

BRIGHT Model รูปแบบการสอนคณิตศาสตร์ตามแนวคิด RME ร่วมกับ MEAs เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย “BRIGHT Model” Mathematics Instructional Model Based on RME and MEAs Approaches to Enhance Mathematical Thinking for Upper Primary Students

นฤนาท เอี่ยมฉำ¹ สรัญญา จันทร์ชูสกุล² และ พรณัฐ กิจรุ่งเรือง³
Narunat lamcham,¹ Saranya Chanchusakun² and Poranat Kitroongrueng³

Article History

Receive: February 13, 2023

Revised: March 28, 2023

Accepted: March 29, 2023

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาข้อมูลพื้นฐานและความต้องการจำเป็นสำหรับการพัฒนารูปแบบการสอนตามแนวคิด การศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงร่วมกับแนวคิด Model-Eliciting Activities เพื่อเสริมสร้างการคิดเชิงคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย และเพื่อพัฒนาการพัฒนารูปแบบการสอนตามแนวคิดการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้อง กับชีวิตจริงร่วมกับแนวคิด Model-Eliciting Activities เพื่อเสริมสร้างการคิดเชิงคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนประถมศึกษา ตอนปลาย การวิจัยดำเนินการตามกระบวนการวิจัยและพัฒนา ร่วมกับแนวคิดการออกแบบการเรียนการสอน ADDIE Model แบ่งออกเป็น 4 ระยะ แต่ในบทความฉบับนี้ได้นำเสนอ 2 ระยะ ได้แก่ ระยะที่ 1 การวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ดังนี้ 1) การศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลจากเอกสาร 2) การศึกษาความต้องการจำเป็นจากกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ ครูผู้สอนคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาญจนบุรี เขต 1 จำนวน 122 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบประเมินความต้องการจำเป็น ประกอบด้วยแบบตรวจสอบรายการ และแบบสอบถามที่มีรูปแบบของการตอบสนองคู่ มีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับที่ 0.96 และ 3) การสัมภาษณ์ความคิดเห็น จากผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ จำนวน 6 ท่าน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบสัมภาษณ์ความคิดเห็น และระยะที่ 2 การออกแบบและพัฒนารูปแบบการสอน หากคุณภาพของรูปแบบการสอนด้วยการสัมภาษณ์กลุ่มผู้เชี่ยวชาญ และประเมิน รับรองคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญ วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเชิงบรรยาย ดังนี้ PNI Modified สถิติทดสอบที และการวิเคราะห์เนื้อหา ผลการวิจัย พบว่า 1) ผลการประเมินความต้องการจำเป็น ในภาพรวมสภาพที่พึงประสงค์อยู่ในระดับมาก สภาพปัจจุบันอยู่ใน ระดับปานกลาง มีค่าดัชนีความสำคัญของลำดับความต้องการจำเป็น (PNI Modified) อยู่ที่ 0.25 และ 2) รูปแบบการสอนตามแนวคิด การศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงร่วมกับแนวคิด Model-Eliciting Activities เพื่อเสริมสร้างการคิดเชิงคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย (BRIGHT Model) มีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน ดังนี้ 1) ขั้นความคิดพื้นฐาน (B: Basic Thinking) 2) ขั้นเชื่อมโยงความจริง (R: Realistic connecting) 3) ขั้นสร้างแนวคิดผ่านกระบวนการกลุ่ม (IG: Idea initiating and Group processing) 4) ขั้นเปิดเผยความคิด (H: Heart-to-heart) และ 5) ขั้นการคิดเชิงองค์ความรู้ (T: Thinking with concepts) และกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนการคิดเชิงคณิตศาสตร์ตามพฤติกรรมบ่งชี้ ดังนี้ 1) การวิเคราะห์ ปัญหาและประเมินความรู้ 2) การออกแบบ/วางแผนและเชื่อมโยงความรู้ 3) การดำเนินการแก้ปัญหา และ 4) การประเมิน ความสมเหตุสมผล โดยมีผลการประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการสอนอยู่ในระดับมากที่สุดทุกด้านของการประเมิน

¹ นักศึกษาปริญญาเอก สาขาหลักสูตรและการสอน (กลุ่มวิชาการประถมศึกษา) คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร, Doctoral Student in Department of Curriculum and Instruction (Elementary Education), Faculty of Education, Silpakorn University

^{2,3} ผู้ช่วยศาสตราจารย์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร, Assistant Professor, Department of Curriculum and Instruction, Faculty of Education, Silpakorn University



คำสำคัญ : รูปแบบการสอน ; รูปแบบการสอนคณิตศาสตร์ ; การคิดเชิงคณิตศาสตร์ ; แนวคิดการศึกษาคณิตศาสตร์
ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง ; แนวคิด Model-Eliciting Activities

ABSTRACT

The objectives of this research were to study fundamental data and essential needs for developing the mathematics instructional model based on RME and MEAs approaches to enhance mathematical thinking for upper primary students, and to develop the mathematics instructional model based on RME and MEAs approaches to enhance mathematical thinking for upper primary students. This research used research and development process integrated with ADDLE instructional model which divided into 4 stages. However, this paper merely focused on 2 stages as follows; the first stage was the analysis of fundamental data consisting of 3 procedures steps 1) studying and analyzing data from the documents, 2) studying the essential needs of the sample group which consisted of 122 mathematics teachers who is teach in upper primary level in Kanchanaburi Primary Educational Service Area Office 1. The research instruments were essential needs assessment forms consisting of a check-list form, and a dual-response survey questionnaires with overall reliability score was at 0.96, and 3) interviewing for opinion from 6 experts in teaching mathematics using an opinion interviewing form. The second stage was the designing and developing instructional model as well as finding the quality of the instructional model using connoisseurship and guaranteeing quality assessment from the experts. The data was analyzed using descriptive statistics, PNI_{Modified}, t-test dependent and text analysis. The research findings revealed that 1) the overall results of desired essential needs assessment was at a high level, whereas the current condition was at a moderate level. The indicator of Priority Needs Index (PNI_{Modified}) was at 0.25, and 2) the instructional model based on RME and MEAs approach to enhance mathematical thinking for upper primary students (BRIGHT Model) consisted of five steps as follows; 1) basic thinking, 2) realistic connecting, 3) idea initiating and group processing, 4) heart-to-heart, and 5) thinking with concepts. In addition, the criterion for rating score of the mathematical thinking according to behavioral indicators consisted of 1) problem analysis and knowledge evaluation, 2) designing/ planning, and connecting knowledge, 3) problems solving, and 4) rational evaluation. The assessment indicated that the overall assessment of this instructional model was at the highest level.

Keywords : Instructional Model ; Mathematics Instructional Model ; Mathematical Thinking ; Realistic Mathematics Education Approach ; Model-Eliciting Activities Approach

บทนำ

การศึกษาในศตวรรษที่ 21 เป็นระบบที่กำลังพัฒนาอย่างรวดเร็ว เพื่อตอบสนองความต้องการด้านการศึกษาทั่วโลก โดยหน่วยงานด้านการศึกษาในหลายประเทศกำลังพัฒนาแนวทางปฏิบัติด้านการศึกษาเพื่อเตรียมผู้สำเร็จการศึกษาที่มีคุณภาพ และพร้อมเผชิญกับความต้องการของสังคมโลกในอนาคต และโลกแห่งการทำงาน (Sekaryanti et al., 2022) ทั้งนี้การศึกษาคณิตศาสตร์ในปัจจุบันมุ่งเน้นการพัฒนาความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์เท่านั้น แต่สิ่งสำคัญที่เกิดขึ้นระหว่างกระบวนการเรียนรู้คือ การคิดเชิงคณิตศาสตร์ ตรงกับภาษาอังกฤษที่ว่า Mathematical Thinking (MT) เป็นกระบวนการต่อเนื่องที่สร้างเข้าใจเชิงลึกทางคณิตศาสตร์ แสดงออกในลักษณะของเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ร่วมกับทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ มุ่งเน้นการมองหารูปแบบและความสัมพันธ์ การตีความ วิเคราะห์ปัญหา เลือกกลยุทธ์ในการแก้ปัญหา ไปสู่กระบวนการแก้ปัญหาอย่างสมเหตุสมผล และสร้างกลวิธีในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ (Mason, Burton and Stacey, 2010 ; Falentina, Muchyidin and Nasehudin, 2022) และคุณภาพทางการคิดของผู้เรียนในวิชาคณิตศาสตร์สามารถเห็นได้จากกระบวนการคิดของผู้เรียนในการแก้ปัญหาด้วยการใช้เหตุผลทางคณิตศาสตร์แตกต่างจากวิธีคิดอื่นๆ (Mason et al., 2010) และคณิตศาสตร์ยังเป็นรูปแบบที่เติบโตและพัฒนาขึ้นจากกระบวนการคิดที่จะสร้างแบบแผน

ความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิด และนำแนวคิดที่เป็นแบบแผนมาใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน (Anistyasari, Ekohariadi and Hidayati, 2022) สอดคล้องกับกรอบการประเมิน PISA 2021 สำหรับการประเมินด้านคณิตศาสตร์จะประกอบไปด้วย 3 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และกระบวนการแก้ปัญหา และรวมถึงกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ที่แสดงถึงการเชื่อมโยงบริบทของปัญหาด้วยคณิตศาสตร์ แล้วนำไปสู่การแก้ปัญหา 2) เนื้อหาคณิตศาสตร์ และ 3) บริบทที่ใช้ ในแบบทดสอบซึ่งสัมพันธ์กับทักษะในศตวรรษที่ 21 (Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology, 2020) สะท้อนถึงปัญหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ศึกษาจากการประเมินสมรรถนะนักเรียน ตามมาตรฐานสากล (Programme for International Student Assessment: PISA) ของเด็กอายุ 15 ปี จากทั่วโลกในทุกๆ รอบสามปี ที่ OECD ได้สำรวจความรู้ด้านการอ่าน คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ เมื่อพิจารณาผลการประเมินด้านคณิตศาสตร์ พบว่า นักเรียนไทยมีคะแนนคณิตศาสตร์ 419 คะแนน ซึ่งมีคะแนนต่ำกว่าค่าเฉลี่ย OECD และมีนักเรียนประมาณร้อยละ 2.3 เท่านั้น ที่มีผลการประเมินด้านคณิตศาสตร์อยู่ในกลุ่มสูง และเมื่อเปรียบเทียบกับคะแนนย้อนหลังตั้งแต่ปี 2012, 2015 และ 2018 มีคะแนนเฉลี่ยคณิตศาสตร์คือ 427, 415 และ 419 ตามลำดับ จะเห็นได้ว่า แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงคะแนนตั้งแต่รอบแรก ถึงปัจจุบัน ด้านคณิตศาสตร์ของไทยไม่มีการเปลี่ยนแปลง (PISA Thailand, Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology, 2018) และผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินี้ขั้นพื้นฐาน (Ordinary National Educational Test: O-NET) วิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตั้งแต่ปีการศึกษา 2561, 2562 และ 2563 มีคะแนนเฉลี่ย 37.50, 32.90 และ 29.99 ตามลำดับ พบว่า คะแนนเฉลี่ยลดลงอย่างต่อเนื่อง ส่วนใหญ่มีคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่า ร้อยละ 50 คะแนนส่วนใหญ่อยู่ในระดับปานกลางและต่ำ และพบว่า ผู้เรียนมักกระตือรือร้นในการเรียนเพิ่มขึ้น หากวิธีการ จัดการเรียนสอนเป็นแบบปฏิบัติ โดยเฉพาะอย่างยิ่งผู้เรียนในโรงเรียนห่างไกล สนใจและชอบเรียนในวิชาที่ได้ลงมือปฏิบัติ มากกว่าวิชาที่ต้องนั่งฟังบรรยายในห้องเรียน (Office of the Education Council, 2021) สอดคล้องกับผลการวิจัยของ Satiti and Wulandari (2021) ที่แสดงให้เห็นว่า การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ตามแบบจำลองของ PISA ด้วยกระบวนการคิดเชิง คณิตศาสตร์ช่วยให้ผู้เรียนสามารถแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง และ Organisation for Economic Co-operation and Development (2018) ได้กล่าวถึง การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ตามกรอบของ PISA 2021 ด้านการตีความ ประยุกต์ใช้ และ ประเมินผลทางคณิตศาสตร์ โดยใช้การคิดเชิงคณิตศาสตร์และการคิดเชิงคำนวณเพื่อคาดคะเนคำตอบ และใช้เป็นหลักฐาน สำหรับการให้เหตุผล เพื่อทดสอบและเปรียบเทียบวิธีแก้ปัญหาที่แตกต่างกัน แสดงถึงปัญหาเกี่ยวกับการคิดเชิงคณิตศาสตร์ ของผู้เรียนที่ส่งผลต่อการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของผู้เรียน ที่ไม่ได้รับการส่งเสริมหรือพัฒนาควบคู่ ไปกับพัฒนาความรู้ และทักษะทางคณิตศาสตร์ตามกิจกรรมการเรียนรู้ในปัจจุบัน รวมถึงสภาพปัญหาด้านการจัดการเรียน การสอนวิชาคณิตศาสตร์ พบว่าผู้เรียนไม่สามารถนำองค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาได้ และ ปัญหาด้านหลักสูตรคณิตศาสตร์ที่ไม่สะท้อนถึงความจำเป็นในการเรียนรู้ตามบริบทและชีวิตจริงของผู้เรียน

ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิดที่ตอบสนองต่อการพัฒนากระบวนการคิดเชิงคณิตศาสตร์ ได้แก่ แนวคิดการศึกษาคณิตศาสตร์ ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง (Realistic Mathematics Education: RME) โดยคณิตศาสตร์ควรเชื่อมโยงกับชีวิตจริง ใกล้ชิดกับ ประสบการณ์ของผู้เรียนและเกี่ยวข้องกับบริบททางสังคม เพื่อให้คณิตศาสตร์เป็นสิ่งที่มีความสำคัญสำหรับการเรียนรู้ แทนที่ คณิตศาสตร์จะเป็นเพียงวิชาที่ถ่ายทอดเพียงเนื้อหาความรู้เท่านั้น แต่คณิตศาสตร์ถือเป็นกิจกรรมหนึ่งของมนุษย์ (Mathematics as a Human Activity) ซึ่งการเรียนคณิตศาสตร์ควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนคิดค้นคณิตศาสตร์ (Reinvent) ด้วยการลงมือปฏิบัติ (Fauzan, 2002 ; Zulkardi, 2002) และช่วยให้ผู้เรียนได้คิดวิเคราะห์ อภิปรายและแก้ปัญหาในโลกของ ความเป็นจริง (Juandi, Kusumah and Tamur, 2022) สอดคล้องกับงานวิจัยของ Ulandari, Amry and Saragih (2019) พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนที่เรียนรู้ตามแนวคิด RME นั้นสูงกว่าความสามารถของผู้เรียน ที่เรียนรู้แบบเดิม และ Anggraini and Fauzan (2020) พบว่า การเรียนรู้ตามแนวคิด RME ช่วยเพิ่มความสามารถในการ แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียน ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิด Model-Eliciting Activities (MEAs) เป็นกระบวนการเรียนรู้ ที่ผู้เรียนได้หาคำตอบผ่านการแก้ปัญหา ประกอบด้วยการสร้างองค์ความรู้ การค้นหาความรู้ การถาม การสื่อสารการสร้าง แบบจำลอง และการสะท้อนกลับ ส่งผลให้การเรียนรู้มีความหลากหลายไม่จำเจ ผู้เรียนจะถูกกระตุ้นให้ค้นหาคำตอบของปัญหา และมีความกระตือรือร้นในการเรียนรู้ ทำให้ผู้เรียนไม่เกิดความเบื่อหน่ายในการร่วมเรียนรู้ และเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพจาก การสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Guler, Sen, Ay and Ciltas, 2019 ; Akbarzadeh, Khosravi and Alex, 2022) สอดคล้องกับ งานวิจัยของ Winda, Sufyani and Elah (2018) พบว่า การเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิด MEAs ช่วยเพิ่มความสามารถ ในการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของผู้เรียน และ Hartati, Bilqis and Rinaldi (2020) พบว่า การเรียนรู้ตามแนวคิด MEAs มีผลต่อ ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และทักษะการคิดไตร่ตรองทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียน



จากการศึกษาความเป็นมา สภาพปัญหา และแนวคิดในการแก้ไขปัญหาข้างต้น พบว่าการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในปัจจุบันยังคงเป็นปัญหา เนื่องจากการเรียนคณิตศาสตร์ในปัจจุบันไม่ได้มุ่งเน้นกระบวนการทางความคิดในการแก้ปัญหา และให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่เชื่อมโยงกระบวนการเรียนรู้กับชีวิตจริงและบริบทของผู้เรียน และจากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในระดับประถมศึกษา ดังนั้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจพัฒนารูปแบบการสอนตามแนวคิดการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงร่วมกับแนวคิด Model-Eliciting Activities เพื่อเสริมสร้างการคิดเชิงคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย ทั้งนี้งานวิจัยฉบับนี้ได้รับ “ทุนอุดหนุนการทำกิจกรรมส่งเสริมและสนับสนุนการวิจัยและนวัตกรรม จากสำนักงานการวิจัยแห่งชาติ ปีงบประมาณ 2565”

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาข้อมูลพื้นฐานและความต้องการจำเป็นสำหรับการพัฒนารูปแบบการสอนตามแนวคิดการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงร่วมกับแนวคิด Model-Eliciting Activities เพื่อเสริมสร้างการคิดเชิงคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย
2. เพื่อพัฒนารูปแบบการสอนตามแนวคิดการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงร่วมกับแนวคิด Model-Eliciting Activities เพื่อเสริมสร้างการคิดเชิงคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

แนวคิดเกี่ยวกับการคิดเชิงคณิตศาสตร์ (Mathematical Thinking: MT)

การคิดเชิงคณิตศาสตร์เป็นกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่ครอบคลุมทั้งความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ การสื่อสารทางคณิตศาสตร์ การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เพื่อให้เข้าใจคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง (Heleni and Zulkarnain, 2018) ทั้งนี้ความสามารถในการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของผู้เรียนสามารถอธิบายผ่านกระบวนการ ดังนี้ 1) การระบุปัญหาทำได้โดยการเปิดเผยองค์ประกอบของปัญหาที่ทราบ และการออกแบบการแก้ปัญหา 2) การดำเนินการแก้ปัญหตามแผนที่วางไว้ และ 3) สรุปผลและเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน (Mustafa and Sari, 2019) และลักษณะสำคัญสำหรับการพัฒนาการคิดเชิงคณิตศาสตร์ ได้แก่ 1) ความเป็นไปได้ที่จะเกิดการคิดเชิงคณิตศาสตร์ 2) การคิดเชิงคณิตศาสตร์สามารถพัฒนาได้โดยการตอบคำถามและฝึกฝนผ่านการสะท้อนคิด 3) การคิดเชิงคณิตศาสตร์สามารถถูกกระตุ้นโดยสถานการณ์ที่น่าสนใจ ปัญหา หรือข้อขัดแย้ง 4) การคิดเชิงคณิตศาสตร์สามารถสนับสนุนด้วยบรรยากาศของการตั้งคำถาม ความท้าทาย และการสะท้อนคิด และ 5) การเรียนรู้การคิดเชิงคณิตศาสตร์อย่างมีความหมายช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจความเป็นจริงบนโลกมากขึ้น (Mason et al., 2010) และสามารถวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์ได้จากตัวชี้วัด ดังนี้ 1) ระบุปัญหา พัฒนาและลองใช้กลยุทธ์ต่างๆ ที่สามารถใช้ในการแก้ปัญหา 2) ขยายผลความสำเร็จ 3) เปรียบเทียบในกรณีที่คล้ายกัน และ 4) ระบุเหตุผลของความสำเร็จในการแก้ปัญหา (Ferdianto, Sukestiyarno and Widowati, 2022) ดังนั้น การคิดเชิงคณิตศาสตร์จะประกอบไปด้วยการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

แนวคิดการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง (Realistic Mathematics Education: RME)

แนวคิดการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง มีลักษณะสำคัญประกอบด้วย 1) การใช้บริบทซึ่งประกอบด้วยโลกแห่งความเป็นจริง คณิตศาสตร์ สิ่งที่เป็นนามธรรม และการประยุกต์ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ 2) เครื่องมือประกอบด้วยสิ่งเป็นรูปธรรมและนามธรรม 3) การเชื่อมโยงในการเรียนรู้เฉพาะเรื่อง 4) การมีส่วนร่วมของผู้เรียนจากวิธีการที่ไม่เป็นทางการไปสู่วิธีการที่เป็นทางการ และ 5) กิจกรรมการโต้ตอบในรูปแบบของการเจรจา อธิบาย ให้เหตุผล การใช้คำถาม หรือการสะท้อนคิด (Adjie, Putri and Dewi, 2021) ดังนั้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด RME ประกอบด้วย 1) การใช้ปัญหาเชิงบริบท ซึ่งการเลือกบริบทขึ้นอยู่กับประสบการณ์ของผู้เรียน 2) การสร้างแบบจำลอง 3) กิจกรรมที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้อภิปราย แสดงความคิดเห็น และหาวิธีแก้ปัญหาผ่านกระบวนการกลุ่ม 4) การมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูในการชี้แนะปัญหาให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ในการแก้ปัญหา และ 5) การเชื่อมโยงความรู้ (Heriyadi and Prahmana, 2020) ซึ่งเป็นกระบวนการที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนคิดอย่างกระตือรือร้น สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง เน้นบริบทและการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับสภาพแวดล้อมของโรงเรียนและผู้เรียน ครูเป็นเพียงผู้อำนวยความสะดวก ทั้งนี้ความแตกต่างเกิดจากบริบททางสังคม วัฒนธรรม และสภาพแวดล้อม การศึกษาตามความเป็นจริงเป็นแนวทางการเรียนรู้ที่เริ่มต้นด้วยปัญหาตามบริบทเพื่อชี้แนะ

ผู้เรียนให้เข้าใจแนวคิดทางคณิตศาสตร์ และเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน (Maslihah, Waluya, Karomah and Iqbal, 2021 ; Siregar and Prabawanto, 2021)

แนวคิด Model-Eliciting Activities (MEAs)

