือกับวัตถุประสงค์ (IOC) และปรับปรุงตามคำแนะนำ โดยมีค่าดัชนีความสอดคล้องของเครื่องมือกับวัตถุประสงค์อยู่ที่ 0.96

2) แบบสอบถามความพึงพอใจที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เพื่อใช้ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนต่อการเรียนรู้ผ่านสื่อความจริงเสริมร่วมกับทักษะการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดเชิงคำนวณ มีขั้นตอนการสร้างและพัฒนาดังนี้

2.1 ศึกษา สาระ มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด ทักษะการเรียนรู้เชิงประสบการณ์

2.2 สร้างแบบสอบถามความพึงพอใจกำหนดแบบสอบถามความพึงพอใจเป็นแบบมาตราส่วนประเมินค่า 5 ระดับ ดังนี้

ค่าระดับ 5	หมายถึง	มีความพึงพอใจระดับมากที่สุด
ค่าระดับ 4	หมายถึง	มีความพึงพอใจระดับมาก
ค่าระดับ 3	หมายถึง	มีความพึงพอใจระดับปานกลาง
ค่าระดับ 2	หมายถึง	มีความพึงพอใจระดับน้อย
ค่าระดับ 1	หมายถึง	มีความพึงพอใจระดับน้อยที่สุด

2.3 นำแบบสอบถามความพึงพอใจเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์การสอนทางด้านวิชาวิทยาการคำนวณอย่างน้อย 5 ปี และสำเร็จการศึกษาระดับปริญญาโทขึ้นไปจำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา เพื่อพิจารณาค่าดัชนีความสอดคล้องของเครื่องมือกับวัตถุประสงค์ (IOC) และปรับปรุงตามคำแนะนำ โดยมีค่าดัชนีความสอดคล้องของเครื่องมือกับวัตถุประสงค์อยู่ที่ 0.98

4) วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาสื่อความจริงเสริมร่วมกับทฤษฎีการเรียนรู้เชิงประสบการณ์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2568 โดยมีขั้นตอนดังนี้

4.1 ผู้วิจัยได้ชี้แจงวัตถุประสงค์และขั้นตอนการเรียนรู้ให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างเข้าใจถึงรูปแบบการเรียนการสอนที่จะใช้ตลอดการทดลอง ซึ่งเป็นการจัดการเรียนรู้โดยใช้สื่อความจริงเสริม (Augmented Reality) ร่วมกับทฤษฎีการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ของ Kolb (1984) นอกจากนี้ ผู้วิจัยได้แนะนำวิธีการใช้งานแอปพลิเคชันความจริงเสริมบนอุปกรณ์โทรศัพท์มือถือและแท็บเล็ต

4.2 ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดสอบก่อนเรียนโดยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดเชิงคำนวณ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นและผ่านการตรวจสอบคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญแล้ว แบบทดสอบดังกล่าวครอบคลุมทักษะการคิดเชิงคำนวณทั้ง 4 องค์ประกอบ ได้แก่ การแตกปัญหา (Decomposition) การจดจำรูปแบบ (Pattern Recognition) การคิดแบบนามธรรม (Abstraction) และการออกแบบอัลกอริทึม (Algorithmic Thinking) การทดสอบครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวัดระดับความสามารถพื้นฐานของนักเรียนก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ ซึ่งข้อมูลที่ได้จะนำไปใช้เปรียบเทียบกับผลการทดสอบหลังเรียน เพื่อวิเคราะห์พัฒนาการของนักเรียนภายหลังสิ้นสุดการทดลอง

4.3 ผู้วิจัยชี้แจงวัตถุประสงค์ รูปแบบกิจกรรมตามแนวคิดของ Kolb และข้อตกลงในการใช้สื่อความจริงเสริมอย่างปลอดภัย เพื่อเตรียมความพร้อมให้นักเรียนเข้าร่วมการทดลองได้อย่างมีประสิทธิภาพ

4.4 ผู้วิจัยจัดกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านสื่อความจริงเสริมตามวัฏจักรการเรียนรู้ของ Kolb ทั้ง 4 ขั้นตอน (Concrete Experience, Reflective Observation, Abstract Conceptualization และ Active Experimentation) ซึ่งออกแบบมาเพื่อพัฒนาทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนครบทั้ง 4 องค์ประกอบ

