



บทความวิจัย (Research Article)

การพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดกลุ่มสาระการเรียนรู้  
คณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกและการลบจำนวนที่ผลลัพธ์ไม่เกิน 10  
สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1

Development of Learning Management Plan by Using the Open  
Approach, Mathematics Learning Substance, on Addition and  
Subtraction Amount of Solution not More than 10  
for Grade 1 Students

จิณห์วรา พิมพ์แสง<sup>1</sup>, พัชรินทร์ สะตะ<sup>2</sup>

Jinvara Pimsang<sup>1</sup>, Patcharin Sata<sup>2</sup>

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น<sup>1</sup>, โรงเรียนคูคำพิทยาสรรพ์<sup>2</sup>

Faculty of Education, Khon Kaen University, Thailand<sup>1</sup>, Khukanpittayasan School<sup>2</sup>

Received: October 13, 2022 Revised: November 30, 2022 Accepted: November 2, 2022

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 ศึกษาดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดให้มีค่าตั้งแต่ .50 ขึ้นไป และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกและการลบจำนวนที่ผลลัพธ์ไม่เกิน 10 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 กลุ่มเป้าหมาย ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนคูคำพิทยาสรรพ์ จังหวัดขอนแก่น จำนวน 25 คน ได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเรียนแบบเปิด และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติทดสอบที ผลการวิจัย พบว่า 1) แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกและการลบจำนวนที่ผลลัพธ์ไม่เกิน 10 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 3.07/82.00 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด 2) ค่าดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกและการลบจำนวนที่ผลลัพธ์ไม่เกิน 10 มีค่าเท่ากับ 0.7128 โดยนักเรียนมีความรู้เพิ่มขึ้นร้อยละ 71.28 สูงกว่าเกณฑ์ของดัชนีประสิทธิผลที่กำหนด และ 3) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกและการลบจำนวนที่ผลลัพธ์ไม่เกิน 10 มีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

คำสำคัญ: แผนการจัดการเรียนรู้, วิธีการแบบเปิด, คณิตศาสตร์

<sup>1</sup> Corresponding author, Tel. 0657896942, E-mail: jinvarakangpheng08@gmail.com



## Abstract

The objectives of this research were to develop the action plan by using the Open Approach, to include the efficiency as specified Criterion 80/80, and study the effectiveness index of the action plan by the Open Approach, Mathematics Learning Substance on Addition and Subtractions the Solution not more than 10 for Grade 1 Students. The target group included 25 Grade 1 Students, Ku Kam Pittayasan School, selected by purposive sampling. The instruments using for data collection were: the action plan by using the Open Approach, and the Learning action plan. Data were analyzed by using computer program. The statistic using for data analysis included the percentage, mean, standard deviation, and dependent samples t-test. The research findings found that: For action plan by using the Open Approach, Mathematics Learning Substance on Division Mathematics Learning Substance on Addition and Subtraction the Solution not more than 10, its efficiency was 83.07/82.00 as the specified criterion. For effectiveness index of action plan by using the Open Approach, Mathematics Learning Achievement on Addition and Subtractions the Solution not more than 10, was 0.7128, showed that the students had higher level of learning for 71.28 %. For posttest learning achievement after studying with action plan by using the Open Approach, Mathematics Learning Substance on Addition and Subtraction the Solution not more than 10, their average score of posttest was significantly higher than the pretest at .01 level.

**Key words:** Learning Management Plan, Open Approach, Mathematics

## บทนำ

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อความสำเร็จในการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เนื่องจากคณิตศาสตร์ช่วยให้นักเรียนมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างรอบคอบและถี่ถ้วน ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องเหมาะสม และสามารถนำไปใช้ในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และศาสตร์อื่น ๆ อันเป็นรากฐานในการพัฒนาทรัพยากรบุคคลของชาติให้มีคุณภาพและพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศ ให้ทัดเทียมกับนานาชาติ การศึกษาคณิตศาสตร์จึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ทันสมัยและสอดคล้องกับสภาพเศรษฐกิจ สังคม และความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็วในยุคโลกาภิวัตน์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์นั้นจำเป็นต้องทำให้นักเรียนมีความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ประกอบด้วยสองส่วนคือส่วนที่เป็นเนื้อหาสาระและส่วนที่เป็นกระบวนการ เช่น กระบวนการแก้ปัญหา (Problem solving Process) กระบวนการพิสูจน์และให้เหตุผล (Proof and Reasoning Process) กระบวนการสื่อสาร (Communication Process) กระบวนการเชื่อมโยง (Connection Process) กระบวนการนำเสนอ (Representation Process) และในการจัดการเรียนการสอนที่ทำให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์นั้นจำเป็นต้องอาศัยนวัตกรรมมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน (ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์, 2554)



การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เป็นสิ่งที่สำคัญและจำเป็นมาก และถือได้ว่าเป็นหัวใจสำคัญในการเรียนคณิตศาสตร์เพราะช่วยฝึกกระบวนการคิดให้ผู้เรียนคิดแก้ปัญหาเป็น โดยสามารถเชื่อมโยงสาระความรู้ และทักษะในการแก้ปัญหาเข้าด้วยกันทำให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหานักเรียนจะประสบความสำเร็จหรือไม่ขึ้นกระบวนการแก้ปัญหาและรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ถือว่ามีความสำคัญ ผู้วิจัยได้ศึกษารูปแบบการสอนต่าง ๆ ในการส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ พบว่า การจัดการเรียนการสอนด้วยวิธีการแบบเปิด (Open Approach) เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ให้ความสำคัญกับกระบวนการเรียนรู้ส่วนบุคคลของนักเรียน โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล ความสามารถในการหาแนวทางการแก้ปัญหาที่แตกต่างกัน และสามารถนำแนวทางดังกล่าวไปใช้ในสถานการณ์อื่นๆ ได้โดยครูต้องเรียนรู้แนวคิดของนักเรียนอย่างละเอียด และหาวิธีการสนับสนุนให้นักเรียนพัฒนาตนเองตามกระบวนการเรียนรู้ของตนเองโดยใช้สถานการณ์ ปัญหาปลายเปิด (Open-Ended Problem) เป็นตัวช่วยกระตุ้นให้นักเรียนได้คิดจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ทำให้นักเรียนได้เปิดความคิดของตนเอง ทั้งคิดกว้าง คิดหลากหลาย และคิดแก้ปัญหา (ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์, 2557)

