

การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว
โดยใช้กลวิธีเอฟโอพีเอส

The Development of Mathematical Problem Solving and
Communication Ability of Mathayomsuksa One Students on One
Variable Linear Equation by Using FOPS Strategy

โสรายา ทองสมัย¹ ชานนท์ จันทรา² ชนิศวรา เลิศอมรพงษ์³

Soraya Thongsamai, Chanon Chuntra, Chanisvara Lertamornpong

บทคัดย่อ (Abstract)

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาลักษณะการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเอฟโอพีเอส เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และ 2) ศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเอฟโอพีเอส กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยคือ นักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 1 ห้อง จำนวนนักเรียน 30 คน ที่ได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว โดยใช้กลวิธีเอฟโอพีเอส จำนวน 8 แผน และ แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่องสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว เป็นข้อสอบอัตนัย จำนวน 4 ข้อ การวิเคราะห์ข้อมูลใช้การคำนวณค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สถิติทดสอบที่ใช้และการวิเคราะห์เนื้อหา ผลการวิจัย พบว่า 1) ลักษณะการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเอฟโอพีเอสประกอบด้วย 4 ขั้นตอนคือ ขั้นที่ 1 พิจารณารูปแบบของปัญหา ขั้นที่ 2 จัดข้อมูลของปัญหาลงในแผนภาพ ขั้นที่ 3 วางแผนการแก้ปัญหา และขั้นที่ 4 แก้ปัญหา และ 2) นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเอฟโอพีเอสสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คำสำคัญ (Keywords): กลวิธีเอฟโอพีเอส; การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์; การสื่อสารทางคณิตศาสตร์

Received: 2023-06-19 Revised: 2023-07-12 Accepted: 2023-07-17

¹ หลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการสอนคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, Master of Education Program in Teaching Mathematics, Kasetsart University. Corresponding Author e-mail: rayaedu1989@gmail.com

² คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, Faculty of Education, Kasetsart University.

³ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, Faculty of Education, Kasetsart University.

Abstract

The objectives of this research were 1) to study the characteristics of learning activities organized according to FOPS strategy for learning development in mathematical problem solving and communication ability on one variable linear equation of mathayomsuksa one students, and 2) to study mathematical problem solving and communication ability of mathayomsuksa one students on one variable linear equation of learning activities organized according to FOPS strategy. The sample of this research consisted of 30 mathayomsuksa one students of one classroom who were studying in the second semester of the academic year 2022, that was selected by cluster random sampling. The instruments used in this research were 1) 8 mathematics lesson plans on one variable linear equation by using FOPS strategy and 2) mathematical problem solving and communication ability test which was a subjective test asking students to elaborate on how to solve the mathematical problem in detail for 4 items. The data were analyzed in terms of percentage, mean, standard deviation, t – test statistics, and content analysis. The results of the research were as follows: 1) characteristics of learning activities organized according to FOPS strategy were consisted of 4 steps: (1) F – Find the problem type, (2) O – Organize the information in the problem using the diagram, (3) P – Plan to solve the problem, and (4) S – Solve the problem and 2) students had mathematical problems solving and communication ability on one variable linear equation after receiving the learning management based on FOPS strategy were higher than 60% at the .05 level of significance.

Keywords: FOPS strategy; Problem Solving; Communication

บทนำ (Introduction)

การศึกษาเป็นเครื่องมือสำคัญในการสร้างคน สร้างสังคม และสร้างชาติ เป็นกลไกหลักในการพัฒนากำลังคนให้มีคุณภาพ สามารถดำรงชีวิตอยู่ร่วมกับบุคคลอื่นในสังคมได้อย่างเป็นสุข ในกระแสการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วของโลกศตวรรษที่ 21 เนื่องจากการศึกษามีบทบาทสำคัญในการสร้างความได้เปรียบของประเทศเพื่อการแข่งขันและยืนหยัดในเวทีโลกภายใต้ระบบเศรษฐกิจและสังคมที่เป็นพลวัต ประเทศต่าง ๆ ทั่วโลกจึงให้ความสำคัญและทุ่มเทกับการพัฒนาการศึกษาเพื่อพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ของตนให้สามารถก้าวทันการเปลี่ยนแปลงของเศรษฐกิจและสังคมของประเทศ ภูมิภาค และของโลกควบคู่กับการธำรงรักษาอัตลักษณ์ของประเทศ (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ, 2560)

