

Research article

การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 2 โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเกมมิฟิเคชันร่วมกับโปรแกรม GeoGebra.

THE DEVELOPMENT OF MATHEMATICS LEARNING ACHIEVEMENT ON THE TOPIC OF THE
PYTHAGOREAN THEOREM FOR 8th GRADE STUDENTS THROUGH GAMIFICATION-BASED
LEARNING COMBINED WITH GEOGEBRA

กัญติกา จรัสแผ้ว, ปวีณา ชันธิลา* และประภาพร หนองหารพิทักษ์

Kantika Charatphaeo, Paweena Khansila* and Prapaporn Nongharnpituk

E-mail: kantika.ch@ksu.ac.th, paweena.kh@ksu.ac.th*, and prapaporn.no@ksu.ac.th

วิชาเอกคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์และนวัตกรรมการศึกษา มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์ จังหวัดกาฬสินธุ์ 46230 ประเทศไทย

Mathematics Major, Faculty of Education and Educational Innovation, Kalasin University, Kalasin 46230 Thailand

Journal of Industrial Education. 2025, Vol. 24 (No. 1), <https://doi.org/10.55003/JIE.24108>

Received: March 9, 2025, | Revised: April 24, 2025, | Accepted: April 25, 2025

ABSTRACT

This research applied the concept of gamification to the teaching and learning process on the topic of the Pythagorean theorem, integrated with the use of GeoGebra. The instructional design incorporated gamification activities such as point accumulation, badges, levels, leaderboards, quests, and rewards combined with GeoGebra to give students a more concrete understanding of the content. This approach enhanced students' learning motivation and resulted in higher academic achievement. The sample group consisted of 26 Grade 8 students in the first semester of the 2024 academic year from Bannakhupatthana "Ko Ro Po Klang Upphathum" School, selected through cluster random sampling. Research instruments included seven lesson plans, an achievement test, and a satisfaction questionnaire with 10 items. The statistical methods used were mean, standard deviation, percentage, and hypothesis testing with a t-test. The findings revealed that: 1) The effectiveness of the gamification-based learning combined with GeoGebra was 83.85/80.58, which exceeded the set criteria of 75/75. 2) Students' academic achievement after learning with the gamification-based combined with GeoGebra was significantly higher than before learning at the 0.05 level. 3) Students' satisfaction with the gamification-based learning combined with GeoGebra was at a high level, with a mean score ($\bar{x}$) of 4.78 and a standard deviation (SD) of 0.54.

Keywords: Learning achievement, Gamification, GeoGebra, Pythagorean theorem

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้ได้นำแนวคิดเกมมิฟิเคชันมาประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้เรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัส ร่วมกับการใช้โปรแกรม GeoGebra โดยรูปแบบการสอนนี้มีการออกแบบกิจกรรมตามแนวคิดเกมมิฟิเคชัน คือ การสะสมคะแนน เหรียญตราสัญลักษณ์ ระดับชั้น กระดานผู้นำ การทำภารกิจต่าง ๆ และการให้รางวัล ผสมผสานกับการใช้ GeoGebra เพื่อช่วยให้ผู้เรียนมองเห็นและเข้าใจเนื้อหาในรูปแบบที่เป็นรูปธรรมมากยิ่งขึ้น วิธีการนี้ยังช่วยเพิ่มแรงจูงใจในการเรียนให้กับนักเรียน และส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567 จากโรงเรียนบ้านนาคูพัฒนา “กรป.กลางอุปถัมภ์” จำนวน 26 คน ซึ่งได้จากการสุ่มแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 7 แผน แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 1 ฉบับ และแบบสอบถามความพึงพอใจจำนวน 10 รายการ สถิติที่ใช้ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าร้อยละ และการทดสอบสมมติฐานด้วยสถิติ (t-test) ผลการวิจัยพบว่า 1) ประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเกมมิฟิเคชันร่วมกับโปรแกรม GeoGebra เท่ากับ 83.85/80.58 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 75/75 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเกมมิฟิเคชันร่วมกับโปรแกรม GeoGebra หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเกมมิฟิเคชันร่วมกับโปรแกรม GeoGebra มีระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) เท่ากับ 4.78 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) เท่ากับ 0.54

คำสำคัญ: ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน, เกมมิฟิเคชัน, GeoGebra, ทฤษฎีบทพีทาโกรัส

1. บทนำ

ในศตวรรษที่ 21 คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญต่อการพัฒนาทักษะของมนุษย์ เนื่องจากสามารถช่วยเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์ การคิดเชิงวิเคราะห์ และการแก้ปัญหาอย่างมีเหตุผล นอกจากนั้น คณิตศาสตร์ยังเป็นพื้นฐานสำคัญสำหรับการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และศาสตร์อื่น ๆ ที่เป็นปัจจัยสำคัญในการพัฒนาคุณภาพของทรัพยากรมนุษย์และเสริมสร้างศักยภาพของประเทศ (Ministry of Education, 2017, p. 45) การศึกษาคณิตศาสตร์ในปัจจุบันได้ปรับตัวเพื่อให้ตอบสนองต่อความต้องการของโลกที่เปลี่ยนแปลง โดยมีการบูรณาการทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 เช่น การคิดเชิงระบบ การแก้ปัญหาที่ซับซ้อน และการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์กับสถานการณ์ในชีวิตจริง การใช้เทคโนโลยีดิจิทัล เช่น GeoGebra และการเรียนรู้แบบเชิงรุก (Active Learning) ถูกนำมาใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนการสอนและสร้างแรงจูงใจให้กับผู้เรียน (Kilpatrick et al., 2001, pp. 1–441) อย่างไรก็ตาม การเรียนคณิตศาสตร์ในศตวรรษที่ 21 ยังเผชิญกับปัญหาหลายประการ ปัญหาแรกคือการขาดความเชื่อมโยงกับชีวิตจริง ผู้เรียนมักมองว่าคณิตศาสตร์เป็นเรื่องทฤษฎีที่ยากจะนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน ปัญหาต่อมาคือความเหลื่อมล้ำในการเข้าถึงทรัพยากรการศึกษาที่มีคุณภาพ โดยเฉพาะในกลุ่มนักเรียนชนบทหรือกลุ่มเปราะบางที่อาจไม่มีโอกาสใช้เทคโนโลยีหรือได้รับการสอนจากครูที่มีความเชี่ยวชาญ อีกทั้งยังพบว่าผู้เรียนขาดแรงจูงใจ เนื่องจากเนื้อหาไม่ดึงดูดใจหรือไม่ท้าทาย และในบางกรณี ครูผู้สอนยังขาดทักษะในการปรับตัวต่อการสอนแบบใหม่ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง Boaler (2016, pp. 9-13) การแก้ไขปัญหาดังกล่าวจำเป็นต้องอาศัยการปฏิรูปการศึกษาที่มุ่งเน้นการพัฒนาหลักสูตรที่ทันสมัย การบูรณาการเทคโนโลยีในกระบวนการเรียนรู้ การพัฒนาครูให้มีทักษะหลากหลาย และการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่ช่วยเชื่อมโยงเนื้อหาคณิตศาสตร์กับชีวิตจริง เพื่อให้ผู้เรียนมองเห็นคุณค่าและสามารถนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

