An Online Journal of Education
วารสารอิเล็กทรอนิกส์ทางการศึกษา ปีที่ 19 ฉบับที่ 2 OJED1902003 (14 pages)
OJED

*บทความวิจัย*

# ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดล MEAs ที่มีต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

# Effects of Organizing Mathematics Learning Activities Using MEAs Model on Analytical Thinking Ability of Lower Secondary Students

จิดาภา จันทิมา[1*] และ ไพโรจน์ น่วมนุ่ม[2]
Chidapha Junthima[1*] and Pairot Nuamnoom[2]

**บทคัดย่อ**

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดล MEAs ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน และ 2.) เปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดล MEAs ระหว่างหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม กลุ่มตัวอย่างได้มาจากการคัดเลือกแบบเจาะจง (purposive sampling) เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนขนาดใหญ่แห่งหนึ่งในจังหวัดเชียงราย จำนวน 33 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ จำนวน 14 แผน และแบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ฉบับก่อนเรียนและฉบับหลังเรียน วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ร้อยละ และการทดสอบค่าที ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.5 ทั้งในภาพรวมและรายด้าน และ 2) นักเรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ในภาพรวม รวมไปถึงรายด้าน ประกอบด้วย ด้านการจำแนก ด้านการพิจารณาความสัมพันธ์ และด้านการตรวจสอบ ส่วนด้านการลงข้อสรุปและด้านการนำไปใช้ นักเรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็มอย่างไม่มีนัยสำคัญ

***คำสำคัญ:*** โมเดล MEAs, ความสามารถในการคิดวิเคราะห์, การเรียนรู้ที่เน้นปัญหาเป็นฐาน, การล้วงความคิด, ตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์

**Article Info: Received** 7 May, 2024; **Received in revised form** 2 July, 2024; **Accepted** 25 July, 2024

[1] นิสิตมหาบัณฑิตสาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Master student in Division of Mathematics Education, Department of Curriculum and Instruction, Faculty of Education, Chulalongkorn University
Email: nanadech1517@gmail.com

[2] อาจารย์ประจำสาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Lecturer in Division of Mathematics Education, Department of Curriculum and Instruction, Faculty of Education, Chulalongkorn University
Email: pairoj_m@yahoo.com

* Corresponding Author

**Abstract**

The purposes of this research were: 1) to compare the analytical thinking ability of students before and after learning through the MEAs model, and 2) to compare the analytical thinking ability of students after learning through the MEAs model to the 60 percent criterion. The subjects were obtained through purposive sampling and consisted of 33 ninth grade students from a large school in Chiang Rai. The instruments used for research included 14 lesson plans and both a pre-test and post-test on analytical thinking ability. Data were analyzed using statistical mean, standard deviation, percentage, and t-test. The results of the research revealed that: 1) the analytical thinking ability of students after learning through the MEAs model were higher than the pre–learning state at the .05 level of significance, in terms of both overall performance and in each specific aspect, and 2) the analytical thinking abilities of students after learning through the MEAs model were higher than the 60% benchmark at the .05 level of significance, both in terms of overall performance and in the matching, classification, and analysis error dimensions. However, regarding the summarizing and application dimensions, their abilities were higher than the 60% criterion yet not statistically significant.

***Keywords:*** MEAs model, model eliciting activities, analytical thinking ability, problem-based learning (PBL), elicit, mathematical representations

**บทนำ**

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้มุ่งเน้นให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะสำคัญ 5 ประการ ได้แก่ ความสามารถในการสื่อสาร ความสามารถในการคิด ความสามารถในการแก้ปัญหา ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิตจริง และความสามารถในการใช้เทคโนโลยี ทั้งนี้ สมรรถนะความสามารถในการคิดดังกล่าว เป็นความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ การคิดอย่างสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดอย่างมีระบบ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ที่เป็นหนึ่งในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 มีเป้าหมาย คือ ผู้เรียนทุกคนจะต้องมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาสาระคณิตศาสตร์ มีทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ มีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ ตระหนักในคุณค่าของคณิตศาสตร์ และสามารถนำความรู้ไปใช้พัฒนาคุณภาพชีวิต ใช้เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ ได้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551)

อย่างไรก็ตาม การประเมินความสามารถของนักเรียนในการใช้ความรู้และทักษะทางคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาในชีวิตจริง หรือที่เรียกว่า “ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ (Mathematical Literacy)” โดยลักษณะข้อสอบที่ใช้วัดความฉลาดรู้จะเป็นข้อสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์และความสามารถในการแก้ปัญหาเป็นหลัก (ศูนย์ดำเนินงาน PISA แห่งชาติ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2564) จากผลการประเมินของประเทศไทย PISA 2000 ถึง PISA 2018 พบว่า ผลการประเมินต่ำกว่าค่าเฉลี่ย OECD ทั้งสามด้าน (ศูนย์ดำเนินงาน PISA แห่งชาติ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2564) สะท้อนให้เห็นถึงปัญหาด้านความสามารถในการคิดวิเคราะห์และความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนตั้งแต่ปี ค.ศ. 2000 จนถึง ปี ค.ศ. 2018 ที่มีแนวโน้มลดลง และควรได้รับการพัฒนาส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์และความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียน โดยเฉพาะ “ความสามารถในการคิดวิเคราะห์” เนื่องจากเป็นความสามารถพื้นฐานที่นักเรียนควรมี และสอดคล้องกับสมรรถนะสำคัญประการหนึ่งของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ที่ได้กล่าวมาแล้วในข้างต้น

ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เป็นทักษะการคิดพื้นฐานของผู้เรียนในสถานการณ์หรือบริบทต่าง ๆ ช่วยส่งเสริมความฉลาดทางสติปัญญาและเสริมจุดอ่อนของความคิดต่าง ๆ รวมถึงช่วยในเรื่องการพิจารณาความสมเหตุสมผลของการลงข้อสรุปในเรื่องต่าง ๆ โดยปราศจากการอ้างประสบการณ์ส่วนตัว และเมื่อเราเผชิญกับปัญหาใด ๆ ทำให้สามารถวิเคราะห์ได้ว่าปัญหานั้นมีองค์ประกอบอะไรบ้าง แต่ละส่วนช่วยทำงานประสานเชื่อมโยงกันอย่างไร (เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์, 2546; ลักขณา สริวัฒน์, 2549) ทั้งนี้ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เป็นความสามารถในการแยกแยะองค์ประกอบของข้อมูลออกเป็นส่วนย่อย ๆ โดยมีหลักเกณฑ์ในการจัดหมวดหมู่เพื่อความเข้าใจ และพิจารณาความสัมพันธ์ขององค์ประกอบต่าง ๆ

ว่ามีความเกี่ยวพันกันอย่างไร อะไรเป็นเหตุ อะไรเป็นผล และที่เป็นอย่างนั้นอาศัยหลักการอะไรเพื่อค้นหาสภาพความเป็นจริงหรือสิ่งสำคัญของสิ่งที่กำหนดให้ (Bloom, 1956; Clark, 1968; Good, 1973; เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์, 2546; ทิศนา แขมมณี และคณะ, 2544; สุวิทย์ มูลคำ, 2547)

จากปัญหาด้านการพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ดังกล่าว อาจเกิดขึ้นจากหลายสาเหตุ สาเหตุหนึ่งคือการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ยังไม่ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย โดยไม่ได้ให้นักเรียนได้ฝึกคิดวิเคราะห์หรือปฏิบัติด้วยตนเอง ดังที่ สุคนธ์ สินธพานนท์ และคณะ (2550) กล่าวว่า การสร้างแรงจูงใจให้แก่นักเรียนพร้อมที่จะเรียนรู้และเอื้อต่อการคิด มีการจัดบรรยากาศในห้องเรียนที่เอื้อต่อการเรียนและฝึกการคิด มีการใช้เทคนิคและการจัดการเรียนรู้ที่โน้มน้าวจิตใจในการจัดการเรียนรู้ทุกกิจกรรม ครูควรมีบทบาทในการปลุกเร้าและเสริมแรงให้นักเรียนได้ค้นพบคำตอบและสามารถแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง รู้จักการทำงานเป็นกลุ่ม ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้เรียนรู้อย่างมีความหมายโดยการเชื่อมโยงความรู้และทักษะกับสถานการณ์ในชีวิตจริงและมีความเป็นไปได้ในการพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ผู้วิจัยจึงสนใจเลือกศึกษาโมเดล MEAs