4.5 ในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้เก็บข้อมูลจากใบงานที่นักเรียนปฏิบัติในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ เพื่อนำมาคำนวณหาประสิทธิภาพกระบวนการ (E_1) ของสื่อที่พัฒนาขึ้น โดยคำนวณจากคะแนนเฉลี่ยของใบงานทั้งหมดเทียบกับคะแนนเต็ม ตามเกณฑ์ประสิทธิภาพที่ผู้วิจัยกำหนดไว้ที่ 80/80

4.6 เมื่อสิ้นสุดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ครบทุกหน่วย ผู้วิจัยดำเนินการทดสอบหลังเรียน (Post-test) โดยใช้แบบทดสอบฉบับเดียวกันกับการทดสอบก่อนเรียน เพื่อวัดความสามารถในการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนภายหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ จากนั้นนำคะแนนที่ได้มาคำนวณหาประสิทธิภาพผลลัพธ์ (E_2) โดยคำนวณจากคะแนนเฉลี่ยของการทดสอบหลังเรียนเทียบกับคะแนนเต็ม เพื่อตรวจสอบว่าสื่อที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้หรือไม่

4.7 ภายหลังการทดสอบหลังเรียน ผู้วิจัยให้นักเรียนประเมินความพึงพอใจที่มีต่อการเรียนรู้โดยใช้สื่อความจริงเสริมร่วมกับทฤษฎีการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ ผ่านแบบสอบถามวัดความพึงพอใจที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นและผ่านการตรวจสอบคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญแล้ว แบบสอบถามดังกล่าวเป็นมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับตามแบบของ Likert ครอบคลุมด้านเนื้อหา ด้านการออกแบบสื่อ และด้านประโยชน์ที่ได้รับ

4.8 เมื่อเก็บรวบรวมข้อมูลครบถ้วนทุกขั้นตอนแล้ว ผู้วิจัยนำข้อมูลทั้งหมดมาวิเคราะห์ทางสถิติ ได้แก่ การหาค่าประสิทธิภาพของสื่อตามเกณฑ์ E_1/E_2 การเปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน ด้วยการทดสอบค่าที (t-test) แบบ Dependent Samples และการวิเคราะห์ระดับความพึงพอใจของนักเรียนด้วยการหาค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) เพื่อสรุปผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้

5) การวิเคราะห์ข้อมูล

1) วิเคราะห์ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของสื่อความจริงเสริมร่วมกับทักษะการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดเชิงคำนวณของนักเรียน จากการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ และหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2556)

2) วิเคราะห์ผลการศึกษาความสามารถในการคิดเชิงคำนวณก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการทดสอบค่าที (Paired sample t-test)

3) การวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยสื่อความจริงเสริมร่วมกับทักษะการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ โดยการนำค่าความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างจำนวน 32 คน มาคำนวณหาค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation)

สรุปผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการพัฒนาสื่อความจริงเสริมร่วมกับทักษะการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดเชิงคำนวณ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2568 โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ โครงการการศึกษาพหุภาษา ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา ในการวิเคราะห์ผลข้อมูลการวิจัย ผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิเคราะห์เป็น 3 ตอน ได้แก่

ตอนที่ 1 ผลการพัฒนาสื่อการเรียนรู้ความจริงเสริม ร่วมกับทักษะการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ ในรายวิชาวิทยาการคำนวณ เรื่องหลักการทำงานของระบบคอมพิวเตอร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

1) ผลการประเมินคุณภาพสื่อการเรียนรู้ความจริงเสริม (AR) ร่วมกับทักษะการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ ในรายวิชาวิทยาการคำนวณ เรื่องหลักการทำงานของระบบคอมพิวเตอร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยผู้เชี่ยวชาญ ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 1 ผลการประเมินคุณภาพสื่อการเรียนรู้ความจริงเสริม

