

การพัฒนาทักษะในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส สำหรับ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้โปรแกรม GeoGebra ประกอบการจัดการ
เรียนรู้แบบ (KWDL)

Developing Skills in Solving Mathematical Problems on the Pythagorean
Theorem for Students in Eighth Graders Using the GeoGebra Program
for (KWDL) Learning Management

ศิริลักษณ์ รักดีรักษ์¹ วรณธิดา ยลวิลาด^{2*} และนพคุณ ทองมวล³

Sirilak Pakdeerak¹ Wannatida Yonwilad^{2*} and Noppakun Tongmual³

Received: (February 17, 2023) Revised: (December 18, 2023) Accepted: (December 28, 2023)

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาทักษะในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้โปรแกรม GeoGebra ประกอบการจัดการเรียนรู้แบบ (KWDL) โดยมีจำนวนนักเรียนไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 มีคะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไป และ 2) ศึกษาความพึงพอใจในการจัดการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรม GeoGebra ประกอบการจัดการเรียนรู้แบบ (KWDL) กับเกณฑ์ที่กำหนด กลุ่มเป้าหมายในการวิจัย คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 โรงเรียนดงมูลวิทยาคม อำเภอนองนบุรี จังหวัดกาฬสินธุ์ จำนวน 30 คน ใช้วิธีการสุ่มแบบกลุ่มเครื่องมือในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ แบบสอบถามความพึงพอใจ และแบบทดสอบวัดทักษะในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบที

ผลการวิจัยพบว่า

1. การพัฒนาทักษะในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส โดยใช้โปรแกรม GeoGebra ประกอบการจัดการเรียนรู้แบบ (KWDL) โดยมีจำนวนนักเรียนคิดเป็นร้อยละ 100 มีคะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไป

¹ นักศึกษาปริญญาตรี สาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์และนวัตกรรมการศึกษา มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์
Bachelor of Mathematics, Faculty of Education and Innovation Studies, Kalasin University

² ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์และนวัตกรรมการศึกษา มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์
Assistant Professor (Mathematics) Faculty of Education and Educational Innovation, Kalasin University

³ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ สังกัดคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์
Assistant Professor (Science and Mathematics) Affiliated with the Faculty of Health Science and Technology, Kalasin University

*Corresponding Author E-mail: Wantida.yo@ksu.ac.th

2. ความพึงพอใจที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส โดยใช้โปรแกรม GeoGebra ประกอบการจัดการเรียนรู้แบบ (KWDL) อยู่ในระดับมาก สูงกว่าเกณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คำสำคัญ: KWDL, โปรแกรม GeoGebra, การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

Abstract

The objectives of this research were to develop skills in solving mathematical problems on the Pythagorean theorem by incorporating the GeoGebra program in KWDL learning management, and to investigate the samples' satisfaction towards the use of KWDL program in supporting the learning management. The research samples, obtained by a random sampling method, were 30 Mattayomsuksa 2 students from Dongmoon Wittayakom School who were in their 1st semester of the 2022 academic year. The research data collection tools included a set of learning management plans, a questionnaire form on satisfaction, and a test focusing on measuring mathematical problem-solving skills. The basic statistics employed for the data analysis included the percentage, the mean, the S.D., and the t-test.

The data analysis revealed that:

1. with the students achieving score of 70% or higher, using the GeoGebra program to incorporate in KWDL learning management improved the samples' mathematical problem involving skills on Pythagorean theorem.

2. the satisfaction levels of the students regarding their attitude towards their own ability in mathematical problem-solving, when the Pythagorean theorem was applied to (KWDL) learning management using the GeoGebra application, were significantly higher than the criterion at the 0.05 level of statistical significance.

Keywords: KWDL method, GeoGebra program, Mathematical Problem-Solving.

บทนำ

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาทักษะการคิดมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหา และนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้องเหมาะสม นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษา ด้านวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี และศาสตร์อื่น ๆ และเป็นวิชาที่ช่วยก่อให้เกิดความเจริญก้าวหน้า ทั้งทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพราะการคิดค้นทางวิทยาศาสตร์ต้องอาศัยความรู้ทางคณิตศาสตร์ คณิตศาสตร์จึงมีประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต ช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น และสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560)