โมเดล MEAs หรือ Model Eliciting Activities พัฒนาโดยนักการศึกษาด้านคณิตศาสตร์ที่ชื่อว่า Richard Lesh ในปี ค.ศ. 1970 (Lesh et al., 2000) โดยพัฒนามาจากแนวคิดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-based learning) โมเดล MEAs มุ่งเน้นให้นักเรียนสร้างความรู้หรือนำความรู้ไปแก้ปัญหาในชีวิตจริง โดยให้นักเรียนลงมือทำกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างแบบจำลองเพื่ออธิบายหรือแก้ปัญหาในสถานการณ์ในชีวิตจริง จากนั้นกระตุ้นให้นักเรียนทำความเข้าใจ อธิบาย และสื่อสาร “แนวคิดหรือความรู้ทางคณิตศาสตร์” ที่สอดแทรกอยู่ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ในชีวิตจริงนั้น (Lesh & English, 2005; Coxbill et al., 2013) รวมถึงกระตุ้นให้นักเรียนได้ขยายแนวคิดเกี่ยวกับแบบจำลองหรือวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ในสถานการณ์อื่น ๆ ที่คล้ายคลึงกัน (Aziz & Irwan, 2020; Chamberlin & Moon, 2005; Hartati et al., 2020; Lesh et al., 2000; Pane, 2017)

เลช และคณะ (Lesh et al., 2000) ได้นำเสนอหลักการในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามโมเดล MEAs ไว้ 6 ข้อ ดังนี้ 1) หลักการสร้างแบบจำลอง (Model- Construction principle) 2) หลักการของความจริง (Reality principle) 3) หลักการประเมินตนเอง (Self-Assessment principle) 4) หลักการการจัดการข้อมูล (Model-Documentation principle) 5) หลักการแบ่งปันและการนำกลับมาใช้ (Model shared-ability and Reusability principle) และ 6) หลักการต้นแบบที่มีประสิทธิภาพ (The Effective Prototype principle) ทั้งนี้หลักการทั้ง 6 ข้อดังกล่าว จะช่วยกำกับให้การออกแบบกิจกรรมการสร้างแบบจำลอง มีความเหมาะสมและไม่ยากจนเกินไปสำหรับนักเรียน Passarella (2022) ได้นำเสนอกรอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดของโมเดล MEAs ไว้ 4 ระยะ คือ ระยะที่ 1 การเตรียมความพร้อมและนำเข้าสู่กิจกรรม (Warm-up Activity) ระยะที่ 2 กิจกรรมการล้วงตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหา (Model Eliciting Activity) ระยะที่ 3 การนำเสนอและอภิปราย (Presentation and Discussion) และระยะที่ 4 การสะท้อนความคิดและซักถาม (Reflection and Debriefing)

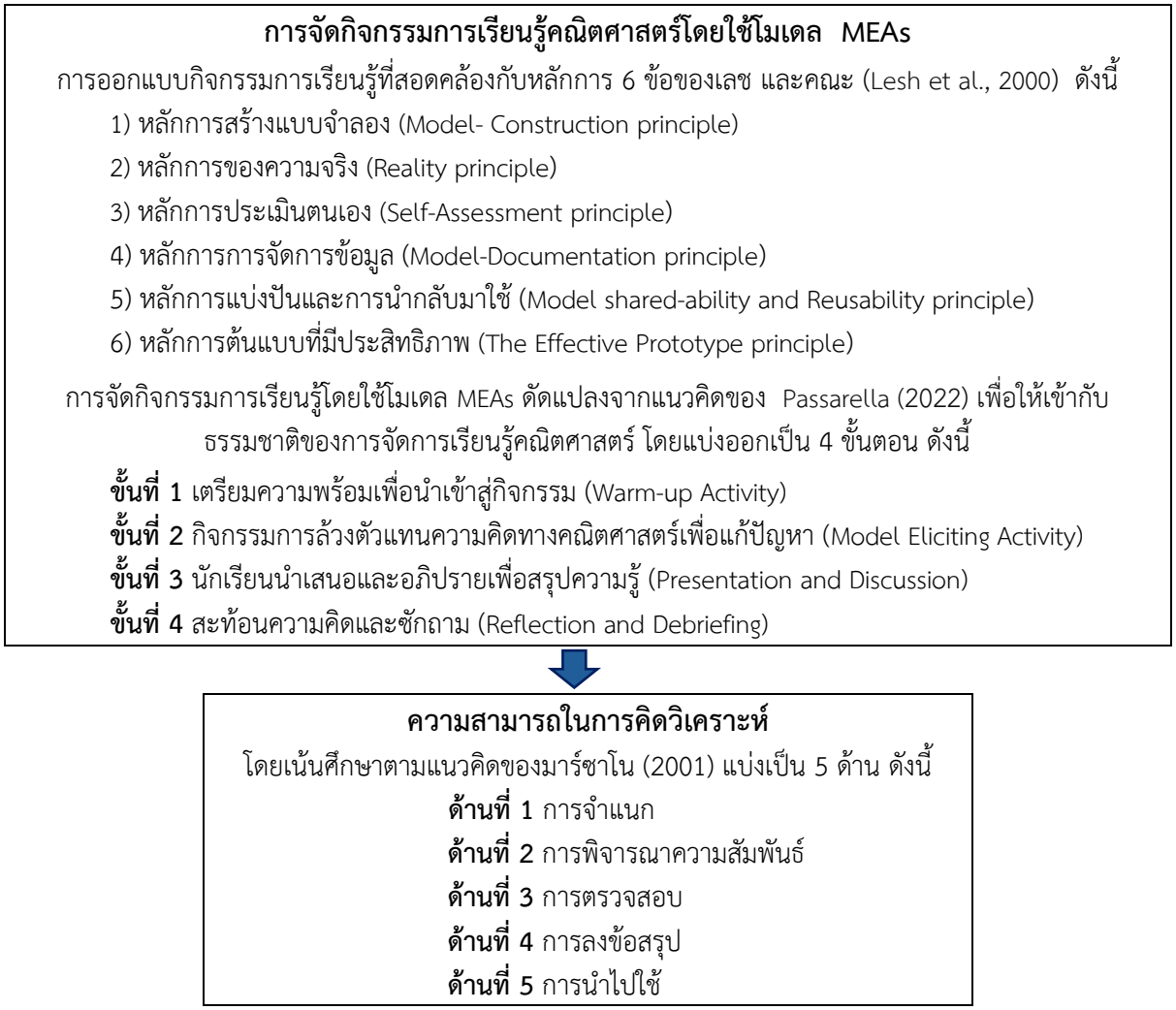
จากการศึกษางานวิจัยเกี่ยวกับการใช้โมเดล MEAs ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ยังไม่พบงานวิจัยที่ใช้โมเดล MEAs ในการพัฒนาในเรื่องการคิดวิเคราะห์ แต่พบงานวิจัยที่โมเดล MEAs ช่วยพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และการคิดเชิงคณิตศาสตร์ประยุกต์ (Chamberlin & Moon, 2005; Coxbill et al., 2013; Pane, 2017) จากข้อมูลงานวิจัยดังกล่าวเห็นได้ว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดล MEAs จะส่งผลให้นักเรียนเกิดการพัฒนาความสามารถการคิดเชิงสร้างสรรค์ เมื่อผู้วิจัยได้พิจารณาทักษะหรือความสามารถที่ได้ศึกษา พบว่า สามารถให้โอกาสนักเรียนในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และการคิดเชิงคณิตศาสตร์ประยุกต์ มีแนวโน้มว่าสามารถเชื่อมโยงไปยังความสามารถในการคิดวิเคราะห์ได้ เนื่องจากเมื่อกล่าวถึงการคิดของมนุษย์เป็นไปตามลำดับความซับซ้อนของกระบวนการทางปัญญา เริ่มต้นจากระดับต่ำสุดที่เป็นการคิดระดับพื้นฐานที่ต้องใช้ความเข้าใจประกอบการคิด แล้วจึงสามารถคิดต่อไปถึงระดับการวิเคราะห์และ การคิดสร้างสรรค์ โดยการคิดระดับพื้นฐาน การคิดวิเคราะห์ และการคิดสร้างสรรค์เป็นการคิดให้เหตุผล ในขณะที่การคิดวิเคราะห์และการคิดสร้างสรรค์เป็นการคิดระดับสูง (Higher order thinking ) (Krulik & Rudnick, 1993 กล่าวถึงใน อัมพร ม้าคนอง, 2553) ซึ่งการคิดในแต่ละระดับอาจคาบเกี่ยวกัน จึงไม่ได้แยกจากกันโดยเด็ดขาดทำให้มนุษย์สามารถคิดสิ่งที่ซับซ้อนมากขึ้นได้และควรใช้สิ่งใดประกอบการคิดและตัดสินใจ (อัมพร ม้าคนอง, 2553) ดังนั้นผู้วิจัยจึงคาดว่ามีความเป็นไปได้ที่การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดล MEAs จะช่วยเสริมสร้างความสามารถในการคิดวิเคราะห์ รวมถึงพบงานวิจัยที่ใช้แนวคิดใกล้เคียงกับโมเดล MEAs คือ แนวคิดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ซึ่งงานวิจัยดังกล่าว พบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีส่วนช่วยพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนได้ (ซูรายา

