

Research Article

Elementary Students' Higher-order Thinking in Classroom using a Model of Teaching through Problem Problem-Solving with an Open Approach

Sudatip Hancherngchai*

Ph.D. (Mathematics Education), Lecturer
Faculty of Education, Phuket Rajabhat University

Julaluk Jai-on

Ph.D. (Mathematics Education), Lecturer
Faculty of Education, Phuket Rajabhat University

Wipaporn Suttiamporn

Ph.D. (Mathematics Education), Lecturer
Faculty of Education, Phuket Rajabhat University

*Corresponding author: sudatip_h@pkru.ac.th

Received: August 21, 2024/ Revised: March 24, 2026/ Accepted: April 7, 2026

Abstract

Higher-order thinking skills occur when people solve problems and need information which requires previous knowledge, doing, and metacognition. This research aimed to develop students' higher-order thinking in classroom using a model of teaching through problem-solving by open approach. Case study was used in this study. The target group was the second-grade students in the school which used lesson study and open approach since 2020 academic year. Research tools include lesson plans, video cameras, IC recorders, and field notes. Data were collected by observed, recorded video and voices. Data were students' worksheets and the protocol. Analyzing the data by using protocol, content, and descriptive analysis.

The finding showed that when using the model of teaching through a problem-solving approach, students' mathematical thinking involves two main processes: 1) Students extend their ideas by applying ideas or how to learn from the previous lessons to solve new problems or challenging problems, students apply the idea of groups of tens and ones to solve problems and then extend this idea to solve the addition in vertical forms problems. 2) Students integrated all of the ideas in the lesson or the previous lesson to solve the problems, students applied the idea of how to calculating $12+23$ and the algorithm of addition in vertical form, $13+24$, to solve problem of the addition in vertical form with the carry $38+27$.

Keywords: Higher-order thinking, Problem-solving approach, Open Approach

บทความวิจัย

ทักษะการคิดขั้นสูงของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาในชั้นเรียนที่ใช้ โมเดลการสอนที่เน้นการแก้ปัญหาโดยวิธีการแบบเปิด

สุดาทิพย์ หาญเชิงชัย*

ปร.ด.(คณิตศาสตร์ศึกษา), อาจารย์
คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต

จุฬาลักษณ์ ใจอ่อน

ปร.ด.(คณิตศาสตร์ศึกษา), อาจารย์
คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต

วิภาพร สุทธิอัมพร

ปร.ด.(คณิตศาสตร์ศึกษา), อาจารย์
คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต

*ผู้ประสานงาน: sudatip_h@pkru.ac.th

วันรับบทความ: 21 สิงหาคม 2567/ วันแก้ไขบทความ: 24 มีนาคม 2569/ วันตอบรับบทความ: 7 เมษายน 2569

บทคัดย่อ

ทักษะการคิดขั้นสูงเกิดขึ้นเมื่อคนเราลงมือแก้ปัญหาและต้องการสารสนเทศ ซึ่งต้องอาศัยความรู้ที่มีก่อนหน้า การลงมือปฏิบัติและความตระหนักในการคิด การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูงของนักเรียนในชั้นเรียนที่ใช้โมเดลการสอนที่เน้นการแก้ปัญหาด้วยวิธีการแบบเปิด ใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงคุณภาพ ได้แก่ กรณีศึกษา กลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ของโรงเรียนที่ใช้การศึกษาชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิด ตั้งแต่ปีการศึกษา 2563 เครื่องมือวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ กล้องวิดีโอ กล้องภาพนิ่ง เครื่องบันทึกเสียง และ แบบบันทึกภาคสนาม เก็บรวบรวมข้อมูลด้วยการสังเกต การบันทึกภาพเคลื่อนไหวและเสียง ข้อมูลวิจัย ได้แก่ ผลงานของนักเรียนและโพรโตคอล วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์โพรโตคอล การวิเคราะห์เนื้อหาและการบรรยายเชิงวิเคราะห์

ผลการวิจัยพบว่า ทักษะการคิดขั้นสูงของนักเรียนได้รับการพัฒนาด้วยด้วยโมเดลการสอนที่เน้นการแก้ปัญหาโดยวิธีการแบบเปิด มีดังนี้ 1) นักเรียนขยายแนวคิดด้วยการนำแนวคิดทางหรือวิธีการเรียนรู้ที่เคยเรียนมาก่อนหน้านี้มาใช้แก้ปัญหาใหม่ที่ไม่คุ้นเคยหรือมีความท้าทายมากกว่าในบทเรียนถัดไป เช่น นักเรียนนำแนวคิดเรื่องกลุ่มของสิบและกลุ่มของหนึ่งมาใช้ในการแก้ปัญหาจากนั้นขยายแนวคิดนี้ในการแก้ปัญหการบวกในแนวตั้ง และ 2) นักเรียนนำแนวคิดที่เกิดขึ้นในช่วงนั้นทั้งหมดหรือช่วงก่อนหน้ามาบูรณาการกันเพื่อใช้ในการแก้ปัญหาใหม่ เช่น นักเรียนนำแนวคิดเกี่ยวกับวิธีการคำนวณ $12+23$ และขั้นตอนการบวกในแนวตั้ง $13+24$ มาใช้แก้ปัญหการบวกในแนวตั้งที่มีการทด $38+27$

คำสำคัญ: การคิดขั้นสูง การสอนที่เน้นการแก้ปัญหา วิธีการแบบเปิด

บทนำ

ทักษะการคิดขั้นสูงถูกกล่าวว่าเป็นระดับของการคิดที่จำเป็นต่อการสร้างคนรุ่นใหม่ในศตวรรษที่ 21 ที่ต้องมีศักยภาพในการแข่งขันระดับสากลด้วยความฉลาด ความคิดสร้างสรรค์และสร้างนวัตกรรมที่จำเป็น (Hamzah et al., 2022) ทักษะการคิดขั้นสูงเกิดขึ้นเมื่อคนเราอยู่ในสถานการณ์ที่ไม่คุ้นเคย มีข้อขัดแย้งกับความรู้เดิมที่เคยรู้มาก่อนหน้านี้หรือได้รับข้อมูลใหม่ นั่นหมายความว่า คนเราจะมีการจัดเรียงและขยายข้อมูลนี้เพื่อให้ค้นหาคำตอบที่เป็นไปได้ รวมถึงการบูรณาการข้อมูลเข้าด้วยการปรับเปลี่ยนตามประสบการณ์ (Lewis & Smith, 1993; Newmann, 1990; Freudenthal 1973 cited in Isoda & Olfos, 2021) ดังนั้นทักษะการคิดขั้นสูงอาจเป็นเกลียวเชือกในกระบวนการสอน ซึ่งกระบวนการสอนจำเป็นต้องให้ผู้เรียนได้ทบทวนข้อมูลหรือจัดเรียงข้อมูล ซึ่งควรนำเสนอสถานการณ์หรือคำถามที่ไม่สามารถตอบได้อย่างง่ายหรือเพียงแค่ทบทวนข้อมูลเท่านั้น (Resnick, 1987 as cited in Byrnes, 2008)

ปัจจุบันการเรียนการสอนในประเทศไทยยังคงเน้นความรู้ในเนื้อหาวิชาและการทำแบบฝึกหัดเพื่อให้เข้าใจเนื้อหาเท่านั้น ดังจะเห็นได้จากผลการประเมินระดับชาติและนานาชาติ เช่น PISA พบว่าตลอดระยะเวลาที่ผ่านมา คะแนนเฉลี่ยของประเทศไทยโดยเฉพาะคณิตศาสตร์ต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยของ OECD มายาวนานกว่า 20 ปี (Inprasitha, 2019; สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2564) สภาพปัญหาดังกล่าวข้างต้นนี้ มีอาจกล่าวได้ว่าเป็นความบกพร่องหรือความไม่มีความสามารถของครู เนื่องจากการขาดระบบการพัฒนาวิชาชีพครูที่ชัดเจนของประเทศไทย และขาดการวิจัยในระดับปฏิบัติที่จะทำให้ครูเปลี่ยนแปลงขั้นเรียนไปในทิศทางที่หลักสูตรต้องการได้ (Inprasitha, 2006; Boonsena et al., 2019; Inprasitha, 2022) เครื่องมือที่สำคัญที่ช่วยให้การปฏิบัติการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพและพัฒนาผู้เรียนให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น จำเป็นต้องอาศัยรูปแบบการสอนที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหาซึ่งเป็นรูปแบบการสอนของครูญี่ปุ่นที่พัฒนามากกว่าห้าสิบปี (Isoda & Katagiri, 2012; Isoda & Olfos, 2021; Takahashi, 2021)

วิธีการแบบเปิด (Open Approach) เป็นรูปแบบการสอนคณิตศาสตร์ที่เน้นการแก้ปัญหาของครูญี่ปุ่น มีเป้าหมายเพื่อให้ให้นักเรียนทุกคนสามารถอธิบายรายละเอียดทั้งกระบวนการและผลลัพธ์และเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามศักยภาพของตนเอง (Inprasitha, 2022, 2023a; Nohda, 2000) โดยใช้ปัญหาปลายเปิดมีลักษณะสำคัญคือเป็นปัญหาที่มีคำตอบหรือมีแนวทางในการแก้ปัญหาอย่างหลากหลายวิธี การพิจารณาคำตอบของปัญหาปลายเปิดไม่ได้พิจารณาเพียงความถูกต้องของคำตอบ แต่พิจารณาถึงกระบวนการคิดและพัฒนาด้านการให้เหตุผลของผู้เรียน (Becker & Shimada, 1997; Hino, 2007; Inprasitha, 2023b) ซึ่งงานวิจัยทางคณิตศาสตร์ศึกษาที่ผ่านมา พบว่าการพัฒนาการคิดของนักเรียนโดยใช้การสอนที่เน้นการแก้ปัญหาผ่านการแก้ปัญหาปลายเปิดเป็นแนวทางที่มีประสิทธิภาพ (Chan & Clarke, 2017; Inprasitha, 2022; Kwon et al., 2006; Nieminen et al., 2022)