จากการที่ผู้วิจัยได้มีโอกาสเป็นครูผู้สอน และสัมภาษณ์ครูผู้สอนในรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนดงมูลวิทยาคม ตำบลดงมูล อำเภอนองกุ้งศรี จังหวัดกาฬสินธุ์ ผู้วิจัยพบปัญหาในลักษณะเดียวกันมีอยู่ 2 เรื่อง ได้แก่ 1) เลขยกกำลัง 2) ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ซึ่งล้วนแต่เป็นเรื่องที่เรียกได้ว่าสอนยาก จึงเป็นผลทำให้คะแนนสอบ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส นักเรียนไม่สามารถแสดงวิธีการหาคำตอบของโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ได้ ซึ่งเห็นได้จากรายงานการทดสอบระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) โดยสถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน) หรือ สทศ. กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ปีการศึกษา 2564 ของโรงเรียนดงมูลวิทยาคมสังกัดองค์การบริหารส่วนจังหวัดกาฬสินธุ์ พบว่าค่าคะแนนเฉลี่ยของระดับโรงเรียนเท่ากับ 23.97 ซึ่งต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของระดับประเทศ ระดับภาค และระดับจังหวัด ที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 26.04, 25.82 และ 25.9 ตามลำดับ จากการวิเคราะห์มาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาทฤษฎีบทพีทาโกรัส สอดคล้องกับมาตรฐาน ค 2.2 เข้าใจและวิเคราะห์รูปเรขาคณิตสมบัติของรูปเรขาคณิตความสัมพันธ์ของรูปเรขาคณิต และทฤษฎีบททางเรขาคณิต และนำไปใช้ คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 20.92 ซึ่งอยู่ในระดับต่ำ เนื่องจากนักเรียนส่วนหนึ่งยังขาดการฝึกทักษะการคิดวิเคราะห์ใน การแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เนื่องจาก วิธีการสอนส่วนใหญ่เน้นการจำมากกว่าความเข้าใจ ซึ่งทำให้นักเรียนวิเคราะห์โจทย์ปัญหาไม่เป็น ส่งผลให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียนต่ำกว่าเกณฑ์ หากมีวิธีการสอนเป็นขั้นตอนที่ชัดเจน จะส่งผลให้นักเรียนสามารถวิเคราะห์และแก้โจทย์ปัญหาได้

ผู้วิจัยได้ศึกษาวิธีการสอนแบบ (KWDL) (Know-Want-Do-Learn) มาประกอบการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาของผู้เรียน การจัดการเรียนการสอนแบบแก้ปัญหาตามกระบวนการแก้ปัญหาของเทคนิคการสอนแบบ (KWDL) เป็นเทคนิคการสอนรูปแบบหนึ่งที่ส่งเสริมความสามารถใน การแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์โดยเทคนิค (KWDL) พัฒนาจากแนวคิด (KWL) โดย Ogle (1986) ซึ่งครูสามารถนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้เพื่อแก้ปัญหการเรียนรู้ เนื่องจากวิธีการสอนแบบ (KWDL) เป็นเทคนิคที่ฝึกให้นักเรียนคิดวิเคราะห์โจทย์ปัญหาอย่างหลากหลาย อันจะเป็นผลให้นักเรียนสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันของตนเองได้ ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ K (What We Know) นักเรียนรู้อะไรบ้างในเรื่องที่จะเรียนหรือสิ่งที่โจทย์บอกให้ทราบมีอะไรบ้าง เป็นขั้นที่นักเรียนต้องอ่านอย่างวิเคราะห์โดยอาจต้องใช้ความรู้เดิมที่เรียนไปแล้ว W (What We Want to Know) นักเรียนหาสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบหรือสิ่งที่นักเรียนต้องการรู้ และต้องการ

ค้นหาจากแหล่งข้อมูลอื่น ๆ เพื่อที่จะหาคำตอบและข้อมูลเหล่านั้น D (What We Do to Find Out) นักเรียนจะต้องทำอะไรบ้าง มีวิธีใดบ้าง เพื่อหาคำตอบตามที่โจทย์ต้องการ หรือสิ่งที่ตนเองต้องการรู้ โดยดำเนินการแก้ปัญหาตามแผนและขั้นตอนที่วางไว้ ซึ่งเป็นขั้นที่นักเรียนลงมือแก้ปัญหา และเรียนรู้ขั้นตอนวิธีการแก้ปัญหาอย่างกระจ่างชัด L (What We Learned) นักเรียนสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้โจทย์ต้องการทราบอะไร เป็นขั้นที่นักเรียนต้องตอบคำถามได้ว่าโจทย์ต้องการอะไร คำตอบที่ได้คืออะไร ได้มาอย่างไร ถูกต้องหรือไม่ โดยเขียนเป็นประโยคสัญลักษณ์ให้ได้ว่ารวมถึงขั้นตอนการวางแผนการแก้ปัญหาด้วยวิธีการต่างๆ จากข้อมูลที่ได้ในขั้นตอนแรกจากการแก้โจทย์ปัญหาตามขั้นตอนดังกล่าว จะเห็นได้ว่านักเรียนได้ฝึกกระบวนการทางคณิตศาสตร์อย่างหลากหลาย รู้จักการคิดวิเคราะห์ จะช่วยให้นักเรียนสามารถแก้โจทย์ปัญหาได้อย่างถูกต้องหลากหลายวิธีมากยิ่งขึ้น (Lohitya, Mounnamprang, Borvonphongsakul, 2012) การจัดการเรียนรู้แบบ (KWDL) จะเน้นการถ่ายโอนการเรียนรู้และให้ความสำคัญกับการตรวจสอบพื้นความรู้เดิมของเด็กจะทำให้ครู ได้ค้นพบว่า จะต้องเรียนรู้อะไรก่อนที่จะเรียนในเนื้อหานั้น ๆ นักเรียนจะสร้างความรู้จากพื้นความรู้เดิมที่เด็กมีทำให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมายและไม่เกิดแนวความคิดที่ผิดพลาดและเน้นให้นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้รับไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวันอย่างมีประสิทธิภาพและเกิดประสิทธิผล โดยใช้โปรแกรม GeoGebra ประกอบการจัดการเรียนรู้แบบ (KWDL) ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เป็นวิธีที่เหมาะสมอีกวิธีหนึ่ง

