



ระบบการเรียนการสอนบนเว็บไซต์ความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี
Web-Based Basic Mathematics Learning Management System
for Undergraduate Students

อนันตนิจ ชุมศรี¹ อารีรัตน์ ว่องกัก^{2*} อมรรัตน์ อังอังฉะริยะ³ และ สุริยัน เขตบรรจง⁴
Anantanit Chumsri¹ Areerat Vongkok^{2*} Amornrat Aungaudchariya³ and Suriyun Khatbanjong⁴

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาระบบการเรียนการสอนบนเว็บไซต์ความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยระบบการเรียนการสอนบนเว็บไซต์ และ 3) ศึกษาความพึงพอใจในการจัดการเรียนการสอนด้วยระบบการเรียนการสอนบนเว็บไซต์ความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ ตัวอย่าง คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี รายวิชาแคลคูลัส 1 มหาวิทยาลัยแห่งหนึ่ง จำนวน 30 คน โดยการเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบสอบถามความพึงพอใจ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา ก่อนและหลังการใช้ระบบการเรียนการสอนบนเว็บไซต์ ผลการวิจัย พบว่า 1) ระบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดในทุกกลุ่มการทดลอง โดยเฉพาะกับตัวอย่างที่มีประสิทธิภาพ 83.00/83.65 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน พบว่า ค่าเฉลี่ยคะแนนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ 3) ความพึงพอใจในภาพรวม ต่อการจัดการเรียนการสอนด้วยระบบดังกล่าวอยู่ในระดับมากที่สุด ($M = 4.75$, $SD = 0.44$)

คำสำคัญ : การพัฒนาระบบการเรียนการสอนบนเว็บไซต์, ความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์, นักศึกษา

Article Info: Received 20 November, 2023; Received in revised form 20 December, 2024; Accepted 27 December, 2024

¹ อาจารย์ประจำสาขาศึกษาทั่วไป คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง อีเมล : anantanit.p@rmutsv.ac.th
Lecturer in Department of General Education, Faculty of Science and Fisheries Technology, Trang Campus, Rajamangala University of Technology Srivijaya Email: anantanit.p@rmutsv.ac.th

² อาจารย์ประจำสาขาศึกษาทั่วไป คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง อีเมล : areerat.v@rmutsv.ac.th
Lecturer in Department of General Education, Faculty of Science and Fisheries Technology, Trang Campus, Rajamangala University of Technology Srivijaya Email: areerat.v@rmutsv.ac.th

³ อาจารย์ประจำสาขาศึกษาทั่วไป คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตตรัง อีเมล : amornrat.a@rmutsv.ac.th
Lecturer in Department of General Education, Faculty of Science and Fisheries Technology, Trang Campus, Rajamangala University of Technology Srivijaya Email: amornrat.a@rmutsv.ac.th

⁴ อาจารย์ประจำสาขาวิชาคณิตศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง อีเมล : suriyun.k@ru.ac.th
Lecturer in Division of Education Mathematics, Department of Curriculum and Instruction, Faculty of Educational, Ramkhamhaeng University Email: suriyun.k@ru.ac.th

* Corresponding author

หมายเหตุ : ได้รับทุนจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

Abstract

The objectives of this research were: 1) to develop a web-based basic mathematics learning management system to be effective according to the 80/80 criteria, 2) to compare the learning achievement of basic mathematics before and after learning through the web-based learning management system, and 3) to study satisfaction with the web-based learning management system. The sample group was 30 undergraduate students enrolled in Calculus I at a University, selected through purposive sampling. The tools used in the research included learning management plans, an achievement test, and a satisfaction questionnaire. The statistics used in the data analysis included arithmetic mean (M), standard deviation (SD), and Paired Samples t -test to compare students' learning achievement before and after using the web-based learning management system. The results showed that 1) the developed learning management system was more effective than the specified criteria in all experimental groups. In particular, the effective sample of 83.00/83.65 met the specified criteria, 2) the learning achievement of students after learning was higher than before, with the average score showing a statistically significant increase at the 0.05 level, and 3) satisfaction with the learning management system was rated at the highest level ($M = 4.75$, $SD = 0.44$).

Keywords: web-based learning management system, basic mathematics, university students

บทนำ

คณิตศาสตร์เป็นพื้นฐานสำคัญในการพัฒนาทักษะการคิดเชิงระบบและการแก้ปัญหาซับซ้อน โดยเฉพาะในสาขาวิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ และเทคโนโลยี ซึ่งช่วยเสริมสร้างทักษะการวิเคราะห์ การวางแผน และการตัดสินใจที่มีเหตุผล ทำให้เป็นวิชาที่จำเป็นในหลักสูตรเหล่านี้เพื่อพัฒนาศักยภาพในการประยุกต์ใช้ความรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (ปราชญ์ ธีระคุณ, 2566) แต่ด้วยเนื้อหาคณิตศาสตร์เป็นศาสตร์ที่มีความเป็นนามธรรมสูง และต้องอาศัยการเรียนรู้ที่เป็นลำดับขั้นและต่อเนื่อง โดยเฉพาะแคลคูลัส ซึ่งเป็นเนื้อหาสำคัญในคณิตศาสตร์ระดับสูง จำเป็นต้องมีพื้นฐานในเรื่องพีชคณิต ฟังก์ชัน และการวิเคราะห์เชิงตัวเลข หากผู้เรียนขาดความเข้าใจพื้นฐานที่เพียงพอ อาจส่งผลให้เกิดอุปสรรคในการทำโจทย์สำคัญ เช่น ลิมิต อนุพันธ์ และอินทิกรัล นำไปสู่ความเข้าใจที่ไม่เชื่อมโยงและขาดความลึกซึ้งในเนื้อหา ซึ่งอาจส่งผลต่อการนำไปประยุกต์ใช้ในศาสตร์อื่น ๆ (นรินทร์ มิ่งโอโล, 2567) ปัญหานี้ไม่เพียงกระทบการเรียนรู้ แต่ทำให้ผู้เรียนขาดทักษะที่จำเป็นในวิชาชีพ โดยเฉพาะวิชาชีพที่ต้องใช้การวิเคราะห์ คำนวณ การแก้ปัญหา และการตัดสินใจที่มีข้อมูลพื้นฐาน เป็นต้น ซึ่งมีผลต่อสังคมในระยะยาว ดังนั้นการทบทวนและปรับพื้นฐานจึงเป็นทางเลือกหนึ่งที่จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนรู้