แนวคิดเกมมิฟิเคชัน (Gamification) เกิดขึ้นจากการผสมผสานองค์ประกอบของเกม เช่น การให้รางวัล คะแนน และการแข่งขัน เข้ากับกิจกรรมที่มีใช้เกม เพื่อสร้างแรงจูงใจและส่งเสริมพฤติกรรมที่พึงประสงค์ แนวคิดนี้ได้รับความนิยมอย่างกว้างขวางตั้งแต่เริ่มต้นในต้นทศวรรษ 2000 โดยแนวทางดังกล่าวได้รับการพัฒนาและประยุกต์ใช้ในหลากหลายสาขา รวมถึงการศึกษา การฝึกอบรม และการพัฒนาทักษะ (Kapp, 2012, pp. 2-7) ในบริบทของการศึกษา โดยเฉพาะในวิชาคณิตศาสตร์ การใช้เกมมิฟิเคชันได้กลายเป็นเครื่องมือสำคัญที่ช่วยเพิ่มการมีส่วนร่วมของผู้เรียน งานวิจัยหลายชิ้นชี้ให้เห็นว่า การประยุกต์ใช้แนวคิดนี้ช่วยสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ที่มีความหมายและสนุกสนาน โดยกระตุ้นให้ผู้เรียนมีความพยายามมากขึ้น ส่งผลให้เกิดการพัฒนาทั้งความรู้และทักษะทางคณิตศาสตร์ (Hamari et al., 2014, pp. 3025–3034) ได้แสดงให้เห็นว่าการใช้ GeoGebra ช่วยเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาคณิตศาสตร์ได้อย่างมีนัยสำคัญ โดยเฉพาะในด้านการเข้าใจแนวคิดเชิงเรขาคณิตและการคิดวิเคราะห์ นอกจากนี้ยังพบว่านักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนการสอนด้วยโปรแกรมนี้ เนื่องจากมันทำให้การเรียนรู้มีความสนุกสนานและน่าสนใจยิ่งขึ้น การนำแนวคิดเกมมิฟิเคชันมาปรับใช้ในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ถือเป็นแนวทางที่สอดคล้องกับทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 ซึ่งเน้นให้การเรียนรู้เป็นเรื่องสนุกสนานและเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ แนวทางนี้สอดคล้องกับการศึกษาของ

Chonat et al. (2016, pp. 331-339) แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมมิฟิเคชันนี้ได้รับความนิยมเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ เนื่องจากสามารถดึงดูดการมีส่วนร่วมของผู้เรียนในชั้นเรียนผ่านการให้แรงจูงใจภายในหรือรางวัลเชิงนามธรรม หนึ่งในวิธีที่ได้รับความนิยมมากขึ้นคือการเรียนการสอนตามแนวคิดเกมมิฟิเคชัน ซึ่งผสานแนวคิดหรือองค์ประกอบของเกมเข้าไปในกิจกรรมการเรียนการสอนปกติ โดยมุ่งเน้นให้เกิดพฤติกรรมที่พึงประสงค์ของผู้เรียนการศึกษาของ Chuenchompoth et al. (2020, pp. 98-110) ได้พัฒนากิจกรรมคณิตศาสตร์ตามแนวคิดเกมมิฟิเคชันเพื่อเสริมสร้างทักษะการสื่อสารและแรงจูงใจในการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่ากิจกรรมดังกล่าวช่วยเพิ่มทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์และแรงจูงใจในการเรียนของนักเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 การศึกษาของ Surarat (2022, pp. 123-135) ได้พัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เกมมิฟิเคชันแบบออนไลน์เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และแรงจูงใจในการเรียนสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้ GeoGebra เป็นส่วนหนึ่งของกิจกรรม ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่ากิจกรรมดังกล่าวมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดและช่วยเพิ่มความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และแรงจูงใจในการเรียนของนักเรียน

โปรแกรม GeoGebra ซึ่งริเริ่มโดย Markus Hohenwarter นักพัฒนาชาวออสเตรียในปี 2001 และต่อมาในปี 2007 ได้รับการพัฒนาเพิ่มเติมโดย Michael Borcherds ชาวอังกฤษ จนได้รับความนิยมและแพร่หลายไปทั่วโลก โปรแกรมนี้ได้รับการแปลเป็นภาษาต่าง ๆ มากมาย และได้รับการสนับสนุนจากสถาบันการศึกษาหลายประเทศ (Wuttisan, 2013, pp. 13-16) GeoGebra มีความสามารถในการแสดงทั้งองค์ประกอบทางพีชคณิตและเรขาคณิต ซึ่งผู้ใช้งานสามารถแก้ไของค์ประกอบเหล่านี้ได้โดยตรงจากอินเทอร์เฟซของโปรแกรม ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงที่สอดคล้องกันระหว่างสององค์ประกอบ ช่วยให้ผู้เรียนสามารถมองเห็นความเชื่อมโยงระหว่างแนวคิดทางพีชคณิตและเรขาคณิตได้ชัดเจนขึ้น ด้วยความสามารถในการแสดงสมการ พิกัด และกราฟเชิงเรขาคณิต GeoGebra ช่วยส่งเสริมความเข้าใจในโมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ได้ดีขึ้น นอกจากนี้โปรแกรมยังใช้งานง่าย รองรับหลายระบบปฏิบัติการ เช่น Windows, Linux, MacOS, Android และยังสามารถใช้งานออนไลน์ได้ด้วย รองรับหลายภาษาทำให้เป็นเครื่องมือที่เหมาะสมในการใช้งานในสภาพแวดล้อมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในยุคปัจจุบัน (Preiner, 2008, pp. 135-146) งานวิจัยของ Saduakdee et al. (2023, pp. 4-13) การศึกษาที่ใช้ GeoGebra ร่วมกับรูปแบบการเรียนรู้แบบ Flipped classroom ในการสอนเรื่องการแปลงทางเรขาคณิต พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยวิธีนี้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ และมีความพึงพอใจในกระบวนการเรียนรู้ที่สูง งานวิจัยของ Hongthong et al. (2023, pp. 106-117) นักเรียนที่เรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด (Open approach) ร่วมกับ GeoGebra มีการพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณในทุกด้านอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05 โดยเฉพาะด้านการระบุปัญหา การนิยามปัญหา และการบูรณาการปัญหา งานวิจัยของ Chonpairot et al. (2024, pp. 15-25) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง ปริซึมและทรงกระบอก โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบ Concrete – Pictorial – Abstract (CPA) ร่วมกับ GeoGebra ซึ่งเป็นซอฟต์แวร์เพื่อการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่ช่วยเพิ่มความเข้าใจในเนื้อหาเชิงรูปธรรมและนามธรรม การใช้ CPA และ GeoGebra เป็นแนวทางที่มีประสิทธิภาพในการสอนคณิตศาสตร์ ช่วยให้นักเรียนสามารถเข้าใจเนื้อหาได้อย่างลึกซึ้ง มีส่วนร่วมในกิจกรรม และเกิดความสนใจในบทเรียนมากขึ้น

ด้วยเหตุนี้ การวิจัยในครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์ที่จะพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเกมมิฟิเคชันร่วมกับโปรแกรม GeoGebra ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเกมมิฟิเคชันร่วมกับโปรแกรม GeoGebra และศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเกมมิฟิเคชันร่วมกับโปรแกรม GeoGebra