Nohda (2000 อ้างถึงในไมตรี อินทร์ประสิทธิ์, 2554) กล่าวถึงหลักการของกิจกรรมแบบเปิดคือมีแนวทางในการแก้ปัญหาได้อย่างหลากหลาย เปิดกว้างสำหรับคำตอบของปัญหา โดยลักษณะดังกล่าวของวิธีการแบบเปิดจะช่วยให้นักเรียนได้ใช้กระบวนการทางคณิตศาสตร์อย่างเต็มที่ กระบวนการนำเสนอและการสื่อสารจะถูกนำมาใช้ในระหว่างการทำกิจกรรมของตนเอง กระบวนการพิสูจน์และให้เหตุผลจะถูกนำมาใช้ในการอภิปรายถกเถียง ในระหว่างการทำกิจกรรมกลุ่ม นอกจากนี้การเปิดกว้างสำหรับคำตอบและแนวทางการแก้ปัญหา ทำให้นักเรียนต่าง ๆ ของนักเรียนได้รับการยอมรับในชั้นเรียน ส่งผลให้นักเรียนเกิดเจตคติที่ดีต่อกิจกรรมการเรียนการสอนในห้องเรียน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดแบ่งเป็น 4 ขั้นตอน ตามแนวคิด ของ Inprasitha (2015) ประกอบด้วย 1) การนำเสนอปัญหาปลายเปิด 2) การเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน 3) การอภิปรายทั้งชั้นและการเปรียบเทียบ และ 4) การสรุปโดยการเชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียนในชั้นเรียนที่เกิดขึ้น ซึ่งมีแนวคิดที่สำคัญ 3 ประการ ได้แก่ การเปิดใจของนักเรียน การเปิดและชนิดของปัญหาปลายเปิด และแนวทางในการพัฒนาปัญหาปลายเปิด ทั้งนี้ การจัดกระบวนการเรียนรู้ดังกล่าวจะช่วยให้นักเรียนได้แสดงความสามารถในการแก้ปัญหาได้อย่างเต็มศักยภาพ (Nohda, 2000 อ้างถึงใน ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์, 2554) โดยรูปแบบของกิจกรรมการเรียนการสอนดังกล่าวดำเนินการควบคู่กับการใช้นวัตกรรมการศึกษาชั้นเรียน (Lesson Study) ซึ่งเป็นการดำเนินการโดยครูผู้สอนเพื่อพัฒนานักเรียนในชั้นเรียนและช่วยผู้เรียนแต่ละคนพัฒนาตนเองด้วยตัวผู้เรียนเอง (Isoda, 2015) สร้างความเข้าใจเชิงลึกเกี่ยวกับสื่อการสอนและเนื้อหาที่ครูสอน การนำแนวคิดเกี่ยวกับการสอนมาประยุกต์ใช้กับบทเรียนอื่นๆ และทำให้ครูมีโอกาสในการสังเกตพฤติกรรมผู้เรียนอย่างรอบคอบและพัฒนาไปสู่การสังเกตการเรียนรู้ของผู้เรียน (Takahashi, 2015) มีการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ร่วมกันระหว่างผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัย เพื่อปรับปรุงและพัฒนาการสอนของครูที่ถือว่าเป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพที่สุดในการปรับปรุง และพัฒนาการสอนในห้องเรียน คือการพัฒนาและปรับปรุงบทเรียนในบริบทของห้องเรียนจริง (ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์, 2557)

จากผลการวิจัย พบว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดจึงเป็นนวัตกรรมที่ช่วยในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้ เช่น งานวิจัยของ สาวิตรี ภูทองชนะ (2562) ที่ศึกษาการวิเคราะห์ความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์เรื่องการลบ ของนักเรียนโดยใช้การแสดงแทนในชั้นเรียนที่ใช้การศึกษาชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิด พบว่า ความคิดรวบยอดเรื่องการลบของนักเรียนในชั้นเรียนที่ใช้การศึกษาชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิด ประกอบไปด้วย ความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่



ปรากฏในชั้นเรียนในเรื่องการลบแบบหักออก การแสดงแทนโลกจริงของนักเรียน (Representations of real world) นักเรียนสร้างความเข้าใจต่อสถานการณ์ปัญหาเกี่ยวข้องกับโลกจริงของนักเรียน นักเรียนอธิบายถึงสถานการณ์นั้นจากประสบการณ์ในกิจกรรมประจำวันของแต่ละคนจากในสถานการณ์ปัญหาที่มีจำนวนลดลง นักเรียนสามารถทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหา และแก้ปัญหาจากสถานการณ์ปัญหาเหล่านั้นอย่างมีเป้าหมาย และแสดงการแก้ปัญหาโดยมีการนำวัตถุที่อยู่ในสถานการณ์ปัญหามาจัดกระทำได้อย่างเป็นคณิตศาสตร์มากยิ่งขึ้น และ Nohda (2000 อ้างถึงในไมตรี อินทร์ประสิทธิ์, 2554) ที่ศึกษาเรื่อง การใช้กระบวนการแบบเปิดในการสอนวิชาคณิตศาสตร์ในโรงเรียน ผลการศึกษาพบว่า ในชีวิตประจำวันที่นักเรียนกำลังเผชิญหน้ากับสถานการณ์ปัญหาที่เกิดขึ้นจำนวนมากมาย นักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้โดยใช้ความหลากหลายของวิธีการแก้ปัญหาเพื่อส่งเสริมความคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน เช่นเดียวกับ กิตติยา เกศเทศ (2562) ที่ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนประจวบวิทยาลัย จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด สูงกว่าของนักเรียน กลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และพัทธยากร บุสยา, คงรัฐ นวลแปง และเวชฤทธิ์ อังชนะ ภัทรขจร (2559) ที่พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ดังนั้น การพัฒนาการจัดการเรียนรู้ที่เกิดภายใต้โครงการพัฒนาวิชาชีพครูการศึกษาชั้นเรียนและการจัดการเรียนรู้ที่ใช้นวัตกรรมวิธีการแบบเปิด สามารถเป็นทางเลือกสำหรับการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการคิดทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียน ซึ่งสอดคล้องตามหลักการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ดังนั้น ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนได้คิดอย่างมีเหตุผล มีโอกาสใช้ความคิดของตนเองในการแก้ไขปัญหา ได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้ ส่งผลให้นักเรียนเกิดเจตคติที่ดีต่อกิจกรรมการเรียนรู้ และเรียนรู้ด้วยความสุข

## คำถามการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด (Open Approach) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกและการลบจำนวนที่ผลลัพธ์ไม่เกิน 10 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 หรือไม่อย่างไร
2. ดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด (Open Approach) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกและการลบจำนวนที่ผลลัพธ์ไม่เกิน 10 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 มีค่าตั้งแต่ .50 ขึ้นไป
3. ผลเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด (Open Approach) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกและการลบจำนวนที่ผลลัพธ์ไม่เกิน 10 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 แตกต่างกันหรือไม่อย่างไร



## วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด (Open Approach) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกและการลบจำนวนที่ผลลัพธ์ไม่เกิน 10 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80
2. เพื่อศึกษาดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด (Open Approach) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกและการลบจำนวนที่ผลลัพธ์ไม่เกิน 10 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1
3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด (Open Approach) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกและการลบจำนวนที่ผลลัพธ์ไม่เกิน 10 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1

## สมมติฐานของการวิจัย

1. การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกและการลบจำนวนที่ผลลัพธ์ไม่เกิน 10 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80
2. การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่องการบวกและการลบจำนวนที่ผลลัพธ์ไม่เกิน 10 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 มีค่าดัชนีประสิทธิผลตั้งแต่ .50 ขึ้นไป
3. นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่องการบวกและการลบจำนวนที่ผลลัพธ์ไม่เกิน 10 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

