

**การพัฒนาแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นอุปนิสัย
และนิรนัย เพื่อส่งเสริมทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และเจตคติต่อ
การเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
The Development of Inquiry with Induction and Deduction Learning Model
for Teaching Mathematics for Enhancing Grade 10 Students' Mathematical
Skills and Processes and Attitudes toward Learning Mathematics**

คำเพียร สอนทโชติ¹ และ ขจรศักดิ์ บัวระพันธ์^{2,*}

Kampien Sorntachoti¹ and Khajornsak Buaraphan^{2,*}

(วันรับบทความ : 2 กรกฎาคม 2568/วันแก้ไขบทความ : 16 สิงหาคม 2568/วันตอบรับบทความ : 29 กรกฎาคม 2569)

(Received Date : July 2nd, 2025, Revised Date : Aug 16th, 2025, Accepted Date : Jul 29, 2026)

บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ของการวิจัย 1. เพื่อศึกษาสภาพปัจจุบัน ปัญหา และความต้องการเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง ภาคตัดกรวย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 2. เพื่อสร้างและประเมินคุณภาพรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นอุปนิสัยและนิรนัย 3. เพื่อทดลองใช้และหาประสิทธิภาพ E1/E2 ของการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบฯ 4. เพื่อศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบฯ ที่มีต่อการพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/2 จำนวน 38 คน โรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดปทุมธานี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 1 ห้องเรียน ที่ได้จากการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยในการสุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย 1) แบบทดสอบวัดทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 30 ข้อ 2) แบบประเมินทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 และ 3) แบบวัดเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน จำนวน 15 ข้อ วิเคราะห์ข้อมูลโดยการหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และทดสอบค่าที (t-test) ผลการวิจัยพบว่า

¹ โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาพัฒนาการ จ.ปทุมธานี Email: kampien2512@gmail.com

² สถาบันนวัตกรรมการเรียนรู้ มหาวิทยาลัยมหิดล จ.นครปฐม Email: khajornsak.bua@mahidol.ac.th

¹ Triamudomsuksa Pattanakarn Pathumthani School, Pathumthani Province Email: kampien2512@gmail.com

² Institute for Innovative Learning, Mahidol University, Nakhonpathom Province Email: khajornsak.bua@mahidol.ac.th

* ผู้ติดต่อหลัก Email: khajornsak.bua@mahidol.ac.th

* Corresponding author Email: khajornsak.bua@mahidol.ac.th

1. ระดับความคิดเห็นด้านความต้องการเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ อยู่ในระดับมากที่สุด รองลงมา คือ ด้านปัญหา และด้านสภาพปัจจุบัน ตามลำดับ

2. รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นอุปนิสัยและนิรนัยประกอบด้วย 4 องค์ประกอบ ดังนี้ องค์ประกอบที่ 1 แนวคิดและหลักการ องค์ประกอบที่ 2 วัตถุประสงค์ องค์ประกอบที่ 3 กระบวนการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย 7 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นที่ 1 ตรวจสอบความรู้เดิม (Explore Prior Knowledge) ขั้นที่ 2 สร้างความสนใจด้วยปัญหา (Engage with the Problem) ขั้นที่ 3 สำรวจและค้นหา (Survey and Explore) ขั้นที่ 4 อธิบายและลงข้อสรุป (Explain and Conclude) ขั้นที่ 5 ขยายความรู้ (Expand) ขั้นที่ 6 ประเมินผล (Assess) ขั้นที่ 7 การนำไปใช้ (Apply) และองค์ประกอบที่ 4 การวัดและประเมินผล และรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ E1/ E2 ด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เท่ากับ 85.94/83.87 เป็นไปตามเกณฑ์ 80/ 80

3. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นอุปนิสัยและนิรนัย มีทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ($t(37) = 41.91$, $Sig. = .000$) และเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ($t(37) = 42.19$, $Sig = .000$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คำสำคัญ : สืบเสาะหาความรู้ อุปนิสัย นิรนัย ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ภาคตัดกรวย

Abstract

The present study aimed to 1) investigate the current status, challenges, and needs associated with inquiry-based learning on the topic of Conic Sections; 2) develop an Inductive–Deductive Inquiry-based (IDI) model; and (3) implement and evaluate the effectiveness of IDI model in fostering mathematical skills and processes as well as attitudes toward mathematics among Grade 10 students in the context of Conic Sections. The sample comprised 38 students from Grade 10/2 at one secondary school in Pathumthani province during the second semester of the 2023 academic year. Participants were selected via cluster random sampling, using the classroom as the sampling unit. Research instruments included 1) a 30-item test measuring mathematical skills and processes in Conic Sections for Grade 10, 2) an assessment form measuring mathematical skills and processes in Conic Sections for Grade 10, and 3) a 15-item questionnaire assessing students' attitudes toward learning mathematics. Data analysis involved calculating means, standard deviations (S.D.), and t-test. The findings reported that

1. The current instructional practices of inquiry-based learning on the topic of Conic Sections were at a moderate level (mean = 2.96, SD = 0.38), perceived challenges of inquiry-based learning were high (mean = 4.27, SD = 0.44), and needs of inquiry-based learning were very high (mean = 4.55 SD = 0.53). These results suggest that, while some benefits of inquiry-based learning were recognized,

teachers also encountered significant obstacles and strongly desire more targeted support for inquiry-based approach.

2. The IDI model comprised four key components. First, its conceptual foundations integrated three core pedagogical approaches: inquiry-based learning, inductive learning, and deductive learning. Second, the model's objectives focused on developing Grade 10 students' mathematical skills and processes as well as positive attitudes toward mathematics. Third, the seven teaching steps of IDI—Exploring Prior Knowledge; Engaging with the Problem; Surveying and Exploring; Explaining and Concluding; Expanding Knowledge; Assessing Learning; and Applying Knowledge—provided a structured framework for lessons. The fourth component, Measurement and Evaluation, encompassed formative assessment (e.g., worksheets, classroom observations) throughout the learning process and summative assessment via tests, evaluation forms, and other measurement tools.³ The IDI model's E1/E2 effectiveness indices were 87.56/ 84.73, surpassing the established 80/80 criterion. Lastly, students who experienced the IDI model demonstrated statistically significant improvements in mathematical skills and processes ($t(37) = 41.91$, $Sig. = .000$) as well as attitudes toward learning mathematics ($t(37) = 42.19$, $Sig. = .000$). Post-instruction scores exceeded pre-instruction scores at the .05 significance level, confirming the IDI model's efficacy in enhancing both cognitive and affective dimensions of learning Conic Sections.

Keyword : Inquiry, induction, deduction, conic sections, mathematical skills and processes, conic sections

บทนำ

คณิตศาสตร์ (Mathematics) ช่วยให้นักเรียนมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผลเป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างรอบคอบและถี่ถ้วน ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องเหมาะสม และสามารถนำไปใช้ในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาศาสตร์อื่น ๆ อันเป็นรากฐานในการพัฒนาทรัพยากรบุคคลของชาติให้มีคุณภาพและพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศให้ทัดเทียมกับนานาชาติ หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (Office of the Basic Education Commission, 2017) กำหนดตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระ การเรียนรู้ คณิตศาสตร์ โดยคำนึงถึงการส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เป็นสำคัญ นั่นคือ การเตรียมนักเรียนให้มีทักษะด้านการคิดวิเคราะห์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การแก้ปัญหา การคิดสร้างสรรค์ การใช้เทคโนโลยี การสื่อสารและการร่วมมือ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นและต้องการพัฒนาให้เกิดขึ้นกับนักเรียน ได้แก่ ความสามารถในการแก้ปัญหา ความสามารถในการสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ ความสามารถในการเชื่อมโยง ความสามารถในการให้เหตุผล และความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ ซึ่งจะส่งผลให้นักเรียนความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้และประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพและรู้เท่าทันการเปลี่ยนแปลงของระบบเศรษฐกิจ สังคม วัฒนธรรม และสภาพแวดล้อม สามารถแข่งขันและอยู่ร่วมกับประชาคมโลกได้

อย่างไรก็ตาม การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในประเทศไทยที่ผ่านมายังไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควร ดังจะเห็นได้จากผลการประเมินระดับนานาชาติในโครงการ PISA (Programme for International Student Assessment) ตั้งแต่ประเทศไทยเข้าร่วมโครงการปี 2000-2018 พบว่า ผลการประเมินสมรรถนะความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของประเทศไทย มีคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของ OECD ทุกปีที่ผ่านมา และมีคะแนนต่ำสุดในการประเมินทุกด้านอีกด้วย และแนวโน้มผลการประเมินสมรรถนะความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนไทยนับตั้งแต่การประเมินครั้งแรกใน PISA 2000 แม้ว่าประเทศไทยมีคะแนนคณิตศาสตร์น้อยกว่าค่าเฉลี่ยของ OECD แต่ก็เป็นคะแนนคณิตศาสตร์ที่นักเรียนไทยทำได้สูงสุดตั้งแต่ที่มีการประเมินมา หลังจากนั้นตลอดระยะเวลาเกือบ 20 ปี ความรู้และทักษะด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนไทยไม่ได้มีการพัฒนาขึ้น (Office of Learning Resources for Educational Quality Development, 2021)

