

การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้การสอนทางเรขาคณิตที่เสริมสร้าง
ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ
ผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษา
The Development of Instructional Geometry Problems Activities to Enhance
Critical Problem Solving by Design Thinking Process
for Secondary Students

¹ธีระศักดิ์ ธนากุลกรวิพงศ์, ²ยานิน กองทิพย์ ³สุกัญญา หะยีสานและ และ ⁴เอนก จันทรจรรณ
¹Teerasak Thanakoolkawepong, ²Yanin Kongthip ³Sukanya Hajisalah
and ⁴Anek Janjaroon

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

Faculty of Science, Srinakharinwirot University, Thailand.

E-mail: ¹teerasak.thanakoolkawepong@g.swu.ac.th, ²yanin@g.swu.ac.th,

³sukanyah@g.swu.ac.th, ⁴anek@g.swu.ac.th

Received January 12, 2023; Revised February 27, 2023; Accepted March 5, 2023

บทคัดย่อ

บทความนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้การสอนทางเรขาคณิตที่เสริมสร้าง
ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ 2) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญห
อย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน รูปแบบการวิจัยเป็นการวิจัยเชิงทดลอง โดยมีประชากรเป็นนักเรียน
ระดับมัธยมศึกษาที่ผ่านการเรียนเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับเรขาคณิตในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น
โรงเรียนรุ่งอรุณ และกลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 27 คน โดยการเลือกแบบ
เจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย มี 2 ประเภท ได้แก่ 1) เครื่องมือสำหรับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
การสอนทางเรขาคณิต ผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ คือ แผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 8 แผน
แบ่งเป็นกิจกรรมกลุ่ม 4 แผน และกิจกรรมรายบุคคล 4 แผน 2) เครื่องมือสำหรับการวัดประเมินผล
ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน คือ แบบทดสอบวัดความสามารถใน
การแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียน วิเคราะห์ข้อมูลโดย
คำนวณหาประสิทธิภาพ E1/E2 และสถิติ t-test for dependent samples

ผลการวิจัยพบว่า 1. กิจกรรมการเรียนรู้การสอนทางเรขาคณิตที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษา มีประสิทธิภาพ 78.21/75.28 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 2. ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนหลังได้รับกิจกรรมการเรียนรู้การสอนทางเรขาคณิต ผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ สูงกว่าก่อนได้รับกิจกรรมการเรียนรู้การสอนทางเรขาคณิต ผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ผลการวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาวิชาชีพครู คณิตศาสตร์ การวิจัย การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้การสอน รวมถึงการเสริมสร้างทักษะด้านการแก้ปัญหา การคิดอย่างมีวิจารณญาณ หรือการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณต่อไป

คำสำคัญ: กิจกรรมการเรียนรู้การสอนทางเรขาคณิต; การแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ; กระบวนการคิดเชิงออกแบบ

Abstract

This article aimed (1) to develop instructional geometry problems activities to enhance critical problem solving and (2) to compare the critical problem-solving abilities of students. The research model was experimental research. The population consisted of students who studied geometry-related content at the junior high school level at Roong-Aroon School. The target group consisted of 27 Mathayomsuksa 4 students selected through purposive sampling. The interventions used for this research consisted of (1) the tool for instructional geometry problem-solving activities, which is 8 learning lesson plans divided into 4 group activities and 4 individual activities; and (2) a tool for assessing students' critical problem-solving ability, which is a test to measure the ability before studying, between, and after the posttest. Data were analyzed using E1/E2 efficiency calculations and a t-test for dependent sample statistics. The research results were found as follows: 1. The instructional geometry problems activities to enhance critical problem-solving by design thinking process for secondary students with efficiency were equal to 78.21/75.28, which was higher than the criteria. 2. Students' critical problem-solving abilities after being taught instructional geometry problems activities by the design thinking process were higher than before being taught at .01 level of significance. The results of this research will be helpful for the professional development of mathematics teachers, research, and the design of instructional activities, including enhancing problem-solving skills, critical thinking, or critical problem solving.

Keywords: Instructional Geometry Problems Activities; Critical Problem Solving; Design Thinking Process

บทนำ

หนึ่งในทักษะเพื่อดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21 คือ ทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ที่มุ่งเน้นการทำงานเป็นทีม โดยประยุกต์ใช้ความรู้ ทักษะ ทักษะกระบวนการ หรือประสบการณ์ที่ผ่านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เพื่อนำไปสู่การค้นพบใหม่หรือนวัตกรรมที่ใช้ในการแก้ปัญหา หรือตอบสนองความต้องการในชีวิตที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว (Graves et al., 2004) โดยการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา เป็นการสร้างทักษะการคิดแบบต่าง ๆ เช่น การคิดอย่างเป็นเหตุเป็นผล การตัดสินใจผ่านการวิเคราะห์ สังเคราะห์ เปรียบเทียบ ประเมินข้อมูลหลักฐานและความน่าเชื่อถือ รวมถึงการคิดแก้ปัญหาที่ไม่คุ้นเคย หลากหลายและสร้างสรรค์ ทั้งนี้คณิตศาสตร์นับเป็นหนึ่งในสาระวิชาหลักที่มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดของมนุษย์ ให้นุชนมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล คิดเป็นระบบ สามารถวิเคราะห์ปัญหาอย่างรอบคอบและถี่ถ้วน ช่วยให้คาดการณ์ ตัดสินใจ และแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องเหมาะสม (ชนนาต เชื้อสุวรรณทวี, 2561)

สภาครุคณิตศาสตร์แห่งชาติประเทศสหรัฐอเมริกา ได้กล่าวไว้ในหนังสือประจำปี ค.ศ. 1980 : Problem Solving in School Mathematics ว่า “การแก้ปัญหาคือเป็นจุดเน้นสำคัญของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์” โดยการแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา คิดวิเคราะห์ วางแผนแก้ปัญหา และเลือกใช้วิธีการที่เหมาะสม คำนึงถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ พร้อมทั้งตรวจสอบความถูกต้อง (NCTM, 2000; Singapore Curriculum, 2020; สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) ซึ่งความสามารถเหล่านี้ จะช่วยให้นักเรียนตอบสนองต่อสถานการณ์ปัญหาโดยเลือกใช้กลยุทธ์ทางคณิตศาสตร์อย่างเหมาะสมและแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ อัมพร ม้าคนอง (2559) กล่าวว่า การแก้ปัญหาคือเป็นทักษะที่มีความสำคัญและสามารถรวมทักษะอื่น ๆ เช่น การให้เหตุผล การสื่อสาร การเชื่อมโยง และการคิดสร้างสรรค์ เข้าไว้ด้วยกัน ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเชื่อมโยงความรู้ที่เรียนไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง เลือกใช้วิธีการแก้ปัญหาย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ โดยผ่านการคิดวิเคราะห์ข้อมูลหรือสถานการณ์ปัญหา การเปรียบเทียบ การอธิบายทางเลือกในการแก้ปัญหา การตัดสินใจ การลงข้อสรุปได้อย่างถูกต้อง และการไตร่ตรองกระบวนการแก้ปัญหา เป็นต้น ซึ่งกระบวนการคิดในลักษณะดังกล่าวเรียกว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณ จะเห็นว่าการแก้ปัญหาวงคณิตศาสตร์และการคิดอย่างมีวิจารณญาณมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน โดย Paul (1992), Matthee & Turpin (2019) กล่าวในทำนองเดียวกันว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นส่วนหนึ่งของการแก้ปัญหา เพราะการแก้ปัญหาคือต้องการความสามารถในการเข้าใจปัญหาและการใช้เหตุผลในการเลือกกลยุทธ์ ซึ่งนั่นเป็นส่วนหนึ่งของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ นอกจากนี้ จิรันธนิน คงจีน และ วาริรัตน์ แก้วอุไร (2562) กล่าวถึงความเกี่ยวเนื่องของการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาในทำนองเดียวกันว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการสั่งงาน ที่ประกอบด้วยขั้นตอนของการคิดที่ผ่านการไตร่ตรอง รอบคอบ และสรุปอย่างสมเหตุสมผล ส่วนการแก้ปัญหา เป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการ

