

การพัฒนาแอปพลิเคชันการคิดเชิงคำนวณ วิชา วิทยาการคำนวณ
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนระยองวิทยาคม

Developing a Computational Thinking Application for the Computing Science Subject
for 10th Grade Students at Rayongwittayakom School

จารุภา อุทัยธรรม¹ ธนะวัฒน์ วรรณประภา¹ วีระพันธ์ พานิชย์¹
Jarupha U-taitham¹ Thanawat Wannaprapha¹ Weerapun Panich¹

¹ หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา มหาวิทยาลัยบูรพา

¹ Master of Education Program in Educational Technology, Burapha University

*Corresponding Author: E-mail: jarupha28@gmail.com

บทคัดย่อ

Received: March 18, 2024

Revised: May 20, 2024

Accepted: May 23, 2024

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) พัฒนาแอปพลิเคชันการคิดเชิงคำนวณ วิชา วิทยาการคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (2) หาประสิทธิภาพของแอปพลิเคชันการคิดเชิงคำนวณ วิชา วิทยาการคำนวณ ตามเกณฑ์ E1/E2 (3) ประเมินทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนหลังการใช้แอปพลิเคชันการคิดเชิงคำนวณ วิชา วิทยาการคำนวณ และ (4) ประเมินความก้าวหน้าทางการเรียนรู้ของนักเรียนจากการใช้แอปพลิเคชันการคิดเชิงคำนวณ วิชา วิทยาการคำนวณ กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ห้องเรียนโครงสร้างที่เน้นสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ โรงเรียนระยองวิทยาคม จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 40 คน โดยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ (1) แอปพลิเคชันการคิดเชิงคำนวณ (2) แบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณ แบบปรนัยชนิดเขียนตอบสั้น ๆ และ (3) แบบทดสอบปรนัยก่อนเรียนและหลังเรียน ชนิด 4 ตัวเลือก สถิติที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าดัชนีประสิทธิผล และการทดสอบค่า t แบบ Dependent samples

ผลการวิจัยพบว่า (1) แอปพลิเคชันการคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีคุณภาพด้านเนื้อหาอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X}$ =4.81, S.D.=0.24) และมีคุณภาพด้านสื่ออยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X}$ =4.83, S.D.=0.18) (2) ประสิทธิภาพของแอปพลิเคชันการคิดเชิงคำนวณ ตามเกณฑ์ E1/E2 เท่ากับ 84.75/84.83 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้ (3) ทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนมีคะแนนคิดเป็นร้อยละ 77.65 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ (4) นักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้น โดยมีค่าดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.6884 หรือคิดเป็นร้อยละ 68.84

คำสำคัญ : แอปพลิเคชัน, วิทยาการคำนวณ, ทักษะด้านการคิดเชิงคำนวณ

Abstract

This research aimed (1) to develop a computational thinking application for computing science subject for grade 10th students, (2) to test efficiency of the computational thinking application for computing science subject in accordance with E1/E2 criteria, (3) to assess students' computational thinking skills from using the computational thinking application for computing science subject, and (4) to study students' learning progress through the use of the computational thinking application for computing science subject. The research sample included 40 grade 10th students from one structured classroom focusing on science–mathematics, Rayongwittayakom School, selected by a cluster sampling method. The research instruments included (1) the computational thinking application for computing science subject for grade 10th students, (2) computational thinking skill measurement in the form of an objective test with a short answer, and (3) pretest and posttest in the form of an objective test with 4 possible answers. Statistics used for data analysis were percentage, mean, standard deviation, effectiveness index, and one sample t–test dependent.

The study results revealed that (1) the quality of the content of the computational thinking application for computing science subject for grade 10th students was at a very good level ($\bar{X}$ =4.81, S.D.=0.24) and the quality of media was at a very good level ($\bar{X}$ =4.83, S.D.=0.18), (2) the efficiency of the computational thinking application for computing science subject in accordance with the E1/E2 criteria was 84.75/84.83, which was higher than the normal criteria of 80/80, (3) the score of the sample' computational thinking skills was 77.65% which was higher than the criterion of 70%, with statistical significance level of 0.01, and (4) the sample had increased learning progress with the effectiveness index equal to 0.6884 or 68.84%.

Keywords : Application, Computing science, Computational thinking skills

ความสำคัญและปัญหา

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) กระทรวงศึกษาธิการ ได้ตระหนักถึงความสำคัญของการพัฒนาทักษะของผู้เรียนให้ดำรงชีวิตอยู่ได้อย่างมีคุณภาพในศตวรรษที่ 21 ซึ่งได้พัฒนาหลักสูตรรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 สาระเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) โดยมีเป้าหมายพัฒนาให้ผู้เรียนได้เรียนรู้และใช้ทักษะการคิดเชิงคำนวณ (Computational thinking) ในการคิด วิเคราะห์ ทำความเข้าใจปัญหาและสามารถสร้างแนวทางการแก้ปัญหาได้อย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ก่อนที่จะมีการนำมาเขียนโปรแกรมหรือโค้ดดิ้ง รวมถึงใช้ในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2561)

การจัดการเรียนรู้ วิชา วิทยาการคำนวณ โรงเรียนระยองวิทยาคม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาชลบุรี ระยอง โดยศึกษาจากบันทึกท้ายแผนการจัดการเรียนรู้ ผลการทดสอบทักษะการคิดเชิงคำนวณ และจากบันทึกกิจกรรม PLC ของครูผู้สอนในวิชา วิทยาการคำนวณ พบว่า ครูผู้สอนใช้วิธีการสอนแบบบรรยายโดยใช้หนังสือเรียนเป็นหลัก ไม่มีสื่ออื่น ๆ ที่หลากหลายมากนักที่จะช่วยส่งเสริมการเรียนรู้หรือกระตุ้นความสนใจและตอบสนองความแตกต่างในการเรียนรู้ของผู้เรียน ส่งผลให้ผู้เรียนรู้สึกเบื่อหน่าย และมีผู้เรียนบางส่วนต้องขาดเรียนในบางครั้งทั้งจากการเจ็บป่วยหรือจากการเป็นตัวแทนของโรงเรียนเพื่อไปแข่งขันต่าง ๆ ทำให้ขาดความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาบทเรียนที่ได้รับจากในชั้นเรียนเพียงอย่างเดียว คุณภาพผู้เรียนไม่เป็นไปตามค่าเป้าหมายที่โรงเรียนกำหนด