ประเด็นการพิจารณา	$\bar{x}$	S.D.	แปลผล
ด้านการออกแบบเพื่อการเรียนรู้	4.60	0.74	ดีมาก
ด้านการส่งเสริมการมีปฏิสัมพันธ์	4.42	1.00	ดี
ด้านการออกแบบประสบการณ์ผู้ใช้	4.78	0.67	ดีมาก
ด้านองค์ประกอบมีสื่อที่เกี่ยวข้อง	4.56	0.70	ดีมาก
รวม	4.59	0.78	ดีมาก

จากตารางที่ 1 ผลการประเมินคุณภาพสื่อการเรียนรู้ความจริงเสริม (AR) ร่วมกับทฤษฎีการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ ในรายวิชาวิทยาการคำนวณ เรื่องหลักการทำงานของระบบคอมพิวเตอร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่า คุณภาพของสื่อความจริงเสริมที่สร้างขึ้นอยู่ในระดับดีมาก โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.56 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ 0.78

2) ผลการหาประสิทธิภาพแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้สื่อการเรียนรู้ความจริงเสริม (AR) ร่วมกับทฤษฎีการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ ในรายวิชาวิทยาการคำนวณ เรื่องหลักการทำงานของระบบคอมพิวเตอร์ ม.2 โดยผู้เชี่ยวชาญ ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 2 ผลการประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้

ประเด็นการพิจารณา	$\bar{x}$	S.D.	แปลผล
ด้านองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้	5.00	0.00	ดีมาก
ด้านมาตรฐานและตัวชี้วัด	5.00	0.00	ดีมาก
ด้านสาระการเรียนรู้	4.67	0.58	ดีมาก
ด้านกิจกรรมการเรียนรู้	4.53	0.56	ดีมาก
รวม	4.79	0.42	ดีมาก

จากตารางที่ 2 ผลการประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้สื่อการเรียนรู้ความจริงเสริม (AR) ร่วมกับทฤษฎีการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ ในรายวิชาวิทยาการคำนวณ เรื่องหลักการทำงานของระบบคอมพิวเตอร์ ม.2 พบว่า คุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นอยู่ในระดับดีมาก โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.79 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.42 มีคุณภาพในระดับดีมาก

3) ผลการหาประสิทธิภาพสื่อการเรียนรู้ความจริงเสริม (AR) ร่วมกับทฤษฎีการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ ในรายวิชาวิทยาการคำนวณ เรื่องหลักการทำงานของระบบคอมพิวเตอร์ ม.2 โดยนำกิจกรรมการเรียนรู้ไปทดลองกับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 33 คน หาประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 3 ผลการหาประสิทธิภาพสื่อการเรียนรู้แบบภาคสนาม (Try out)

	N	E1	E2	E1/E2
กลุ่มภาคสนาม	33	81.52	81.04	81.52/81.04

จากตารางที่ 3 พบว่า ผลการหาประสิทธิภาพประสิทธิภาพสื่อการเรียนรู้ความจริงเสริม (AR) ร่วมกับทฤษฎีการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ ในรายวิชาวิทยาการคำนวณ เรื่องหลักการทำงานของระบบคอมพิวเตอร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จากกลุ่มทดลองภาคสนาม จำนวน 33 คน มีผลการประเมินเฉลี่ยระหว่างเรียน (E1) และหลังเรียน (E2) มีค่าเท่ากับ 81.52/81.04 มีผลตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 80/80 แสดงว่าประสิทธิภาพสื่อการเรียนรู้ความจริงเสริมมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ สามารถนำไปใช้ในการทดลองได้

ตารางที่ 4 ผลการหาประสิทธิภาพสื่อการเรียนรู้ใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่าง

	N	E1	E2	E1/E2
กลุ่มภาคสนาม	32	82.19	83.84	82.19/83.84

จากตารางที่ 4 พบว่า ผลการหาประสิทธิภาพประสิทธิภาพสื่อการเรียนรู้ความจริงเสริม (AR) ร่วมกับทฤษฎีการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ ในรายวิชาการคำนวณ เรื่องหลักการทำงานของระบบคอมพิวเตอร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จากกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 32 คน มีผลการประเมินเฉลี่ยระหว่างเรียน (E1) และหลังเรียน (E2) มีค่าเท่ากับ 82.19/83.84 มีผลตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 80/80 แสดงว่าประสิทธิภาพสื่อการเรียนรู้ความจริงเสริมมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