ปัจจุบันการจัดการศึกษาได้ประยุกต์ใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์และเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ทำให้ผู้เรียนสามารถเข้าถึงเนื้อหา ทบทวน และแบบฝึกหัดเสริมได้ง่ายขึ้น เช่น การใช้โปรแกรมหรือแพลตฟอร์มการเรียนรู้ออนไลน์ หลายสถาบันการศึกษาได้ปรับการสอนด้วยการใช้ e-learning เพื่อความยืดหยุ่นที่ผู้เรียนสามารถทบทวนเนื้อหาได้ งานวิจัยของ Hurdle and Mogilski (2022) พบว่า e-learning ทำให้ผู้เรียนควบคุมการเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง สามารถเข้าถึงข้อมูลและสื่อการสอนผ่านเทคโนโลยีดิจิทัลได้อย่างสะดวก (Oztekin et al., 2013) โดยที่ Sangrà et al. (2012) อธิบายว่า e-learning คือ กระบวนการเรียนรู้ที่ใช้เทคโนโลยีดิจิทัลเพื่อเสริมสร้างคุณภาพการเรียนรู้ผ่านการเข้าถึงข้อมูลและการโต้ตอบที่ไม่ถูกจำกัดระยะทาง ทำให้ผู้เรียนได้รับการสนับสนุนอย่างเต็มที่ในการเรียนรู้ นอกจากนี้การออกแบบสื่อมัลติมีเดียยังช่วยเพิ่มการมีส่วนร่วมและการเข้าใจเนื้อหาของผู้เรียน

ในระดับสากล แนวโน้มการศึกษาในยุคดิจิทัลกำลังเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว การนำเทคโนโลยีดิจิทัลเข้ามาช่วยในการเรียนการสอนเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพและความสามารถในการแข่งขันของผู้เรียน e-learning ถูกออกแบบมาให้ผู้เรียนสามารถควบคุมการเรียนรู้ได้เอง ในขณะเดียวกันสามารถเชื่อมโยงการเรียนรู้กับสถานการณ์จริงในระดับนานาชาติ ซึ่งเป็นการเตรียมพร้อมให้กับผู้เรียนในการเผชิญกับความท้าทายทางเศรษฐกิจและเทคโนโลยีที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว (UNESCO, 2023)

การพัฒนา e-learning ไม่เพียงเป็นการปรับปรุงการเรียนการสอนในระดับท้องถิ่น แต่ยังมียุทธศาสตร์สำคัญในการยกระดับคุณภาพการศึกษาระดับสากล ในการพัฒนา e-learning ได้มีการนำเทคโนโลยี Web-Based Learning (WBL) มาใช้เป็นโครงสร้างหลัก งานวิจัยที่ผ่านมาชี้ให้เห็นว่า WBL มีบทบาทสำคัญในการเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเสริมสร้างทัศนคติที่ดี โดยเฉพาะกลุ่มวิชา STEM ที่ต้องการทักษะการคิดเชิงวิเคราะห์และการแก้ปัญหาที่ซับซ้อน การใช้สื่อดิจิทัล เช่น วิดีโอและเกม ช่วยกระตุ้นความสนใจและส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ (Dikmen, 2019) โปรแกรม STEM ที่ใช้ WBL ช่วยพัฒนาทักษะความคิดสร้างสรรค์และแก้ปัญหาในสถานการณ์จริง (Khalil et al., 2023) ซึ่งเหมาะกับรายวิชาที่ต้องการการเชื่อมโยงความรู้ เช่น ฟิสิกส์และเคมี การเรียนผ่าน WBL ยังช่วยให้ผู้เรียนสามารถเข้าถึงเนื้อหาและทบทวนบทเรียนได้สะดวก เกิดการเรียนรู้เชิงลึกและตอบสนองความต้องการเฉพาะบุคคล ดังนั้นการสนับสนุนจากผู้สอนในสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ด้วย WBL มีบทบาทสำคัญในการเพิ่มผลสัมฤทธิ์ โดยการออกแบบเนื้อหาให้ชัดเจนและการมีปฏิสัมพันธ์ที่ดี ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความมั่นใจในการเรียนรู้ (Yu, 2022) การพัฒนา WBL ยังสนับสนุนการพัฒนาเชิงสังคมหลายประการ ได้แก่ 1) การเข้าถึงความรู้เท่าเทียม ลดความเหลื่อมล้ำทางการศึกษา (Thompson & Harel, 2021) 2) การเสริมทักษะการเรียนรู้ด้วยตนเองและการจัดการเวลา (Zakariya et al., 2022) 3) การพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์และแก้ปัญหา สำหรับรายวิชาที่ใช้การวิเคราะห์เชิงลึก เช่น วิศวกรรมศาสตร์ (Hurdle & Mogilski, 2022) และ 4) การสนับสนุนการเรียนรู้แบบร่วมมือผ่านการทำงานกลุ่มและการสนทนา (Thompson & Harel, 2021)

การออกแบบการสอนบนเว็บสามารถใช้ ADDIE model ที่ได้รับความนิยมและมีประสิทธิภาพ ในการออกแบบการสอนการเรียนรู้ทางไกลและการสอนออนไลน์ช่วยให้ผู้เรียนสามารถมีส่วนร่วมและพัฒนาความรู้ในรูปแบบที่มีการโต้ตอบได้ (Spatioti et al., 2022) นอกจากนี้ การศึกษาในสภาพแวดล้อม e-learning โดยใช้ ADDIE model ช่วยสนับสนุนการพัฒนาทักษะผ่านการประเมินและปรับปรุงในทุกขั้นตอนของกระบวนการสอน ในการออกแบบการสอนด้วย ADDIE model ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน แต่ละขั้นตอนมีความสำคัญในการสร้างบทเรียนที่มีประสิทธิภาพและตอบสนองต่อความต้องการของผู้เรียน ขั้นตอนแรกคือการวิเคราะห์ (analysis) ซึ่งเป็นการศึกษาความต้องการของผู้เรียน กลุ่มเป้าหมาย และเนื้อหาที่ต้องการสอน เพื่อให้การออกแบบสอดคล้องกับความรู้พื้นฐานและลักษณะเฉพาะของผู้เรียน ขั้นตอนที่สองคือการออกแบบ (design) ซึ่งเป็นการกำหนดจุดประสงค์ โครงสร้างเนื้อหา และสื่อการสอนให้ชัดเจน โดยเน้นให้ผู้เรียนสามารถทำตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมและวัดผลได้ ขั้นตอนที่สามคือ การพัฒนา (development) หลังจากที่ได้ออกแบบบทเรียนแล้วเป็นการสร้างสื่อและเนื้อหา รวมถึงการเขียน storyboard การพัฒนากาฟิก เสียง และโปรแกรมการสอนเพื่อใช้งานออนไลน์ ขั้นตอนที่สุดคือ นำบทเรียนไปใช้จริง โดยจัดกิจกรรมให้สอดคล้องกับเนื้อหาที่พัฒนา และสามารถปรับปรุงตามความต้องการของผู้เรียนได้ และขั้นตอนสุดท้ายคือ การประเมินผล (evaluation) ซึ่งเป็นการวัดผลของบทเรียนทั้งระหว่างและหลังการสอน เพื่อปรับปรุงและพัฒนาการสอนให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นในอนาคต (Almelhi, 2021)

ผู้วิจัยได้พัฒนาระบบการเรียนการสอนบนเว็บไซต์สำหรับเนื้อหาความรู้พื้นฐานคณิตศาสตร์ที่สำคัญต่อการเรียนรายวิชาแคลคูลัส สำหรับผู้เรียนระดับอุดมศึกษา โดยนำ e-learning และ WBL มาใช้ เพื่อให้เข้ากับการเรียนการสอนในยุคดิจิทัล บทเรียนได้ออกแบบโดยใช้ ADDIE model เพื่อให้เหมาะสมกับผู้เรียน ดังนี้