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดเกมมิฟิเคชัน (Gamification) เป็นกระบวนการที่นำเอาองค์ประกอบและกลไกจากเกม เช่น คะแนน (Scores) ระดับ (Levels) ป้ายความสำเร็จ (Badges) การแข่งขัน (Competition) และรางวัล (Rewards) มาประยุกต์ใช้ในสภาพแวดล้อมที่ไม่ใช่เกม เช่น ห้องเรียน เพื่อกระตุ้นแรงจูงใจในการเรียนรู้และส่งเสริมการมีส่วนร่วมของนักเรียน การนำเกมมิฟิเคชันมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนจะเน้นการให้ประสบการณ์การเรียนรู้ที่สนุกสนานและท้าทาย ทำให้นักเรียนมีความสนใจและมีแรงจูงใจในการเรียนรู้อย่างมากขึ้น ซึ่งสามารถนำไปสู่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้น ตามที่ Deterding et al. (2011, pp. 9-15) ได้กล่าวถึง การใช้เกมมิฟิเคชันในบริบทของการเรียนการสอนสามารถเพิ่มแรงจูงใจภายในของผู้เรียนได้ผ่านการให้ข้อเสนอแนะ ที่เป็นประโยชน์และการตั้งเป้าหมายที่ชัดเจน นอกจากนี้ การสร้างแรงจูงใจผ่านการแข่งขันและการสะสมรางวัลยัง

เป็นปัจจัยสำคัญในการกระตุ้นให้ผู้เรียนพัฒนาตนเองอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะในวิชาที่ต้องการความเข้าใจเชิงลึก เช่น คณิตศาสตร์ Hamari et al. (2014, pp. 3025-3034) ยังแสดงให้เห็นว่าการใช้กลไกเกมมิฟิเคชันในบริบทของการศึกษา เช่น การใช้คะแนนและป้ายความสำเร็จ สามารถปรับปรุงการมีส่วนร่วมของผู้เรียนได้อย่างมีนัยสำคัญ และยังส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้ที่ยั่งยืนมากขึ้น การศึกษานี้ชี้ให้เห็นว่าเกมมิฟิเคชันไม่เพียงแต่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แต่ยังส่งผลต่อทัศนคติของผู้เรียนต่อนเนื้อหาที่เรียน Kapp (2012, pp. 10-13) ที่ได้ให้คำจำกัดความของเกมมิฟิเคชันในบริบทของการเรียนรู้ว่าเป็นการใช้กลไกการเล่นเกมที่ช่วยให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมและพัฒนาไปสู่ผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษา การใช้เกมมิฟิเคชันในห้องเรียนทำให้นักเรียนรู้สึกตื่นเต้นและมีแรงจูงใจในการเรียนอย่างต่อเนื่อง ทั้งยังช่วยส่งเสริมการคิดวิเคราะห์และการแก้ปัญหา GeoGebra สามารถสร้างและวิเคราะห์กราฟสมการ เรขาคณิต เวกเตอร์ และสถิติได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ โปรแกรมยังช่วยให้นักเรียนและครูสามารถทำงานแบบอินเทอร์แอคทีฟ ส่งเสริมการเรียนรู้ผ่านการสำรวจและการสร้างความเข้าใจเชิงลึกมากขึ้น การศึกษาของ Ghergulescu and Muntean (2020, p. 148) ที่ชี้ให้เห็นว่า GeoGebra มีบทบาทสำคัญในการส่งเสริมการมีส่วนร่วมของนักเรียนในกระบวนการเรียนรู้คณิตศาสตร์และเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยเฉพาะในการแก้ปัญหาทางเรขาคณิตและพีชคณิต เนื่องจากการโต้ตอบกับภาพกราฟิกแบบอินเทอร์แอคทีฟช่วยกระตุ้นให้นักเรียนมีส่วนร่วมมากขึ้น นอกจากนี้ GeoGebra ยังสนับสนุนการเรียนรู้ที่เป็นระบบและช่วยให้ครูสามารถประเมินผลการเรียนรู้ได้แบบทันที งานวิจัยของ Zengin (2021, pp. 254-267) ได้ชี้ให้เห็นว่า GeoGebra เป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพในการเสริมสร้างการเรียนรู้เชิงคณิตศาสตร์ โดยเฉพาะในด้านเรขาคณิตเชิงพลวัต ซึ่งนักเรียนสามารถสร้างและปรับเปลี่ยนรูปทรงเรขาคณิตได้แบบทันที ทำให้นักเรียนเห็นความสัมพันธ์เชิงรูปทรงและสมการที่ซับซ้อนมากขึ้น ผลการศึกษายังพบว่า GeoGebra ช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจและพัฒนาทักษะการวิเคราะห์อย่างเป็นระบบมากขึ้น Saha and Sikder (2022, pp. 183-200) ศึกษาเกี่ยวกับผลกระทบของการใช้ GeoGebra ในการพัฒนาทักษะการเรียนรู้เรขาคณิตของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา งานวิจัยนี้พบว่า GeoGebra ช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจที่ลึกซึ้งมากขึ้นเกี่ยวกับแนวคิดเรขาคณิต โดยเฉพาะการสร้างภาพแบบไดนามิกช่วยให้นักเรียนสามารถมองเห็นรูปแบบที่ซับซ้อนและความสัมพันธ์เชิงเรขาคณิตได้อย่างชัดเจน ซึ่งส่งผลให้พัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความมั่นใจในการแก้ปัญหาของนักเรียน Nakpradit et al. (2023, pp. 333-343) ศึกษาเกี่ยวกับผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โปรแกรมจีโอจีบรา เรื่องพาราโบลา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่านักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรม GeoGebra มีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์ 70% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกจากนี้ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญเช่นกัน

สมมติฐานการวิจัย ประกอบด้วย ประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเกมมิฟิเคชันร่วมกับโปรแกรม GeoGebra เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนโดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเกมมิฟิเคชันร่วมกับโปรแกรม GeoGebra และความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเกมมิฟิเคชันร่วมกับโปรแกรม GeoGebra อยู่ในระดับมาก

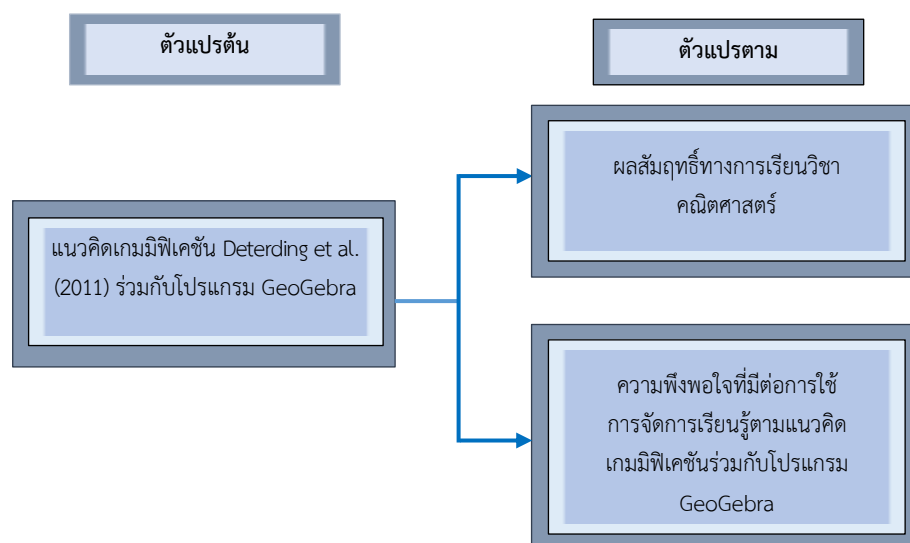
3. วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi - experimental research) ดำเนินการทดลองแบบ One-group pretest-posttest design โดยดำเนินการตามขั้นตอนวิจัย ดังนี้