คณิตศาสตร์จึงมีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งต่อความสำเร็จในการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เนื่องจากคณิตศาสตร์ช่วยให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างเป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วน รอบคอบ ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหาและนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม สามารถนำไปใช้ในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ เป็นเครื่องมือในการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และศาสตร์อื่น ๆ ที่เป็นรากฐานในการพัฒนาทรัพยากรบุคคลของชาติให้มีคุณภาพ และยังพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศให้ทัดเทียมกับนานาชาติ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) สอดคล้องกับคำกล่าวของ อัมพร ม้าคอง (2553) ที่ว่าคณิตศาสตร์ถูกใช้เป็นเครื่องมือในการพัฒนาความเจริญและการสื่อสารความหมายระหว่างมนุษย์ในชีวิตประจำวัน แม้ว่าคณิตศาสตร์จะมีบทบาทสำคัญ จากผลการประเมินคณิตศาสตร์ของ PISA 2018 ที่มุ่งเน้นความฉลาดรู้ (Literacy) ทางด้านคณิตศาสตร์ ประกอบด้วยคิดสถานการณ์ของปัญหา ใช้หลักการและกระบวนการในการแก้ปัญหา ตีความและประเมินผลลัพธ์ พบว่า มีนักเรียนไทย 52.7% ที่มีความสามารถทางด้านคณิตศาสตร์ต่ำกว่าระดับพื้นฐาน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2564) นอกจากนั้นปัญหาของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่ผ่านมา ยังพบว่าแม้นักเรียนจะมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาสาระเป็นอย่างดี แต่นักเรียนจำนวนไม่น้อยยังต้องได้รับการพัฒนาความสามารถเกี่ยวกับการแก้ปัญหา การแสดงหรืออ้างอิงเหตุผล การสื่อสารหรือการนำเสนอแนวคิดระดับพื้นฐาน และผลการประเมินของ PISA 2015 ที่ทำการประเมินนักเรียนอายุ 15 ปี ของการรู้เรื่องทักษะทางคณิตศาสตร์ทั้ง 7 ประการ ดังนี้ 1) การสื่อสาร (Communication) 2) การทำให้เป็นคณิตศาสตร์ (Mathematising) 3) การแสดงเครื่องหมาย/สัญลักษณ์แทน (Representation) 4) การใช้ความเป็นเหตุเป็นผลและการสร้างข้อโต้แย้ง (Reasoning and argument) 5) การสร้างกลยุทธ์เพื่อแก้ปัญหา (Devising strategies for solving problems) 6) การใช้สัญลักษณ์ ภาษาคณิตศาสตร์ หรือภาษาเทคนิคและการดำเนินการ (Using symbolic, formal and technical language and operation) 7) การใช้เครื่องมือทางคณิตศาสตร์ (Using mathematical tools) พบว่ามีคะแนนต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ย ซึ่งแสดงให้เห็นว่านอกจากนักเรียนขาดทักษะการคิดแล้ว นักเรียนยังขาดทักษะการให้เหตุผลและการสื่อสารในวิชาคณิตศาสตร์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2564)

ผลการประเมินต่าง ๆ ข้างต้นสะท้อนให้เห็นว่า นักเรียนยังมีความรู้และทักษะทางคณิตศาสตร์ที่ยังไม่เพียงพอ โดยเฉพาะทักษะการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ จากการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ของผู้วิจัยในปีการศึกษาที่ผ่านมา ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการสอนในรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำกว่าเกณฑ์ 50% ที่โรงเรียนตั้งไว้ โดยเรื่องที่มีผลคะแนนต่ำกว่าเรื่องอื่น ๆ คือ สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว จากการสังเกตการทำแบบฝึกหัดและการตรวจแบบทดสอบ พบว่า นักเรียนมีความสามารถในการคิดคำนวณที่ดี เมื่อนักเรียนดำเนินการแก้โจทย์สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวสามารถวิเคราะห์สิ่งที่โจทย์กำหนดและสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้ แต่ไม่สามารถเขียนสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวได้ ทำให้การวางแผนการแก้ปัญหาและการเลือกวิธีการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง

ซึ่งปัญหาดังกล่าวส่งผลให้คะแนนสอบกลางภาคของนักเรียนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 ไม่ถึงค่าเป้าหมายที่โรงเรียนกำหนด ผู้วิจัยจึงเลือกใช้วิธีการสอนแบบนิรนัย มีการยกตัวอย่างโจทย์หรือสถานการณ์อย่างง่าย พร้อมทั้งสาธิตวิธีการแก้ปัญหา จากการเลือกใช้วิธีดังกล่าวพบว่า ยังไม่สามารถแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นได้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความมุ่งมั่นที่จะทำการศึกษาวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนให้ดีขึ้น