1. การใช้วัตรกรรมเพื่อพัฒนากระบวนการเรียนรู้เฉพาะด้าน เป็นการนำเสนอการใช้เทคโนโลยีที่เน้นการปรับเนื้อหาให้เข้ากับลักษณะการเรียนรู้เฉพาะตัวผู้เรียน (personalized learning) โดยเฉพาะความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ที่ต้องการความยืดหยุ่นและการปรับตัวตามศักยภาพของผู้เรียน

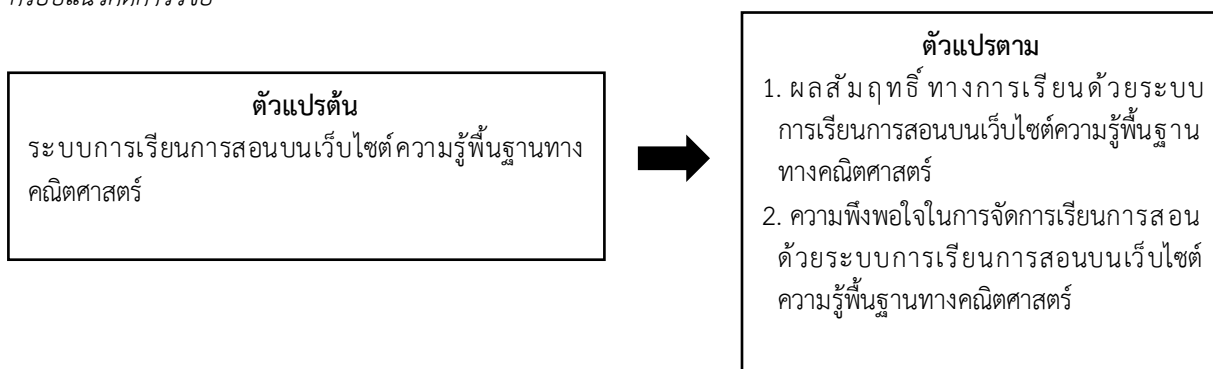
2. การพัฒนาโมเดลการเรียนรู้เฉพาะเจาะจงสำหรับความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ การออกแบบบทเรียนโดยใช้ ADDIE model โดยเฉพาะเนื้อหาพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ สามารถเน้นความเป็นต้นฉบับและแตกต่างจากงานวิจัยอื่น ๆ ที่เน้นการประยุกต์โมเดลเดียวกันในรายวิชาอื่น

3. การสนับสนุนทักษะคำนวณด้วยการทบทวนอย่างเป็นระบบ การสร้างระบบที่เน้นการทบทวนเนื้อหาพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ มีโครงสร้างที่ช่วยให้นักศึกษาสามารถตรวจสอบความเข้าใจของตนเองผ่านแบบทดสอบเฉพาะตัว เพื่อช่วยแก้ไขปัญหาลังการการเรียนรู้ได้อย่างตรงจุด

ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังกล่าวมากำหนดเป็นกรอบแนวคิดการวิจัย (ภาพ 1)

ภาพ 1

กรอบแนวคิดการวิจัย



วัตถุประสงค์

1. เพื่อพัฒนาระบบการเรียนการสอนบนเว็บไซต์ความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์สำหรับนักศึกษา ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยระบบการเรียนการสอนบนเว็บไซต์ความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักศึกษา ก่อนเรียนและหลังเรียน
3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจในการจัดการเรียนการสอน ด้วยระบบการเรียนการสอนบนเว็บไซต์ความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์

วิธีการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นวิธีการวิจัยเชิงปริมาณ ใช้แบบแผนการทดลองแบบกลุ่มเดียววัดผลก่อนและหลังการทดลอง (one-group pretest-posttest design) โดยเป็นการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา ก่อนและหลังการใช้ระบบการเรียนการสอนบนเว็บไซต์ และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์เพื่อหาความแตกต่าง

ผู้วิจัยได้กำหนดประชากรและตัวอย่าง และดำเนินการวิจัยตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

1. ประชากรและตัวอย่าง

ประชากร คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี และคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง ชั้นปีที่ 1 ที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชาแคลคูลัส 1 ภาคการศึกษาที่ 1 ปีการศึกษา 2564 มหาวิทยาลัยแห่งหนึ่ง จำนวน 100 คน

ตัวอย่าง คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์และสารสนเทศ คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นปีที่ 1 ที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชาแคลคูลัส 1 ภาคการศึกษาที่ 1 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 30 คน โดยการเลือกแบบเจาะจง (purposive sampling) ซึ่งมีเกณฑ์การคัดเลือกจากผลการทดสอบความรู้พื้นฐานเบื้องต้นของนักศึกษาที่ได้ระดับคะแนนอยู่ในเกณฑ์ต่ำ

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

2.1 แผนการจัดการเรียนรู้ ในการใช้ระบบการเรียนการสอนบนเว็บไซต์ความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ มีเนื้อหา 4 บทเรียน คือ จำนวนจริง การดำเนินการทางพีชคณิต เลขยกกำลัง และพหุนาม ใช้เวลาเรียนทั้งหมด 4 สัปดาห์ เรียนสัปดาห์ละ 3 ชั่วโมง รวม 12 ชั่วโมง ผ่านการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้จากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ผลการประเมินค่า IOC เท่ากับ 1.00

2.2 ระบบการเรียนการสอนบนเว็บไซต์ความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเว็บไซต์ประกอบด้วยเนื้อหา วิดีโอ แบบฝึกหัดและเฉลยแบบฝึกหัดของแต่ละบทเรียน และแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนและเฉลยแบบทดสอบ

2.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วยเนื้อหา 4 บท ได้แก่ จำนวนจริง การดำเนินการทางพีชคณิต เลขยกกำลัง และพหุนาม ซึ่งเป็นแบบทดสอบก่อนเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน โดยแบบทดสอบทั้งสองฉบับมีบทเรียนละ 5 ข้อ รวม 20 ข้อ เป็นแบบคู่ขนาน ผ่านการประเมินความเหมาะสมและความสอดคล้องระหว่างข้อสอบ จุดประสงค์การเรียนรู้ และเนื้อหา จากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ผลการประเมินค่า IOC ของแบบทดสอบทั้งสองฉบับเท่ากับ 1.00 และทดลองใช้กับนักศึกษาที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน สำหรับแบบทดสอบก่อนเรียน มีค่าความยากง่ายอยู่ในช่วง 0.53-0.78 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ในช่วง 0.22-0.97 ซึ่งสอดคล้องกันตามเกณฑ์ที่กำหนด และมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.81 และแบบทดสอบหลังเรียน มีค่าความยากง่ายอยู่ในช่วง 0.53-0.77 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ในช่วง 0.20-0.93 ซึ่งสอดคล้องกันตามเกณฑ์ที่กำหนด และมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.80 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนของแบบทดสอบคู่ขนานทั้งสองฉบับมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และมีความสัมพันธ์กันในระดับสูง ($r_{xy} = 0.89$)