1. กรอบแนวคิดวิจัย
2. ขอบเขตการวิจัย
3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. การเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การจัดกระทำและวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเกมมิฟิเคชันร่วมกับโปรแกรม GeoGebra ผู้วิจัยได้กำหนดกรอบแนวคิดในการวิจัย ดังรูปที่ 1 ดังนี้



รูปที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

3.2 ขอบเขตการวิจัย

ขอบเขตด้านประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ประชากรที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567 โรงเรียนบ้านนาคูพัฒนา “กรป.กลางอุบลรัตน์” อำเภอนาคู จังหวัดกาฬสินธุ์ จำนวน 4 ห้องเรียน รวมทั้งสิ้น 99 คน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567 โรงเรียนบ้านนาคูพัฒนา “กรป.กลางอุบลรัตน์” อำเภอนาคู จังหวัดกาฬสินธุ์ จำนวน 26 คน ได้มาโดยวิธีการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง

ขอบเขตด้านตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย ตัวแปรต้น ได้แก่ การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเกมมิฟิเคชันร่วมกับโปรแกรม GeoGebra ตัวแปรตาม ได้แก่ ประสิทธิภาพการจัดการเรียนรู้ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส และความพึงพอใจ

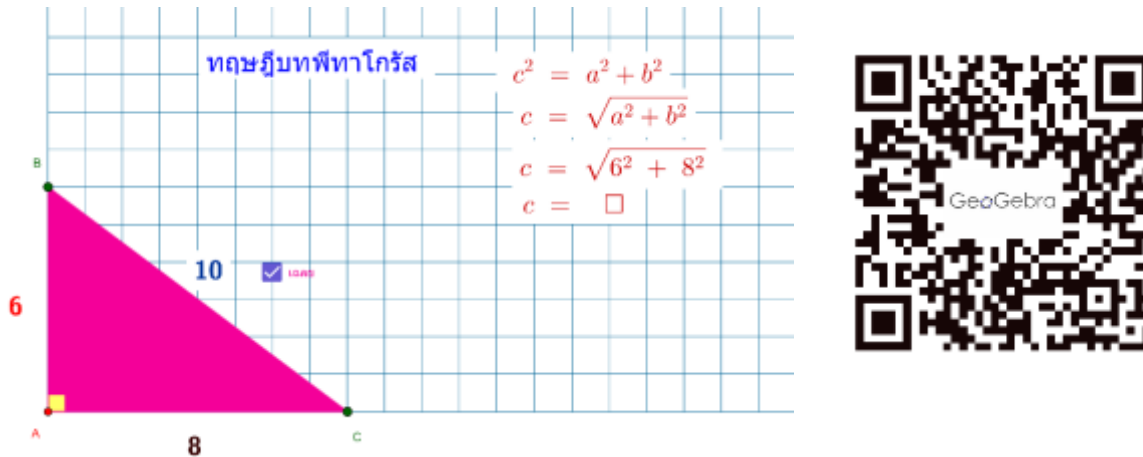
ขอบเขตด้านเนื้อหา รายวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส จำนวน 7 ชั่วโมง ประกอบด้วยสมบัติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก จำนวน 1 ชั่วโมง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส จำนวน 2 ชั่วโมง การแก้โจทย์ปัญหาทฤษฎีบทพีทาโกรัส จำนวน 1 ชั่วโมง บทกลับของทฤษฎีบทพีทาโกรัส จำนวน 2 ชั่วโมง และการนำบทกลับของทฤษฎีบทพีทาโกรัสไปใช้ จำนวน 1 ชั่วโมง

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดเกมมิฟิเคชันร่วมกับโปรแกรม GeoGebra จำนวน 7 แผน ใช้เวลา 7 ชั่วโมง ซึ่งผ่านการตรวจสอบคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้จากผู้เชี่ยวชาญมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.54 อยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด

ตารางที่ 1 แผนการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

แผนการจัดการเรียนรู้	เรื่อง	ภารกิจ
1	สมบัติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก	นักร้อง “ด้านไหนยาวเท่าไหน”
2	ทฤษฎีบทพีทาโกรัส 1	ปลดปล่อยคอกปล่อยปรีดา
3	ทฤษฎีบทพีทาโกรัส 2	ความสัมพันธ์ที่ซ่อนอยู่
4	การแก้โจทย์ปัญหาทฤษฎีบทพีทาโกรัส	ใครคือนักล่า
5	บทกลับของทฤษฎีบทพีทาโกรัส 1	สายลับนักสำรวจ
6	บทกลับของทฤษฎีบทพีทาโกรัส 2	สายลับช่วยด้วย
7	การนำบทกลับของทฤษฎีบทพีทาโกรัสไปใช้	สายลับ “Running Board Game”



รูปที่ 2 สื่อการสอนแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 โดยใช้โปรแกรม GeoGebra: สมบัติของรูปสามเหลี่ยม



รูปที่ 3 สื่อการสอนแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 โดยใช้โปรแกรม GeoGebra: ทฤษฎีบทพีทาโกรัส

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส แบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ 1 ฉบับ ประเมินคุณภาพโดยผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน พบว่า ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามวัดคุณประสงค์ (IOC) อยู่ระหว่าง 0.67-1.00 ค่าความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง 0.36 ถึง 0.68 ค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.24. ถึง 0.56 และมีความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.71

3. แบบวัดความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเกมมิฟิเคชันร่วมกับโปรแกรม GeoGebra เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส จำนวน 1 ฉบับ ประกอบด้วย ความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อคุณภาพการจัดการเรียนการสอนเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) กำหนดค่าคะแนนเป็น 5 ระดับตามวิธีของลิเคิร์ต (Likert scale) จำนวน 10 รายการ มีค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับพฤติกรรมชี้วัดความพึงพอใจในแต่ละข้อ (IOC) เท่ากับ 1.00

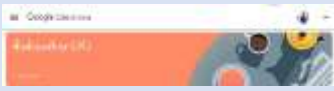
3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ชี้แจงรายละเอียดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเกมมิฟิเคชันก่อนเริ่มเรียน