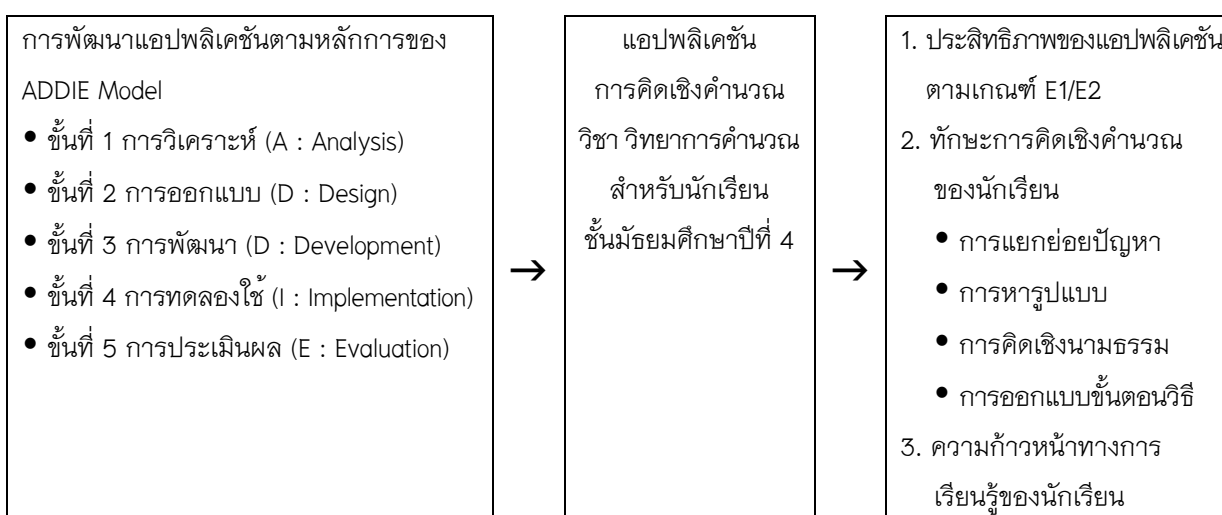
เพื่อเป็นการก้าวข้ามข้อจำกัดการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบเดิมที่ครูผู้สอนเป็นศูนย์กลางการเรียนรู้เพียงอย่างเดียว อีกทั้งข้อมูลองค์ความรู้ต่าง ๆ ในปัจจุบันไม่ได้หาได้เพียงในห้องเรียนอย่างเดียวเช่นกัน รูปแบบการเรียนรู้และช่องทางใหม่ ๆ ได้ถูกพัฒนาขึ้นอย่างมากมาย ไม่ว่าจะเป็น 5G VR AR IOTs แอปพลิเคชัน ซึ่งส่งผลต่อการเรียนรู้และการนำไปประยุกต์ใช้ทั้งต่อผู้เรียน ผู้สอน ผู้ประกอบการ รวมถึงคนทั่วไปด้วย เช่น แอปพลิเคชันช่วยจัดระบบการเรียนการสอน แอปพลิเคชันนำเสนอองค์ความรู้ด้านต่าง ๆ เป็นต้น (สำนักงานบริหารและพัฒนาองค์ความรู้, 2563) โดยแอปพลิเคชันเป็นโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นเพื่อใช้งานผ่านอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ สมาร์ทโฟน และแท็บเล็ต บนระบบปฏิบัติการต่าง ๆ ที่ช่วยตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ในด้านต่าง ๆ ตามที่ผู้พัฒนาโปรแกรมได้ออกแบบการทำงานไว้ ซึ่งในปัจจุบันได้มีการนำแอปพลิเคชันมาเป็นส่วนหนึ่งของการเรียนการสอนมากขึ้น สามารถช่วยเหลือการสอนของครูผู้สอนทั้งในและนอกชั้นเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ เข้าถึงได้ตลอดเวลา เพิ่มความสะดวก ความสนุกสนานในการเรียนการสอน และยังช่วยพัฒนาทักษะการเรียนรู้ของผู้เรียนในด้านต่าง ๆ ได้อีกด้วย (คณะกรรมการการจัดการความรู้ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง, 2562) อีกทั้งในปัจจุบันผู้เรียนมีความรู้ความสามารถทางด้านเทคโนโลยีมากขึ้น การนำเทคโนโลยีมาบูรณาการร่วมกับการจัดการเรียนการสอน จึงเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ใช้ความสามารถของตนเองในการเรียนรู้ได้อย่างเต็มที่ อีกทั้งยังกระตุ้นความสนใจในการเรียนได้มากขึ้นจากการใช้เทคโนโลยีในการสร้างสื่อให้มีความหลากหลาย ดังนั้น เทคโนโลยีจึงเป็นทางเลือกเพื่อตอบสนองการเรียนรู้ที่แตกต่างของนักเรียนได้ เช่น การใช้แอปพลิเคชันที่ผู้เรียนสามารถเข้าถึงได้ง่าย เหมาะกับบริบทของผู้เรียน รองรับทุกอุปกรณ์ สะดวกต่อการเรียนได้ทุกสถานที่ ทุกเวลา (Starfish Education, 2564) นอกจากนี้ ประโยชน์แรกๆที่อาจเห็นได้ชัดในปัจจุบันสำหรับครูผู้สอนในการประยุกต์ใช้สมาร์ตโฟนในฐานะเครื่องมือช่วยให้เกิดการเรียนรู้ คือ การใช้แอปพลิเคชันเพื่อสนับสนุนการเรียนรู้ด้วยวัตถุประสงค์ต่าง ๆ เช่น การตอบคำถามร่วมกันทั้งชั้นเรียน หรือการจัดชั้นเรียนออนไลน์ รวมถึงการใช้สมาร์ตโฟนเป็นหนึ่งในอุปกรณ์ประกอบกิจกรรมการเรียนรู้ (สุรศักดิ์ แซ่ลิ้ม, 2565)

จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยตระหนักถึงความสำคัญของการจัดการเรียนรู้ด้านวิทยาการคำนวณ ประกอบกับคุณสมบัติที่เหมาะสมของแอปพลิเคชัน จึงมีแนวคิดที่จะนำเทคโนโลยีนี้มาใช้ให้เกิดประโยชน์ โดยการพัฒนาแอปพลิเคชัน การคิดเชิงคำนวณ วิชา วิทยาการคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ขึ้น เพื่อใช้เป็นสื่อเสริมการเรียนรู้ สำหรับเนื้อหาที่ยากหรือต้องใช้กระบวนการคิดวิเคราะห์ที่ซับซ้อนให้เข้าใจง่ายมากขึ้น อย่างเช่นเนื้อหาเกี่ยวกับอัลกอริธึมที่เป็นเนื้อหาเกี่ยวกับการลำดับความคิดและขั้นตอนการทำงาน ซึ่งที่ผ่านมาถ้าอ่านแต่ตัวอักษรจะเข้าใจได้ยาก แต่ด้วยคุณสมบัติของแอปพลิเคชันที่สามารถอธิบายเนื้อหาในรูปแบบของมัลติมีเดีย มีแบบฝึกทักษะ แบบทดสอบ ในลักษณะที่มีปฏิสัมพันธ์โต้ตอบ (Interactive) ที่ให้ผลย้อนกลับได้ทันที จึงทำให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจและมีทักษะที่พึงประสงค์ได้ อีกทั้งยังช่วยดึงดูดและกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน เมื่อผู้เรียนมีความสนใจ จะส่งผลให้ผู้เรียนเกิดความต้องการเรียนรู้อย่างเป็นธรรมชาติเสมือนเป็นส่วนหนึ่งของชีวิตประจำวัน ไม่รู้สึกเบื่อหน่าย และได้เรียนรู้ อย่างอิสระ ตอบสนองความแตกต่างในการเรียนรู้ของผู้เรียนแต่ละคนตามระดับความสามารถและอัตราความเร็ว ตามที่ต้องการ รวมทั้งผู้สอนมีเครื่องมือเสริมสำหรับใช้ถ่ายทอดเนื้อหาความรู้สู่ผู้เรียน โดยสามารถให้ผู้เรียนไปศึกษา เรียนรู้เนื้อหาด้วยตนเองก่อนเบื้องต้นผ่านแอปพลิเคชัน และนำความรู้หรือประสบการณ์ที่ได้รับกลับมาใช้ในชั้นเรียนได้ หรือถ้าหากผู้เรียนมีความจำเป็นต้องขาดเรียน หรือเรียนในชั้นเรียนแล้วยังไม่เข้าใจเนื้อหามากนัก ก็สามารถไปทบทวน เนื้อหาด้วยตนเองผ่านแอปพลิเคชันได้เช่นกัน ซึ่งมีความสอดคล้องกับพฤติกรรมของผู้เรียนในยุคดิจิทัลหรือคนรุ่นใหม่ ที่ใช้อุปกรณ์เทคโนโลยีอย่างคุ้นเคย