2.4 แบบสอบถามความพึงพอใจในการจัดการเรียนการสอนด้วยระบบการเรียนการสอนบนเว็บไซต์ความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ มีมาตราส่วนประมาณค่า (rating scale) เกณฑ์การให้คะแนน 5 ระดับ แบ่งเป็น 5 ด้าน คือ การใช้ระบบการเรียนการสอนบนเว็บไซต์ความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ จำนวน 14 ข้อ การเรียนรู้ จำนวน 5 ข้อ เนื้อหา จำนวน 5 ข้อ แบบทดสอบ จำนวน 4 ข้อ และประโยชน์ในการนำไปใช้ จำนวน 3 ข้อ รวม 31 ข้อ ผ่านการประเมินความเหมาะสมและความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามและวัตถุประสงค์จากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ผลการประเมินค่า IOC มีค่าอยู่ในช่วง 0.67-1.00

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยทำการทดสอบก่อนเรียน แล้วจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ระบบการเรียนการสอนบนเว็บไซต์ความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ 4 บทเรียน คือ จำนวนจริง การดำเนินการทางพีชคณิต เลขยกกำลัง และพหุนาม บทเรียนละ 3 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ รวม 12 ชั่วโมง มีการทำแบบฝึกหัด และเก็บ

คะแนนแต่ละบทเรียน เมื่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ครบตามแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ มีการทดสอบหลังเรียน และสอบถามความพึงพอใจโดยใช้แบบสอบถามความพึงพอใจในการจัดการเรียนการสอนด้วยระบบการเรียนการสอนบนเว็บไซต์ความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

4.1. วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของระบบการเรียนการสอนบนเว็บไซต์ความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ E_1/E_2 ตามเกณฑ์ประสิทธิภาพ 80/80 คือ ผลคะแนนการทำแบบฝึกหัด และการทดสอบหลังเรียน ซึ่งมีการดำเนินการหาประสิทธิภาพกำหนดเกณฑ์ตามการทดลองแบบเดี่ยว แบบกลุ่มและแบบสนาม เพื่อหาข้อผิดพลาดและแก้ไข โดยทดลองใช้กับนักศึกษาที่ไม่ใช่ตัวอย่าง แล้วนำไปใช้กับตัวอย่างตามลำดับ ดังนี้

4.1.1 การทดลองแบบเดี่ยว เกณฑ์ประสิทธิภาพ 60/60 ทดลองใช้กับนักศึกษาเป็นรายบุคคล จำนวน 3 คน คือ นักศึกษาที่มีผลการเรียนระดับสูง ปานกลางและอ่อน ระดับละ 1 คน

4.1.2 การทดลองแบบกลุ่ม เกณฑ์ประสิทธิภาพ 70/70 ทดลองใช้กับนักศึกษาเป็นกลุ่ม จำนวน 9 คน คือ นักศึกษาที่มีผลการเรียนระดับสูง ปานกลางและอ่อน ระดับละ 3 คน

4.1.3 การทดลองแบบสนาม เกณฑ์ประสิทธิภาพ 75/75 ทดลองใช้กับนักศึกษา จำนวน 30 คน

4.1.4 การทดลองกับตัวอย่าง เกณฑ์ประสิทธิภาพ 80/80 ทดลองใช้กับนักศึกษา จำนวน 30 คน

4.2 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยระบบการเรียนการสอนบนเว็บไซต์ความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นผลคะแนนจากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของตัวอย่างมาทดสอบความแตกต่างของคะแนนด้วยสถิติ paired samples t-test

4.3 ศึกษาความพึงพอใจของแบบสอบถามความพึงพอใจในการจัดการเรียนการสอนของตัวอย่าง คำนวณหาค่าเฉลี่ยระดับความพึงพอใจ (M) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) รายข้อและรายด้านของข้อคำถาม และแปลผลระดับความพึงพอใจ

ผลการวิจัย

การพัฒนาระบบการเรียนการสอนบนเว็บไซต์ความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์สำหรับนักศึกษา มีผลการวิจัย ดังนี้

1. ผลการพัฒนาระบบการเรียนการสอนออนไลน์พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ ออกแบบโดยใช้โมเดล ADDIE เพื่อให้กระบวนการพัฒนาเว็บไซต์มีประสิทธิภาพและสอดคล้องกับเป้าหมาย ดังนี้

1.1 การวิเคราะห์ (Analysis)

การวิเคราะห์ความต้องการของผู้ใช้และปัญหาที่ต้องการแก้ไขในการเรียนรู้ โดยผู้วิจัยได้ศึกษาและรวบรวมข้อมูลจากนักศึกษา อาจารย์ผู้สอน และผู้ดูแลระบบ เพื่อสร้างความเข้าใจในปัญหาและสิ่งที่ผู้ใช้งานต้องการจากระบบ (ตาราง 1) นอกจากนี้ ยังมีการวิเคราะห์เทคโนโลยีที่เหมาะสมสำหรับการพัฒนา เช่น JavaScript React และฐานข้อมูล MongoDB เพื่อรองรับเนื้อหาและการจัดเก็บข้อมูลอย่างเหมาะสม รวมถึงมีการพิจารณาสถาปัตยกรรมระบบที่ช่วยให้ผู้ใช้งานเข้าถึงได้รวดเร็วและสะดวกสบาย

ตาราง 1

ผลการสำรวจความต้องการของผู้ใช้งาน และปัญหาที่ต้องการแก้ไขในการเรียนรู้สำหรับการพัฒนาระบบการเรียนการสอนบนเว็บไซต์ความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์