ทำงาน ซึ่งเน้นการปฏิบัติงานเพื่อขจัดปัญหาและบรรลូវัตถุประสงค์ ดังนั้น การบูรณาการการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา หรือที่เรียกว่า “การแก้ปัญหอย่างมีวิจารณญาณ” จึงเป็นกิจกรรมทางความคิดที่ส่งเสริมให้เกิดการแก้ปัญหาได้อย่างสมบูรณ์และมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น จะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาวิชาชีพครูคณิตศาสตร์ การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์และการวิจัยที่เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (วนิทร พูนโปลย์พัฒน์, 2565)

เรขาคณิตเป็นสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์หนึ่งที่สำคัญ เพราะสิ่งที่พบเห็นจากธรรมชาติหรือสิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้น ล้วนเป็นรูปแบบทางเรขาคณิตพื้นฐาน หรือเป็นสิ่งที่อาศัยหลักการทางเรขาคณิตในการสร้างสรรค์งานทั้งสิ้น อีกทั้งยังเป็นศาสตร์ที่มีความสำคัญในการพัฒนาคนให้มีความคิด การคิดวิเคราะห์ การวางแผน การตัดสินใจ การให้เหตุผล การคิดสร้างสรรค์ และการแก้ปัญหา เป็นต้น (กมล นาคสุทธิ และ สมยศ ชิตมงคล, 2560; นันทชัย นวลสะอาด และคณะ, 2563) ทั้งนี้ผู้วิจัยเห็นว่าเรขาคณิตมีความเหมาะสมและสอดคล้องกับกระบวนการคิดเชิงออกแบบ เนื่องจากเป็นเนื้อหาที่สามารถแปลงให้อยู่ในรูปธรรมได้และเป็นสื่อกลางในการคิดและแก้ปัญหอย่างมีวิจารณญาณอีกด้วย

บทความวิจัยนี้จึงนำเสนอแนวทางในการพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนทางเรขาคณิตที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหอย่างมีวิจารณญาณ ผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ โดยทำการทดลองและหาประสิทธิภาพรายบุคคล กลุ่มย่อย ภาคสนาม และเพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน ตลอดจนเป็นแนวทางในการพัฒนาการจัดการเรียนการสอนของครู เพื่อช่วยเสริมสร้างทักษะการแก้ปัญหอย่างมีวิจารณญาณ หรือทักษะทางคณิตศาสตร์ในด้านอื่น ๆ ต่อไป

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนทางเรขาคณิตที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหอย่างมีวิจารณญาณ ผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70
2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนก่อนและหลังเรียนผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ

การทบทวนวรรณกรรม

การแก้ปัญหอย่างมีวิจารณญาณ

การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ หมายถึง กระบวนการในการประยุกต์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ ขั้นตอน/กระบวนการแก้ปัญหา ยุทธวิธีแก้ปัญหา และประสบการณ์ที่มีอยู่ไปใช้ในการค้นหาคำตอบของปัญหาคณิตศาสตร์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555) ทั้งนี้

Polya (1957) ได้นำเสนอกระบวนการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา ขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา ขั้นที่ 3 ดำเนินการแก้ปัญหา และขั้นที่ 4 ตรวจสอบคำตอบ

จิรันธนิน คงจีน และ วาริรัตน์ แก้วอุไร (2562) และ อัมพร ม้าคนอง (2559) ให้ความหมายของการคิดอย่างมีวิจารณญาณ คล้ายคลึงกันว่า การคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นการคิดอย่างรอบคอบของบุคคลในสถานการณ์หรือปัญหา โดยใช้ความรู้ ประสบการณ์ของตนเอง การรวบรวมข้อมูล อาศัยทักษะหลาย ๆ ด้าน เช่น การวิเคราะห์ และการประเมินเพื่อตัดสินใจเกี่ยวกับสถานการณ์หรือปัญหาที่พบ จนสามารถสรุปผลและประเมินผลการคิดของตนเองได้อย่างมีประสิทธิภาพ รวมถึงการคิดทบทวนกระบวนการแก้ปัญหาว่าถูกต้อง เหมาะสม หรือสมเหตุสมผลหรือไม่ นอกจากนี้ผู้วิจัยได้ทำการสังเคราะห์กระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ 5 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นที่ 1 พิจารณาประเด็นปัญหา ขั้นที่ 2 รวบรวม วิเคราะห์ และจัดระบบข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหา ขั้นที่ 3 ตั้งสมมติฐานและตัดสินใจเลือกแนวทางในการแก้ปัญหา ขั้นที่ 4 ดำเนินการแก้ปัญหา และขั้นที่ 5 ประเมินผล

จะเห็นว่าการแก้ปัญหาและการคิดอย่างมีวิจารณญาณ มีความเกี่ยวเนื่องซึ่งกันและกัน เห็นได้จากกระบวนการแก้ปัญหาและกระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่มีความคล้ายคลึงกันหลายขั้นตอน ซึ่งการแก้ปัญหาเป็นกระบวนการทำงานที่มุ่งเน้นการปฏิบัติเพื่อขจัดปัญหาและบรรลุลักษณะส่วนการคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการสั่งงานที่มุ่งเน้นการคิดที่ผ่านการไตร่ตรอง รอบคอบ และลงข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผล ส่งผลให้การนำเสนอมีประสิทธิภาพ ถูกต้อง ครบถ้วน และมีความน่าสนใจ (วิเชียร ฤคพามงคลชัย และ อรพิน ศิริสัมพันธ์, 2561) การเปิดใจยอมรับการเปลี่ยนแปลงและแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับผู้อื่น (วิทวินทร์ ประทังคติ, พิจิตรา ธงพานิช และ สฤณี ศรีขาว, 2565) ดังนั้นการคิดอย่างมีวิจารณญาณจึงเป็นการส่งเสริมให้เกิดกระบวนการคิดสำหรับแก้ปัญหาได้อย่างสมบูรณ์ยิ่งขึ้น หรือที่เรียกว่า “การแก้ปัญหาย่างมีวิจารณญาณ”

ทั้งนี้ผู้วิจัยสรุปความหมายของ การแก้ปัญหาย่างมีวิจารณญาณ หมายถึง การดำเนินการในการค้นหาผลเฉลยและตอบสนองความต้องการที่แท้จริงของสถานการณ์ปัญหา โดยต้องใช้ความรู้หรือแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่ผ่านการพิจารณา ไตร่ตรองอย่างรอบคอบตามขั้นตอน นอกจากนี้ผู้วิจัยทำการสังเคราะห์ตัวชี้วัดความสามารถในการแก้ปัญหาย่างมีวิจารณญาณ ดังนี้

ตารางที่ 1 ตัวชี้วัดความสามารถในการแก้ปัญหาย่างมีวิจารณญาณ

การแก้ปัญหา อย่างมีวิจารณญาณ	ตัวชี้วัดความสามารถใน การแก้ปัญหาย่างมีวิจารณญาณ ประกอบด้วย
ด้านการพิจารณาประเด็นปัญหา	- ระบุส่วนที่ไม่เกี่ยวข้องหรือสิ่งที่ไม่จำเป็นในการแก้ปัญหา
อย่างละเอียด	- ระบุส่วนที่เป็นเงื่อนไขหรือมีความสำคัญหรือจำเป็นในการแก้ปัญหา
	- ระบุส่วนที่เป็นปัญหาหรือสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ
	- ระบุความต้องการที่แท้จริงของปัญหา

