



Research Article

Effect of inquiry-based learning with GeoGebra for geometric thinking and mathematical achievement of Grade-8 students

Natthaphon Hongthong^{1,*} Teerachot Lokkathat¹ and Sitthiporn Prateep¹

¹ Bachelor of Education Program in Mathematics, Kalasin University

*Email: Natthaphon.ho@ksu.ac.th

Received <5 March 2023>; Revised <31 March 2023>; Accepted <20 April 2023>

Abstract

The purposes of this research were 1) to study the geometric thinking of Mathayomsuksa 2 students using inquiry-based learning with GeoGebra, 2) to compare the learning achievements of geometric reasoning of Grade-8 students after using inquiry-based learning with GeoGebra with the criterion of 70 percent, and 3) to study student satisfaction after learning management. The sample group in this research was 20 Grade-8 students at Somdetprachanukro school in Kalasin province who were selected based on purposive sampling. The research tools instruments used lesson plans, geometric thinking tests, learning achievement tests, and satisfaction questionnaires. Data were analyzed using basic statistics and content analysis. The results showed that 1) the student's scores of geometric thinking in the test after learning were higher than 60 percent of total scores, 2) the post-Learning achievement on geometric reasoning of the Grade-8 students was higher than the 70 percent at .05 level of statistical significance, and 3) student were satisfied at high level ($\bar{x} = 4.45$, S.D. = 0.36).

Keywords: Geometric thinking, Inquiry-based learning, GeoGebra

บทความวิจัย

ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับ GeoGebra ที่มีต่อการคิดเชิงเรขาคณิตและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ณัฐพล หงษ์ทอง^{1*} อธิโชค โลภธาตุ¹ และ สิทธิพร ประทีป¹

¹ครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์และนวัตกรรมการศึกษา มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์

*Email: Natthaphon.ho@ksu.ac.th

รับบทความ: 5 มีนาคม 2566 แก้ไขบทความ: 31 มีนาคม 2566 ยอมรับตีพิมพ์: 20 เมษายน 2566

บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อศึกษาการคิดเชิงเรขาคณิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับ GeoGebra 2) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การให้เหตุผลทางเรขาคณิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับ GeoGebra กับเกณฑ์ร้อยละ 70 และ 3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้ กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสมเด็จประชานุเคราะห์ จังหวัดกาฬสินธุ์ จำนวน 20 คน ที่ได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบวัดการคิดเชิงเรขาคณิต แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบสอบถามความพึงพอใจ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติพื้นฐานและการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา ผลการวิจัย พบว่า 1) นักเรียนมีการคิดเชิงเรขาคณิต หลังเรียน สูงกว่าร้อยละ 60 2) นักเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การให้เหตุผลทางเรขาคณิต หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) ความพึงพอใจของนักเรียน ในภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{x} = 4.45$, S.D. = 0.36)

คำสำคัญ: การคิดเชิงเรขาคณิต การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ GeoGebra

บทนำ

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญที่ช่วยให้มนุษย์มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบมีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างรอบคอบและถี่ถ้วน ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องเหมาะสมและสามารถนำไปใช้ในชีวิตจริง นอกจากนี้ การศึกษาคณิตศาสตร์จึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องเพื่อให้ทันสมัยและสอดคล้องกับสภาพเศรษฐกิจ สังคม และความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็วในยุคโลกาภิวัตน์ (The institute for the promotion of teaching science and technology, 2017) การส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 คือการเตรียมผู้เรียนให้มีทักษะด้านการคิดวิเคราะห์ มีวิจารณญาณ การคิดสร้างสรรค์ การใช้เทคโนโลยี การสื่อสารและการร่วมมือ ซึ่งจะส่งผลให้ผู้เรียนรู้เท่าทันการเปลี่ยนแปลงของระบบเศรษฐกิจ สังคม วัฒนธรรม และคณิตศาสตร์มีส่วนสำคัญอย่างมากที่จะทำให้ผู้เรียนเกิดทักษะในการเรียนรู้ กระบวนการคิด การตัดสินใจ สามารถเชื่อมโยงสิ่งต่าง ๆ ได้ ทั้งนี้การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ประสบความสำเร็จนั้น จะต้องเตรียมผู้เรียนให้มีความพร้อมที่จะเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ ดังนั้นสถานศึกษาควรจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมตามศักยภาพของผู้เรียน (Ministry of Education, 2017) แต่ในปัจจุบันการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ส่วนใหญ่ยังเป็นรูปแบบเดิม คือครูผู้สอนมักจะใช้การสอนแบบบรรยายเป็นหลัก จึงทำให้เกิดความท้าทายต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน (Thongma, 2018) เมื่อศึกษาสภาพปัญหาในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ของโรงเรียนสมเด็จพระราชานุเคราะห์ พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 50 โดยเฉพาะเนื้อหาในสาระเรขาคณิต นักเรียนยังคงใช้วิธีการท่องจำทฤษฎีบทเพื่อใช้ในการสอบ ส่งผลให้นักเรียนไม่สามารถให้เหตุผลเชื่อมโยงกับทฤษฎีบทหรือวิธีการที่นักเรียนนำมาประกอบการทำโจทย์ได้ ทำให้การจัดการเรียนรู้ในเนื้อหาการให้เหตุผลทางเรขาคณิตไม่สำเร็จเท่าที่ควร สอดคล้องกับ Hancherngchai, Inprasitha and Thinwiangthong (2017) กล่าวว่า การที่นักเรียนเน้นท่องจำเนื้อหา ไม่ได้ส่งเสริมให้นักเรียนมีประสบการณ์การคิด ที่เกี่ยวกับการคิดวิเคราะห์ พิสูจน์ให้เหตุผลและความสัมพันธ์ของมิติต่าง ๆ ซึ่งมีผลกระทบต่อการเรียนคณิตศาสตร์ในระดับสูงขึ้น และส่งผลเสียต่อการเรียนรู้ของนักเรียนสอดคล้องกับ Polya (1957) กล่าวว่า ครูคณิตศาสตร์มีโอกาสมากที่จะทำอะไรในชั้นเรียน ถ้าครูใช้เวลาที่ได้รับจัดสรรให้ด้วยการฝึกนักเรียนในการดำเนินการที่คุ้นเคย ครูกำลังทำลายความสนใจของนักเรียน อดรู้พัฒนาการทางสติปัญญาของนักเรียน และใช้โอกาสของตนเองอย่างผิดพลาด แต่ถ้าครูท้าทายความกระตือรือร้นของนักเรียน โดยการจัดเตรียมปัญหาที่เหมาะสมกับความรู้ของนักเรียน และช่วยให้นักเรียนแก้ปัญหาเหล่านั้นได้ หมายความว่า การแก้ปัญหาเป็นการฝึกให้นักเรียนคิดอย่างสร้างสรรค์ พัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา และกระตุ้นให้เกิดการคิดเชิงวิพากษ์ หรือการให้เหตุผลเชิงวิเคราะห์ (Schoenfeld, 1992)