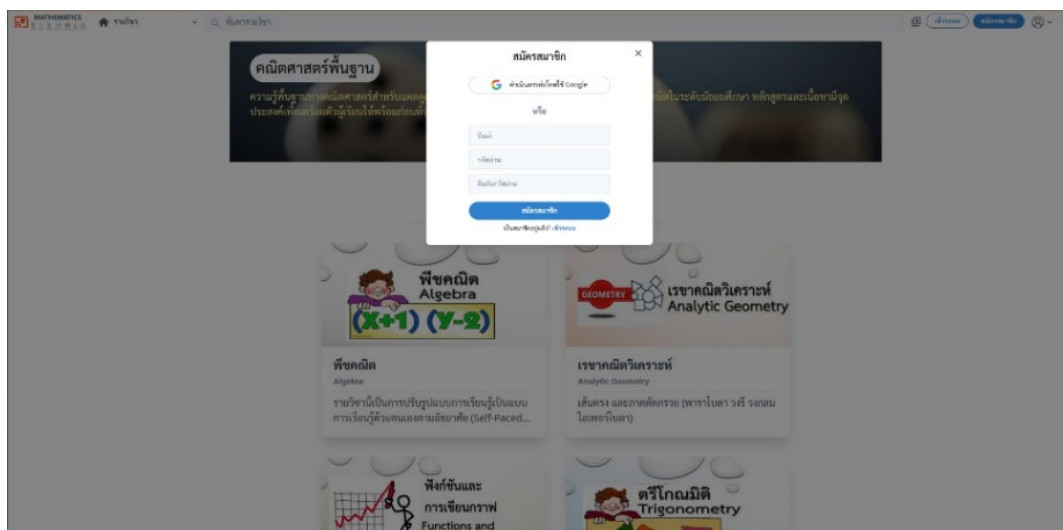
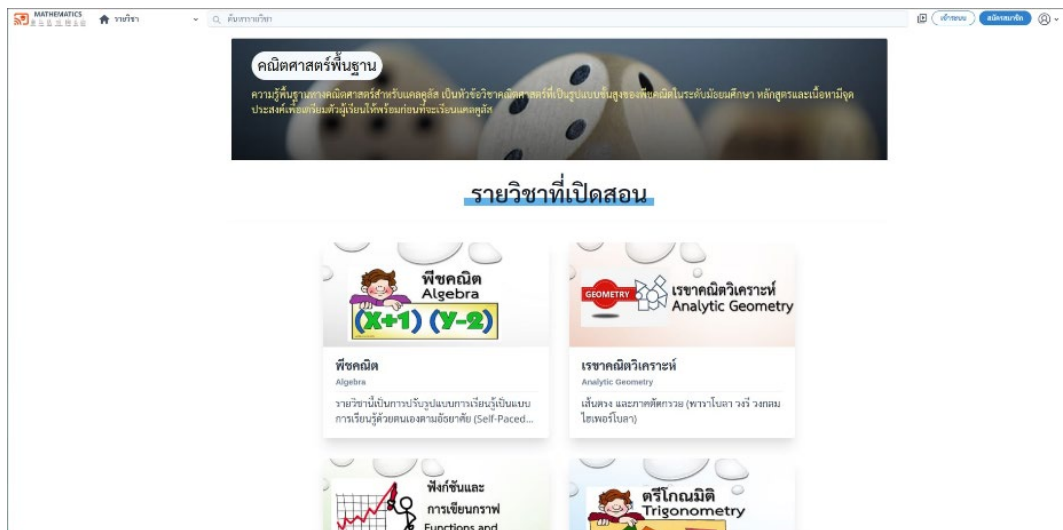
กลุ่มผู้ใช้งาน	ความต้องการของผู้ใช้งาน	ปัญหาที่ต้องการแก้ไขในการเรียนรู้
นักศึกษา	1. เนื้อหาที่เข้าใจง่ายและมีโครงสร้างชัดเจน 2. ตัวอย่างการคำนวณที่ละเอียดพร้อมคำอธิบาย 3. แบบฝึกหัดและการบ้านที่มีเฉลย	1. ความยากในการทำความเข้าใจแนวคิดแคลคูลัสพื้นฐาน 2. ขาดทักษะในการแก้โจทย์และตรวจสอบคำตอบ 3. ขาดการฝึกทักษะซ้ำ ๆ
อาจารย์ผู้สอน	1. เครื่องมือสำหรับสร้างและอัปเดตเนื้อหา 2. การติดตามความก้าวหน้าของนักศึกษา 3. การสื่อสารกับนักศึกษาอย่างมีประสิทธิภาพ	1. จำกัดเวลาในการช่วยนักศึกษาในปัญหาเฉพาะเจาะจง 2. ขาดระบบติดตามการทำงานของนักศึกษาที่ครอบคลุม
ผู้ดูแลระบบ	1. ระบบที่สามารถรองรับนักศึกษาได้หลายคนพร้อมกัน 2. ความปลอดภัยของข้อมูลและความเสถียรของระบบ 3. มีฟังก์ชันการรายงานผลการใช้งาน	1. ความท้าทายในการบำรุงรักษาและอัปเดตระบบ 2. ความเสี่ยงต่อข้อมูลส่วนบุคคลของผู้ใช้งาน 3. ปัญหาการชิงโครโนลกับระบบอื่น ๆ

1.2 การออกแบบ (Design)

การออกแบบสถาปัตยกรรมของระบบการเรียนการสอนครอบคลุมทั้งการจัดการฐานข้อมูลและการประมวลผลข้อมูล โดยออกแบบระบบให้มีฟังก์ชันหลัก เช่น การลงทะเบียนสมาชิก การเข้าถึงบทเรียนตลอด 24 ชั่วโมง และการติดตามผลการเรียนรู้ของผู้ใช้ พร้อมทั้งออกแบบให้ระบบรองรับการใช้งานของผู้ใช้ 4 กลุ่ม ได้แก่ นักศึกษา อาจารย์ ผู้ดูแลระบบ และผู้ใช้ทั่วไป การออกแบบนี้ยังคำนึงถึงการจัดเก็บข้อมูลในระบบคลาวด์และการใช้งานเครือข่ายเพื่อรองรับจำนวนผู้ใช้ได้มากขึ้น (ภาพ 2)

ภาพ 2

หน้าหลักของเว็บไซต์และหน้าต่างการออกแบบฟอร์มการสมัครสมาชิก

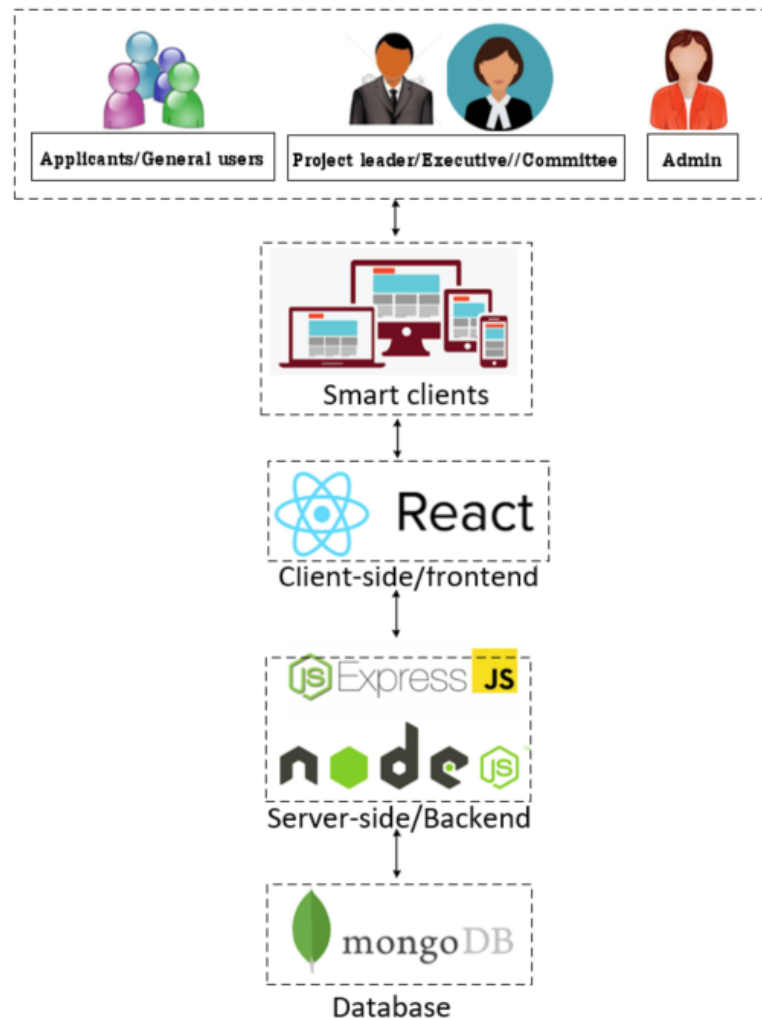


1.3 การพัฒนา (Development)