ตารางที่ 2 รายละเอียดองค์ประกอบของชุดเกม Mobile Legends

หมวดตราสัญลักษณ์	ตราและลำดับของสัญลักษณ์	คำอธิบาย
คะแนนสะสม	เหรียญคะแนนสมมติ  เหรียญ 1 คะแนน  เหรียญ 2 คะแนน  เหรียญ 5 คะแนน	- กำหนดคะแนนสะสมเป็นเหรียญคะแนนสมมติ 3 ประเภท ได้แก่ - เหรียญ 1 คะแนน - เหรียญ 2 คะแนน - เหรียญ 5 คะแนน - นักเรียนจะได้รับเหรียญคะแนนสมมติจากการมีส่วนร่วมกับการเรียน ทั้งในและนอกห้องเรียน เช่น - การส่งแบบฝึกหัดตรงเวลา - เข้าเรียนตรงเวลา - มีส่วนร่วมในห้องเรียน - ตอบคำถามรายบุคคล - การทำภารกิจชนะ - นำเสนองานหน้าชั้นเรียน - เฉลยแบบฝึกหัด - จำนวนคะแนนที่มอบให้นักเรียน ขึ้นอยู่กับข้อตกลงในแต่ละครั้ง
เหรียญตราสัญลักษณ์	 เหรียญ 10 คะแนน	นักเรียนจะได้รับเหรียญคะแนนพิเศษ ในกรณีที่กลุ่มของนักเรียนเป็นผู้ชนะเมื่อมีการกิจที่ต้องทำเป็นกลุ่มตั้งแต่ 2 คนขึ้นไป โดยทุกคนในกลุ่มจะได้รับคนละ 10 คะแนน
ระดับชั้น	ระดับแรงค์ในเกม แรงค์ฮีโร่  แรงค์ฮีโร่เบียร์ด 	- นักเรียนแต่ละคนจะมีแรงค์ที่แสดงระดับแรงค์ของตนเอง โดยแต่ละแรงค์จะมีอำนาจและสิทธิพิเศษบางอย่างต่างกัน - แรงค์ ประกอบด้วย 4 แรงค์ โดยเรียงจากลำดับล่างสุดถึงสูงสุด ดังนี้ - แรงค์เอลิต - แรงค์เอ็กซ์เบียร์ด - แรงค์มาสเตอร์ - แรงค์เจเนด และมีชั้นพิเศษอีกหนึ่งชั้นที่ชั้นที่ไม่สามารถเลื่อนแรงค์ตนเองได้ คือ แรงค์ฆาตกร - นักเรียนสามารถป้องกันตนเอง/เพื่อนหรือทำร้ายนักเรียนคนอื่นได้ โดยใช้คะแนนสมมติ 3 คะแนน ต่อ 1 ครั้ง โดยที่ผู้เล่นที่ถูกทำร้ายจะถูกปรับ คะแนนทั้งหมดที่มีเป็น 0 คะแนน และถูกลดแรงค์ 1 ระดับ

ตารางที่ 2 (ต่อ) รายละเอียดองค์ประกอบของชุดเกม Mobile Legends

หมวดตราสัญลักษณ์	ตราและลำดับของสัญลักษณ์	คำอธิบาย
ระดับขั้น	แรงค์มาสเตอร์  แรงค์เจเนด  ฆาตกร 	4. นักเรียนสามารถเลื่อนแรงค์ของตนเองให้สูงขึ้นได้ โดยใช้คะแนนสมมติ 5 คะแนน ต่อนักเรียน 1 คนต่อ 1 แรงค์ 5. นักเรียนสามารถแลกแรงค์กับนักเรียนคนอื่นได้ โดยใช้คะแนนสมมติ 8 คะแนน ต่อ 1 ครั้ง
กระดานผู้นำ	กระดานคะแนนสะสมและแรงค์  ประกาศคะแนนสะสมและแรงค์  ประกาศแจ้งถอดแรงค์  Classroom 	1. กระดานคะแนนสะสมและแรงค์ แบ่งเป็น 3 ประเภท ได้แก่ - ประกาศคะแนนสะสมและแรงค์ - ประกาศแต่งตั้งแรงค์เจเนด - ประกาศแจ้งถอดแรงค์ 2. ข้อมูลที่ประกาศคะแนนสะสมและแรงค์มี ดังนี้ - รหัสประจำตัวในเกม - ชื่อนักเรียน - แรงค์ (ระบุเฉพาะนักเรียนที่มีแรงค์ “เลเจนด์” เท่านั้น) - จำนวนคะแนนสะสม - การถูกคำสั่งทำร้าย - การถูกคำสั่งแลกแรงค์ 3. ประกาศแต่งตั้งเจเนด ใช้สำหรับประกาศความเป็นผู้นำของนักเรียนที่ยังดำรงตำแหน่งแรงค์เจเนดหรือได้เลื่อนแรงค์เป็นเจเนดครั้งแรก 4. ประกาศแจ้งถอดยศ ใช้สำหรับประกาศให้นักเรียนทราบว่านักเรียนคนใดถูกคำสั่งทำร้ายและแรงค์เป็นเอส 5. กระดานคะแนนสะสมและแรงค์ทั้ง 3 ประเภทครูจะแจ้งผ่าน Classroom ในช่วงเวลา 18.00 – 21.00 ของทุกวัน
ภารกิจ		1. ภารกิจในแผนการจัดการเรียนรู้ของแต่ละแผน มีทั้งภารกิจกลุ่มและรายบุคคล 2. ภารกิจแบบฝึกหัด

ตารางที่ 2 (ต่อ) รายละเอียดองค์ประกอบของชุดเกม Mobile Legends

หมวดตราสัญลักษณ์	ตราและลำดับของสัญลักษณ์	คำอธิบาย
ระบบรางวัล	1. ขนมห็อกโกแลต	คะแนนสะสมมากที่สุด
	2. ขนมน็อกกี้	คะแนนสะสมรองลงมาคนที่ 1
	3. ขนมนเกลี	คะแนนสะสมรองลงมาคนที่ 2

จากตารางที่ 2 แสดงถึงองค์ประกอบของชุดเกม Mobile Legends ซึ่งผู้วิจัยสร้างอุปกรณ์และช่องทางในการสื่อสารกับนักเรียนเพื่อประกอบการทำกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมกับการใช้ชุดเกมดังกล่าวโดยพิจารณาสร้างให้ครอบคลุมองค์ประกอบของชุดเกม Mobile Legends ทั้งหมดในตารางที่ 1 ซึ่งมีรายละเอียดและขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

- 1) สร้าง Classroom สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ใช้สำหรับแจ้งลำดับแรงค์ของตนเอง
- 2) สร้าง Zapcode สำหรับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างทุกคน จำนวน 26 คน โดยโค้ดจะระบุแรงค์ และบทบาทของแรงค์ ต่าง ๆ รวมถึงกติกาของเกม
- 3) จัดทำบัตรประจำตัวผู้เล่นเกม สำหรับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างทุกคน จำนวน 26 ใบ โดยบัตรประจำตัวจะปรากฏข้อมูลของผู้เล่น ได้แก่ รหัสประจำตัวและ Zapcode ที่ระบุกติกา



รูปที่ 4 ตัวอย่างบัตรประจำตัวผู้เล่นเกมด้านหน้าและด้านหลัง

- 4) จัดทำกล่องใส่บัตรแสดงความจำนง สำหรับให้นักเรียนมาเขียนว่าต้องการใช้คะแนนสะสมที่ตนเองมีเพื่อปกป้องตนเอง/เพื่อน ทำร้าย หรือแลกแรงค์กับนักเรียนคนใด



รูปที่ 5 กล่องใส่บัตรแสดงความจำนง สำหรับให้นักเรียนมาเขียนความต้องการของตนเอง

2. ทดสอบก่อนเรียนด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชนิดปรนัยแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ
3. ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตั้งแต่แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ไปจนถึงแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 ใช้เวลา 7 ชั่วโมง โดยเก็บคะแนนระหว่างเรียนไว้ทุกแผน



รูปที่ 6 การทำกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดเกมมิฟิเคชันร่วมกับโปรแกรม GeoGebra

4. ทดสอบหลังเรียนด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชุดเดิม
5. หลังเสร็จสิ้นการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ผู้วิจัยนำผลการทดสอบหลังเรียนจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมาวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียน
6. ประเมินความพึงพอใจด้วยแบบประเมินความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเกมมิฟิเคชันร่วมกับโปรแกรม GeoGebra ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