## หลักการ แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

### แนวคิดการจัดการเรียนรู้

การที่จะทำให้ผู้เรียนเป็นผู้ที่สำคัญที่สุดว่า ครูจะต้องเปิดโอกาสให้นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเอง เน้นกระบวนการเรียนรู้หรือวิธีการเรียนรู้ของนักเรียน ซึ่งการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเองที่เน้นกระบวนการเรียนรู้หรือวิธีการเรียนรู้ของนักเรียนมีความหมายโดยนัยว่า กระบวนการเรียนรู้หรือวิธีการเรียนรู้ของนักเรียนแต่ละคนจะได้รับความสนใจอย่างจริงจังจากครูล้ำครูทำได้แสดงว่าครูพยายามแก้ปัญหาความแตกต่างระหว่างบุคคลโดยเปลี่ยนมาให้ความสำคัญกับกระบวนการเรียนรู้หรือวิธีการเรียนรู้ของแต่ละคน ให้คุณค่ากับนักเรียนแต่ละคนถือว่าเป็นแง่มุมที่สำคัญของการเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ (ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์, 2546 อ้างถึงใน ภาควดี วรณโกวิท, 2563) สอดคล้องกับ Dale (1969 อ้างถึงใน ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์, 2561) ที่ได้กล่าวถึงกรวยประสบการณ์การเรียนรู้ (Cone of Learning) ว่าโดยทั่วไปแล้วเราสามารถจดจำสิ่งที่เรียนรู้ได้ในปริมาณต่าง ๆ ขึ้นอยู่กับกิจกรรมหรือวิธีการเรียนรู้โดยกิจกรรมหรือวิธีการที่ทำให้เรารู้มากที่สุด คือ กิจกรรมหรือวิธีการจากการกระทำ (การปฏิบัติ) โดยสามารถเกิดการเรียนรู้ถึงร้อยละ 90 ซึ่งการแสดงออกของมนุษย์ในมิติพฤติกรรมการเรียนรู้ หรือผลที่เกิดจากการเรียนรู้ (Learning Outcome) จะจำแนกได้ 3 แบบ คือ แบบที่ 1 การเรียนรู้จากการอ่านและการฟัง ผู้เรียนจะสามารถนิยาม (Define) และอธิบาย (Describe) แบบที่ 2 การเรียนรู้จากการเห็น และการเห็นร่วมกับการฟัง ผู้เรียนจะสามารถทำการสาธิต การประยุกต์ใช้ และการปฏิบัติ แบบที่ 3 การเรียนรู้จากการพูดและการเขียน และการเรียนรู้จากการกระทำ (ปฏิบัติ) ผู้เรียนจะสามารถวิเคราะห์ นิยาม (Define) สร้างสรรค์ และประเมิน ดังนั้น แบบการเรียนรู้ตามแบบ



ที่ 1 และ 2 จัดเป็นการเรียนรู้เชิงรับ (Passive Learning) ส่วนการเรียนรู้โดยวิธีตามแบบที่ 3 เป็นการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning)

Levy and Murnane (2004) ได้แสดงกระบวนการทัศน์เกี่ยวกับทักษะที่มีความสำคัญเป็นที่ต้องการและจำเป็นสำหรับศตวรรษที่ 21 ที่ปรับเปลี่ยนจาก “พฤติกรรม (Behaviors)” เป็น “ทักษะการคิด (Thinking Skills)” โดยทักษะที่มีความสำคัญเป็นที่ต้องการและจำเป็นในศตวรรษที่ 21 คือ การคิดขั้นสูง เช่น การคิดวิเคราะห์ และการสื่อสารที่มีความซับซ้อนจะมาแทนทักษะเดิม ได้แก่ ทักษะการคิดตามคู่มือ การคิดแบบทำงานประจำ หรือการคิดแบบงานใหม่แต่ยังคิดตามคู่มือ โดยความเข้าใจเกี่ยวกับทักษะการคิด (Thinking Skills) ได้แก่ ทักษะการคิดที่ไม่ใช่แค่การคิดหาคำตอบ หรือไม่ใช่แค่การคิดทำอะไรซ้ำ ๆ ไม่ใช่แค่การคิดตามรวมทั้งไม่ใช่แค่การคิดได้ แต่ทักษะการคิดต้องเริ่มจาก “การคิดด้วยตนเองหรือเพื่อตนเอง (Thinking by themselves/for themselves)” (Shimizu, 2007; Isoda, 2010; ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์, 2561) ดังจะเห็นได้จากวิธีการสอนแบบเดิม (Traditional Teaching Approach) ว่าเป็นการสื่อสารทางเดียวที่เน้นการถ่ายทอดเนื้อหา (ผลลัพธ์) ที่มีอยู่แล้วให้แก่ผู้เรียน หรือยึดครูเป็นศูนย์กลางของการถ่ายทอด โดยวิธีการถ่ายทอดของครูไม่ว่าจะใช้วิธีการใดแต่จุดเน้นยังคงเป็นการถ่ายทอดเนื้อหาโดยที่นักเรียนหรือการเรียนรู้ของนักเรียนซึ่งเป็นส่วนสำคัญไม่ได้รับการเน้น ในขณะที่ปัจจุบัน ถ้าเราเปลี่ยนมุมมองเกี่ยวกับวิธีการสอนที่ไม่ได้เน้นเพียงผลลัพธ์ แต่เน้นกระบวนการเรียนรู้ก่อนที่จะได้ผลลัพธ์ด้วยจะเกิดวิธีการสอนที่แตกต่างออกไปทันที โดยเน้นกระบวนการเรียนรู้ของนักเรียน ดังนั้น วิธีสอนของครูคือการพยายามค้นหากระบวนการเรียนรู้ของนักเรียนหรือแนวคิดของนักเรียนเพื่อจะได้เข้าถึงกระบวนการเรียนรู้ของนักเรียน ทำให้วิธีการสอนนี้แตกต่างจากเดิมไปโดยสิ้นเชิง เพราะเปลี่ยนจากเน้นครูเป็นศูนย์กลางเป็นเน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง (Student-centered Approach) และเมื่อมองเรื่องการพัฒนาจะพบว่าวิธีการสอนแบบนี้สามารถพัฒนาการสอนของครูไปพร้อมกับพัฒนานักเรียนด้วยนั่นเอง (ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์, 2557)

จากแนวคิดดังกล่าว การจัดการเรียนรู้ในปัจจุบันจำเป็นต้องมีการปรับเปลี่ยนรูปแบบการเรียนรู้ทั้งของครูและของผู้เรียน โดยที่ไม่ได้เน้นเพียงแค่ผลลัพธ์ แต่เน้นกระบวนการเรียนรู้ก่อนที่จะได้ผลลัพธ์นั่นเอง ทั้งนี้เป็นเพราะว่าในสังคมโลกปัจจุบันบทบาทของครูก็เปลี่ยนไปจากเดิมครูเป็นผู้สอนให้ความรู้ แต่ปัจจุบันครูต้องเป็นผู้ร่วมเรียนรู้และบริหารจัดการเรียนรู้มากกว่าโดยผู้เรียนเป็นบุคคลสำคัญที่ต้องเรียนรู้โดยกิจกรรมหรือวิธีการที่ทำให้เรียนรู้มากที่สุด คือ กิจกรรมหรือวิธีการจากการกระทำ (การปฏิบัติ) โดยความร่วมมือกันระหว่างครูผู้เกี่ยวข้อง และผู้บริหารโรงเรียน ซึ่งวิธีการที่จะตอบสนองได้ดีวิธีหนึ่งคือ วิธีการแบบเปิดและการศึกษาชั้นเรียนดังสรุปสาระสำคัญในลำดับต่อไป

#### **แนวคิดวิธีการแบบเปิดและการศึกษาชั้นเรียน**

Inprasitha (2011) ได้เสนอขั้นตอนของวิธีการแบบเปิด (Open Approach) เพื่อให้ทีมครูที่ทำงานร่วมกันมีแนวทางในการทำแผนการจัดการเรียนรู้ร่วมกัน ดังนี้