การพัฒนาเว็บไซต์ ทีมผู้พัฒนาได้สร้างฟังก์ชันการทำงานของระบบตามได้ออกแบบไว้ เช่น การจัดการบัญชีผู้ใช้ที่ปลอดภัย การล็อกอิน ระบบเว็บบอร์ดสำหรับการสื่อสาร และการส่งอีเมลเพื่อ การสอบถามปัญหา นอกจากนี้ ระบบยังมีฟังก์ชันติดตามผลการเรียนรู้ เช่น การทดสอบก่อนเรียนและหลัง เรียน เพื่อช่วยผู้เรียนในการประเมินความก้าวหน้าและปรับปรุงตามต้องการ โดยใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม เช่น Express.js Node.js และ React (ภาพ 3)

ภาพ 3

สถาปัตยกรรมของระบบการเรียนการสอนบนเว็บไซต์ความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์



1.4 การนำไปใช้ (Implementation)

การนำไปใช้โดยระบบได้ถูกติดตั้งและเตรียมการเพื่อให้บริการกับผู้ใช้กลุ่มเป้าหมาย นักศึกษา และอาจารย์สามารถสมัครสมาชิกและเริ่มต้นใช้งานได้อย่างสะดวก ระบบมีการจัดการบทเรียน สื่อการสอน วิดีโอ และเอกสารประกอบที่ผู้เรียนสามารถเข้าถึงได้ตลอด 24 ชั่วโมง พร้อมระบบติดตามผลการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนทราบถึงความก้าวหน้าและจุดที่ต้องปรับปรุง (ภาพ 4)

ภาพ 5

การแสดงผลหน้าแบบสอบถามความพึงพอใจในการจัดการเรียนการสอนด้วยระบบการเรียนการสอนบนเว็บไซต์ความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์

2. ผลการหาประสิทธิภาพของการพัฒนาระบบการเรียนการสอนบนเว็บไซต์ความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์

ผลการพัฒนาระบบการเรียนการสอนบนเว็บไซต์ความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์สำหรับนักศึกษาแสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพของระบบตามเกณฑ์ E_1/E_2 ที่กำหนดของตัวอย่างต่าง ๆ คือ การทดลองแบบเดี่ยว 60/60 การทดลองแบบกลุ่ม 70/70 การทดลองแบบสนาม 75/75 และ ตัวอย่าง 80/80 ผลการวิจัยพบว่า นักศึกษาทำคะแนนรวมการทำแบบฝึกหัด และการทดสอบหลังเรียน (E_1/E_2) สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดสำหรับการทดลองแบบเดี่ยว 75.00/76.65 สูงกว่าเกณฑ์ 60/60 การทดลองแบบกลุ่ม 80.00/80.55 สูงกว่าเกณฑ์ 70/70 และการทดลองแบบสนาม 81.00/82.50 สูงกว่าเกณฑ์ 75/75 และกับตัวอย่าง 83.00/83.65 เป็นไปตามเกณฑ์ 80/80 (ตาราง 2)

ตาราง 2

ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของการพัฒนาระบบการเรียนการสอนบนเว็บไซต์ความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์

การหาประสิทธิภาพของระบบการเรียนการสอน	E_1	E_2	E_1/E_2
การหาประสิทธิภาพแบบเดี่ยว	75.00	76.65	75.00/76.65
การหาประสิทธิภาพแบบกลุ่ม	80.00	80.55	80.00/80.55
การหาประสิทธิภาพแบบสนาม	81.00	82.50	81.00/82.50
การหาประสิทธิภาพกับตัวอย่าง	83.00	83.65	83.00/83.65

3. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักศึกษา ก่อนเรียนและหลังเรียน

ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษา พบว่า ค่าเฉลี่ยคะแนนการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน เท่ากับ 9.17 และ 16.73 ตามลำดับ จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน ผลการวิเคราะห์แสดงให้เห็นว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์หลังเรียน สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($t_{29} = -21.539, p < 0.001$) (ตาราง 3)

ตาราง 3

ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักศึกษา ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	<i>n</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>t</i>	<i>df</i>	<i>Sig.</i>
ก่อนเรียน	30	9.17	3.39	-21.539	29	0.00*
หลังเรียน	30	16.73	2.33			

หมายเหตุ : * $p < 0.05$

4. ผลการศึกษาความพึงพอใจในการจัดการเรียนการสอนด้วยระบบการเรียนการสอนบนเว็บไซต์ ความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์

ผลการศึกษาความพึงพอใจในการจัดการเรียนการสอนด้วยระบบการเรียนการสอนบนเว็บไซต์ ความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษา พบว่า ความพึงพอใจโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($M = 4.75, SD = 0.44$) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ด้านที่พึงพอใจสูงสุดคือ ประโยชน์ในการนำไปใช้ ($M = 4.91, SD = 0.29$) รองลงมาคือ แบบทดสอบ ($M = 4.83, SD = 0.38$) การเรียนรู้ ($M = 4.72, SD = 0.45$) การใช้ระบบการเรียนการสอนบนเว็บไซต์ความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ ($M = 4.71, SD = 0.47$) และเนื้อหา ($M = 4.70, SD = 0.46$) ตามลำดับ (ตาราง 4)

ตาราง 4

ความพึงพอใจในการจัดการเรียนการสอนด้วยระบบการเรียนการสอนบนเว็บไซต์ความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์

รายการประเมินความพึงพอใจ	<i>M</i>	<i>SD</i>	การแปลผล	ลำดับที่
1. การใช้ระบบการเรียนการสอนบนเว็บไซต์ความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์	4.71	0.47	มากที่สุด	4
2. การเรียนรู้	4.72	0.45	มากที่สุด	3
3. เนื้อหา	4.70	0.46	มากที่สุด	5
4. แบบทดสอบ	4.83	0.38	มากที่สุด	2
5. ประโยชน์ในการนำไปใช้	4.91	0.29	มากที่สุด	1
รวม	4.75	0.44	มากที่สุด	

อภิปรายผล

การวิจัยการพัฒนาระบบการเรียนการสอนบนเว็บไซต์ความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักศึกษา อภิปรายผลได้ ดังนี้

1. การหาประสิทธิภาพของระบบการเรียนการสอนบนเว็บไซต์สำหรับความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ พบว่า ผลการทำแบบฝึกหัดและแบบทดสอบหลังการเรียนมีค่าเฉลี่ยรวมเป็นร้อยละ 83.00 และ 83.65 ตามลำดับ นั่นคือประสิทธิภาพ 83.00/83.65 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ E_1/E_2 ที่กำหนด 80/80 สรุปได้ว่า

ระบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพและสามารถตอบสนองต่อเป้าหมายการเรียนรู้ที่กำหนดได้ การจัดการเรียนการสอนบนเว็บไซต์ทำให้ผู้เรียนศึกษาและทบทวนเนื้อหาได้อย่างอิสระจนกว่าจะเกิดความเข้าใจ ผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ Khwanchai et al. (2017) ที่ระบุว่า บทเรียนออนไลน์สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรีเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนรู้ได้ โดยผลคะแนน E_1/E_2 เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 ซึ่งสะท้อนความสำเร็จของการออกแบบสื่อที่เน้นความต้องการของผู้เรียนในรายวิชาที่ทำทนาย และการเรียนรู้ที่ผู้เรียนควบคุมการเรียนรู้ด้วยตนเองได้ โดยใช้แบบฝึกหัดและแบบทดสอบออนไลน์ ช่วยเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในระยะยาว (กันตภณ พรวิโรต, 2559) และงานวิจัยของ Capuno et al. (2019) ยังสนับสนุนแนวคิดว่าการทดสอบประสิทธิภาพของสื่อก่อนการนำไปใช้จริงช่วยให้ผู้พัฒนาประเมินว่า ผลการเรียนรู้ของผู้เรียนมีการพัฒนาขึ้นหรือไม่ โดยการวัดจากคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน โดยที่ชัยงค์ พรหมวงศ์ (2556) กล่าวว่า สื่อหรือชุดกิจกรรมการสอนควรผ่านการทดสอบประสิทธิภาพก่อนนำไปใช้จริง เพื่อประเมินว่า ผู้เรียนได้รับความรู้เพิ่มขึ้นหรือไม่ สื่อนั้นช่วยให้การเรียนการสอนดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ และผู้เรียนมีความพึงพอใจในระดับใด

2. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน
พบว่า ค่าเฉลี่ยคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนเท่ากับ 9.17 และ 16.73 ตามลำดับ จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน โดยค่าเฉลี่ยคะแนนหลังเรียนของนักศึกษาสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 สอดคล้องกับแนวคิดการเรียนรู้ที่มีโครงสร้างชัดเจน เช่น การจัดเนื้อหาอย่างเป็นระบบและการเข้าถึงที่มีประสิทธิภาพ ช่วยให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจมากขึ้น งานวิจัยของ Cooksey and Jonsson (2022) สนับสนุนการใช้แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ซึ่งทำให้ผู้สอนสามารถประเมินการเรียนรู้ของผู้เรียน หรือการประเมินประสิทธิภาพในการจัดการเรียนรู้ได้ และทำการปรับเปลี่ยนรูปแบบการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมเพื่อเป็นการเพิ่มผลลัพธ์ในการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น นอกจากการประเมินประสิทธิภาพจากผลคะแนนแล้วนั้น การเฉลยหลังทำแบบทดสอบยังช่วยเสริมความเข้าใจและการแก้ไขข้อผิดพลาด (Capuno et al., 2019) การประเมินผลทันที จึงเป็นปัจจัยสำคัญที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนรู้และผลสัมฤทธิ์ในรายวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นพื้นฐานในการพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์และเชื่อมโยงกับสาขาอื่น ๆ (Wafubwa & Csikos, 2022)

3. การศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาต่อระบบการเรียนการสอนบนเว็บไซต์ความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ ซึ่งมีความพึงพอใจระดับมากที่สุด ($M = 4.75, SD = 0.44$) สะท้อนถึงประสิทธิภาพของระบบในการตอบสนองต่อความต้องการของผู้เรียน ความพึงพอใจนี้แสดงถึงความเหมาะสมของเนื้อหา การออกแบบที่เข้าถึงง่าย และการนำเสนอที่สนับสนุนการเรียนรู้เชิงปฏิบัติ งานวิจัยของ ชนินทร์ ตั้งพานทอง (2560) พบว่า ปัจจัยด้านคุณภาพของระบบและการบริการมีอิทธิพลต่อการใช้งานและความพึงพอใจของผู้ใช้งานออนไลน์ เช่นเดียวกับงานวิจัยของ Wafubwa and Csikos (2022) ที่พบว่า ระบบการเรียนการสอนออนไลน์ที่มีโครงสร้างชัดเจนและครอบคลุมช่วยให้ผู้เรียนเกิดความพึงพอใจและสามารถทบทวนเนื้อหาได้อย่างอิสระพร้อมได้รับผลตอบรับที่ชัดเจนในแต่ละบทเรียน ซึ่งช่วยเสริมประสิทธิภาพในการเรียนรู้ในระยะยาว งานวิจัยจำนวนมากยังชี้ว่า ความพึงพอใจต่อสื่อการเรียนรู้ออนไลน์ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ ผู้เรียนที่พึงพอใจในระบบมักมีแนวโน้มการมีส่วนร่วมในการเรียนรู้มากขึ้นและมีการจดจำเนื้อหาที่ดี เช่น Nia et al. (2023) ที่ระบุว่า ความพึงพอใจต่อสื่อการเรียนรู้มีบทบาทสำคัญต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทางการเรียน เพราะการมีส่วนร่วมในสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ออนไลน์ที่ส่งเสริมการปฏิสัมพันธ์ช่วยเพิ่มความเข้าใจในเนื้อหาได้ดี นอกจากนี้ งานวิจัยช่วง Covid-19 โดย Younas et al. (2022) รายงานว่า ความพึงพอใจต่อสื่อออนไลน์มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับผลการเรียน หากผู้เรียนได้รับการสนับสนุนอย่างเหมาะสม เช่น การจัดโครงสร้าง

บทเรียนที่ชัดเจนและการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพย่อมให้การเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น (Diloreto et al., 2022)

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลวิจัยไปใช้

ในการประยุกต์ใช้งานระบบการเรียนการสอนออนไลน์ สามารถดำเนินการได้ ดังนี้

1. การปรับใช้ในการศึกษาระดับมัธยมและมหาวิทยาลัย นำระบบการเรียนการสอนออนไลน์ไปใช้ในโรงเรียนและมหาวิทยาลัย โดยเฉพาะในวิชาที่ต้องการพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ เช่น วิทยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถทบทวนและเสริมความรู้ได้ ควรมีการประเมินผลการใช้ระบบเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2. การสนับสนุนการพัฒนาทักษะด้วยตนเอง ระบบนี้ช่วยให้ผู้เรียนที่เตรียมสอบหรือต้องการพัฒนาทักษะ สามารถเข้าถึงบทเรียนและแบบฝึกหัดได้ทุกที่ พร้อมมีระบบทดสอบและติดตามความก้าวหน้าอย่างต่อเนื่อง

3. การสร้างฐานข้อมูลและการวิเคราะห์การเรียนรู้ การใช้ข้อมูลจากผู้เรียนเพื่อพัฒนาสื่อและปรับปรุงเนื้อหาให้ตรงกับความต้องการ สถาบันการศึกษาสามารถนำข้อมูลนี้มาปรับปรุงหลักสูตร เช่น การประเมินเนื้อหาที่ยากต่อการเข้าใจของผู้เรียน

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. การขยายกลุ่มตัวอย่าง เพิ่มความหลากหลายของตัวอย่างในสาขาวิชา และมหาวิทยาลัยต่าง ๆ เพื่อเพิ่มความครอบคลุมและแม่นยำของผลการวิจัย

2. การศึกษาเชิงลึกเกี่ยวกับประสบการณ์ผู้ใช้งาน เก็บข้อมูลเชิงคุณภาพจากความคิดเห็นของผู้เรียน เช่น การสัมภาษณ์ เพื่อพัฒนาฟังก์ชันและเนื้อหาที่ตอบสนองต่อความต้องการของผู้ใช้ได้ดียิ่งขึ้น

3. การเปรียบเทียบวิธีการสอน ศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการเรียนออนไลน์ การเรียนในห้องเรียน และการเรียนแบบผสม เพื่อระบุวิธีการที่มีประสิทธิภาพสูงสุดในการเรียนรู้

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

กันตภณ พริ้วไธสง. (2559). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาปริญญาตรี สาขาวิชาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์ผ่านบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ออนไลน์ในรายวิชา ฟิสิกส์ลจิก. *วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยธนบุรี*, 10(22), 21-27.