3.5 วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล

1. หาประสิทธิภาพการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเกมมิฟิเคชันร่วมกับโปรแกรม GeoGebra เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 โดยใช้สูตร E_1/E_2
2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเกมมิฟิเคชันร่วมกับโปรแกรม GeoGebra โดยใช้สถิติทดสอบ (t-test for dependent samples)
3. วิเคราะห์ผลความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเกมมิฟิเคชันร่วมกับโปรแกรม GeoGebra เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

4. ผลการวิจัย

จากการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.1 ผลการหาประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเกมมิฟิเคชันร่วมกับโปรแกรม GeoGebra เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ตามเกณฑ์ 75/75

ผลการหาประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้ตามเกณฑ์ 75/75 โดยการใช้สูตร E_1/E_2 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 83.85/80.58 ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการหาประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเกมมิฟิเคชันร่วมกับโปรแกรม GeoGebra เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ตามเกณฑ์ 75/75

การประเมิน	จำนวน (คน)	คะแนนเต็ม	คะแนนรวม	$\bar{X}$	ร้อยละ	ประสิทธิภาพ E_1/E_2
ระหว่างเรียน	26	40	872	33.54	83.85	83.85/80.58
หลังเรียน	26	20	419	16.12	80.58	

จากตารางที่ 2 พบว่า ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการหาประสิทธิภาพการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเกมมิฟิเคชันร่วมกับโปรแกรม GeoGebra เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ตามเกณฑ์ 75/75 โดยใช้สูตร E_1/E_2 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 83.85/80.58 มีค่าเฉลี่ยระหว่างเรียนเท่ากับ 33.54 คิดเป็นร้อยละ 83.85 และหลังเรียนเท่ากับ 16.12 คิดเป็นร้อยละ 80.58 สรุปได้ว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ้านนาคูพัฒนา “กรบ.กลางอุบลรัตน์” อำเภอนาคู จังหวัดกาฬสินธุ์ มีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าร้อยละ 75/75 ตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้

4.2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเกมมิฟิเคชันร่วมกับโปรแกรม GeoGebra

ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน โดยนำผลคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบก่อนเรียนมาเปรียบเทียบกับแบบทดสอบหลังเรียน โดยการทดสอบค่าที (t-test) มีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเกมมิฟิเคชันร่วมกับโปรแกรม GeoGebra

การประเมิน	จำนวน (คน)	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	SD	t	Sig
ก่อนเรียน	26	20	4.88	2.05	23.03*	.000
หลังเรียน	26	20	16.12	1.18		

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

จากตารางที่ 3 พบว่า ค่าสถิติทดสอบ (t-test) เท่ากับ 23.03 ค่าเฉลี่ยผลการทดสอบก่อนเรียนมีค่าเฉลี่ย 4.88 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 2.05 และหลังเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 16.12 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 1.18 สรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

4.3 ผลการศึกษาความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเกมมิฟิเคชันร่วมกับโปรแกรม GeoGebra เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเกมมิฟิเคชันร่วมกับโปรแกรม GeoGebra เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลการศึกษาความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเกมมิฟิเคชันร่วมกับโปรแกรม GeoGebra เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

รายการประเมิน	$\bar{X}$	SD	ระดับความพึงพอใจ
1. สื่อการสอนโดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเกมมิฟิเคชันร่วมกับโปรแกรม GeoGebra ช่วยให้นักเรียนเข้าใจบทเรียนเร็วขึ้นและเข้าใจได้ดีขึ้น	4.77	0.50	มากที่สุด
2. การเรียนด้วยกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเกมมิฟิเคชันร่วมกับโปรแกรม GeoGebra ช่วยให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นต่อการเรียน	4.81	0.48	มากที่สุด
3. กิจกรรมต่าง ๆ จากการจัดการเรียนการสอนโดยใช้แนวคิดตามเกมมิฟิเคชันร่วมกับโปรแกรม GeoGebra สร้างความท้าทายให้กับข้าพเจ้า	4.85	0.46	มากที่สุด
4. ระยะเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเกมมิฟิเคชันร่วมกับโปรแกรม GeoGebra มีความเหมาะสม	4.79	0.56	มากที่สุด
5. สื่อที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนโดยใช้แนวคิดตามเกมมิฟิเคชันร่วมกับโปรแกรม GeoGebra มีความทันสมัยและสอดคล้องกับเหตุการณ์ปัจจุบัน	4.73	0.59	มากที่สุด

ตารางที่ 4 (ต่อ) ผลการศึกษาความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเกมมิฟิเคชันร่วมกับโปรแกรม GeoGebra เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

รายการประเมิน	$\bar{X}$	SD	ระดับความพึงพอใจ
6. ข้าพเจ้ามีความสุขจากการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเกมมิฟิเคชันร่วมกับโปรแกรม GeoGebra	4.77	0.58	มากที่สุด
7. การจัดการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเกมมิฟิเคชันที่ครูสร้างขึ้น สร้างความท้าทาย และสนุกสนานให้กับข้าพเจ้า	4.76	0.59	มากที่สุด
8. การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเกมมิฟิเคชันร่วมกับโปรแกรม GeoGebra ช่วยสร้างบรรยากาศในการเรียนให้น่าเรียนมากขึ้น	4.85	0.46	มากที่สุด
9. การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเกมมิฟิเคชันร่วมกับโปรแกรม GeoGebra ช่วยให้ข้าพเจ้ามีความกล้าแสดงออกและมั่นใจในการเรียน	4.88	0.42	มากที่สุด
10. สื่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเกมมิฟิเคชันร่วมกับโปรแกรม GeoGebra ช่วยให้ข้าพเจ้าได้ประสบการณ์ตรงและนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้	4.62	0.79	มากที่สุด
ภาพรวมของผลการสอบถามความพึงพอใจ	4.78	0.54	มากที่สุด

จากตารางที่ 3 พบว่า ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเกมมิฟิเคชันร่วมกับโปรแกรม GeoGebra เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.78$, $SD = 0.54$) เมื่อพิจารณารายข้อ พบว่า ทุกข้อมีค่าเฉลี่ยในระดับมากที่สุดเช่นกัน โดยข้อที่ 9 มีค่าเฉลี่ยสูงสุด ($\bar{X} = 4.88$, $SD = 0.42$) รองลงมาคือ ข้อที่ 8 ($\bar{X} = 4.85$, $SD = 0.46$) และข้อที่ 3 ($\bar{X} = 4.85$, $SD = 0.46$)

5. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิจัยเรื่องการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเกมมิฟิเคชันร่วมกับโปรแกรม GeoGebra พบว่าการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดดังกล่าวมีประสิทธิภาพสูง ซึ่งค่าเฉลี่ยของผลการเรียนหลังจากได้รับการสอนด้วยวิธีนี้อยู่ที่ 83.85/80.58 ซึ่งเกินเกณฑ์ที่ตั้งไว้ที่ 75/75 นอกจากนี้ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สะท้อนให้เห็นถึงประสิทธิภาพของการใช้เกมมิฟิเคชันร่วมกับโปรแกรม GeoGebra ในการสอนคณิตศาสตร์ นอกจากนี้ นักเรียนยังมีความพึงพอใจในระดับมากต่อการเรียนการสอนด้วยวิธีนี้ โดยมีค่าเฉลี่ยความพึงพอใจเท่ากับ 4.78 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ 0.54