สำหรับในประเทศไทย ด้วยครูไทยไม่มีความคุ้นเคยกับการออกแบบปัญหาปลายเปิดมาก่อน Inprasitha (2022, 2023b) จึงได้นำวิธีการแบบเปิดมาบูรณาการกับการศึกษาชั้นเรียน (Lesson Study) ซึ่งการศึกษาชั้นเรียนเป็นกระบวนการพัฒนาวิชาชีพครู มี 3 ขั้นตอนสำคัญคือ 1) การร่วมมือกันวางแผนการสอน 2) การร่วมมือกันสังเกตการสอน และ 3) การร่วมมือกันสะท้อนผลการสอน ในแนวทางนี้มีการกำหนดวงจรบริหารงานคุณภาพ (PDCA) ไว้เป็นหัวใจสำคัญของการปรับปรุงคุณภาพการสอนโดยการพิจารณาชั้นเรียนเป็นหน่วยของการ วิจัยและพัฒนา (Classroom research and development) และนำมาบูรณาการกับวิธีการแบบเปิดในฐานะที่เป็นแนวทางการสอนที่เน้นการแก้ปัญหา (Problem-solving approach) ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ 1) การนำเสนอสถานการณ์ปัญหา 2) การเรียนรู้จากการแก้ปัญหาด้วยตนเอง 3) การอภิปรายและเปรียบเทียบแนวคิดทั้งชั้นเรียน และ 4) การสรุปโดยการเชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียน โดยโรงเรียนที่ใช้การศึกษาชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิดจะดำเนินการตามขั้นตอนเหล่านี้เป็นวงจรรายสัปดาห์

การสอนวิชาคณิตศาสตร์อย่างมีประสิทธิภาพต้องเข้าใจสิ่งที่นักเรียนเข้าใจและสิ่งที่นักเรียนจำเป็นต้องเรียนรู้ และหลังจากนั้นควรท้าทายและสนับสนุนนักเรียนเพื่อที่จะเรียนสิ่งนั้นให้ได้เป็นอย่างดี นั่นหมายความว่า เป้าหมายแรกของการสอนคณิตศาสตร์ควรทำให้นักเรียนกลายเป็นผู้ที่สามารถแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง (Schoenfeld, 1992; NCTM, 2000) อย่างไรก็ตาม แม้ว่าในประเทศไทยจะมีงานวิจัยที่ทำการศึกษาคณิตศาสตร์ของ

นักเรียนในชั้นเรียนที่ใช้การศึกษาชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิด (Nasinsroi et al., 2015; Wetbunpot et al., 2021; Jai-on & Bangtho, 2020; Intaros et al., 2021) แต่ยังไม่มียงานวิจัยที่อธิบายถึงการพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูงของนักเรียนในชั้นเรียนที่ใช้นวัตกรรมดังกล่าว ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจที่จะอธิบายถึงพัฒนาการทักษะการคิดขั้นสูงของนักเรียนในชั้นเรียนที่ใช้โมเดลการสอนที่เน้นการแก้ปัญหาด้วยวิธีการแบบเปิด

วัตถุประสงค์การวิจัย

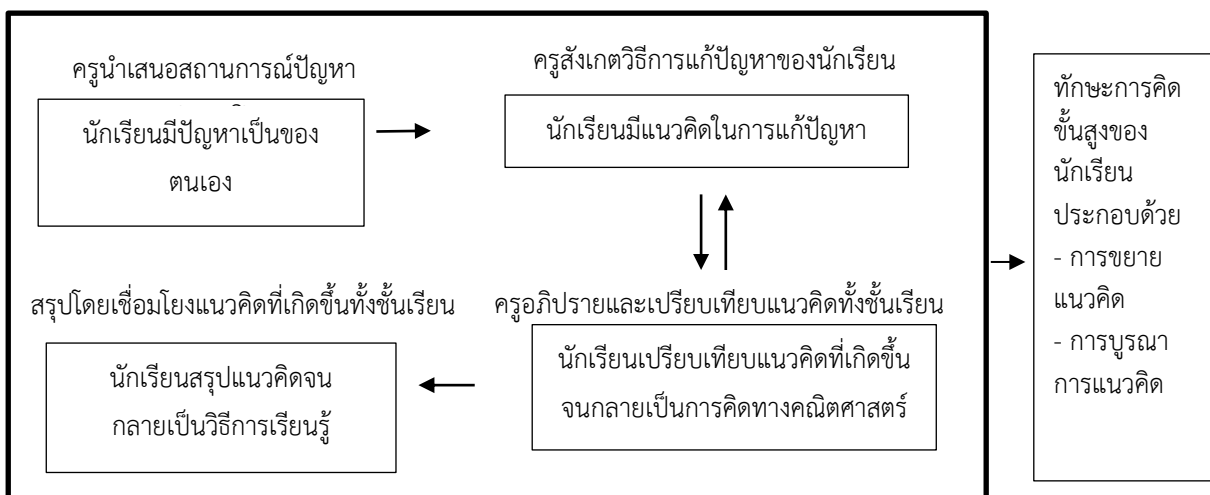
เพื่อพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูงของนักเรียนในชั้นเรียนที่ใช้โมเดลการสอนที่เน้นการแก้ปัญหาด้วยวิธีการแบบเปิด

กรอบแนวคิดการวิจัย

จากการศึกษาวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวกับแนวทางการสอนที่เน้นการแก้ปัญหา เป็นแนวทางการสอนที่มีเป้าหมายให้นักเรียนนำแนวคิดที่ได้เรียนรู้ก่อนหน้านี้นี้มาใช้เป็นเครื่องมือในการแก้ปัญหา ซึ่งนักเรียนจะค่อยๆ สะสมและบ่มเพาะวิธีการเรียนแบบนี้จนเกิดเป็นทักษะการคิดขั้นสูงด้วยการขยายแนวคิดหรือบูรณาการแนวคิดเข้าด้วยกัน ผ่านการจัดประสบการณ์ใหม่หรือสถานการณ์ปัญหาใหม่ที่ไม่คุ้นเคยจนตระหนักเป็นวิธีการเรียนรู้ (Freudenthal, 1973 cited in Isoda & Olfos, 2021) สำหรับวิธีการแบบเปิดเป็นแนวทางการสอนที่ครูเริ่มต้นด้วยการนำเสนอสถานการณ์ปัญหาปลายเปิดและนักเรียนมีปัญหาคือเป็นของตนเอง จากนั้นนักเรียนจะลงมือแก้ปัญหาของตนเองด้วยวิธีการที่หลากหลายขณะที่ครูทำหน้าที่สังเกตและบันทึกแนวคิดที่เกิดขึ้น หลังจากนั้นครูจะให้นักเรียนนำเสนอแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของตนเอง ซึ่งนักเรียนจะได้เรียนรู้แนวคิดทางคณิตศาสตร์ของเพื่อนผ่านการอภิปรายเปรียบเทียบ และประเมินแนวคิดทางคณิตศาสตร์จนกลายเป็นวิธีการเรียนรู้ในคาบเรียนนั้นๆ ทำให้นักเรียนค่อยๆ ตระหนักจนกลายเป็นทักษะการคิดขั้นสูง ในที่นี้ให้ความหมายของทักษะการคิดขั้นสูงหมายถึง ความสามารถในการขยายและบูรณาการแนวคิดทางคณิตศาสตร์

ภาพประกอบ 1

กรอบแนวคิดการวิจัย



แหล่งที่มา: Hancherngchai et al. (2023)

วิธีดำเนินการวิจัย

1. รูปแบบการวิจัย งานวิจัยนี้ดำเนินการวิจัยหนึ่งในโรงเรียนที่นำการศึกษาชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิดไปใช้ในการพัฒนาคุณภาพชั้นเรียนคณิตศาสตร์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2563 ของจังหวัดภูเก็ต ผู้วิจัยเลือกใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงคุณภาพ ได้แก่ การวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วมตามกระบวนการของการศึกษาชั้นเรียนมีรูปแบบวงจรแบบ

การวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Inprasitha, 2023) ผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยซึ่งมีประสบการณ์ในการทำงานตามกระบวนการนี้มากกว่า 10 ปี โดยผู้วิจัย ผู้ช่วยวิจัย ครูและนักศึกษาปฏิบัติการสอนร่วมกันการวางแผนการสอนตามแนวทางการสอนด้วยวิธีการแบบเปิด โดยร่วมกันออกแบบสถานการณ์ปัญหาปลายเปิด คำสั่งหรือเงื่อนไขในสถานการณ์ปัญหา สื่อการสอน คاعدการณ์แนวคิดของนักเรียนที่ตอบสนองต่อคำสั่ง และกำหนดลำดับชั้นการสอนตามโมเดลการสอนที่เน้นการแก้ปัญหาโดยวิธีการแบบเปิดในแต่ละแผนการสอน หลังจากนั้นผู้วิจัย ผู้ช่วยวิจัยเข้าร่วมสังเกตการสอนของครูหรือนักศึกษาปฏิบัติการสอนในสถานศึกษาทำหน้าที่สังเกตและบันทึกปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น และในแต่ละสัปดาห์ผู้วิจัย ผู้ช่วยวิจัย ครูและนักศึกษาปฏิบัติการสอนในสถานศึกษา ร่วมกันสะท้อนผลสิ่งที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน ได้แก่ การตอบสนองของนักเรียนต่อสถานการณ์ปัญหาหรือคำสั่ง แนวคิดที่เกิดขึ้นของนักเรียน ปัญหาและอุปสรรค จากนั้นนำเสนอแนวทางแก้ไขโดยวงจรนี้ถูกดำเนินการเป็นประจำทุกสัปดาห์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูงของนักเรียน

2. กลุ่มเป้าหมาย กลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ปีการศึกษา 2566 ของโรงเรียนประถมศึกษาขนาดเล็กที่ใช้การศึกษาชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิดมาตั้งแต่ปีการศึกษา 2563 ในจังหวัดภูเก็ต จำนวน 1 ห้องเรียน ทั้งหมด 10 คน ซึ่งผู้วิจัยดำเนินการคัดเลือกอย่างมีเป้าหมายเพื่อนำมาเป็นกรณีศึกษา ด้วยนักเรียนมีประสบการณ์การเรียนรู้ตามโมเดลการสอนที่เน้นการแก้ปัญหาโดยวิธีการแบบเปิด มาตั้งแต่ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ขณะที่ครูที่ทำหน้าที่เป็นผู้สอนหรือผู้สังเกตมีประสบการณ์มาแล้วไม่น้อยกว่า 3 ปี

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

แผนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัย ผู้ช่วยวิจัย ครูและนักศึกษาปฏิบัติการสอนในสถานศึกษาร่วมกันวิเคราะห์ผลการสอนจากปีการศึกษาที่ผ่านมา และนำมาปรับปรุงสถานการณ์ปัญหาโดยกำหนดบริบทที่สอดคล้องกับประสบการณ์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย และคำสั่งให้เหมาะสมกับพัฒนาการทางสติปัญญาของนักเรียน จากนั้นออกแบบเป็นสถานการณ์ปัญหาในรูปของคำสั่งหรือเงื่อนไข สื่อการสอน คاعدการณ์แนวคิดของนักเรียน และกำหนดประเด็นอภิปรายแต่ละแนวคิด กำหนดลำดับชั้นการสอนตามโมเดลการสอนที่เน้นการแก้ปัญหาโดยวิธีการแบบเปิด มี 4 ขั้นตอนได้แก่ 1) การนำเสนอสถานการณ์ปัญหา 2) เรียนรู้ด้วยตนเองจากการแก้ปัญหา 3) อภิปรายและเปรียบเทียบแนวคิดทั้งชั้นเรียน และ 4) สรุปโดยเชื่อมโยงแนวคิดที่เกิดขึ้นทั้งชั้นเรียน จากนั้นแผนการจัดการเรียนรู้ที่ออกแบบได้ถูกนำไปใช้จัดการเรียนการสอนจริงในชั้นเรียน และนำผลที่เกิดขึ้นจากการจัดการเรียนการสอนมาสะท้อนผล วิเคราะห์ปัญหาและแนวทางปรับปรุงเพื่อนำไปวางแผนการจัดการเรียนรู้ในลำดับต่อไป โดยทีมนักวิจัยและครูจะดำเนินการตามกระบวนการนี้เป็นวงจรรายสัปดาห์

ภาพประกอบ 2

การออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ดำเนินการตามกระบวนการของการศึกษาชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิดในวงจรรายสัปดาห์



4. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

4.1 เครื่องบันทึกภาพเคลื่อนไหว ภาพนิ่งและเสียง ใช้สำหรับบันทึกการจัดการเรียนรู้ของครูและวิธีการแก้ปัญหานักเรียน โดยมีการบันทึกตามลำดับชั้นการสอนของวิธีการแบบเปิด

4.2 โปรแกรม Zoom meeting ใช้สำหรับบันทึกการสะท้อนผลหลังจากการจัดการเรียนรู้ในแต่ละสัปดาห์โดยนักวิจัย ผู้ช่วยวิจัย ครูและนักศึกษาปฏิบัติการสอนในสถานศึกษาในฐานะผู้สอนและผู้สังเกต ร่วมกันสะท้อนผลที่เกิดขึ้นจากการจัดการเรียนรู้ในแต่ละวันที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ การตอบสนองต่อสถานการณ์ปัญหาปลายเปิด

หรือคำสั่งของนักเรียน แนวคิดของนักเรียนที่เกิดขึ้น ปัญหาอุปสรรคและนำเสนอแนวทางแก้ไขการจัดการเรียนรู้ใน สัปดาห์ถัดไปโดยมีเป้าหมายเพื่อพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูงของนักเรียน

4.3 แบบบันทึกภาคสนาม ใช้บันทึกพฤติกรรมการจัดการเรียนรู้ของครูและวิธีการคิดของนักเรียน

5. การเก็บรวบรวมข้อมูล งานวิจัยนี้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลตามวงจรเชิงปฏิบัติการของการศึกษาชั้นเรียน ตั้งแต่ขั้นการวางแผนการจัดการเรียนรู้ร่วมกัน การสังเกตการจัดการเรียนการสอนร่วมกัน และการสะท้อนผล การจัดการเรียนการสอนร่วมกัน โดยทีมวิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลในชั้นวางแผนการสอนด้วยการบันทึกเสียงและบันทึกภาคสนามผ่านโปรแกรม Zoom meeting ข้อมูลที่ได้ทีมวิจัยนำมาวิเคราะห์สภาพปัจจุบันและวางแผนการพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูงของนักเรียน ในขั้นสังเกตการสอนทีมวิจัยนำแผนที่วางไว้มาใช้จริงในชั้นเรียน โดยมีการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยการบันทึกภาพเคลื่อนไหว ภาพนิ่ง เสียงและบันทึกภาคสนามในขณะจัดการเรียนการสอน และในขั้นการสะท้อนผลการสอนทีมวิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยการบันทึกโดยใช้โปรแกรม Zoom meeting เพื่อวิเคราะห์ผลที่เกิดขึ้นและนำมาวางแผนการสอนเพื่อพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูงของนักเรียนในวงจรต่อไป

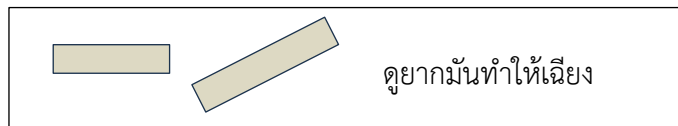
6. การวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยรวบรวมข้อมูลจากใบกิจกรรมของนักเรียน บันทึกหลังสอนของครู ข้อมูลจากแบบบันทึกภาคสนาม ข้อมูลจากวิดีโอทัศน์และเสียงมาถอดความในรูปของโพดคอคอล ข้อมูลวิจัยโดยส่วนใหญ่จึงเป็นข้อมูลเชิงคุณภาพ สำหรับข้อมูลในรูปของโพดคอคอลผู้วิจัยเลือกใช้วิธีการวิเคราะห์โพดคอคอล ขณะข้อมูลจากใบกิจกรรมของนักเรียน บันทึกหลังสอนและแบบบันทึกภาคสนามผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์เชิงเนื้อหา และการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลผู้วิจัยนำเสนอด้วยการบรรยายเชิงวิเคราะห์

ผลการวิจัย

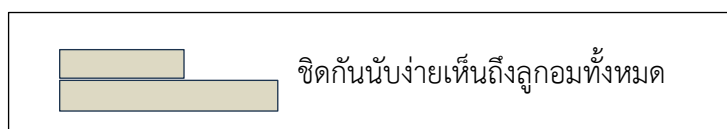
1. ผลการวิเคราะห์ทักษะการคิดขั้นสูงของนักเรียนวงจรเชิงปฏิบัติการที่ 1 วงจรเชิงปฏิบัติการที่ 1 กำหนดวัตถุประสงค์ของบทเรียนเพื่อให้นักเรียนเข้าใจความสัมพันธ์ส่วนรวมและส่วนย่อยในสถานการณ์การบวกและเขียนประโยคสัญลักษณ์การบวก ในวงจรนี้ดำเนินการสอนจำนวน 2 ชั่วโมง ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1.1 ผลการวิเคราะห์ทักษะการคิดขั้นสูงของนักเรียน กิจกรรมมีลูกอมอยู่เท่าไรนะ กิจกรรมนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อให้นักเรียนเข้าใจความสัมพันธ์ส่วนรวมและส่วนย่อยในสถานการณ์การบวกและเขียนประโยคสัญลักษณ์การบวก โดยครูนำเสนอสถานการณ์ปัญหา “ตะวันมีลูกอมอยู่ 12 เม็ด และปิ่นปิ่นมี 23 เม็ด มีจำนวนลูกอมทั้งหมดเท่าไร” และคำสั่ง “1) ตีแถบลูกอมแสดงจำนวนลูกอมทั้งหมด และ 2) เขียนประโยคสัญลักษณ์เพื่อหาจำนวนลูกอม จากนั้นให้นักเรียนลงมือแก้ปัญหาด้วยตนเอง หลังจากนั้นครูให้นักเรียนออกมานำเสนอวิธีการแก้ปัญหาหน้าชั้นเรียน และร่วมกันอภิปรายวิธีการแก้ปัญหา แล้วสรุปแนวคิดที่เกิดขึ้นในชั้นเรียนร่วมกัน จากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า แนวคิดของนักเรียนในการแก้ปัญหาคำสั่งที่ 1 นักเรียนตีแถบกระดาษเพื่อแสดงจำนวนลูกอมทั้งหมด ลูกอมของตะวันและลูกอมของปิ่นปิ่น 3 แนวคิด ได้แก่