การแก้ปัญหา อย่างมีวิจารณญาณ	ตัวชี้วัดความสามารถใน การแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ประกอบด้วย
ด้านการวางแผน รวบรวมข้อมูล และเลือกแนวทางในการ แก้ปัญหาอย่างรอบคอบ	- ระบุแผนการดำเนินการที่ใช้ในการแก้ปัญหา - ระบุขั้นตอนในการแก้ปัญหอย่างเป็นลำดับ - ระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหา - พิจารณาความถูกต้องและความเพียงพอของข้อมูลที่ใช้ในการแก้ปัญหา - อธิบายเหตุผลในการเลือกใช้แนวทางในการแก้ปัญหา
ด้านการดำเนินการแก้ปัญหาตาม แนวทางที่ตัดสินใจเลือก	- สามารถดำเนินการตามแผนที่วางไว้ พร้อมตรวจสอบการแสดงผลลัพธ์หรือคำตอบให้ตรงตามเงื่อนไขอยู่เสมอ
ด้านตรวจสอบและปรับปรุง ผลลัพธ์	- พิจารณาตรวจทานผลลัพธ์และคำตอบกับเงื่อนไขและความต้องการที่แท้จริงของสถานการณ์ปัญหา - ปรับปรุงแก้ไขผลลัพธ์และคำตอบให้ถูกต้องตรงตามเงื่อนไขและความต้องการที่แท้จริงของสถานการณ์ปัญหา

การคิดเชิงออกแบบ

กระบวนการคิดเชิงออกแบบนับเป็นกระบวนการที่ถูกยอมรับและนำมาประยุกต์ใช้กันอย่างแพร่หลาย (The Stanford d.school Bootcamp Bootleg (The d.school, 2010) ประกอบด้วย ขั้นที่ 1 การเข้าใจกลุ่มเป้าหมาย คือการทำความเข้าใจกลุ่มผู้ใช้งาน ขั้นที่ 2 การตั้งกรอบปัญหา คือ การสังเคราะห์สิ่งที่ค้นพบจากขั้นที่ 1 ไปสู่ความเข้าใจที่ลึกซึ้งและความต้องการที่แท้จริงของกลุ่มเป้าหมาย ขั้นที่ 3 การระดมความคิด คือขั้นตอนในกระบวนการออกแบบซึ่งเน้นไปที่การสร้างสรรค์ไอเดียเดียวที่ตอบโจทย์ปัญหาได้อย่างแตกต่างหลากหลาย ขั้นที่ 4 สร้างต้นแบบ คือ การแปลงความคิดออกมาแสดงเป็นรูปธรรม ซึ่งอาจอยู่ในรูปแบบทางกายภาพใดก็ได้ที่สามารถเห็นและสัมผัสได้ และขั้นที่ 5 ขั้นตอนทดสอบ คือ การปรับปรุงและพัฒนาแนวคิดให้ดียิ่งขึ้น

ทั้งนี้ผู้วิจัยได้นำแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องจากการทบทวนวรรณกรรมข้างต้น มากำหนดเป็นกรอบแนวคิดของการวิจัย เพื่อเป็นแนวทางในการดำเนินการพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนทางเรขาคณิตที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหอย่างมีวิจารณญาณ ผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษา ตามกรอบแนวคิดการวิจัยในหัวข้อถัดไป

กรอบแนวคิดของการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) โดยผู้วิจัยกำหนดกรอบแนวคิดในการพัฒนาการเรียนการสอนทางเรขาคณิตที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหอย่างมีวิจารณญาณ ผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษา ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

ระเบียบวิธีวิจัย

ขั้นตอนที่ 1 การกำหนดกลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนรุ่งอรุณ จำนวน 27 คน โดยเลือกแบบเจาะจง ซึ่งมีเงื่อนไขในการเลือกกลุ่มเป้าหมาย คือ จะต้องเป็นนักเรียนที่ผ่านการเรียนรู้เนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับเรขาคณิตในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ผู้วิจัยทำการพิจารณาคะแนนของนักเรียนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาย่างมีวิจารณญาณก่อนเรียน โดยเรียงคะแนนจากสูงสุดไปต่ำสุด แล้วแบ่งนักเรียนออกเป็น 3 กลุ่ม ตามระดับคะแนน คือ กลุ่มที่มีคะแนนในระดับสูง ปานกลาง และต่ำ กลุ่มละ 9 คน เพื่อทำการทดลอง ตรวจสอบความเป็นปรนัยและหาประสิทธิภาพของเครื่องมือ 3 ครั้ง ดังนี้ 1) การหาประสิทธิภาพรายบุคคล เป็นนักเรียนจำนวน 3 คน ที่ได้รับการเลือกแบบเจาะจงจากนักเรียนกลุ่มสูง 1 คน กลุ่มปานกลาง 1 คน และกลุ่มต่ำ 1 คน 2) การหา

ประสิทธิภาพกลุ่มย่อย เป็นนักเรียนจำนวน 6 คน ที่ได้รับการเลือกแบบเจาะจง จากนักเรียนกลุ่มสูง 2 คน กลุ่มปานกลาง 2 คน กลุ่มต่ำ 2 คน และไม่เป็นนักเรียนในกลุ่มรายบุคคล 3) การหาประสิทธิภาพภาคสนาม เป็นนักเรียนจำนวน 18 คน ที่ไม่เป็นนักเรียนในกลุ่มรายบุคคลและกลุ่มย่อย ซึ่งเป็นนักเรียนกลุ่มสูง 6 คน กลุ่มปานกลาง 6 คน และกลุ่มต่ำ 6 คน

ขั้นตอนที่ 2 การกำหนดกรอบแนวคิดในการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้การสอนทางเรขาคณิตที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาทางอย่างมีวิจารณญาณ ผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษา

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย คือ เนื้อหาทางเรขาคณิต ที่ไม่เกินระดับมัธยมศึกษาตอนต้น กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย คือ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 โรงเรียนรุ่งอรุณ จำนวน 11 คาบเรียน แบ่งเป็นกิจกรรมกลุ่ม 4 คาบเรียน คาบเรียนละ 150 นาที กิจกรรมรายบุคคล 4 คาบเรียน คาบเรียนละ 100 นาที และทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียน 3 คาบเรียน ใช้เวลาในการทำแบบทดสอบฉบับละ 50 นาที โดยใช้ช่วงนอกเวลาเรียน ซึ่งมีลำดับในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอน แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ลำดับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนทางเรขาคณิตที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ

คาบที่	หน่วยการเรียนรู้ (สาระการเรียนรู้)	ประเภท	เวลา (นาที)
1	ทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณก่อนเรียน	รายบุคคล	100
2	กิจกรรมที่ 1 สานความตั้งใจสุดท้ายของลุงเพียร (พื้นที่ของรูปเรขาคณิต)	กลุ่ม	150
3	กิจกรรมที่ 2 งาดำชื่อดังย่านบางรัก (ปริมาตรและพีทาโกรัส)	รายบุคคล	100
4	กิจกรรมที่ 3 Slip Slide Slider (อัตราส่วนตรีโกณมิติ)	กลุ่ม	150
5	กิจกรรมที่ 4 น้ำผึ้งมะนาว (ปริมาตร)	รายบุคคล	100
6	ทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณระหว่างเรียน	รายบุคคล	100
7	กิจกรรมที่ 5 หลังคาบ่อปลาจารย์ (อัตราส่วนตรีโกณมิติ)	กลุ่ม	150
8	กิจกรรมที่ 6 สงไม้ควัวแชมป์ (ภาพคลี่และพีทาโกรัส)	รายบุคคล	100
9	กิจกรรมที่ 7 จัดโต๊ะให้ครูธี (มุมมองภาพเรขาคณิตสามมิติและพื้นที่)	กลุ่ม	150
10	กิจกรรมที่ 8 กลองเล็กในลังใหญ่ (ปริมาตร)	รายบุคคล	100
11	ทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียน	รายบุคคล	100