นอกจากนี้เมื่อพิจารณาผลการประเมินการทดสอบระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 6 วิชาคณิตศาสตร์ ปีการศึกษา 2562-2563 ของโรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาพัฒนาการ ปทุมธานี มีคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าระดับเขตพื้นที่และระดับประเทศ โดยพบว่า ผลการทดสอบ O-NET ปีการศึกษา 2562 ระดับโรงเรียนมีคะแนนเฉลี่ย 21.19 คะแนน ต่ำกว่าระดับเขตพื้นที่ มีคะแนนเฉลี่ย 27.71 คะแนน และระดับประเทศมีคะแนนเฉลี่ย 25.41 คะแนน และผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ของปีการศึกษา 2563 ระดับโรงเรียนมีคะแนนเฉลี่ย 23.71 คะแนน ระดับเขตพื้นที่มีคะแนนเฉลี่ย 28.06 คะแนน และระดับประเทศมีคะแนนเฉลี่ย 26.04 คะแนน (National Institute of Educational Testing Service (Public Organization), 2020) นอกจากนี้ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างปีการศึกษา 2562-2563 ในภาพรวมมีคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าค่าเป้าหมายที่สถานศึกษากำหนด (Mathematics Learning Area, Triamudomsuksa Pattanakarn Pathum Thani School, 2020) จากผลการประเมินดังกล่าวสะท้อนให้เห็นว่า อาจมีปัญหาการเรียนรู้อาสาสมัครสอนคณิตศาสตร์สะสมตลอดช่วงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ถึงปีที่ 6 ดังนั้นผู้วิจัยในฐานะครูผู้สอนคณิตศาสตร์จึงได้สังเกตและวิเคราะห์การจัดการเรียนรู้ เรื่อง ภาคตัดกรวย ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า เนื้อหาสาระมีปริมาณที่มาก ในขณะที่เวลาเรียนมีจำกัด นักเรียนเรียนรู้โดยการท่องจำบทนิยาม ส่วนประกอบของกราฟต่าง ๆ รูปแบบ สมการ รวมไปถึงสูตรต่าง ๆ ที่ใช้ในการคำนวณ นอกจากนั้นยังพบปัญหาครูขาดสื่อการเรียนรู้อุปกรณ์ประกอบการบรรยายเป็นหลัก ไม่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้เรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติหรือค้นคว้า หากคำตอบด้วยตนเอง นักเรียนไม่มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นเรียน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยหลายชิ้นที่พบในการทบทวนวรรณกรรม (Chuetawat, 2020; Phaodee, 2019; Rerai & Kamrat, 2022; Noisri, 2018; Sirisuk, Wangphanith, & Chuanchom, 2020) จึงส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำและมีเจตคติที่ไม่ดีต่อการเรียนคณิตศาสตร์

ในการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ ครูควรบูรณาการด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์เข้ากับด้านเนื้อหาความรู้ด้วย (Pornsuan, 2021) ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์เป็นสิ่งสำคัญ เนื่องจากนักเรียนสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้และประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ อย่างไรก็ตาม การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในปัจจุบัน ครูบางส่วนสอนโดยเน้นการใช้สูตรลัดหรือเทคนิคพิเศษเพื่อการเตรียมสอบ (Inprasitha, 2014) และเน้นกระบวนการแก้ปัญหาจากโจทย์ปัญหาที่มีในหนังสือเรียน ทำให้นักเรียนไม่เกิดการพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่สมบูรณ์ทั้ง 5 ด้าน (Sriboon, 2018,) นักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถวิเคราะห์ปัญหาและขาดความสามารถในการแก้ปัญหาหรือให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ (Suriyngam, 2023) ครูขาดสื่อการจัดการเรียนรู้ และเน้นการบรรยายเป็นหลัก นักเรียนไม่มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมในชั้นเรียน รวมทั้งครูไม่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้เรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติหรือค้นคว้าด้วยตนเอง ซึ่งส่งผลทำให้นักเรียนไม่เข้าใจแนวคิดหลักของแต่ละหัวข้อ (Noisri, 2018)

เนื่องจากธรรมชาติของวิชาคณิตศาสตร์นั้นมีความเป็นนามธรรมที่ยากต่อความเข้าใจจึงส่งผลให้นักเรียนบางส่วนมีเจตคติที่ไม่ดีต่อการเรียนคณิตศาสตร์ (Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (IPST), 2012, 188) ดังนั้น การจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ไม่ควรมุ่งเน้นให้นักเรียนมีความรู้ มี

ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์เท่านั้น แต่ควรส่งเสริมเจตคติที่ดีต่อการเรียนคณิตศาสตร์ด้วย หากนักเรียนมีเจตคติที่ไม่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์อาจส่งผลทางลบต่อผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียน เพราะนักเรียนไม่ชอบและไม่เห็นความสำคัญของวิชาคณิตศาสตร์ย่อมส่งผลต่อพฤติกรรมที่ไม่พึงประสงค์ในการเรียน เช่น นักเรียนชอบหนีเรียน ชอบรบกวนนักเรียนคนอื่นเวลาเรียน เบื่อหน่ายการเรียน เป็นต้น (Wisetsiri, 2012; Kerddee, 2014; Chanametdissakorn, 2016) นอกจากนั้น พฤติกรรมการสอนของครูก็ส่งผลต่อเจตคติของนักเรียน เช่น การเรียนรู้โดยครูเป็นศูนย์กลาง เป็นผู้บอกความรู้ ไม่ให้ความสำคัญกับการใช้ความรู้คณิตศาสตร์ไปแก้ปัญหาในสถานการณ์จริง อาจทำให้นักเรียนส่วนใหญ่มองคณิตศาสตร์เป็นเรื่องไกลตัว ไม่เห็นคุณค่า ความสำคัญของการเรียนคณิตศาสตร์ และไม่สามารถรับรู้ได้ถึงความสัมพันธ์ระหว่างความรู้คณิตศาสตร์กับชีวิตจริง ทำให้มีเจตคติที่ไม่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ (Tangkawsakul, & Makanong, 2017) สำหรับปัจจัยที่มาจากตัวนักเรียน เช่น นักเรียนมีพื้นฐานทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ต่ำ ทำให้ไม่ชอบเรียนคณิตศาสตร์ (Boriboon, 2018) ดังนั้น เพื่อให้นักเรียนมีความสนใจในการเรียนคณิตศาสตร์ ครูต้องปรับเทคนิคและวิธีการจัดการเรียนรู้และสนับสนุนนักเรียนในการทำความเข้าใจคณิตศาสตร์ (Kongwichian & Vanichwatanavorachai, 2021)

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry-based Learning) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนได้ฝึกฝน สืบค้นข้อมูล คิดค้นหาความรู้และแก้ปัญหาด้วยตนเอง รู้จักการทำงานเป็นกลุ่ม การใช้คำถาม และการลงมือปฏิบัติ มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ ได้แสวงหาความรู้ ได้ฝึกคิด สังเกต แก้ปัญหา ให้เหตุผล เพื่อสร้างองค์ความรู้ใหม่และแก้ปัญหาด้วยตนเอง โดยเชื่อมโยงสิ่งที่เรียนรู้เข้ากับประสบการณ์หรือความรู้เดิม เป็นวิธีการจัดการเรียนรู้โดยยึดนักเรียนเป็นศูนย์กลาง เป็นแนวทางหนึ่งที่จะช่วยในการปรับปรุง แก้ไข ปัญหาในการเรียนรู้อคณิตศาสตร์ และพัฒนาความสามารถในการสื่อสารให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น (Quinong, Sokhuma & Plangprasopchok, 2021; Chalatlloed, 2017; Nualnuch, 2017; Omthuan, 2021) นอกจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แล้วการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ช่วยให้นักเรียนได้ค้นพบองค์ความรู้ด้วยตนเอง คือ การจัดการเรียนรู้แบบอุปนัยและนิรนัย (Inductive and Deductive Method)

การจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย (Inductive Method) เริ่มจากการยกตัวอย่างหลาย ๆ ตัวอย่าง ให้นักเรียนเห็นแบบรูป (pattern) สังเกตเปรียบเทียบแบบรูปที่เหมือนกันหรือมีลักษณะร่วมกัน ให้นักเรียนค่อย ๆ คิดและสังเกตไปพร้อมกัน จนสามารถค้นหารูปแบบและสรุปเป็นกฎเกณฑ์ หลักการ นักเรียนได้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง โดยการค้นพบกฎเกณฑ์หรือหลักการที่สำคัญด้วยตัวเอง (Kerddee, 2014; Chaisri, 2016; Cheausuwantavee, 2012; Fuangsomruad & Tunapan, 2019) การจัดการเรียนรู้แบบอุปนัยช่วยให้นักเรียนเกิดความเข้าใจ ได้ค้นพบข้อสรุปด้วยตนเองเข้าใจและจดจำได้นาน ทำให้สามารถสังเคราะห์ทฤษฎีบท กฎ สูตร นิยามได้ด้วยตนเอง มีการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มและยังช่วยให้นักเรียนเกิดการพัฒนาทักษะด้านกระบวนการคิดวิเคราะห์อย่างมีเหตุผล และสมเหตุสมผล อันเป็นเครื่องมือสำคัญของการเรียนรู้ และจะนำไปสู่ข้อค้นพบต่าง ๆ มีความเชื่อมั่นในตนเอง กล้าคิด กล้าทำ กล้าตัดสินใจ มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น (Chaisri, 2016 ; Fuangsomruad & Tunapan, 2019)

การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัย (Deductive Method) เริ่มจากให้นักเรียนได้เรียนรู้ กฎ หลักการ ทฤษฎี หรือข้อสรุปที่เป็นความจริงก่อน จากนั้นจึงยกตัวอย่างปัญหาหรือสถานการณ์ต่าง ๆ ให้นักเรียนใช้กฎ หลักการ ทฤษฎี หรือข้อสรุปนั้น ๆ ในการแก้ปัญหา (Cheausuwantavee, 2012; Gidsawong, 2021) การถ่ายทอดเนื้อหาทำได้ง่ายและรวดเร็วในการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยช่วยให้นักเรียนที่มีความสามารถเรียนรู้ได้เร็ว ใช้เวลาน้อย นักเรียนจำกฎเกณฑ์หรือหลักการได้แม่นยำ ช่วยให้นักเรียนเข้าใจหลักเกณฑ์ต่าง ๆ ได้ดี เป็นวิธีที่เหมาะสมสำหรับนักเรียนที่เก่งช่วยให้นักเรียนได้ฝึกนำทฤษฎีไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ ได้เรียนรู้จากสิ่งทั่ว ๆ ไปสู่สิ่งเฉพาะเจาะจงจากนามธรรมสู่รูปธรรม และจากสูตรสู่ตัวอย่าง ช่วยฝึกให้นักเรียนเป็นคนมีเหตุผล ใช้ความคิดวิเคราะห์หาเหตุผลสิ่งต่าง ๆ ก่อนที่จะตัดสินใจ ไม่สรุปเรื่องต่าง ๆ โดยไม่มีหลักเกณฑ์หรือหลักฐานที่แน่นอน การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัยเหมาะสำหรับใช้สอนเกี่ยวกับหลักเกณฑ์ต่าง ๆ และการฝึกนำทฤษฎี/หลักการไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ ๆ และตัดสินใจแก้ปัญหาได้