สามารถอภิปรายผลการวิจัยได้ว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเกมมิฟิเคชันร่วมกับโปรแกรม GeoGebra ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 83.85/80.58 ซึ่งหมายถึงนักเรียนได้คะแนนเฉลี่ยจากการทำใบงานระหว่างเรียนคิดเป็นร้อยละ 83.85 และได้คะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนคิดเป็นร้อยละ 80.58 เนื่องจากแผนการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวสามารถเสริมสร้างความเข้าใจและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้เป็นอย่างดี การบูรณาการเกมมิฟิเคชันเข้ากับเนื้อหา เช่น การสะสมคะแนนทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้น การจัดอันดับในชั้นเรียนทำให้เกิดบรรยากาศการเรียนรู้ที่สนุกสนานและมีการแข่งขันอย่างเหมาะสมช่วยลดความตึงเครียดในการเรียนคณิตศาสตร์ และระบบรางวัลยังช่วยให้ผู้เรียนสนใจการเรียนและพัฒนาทักษะการทำงานไม่ว่าจะเป็นรายบุคคลหรือเป็นทีมผ่านกิจกรรมกลุ่ม ในขณะเดียวกัน การใช้ GeoGebra สนับสนุนให้ผู้เรียนได้เห็นภาพและเข้าใจเนื้อหาที่ซับซ้อนได้อย่างเป็นรูปธรรม ซึ่งสอดคล้องกับ Piyanusorn et al. (2023, pp. 13-27) ที่พบว่า การใช้แนวคิดเกมมิฟิเคชันช่วยเพิ่มแรงจูงใจในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนในระดับ ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้ที่มีการประยุกต์ใช้กลไกเกมเพื่อต่อยอดการเรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์ สอดคล้องกับ Attah et al., (2024, p. 121-128) ศึกษาทัศนคติของนักเรียนมัธยมต้นในรัฐ Kwara ประเทศไนจีเรีย เกี่ยวกับการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้เกม ในการศึกษาพบว่านักเรียนมีทัศนคติเชิงบวกต่อการเรียนด้วย Gamification และไม่มีความแตกต่างในทัศนคติระหว่างเพศชายและหญิง นอกจากนี้ยังสรุปว่า Gamification ช่วยส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและประสิทธิภาพการสอนคณิตศาสตร์ได้ดี สอดคล้องกับ Thisoongnoen et al. (2023, pp. 559-572) ที่ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริซึมและทรงกระบอก โดยใช้โปรแกรม GeoGebra สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรม GeoGebra มีประสิทธิภาพเท่ากับ 83.03/78.03 ซึ่งสอดคล้องกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้ โดยผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่าโปรแกรม GeoGebra สามารถช่วยพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ส่งผลให้นักเรียนเข้าใจและมีความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ในหัวข้อดังกล่าวได้ดีขึ้น อีกทั้งผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังจากการเรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเกมมิฟิเคชันร่วมกับโปรแกรม GeoGebra หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สิ่งนี้สะท้อนให้เห็นว่า การผสมผสานแนวคิดเกมมิฟิเคชันกับโปรแกรม GeoGebra ช่วยกระตุ้นความสนใจและสร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้ให้กับนักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยการมีส่วนร่วมในกิจกรรมต่าง ๆ ที่ผู้วิจัยออกแบบ ทำให้เกิดบรรยากาศการเรียนรู้ที่สนุกสนานและมีความสุข ผลลัพธ์ดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า การใช้ทั้งสององค์ประกอบนี้สามารถส่งเสริมการเรียนรู้ที่ดีและพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ สอดคล้องกับ Sutthiphan (2021, pp. 1-14) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคเกมมิฟิเคชันเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องความน่าจะเป็น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคเกมมิฟิเคชัน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ความน่าจะเป็น หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงให้เห็นว่า การใช้เกมมิฟิเคชันในการเรียนการสอนสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนรู้และช่วยให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ที่ดี สอดคล้องกับ Piyanusorn et al. (2023, pp. 13-27) เกี่ยวกับการพัฒนาแรงจูงใจในการเรียนและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์โดยการจัดการเรียนรู้ที่ใช้แนวคิดเกมมิฟิเคชันกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังจากเรียนด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเกมมิฟิเคชันนั้นสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งบ่งชี้ว่าแนวคิดเกมมิฟิเคชันสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ได้อย่างมีนัยสำคัญและช่วยกระตุ้นแรงจูงใจให้กับนักเรียนในการเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้น สอดคล้องกับ Nunthiya et al. (2024, pp. 74-83) การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การแก้โจทย์กราฟของฟังก์ชันกำลังสองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยการใช้โปรแกรม GeoGebra ร่วมกับกระบวนการของโพลยา พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ในการศึกษาครั้งนี้ ได้ทำการสำรวจความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเกมมิฟิเคชันร่วมกับโปรแกรม GeoGebra ในการเรียนรู้เรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัส ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่า ความพึงพอใจของนักเรียนอยู่ในระดับสูงสุด โดยมีค่าเฉลี่ยการประเมินที่ 4.78 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) เท่ากับ 0.54 ซึ่งบ่งชี้ว่าผลตอบรับจากนักเรียนมีความสอดคล้องและมีแนวโน้มที่ดีในการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบนี้ การที่นักเรียนมีความพึงพอใจสูงเกิดจากการที่การจัดการเรียนรู้ดังกล่าวใช้ชุดเกม Mobile Legends ซึ่งได้รับการออกแบบโดยผู้วิจัย ซึ่งประกอบด้วยองค์ประกอบต่าง ๆ ได้แก่ คะแนนสะสม, เหรียญตราสัญลักษณ์, ระดับชั้น, กระดานผู้นำ, การกิก และระบบรางวัล โดยชุดเกมนี้มีเป้าหมายเพื่อเพิ่มความมีส่วนร่วมและกระตุ้นความสนใจของนักเรียนในทุกกิจกรรมที่จัดขึ้น นอกจากนี้การใช้โปรแกรม GeoGebra ในการสอนเนื้อหาทฤษฎีบทพีทาโกรัสยังช่วยให้การเรียนการสอนเป็นไปอย่างน่าสนใจและไม่น่าเบื่อ นักเรียนสามารถเรียนรู้เนื้อหาคณิตศาสตร์ในลักษณะที่สนุกสนานและมีปฏิสัมพันธ์ จึงทำให้เกิดความสนใจและความเข้าใจในเนื้อหามากยิ่งขึ้น สอดคล้องกับ Chumueang et al. (2021, pp. 93-103) ได้ทำวิจัยเรื่อง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดเกมมิฟิเคชันผ่านห้องเรียนออนไลน์เรื่อง มิติสัมพันธ์ของรูปเรขาคณิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสระหลวงพิทยาคม ผลการวิจัยพบว่า ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดเกมมิฟิเคชันผ่านห้องเรียนออนไลน์อยู่ในระดับมาก สอดคล้องกับ Bunyong et al. (2023, pp. 1331-1344) ได้ทำการวิจัยเรื่องการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่อง จำนวนเต็ม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้แนวคิดเกมมิฟิเคชันร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสาน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีความคิดเห็นว่าการใช้แนวคิดเกมมิฟิเคชันร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสาน ช่วยให้นักเรียนเข้าใจบทเรียนมากขึ้นเกิดแรงจูงใจในการเรียนและการทำกิจกรรม สอดคล้องกับ Chonpairot et al. (2024, pp. 15-25) พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ปริซึมและทรงกระบอก โดยใช้กระบวนการการจัดการเรียนรู้ CPA ร่วมกับ GeoGebra มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.13 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.70