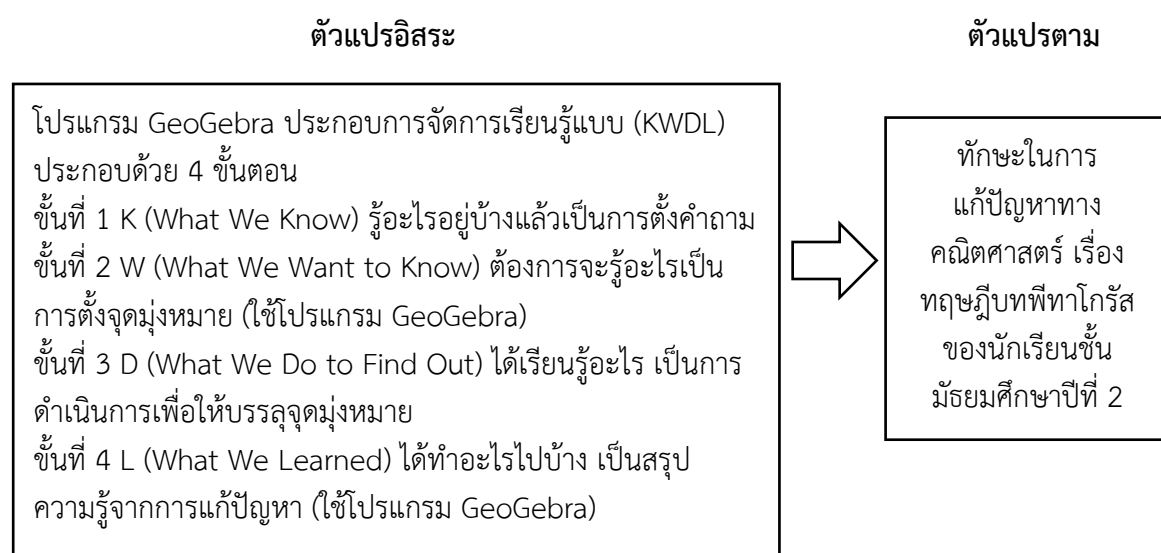
นอกจากนี้โปรแกรม GeoGebra เป็นโปรแกรมคณิตศาสตร์อีกโปรแกรมหนึ่งที่น่าสนใจนำมาใช้ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โปรแกรมนี้เป็น Free Ware ไม่มีค่าใช้จ่าย ชื่อโปรแกรมก็เหมือนกับ นำคำว่า Geometry มาต่อกับ คำว่า Algebra จนเป็นคำว่า GeoGebra ความพิเศษในตัว โปรแกรม GeoGebra คือสามารถสร้างกราฟ ภาคตัดกรวยแสดงสมการเป็นรูปทั่วไป หรือ สมการมาตรฐานของกราฟนั้นๆ ได้ด้วย ที่พิเศษไปกว่านั้น มีวิดีโอคลิปที่สอนเกี่ยวกับ โปรแกรมนี้ใน Youtube มากมาย ทั้งภาษาอังกฤษ ฝรั่งเศส สเปน ฯลฯ GeoGebra ไม่ใช่เป็น โปรแกรมใหม่ Markus Hohenwarter นักพัฒนา Application ชาวออสเตรีย ได้ริเริ่มตั้งแต่ปี ค.ศ. 2001 ต่อมา ปี ค.ศ. 2007 Michael Borchers ชาวอังกฤษได้นำทีมพัฒนาต่อมา จนเป็นที่นิยม แพร่หลายไปทั่วโลก GeoGebra ถูกแปลจากภาษา อังกฤษเป็นภาษาต่าง ๆ หลายภาษาสถาบันต่าง ๆ ในหลายประเทศที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาสนับสนุนอย่างมาก พงศักดิ์ วุฒิสันต์ (2556) โปรแกรมสามารถแสดงทั้งองค์ประกอบพีชคณิตเชิงจำนวน แสดงพิกัด สมการ หรือสมการอิงพารามิเตอร์องค์ประกอบเชิงเรขาคณิตเป็นชุดวิธีการแก้ปัญหาที่สอดคล้องกับองค์ประกอบเชิงพีชคณิต โดยองค์ประกอบทั้ง 2 ชนิดสามารถแก้ไขได้โดยตรงจากผู้ใช้งาน โดยองค์ประกอบเชิงพีชคณิตอาจสามารถแก้ไขโดยการใส่แป้นพิมพ์แล้วองค์ประกอบเชิงเรขาคณิตก็จะเปลี่ยนแปลงแบบสอดคล้องกัน ทำให้ขอบเขตความสามารถในการใช้งานของโปรแกรมสำหรับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เพิ่มมากขึ้น ส่งเสริมความเข้าใจในทฤษฎีทางคณิตศาสตร์มากขึ้น โปรแกรมสามารถใช้งานได้ง่าย สามารถใช้งานออนไลน์ได้ รองรับได้หลายระบบปฏิบัติการเช่น Window, Linux, MacOS Android เป็นต้น รองรับได้หลายภาษา (Preiner, 2008)