ด้วยตนเองทำให้ผู้เรียนสามารถแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น (Kerddee, 2014; Cheausuwantavee, 2012; Gidsawong, 2021)

วิธีการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัยและนิรนัยสามารถเชื่อมโยงกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ได้ เนื่องจากการจัดการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญให้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง สามารถนำมาบูรณาการเพื่อพัฒนาเป็นรูปแบบในการจัดการเรียนรู้ โดยการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้มีจุดเด่นในการให้นักเรียนได้สำรวจ สืบค้นข้อมูลและแก้ปัญหาด้วยตนเองอย่างเป็นระบบเพื่อสร้างองค์ความรู้ใหม่ การจัดการเรียนรู้แบบอุปนัยและนิรนัย ที่มีจุดเด่นด้านการคิดอุปนัยเพื่อสร้างมโนทัศน์ ข้อสรุป หรือกฎ แล้วนำไปใช้ในการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนต่อไปด้วยการคิดนิรนัย ด้วยเหตุผลและความจำเป็นข้างต้น ผู้วิจัยจึงสนใจพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นอุปนัยและนิรนัย วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 และศึกษาผลของรูปแบบดังกล่าวที่มีต่อการพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียน ซึ่งผลวิจัยที่ได้จะนำไปสู่การพัฒนาคุณภาพการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียน ตลอดจนเป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์สำหรับครูคณิตศาสตร์และครูสาขาอื่น ๆ ต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาสภาพปัจจุบัน ปัญหา และความต้องการเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง ภาคตัดกรวย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
2. เพื่อสร้างและประเมินคุณภาพรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นอุปนัยและนิรนัย
3. เพื่อทดลองใช้และหาประสิทธิภาพ E1/E2 ของการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นอุปนัยและนิรนัย
4. เพื่อศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นอุปนัยและนิรนัยที่มีต่อการพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

สมมติฐานการวิจัย

H1 (ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์): หลังเรียน นักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นอุปนัยและนิรนัย มีทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย สูงกว่าก่อนเรียน

H2 (เจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์): หลังเรียน นักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นอุปนัยและนิรนัย มีเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ สูงกว่าก่อนเรียน

H3 (ประสิทธิภาพ): แผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นอุปนัยและนิรนัย เรื่อง ภาคตัดกรวย มีประสิทธิภาพ E1/E2 ไม่น้อยกว่า 80/80

ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยนี้แบ่งออกเป็น 3 ระยะ โดยมีรายละเอียดดังนี้

ระยะที่ 1 ศึกษาสภาพปัจจุบัน ปัญหา และความต้องการเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

1.1 ขอบเขตด้านประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ครูคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาปทุมธานี จำนวน 55 คน เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสอบถาม และครูคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาพัฒนาการ ปทุมธานี จำนวน 6 คน เก็บรวบรวมข้อมูลโดยการสนทนากลุ่ม

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาพัฒนาการ ปทุมธานี ที่เคยเรียน เรื่อง ภาคตัดกรวย วิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม 2 มาแล้ว จำนวน 7 ห้องเรียน นักเรียน 296 คน เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสอบถาม และเก็บรวบรวมข้อมูลโดยการสนทนากลุ่มนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 6 คน คณะเพศ (ชาย 3 คน หญิง 3 คน) คณะความสามารถ เก่ง ปานกลาง และอ่อน

ทั้งนี้เพื่อให้ผู้ให้ข้อมูลมีประสบการณ์ตรงตามวัตถุประสงค์การวิจัย ผู้วิจัยใช้การคัดเลือกแบบเฉพาะเจาะจง โดยอิงเกณฑ์ (criterion-based purposive) และคำนึงถึงความหลากหลายสูงสุด (maximum variation) โดยผู้ให้ข้อมูลทุกคนยินยอมโดยสมัครใจและผู้วิจัยรักษาความลับของผู้ให้ข้อมูลทุกคน ดังนี้

ครูสำหรับตอบแบบสอบถาม 55 คน ได้จากการเลือกแบบเฉพาะเจาะจง โดยเป็นครูที่สอนวิชาคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาปทุมธานี ที่เคยสอนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้อย่างน้อย 1 หน่วย และยินดีตอบแบบสอบถาม

ครูที่เข้าร่วมการสนทนากลุ่ม 6 คน เป็นครูคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลายของโรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาพัฒนาการ ปทุมธานี ที่ (ก) เคยสอนหัวข้อความตัดกรวย ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้อย่างน้อย 1 หน่วย (ข) มีประสบการณ์สอนอย่างน้อย 2 ปี และ (ค) ยินยอมเข้าร่วมวิจัย โดยพิจารณาให้มีความหลากหลายด้านอายุงานและเพศ

นักเรียนสำหรับตอบแบบสอบถาม 296 คน เป็นนักเรียนที่เคยเรียน เรื่อง ภาคตัดกรวย ในวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม 2 มาแล้ว จากนั้นเก็บข้อมูลนักเรียนทั้งห้องของแต่ละห้องที่คัดเลือกมา

นักเรียนสำหรับการสนทนากลุ่ม 6 คน คัดเลือกนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เคยเรียน เรื่อง ภาคตัดกรวย มาแล้ว โดย คณะเพศ (ชาย 3 หญิง 3) และ คณะความสามารถ (เก่ง-ปานกลาง-อ่อน) เพื่อสะท้อนมุมมองที่หลากหลายและเจาะลึกอุปสรรคที่พบจริง

1.2 ขอบเขตด้านระยะเวลา

ดำเนินการวิจัยในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 ระหว่างเดือนตุลาคม 2564 ถึงเดือนมีนาคม 2565

ระยะที่ 2 สร้างและประเมินคุณภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นอุปนิสัยและนิรนัย

2.1 ขอบเขตด้านประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาพัฒนาการ ปทุมธานี ที่เรียนวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม 2 จำนวน 6 ห้องเรียน จำนวน 243 คน กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 1 ห้องเรียน 41 คน ที่ได้จากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยในการสุ่ม ได้ห้องเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4/2 ซึ่งเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นอุปนิสัยและนิรนัย

2.2 ขอบเขตด้านระยะเวลา

ดำเนินการวิจัยในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565 ระหว่างเดือนเมษายน 2565 ถึงเดือนมีนาคม 2566

ระยะที่ 3 ทดลองใช้และประเมินประสิทธิภาพรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่เห็นอุปนิสัยและนิสัย

3.1 ขอบเขตด้านประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยรายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม 2 โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาพัฒนาการ ปทุมธานี จำนวน 6 ห้องเรียน จำนวน 235 คน กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยรายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม 2 จำนวน 1 ห้องเรียน นักเรียน 38 คน ที่ได้จากการสุ่มแบบกลุ่ม ได้ห้องเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4/2 ซึ่งเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่เห็นอุปนิสัยและนิสัย

3.1.2 ขอบเขตด้านระยะเวลา

ดำเนินการวิจัยในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 ระหว่างเดือนตุลาคม 2566 ถึงเดือนมีนาคม 2567

วิธีการดำเนินการวิจัย

ผู้วิจัยใช้วิธีวิจัยแบบวิจัยและพัฒนา (Research and Development; R&D) ดังนี้

ระยะที่ 1 ศึกษาสภาพปัจจุบัน ปัญหา และความต้องการเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

ใช้การวิจัยแบบผสมผสานวิธี (Mixed Method) ซึ่งประกอบไปด้วยวิธีวิจัยเชิงปริมาณ (Quantitative Research) และวิธีวิจัยเชิงคุณภาพ (Qualitative Research) โดยมีรายละเอียด ดังนี้

วิธีวิจัยเชิงปริมาณ

ผู้วิจัยใช้การวิจัยเชิงสำรวจ (Survey Research) โดยใช้แบบสอบถาม 2 ฉบับดังนี้

1.1 แบบสอบถามสภาพปัจจุบัน ปัญหา และความต้องการของครูเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นแบบสอบถามแบบมาตราประมาณค่า 5 ระดับ แบ่งออกเป็น 3 ตอน รวม 35 ข้อ ดังนี้ ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป 4 ข้อ ตอนที่ 2 ระดับความคิดเห็นเกี่ยวกับสภาพปัจจุบัน ปัญหา และความต้องการในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 30 ข้อ และตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะอื่น ๆ 1 ข้อ

1.2 แบบสอบถามสภาพปัจจุบัน ปัญหา และความต้องการของนักเรียนเกี่ยวกับการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นแบบสอบถามแบบมาตราประมาณค่า 5 ระดับ แบ่งออกเป็น 3 ตอน รวม 33 ข้อ ดังนี้ ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป 2 ข้อ ตอนที่ 2 ระดับความคิดเห็นเกี่ยวกับสภาพปัจจุบัน ปัญหา และความต้องการในการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 30 ข้อ และตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะอื่น ๆ 1 ข้อ