ขั้นตอนที่ 3 การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย

1. เครื่องมือสำหรับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนทางเรขาคณิตที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษา คือ แผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 8 แผน แบ่งเป็นกิจกรรมกลุ่มจำนวน 4 แผน แผนละ 150 นาที สลับกับ กิจกรรมรายบุคคลจำนวน 4 แผน แผนละ 100 นาที

2. เครื่องมือสำหรับการวัดประเมินผลความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน ที่เรียนผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ ประกอบด้วย 2.1) แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณก่อนเรียน 2.2) แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณระหว่างเรียน และ 2.3) แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียน แบบทดสอบละ 2 ข้อ

ขั้นตอนในการสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ

เมื่อผู้วิจัยสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเสร็จเรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยนำเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเสนอต่อคณะกรรมการควบคุมปริญาานิพนธ์เพื่อพิจารณาปรับปรุงแก้ไข เมื่อปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำจนผ่านคณะกรรมการควบคุมปริญาานิพนธ์แล้ว จึงนำเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาและความเหมาะสมทางภาษาที่ใช้ โดยรายการประเมินในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้เชี่ยวชาญประเมินจะต้องมีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 3.50 ขึ้นไป ที่แปลความได้ว่าเหมาะสมมาก และในแบบทดสอบ ผู้วิจัยทำการคัดเลือกข้อที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป รวมทั้งนำเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยมาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญเพื่อให้ได้คุณภาพตามที่กำหนด

ขั้นตอนที่ 4 การหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนการสอนทางเรขาคณิตที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษา ผู้วิจัยดำเนินการทดลองกับกลุ่มเป้าหมายเพื่อหาประสิทธิภาพรายบุคคล กลุ่มย่อย และภาคสนาม โดยนำคะแนนจากกิจกรรมรายบุคคลและแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียน มาทำการคำนวณหาประสิทธิภาพ E1/E2 ซึ่ง E1 หมายถึง ประสิทธิภาพของกระบวนการ และ E2 หมายถึง ประสิทธิภาพของผลลัพธ์

ขั้นตอนที่ 5 วิเคราะห์ข้อมูล

เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนการสอนทางเรขาคณิตที่เรียนผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบโดยใช้สถิติ t-test for dependent samples

ผลการวิจัย

เมื่อผู้วิจัยนำเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ผลการประเมินพบว่า แผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 8 แผน มีค่าเฉลี่ยมากกว่า 3.50 หรือที่แปลความว่า เหมาะสมมาก ในทุกรายการประเมิน และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียน ทุกข้อมีค่า IOC มากกว่า 0.5 ขึ้นไป ทั้งนี้การพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนทางเรขาคณิตที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาทางอย่างมีวิจารณญาณ ผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษา สรุปผลการวิจัยได้ ดังนี้

วัตถุประสงค์ที่ 1 ผลการหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนการสอนทางเรขาคณิตที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาทางอย่างมีวิจารณญาณ ผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษา

ผู้วิจัยได้นำเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 8 แผน และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียน ไปทดลองกับกลุ่มเป้าหมาย จำนวน 3 ครั้ง เพื่อทำการหาประสิทธิภาพรายบุคคล กลุ่มย่อย และภาคสนาม ตามลำดับ โดยผลการหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนการสอนทางเรขาคณิตที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาทางอย่างมีวิจารณญาณ ผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษา แสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนการสอนทางเรขาคณิตที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาทางอย่างมีวิจารณญาณ ผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษา

การหา ประสิทธิภาพ	จำนวน นักเรียน (คน)	การหาประสิทธิภาพของกระบวนการ			ประสิทธิภาพของผลลัพธ์		
		คะแนนเต็ม	คะแนนรวม ทั้งหมด	E1	คะแนนเต็ม	คะแนนรวม ทั้งหมด	E2
รายบุคคล	3	140	320	76.19	40	89	74.17
กลุ่มย่อย	6	140	655	77.98	40	182	75.83
ภาคสนาม	18	140	1971	78.21	40	542	75.28

จากตารางที่ 3 แสดงผลการหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนการสอนทางเรขาคณิตที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาทางอย่างมีวิจารณญาณ ผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษา โดยมีประสิทธิภาพรายบุคคล กลุ่มย่อย และภาคสนาม เท่ากับ 76.19/74.17 77.98/75.83 และ 78.21/75.28 ตามลำดับ นอกจากนี้ ผู้วิจัยค้นพบปัญหา/สิ่งที่ควรปรับปรุง รวมถึงแนวทางในการปรับปรุงและสิ่งที่พบเห็นเพิ่มเติม โดยมีรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 4 ปัญหาที่ค้นพบ/สิ่งที่ควรปรับปรุงจากการหาประสิทธิภาพรายบุคคล

กิจกรรมที่	ปัญหาที่ค้นพบ/สิ่งที่ควรปรับปรุง
1	นักเรียนใช้เวลาเกินที่กำหนด เพราะ นักเรียนรวมอภิปรายหลังดูวิดีโอที่ค้นกันค่อนข้างนาน และในกิจกรรม มีเงื่อนไขค่อนข้างมาก และ เข้าใจความหมายหรือสิ่งที่ต้องระบุใน Empathy Map
2	นักเรียนใช้เวลาในขั้น Empathy และขั้น Ideate เกินกว่าที่กำหนด
3	นักเรียนเกิดความสับสนภาพที่ใช้ในกิจกรรมที่ 3 เนื่องจากภาพสไลด์โครงสร้างขึ้นจากด้านข้าง (Side View) แต่ภาพขอบสระเป็นภาพที่สร้างจากด้านบน (Top View) นักเรียนระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ในใบกิจกรรม About My Solution เกินกว่าเวลาที่กำหนด นักเรียนไม่สามารถลงมือแก้ปัญหาในใบกิจกรรม About Prototype ได้
4	ขั้นนำเข้าสู่บทเรียนใช้เวลานานเกินกว่าเวลาที่กำหนด เนื่องจากการผสมน้ำฟุ้งมะนาว
5	นักเรียนไม่สามารถคำนวณเพื่อหาส่วนต่าง ๆ ของหลังคาคลุมบ่อปลาครีปได้ นักเรียนสามารถสร้างชิ้นงานต้นแบบได้ แต่เสาของหลังคาคลุมบ่อปลาครีปไม่แข็งแรงเท่าที่ควร เนื่องจากนักเรียนใช้อัตราส่วนในการสร้างชิ้นงานต้นแบบเป็น 100 ซม. : 10 ซม.
6	นักเรียนเกิดความสับสนในการคิดความยาวของไม้ค้ำจาก 110 ซม. เป็น 120 ซม.
7	ใบกิจกรรม About Prototype มีลักษณะเป็นช่องตาราง ทำให้นักเรียนออกแบบชิ้นงานต้นแบบออกมาได้ไม่ชัดเจนเท่าที่ควร
	นักเรียนไม่คำนวณความหนาของกระดาษชานอ้อย ทำให้บางส่วนของชิ้นงานต้นแบบไม่สามารถประกอบเข้ากันได้
8	นักเรียนใช้เวลาในการสร้างชิ้นงานต้นแบบ (โมเดลกระดาษ) มากกว่าเวลาที่กำหนด