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อพัฒนาแอปพลิเคชันการคิดเชิงคำนวณ วิชา วิทยาการคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
2. เพื่อหาประสิทธิภาพของแอปพลิเคชันการคิดเชิงคำนวณ วิชา วิทยาการคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามเกณฑ์ E1/E2
3. เพื่อประเมินทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จากการใช้แอปพลิเคชันการคิดเชิงคำนวณ วิชา วิทยาการคำนวณ
4. เพื่อประเมินความก้าวหน้าทางการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จากการใช้แอปพลิเคชันการคิดเชิงคำนวณ วิชา วิทยาการคำนวณ

กรอบแนวคิดในการวิจัย



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

ขอบเขตการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ห้องเรียนโครงสร้างที่เน้นสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ โรงเรียนระยองวิทยาคม จำนวน 4 ห้องเรียน ที่มีผลการเรียนใกล้เคียงกัน รวมนักเรียนทั้งหมดจำนวน 160 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ห้องเรียนโครงสร้างที่เน้นสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ โรงเรียนระยองวิทยาคม จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 40 คน โดยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling)

ตัวแปรที่ศึกษา

1. ตัวแปรต้น ได้แก่ แอปพลิเคชันการคิดเชิงคำนวณ วิชา วิทยาการคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
2. ตัวแปรตาม ได้แก่ ประสิทธิภาพของแอปพลิเคชันตามเกณฑ์ E1/E2 ทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียน และความก้าวหน้าทางการเรียนรู้ของนักเรียน

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามแนวทางของ ADDIE Model ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน มีรายละเอียด ดังนี้

1. ขั้นที่ 1 การวิเคราะห์ (A : Analysis)

1.1 วิเคราะห์ผู้เรียน โดยศึกษาจากบันทึกท้ายแผนการจัดการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ของผู้เรียน และจากบันทึกกิจกรรม PLC วิชา วิทยาการคำนวณ รวมทั้งศึกษาผลการวิเคราะห์สัณฐานการเรียนรู้ของผู้เรียนและความพร้อมด้านอุปกรณ์ในการเข้าถึงสื่อของผู้เรียน

1.2 วิเคราะห์เนื้อหา โดยศึกษาและวิเคราะห์จากหลักสูตรรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 สารเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง การคิดเชิงคำนวณ รวมทั้งศึกษาจากคู่มือการสอน หนังสือเรียน และแหล่งเรียนรู้อื่น ๆ เพื่อใช้กำหนดเนื้อหาที่จะนำเสนอในแอปพลิเคชันต่อไป

2. ขั้นที่ 2 การออกแบบ (D : Design)

2.1 ออกแบบเนื้อหา โดยกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหาที่จะนำเสนอในแอปพลิเคชันทั้งในส่วนเนื้อหาบทเรียน และส่วนแบบฝึกหัดระหว่างเรียน ได้แก่ ความหมายและความสำคัญของการคิดเชิงคำนวณ (Computational thinking) การแยกย่อยปัญหา (Decomposition) การหารูปแบบ (Pattern recognition) การคิดเชิงนามธรรม (Abstraction) และการออกแบบขั้นตอนวิธี (Algorithm)

2.2 ออกแบบผังงาน (Flowchart) เพื่อให้เห็นโครงสร้างการทำงานโดยภาพรวมของแอปพลิเคชัน และออกแบบบทดำเนินเรื่อง (Story board) เพื่อแสดงถึงรูปแบบและลำดับการนำเสนอเนื้อหา รวมทั้งส่วนประกอบของมัลติมีเดียภายในแอปพลิเคชัน

2.3 นำส่วนที่ออกแบบเสนอผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา จำนวน 3 ท่าน และด้านสื่อ จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสม เพื่อให้ข้อเสนอแนะและนำมาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ

3. ขั้นที่ 3 การพัฒนา (D : Development)

มีกระบวนการสร้างเครื่องมือ และการหาคุณภาพของเครื่องมือ ดังนี้

3.1 แอปพลิเคชันการคิดเชิงคำนวณ วิชา วิทยาการคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

3.1.1 พัฒนาแอปพลิเคชันตามทีออกแบบไว้โดยใช้โปรแกรม Unity ร่วมกับโปรแกรม Visual Studio ในการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ภาษา C# โปรแกรม Adobe Illustrator สำหรับวาดกราฟิก โปรแกรม Adobe After Effect สำหรับสร้างแอนิเมชันและภาพเคลื่อนไหว และโปรแกรม Audacity สำหรับใช้บันทึกและตัดต่อเสียง

3.1.2 เสนอผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา จำนวน 3 ท่าน และด้านสื่อ จำนวน 3 ท่าน ประเมินคุณภาพของแอปพลิเคชันตามแบบประเมินคุณภาพของแอปพลิเคชันที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นที่ผ่านการหาค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถาม (IOC) จากผู้เชี่ยวชาญด้านวัดและประเมินผลแล้ว โดยแบบประเมินเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่าแบ่งเป็น 5 ระดับ ตามแบบของลิเคอร์ท (Likert rating scale) และกำหนดเกณฑ์การยอมรับคุณภาพของแอปพลิเคชันในแต่ละด้านจะต้องมีผลการประเมินตั้งแต่ 3.50 ขึ้นไป หรือมีคุณภาพอยู่ในระดับดีขึ้นไป

3.1.3 นำแอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้นไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง (Try out) แบบกลุ่มเดี่ยว 1:1 แบบกลุ่มเล็ก 1:10 และแบบภาคสนาม 1:30 เพื่อทดสอบการทำงานและหาข้อบกพร่องของแอปพลิเคชัน ตรวจสอบความเข้าใจของภาษาที่ใช้ ความเหมาะสมของเนื้อหาสาระ คำถามและคำสั่งต่าง ๆ ความเหมาะสมของเวลาในการใช้แอปพลิเคชัน และจึงนำมาปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องที่เกิดขึ้น

3.2 แบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณ

3.2.1 สร้างแบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณ โดยมีลักษณะเป็นแบบปรนัยชนิดตอบสั้น ๆ (มีคำตอบถูกเพียงคำตอบเดียว เช่น คำตอบเป็นจำนวนตัวเลข ปริมาณ คำเดียว ๆ) หากตอบถูกจะได้คะแนน หากตอบผิดจะได้ 0 คะแนน จำนวน 20 ข้อ

3.2.2 เสนอผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา และเลือกข้อคำถามที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป และหาค่าความเชื่อมั่นโดยใช้วิธีการ Kuder-Richardson 20 (KR-20) พบว่า มีค่า 0.76 จึงได้แบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณสำหรับนำไปใช้จริง จำนวน 14 ข้อ

3.3 แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

3.3.1 สร้างแบบทดสอบแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ

3.3.2 เสนอผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา และเลือกข้อคำถามที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป และทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน คัดเลือกแบบทดสอบที่มีค่าความยากง่าย (p) ระหว่าง 0.20 – 0.80 มีค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป และหาค่าความเชื่อมั่นโดยใช้วิธีการ Kuder-Richardson 20 (KR-20) พบว่า มีค่า 0.80 จึงได้แบบทดสอบสำหรับนำไปใช้จริง จำนวน 15 ข้อ