ผู้วิจัยหาคุณภาพของแบบสอบถามฉบับครูและฉบับนักเรียน โดยให้ผู้เชี่ยวชาญ 5 คน ประเมินคุณภาพ พบว่า ค่า IOC รายข้ออยู่ระหว่าง 0.80 - 1.00 ซึ่งอยู่ในระดับที่ยอมรับได้ จากนั้นนำแบบสอบถามฉบับครูไปทดลองใช้กับครูคณิตศาสตร์ 30 คน แล้วนำมาหาค่าความเชื่อมั่นจากค่าสัมประสิทธิ์ครอนบาค (α) พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์ α ของข้อคำถามด้านสภาพปัจจุบัน เท่ากับ 0.89 ค่าสัมประสิทธิ์ α ของข้อคำถามด้านปัญหา เท่ากับ 0.86 และค่าสัมประสิทธิ์ α ของข้อคำถาม ด้านความต้องการ เท่ากับ 0.81 และค่าสัมประสิทธิ์ α ของแบบสอบถามทั้งฉบับ เท่ากับ 0.85 ซึ่งอยู่ในระดับที่ยอมรับได้

ผู้วิจัยทดลองใช้แบบสอบถามฉบับนักเรียน กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ห้อง 3 จำนวน 40 คน ได้ค่าสัมประสิทธิ์ α ของข้อคำถามด้านสภาพปัจจุบัน เท่ากับ 0.84 ค่าสัมประสิทธิ์ α ของข้อคำถามด้านปัญหา เท่ากับ 0.81 และค่าสัมประสิทธิ์ α ของข้อคำถามด้านความต้องการ เท่ากับ 0.73 และค่าสัมประสิทธิ์ α ของแบบสอบถามทั้งฉบับ เท่ากับ 0.79 ซึ่งอยู่ในระดับที่ยอมรับได้

ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณจากแบบสอบถาม โดยใช้ทั้งสถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistics) คือ ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย (mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation: SD) สำหรับการแปลผลช่วงของค่าเฉลี่ยจากแบบสอบถามสามารถแปลผลเป็น 5 ระดับ

วิธีวิจัยเชิงคุณภาพ

ผู้วิจัยสนทนากลุ่มครูและนักเรียนเกี่ยวกับสภาพปัจจุบัน ปัญหา และความต้องการเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ โดยใช้แบบบันทึกการสนทนากลุ่มครูและนักเรียน ผู้วิจัยหาคุณภาพของคำถามสัมภาษณ์การสนทนากลุ่มครูและนักเรียน โดยให้ผู้เชี่ยวชาญ 5 คน พบว่า ข้อคำถามการสนทนากลุ่มครูและนักเรียน มีค่า IOC รายข้ออยู่ระหว่าง 0.80-1.00 ซึ่งอยู่ในระดับที่ยอมรับได้ จากนั้น นำไปทดลองใช้สัมภาษณ์ครูและนักเรียน กลุ่มละ 3 คน พบว่า ครูและนักเรียนเข้าใจข้อคำถามทุกข้อได้เป็นอย่างดี ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยการสนทนากลุ่มครูและนักเรียน กลุ่มละ 6 คน โดยกลุ่มนักเรียนจะความสามารถเก่ง ปานกลาง และอ่อน จากนั้น สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพจะใช้การวิเคราะห์แบบ Thematic Analysis (Braun & Clarke, 2022) ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน คือ 1. การเตรียมข้อมูล (Preparing) 2. การแตกข้อมูล (Segmenting) 3. การให้รหัสข้อมูล (Coding) 4. การจัดหมวดหมู่ข้อมูล (Categorizing) และ 5. การหาประเด็นหลักของข้อมูล (Themetizing)

นอกจากนั้น ผู้วิจัยได้ทบทวนวรรณกรรมเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ การจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย และการจัดการเรียนรู้แบบนิรนัย พร้อมทั้งงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อนำมาประกอบการร่างรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นอุปนัยและนิรนัยในระยะต่อไป

ระยะที่ 2 สร้างและประเมินคุณภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นอุปนัยและนิรนัย

ผู้วิจัยสร้างรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นอุปนัยและนิรนัยที่ประกอบด้วย 4 องค์ประกอบสำคัญดังนี้

องค์ประกอบที่ 1 แนวคิดและหลักการ

รูปแบบเกิดจากการบูรณาการ 3 แนวคิดหลัก คือ 1) การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 2) การจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย และ 3) การจัดการเรียนรู้แบบนิรนัย

องค์ประกอบที่ 2 วัตถุประสงค์

มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องภาคตัดกรวย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

องค์ประกอบที่ 3 กระบวนการจัดการเรียนรู้ ใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้ 7 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ตรวจสอบความรู้เดิม (Explore Prior Knowledge) ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ แล้วให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน ตลอดจนตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้แสดงความรู้เดิมออกมา เพื่อให้ครูได้ทราบถึงความรู้เดิมของนักเรียน นำไปสู่การวางแผนการจัดการเรียนรู้ได้เหมาะสมกับความแตกต่างระหว่างบุคคล

ขั้นที่ 2 สร้างความสนใจด้วยปัญหา (Engage with the Problem) นำเข้าสู่บทเรียนโดยนำปัญหาหรือสถานการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นอยู่ในช่วงเวลานั้น หรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่นักเรียนได้เรียนรูมาแล้ว โดยครูจะใช้คำถามกระตุ้นความคิดของนักเรียนให้เกิดความสนใจ แล้วนำไปสู่การทำกิจกรรมในการหาคำตอบในขั้นต่อไป

ขั้นที่ 3 สำรวจและค้นหา (Survey and Explore) นักเรียนทำความเข้าใจปัญหาหรือสถานการณ์ที่กำหนดไว้ แล้วสำรวจข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ เพื่อนำมาออกแบบและวางแผนในการนำความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้ โดยใช้วิธีอุปนัยและนิรนัยในการค้นหาคำตอบ

ขั้นที่ 4 อธิบายและลงข้อสรุป (Explain and Conclude) นักเรียนนำข้อมูลหรือสารสนเทศจากปัญหาหรือสถานการณ์ที่ได้จากการสำรวจและค้นหา โดยใช้การเรียนรู้แบบอุปนัยและนิรนัย เพื่อวิเคราะห์ แปลผล และสรุปผล ตลอดจนนำเสนอผลที่ได้ ในรูปแบบต่าง ๆ

ขั้นที่ 5 ขยายความรู้ (Expand) นำสิ่งที่ได้จากการเรียนรู้แบบอุปนัยและนิรนัย แนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติมจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ แบบจำลอง หรือข้อสรุปที่ได้ไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิม เพื่ออธิบายและแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้ เพื่อขยายความรู้ต่อไป

ขั้นที่ 6 ประเมินผล (Assess) นักเรียนประเมินคำตอบที่ได้จากการเรียนรู้ ครูประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนตามจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้ด้วยวิธีการต่าง ๆ และนำผลการประเมินที่ได้มาสะท้อนผลการเรียนรู้ของนักเรียนเพื่อปรับปรุงและพัฒนาต่อไป

ขั้นที่ 7 การนำไปใช้ (Apply) นักเรียนร่วมกันอภิปรายเชื่อมโยงสิ่งที่ได้เรียนรู้จากปัญหาหรือสถานการณ์ที่กำหนดไปสู่การประยุกต์ใช้ในปัญหาหรือสถานการณ์อื่น ๆ ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวัน ตลอดจนเชื่อมโยงไปสู่การเรียนรู้ในครั้งต่อไป

องค์ประกอบที่ 4 การวัดและประเมินผล

ใช้การประเมินตามสภาพจริง (Formative assessment) ในระหว่างเรียนจากการทำใบงาน ตลอดจนการสังเกตพฤติกรรม ครูจะประเมินผลสัมฤทธิ์สรุปรวม (Summative assessment) โดยใช้แบบทดสอบ แบบประเมินทักษะ และแบบวัดเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์



Figure 1 The IDI Model for Teaching Grade 10 Mathematics

ระยะที่ 3 ทดลองใช้และประเมินประสิทธิภาพรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่เห็นอุปนัยและนิรนัย

ผู้วิจัยใช้การวิจัยแบบผสมผสานวิธี (Mixed Method) โดยมีรายละเอียด ดังนี้

วิธีวิจัยเชิงปริมาณ

ผู้วิจัยใช้การวิจัยเชิงทดลองกลุ่มเดียวทดสอบก่อนและหลังเรียน (One group pretest posttest design) กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาพัฒนาการ ปทุมธานี จำนวน 1 ห้องเรียน นักเรียน 38 คน ที่ได้จากการสุ่มแบบกลุ่ม เก็บรวบรวมข้อมูลโดยเครื่องมือวิจัย 4 ชิ้นดังนี้

1. แบบทดสอบวัดทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ครอบคลุมทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ 5 ด้าน ได้แก่ ทักษะการแก้ปัญหา ทักษะการให้เหตุผล ทักษะการสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ ทักษะการเชื่อมโยง และทักษะการคิดสร้างสรรค์ เป็นข้อสอบแบบปรนัย ชนิด 4 ตัวเลือก มีค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.80 –1.00 ซึ่งอยู่ในระดับที่ยอมรับได้

2. แบบประเมินทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เป็นการประเมินระหว่างเรียน โดยใช้ใบงานทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ประกอบกับเกณฑ์การให้คะแนน (Rubric) แบ่งเป็น 5 ระดับคุณภาพ มีค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.80 –1.00 ซึ่งอยู่ในระดับที่ยอมรับได้

3. แบบวัดเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เป็นแบบสอบถามแบบมาตราประมาณค่า 5 ระดับ ครอบคลุม 3 ด้าน คือ 1) ด้านความตระหนักในคุณค่าของคณิตศาสตร์ จำนวน 5 ข้อ 2) ด้านความรู้สึกต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ จำนวน 5 ข้อ และ 3) ด้านความพร้อมในการเรียนคณิตศาสตร์ จำนวน 5 ข้อ รวมทั้งหมด 15 ข้อ พบว่า มีค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.80 –1.00 ซึ่งอยู่ในระดับที่ยอมรับได้