สัสดีวงศ์, 2555; รัญชนา ทรงไชย และ จุไรรัตน์ อาจแก้ว, 2561; สิรินทรา มินทะวัติ, 2556) จากข้างต้นจึงมีความเป็นไปได้ที่การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดล MEAs อาจช่วยให้นักเรียนพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ได้

ด้วยเหตุผลที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดล MEAs และศึกษาผลในด้านความสามารถในการคิดวิเคราะห์ กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ต่อไป โดยมีกรอบแนวคิดในการวิจัยดังแสดงในภาพ 1

**ภาพ 1**

*กรอบแนวคิดการวิจัย*




**วัตถุประสงค์**

1. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดล MEAs ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน

2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดล MEAs ระหว่างหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม

**คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย**

**1. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดล MEAs** หมายถึง การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดของเลชและอิงลิช (Lesh & English, 2007 อ้างถึงใน Showalter, 2008) ที่มุ่งเน้นให้นักเรียนสร้างความรู้หรือนำความรู้ไปใช้งาน ผ่าน “กิจกรรมการเรียนรู้” ที่เน้นการใช้ตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์รูปแบบต่าง ๆ (mathematical representations) เพื่ออธิบายสถานการณ์หรือแก้ปัญหาในชีวิตจริงและเน้นการมีปฏิสัมพันธ์ร่วมกัน โดยครูมีบทบาทในการล้วงความคิด (elicit) ของนักเรียน และช่วยเหลือเพื่อให้นักเรียนสามารถใช้ตัวแทนแนวคิดทางคณิตศาสตร์กับการแก้ปัญหาได้ รวมถึงเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ประเมินและปรับปรุงเกี่ยวกับตัวแทนแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหา โดย “กิจกรรมการเรียนรู้” ดังกล่าว จะถูกออกแบบตามแนวปฏิบัติที่สอดคล้องกับหลักการ 6 ข้อของเลช และคณะ (Lesh et al., 2000)

สำหรับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดล MEAs ผู้วิจัยได้ดัดแปลงของ Passarella (2022) เพื่อให้เข้ากับธรรมชาติของการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยแบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

**ขั้นที่ 1 เตรียมความพร้อมเพื่อนำเข้าสู่กิจกรรม (Warm-up Activity)** ในขั้นนี้ครูจะตรวจสอบหรือทบทวนความรู้คณิตศาสตร์พื้นฐาน และนำเสนอข้อมูล หรือสถานการณ์ในชีวิตจริงที่น่าสนใจและใกล้ตัวนักเรียน จากนั้นให้นักเรียนร่วมกันทำความเข้าใจข้อมูลหรือสถานการณ์ในชีวิตจริง เพื่อกำหนดประเด็นปัญหาที่ต้องการแก้ไข โดยครูคอยให้ความช่วยเหลือและสนับสนุน

**ขั้นที่ 2 กิจกรรมการล้วงตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหา (Model Eliciting Activity)** ในขั้นนี้ครูจะล้วงความคิดทางคณิตศาสตร์ (แบบจำลองหรือตัวแทนความคิด) ของนักเรียนโดยให้ทำ “กิจกรรมการแก้ปัญหาที่เน้นการใช้ตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์” ขณะนักเรียนทำกิจกรรม ครูจะใช้คำถามหรือการกระตุ้นให้นักเรียนได้แสดงการใช้ตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์รูปแบบต่าง ๆ รวมถึงตรวจสอบและเชื่อมโยงตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์ดังกล่าวเพื่ออธิบายหรือหาคำตอบของปัญหาในสถานการณ์ชีวิตจริง

**ขั้นที่ 3 นักเรียนนำเสนอและอภิปรายเพื่อสรุปความรู้ (Presentation and Discussion)** ในขั้นนี้นักเรียนแต่ละกลุ่มจะได้นำเสนอ “ตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์ คำอธิบายสถานการณ์ หรือคำตอบของปัญหา” ที่ได้จากขั้นที่ 2 ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับความแตกต่างและความเหมาะสมของ“ตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์ คำอธิบายสถานการณ์ หรือคำตอบของปัญหา” ของแต่ละกลุ่ม จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันเชื่อมโยงไปสู่ข้อสรุปที่เป็นความรู้ใหม่หรือวิธีการแก้ปัญหา จากนั้นครูนำเสนอตัวอย่างหรือปัญหาเพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียนนำความรู้หรือวิธีการแก้ปัญหาไปใช้

**ขั้นที่ 4 สะท้อนความคิดและซักถาม (Reflection and Debriefing)** ในขั้นนี้ครูและนักเรียนร่วมกันสะท้อนเกี่ยวกับความรู้ใหม่หรือวิธีการแก้ปัญหาที่ได้จากขั้นที่ 3 ครูอาจเพิ่มเติมรายละเอียดในบางประเด็นที่นักเรียนที่เข้าใจแล้วบางส่วนแต่ไม่ชัดเจน หรือเข้าใจยังไม่ถูกต้อง พร้อมยกตัวอย่างเพิ่มเติมในกรณีที่ยังไม่เข้าใจ

**2. ความสามารถในการคิดวิเคราะห์** หมายถึง ความสามารถในการแยกแยะองค์ประกอบของข้อมูลออกเป็นส่วนย่อย ๆ โดยมีหลักเกณฑ์ในการจัดหมวดหมู่เพื่อความเข้าใจ และพิจารณาความสัมพันธ์ขององค์ประกอบต่าง ๆ มีความเกี่ยวพันกันอย่างไร อะไรเป็นเหตุ อะไรเป็นผล และที่เป็นอย่างนั้นอาศัยหลักการอะไรเพื่อค้นหาสภาพความเป็นจริง หรือสิ่งสำคัญของสิ่งที่กำหนดให้ สามารถตีความหรือบอกหลักเกณฑ์พื้นฐานของความรู้ ระบุ เจาะจง หรือสรุปอย่างมีเหตุผลจนสามารถเกิดเป็นความรู้ใหม่ได้ และนำหลักการเพื่อประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่โดยใช้พื้นฐานของความรู้ ในงานวิจัยนี้เน้นศึกษา 5 ด้าน ดังนี้ (Marzano, 2001)

1. ด้านการจำแนก พิจารณาจากการที่นักเรียนสามารถแยกแยะข้อมูล และทำความเข้าใจข้อมูลแต่ละส่วนจากสถานการณ์ที่กำหนดให้

2. ด้านการพิจารณาความสัมพันธ์ พิจารณาจากการที่นักเรียนสามารถค้นหาหรือพิจารณาความสัมพันธ์ของข้อมูลจากสถานการณ์ที่กำหนดให้

3. ด้านการตรวจสอบ พิจารณาจากการที่นักเรียนสามารถพิจารณาความสอดคล้องหรือความสมเหตุสมผลของข้อมูล และเงื่อนไขของสถานการณ์ที่กำหนดให้

4. ด้านการลงข้อสรุป พิจารณาจากการที่นักเรียนสามารถจับประเด็นและระบุข้อสรุปที่ค้นพบจากข้อมูล และเงื่อนไขจากสถานการณ์ที่กำหนด

5. ด้านการนำไปใช้ พิจารณาจากการที่นักเรียนสามารถนำความรู้ หรือข้อสรุปจากสถานการณ์ไปใช้ในการแก้ปัญหาที่สอดคล้องกับสถานการณ์ที่กำหนด

ในงานวิจัยนี้ ความสามารถในการคิดวิเคราะห์สามารถวัดได้จากแบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

**การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง**

**1. โมเดล MEAs หรือ Model-Eliciting Activities**

**1.1 ที่มาและความสำคัญของโมเดล MEAs หรือ Model-Eliciting Activities**

Richard Lesh ที่มีชื่อเสียงเกี่ยวกับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (mathematical model) และเป็นผู้พัฒนารูปแบบการแปลงของเลช (Lesh's Translation Model) ในปี ค.ศ. 1970 Lesh ได้พัฒนาโมเดล Model-Eliciting Activities หรือ โมเดล MEAs เพื่อเป็นเครื่องมือที่ช่วยในการเรียนรู้ การคิด และการประเมินทางคณิตศาสตร์ ซึ่งในระยะเริ่มต้น ใช้ชื่อว่า Thought-Revealing Activities หรือ Case Study for Kids แต่ต่อมาเป็นที่รู้จักในชื่อที่มีการอธิบายเพิ่มเติมของ โมเดล MEAs แต่โครงสร้างของกิจกรรมสถานการณ์ปัญหาไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญตั้งแต่เริ่มสร้าง แม้ว่ากระบวนการสร้างกิจกรรมสถานการณ์ปัญหาจะเป็นทางการมากขึ้นกว่าที่เคยเป็นมา แต่การสร้างในปัจจุบันเรียกร้องให้มีการปฏิบัติตามหลักการออกแบบ 6 ประการ (Chamberlin & Coxbill, 2012) ซึ่ง โมเดล MEAs เป็นแนวทางการเรียนรู้เพื่อทำความเข้าใจ อธิบาย และสื่อสารแนวคิดที่มีอยู่ในปัญหาของนักเรียน เมื่อนักเรียนแสดงความคิด ทดสอบ ทบทวน และขยายการตีความของนักเรียนผ่านขั้นตอนของกระบวนการสร้างแบบจำลองหรือตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นผลมาจากกระบวนการวนซ้ำ (recursive process) (Hidayat, 2014) โมเดล MEAs จึงตอบสนองต่อสิ่งจำเป็นเหล่านี้ซึ่งมีความสำคัญเป็นอย่างมากกับครูผู้สอน ผู้วิจัย และผู้ที่เกี่ยวข้องทางการศึกษา โดยที่ MEAs จะสร้างโอกาสที่ดีในการวิเคราะห์ความคิดของนักเรียนขณะกำลังคิดวิธีการแก้ปัญหาที่เป็นภาระงาน (Moon, 2008)

**1.2 ลักษณะของโมเดล MEAs**

โมเดล MEAs เป็นกิจกรรมการเรียนรู้เน้นการใช้ตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์รูปแบบต่างๆ (mathematical representations) เพื่ออธิบายสถานการณ์หรือแก้ปัญหาในชีวิตจริงและเน้นการมีปฏิสัมพันธ์ร่วมกัน โดยครูมีบทบาทในการล้วงความคิด (elicit) ของนักเรียน และช่วยเหลือ เพื่อให้นักเรียนสามารถใช้ตัวแทนแนวคิดทางคณิตศาสตร์กับการแก้ปัญหาได้ รวมถึงเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ประเมินและปรับปรุงเกี่ยวกับตัวแทนแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ปัญหา (Irwan & Al Aziz, 2018; Pane et al., 2017; Parks, 2020) สำหรับโมเดล MEAs มีส่วนประกอบสำคัญคือ 1) แบบจำลองหรือตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์ 2) กระบวนการแก้ปัญหาของโมเดล MEAs และ 3) หลักการในการออกแบบกิจกรรมของโมเดล MEAs

**1.3 ลักษณะสำคัญของกิจกรรมการเรียนรู้ตามโมเดล MEAs**

Chamberlin and Moon (2005) ได้อธิบายลักษณะของกิจกรรมการเรียนรู้ตามโมเดล MEAs ว่ามี 5 ลักษณะดังนี้

1. การทำงานร่วมกัน (Collaboration) ในการทำกิจกรรม MEAs นักเรียนต้องพึ่งพาเกี่ยวกับความเชี่ยวชาญต่าง ๆ ของเพื่อน ๆ MEAs จึงเป็นการส่งเสริมการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มของนักเรียน โดยแต่ละกลุ่มจะมีสมาชิก 3-4 คน
2. กระบวนการคิดที่หลากหลาย (Multiple processes) ในกิจกรรม MEAs นักเรียนจะมุ่งเน้นกระบวนการแก้ปัญหา โดยใช้กระบวนการคิดที่หลากหลายวิธี ซึ่งแบบจำลองที่สร้างขึ้นเพื่อแก้ปัญหา MEAs มีความลึกมากขึ้นมากกว่าวิธีการแก้ปัญหาทั่วไป เพราะเป็นปัญหาที่ไม่คุ้นเคย
3. การเรียนรู้ด้วยตนเองและการประเมินตนเอง (Self-directed learning and self-assessment ) ถือว่าเป็นเครื่องหมายการค้าของ MEAs เมื่อนักเรียนได้รับคำชี้แจงปัญหาแล้วจะมีการพูดคุยกันในชั้นเรียน นักเรียนทำงานเป็นกลุ่ม ซึ่งกระบวนการที่ใช้ในการแก้ปัญหาเป็นการตัดสินใจโดยนักเรียน การระบุกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่มีประสิทธิภาพต้องใช้ความคิดสร้างสรรค์ ในขณะเดียวกันก็สนับสนุนนักเรียนให้เป็นผู้คิดแบบคณิตศาสตร์ การประเมินตนเองคือการได้รับการกระตุ้นเมื่อทำกิจกรรม MEAs เนื่องจากปกติแล้วนักเรียนมักจะได้รับการเตือนความจำจากครูว่ากำลังผลิตผลิตภัณฑ์สำหรับลูกค้า/ผู้ใช้บริการ นักเรียนต้องตัดสินใจในการผลิตผลิตภัณฑ์ตามความต้องการของลูกค้าอย่างไร
4. การสนับสนุนการเป็นเจ้าของชิ้นงานตนเอง (Fostering of ownership) กิจกรรรม MEAs ส่งเสริมความเป็นเจ้าของเพราะนักเรียนสร้างแบบจำลองของตนเองเพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เหมือนจริง นักเรียนไม่ได้

เรียนวิธีการหาคำตอบที่รู้จากครูเท่านั้น ดังนั้นก่อนกิจกรรม MEAs ครูจะไม่แสดงขั้นตอนใด ๆ ในกระบวนการแก้ปัญหาดังที่ทำในการสอนวิธีการทั่วไป นักเรียนจะได้รับการสนับสนุนให้ทำงานแบบการศึกษาด้วยตนเอง คิดค้นวิธีการ และแบบจำลองที่จะแก้ปัญหา ซึ่งผลของการมีความเป็นเจ้าของที่เพิ่มขึ้น นักเรียนมักจะภูมิใจในการอธิบายวิธีการของพวกเขากับเพื่อน อภิปรายและอธิบายการแก้ปัญหาหรือที่เรียกว่าการซักถามซึ่งนักเรียนมีส่วนร่วมระหว่างการนำเสนอแม้ว่าจะมีความคล้ายคลึงกัน แต่ในการใช้เหตุผลแต่ละกลุ่มแก้ปัญหาจะถูกอธิบายด้วยวิธีการของตนเอง การแก้ปัญหานี้เป็นการซักถาม ไม่ใช่เรื่องใหม่สำหรับครูและห้องเรียนจำนวนมาก เพราะเป็นเครื่องมือที่ใช้บ่อยในการสร้างความหมายและแทรกซึม การสื่อสารเป็นคณิตศาสตร์ เมื่อนักเรียนสามารถพัฒนาและอธิบายการแก้ปัญหาบริบทเฉพาะที่เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ได้ ความเป็นเจ้าของมักจะส่งเสริมการคงอยู่ของการแก้ปัญหามากขึ้น

5. การพัฒนาแบบจำลอง (Model development) กิจกรรม MEAs กำหนดให้นักเรียนสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับการแก้ปัญหาที่ประสบความสำเร็จ การสร้างสรรค์ของแบบจำลองโดยนักเรียนเป็นหนึ่งในคณิตศาสตร์ที่ทรงพลังที่สุด นอกจากนี้ การสร้างแบบจำลองมักถูกละเลยในระบบโรงเรียนเนื่องจากความซับซ้อนและไม่คุ้นเคยแก่นักเรียนและครู การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ทาง MEAs จัดให้มีสถานที่สำหรับการมีส่วนร่วมของนักเรียน การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ทำหน้าที่แสดงให้เห็นความเชื่อมโยงระหว่างกันของคณิตศาสตร์

**2. ความสามารถในการคิดวิเคราะห์**

**2.1 ความสำคัญของการคิดวิเคราะห์**

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัย สรุปความสำคัญของการคิดวิเคราะห์ได้ว่า ความสามารถในการคิดวิเคราะห์เป็นการส่งเสริมความฉลาดทางสติปัญญา ช่วยเสริมจุดอ่อนทางความคิดต่าง ๆ มีการคำนึงถึงความสมเหตุสมผลในการสรุปเรื่องต่าง ๆ ทำให้ลดการอ้างประสบการณ์ส่วนตัว ความสามารถในการคิดวิเคราะห์จึงนับว่าเป็นปัจจัยที่ทำหน้าที่เป็นปัจจัยหลักสำหรับการคิดในมิติอื่น ๆ ซึ่งการคิดวิเคราะห์จะช่วยเสริมสร้างให้เกิดมุมมองเชิงลึกและครบถ้วนในเรื่องนั้น ๆ จึงจะช่วยเราในเวลาที่พบปัญหาใด ๆ ให้สามารถวิเคราะห์ได้ว่าปัญหานั้นมีองค์ประกอบอะไรบ้าง แต่ละส่วนช่วยทำงานประสานเชื่อมโยงกันอย่างไร (เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์, 2546; ลักขณา สริวัฒน์, 2549)