4. ขั้นที่ 4 การนำไปใช้ (I : Implementation)

มีกระบวนการนำไปใช้และเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

4.1 ผู้วิจัยชี้แจงรายละเอียดของการวิจัยให้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง พร้อมทั้งแจกคู่มือการใช้งาน และให้นักเรียนติดตั้งแอปพลิเคชันการคิดเชิงคำนวณ วิชา วิทยาการคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ลงอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ หรือสมาร์ทโฟน หรือแท็บเล็ตของตนเอง โดยกำหนดให้นักเรียน 1 คน ต่อการใช้งาน 1 เครื่อง

4.2 นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน จำนวน 30 นาที

4.3 นักเรียนใช้แอปพลิเคชันการคิดเชิงคำนวณ วิชา วิทยาการคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เพื่อศึกษาเรียนรู้เนื้อหาและทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียน ภายในระยะเวลา 2 สัปดาห์ ด้วยตนเองตามอัธยาศัยหรือตามระดับความสามารถและอัตราความเร็วตามที่ต้องการ แต่ภายในระยะเวลาที่ผู้วิจัยกำหนด

4.4 นักเรียนทำแบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณ จำนวน 60 นาที

4.5 นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน จำนวน 30 นาที

5. ขั้นที่ 5 การประเมินผล (E : Evaluation)

5.1 วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาประสิทธิภาพของแอปพลิเคชันการคิดเชิงคำนวณ วิชา วิทยาการคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามเกณฑ์ E1/E2 โดยกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ คือ 80/80

5.2 วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อประเมินทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนหลังการใช้แอปพลิเคชันโดยใช้สถิติ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และ t-test แบบ Dependent samples

5.3 วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อประเมินความก้าวหน้าทางการเรียนรู้ของนักเรียนจากการใช้แอปพลิเคชันโดยการหาค่าดัชนีประสิทธิผล (E.I.)

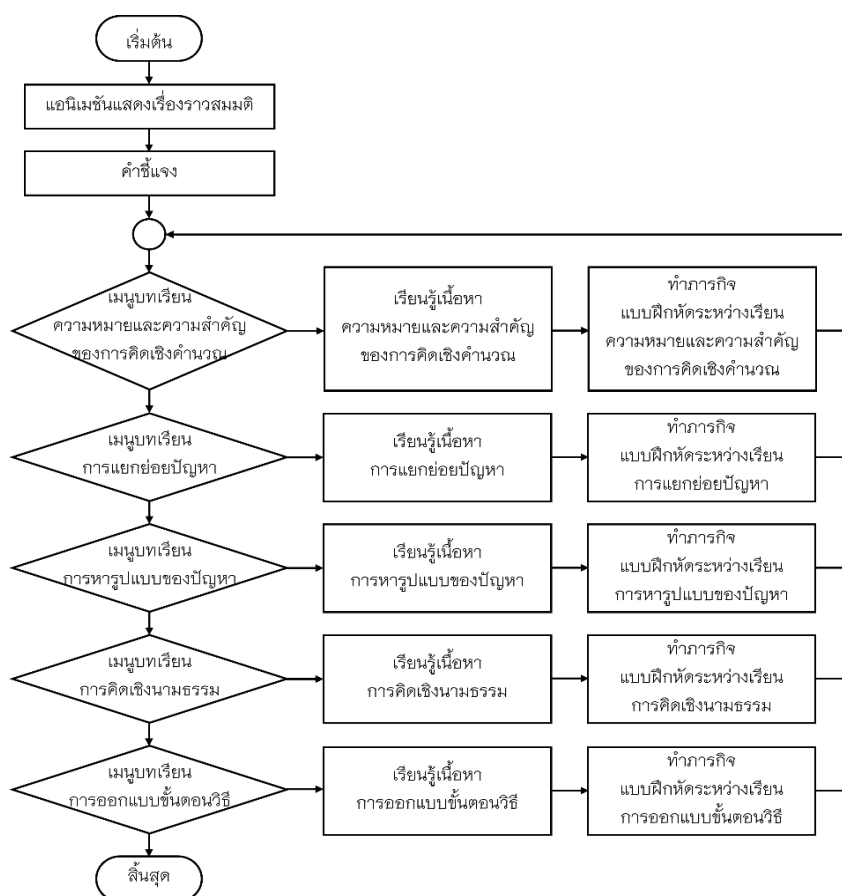
สรุปผลการวิจัย

จากการดำเนินการวิจัย สามารถสรุปผลการวิจัยที่สอดคล้องตามวัตถุประสงค์ของการวิจัยเป็น 4 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการพัฒนาแอปพลิเคชันการคิดเชิงคำนวณ วิชา วิทยาการคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

1. แอปพลิเคชันการคิดเชิงคำนวณ วิชา วิทยาการคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีรายละเอียดการทำงานของแอปพลิเคชัน ดังนี้

1.1 โครงสร้างการทำงานของแอปพลิเคชันโดยภาพรวม แสดงดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 แสดงโครงสร้างการทำงานของแอปพลิเคชันโดยภาพรวม

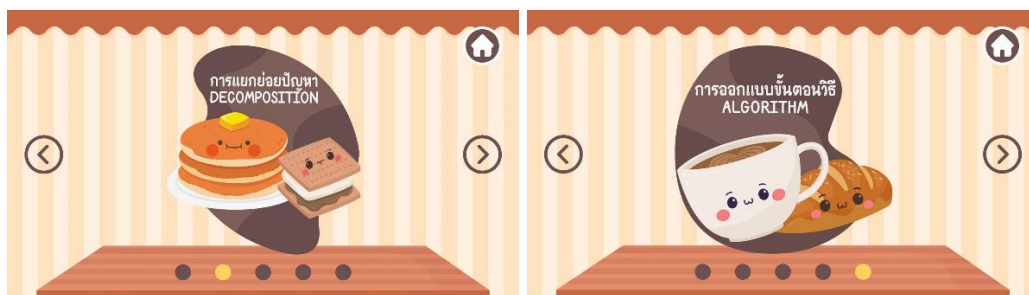
1.2 ส่วนประกอบหลักของแอปพลิเคชัน ประกอบด้วย

1.2.1 ส่วนไอคอนและหน้าแรกของแอปพลิเคชัน มีชื่อเรียกว่า Sanook Kid Cafe (อ่านว่า สนุกคิด...คาเฟ่) เนื่องจากมีรูปลักษณ์ของขนม เครื่องดื่ม และสถานการณ์ในร้านคาเฟ่ เพื่อกระตุ้นความสนใจผู้เรียนและเป็นสถานการณ์ที่ผู้เรียนคุ้นชินในชีวิตประจำวัน แสดงดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 แสดงไอคอนและหน้าแรกของแอปพลิเคชัน

1.2.2 ส่วนเมนูหลัก ประกอบด้วย 5 เมนู ได้แก่ (1) ความหมายและความสำคัญของการคิดเชิงคำนวณ (Computational thinking) (2) การแยกย่อยปัญหา (Decomposition) (3) การหารูปแบบ (Pattern recognition) (4) การคิดเชิงนามธรรม (Abstraction) และ (5) การออกแบบขั้นตอนวิธี (Algorithm) แสดงดังภาพที่ 3 โดยในแต่ละเมนูหลัก จะมีเมนูย่อย 2 ส่วนให้ทำการเลือกต่อไป ได้แก่ (1) เรียนรู้เนื้อหา ใช้สำหรับเข้าสู่ส่วนเนื้อหาของหัวข้อนั้น ๆ และ (2) ทำภารกิจ ใช้สำหรับเข้าสู่ส่วนแบบฝึกหัดระหว่างเรียนของหัวข้อนั้น ๆ แสดงดังภาพที่ 4