วิธีวิจัยเชิงคุณภาพ

ผู้วิจัยใช้พหุกรณีศึกษา (Multiple Case Study) โดยกรณีศึกษาเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/2 โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาพัฒนาการ ปทุมธานี ที่มีระดับความสามารถในการเรียนเก่ง ปานกลาง อ่อน คละเพศ รวม 6 คน เพื่อรักษาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ผู้วิจัยจะใช้นามแฝงแทนชื่อจริง (นาย M นางสาว N นาย P นางสาว Q นาย R และนางสาว S)

ผลการวิจัย

1. สภาพปัจจุบัน ปัญหา และความต้องการเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง ภาคตัดกรวย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ครูมีระดับความคิดเห็นเกี่ยวกับสภาพปัจจุบันในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ อยู่ในระดับปานกลาง ($\bar{X} = 2.96$, $SD = 0.38$) ด้านปัญหา อยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.27$, $SD = 0.44$) และด้านความต้องการ อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.55$, $SD = 0.53$) จะเห็นได้ว่า ครูมีการรับรู้ว่ามีจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ในห้องเรียนบางส่วน แต่ยังติดขัดปัญหา และมีความต้องการการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้มาก ดังนั้น ควรพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้อย่างเร่งด่วน นอกจากนี้ นักเรียนมีระดับความคิดเห็นด้านสภาพปัจจุบันเกี่ยวกับการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ อยู่ในระดับปานกลาง ($\bar{X} = 3.30$, $SD = 0.77$) ด้านปัญหา อยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.06$, $SD = 0.47$) และด้านความต้องการ อยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.23$, $SD = 0.42$) แสดงให้เห็นว่า ผู้เรียนรับรู้สภาพปัจจุบันของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ในระดับปานกลาง แต่รับรู้ปัญหาและความต้องการว่ามีมาก ดังนั้น ควรพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่ช่วยลดอุปสรรคการเรียนรู้โดยเร่งด่วน

2. คุณภาพรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่เห็นอุปสรรคและนิรันดร์

ผู้วิจัยได้นำขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่เห็นอุปสรรคและนิรันดร์มาออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ภาคตัดกรวย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 รวม 4 แผน 1) วงกลม 2) พาราโบลา 3) วงรี และ 4) ไฮเพอร์โบลา แผนละ 5 ชั่วโมง รวมทั้งสิ้น 20 ชั่วโมง จากนั้น ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน ประเมินคุณภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ พบว่า โดยภาพรวมมีคุณภาพ อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.55$, $S.D. = 0.57$) ด้านความเหมาะสมของรูปแบบ อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.60$, $S.D. = 0.54$) ด้านความเป็นไปได้ของรูปแบบ

อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.52$, S.D. = 0.58) และด้านความมีประโยชน์ของรูปแบบ อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.53$, S.D. = 0.55) ผลการประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบโดยผู้เชี่ยวชาญ 5 คน พบว่า แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง วงกลม มีคุณภาพ อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.57$, S.D. = 0.54) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง พาราโบลา มีคุณภาพอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.59$, S.D. = 0.54) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง วงรี มีคุณภาพอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.61$, S.D. = 0.54) และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง ไฮเพอร์โบลา มีคุณภาพอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.56$, S.D. = 0.54) ทั้งนี้ คู่มือการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นอุปนิสัยและนิรนัย โดยภาพรวม มีคุณภาพอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.71$, S.D. = 0.58)

3. ประสิทธิภาพ E1/E2 ด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นอุปนิสัยและนิรนัย

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์เพื่อหาประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นอุปนิสัยและนิรนัย เรื่อง ภาคตัดกรวย

ประสิทธิภาพ	ค่าร้อยละ
ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E1)	85.94
ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E2)	83.87

จากตารางที่ 4.22 แสดงผลการวิเคราะห์เพื่อหาประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นอุปนิสัยและนิรนัย เรื่อง ภาคตัดกรวย ปีการศึกษา 2566 พบว่า คะแนนที่นักเรียนได้จากการทำใบงานทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ระหว่างเรียน คิดเป็นร้อยละ 85.94 (E1) และคะแนนที่นักเรียนทั้งหมดทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน คิดเป็นร้อยละ 83.87 (E2) จึงสรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นอุปนิสัยและนิรนัย มีประสิทธิภาพ E1/E2 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เท่ากับ 85.94/83.87 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ 80/80

4. ผลของการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นอุปนิสัยและนิรนัยที่มีต่อการพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ผลของรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นอุปนิสัยและนิรนัยที่มีต่อการพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบ *t*-test คะแนนทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนตามรูปแบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นอุปนิสัยและนิรนัย ($n = 38$)

การวัด	$\bar{X}$	S.D.	<i>t</i>	Sig
ก่อนเรียนตามแบบฯ	9.67	2.32	41.91	.000
หลังเรียนตามแบบฯ	24.70	1.95		

เมื่อเปรียบเทียบคะแนนทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองหลังเรียนเปรียบเทียบกับก่อนเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นอุปนิสัยและนิรนัย พบว่า นักเรียนมีคะแนนทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์สูงขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($t(37) = 41.91$, $Sig = .000$) สรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นอุปนิสัยและนิรนัยสามารถพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนให้สูงขึ้นได้

เมื่อพิจารณาคะแนนทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ แผนการจัดการเรียนรู้ พบว่า นักเรียนที่เรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นอุปนิสัยและนิรนัย มีคะแนนเฉลี่ยทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์แยกตามองค์ประกอบดังนี้

ตารางที่ 3 คะแนนเฉลี่ยทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นอุปนิสัยและนิรนัย ($n = 38$)

องค์ประกอบของ ทักษะและกระบวนการ ทางคณิตศาสตร์	แผนการจัด การเรียนรู้ที่ 1		แผนการจัด การเรียนรู้ที่ 2		แผนการจัด การเรียนรู้ที่ 3		แผนการจัด การเรียนรู้ที่ 4	
	% เฉลี่ย	S.D.	% เฉลี่ย	S.D.	% เฉลี่ย	S.D.	% เฉลี่ย	S.D.
1. การแก้ปัญหาและ การให้เหตุผล	81.30	1.03	83.15	1.41	82.10	0.93	82.00	1.00
2. การสื่อสารและการสื่อ ความหมายทาง คณิตศาสตร์	85.13	1.11	84.47	1.13	83.87	0.91	84.80	0.83
3. การเชื่อมโยง	84.47	0.97	82.20	0.94	83.17	0.80	83.13	0.80
4. การคิดสร้างสรรค์	88.00	0.49	92.00	0.49	93.40	0.47	88.4	0.50
เฉลี่ยรวม	84.73	0.90	85.46	0.99	85.64	0.78	84.58	0.78
การแปลผล	ดีมาก		ดีมาก		ดีมาก		ดีมาก	

ในทุกแผนการจัดการเรียนรู้ นักเรียนมีทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในระดับคุณภาพดีมาก สรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นอุปนิสัยและนิรนัยสามารถพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนให้สูงขึ้นได้

ผลของการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นอุปนิสัยและนิรนัยที่มีต่อเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

เมื่อจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นอุปนิสัยและนิรนัยกับนักเรียนที่เป็นกลุ่มทดลอง นักเรียนมีระดับเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ดังนี้

ตารางที่ 4 ระดับเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นอุปนิสัยและนิรนัย (n = 38)

ข้อ	รายการ	ก่อนเรียน			หลังเรียน		
		$\bar{X}$	S.D.	แปลผล	$\bar{X}$	S.D.	แปลผล
1.	ความตระหนักในคุณค่าของคณิตศาสตร์	2.37	0.64	น้อย	4.13	0.63	มาก
2.	ความรู้สึกรักต่อการเรียนคณิตศาสตร์	2.34	0.62	น้อย	4.33	0.56	มาก
3.	ความพร้อมในการเรียนคณิตศาสตร์	2.39	0.61	น้อย	4.27	0.55	มาก

ก่อนเรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นอุปนิสัยและนิรนัย นักเรียนมีเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ด้านความตระหนักในคุณค่าของคณิตศาสตร์ ด้านความรู้สึกรักต่อการเรียนคณิตศาสตร์ และด้านความพร้อมในการเรียนคณิตศาสตร์ อยู่ในระดับน้อย ทุกด้าน เมื่อเรียนด้วยรูปแบบฯ เสร็จแล้ว นักเรียนมีระดับเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์สูงขึ้นเป็นระดับมาก ในทุกด้าน เมื่อเปรียบเทียบเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์หลังเรียนกับก่อนเรียน พบว่า นักเรียนมีคะแนนเจตคติต่อการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($t = 42.19$, Sig = .000) สรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นอุปนิสัยและนิรนัยสามารถพัฒนาเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนให้สูงขึ้น

วิธีวิจัยเชิงคุณภาพ

เมื่อนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ไปทดลองใช้กับกรณีศึกษาทั้ง 6 คนแล้ว พบว่า นาย M นางสาว N นาย P นางสาว Q นาย R และนางสาว S กรณีศึกษาทุกคนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์สูงขึ้นกว่าก่อนเรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นอุปนิสัยและนิรนัย และนักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนคณิตศาสตร์ ปัญหาที่พบ คือ แผนการจัดการเรียนรู้ในขั้นกิจกรรมการเรียนรู้ที่ต้องมีการปรับปรุงและแก้ไขในบางเรื่อง เช่น เวลาในการจัดการเรียนรู้ กระบวนการในการทำกิจกรรมการเรียนรู้ เป็นต้น และผู้วิจัยได้นำผลที่ได้จากวิจัยเชิงคุณภาพมาทำการวิเคราะห์ มาปรับปรุงแก้ไขให้ดีขึ้น เพื่อเป็นการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ

อภิปรายผล

สภาพปัจจุบัน ปัญหา และความต้องการเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง ภาคตัดกรวย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ด้านสภาพปัจจุบันเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ในระดับปานกลาง ทั้งนี้อาจเนื่องจาก ครูผู้สอนเห็นว่าในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เพื่อพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมีประโยชน์ต่อการจัดการเรียนรู้แต่ยังไม่ประสบความสำเร็จ ด้านปัญหาเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ อยู่ในระดับมาก ทั้งนี้อาจเนื่องจาก ครูผู้สอนมีความเห็นว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ไม่เหมาะกับนักเรียน ห้องเรียนและโรงเรียนในบางบริบท ด้านความต้องการเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ อยู่ในระดับมากที่สุด ทั้งนี้อาจเนื่องจาก ครูส่วนใหญ่ยังมีความต้องการการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ในห้องเรียนและโรงเรียน ส่วนปัญหาที่พบ คือ นักเรียนมีทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์และเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์อยู่ในระดับต่ำ เพราะการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ใช้เวลาค่อนข้างมาก สอดคล้องกับ Wangwalsin (2017) ที่พบว่า ครูผู้สอนคณิตศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาอุดรดิตถ์ มีสภาพปัญหาและความต้องการในการจัดการเรียนรู้ อยู่ในระดับมาก สอดคล้องกับ lamcham (2016) ที่พบว่า ปัญหาและความต้องการในการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ของครู ในภาพรวมอยู่ในระดับปานกลาง ซึ่งระดับของปัญหาและความต้องการของครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ในงานวิจัยของ lamcham (2016) มีระดับต่ำกว่าที่พบ

ในงานวิจัยของผู้วิจัยเอง อาจเนื่องมาจากบริบทของระดับการศึกษาที่แตกต่างกัน เนื่องจากงานวิจัยของนฤนาท เอี่ยม
ฉ่ำ ศึกษาในบริบทประถมศึกษา แต่ในงานวิจัยนี้ศึกษาในบริบทมัธยมศึกษาซึ่งเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์มีความยากและ
ความซับซ้อนเพิ่มขึ้น

คุณภาพรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นอุปนิสัยและนิรนัย

รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นอุปนิสัยและนิรนัยที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมีคุณภาพอยู่ใน
ในระดับมากที่สุด อาจเนื่องมาจากกระบวนการสร้างรูปแบบที่เป็นระบบที่เริ่มจากการวิจัยการศึกษาสภาพ
ปัจจุบัน ปัญหา และความต้องการ และการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง แล้วนำมาออกแบบรูปแบบการจัดการ
เรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นอุปนิสัยและนิรนัย นอกจากนั้น ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบก็มีความ
ชัดเจนเป็น 7 ขั้นตอน (2ES2E2A) แต่ละขั้นตอนมีคำอธิบายอย่างชัดเจน โดยระบุบทบาทของครูและนักเรียน
และกิจกรรมที่ควรดำเนินการในแต่ละขั้นตอน ผลการประเมินคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้และคู่มือการใช้
รูปแบบ มีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก อาจกล่าวได้ว่า การบูรณาการแนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ กับ
การเรียนรู้แบบอุปนิสัย และการเรียนรู้แบบนิรนัย อย่างเหมาะสม เป็นการเสริมจุดแข็งลดจุดอ่อนของแต่ละวิธีจัดการ
เรียนรู้ สอดคล้องกับ Tripaiboon (2014) พบว่า รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์
(Constructivist) ร่วมกับรูปแบบการสอนโมดูลประกอบด้วย 5 องค์ประกอบ ดังนี้ 1) หลักการ 2) จุดมุ่งหมาย 3)
กระบวนการจัดการเรียนรู้ 4) เนื้อหาสาระการเรียนรู้ และ 5) การวัดและการประเมินผล และการประเมินคุณภาพ
รูปแบบการจัดการเรียนรู้ อยู่ในระดับเหมาะสมดีมาก ($\bar{X} = 3.68$, S.D. = 0.42) Aungsiri & Chawwatthanakun
(2015) พบว่า รูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมเจตคติต่อการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย 5
องค์ประกอบคือ 1) ที่มาของรูปแบบ 2) หลักการ 3) วัตถุประสงค์ 4) ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ มี 5 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1
ขั้นทบทวนความรู้เดิม ขั้นที่ 2 ขั้นตั้งคำถาม ขั้นที่ 3 ขั้นกิจกรรมกลุ่ม ขั้นที่ 4 ตรวจสอบความเข้าใจ ขั้นที่ 5 ขั้นสรุป และ
5) ระบบสนับสนุน สอดคล้องกับ Malasai (2019) พบว่า รูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการ
แก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีองค์ประกอบ 7 องค์ประกอบดังนี้ 1)
ข้อตกลงเบื้องต้น 2) หลักการ 3) จุดมุ่งหมาย 4) ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ มี 5 ขั้น ได้แก่ ขั้นที่ 1 ขั้นนำเสนอ
สถานการณ์ปัญหาปลายเปิด (Challenge: C) ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหาข้อมูลเพื่อนำมาตัดสินใจแก้ปัญหา
(Survey: S) ขั้นที่ 3 ขั้นออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solve: S) ขั้นที่ 4 ขั้นนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาต่อชั้นเรียน
เพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้ (Share: S) และขั้นที่ 5 ขั้นสรุปความคิดรวบยอด (Summarize: S) 5) ระบบสังคม 6)
หลักการตอบสนอง และ 7) ระบบสนับสนุน พบว่า รูปแบบการจัดการเรียนรู้มีคุณภาพเหมาะสม อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$
= 4.72, S.D. = 0.54) Chuicomwong (2020) พบว่า รูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียน ความสามารถในการแก้ปัญหาและเจตคติต่อคณิตศาสตร์ 5 องค์ประกอบ คือ 1) หลักการ 2)
วัตถุประสงค์ 3) สาระการเรียนรู้ 4) กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และ 5) การวัดผลและประเมินผล โดยรูปแบบมี
ความเหมาะสม อยู่ในระดับมากที่สุด U-thaisaeng (2020) พบว่า รูปแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริม
ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มัธยมศึกษาปีที่ 3 มี 8 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) หลักการ 2)
วัตถุประสงค์ 3) กระบวนการจัดการเรียนรู้ 4) หลักการตอบสนอง 5) ระบบสังคม 6) สิ่งสนับสนุน 7) สาระความรู้ และ
8) สิ่งส่งเสริมการเรียนรู้ กระบวนการจัดการเรียนรู้มี 7 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นนำ 2) ขั้นเผชิญสถานการณ์ปัญหา
3) ขั้นระดมสมอง 4) ขั้นตรวจสอบความรู้ 5) ขั้นสรุป 6) ขั้นฝึกทักษะ 7) ขั้นประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
Pomphukhio (2019) พบว่า รูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์และ
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ลำดับ ประกอบด้วย 6 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) หลักการ 2) วัตถุประสงค์ 3) กระบวนการ
4) หลักการตอบสนอง 5) ระบบสังคม และ 6) ระบบสนับสนุน โดยองค์ประกอบด้านกระบวนการประกอบด้วย 6
ขั้นตอน คือ ขั้นทบทวนความรู้เดิม ขั้นเติมความรู้ใหม่ ขั้นทำความเข้าใจปัญหา ขั้นพิจารณาคำตอบ ขั้น
ประยุกต์ใช้ ขั้นสรุปและประเมินค่า โดยรูปแบบการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสม อยู่ในระดับมากที่สุด Plailek
(2020) พบว่า รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Active Learning เพื่อเสริมสร้างทักษะและกระบวนการและจิต

คณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา (5C Model) มี 5 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) หลักการ 2) วัตถุประสงค์ 3) กระบวนการจัดการเรียนรู้ มี 5 ขั้นตอนคือ 1) ขั้นท้าทาย (Challenge: C) 2) ขั้นตอนออกแบบร่วมกัน (Co-Creation: C) 3) ขั้นร่วมคิด ร่วมทำ ร่วมโค้ช (Co-working And Coach: C) 4) ขั้นตรวจสอบมโนทัศน์ (Conceptualization: C) 5) ขั้นเสริมคุณลักษณะและความสามารถ (Characterization: C) 4) การวัดและประเมินผล 5) ปัจจัยที่เอื้อต่อการเรียนรู้ จะเห็นได้ว่า องค์ประกอบของรูปแบบที่พัฒนาขึ้นในงานวิจัยนี้ (1) หลักการ 2) จุดมุ่งหมาย 3) กระบวนการจัดการเรียนรู้ และ 4) การวัดและการประเมินผล มีความสอดคล้องกับงานวิจัยส่วนใหญ่ อย่างไรก็ตาม ในองค์ประกอบที่ 3 กระบวนการจัดการเรียนรู้นั้น ผู้วิจัยได้คิดค้นและปรับเปลี่ยนให้แตกต่างจากงานวิจัยอื่น ๆ คือ มีคำอธิบายขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แต่ละขั้นตอนอย่างชัดเจน โดยระบุบทบาทครูและนักเรียน อีกทั้งมีคู่มือการใช้รูปแบบเพื่อความชัดเจนอีกด้วย

ประสิทธิภาพ E1/E2 ของแผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นอุปนิสัยและนิรนัย

รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นอุปนิสัยและนิรนัยมีประสิทธิภาพ E1/E2 ด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ 80/80 ทั้งนี้เนื่องจากมาจากรูปแบบการจัดการเรียนรู้ใช้กระบวนการวิจัยทั้งเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพในการออกแบบและพัฒนา มีองค์ประกอบที่ครบถ้วน และผ่านการประเมินคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญ คู่มือการใช้รูปแบบรวมทั้งแผนการจัดการเรียนรู้มีขั้นตอนที่เป็นระบบ มีคำอธิบายกิจกรรมและบทบาทของครูและนักเรียนอย่างชัดเจน นักเรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมทุกแผนทำให้รูปแบบการจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด สอดคล้องกับผลการวิจัยของ Phoprapha (2015) พบว่า บทเรียนแบบผสมผสาน เรื่อง ลำดับและอนุกรม เพื่อพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ มีประสิทธิภาพ 81.02/80.58 เป็นไปตามเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้ และ Ruangsawat (2019) พบว่า รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Constructivism ที่ส่งเสริมความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความน่าจะเป็น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีประสิทธิภาพ 81.90/83.57 และ Pomphukhieo (2019) พบว่า รูปแบบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นมีค่าประสิทธิภาพ 82.94/82.87 และ Plailek (2020) พบว่า รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Active Learning สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา มีประสิทธิภาพ 81.44/80.80

ผลของการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นอุปนิสัยและนิรนัยที่มีต่อการพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

หลังเรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นอุปนิสัยและนิรนัยนักเรียนมีทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และเจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้เนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในขั้นที่ 3 สำรวจและค้นหา นักเรียนทำงานเป็นกลุ่ม ระดมสมองในการทำกิจกรรมมีการสำรวจข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ เพื่อนำมาออกแบบและวางแผนในการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ตามผลการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ โดยใช้วิธีอุปนิสัยและนิรนัยในการค้นหาคำตอบ ขั้นที่ 4 อธิบายและลงข้อสรุป นักเรียนมีการนำข้อมูล สารสนเทศมาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้เพื่อลงข้อสรุปตามผลการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ ขั้นที่ 5 ขยายความรู้ นักเรียนนำเสนอสิ่งที่ได้เรียนรู้ไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติมจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ หรือนำแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายหรือแก้ปัญหาในสถานการณ์อื่น ๆ และขั้นที่ 7 การนำไปใช้ นักเรียนได้นำความรู้ที่ได้เรียนรู้ไปแล้วไปประยุกต์ใช้ สอดคล้องกับปียธิตา โพธิ์ประภา (2558) พัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์หลังเรียนด้วยบทเรียนแบบผสมผสาน เรื่อง ลำดับและอนุกรม มีคะแนนอยู่ในระดับดี และสอดคล้องกับ Kudhom (2017) ที่ผลการพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง Jaitong (2020) ที่ผลการพัฒนากระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังจากจบวงจรปฏิบัติการที่ 2 ทุกคนมีคะแนนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของ

คะแนนเต็ม Aemsawas & Kritkharuehart (2020) ที่ผลการพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ทั้งในภาพรวมและตามรายองค์ประกอบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมี พัฒนาการของทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ทุกองค์ประกอบดีขึ้นอย่างเป็นลำดับ Kongwichian & Vanichwatanavorachai (2021) ที่ผลการพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้ ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบอยู่ในระดับดี Pornsuwan (2021) ที่ผลการพัฒนานักเรียนมีความสามารถด้าน ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ Boriboon (2018) ที่ผลการพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยการ เรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4.2 เจตคติต่อการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังจากเรียนด้วย รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นอุปนัยและนิรนัย สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ ทั้งนี้อาจ เป็นเพราะในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบฯ มีกิจกรรมที่ช่วยส่งเสริมที่ทำให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อการ เรียนคณิตศาสตร์สูงขึ้น ซึ่งได้แก่ ขั้นที่ 3 สืบหาและค้นหา นักเรียนมีการทำงานกลุ่มเพื่อร่วมกันสำรวจและค้นหาข้อมูล จากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ ช่วยสร้างบรรยากาศในการเรียนรู้เชิงบวก ขั้นที่ 4 อธิบายและลงข้อสรุป นักเรียนการทำ กิจกรรมกลุ่มที่สนุกสนาน โดยได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกัน แสดงความคิดเห็นระหว่างสมาชิกในกลุ่ม ขั้นที่ 5 ขยายความรู้ นักเรียนได้สรุปองค์ความรู้ด้วยการเล่นเกมแข่งขันกันในการตอบคำถาม ทำให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมและ

เกิดความสนุกสนานในการเรียน และขั้นที่ 7 การนำไปใช้ นักเรียนได้ใช้เครื่องมือสื่อสารโทรศัพท์ในการค้นหาข้อมูลซึ่ง นักเรียนจะมีความชอบ นักเรียนเป็นผู้ค้นหาข้อมูลความรู้และทำกิจกรรมด้วยตัวของนักเรียนเอง ผนวกกับการทำ กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ในบรรยากาศที่ผ่อนคลาย สอดคล้องกับ Kotiwong et al. (2022) ที่นักเรียนมีเจตคติต่อ การเรียนคณิตศาสตร์หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค Jigsaw ร่วมกับการใช้ชุดการเรียนรู้แบบ อุปนัยสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ Boriboon (2018) ที่เจตคติของนักเรียนที่เรียนด้วยชุด การเรียนคณิตศาสตร์โดยการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานและทีมแข่งขันหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้ Aguilar (2021) พบว่าสาเหตุหนึ่งที่ทำให้นักเรียนไม่เต็มใจต่อคณิตศาสตร์ก็คือ ขาด ความเข้าใจและการรับรู้ตนเองเกี่ยวกับความรู้เนื้อหาต่ำ ซึ่งทำให้พวกเขามีการรับรู้เชิงลบ

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1. นำแนวทางการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นอุปนัยและนิรนัยที่ใช้ใน งานวิจัยนี้ไปปรับประยุกต์ใช้ในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหา วัตถุประสงค์ และ บริบทของห้องเรียนและสถานศึกษา

2. รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นอุปนัยและนิรนัยเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้น นักเรียนเป็นศูนย์กลาง ครูจึงควรเป็นผู้ชี้แนะให้คำแนะนำมากกว่าการสอนให้นักเรียนปฏิบัติตามเพียงอย่าง เดียว ในกิจกรรมการเรียนรู้นักเรียนอาจมีข้อสงสัย หรือคำถามในการปฏิบัติกิจกรรมแต่ไม่กล้าซักถาม ดังนั้นครูควร สังเกต กระตุ้นด้วยคำถาม ตลอดจนชี้แนะและให้คำแนะนำอย่างใกล้ชิด

3. ครูอาจนำสถานการณ์โจทย์ปัญหาอื่น ๆ ที่หลากหลาย เช่น บริบทท้องถิ่น สถานการณ์ปัจจุบัน เป็นต้น มาให้นักเรียนได้เรียนรู้เพิ่มเติม เพื่อเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนได้นำความรู้ไปประยุกต์ใช้

4. ผู้บริหารสถานศึกษาควรให้การสนับสนุนสื่อ และอุปกรณ์ รวมถึงแหล่งเรียนรู้เพื่อเป็นการส่งเสริม การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นอุปนัยและนิรนัย ไปประยุกต์ใช้กับกลุ่มสาระการ เรียนรู้อื่น ๆ เพื่อยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนให้สูงขึ้นได้

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรวิจัยเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นอุปนิสัยและนิรนัยไปใช้ร่วมกับวิธีการจัดการเรียนรู้อื่น ๆ เพื่อเป็นการผสมผสานกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ต่าง ๆ หรือส่งเสริมให้การจัดการเรียนรู้มีจุดแข็งหรือประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น
2. ควรวิจัยเกี่ยวกับการนำการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นอุปนิสัยและนิรนัย ไปใช้จัดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพกับเนื้อหาคณิตศาสตร์เรื่องอื่น ๆ ที่มีบริบทของเนื้อหาแตกต่างจากเรื่อง ภาคตัดกรวย และนำไปใช้กับระดับชั้นอื่น พร้อมทั้งปรับปรุงกิจกรรมการเรียนรู้ให้เหมาะสมตามบริบทห้องเรียนและการศึกษาใหม่ให้กับนักเรียน
3. ควรวิจัยเกี่ยวกับการนำวิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นอุปนิสัยและ นิรนัย ไปใช้ในการพัฒนาตัวแปรตามสำคัญอื่น ๆ เช่น ทักษะการคิดวิเคราะห์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดสังเคราะห์ เป็นต้น
4. ใช้ระเบียบวิธีวิจัยอื่นในการวิจัยครั้งต่อไป เช่น การวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action Research) การวิจัยเชิงปรากฏการณ์วิทยา (Phenomenology Study) เป็นต้น หรือศึกษาผลของการนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่เน้นอุปนิสัยและนิรนัยไปใช้ในการพัฒนาตัวแปรตามหรือประเด็นที่นักวิจัยสนใจ

เอกสารอ้างอิง

- Aemsawas, S., & Kritkharuehart, S. (2020). A study of how cognitively guided instruction and active learning methods on inequality affect mathematical process skills of Mathayom Suksa 4 students at Mattayom Thanbin Kamphaen Saen School. *Journal of MCU Social Science Review*, 9(1), 186–197. [Translated]
- Aguilar, J. J. (2021). High school students' reasons for disliking mathematics: The intersection between teachers' role and students' emotions, beliefs, and self-efficacy. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 16(3), em0658.
<https://doi.org/10.29333/iejme/11294>
- Aungsiri, P., & Chawwatthanakun, C. (2015). *The development of an instructional model to enhance attitudes toward mathematics learning of Mathayomsuksa 2 students*. In Proceedings of the 12th KU-KPS Conference (pp. 837–849). Office of the Campus, Educational Administration and Student Affairs Division, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Pathom, Thailand. [Translated]
- Boriboon, A. (2018). Development of mathematics instructional packages using Problem Based Learning (pbl) and Team Games Tournament (TGT) to enhance Mathayom Suksa 3 students' mathematics process skills, attitude and learning achievement. *Education Journal Faculty of Education Kamphaenphet Rajabhat University*, 3(5), 107-131. [Translated]
- Braun, V., & Clarke, V. (2022). *Thematic analysis: A practical guide*. SAGE
- Chaisri, S. (2016). *The result of a learning activity on logic by using induction method to create the mathematical concepts for Mathayomsuksa 4 students, Thepha School*. (Master of Science in Mathematics Education, Burapha University). [Translated]
- Chalatloed, S. (2017). *The study of understanding and learning retention on fraction for grade 7 students by using music notes with butterfly method* (Master of Science in Mathematics Education, Ubon Ratchathani University). [Translated]