**2.2 ลักษณะของการคิดวิเคราะห์**

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัย สรุปได้ว่าลักษณะของการคิดวิเคราะห์มีหลายประเภทตามแนวคิดของนักการศึกษาแต่ละท่าน ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยมุ่งศึกษาความสามารถในการคิดเคราะห์ ตามแนวคิดของ Marzano (2001) นั่นคือ ความสามารถในการแยกแยะองค์ประกอบของข้อมูลออกเป็นส่วนย่อย ๆ โดยมีหลักเกณฑ์ในการจัดหมวดหมู่เพื่อความเข้าใจ และพิจารณาความสัมพันธ์ขององค์ประกอบต่าง ๆ มีความเกี่ยวพันกันอย่างไร อะไรเป็นเหตุ อะไรเป็นผล และที่เป็นอย่างนั้นอาศัยหลักการอะไรเพื่อค้นหาสภาพความเป็นจริง หรือสิ่งสำคัญของสิ่งที่กำหนดให้ สามารถตีความหรือบอกหลักเกณฑ์พื้นฐานของความรู้ ระบุ เจาะจง หรือสรุปอย่างมีเหตุผล จนสามารถเกิดเป็นความรู้ใหม่ได้ และนำหลักการเพื่อประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่โดยใช้พื้นฐานของความรู้

**2.3 การจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์**

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัย จึงสรุปได้ว่า การจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์มีแนวทางการสอนการคิดวิเคราะห์ สามารถกระทำได้ดังนี้

1. การสร้างบรรยากาศในห้องเรียนให้เอื้อต่อการคิด การใช้กิจกรรมเป็นตัวกระตุ้นการคิด หรือการสร้างสถานการณ์สมมติ เพื่อให้นักเรียนมองเห็นปัญหาที่เกิดขึ้น รวมถึงพยายามคิดค้นการแก้ปัญหา

2. กำหนดขั้นตอนของกิจกรรมแต่ละขั้นให้มีความชัดเจน ว่าในแต่ละขั้นการเรียนรู้มีขั้นตอนการคิดวิเคราะห์แทรกอยู่อย่างไรบ้าง รวมถึงกำหนดคำถามหรือปัญหาเพื่อค้นหาความจริงหรือความสำคัญต่าง ๆ

3. ครูมีบทบาทเสริมแรงให้นักเรียนได้ค้นพบคำตอบได้ด้วยตนเอง เช่น การใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้เกิดการคิด

4.การจัดในรูปแบบกิจกรรมกลุ่ม เพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียนได้พูดคุยแลกเปลี่ยนความคิดภายในกลุ่ม โดยที่ต้องกำหนดให้ไม่มีสมาชิกในกลุ่มมากเกินไป

5. การใช้แหล่งเรียนรู้ทั้งภายในและภายนอกของสถานศึกษาเป็นที่เสาะแสวงหาความรู้และการฝึกคิดค้นหาคำตอบต่าง ๆ การค้นพบสิ่งต่าง ๆ ที่เป็นข้อมูลในเรื่องที่เรียนอย่างหลากหลาย เปิดโอกาสให้นักเรียนรู้จักแยกข้อมูลที่น่าเชื่อถือ โดยการคิดวิเคราะห์ก่อนที่จะตัดสินใจเลือกข้อมูลนั้น ๆ เป็นการเรียนรู้จากการปฏิบัติจริง (เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์, 2546; ชาญชัย ยมดิษฐ์, 2548; ชาติ แจ่มนุช, 2545)

**วิธีการวิจัย**

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยแบบกลุ่มเดียววัดสองครั้ง (The One-Group Pretest Posttest Design) ดำเนินการดังนี้

**1. การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง**

1.1. ประชากร คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาเชียงราย เขต 4 จังหวัดเชียงราย สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ

1.2. กลุ่มตัวอย่าง ได้มาจากการคัดเลือกแบบเจาะจง (purposive sampling) เป็นนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 โรงเรียนอนุบาลเชียงของ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาเชียงราย เขต 4 จังหวัดเชียงราย สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ โดยผู้วิจัยเลือกห้องเรียน 1 ห้อง จำนวน 33 คน ซึ่งเป็นห้องเรียนที่มีคะแนนเฉลี่ยใกล้เคียงกับค่าเฉลี่ยรวมของทั้งชั้นเรียนมากที่สุด

**2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย**

เครื่องมือในการวิจัยมี 2 ชนิด ได้แก่

2.1. แผนการจัดการเรียนรู้ที่ออกแบบตามกรอบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดล MEAs เนื้อหาที่ใช้ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรของพีระมิด กรวย และทรงกลม ในสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์พื้นฐาน ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 14 แผน ซึ่งแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วย มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด สาระสำคัญ สาระการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อ/แหล่งการเรียนรู้ การวัดประเมินผล ผู้วิจัยหาคุณภาพโดยนำแผนการจัดเรียนรู้ดังกล่าวที่พัฒนาเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ มีการปรับแก้ตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และนำไปใช้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

2.2. แบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ฉบับก่อนเรียนและหลังเรียน เป็นข้อสอบแบบอัตนัย แต่ละฉบับมีข้อสอบ 15 ข้อ โดยวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ด้านละ 3 ข้อ คะแนนเต็ม 45 คะแนน ใช้เวลาฉบับละ 60 นาที เนื้อหาที่ใช้ทั้งสองฉบับ คือ ปริซึมและทรงกระบอก และ อัตราส่วนและร้อยละ แบบวัดทั้ง 2 ฉบับ ได้มีการหาคุณภาพโดยผู้ทรงคุณวุฒิ และทดลองใช้ (try out) กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเชียงของวิทยาคม จากการทดลองใช้ พบว่า แบบวัดฉบับก่อนเรียน มีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.803 มีค่าความยากตั้งแต่ 0.2 ถึง 0.8 มีอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.2 ถึง 1 และ แบบวัดฉบับหลังเรียน มีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.897 มีค่าความยากตั้งแต่ 0.2 ถึง 0.6 มีอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.2 ถึง 0.6 นั่นคือ แบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ฉบับก่อนเรียน และฉบับหลังเรียน เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดและสามารถนำไปใช้ในการวิจัยได้

**3. การทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล**

ผู้วิจัยดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง ดังนี้

3.1 ก่อนการทดลอง ผู้วิจัยทดสอบ “ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ก่อนเรียน” ของนักเรียน โดยใช้ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ฉบับก่อนเรียน ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ใช้เวลา 60 นาที จากนั้นผู้วิจัยตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์และสรุปคะแนนเพื่อนำไปวิเคราะห์ข้อมูลต่อไปและอาจมีการสัมภาษณ์เพิ่มเติมกรณีที่นักเรียนเขียนตอบไม่ชัดเจน

3.2 ผู้วิจัยดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยเขียนตามกรอบการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดล MEAs จำนวนทั้งสิ้น 14 คาบ คาบละ 50 นาที ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566

3.3 หลังการทดลอง ผู้วิจัยทดสอบ “ความสามารถในการคิดวิเคราะห์” ของนักเรียน โดยใช้แบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ฉบับหลังเรียน ใช้เวลา 60 นาที จากนั้นผู้วิจัยตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์และสรุปคะแนนเพื่อนำไปวิเคราะห์ข้อมูลต่อไปและอาจมีการสัมภาษณ์เพิ่มเติมกรณีที่นักเรียนเขียนตอบไม่ชัดเจน

**4. การวิเคราะห์ข้อมูล** มีรายละเอียดดังนี้

ผู้วิจัยทำการทดสอบข้อมูลคะแนนจากแบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์เพื่อตรวจสอบว่ามีการแจกแจงแบบปกติหรือไม่ พบว่า 1. ข้อมูลคะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์ฉบับก่อนเรียนของนักเรียนมีการแจกแจงแบบปกติ (ค่า sig = 0.147) 2. ข้อมูลคะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์ฉบับหลังเรียนของนักเรียนมีการแจกแจงแบบปกติ (ค่า sig = 0.149) ซึ่งได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

4.1 เปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้โมเดล MEAs ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน โดยนำคะแนนสอบจากแบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ฉบับก่อนเรียนและฉบับหลังเรียน มาคำนวณหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเลขคณิตด้วยการทดสอบค่าที (t-paired sample test)