ตอนที่ 2 ผลการพัฒนาความสามารถในการคิดเชิงคำนวณ ในรายวิชาการคำนวณ เรื่องหลักการทำงานของระบบคอมพิวเตอร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ โครงการการศึกษาพหุภาษา ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา จำนวน 32 คน เป็นการประเมินจากการทำแบบทดสอบการคิดเชิงคำนวณก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยสื่อการเรียนรู้ความจริงเสริม ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการคิดเชิงคำนวณ

การทดสอบ	จำนวน	คะแนนเต็ม	$\bar{x}$	S. D.	t	Sig
ก่อนเรียน	32	35	4.34	2.07	38.25	.000
หลังเรียน	32	35	29.34	3.26		

จากตารางที่ 5 พบว่า ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการคิดเชิงคำนวณก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยสื่อการเรียนรู้ความจริงเสริม (AR) ร่วมกับทฤษฎีการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ เรื่องหลักการทำงานของระบบคอมพิวเตอร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 คะแนนก่อนเรียนมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.34 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.07 คะแนนหลังเรียนมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 29.34 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 3.26 และเมื่อเปรียบเทียบคะแนนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่า คะแนนสอบหลังเรียนของนักเรียนสูงกว่าคะแนนสอบก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตอนที่ 3 ผลการศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้สื่อการเรียนรู้ความจริงเสริม (AR) ร่วมกับทฤษฎีการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ ในรายวิชาการคำนวณ เรื่องหลักการทำงานของระบบคอมพิวเตอร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ผลการประเมินความพึงพอใจ

ประเด็นการพิจารณา	$\bar{x}$	S.D.	แปลผล
ด้านเนื้อหาและการเรียนรู้	4.50	0.66	มากที่สุด
ด้านการออกแบบและความน่าสนใจ	4.79	0.41	มากที่สุด

ประเด็นการพิจารณา	$\bar{x}$	S.D.	แปลผล
ด้านการใช้งานและความสะดวก	4.51	0.62	มากที่สุด
ด้านการพัฒนาความสามารถในการคิดเชิงคำนวณ	4.28	0.73	มาก
รวม	4.52	0.61	มากที่สุด

จากตารางที่ 6 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนหลังจากใช้สื่อการเรียนรู้ความจริงเสริม (AR) ร่วมกับทฤษฎีการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ ในรายวิชาการศึกษาคำนวณ เรื่องหลักการทำงานของระบบคอมพิวเตอร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ทั้ง 4 ด้าน พบว่า มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.52 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.61 ความพึงพอใจโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด

อภิปรายผล

1) การพัฒนาสื่อความจริงเสริมร่วมกับทฤษฎีการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดเชิงคำนวณ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ได้ผ่านการประเมินคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญ อยู่ในระดับดีมาก และผ่านการหาประสิทธิภาพ E1/E2 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 82.19/83.84 โดยเริ่มจากการให้นักเรียนสแกนจาก marker องค์ประกอบของระบบคอมพิวเตอร์ จากนั้นจะแสดงข้อมูล เช่น RAM จะมีภาพสามมิติให้นักเรียนได้หมุนดูลักษณะภายนอกและมีเสียงอธิบายความหมาย และหน้าที่ของแรมเนื่องจากผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิด ทฤษฎีเกี่ยวกับพัฒนาสื่อความจริงเสริม (AR) ศึกษาแนวคิด ทฤษฎีเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ หลักสูตรแกนกลาง และเอกสารอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยในครั้งนี้ ซึ่งสอดคล้องกับ Erif Ahdhianto (2568) ที่ได้ศึกษาเรื่อง เทคโนโลยี AR ในการเรียนรู้เชิงประสบการณ์วัฒนธรรม โดย งานวิจัยนี้ศึกษาการใช้ เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (Augmented Reality หรือ AR) เพื่อยกระดับ การเรียนรู้จากประสบการณ์ ในการสอนวิชาวัฒนธรรมศึกษา ซึ่งช่วยเป็นแนวทางการศึกษาที่เน้นให้ผู้เรียนได้รับความรู้และทักษะผ่าน การลงมือทำจริงและการสะท้อนคิด ช่วยให้ผู้เรียนวิเคราะห์สิ่งที่เกิดขึ้นและสร้างความเข้าใจใหม่ด้วยตนเอง