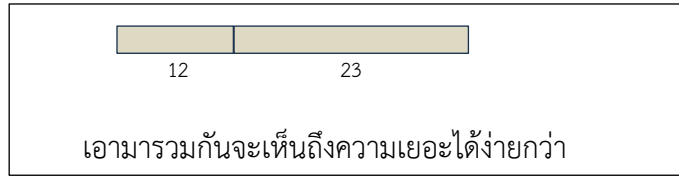
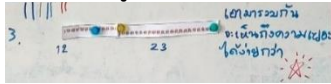
1.1.1 แนวคิดที่ 1 ตีแถบกระดาษแยกกัน และแถบหนึ่งตีเฉียง แนวคิดนี้นักเรียนอภิปรายร่วมกันว่าดูยาก เพราะมันเฉียง



1.1.2 แนวคิดที่ 2 ตีแถบกระดาษชิดกันเป็นชั้นบันได แนวคิดนี้นักเรียนอธิบายว่าแถบกระดาษชิดกันทำให้นับง่าย และเห็นจำนวนลูกอมทั้งหมด



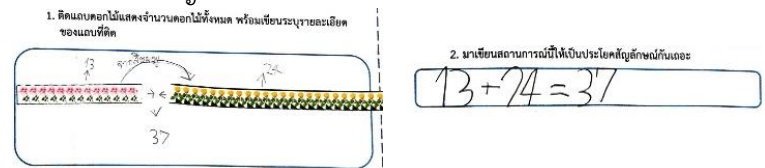
1.1.3 แนวคิดที่ 3 ตัดแถบกระดาษต่อกัน แนวคิดนี้นักเรียนอภิปรายร่วมกันว่าเมื่อนำมารวมกันเห็นถึงจำนวนลูกอมทั้งหมดได้ง่ายกว่า



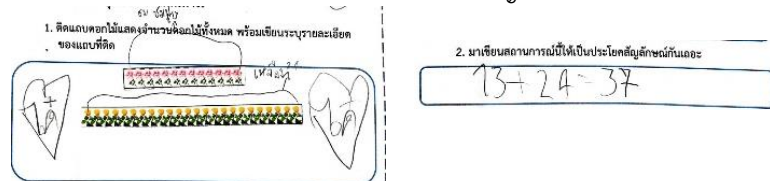
แนวคิดของนักเรียนทั้งหมดที่เกิดขึ้นในคาบนี้ แสดงให้เห็นถึงการพัฒนาแนวคิดเรื่องการดำเนินการ (Idea of operation) ด้วยการให้การแสดงแทนด้วยบาร์โมเดลเป็นเครื่องมือในการสร้างความหมายของการบวกผ่านการรับรู้ด้วยสายตาและตีความการแสดงแทนในแบบที่แตกต่างกัน ซึ่งการแสดงแทนการดำเนินการบวกด้วยแผนภาพในคาบนี้ และจะเป็นเครื่องมือสำหรับการแก้ปัญหาเรื่องการบวกในคาบต่อไป

1.2 ผลการวิเคราะห์ทักษะการคิดขั้นสูงของนักเรียน กิจกรรมสวนดอกไม้ กิจกรรมสวนดอกไม้ มีวัตถุประสงค์เพื่อให้นักเรียนตัดแถบกระดาษแสดงแทนสถานการณ์และเขียนประโยคสัญลักษณ์ได้ โดยมีสถานการณ์ปัญหา “มีดอกไม้กุหลาบสีชมพู 13 ดอก และสีเหลือง 24 ดอก มีกุหลาบทั้งหมดเท่าไร” คำสั่ง “ตัดแถบกระดาษแสดงจำนวนดอกไม้ทั้งหมดพร้อมเขียนบรรยายละเอียด” โดยครูเริ่มต้นด้วยการนำเสนอสถานการณ์ปัญหาและคำสั่งบนกระดานแล้วให้นักเรียนอ่านคำสั่งพร้อมกัน หลังจากนั้นครูแจกใบกิจกรรมให้นักเรียนแต่ละคนลงมือแก้ปัญหาด้วยตนเอง และนำแนวคิดของนักเรียนทุกคนมาอภิปรายร่วมกัน สุดท้ายสรุปแนวคิดที่เกิดขึ้นทั้งหมดในชั้นเรียน โดยครูและนักเรียนร่วมกันสรุปการตัดแถบกระดาษแทนสถานการณ์และอธิบายส่วนต่างๆ ของแถบกระดาษ จากการวิเคราะห์แนวคิดของนักเรียนในกิจกรรมสวนดอกไม้ (1) พบแนวคิดของนักเรียน ดังนี้

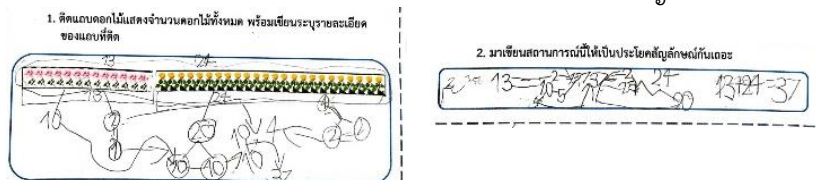
1.2.1 แนวคิดที่ 1 นักเรียนตัดแถบกระดาษแยกส่วนกันและเขียนลูกศร (\rightarrow และ \leftarrow) แสดงการรวมกันของดอกไม้ และเขียนประโยคสัญลักษณ์ $13+24 = 37$



1.2.2 แนวคิดที่ 2 นักเรียนตัดแถบกระดาษเป็นชิ้นบันได และเขียน 13 แสดงแทนจำนวนดอกไม้สีชมพู และ 24 แสดงแทนจำนวนดอกไม้สีเหลือง และเขียนประโยคสัญลักษณ์ $13+24 = 37$



1.2.3 นักเรียนตัดแถบกระดาษติดกันเพื่อแสดงจำนวนดอกไม้ทั้งหมด และเห็นถึงส่วนย่อยคือดอกไม้สีชมพู จำนวน 13 ดอกและดอกไม้สีเหลืองจำนวน 24 ดอก และเขียนประโยคสัญลักษณ์ $13+24 = 37$



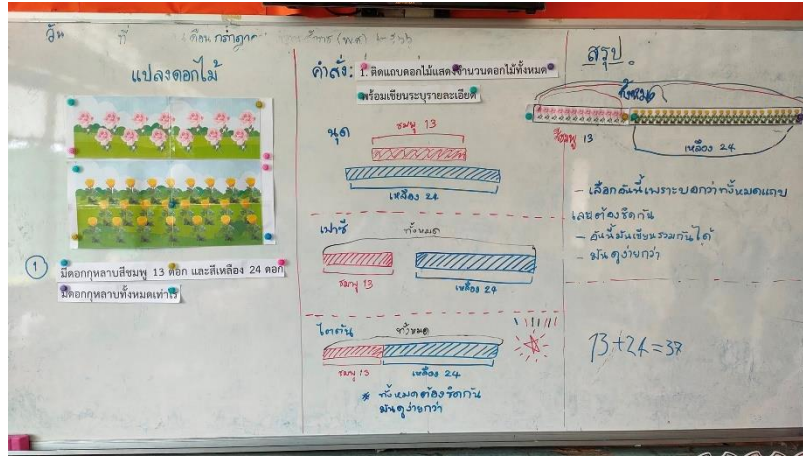
จากการวิเคราะห์แนวคิดของนักเรียนในกิจกรรมนี้ พบว่านักเรียนขยายแนวคิดจากกิจกรรมมีลูกอมอยู่เท่าไรนะมาใช้ในการแก้ปัญหา ดังจะเห็นได้จากการตัดแถบกระดาษแสดงแทนจำนวนดอกไม้ทั้งหมด ดอกไม้สีชมพู จำนวน 13 ดอก และดอกไม้สีเหลือง จำนวน 24 ดอก มีทั้งการตัดแถบกระดาษแยกกัน ตัดแถบกระดาษเป็นชิ้นบันได และตัดแถบกระดาษติดกัน

จากวงจรปฏิบัติการที่ 1 การเริ่มต้นพัฒนาแนวคิดด้วยการแสดงแทนด้วยบาร์โมเดลในคาบก่อนหน้านี้นี้มาใช้ในการแก้ปัญหา ผ่านการอภิปรายและเปรียบเทียบบนความหลากหลายของแผนภาพการแสดงแทน จนเกิด การลง

ข้อสรุปเป็นแนวคิดทางคณิตศาสตร์ว่าการดำเนินการบวกจะถูกแสดงแทนด้วยบาร์โมเดลในลักษณะการวางต่อเนื่องกัน เนื่องจากมีความหมายที่แสดงถึงการบวกได้ชัดเจนและทำความเข้าใจได้ง่ายกว่า ซึ่งถือว่าเป็นทักษะการคิดขั้นสูงของนักเรียน ดังภาพกระดานกิจกรรมสวนดอกไม้