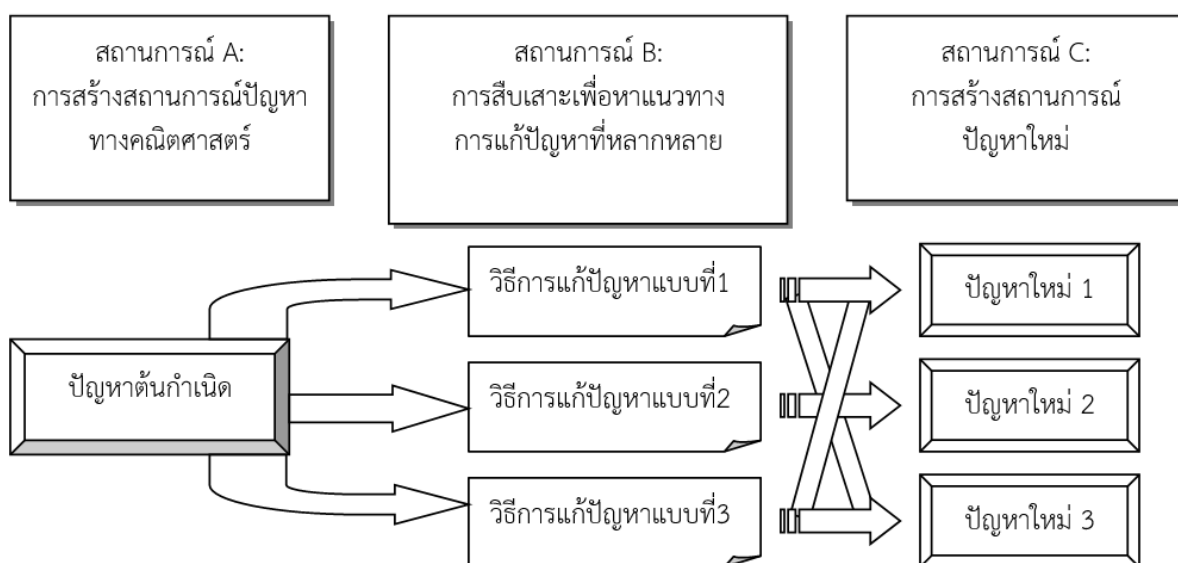
- 1) การนำเสนอปัญหาปลายเปิด เมื่อปัญหาปลายเปิดถูกนำเสนอในชั้นเรียนจะเกิดคำถามต่าง ๆ ตามมามากมาย เนื่องจากว่านักเรียนแต่ละคนไม่ได้เข้าใจความหมายเหมือนกัน ไม่เข้าใจว่ามันคืออะไรและทำไมจึงต้องทำเช่นนั้น ดังนั้น วิธีต่อไปนี้จะช่วยให้นักเรียนเข้าใจความหมายของปัญหามากขึ้น เช่น กระตุ้นให้นักเรียนสนใจอยู่ที่ประเด็นเดียวกัน โดยการนำเสนอปัญหาให้กับนักเรียน ให้ข้อมูลที่มากขึ้น เช่น การนำเข้าสู่สถานการณ์ปัญหาที่หลากหลายหรือยกตัวอย่างที่เป็นรูปธรรม ตัวอย่างที่ใช้ต้องไม่จำกัดความคิดของนักเรียนเกี่ยวกับปัญหา และนำเสนอสิ่งที่เป็นรูปธรรมประกอบ



2) การเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียนผ่านการแก้ปัญหา วิธีการแบบเปิดเน้นในเรื่องของการคิดของนักเรียนแต่ละคน ดังนั้น ครูจะต้องระมัดระวังไม่กำหนดทิศทางให้กับนักเรียนทุกคน รูปแบบการสอนนี้คล้ายกับการสอนปกติ ประกอบด้วย การทำงานรายบุคคล การอภิปรายร่วมกันทั้งชั้นเรียน อย่างไรก็ตาม ถ้าครูไม่ได้สนใจคำตอบเพียงคำตอบเดียว เราสามารถคาดการณ์ได้ว่า จะมีสิ่งที่ไม่เคยเกิดขึ้นกับนักเรียนปรากฏขึ้น ในระหว่างที่บทเรียนดำเนินไปจากการเรียนรู้ของแต่ละคนไปสู่การอภิปรายร่วมกันทั้งชั้นเรียน การทำให้การเรียนรู้ของแต่ละบุคคลกลายมาเป็นการเรียนรู้ร่วมกันของกลุ่มเป็นเรื่องที่มีความสำคัญมากสำหรับวิธีการนี้

3) การอภิปรายและเปรียบเทียบร่วมกันทั้งชั้นเรียน การบันทึกการตอบสนองของนักเรียนต่อปัญหาหรือวิธีการแก้ปัญหาส่วนบุคคลและกลุ่มเป็นสิ่งสำคัญ ดังนั้น การใช้สมุดบันทึก หรือใบงานก็เป็นวิธีที่สะดวกสำหรับนักเรียนในการบันทึกข้อมูลต่าง ๆ นอกจากนี้ ครูยังสามารถนำใบงานที่เก็บรวบรวมไว้มาใช้ประเมินการเรียนรู้ส่วนบุคคลและการเรียนรู้ของกลุ่มได้อีกด้วย กิจกรรมของนักเรียนในขั้นตอนนี้มีความสำคัญในการพัฒนาบทเรียนในโอกาสต่อ ๆ ไป ดังนั้น ครูควรพยายามค้นหาให้นักเรียนที่ไม่เข้าใจปัญหาและให้ตัวอย่างหรือให้คำแนะนำเพิ่มเติมเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนคิดหาวิธีการที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ครูสามารถทำได้ในขณะที่เดินไปรอบ ๆ เพื่อสำรวจงานของนักเรียน

4) การสรุปโดยเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เกิดขึ้น ครูหรือนักเรียนควรจะเขียนงานของตนเองหรืองานของกลุ่มลงบนกระดานดำเพื่อให้ทุกคนได้เห็น จากนั้นครูควรจะรวบรวมข้อเสนอแนะของนักเรียนทุกคนแม้ว่าจะมีส่วนที่คล้ายกันก็ตาม นักเรียนควรได้รับการสนับสนุนเพื่อยืนยันงานของตนเองว่าสอดคล้องกับงานของคนอื่นหรือไม่ ถึงแม้ว่าจะยังมีข้อเสนอแนะที่ไม่ถูกต้องหรือไม่สมบูรณ์ก็ตาม ครูควรจะแนะนำด้วยวิธีการที่เหมาะสมและขยายความต่อด้วยข้อคิดเห็นของนักเรียนคนอื่น ๆ เมื่อนักเรียนพยายามสรุปข้อเสนอแนะต่าง ๆ เข้าด้วยกันครูควรจะเน้นไปที่จุดใดจุดหนึ่งเพื่อนำไปสู่การสรุป ดังนั้น ในขณะที่ครูรวบรวมและขยายความคำตอบของนักเรียน ครูควรที่จะรวบรวมและเรียบเรียงคำตอบเหล่านั้นอย่างเฉพาะเจาะจง จากนั้นก็สรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้และเตรียมส่งไปยังบทเรียนต่อไป ดังสถานการณ์การสอนโดยใช้วิธีการแบบเปิด (Open Approach Method) (ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์, 2547) ดังแสดงในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 สถานการณ์การสอนโดยใช้วิธีการแบบเปิด



สำหรับการศึกษาระดับมัธยมศึกษาให้ทักษะที่หลากหลายขั้นตอน ต่อมาศูนย์วิจัยคณิตศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ได้นำนวัตกรรม “การศึกษาชั้นเรียน” (Lesson Study) และการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิดมาใช้ในโรงเรียนเพื่อเป็นการพัฒนาวิชาชีพครูระยะยาวโดยความร่วมมือกับสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานและสำนักงานบริหารและพัฒนาองค์ความรู้ ดำเนินกิจกรรมตามโครงการ โรงเรียนในฝันเพาะปัญญาในโรงเรียนกลุ่มเป้าหมาย 2 โรงเรียน โดยนำนวัตกรรมการศึกษาชั้นเรียน และการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิดไปใช้ในโรงเรียนเพื่อการพัฒนาวิชาชีพครูคณิตศาสตร์ตลอดระยะเวลา 3 ปี โดยการนำการพัฒนาวิชาชีพครูของญี่ปุ่นที่เรียกว่า Lesson Study มาใช้เป็นแนวทางหลักในการพัฒนาวิชาชีพครูคณิตศาสตร์ของไทย ที่ประกอบไปด้วย 3 ขั้นตอนที่สำคัญ (ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์, 2547) คือ