จากตาราง 4 จะเห็นว่าในแต่ละกิจกรรมมีปัญหาที่ค้นพบ/สิ่งที่ควรปรับปรุง ซึ่งผู้วิจัยได้มีแนวทางในการปรับปรุงเพื่อให้กิจกรรมการเรียนการสอนมีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น รวมทั้งสิ่งที่พบเห็นเพิ่มเติม โดยมีรายละเอียดดังนี้

กิจกรรมที่ 1 ผู้วิจัยควรทำการตัดต่อวิดีโอที่ค้นในส่วนที่สำคัญเพื่อให้มีเวลาในการอภิปรายเพิ่มขึ้น ลดเงื่อนไขในกิจกรรม จำนวน 1 เงื่อนไข จากห้องนอนของลูกแฝด 2 ห้อง เป็นลูกแฝดนอนห้องเดียวกัน และอธิบายความหมายหรือสิ่งที่ต้องระบุใน Empathy Map เช่น What she see หมายถึง สิ่งที่เราเห็นว่าเป็นปัญหา

กิจกรรมที่ 2 ผู้วิจัยควรขยายเวลาในขั้น Empathy จาก 10 นาที เป็น 10-15 นาที และในขั้น Ideate จาก 5-10 นาที เป็น 10-15 นาที และพบเห็นเพิ่มเติมว่านักเรียน 1 คน ระบุขนาดของกล่องได้หลากหลายรูปแบบ แล้วทำการเลือกภายหลัง ก่อนนำขนาดที่เลือกไปสร้างชิ้นงานต้นแบบ

กิจกรรมที่ 3 ผู้วิจัยควรปรับภาพในใบกิจกรรม ขยายเวลาในขั้น Ideate จาก 10-15 นาที เป็น 15-20 นาที และแสดงยกตัวอย่างเพื่อทบทวนการหาความยาวด้านของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก โดยใช้หลักการหาจากอัตราส่วนตรีโกณมิติ

กิจกรรมที่ 4 ผู้วิจัยปรับขึ้นนำเข้าสู่บทเรียนจากให้นักเรียนผสมน้ำผึ้งมะนาวเป็นการดื่ม น้ำผึ้งมะนาวที่ผู้วิจัยเตรียมไว้ แล้วเฉลยตอนท้ายว่า “สูตรน้ำผึ้งมะนาวนี้เป็นของดี” และขยายเวลาในชั้น Ideate จาก 5-10 นาที เป็น 10-15 นาที

กิจกรรมที่ 5 ผู้วิจัยควรแบ่งคำถามย่อย ให้นักเรียนคิดทีละขั้นตอน เช่น ความสูงของเสาด้านซ้ายเป็นเท่าไร ความสูงของเสาด้านยาวเป็นเท่าไร และความกว้างของหลังคาเป็นเท่าไร และจัดเตรียมอุปกรณ์ในการทำเสา เช่น ตะเกียบ และดินน้ำมันสำหรับปักเสาลงหลังคาให้มีความแข็งแรงมากขึ้น หรือผู้วิจัยควรแนะนำให้นักเรียนสร้างชิ้นงานต้นแบบเป็น 100 ซม. : 5 ซม.

กิจกรรมที่ 6 ผู้วิจัยควรอธิบายถึงที่มาของความยาวไม้ค้ำว่า จากไม้ค้ำยาว 110 ซม. เมื่อนำพลาสติกกันกระแทกมาพันรอบไม้ค้ำจะเกิดความหนาขึ้น ทำให้ไม่สามารถใส่กล่องในแนวทะแยงได้ ทางร้านจึงให้ตัดความยาวเพื่อไว้ 10 ซม. รวมเป็น 120 ซม.

กิจกรรมที่ 7 ผู้วิจัยควรจัดเตรียมกระดาษสำหรับการออกแบบชิ้นงานต้นแบบให้นักเรียน และเน้นย้ำถึงความหนาของวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างชิ้นงานต้นแบบ

กิจกรรมที่ 8 ผู้วิจัยควรให้นักเรียนทำชิ้นงานต้นแบบ (โมเดลกระดาษ) เพียง 1 ชิ้น แต่เน้นย้ำให้นักเรียนเขียนอธิบายการจัดวางในลังให้ดูให้ชัดเจน

ตารางที่ 5 ปัญหาที่ค้นพบ/สิ่งที่ควรปรับปรุงจากการหาประสิทธิภาพกลุ่มย่อย

กิจกรรมที่	ปัญหาที่ค้นพบ/สิ่งที่ควรปรับปรุง
1	จากการสร้างชิ้นงานต้นแบบของนักเรียนพบว่า ห้องนอนของลูกแฝดเกิดความไม่สมจริงเนื่องจากมีขนาดค่อนข้างเล็กเกินไป
2	นักเรียนตั้งคำถามว่า สามารถคำนวณหรือสร้างเป็นรูปทรงอื่นได้หรือไม่
3	นักเรียน 1 คน ไม่สามารถตรวจสอบผลลัพธ์ในชั้น Test ได้
4	นักเรียนที่มีความต้องการออกแบบและสร้างชิ้นงานต้นแบบในลักษณะพีระมิดเกิดความสับสนระหว่าง ส่วนสูงหรือสูงตรง กับสูงเอียงของพีระมิด
5	จากการสร้างชิ้นงานต้นแบบพบว่า ความสูงขนาดของบ่อปลาทำให้เกิดความไม่สมจริง
6	นักเรียนสับสนหรือหลงลืมเงื่อนไขของกล่องที่ต้องมีความหนาอย่างน้อย 10 ซม.
7-8	-

จากตาราง 5 จะเห็นว่าในกิจกรรมมีปัญหาที่ค้นพบ/สิ่งที่ควรปรับปรุง ซึ่งผู้วิจัยได้มีแนวทางในการปรับปรุงเพื่อให้กิจกรรมการเรียนการสอนมีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น รวมทั้งสิ่งที่พบเห็นเพิ่มเติมโดยมีรายละเอียดดังนี้

กิจกรรมที่ 1 ผู้วิจัยทำการแก้ไขขนาดห้องนอนลูกแฝด จาก 12 ตร.ซม. เป็น 24 ตร.ซม.

กิจกรรมที่ 2 ผู้วิจัยควรระบุในกิจกรรมให้ชัดเจนว่าเป็นกล่องปริซึมสี่เหลี่ยมสำหรับใส่กาดำ

กิจกรรมที่ 3 ผู้วิจัยแนะนำให้นักเรียนใช้ความรู้ เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ในการตรวจคำตอบ นอกจากนี้ผู้วิจัยพบว่า เมื่อนักเรียนใช้ความรู้ เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติในการหาความยาวด้านของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากได้ด้านหนึ่งแล้ว นักเรียน 1 กลุ่มประยุกต์ใช้ความรู้เรื่อง ทฤษฎีบทพีทาโกรัสในการหาความยาวด้านที่เหลือแทนการใช้ความรู้ในเรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ

กิจกรรมที่ 4 ผู้วิจัยได้ทำการอธิบายวิธีการหาค่าสูงเอียง โดยใช้สื่อพีระมิดในลักษณะสามมิติ เพื่อให้นักเรียนเห็นภาพได้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น

กิจกรรมที่ 5 ผู้วิจัยควรผู้ปรับขนาดบ่อปลาจาก สูง 1 ม. เป็น สูง 1.2 ม.