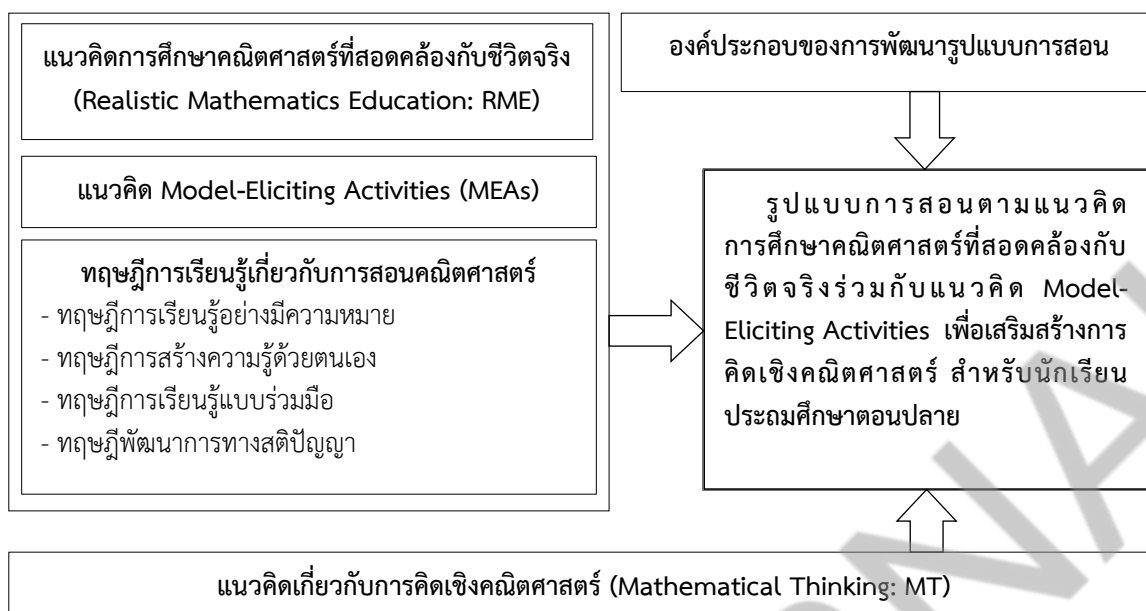
แนวคิด MEAs เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ผู้เรียนเรียนรู้ที่จะหาคำตอบผ่านการแก้ปัญหา ประกอบไปด้วย 6 หลักการ ได้แก่ 1) หลักการสร้างรูปแบบ ปัญหาที่ใช้จะต้องเปิดโอกาสให้ผู้เรียนสามารถสร้างกระบวนการในการแก้ปัญหาได้ 2) หลักการของความจริง ปัญหาที่ใช้จะต้องมีความหมายเกี่ยวข้องกับผู้เรียนและมีพื้นฐานของความเป็นจริง 3) หลักการประเมินตนเอง ผู้เรียนจะต้องมีความสามารถที่จะประเมินตนเองขณะแก้ปัญหาได้ 4) หลักการอธิบายในรูปแบบเอกสาร ผู้เรียนแสดงให้เห็นกระบวนการคิดการแก้ปัญหาในรูปแบบของใบงาน ใบกิจกรรม และแบบทดสอบ 5) หลักการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ทางความสามารถและการนำกลับมาใช้ การแก้ปัญหาที่สร้างขึ้นโดยผู้เรียนควรทำปัญหาให้อยู่ในรูปทั่วไปที่ผู้อื่นสามารถนำไปปรับใช้ได้ 5) หลักการออกแบบที่มีประสิทธิภาพ การสร้างตัวแบบควรเป็นต้นแบบที่มีความเป็นไปได้สำหรับการตีความในสถานการณ์อื่นและมีนัยสำคัญทางคณิตศาสตร์ (Pikulatong, 2018) และแนวคิด MEAs ถือเป็นเครื่องมือในการพัฒนาและสร้างความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ให้กับผู้เรียน เนื่องจากช่วยให้ผู้เรียนระบุข้อมูลทางคณิตศาสตร์ได้อย่างอิสระ ประเมินขั้นตอนการแก้ปัญหา เขียนรูปแบบทั่วไปตามบริบท พัฒนาทักษะการตัดสินใจ และสื่อสารกระบวนการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ (Pertamawati and Retnowati, 2019)

ทฤษฎีการเรียนรู้เกี่ยวกับการสอนคณิตศาสตร์

การสอนคณิตศาสตร์ต้องอาศัยหลักการจากทฤษฎีการเรียนรู้เพื่อประยุกต์ใช้ในชั้นเรียน ดังที่ Koskinen and Pitkäniemi (2022) ได้ศึกษาทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมายสำหรับการสอนคณิตศาสตร์ พบว่า การสอนคณิตศาสตร์ ประกอบด้วยการสร้างองค์ความรู้ผ่านสภาพแวดล้อม การเลือกแนวทางการสอน และให้คำชี้แนะผู้เรียนผ่านการทำงานร่วมกัน และการสอนคณิตศาสตร์ต้องสอดคล้องกับบริบท เป็นรูปธรรม และเกี่ยวข้องกับสังคมซึ่งมีบทบาทอย่างมากในการเรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างมีความหมาย และปัจจัยสำคัญเพิ่มเติมในกระบวนการเรียนรู้ที่มีความหมาย ได้แก่ ปัจจัยด้านอารมณ์ บรรยากาศในห้องเรียน และการปฏิบัติของครูที่มีต่อผู้เรียนเป็นรายบุคคล สอดคล้องกับ Vintere (2018) ได้ศึกษาทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองกับการสอนคณิตศาสตร์ พบว่า การสอนคณิตศาสตร์ควรเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันมากกว่าสอนโดยใช้สูตรที่เป็นนามธรรม และใช้วิธีการที่สร้างสรรค์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเกิดจากกระบวนการทางปัญญาและปฏิสัมพันธ์ทางสังคม และ Yapatang and Polyiem (2022) ได้ศึกษาทฤษฎีการเรียนรู้แบบร่วมมือกับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ พบว่า ครูควรเปลี่ยนบทบาทเป็นผู้อำนวยความสะดวก และให้ผู้เรียนที่มีทักษะแตกต่างกันทำงานร่วมกัน แต่มีเป้าหมายการเรียนรู้เหมือนกัน เพื่อให้ผู้เรียนแบ่งปันความรู้และช่วยเหลือซึ่งกันและกัน โดยผู้เรียนที่มีทักษะสูงสามารถเรียนรู้โดยการช่วยเหลือเพื่อน ส่วนผู้เรียนที่มีทักษะต่ำสามารถปรึกษาเพื่อนในการเรียนรู้ได้เช่นกัน และ Nashiru, Sadiq and Ahmed (2019) ได้ศึกษาทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญาของ Bruner ประกอบด้วย การจัดลำดับเนื้อหาตามสติปัญญาของผู้เรียน การเรียนรู้ด้วยการค้นพบ และการเสริมเสริมแรง โดยการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามขั้นตอน ดังนี้ 1) การเรียนรู้ด้วยการลงมือปฏิบัติผ่านประสาทสัมผัส คือเรียนรู้จากสิ่งที่เป็นรูปธรรมโดยตรง 2) การเรียนรู้โดยใช้ความคิด เป็นการแสดงความคิดผ่านรูปภาพหรือแผนผัง และ 3) การเรียนรู้โดยใช้สัญลักษณ์ เป็นการใช้สัญลักษณ์แทนค่าจริง ซึ่งเป็นการเรียนรู้แบบนามธรรมและมีความซับซ้อนมากขึ้น

กรอบแนวคิดการวิจัย

ผู้วิจัยได้ศึกษาหลักการ แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อเป็นกรอบแนวคิดในการพัฒนารูปแบบการสอน ประกอบด้วยแนวคิดหลัก ดังนี้



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัย

การดำเนินการวิจัยโดยใช้กระบวนการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) ร่วมกับแนวคิด การออกแบบการเรียนการสอน ADDIE Model แบ่งออกเป็น 4 ระยะ แต่ในบทความฉบับนี้ผู้วิจัยได้นำเสนอ 2 ระยะ ดังนี้

ระยะที่ 1 การวิจัย (Research: R_i) การวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน (Analysis: A) และความต้องการจำเป็นในการ พัฒนารูปแบบการสอน ประกอบไปด้วย 3 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลจากเอกสาร ได้แก่ หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 หลักการ แนวคิด ทฤษฎี และ งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนารูปแบบการสอนคณิตศาสตร์ แนวคิดการคิดเชิงคณิตศาสตร์ แนวคิดการศึกษาคณิตศาสตร์ ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง แนวคิด Model-Eliciting Activities และทฤษฎีการเรียนรู้เกี่ยวกับการสอนคณิตศาสตร์ และวิเคราะห์ ความสัมพันธ์ของข้อมูลและจัดหมวดหมู่ของเนื้อหาเพื่อสังเคราะห์เป็นองค์ประกอบและหลักการที่จะนำไปใช้ในการออกแบบ ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการสอน และวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาเอกสาร โดยใช้การวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (Content Analysis)

ขั้นตอนที่ 2 การศึกษาความต้องการจำเป็น ประกอบด้วย 2.1) ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ประชากรที่ใช้ใน การวิจัย ได้แก่ ครูผู้สอนคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษาตอนปลาย ปีการศึกษา 2564 โรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่ การศึกษาประถมศึกษากาญจนบุรี เขต 1 จำนวน 139 โรงเรียน และกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ ครูผู้สอนคณิตศาสตร์ระดับ ประถมศึกษาตอนปลาย จำนวน 122 คน โรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาญจนบุรี เขต 1 ปีการศึกษา 2564 การกำหนดขนาดตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ โดยใช้โปรแกรมกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างของ Soper (2021) กำหนดขนาดอิทธิพลที่ 0.5 ซึ่งเป็นค่าขนาดอิทธิพลระดับปานกลาง กำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 และระดับความ เชื่อมั่นที่ ร้อยละ 95 ได้ขนาดตัวอย่างขั้นต่ำในการวิเคราะห์จำนวน 88 คน เพื่อป้องกันอันตรายจากการตอบกลับที่ไม่ครบถ้วน ผู้วิจัยจึงเก็บข้อมูลกับตัวอย่างจำนวน 122 คน ตามสัดส่วนของขนาดโรงเรียน และสุ่มตัวอย่างแบบแบ่งชั้นตามสัดส่วนของ ขนาดโรงเรียน 2.2) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เป็นแบบประเมินความต้องการจำเป็น แบ่งออกเป็น 3 ตอน ดังนี้ ตอนที่ 1 สถานภาพของผู้ตอบแบบสอบถาม ข้อคำถามเป็นแบบตรวจสอบรายการ (Check list) จำนวน 6 ข้อ ประกอบด้วย 1) วิทยฐานะ 2) ระดับชั้นที่สอนคณิตศาสตร์ 3) ขนาดโรงเรียนที่สอน 4) ระดับการศึกษาสูงสุด 5) สาขาที่จบการศึกษา และ 6) ประสบการณ์เกี่ยวกับการสอนคณิตศาสตร์ ตอนที่ 2 สภาพที่พึงประสงค์และสภาพปัจจุบันในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคณิตศาสตร์ ระดับประถมศึกษาตอนปลาย แบ่งออกเป็น 4 ด้าน ได้แก่ 1) หลักการจัดการเรียนรู้ จำนวน 10 ข้อ 2) บทบาทผู้สอน จำนวน 6 ข้อ 3) พฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน จำนวน 7 ข้อ และ 4) แนวทางการวัดและ ประเมินผล จำนวน 7 ข้อ เป็นแบบสอบถามที่มีรูปแบบของการตอบสนองคู่ (Dual-response format) ในลักษณะ

