

การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหา
ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ลำดับและอนุกรม
โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 4Ex2

The Study of Mathematics Learning Achievement and
Problem Solving Ability of Mathayomsuksa Five Students
on Sequences and Series by Using 4Ex2 Instructional Model

มณฑา วันชัย¹ ชานนท์ จันทรา² ต้องตา สมใจเพ็ง³

Montha Wanchai, Chanon Chuntra, Tongta Somchaipeng

บทคัดย่อ (Abstract)

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาลักษณะการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 4Ex2 สำหรับพัฒนาการเรียนการสอน เรื่อง ลำดับและอนุกรม และ 2) ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ลำดับและอนุกรม โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 4Ex2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 27 คน ที่ได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม จากทั้งหมด 5 ห้องเรียน โรงเรียนมัธยมสังคีตวิทยา กรุงเทพมหานคร เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 4Ex2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม การวิเคราะห์ข้อมูลใช้การคำนวณค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สถิติทดสอบที และการวิเคราะห์เนื้อหา ผลการวิจัยพบว่า 1) ลักษณะการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 4Ex2 สำหรับพัฒนาการเรียนการสอน เรื่อง ลำดับและอนุกรม ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1 สร้างความสนใจ ขั้นที่ 2 สำรวจและค้นคว้า ขั้นที่ 3 อธิบายและลงข้อสรุป และขั้นที่ 4 ขยายความคิด โดยในแต่ละขั้นตอนจะมีการสะท้อนการรู้คิดและการประเมินผลระหว่างเรียนไปพร้อม ๆ กัน 2) นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหา

Received: 2023-07-07 Revised: 2023-07-27 Accepted: 2023-07-29

¹ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, Faculty of Education, Kasetsart University.

Corresponding Author e-mail: Montha.wa@ku.th

² คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, Faculty of Education, Kasetsart University.

³ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, Faculty of Education, Kasetsart University.

ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 4E×2 สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คำสำคัญ (Keywords): ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์; ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์; รูปแบบการเรียนการสอน 4E×2

Abstract

The objectives of this research were to study 1) characteristics of learning activities by using 4E×2 instructional model for teaching and learning development on sequences and series, and 2) mathematics learning achievement and problem solving ability of mathayomsuksa five students on sequences and series by using 4E×2 instructional model. The sample in this research was 27 mathayomsuksa five students of one classroom who were studying in the second semester of the academic year 2022 that was selected by cluster random sampling from 5 classrooms at Matthayomsangkeetwithaya bangkok school. The instruments used in this research were mathematics lesson plans on sequences and series by using 4E×2 instructional model a test to measure the achievement of mathematics on sequences and series and mathematics ability test in solving problems on sequences and series. The data were analyzed in terms of percentage, mean, standard deviation, t-test and content analysis. The results of the research found as follow 1) Characteristics of learning activities by using 4E×2 instructional model for teaching and learning development on sequences and series consisted of 4 steps: (1) Engage, (2) Explore, (3) Explain, (4) Extend and in each step, cognitive reflections and formative assessment are performed during the course of study at the same time. 2) Students had mathematics learning achievement and problem solving ability on sequences and series after receiving the learning activities by using 4E×2 instructional model were higher than 60% at the .05 level of significance.

Keywords: Mathematical problem solving; Mathematics learning achievement; 4E×2 instructional model

บทนำ (Introduction)

ในการที่จะพัฒนาประเทศให้มีความเจริญก้าวหน้าได้นั้นต้องพัฒนาคนในประเทศให้มีความรู้ความสามารถ การศึกษาก็เป็นเครื่องมือสำคัญในการพัฒนากำลังคนให้มีคุณภาพ สามารถดำรงชีวิตอยู่ร่วมกับบุคคลอื่นในสังคมได้อย่างเป็นสุขในกระแสการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วของโลกศตวรรษที่ 21 ประเทศต่าง ๆ ทั่วโลกจึงให้ความสำคัญและทุ่มเทกับการพัฒนาการศึกษาเพื่อพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ของตน ในส่วนของประเทศไทยได้ให้ความสำคัญกับการจัดการศึกษา

การพัฒนาศักยภาพและขีดความสามารถของคนไทยให้มีทักษะ ความรู้ความสามารถและสมรรถนะที่สอดคล้องกับความต้องการของตลาดงานและการพัฒนาประเทศ ภายใต้แรงกดดันภายนอกจากกระแสโลกาภิวัตน์ (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษากระทรวงศึกษาธิการ, 2560)

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ปรับปรุง พ.ศ. 2560) มุ่งพัฒนาผู้เรียนทุกคนซึ่งเป็นกำลังของชาติ ให้เป็นมนุษย์ที่มีความสมดุล ทั้งด้านร่างกาย ความรู้ ค่านิยม มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและเป็นพลโลก ทั้งนี้สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์นั้นเป็นสาระหลักที่กำหนดให้นักเรียนทุกคนเรียนรู้ เนื่องจากคณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วน รอบคอบ ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหา และนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม รวมถึงคณิตศาสตร์ยังเป็นความรู้พื้นฐานที่ใช้ในการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และศาสตร์อื่น ๆ ดังนั้นคณิตศาสตร์จึงมีประโยชน์ต่อมนุษย์ในการดำเนินชีวิตช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้นและสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560)