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) หมายถึง การจัดการเรียนการสอน โดยให้ผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้หรือองค์ความรู้ด้วยตัวเองโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ผู้สอนเป็นเพียงผู้คอยแนะนำและอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ ซึ่งรูปแบบการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) มี 5 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนโดยใช้สถานการณ์หรือกิจกรรมบางอย่างที่น่าสนใจ โดยผู้สอนใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนสนใจอยากเรียนรู้ในหัวข้อนั้น ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) เป็นการทำความเข้าใจประเด็นที่สนใจจะศึกษา แล้ววางแผนดำเนินการสำรวจตรวจสอบ ผ่านการปฏิบัติทดลองด้วยตนเองเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เป็นการนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบแล้วมาวิเคราะห์ แปรผลและสรุปผล รวมทั้งนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่างๆ ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายเหตุการณ์อื่นๆ ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินผล (Evaluation) เป็นการประเมิน การเรียนรู้ด้วยกิจกรรมสร้างแบบจำลองทางความคิด เพื่อประเมินว่าผู้เรียนมีความรู้หรือเข้าใจ และมากน้อยเพียงใด (U-ma et al., 2017) ซึ่งการเรียนรู้แบบสืบเสาะสามารถพัฒนาให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ในชั้นเรียน สามารถสร้างองค์ความรู้จากการสืบเสาะด้วยตนเองได้ สอดคล้องกับ Evans and Dietrich, (2022) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) สามารถทำให้ผู้เรียนมีความคิดที่จะพัฒนาความสามารถเชิงลึก ส่งผลให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์เพิ่มสูงขึ้น สอดคล้องกับ Assuah, Osei and Mantey, (2022) รายงานว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) สามารถพัฒนาให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาเรขาคณิตเพิ่มสูงขึ้น ส่งผลให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

Champrasert (2014) กล่าวว่า ในการจัดการเรียนรู้ ครูผู้สอนคณิตศาสตร์จำเป็นต้องนำเทคโนโลยีมาบูรณาการในการจัดการเรียนรู้เพื่อให้สอดคล้องกับความต้องการของผู้เรียนในยุคดิจิทัลที่มีลักษณะวัฒนธรรมการเรียนรู้ตามความชอบและความสนใจซึ่งในบทความนี้จะนำเสนอเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในยุคดิจิทัล เพื่อให้ครูผู้สอนได้รู้และเข้าใจเกี่ยวกับวิธีการสอนและการใช้เครื่องมือดิจิทัลเพื่อการเรียนรู้คณิตศาสตร์และสามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้และการบริหารชั้นเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพต่อไป ผู้วิจัยเล็งเห็นว่า GeoGebra เป็นบทเรียนที่สร้างขึ้นผ่านโปรแกรมเรขาคณิตเชิงพลวัตที่ช่วยให้นักเรียนสามารถเข้าใจเนื้อหาเรขาคณิตได้ดียิ่งขึ้น เกิดกระบวนการคิดและการให้เหตุผล Hohenwarter and Fuchs (2004) กล่าวว่า โปรแกรม GeoGebra เป็นโปรแกรมที่รวบรวมเครื่องมือในการสร้างรูปทรงเรขาคณิต พีชคณิต กราฟ สถิติ และ

แคลคูลัสรวมไว้ในเครื่องมือเดียว ส่งผลให้ผู้เรียนใช้งานได้ง่าย นอกจากนี้ แอปพลิเคชัน GeoGebra ยังให้บริการแก่ผู้ใช้ทุกคนโดยไม่เก็บค่าธรรมเนียม นอกจากนี้โปรแกรม GeoGebra สามารถช่วยให้แก่นักเรียนเข้าใจ และมองเห็นภาพจากสื่อที่เป็นนามธรรม สามารถเรียนรู้ด้วยตนเอง สามารถสนับสนุนการเรียนรู้ได้ครบทุกสาระในวิชาคณิตศาสตร์และบูรณาการวิชาอื่นเข้าด้วยกันได้ ทำให้ผู้เรียนมีโอกาสพัฒนาหปัญญ์ อันได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ (Phooddee, 2020) และยังเป็นสื่อที่มีปฏิสัมพันธ์กับนักเรียนและสามารถนำไปใช้ได้ผ่านระบบปฏิบัติการใดก็ได้

ด้วยเหตุนี้ ผู้วิจัยจึงมุ่งศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับ GeoGebra ที่มีต่อการคิดเชิงเรขาคณิตและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผู้วิจัยหวังว่า งานวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์แก่ผู้ที่สนใจศึกษาและนำไปพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้สืบต่อไป

วัตถุประสงค์การวิจัย

- 1. เพื่อศึกษาการคิดเชิงเรขาคณิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับ GeoGebra
- 2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การให้เหตุผลทางเรขาคณิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับ GeoGebra กับเกณฑ์ร้อยละ 70
- 3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับ GeoGebra

วิธีดำเนินการวิจัย

- 1. แบบแผนการวิจัย
- การวิจัยในครั้งนี้ เป็นการวิจัยเชิงทดลองเบื้องต้น (Pre-experimental Designs) โดยทำการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างเพียงกลุ่มเดียว และทำการทดสอบหลังเรียน (One group posttest design) โดยผู้วิจัยมีระเบียบวิธีการวิจัย ดังนี้

ตารางที่ 1 แบบแผนการวิจัย

กลุ่ม	Pre - test	Treatment	Post – test
n	T ₁	X	T ₂

n	แทน	กลุ่มเป้าหมายในการวิจัย
T ₁	แทน	การทดสอบก่อนการทดลอง (Pre – test)
X	แทน	การจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับ GeoGebra
T ₂	แทน	การทดสอบหลังการทดลอง (Post – test)

- 2. กลุ่มเป้าหมาย
- กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสมเด็จพระประชานุเคราห์ จังหวัดกาฬสินธุ์ จำนวน 20 คน ที่ได้มาจากการเลือกแบบเจาะจงนักเรียนห้องเรียนที่ผู้วิจัยสอน โดยเป็นนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การให้เหตุผลทางเรขาคณิต ต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 50