ภาพประกอบ 3

กระดานกิจกรรมสวนดอกไม้



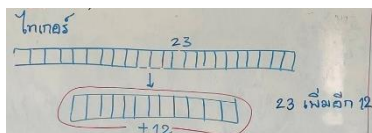
2. ผลการวิเคราะห์ทักษะการคิดขั้นสูงของนักเรียนวงจรปฏิบัติการที่ 2

วงจรเชิงปฏิบัติการที่ 2 กำหนดวัตถุประสงค์ของบทเรียนเพื่อให้นักเรียนคิดเกี่ยวกับวิธีการคำนวณการบวกจำนวนที่มีสองหลักในแนวตั้ง ในวงจรนี้ดำเนินการสอนจำนวน 3 ชั่วโมง คือ กิจกรรมคิดเกี่ยวกับวิธีการคำนวณ (1) มีเป้าหมายให้นักเรียนคิดวิธีการบวกจำนวนที่มีสองหลักกับสองหลักด้วยการนำหลักเดียวกับบวกกัน กิจกรรมคิดเกี่ยวกับวิธีการคำนวณ (2) มีเป้าหมายให้นักเรียนได้แสดงวิธีการบวกจำนวนที่มีสองหลักกับสองหลักในแนวตั้งด้วยการตั้งหลักให้ตรงกันและนำหลักเดียวกันบวกกัน และกิจกรรมคิดเกี่ยวกับวิธีการคำนวณ (3) มีเป้าหมายเพื่อให้นักเรียนได้แสดงวิธีการบวกจำนวนที่มีสองหลักกับสองหลักในแนวตั้งด้วยการตั้งหลักให้ตรงกันและนำหลักเดียวกันบวกกันและมีการทด ผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังรายละเอียดต่อไปนี้

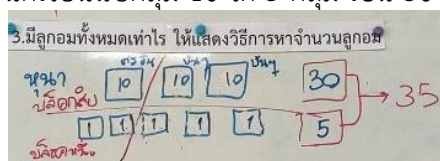
2.1 ผลการวิเคราะห์ทักษะการคิดขั้นสูงของนักเรียน กิจกรรม คิดเกี่ยวกับวิธีการคำนวณ (1)

กิจกรรมนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อให้นักเรียนคิดวิธีการคำนวณการบวกจำนวนที่มีสองหลักกับสองหลัก โดยครูเริ่มต้นบททวนคาบเรียนที่ผ่านมา จากนั้นนำเสนอสถานการณ์ปัญหา “ตะวันมีลูกอมอยู่ 12 เม็ด และปันปันมี 23 เม็ด มีจำนวนลูกอมทั้งหมดเท่าไร” และคำสั่ง “ให้แสดงวิธีการหาจำนวนลูกอม” จากนั้นให้นักเรียนลงมือแก้ปัญหาด้วยตนเอง หลังจากนั้นครูให้นักเรียนออกมานำเสนอวิธีการแก้ปัญหาหน้าชั้นเรียน และร่วมกันอภิปรายวิธีการแก้ปัญหา แล้วสรุปแนวคิดที่เกิดขึ้นในชั้นเรียนร่วมกัน จากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า แนวคิดของนักเรียนที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหามี 3 แนวคิด ดังนี้

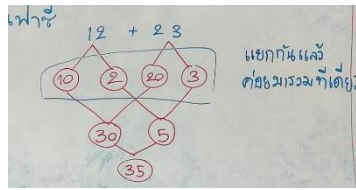
2.1.1 แนวคิดที่ 1 นักเรียนนับ 23 แล้วจึงนับต่อ 12 เป็น 35



2.1.2 แนวคิดที่ 2 นักเรียนนับกลุ่ม 10 ได้ 3 กลุ่ม เป็น 30 และนับทีละ 1 ได้ 5 รวมเป็น 35



2.1.3 แนวคิดที่ 3 นักเรียนแยก 12 เป็น 10 กับ 2 และ 23 เป็น 20 กับ 3 จากนั้นนำ 10 มารวมกับ 20 เป็น 30 และนำ 2 รวมกับ 3 เป็น 5 จากนั้นรวม 30 กับ 5 เป็น 35 ซึ่งนักเรียนอธิบายแนวคิดของตนเองว่าแยกกันแล้วค่อยมารวมทีเดียว

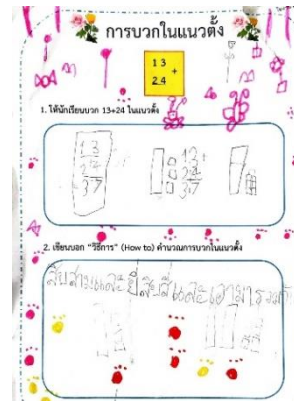


จากการวิเคราะห์แนวคิดของนักเรียนพบว่า นักเรียนนำแนวคิดเรื่องกลุ่มของสิบและกลุ่มของหนึ่งมาใช้ในการแก้ปัญหา โดยนำจำนวนกลุ่มของสิบมารวมกันและกลุ่มของหนึ่งมารวมกัน

2.2 ผลการวิเคราะห์ทักษะการคิดขั้นสูงของนักเรียน กิจกรรม คิดเกี่ยวกับวิธีการคำนวณ (2) กิจกรรมคิดเกี่ยวกับวิธีการคำนวณ (2) เป็นกิจกรรมที่ต่อเนื่องจากกิจกรรม คิดเกี่ยวกับวิธีการคำนวณ (1) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้นักเรียนคิดวิธีการบวกจำนวนที่มีสองหลักกับสองหลักในแนวตั้งได้ โดยสถานการณ์ปัญหาคือ “มีดอกไม้สีชมพู 13 ดอก และดอกไม้สีเหลือง 24 ดอก มีดอกไม้ทั้งหมดเท่าไร” และคำสั่ง “ให้นักเรียนบวก $13+24$ ในแนวตั้ง” โดยเริ่มต้นชั้นเรียนครูนำเสนอทบทวนการติดแถบกระดาษแสดงแทนสถานการณ์และประโยคสัญลักษณ์ $13+24 = 37$ จากนั้นครูนำเสนอรูปแบบการบวกในแนวตั้งและคำสั่งบนกระดานแล้วให้นักเรียนอ่านคำสั่งพร้อมกัน ในขณะที่นักเรียนลงมือแก้ปัญหาด้วยตนเองครูทำหน้าที่สังเกตและบันทึกแนวคิดของนักเรียนอย่างใกล้ชิด หลังจากนั้นนำแนวคิดของนักเรียนมาอภิปรายร่วมกัน แล้วสรุปขั้นตอนวิธีการคำนวณของการบวกในแนวตั้ง จากการวิเคราะห์แนวคิดของนักเรียนในกิจกรรมนี้ พบว่านักเรียนมีวิธีการบวก $13+24$ ในแนวตั้ง ดังนี้

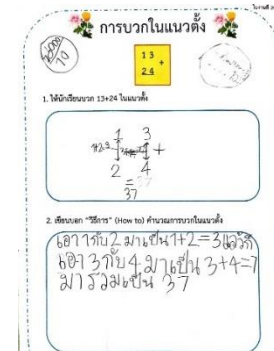
2.2.1 แนวคิดที่ 1 นักเรียนใช้แนวคิดการบวกในแนวตั้งโดยเขียนจำนวนแต่ละหลักให้ตรงกับค่าประจำหลัก และใช้วิธีการนับต่อ

- S1 : เอาสิบสามขึ้นก่อนแล้วเอายี่สิบสี่ แล้วเอามารวมกัน บวกสิบสามก่อนแล้วบวกยี่สิบสี่หลัง
- T : บวกสิบสามก่อนแล้ววางยี่สิบสี่ที่หลัง
- S1 : ใช่ (ลากเสียงยาว)



2.2.2 แนวคิดที่ 2 นักเรียนแยก 13 ออกเป็น 10 กับ 3 และแยก 24 ออกเป็น 20 กับ 4 จากนั้นนำ 10 กับ 20 มารวมกันเป็น 30 และนำ 3 กับ 4 มารวมกันเป็น 7 และนำ 30 กับ 7 มารวมกันเป็น 37 ดังโพรโตคอล

- S1 : ตั้งสิบสามแล้วเอาสามออกมาแล้วมารวมกับสี่เป็นเจ็ด
- T : หนึ่งในที่แยกออกมาคืออะไร
- S1 : หนึ่งในของสิบ
- T : แล้วสองล่ะ
- S1 : ยี่สิบ
- T : หนึ่งกับสองรวมกันเป็น
- T : วิธีของ S1 บวกจากหลักหน่วยหรือหลักสิบก่อน
- S : หลักสิบ

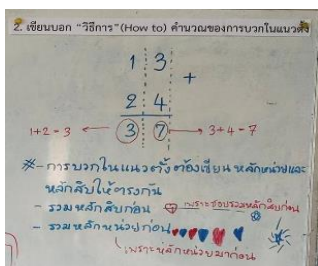


2.2.3 แนวคิดที่ 3 นักเรียนแยก 13 ออกเป็น 10 กับ 3 และแยก 24 ออกเป็น 20 กับ 4 จากนั้นนำ 3 กับ 4 มารวมกันเป็น 7 และนำ 10 กับ 20 มารวมกันเป็น 30 และนำ 7 กับ 30 มารวมกันเป็น 37 ดังโพรโตคอล