ในปัจจุบันพบว่า ภาพรวมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนไทยยังไม่บรรลุเป้าหมายเท่าที่ควร โดยพิจารณาได้จากการประเมินคุณภาพการศึกษาที่ผ่านมา เช่น ผลการประเมินของโครงการประเมินผลนักเรียนร่วมกับนานาชาติ (Programme for International Student Assessment หรือ PISA) 2018 พบว่า มีนักเรียนไทย 52.7% มีความสามารถทางคณิตศาสตร์ต่ำกว่าระดับพื้นฐาน โดยด้านคณิตศาสตร์มุ่งเน้นความฉลาดรู้ทางคณิตศาสตร์ประกอบด้วยสถานการณ์ปัญหา ใช้หลักการและกระบวนการในการแก้ปัญหา ตีความ และประเมินผลลัพธ์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2564) และจากที่ผู้วิจัยได้ทำการสอนในโรงเรียนมัธยมสังคีตวิทยา กรุงเทพมหานคร รายวิชาคณิตศาสตร์ 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ลำดับและอนุกรม ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 พบว่า ในการจัดการเรียนการสอนนั้น นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้น้อย ส่วนใหญ่จะฟังจากที่ครูสอนท่องจำสูตรแล้วทำแบบฝึกหัด สิ่งที่เกิดขึ้นคือนักเรียนไม่สามารถนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหา ไม่ชอบโจทย์ที่เป็นข้อความที่ต้องใช้การวิเคราะห์ การแปลความหมายโจทย์ เพราะมองว่าเป็นเรื่องที่ยากและต้องทำหลายขั้นตอน ซึ่งไม่สอดคล้องกับตัวชี้วัดที่เน้นให้นักเรียนนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหา ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนส่วนใหญ่ที่เรียนเรื่องนี้อยู่ในระดับต่ำกว่าร้อยละ 50 สาเหตุที่ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนลดลง นั้นมีใช้นักเรียนเพียงฝ่ายเดียว องค์กรประกอบต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง กับนักเรียนย่อมทำให้เกิดปัญหาได้ทั้งสิ้น เช่น ครูผู้สอน สภาพแวดล้อมล้วนเป็นอุปสรรคในการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งปัญหาจากการจัดการเรียนการสอนนั้นสำคัญมาก ดังนั้นแนวทางหรือมาตรการในการปรับปรุงการจัดกระบวนการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพคือ ผู้สอนต้องปรับวิธีการสอนโดยเน้นกระบวนการคิดอย่างมีระบบและเหตุผล มุ่งให้นักเรียนรักการเรียนรู้ รู้จักวิเคราะห์ สังเคราะห์ แสวงหาความรู้ และรู้จักแก้ปัญหาด้วยตนเอง รวมทั้งรู้จักการทำงานร่วมกันเป็นหมู่คณะตามระบอบประชาธิปไตย เพื่อพัฒนาทักษะพื้นฐานของ

การมีส่วนร่วมที่มีคุณภาพของสมาชิกในสังคม การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ผู้สอนควรใช้วิธีสอนหรือเทคนิคการสอนหลาย ๆ วิธี โดยเน้นให้นักเรียนได้ร่วมกิจกรรมให้มาก หรือยึดนักเรียนเป็นศูนย์กลาง การฝึกให้นักเรียนได้ทำงานได้ร่วมกิจกรรมในการเรียน จะเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้ความคิด มีความรับผิดชอบและรู้จักทำงานร่วมกับผู้อื่น (คำปอง วงษาหมั่น, 2560)