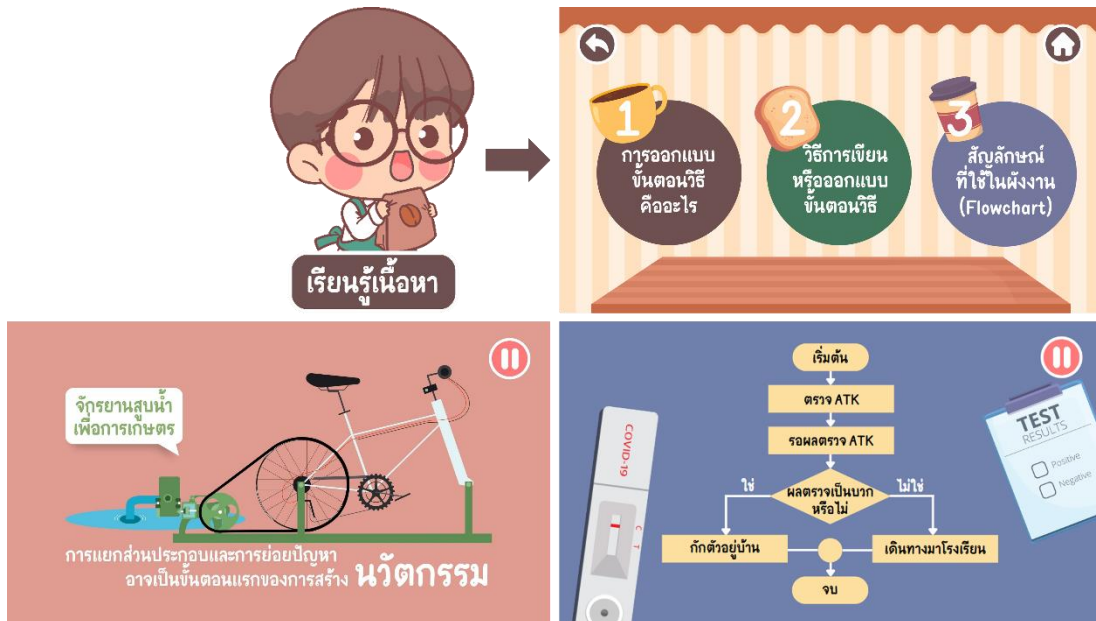


ภาพที่ 4 แสดงตัวอย่างหน้าเมนูหลัก



ภาพที่ 5 แสดงหน้าเมนูย่อยที่จะปรากฏในทุก ๆ เมนูหลัก

1.2.3 ส่วนเนื้อหา หากผู้เรียนเลือกเมนูเรียนรู้เนื้อหา จะเข้าสู่เมนูหัวข้อเนื้อหาย่อย ๆ เพื่อศึกษาเนื้อหาต่อไป โดยมีการนำเสนอเนื้อหาในรูปแบบแอนิเมชันอินโฟกราฟิก แสดงดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6 แสดงตัวอย่างหน้าเมนูหัวข้อเนื้อหาย่อย ๆ และตัวอย่างการนำเสนอเนื้อหาแบบแอนิเมชันอินโฟกราฟิก

1.2.4 ส่วนแบบฝึกหัดระหว่างเรียนและคะแนน หากผู้เรียนเลือกเมนูทำภารกิจ จะเข้าสู่แบบฝึกหัดเพื่อฝึกทักษะการคิดเชิงคำนวณ ซึ่งมีหลากหลายรูปแบบแตกต่างกันไป เช่น แบบเลือกตอบ แบบลากวาง แบบเติมคำ โดยมีคะแนนที่ผู้เรียนจะได้รับจากการทำแบบฝึกหัดในแต่ละข้อ แสดงดังภาพที่ 7



ภาพที่ 7 แสดงตัวอย่างหน้าแบบฝึกหัดระหว่างเรียนและคะแนน

2. ผลการประเมินคุณภาพของแอปพลิเคชันการคิดเชิงคำนวณ วิชา วิทยาการคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แบ่งการประเมินเป็น 2 ด้าน ประกอบด้วย

2.1 ด้านที่ 1 คุณภาพของแอปพลิเคชันด้านเนื้อหา ประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา จำนวน 3 ท่าน สรุปผลได้ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงผลการวิเคราะห์การประเมินคุณภาพของแอปพลิเคชันการคิดเชิงคำนวณ วิชา วิทยาการคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้านเนื้อหาแบบภาพรวม โดยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา

รายการประเมินคุณภาพของแอปพลิเคชันด้านเนื้อหา	$\bar{X}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
1. ด้านเนื้อหาบทเรียน	4.83	0.22	ดีมาก
2. ด้านแบบฝึกหัดระหว่างเรียน	4.75	0.29	ดีมาก
รวม	4.81	0.24	ดีมาก

จากตารางที่ 1 พบว่า คุณภาพของแอปพลิเคชันด้านเนื้อหา โดยภาพรวมมีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X} = 4.81$, S.D. = 0.24) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ด้านเนื้อหาบทเรียน มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X} = 4.83$, S.D. = 0.22) และด้านแบบฝึกหัดทักษะ มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X} = 4.75$, S.D. = 0.29) ตามลำดับ

2.2 ด้านที่ 2 คุณภาพของแอปพลิเคชันด้านสื่อ ประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญด้านสื่อ จำนวน 3 ท่าน สรุปผลได้ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงผลการวิเคราะห์การประเมินคุณภาพของแอปพลิเคชันการคิดเชิงคำนวณ วิชา วิทยาการคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้านสื่อแบบภาพรวม โดยผู้เชี่ยวชาญด้านสื่อ

รายการประเมินคุณภาพของแอปพลิเคชันด้านสื่อ	$\bar{X}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
1. ด้านการออกแบบ	4.90	0.16	ดีมาก
2. ด้านการใช้งาน	4.87	0.23	ดีมาก
3. ด้านคุณสมบัติ	4.67	0.14	ดีมาก
รวม	4.83	0.18	ดีมาก

จากตารางที่ 2 พบว่า คุณภาพของแอปพลิเคชันด้านสื่อ โดยภาพรวมมีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X} = 4.83$, S.D. = 0.18) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ด้านการออกแบบ มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X} = 4.90$, S.D. = 0.16) รองลงมาคือ ด้านการใช้งาน มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X} = 4.87$, S.D. = 0.23) และด้านคุณสมบัติ มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X} = 4.67$, S.D. = 0.14) ตามลำดับ

ตอนที่ 2 ผลการหาประสิทธิภาพของแอปพลิเคชันการคิดเชิงคำนวณ วิชา วิทยาการคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามเกณฑ์ E1/E2

การหาประสิทธิภาพของแอปพลิเคชันการคิดเชิงคำนวณ วิชา วิทยาการคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามเกณฑ์ E1/E2 ได้กำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ คือ 80/80 สรุปผลได้ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แสดงผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของแอปพลิเคชันการคิดเชิงคำนวณ วิชา วิทยาการคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามเกณฑ์ E1/E2

คะแนน	จำนวนนักเรียน	คะแนนเต็ม	คะแนนรวม	คะแนนเฉลี่ย	ร้อยละ
แบบฝึกหัดระหว่างเรียน (E1)	40	50	1695	42.38	84.75
แบบทดสอบหลังเรียน (E2)	40	15	509	12.73	84.83