2) ความสามารถในการคิดเชิงคำนวณ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องหลักการทำงานของระบบคอมพิวเตอร์ ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้สื่อความจริงเสริมร่วมกับทฤษฎีการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน เนื่องจาก การเรียนรู้ผ่านสื่อความจริงเสริมช่วยแสดงภาพจำลองการทำงานของระบบคอมพิวเตอร์แบบสามมิติ ทำให้นักเรียนสามารถมองเห็นกระบวนการทำงานที่เป็นนามธรรมได้อย่างเป็นรูปธรรม ส่งผลให้นักเรียนเข้าใจโครงสร้างและตรรกะของระบบได้ลึกซึ้งยิ่งขึ้น ซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญของการคิดเชิงคำนวณ เมื่อรวมกับ ทฤษฎีการเรียนรู้เชิงประสบการณ์กระตุ้นให้ผู้เรียนผ่านวงจรการเรียนรู้ครบทั้ง 4 ขั้นตอน ได้แก่ ประสบการณ์รูปธรรมที่ให้ผู้เรียนได้สัมผัสสื่อ AR โดยตรงมองเห็นอุปกรณ์ในรูปแบบ 3 มิติ ได้อย่างชัดเจนช่วยพัฒนาความสามารถในการพิจารณารูปแบบโดยการมองเป็นรูปแบบของอุปกรณ์ภายในเครื่องคอมพิวเตอร์ การสะท้อนคิดที่ผู้เรียนวิเคราะห์สิ่งที่ได้พบเห็นการสรุปเป็นแนวคิดช่วยให้ผู้เรียนสร้างความเข้าใจเชิงหลักการ เกิดการทดลองปฏิบัติเกิดกระบวนการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้แก้ปัญหา และ

พัฒนาความสามารถในการคิดเชิงนามธรรม และการออกแบบอัลกอริทึม การจัดการเรียนรู้ในรูปแบบนี้ทำให้นักเรียนมีบทบาทเป็นผู้เรียนที่กระตือรือร้น ไม่ใช่เพียงผู้รับข้อมูล ส่งผลให้นักเรียนฝึกทักษะการแยกแยะปัญหา การคิดเป็นขั้นตอน และการหาแนวทางแก้ไขอย่างเป็นระบบ ความแปลกใหม่และความน่าสนใจของสื่อ AR กระตุ้นให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียน ส่งผลทางอ้อมต่อความตั้งใจในการฝึกทักษะการคิดเชิงคำนวณอย่างต่อเนื่อง ซึ่งสอดคล้องกับที่ อนันต์ญา กิจเรืองศรี (2568) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาสื่อการเรียนรู้ความจริงเสริม ตามทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณ เรื่อง การเขียนโปรแกรมโดยใช้เหตุผลเชิงตรรกะ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 พบว่าความสามารถในการคิดเชิงคำนวณของผู้เรียนหลังจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้สื่อความจริงเสริม โดยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน คะแนนร้อยละของระดับพัฒนาการของกลุ่มเป้าหมายเท่ากับ ร้อยละ 82.24 แสดงว่ากลุ่มเป้าหมาย มีพัฒนาการหลังเรียนอยู่ในระดับสูงมาก โดยมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เนื่องจากสื่อ AR ที่มีเนื้อหาในรูปแบบ 3 มิติ มีเสียงคำบรรยาย และภาพเคลื่อนไหว สามารถสร้างความเข้าใจในเนื้อหาที่ชัดเจน เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง กระตุ้นการมีส่วนร่วมของผู้เรียน ฝึกกระบวนการคิดอย่างมีระบบ ทำให้เกิดผลลัพธ์ที่ดีต่อการคิดเชิงคำนวณ

3) ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีต่อสื่อความจริงเสริมร่วมกับทฤษฎีการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดเชิงคำนวณ ในภาพรวมนักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด เมื่อพิจารณาความพึงพอใจของผู้เรียนเป็นรายด้านโดยเรียงลำดับจากมากที่สุดไปน้อยที่สุด พบว่า ด้านที่มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดคือด้านการออกแบบและความน่าสนใจอยู่ในระดับมากที่สุด รองลงมาคือ ด้านการใช้งานและความสะดวก ต่อมาคือด้านเนื้อหาและการเรียนรู้ และด้านการพัฒนาความสามารถในการคิดเชิงคำนวณ ตามลำดับ เนื่องจาก สื่อความจริงเสริม (Augmented Reality) เป็นสื่อการเรียนรู้ที่น่าสนใจในการยกระดับประสบการณ์การเรียนรู้ให้มีความน่าสนใจมากยิ่งขึ้น เมื่อนำสื่อความจริงเสริมมาผสมกับทฤษฎีการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ ซึ่งเน้นการเรียนรู้ผ่านการลงมือปฏิบัติ การสะท้อนคิด การสร้างความเข้าใจเชิงแนวคิด และการนำไปประยุกต์ใช้ จึงเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้สัมผัสกับเนื้อหาที่เป็นนามธรรมในรูปแบบที่จับต้องได้และเข้าใจง่ายขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับธรรมชาติการเรียนรู้ของนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ต้องการสิ่งกระตุ้นและบริบทการเรียนรู้ที่หลากหลาย โดยสอดคล้องกับงานวิจัยของ เบญญา พัฒนาพิภพ (2565) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาสื่อการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมกระบวนการคิดเชิงสร้างสรรค์ในการสร้างสื่อยุคดิจิทัลร่วมกับเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (AR) พบว่า ในด้านการออกแบบ มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.34 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ 0.54 ความพึงพอใจอยู่ในระดับดี โดย AR สามารถนำเสนอเนื้อหา ให้เข้าใจกระบวนการคิดสร้างสรรค์ได้ง่ายขึ้น สามารถนำความรู้ไปปฏิบัติงานได้จริงเนื่องจากช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจ และเห็นภาพมากขึ้น อีกทั้งยังสามารถดึงดูดความสนใจจากผู้เรียนให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมกับการเรียนรู้มากขึ้น

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้

1) ผู้สอนควรตรวจสอบความพร้อมของอุปกรณ์และระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตให้มีเสถียรภาพก่อนการสอนทุกครั้ง เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดกิจกรรมการเรียนรู้ต้องหยุดชะงักระหว่างดำเนินการ นอกจากนี้เนื่องจากการเรียนด้วยสื่อความเป็นจริงเสริม (AR) เปิดโอกาสให้ผู้เรียนสามารถเคลื่อนที่ไปศึกษาเนื้อหาผ่านการสแกน Marker ในจุดต่าง ๆ ผู้สอนจึงควรวางแผนจัดวางตำแหน่ง Marker และเส้นทางการเคลื่อนที่ของผู้เรียนอย่างรอบคอบ รวมถึงจัดสภาพแวดล้อมทางกายภาพในห้องเรียนให้มีพื้นที่โล่งโปร่ง มีแสงสว่างเพียงพอ และควรกำหนดข้อตกลงร่วมกันในการใช้พื้นที่เพื่อความปลอดภัยของผู้เรียนทุกคน ในขณะเดียวกัน ผู้สอนควรจัดเตรียมคู่มือหรือชี้แจงขั้นตอนการใช้งานสื่อให้ชัดเจนตั้งแต่ก่อนเริ่มกิจกรรม ทั้งนี้เพื่อสร้างความเท่าเทียมในการเข้าถึงเทคโนโลยีแก่ผู้เรียนทุกคน โดยไม่คำนึงถึงความแตกต่างด้านทักษะพื้นฐานที่ผู้เรียนแต่ละคนมีมาก่อน

2) ผู้สอนควรกำกับดูแลการใช้เทคโนโลยีของผู้เรียนอย่างใกล้ชิดตลอดกิจกรรม เพื่อป้องกันมิให้ผู้เรียนใช้งานอุปกรณ์เบี่ยงเบนออกนอกกรอบของกิจกรรมที่กำหนดไว้ อีกทั้งในขั้นตอนของการสังเกตอย่างไตร่ตรองและการสร้างแนวคิดเชิงนามธรรม ผู้สอนควรมีบทบาทสำคัญในการกระตุ้นให้ผู้เรียนรู้จักวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้รับอย่างมีวิจารณญาณ โดยเชื่อมโยงสิ่งที่วิเคราะห์เข้ากับประสบการณ์ตรงที่ได้จากการสแกนสื่อ AR เพื่อให้เกิดกระบวนการคิดที่ลึกซึ้งและมีความหมายต่อผู้เรียนมากยิ่งขึ้น