- Chanametdissakorn, R. (2016). *The comparison of learning achievement, mathematics problem solving ability and attitude toward mathematics of grade 6 students between using the Polya's problem solving process with the cooperative learning stad technique and the regular teaching approach* (Master of Education in Curriculum And Instruction, Burapha University). [Translated]
- Chuetawat, C. (2020). *A study of mathematical connection ability on conic section for Mathayomsuksa V students via stem education activities* (Master of Education in Mathematics, Srinakharinwirot University). [Translated]
- Cheausuwantavee, C. (2012). *The development of mathematics instructional model to enhance higher order thinking and habits of mind of secondary school students* (Doctor of Philosophy Program in Curriculum and Instruction, Silpakorn University). [Translated]
- Chuicomwong, N. (2020). Development of mathematics learning model to develop learning achievement, problem solving and analytical thinking ability and mathematics attitude for Prathomsuksa 6 students. *Rajabhat Rambhai Barni Research Journal*, 14(1), 15-23.
- Gidsawong, P. (2021). *The study of mathematical reasoning skill by using deductive method for Mathayomsuksa 3 students* (Master of Science in Mathematics Study, Silpakorn University). [Translated]
- Fuangsomruad, A., & Tunapan, M. (2019). *The comparison of mathematical achievement and mathematical problem-solving ability on sequences and series for Mathayomsuksa 5 students between inductive and traditional learning activities approaches* (Unpublished master's thesis, Mahasarakham University). [Translated]
- Jaitong, N. (2020). *The development of mathematical processes for Mathayomsuksa 5 students by using problem-based learning cooperated with KWDL technique* (Unpublished master's thesis, Mahasarakham University). [Translated]
- Iamcham, N. (2016). A study of the challenges and needs in developing mathematics instruction management among teachers in schools affiliated with the Kanchanaburi Primary Educational Service Area Office 1. *Online Journal for Graduate Study*, Faculty of Education.
<http://www.edu-journal.ru.ac.th/index.php/abstractData/viewIndex/2053.ru> [Translated]
- Inprasitha, M. (2014). *Processes of problem solving in school mathematics*. Center for Research In Mathematics Education. [Translated]
- Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (IPST). (2012). *Special science classroom*. SE-Education. [Translated]
- Kerddee, W. (2014). *The comparison of learning achievement and the attitude towards the topic entitled 'pythagorean theory', mathematics learning substance group of Mathayomsuksa 2 students using induction and deduction* (Master of Education in Curriculum and Instruction, Thepsatri Rajabhat University). <https://dric.nrct.go.th/index.php?/Search/SearchDetail/288827> [Translated]
- Kongwichian, S. & Vanichwatanavorachai, S. (2021). The development of mathematics process and skills of surface area and volume by design thinking process of ninth grade students. *Journal of Education Silpakorn University*, 19(2), 497-513. [Translated]

- Kotiwong, P., Cheausuwantavee, C., & Sumirattana, S. (2022). A study of mathematics achievement and attitudes of grade 8 students through learning management by using the cooperative learning technique of jigsaw with the series of inductive instruction. *Journal of MCU Nakhondhat*, 9(7), 72–86. [Translated]
- Kudhom, P. (2017). *Development of a supplementary curriculum based on metacognition and context-based learning to enhance mathematical skills and processes of Grade 11 students* (Unpublished doctoral dissertation, Sakon Nakhon Rajabhat University). [Translated]
- Malasai, W. (2019). *Development of a teaching–learning model to foster creative mathematical problem-solving abilities in Grade 12 students at Sawang Daen Din School* (Research report). Office of the Basic Education Commission, Ministry of Education.
- Mathematics Learning Area, Triamudomsuksa Pattanakarn Pathum Thani School. (2020). *Academic achievement report: Academic years 2019–2020*. Triamudomsuksa Pattanakarn Pathum Thani School. [Translated]
- National Institute of Educational Testing Service (Public Organization). (2019). *Results of the Ordinary National Educational Test (O-NET): Mathematics, Grade 12, Academic Year 2019*. NIETS. [Translated]
- National Institute of Educational Testing Service (Public Organization). (2020). *Results of the Ordinary National Educational Test (O-NET): Mathematics, Grade 12, Academic Year 2020*. NIETS. [Translated]
- Noisri, W. (2018). *A development of learning activities by sscs model to enhance mathematics problem solving ability on conic sections for grade 10 students* (Master in Education in Curriculum and Instruction, Naresuan University). [Translated]
- Nualnuch, C. (2017). *Effects of organizing learning activities using 5es instructional model and open-ended problem on mathematical reasoning ability and learning achievement of Mathayomsuksa 4 students* (Master of Education in Mathematics Teaching, Burapha University). [Translated]
- Office of the Basic Education Commission. (2017). Basic education core curriculum B.E. 2551 (Revised 2017). Office of the Basic Education Commission. [Translated]
- Office of Learning Resources for Educational Quality Development. (2021). *PISA 2018 assessment results: Reading, mathematics, and science*. Office of Learning Resources for Educational Quality Development. [Translated]
- Omthuan, K. (2021). The effects of mathematics learning activities on the topic of the introduction to data analysis using inquiry method (5E) with concept mapping technique for Mathayomsuksa 5 students. *Journal of Teacher Professional Development*, 2(1), 64-76. . [Translated]
- Quinong, S. Sokhuma, K. & Plangprasopchok, S. (2021). Learning management using 5E inquiry-based learning to enhance mathematical communications on pyramids, cones and spheres for secondary 3 students (Grade 9). *Rajabhat Rambhai Barni Research Journal*, 15(3), 95-106. [Translated]
- Pornphukhideo, S. (2019). The development of mathematics instruction model for enhancing analytical thinking abilities and learning achievement on sequence of mathematics education group Matthayamsuksa 5 students. *e-Journal of Education Studies, Burapha University*, 1(3), 57-79.

- Phoprapha, P. (2015). *The development blended learning with sequences and series to develop mathematical skills and processes for Mathayomsuksa 5 students* (Independent Study Master in Educational Technology and Communications, Naresuan University). [Translated]
- Plailek, W. (2020). *The development of an instructional model based on active learning to enhance process skills and mathematical mind for primary students* (Unpublished doctoral dissertation, Silpakorn University). [Translated]
- Phaodee, P. (2019). *Development of learning activities on conic sections by polya s problem solving process of mathayomsuksa 4 Students* (Master of Science in Teaching, Chiang Mai University). [Translated]
- Pornsuwan, S. (2021). Development of the MAT3C instructional model to enhance mathematical process skills for Grade 10 students. *Pacific Institute of Management Sciences Academic Journal*, 7(1), 457–467. [Translated]
- Programme for International Student Assessment (PISA). (2021). *PISA 2018 assessment results: Reading, mathematics, and science*. Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (IPST). [Translated]
- Rera, T. & Kamrat, N. (2022). The effects of cooperative learning by STAD technique with geogebra mathematics on conic section of Matthayomsuksa 4 students. *Social Sciences Research and Academic Journal*, 17(3), 171-184. [Translated]
- Ruangawat, P. (2019). *Development of a constructivist-based learning management model to enhance Grade 11 students' understanding of probability in mathematics* (Master's thesis,Thaksin University).
- Sirisuk, S., Wangphanith, P. & Chuanchom, S. (2020). A study of Mathayomsuksa 4 students' mathematics learning outcomes of conic section using a 5-step learning process. *Journal of Education* 7(1), 63-71. [Translated]
- Sriboon, S. (2018). *The learning outcome of STEAM education based on problem based learning to developing mathematical skills and process for seventh grade students* (Master of Education in Curriculum And Instruction, Silpakorn University). <http://itthesis-ir.su.ac.th/dspace/handle/123456789/1516> [Translated]
- Suriyngam, C. (2023). *The study of mathematics learning achievement and mathematical problem solving on linear equation with one variable for Mathayomsuksa 1 students by inquiry-based learning* (Master of Science In Mathematics Education, Burapha University). https://digital_collect.lib.buu.ac.th/dcims/files/61920208.pdf [Translated]
- Tangkawsakul, S. & Mekanong, A. (2017). Development of mathematical activity package by using context basedapproach and mathematical modelling to enhance mathematical connection ability and attitude towards mathematics of ninth grade students. *Online Journal of Education*, 12(3), 442-458. doi:<http://doi.org/10.58837/CHULA.THE.2017.768> [Translated]

- Tripaiboon, K. (2014). *Development of a learning management model based on constructivist theory integrated with a conceptual-teaching approach to cultivate conceptual understanding and mathematical problem-solving abilities in conic sections among Grade 10 students* (Doctoral dissertation, Burapha University).
- U-thaisaeng, P. (2020). The development of an instructional model to promote the ability to solve mathematical problems for Nineth grade students. *Journal of Roi Et Rajabhat University*, 14(2), 63-75. [Translated]
- Wangwalsin, W. (2017). *Development of an instructional model integrating the mathematical problem-solving process with TGT cooperative learning to enhance mathematical problem-solving skills in Grade 11 students* [Unpublished manuscript]. [Translated]
- Wisetsiri, B. (2012). Measuring attitudes toward mathematics of Mathayomsuksa 3 EP students. Classroom research [Unpublished manuscript]. [Translated]