- 3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
- 3.1 แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การให้เหตุผลทางเรขาคณิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับ GeoGebra จำนวน 11 แผน แผนละ 1 คาบ รวมทั้งสิ้น 11 คาบ โดยผู้วิจัยได้นำแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 11 แผน นำเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาคณิตศาสตร์ จำนวน 2 ท่าน ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ จำนวน 1 ท่าน ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีการจัดการเรียนรู้ จำนวน 1 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผลจำนวน 1 ท่าน เพื่อประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ พบว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมในภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{x}$ = 4.23, S.D. = 0.17)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 รายวิชา คณิตศาสตร์เพิ่มเติม 4 หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง การให้เหตุผลทางเรขาคณิต เรื่อง ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับการให้เหตุผลทางเรขาคณิต (1) ครูผู้สอน นายณัฐพล หงษ์ทอง รหัสวิชา ค22201 จำนวน 11 ชั่วโมง จำนวน 1 ชั่วโมง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2	ก 1. มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต มาตรฐาน ค.2.2 เข้าใจและวิเคราะห์รูปเรขาคณิต สมบัติของรูปเรขาคณิต ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิต และทฤษฎีบททางเรขาคณิต และนำไปใช้ได้ ตัวชี้วัด ค.2.2 ม.2/1 ใช้ความรู้ทางเรขาคณิตและเครื่องมือ เช่น วงเวียนและสันตรง รวมทั้งโปรแกรม The Geometer's Sketchpad หรือ โปรแกรมเรขาคณิตพลวัตอื่น ๆ เพื่อสร้าง รูปเรขาคณิต ตลอดจนนำความรู้เกี่ยวกับการสร้างนี้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหา ในชีวิตจริง 2. สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด ข้อสรุปที่ได้จากการสังเกตหรือการทดลองหลายๆครั้งซึ่งเชื่อว่าเป็นไปได้มากที่สุดแต่ยังไม่พิสูจน์ว่าเป็นจริงเรียกข้อสรุปนี้ว่าข้อความคาดการณ์	ข classroom การสร้าง และการให้เหตุผลเกี่ยวกับการสร้าง Join the lesson at [code] or by entering the code at www.geogebra.org/classroom [code] PAUSE HIDE NAMES Copy a Line Segment Task 1 Obtain an Angle Construct an Equilateral Triangle Copy a Triangle Copy an Angle Construct a Perpendicular Bisector an... Construct a Perpendicular Line Construct a Parallel Line Construct a Point of Division Characteristics of a Triangle Introduction Task 1
--	---	--

ภาพที่ 1 ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ (ก) และ GeoGebra (ข)

3.2 แบบทดสอบวัดการคิดเชิงเรขาคณิต จำนวน 3 ชุด ประกอบด้วย

3.2.1 แบบทดสอบวัดการคิดเชิงเรขาคณิต ฉบับย่อย เรื่อง การสร้างและการให้เหตุผลทางเรขาคณิต จำนวน 5 ข้อ ข้อละ 4 คะแนน รวมทั้งสิ้น 20 คะแนน

3.2.2 แบบทดสอบวัดการคิดเชิงเรขาคณิต ฉบับย่อย เรื่อง การให้เหตุผลเกี่ยวกับรูปสามเหลี่ยมและรูปสี่เหลี่ยม จำนวน 5 ข้อ ข้อละ 4 คะแนน รวมทั้งสิ้น 20 คะแนน

3.2.3 แบบทดสอบวัดการคิดเชิงเรขาคณิต เรื่อง การให้เหตุผลทางเรขาคณิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 6 ข้อ ข้อละ 4 คะแนน รวมทั้งสิ้น 24 คะแนน

โดยแบบทดสอบทุกฉบับครอบคลุมเนื้อหาการให้เหตุผลทางเรขาคณิต เพื่อวัดการคิดเชิงเรขาคณิตตามระดับการคิดทางเรขาคณิตของ Van Hiele โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนของแต่ละข้อ ดังตารางที่ 2

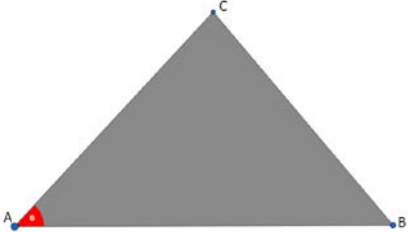
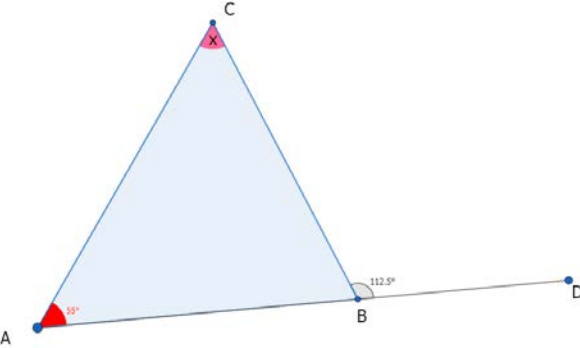
ตารางที่ 2 เกณฑ์การให้คะแนนการคิดเชิงเรขาคณิตตามระดับการคิดทางเรขาคณิตของ Van Hiele

ระดับการคิด	คะแนน	การคิดเชิงเรขาคณิต
ขั้นการวิเคราะห์	0	ไม่กล่าวอ้างเหตุผลประกอบการคำตอบที่ได้
	1	สามารถกล่าวอ้างเหตุผลประกอบการคำตอบ โดยอ้างทฤษฎีบทที่เกี่ยวข้องได้ไม่ถูกต้อง และสื่อความหมายไม่ชัดเจน
	2	สามารถกล่าวอ้างเหตุผลประกอบการคำตอบ โดยอ้างทฤษฎีบทที่เกี่ยวข้องได้ถูกต้องบางส่วน และสื่อความหมายไม่ชัดเจน
	3	สามารถกล่าวอ้างเหตุผลประกอบการคำตอบ โดยอ้างทฤษฎีบทที่เกี่ยวข้องได้ถูกต้อง และสื่อความหมายไม่ชัดเจน
	4	สามารถกล่าวอ้างเหตุผลประกอบการคำตอบ โดยอ้างทฤษฎีบทที่เกี่ยวข้องได้ถูกต้อง และสื่อความหมายชัดเจน
ขั้นการพิสูจน์แบบไม่มีแบบแผน	0	ไม่กล่าวอ้างเหตุผลประกอบการแก้ปัญหาที่ได้
	1	สามารถกล่าวอ้างเหตุผลประกอบการแก้ปัญหา โดยอ้างทฤษฎีบทที่เกี่ยวข้องได้ไม่ถูกต้อง และสื่อความหมายไม่ชัดเจน
	2	สามารถกล่าวอ้างเหตุผลประกอบการแก้ปัญหา โดยอ้างทฤษฎีบทที่เกี่ยวข้องได้ถูกต้องบางส่วน และสื่อความหมายไม่ชัดเจน
	3	สามารถกล่าวอ้างเหตุผลประกอบการแก้ปัญหา โดยอ้างทฤษฎีบทที่เกี่ยวข้องได้ถูกต้อง และสื่อความหมายไม่ชัดเจน
	4	สามารถกล่าวอ้างเหตุผลประกอบการแก้ปัญหา โดยอ้างทฤษฎีบทที่เกี่ยวข้องได้ถูกต้อง และสื่อความหมายชัดเจน