จากการศึกษาวิธีการสอนคณิตศาสตร์หรือการจัดการเรียนรู้ในปัจจุบันโดยส่วนใหญ่พบว่า แม้จะเป็นวิธีการสอนที่เน้นทักษะการแก้ปัญหา แต่ก็ยังไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควร วิธีการสอนต่าง ๆ ยังไม่มีรูปแบบใดที่ให้ความสำคัญกับการประเมินผลระหว่างเรียน ซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นที่ต้องคำนึงถึงในระหว่างการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ โดยกระบวนการจัดการเรียนการสอน 4Ex2 เป็นการบูรณาการกระบวนการจัดการเรียนรู้ร่วมกับการสะท้อนการรู้คิดและมีการประเมินผลระหว่างเรียนของนักเรียนไปพร้อม ๆ กัน เพื่อให้นักเรียนได้ศึกษา ค้นคว้า เรียนรู้ด้วยตนเองโดยได้รับการช่วยเหลือซึ่งกันและกัน ในขณะดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนแต่ละขั้นตอน (สิริรัตน์ ผลขวัญโชติกา, 2554) การจัดการเรียนการสอน 4Ex2 ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นสร้างความสนใจ (Engage) 2) สำรวจและค้นคว้า (Explore) 3) อธิบายและลงข้อสรุป (Explain) และ 4) ขยายความคิด (Extend) ซึ่งเป็นรูปแบบการจัดการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นสำหรับการสอนคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มีฐานคิดมาจากรูปแบบการเรียนรู้แบบสืบเสาะผสมผสานการสะท้อนอภิปรายและการประเมินผลระหว่างเรียน จะทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างต่อเนื่องตลอดกระบวนการเรียนรู้ ครูสามารถตรวจสอบกระบวนการเรียนรู้ของนักเรียนได้ตลอดเวลา ทำให้นักเรียนเกิดการพัฒนาทักษะและกระบวนการ (Marshall, 2008 อ้างใน ธาธิณี ชื่นบาน, 2562)

จากที่กล่าวมาผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาเกี่ยวกับการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ลำดับและอนุกรม โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 4Ex2 เพื่อให้นักเรียนมีความรู้ความสามารถและทักษะตามมาตรฐานการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ในหลักสูตร ประกอบกับการสะท้อนการรู้คิดและดำเนินการประเมินผลระหว่างเรียนของนักเรียนไปพร้อม ๆ กัน ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างต่อเนื่องตลอดกระบวนการเรียนรู้ และเป็นแนวทางในการส่งเสริมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

วัตถุประสงค์ของการวิจัย (Research Objective)

1. ศึกษาลักษณะการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 4Ex2 สำหรับพัฒนาการเรียนการสอน เรื่อง ลำดับและอนุกรม
2. ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ลำดับและอนุกรม โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 4Ex2

วิธีดำเนินการวิจัย (Research Methods)

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนมัธยมสังคีตวิทยากรุงเทพมหานคร สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาปทุมธานี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 105 คน

2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนมัธยมสังคีตวิทยา กรุงเทพมหานคร สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาปทุมธานี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 27 คน ที่ได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม จากทั้งหมด 5 ห้องเรียน โดยแต่ละห้องเรียนจัดนักเรียนแบบความสามารถทางการเรียน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วยเครื่องมือ 3 ชนิด ได้แก่

1. แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ลำดับและอนุกรม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 7 แผน เป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้รูปแบบการเรียนการสอน $4E \times 2$ เป็นแนวคิดหลักในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และผ่านการประเมินคุณภาพโดยผู้เชี่ยวชาญ

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ใช้สำหรับทดสอบหลังเรียน ลักษณะของแบบทดสอบเป็นข้อสอบปรนัย แบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ 20 คะแนน ใช้เวลาในการทำแบบทดสอบ 50 นาที และจากการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาของผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ จำนวน 3 ท่าน ที่ทำการประเมินความสอดคล้องของข้อสอบแต่ละข้อกับสาระการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้ พบว่าข้อสอบทุกข้อมีค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.67 - 1.00

3. แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เป็นแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นสำหรับใช้วัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยเป็นข้อสอบแบบอัตนัยที่ให้นักเรียนแสดงแนวคิดและวิธีทำอย่างละเอียด 3 ขั้นตอน ประกอบด้วย 1) การทำความเข้าใจปัญหา 2) การแก้ปัญหา และ 3) การสรุปคำตอบ จำนวน 4 ข้อ 24 คะแนน ใช้เวลาในการทำแบบทดสอบ 50 นาที โดยทำการทดสอบหลังการจัดการเรียนรู้ และจากการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาของผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ จำนวน 3 ท่าน ที่ทำการประเมินความสอดคล้องของข้อสอบแต่ละข้อกับสาระ

การเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้ พบว่าข้อสอบทุกข้อมีค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.67 - 1.00

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์ข้อมูลลักษณะการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 4E×2 สำหรับพัฒนาการเรียนการสอน เรื่อง ลำดับและอนุกรม โดยใช้การวิเคราะห์เนื้อหาข้อมูลที่ได้จากการสังเกตขณะจัดกิจกรรมการเรียนรู้และข้อมูลจากการบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้
2. วิเคราะห์ข้อมูลผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม โดยเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่างกับเกณฑ์ร้อยละ 60 โดยใช้ one-sample t-test
3. วิเคราะห์ข้อมูลผลความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม จากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม โดยเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่างกับเกณฑ์ร้อยละ 60

ผลการวิจัย (Research Results)

1. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 4E×2 สำหรับพัฒนาการเรียนการสอน เรื่อง ลำดับและอนุกรม มีลักษณะสำคัญสรุปได้ดังนี้ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 4E×2 สำหรับพัฒนาการเรียนการสอนเรื่อง ลำดับและอนุกรม เริ่มจาก**ขั้นเตรียมความพร้อม** ทบทวนความรู้เดิมและเชื่อมโยงกับความรู้ใหม่ โดยครูนำเข้าสู่เนื้อหาเรื่อง ลำดับและอนุกรม โดยใช้การถามตอบประกอบการอธิบาย **ขั้นที่ 1 สร้างความสนใจ** ครูนำเสนอประเด็นสนทนาเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหาหรือประสบการณ์ในชีวิตประจำวันของนักเรียนที่มีความเกี่ยวข้องกับเนื้อหาในบทเรียน ระหว่างดำเนินกิจกรรมจะมีการสะท้อนการรู้คิด โดยครูใช้คำถามชี้แนะแนวทางเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนสะท้อนการรู้คิดของตนเองออกมาเกี่ยวกับความรู้เดิมที่นักเรียนมีอยู่ และประเมินผลระหว่างเรียนโดยประเมินผลเกี่ยวกับความรู้เดิมผ่านการสังเกต การสะท้อนการรู้คิด การนำเสนอ และการอภิปรายในชั้นเรียนของนักเรียน **ขั้นที่ 2 สืบค้นและค้นคว้า** ครูกระตุ้นให้นักเรียนตรวจสอบปัญหาหรือสถานการณ์ปัญหาตามกลุ่มของตนเองโดยเปิดโอกาสให้นักเรียนดำเนินการสำรวจ ตรวจสอบ สืบค้น รวบรวมข้อมูล ในระหว่างดำเนินกิจกรรมจะมีการสะท้อนการรู้คิดโดยครูใช้คำถามชี้แนะแนวทางเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนสะท้อนการรู้คิดของตนเองเกี่ยวกับการทำความเข้าใจปัญหาและการวางแผนในการแก้ปัญหาของนักเรียน และประเมินผลระหว่างเรียน ผ่านการสังเกต การสะท้อนการรู้คิด การนำเสนอ และ

การอภิปรายในชั้นเรียนของนักเรียน จากนั้นเข้าสู่ **ขั้นที่ 3 อธิบายและลงข้อสรุป** ครูสุ่มตัวแทนแต่ละกลุ่มในการนำเสนอวิธีการหาคำตอบเพื่อตรวจสอบความเข้าใจ และให้เพื่อนในชั้นเรียนร่วมกันตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบที่ได้ ในระหว่างดำเนินกิจกรรมจะมีการสะท้อนการรู้คิด โดยครูใช้คำถามชี้แนะแนวทางเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนสะท้อนการรู้คิดของตนเองเกี่ยวกับการวิเคราะห์ตีความ และให้เหตุผลเกี่ยวกับความรู้หรือคำตอบที่ได้ และประเมินผลระหว่างเรียนเกี่ยวกับการวิเคราะห์ ตีความ และให้เหตุผลเกี่ยวกับความรู้หรือคำตอบที่ได้ ผ่านการสังเกต การสะท้อนการรู้คิด การนำเสนอ และการอภิปรายในชั้นเรียนของนักเรียน และ **ขั้นที่ 4 ขยายความคิด** ครูนำเสนอปัญหาหรือสถานการณ์ปัญหาอื่นๆ หรือตั้งประเด็นใหม่ เพื่อให้นักเรียนเชื่อมโยงความรู้สู่สถานการณ์ใหม่ และนำความรู้ในขั้นที่ 3 มาใช้ในการอภิปรายร่วมกัน เพื่อหาคำตอบหรือแก้ปัญหา ในระหว่างดำเนินกิจกรรมจะมีการสะท้อนการรู้คิด โดยครูใช้คำถามชี้แนะแนวทางเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนสะท้อนการรู้คิดของตนเองเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้ความรู้ และประเมินผลระหว่างเรียนเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้ความรู้ ผ่านการสังเกต การสะท้อนการรู้คิด การนำเสนอ และการอภิปรายในชั้นเรียนของนักเรียน

2. ผลการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 4E×2

2.1 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 4E×2 หลังเรียนเทียบกับเกณฑ์ 60% ของคะแนนเต็มในภาพรวมปรากฏผลดังนี้

ตารางที่ 1 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 4E×2 หลังเรียนเทียบกับเกณฑ์ 60%

คะแนน	n	คะแนนเต็ม	คะแนนต่ำสุด	คะแนนสูงสุด	$\bar{x}$	ร้อยละ	S.D.	t	sig
หลังเรียน	27	20	4	18	13.67	68.35	3.24	2.68*	.01

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 1 แสดงให้เห็นว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์หลังเรียนของนักเรียน เรื่อง ลำดับและอนุกรม โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 4E×2 มีคะแนนสูงสุดเท่ากับ 18 คะแนน และคะแนนต่ำสุดเท่ากับ 4 คะแนน จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน โดยมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน 13.67 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 68.35 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน $4E \times 2$ หลังเรียนเทียบกับเกณฑ์ 60% เป็นรายบุคคล พบว่า นักเรียนผ่านเกณฑ์ 60% จำนวน 22 คน คิดเป็นร้อยละ 81 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด โดยมีคะแนนอยู่ในช่วง 12 – 18 คะแนน และมีนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ จำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 19 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด แสดงว่า นักเรียนส่วนใหญ่ผ่านเกณฑ์การประเมิน 60%

3. ผลการศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ลำดับและอนุกรม โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน $4E \times 2$

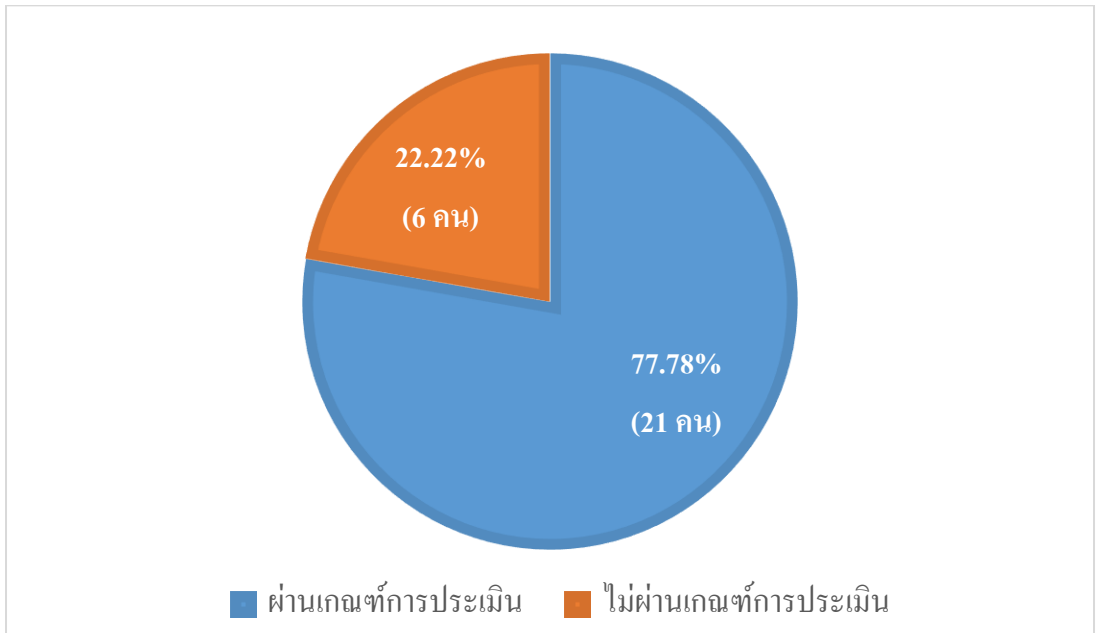
3.1 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน $4E \times 2$ หลังเรียนเทียบกับเกณฑ์ 60% ของคะแนนเต็มในภาพรวมปรากฏผลดังนี้

ตาราง 2 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน เรื่อง ลำดับและอนุกรม โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน $4E \times 2$ กับเกณฑ์ 60% ในภาพรวม

ค่าสถิติ	ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์				ค่าเฉลี่ยรวม
	ข้อที่ 1	ข้อที่ 2	ข้อที่ 3	ข้อที่ 4	
$\bar{x}$	4.93	3.70	3.74	4.26	16.63
ร้อยละ	82.17	61.67	62.33	71.00	69.30

จากตารางที่ 2 แสดงให้เห็นว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนของนักเรียน เรื่อง ลำดับและอนุกรม โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน $4E \times 2$ มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 16.63 คะแนน จากคะแนนเต็ม 24 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 69.30 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 60% ที่ตั้งไว้ และเมื่อพิจารณาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แต่ละข้อพบว่า ข้อที่นักเรียนได้คะแนนเฉลี่ยสูงสุด คือ ข้อที่ 1 ได้คะแนนเฉลี่ย 4.93 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 82.17 รองลงมา คือ ข้อที่ 4 ได้คะแนนเฉลี่ย 4.26 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 71.00 และข้อที่ได้คะแนนเฉลี่ยต่ำที่สุด คือ ข้อที่ 2 โดยได้คะแนนเฉลี่ย 3.70 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 61.67

3.2 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน $4E \times 2$ หลังเรียนเทียบกับเกณฑ์ 60% เป็นรายบุคคล พบว่า นักเรียนผ่านเกณฑ์ 60% จำนวน 21 คน คิดเป็นร้อยละ 77.78 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด และมีนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์ จำนวน 6 คน คิดเป็นร้อยละ 22.22 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด แสดงว่า นักเรียนส่วนใหญ่ผ่านเกณฑ์การประเมิน 60%



ภาพที่ 1 แผนภูมิวงกลมร้อยละของจำนวนนักเรียนที่ผ่านและไม่ผ่านเกณฑ์ 60%

อภิปรายผลการวิจัย (Research Discussion)

1. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 4E×2 มีการดำเนินการให้นักเรียนได้สะท้อนการรู้คิดและประเมินผลระหว่างเรียนในทุกขั้นตอนของรูปแบบการเรียนการสอน ซึ่งสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555) ได้ให้ความหมายของการสะท้อนการรู้คิดไว้ว่าเป็นความสามารถของบุคคลที่มีต่อกระบวนการคิดของตนเอง รู้ว่าอะไรที่เหมาะสมกับตนเองในการเรียนรู้ ตลอดจนสามารถเลือกกลวิธีในการวางแผน กำกับ ควบคุม และประเมินการเรียนรู้ของตนเองได้ เพื่อให้การเรียนรู้หรือการปฏิบัติงานต่างๆ บรรลุตามวัตถุประสงค์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ สอดคล้องกับ Galofalo and lester (1985 อ้างใน ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์, 2552) ที่กล่าวว่า ผู้เรียนที่มีการสะท้อนการรู้คิดจะช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ดีขึ้น ดังนั้นการที่บุคคลรู้ถึงการคิดของตนเองและสามารถควบคุมการคิดของตนเองให้เป็นไปในทางที่ต้องการ จะช่วยให้การเรียนรู้และงานที่ทำประสบความสำเร็จตามที่ต้องการได้ เนื่องจากการสะท้อนการรู้คิดมีหลักการที่เน้น การฝึกฝน ควบคุม และตรวจสอบกระบวนการคิดของตนเอง ทำให้นักเรียนได้รับการพัฒนากระบวนการคิดอย่างเป็นลำดับขั้นและเป็นระบบ มีการควบคุมกระบวนการคิดทำให้การคิดมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ กระทรวงศึกษาธิการ (2551) ยังได้อธิบายถึงการประเมินผลระหว่างเรียนว่าเป็นการประเมินเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ (Assessment for Learning) ที่ดำเนินการอย่างต่อเนื่องตลอดการเรียนการสอน โดยมีใช้ตั้งแต่การทดสอบระหว่างเรียนเป็นระยะ ๆ อย่างเดียว แต่เป็นการที่ครูเก็บข้อมูลการเรียนรู้ของนักเรียนอย่างไม่เป็นทางการด้วย ขณะที่ให้นักเรียน

ทำภาระงานตามที่กำหนด อีกทั้งการประเมินผลระหว่างเรียนของครูจากการสังเกตพฤติกรรม การเรียนรู้ของนักเรียน การตอบคำถามสะท้อนการรู้คิดของนักเรียน และการทำกิจกรรมและแบบฝึกหัดของนักเรียน ทำให้ครูสามารถให้ข้อมูลย้อนกลับแก่นักเรียนซึ่งนักเรียนจะได้รับคำแนะนำเชิงสร้างสรรค์เกี่ยวกับวิธีการในการปรับปรุงการเรียนของตนเอง เพื่อนำไปแก้ไขข้อบกพร่องของตนได้ทัน่วงที

2. จากการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์หลังเรียนของนักเรียน เรื่อง ลำดับ และอนุกรมโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน $4E \times 2$ พบว่า ในภาพรวมค่าเฉลี่ยของคะแนนหลังเรียน สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน 13.67 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 68.35 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 เมื่อพิจารณาเป็นรายบุคคล พบว่า นักเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 จำนวน 22 คน คิดเป็นร้อยละ 81 ของจำนวนนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง แสดงให้เห็นว่า นักเรียนส่วนใหญ่ผ่านเกณฑ์การประเมิน 60% ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ปารวี ดุลละ (2561) ธนัญญา เปี่ยมศิลปกุลสร (2559) ที่ได้นำรูปแบบการเรียนการสอน $4E \times 2$ ไปใช้จัด กิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์กับสาระการเรียนรู้ต่าง ๆ ดังเช่น ปารวี ดุลละ (2561) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง รากของจำนวนจริง ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ STAD ร่วมกับ $4E \times 2$ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และ ธนัญญา เปี่ยมศิลปกุลสร (2559) ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบ $4E \times 2$ เรื่อง ลำดับ ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งงานวิจัยที่ได้กล่าวมาข้างต้นได้ผลการวิจัยที่สอดคล้องกันว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้อยู่โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน $4E \times 2$ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ที่ผู้วิจัยกำหนดไว้ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะการจัดการเรียนการสอนแบบ $4E \times 2$ เป็นการจัดการเรียนการสอนที่เน้นให้นักเรียนเป็นผู้สืบค้น ค้นคว้า รวบรวมข้อมูล ค้นหาคำตอบ สรุปรูความรู้ และอภิปรายผลด้วยตนเอง แล้วให้นำเสนอความรู้ของตนเองกับผู้อื่นเพื่อให้เกิด การตรวจสอบความรู้ที่ถูกต้อง จนทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจและการรับรู้ความรู้นั้นอย่างมี ความหมายและเก็บเป็นข้อมูลในสมองได้ยาวนาน และในขั้นที่ 4 ขยายความคิด เป็นขั้นตอนที่ ยืนยันความรู้ความเข้าใจของนักเรียน เพราะนักเรียนต้องนำความรู้ที่ได้มาใช้แก้ปัญหาในขั้นตอนนี้ และนักเรียนยังได้ขยายความรู้ความเข้าใจของตนเองให้กว้างและลึกซึ้งยิ่งขึ้น เพราะนักเรียนต้อง เชื่อมโยงความรู้ที่มีนำไปใช้ในการแก้ปัญหาในโจทย์หรือสถานการณ์ที่ยากขึ้นหรือซับซ้อนมากขึ้น นอกจากนี้การเรียนการสอน $4E \times 2$ มีการสะท้อนการรู้คิดและประเมินผลระหว่างเรียนในทุก ๆ ขั้นตอน ของการจัดการเรียนการสอน ทำให้ครูสามารถทราบได้ทันทีว่าสิ่งที่นักเรียนได้แสดงออกถึงความรู้ ความคิดของนักเรียนที่เกิดขึ้นระหว่างการจัดการเรียนการสอนนั้นมีความเข้าใจที่ถูกต้องหรือไม่ มีความผิดพลาดหรือไม่ หรือยังขาดความรู้ในเรื่องใดบ้างที่จะนำไปสู่ขั้นถัดไป โดยครูสามารถให้ ข้อมูลที่ถูกต้องย้อนกลับได้ในทันที สอดคล้องกับ The Scottish Qualifications Authority (SQA, 2009) ที่กล่าวว่าผลที่ได้จากการประเมินผลระหว่างเรียนจะใช้ในการกำหนดเป้าหมายการเรียนรู้ และเกณฑ์ความสำเร็จ และให้ข้อมูลย้อนกลับไปยังนักเรียน โดยข้อมูลย้อนกลับที่ได้เป็น องค์ประกอบสำคัญในการช่วยให้นักเรียนประสบความสำเร็จในการเรียน ทำให้นักเรียนเกิดการรู้คิด

ในการเรียนตลอดเวลา เกิดเป็นความชำนาญและเป็นความรู้ที่อยู่ติดตัวไปยาวนาน ส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงขึ้น

3. จากการศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนของนักเรียน เรื่อง ลำดับและอนุกรม โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 4E×2 พบว่า มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 16.63 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 69.29 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 60% ที่ตั้งไว้ สอดคล้องกับงานวิจัยของธาริณี ชื่นบาน (2563) สิริรัตน์ ชีระเมธากุล (2563) และ สิริรัศม์ ผลขวัญโชติกา (2554) ที่ได้นำรูปแบบการเรียนการสอน 4E×2 ไปใช้จัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์กับสาระการเรียนรู้ต่าง ๆ ดังเช่น ธาริณี ชื่นบาน (2563) ที่ได้พัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ 4E×2 ร่วมกับเทคนิคเกม เรื่อง สมการและการแก้สมการ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สิริรัตน์ ชีระเมธากุล (2563) ได้พัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และการคิดวิเคราะห์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึมและทรงกระบอก ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 4E×2 และ สิริรัศม์ ผลขวัญโชติกา (2554) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 4E×2 ที่มีต่อเมตทัศน์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งงานวิจัยที่ได้กล่าวมาข้างต้นได้ผลการวิจัยที่สอดคล้องกันว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 4E×2 มีความสามารถในการแก้ปัญหาสูงกว่าเกณฑ์ที่ผู้วิจัยกำหนด แสดงให้เห็นว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 4E×2 เป็นรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ โดยเฉพาะทักษะการแก้ปัญหา ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากผลของการจัดกิจกรรมโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 4E×2 เป็นการจัดการเรียนการสอน โดยครูใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนใช้กระบวนการทางความคิด เน้นการให้นักเรียนหาเหตุผลจนค้นพบความรู้ โดยในแต่ละขั้นของการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้จะผสมผสานการสะท้อนการรู้คิด ซึ่งทำให้นักเรียนได้สะท้อนความคิดจากสถานการณ์หรือสื่อโดยการพูด การเขียน การแสดงออกหลายอย่างร่วมกัน รวมทั้งการประเมินระหว่างเรียน ยังเป็นการตรวจสอบความก้าวหน้าหรือพัฒนาการด้านความรู้ความเข้าใจ ทักษะและกระบวนการ และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ หลังจากที่ได้ร่วมกิจกรรมการเรียนการสอนว่ามีผลบรรลุตามจุดประสงค์ของการเรียนรู้ในแต่ละขั้นและแต่ละแผน อีกทั้งครูได้สร้างบรรยากาศให้นักเรียนได้แสดงออกทางความคิด ได้ทำงานเป็นกลุ่มเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้ เริ่มจากโจทย์ปัญหาที่ง่ายไปสู่โจทย์ปัญหาที่มีความซับซ้อนมากขึ้น ทำให้นักเรียนได้เผชิญโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ท้าทายและเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน รวมทั้งการฝึกกระบวนการคิดตามขั้นตอนของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อย่างต่อเนื่อง สอดคล้องกับ ธาดาพนิตสติ ศุกลวิริยะกุล (2560) ที่ได้กล่าวว่า การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผู้สอนจะต้องเตรียมโจทย์ปัญหาที่มีความน่าสนใจและเหมาะสมกับผู้เรียน คำนึงถึงความแตกต่างของผู้เรียน เน้นให้