<https://so03.tci-thaijo.org/index.php/trujournal/article/view/56423>

ชนินทร์ ตั้งพานทอง. (2560). ปัจจัยที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนออนไลน์เพื่อเสริมการเรียนการสอน [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย]. Chulalongkorn University Intellectual Repository (CUIR). <https://digital.car.chula.ac.th/chulaetd/1126/>

ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2556). การทดสอบประสิทธิภาพของสื่อและชุดการสอน. *วารสารศิลปการศึกษาศาสตร์วิจัย*, 5(1), 7-16.

<https://so05.tci-thaijo.org/index.php/suedureasearchjournal/article/view/28419>

- นรินทรา มิ่งโอบี. (2567). การพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน วิชาแคลคูลัส 2 เรื่องการประยุกต์ใช้แคลคูลัสในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เพื่อส่งเสริมทักษะ การใช้สื่อการสอนของนักศึกษาปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด. *Journal of Roi Kaensarn Academi*, 9(10), 142–153. <https://so02.tci-thaijo.org/index.php/JRKS/article/view/272842/182281>
- ปารามินทร์ ัญญะณ. (2566). การพัฒนาการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมทางคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมทักษะการสื่อสารและการนำเสนอทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความน่าจะเป็น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารการศึกษา, มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม]. ฐานข้อมูลวิทยานิพนธ์ RMU. <https://fulltext.rmu.ac.th/fulltext/2566/M131781/Tunyapoo%20Paramin.pdf>

ภาษาอังกฤษ

- Almelhi, A. M. (2021). Effectiveness of the ADDIE model within an e-learning environment in developing creative writing in EFL students. *English Language Teaching*, 14(2), 20-36. <https://doi.org/10.5539/elt.v14n2p20>
- Capuno, R., Revalde, H., Etcuban, J. O., Aventuna, M., Medio, G., & Demeterio, R. A. (2019). Facilitating learning mathematics through the use of instructional media. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 14(3), 677-688. <https://doi.org/10.29333/iejme/5785>
- Cooksey, K. L., & Jonsson, P. (2022). Using pre-/post-quizzes intentionally in curriculum development and evaluation. In S. Seagroves, A. Barnes, A. J. Metevier, J. Porter, & L. Hunter (Eds.), *Leaders in effective and inclusive stem: Twenty years of the institute for scientist & engineer educators* (pp. 189–204). Institute for Scientist & Engineer Educators.
- Dikmen, C. H. (2019). The effect of web-based instruction designed by Dick and Carey model on academic achievement, attitude and motivation of students' in science education. *Journal of Learning and Teaching in Digital Age*, 4(1), 34-40. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/1175653>
- Diloreto, M., Gray, J. A., & Schutts, J. (2022). Student satisfaction and perceived learning in online learning environments: An instrument development and validation study. *Education Leadership Review*, 23(1). https://www.researchgate.net/publication/367332228_Student_Satisfaction_and_Perc_eived_Learning_in_Online_Learning_Environments_An_Instrument_Development_and_Validation_Study#full-text
- Hurdle, Z. B., & Mogilski, W. (2022). The impact of prerequisites for undergraduate calculus I performance. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 17(3), <https://doi.org/10.29333/iejme/12146>
- Khalil, R. Y., Tairab, H., Qablan, A., Alarabi, K., & Mansour, Y. (2023). Stem-based curriculum and creative thinking in high school students. *Education Sciences*, 13(12), 1195. <https://doi.org/10.3390/educsci13121195>

- Khwanchai, K., Tanthip, K., & Santiboon, T. (2017). An instructional design model with the cultivating research-based learning strategies for fostering teacher students' creative thinking abilities. *Educational Research and Reviews*, 12(15), 712-724.
<https://doi.org/10.5897/ERR2017.3239>
- Nia, H. S., Marôco, J., She, L., Fomani, F. K., Rahmatpour, P., Ilic, I. S., Ibrahim, M. M., Ibrahim, F. M., Narula, S., Esposito, G., Gorgulu, O., Naghavi, N., Sharif, P. S., Allen, K. A., Kaveh, O., & Reardon, J. (2023). Student satisfaction and academic efficacy during online learning with the mediating effect of student engagement: A multicountry study. *Plos One*, 18(10), <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0285315>
- Oztekin, A., Delen, D., Turkyilmaz, A., & Zaim, S. (2013). A machine learning-based usability evaluation method for e-learning systems. *Decision Support Systems*, 56, 63-73.
<https://doi.org/10.1016/j.dss.2013.05.003>
- Sangrà, A., Vlachopoulos, D., & Cabrera, N. (2012). Building an inclusive definition of e-learning: An approach to the conceptual framework. *International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 13(2), 145-159. <https://doi.org/10.19173/irrodl.v13i2.1161>
- Spatioti, A. G., Kazanidis, I., & Pange, J. (2022). A comparative study of the ADDIE instructional design model in distance education. *Information*, 13(9), 402.
<https://doi.org/10.3390/info13090402>
- Thompson, P. W., & Harel, G. (2021). Ideas foundational to calculus learning and their links to students' difficulties. *ZDM Mathematics Education*, 53, 507-519.
<https://doi.org/10.1007/s11858-021-01270-1>
- UNESCO. (2023, November 22). Transforming education with digital learning.
<https://www.unesco.org/sdg4education2030/en/articles/transforming-education-digital-learning>
- Wafubwa, R. N., & Csikos, C. (2022). Impact of formative assessment instructional approach on students' mathematics achievement and their metacognitive awareness. *International Journal of Instruction*, 15(2), 119-138. <https://doi.org/10.29333/iji.2022.1527a>
- Younas, M., Noor, U., Zhou, X., Menhas, R., & Qingyu, X. (2022). Covid-19, students satisfaction about e-learning and academic achievement: Mediating analysis of online influencing factors. *Frontiers in Psychology*, 13, <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.948061>
- Yu, Q. (2022). Factors influencing online learning satisfaction. *Frontiers in Psychology*, 13, <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.852360>
- Zakariya, Y. F., Midttun, Ø., Nyberg, S. O. G., & Gjesteland, T. (2022). Reforming the teaching and learning of foundational mathematics courses: An investigation into the status quo of teaching, feedback delivery, and assessment in a first-year calculus course. *Mathematics*, 10(13), 2164. <https://doi.org/10.3390/math10132164>