ขั้นที่ 1 การสร้างแผนการสอนร่วมกันระหว่างนักวิจัย ผู้ช่วยนักวิจัย และครูที่เข้าร่วมในโครงการวิจัย โดยเริ่มต้นจากการกำหนดกิจกรรมปัญหาคณิตศาสตร์ที่ใช้สถานการณ์ปัญหาปลายเปิด (Open-ended Problems) จากนั้นดำเนินการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัตกรรมการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด

ขั้นที่ 2 การสังเกตการสอนร่วมกันในขั้นตอนนี้จะนำแผนการสอนไปใช้จริงในชั้นเรียนโดยครูในโรงเรียนและมีการสังเกตการสอนในชั้นเรียนโดยทีมนักวิจัย ผู้ช่วยนักวิจัย และครูคนอื่นๆ เป้าหมายของการสังเกต คือ การสังเกตกระบวนการคิดของนักเรียน

ขั้นที่ 3 การสะท้อนผลบทเรียนร่วมกัน เกี่ยวกับผลที่ได้จากการสังเกตการสอนเพื่อนำไปสู่การปรับปรุงแผนการสอน แล้วนำแผนการสอนที่ปรับปรุงแล้วไปใช้ในห้องเรียนใหม่อีกครั้งในทางปฏิบัติของการพัฒนาวิชาชีพครูโดยใช้การศึกษาชั้นเรียน และการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิดเพื่อนำไปสู่การพัฒนาการคิดเชิงคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้ดำเนินการ ดังนี้

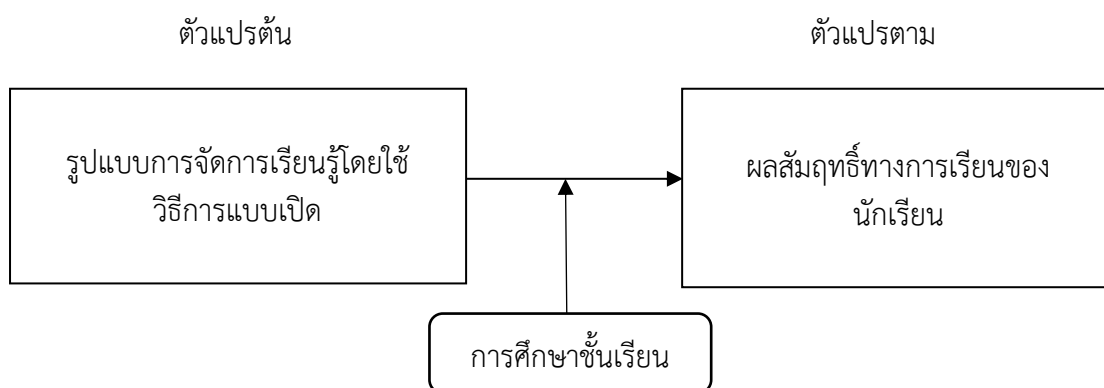
3.1 การประชุมปรึกษาหารือและวางแผนร่วมกันระหว่างผู้บริหารครู ผู้ประสานงานโรงเรียน เกี่ยวกับการดำเนินงาน การวางแผนการจัดตารางเรียนตารางสอน การจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ การวางแผนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามแนวทางการศึกษาชั้นเรียน และการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิดก่อนการดำเนินการในช่วงเปิดเทอม

3.2 การนำแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิดไปใช้ในชั้นเรียน

3.3 การเข้าร่วมสังเกตการจัดกิจกรรมการเรียนสอนในชั้นเรียนของครู ผู้บริหาร ที่ปรึกษาประจำภาค ผู้ประสานงานโรงเรียนและทีมนักวิจัยของศูนย์วิจัยคณิตศาสตร์ศึกษา

3.4 การประชุมสะท้อนผลและจัดทำแผนการเรียนรู้ร่วมกัน หลังจากการทำการสอนเสร็จในแต่ละครั้งจะมีการพูดคุยสะท้อนผลการสอนรายคาบร่วมกับครูผู้สอนและผู้เข้าร่วมสังเกตการสอนเกี่ยวกับข้อดีข้อเสียและข้อควรปรับปรุงต่างๆ ครั้งละ 5 – 10 นาที ในทุกสัปดาห์จะมีการประชุมสะท้อนผลการสอนรายสัปดาห์ร่วมกับที่ปรึกษาประจำภาค ผู้บริหาร คณะครูโรงเรียน ผู้ประสานงาน และทีมนักวิจัยของศูนย์วิจัยคณิตศาสตร์ศึกษา จากนั้นหลังเสร็จสิ้นการประชุมสะท้อนผลจะเป็นการจัดทำแผนการเรียนรู้ร่วมกันของครูในแต่ละช่วงชั้น

จากแนวคิดการจัดการเรียนรู้ และวิธีการแบบเปิดผู้วิจัยได้นำรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน เรื่อง การบวกและการลบจำนวนที่ผลลัพธ์ไม่เกิน 10 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 โดยกำหนดกรอบแนวคิดในการวิจัยดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 กรอบแนวคิดในการวิจัย

### วิธีดำเนินการวิจัย

การดำเนินการวิจัยใช้รูปแบบการวิจัยเชิงทดลอง แบบแผนทดลองกลุ่มเดียวทดสอบก่อนและหลังการทดลอง (One Group Pre-test Post-test Design) (Edmonds and Kennedy, 2017)

ตารางที่ 1 แบบแผนการทดลอง One Group Pre-test Post-test Design

| กลุ่มทดลอง     | Pre-test       | Treatment                     | Post-test      |
|----------------|----------------|-------------------------------|----------------|
| E              | T <sub>1</sub> | X <sub>1</sub>                | T <sub>2</sub> |
| E              | หมายถึง        | กลุ่มทดลอง                    |                |
| T <sub>1</sub> | หมายถึง        | การทดสอบก่อนการใช้การทดลอง    |                |
| T <sub>2</sub> | หมายถึง        | การทดสอบหลังการใช้การทดลอง    |                |
| X <sub>1</sub> | หมายถึง        | การเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด |                |

กลุ่มเป้าหมาย ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนคูคำพิทยาสรรพ์ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาขอนแก่นเขต 4 จำนวน 25 คน โดยเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) ตัวแปรต้น ได้แก่ รูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด ตัวแปรตาม ได้แก่ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน เนื้อหาที่นำมาใช้ในการวิจัยเป็นเนื้อหาสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกและการลบจำนวนที่ผลลัพธ์ไม่เกิน 10 ได้แก่ 1) การบวกและการลบจำนวน 2) จำนวนและการลำดับที่ 3) การบวก 4) การลบ และ 5) การบวกและการลบ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเรียนรู้แบบเปิด เรื่อง การบวกและการลบจำนวนที่ผลลัพธ์ไม่เกิน 10 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ จำนวน 12 แผน 12 ชั่วโมง และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การบวกและการลบจำนวนที่ผลลัพธ์ไม่เกิน 10 เป็นแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 3 ตัวเลือกจำนวน 30 ข้อ

วิเคราะห์ข้อมูล โดยหาประสิทธิภาพของของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดตามเกณฑ์ 80/80 โดยใช้สูตร E1/ E2 หาค่าดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดโดยใช้สูตร

ดัชนีประสิทธิผล และเปรียบเทียบเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดโดยใช้สถิติทดสอบที (t-test แบบ dependent sample)