มาตรฐานค่า 5 ระดับ (Rating Scale) และตอนที่ 3 ปัญหาและแนวทางการพัฒนาการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษาตอนปลาย มีลักษณะเป็นข้อคำถามปลายเปิด และตรวจสอบคุณภาพด้วยผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน พบว่า ในแต่ละประเด็นมีค่า IOC ตั้งแต่ 0.6-1.0 ทุกประเด็นเป็นไปตามเกณฑ์ที่ยอมรับได้ และนำแบบประเมินความต้องการจำเป็นที่ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญไปทดลองใช้ (Try out) กับครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษาตอนปลาย จำนวน 40 คน และวิเคราะห์ความเชื่อมั่น (Reliability) โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (Alpha Coefficient) ของ Cronbach พบว่า ทั้งฉบับมีค่าความเชื่อมั่นที่ 0.96 2.3) การเก็บรวบรวมข้อมูล ทำหนังสือถึงสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาฬสินธุ์ เขต 1 เพื่อขอความอนุเคราะห์เก็บข้อมูล และส่งแบบประเมินความต้องการจำเป็นไปยังครูผู้สอนคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษาตอนปลาย โดยใช้ www.surveymonkey.com ในการเก็บรวบรวมข้อมูล และ 2.4) การวิเคราะห์ข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบประเมินความต้องการจำเป็น จำแนกตามข้อมูล ดังนี้ 1) การวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับสภาพภาพของผู้ตอบแบบสอบถาม วิเคราะห์ข้อมูลโดยการแจกแจงความถี่ และค่าร้อยละ 2) การวิเคราะห์ข้อมูลสภาพปัจจุบันและสภาพที่พึงประสงค์ วิเคราะห์โดยค่าเฉลี่ย (M) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และแปลความหมายค่าเฉลี่ยตามแนวคิดของ Gillo (2021) โดยค่าเฉลี่ย 4.51-5.00 หมายถึงอยู่ในระดับมากที่สุด ค่าเฉลี่ย 3.51-4.50 หมายถึง อยู่ในระดับมาก ค่าเฉลี่ย 2.51-3.50 หมายถึงอยู่ในระดับปานกลาง ค่าเฉลี่ย 1.51-2.50 หมายถึงอยู่ในระดับน้อย และค่าเฉลี่ย 1.00-1.50 หมายถึงอยู่ในระดับน้อยที่สุด 3) การวิเคราะห์การเปรียบเทียบความต้องการจำเป็น วิเคราะห์โดยใช้ดัชนีความสำคัญของลำดับความต้องการจำเป็น หรือ Modified Priority Needs Index : PNI^{Modified} และเปรียบเทียบความแตกต่างด้วยสถิติทดสอบที (t-test) และ 4) การวิเคราะห์ข้อเสนอแนะด้วยการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (Content Analysis)

ขั้นตอนที่ 3 การสัมภาษณ์ความคิดเห็นเกี่ยวกับสภาพปัญหาการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์และแนวทางการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษาตอนปลาย ประกอบด้วย 3.1) กลุ่มเป้าหมาย เป็นผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์หรือเกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา ที่มีประสบการณ์การสอนคณิตศาสตร์ หรือทำงานเกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ อย่างน้อย 5 ปี จำนวน 6 ท่าน ประกอบด้วย 1) ครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ที่มีประสบการณ์สอนคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา และมีวิทยฐานะเชี่ยวชาญ หรือจบการศึกษาระดับปริญญาเอกในสาขาที่เกี่ยวข้องกับหลักสูตรและการสอน จำนวน 2 ท่าน 2) นักการศึกษาที่ทำงานด้านการศึกษา หรือนักวิชาการในระดับสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน จำนวน 1 ท่าน และ 3) อาจารย์ในระดับอุดมศึกษาที่ทำงานด้านการสอนคณิตศาสตร์ ที่มีตำแหน่งทางวิชาการ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ขึ้นไป หรือจบการศึกษาระดับปริญญาเอกที่เกี่ยวข้องกับการสอนคณิตศาสตร์ จำนวน 3 ท่าน 3.2) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย แบบสัมภาษณ์ความคิดเห็นเกี่ยวกับสภาพปัญหาที่พบเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และแนวทางการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์เพื่อเสริมสร้างการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับประถมศึกษาตอนปลาย ตรวจสอบคุณภาพด้วยผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน พบว่า ในแต่ละประเด็นมีค่า IOC ตั้งแต่ 0.6-1.0 ทุกประเด็น เป็นไปตามเกณฑ์ที่ยอมรับได้ 3.3) การเก็บรวบรวมข้อมูล ติดต่อประสานงานเพื่อขออนุญาตเก็บข้อมูลด้วยวิธีการสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง (Structured Interview) เพื่อรวบรวมข้อมูลประกอบการดำเนินการวิจัย และ 3.4) การวิเคราะห์ข้อมูล ข้อมูลจากการสัมภาษณ์ใช้การวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (Content Analysis)

ระยะที่ 2 การพัฒนา (Development: D₁) การออกแบบและพัฒนา (Design and Development: D and D) รูปแบบการสอน ดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้ 1) สังเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ จากหลักการและแนวทางการจัดการเรียนรู้ของรูปแบบการสอนตามแนวคิดการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงร่วมกับแนวคิด Model-Eliciting Activities เพื่อเสริมสร้างการคิดเชิงคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย ที่ได้สังเคราะห์ไว้ในระยะที่ 1 ซึ่งองค์ประกอบของรูปแบบการสอน ประกอบไปด้วย หลักการ วัตถุประสงค์ ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล และระบบสนับสนุน ระบบสังคม และหลักการตอบสนอง 2) พัฒนารูปแบบการสอนและคู่มือการใช้รูปแบบการสอนตามแนวคิดการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงร่วมกับแนวคิด Model-Eliciting Activities เพื่อเสริมสร้างการคิดเชิงคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย (ฉบับร่าง) โดยคู่มือการใช้รูปแบบการสอนประกอบไปด้วย นิยามเชิงปฏิบัติการ ทฤษฎีและแนวคิดพื้นฐานในการพัฒนารูปแบบการสอน รูปแบบการสอน แนวทางการนำรูปแบบการสอนไปใช้ ตัวอย่างการวิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้ ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ และตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในการวัดและประเมินผล เพื่อเสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ 3) ตรวจสอบคุณภาพของรูปแบบการสอน และคู่มือการใช้รูปแบบการสอนตามแนวคิดการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงร่วมกับแนวคิด Model-Eliciting Activities เพื่อเสริมสร้างการคิดเชิงคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย (ฉบับร่าง) ด้วยการสัมมนาอิงกลุ่ม



ผู้เชี่ยวชาญ (Connoisseurship) จำนวน 9 ท่าน ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน ด้านการสอนคณิตศาสตร์ และด้านการวัดและประเมินผล และให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินความเหมาะสม ครั้งที่ 1 4) นำข้อเสนอแนะจากการสัมมนาอิงกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ และผลการประเมินความเหมาะสม ครั้งที่ 1 ไปปรับปรุงและแก้ไข เสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 9 ท่าน ได้ประเมินความเหมาะสม ครั้งที่ 2 เพื่อรับรองคุณภาพของรูปแบบการสอนและคู่มือการใช้รูปแบบการสอนที่พัฒนาขึ้น และ 5) วิเคราะห์คุณภาพของรูปแบบการสอนและคู่มือการใช้รูปแบบการสอน วิเคราะห์ข้อเสนอแนะด้วยการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (Content Analysis) และวิเคราะห์แบบประเมินด้วยค่าเฉลี่ย (M) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และแปลความหมายค่าเฉลี่ยตามแนวคิดของ Gillo (2021) โดยค่าเฉลี่ย 4.51-5.00 หมายถึงอยู่ในระดับมากที่สุด ค่าเฉลี่ย 3.51-4.50 หมายถึงอยู่ในระดับมาก ค่าเฉลี่ย 2.51-3.50 หมายถึงอยู่ในระดับปานกลาง ค่าเฉลี่ย 1.51-2.50 หมายถึงอยู่ในระดับน้อย และค่าเฉลี่ย 1.00-1.50 หมายถึงอยู่ในระดับน้อยที่สุด

ผลการวิจัยและอภิปรายผลการวิจัย

1. ผลการศึกษาข้อมูลพื้นฐานและความต้องการจำเป็นสำหรับการพัฒนารูปแบบการสอนตามแนวคิดการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงร่วมกับแนวคิด Model-Eliciting Activities เพื่อเสริมสร้างการคิดเชิงคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย

1.1 ผลการศึกษาและวิเคราะห์หลักการ แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า หลักการสำคัญที่สอดคล้องกับการพัฒนารูปแบบการสอนตามแนวคิดการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงร่วมกับแนวคิด Model-Eliciting Activities เพื่อเสริมสร้างการคิดเชิงคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย ประกอบไปด้วย 5 หลักการ ได้แก่ 1) หลักการความเป็นจริงและการบูรณาการ 2) หลักการกิจกรรมและสร้างแบบจำลอง 3) หลักการปฏิสัมพันธ์และอธิบายความคิด 4) หลักการประยุกต์ใช้และสะท้อนคิด และ 5) หลักการลำดับขั้นและต้นแบบที่มีประสิทธิภาพ โดยสอดคล้องและสัมพันธ์กับทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญา (Cognitive Development) ทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมาย (Meaningful Learning) ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) และทฤษฎีการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Cooperative Learning) สอดคล้องกับ Firmasari, Herman and Firdaus (2022) กล่าวว่า ระดับของการทำงานทางปัญญาของการคิดเชิงคณิตศาสตร์จะมีลักษณะเฉพาะในการแสดงความรู้เชิงแนวคิดของผู้เรียน ผ่านการใช้เหตุผลในการแก้ปัญหาและการพิสูจน์ทางคณิตศาสตร์

1.2 ผลการศึกษาความต้องการจำเป็นในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคณิตศาสตร์ ระดับประถมศึกษาตอนปลาย แบ่งออกเป็น 3 ตอน ดังนี้ ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับสถานภาพของผู้ตอบแบบสอบถาม พบว่า 1) ตำแหน่งและวิทยฐานะ ส่วนใหญ่ดำรงตำแหน่งครู ไม่มีวิทยฐานะ คิดเป็นร้อยละ 59.84 2) ระดับชั้นที่สอนคณิตศาสตร์ ส่วนใหญ่สอนมากกว่า 1 ระดับชั้น คิดเป็นร้อยละ 48.36 3) ขนาดโรงเรียนที่สอน ส่วนใหญ่อยู่โรงเรียนขนาดกลาง (จำนวนนักเรียน 121-600 คน) คิดเป็นร้อยละ 63.93 4) ระดับการศึกษาสูงสุด ส่วนใหญ่จบการศึกษาระดับปริญญาตรี คิดเป็นร้อยละ 79.51 5) สาขาที่จบการศึกษา ส่วนใหญ่จบสาขาวิชาคณิตศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 71.31 และ 6) ประสบการณ์เกี่ยวกับการสอนคณิตศาสตร์ ส่วนใหญ่มีประสบการณ์สอนน้อยกว่า 5 ปี คิดเป็นร้อยละ 45.08 ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับสภาพที่พึงประสงค์และสภาพปัจจุบันในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคณิตศาสตร์ ระดับประถมศึกษาตอนปลายในภาพรวม สภาพที่พึงประสงค์อยู่ในระดับมาก ($M = 4.20$, $S.D. = 0.54$) สภาพปัจจุบันอยู่ในระดับปานกลาง ($M = 3.36$, $S.D. = 0.57$) มีค่าดัชนีความสำคัญของลำดับความต้องการจำเป็น ($PNI_{Modified}$) อยู่ที่ 0.25 เมื่อพิจารณาค่าดัชนีความสำคัญของลำดับความต้องการจำเป็นในแต่ละด้านประเมินจากมากไปน้อย ดังนี้ 1) ด้านพฤติกรรมกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน ($PNI_{Modified} = 0.34$) 2) ด้านหลักการจัดการเรียนรู้ ($PNI_{Modified} = 0.24$) 3) ด้านบทบาทผู้สอน ($PNI_{Modified} = 0.22$) และ 4) ด้านแนวทางการวัดและประเมินผล ($PNI_{Modified} = 0.22$) ตามลำดับ และเมื่อทดสอบความแตกต่างด้วยสถิติทดสอบที (t-test) พบว่า ทั้งในภาพรวมและรายด้านมีสภาพที่พึงประสงค์และสภาพปัจจุบันในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคณิตศาสตร์ ระดับประถมศึกษาตอนปลาย แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ในทุกด้านประเมิน แสดงว่าครูผู้สอนคณิตศาสตร์ มีความต้องการจำเป็นในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคณิตศาสตร์ ระดับประถมศึกษาตอนปลาย ในทุกด้านประเมิน โดยมีรายละเอียดของแต่ละด้าน ดังนี้ ด้านที่ 1 หลักการจัดการเรียนรู้ ผลการทดสอบความแตกต่างของสภาพที่พึงประสงค์และสภาพปัจจุบันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ในทุกประเด็นประเมิน โดยมีค่าดัชนีความสำคัญของลำดับความต้องการจำเป็น