จากการศึกษาแนวทางในการแก้ปัญหาและพัฒนาดังกล่าว ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะนำแนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนาทักษะในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้โปรแกรม GeoGebra ประกอบการจัดการเรียนรู้แบบ (KWDL) โรงเรียนดงมูลวิทยาคม สังกัดองค์การบริหารส่วนจังหวัดกาฬสินธุ์ ปีการศึกษา 2565 เพื่อจะได้เป็นข้อเสนอที่เป็นแนวทางในการศึกษาพัฒนาการความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนและทำให้ครูทราบว่านักเรียนมีความเข้าใจทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับทฤษฎีบทพีทาโกรัส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 รวมทั้งเป็นข้อเสนอที่ทำให้ครูตระหนักถึงความสำคัญของพัฒนาทักษะในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมากขึ้น และเป็นแนวทางในการพัฒนาทักษะในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับทฤษฎีบทพีทาโกรัส ของนักเรียนได้อย่างเต็มตามศักยภาพและมีประสิทธิภาพต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. พัฒนาทักษะในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้โปรแกรม GeoGebra ประกอบการจัดการเรียนรู้แบบ (KWDL) โดยมีจำนวนนักเรียนไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 มีคะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไป
2. เพื่อศึกษาความพึงพอใจที่มีต่อการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้โปรแกรม GeoGebra ประกอบการจัดการเรียนรู้แบบ (KWDL)

กรอบแนวคิดการวิจัย



ภาพที่ 1 ภาพภูมิแสดงกรอบแนวคิดการวิจัย

สมมติฐานการวิจัย

1. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรม GeoGebra ประกอบการจัดการเรียนรู้แบบ (KWDL) เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส มีทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยมีจำนวนนักเรียนไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 มีคะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไป

2. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรม GeoGebra ประกอบการจัดการเรียนรู้แบบ (KWDL) เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส มีความพึงพอใจที่มีต่อทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ อยู่ในระดับมากขึ้นไป

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็นวิจัยเชิงทดลองเบื้องต้น โดยใช้โปรแกรม GeoGebra ประกอบการจัดการเรียนรู้แบบ (KWDL) ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้แผนวิจัย One Group Post-Test Design มีวิธีการดำเนินการวิจัยดังนี้

ขอบเขตด้านกลุ่มเป้าหมายในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 ของโรงเรียนดงมูลวิทยาคม อำเภอหนองกงบุรี จังหวัดกาฬสินธุ์ จำนวนนักเรียน 86 คน มีจำนวนห้องทั้งหมด 3 ห้อง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 โรงเรียนดงมูลวิทยาคม อำเภอหนองกงบุรี จังหวัดกาฬสินธุ์ จำนวน 30 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) จากนักเรียนในห้องที่ผู้วิจัยเป็นผู้สอน ที่มีผลคะแนนการทดสอบ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ต่ำกว่าร้อยละ 70

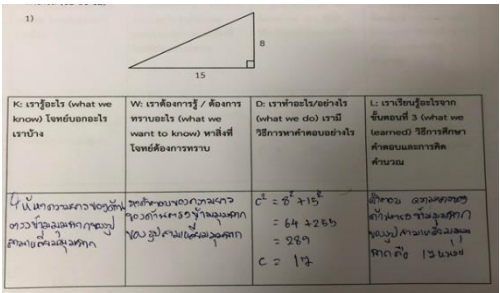
ขอบเขตด้านระยะเวลา

ผู้วิจัยดำเนินการวิจัยในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 ตามแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบ (KWDL) ร่วมกับโปรแกรม GeoGebra ทั้งหมด 8 คาบ คาบละ 1 ชั่วโมง จำนวน 3 แผนการจัดการเรียนรู้

เครื่องมือที่ใช้และการสร้างเครื่องมือในการวิจัย

1. แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรม GeoGebra ประกอบการจัดการเรียนรู้แบบ (KWDL) วิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 3 แผน จำนวน 8 คาบ คาบละ 1 ชั่วโมง มีขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรม GeoGebra ประกอบการจัดการเรียนรู้แบบ (KWDL) ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรม GeoGebra ประกอบการจัดการเรียนรู้แบบ (KWDL)

ขั้นตอนการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค (KWDL)	ลักษณะการจัดการเรียนรู้	ตัวอย่างการใช้โปรแกรม GeoGebra ประกอบการจัดการเรียนรู้แบบ (KWDL) วิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน เรื่อง ทฤษฎีพีทาโกรัส
ขั้นที่ 1 K: เรารู้อะไร (What We Know) โจทย์บอกอะไรเราบ้าง	ครูยกตัวอย่างโจทย์และให้ช่วยกันบอกในสิ่งที่โจทย์กำหนดให้เขียนใส่ใบงาน	
ขั้นที่ 2 W: เราต้องการรู้ / ต้องการทราบอะไร (What We Want to Know) หาสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ	ครูใช้โปรแกรม GeoGebra ตั้งคำถามกระตุ้นให้นักเรียนช่วยกันหาและตอบในสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบร่วมกัน	
ขั้น D (What We Do to Find Out) นักเรียนจะต้องทำอะไรบ้าง	ครูให้นักเรียนพิจารณาและแสดงวิธีทำในการแก้โจทย์ปัญหาข้างต้นใส่ใบงานที่ครูแจก	
ขั้น L (What We Learned) นักเรียนสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้	หลังจากการทำกิจกรรมเสร็จครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันพิจารณาและตรวจสอบคำตอบของนักเรียน และครูอธิบายโดยใช้โปรแกรม GeoGebra เพิ่มเติมให้นักเรียนเข้าใจมากยิ่งขึ้น	