3) ผู้สอนควรจัดเตรียมแหล่งอ้างอิงทางวิชาการที่น่าเชื่อถือไว้ประกอบการเรียนรู้ เช่น ตำราเรียน วิทยารณาคำนวณ บทความวิชาการ หรือเอกสารของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) เพื่อให้ผู้เรียนสามารถนำไปใช้ตรวจสอบความสอดคล้องและความถูกต้องของเนื้อหาที่ตนเองสรุปได้ด้วยตนเองอีกครั้งหนึ่ง อันจะช่วยส่งเสริมทักษะการตรวจสอบความถูกต้องทางวิชาการด้วยตนเองของผู้เรียนในระยะยาว

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไป

1) ควรนำสื่อความจริงเสริมร่วมกับทฤษฎีการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ไปบูรณาการกับบทเรียนอื่น ๆ ในรายวิชาการการคำนวณให้กว้างขวางยิ่งขึ้น ไม่ว่าจะเป็นหัวข้อการออกแบบและเทคโนโลยี เทคโนโลยี การสื่อสาร ระบบปัญญาประดิษฐ์ หรือการวิเคราะห์และจัดการข้อมูล เพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกประยุกต์ใช้ทักษะการคิดเชิงคำนวณในบริบทที่หลากหลาย จนกลายเป็นทักษะที่สามารถนำไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริงได้อย่างเป็นระบบ มิใช่เพียงเนื้อหาที่ถูกจำกัดอยู่ในบทเรียนใดบทเรียนหนึ่งเท่านั้น

2) ควรนำสื่อความจริงเสริมไปใช้ร่วมกับทฤษฎีและแนวคิดการเรียนรู้อื่น ๆ นอกเหนือจากทฤษฎีการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ของ Kolb เช่น ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง ของ Piaget แนวคิดการเรียนรู้แบบร่วมมือ หรือแนวคิดการเรียนรู้แบบเกม เพื่อขยายรูปแบบการจัดการเรียนการสอนให้มีความหลากหลายและยืดหยุ่นมากยิ่งขึ้น อันจะช่วยให้ผู้สอนสามารถออกแบบกิจกรรมที่ตอบสนองความต้องการของผู้เรียนที่มีรูปแบบการเรียนรู้แตกต่างกันได้อย่างครอบคลุม

3) ควรพิจารณานำสื่อความจริงเสริมในรูปแบบอื่น ๆ มาใช้เพิ่มเติม เพื่อกระตุ้นแรงจูงใจและการมีส่วนร่วมของผู้เรียน อาทิ Marker-based AR ที่เชื่อมโยงสื่อกายภาพกับประสบการณ์ดิจิทัลผ่านการสแกน

ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ตอบกับเนื้อหาพร้อมกันเป็นกลุ่มพร้อมกัน และ Wearable AR ในรูปแบบแว่นตาที่มอบประสบการณ์การเรียนรู้แบบดื่มด่ำอย่างเต็มรูปแบบ ซึ่งรูปแบบ AR ที่หลากหลายเหล่านี้จะช่วยสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ที่น่าสนใจและกระตุ้นความอยากรู้อยากเห็นของผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เอกสารอ้างอิง