สามลำดับแรก ดังนี้ 1) ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้แสดงความคิดในการแก้ปัญหาผ่านการนำเสนอ อภิปรายหรือสะท้อนคิด ($PNI_{Modified} = 0.32$) 2) ส่งเสริมให้ผู้เรียนปฏิบัติกิจกรรมด้วยการสร้างแนวคิด ยุทธวิธี กระบวนการ หรือแบบจำลองในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ($PNI_{Modified} = 0.32$) และ 3) กำหนดปัญหา สถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับบริบทในชีวิตจริงของผู้เรียน ($PNI_{Modified} = 0.29$) ตามลำดับ สอดคล้องกับ Adjie, Putri and Dewi (2021) กล่าวว่า การเรียนคณิตศาสตร์ที่ต้องมีกิจกรรมการโต้ตอบในรูปแบบของการเจรจา อธิบาย ให้เหตุผล การใช้คำถาม หรือการสะท้อนคิด ด้านที่ 2 บทบาทผู้สอน ผลการทดสอบความแตกต่างของสภาพที่พึงประสงค์และสภาพปัจจุบันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ในทุกประเด็นประเมิน โดยมีค่าดัชนีความสำคัญของลำดับความต้องการจำเป็นสามลำดับแรก ดังนี้ 1) ผู้สอนให้ข้อเสนอแนะที่สอดคล้องกับหลักการทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับแนวทางการแก้ปัญหาที่ผู้เรียนสร้างขึ้น ($PNI_{Modified} = 0.24$) 2) ผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็นต่อประเด็นปัญหาเพื่อตรวจสอบความรู้พื้นฐาน ($PNI_{Modified} = 0.22$) และ 3) ผู้สอนกำหนดปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับบริบทในชีวิตจริงเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนสร้างแนวทางการแก้ปัญหาและให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ($PNI_{Modified} = 0.22$) ตามลำดับ สอดคล้องกับ Ferdianto et al (2022) กล่าวว่า ครูต้องควบคุมกระบวนการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของผู้เรียนอยู่เสมอ เพื่อลดข้อผิดพลาดของผู้เรียนในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และช่วยพัฒนาทักษะการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของผู้เรียน ด้านที่ 3 พฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน ผลการทดสอบความแตกต่างของสภาพที่พึงประสงค์และสภาพปัจจุบันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ในทุกประเด็นประเมิน โดยมีค่าดัชนีความสำคัญของลำดับความต้องการจำเป็นสามลำดับแรก ดังนี้ 1) ผู้เรียนร่วมกันวิเคราะห์ และวางแผนการแก้ปัญหา ($PNI_{Modified} = 0.36$) 2) ผู้เรียนร่วมกันอภิปราย หรือแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับแนวคิดของเพื่อนที่นำเสนอเพื่อสนับสนุนแนวคิดที่ถูกต้อง ($PNI_{Modified} = 0.35$) และ 3) ผู้เรียนสะท้อนคิดสิ่งที่ได้เรียนรู้ร่วมกันเพื่อสรุปองค์ความรู้ที่ได้รับ ($PNI_{Modified} = 0.34$) ตามลำดับ สอดคล้องกับ Deniz and Gamze (2021) กล่าวว่า ผู้เรียนสามารถสอบถามการสร้างแบบจำลองของเพื่อนกลุ่มอื่นได้ จะช่วยผู้เรียนในกลุ่มอื่นได้อธิบายแบบจำลองที่สร้างขึ้น วิธีนี้จะช่วยให้ผู้เรียนจะตระหนักว่าความสำเร็จของกลุ่มมีความสำคัญมากกว่าความสำเร็จของแต่ละบุคคล และช่วยเพิ่มทักษะในการสื่อสารของผู้เรียน และด้านที่ 4 แนวทางการวัดและประเมินผล ผลการทดสอบความแตกต่างของสภาพที่พึงประสงค์และสภาพปัจจุบันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ในทุกประเด็นประเมิน โดยมีค่าดัชนีความสำคัญของลำดับความต้องการจำเป็นสามลำดับแรก ดังนี้ 1) วัดกระบวนการทางความคิดของผู้เรียนด้วยการนำเสนอแนวคิดในการแก้ปัญหา อภิปรายหรือสะท้อนคิด ($PNI_{Modified} = 0.25$) 2) ออกแบบเครื่องมือการวัดและประเมินผลโดยกำหนดสถานการณ์ปัญหาที่สอดคล้องกับบริบทในชีวิตจริงของผู้เรียน ($PNI_{Modified} = 0.24$) และ 3) วัดกระบวนการทางความคิดของผู้เรียนด้วยการแสดงวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ($PNI_{Modified} = 0.23$) ตามลำดับ สอดคล้องกับ Mason et al (2010) กล่าวว่า การคิดเชิงคณิตศาสตร์สามารถพัฒนาได้โดยการตอบคำถามและฝึกฝนผ่านการสะท้อนคิด ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาและแนวทางการพัฒนาการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคณิตศาสตร์ ระดับประถมศึกษาตอนปลาย ประกอบด้วย 1) ปัญหาการจัดการเรียนรู้ในปัจจุบันที่ส่งเสริมกระบวนการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของผู้เรียน พบว่า ผู้เรียนไม่สามารถคิดวิเคราะห์ ให้เหตุผล เชื่อมโยง หรือแสดงกระบวนการคิดหรือแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ ซึ่งมีสาเหตุหลัก 2 ส่วน ได้แก่ ด้านการจัดการเรียนรู้ของครูผู้สอนที่เน้นการสอนแบบท่องจำ การสอนโดยครูเป็นศูนย์กลาง ขาดการบูรณาการเนื้อหาคณิตศาสตร์กับบริบทในชีวิตประจำวัน และด้านผู้เรียนที่มีปัญหาคือรอบรู้ ปัญหาการเรียนรู้ ปัญหาการอ่านการเขียน ขาดการฝึกฝนและทบทวนบทเรียน รวมถึงการใช้เทคโนโลยีเกินความจำเป็นส่งผลต่อประสิทธิภาพในการเรียนรู้ และ 2) แนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของผู้เรียนในระดับประถมศึกษาตอนปลาย พบว่า มุ่งเน้นกิจกรรมการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติร่วมกัน และเกิดปฏิสัมพันธ์ โดยการประยุกต์ใช้เกม สื่อการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับชีวิตประจำวัน รวมถึงการบูรณาการเนื้อหาทางคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นๆ เพื่อให้เกิดความท้าทาย ความสนุกสนานในการเรียนรู้ เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงวิธีคิด แสดงความคิดเห็น พัฒนาการแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอน ด้วยกลยุทธ์ที่หลากหลาย ออกแบบกิจกรรมที่กระตุ้นการคิด การใช้คำถาม รวมถึงการวัดและประเมินผลโดยใช้โจทย์ปัญหา สถานการณ์ที่หลากหลายให้ผู้เรียนได้ฝึกปฏิบัติ ฝึกคิดและแก้ปัญหา รวมถึงการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ได้จริงในชีวิตประจำวัน สอดคล้องกับ Mustafa and Sari (2019) กล่าวถึง ความสามารถในการคิดเชิงคณิตศาสตร์เป็นกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของสมอง เพื่ออธิบายความสามารถในการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของผู้เรียนผ่านการแก้ปัญหา และ Qurohman, Nugraha, Romadhon and Fathurrohman (2022) กล่าวว่า ผู้เรียนที่มีอิสระในการเรียนรู้จะมีความสามารถในการแก้ปัญหาลง

1.3 ผลการศึกษาความคิดเห็นเกี่ยวกับสภาพปัญหาการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์และแนวทางการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคณิตศาสตร์ ระดับประถมศึกษาตอนปลาย จำนวน 5 ประเด็น ดังนี้ 1) ความหมาย



ของการคิดเชิงคณิตศาสตร์ หมายถึง กระบวนการทางความคิดที่แสดงออกในลักษณะของความสามารถในการแปลความตีความ แก้ปัญหาในสถานการณ์หรือบริบทต่างๆ ผ่านประสบการณ์ หรือการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้อย่างสมเหตุสมผล และพฤติกรรมของผู้เรียนที่แสดงถึงความสามารถในการคิดเชิงคณิตศาสตร์ คือผู้เรียนสามารถวิเคราะห์ปัญหา เลือกวิธีการหรือยุทธวิธีในการแก้ปัญหา รวมถึงการสังเกต การแปลความ ตีความทางคณิตศาสตร์ และนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องและสมเหตุสมผล 2) องค์ประกอบของการคิดเชิงคณิตศาสตร์ สรุปได้ว่า องค์ประกอบหลักของการคิดเชิงคณิตศาสตร์ตามที่มีผู้วิจัยได้สังเคราะห์ ได้แก่ องค์ประกอบที่ 1 การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และองค์ประกอบที่ 2 การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ มีความเหมาะสมต่อการนำไปใช้ในการพัฒนารูปแบบการสอน เนื่องจากการแก้ปัญหาถือเป็นหัวใจของกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่ควรส่งเสริมให้เกิดขึ้นกับผู้เรียนในระดับประถมศึกษาตอนปลาย สอดคล้องกับ Firmasari, Herman and Firdaus (2022) กล่าวว่า ระดับของการคิดเชิงคณิตศาสตร์ เป็นไปตามความสามารถในการสรุปความคิดรวบยอดและการนำความคิดทางคณิตศาสตร์ไปใช้ผ่านการให้เหตุผล 3) สภาพปัญหาการจัดการเรียนรู้ที่ส่งผลกระทบต่อความคิดเชิงคณิตศาสตร์ สรุปได้ว่า สภาพปัญหาการจัดการเรียนรู้ในปัจจุบันที่ส่งผลกระทบต่อความคิดเชิงคณิตศาสตร์เกิดจากครูส่วนใหญ่มุ่งเน้นการหาคำตอบด้วยวิธีการแก้ปัญหาที่เป็นรูปแบบด้วยการจดจำ ขาดการสร้างมโนทัศน์หรือความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ให้กับผู้เรียนก่อนนำไปสู่ขั้นตอนการแก้ปัญหา ขาดการสร้างภาพในความคิดหรือการสอนจากรูปธรรมไปสู่นามธรรม รวมถึงวัฒนธรรมในการสอนที่ครูมีบทบาทเป็นผู้สอนแต่เพียงผู้เดียว ขาดการใช้คำถามกระตุ้นความคิดของผู้เรียน และไม่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็น สอดคล้องกับ Office of the Education Council (2021) กล่าวว่า ผู้เรียนมักกระตือรือร้นในการเรียนเพิ่มขึ้น หากวิธีการจัดการเรียนสอนเป็นแบบปฏิบัติ และชอบเรียนในวิชาที่ได้ลงมือปฏิบัติมากกว่าวิชาที่ต้องนั่งฟังบรรยายในห้องเรียน 4) แนวคิดหลักในการพัฒนารูปแบบการสอน สรุปได้ว่า แนวคิดการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง และแนวคิด Model-Eliciting Activities ที่ผู้วิจัยนำมาใช้เป็นแนวคิดหลักในการพัฒนารูปแบบการสอนคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษาตอนปลาย มีความเหมาะสม โดยทั้งสองแนวคิดจะมีทั้งหลักการร่วมกัน ที่สะท้อนให้เห็นถึงแนวทางในการพัฒนาการคิดเชิงคณิตศาสตร์ที่จะเชื่อมโยงกับบริบทในชีวิตประจำวันของผู้เรียน สอดคล้องกับ Deniz and Gamze (2021) กล่าวว่า ผู้เรียนที่ได้รับการฝึกอบรมการสร้างแบบจำลองตั้งแต่อายุน้อยจะได้รับความคิดสร้างสรรค์ ทักษะการคิดระดับสูง การสื่อสาร และทักษะในศตวรรษที่ 21 และ 5) การวัดและประเมินผลการคิดเชิงคณิตศาสตร์ สรุปได้ว่า การวัดและประเมินผลเป็นส่วนหนึ่งของการจัดการเรียนการสอนที่ไม่แยกออกจากกัน การวัดและประเมินผลการคิดเชิงคณิตศาสตร์ จะมุ่งเน้นการปฏิบัติจริงของผู้เรียนในระหว่างการเรียนรู้ด้วยการใช้คำถามกระตุ้นที่ขยายองค์ความรู้ของผู้เรียน และประเมินผลปลายทางโดยใช้โจทย์ปัญหาที่เชื่อมโยงกับชีวิตจริงของผู้เรียนตามบริบท เพื่อให้ผู้เรียนได้สะท้อนการแก้ปัญหา หรือกระบวนการคิดของผู้เรียนออกมาโดยใช้วิธีการทั้งการถามตอบ การสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ รวมถึงการทดสอบกระบวนการคิดด้วยแบบสอบ สอดคล้องกับ Mustafa and Sari (2019) กล่าวว่า ความสามารถในการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของผู้เรียน อธิบายจาก 1) การระบุปัญหาและองค์ประกอบของปัญหา 2) การกำหนดขั้นตอนการแก้ปัญหาและแก้ปัญหาตามแผน และ 3) การสรุปผลโดยเชื่อมโยงปัญหาทางคณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวัน

2. ผลการพัฒนารูปแบบการสอนตามแนวคิดการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงร่วมกับแนวคิด Model-Eliciting Activities เพื่อเสริมสร้างการคิดเชิงคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย

2.1 รูปแบบการสอนตามแนวคิดการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงร่วมกับแนวคิด Model-Eliciting Activities เพื่อเสริมสร้างการคิดเชิงคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย รายละเอียดตามองค์ประกอบของรูปแบบการสอน ดังนี้ 1) หลักการ ได้แก่ (1) หลักการความเป็นจริงและการบูรณาการ การกำหนดปัญหาจากสถานการณ์ของความจริง บริบทในโลกชีวิตจริง ประสบการณ์ หรือความสนใจที่ผู้เรียนเข้าถึง และเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างคณิตศาสตร์และศาสตร์อื่น ๆ เข้ากับสถานการณ์ปัญหาที่ใช้ (2) หลักการกิจกรรมและสร้างแบบจำลอง กระบวนการเรียนรู้ที่ผู้เรียนลงมือปฏิบัติในการสร้างกระบวนการแก้ปัญหาด้วยตนเอง อธิบายรายละเอียดที่แสดงถึงการตีความ เชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างปัญหาและคณิตศาสตร์ รวมถึงประเมินความเป็นไปได้ในการแก้ปัญหาและความสมเหตุสมผลในการแก้ปัญหา (3) หลักการปฏิสัมพันธ์และอธิบายความคิด กระบวนการเรียนรู้แบบร่วมมือ สร้างปฏิสัมพันธ์ร่วมกันระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียน และผู้เรียนกับผู้สอนผ่านการนำเสนอกระบวนการแก้ปัญหาที่ผู้เรียนสร้างขึ้น และแลกเปลี่ยนเรียนรู้ (4) หลักการประยุกต์ใช้และสะท้อนคิด กระบวนการแก้ปัญหาที่ผู้เรียนสร้างขึ้นสามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่คล้ายคลึงกัน และผู้เรียนสะท้อนสิ่งที่ได้จากการแก้ปัญหาและการเรียนรู้ (5) หลักการลำดับขั้นและต้นแบบที่มีประสิทธิภาพ ความสามารถในการเรียนรู้ของผู้เรียนจากรูปธรรมไปสู่นามธรรม และสร้างกระบวนการแก้ปัญหาในรูปอย่างง่ายเพื่อเป็นต้นแบบในการแก้ปัญหา

ในสถานการณ์อื่นในชีวิตจริง สอดคล้องกับ Mutaqin, Salimi, Asyari and Hamdani (2021) กล่าวว่า การเรียนรู้คณิตศาสตร์ควรเน้นสื่อที่เป็นรูปธรรม และกระตุ้นผู้เรียนให้ถามคำถามช่วยสร้างความกระตือรือร้นในกิจกรรมการเรียนรู้มากขึ้น และ Ekowati, Azzahra, Saputra and Suwandayani (2021) กล่าวถึง การเรียนรู้คณิตศาสตร์เริ่มต้นจากการเข้าใจปัญหาเชิงบริบท แก้ปัญหา เปรียบเทียบคำตอบ และสรุปผลการแก้ปัญหา โดยการเรียนรู้เน้นประสบการณ์ที่ใกล้ชิดกับผู้เรียนจะส่งผลให้ผู้เรียนสามารถซึมซับความรู้ได้ง่ายขึ้น 2) วัตถุประสงค์ เพื่อพัฒนาการคิดเชิงคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษาตอนปลายในด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Problem Solving) และการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Reasoning) 3) ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน ได้แก่ (1) ขั้นความคิดพื้นฐาน (B: Basic Thinking) กิจกรรมกระตุ้นความสนใจ ตรวจสอบความรู้พื้นฐานและประสบการณ์ของผู้เรียน โดยใช้ปัญหาจากสถานการณ์ที่สอดคล้องกับความเป็นจริงและบริบทในโลกชีวิตจริงของผู้เรียน (2) ขั้นเชื่อมโยงความจริง (R: Realistic connecting) กิจกรรมการเชื่อมโยงความรู้เดิมเข้ากับความรู้ใหม่ ผ่านการวิเคราะห์ปัญหาท้าทายจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับความเป็นจริงและบริบทในโลกชีวิตจริงของผู้เรียน (3) ขั้นสร้างแนวคิดผ่านกระบวนการกลุ่ม (IG: Idea initiating & Group processing) กิจกรรมกลุ่มที่ส่งเสริมกระบวนการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของผู้เรียน ผ่านการสร้างกระบวนการแก้ปัญหา ตรวจสอบความสมเหตุสมผล ประเมินตนเองและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน (4) ขั้นเปิดเผยความคิด (H: Heart-to-heart) กิจกรรมการแสดงกระบวนการแก้ปัญหา แสดงเหตุผลสนับสนุนการแก้ปัญหา และนำกระบวนการแก้ปัญหาที่สร้างขึ้นไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์อื่นที่เชื่อมโยงกับชีวิตจริง และ (5) ขั้นการคิดเชิงองค์ความรู้ (T: Thinking with concepts) กิจกรรมการตรวจสอบความเข้าใจในกระบวนการคิดเชิงคณิตศาสตร์และการสรุปองค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ผ่านการสะท้อนคิด สอดคล้องกับ Ferdianto et al (2022) กล่าวว่า การคิดเชิงคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับความสามารถในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน ด้วยเหตุผลนี้ ทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์จึงมีความสำคัญเป็นเป้าหมายการเรียนรู้และในขณะเดียวกันก็เป็นวิธีการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ และ Mutaqin et al (2021) กล่าวว่า ขั้นตอนการดำเนินการตามแนวทาง RME ประกอบด้วย การเข้าใจปัญหาตามบริบท การอธิบายปัญหาตามบริบท การแก้ปัญหาตามบริบท การเปรียบเทียบและอภิปรายคำตอบ และการสรุป 4) แนวทางการวัดและประเมินผล ประกอบด้วย (1) การวัดและประเมินผลระหว่างเรียน เพื่อตรวจสอบว่าความรู้ ทักษะ หรือคุณลักษณะของผู้เรียนตามจุดประสงค์การเรียนรู้ระหว่างขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ในคาบเรียนนั้นๆ โดยประเมินผลตามสภาพจริง และ (2) การวัดและประเมินผลสรุป เพื่อตรวจสอบกระบวนการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของผู้เรียน โดยใช้แบบวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์ (Mathematical Thinking Test: MTT) ที่มีลักษณะเป็นข้อสอบแบบอัตนัยแบบไม่จำกัดคำตอบ และประเมินตามเกณฑ์การให้คะแนนการคิดเชิงคณิตศาสตร์ (Rubric for scoring the mathematical thinking) ที่มีลักษณะเป็นเกณฑ์แบบแยกส่วน (Analytic rubrics) ประกอบไปด้วย 4 พฤติกรรมบ่งชี้ ได้แก่ (1) การวิเคราะห์ปัญหาและประเมินความรู้ (2) การออกแบบ/วางแผนและเชื่อมโยงความรู้ (3) การดำเนินการแก้ปัญหา และ (4) การประเมินความสมเหตุสมผล และ 5) ระบบสังคม ระบบสนับสนุน และหลักการตอบสนอง ได้แก่ (1) ระบบสังคม กิจกรรมการเรียนการสอนเป็นการเรียนรู้แบบร่วมมือ ผ่านกระบวนการกลุ่ม เน้นการปฏิสัมพันธ์ร่วมกันระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียน และผู้เรียนกับผู้สอนเพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็น (2) ระบบสนับสนุน การจัดเตรียมเนื้อหา วัสดุอุปกรณ์ สื่อการเรียนการสอน สถานการณ์หรือปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับความจริง และบริบทในโลกของชีวิตจริงของผู้เรียน และ (3) หลักการตอบสนอง ผู้สอนอำนวยความสะดวกในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ให้ข้อเสนอแนะ และเสริมสร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้

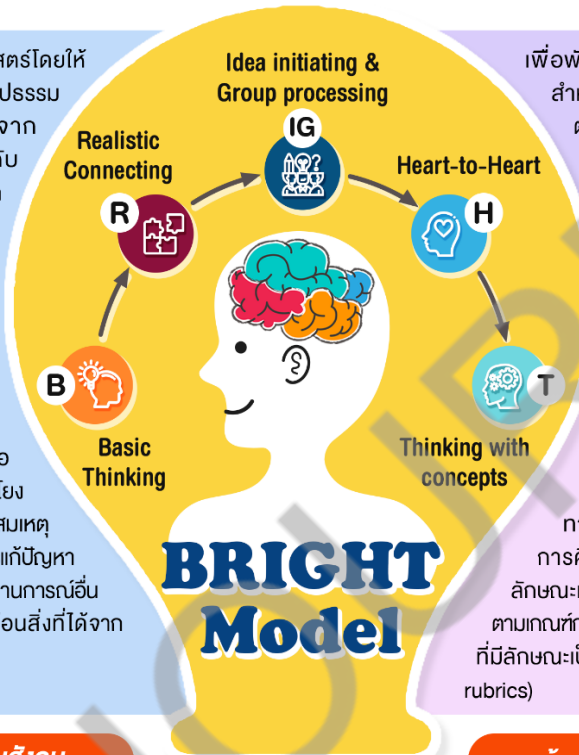
สามารถสรุปรูปแบบการสอนในลักษณะของแผนภาพ ดังนี้



รูปแบบการสอนตามแนวคิดการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง ร่วมกับแนวคิด Model-Eliciting Activities เพื่อเสริมสร้างการคิดเชิงคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย (BRIGHT Model)

หลักการ

การจัดการเรียนรู้อคณิตศาสตร์โดยให้ผู้เรียน เรียนรู้จากสิ่งที่ป็นรูปธรรม ไปสูนามธรรม ใช้ปัญหาจากสถานการณ์ที่สอดคล้องกับความเป็นจริง บริบทในโลกชีวิตจริง และประสบการณ์ตามความสนใจของผู้เรียน ผ่านกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติ และสร้างกระบวนการแก้ปัญหาด้วยตนเอง ใช้กระบวนการเรียนรู้แบบร่วมมือ แลกเปลี่ยนเรียนรู้และนำเสนอกระบวนการแก้ปัญหา ที่เชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์อย่างสมเหตุสมผล รวมทั้งนำกระบวนการแก้ปัญหาที่สร้างขึ้น ไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์อื่นในชีวิตประจำวันได้ และสะท้อนสิ่งที่ได้จากการเรียนรู้