กิจกรรมที่ 6 ผู้วิจัยควรอธิบายตัวอย่างภาพคลิกล่องของบริษัท paypoint service จาก 1 กล้อง เป็น 2 กล้อง และกำกับให้เห็นถึงความหนาของกล้องจากภาพคลิที่ยกตัวอย่าง

กิจกรรมที่ 7 ผู้วิจัยควรให้นักเรียนสร้างชิ้นงานขนาดจริง เพื่อนำชิ้นงานต้นแบบนั้นไปใช้งานอย่างอื่นได้จริงต่อไป

กิจกรรมที่ 8 ผู้วิจัยสร้างลัทธิลูกบาศก์ขนาดตามโจทย์ เพื่อให้นักเรียนเห็นภาพของลัทธิใหญ่ และเพื่อให้นักเรียนนำชิ้นงานต้นแบบมาทำการตรวจสอบได้อีกด้วย

ตารางที่ 6 ปัญหาที่ค้นพบ/สิ่งที่ควรปรับปรุงจากการหาประสิทธิภาพภาคสนาม

กิจกรรมที่	ปัญหาที่ค้นพบ/สิ่งที่ควรปรับปรุง
1	นักเรียนจำนวน 2 กลุ่ม จาก 6 กลุ่ม ไม่สามารถสร้างชิ้นงานต้นแบบได้ตามเวลาที่กำหนด
2 – 5	-
6	นักเรียนสอบถามถึงความยาวของไม้ค้ำ พร้อมตั้งคำถามว่า สามารถคำนวณความยาวของไม้ค้ำได้มากกว่า 120 ซม. หรือไม่
7	นักเรียนกลุ่มหนึ่งสอบถามความกว้างและความยาวของโต๊ะทำงานครู ซึ่งส่งผลต่อการออกแบบและสร้างชิ้นงานต้นแบบของนักเรียน
8	-

จากตาราง 6 จะเห็นว่าในบางกิจกรรมมีปัญหาที่ค้นพบ/สิ่งที่ควรปรับปรุง ซึ่งผู้วิจัยได้มีแนวทางในการปรับปรุงเพื่อให้กิจกรรมการเรียนการสอนมีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น รวมทั้งสิ่งที่พบเห็นเพิ่มเติม โดยมีรายละเอียดดังนี้

กิจกรรมที่ 1 ผู้วิจัยให้เวลาเพิ่มแก่นักเรียนที่ยังการสร้างชิ้นงานต้นแบบไม่เสร็จ หรืออาจต้องคอยกระตุ้นเมื่อเห็นท่าทีของนักเรียนในการทำงานกับช่วงเวลาที่เหลือ นอกจากนี้ผู้วิจัยเห็นว่า การจัดกิจกรรมในครั้งนี้มีจำนวนกลุ่มมากขึ้น ทำให้นักเรียนเกิดแนวคิดในการแก้ปัญหาและแนวทางในการสร้างชิ้นงานต้นแบบที่หลากหลาย นับเป็นห้องเรียนที่มีความสนุกสนานมากขึ้น

กิจกรรมที่ 2 ผู้วิจัยพบเห็นว่า ร้อยละ 50 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด สามารถคำนวณและระบุขนาดของกล่องงาได้หลากหลายรูปแบบ ก่อนตัดสินใจเลือกสร้างชิ้นงานต้นแบบเพียง 1 ชิ้น และนักเรียนร่วมกันเรียนรู้ว่า ขนาดของกล่องที่ต่างกันจะทำให้หลอดมีความยาวที่ต่างกัน

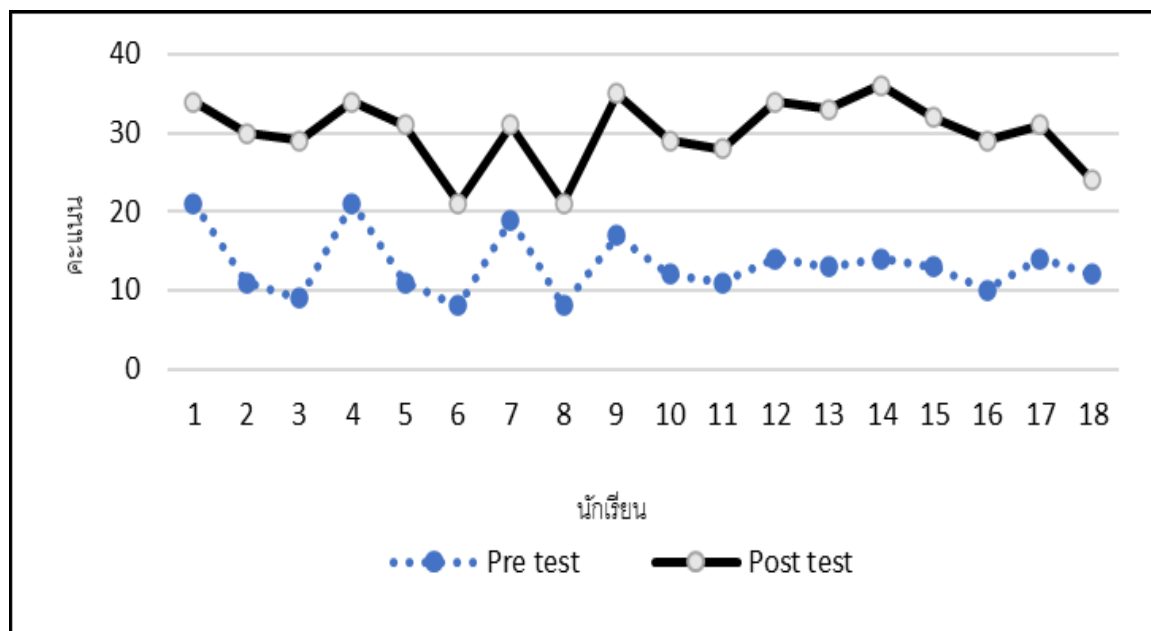
กิจกรรมที่ 4 ผู้วิจัยพบเห็นว่า นักเรียนมีความพยายามในการออกแบบบรรจุภัณฑ์ที่แตกต่างกัน และมีการออกแบบบรรจุภัณฑ์ที่ผสมผสานหลายรูปทรง

กิจกรรมที่ 6 ผู้วิจัยเพิ่มเงื่อนไขจากไม้มีความยาว 120 ซม. เป็น อย่างน้อย 120 ซม.

กิจกรรมที่ 7 ผู้วิจัยระบุขนาดโต๊ะครูที่มีความกว้าง 1 ม. และยาว 1.2 ม.

กิจกรรมที่ 8 ผู้วิจัยพบเห็นว่า นักเรียนออกแบบบรรจุภัณฑ์ปริซึมฐานสามเหลี่ยม ซึ่งเป็นรูปทรงที่ผู้วิจัยไม่ได้คาดการณ์คำตอบไว้ในตอนแรก

วัตถุประสงค์ที่ 2 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนก่อนและหลังเรียนผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ ผู้วิจัยนำคะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนภาคสนามมาเขียนแผนภูมิเปรียบเทียบ ตามแนวคิดของซัยยัค พรหมวงศ์ (2556) แสดงดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 แผนภูมิเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ
ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนภาคสนาม

จากภาพที่ 2 จะเห็นว่า นักเรียนภาคสนามมีคะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน จากนั้นผู้วิจัยทำการวิเคราะห์เพื่อ

เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนการสอนทางเรขาคณิตผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ แสดงดังตารางที่ 7 ดังนี้

ตารางที่ 7 แสดงผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนการสอนทางเรขาคณิตผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ

การทดสอบ	n	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	S.D.	t	p
ก่อนการทดลอง	18	40	13.22	3.99	21.79	.00
หลังการทดลอง	18	40	30.11	4.31		

จากตารางที่ 7 พบว่าความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนการสอนทางเรขาคณิตผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 13.22 และ 30.11 คะแนน ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่ากิจกรรมการเรียนการสอนทางเรขาคณิตทางเรขาคณิตผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบส่งผลให้ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนสูงขึ้น