จากตารางที่ 3 พบว่า คะแนนระหว่างเรียนมีประสิทธิภาพ (E1) เท่ากับ 84.75 และคะแนนหลังเรียนมีประสิทธิภาพ (E2) เท่ากับ 84.83 แสดงให้เห็นว่าแอปพลิเคชันการคิดเชิงคำนวณ วิชา วิทยาการคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีประสิทธิภาพของ E1/E2 เท่ากับ 84.75/84.83 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้

ตอนที่ 3 ผลการประเมินทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังการใช้แอปพลิเคชันการคิดเชิงคำนวณ วิชา วิทยาการคำนวณ

การประเมินทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังการใช้แอปพลิเคชันการคิดเชิงคำนวณ วิชา วิทยาการคำนวณ กับเกณฑ์ร้อยละ 70 สรุปผลได้ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 แสดงผลการวิเคราะห์การประเมินทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังการใช้แอปพลิเคชันการคิดเชิงคำนวณ วิชา วิทยาการคำนวณ กับเกณฑ์ร้อยละ 70

คะแนน	จำนวนนักเรียน	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ย	S.D.	t
ทักษะการคิดเชิงคำนวณ	40	100	77.65	10.57	4.58*

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตารางที่ 4 พบว่า ทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังการใช้แอปพลิเคชันการคิดเชิงคำนวณ วิชา วิทยาการคำนวณ มีคะแนนเฉลี่ย 77.65 คิดเป็นร้อยละ 77.65 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

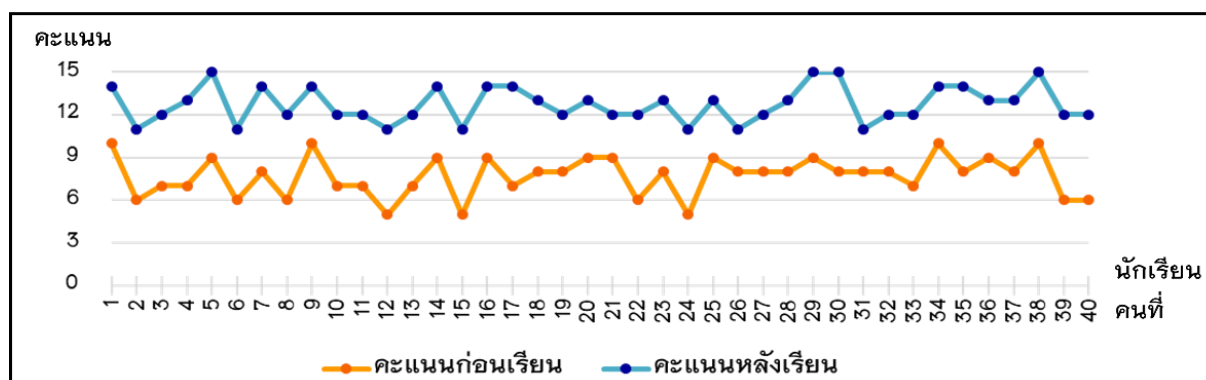
ตอนที่ 4 ผลการประเมินความก้าวหน้าทางการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จากการใช้แอปพลิเคชันการคิดเชิงคำนวณ วิชา วิทยาการคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

การประเมินความก้าวหน้าทางการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จากการใช้แอปพลิเคชันการคิดเชิงคำนวณ วิชา วิทยาการคำนวณ โดยการหาค่าดัชนีประสิทธิผล (E.I.) สรุปผลได้ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 แสดงผลการวิเคราะห์การประเมินความก้าวหน้าทางการเรียนรู้ของนักเรียนที่ได้รับจากการใช้แอปพลิเคชันการคิดเชิงคำนวณ วิชา วิทยาการคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการหาค่าดัชนีประสิทธิผล (E.I.)

จำนวนนักเรียน	คะแนนเต็ม	ผลรวมของคะแนนทดสอบก่อนเรียน	ผลรวมของคะแนนทดสอบหลังเรียน	ดัชนีประสิทธิผล (E.I.)	คิดเป็นร้อยละ
40	15	308 ($\bar{X}=7.70$, S.D.=1.42)	509 ($\bar{X}=12.73$, S.D.=1.26)	0.6884	68.84

จากตารางที่ 5 พบว่า มีค่าดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.6884 แสดงว่านักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้น 0.6884 หรือคิดเป็นร้อยละ 68.84



ภาพที่ 8 แสดงผลคะแนนทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 40 คน

จากภาพที่ 8 แสดงผลคะแนนทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 40 คน แสดงให้เห็นว่าหลังจากการใช้แอปพลิเคชันการคิดเชิงคำนวณ วิชา วิทยาการคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 นักเรียนทุกคนมีคะแนนทดสอบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

อภิปรายผลการวิจัย

การวิจัย เรื่อง การพัฒนาแอปพลิเคชันการคิดเชิงคำนวณ วิชา วิทยาการคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนระยองวิทยาคม สามารถอภิปรายผล ดังนี้

1. จากผลการพัฒนาและหาคุณภาพของแอปพลิเคชันการคิดเชิงคำนวณ วิชา วิทยาการคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและด้านสื่อ พบว่า คุณภาพของแอปพลิเคชันด้านเนื้อหา มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X}=4.81$, S.D.=0.24) และด้านสื่อ มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X}=4.83$, S.D.=0.18)

เนื่องด้วยแอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้นนี้ ผู้วิจัยได้มีการศึกษาแนวทางและดำเนินการพัฒนาแอปพลิเคชันตามหลักการของ ADDIE Model ซึ่งมีลำดับขั้นตอนในการพัฒนาอย่างเป็นระบบ และเป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไปว่าสามารถนำไปใช้ออกแบบและพัฒนาสื่อและนวัตกรรมทางการศึกษาได้เป็นอย่างดี สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการพัฒนาแอปพลิเคชันเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ได้ (สุโสม ปิลโบ, 2557) มีการกำหนดหัวข้อของเนื้อหาที่นำเสนอภายในแอปพลิเคชัน ครอบคลุมและสะท้อนให้เห็นสาระสำคัญตามหลักสูตรรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 สาระเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้านการคิดเชิงคำนวณ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ สุเมธ ราชประชุม (2561) ได้ทำการวิจัย เรื่อง การพัฒนาแอปพลิเคชันเพื่อการเรียนรู้ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ วิชา วิทยาการคำนวณ เรื่อง แนวคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนห้วยกรดวิทยา จังหวัดชัยนาท พบว่า ผลการประเมินคุณภาพแอปพลิเคชันอยู่ในระดับดี เบญจมาศ พิงน้ำ และอัมพร วัจนะ (2563) ได้ทำการวิจัย เรื่อง ผลการเรียนรู้ด้วยแอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้ด้วยตนเองบนสมาร์ตโฟน วิชา วิทยาการคำนวณ เรื่อง แนวคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนตากพรหมวิทยาคาร จังหวัดจันทบุรี พบว่า ผลการประเมินคุณภาพแอปพลิเคชันอยู่ในระดับดีมาก และรุจิรา เศรษฐะสกุล และศุภโชค สอนศิลป์ (2564) ได้ทำการวิจัย เรื่อง การพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันสำหรับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ วิชา วิทยาการคำนวณ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า ผลการประเมินคุณภาพแอปพลิเคชันอยู่ในระดับดีมาก ทั้งนี้ แอปพลิเคชันการคิดเชิงคำนวณ วิชา วิทยาการคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนระยองวิทยาคม ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมีจุดเด่นและข้อแตกต่างจากแอปพลิเคชันของผู้วิจัยท่านอื่น ๆ คือ แม้ว่าหัวข้อของเนื้อหาที่นำเสนอภายในแอปพลิเคชันจะมีการแบ่งหมวดหมู่ของบทเรียนที่สอดคล้องกัน แต่การดำเนินเนื้อหา เรื่อง การนำเสนอเนื้อหา และแบบฝึกหัดระหว่างเรียนเพื่อฝึกทักษะการคิดเชิงคำนวณนั้นแตกต่างกันโดยสิ้นเชิงในทุก ๆ บทเรียน มีความแปลกใหม่ มีการยกตัวอย่างสถานการณ์ในชีวิตประจำวันที่กระชับและเข้าใจง่าย รวมทั้งแตกต่างไปจากเนื้อหาและแบบฝึกหัดที่ปรากฏในหนังสือเรียนด้วย โดยที่แอปพลิเคชันอื่น ๆ จะนำเสนอเนื้อหาตามหนังสือเรียนเป็นหลัก นอกจากนี้ ผู้วิจัยมีการออกแบบแอปพลิเคชันที่ทันสมัยในลักษณะของโมชันอินโฟกราฟิก (Motion infographic) ที่สวยงาม ได้รับความสนใจของนักเรียนซึ่งเป็นคนรุ่นใหม่ได้เป็นอย่างดี มีลักษณะที่โดดเด่นและไม่ซ้ำกับการออกแบบแอปพลิเคชันของผู้วิจัยท่านอื่น ๆ ซึ่งเมื่อนักเรียนมีความสนใจ จะส่งผลให้นักเรียนเกิดความต้องการเรียนรู้อย่างเป็นธรรมชาติ และไม่รู้สึกลำบาก สามารถช่วยเพิ่มพูนหรือส่งเสริมความรู้ความเข้าใจให้กับนักเรียนมากขึ้นเมื่อเรียนรู้ด้วยตนเอง นอกเวลาเรียนควบคู่กับการเรียนในชั้นเรียนได้