- ก้องเกียรติ หิรัญเกิด. (2568). การจัดกิจกรรมพัฒนาทักษะการคิดด้วยสื่อเทคโนโลยีความจริงเสริมของนักศึกษาระดับอุดมศึกษา. *วารสารวิชาการวิทยาลัยสันตพล*, 11(2), 203–209. <https://so05.tci-thaijo.org/index.php/scaj/article/view/281460>
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2556). การทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอน. *วารสารศิลปการศึกษาศาสตร์วิจัย*, 5(1), 7-20. <https://so05.tci-thaijo.org/index.php/suedureasearchjournal/article/view/28419>
- ณัฐธิดา กลยาประสิทธิ์. (2564). การพัฒนาการคิดเชิงคำนวณโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่องโมเมนตัมและการชน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารการศึกษา, มหาวิทยาลัยนเรศวร]. <http://nuir.lib.nu.ac.th/dspace/handle/123456789/4066>
- นันทิชา พึ่งพวง. (2567). การพัฒนาแนวคิดเชิงคำนวณด้วยการจัดการเรียนรู้โดยปัญหาเป็นฐานในรายวิชาวิทยาการคำนวณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. *วารสาร มจร อุบลราชธานี*, 9(1), 1175-1186. <https://so06.tci-thaijo.org/index.php/mcjou/article/view/272813>
- เบญญา พัฒนาพิภพ. (2565). การพัฒนาสื่อการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมกระบวนการคิดเชิงสร้างสรรค์ในการสร้างสื่อยุคดิจิทัลร่วมกับเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (AR). *Silpakorn University e-Journal*, 42(1), 15-30. <https://doi.org/10.14456/sujthai.2022.2>
- ยุภารัตน์ พิษสิงห์. (2564). การพัฒนาความสามารถในการคิดเชิงคำนวณโดยใช้การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับเครือข่ายสังคมออนไลน์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารการศึกษา, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม]. https://khoon.msu.ac.th/_dir/fulltext/2022/06/Yuparat_Puechsing64.pdf
- วทัญญู สารปรัง. (2567). การศึกษาความต้องการพัฒนาความสามารถในการคิดเชิงคำนวณในรายวิชาวิทยาการคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น. *วารสารมนุษยศาสตร์ สังคมศาสตร์และนวัตกรรม มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์*, 3(1), 52-67. https://doi.nrct.go.th/admin/doc/doc_648227.pdf
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ. (2561, 24 พฤษภาคม). *คู่มือการใช้หลักสูตรเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง*

- พ.ศ.2560) ระดับประถมศึกษา และมัธยมศึกษา. <https://www.scimath.org/ebook-technology/item/8376-2560-2551>
- สุทธาภา มาประกอบ. (2565). การจัดการเรียนรู้เชิงประสบการณ์เพื่อพัฒนาสมรรถนะผู้ประกอบการดิจิทัล โดยทุนทางวัฒนธรรมเมืองลับแลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย [วิทยานิพนธ์ปริญญา มหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยนเรศวร].
<https://nuir.lib.nu.ac.th/dspace/bitstream/123456789/5653/3/SutapaMapragorp.pdf>
- อนันต์ญา กิจเรืองศรี. (2568). การพัฒนาสื่อการเรียนรู้ความจริงเสริมตามทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงคำนวณ เรื่อง การเขียนโปรแกรมโดยใช้เหตุผลเชิงตรรกะ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. วารสารเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 8(27), 19-30. <https://so02.tci-thaijo.org/index.php/etcedumsujournal/article/view/279243/186370>
- Ahdhianto, E. (2025). Augmented reality as a game changer in experiential learning: Exploring its role cultural education for elementary schools. *Journal of Pedagogical Research*, 9(1), 296-313. <https://doi.org/10.33902/JPR.202533573>
- Azuma, R. T. (1997). A survey of augmented reality. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 6(4), 355-385.
- Bers, M., Strawhacker, A., & Sullivan, A. (2022). *The state of the field of computational thinking in early childhood education* (OECD Education Working Papers, No. 274). OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/3354387a-en>
- Billinghurst, M., & Duenser, A. (2012). Augmented reality in the classroom. *Computer*, 45, 56-63. <https://doi.org/10.1109/MC.2012.111>
- Dunleavy, M., & Dede, C. (2014). Augmented reality teaching and learning. In *Handbook of research on educational communications and technology* (pp. 735-745). Springer.
- Kolb, D. (1984). *Experiential learning: Experience as the source of learning and development*. Prentice-Hall.
- Molenda, M. (2003). In search of the elusive ADDIE model. *Performance Improvement*, 42(5), 34-36. <https://doi.org/10.1002/pfi.4930420508>
- Wing, J. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49, 33-35. <https://doi.org/10.1145/1118178.1118215>