ผู้เรียนแก้ปัญหาอย่างเป็นลำดับขั้นตอนและไม่ปิดกั้นความคิดของผู้เรียน ส่งผลให้ผู้เรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่สูงขึ้น

ข้อเสนอแนะการวิจัย (Research Suggestions)

จากผลการวิจัย ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะดังนี้

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1 ในช่วงแรกของการจัดการเรียนรู้แบบ 4E×2 นักเรียนยังไม่คุ้นเคยกับการจัดกิจกรรม จึงทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่ล่าช้า ต้องใช้เวลาค่อนข้างมาก จึงควรเพิ่มเวลาเพื่อให้นักเรียนทุกกลุ่มสามารถอธิบายและลงข้อสรุปในขั้นตอนต่อไปได้ แต่เมื่อนักเรียนเกิดความคุ้นเคย และเข้าใจ นักเรียนจะเกิดการเรียนรู้ที่รวดเร็วขึ้น และให้ความร่วมมือในการร่วมกิจกรรมในแต่ละขั้นตอนมากขึ้นด้วย

1.2 ในการนำเสนอหรือการอภิปรายจะมีนักเรียนที่เป็นตัวแทนกลุ่มเท่านั้นที่จะได้มีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็น ทำให้นักเรียนบางคนไม่มีโอกาสได้แสดงความคิดเห็น อภิปราย และซักถาม ครูจึงควรให้นักเรียนผลัดกันเป็นตัวแทนกลุ่ม

1.3 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 4E×2 ในรายวิชคณิตศาสตร์ควรจัดกิจกรรมหรือกำหนดสถานการณ์จากง่ายไปยาก เพื่อให้นักเรียนเกิดความมั่นใจในการแก้ปัญหา และสามารถเชื่อมโยงความรู้ในแต่ละขั้นตอนได้

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

ควรศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 4E×2 ในการพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์อื่น ๆ เช่น การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ การสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง (References)

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560). กรุงเทพฯ: กระทรวงศึกษาธิการ.
- คำปอง วงษาหมั่น. (2560). รายงานผลการพัฒนาแบบฝึกเสริมทักษะเรื่อง เศษส่วนและการบวก การลบ การคูณ การหารสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านสนามสามัคคีสโมสรโรตารี 2 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาศรีสะเกษ เขต 3 สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. กระทรวงศึกษาธิการ.
- ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. (2552). 80 นวัตกรรมจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ. กรุงเทพฯ: แดเน็กซ์ อินเทอร์เน็ตเพอร์เฟกชัน.

- ธัญญา เปี่ยมศิลปะกุลชร. (2559). การศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบ 4Ex2 เรื่อง ลำดับ
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัย
เทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- ธาดาพนิตสดี ศุกลวิริยะกุล. (2560). ผลการเรียนรู้แบบโมบายเลิร์นนิ่งบนคลาวด์ร่วมกับ 4Ex2 ที่มี
ต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1.
ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ธารณี ชื่นบาน. (2562). การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วยรูปแบบ
การจัดการเรียนรู้ 4Ex2 ร่วมกับเทคนิคเกมสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6.
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- ปารวี คู๊ะ. (2561). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง รากของจำนวนจริงที่ได้รับ
การจัดการเรียนรู้แบบ STAD ร่วมกับ 4Ex2 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. ปริญญา
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยบูรพา.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). คู่มือการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระ
การเรียนรู้คณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- _____. (2564). ผลการประเมิน PISA 2018 การอ่านคณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์.
กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษากระทรวงศึกษาธิการ. (2560). แผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.
2560-2579, สืบค้น 31 มกราคม 2566. จาก <http://www.lampang.go.th/public60/EducationPlan2pdf>.
- สิรินรัตน์ ธีระเมธากุล. (2563). การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และการ
คิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน 4Ex2.
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- สิริรัมย์ ผลขวัญโชติกา. (2554). ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบ
การเรียนการสอน 4Ex2 ที่มีต่อเมโนทัศน์และความสามารถในการแก้ปัญหาทาง
คณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปริญญามหาบัณฑิต. จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย.
- The Scottish Qualifications Authority. (2009). A case study of a very "early starter"
David Raffé ; International Labour Office, Skills and Employability
Department. - Geneva: ILO, 2010