## สรุปผลการวิจัยและอภิปรายผล

### สรุปผลการวิจัย

1. ค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างเรียนมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 83.07 และค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการทดสอบหลังเรียน คิดเป็นร้อยละ 82.00 แสดงว่าแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดมีประสิทธิภาพเท่ากับ 83.07/82.00 ซึ่งมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด
2. ค่าดัชนีประสิทธิผลของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกและการลบจำนวนที่ผลลัพธ์ไม่เกิน 10 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 มีค่าเท่ากับ 0.7128 ทำให้นักเรียนมีความรู้เพิ่มขึ้น ร้อยละ 71.28 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ของดัชนีประสิทธิผลที่ตั้งไว้
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกและการลบจำนวนที่ผลลัพธ์ไม่เกิน 10 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 มีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

### อภิปรายผล

จากผลการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกและการลบจำนวนที่ผลลัพธ์ไม่เกิน 10 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 มีประเด็นที่น่าสนใจควรนำอภิปรายผล ดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด และค่าดัชนีประสิทธิผลสูงกว่าเกณฑ์ของดัชนีประสิทธิผลที่ตั้งไว้ ทั้งนี้ อาจเนื่องมาจากกิจกรรมการเรียนรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดให้ความเป็นอิสระแก่นักเรียนทำให้นักเรียนสามารถใช้และพัฒนาศักยภาพของตนเองได้อย่างเต็มที่ ในขณะที่ครูก็ตระหนักในคุณค่าในกิจกรรมที่นักเรียนปฏิบัติโดยที่จะพยายามไม่เข้าไปสอดแทรกโดยไม่จำเป็น และมีความสัมพันธ์กับธรรมชาติของความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่มีลักษณะในเชิงวิวัฒนาการและเชิงบูรณาการ เนื่องจากเนื้อหาคณิตศาสตร์เป็นสิ่งที่เป็ระบบและมีความเป็นทฤษฎี เพราะฉะนั้น ความรู้เรื่องใดเรื่องหนึ่งที่มีความสำคัญมากเท่าใดก็ยิ่งทำให้เกิดความรู้ที่มีลักษณะเชิงอุปมา มีความพิเศษและความเป็นลักษณะทั่วๆ ไปมากขึ้นเท่านั้น อุปมาเทียบได้กับว่าความรู้ที่มีความสำคัญมากก็ยิ่งจะรู้ได้ล่วงหน้าว่า สามารถเปิดประตูสู่โลกแห่งความกว้างได้มากในขณะเดียวกันความรู้ต้นกำเนิดที่มีความสำคัญก็จะได้รับการสะท้อนอีกหลาย ๆ ครั้ง ต่อมาบนเส้นทางของการวิวัฒนาการเกี่ยวกับความรู้ทางคณิตศาสตร์ การได้มีโอกาสไตร่ตรองหลาย ๆ ครั้งเกี่ยวกับความรู้ต้นกำเนิดนั้นจะเป็นแรงผลักดันให้ก้าวเข้าไปสู่ประตูของโลกรแห่งความกว้าง นอกจากนี้ ยังมีความสัมพันธ์กับการตัดสินใจที่มีประโยชน์ของครูในห้องเรียน ในห้องเรียนคณิตศาสตร์บ่อยครั้งที่ครูต้องเผชิญกับแนวคิดของนักเรียนที่ครูไม่ได้คาดมาก่อนในลักษณะนี้ ครูจะต้องมีบทบาทสำคัญในการที่จะทำให้แนวคิดเหล่านั้น ได้มีบทบาทอย่างเต็มที่ในชั้นเรียน และพยายามอย่างจริงจังว่าทำอย่างไรนักเรียนคนอื่นจะสามารถเข้าใจได้แท้จริง เกี่ยวกับแนวคิดที่ไม่ได้คาดมาก่อน ทั้งนี้ เนื่องจากวิธีการแบบเปิดเป็นขั้นตอนที่เน้น “การเรียนรู้” ที่เริ่มจากสิ่งที่มีความหมายในโลกแห่งความจริงของนักเรียนเพื่อเคลื่อนย้ายเข้าสู่โลกคณิตศาสตร์ ด้วยการแก้ปัญหาและการคิดของนักเรียนเอง ทั้งนี้กระบวนการเรียนรู้เริ่มจากโลกแห่งความเป็นจริงของนักเรียนจะถูกแปลงเป็นสถานการณ์ปัญหาด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้วิธีการแบบเปิดผู้เรียนจะผ่านการแก้ปัญหาโดยการคิดเป็น “ด้วยตนเอง” ในสาขาวิชาต่าง ๆ เช่น

การคิดทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Thinking) การคิดทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Thinking) และการคิดสร้างสรรค์ (Creative Thinking) (ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์, 2561; Inprasitha, et al., 2015; Isoda, 2015; Takahashi, 2015) สอดคล้องกับผลการวิจัยของ ภควดี วรรณโกวิท (2563) ที่ศึกษาเกี่ยวกับความรู้สึกเชิงจำนวนของนักเรียนในชั้นเรียนที่ใช้การศึกษาชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิด พบว่า การนำการศึกษาชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิดใช้ในชั้นเรียนทำให้นักเรียนมีความสนใจมากขึ้นในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จากกิจกรรมสถานการณ์ปัญหาปลายเปิดที่ร่วมกันสร้างจากที่มการศึกษาระดับชั้นเรียน

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนด้วยแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด (Open approach) สูงกว่าก่อนเรียน ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก แนวคิดเกี่ยวกับเรื่องการเปิด (openness) ในการสอนและการประเมินได้มีการพัฒนาและขยายไปสู่แนวทางที่หลากหลาย โดยผ่านการร่วมมือระหว่างครูกับนักเรียนทำให้เกิดการเรียนรู้ได้ดีมีพัฒนาการด้านผลสัมฤทธิ์ตามลำดับ นอกจากนี้ การสอนโดยใช้วิธีการแบบเปิดมีเป้าหมายเพื่อให้นักเรียนทุกคนสามารถเรียนคณิตศาสตร์ ในแนวทางที่ตอบสนองความสามารถของพวกเขา ควบคู่ไปกับระดับของการตัดสินใจด้วยตนเองในการเรียนรู้ของพวกเขา และสามารถขยายหรือเพิ่มเติมคุณภาพของกระบวนการและผลที่เกิดขึ้นเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ได้ ครูที่ใช้วิธีการแบบเปิดในการสอนจึงพยายามทำความเข้าใจแนวคิดของนักเรียนให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ ทำให้แนวคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ขึ้นไปอยู่ในระดับสูงขึ้นโดยเปิดโอกาสให้นักเรียนใช้การเจรจาต่อรองความหมายกับนักเรียนคนอื่นหรือโดยอาศัยการชี้แนะของครูนอกจากนี้ครูที่ใช้วิธีการแบบเปิดต้องพยายามสนับสนุนให้นักเรียนได้มีการบริหารจัดการตนเองเพื่อขยายต่อกิจกรรมในเชิงคณิตศาสตร์ การสอนโดยใช้วิธีการแบบเปิดมุ่งเน้นที่จะเปิดใจของนักเรียนที่มีต่อคณิตศาสตร์มากกว่าเน้นการสอนเนื้อหาให้ครบ และลักษณะของชั้นเรียนที่ใช้วิธีการแบบเปิดจะมีการอภิปรายเกี่ยวกับแนวคิดและแง่คิดที่หลากหลายของนักเรียนการพัฒนาแนวคิดและแง่คิดที่หลากหลายนี้ผ่านประสบการณ์ร่วมกับกลุ่มเพื่อนและการแนะนำที่เหมาะสมของครู ดังนั้นชั้นเรียนที่เน้นวิธีการแบบเปิดสามารถทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนความสนใจร่วมกันในชั้น ซึ่งเน้นการอภิปรายและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ โดยในกระบวนการประเมินในวิธีการสอนที่ใช้วิธีการแบบเปิดยังเน้นกระบวนการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนและความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนมากกว่าเน้นคำตอบที่ถูกต้อง ซึ่งแนวคิดดังกล่าวนี้สะท้อนให้เห็นถึงความคาดหวังร่วมกับมุมมองทางด้านการวิจัยซึ่งส่งเสริมเจตคติและความเชื่อของนักเรียนเกี่ยวกับชั้นเรียนที่เน้นการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ (Nohda. 2000 อ้างถึงในไมตรี อินทร์ประสิทธิ์, 2554) โดยผลการวิจัยสอดคล้องกับ จุฬาลักษณ์ เชื้อเงิน, เชวง ช้อนบุญม และสิริวรรณ จรัสวีวัฒน์ (2562) ที่ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์โดยวิธีการแบบเปิดร่วมกับการใช้คำถามของบาดแฮมที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์โดยวิธีการแบบเปิดร่วมกับการใช้คำถามของบาดแฮม เรื่อง การบวกและการลบจำนวนที่มีผลลัพธ์และตัวตั้งไม่เกิน 10 ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