ระดับการคิด	คะแนน	การคิดเชิงเรขาคณิต
ขั้นการพิสูจน์ แบบมีแบบ แผน	0	ไม่เขียนแสดงเหตุผลประกอบการพิสูจน์
	1	เขียนพิสูจน์และให้เหตุผลโดยใช้สมบัติหรือทฤษฎีบทที่เกี่ยวข้องไม่ถูกต้อง ไม่เป็นขั้นตอนและไม่นำไปสู่สิ่งที่โจทย์ต้องการ
	2	เขียนพิสูจน์และให้เหตุผลโดยใช้สมบัติหรือทฤษฎีบทที่เกี่ยวข้องถูกต้องบางส่วน ไม่เป็นขั้นตอนและไม่นำไปสู่สิ่งที่โจทย์ต้องการ
	3	เขียนพิสูจน์และให้เหตุผลโดยใช้สมบัติหรือทฤษฎีบทที่เกี่ยวข้องถูกต้องบางส่วน เป็นขั้นตอนเพื่อนำไปสู่สิ่งที่โจทย์ต้องการ
	4	เขียนพิสูจน์และให้เหตุผลโดยใช้สมบัติหรือทฤษฎีบทที่เกี่ยวข้องถูกต้องทั้งหมด เป็นขั้นตอนเพื่อนำไปสู่สิ่งที่โจทย์ต้องการ

3.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การให้เหตุผลทางเรขาคณิต จำนวน 6 ข้อ ข้อละ 5 คะแนน รวมทั้งสิ้น 30 คะแนน ครอบคลุมจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ต้องการวัด และเนื้อหาที่ต้องการวัด โดยผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 10 ข้อ นำเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา คณิตศาสตร์ จำนวน 2 ท่าน ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ จำนวน 1 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล จำนวน 2 ท่าน โดยมีค่าความสอดคล้องเชิงเนื้อหา (IOC) ระหว่าง 0.67 – 1.00 จากนั้นนำแบบทดสอบไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มเป้าหมายเพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ โดยคัดเลือกแบบทดสอบจำนวน 6 ข้อ ที่มีค่าความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง 0.20 – 0.80 และมีค่าอำนาจจำแนก (r) ระหว่าง 0.20 – 1.00 ผลการวิเคราะห์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบแบบทดสอบโดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟาครอนบาค มีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ เท่ากับ 0.82 (ตัวอย่างแบบทดสอบแสดงในตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 ตัวอย่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การให้เหตุผลทางเรขาคณิต

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	จำนวน	ตัวอย่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์
สร้างรูปตามที่กำหนดและให้เหตุผลเกี่ยวกับการสร้าง	5	จงสร้างรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว PQR ที่มีฐาน PQ ยาวเท่ากับ AB และมุมยอดมีขนาดเท่ากับ a° (มุมสีแดง) 
ใช้สมบัติหรือทฤษฎีบทที่เกี่ยวกับรูปสามเหลี่ยม และรูปสี่เหลี่ยมมาใช้ในการให้เหตุผล และนำไปใช้จริง	15	จากรูป จงหาค่ามุม X พร้อมแสดงเหตุผล 

3.4 แบบสอบถามความพึงพอใจ ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับ GeoGebra จำนวน 4 ด้าน ด้านละ 5 ข้อ รวมทั้งสิ้น 20 ข้อ เป็นแบบประเมินค่า 5 ระดับ โดยผู้วิจัยได้นำแบบสอบถามความพึงพอใจ

จำนวน 20 ข้อ นำเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ จำนวน 1 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล จำนวน 2 ท่าน โดยมีค่าความสอดคล้องเชิงเนื้อหา (IOC) ระหว่าง 0.67 – 1.00

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บข้อมูลกับกลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสมเด็จพระพรหมานุราชที่จังหวัดกาฬสินธุ์ จำนวน 20 คน ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 โดยมีขั้นตอน ดังนี้

4.1 ปรุมนิเทศนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย ชี้แจงจุดประสงค์ และขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับ GeoGebra

4.2 ดำเนินการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับ GeoGebra กับกลุ่มเป้าหมาย สัปดาห์ละ 3 คาบ รวมทั้งสิ้น 4 สัปดาห์ โดยเมื่อสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้ในแต่ละหัวข้อ ผู้วิจัยนักเรียนทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลด้วยแบบทดสอบวัดการคิดเชิงเรขาคณิต ฉบับย่อย

4.3 ดำเนินการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและวัดการคิดเชิงเรขาคณิตของนักเรียน และประเมินความพึงพอใจของนักเรียน หลังสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้

4.4 นำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ และนำเสนอผลการวิจัยในลำดับต่อไป

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

5.1 วิเคราะห์ผลการศึกษาคิดเชิงเรขาคณิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับ GeoGebra ด้วยสถิติพื้นฐาน ค่าเฉลี่ย ร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการวิเคราะห์เนื้อหา

5.2 วิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การให้เหตุผลทางเรขาคณิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับ GeoGebra กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ด้วยสถิติทดสอบที (t-test for one sample)

5.3 วิเคราะห์ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับ GeoGebra ด้วยสถิติพื้นฐาน ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากนั้นแปลผลค่าเฉลี่ยของคะแนนความพึงพอใจเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

ผลการวิจัย

ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับ GeoGebra ที่มีต่อการคิดเชิงเรขาคณิตและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผู้วิจัยแบ่งการสรุปผลออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

1. การคิดเชิงเรขาคณิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับ GeoGebra

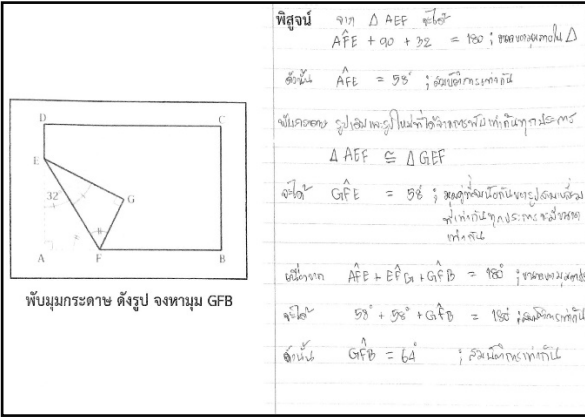
ตอนที่ 1 การคิดเชิงเรขาคณิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ระหว่างรับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับ GeoGebra