- S2 : เอาสิบสามกับยี่สิบสี่มารวมกัน
 T : แล้วยังไงนี่
 S2 : แล้วเอาสามกับสี่มารวมกันเป็นเจ็ด
 T : อ้อ สามกับสี่รวมกันเป็นเจ็ด
 S2 : สามของหน่วย สี่ก็ของหน่วย
 T : สามกับสี่ก็หน่วยเหมือนกันนำมารวมกัน
 S2 : แล้วก็เอา แล้วเอามารวมกันแล้วก็ได้ ได้สามสิบเจ็ด
 T : แล้วสามสิบมายังไง
 S2 : สามสิบเอาตรงนี้กับตรงนี้มารวมกัน
 T : ตรงไหนครับ
 S2 : สาม ยี่สิบกับสิบ



จากการวิเคราะห์แนวคิดที่เกิดขึ้นทั้งสองแนวคิด พบว่านักเรียนนำแนวคิดจากกิจกรรมคิดวิธีการคำนวณ (1) มาใช้ในการแก้ปัญหา โดยนักเรียนมีการนำกลุ่มของสิบมารวมกันและกลุ่มของหน่วยมารวมกัน ทั้งนี้ลำดับการคำนวณทั้งสองแนวคิดมีความแตกต่างกันตรงที่แนวคิดที่ 2 เริ่มต้นด้วยการรวมกันของกลุ่มสิบจากนั้นรวมกลุ่มหน่วย ขณะที่แนวคิดที่ 3 เริ่มต้นด้วยการรวมกลุ่มของหน่วยก่อนจากนั้นรวมกลุ่มของสิบตามลำดับ



- การบวกในแนวตั้งต้องเขียนหลักหน่วยและหลักสิบให้ตรงกัน
- รวมหลักสิบก่อน เพราะชอบรวมหลักสิบ
- รวมหลักหน่วยก่อน เพราะหลักหน่วยมาก่อน

จากการเริ่มต้นพัฒนาแนวคิดเรื่องจำนวนนับบนพื้นฐานของค่าประจำหลักในระบบเลขฐานสิบ ค่อยๆ พัฒนาการแสดงผลลัพธ์ที่เกิดจากการบวกโดยใช้การนับเป็นกลุ่มสิบในคาบก่อนหน้านี้นั้น แนวคิดทางคณิตศาสตร์ เรื่องการแสดงแทนนี้ถูกนำมาใช้ในการเขียนแสดงการดำเนินการบวกของจำนวนในรูปแบบการบวกในแนวตั้ง และเป็นเครื่องมือให้นักเรียนได้ค่อยๆ พัฒนาแนวคิดเรื่องขั้นตอนวิธี (Idea of algorithms) กล่าวคือเป็นการพัฒนาระเบียบแบบแผนของการบวกในแนวตั้งในแบบที่ยังตระหนักถึงค่าประจำหลักของเลขโดดที่ปรากฏในแต่ละตำแหน่งได้อย่างไม่สับสน

2.3 ผลการวิเคราะห์ทักษะการคิดขั้นสูงของนักเรียน กิจกรรม คิดเกี่ยวกับวิธีการคำนวณ (3)

กิจกรรมนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ นักเรียนคิดวิธีการคำนวณการบวกจำนวนสองหลักกับสองหลักที่มีการทดในแนวตั้งได้ โดยครูเริ่มต้นทบทวนขั้นตอนการบวกในแนวตั้งของ $2+41$ บนกระดาน จากนั้นนำเสนอสถานการณ์ปัญหา “ในห้องสมุดของโรงเรียนมีหนังสือภาพอยู่ 38 เล่ม และหนังสือนิทานอยู่ 27 เล่ม มีหนังสือทั้งหมดเท่าไร” ถัดจากนั้นครูให้นักเรียนออกมาติดแถบกระดาษแทนสถานการณ์ปัญหาและเขียนประโยคสัญลักษณ์บนกระดาน หลังจากนั้นครูนำเสนอคำสั่งที่ 1 “ให้นักเรียนบวก $38+27$ ในแนวตั้ง” และคำสั่งที่ 2 “เขียนบอกเล่า “วิธีการ” (How to) คำนวณการบวกในแนวตั้ง” บนกระดาน ครูแจกใบงานให้นักเรียนแต่ละคนขณะที่นักเรียนแก้ปัญหาด้วยตนเองครูทำหน้าที่สังเกตและบันทึกแนวคิดของนักเรียน หลังจากนั้นครูให้นักเรียนออกมานำเสนอแนวคิดของตนเองและอภิปรายแนวคิดเหล่านั้นร่วมกัน และสรุปขั้นตอนการบวกในแนวตั้งในกรณีที่มีการทดเกิดขึ้น จากการวิเคราะห์แนวคิดของนักเรียนในกิจกรรมนี้ พบว่านักเรียนมีวิธีการบวก $38+27$ ในแนวตั้ง ดังนี้

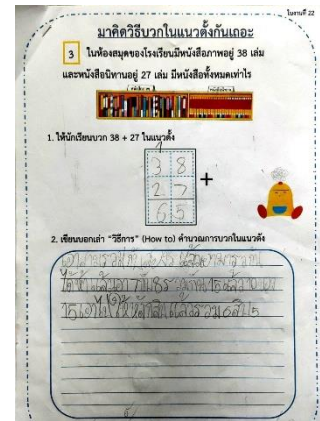
2.3.1 แนวคิดที่ 1 นักเรียนใช้วิธีการนับต่อ โดยนับนิ้วต่อจาก 38 นับไปถึง 27 จนได้คำตอบเท่ากับ 65

ตั้งโปรแกรม

- T : S2 เราได้ 65 มาอย่างไรครับ
S2 : เอาสามสิบแปดมาแล้วนับนิ้วต่อจากแปดนับถึงยี่สิบเจ็ด แล้วค่อยรวมกันทีเดียวเท่ากับหกสิบห้า
T : เรานับนิ้วไปยี่สิบครึ่งจริงหรือครับ
S2 : (พยักหน้า)
T : จริงหรือครับ
S2 : (ยิ้ม)

2.3.2 แนวคิดที่ 2 นักเรียนเขียน $38+27$ ในแนวตั้ง และอธิบายขั้นตอนการคำนวณดังนี้ นำ 8 กับ 7 รวมกันได้ 15 แล้วนำ 10 ของ 15 มารวมกับ 50 ได้ 65 ตั้งโปรแกรม

- T : S4 เล่ามาหน่อยครับ รวมกันแล้วได้เท่าไรคำตอบ
S4 : หกสิบห้า
T : แล้วตรงนี้ตรงไหนหกสิบห้า
S4 : (ชี้ผลรวม 65)
T : อ่ะ ว่ามาหน่อยครับ อ่าทุกคนเงิบก่อนครับครูฟังของ S4 ก่อน
S4 : เอาสามสิบแปด
T : อ่าสามสิบแปดเอาออกแปด
S4 : เอาออกแปด
T : เอาออกแปดแล้วลากเส้นเลย
S4 : รวมกับเจ็ดได้สิบห้าแล้วก็ ออกสิบกับห้า แล้วรวมหกสิบ (ชี้ 30-20-10) แล้วก็รวม 65
T : อ้อ



2.3.3 แนวคิดที่ 3 นักเรียนเขียน $38+27$ ในแนวตั้ง และอธิบายขั้นตอนการคำนวณดังนี้ นำ 8 กับ 7 รวมกันได้ 15 แล้วนำ 10 ของ 15 มารวมกับ 50 ได้ 65 ตั้งโปรแกรม

- T : S5 เล่ามาได้ 65 มาอย่างไร เอาเล่ามา เล่ามาก่อน
S5 : เอาออกแปด
T : เอาออกแปดแล้วลากเส้นเลย
S5 : ยังไม่เสร็จ
T : เล่ามาก่อนที่เขียนนะ
S5 : เอาแปดกับเจ็ดมารวมกัน
T : ได้
S5 : สิบห้า
T : ครับ แล้วก็
S5 : แล้วเอาสิบของสิบห้ามารวมกัน
T : อ้อ เอามารวมกับยี่สิบแล้วก็
S5 : เอามารวมกับยี่สิบของยี่สิบเจ็ด ได้สามสิบ แล้วเหลือห้า เลยเอาสามสิบที่อยู่ข้างหน้ามารวมกับห้าที่เหลือ เอามาและเอามารวมกัน



- T : ครับผม
- S5 : และเอาสิบกับสามสิบมารวมกันได้ห้าสิบและเหลือเหลือสิบห้า แล้วเอาสิบของสิบห้า แล้วเอา ฮ่าๆ (หัวเราะ) มีแต่เอา
- T : ครับๆ แล้วไงต่อครับ
- S5 : และเอาห้าสิบมารวมกับสิบของสิบห้าได้หกสิบ เหลือห้าแล้วเอามารวมกัน มารวมกับได้หกสิบห้า

จากการวิเคราะห์แนวคิดที่ 2 และแนวคิดที่ 3 พบว่า นักเรียนนำแนวคิดเกี่ยวกับวิธีการการคำนวณ $13+24$ ในกิจกรรมคิดวิธีการคำนวณ (1) มาใช้ในการแก้ปัญหา โดยแนวคิดที่ 2 เริ่มต้นคำนวณจากหลักสิบก่อน โดยนำ 20 รวมกับ 30 ได้ 50 จากนั้นนำ 7 รวมกับ 8 ได้ 15 และนำ 10 จาก 15 ไปรวมกับ 50 ได้ 60 และนำ 60 รวมกับ 5 ได้ 65 ขณะที่แนวคิดที่ 3 นักเรียนเริ่มต้นคำนวณจากหลักหน่วยก่อนจากนั้นคำนวณในหลักสิบตามลำดับ