2. จากผลการหาประสิทธิภาพของแอปพลิเคชันการคิดเชิงคำนวณ วิชา วิทยาการคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามเกณฑ์ E1/E2 พบว่า มีประสิทธิภาพของ E1/E2 เท่ากับ 84.75/84.83 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้ แสดงให้เห็นว่าแอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้นนี้ สามารถใช้เป็นสื่อเสริมการเรียนรู้ด้านการคิดเชิงคำนวณให้เข้าใจง่ายมากขึ้นได้ เพราะ มีการอธิบายเนื้อหาในรูปแบบของมัลติมีเดีย (ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว ข้อความ และเสียง) รวมทั้งมีแบบฝึกหัดระหว่างเรียนที่มีปฏิสัมพันธ์เชิงโต้ตอบ (Interactive) ที่ให้ผลย้อนกลับได้ทันที ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ สุเมธ ราชประชุม (2561) ได้ทำการวิจัย เรื่อง การพัฒนาแอปพลิเคชันเพื่อการเรียนรู้ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ วิชา วิทยาการคำนวณ เรื่อง แนวคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนห้วยกรดวิทยา จังหวัดชัยนาท พบว่า มีประสิทธิภาพของ E1/E2 เท่ากับ 81.60/81.33 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้ เบญจมาศ พิงน้ำ และอัมพร วัจนะ (2563) ได้ทำการวิจัย เรื่อง ผลการเรียนรู้ด้วยแอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้ด้วยตนเองบนสมาร์ตโฟน วิชา วิทยาการคำนวณ เรื่อง แนวคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนตากพรหมวิทยาคาร

จังหวัดจันทบุรี พบว่า ประสิทธิภาพของแอปพลิเคชันมีประสิทธิภาพของ E1/E2 เท่ากับ 75.64/76.15 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 75/75 ที่กำหนดไว้ และรุจิรา เคารยะสกุล และศุภโชค สอนศิลป์ (2564) ได้ทำการวิจัย เรื่อง การพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันสำหรับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานเพื่อส่งเสริมการคิด เชิงคำนวณ วิชา วิทยาการคำนวณ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า มีประสิทธิภาพของ E1/E2 เท่ากับ 84.00/81.25 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้ ทั้งนี้ แอปพลิเคชันการคิดเชิงคำนวณ วิชา วิทยาการคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนระยองวิทยาคม ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมีจุดเด่นและข้อแตกต่างจากแอปพลิเคชันของผู้วิจัยท่านอื่น ๆ คือ แบบฝึกหัดระหว่างเรียน มีลักษณะเป็นแบบลากวาง และแบบเติมคำ มีระดับของความยากง่าย นักเรียนจะไม่สามารถเดาคำตอบได้ หรืออาจเดาได้ยากกว่าแบบเลือกตอบ จึงช่วยให้นักเรียนรู้สึกท้าทาย แปลกใหม่ และไม่เบื่อหน่าย กระตุ้นให้นักเรียนได้ฝึกกระบวนการคิด วิเคราะห์ แก้ปัญหาโดยต้องใช้เวลาและความพยายามอย่างเต็มที่

3. จากผลการประเมินทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังการใช้แอปพลิเคชันการคิดเชิงคำนวณ วิชา วิทยาการคำนวณ โดยเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 พบว่า ทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ย 77.65 คิดเป็นร้อยละ 77.65 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และผลการประเมินความก้าวหน้าทางการเรียนรู้ของนักเรียนจากการใช้แอปพลิเคชันโดยการหาค่าดัชนีประสิทธิผล (E.I.) พบว่า มีค่าดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.6884 แสดงว่านักเรียนมีคะแนนความก้าวหน้าทางการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้น 0.6884 หรือคิดเป็นร้อยละ 68.84 เป็นผลมาจากแอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้นนี้มีการนำเสนอเนื้อหาที่ครอบคลุมและสะท้อนให้เห็นสาระสำคัญด้านการคิดเชิงคำนวณ กระชับและเข้าใจง่าย มีการยกตัวอย่างจากปัญหาหรือสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริงในชีวิตประจำวัน เพื่อให้นักเรียนนำไปประยุกต์ใช้ในการทำความเข้าใจปัญหาและสามารถสร้างแนวทางการแก้ปัญหาได้อย่างเป็นรูปธรรม อีกทั้งมีแบบฝึกหัดระหว่างเรียนให้นักเรียนได้ฝึกฝนอย่างต่อเนื่อง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ สมุทราชประชุม (2561) ได้ทำการวิจัย เรื่อง การพัฒนาแอปพลิเคชันเพื่อการเรียนรู้แบบระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ วิชา วิทยาการคำนวณ เรื่อง แนวคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนห้วยกรดวิทยา จังหวัดชัยนาท พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยแอปพลิเคชันมีความก้าวหน้าทางการเรียนรู้เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเบญจมาศ พึ่งน้ำ และอัมพร วัจนะ (2563) ได้ทำการวิจัย เรื่อง ผลการเรียนรู้ด้วยแอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้ด้วยตนเองบนสมาร์ตโฟน วิชา วิทยาการคำนวณ เรื่อง แนวคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนตกรวมวิทยาคาร จังหวัดจันทบุรี พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และรุจิรา เคารยะสกุล และศุภโชค สอนศิลป์ (2564) ได้ทำการวิจัย เรื่อง การพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันสำหรับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานเพื่อส่งเสริมการคิด เชิงคำนวณ วิชา วิทยาการคำนวณ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า นักเรียนมีคะแนนการคิดเชิงคำนวณ ร้อยละ 82.81 ($\bar{X}=4.14$, $S.D.=0.94$) ทั้งนี้ แอปพลิเคชันการคิดเชิงคำนวณ วิชา วิทยาการคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนระยองวิทยาคม ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมีจุดเด่นและข้อแตกต่างจากแอปพลิเคชันของผู้วิจัยท่านอื่น ๆ คือ ข้อคำถามหรือโจทย์ปัญหาในแบบฝึกหัดระหว่างเรียน รวมไปถึงในแบบวัดทักษะการคิดเชิงคำนวณ และในแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน มีการออกแบบให้มีลักษณะคล้ายคลึงกับแบบทดสอบ ในการจัดทดสอบระดับนานาชาติด้านทักษะการคิดเชิงคำนวณหรือบีบราส (BEBRAS) ของประเทศไทย (สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2562) จึงมีความท้าทาย แปลกใหม่ ส่งเสริมและกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการคิด วิเคราะห์ การแก้ปัญหา สนุกกับการแก้โจทย์ปัญหา ได้ฝึกคิดเชิงตรรกะที่มากขึ้น และเกิดทักษะการคิดเชิงคำนวณได้จริง โดยที่แอปพลิเคชันอื่น ๆ จะมีลักษณะข้อคำถามหรือโจทย์ปัญหาในแบบฝึกหัด ในแบบทดสอบ รวมถึงใช้ใบงานตามที่หนังสือเรียนกำหนดเป็นหลัก