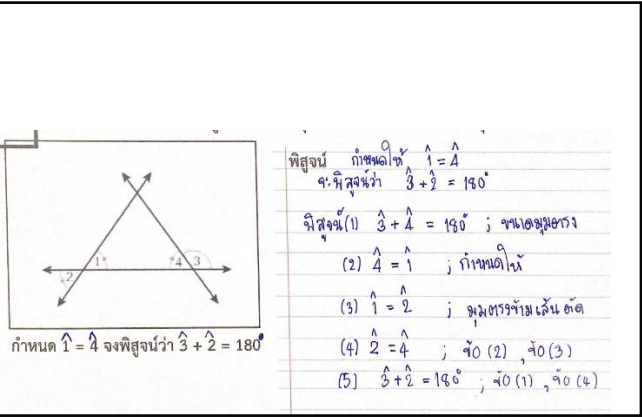
ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ผลการศึกษาคิดเชิงเรขาคณิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ระหว่างรับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับ GeoGebra จากแบบทดสอบวัดการคิดเชิงเรขาคณิต ฉบับย่อย ด้วยสถิติพื้นฐาน ค่าเฉลี่ย ร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลปรากฏดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 การคิดเชิงเรขาคณิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ระหว่างรับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับ GeoGebra

เนื้อหา	การคิดเชิงเรขาคณิตตามระดับการคิดทางเรขาคณิตของ Van Hiele	คะแนนการให้เหตุผลทางเรขาคณิตของนักเรียน		
		คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้	ร้อยละ
การสร้างและการให้เหตุผลทางเรขาคณิต	ขั้นการวิเคราะห์	12	10.05	83.75
	ขั้นการพิสูจน์แบบไม่มีแบบแผน	8	5.70	71.25
	ขั้นการพิสูจน์แบบมีแบบแผน	4	2.75	68.75
การให้เหตุผลเกี่ยวกับรูปสามเหลี่ยมและรูปสี่เหลี่ยม	ขั้นการวิเคราะห์	12	10.50	87.50
	ขั้นการพิสูจน์แบบไม่มีแบบแผน	8	4.8	60.00
	ขั้นการพิสูจน์แบบมีแบบแผน	4	2.75	68.75

จากตารางที่ 4 พบว่า หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับ GeoGebra นักเรียนสามารถทำคะแนนได้สูงกว่าร้อยละ 60 ทุกระดับขั้นการขึ้นทางเรขาคณิตของ Van Hiele





ภาพที่ 2 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนในการให้เหตุผลทางเรขาคณิต

จากภาพที่ 2 พบว่า นักเรียนสามารถแสดงเหตุผลประกอบคำตอบ โดยอ้างทฤษฎีบทที่เกี่ยวข้องได้ถูกต้อง แต่ยังสื่อความหมายไม่ชัดเจน ซึ่งจะเห็นได้จากการที่นักเรียนสามารถระบุคำตอบ และเหตุผลที่สมเหตุสมผลได้ และในขั้นการพิสูจน์แบบไม่มีแบบแผน จะเห็นว่านักเรียนสามารถวางแผนแก้ไขปัญหาและให้เหตุผลในสิ่งที่พิสูจน์ได้ แต่ยังมีบางส่วนที่ยังสื่อความหมายไม่ชัดเจน ซึ่งอาจนำไปสู่ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน นอกจากนี้นักเรียนยังสามารถเขียนพิสูจน์แบบมีแบบแผนโดยสามารถให้เหตุผลโดยใช้สมบัติหรือทฤษฎีบทที่เกี่ยวข้องได้ และสื่อความหมายอย่างชัดเจน

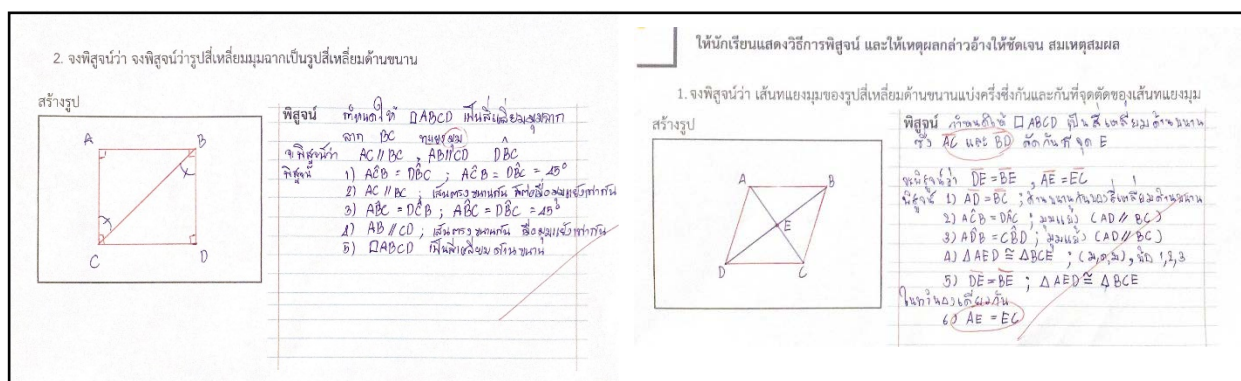
ตอนที่ 2 การคิดเชิงเรขาคณิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับ GeoGebra

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ผลการศึกษาคิดเชิงเรขาคณิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับ GeoGebra จากแบบทดสอบวัดการคิดเชิงเรขาคณิต ด้วยสถิติพื้นฐาน ค่าเฉลี่ย ร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลปรากฏดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 การคิดเชิงเรขาคณิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับ GeoGebra

การคิดเชิงเรขาคณิตตามระดับการคิดทางเรขาคณิตของ Van Hiele	คะแนนการให้เหตุผลทางเรขาคณิตของนักเรียน		
	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ยที่ได้	ร้อยละ
ขั้นการวิเคราะห์	12	8.21	68.42
ขั้นการพิสูจน์แบบไม่มีแบบแผน	8	4.96	62.00
ขั้นการพิสูจน์แบบมีแบบแผน	4	2.42	60.5

จากตารางที่ 5 พบว่า นักเรียนมีการคิดเชิงเรขาคณิต หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับ GeoGebra สูงกว่าร้อยละ 60 ในทุกระดับการคิดทางเรขาคณิตของ Van Hiele