จากวงจรปฏิบัติการที่ 2 การเริ่มต้นพัฒนาแนวคิดทางคณิตศาสตร์เรื่องขั้นตอนวิธีในคาบก่อนหน้านี้นั้น จะเห็นได้ว่านักเรียนได้แสดงแนวคิดของตนเองอย่างอิสระเพื่อสำรวจรายละเอียดของแบบแผนของการบวกในแนวตั้ง เนื่องจากความซับซ้อนของขั้นตอนวิธีการบวกในแนวตั้งกรณีมีตัวทศ ยังคงเป็นปัญหาที่นักเรียนได้เผชิญกันต่อในคาบเรียนนี้ เพื่อหาแนวทางการแก้ปัญหาจนกว่าจะค้นพบแบบแผนวิธีที่เหมาะสมที่สุดได้ ดังนั้นแนวคิดเกี่ยวกับขั้นตอนวิธีบวกที่เกิดขึ้นในห้องเรียนจึงยังคงมีตัวอย่างแนวคิดที่เริ่มบวกจากหลักสิบก่อน หรือเริ่มบวกจากหลักแรกทางด้านซ้ายมือไปก่อนตามธรรมชาติการคิดของนักเรียน อย่างไรก็ตาม จะเห็นได้ว่า การแสดงแทนจำนวนในระบบเลขฐานสิบด้วยสื่อรูปธรรมอย่างบล็อกนั้นได้ถูกนำมาใช้ในการอภิปรายร่วมกันทั้งชั้นเรียน เพื่อช่วยขยายความหมายของการทดหรือการเปลี่ยนการแสดงจำนวน 10 ซึ่งเป็นผลลัพธ์ที่ได้จากการบวกในหลักหน่วยให้ถูกแสดงแทนด้วยสัญลักษณ์อย่างมีความหมายต่อการเขียนแสดงจำนวนในระบบเลขฐานสิบ ดังนั้น ในการพัฒนาให้นักเรียนตระหนักถึงการคิดของตนเองจนพัฒนาเป็นแนวคิดทางคณิตศาสตร์เรื่องขั้นตอนวิธีการบวกในแนวตั้ง จึงเป็นการพัฒนาร่วมกันระหว่างแนวคิดทางคณิตศาสตร์เรื่องขั้นตอนวิธีและแนวคิดทางคณิตศาสตร์เรื่องการแสดงแทน แสดงให้เห็นถึงทักษะการคิดขั้นสูงที่เกิดจากการบูรณาการแนวคิดของนักเรียนในกิจกรรมคิดเกี่ยวกับวิธีการการคำนวณ (1) (2) และ (3)

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า ทักษะการคิดขั้นสูงของนักเรียนได้รับการพัฒนาจากชั้นเรียนที่จัดการเรียนการสอนด้วยโมเดลที่เน้นการแก้ปัญหาโดยวิธีการแบบเปิด ดังจะเห็นได้จากวงจรเชิงปฏิบัติการที่ 1 ซึ่งมีการปรับปรุงคำสั่งจากกิจกรรมที่ 1 กิจกรรมมีลูกอมอยู่เท่าไรนะ “ติดแถบลูกอมแสดงจำนวนลูกอมทั้งหมด และ 2) เขียนประโยคสัญลักษณ์เพื่อหาจำนวนลูกอม” ในกิจกรรมที่ 2 กิจกรรมสวนดอกไม้ “ติดแถบกระดาษแสดงจำนวนดอกไม้ทั้งหมดพร้อมเขียนบรรยายละเอียด” ซึ่งนักเรียนได้แสดงแนวคิดด้วยการขยายจากกิจกรรมมีลูกอมอยู่เท่าไรนะมาใช้ในการแก้ปัญหผ่านารอภิปรายและเปรียบเทียบแนวคิดที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน จนเกิดการลงข้อสรุปเป็นแนวคิดทางคณิตศาสตร์ว่าการดำเนินการบวกจะถูกแสดงแทนด้วยแผนภาพแถบกระดาษหรือบาร์โมเดลในลักษณะการวางต่อเนื่องกัน และในวงจรเชิงปฏิบัติการที่ 2 โดยมีการเรียงลำดับปัญหาการคำนวณการบวกจำนวนที่มีสองหลักกับสองหลัก ดังจะเห็นได้จาก กิจกรรมคิดเกี่ยวกับวิธีการคำนวณ (1) มีสถานการณ์ปัญหา “ตะวันมีลูกอมอยู่ 12 เม็ด และปิ่นปิ่นมี 23 เม็ด มีจำนวนลูกอมทั้งหมดเท่าไร” และคำสั่ง “ให้แสดงวิธีการหาจำนวนลูกอม” จะเห็นได้ว่านักเรียนใช้แนวคิดการนับต่อและการรวมกันของกลุ่มสิบและกลุ่มหน่วย ต่อมาจึงมีการปรับปรุงคำสั่งในกิจกรรมคิดเกี่ยวกับวิธีการคำนวณ (2) ซึ่งมีสถานการณ์ปัญหาคือ “มีดอกไม้สีชมพู 13 ดอก และดอกไม้สีเหลือง 24 ดอก มีดอกไม้ทั้งหมดเท่าไร” และคำสั่ง “ให้นักเรียนบวก $13+24$ ในแนวตั้ง” ซึ่งคำสั่งระบุให้นักเรียนคิดวิธีการบวกในแนวตั้ง เป็นตำแหน่งที่สำคัญที่นักเรียนจะมีการขยายแนวคิดของการรวมกันของกลุ่มสิบและกลุ่มหน่วยมาสู่ขั้นตอนการบวกในแนวตั้ง รวมถึงกิจกรรมคิดเกี่ยวกับวิธีการคำนวณ (3) ซึ่งมีสถานการณ์ปัญหา “ในห้องสมุดของโรงเรียนมีหนังสือภาพอยู่ 38 เล่ม และหนังสือนิทานอยู่ 27 เล่ม มีหนังสือทั้งหมดเท่าไร” และคำสั่ง “ให้นักเรียนบวก $38+27$ ในแนวตั้ง” และคำสั่งที่ 2 “เขียนบอกเล่า “วิธีการคำนวณการบวกในแนวตั้ง”” ส่งผลให้นักเรียนขยายและบูรณาการแนวคิดจากกิจกรรมคิดเกี่ยวกับวิธีการคำนวณ (1) และ (2) มาใช้ในการแก้ปัญหา

อภิปรายผล

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูงของนักเรียนด้วยโมเดลการสอนที่เน้นการแก้ปัญหา โดยวิธีการแบบเปิด ผลการวิจัยพบว่านักเรียนมีการขยายแนวคิด (Extension) ที่ได้จากการเรียนรู้ในชั่วโมงก่อนหน้า หรือขั้นก่อนหน้ามาใช้ในการแก้ปัญหา และนักเรียนมีการบูรณาการ (Integration) แนวคิดที่เกิดขึ้นมาใช้ในการแก้ปัญหาใหม่ที่ไม่คุ้นเคยหรือมีความท้าทายมากกว่าเดิม โดยนักเรียนได้สะสมและบ่มเพาะแนวคิดทางคณิตศาสตร์ อย่างแนวคิดเรื่องการแสดงแทนหรือแนวคิดเรื่องขั้นตอนวิธีการ ทั้งนี้หลักการขยายและการบูรณาการแนวคิดนับเป็นการพัฒนาทั้งกิจกรรมทางคณิตศาสตร์และการคิดทางคณิตศาสตร์ สอดคล้องกับแนวคิดเชิงทฤษฎีเกี่ยวกับหลักการของการประดิษฐ์คิดค้นโดย Freudenthal (1973 cited in Isoda & Olfos, 2021) ผู้เสนอว่าคณิตศาสตร์เป็นการจัดโครงสร้างใหม่ของประสบการณ์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งนักเรียนจำเป็นต้องมีประสบการณ์กับคณิตศาสตร์ผ่านการทำคณิตศาสตร์ และจัดโครงสร้างเชิงการรู้ผ่านการขยายหรือบูรณาการแนวคิด ซึ่งมีความแตกต่างจากงานวิจัยของ Intaros et al. (2021) ที่มีสำรวจแนวคิดของนักเรียนที่แสดงถึงการเรียนรู้เครื่องมือในการเรียนรู้เรื่องตารางการคูณของ 2 ถึง 5 ผลการวิจัยพบว่า การสอนด้วยวิธีการแบบเปิดทำให้นักเรียนมีเครื่องมือในการเรียนรู้ เรื่องตารางการคูณ ดังนี้ 1) การสร้าง 2) การขยาย 3) การจดจำ และ 4) การประยุกต์ใช้ตารางการคูณในสถานการณ์ต่างๆ โดยผ่านการสะท้อนคิดของนักเรียน และงานวิจัยของ Jai-on & Bangtho (2020) ที่ศึกษาการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้นวัตกรรมการศึกษาขั้นเรียนและวิธีการแบบเปิด พบว่านักเรียนมีการคิดทางคณิตศาสตร์ 7 ประเภท ได้แก่ 1) แนวคิดเซต 2) แนวคิดเกี่ยวกับหน่วย 3) แนวคิดเกี่ยวกับการแสดงแทน 4) แนวคิดเกี่ยวกับการดำเนินการ 5) แนวคิดเกี่ยวกับการขั้นตอนวิธีการ 6) แนวคิดเกี่ยวกับสมบัติพื้นฐาน 7) แนวคิดเกี่ยวกับการแสดงความคิด ที่ดำเนินการเพียงสำรวจหรือศึกษาการคิดและวิธีการเรียนรู้ของนักเรียนเพียงเท่านั้น แต่ข้อค้นพบในงานวิจัยนี้พบว่า สถานการณ์ปัญหาที่ถูกออกแบบเพื่อพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูงของนักเรียนสอดคล้องกับแนวคิดเชิงทฤษฎีเกี่ยวกับการทำให้เป็นคณิตศาสตร์ (Mathematization) ของ Freudenthal (1991) ที่นักเรียนควรเริ่มต้นเรียนรู้คณิตศาสตร์จากบริบทโลกจริงมากกว่าโลกคณิตศาสตร์ โดยถือว่าบริบทจริงเหล่านั้นเป็นทั้งแหล่งที่มาของข้อมูลและบริบทที่สามารถขยายแนวคิดและบูรณาการแนวคิดจนกลายเป็นทักษะการคิดขั้นสูง