แต่มีข้อสังเกตคือผู้วิจัยอาจเพิ่มปริมาณของแบบฝึกหัดระหว่างเรียนภายในแอปพลิเคชันให้มากขึ้น เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้รับการฝึกฝนทักษะการคิดเชิงคำนวณที่มากขึ้นตาม

ข้อเสนอแนะ

จากสรุปผลและอภิปรายผลการวิจัย ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะเพื่อเป็นประโยชน์และพัฒนางานวิจัยต่อไป ดังนี้

ข้อเสนอแนะการนำผลการวิจัยไปใช้

แอปพลิเคชันการคิดเชิงคำนวณ วิชา วิทยาการคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้พัฒนาขึ้น มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมากทั้งในด้านเนื้อหาและด้านสื่อ ทักษะการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด และนักเรียนมีความก้าวหน้าทางการเรียนรู้หลังเรียนที่เพิ่มขึ้นกว่าก่อนเรียน อันเป็นผลมาจากการออกแบบและพัฒนาแอปพลิเคชันขึ้นอย่างเป็นระบบตามหลักการของ ADDIE Model ซึ่งจากการที่ผู้วิจัยได้ดำเนินการพัฒนาตามหลักการดังกล่าวนี้ มีข้อเสนอแนะในขั้นตอนของการประเมิน (E : Evaluation) คือ ควรประเมินผลในทุกขั้นตอนเพื่อตรวจสอบว่าขั้นตอนการวิเคราะห์ การออกแบบ การพัฒนา และการนำไปใช้มีปัญหาหรืออุปสรรคใดบ้าง เพื่อจะได้ทำการแก้ไขปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง ทำให้ไม่เสียเวลา เพราะหากรอประเมินผลตอนสุดท้ายหลังการพัฒนาและนำไปใช้แล้ว หากเกิดปัญหาขึ้น อาจต้องเสียเวลาในการแก้ไขใหม่ทั้งหมด เช่น หากออกแบบได้ไม่ดี มักพบปัญหาต่อการนำไปใช้ว่าแอปพลิเคชันที่พัฒนาขึ้นนั้นไม่สามารถส่งเสริมและพัฒนาศักยภาพการเรียนรู้ของผู้เรียนได้อย่างแท้จริง ผู้วิจัยจึงมีกระบวนการในการตรวจสอบคุณภาพ และมีการปรับปรุงแอปพลิเคชันให้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้นในทุก ๆ ขั้นตอน ดังนั้น การผลิตสื่อการเรียนรู้ต่าง ๆ ที่มีลักษณะคล้ายคลึงกัน สามารถนำหลักการดังกล่าวนี้ไปประยุกต์ใช้อย่างเหมาะสมได้

ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

1. มีการพัฒนาแอปพลิเคชันร่วมกับการใช้เทคโนโลยี VR (Virtual reality)
2. สามารถพัฒนาแอปพลิเคชันเพื่อการเรียนรู้ร่วมกับเทคนิคการจัดการเรียนรู้แบบอื่น ๆ เช่น การพัฒนาแอปพลิเคชันร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน (Flipped classroom)
3. ควรมีการวิจัยและพัฒนาแอปพลิเคชันในเนื้อหาหน่วยการเรียนรู้อื่น ๆ เพื่อให้มีความสมบูรณ์ครบทุกหน่วยการเรียนรู้ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อผู้เรียนและผู้สนใจที่จะนำมาใช้เป็นสื่อเสริมการเรียนรู้ได้มากขึ้น

เอกสารอ้างอิง

- คณะกรรมการการจัดการความรู้ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง. (2562). *คู่มือการจัดการความรู้ การใช้เทคโนโลยีเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ในแนวทางที่หลากหลาย*. สืบค้นจาก http://www.edu.ru.ac.th/images/edu_KW/km-poster-2562-03.pdf
- เบญจมาศ พึ่งน้ำ และอัมพร วัจนะ. (2563). ผลการเรียนรู้ด้วยแอปพลิเคชันสำหรับการเรียนรู้ด้วยตนเองบนสมาร์ตโฟน วิชา วิทยาการคำนวณ เรื่อง แนวคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนตกรวมวิทยาคาร จังหวัดจันทบุรี. *วารสารวิทยาลัยนครราชสีมา*, 12(1), 185–194.
- รุจิรา เศรษฐสกุล และศุภโชค สอนศิลป์. (2564). การพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันสำหรับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคำนวณ วิชา วิทยาการคำนวณ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. *วารสารเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา (มหาวิทยาลัยมหาสารคาม)*, 11(4), 177–191.

- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2561). *คู่มือการใช้หลักสูตรรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์
สาระเทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ)*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. (2562). *การทดสอบระดับนานาชาติ ด้านทักษะการคิด
เชิงคำนวณ*. สืบค้นจาก <https://practice.bebbras.in.th/?lang=th>
- สำนักงานบริหารและพัฒนาองค์ความรู้. (2563). การเรียนรู้ในยุคดิจิทัล. *The Knowledge*, 12, 22–23.
- สุรศักดิ์ แซ่ลิ้ม. (2565). *โทรศัพท์มือถือในห้องเรียน: ศัตรูหรือมิตรแท้ของการเรียนรู้*. สืบค้นจาก <https://www.educathai.com/knowledge/articles/616>
- สุเมธ ราชประชุม. (2561). *การพัฒนาแอปพลิเคชันเพื่อการเรียนรู้บนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ วิชา วิทยาการ
คำนวณ เรื่อง แนวคิดเชิงคำนวณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนห้วยกรดวิทยา จังหวัดชัยนาท.
(วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ)*. นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- สุไม ปิลโบ. (2557). *การออกแบบและพัฒนาบทเรียนมัลติมีเดียโดยใช้ ADDIE Model*. สืบค้นจาก https://drsumaiibinbai.files.wordpress.com/2014/12/addie_design_sumai.pdf
- Starfish Education. (2564). *การใช้เทคโนโลยี เพื่อสนับสนุนการจัดการเรียนการสอน*. สืบค้นจาก <https://www.starfishlabz.com/blog/760-การใช้เทคโนโลยี-เพื่อสนับสนุนการจัดการเรียนการสอน>