ภาพที่ 3 ตัวอย่างคำตอบของนักเรียนในแบบทดสอบวัดการคิดเชิงเรขาคณิต

จากภาพที่ 3 เมื่อผู้วิจัยได้วิเคราะห์คำตอบของผู้เรียน พบว่า นักเรียนระบุข้อความที่สมเหตุสมผลเพื่อใช้ประกอบที่มาของคำตอบ มีการกล่าวอ้างทฤษฎีบทที่เกี่ยวข้องได้ถูกต้อง ถึงแม้ว่าบางส่วนจะยังสื่อความหมายของเหตุผลไม่ชัดเจน แต่ยังสามารถระบุเหตุผลในขั้นตอนของการพิสูจน์ได้

2. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การให้เหตุผลทางเรขาคณิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับ GeoGebra กับเกณฑ์ร้อยละ 70

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การให้เหตุผลทางเรขาคณิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับ GeoGebra กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ด้วยสถิติทดสอบที (t-test for one sample) ผลปรากฏดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับ GeoGebra

คะแนน	n	คะแนนเต็ม	$\bar{x}$	S.D.	ร้อยละ	t	p
หลังเรียน	20	30	21.23	0.21	70.77	3.27*	.00

* ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 6 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การให้เหตุผลทางเรขาคณิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับ GeoGebra มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 21.23 จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 70.77 กล่าวคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การให้เหตุผลทางเรขาคณิต หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับ GeoGebra สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับ GeoGebra

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับ GeoGebra ด้วยสถิติพื้นฐาน ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากนั้นแปลผลค่าเฉลี่ยของคะแนนความพึงพอใจเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด ผลปรากฏดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับ GeoGebra

ความพึงพอใจของนักเรียน	$\bar{x}$	S.D.	แปลผล
ด้านครูผู้สอน	4.42	0.21	พึงพอใจมาก
ด้านการจัดการเรียนรู้	4.53	0.15	พึงพอใจมากที่สุด
ด้านการวัดและประเมินผล	4.37	0.37	พึงพอใจมาก
รวม	4.45	0.36	พึงพอใจมาก

จากตารางที่ 7 พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับ GeoGebra ในภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{x} = 4.45$, S.D. = 0.36) เมื่อพิจารณาารายด้าน พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจมากที่สุดในด้านการ

จัดการเรียนรู้อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x} = 4.53$, S.D. = 0.15) รองลงมาคือ ด้านครูผู้สอนอยู่ในระดับมาก ($\bar{x} = 4.42$, S.D. = 0.21) ด้านการวัดและประเมินผลอยู่ในระดับมาก ($\bar{x} = 4.37$, S.D. = 0.37) ตามลำดับ

อภิปรายผล

การศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับ GeoGebra ที่มีต่อการคิดเชิงเรขาคณิตและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผู้วิจัยมีประเด็นมาอภิปรายผล ดังนี้

1. ผลการศึกษาการคิดเชิงเรขาคณิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับ GeoGebra พบว่า นักเรียนมีการคิดเชิงเรขาคณิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับ GeoGebra สูงกว่าร้อยละ 60 เมื่อพิจารณาจากการทำแบบทดสอบฉบับย่อย ของนักเรียน จะเห็นว่าสามารถแสดงเหตุผลประกอบคำตอบ โดยอ้างทฤษฎีบทที่เกี่ยวข้องได้ถูกต้อง แต่ยังไม่ชัดเจน ซึ่งเห็นได้จากการที่นักเรียนสามารถระบุคำตอบ และเหตุผลที่สมเหตุสมผลได้ และในขั้นการพิสูจน์ แบบไม่มีแบบแผน จะเห็นว่านักเรียนสามารถวางแผนแก้ปัญหาและให้เหตุผลในสิ่งที่พิสูจน์ได้ แต่ยังมีบางส่วนที่ยังสื่อความหมายไม่ชัดเจน ซึ่งอาจนำไปสู่ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน นอกจากนี้นักเรียนยังสามารถเขียนพิสูจน์แบบมีแบบแผนโดยสามารถให้เหตุผลโดยใช้สมบัติหรือทฤษฎีบทที่เกี่ยวข้องได้ และสื่อความหมายอย่างชัดเจน ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น ได้ผ่านการประเมินความเหมาะสมโดยผู้เชี่ยวชาญ ตลอดจนมีการปรับปรุงให้มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับจุดประสงค์ที่ตั้งไว้ อีกทั้งการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้สืบเสาะหาความรู้ สามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ตลอดจนมีความรู้ ความเข้าใจในเนื้อหาดียิ่งขึ้น โดยเฉพาะเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับเรขาคณิต สอดคล้องกับ Korkmaz and Yilmaz (2022) รายงานว่า กิจกรรมคณิตศาสตร์โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้มีส่วนช่วยในทักษะการคิดเชิงเรขาคณิตของนักเรียน โดยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะ มีการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติ สืบค้น หาข้อค้นพบด้วยตนเอง ส่งผลให้นักเรียนมีทักษะในการคิดเชิงเรขาคณิตสูงขึ้น สอดคล้องกับ Siew, Chong and Abdullah (2013) พบว่า การจัดการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติจริงและแนวทางการสืบเสาะช่วยให้นักเรียนสามารถเสริมทักษะการสร้างภาพและการวิเคราะห์ และเกิดของการคิดเชิงเรขาคณิต สอดคล้องกับ Mensah-Wonkyi and Adu (2016) พบว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ส่งผลให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับทฤษฎีเรขาคณิตมากขึ้น เนื่องจาก การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดแรงจูงใจในการเรียน นักเรียนได้รับการกระตุ้นจากครูผู้สอนจนกระทั่งสามารถค้นพบข้อสรุปด้วยตนเอง ทำให้เกิดองค์ความรู้ที่คงทน ประกอบกับการจัดการเรียนรู้ที่มีการใช้ GeoGebra เข้ามามีส่วนช่วยในการสืบเสาะของนักเรียน ซึ่งถือเป็นเครื่องมือที่ช่วยอำนวยความสะดวกในการจัดการเรียนรู้ ทำให้นักเรียนมองเห็นภาพ สามารถกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน อีกทั้งการใช้สื่อเรขาคณิตเชิงพลวัตเข้ามาช่วยยังเป็นการลดทอนขั้นตอนที่คลาดเคลื่อนที่อาจเกิดขึ้นกับผู้เรียนได้ ส่งผลให้นักเรียนสามารถสรุปองค์ความรู้ได้อย่างรวดเร็ว และมีระดับการคิดเชิงเรขาคณิตที่สูงขึ้น สอดคล้องกับ Vojkuvkova (2012) กล่าวว่า การพัฒนาความคิดเชิงเรขาคณิตอย่างเป็นลำดับขั้น โดยเริ่มจากการสร้างแบบจำลองภาพ เพื่อนำไปสู่การวิเคราะห์เชิงนามธรรม ด้วยการค้นพบด้วยตนเอง ช่วยให้พวกนักเรียนบรรลุความเข้าใจและมีการคิดเชิงเรขาคณิตที่ดีขึ้น สอดคล้องกับ ที่รายงานมา ผลการใช้ซอฟต์แวร์เรขาคณิต GeoGebra สามารถส่งเสริมระดับความคิดทางเรขาคณิตของ Van Hiele เนื่องจาก โปรแกรม GeoGebra เป็นโปรแกรมเชิงพลวัตที่ผู้เรียนสามารถสืบค้นและศึกษาเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง ส่งผลให้นักเรียนเกิดความสนใจและเข้าใจเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับเรขาคณิตมากขึ้น

2. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การให้เหตุผลทางเรขาคณิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับ GeoGebra กับเกณฑ์ร้อยละ 70 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การให้เหตุผลทางเรขาคณิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับ GeoGebra มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 21.23 จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 70.77 กล่าวคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การให้เหตุผลทางเรขาคณิต หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับ GeoGebra สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะเป็นการดำเนินการเรียนรู้ ที่ครูผู้สอนออกแบบการเรียนรู้กระตุ้นให้นักเรียนเกิดข้อคำถาม เกิดความคิด และลงมือแสวงหาความรู้ เพื่อนำมาประมวลหาคำตอบหรือข้อสรุปด้วยตนเอง สอดคล้องกับ Jerrim, Oliver and Sims (2022) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นการสนับสนุนให้นักเรียนได้รับความรู้ทางอ้อมโดยการทดลองศึกษาเรียนรู้ด้วยตนเอง แทนที่จะรับความรู้โดยตรงจากครูผู้สอน ส่งผลให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการเรียนรู้ด้วยตนเอง สนุกสนาน ไม่กดดัน สอดคล้องกับ Atoyebe and Atoyebe (2022) พบว่า การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นวิธีการสอนที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง แนวทางการสอนโดยใช้ประเด็นปัญหาเป็นฐาน เพื่อให้นักเรียนค้นหาแนวทางสร้างสรรค์ และค้นพบกลยุทธ์แนวทางการแก้ปัญหาด้วยตนเอง ช่วยลดความวิตกกังวลในการเรียนคณิตศาสตร์ และสร้างสภาพแวดล้อมเชิงบวกและเป็นมิตรแก่ผู้เรียน ส่งผลให้

ผู้เรียนมีพัฒนาการในการเรียนรู้สูงขึ้น ทั้งนี้การจัดการเรียนรู้ในครั้งนี้เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนสืบเสาะข้อมูลผ่าน GeoGebra ซึ่งเป็นสื่อการเรียนรู้แบบปฏิสัมพันธ์ นักเรียนสามารถเข้าใจเนื้อหาได้ง่ายยิ่งขึ้น ส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น สอดคล้องกับ Khansila *et al.* (2022) พบว่า กิจกรรมการเรียนรู้ GeoGebra นักเรียนสามารถออกแบบและวางแผนแนวทางการแก้ปัญหาทางเรขาคณิต นักเรียนรู้สึกสนุกกับการใช้ GeoGebra ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้เพิ่มสูงขึ้น สอดคล้องกับ Kanachan *et al.* (2020) พบว่า การใช้สื่อคอมพิวเตอร์ โปรแกรม GeoGebra ทำให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้น ตื่นเต้นและสนุกสนานกับการแก้ปัญหา อีกทั้งผู้เรียนสามารถเขียนภาพปรับเปลี่ยนค่าและรูปร่างได้ตามจินตนาการ รวมถึงการวางแผน และการแก้ปัญหาโดยใช้โปรแกรม GeoGebra

3. ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับ GeoGebra พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับ GeoGebra ในภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{x} = 4.45$, S.D. = 0.36) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ที่เน้นให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ นักเรียนเกิดอิสระในการดำเนินกิจกรรมสืบค้นด้วยตนเอง ส่งผลให้ผู้เรียนมีระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก สอดคล้องกับ Murphy, Abu-Tineh, Calder and Mansour (2021) รายงานว่า จากการศึกษาความเห็นของครูและนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ เห็นได้ว่าครูและนักเรียนมีมุมมองร่วมกันว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะนั้น เป็นการค้นพบอิสระที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อตัวนักเรียนที่จะได้พัฒนาศักยภาพของตนเอง นอกจากนี้การสืบเสาะหาความรู้ผ่านบทเรียน GeoGebra ยังเป็นการอำนวยความสะดวกแก่นักเรียน ส่งผลให้นักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก สอดคล้องกับ Worasarn, Nongharnpituk and Khansila (2019) รายงานว่า ความพึงพอใจของผู้เรียนที่เรียนรู้โดยใช้โปรแกรม GeoGebra โดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก เนื่องจากการจัดการเรียนรู้ที่ใช้โปรแกรม GeoGebra เป็นสื่อการเรียนรู้ที่มีความน่าสนใจ มีความแปลกใหม่ มีความไม่ยุ่งยากซับซ้อนของการใช้โปรแกรม GeoGebra นักเรียนสามารถลงมือปฏิบัติได้จริงเกิดความสนุกสนานในเวลาเรียน สอดคล้องกับ Zafra-Gómez, Román-Martínez and Gómez-Miranda (2015) รายงานว่า ความพึงพอใจของนักเรียนมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญในเชิงบวกกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เนื่องจาก นักเรียนมีส่วนร่วมมากขึ้นในการเรียนรู้และได้รับความรู้เพิ่มขึ้น

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะจากการวิจัย

สรุปผลการวิจัย

1. ผลการศึกษาคิดเชิงเรขาคณิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับ GeoGebra พบว่า นักเรียนมีการคิดเชิงเรขาคณิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับ GeoGebra สูงกว่าร้อยละ 60

2. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การให้เหตุผลทางเรขาคณิต ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับ GeoGebra กับเกณฑ์ร้อยละ 70 พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การให้เหตุผลทางเรขาคณิต หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับ GeoGebra สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับ GeoGebra พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับ GeoGebra ในภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{x} = 4.45$, S.D. = 0.36)

ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

1. การใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ผ่านบทเรียน GeoGebra ครูเป็นผู้ที่มีบทบาทสำคัญในการกระตุ้นและเสริมสร้างแรงจูงใจให้กับผู้เรียน ดังนั้นครูควรจัดเตรียมกระบวนการเรียนรู้ เตรียมตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นและเสริมแรงจูงใจไว้ล่วงหน้า มีการช่วยเหลือผู้เรียนในช่วงเวลาที่เหมาะสม เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้เวลาในการสืบเสาะ เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนสามารถคิดวิเคราะห์และหาแนวทางในการแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ผ่านบทเรียน GeoGebra ที่มีการพัฒนาทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านอื่น ๆ ที่เหมาะสมกับบริบทของครู นักเรียน และโรงเรียน เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาทักษะและทางคณิตศาสตร์ในด้านต่าง ๆ

2. ควรการศึกษาถึงตัวแปรอื่น ๆ ที่อาจผลต่อการเรียนของผู้เรียนหลังการใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ผ่านบทเรียน GeoGebra เช่น เจตคติ ความสนใจและความคงทนในการเรียนรู้

กิตติกรรมประกาศ

บทความวิจัยฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ ต้องขอขอบพระคุณอย่างสูงในความเมตตาจาก รองศาสตราจารย์ภัทรียา ลาสู นนท์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์เทวัญ เริ่มสูงเนิน และผู้ช่วยศาสตราจารย์พรรณรัตน์ ก้วยเจริญพานิชก์ ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญในการเสนอแนะในการทำวิจัยและการพัฒนานวัตกรรมเพื่อใช้ในการทำวิจัย ตลอดจนผู้บริหาร คณะครู นักเรียนที่ได้ให้ความร่วมมือในการทำวิจัยในครั้งนี้

References

- Assuah, C. K., Osei, L. and Mantey, G. K. (2022). The Effect of Inquiry-based Learning on Senior High School Students' Achievement in Plane Geometry: Pre-test-Post-test Randomized Experimental Design. **Asian Research Journal of Mathematics**, 18(11), 320-331.
- Atoyebi, S. B. and Atoyebi, O. M. (2022). The link between mathematics teaching strategies and students' anxiety. **Asian Journal of Education and Social Studies**, 33(4), 48-57.
- Charnprasert, S. (2014). Active learning: Learning management in the 21stcentury. **IPST magazine**, 42(188), 3-6.
- Evans, T. and Dietrich, H. (2022). Inquiry-based mathematics education: a call for reform in tertiary education seems unjustified. **arXiv preprint arXiv**, 2(3), 221-244
- Hancherngchai, S., Inprasitha, M. and Thinwiangthong, S. (2017). Mathematics Teacher Education Program for 21st Century. **HRD JOURNAL**, 8(1), 55-66.
- Hohenwarter, M. and Fuchs, K. (2004). Combination of dynamic geometry, algebra and calculus in the software system GeoGebra. In **Computer algebra systems and dynamic geometry systems in mathematics teaching conference**, 1-6.
- Jerrim, J., Oliver, M. and Sims, S. (2022). The relationship between inquiry-based teaching and students' achievement. New evidence from a longitudinal PISA study in England. **Learning and Instruction**, 80, 101310.
- Kanachan, J., Kaewkhamson, K., Nongharnpituk, P. and Khansila, P. (2020). A study of learning achievement in the applications of derivative topic for Grade-12 students taught by incorporating GeoGebra program into mathematics problem-solving based on Polya's method (in Thai). **Journal of Science and Science Education**, 3(1), 73-83.
- Khansila, P., Yonwilad, W., Nongharnpituk, P. and Thienyutthakul, S. (2022). Improving Academic Performance in Geometry Using a Mastery Learning Approach through GeoGebra. **Journal of Educational Issues**, 8(2), 876-894.
- Korkmaz, H. I. and Yilmaz, A. (2022). Inquiry-based mathematics activities to improve children's geometric and spatial thinking skills. **Turkish Journal of Education**, 11(3), 143-161.
- Murphy, C., Abu-Tineh, A., Calder, N. and Mansour, N. (2021). Teachers and students' views prior to introducing inquiry-based learning in Qatari science and mathematics classrooms. **Teaching and teacher education**, 104, 103367.
- Mensah-Wonkyi, T. and Adu, E. (2016). Effect of the inquiry-based teaching approach on students' understanding of circle theorems in plane geometry. **African Journal of Educational Studies in Mathematics and Sciences**, 12(1), 61-74.
- Ministry of Education. (2017). **Indicators and Core Content Mathematics Department (Revised Version B.E. 2560, A.D.2017) The Basic Education Care Curriculum B.E. 2551 (A.D. 2008)**. (in Thai). The Agricultural Cooperative Federation of Thailand Limited.
- Phooddee, W. (2020). Mathematics instruction in digital age: Methods and tools (in Thai). **Journal of Science and Science Education**, 3(2), 190-199
- Polya, G. (1957). **How to solve it: A new aspect of mathematical method**. Princeton N.J: Princeton University Press.

- Schoenfeld, A. H. (1992). **Learning to think mathematically: problem solving, metacognition, and sense making in mathematics**, New York: Macmillan Publishing.
- Siew, N. M., Chong, C. L. and Abdullah, M. R. (2013). Facilitating students' geometric thinking through van Hiele's phase-based learning using tangram. **Journal of Social Sciences**, 9(3), 101-111.
- The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (2017). A guide to using the curriculum to learn mathematics (revised version B.E. 2560) according to the core curriculum for basic education, 2008. Retrieved 1 April 2020, from **SciMath**: <https://www.scimath.org/ebook-mathematics/item/8380-2560-2551-8380>.
- Thongma, T. (2018). Mathematics learning resources for mobile learning in digital age (in Thai). **Journal of Educations studies, Chulalongkorn University**, 46(1), 251-256.
- U-ma, A. Mopan, N. Lateh, A. and Saree, O. (2017) Effect of 5Es Inquiry-based Learning of Chemical Equilibrium on Mental Models, Chemistry Achievement and Satisfaction of Grade 11 Students (in Thai). **Journal of Education, Prince of Songkla University, Pattani Campus**, 30(1), 181-194
- Vojkuvkova, I. (2012). The van Hiele model of geometric thinking. **WDS'12 Proceedings of Contributed Papers**, 1, 72-75.
- Worasarn, J., Nongharnpituk, P. and Khansila, P. (2019). Development of learning activities emphasizing mathematical processes using GeoGebra program on system of linear equations with two variables topic for grade-9 students (in Thai). **Journal of Science and Science Education**, 2(1), 34 -42.
- Zafra-Gómez, J. L., Román-Martínez, I. and Gómez-Miranda, M. E. (2015). Measuring the impact of inquiry-based learning on outcomes and student satisfaction. **Assessment & Evaluation in Higher Education**, 40(8), 1050-1069.