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

ผลการวิจัยนี้เป็นผลการพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูงของนักเรียนด้วยโมเดลการสอนที่เน้นการแก้ปัญหาโดยวิธีการแบบเปิด ผู้ที่นำผลการวิจัยจำเป็นต้องคำนึงถึงการออกแบบสถานการณ์ปัญหาปลายเปิดที่จะต้องมียุทธศาสตร์และเงื่อนไขในรูปแบบคำสั่งสั้นๆ โดยบริบทจะต้องพิจารณาประสบการณ์ของนักเรียนไม่ว่าจะจะเป็นประสบการณ์ที่มีอยู่ในชีวิตประจำวันหรือประสบการณ์ที่เกิดจากการเรียนรู้ในชั้นเรียน และในการนำโมเดลการสอนที่เน้นการแก้ปัญหาโดยวิธีการแบบเปิดไปใช้ควรศึกษารายละเอียดในแต่ละขั้นของโมเดลการสอน เช่น ชี้นำเสนอสถานการณ์ปัญหาต้องกระตุ้นความอยากรู้อยากเห็นของผู้เรียนให้เขารู้สึกอยากจะทำปัญหาด้วยตนเอง และขั้นการอภิปรายและเปรียบเทียบแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนที่จะนำไปสู่ข้อสรุปของบทเรียนนั้นๆ รวมถึงการสอน

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

ศึกษาองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูงของนักเรียน อย่างระบบนิเวศที่สนับสนุนการพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูงของนักเรียน หรือการพัฒนาสมรรถนะการสอนที่เน้นการแก้ปัญหาของครูด้วยการศึกษาขั้นเรียนและวิธีการแบบเปิด

ข้อจำกัดของการวิจัย

งานวิจัยนี้ดำเนินการในโรงเรียนขนาดเล็กแห่งหนึ่งในโครงการวิจัยเรื่อง การปฏิรูปการสอนที่เน้นการพัฒนาสมรรถนะการคิดขั้นสูงในเขตพื้นที่อันดามัน ทำให้กลุ่มเป้าหมายในการวิจัยนี้มีขนาดเล็กซึ่งอาจจะยังไม่สามารถอธิบายในเชิงประชากรศาสตร์ได้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณทุนอุดหนุนการวิจัยของกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (ววน.) สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.) ประจำปีงบประมาณ พ.ศ.2566 และข้อมูลวิจัยจากโครงการวิจัย เรื่อง การปฏิรูปการสอนที่เน้นการพัฒนาสมรรถนะการคิดขั้นสูงในเขตพื้นที่อันดามัน และได้รับการรับรองจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏภูเก็ต เลขที่ PKRU 2566/9

เอกสารอ้างอิง

- Becker, J. P., & Shimada, S. (1997). *The open-ended approach: a new proposal for teaching mathematics*. National Council of Teachers of Mathematics.
- Boonsena, N., Inprasitha, M., Changsri, N., & Matney, G. T. (2019). Teachers Learning about Teaching Practice in a Modify Lesson Study. *Psychology, 10*, 977–988. <https://doi.org/10.4236/psych.2019.107064>
- Byrnes, J. P. (2008). *Cognitive Development and Learning in Instructional Contexts* (3rd ed.). Pearson.
- Chan, M. C. E., & Clarke, D. (2017). Structured affordances in the use of open-ended tasks to facilitate collaborative problem solving. *ZDM, 49*(6), 951–963. <https://doi.org/10.1007/s11858-017-0876-2>
- Hamzah, H., Hamzah, M. I., & Zulkifli, H. (2022). Systematic literature review on the elements of metacognition-based higher order thinking skills (hots) teaching and learning modules. *Sustainability, 14*(813). 1–15. <https://doi.org/10.3390/su14020813>
- Hino, K. (2007). Toward the problem-centered classroom: trends in mathematical problem solving in Japan. *ZDM, 39*(5), 503–514. <https://doi.org/10.1007/s11858-007-0052-1>
- Inprasitha, M. (2006). Open-ended approach and teacher education. *Tsukuba Journal of Educational Study in Mathematics, 25*, 169–178.
- Inprasitha, M. (2019). *A New Model of Mathematics Curriculum and Instruction System in Thailand BT - School Mathematics Curricula: Asian Perspectives and Glimpses of Reform*, In C. P. Vistro-Yu & T. L. Toh (eds.); pp. 51–77). Springer Singapore.
- Inprasitha, M. (2022). *Problem solving in school mathematics* (2nd Ed.) I-print Design Company Limited. [in Thai]
- Inprasitha, M. (2022). Lesson study and open approach development in Thailand: a longitudinal study. *International Journal for Lesson & Learning Studies, 11*(5), 1–15. <https://doi.org/10.1108/IJLLS-04-2021-0029>
- Inprasitha, M. (2023a). Blended learning classroom model: a new extended teaching approach for new normal. *International Journal for Lesson & Learning Studies, 12*(4), 288–300. <https://doi.org/10.1108/IJLLS-01-2023-0011>

- Inprasitha, M. (2023b). Learning to think mathematically in Thai classroom using Thailand Lesson Study incorporated with Open Approach (TLSOA). In M. Inprasitha, A. Sudjamnong, A. Suriyon, J. Saengpun, P. Moonpo, R. Chaovasetthakul, S. Plianram, & W. Suttiamporn (Eds.), *Proceedings of the Regional Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education 2023* (pp. 1–8). PME.
- Intaros, P., Senawongsa, C., & Chaiwong, S. (2021). Students' learning how to learn in 2s to 5s multiplication table, In M. Inprasitha (Ed.), *Two decades of reforming learning processes towards higher-order thinking competencies, the 7th National Conference on Mathematics Education* (p.106). Thailand Society of Mathematics Education. [in Thai]
- Isoda, M., & Katagiri, S. (2012). *Mathematical thinking: How to develop it in the classroom*. World Scientific Publishing. <https://doi.org/10.1142/8163>
- Isoda, M., & Olfos, R. (2021). *Teaching multiplication with lesson study: Japanese and Ibero-american theories for international mathematics education*. Springer Cham.
- Jai-on, K. & Bangtho, K. (2020). Student's mathematical thinking in area unit using lesson study and open approach. *Journal of Education, Prince of Songkla University, Pattani Campus*, 31(1), 28-37. [in Thai]
- Kwon, O. N., Park, J. H., & Park, J. S. (2006). Cultivating divergent thinking in mathematics through an open-ended approach. *Asia Pacific Education Review*, 7(1), 51–61.
- Lewis, A., & Smith, D. (1993). Defining higher order thinking. *Theory Into Practice*, 32(3), 131–137.
- Nasinsroi, J., Changsri, N., & Inprasitha, M. (2015). Students' mathematical thinking about multiplication in classroom using lesson study and open approach. *Journal of Education, Khonkaen University*, 38(3), 133-142.
- NCTM. (2000). *Principles and standards for school mathematics*. NCTM.
- Newmann, F. M. (1990). Higher order thinking in teaching social studies: a rationale for the assessment of classroom thoughtfulness. *Journal of Curriculum Studies*, 22(1), 41–56.
- Nieminen, J. H., Chan, M. C. E., & Clarke, D. (2022). What affordances do open-ended real-life tasks offer for sharing student agency in collaborative problem-solving? *Educational Studies in Mathematics*, 109(1), 115–136. <https://doi.org/10.1007/s10649-021-10074-9>
- Nohda, N. (2000). Teaching by open-approach method in Japanese mathematics classroom. *Proceeding of the 24th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education (PME 24)*, 39–54.
- Office of the Education Council. (2020). *Thailand's education to the global stage 2020 (IMD2020)*. 21 Century Co., Ltd. [in Thai]
- Schoenfeld, A. (1992). Learning to think mathematically: Problem solving, metacognition, and sense making in mathematics. In D.A. Grouws (Ed.), *Handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp. 165-197). MacMillan.
- Takahashi, A. (2021). *Teaching mathematics through problem-solving: A pedagogical approach from Japan*. Routledge.

Wetbunpot, K., Moonpo, P., & Lah-oh, S. (2021). Students' how to learn in area unit using open approach classroom, In M. Inprasitha (Ed.), *Two decades of reforming learning processes towards higher-order thinking competencies, the 7th National Conference on Mathematics Education* (p.68). Thailand Society of Mathematics Education. [in Thai]