วัตถุประสงค์

เพื่อพัฒนาการคิดเชิงคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษาตอนปลาย ในด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Problem Solving) และการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Reasoning)

แนวทางการวัดและประเมินผล

การวัดและประเมินผลการคิดเชิงคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นการวัดกระบวนการทางความคิดในการแก้ปัญหาและให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยใช้แบบวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์ (MTT) ที่มีลักษณะเป็นข้อสอบแบบอัตนัย และประเมินตามเกณฑ์การให้คะแนนการคิดเชิงคณิตศาสตร์ ที่มีลักษณะเป็นเกณฑ์แบบแยกส่วน (Analytic rubrics)

ระบบสนับสนุน ระบบสังคม และหลักการตอบสนอง

ระบบสนับสนุน จัดเตรียมเนื้อหา วัสดุอุปกรณ์ ปัญหาจากสถานการณ์ที่สอดคล้องกับความเป็นจริง บริบทในโลกชีวิตจริง และประสบการณ์ตามความสนใจของผู้เรียน
ระบบสังคม กิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือ ใช้กระบวนการกลุ่ม เน้นการปฏิสัมพันธ์ร่วมกัน
หลักการตอบสนอง ผู้สอนอำนวยความสะดวกในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ให้คำแนะนำ และเสริมสร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้

1. ขั้นความคิดพื้นฐาน (B : Basic Thinking)
2. ขั้นเชื่อมโยงความจริง (R : Realistic Connecting)
3. ขั้นสร้างแนวคิดผ่านกระบวนการกลุ่ม (IG : Idea initiating & Group processing)
4. ขั้นเปิดเผยความคิด (H : Heart-to-heart)
5. ขั้นการคิดเชิงองค์ความรู้ (T : Thinking with concepts)

ภาพที่ 2 รูปแบบการสอนตามแนวคิดการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงร่วมกับแนวคิด Model-Eliciting Activities เพื่อเสริมสร้างการคิดเชิงคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย

นอกจากนี้ ผู้วิจัยกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การคิดเชิงคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของผู้เรียนในการสร้างกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จากสถานการณ์ที่สอดคล้องกับความเป็นจริงและบริบทในโลกชีวิตจริง โดยการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์มาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหา และแสดงออกในลักษณะของความสามารถในการวิเคราะห์

ปัญหา ระบุปัญหาหรือเงื่อนไขจากสถานการณ์ที่กำหนด สร้างกระบวนการแก้ปัญหา หรือเลือกใช้วิธีการในการแก้ปัญหา ประเมินความรู้และความเป็นไปได้ในการแก้ปัญหา แก้ปัญหผ่านกระบวนการที่สร้างขึ้น หรือพิสูจน์ข้อเท็จจริงโดยอ้างอิงหลักฐาน และตรวจสอบความสมเหตุสมผลเพื่อยืนยันผลลัพธ์ที่เป็นไปตามหลักการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นกระบวนการคิดอย่างเป็นระบบ ทั้งนี้การวัดและประเมินผลการคิดเชิงคณิตศาสตร์โดยใช้แบบวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์ที่มีลักษณะเป็นข้อสอบแบบอัตนัย และประเมินตามเกณฑ์การให้คะแนนการคิดเชิงคณิตศาสตร์ ที่อธิบายถึงลักษณะพฤติกรรมบ่งชี้ของผู้เรียน ดังนี้

- 1) การวิเคราะห์ปัญหาและประเมินความรู้ ผู้เรียนวิเคราะห์ปัญหาจากสิ่งที่สถานการณ์กำหนด เงื่อนไขที่จะนำมาใช้ในการสร้างกระบวนการแก้ปัญหา และประเมินความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่มีอยู่ว่าเพียงพอต่อการนำไปใช้ในแก้ปัญหาหรือไม่
- 2) การออกแบบ/วางแผนและเชื่อมโยงความรู้ ผู้เรียนสร้างกระบวนการแก้ปัญหาโดยกำหนดวิธีการ เชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์และแสดงเหตุผลที่จะนำมาใช้ในการออกแบบ/วางแผนสร้างกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
- 3) การดำเนินการแก้ปัญหา ผู้เรียนดำเนินการตามกระบวนการแก้ปัญหาที่สร้างขึ้น และอ้างอิงหลักเกณฑ์ หรือความรู้ทางคณิตศาสตร์เพื่อแสดงเหตุผลประกอบการแก้ปัญหา และ 4) การประเมินความสมเหตุสมผล ผู้เรียนประเมินกระบวนการแก้ปัญหาและคำตอบด้วยการตรวจสอบย้อนกลับและแสดงเหตุผลตามหลักการทางคณิตศาสตร์เพื่อยืนยันคำตอบ สอดคล้องกับ Drijvers, Kodde-Buitenhuis and Doorman (2019) กล่าวว่า ภาระงานที่เกี่ยวกับการคิดเชิงคณิตศาสตร์ (Mathematical Thinking Assignment) จะมีลักษณะในการลงมือปฏิบัติ (Performance) ที่ประกอบด้วยการใช้กลยุทธ์ในการแก้ปัญหาที่แตกต่างกัน และการใช้วิธีการเกี่ยวกับพีชคณิตกับเชิงตัวเลข และ Li, Mok and Cao (2019) กล่าวว่า การประเมินผลการคิดเชิงคณิตศาสตร์ ให้ความสำคัญกับกระบวนการประยุกต์ใช้วิธีการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา

2.2 ผลการหาคุณภาพของรูปแบบการสอนและคู่มือการใช้รูปแบบการสอน ด้วยการประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการสอน และเปรียบเทียบผลการประเมินระหว่างการประเมินครั้งที่ 1 (ฉบับร่าง) และครั้งที่ 2 (ฉบับรับรองคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญ) พบว่า ผลการประเมินความเหมาะสม ครั้งที่ 2 หลังจากที่มีการปรับปรุงและแก้ไขข้อมูลตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ มีคะแนนเฉลี่ยสูงขึ้นกว่าผลการประเมินในครั้งที่ 1 และมีผลการประเมินอยู่ในระดับมากที่สุด ทุกด้านของการประเมิน ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการสอนและคู่มือการใช้รูปแบบการสอน ระหว่างการประเมินครั้งที่ 1 (ฉบับร่าง) และครั้งที่ 2 (ฉบับรับรองคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญ)

รายการประเมิน	ผลการประเมินความเหมาะสม ครั้งที่ 1			ผลการประเมินความเหมาะสม ครั้งที่ 2		
	M	S.D.	ความหมาย	M	S.D.	ความหมาย
1. ทฤษฎีและแนวคิดพื้นฐานในการพัฒนารูปแบบการสอน	4.49	0.63	มาก	5.00	0.00	มากที่สุด
2. รูปแบบการสอนและองค์ประกอบของรูปแบบการสอน	4.50	0.62	มาก	4.99	0.03	มากที่สุด
3. ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการสอน	4.26	1.01	มาก	4.96	0.09	มากที่สุด
4. คู่มือการใช้รูปแบบการสอน	4.29	0.63	มาก	4.86	0.25	มากที่สุด

สรุปผลการวิจัย

1. หลักการสำคัญที่จากการสังเคราะห์หลักการ แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนารูปแบบการสอนคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคณิตศาสตร์ 5 ประการ ดังนี้ 1) หลักการความเป็นจริงและการบูรณาการ 2) หลักการกิจกรรมและสร้างแบบจำลอง 3) หลักการปฏิสัมพันธ์และอธิบายความคิด 4) หลักการประยุกต์ใช้และสะท้อนคิด และ 5) หลักการลำดับขั้นและต้นแบบที่มีประสิทธิภาพ และจากการศึกษาความต้องการจำเป็นของครูผู้สอนคณิตศาสตร์ ระดับประถมศึกษาตอนปลาย พบว่า สภาพที่พึงประสงค์และสภาพปัจจุบันในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมการคิดเชิงคณิตศาสตร์ ระดับประถมศึกษาตอนปลายในภาพรวม สภาพที่พึงประสงค์อยู่ในระดับมาก สภาพปัจจุบันอยู่ในระดับปานกลาง เมื่อพิจารณาค่าดัชนีความสำคัญของลำดับความต้องการจำเป็นในแต่ละด้านประเมินจากมากไปน้อย ดังนี้ 1) ด้านพฤติกรรม



การเรียนรู้ของผู้เรียน 2) ด้านหลักการจัดการเรียนรู้ 3) ด้านบทบาทผู้สอน และ 4) ด้านแนวทางการวัดและประเมินผลตามลำดับ

2. รูปแบบการสอนตามแนวคิดการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงร่วมกับแนวคิด Model-Eliciting Activities เพื่อเสริมสร้างการคิดเชิงคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย (BRIGHT Model) ประกอบด้วย 1) หลักการ 5 หลักการ ดังนี้ (1) หลักการความเป็นจริงและการบูรณาการ (2) หลักการกิจกรรมและสร้างแบบจำลอง (3) หลักการปฏิสัมพันธ์และอธิบายความคิด (4) หลักการประยุกต์ใช้และสะท้อนคิด และ (5) หลักการลำดับขั้นและต้นแบบที่มีประสิทธิภาพ 2) วัตถุประสงค์ เพื่อพัฒนาการคิดเชิงคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษาตอนปลายในด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ 3) ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน ดังนี้ (1) ขั้นความคิดพื้นฐาน (B: Basic Thinking) (2) ขั้นเชื่อมโยงความจริง (R: Realistic connecting) (3) ขั้นสร้างแนวคิดผ่านกระบวนการกลุ่ม (IG: Idea initiating & Group processing) (4) ขั้นเปิดเผยความคิด (H: Heart-to-heart) และ (5) ขั้นการคิดเชิงองค์ความรู้ (T: Thinking with concepts) 4) แนวทางการวัดและประเมินผล ประกอบด้วย (1) การวัดและประเมินผลระหว่างเรียน และ (2) การวัดและประเมินผลสรุป และ 5) ระบบสังคม ระบบสนับสนุน และหลักการตอบสนอง ได้แก่ (1) ระบบสังคม กิจกรรมการเรียนการสอนเป็นการเรียนรู้แบบร่วมมือ ผ่านกระบวนการกลุ่ม (2) ระบบสนับสนุน การจัดเตรียมเนื้อหา วัสดุ อุปกรณ์ที่สอดคล้องกับความจริง และบริบทในโลกของชีวิตจริงของผู้เรียน และ (3) หลักการตอบสนอง ผู้สอนอำนวยความสะดวกในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ให้ข้อเสนอแนะ และเสริมสร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้ และกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนการคิดเชิงคณิตศาสตร์ตามพฤติกรรมบ่งชี้ ดังนี้ 1) การวิเคราะห์ปัญหาและประเมินความรู้ 2) การออกแบบ/วางแผนและเชื่อมโยงความรู้ 3) การดำเนินการแก้ปัญหา และ 4) การประเมินความสมเหตุสมผล โดยมีผลการประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการสอนอยู่ในระดับมากที่สุดทุกด้านของการประเมิน

ประโยชน์ที่ได้รับจากงานวิจัย

รูปแบบการสอนตามแนวคิดการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงร่วมกับแนวคิด Model-Eliciting Activities เพื่อเสริมสร้างการคิดเชิงคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนประถมศึกษาตอนปลาย ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น สามารถส่งเสริมให้ครูผู้สอนนำไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในรายวิชาคณิตศาสตร์ และนำหลักการที่ได้ไปใช้ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่ความเหมาะสมกับเนื้อหาตามบริบทของโรงเรียนเพื่อส่งเสริมการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของผู้เรียน

ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัย

ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้

1. ครูผู้สอนคณิตศาสตร์นำรูปแบบการสอนที่พัฒนาขึ้นไปประยุกต์ใช้ตามความเหมาะสมของเนื้อหา และบริบทของโรงเรียน ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ ในระดับประถมศึกษาตอนปลาย เพื่อเสริมสร้างการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของผู้เรียน โดยศึกษาคู่มือการใช้รูปแบบการสอนก่อนนำไปใช้ เพื่อให้เข้าใจถึงขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ที่มีความต่อเนื่องและมีลักษณะสำคัญของแต่ละขั้นตอนแตกต่างกัน และสามารถนำไปใช้ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้และสร้างเครื่องมือวัดการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของผู้เรียนได้ตรงตามเกณฑ์การวัดและประเมินผล

2. ครูผู้สอนคณิตศาสตร์สามารถนำหลักการของของรูปแบบการสอน หลักการของแนวคิดการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง และหลักการแนวคิด Model-Eliciting Activities ที่ผู้วิจัยได้สังเคราะห์ไปประยุกต์ใช้ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ที่เสริมสร้างการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของผู้เรียน

3. หน่วยงานทางการศึกษาได้เล็งเห็นถึงความสำคัญของการส่งเสริมการคิดเชิงคณิตศาสตร์ ในระดับประถมศึกษาตอนปลาย ที่สอดคล้องตามแนวคิดการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง ร่วมกับแนวคิด Model-Eliciting Activities และนำหลักการไปใช้ในการวางแผน ออกแบบ หรือสร้างแนวทางเพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในระดับหน่วยงานองค์กร หรือระดับประเทศ

ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

1. ขยายผลการนำรูปแบบการสอนตามแนวคิดการศึกษาคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงร่วมกับแนวคิด Model-Eliciting Activities เพื่อเสริมสร้างการคิดเชิงคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนประถมศึกษาตอนปลายไปใช้ เพื่อพัฒนาให้เหมาะสมตามบริบทของแต่ละโรงเรียน



2. ควรมีการศึกษาระดับของการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของผู้เรียนในแต่ละระดับชั้น เพื่อให้เห็นความแตกต่างของกระบวนการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของผู้เรียนในแต่ละระดับชั้นและสามารถนำไปใช้ในการออกแบบเครื่องมือการวัดและประเมินผลการคิดเชิงคณิตศาสตร์ที่แตกต่างกันไปตามระดับของการคิดเชิงคณิตศาสตร์

ข้อจำกัดการวิจัย

การเก็บข้อมูลการวิจัยผ่านระบบออนไลน์ในช่วงการแพร่ระบาดของเชื้อไวรัสโควิด-19 ส่งผลต่อความเข้าใจในเนื้อหา รายละเอียด ความชัดเจนและความสมบูรณ์ของข้อมูล

References

- Adjie, N., Putri, S. U. and Dewi, F. (2021). Improvement of Basic Math Skills Through Realistic Mathematics Education (RME) in Early Childhood. *Jurnal Obsesi: Jurnal Pendidikan Anak Usia Dini*. 6(3),1647-1657.
- Akbarzadeh, O., Khosravi, M. R. and Alex, L. T. (2022). Design and matlab simulation of Persian license plate recognition using neural network and image filtering for intelligent transportation systems. *ASP Transactions on Pattern Recognition and Intelligent Systems*. 2(1),1-14.
- Anggraini, R. S. and Fauzan, A. (2020). The effect of realistic mathematics education approach on mathematical problem solving ability. *Edumatika: Jurnal Riset Pendidikan Matematika*. 3(2),94-102.
- Anistyasari, Y., Ekohariadi, E. and Hidayati, S. C. (2022). Stimulasi Berpikir Komputasi Melalui Digital Storytelling Menggunakan CoSpaces Edu. *JIEET (Journal of Information Engineering and Educational Technology)*. 6(1),1-6.
- Deniz, Ş. and Gamze, K. U. R. T. (2021). Investigation of Mathematical Modeling Processes of Middle School Students in Model-Eliciting Activities (MEAs): A STEM Approach. *Participatory Educational Research*. 9(2),150-177.
- Drijvers, P., Kodde-Buitenhuys, H. and Doorman, M. (2019). Assessing mathematical thinking as part of curriculum reform in the Netherlands. *Educational studies in mathematics*. 102(3),435-456.
- Ekowati, D. W., Azzahra, F. Z., Saputra, S. Y. and Suwandayani, B. I. (2021). Realistic mathematics education (RME) approach for primary school students' reasoning ability. *Premiere Educandum: Jurnal Pendidikan Dasar dan Pembelajaran*. 11(2),269-279.
- Falentina, V. F., Muchyidin, A. and Nasehudin, T. S. (2022). Van Hiele's Theory and Think Pair Share Cooperative Learning Model and Their Effect on Madrasah Tsanawiyah Student's Level of Mathematical Thinking. *Journal of General Education and Humanities*. 1(1),1-11.
- Fauzan, A. (2002). *Applying Realistic Mathematics Education (RME) in teaching geometry in Indonesian primary schools*. Indonesia : University of Twente.
- Ferdianto, F., Sukestiyarno, Y. L. and Widowati, I. J. (2022). Mathematical Thinking Process On Numeracy Literacy Problems for Middle School Students. *Journal of Positive School Psychology*. 6(8),6909-6923.
- Firmasari, S., Herman, T. and Firdaus, E. F. (2022). Rigorous Mathematical Thinking: Conceptual Knowledge and Reasoning in the Case of Mathematical Proof. *Kreano, Jurnal Matematika Kreatif-Inovatif*. 13(2),246-256.
- Gillo, M. D. (2021). Attitude, Self-Concept, Study Habits, and Anxiety Towards Mathematics Among Pre-Service Teachers. *European Journal of Education and Pedagogy*. 2(3),110-112.
- Guler, G., Sen, C., Ay, Z. S. and Ciltas, A. (2019). Engineering Skills That Emerge during Model-Eliciting Activities (MEAs) Based on 3D Modeling Done with Mathematics Pre-Service Teachers. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*. 7(3),251-270.



- Hartati, S., Bilqis, R. A. and 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.
- Heleni, S., and Zulkarnain, Z. (2018). The Influence of Mathematical Thinking Ability with Modified MOORE Method on Learning Outcomes of Basic Mathematic II Chemical Education Students. *Journal of Educational Sciences*. 2(2),33-41.
- Heriyadi, H. and Prahmana, R. C. I. (2020). Pengembangan lembar kegiatan siswa menggunakan pendekatan pendidikan matematika realistik. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*. 9(2),395-412.
- Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (2020). PISA sŏṅṅphanyisip'et kap kŏnpramœn khwām chalāt rŭ dān khanittasāt [PISA 2021 and Mathematical Literacy Assessment]. *Focus from PISA*. 53(May),1-3.
- Juandi, D., Kusumah, Y. S. and Tamur, M. (2022). A Meta-Analysis of the Last Two Decades of Realistic Mathematics Education Approaches. *International Journal of Instruction*. 15(1),381-400.
- Koskinen, R. and Pitkaniemi, H. (2022). Meaningful learning in mathematics: A research synthesis of teaching approaches. *International electronic journal of mathematics education*. 17(2),1-15.
- Li, N., Mok, I. A. C. and Cao, Y. (2019). The evolution of mathematical thinking in Chinese mathematics education. *Mathematics*. 7(3),297.
- Maslihah, S., Waluya, S. B., Karomah, N. and Iqbal, K. (2021). Increasing mathematical literacy ability and learning independence through problem-based learning model with realistic mathematic education approach. *In Journal of Physics: Conference Series*. 1918(4),1-5.
- Mason, J., Burton, L. and Stacey, K. (2010). *Thinking mathematically*. 2nd ed. London : Prentice – Hall.
- Mustafa, S. and Sari, V. (2019). The Implementation of Mathematical Problem-Based Learning Model as an Effort to Understand the High School Students' Mathematical Thinking Ability. *International Education Studies*. 12(2),117-123.
- Mutaqin, E. J., Salimi, M., Asyari, L. and Hamdani, N. A. (2021). Realistic mathematics education approach on teaching geometry in primary schools: Collaborative action research. *In Journal of Physics: Conference Series*. 1987(1),1-5.
- Nashiru, A., Sadiq, Z. A. and Ahmed, Y. (2019). The Developmentalist Theory of Learning Approach of Teaching the Concept Fractions: The Case Study of Jerome Bruner's Theory of Development Model. *ADRRJ Journal of Arts and Social Sciences*. 16(5),17-35.
- Office of the Education Council. (2021). *Raīngān kŏnsuksā kŏnphatthana khunnaphap phu rian chāk phonlakā rot da sŏp O-NET læ PISA [Study report on learner quality development from O-NET and PISA test results]*. Bangkok : 21 Century.
- Pertamawati, L. and Retnowati, E. (2019). Model-Eliciting Activities: Engaging students to make sense of the world. *In Journal of Physics: Conference Series*. 1200(1),1-8.
- Pikultong, K. (2018). Kŏnphatthana krabuānkān rian kŏnsŏn phuā songsoēm khwāmsāmāt nai kŏn kŏe panhā thāṅg khanittasāt [The Development of an Instructional Process for Enhancing Mathematical Problem-Solving ability]. *Journal of Education Prince of Songkla University*. 29(3),13-30.
- PISA Thailand, Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (2018). *Phonkŏn pramœn PISA sŏṅṅphansippæēt kŏn 'ān khanittasāt læ witthayāsāt [PISA Assessment Report 2018 Reading, Mathematics and Science]*. Bangkok : Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (IPST).



- Organisation for Economic Co-operation and Development. (2018). *PISA 2021 mathematics framework (second draft)*. (Online). Retrieved June 2021, from <https://www.oecd.org/pisa/sitedocument/PISA2021-mathematics-framework.pdf>.
- Qurohman, M. T., Nugraha, P. P., Romadhon, S. A. and Fathurrohman, A. S. (2022). The influence of model of eliciting activities on improving mathematical problem-solving ability. *International Journal of Trends in Mathematics Education Research*. 5(2),141-146.
- Sekaryanti, R., Cholily, Y. M., Darmayanti, R., Rahma, K. and Maryanto, B. P. A. (2022). Analysis of Written Mathematics Communication Skills in Solving Solo Taxonomy Assisted Problems. *JEMS: Jurnal Edukasi Matematika dan Sains*. 10(2),395-403.
- Siregar, R. N. and Prabawanto, S. (2021). Increasing Students' Self-Efficacy Through A Realistic Mathematical Education. (*JIML*) *JOURNAL OF INNOVATIVE MATHEMATICS LEARNING*. 4(2),63-74.
- Soper, D.S. (2021). *A-priori Sample Size Calculator for Student t-Tests* [Software]. Retrieved June 2021, from <https://www.danielsoper.com/statcalc>
- Satiti, W. S. and Wulandari, K. (2021). Students' Ability To Think Mathematically in Solving PISA Mathematics Problems Content Change and Relationship. *Mathematics Education Journal*. 5(1),1-14.
- Ulandari, L., Amry, Z. and Saragih, S. (2019). Development of Learning Materials Based on Realistic Mathematics Education Approach to Improve Students' Mathematical Problem Solving Ability and Self-Efficacy. *International Electronic Journal of Mathematics Education*. 14(2),375-383.
- Vintere, A. (2018). A constructivist approach to the teaching of mathematics to boost competences needed for sustainable development. *Rural Sustainability Research*. 39(334),1-7.
- Winda, A., Sufyani, P. and Elah, N. (2018). Analysis of creative mathematical thinking ability by using model eliciting activities (MEAs). In *Journal of Physics: Conference Series*. 1013(1),1-7.
- Yapatang, L. and Polyiem, T. (2022). Development of the Mathematical Problem-Solving Ability Using Applied Cooperative Learning and Polya's Problem-Solving Process for Grade 9 Students. *Journal of Education and Learning*. 11(3),40-46.
- Zulkardi, Z. (2002). *Developing a learning environment on realistic mathematics education for indonesian student teachers*. Indonesia : University of Twente, Enschede.