4.2 เปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้โมเดล MEAs เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม โดยนำคะแนนสอบหลังเรียนจากแบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ มาคำนวณหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเลขคณิตเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 60 ด้วยการทดสอบค่าที (t-test for one sample)

## ผลการวิจัย

ผลการวิจัยแบ่งออกเป็น 2 ตอนดังนี้

1. นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดล MEAs มีความสามารถคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งในภาพรวมและรายด้าน โดยผลรายด้านหลังเรียนสูงที่สุด คือ ด้านการจำแนก (M = 6.70, SD= 2.04) ตามมาด้วยด้านการตรวจสอบ (M = 6.42, SD= 2.15) ด้านการพิจารณาความสัมพันธ์ (M = 6.18, SD= 2.59) ด้านการลงข้อสรุป(M = 5.55, SD= 1.80) และ ด้านการนำไปใช้ (M = 5.45, SD= 1.92) แสดงดังตาราง 1

**ตาราง 1**

*การเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดล MEAs ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน โดยการทดสอบค่าที (t-paired sample test) (จำนวนนักเรียนทั้งหมด 33 คน)*

| ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ | คะแนนเต็ม | ก่อนเรียน | | หลังเรียน | | *t* | *p-value* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | *M* | *SD* | *M* | *SD* | | |
| ด้านที่ 1. การจำแนก | 9 | 4.52 | 1.86 | 6.70 | 2.04 | 5.77 | <0.001* |
| ด้านที่ 2. การพิจารณาความสัมพันธ์ | 9 | 2.76 | 1.82 | 6.18 | 2.59 | 7.95 | <0.001* |
| ด้านที่ 3. การตรวจสอบ | 9 | 3.30 | 1.96 | 6.42 | 2.15 | 10.27 | <0.001* |
| ด้านที่ 4. การลงข้อสรุป | 9 | 2.30 | 1.36 | 5.55 | 1.80 | 9.87 | <0.001* |
| ด้านที่ 5. การนำไปใช้ | 9 | 1.94 | 0.97 | 5.45 | 1.92 | 9.58 | <0.001* |
| **ภาพรวม** | **45** | **14.82** | **5.58** | **30.30** | **9.18** | **13.0** | **<0.001*** |

*หมายเหตุ :* * มีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดล MEAs มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งในภาพรวมและด้านการจำแนก ด้านการพิจารณาความสัมพันธ์ และด้านการตรวจสอบ ส่วนด้านการลงข้อสรุปและด้านการนำไปใช้สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็มอย่างไม่มีนัยสำคัญ แสดงดังตาราง 2

**ตาราง 2**

*การเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดล MEAs ระหว่างหลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม โดยการทดสอบค่าที (t-test for one sample) (จำนวนนักเรียนทั้งหมด 33 คน)*

| ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ | คะแนนเต็ม | ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม | *M* | *SD* | *t* | *p* |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ด้านที่ 1. การจำแนก | 9 | 5.40 | 6.70 | 2.04 | 3.66 | <0.001* |
| ด้านที่ 2. การพิจารณาความสัมพันธ์ | 9 | 5.40 | 6.18 | 2.59 | 1.73 | 0.046* |
| ด้านที่ 3. การตรวจสอบ | 9 | 5.40 | 6.42 | 2.15 | 2.74 | 0.005* |
| ด้านที่ 4. การลงข้อสรุป | 9 | 5.40 | 5.55 | 1.80 | 0.46 | 0.323 |
| ด้านที่ 5. การนำไปใช้ | 9 | 5.40 | 5.45 | 1.92 | 0.16 | 0.436 |
| **ภาพรวม** | **45** | **27** | **30.30** | **9.18** | **2.07** | **0.023*** |

*หมายเหตุ :* * มีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

**อภิปรายผล**

จากการวิจัยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์โดยใช้โมเดล MEAs ที่มีต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น สามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

1. จากผลวิจัยที่พบว่า ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดล MEAs หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งในภาพรวมและรายด้าน และความสามารถในการคิดวิเคราะห์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งในภาพรวม ด้านการจำแนก ด้านการพิจารณาความสัมพันธ์ และด้านการตรวจสอบ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยที่ใช้แนวคิดที่มีลักษณะคล้ายคลึงกัน คือ การเรียนรู้ที่เน้นปัญหาเป็นฐาน (Problem-based learning) ได้แก่ ซูรายา สัสดีวงศ์ (2555) ที่ศึกษาการพัฒนากระบวนการจัดการเรียนรู้โดยบูรณาการรูปแบบการพัฒนาความคิดทางคณิตศาสตร์และแนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลัก พบว่า ความสามารถในการคิดวิเคราะห์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลอง หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 รวมไปถึง รัญชนา ทรงไชย และ จุไรรัตน์ อาจแก้ว (2561) ที่ศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) และการจัดการเรียนรู้ตามปกติ พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้อาจมีเหตุผลสนับสนุนดังนี้

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดล MEAs มีขั้นตอนในการจัดกิจกรรม 4 ขั้น ซึ่งแต่ละขั้นส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกความสามารถในการวิเคราะห์แต่ละด้าน ดังนี้

**ขั้นที่ 1 เตรียมความพร้อมเพื่อนำเข้าสู่กิจกรรม (Warm-up Activity)** นักเรียนจะได้ฝึกความสามารถในการคิดวิเคราะห์ด้านที่ 1 การจำแนก และ ด้านที่ 2 การพิจารณาความสัมพันธ์ ซึ่งในขั้นนี้ นักเรียนจะได้ฝึกแยกแยะและมองหาความสัมพันธ์ของข้อมูลจากบทความหรือสถานการณ์ที่ได้รับ เช่น เนื้อหาเรื่อง พื้นที่ผิวของพีระมิด นักเรียนจะได้รับบทความเกี่ยวกับขั้นตอนการสร้างกล่องของขวัญทรงพีระมิด และมีคำถามเน้นให้ผู้เรียนได้แยกแยะข้อมูลถึงขั้นตอนสำคัญในการทำ

กล่องของขวัญ รูปทรงของกล่องของขวัญที่เป็นทรงพีระมิด รูปคลี่ของพีระมิดในขั้นการตอนการสร้างกล่อง รูปเรขาคณิตที่เป็นส่วนประกอบของพีระมิด ทั้งนี้นักเรียนยังได้ฝึกพิจารณาความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ได้รับ เช่น หลังจากที่นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันทำความเข้าใจบทความหรือสถานการณ์ที่ได้รับ จากนั้นนักเรียนแต่ละกลุ่มจะต้องพิจารณาความสัมพันธ์ของข้อมูลและเงื่อนไขที่ได้จากบทความหรือสถานการณ์ข้างต้น นั่นคือ ความสัมพันธ์ของรูปคลี่ในบทความ กับขนาดและรูปทรงที่กำหนดให้หาในสถานการณ์

**ขั้นที่ 2 กิจกรรมการล้วงตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหา (Model Eliciting Activity)** นักเรียนจะได้ฝึกความสามารถในการคิดวิเคราะห์ด้านที่ 3 การตรวจสอบ โดยนักเรียนจะได้ร่วมกันพิจารณาความสัมพันธ์ข้อมูลที่ได้รับจากขั้นที่ 1 และเขียนตัวแทนปัญหาในรูปอย่างง่ายเพื่ออธิบายการหาคำตอบจากประเด็นคำถามของสถานการณ์ รวมถึงพิจารณาความเหมาะสมของตัวแทนความคิดที่กลุ่มตนเองเขียนขึ้น เช่น เนื้อหาเรื่อง พื้นที่ผิวของพีระมิด นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันพิจารณาขั้นตอนการหาจำนวนกระดาษ จำนวนรูปสามเหลี่ยมและรูปสี่เหลี่ยมจากรูปคลี่ของพีระมิด การหาพื้นที่รูปสามเหลี่ยมกับการหาพื้นที่รูปสี่เหลี่ยมดังกล่าว รวมถึงการหาขนาดของกระดาษ 1 แผ่นที่ได้รับ นอกจากนี้ แต่ละกลุ่ม ยังได้ร่วมกันตรวจสอบวิธีการของตนเองว่าความรู้พื้นฐานและข้อมูลที่มีอยู่เหมาะสมหรือไม่ เช่น ตรวจสอบความถูกต้องของสูตรการหาพื้นที่