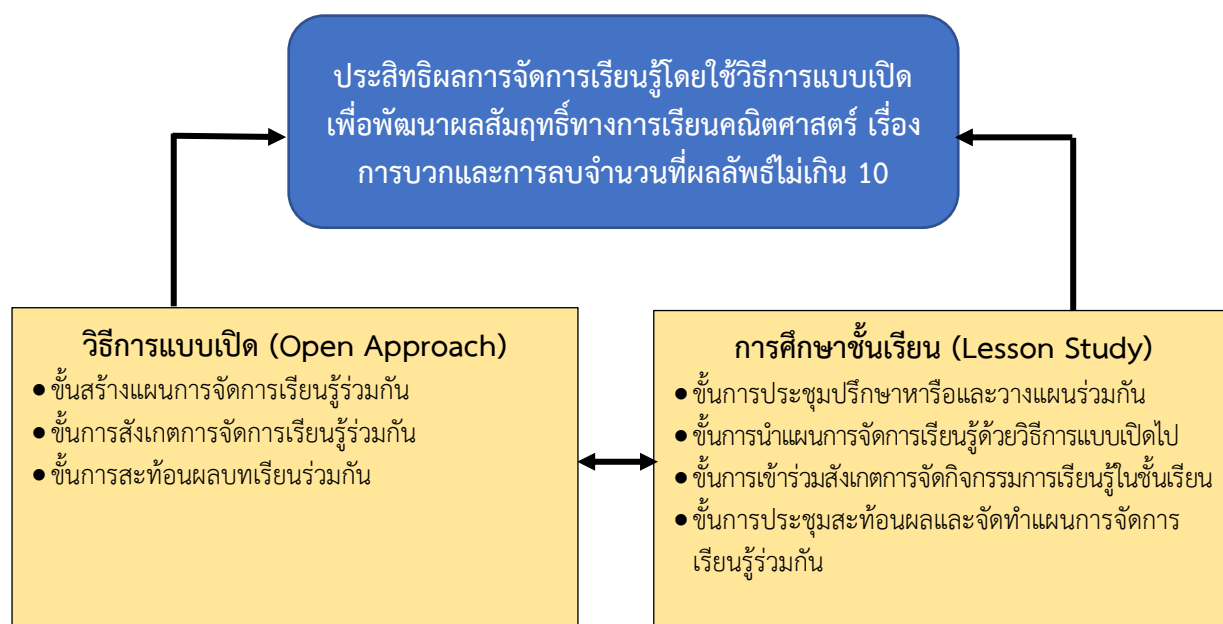
## องค์ความรู้ใหม่

จากการดำเนินการวิจัย พบว่า การใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิดเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกและการลบจำนวนที่มีผลลัพธ์ไม่เกิน 10 ที่มีประสิทธิภาพโดยวิธีการแบบเปิดและการศึกษาชั้นเรียน ประกอบด้วย วิธีการแบบเปิด 3 ขั้นตอน ได้แก่



1. ขั้นการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ร่วมกัน ระหว่างนักวิจัย ผู้ช่วยนักวิจัย และเพื่อนครุคณิตศาสตร์ โดยเริ่มต้นจากการกำหนดกิจกรรมปัญหาคณิตศาสตร์ที่ใช้สถานการณ์ปัญหาปลายเปิด
2. ขั้นการสังเกตการจัดการเรียนรู้ร่วมกัน ในขั้นตอนนี้จะนำแผนการจัดการเรียนรู้ไปใช้จริงในชั้นเรียน ของครูในโรงเรียนและมีการสังเกตการสอนในชั้นเรียนโดยทีมนักวิจัย ผู้ช่วยนักวิจัย และครูคนอื่นๆ มีเป้าหมาย เพื่อการสังเกตกระบวนการคิดของนักเรียน
3. ขั้นการสะท้อนผลบทเรียนร่วมกัน เกี่ยวกับผลที่ได้จากการสังเกตการเรียนรู้เพื่อนำไปสู่การปรับปรุง แผนการจัดการเรียนรู้ และนำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแล้วไปใช้ในห้องเรียนใหม่อีกครั้งในทางปฏิบัติ ของการพัฒนาวิชาชีพครู

โดยใช้การศึกษาชั้นเรียน 4 ขั้นตอน คือ **ขั้นการประชุมปรึกษาหารือและวางแผนร่วมกัน**ระหว่างผู้บริหาร ครู และผู้วิจัยเกี่ยวกับการดำเนินงาน การวางแผนการจัดตารางเรียนตารางสอน การจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ การวางแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางการศึกษาชั้นเรียน และการจัดการเรียนรู้ ด้วยวิธีการแบบเปิดก่อนการดำเนินการในช่วงเปิดเทอม **ขั้นการนำแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิดไปใช้ในชั้นเรียน** **ขั้นการเข้าร่วมสังเกตการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นเรียน**ของครู ผู้บริหาร นักวิจัย และผู้ช่วยนักวิจัย และ**ขั้นการประชุมสะท้อนผลและจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ร่วมกัน** หลังจากการทำการสอนเสร็จในแต่ละครั้งจะมีการพูดคุยสะท้อนผลการสอนรายคาบร่วมกับครูผู้สอนและผู้เข้าร่วมสังเกตการสอนเกี่ยวกับข้อดี ข้อเสีย และข้อควรปรับปรุงต่างๆ ครั้งละ 5 – 10 นาที ในทุกสัปดาห์จะมีการประชุมสะท้อนผลการสอนรายสัปดาห์ร่วมกับผู้บริหาร คณะครูโรงเรียน นักวิจัย ผู้ช่วยนักวิจัย จากนั้นหลังเสร็จสิ้นการประชุมสะท้อนผลจะเป็นการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ร่วมกันของครูในแต่ละระดับชั้น ดังโมเดลประสิทธิภาพการจัดการเรียนรู้ โดยใช้วิธีการแบบเปิดกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกและการลบจำนวนที่ผลลัพธ์ไม่เกิน 10 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ในภาพที่ 3



ภาพที่ 3 โมเดลประสิทธิภาพการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกและการลบจำนวนที่ผลลัพธ์ไม่เกิน 10 สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1