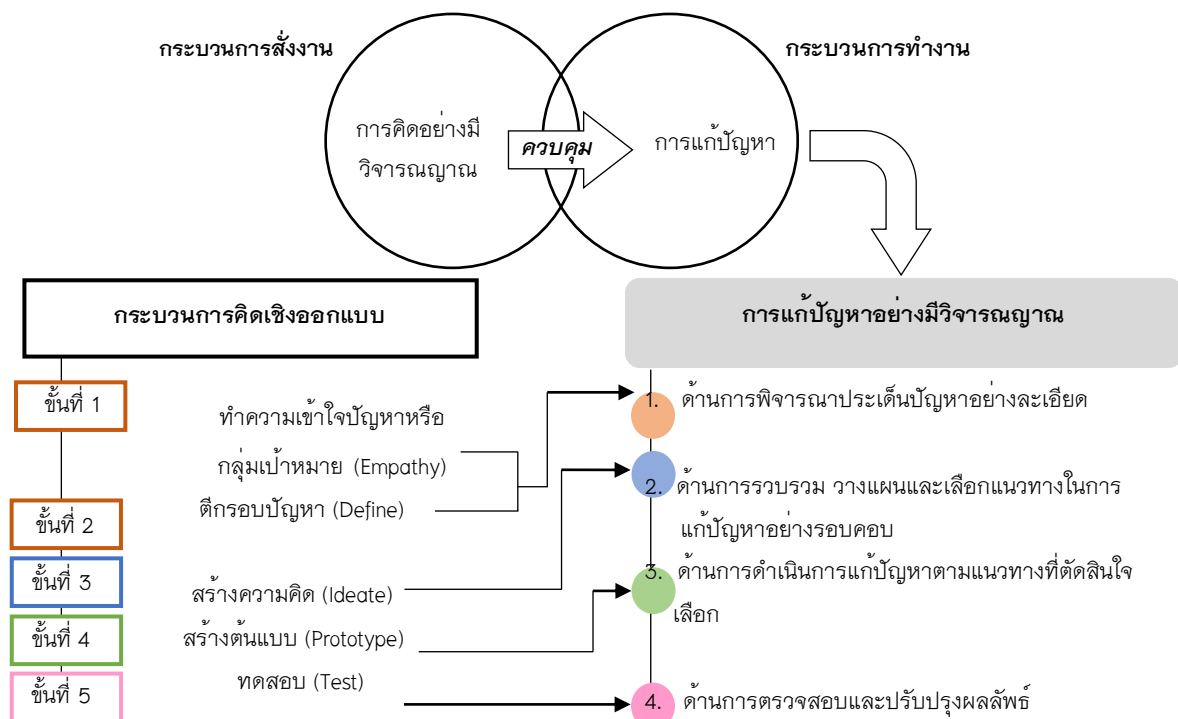
อภิปรายผลการวิจัย

ผลจากการวิจัยวัตถุประสงค์ที่ 1 พบว่า กิจกรรมการเรียนการสอนทางเรขาคณิตที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาทางอย่างมีวิจารณญาณ ผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษา มีประสิทธิภาพ E1/E2 เท่ากับ 78.21/75.28 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 70/70 สอดคล้องกับ นันทชัย นวลสะอาดและคณะ (2563) ที่ได้วางแผนแนวทางในการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ที่บูรณาการแบบเชื่อมโยงกับสถานการณ์จริงในชีวิต โดยเริ่มจากการกำหนดเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและขั้นตอนในการพัฒนาเครื่องมือ การกำหนดขอบเขตเนื้อหา ออกแบบ สร้าง พัฒนา และปรับปรุงแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ เพื่อนำไปทดลองนำร่องเป็นรายบุคคล กลุ่มย่อย และได้ร่างกิจกรรมที่พัฒนาขึ้นมาไปใช้ในการทดลองได้ สอดคล้องกับการวิจัย (ขวัญแก้ว แสงแก้ว, 2565) พบว่า สื่อการจัดการเรียนรู้มีความสำคัญมากในการส่งเสริมทักษะการอ่านเพื่อความเข้าใจ คติวิเคราะห์ ของนักเรียน โดยเฉพาะอย่างยิ่งสื่อที่ใช้เทคโนโลยีที่ทันสมัย เนื้อเรื่องเหมาะสมกับวัยและความสนใจ และเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียน ช่วยให้สื่อที่น่าสนใจมากขึ้น ตลอดจนสื่อช่วยครูให้มีเครื่องมือในการจัดการเรียนการสอนได้สะดวกยิ่งขึ้น สอดคล้องกับการวิจัย (ศรีวรรณ นัตรสุริยวงศ์ และ มาเรียม นิลพันธุ์, 2559) พบว่า การส่งเสริมความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ จะส่งผลต่อเงื่อนไขในการนำกระบวนการทัศน์ไปใช้ให้ประสบผลสำเร็จ และมีประสิทธิภาพ ส่งผลให้ผู้เรียนมีคุณลักษณะด้านความฉลาดทางอารมณ์ได้อย่างเหมาะสม (ธวัชชัย โพธิ์บัวทอง และ จิรศักดิ์ สุรังคพิพรรธน์, 2565)

ผลการวิจัยวัตถุประสงค์ที่ 2 พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนการสอนทางเรขาคณิตผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ สูงกว่าก่อนได้รับกิจกรรมการเรียนการสอนทางเรขาคณิตผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ อาจเป็นเพราะกิจกรรมการเรียนการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นได้รับการพัฒนาและปรับปรุงจนมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด เมื่อนำกิจกรรมมาจัดการเรียนการสอนทำให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ สอดคล้องกับ Matthee & Turpin (2019) พบว่า หลักสูตรที่ใช้กระบวนการคิดเชิงออกแบบจะทำให้นักเรียนมีกระบวนการคิดอย่างเป็นระบบ เป็นนักคิดและนักแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณได้ ส่งผลให้การนำเสนอมีประสิทธิภาพ ถูกต้อง ครบถ้วน และมีความน่าสนใจ (วิเชียรภคพามงคลชัย และ อรพิน ศิริสัมพันธ์, 2561) การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ที่บูรณาการแบบเชื่อมโยงกับสถานการณ์จริงในชีวิต (นันทชัย นวลสอาด และคณะ, 2563) เป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาวิชาชีพครูคณิตศาสตร์ การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์และการวิจัยที่เกี่ยวข้องการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์

องค์ความรู้ใหม่จากการวิจัย

จากการวิจัยทำให้เกิดองค์ความรู้เชิงบทบาทในแต่ละขั้นของกระบวนการคิดเชิงออกแบบที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียน แสดงดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 บทบาทของกระบวนการคิดเชิงออกแบบที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมี
วิจารณญาณ

สรุป

การแก้ปัญหาและการคิดอย่างมีวิจารณญาณมีกระบวนการที่คล้ายคลึงกันหลายขั้นตอน โดยการแก้ปัญหาเป็นกระบวนการทำงานที่มุ่งเน้นการปฏิบัติเพื่อขจัดปัญหาและบรรลุวัตถุประสงค์ ส่วนการคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการทำงานที่มุ่งเน้นการคิดที่ผ่านการไตร่ตรอง รอบคอบ และลงข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผล ดังนั้นการคิดอย่างมีวิจารณญาณจึงเป็นการส่งเสริมให้เกิดกระบวนการคิดสำหรับแก้ปัญหาได้อย่างสมบูรณ์ยิ่งขึ้น หรือที่เรียกว่า การแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ และกระบวนการคิดเชิงออกแบบเป็นวิธีการในการจัดการเรียนการสอนที่ให้นักเรียนได้วิเคราะห์ สังเคราะห์สถานการณ์ปัญหา ศึกษา ค้นหา และใช้ความรู้ทางเรขาคณิตในการออกแบบหรือสร้างชิ้นงานต้นแบบ เพื่อแก้ปัญหาและตอบสนองความต้องการที่แท้จริงของสถานการณ์ปัญหานั้น ทำให้ผู้วิจัยได้พัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนทางเรขาคณิตที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษา โดยมีประสิทธิภาพเท่ากับ 78.21/75.28 และความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนการสอนทางเรขาคณิตผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนการสอนทางเรขาคณิตผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัย ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะ ดังนี้