**ขั้นที่ 3 นักเรียนนำเสนอและอภิปรายเพื่อสรุปความรู้ (Presentation and Discussion)** นักเรียนจะได้ฝึกความสามารถในการคิดวิเคราะห์ด้านที่ 4 การลงข้อสรุปของสถานการณ์ โดยนักเรียนจะได้ฝึกการจับประเด็นสำคัญและร่วมกันลงข้อสรุปหรือความรู้ใหม่ที่ได้จากกิจกรรม เช่น ผู้วิจัยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมานำเสนอตัวแทนความคิดและความรู้หรือแนวคิดที่ใช้ในการหาคำตอบของสถานการณ์ ในการหาจำนวนกระดาษที่ใช้ในการทำกล่องของขวัญทรงพีระมิด นักเรียนจะได้นำเสนอในส่วนของกลุ่มตนเองและตรวจสอบความเหมาะสมและความถูกต้องเปรียบเทียบกับวิธีการของกลุ่มอื่น ๆ และผู้วิจัยนำนักเรียนร่วมกันสรุปความรู้เพื่อนำไปสู่ความรู้ใหม่นั่นคือ สูตรการหาพื้นที่ผิวของพีระมิด

**ขั้นที่ 4 สะท้อนความคิดและซักถาม (Reflection and Debriefing)** นักเรียนได้ฝึกความสามารถในการคิดวิเคราะห์ด้านที่ 5 การนำไปใช้ โดยนักเรียนจะได้ฝึกการนำความรู้ที่ได้จากกิจกรรมไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์อื่น ๆ เช่น ผู้วิจัยยกตัวอย่างสถานการณ์เกี่ยวกับการหาพื้นที่ผิวของพีระมิดหกเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่า เน้นให้นักเรียนนำความรู้เกี่ยวกับการหาพื้นที่ผิวของพีระมิดมาใช้ในการหาพื้นที่ผิวของพีระมิดหกเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่า

จากการดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โมเดล MEAs ทั้ง 4 ขั้นตอน ทั้ง 14 คาบ ทำให้นักเรียนได้ฝึกความสามารถในการคิดวิเคราะห์ในแต่ละด้านอย่างต่อเนื่อง ส่งผลให้นักเรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งในภาพรวมและรายด้าน รวมถึงนักเรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งในภาพรวมและอีก 3 ด้าน คือ ด้านการจำแนก ด้านการพิจารณาความสัมพันธ์ และด้านการตรวจสอบ

2. จากผลวิจัยที่พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โมเดล MEAs มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ด้านที่ 4 การลงข้อสรุป และด้านที่ 5 การนำไปใช้ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งไม่สอดคล้องกับงานวิจัยที่ใช้แนวคิดที่มีลักษณะคล้ายคลึงกัน คือ การเรียนรู้ที่เน้นปัญหาเป็นฐาน (Problem-based learning) ได้แก่ สิรินทรา มินทะวัติ (2556) ได้ศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem – Based Learning) ที่มีต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่าความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 อาจมีเหตุผลสนับสนุนดังนี้

**ประเด็นที่หนึ่ง** คะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์ฉบับก่อนเรียนของนักเรียน ด้านที่ 4 การลงข้อสรุป และด้านที่ 5 การนำไปใช้ เท่ากับ 2.30 และ 1.94 คะแนน ตามลำดับ ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 25.56 และ 21.56 ตามลำดับ ซึ่งเห็นได้ว่าคะแนนก่อนเรียนน้อยมาก และเมื่อพิจารณาคะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังเรียนด้านที่ 4 การลงข้อสรุป และด้านที่ 5 การนำไปใช้ เท่ากับ 5.55 และ 5.45 คะแนน ตามลำดับ ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 61.67 และ 60.56 ตามลำดับ จะพบว่าคะแนนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 ไม่มากนัก ทั้งนี้ อาจเนื่องมาจากระยะเวลาในการทดลองเพียง 1 เดือนนั้นยังไม่เพียงพอสำหรับการฝึกทักษะการคิดวิเคราะห์ในด้านที่ 4 และด้านที่ 5 ดังกล่าว สอดคล้องกับแนวคิดเกี่ยวกับการฝึกทักษะการคิดที่ควรได้รับการฝึกฝนอย่างต่อเนื่องและต้องใช้เวลามากพอ ดังที่อัมพร ม้าคนอง (2553) กล่าวว่า การคิดเป็นความสามารถทางสมองที่ต้องมีการฝึกอย่างยาวนาน ผู้ที่คิดเป็นและคิดเก่งมักเป็นผู้ที่ชอบคิดและมีการฝึกการคิดอย่างต่อเนื่องเป็นเวลานาน การสอนเพื่อพัฒนาการคิดเป็นสิ่งที่ต้องทำอย่างต่อเนื่องในชั้นเรียน ไม่ว่าจะเป็นการคิดลักษณะใด ผู้สอนควรฝึกให้ผู้เรียนได้

เริ่มต้นคิด ได้พยายามคิด ไม่ว่าจะคิดได้หรือคิดไม่ได้ จะคิดถูกหรือผิด เพื่อที่ผู้เรียนจะได้คุ้นเคยและรักการคิด นั่นหมายความว่าหากมีเวลาในการฝึกฝนเพิ่มขึ้นอาจมีโอกาสทำให้ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ด้านที่ 4 และ 5 ของนักเรียนมีโอกาสสูงกว่าร้อยละ 60 ของคะแนนเต็มอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

**ประเด็นที่สอง** ในการฝึกทักษะความสามารถการคิดวิเคราะห์ในด้านที่ 4 และ ด้านที่ 5 นักเรียนจะได้รับการฝึกในขั้นที่ 3 และ 4 ของกิจกรรมการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์โดยใช้โมเดล MEAs ซึ่งในบางกิจกรรมนักเรียนใช้เวลาในขั้นที่ 2 เกินเวลาที่กำหนด ทำให้การทำกิจกรรมในขั้นที่ 3 และ ขั้นที่ 4 จะต้องรวบรัดขึ้นหรือมีเวลาไม่เพียงพอ ทำให้ได้ฝึกคิดวิเคราะห์ด้านที่ 4 และด้านที่ 5 ไม่สมบูรณ์ หรือไม่ต่อเนื่อง เช่น ผู้วิจัยให้สถานการณ์ เกี่ยวกับ ปริมาตรของพีระมิด เพื่อให้นักเรียนได้ทราบที่มา และได้ลงมือทำ ผู้วิจัยจึงให้ดินน้ำมันทรงลูกบาศก์ และให้แต่ละกลุ่มไปปั้นเป็นรูปทรงพระมิดที่มีพื้นที่ฐานและสูงเท่ากับทรงลูกบาศก์ ทำให้ใช้เวลานาน จึงต้องรวบรัดขั้นตอนในการสรุปเพื่อนำไปสู่ความรู้ใหม่คือสูตรการหาปริมาตรพีระมิด อาจเป็นผลให้นักเรียนไม่ได้รับการฝึกความสามารถในการคิดวิเคราะห์ในด้านที่ 4 และ 5 เท่าที่ควร ดังที่อัมพร ม้าคนอง (2553) กล่าวว่า การสอนเพื่อพัฒนาการคิดเป็นสิ่งที่ต้องทำอย่างต่อเนื่องในชั้นเรียน ไม่ว่าจะเป็นการคิดลักษณะใด ผู้สอนควรฝึกให้ผู้เรียนได้เริ่มต้นคิด ได้พยายามคิด ไม่ว่าจะคิดได้หรือคิดไม่ได้ จะคิดถูกหรือผิด เพื่อที่ผู้เรียนจะได้คุ้นเคยและรักการคิด ผู้วิจัยจึงคิดว่าเหตุนี้อาจทำให้การวัดความสามารถในคิดวิเคราะห์ของนักเรียนในด้านที่ 4 และด้านที่ 5 สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็มอย่างไม่มีนัยสำคัญ

**ข้อเสนอแนะ**

**ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลวิจัยไปใช้**

1. จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในงานวิจัยนี้ พบว่าในขั้นตอนของการล้วงตัวแทนความคิดของนักเรียน โดยเน้นให้นักเรียนใช้ตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์รูปแบบต่างๆ เพื่ออธิบายข้อมูลและแก้ปัญหา ส่งผลให้กิจกรรมดำเนินได้อย่างต่อเนื่อง ดังนั้น ในทุกขั้นตอนครูควรแนะนำหรือเตรียมความพร้อมเพื่อให้นักเรียนเข้าใจและใช้ตัวแทนนั้นในการทำความเข้าใจสถานการณ์และแก้ปัญหาได้ นอกจากนั้น ในขั้นที่ 2 ครูอาจต้องเตรียมคำถามเพื่อล้วงความคิดให้นักเรียนแสดงการใช้ตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์ รวมถึงเปิดโอกาสให้มีการอภิปรายถึงตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมและนำไปสู่การหาข้อสรุปหรือแก้ปัญหา

2. จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในงานวิจัยนี้ พบว่า บทความที่เลือกใช้ในกิจกรรมนักเรียนให้ความสนใจเนื่องจากเป็นบทความหรือสถานการณ์ที่ใกล้เคียงกับชีวิตจริง ดังนั้น ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โมเดล MEAs ควรให้ความสำคัญกับ “บทความหรือสถานการณ์” ที่เป็นบริบทการเรียนรู้ โดยจะต้องเลือกหรือออกแบบบทความหรือสถานการณ์ที่ใกล้เคียงกับชีวิตจริง และนักเรียนคุ้นเคย รวมถึงเอื้อให้นักเรียนสามารถใช้ตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์ได้หลายแบบ ทั้งนี้เพื่อจูงใจให้นักเรียนเกิดความสนใจและอยากที่จะทำกิจกรรมการเรียนรู้ดังกล่าว

**ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป**

1. ควรมีการศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์โดยใช้โมเดล MEAs ที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรอื่น ๆ เช่น ความสามารถในการสื่อสารและสื่อความหมาย พิจารณาจากในขณะทดลองในขั้นที่ 3 (นักเรียนนำเสนอและอภิปรายเพื่อสรุปความรู้) ในช่วงแรกมีนักเรียนเพียงส่วนน้อย ที่สามารถพูดอธิบายหรือนำเสนอแนวคิดให้เพื่อน ๆ ได้ แต่เมื่อช่วงท้าย ๆ ของการทดลอง พบว่า นักเรียนที่สามารถพูดนำเสนอแนวคิดของตนเองให้เพื่อน ๆ ได้มีจำนวนเพิ่มมากขึ้นอย่างชัดเจน

2. ควรมีการศึกษาเจตคติของผู้เรียนที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์โดยใช้โมเดล MEAs เนื่องด้วยระหว่างจัดกิจกรรมผู้วิจัยพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ให้ความสนใจและมีความกระตือรือร้นในการทำกิจกรรม นักเรียนส่วนมากพยายามแลกเปลี่ยนเรียนรู้ความคิดเห็นทั้งภายในกลุ่มของตนเอง และกลุ่มอื่น

**รายการอ้างอิง**

**ภาษาไทย**

กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *ตัวชี้วัดและสาระแกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์. (2546). *การคิดเชิงวิเคราะห์*. ซัสเซส มีเดีย.

ชาญชัย ยมดิษฐ์. (2548). *เทคนิคและวิธีการสอนร่วมสมัย* (พิมพ์ครั้งที่ 1 ). หลักพิมพ์.

ชาติ แจ่มนุช. (2545). *สอนอย่างไรให้คิดเป็น*. เลี่ยงเชียง.

ชูรายา สัสดีวงศ์. (2555). *การพัฒนากระบวนการจัดการเรียนรู้โดยบูรณาการรูปแบบการพัฒนา ความคิดทางคณิตศาสตร์และแนวคิดการใช้ปัญหาเป็นหลักเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิด วิเคราะห์และความสามารถในการอก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาทาง คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2* [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต]. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. Chulalongkorn University Intellectual Repository (CUIR). https://cuir.car.chula.ac.th/bitstream/123456789/45041/1/suraya_sa.pdf

ทิศนา แขมมณี และจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ภาควิชาประถมศึกษา. (2544). *วิทยาการด้านการคิด.* เดอะมาสเตอร์กรุ๊ปแมเนจเม้นท์.

รัญชนา ทรงไชย และ จุไรรัตน์ อาจแก้ว. (2561). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน(PBL) และการจัดการเรียนรู้ตามปกติ. *วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา*, *7*(2), 24-41.

ลักขณา สริวัฒน์. (2549). *การคิด.* โอเดียนสโตร์.

ศูนย์ดำเนินงาน PISA แห่งชาติ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2564). *ผลการประเมิน PISA 2018 การอ่าน คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์.* สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.).

สุคนธ์ สินธพานนท์, วรรัตน์ วรรณเลิศลักษณ์, และ พรรณี สินธพานนท์. (2550). พัฒนาทักษะการคิดพิชิตการสอน. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สิรินทรา มินทะขัติ. (2556). *ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-based learning) เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ที่มีต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3* [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต]. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. https://ir.swu.ac.th/jspui/handle/123456789/4275

สุวิทย์ มูลคำ. (2547). *กลยุทธ์การสอนคิดประยุกต์.* ภาพพิมพ์.

อัมพร ม้าคนอง. (2553). *ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์: การพัฒนาเพื่อพัฒนาการ.* โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

**ภาษาอังกฤษ**

Aziz, S. A., & Irwan, I. (2020). Validity Of Mathematical Learning Material Based On Model Eliciting Activities (MEAS) Approach To Improve Mathematical Creative Thinking Skill Of Students. *Journal of Physics: Conference Series*, *1554*, 012066. https://doi.org/10.1088/1742-6596/1554/1/012066 Bloom, B. S. (1956). *Taxonomy of education objective Book 1: Cognitive domain*. Longman Group.

Chamberlin, S. A., & Coxbill, E. (2012). Using model-eliciting activities to introduce upper elementary students to statistical reasoning and mathematical modeling. *WISDOMe Monograph Series Volume 2*, 169-195. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/315831146_Quantitative_Reasoning_and_Mathematical_Modeling_A_Driver_for_STEM_Integrated_Education_and_Teaching_in_Context

Chamberlin, S. A., & Moon, S. M. (2005). Model-eliciting activities as a tool to develop and identify creatively gifted mathematicians. *Journal of Secondary Gifted Education, 17*(1), 37-47.

Clark, L. H. (1968). Strategies and tactics in secondary school teaching: a book of readings. Macmillan Company.

Coxbill, E., Chamberlin, S. A., & Weatherford, J. (2013). *Using model-eliciting activities as a tool to identify and develop mathematically creative students*. *Journal for the Education of the Gifted, 36*(2), 176-197.

Good, C. V. (1973). *Dictionary of education (Vol. 3)*. McGraw-Hill Book Company.

Hartati, S., Bilqis, R. A., & Rinaldi, A. (2020). Mathematical problem-solving abilities and reflective thinking abilities: The impact of the influence of eliciting activities models. *Al-Jabar: Jurnal Pendidikan Matematika*, *11*(1), 167-178.

Wahyu, H. 2014 The Implementation of MEAs Instruction to Students' Mathematics Problem Solving and Connecting Ability. *Proceeding of International Conference On Research, Implementation, And Education Of Mathematics And Sciences,* 607 – 614.

Irwan, & Al Aziz, S. (2018). The Influence of Mathematical Learning Material Based On Model-Eliciting Activities (MEAs) Approach To Improve Mathematical Creative Thinking Skill Of Students Of Grade X Of Senior High School Padang. *Proceedings of the 2nd International Conference on Mathematics and Mathematics Education 2018 (ICM2E 2018, France, Europe.), Volume 285,* 117-120. https://www.atlantis-press.com/proceedings/icm2e-18/55909487.

Lesh, R., Hoover, M., Hole, B., Kelly, A., & Post, T., (2000) Principles for Developing Thought-Revealing Activities for Students and Teachers. In A. Kelly, R. Lesh (Eds.), *Research Design in Mathematics and Science Education*. (pp. 591-646). Lawrence Erlbaum Associates, Mahwah, New Jersey.

Lesh, R., & English, L. D. (2005). Trends in the evolution of models & modeling perspectives on mathematical learning and problem solving. *Zentralblatt Für Didaktik Der Mathematik*, *37*(6), 487–489. https://doi.org/10.1007/bf02655857

Marzano, R. J. (2001). *Designing a new taxonomy of educational objectives*. Corwin Press and London: Sage.

Moon, S. (2008). How Does the Problem Based Learning Approach Compare to the Model-Eliciting Activity Approach in Mathematics? https://www.cimt.org.uk/journal/chamberlin.pdf

Pane, N., Syahputra, E., & Mulyono, M. (2017, October). *Model-Eliciting Activities Approach as a Tool to Improve Creative Thinking Skills and Self-Confidence*. In 2nd Annual International Seminar on Transformative Education and Educational Leadership (AISTEEL 2017), *Volume 104*, 399-402. https://www.atlantis-press.com/proceedings/aisteel-17/25887393. Atlantis Press.

Parks, M. (2020). The Roadster Challenge. *Science and Children*, 57(7), 22-27. https://doi.org/10.1080/00368148.2020.12291552

Passarella, S. (2022). Supporting emergent modelling by implementing model eliciting activities: the case of 3D-Euclidean geometry. *Research in Mathematics Education*, *24*(3), 347–366. https://doi.org/10.1080/14794802.2021.1994869