1.1 วิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้โปรแกรม GeoGebra ประกอบการจัดการเรียนรู้แบบ (KWDL) โดยสร้างให้มีความสอดคล้องกับมาตรฐานตัวชี้วัดสาระการเรียนรู้ และจุดประสงค์การเรียนรู้และมีเกณฑ์การให้คะแนนการพัฒนาทักษะในการแก้ปัญหามathematics เรื่อง ทฤษฎีพีทาโกรัส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ตารางวิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ และผลการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง ทฤษฎีพีทาโกรัส

จัดการเรียนรู้แบบ (KWDL)	ระดับคะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
ขั้นที่ 1 K: เรารู้อะไร (What We Know) โจทย์บอกอะไรเราบ้าง	1	นักเรียนเขียนแสดงสิ่งที่ โจทย์บอกและต้องการทราบ อย่างถูกต้องครบถ้วนชัดเจนทำตามลำดับขั้นตอน
	0	นักเรียน ไม่เขียนแสดงสิ่งที่โจทย์บอก และไม่ชัดเจนต้องการทราบทำตามลำดับขั้นตอน

จัดการเรียนรู้แบบ (KWDL)	ระดับคะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
ขั้นที่ 2 W: เราต้องการรู้ / ต้องการทราบอะไร (What We Want to Know) หาสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ	1	นักเรียนวางแผนและคิดวิธีการในการหาคำตอบได้อย่างถูกต้องครบถ้วน
	0	นักเรียนไม่วางแผนและ คิดวิธีการในการหาคำตอบไม่ครบถ้วน
ขั้นที่ 3 D: เราทำอะไรอย่างไร (What We Do) เรามีวิธีการหาคำตอบอย่างไร	1	นักเรียนแสดงวิธีการขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาได้และคำตอบถูกต้องครบถ้วน
	0	นักเรียนไม่แสดงวิธีการขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาได้
ขั้นที่ 4 L: เราเรียนรู้อะไรจากขั้นตอนที่ 3 (What We Learned) วิธีการศึกษาคำตอบและการคิดคำนวณ	1	นักเรียนตรวจสอบคำตอบของนักเรียนได้อย่างถูกต้องและครบถ้วน
	0	นักเรียนไม่ตรวจสอบคำตอบของนักเรียนที่ได้

1.2 นำแผนการจัดการเรียนรู้โปรแกรม GeoGebra ประกอบการจัดการเรียนรู้แบบ (KWDL) เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน พิจารณาความสอดคล้อง (IOC) และปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ พบว่า ค่าดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ 1.00 ทุกข้อซึ่งเป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่มีความเที่ยงตรงทุกข้อ และนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้

2. ผู้วิจัยสร้างแบบทดสอบวัดทักษะการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 แบบอัตนัยจำนวน 12 ข้อโดยมีค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ (IOC) เท่ากับ 0.67 -1.00 สรุปผลการวิเคราะห์ความเชื่อมั่นของข้อสอบอัตนัย เพื่อคัดเลือกแบบทดสอบที่มีคุณภาพสามารถใช้ได้ จำนวน 5 ข้อ เพื่อนำไปใช้ ข้อละ 4 คะแนน รวม 20 คะแนนมีความยากง่ายตั้งแต่ 0.536 ถึง 0.661 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.214 ถึง 0.393 และค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.825

3. แบบสอบถามความพึงพอใจ มีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

3.1 ศึกษาเอกสาร ตำรา วารสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบสอบถามความพึงพอใจ กำหนดกรอบเนื้อหาแนวคิดและขอบข่ายโครงสร้างของคำถาม

3.2 สร้างแบบสอบถามความพึงพอใจการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จำนวน 10 ข้อ มี 3 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านการเรียนการสอน 2) ด้านสื่อการเรียนการสอน 3) ด้านครูผู้สอน ของนักเรียนเป็นมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scales) โดยแบ่งเกณฑ์การให้คะแนนเป็น 5 ระดับ (บุญชม ศรีสะอาด, 2556) เกณฑ์การให้คะแนนแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียน 5 4 3 2 และ 1 คะแนน หมายถึง มากที่สุด มากปานกลาง น้อย น้อยที่สุด ตามลำดับ

3.3 แบบสอบถามความพึงพอใจการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับพฤติกรรมชีวิตด้านความพึงพอใจของนักเรียน โดยผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ได้ค่า (IOC) ตั้งแต่ 0.67-1.00 เป็นแบบสอบถามที่มีค่าความเชื่อมั่นทุกข้อ

การเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัย

1. ดำเนินการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบ (KWDL) ร่วมกับโปรแกรม GeoGebra ทั้งหมด 8 คาบ คาบละ 1 ชั่วโมง จำนวน 3 แผนการจัดการเรียนรู้
2. นำแบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส นำแบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส และแบบสอบถามความพึงพอใจการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไปเก็บรวบรวมข้อมูลหลังการจัดการเรียนรู้ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นไปทำการทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 30 คน ใช้เวลาทดสอบ 1 ชั่วโมง แล้วบันทึกคะแนนเป็นคะแนนทดสอบหลังเรียน (Post-Test)

การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลจากการใช้แบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส และแบบสอบถามความพึงพอใจ โดยดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1. การวิเคราะห์ข้อมูลการเปรียบเทียบแบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส โดยหาค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ร้อยละ (%) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)
2. นำข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามความพึงพอใจมาวิเคราะห์ เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรม GeoGebra ประกอบการจัดการเรียนรู้แบบ (KWDL) กับคะแนนเกณฑ์ 3.50 โดยการทดสอบทางสถิติที่ (One Samples T-Test) ด้วยหลักการทางสถิติแล้ว เปรียบเทียบการแปลความหมาย ระดับค่าเฉลี่ยโดยอาศัยจุดกึ่งกลางของคะแนน (Midpoint) ไว้ดังนี้
สมนึก ภัททิยธนี (2555)

4.51 - 5.00 หมายความว่า มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด

3.51 - 4.50 หมายความว่า มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก

2.51 - 3.50 หมายความว่า มีความพึงพอใจอยู่ในระดับปานกลาง

1.51 - 2.50 หมายความว่า มีความพึงพอใจอยู่ในระดับน้อย

1.00 - 1.50 หมายความว่า มีความพึงพอใจอยู่ในระดับน้อยที่สุด

ผลการวิจัย

1. ผลการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้โปรแกรม GeoGebra ประกอบการจัดการเรียนรู้แบบ (KWDL) ที่มีต่อทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม และมีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของนักเรียนทั้งหมด โดยแสดงรายละเอียดดังตารางที่ 3 ซึ่งจะพบว่า ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส โดยใช้โปรแกรม GeoGebra ประกอบการจัดการเรียนรู้แบบ (KWDL) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม เท่ากับ 18.3 คิดเป็นร้อยละ 91.50 และมีนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 คิดเป็นร้อยละ 100 ของนักเรียนทั้งหมด ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 คะแนนทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้โปรแกรม GeoGebra ประกอบการจัดการเรียนรู้แบบ (KWDL) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

จำนวนนักเรียน	คะแนนเต็ม	ค่าเฉลี่ย	ร้อยละ	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	สถานะนักเรียน	
					ผ่าน (ร้อยละ)	ไม่ผ่าน (ร้อยละ)
30	20	18.3	91.50	3.66	100	0

จากจำนวนนักเรียนทั้งหมด 30 คน สามารถวิเคราะห์ทักษะการแก้ปัญหาโดยใช้โปรแกรม GeoGebra ประกอบการจัดการเรียนรู้แบบ (KWDL) เป็นรายชั้นได้ดังตารางที่ 4 มากที่สุด คือ ชั้น K คะแนนสูงสุดและต่ำสุด เท่ากับ 20 ค่าเฉลี่ยคะแนนสูงสุดและต่ำสุด เท่ากับ 20 คิดเป็นร้อยละ 100 ของคะแนนเต็ม ระดับคุณภาพดีเยี่ยม รองลงมา คือ ชั้น W คะแนนสูงสุด เท่ากับ 18 คะแนนต่ำสุด เท่ากับ 15 ค่าเฉลี่ยคะแนนสูงสุดและต่ำสุด เท่ากับ 17.65 คิดเป็นร้อยละ 83.33 ของคะแนนเต็ม ระดับคุณภาพดีเยี่ยม และชั้น D คะแนนสูงสุด เท่ากับ 19 คะแนนต่ำสุดเท่ากับ 17 ค่าเฉลี่ยคะแนนสูงสุดและต่ำสุด เท่ากับ 18.67 คิดเป็นร้อยละ 93.33 ของคะแนนเต็ม ระดับคุณภาพดีเยี่ยม ตามลำดับและ ชั้น L คะแนนสูงสุด เท่ากับ 20 คะแนนต่ำสุดเท่ากับ 17 ค่าเฉลี่ยคะแนนสูงสุดและต่ำสุด เท่ากับ 19 คิดเป็นร้อยละ 95 ของคะแนนเต็ม ระดับคุณภาพดีเยี่ยม ตามลำดับ

ตารางที่ 4 ผลการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้โปรแกรม GeoGebra ประกอบการจัดการเรียนรู้แบบ (KWDL) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ขั้นตอน (KWDL)	จำนวนผู้เรียน	คะแนน				
		เต็ม	สูงสุด	ต่ำสุด	เฉลี่ย	ร้อยละ
ชั้น K โจทย์บอกอะไรบ้าง	30	5	5	5	5	25
ชั้น W โจทย์ต้องการอะไร/ มีวิธีการอย่างไรบ้าง	30	5	5	3	4.33	21.67
ชั้น D เดินตามกระบวนการ	30	5	4	3	4	20
ชั้น L สรุป/อภิปรายผล	30	5	4	5	4.67	23.33

2. ผลของการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรม GeoGebra ประกอบการจัดการเรียนรู้แบบ (KWDL) เทียบกับคะแนนเกณฑ์ 3.50 โดยการทดสอบทางสถิติ (One Samples T-Test) ได้ผลวิเคราะห์ ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 แสดงผลวิเคราะห์ระดับความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในการจัดการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรม GeoGebra ประกอบการจัดการเรียนรู้แบบ (KWDL)

ลำดับ	ประเด็น	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความพึงพอใจ	คะแนนเกณฑ์	t*	p
1	ด้านเนื้อหา	4.53	0.41	มากที่สุด	3.50	13.67*	.00
2	ด้านการจัดการเรียนรู้	4.54	0.39	มากที่สุด	3.50	14.47*	.00
3	ด้านครูผู้สอน	4.43	0.29	มาก	3.50	17.40*	.00
รวม		4.50	0.26	มาก	3.50	21.01*	.00

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

จากตารางที่ 5 พบว่า ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรม GeoGebra ประกอบการจัดการเรียนรู้แบบ (KWDL) อยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.50$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.26 (S.D. = 0.26)

อภิปรายผลการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาทักษะในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้โปรแกรม GeoGebra ประกอบการจัดการเรียนรู้แบบ (KWDL) พบว่า

1. ผลการพัฒนาทักษะในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส โดยใช้โปรแกรม GeoGebra ประกอบการจัดการเรียนรู้แบบ (KWDL) ของนักเรียนมีกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มีคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 91.50 และมีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 30 คน คิดเป็นร้อยละ 100 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ทั้งนี้เนื่องจากการใช้โปรแกรม GeoGebra ประกอบการจัดการเรียนรู้แบบ (KWDL) เป็นวิธีการสอนฝึกคิดวิเคราะห์โจทย์ปัญหา และสอดแทรกอยู่ในส่วนของกิจกรรมการเรียนรู้ในแผนจัดการเรียนรู้แบบ (KWDL) โดยใช้โปรแกรม GeoGebra เป็นสื่อการสอนและตรวจสอบคำตอบ ซึ่งในแต่ละขั้นตอนนั้นมุ่งเน้นให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์พร้อมกับการนำแนวคิดเทคนิค (KWDL) มาใช้ในการแสดงวิธีการแก้ปัญหาเรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจในการนำเข้าสู่บทเรียน มีการอธิบายขั้นตอนการแก้ปัญหาของเทคนิค (KWDL) เพื่อให้นักเรียนเข้าใจการแก้ปัญหอย่างเป็นขั้นตอน การอธิบายทฤษฎีหลักการ พร้อมยกตัวอย่างให้ครอบคลุม ไม่ง่ายไม่ยากจนเกินไปเพื่อที่จำเข้าใจหลักการนำไปสู่การแก้ปัญหาจากสถานการณ์ต่อไป ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาผลงานวิจัยของ สุกฤษฎี ชุมภูจันทร์ (2563) ได้ศึกษาเรื่อง การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับโปรแกรม GeoGebra เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ พบว่า ผลสัมฤทธิ์หลังเรียนมีคะแนนสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ แสดงว่า การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับโปรแกรม GeoGebra สามารถให้ผู้เรียนเกิดความสนใจที่จะหาคำตอบของปัญหาที่นำเสนอควรจะต้องเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ของชีวิตและเหมาะสมกับบุคลิกภาวะของผู้เรียน และสอดคล้องกับ นัฐฐนิภา ประทุมชาติ (2560) ได้ศึกษาการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ เทคนิค (STAD) ร่วมกับเทคนิค

(KWDL) เรื่อง เศษส่วนและประยุกต์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่า นักเรียนที่เรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค (STAD) ร่วมกับเทคนิค (KWDL) มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เศษส่วนและประยุกต์และความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สูงกว่านักเรียนที่เรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. การศึกษาความพึงพอใจที่มีต่อการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้โปรแกรม GeoGebra ประกอบการจัดการเรียนรู้แบบ (KWDL) สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดอยู่ในระดับมาก ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ แสดงว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรม GeoGebra ประกอบการจัดการเรียนรู้แบบ (KWDL) ทำให้ผู้เรียนเข้าใจบทเรียนได้อย่างชัดเจน ทราบจุดประสงค์ในการเรียน นักเรียนมีการแสวงหาความรู้ สอดคล้องกับผลการวิจัยของ ภัทรวดี สุภัทโรบล (2557) ได้ศึกษาการใช้โปรแกรม GeoGebra ประกอบการจัดการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง พาราโบลา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า นักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจในระดับดีมาก ทั้งนี้อาจมีสาเหตุจากนักเรียนได้มองเห็นภาพในการเรียน การลงมือหาคำตอบด้วยตนเอง ได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเพื่อน ได้ลองผิดลองถูก ได้ฝึกสังเกตซ้ำๆ หลายๆ ครั้ง ทำให้นักเรียนรู้สึกมีอิสระ ไม่เครียด สนุกสนาน

สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้สามารถสรุปผลการวิจัยได้ว่า การพัฒนาทักษะในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส โดยใช้โปรแกรม GeoGebra ประกอบการจัดการเรียนรู้แบบ (KWDL) ของนักเรียนมีกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มีคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 91.50 และมีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 30 คน คิดเป็นร้อยละ 100 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปประยุกต์ใช้
 - 1.1 ครูผู้สอนที่ต้องการนำโปรแกรม GeoGebra ไปประกอบการจัดการเรียนรู้ ต้องคำนึงถึงสภาพในห้องเรียนและอุปกรณ์ในการสอน เช่น การเชื่อมต่อกับโปสเจคเตอร์ และอินเทอร์เน็ต เพราะการใช้โปรแกรม GeoGebra ต้องใช้ผ่านระบบอินเทอร์เน็ต ซึ่งต้องการความเร็วและความสม่ำเสมอในการรับข้อมูลที่สามารถใช้งานได้
 - 1.2 ทำให้นักเรียนมีความสนใจที่จะเรียนวิชาคณิตศาสตร์มากยิ่งขึ้น สามารถดึงดูดความสนใจของนักเรียนได้ บรรยากาศในห้องเรียนไม่น่าเบื่อ อีกทั้งสะดวกมากกว่าการใช้ในมือถือและเห็นภาพได้ชัดเจน ครูสามารถดูแลได้ง่ายในกรณีที่นักเรียนสงสัย
 - 1.3 ขั้นตอนที่ทำให้เพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหาที่ได้ผลดีที่สุด คือ เทคนิค (KWDL) เนื่องจากเป็นขั้นตอนที่ง่ายต่อการเข้าใจและสามารถช่วยให้นักเรียนแก้ปัญหาได้ดีขึ้น
2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการศึกษาผลของการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้โปรแกรม GeoGebra ประกอบการจัดการเรียนรู้แบบ (KWDL) ที่เกี่ยวกับความสามารถหรือทักษะในด้านอื่นๆ เช่น การให้เหตุผล การสื่อสารทางคณิตศาสตร์และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาทักษะในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้โปรแกรม GeoGebra ประกอบการจัดการเรียนรู้แบบ (KWDL) ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เพราะได้รับการช่วยเหลือจาก ท่านผู้อำนวยการโรงเรียน นายศิริพงษ์ ลุนอุดม หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ นายสินสมุทร นามมุงคุณ ครูพี่เลี้ยง นางสาวนัฐฐนิภา ประทุมชาติ ครูกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนดงมูลวิทยาคม อำเภอหนองกุงศรี จังหวัดกาฬสินธุ์ ผศ.ดร.วรรณธิดา ยลวิลาศ และดร.นพคุณ ทองมवल อาจารย์ที่ปรึกษาที่ให้คำปรึกษาและคำแนะนำตลอดระยะเวลาของการดำเนินตามวัตถุประสงค์ของการวิจัยที่กำหนดไว้

ผู้จัดทำขอขอบพระคุณท่านที่ให้ความช่วยเหลือในเรื่องต่าง ๆ และหวังเป็นอย่างยิ่งว่า การวิจัยเรื่อง การพัฒนาทักษะในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้โปรแกรม GeoGebra ประกอบการจัดการเรียนรู้แบบ (KWDL) ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 เรื่องนี้จะเกิดประโยชน์ต่อผู้ที่มีความสนใจศึกษา เป็นอย่างมาก

เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง 2560)*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- นัฐฐนิภา ประทุมชาติ. (2560). *พัฒนากิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์โดยใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD ร่วมกับเทคนิค KWDL เรื่อง เศษส่วนและการประยุกต์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5*. วารสารศึกษาศาสตร์, 28(3).
- บุญชม ศรีสะอาด. (2556). *วิธีการทางสถิติสำหรับการวิจัย เล่ม 1 (พิมพ์ครั้งที่ 5)*. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- พงศ์ศักดิ์ วุฒิสันต์. 5 มีนาคม 2560. GeoGebra อีกทางเลือกหนึ่งที่น่าสนใจของครูคณิตศาสตร์. <https://searchlib.utcc.ac.th/library/onlinethesis/264692.pdf>
- ภัทรวิดี สุภัทโรบล. (2557). *การพัฒนาบทเรียนปฏิบัติการโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง พาราโบลา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3*. [วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต, บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา].
- สมนึก ภัททิยธนี. (2555). *การวัดผลการศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 9)*. กาฬสินธุ์: ประสานการพิมพ์.
- สุกฤษฎี ชุมภูจันทร์. (2563). *การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยร่วมกับโปรแกรมจีโอจีบร้า เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น ของนักเรียนชั้น*

มัธยมศึกษาปีที่ 6. [วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต, บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม].

Lohitya, U., Mounnamprang, P. & Borvonphongsakul, S. (2012). The result of learning of syndicate and KWDL-technique in development of achievement the problem solving for Prathomsuksa III (in Thai). *Journal of Graduate Studies Valaya Alongkorn Rajabhat University*, 6(1).

Ogle, D. M. (1986). K-W-L: A teaching model that develops active reading of expository text. *Reading Teacher*, 39(6).

Preiner, J. (2008). *Dynamic Mathematics Software to Mathematics Teachers: The Case of GeoGebra*. Dissertation in Mathematics Education, Faculty of Natural Sciences, University of Salzburg.