6. ข้อเสนอแนะ

จากการวิจัยครั้งนี้ สื่อ GeoGebra ช่วยให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติสร้างสื่อด้วยตนเอง และเกิดการเรียนรู้มากขึ้น ในส่วนการทำภารกิจ ให้นักเรียนเปลี่ยนกลุ่มทุกครั้งที่ทำกิจกรรม และควรควบคุมระยะเวลาในการเรียนและทำภารกิจให้สมดุล

กิตติกรรมประกาศ

การทำวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ต้องขอขอบพระคุณ นางรุ่งทิพา ปุณณะตุง นางรุณณี แสงจันทร์ และนางสาวรุจิราภรณ์ มูลสาระ ตำแหน่งครูชำนาญการโรงเรียนบ้านนาคูพัฒนา “กรป.กลางอุบลมภ์” ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำตลอดจนตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ขอขอบพระคุณ นายวิรัชสิทธิ์ พิณธูปาตร ผู้อำนวยการโรงเรียนบ้านนาคูพัฒนา “กรป.กลางอุบลมภ์” อำเภอนาคู จังหวัดกาฬสินธุ์ ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์อำนวยความสะดวก และให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีในการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล ทั้งนี้ผู้วิจัยได้รับประกาศนียบัตรรับรองการเข้าอบรมจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ ซึ่งได้รับเมื่อวันที่ 11 ธันวาคม 2567 ที่จัดอบรมออนไลน์โดย กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม ผู้วิจัยใคร่ขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

เอกสารอ้างอิง

- Attah, J. O., Ogunlade, O. O., & Falade, A. A. (2024). Students' attitude towards gamification-based teaching in mathematics in basic schools in Kwara State. *Indonesian Journal of Teaching in Science*, 4(2), 121-128.
- Boaler, J. (2016). *Mathematical mindsets: Unleashing students' potential through creative math, inspiring messages, and innovative teaching* (pp. 9-13). Jossey-Bass.
- Bunyong, K., Somjaipeng, T., & Chandra, C. (2023). A study on learning achievement in mathematics on integers for grade 7 students using gamification concepts combined with blended learning. *Journal of Secondary Education Research*, 7(3), 1331-1344. (in Thai)
- Chonpairot, C., Khansila, P., & Nongharnpituk, P. (2024). Development of a lesson on prisms and cylinders using the CPA approach with GeoGebra to enhance learning achievement for Grade 8 students. *Journal of Industrial Education*, 23(2), 15-25. (in Thai)
- Chonat, P., & Thanita, L. (2016). Guidelines for learning management using gamification concepts. *Journal of Education Naresuan University*, 18(3), 331-339. (in Thai)
- Chuenchompoth, M., Mahawijit, P., & Saengchan, W. (2020). Development of gamification-based mathematical activities to enhance communication skills and learning motivation of Grade 9 students. *Journal of Inclusive and Innovative Education*, 4(2), 98-110. (in Thai)
- Chumueang, R., Kitjakyang, Ch., Asiphong, W., Thetcha, R., & Sodhuakdee, S. (2023). Mathematics learning activities based on gamification concepts via online classrooms on geometric spatial relations for Grade 7 students at Saraluangpittayakom School. *Journal of Academic Research, Phetchaburi Rajabhat University*, 12(3), 93-103. (in Thai)
- Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R., & Nacke, L. (2011). From game design elements to gamefulness: Defining "gamification". In *Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference: Envisioning Future Media Environments* (pp. 9-15). ACM.
- Ghergulescu, I., & Muntean, C. H. (2020). Interactive Mathematics Learning with GeoGebra: Enhancing Engagement and Learning Performance. *Computers & Education*, 148, Article 103788.
- Hamari, J., Koivisto, J., & Sarsa, H. (2014). Does gamification work a literature review of empirical studies on gamification. *2014 47th Hawaii International Conference on System Sciences*, (pp. 3025-3034). IEEE.
- Hongthong, N., Sangsrikaew, P., & Pimpasalee, W. (2024). Development of critical thinking skill and mathematical achievement on quadratic function of grade 9 students using open approach and GeoGebra. *Journal of Education and Innovation*, 26(2), 106-117. (in Thai)

- Kapp, K. M. (2012). *The gamification of learning and instruction: Game-based methods and strategies for training and education* (pp. 10–13). Pfeiffer.
- Kilpatrick, J., Swafford, J., & Findell, B. (2001). *Adding it up: Helping children learn mathematics* (pp. 1–441). National Academy Press.
- Ministry of Education. (2017). *Indicators and core learning content of the mathematics learning area (Revised edition B.E. 2560) based on the core curriculum of basic education B.E. 2551* (p. 45). Agricultural Cooperative Federation of Thailand Printing House. (in Thai)
- Nakpradit, P., Nongharnpituk, P., & Khansila, P. (2023). The effect of mathematics learning activities by using GeoGebra in topic parabola for grade-9 students. *Journal of Science and Science Education*, 6(2), 333–343. (in Thai)
- Nunthiya, S., Prapaporn, N., & Paweena, K. (2024). The development of mathematics learning achievement on the topic of solving quadratic function graphs of Mathayom 3 students by using the GeoGebra program together with Polya’s problem-solving process. *Journal of Industrial Education*, 23(1), 74-83. (in Thai)
- Piyanusorn, N., Chaowathanakun, K., & Kaewgaemseu, K. (2023). Development of motivation and academic achievement in mathematics through gamification-based learning management for 3rd-year secondary school students. *Journal of Education and Human Development*, 7(1), 13-27. (in Thai)
- Preiner, J. (2008). Introducing dynamic mathematics software to mathematics teachers: The case of GeoGebra. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, 28(2), 135-146.
- Saha, S., & Sikder, S. (2022). Enhancing Geometrical Understanding through GeoGebra: A Study on High School Students. *Journal of Mathematics Education*, 35(2), 183-200.
- Saduakdee, S., Chamniyan, R., Suriyan, P., Kaew-in, J., & Khotchasarn, K. (2023). The results of using GeoGebra in mathematics learning management based on flipped classroom on geometric transformation of secondary 2 students. *Academic Journal of Phetchaburi Rajabhat University*, 13(1), 4-13. (in Thai)
- Surarat, K. (2022). Development of online gamified activities with GeoGebra to enhance mathematical problem-solving abilities and learning motivation among high school students. *Naresuan University Research Reports*, 10(4), 123-135. (in Thai)
- Sutthiphan, C. (2021). Development of learning activities using gamification techniques to enhance mathematics learning achievement in probability for grade 10 students. *Journal of Secondary Education Research*, 7(1), 1-14. (in Thai)
- Thisoonngoen, S., Thongma, S., Sittiwong, S., & Kalyasith, M. (2023). Development of mathematics learning achievement on prisms and cylinders using GeoGebra program for grade 8 students. *Journal of Secondary Education Research*, 7(3), 559-572. (in Thai)
- Wuttisan, P. (2013). *GeoGebra: An interesting alternative for mathematics teachers*. Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (IPST), 41(181), 13–16. (in Thai)
- Zengin, Y. (2021). Examining the Use of GeoGebra in Mathematics Education: Opportunities and Challenges. *Journal of Educational Technology & Society*, 24(1), 254-267.

“ข้อคิดเห็น เนื้อหา รวมทั้งการใช้ภาษาในบทความถือเป็นความรับผิดชอบของผู้เขียน”