## ข้อเสนอแนะ

### ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1. ควรจะมีแผนภูมิเทคนิคก่อนการดำเนินการจัดกิจกรรม ทั้งนี้เพื่อฝึกนักเรียนให้คุ้นเคยกับรูปแบบของการปฏิบัติกิจกรรมการเรียนการสอน ซึ่งจะส่งผลให้นักเรียนสามารถปฏิบัติกิจกรรมได้อย่างคล่องแคล่วรวดเร็ว และสามารถพัฒนาศักยภาพด้านทักษะการคิด เนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบเปิด (Open Approach) เพื่อพัฒนาทักษะการคิด ผู้วิจัยไม่มีแผนการจัดการเรียนรู้ภูมิเทคนิคก่อนการดำเนินการจัดกิจกรรม ในการดำเนินการจัดกิจกรรมในแผนการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนยังไม่คุ้นเคยกับรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบนี้ การปฏิบัติกิจกรรมตามใบงานจะเป็นไปอย่างช้า ๆ เพราะนักเรียนไม่มั่นใจที่จะทำกิจกรรม และนักเรียนตอบคำถามไม่ได้ เพราะไม่คุ้นเคยกับลักษณะของคำถาม
2. สถานการณ์ของการเปิดประเด็นปัญหาต้องมีความชัดเจนและต่อเนื่องอย่างเป็นขั้นตอนโดยเน้นสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องความสัมพันธ์กับตัวนักเรียน
3. เวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนต้องสามารถยืดหยุ่นปรับเปลี่ยนได้ตลอดเวลา ควรตกลงกับนักเรียนถึงข้อจำกัดเรื่องเวลาให้รับทราบเบื้องต้น นักเรียนจะได้ทำใจยอมรับได้แต่เนิ่น ๆ เพื่อเตรียมพร้อมเรื่องอื่น ๆ เช่น การรับประทานอาหารอาจจะรับประทานช้ากว่าคนอื่น เพื่อไม่เป็นอุปสรรคในการเรียนการสอน
4. กิจกรรมที่จะนำมาใช้ควรเป็นกิจกรรมที่หลากหลายเพื่อกระตุ้นความสนใจให้นักเรียนไม่เบื่อในกิจกรรมที่เน้นการเปิดประเด็น ผู้สอนควรหากิจกรรมอื่นแทรกบ้าง เช่น การแบ่งกลุ่ม ควรใช้ภาพเพื่อความสนุกสนาน ใช้เกมเพื่อสรุป ใช้เพลงเพื่อกระตุ้นในขั้นเตรียมการ
5. คุณสมบัติของผู้สอน ควรมีความรู้ทางจิตวิทยาสูง ในเรื่องของการเสริมแรงให้กำลังใจในการเปิดประเด็นความคิดของนักเรียนทุกคน ตลอดจนการปรับเปลี่ยนวิธีและเทคนิคการเรียนการสอนทันทีทันใดเพื่อเพิ่มความสนใจของการเรียนการสอนแบบเปิด
6. นำแผนการจัดการเรียนรู้โดยวิธีการสอนแบบเปิด (Open Approach) มาพัฒนาปรับปรุงสามารถแก้ไข และพัฒนาคุณลักษณะต่าง ๆ ของนักเรียนได้

### ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรวิจัยเปรียบเทียบการนำรูปแบบการเรียนการสอนแบบเปิดไปใช้กับนักเรียนที่มีผลการเรียนดีกับกลุ่มนักเรียนที่มีผลการเรียนปานกลาง และอ่อนกว่าจะแตกต่างกันหรือไม่อย่างไร เพื่อให้ทราบถึงประสิทธิภาพของรูปแบบการเรียนการสอนแบบเปิดมากยิ่งขึ้น
2. ควรมีการเปรียบเทียบกับนักเรียนที่เรียนปานกลางกับนักเรียนที่เรียนเก่งโดยดูที่ตัวแปรที่เน้นการคิดที่หลากหลายตามแนวทฤษฎีคิด เช่น การคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ คิดประยุกต์ใช้ เพื่อเปรียบเทียบความสามารถด้านการคิดแบบต่าง ๆ
3. ควรจะทดลองกับตัวแปรที่เน้นทักษะการคิดชนิดต่าง ๆ โดยตรงด้วยแบบวัดที่สอดคล้องกับสถานการณ์ในปลายเปิด
4. ควรมีการวิจัยเกี่ยวกับคุณลักษณะของผู้สอนที่ใช้กระบวนการเรียนการสอนแบบเปิด (Open approach) ที่ประสบผลสำเร็จ
5. ครูและผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในการจัดกระบวนการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ควรมีการศึกษาผลที่ได้ของเจตคติที่มีต่อคณิตศาสตร์ในชั้นเรียนที่สอนด้วยวิธีการแบบเปิดที่ส่งผลให้นักเรียนเกิดเจตคติที่มีต่อคณิตศาสตร์



6. ควรมีการศึกษาในแง่ของกลไกการเปลี่ยนแปลงเจตคติที่มีต่อคณิตศาสตร์ในชั้นเรียนที่สอนด้วยวิธีการแบบเปิดรวมไปถึงระยะเวลาในการเปลี่ยนแปลงเจตคติ และปัจจัยอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับเจตคติ เช่น อารมณ์ ความเชื่อ ค่านิยม เพื่อจะได้ทราบถึงปัจจัยเชิงลึกที่ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงเจตคติที่มีต่อคณิตศาสตร์ของนักเรียนไปใช้ในทิศทางเชิงบวก

## เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *ตัวชี้วัดและหลักสูตรแกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- กิตติยา เกศเทศ. (2562). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนประจวบวิทยาลัย จังหวัดประจวบคีรีขันธ์. การศึกษาค้นคว้าอิสระปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต แขนงวิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- จุฬาลักษณ์ เชื้อเงิน, เขวง ช้อนบุญม และสิรवारณ จรัสวีวัฒน์. (2562). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์โดยวิธีการแบบเปิดร่วมกับการใช้คำถามของবাদแฮมที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1. *วารสารวิชาการ มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี*, 11(1), 41-58.
- พัทธยากร บุสสยา, คงรัฐ นวลแปง และเวชฤทธิ์ อังกะนัทรขจร. (2559). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. *วารสารศึกษาศาสตร์*, 27(3), 133-146.
- ภควดี วรรณโกวิท. (2563). *ความรู้สึกเชิงจำนวนของนักเรียนในชั้นเรียนที่ใช้การศึกษาชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิด*. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์. (2554). *การวิจัยและพัฒนาวัตกรรมการศึกษาชั้นเรียนเพื่อการพัฒนาเครือข่ายครูคณิตศาสตร์*. ขอนแก่น: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์. (2557). *กระบวนการแก้ปัญหาในคณิตศาสตร์ระดับโรงเรียน*. ขอนแก่น: เพ็ญพรินตัง.
- ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์. (2561). *พื้นฐานการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ สำหรับศตวรรษที่ 21 ระดับมัธยมศึกษา*. เอกสารประกอบการอบรมหลักสูตรเพื่อการพัฒนาครูและบุคลากรทางการศึกษาสายการสอนปี 2561. ขอนแก่น: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- สาวิตรี ภูทองชนะ. (2562). *การวิเคราะห์ความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์เรื่องการลบ ของนักเรียนโดยใช้การแสดงแทนในชั้นเรียนที่ใช้การศึกษาชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิด*. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- Edmonds, W, A., and Kennedy, T, D. (2017). *An Applied Guide to Research Designs: Quantitative, Qualitative, and Mixed Methods*. California: Sage.
- Inprasitha, M. et al. (2015). *Lesson Study challenges in Mathematics Education*. Singapore: World Scientific.



- Isoda, M. (2015). *The Science of Lesson Study in the Problem Solving Approach*. In M. Inprasitha, M. Isoda, P. Wang-Iverson, & B. H. Yeap (Eds.), *Lesson Study: Challenges in Mathematics Education* (pp. 81-108). Singapore: World Scientific.
- Levy, F., & Murnane, R. J. (2004). *The New Division of Labor: How Computers are Creating the Next Job Market*. Princeton and Oxford: Princeton University Press.
- Takahashi, K.H. (2015). Novel genetic capacitors and potentiators for the natural genetic variation of sensory bristles and their trait specificity in *Drosophila melanogaster*. *Mol. Ecol.* 24(22): 5561–5572.