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

เนื่องจากกิจกรรมการเรียนการสอนทางเรขาคณิตที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษา เป็นกิจกรรมที่ให้นักเรียนได้วิเคราะห์ สังเคราะห์สถานการณ์ปัญหา ศึกษา ค้นหา ประยุกต์ใช้ความรู้ทางเรขาคณิตและศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหาและตอบสนองความต้องการที่แท้จริงของสถานการณ์ปัญหา ผู้วิจัยจึงเห็นว่าการวิจัยนี้สามารถต่อยอดการประเมินบนฐานสมรรถนะได้

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

งานวิจัยการพัฒนา กิจกรรมการเรียนการสอนทางเรขาคณิตที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ ผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษา มีกระบวนการในการประยุกต์ใช้ความรู้และศาสตร์อื่น ๆ ในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ สำหรับประเด็นในการวิจัยครั้งต่อไป ควรนำแนวทางการวิจัยนี้ไปประยุกต์ใช้กับสาระวิชาอื่น หรือนำแนวทางการวิจัยนี้ไปเสริมสร้างทักษะหรือความสามารถในด้านอื่น เช่น ด้านการเชื่อมโยงด้านการคิดสร้างสรรค์ เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

- กมล นาคสุทธิ และ สมยศ ชิตมงคล . (2560). ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้เทคนิครูปร่างแปดในการเขียนพิสูจน์ทางเรขาคณิต ที่ต่อความสามารถในการแก้ให้เหตุผลทางเรขาคณิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. *วารสารอิเล็กทรอนิกส์ทางการศึกษา*, 12(2), 18–31. สืบค้นจาก <https://so01.tci-thaijo.org/index.php/OJED/article/view/110532>
- ขวัญเกื้อ แสงแก้ว. (2565). การพัฒนาสื่อส่งเสริมทักษะการอ่านเพื่อความเข้าใจ ดิถีวิเคราะห์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาสมุทรสาครสมุทรสงคราม. *วารสารนวัตกรรมการจัดการศึกษาและการวิจัย*, 4(2), 93–106. สืบค้นจาก <https://so02.tci-thaijo.org/index.php/jemri/article/view/257766>
- จิรันธนิ์ คงจีน และ วารินทร์ แก้วอุไร. (2562). การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวการเรียนรู้อย่างกระตือรือร้นและการช่วยเสริมศักยภาพ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างมีวิจารณญาณ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย. *วารสารศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยนเรศวร*, 21(1), 16–29. สืบค้นจาก https://so06.tci-thaijo.org/index.php/education_journal_nu/article/view/86803
- ชมนาด เชื้อสุวรรณทวี. (2561). *การเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: คณะศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2556). การทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอน. *วารสารศิลปการศึกษาศาสตร์วิจัย*, 5(1), 7–20. สืบค้นจาก <https://so05.tci-thaijo.org/index.php/sueduresearchjournal/article/view/28419>
- ธวัชชัย โพธิ์บัวทอง และ จิรศักดิ์ สุรังคพิพรรธน์. (2565). แนวทางการพัฒนาการบริหารวิชาการของโรงเรียนมัธยมศึกษาตามแนวคิดความฉลาดทางดิจิทัล. *วารสารนวัตกรรมการจัดการศึกษาและการวิจัย*, 4(2), 127–140. สืบค้นจาก <https://so02.tci-thaijo.org/index.php/jemri/article/view/258175>
- นันทชัย นวลสะอาด, สุกัญญา หะยีส้าและ, ญาณิน กองทิพย์ และ เอนก จันทระจูญ. (2563). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้เรขาคณิตโดยการบูรณาการแบบเชื่อมโยงเนื้อหา กับสถานการณ์ในชีวิตจริง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. *วารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม*, 19(1), 47–55. สืบค้นจาก <https://ph01.tci-thaijo.org/index.php/JIE/article/view/225231>
- วนิษา พูนโพนาลัยพิพัฒน์. (2565). การพัฒนาความรู้ในเนื้อหาพจนานุกรมและเทคโนโลยี สำหรับครูคณิตศาสตร์ที่จัดการเรียนรู้แบบผสมผสานด้วย กระบวนการชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพ. *วารสารสหวิทยาการมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์*, 5(4), 1601–1620. สืบค้นจาก https://so04.tci-thaijo.org/index.php/jmhs1_s/article/view/260240

- วิเชียร ภคพามงคลชัย และ อรพิน ศิริสัมพันธ์. (2561). การพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้การวิจัยเป็นฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. *วารสารศิลปการศึกษาศาสตร์วิจัย*, 10(2), 241–254. สืบค้นจาก <https://so05.tci-thaijo.org/index.php/suedureasearchjournal/article/view/86252>
- วิหวิณทร์ ประทังคติ, พิจิตรา ธงพานิช และ สฤณี ศรีขาว. (2565). ผลการพัฒนา รูปแบบการจัดการเรียนรู้ภาษาอังกฤษเสริมสร้างการอ่าน การเขียนอย่างมีวิจารณญาณและการกำกับตนเองในการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. *วารสารสหวิทยาการมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์*, 5(4), 1601–1620. สืบค้นจาก https://so04.tci-thaijo.org/index.php/jmhs1_s/article/view/261969
- ศรียรรณ ฉัตรสุริยวงศ์ และ มาเรียม นิลพันธุ์. (2559). กระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุมชนเป็นฐานเพื่อส่งเสริมความสามารถด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา. *วารสารศิลปการศึกษาศาสตร์วิจัย*, 8(1), 183–197. สืบค้นจาก <https://so05.tci-thaijo.org/index.php/suedureasearchjournal/article/view/34694>
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *คู่มือการใช้หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). *ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์*. (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: 3-คิว มีเดีย.
- อัมพร มาคทอง. (2559). *ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ : การพัฒนาเพื่อพัฒนาการ*. (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: คณะครุศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- Graves. M. F., Juel C., & Graves. M. F. (2004). *Teaching Reading in the 21st Century*. New York: Pearson Education.
- Matthee, M., & Turpin, M. (2019). Teaching Critical Thinking, Problem Solving, and Design Thinking: Preparing IS Students for The Future. *Journal of Information Systems Education*, 30(4), 242–252.
- NCTM. (2000). *Principles and Standards for School Mathematics*. Virginia: National Council of Teacher of Mathematics.
- Paul, R. (1992). Critical Thinking: What, Why, and How. *New Directions for Community Colleges*, 77, 3–24.

Polya, G. (1957). *How To Solve It: A New Aspect of Mathematical Method*. New York: Doubleday & Company.

Singapore Curriculum. (2020). *Mathematics Syllabuses Secondary One to Four Express Course Normal (Academic) Course*. Singapore: Ministry of Education.

The d.school. (2010). Bootcamp bootleg (Thai translation ฉบับภาษาไทย). *The d.school*. Retrieved November 10, 2021, from <https://iohhmblog.files.wordpress.com/2017/10/d-school-bootcamp-bootleg-thai.pdf>