จากปัญหาที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยเห็นความสำคัญของการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 จึงได้ทำการศึกษาลักษณะการจัดการเรียนการสอนที่ช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ พบว่า กลวิธีเอฟโอพีเอส (FOPS Strategy) เป็นวิธีการจัดการเรียนการสอนโดยใช้โครงสร้างความรู้เป็นฐาน (Schema Theory) ที่เน้นให้นักเรียนแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ผ่านการใช้โครงสร้างความรู้หรือโครงสร้างของปัญหา เป็นขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาที่ควบคู่กับการเตือนตนเอง (Self-monitoring) ซึ่ง Jitendra and Star (2011) ได้นำเสนอรายละเอียดไว้ 4 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นที่ 1 พิจารณารูปแบบของปัญหา (F – Find the problem type) เป็นขั้นตอนการอ่านและวิเคราะห์ข้อมูลในโจทย์ปัญหาที่กำหนดให้อย่างละเอียด สามารถบอกสิ่งที่โจทย์กำหนด และบอกสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้ ขั้นที่ 2 จัดข้อมูลของปัญหาลงในแผนภาพ (O – Organize the information in the problem using the diagram) เป็นขั้นตอนการสร้างตัวแทนของปัญหา โดยใช้การวาดภาพหรือตารางนำเสนอ เพื่อสร้างความสัมพันธ์เชื่อมโยงระหว่างข้อมูลจากประโยคข้อความและเขียนเครื่องหมาย ตัวแปร หรือสัญลักษณ์แทนสิ่งที่จำเป็นต่อการแก้ปัญหา ขั้นที่ 3 วางแผนการแก้ปัญหา (P – Plan to solve the problem) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนจะต้องใช้ข้อมูลจากแนวคิดในการแก้ปัญหาที่ได้จากการวาดภาพหรือตารางวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของปัญหาที่กำหนดไปสู่การเขียนเป็นสมการทางคณิตศาสตร์ และขั้นที่ 4 แก้ปัญหา (S – Solve the problem) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนต้องใช้ขั้นที่ 3 ดำเนินการด้วยตนเองในการแก้ปัญหาและใช้สมบัติของการเท่ากันในการแสดงแนวคิดและนำเสนอขั้นตอนกระบวนการทางคณิตศาสตร์เพื่อหาคำตอบและสรุปคำตอบ

จากเหตุผลและความสำคัญที่กล่าวมาข้างต้น ทำให้ผู้วิจัยได้พบว่า การจัดการเรียนรู้ด้วยกลวิธีเอฟโอพีเอสจะช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในการวางแผนการแก้โจทย์ปัญหาจากนามธรรมไปสู่รูปธรรมและสามารถนำเสนอวิธีการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ได้อย่างชัดเจน ส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น อีกทั้งยังเป็นแนวทางสำหรับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในบทเรียนอื่น ๆ ต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย (Research Objective)

1. ศึกษาลักษณะการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเอฟโอพีเอสเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
2. ศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเอฟโอพีเอส

วิธีดำเนินการวิจัย (Research Methods)

รูปแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยและพัฒนา (Research and Development)

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษากรุงเทพมหานคร เขต 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 140 คน
2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษากรุงเทพมหานคร เขต 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 30 คน ที่ได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม จากทั้งหมด 4 ห้องเรียน ซึ่งการจัดห้องเรียนแต่ละห้องเป็นแบบความสามารถในการเรียน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 8 แผน (14 คาบ) คาบละ 50 นาที โดยเป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้กลวิธีเอฟโอพีเอส ที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์มีขั้นตอนในการเรียนรู้ 4 ขั้นตอน ตามแนวคิดของ Jitendra and Star (2011) คือ ขั้นที่ 1 พิจารณารูปแบบของปัญหา ขั้นที่ 2 จัดข้อมูลของปัญหาลงในแผนภาพ ขั้นที่ 3 วางแผนการและขั้นที่ 4 แก้ปัญหา
2. แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว เป็นแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นสำหรับใช้วัดความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยข้อสอบเป็นแบบอัตนัย จำนวน 4 ข้อ ข้อละ 12 คะแนน รวม 48 คะแนน สำหรับวัดความสามารถในการแก้ปัญหาวางคณิตศาสตร์ 7 คะแนน และวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ 5 คะแนน จากการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence: IOC) พบว่า ข้อสอบแต่ละข้อมีค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.67 – 1.00 นั่นคือ ข้อสอบทุกข้อสามารถนำไปใช้ได้

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ทำหนังสือขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการศึกษาค้นคว้าอิสระ
2. ดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว โดยใช้ กลวิธีเอฟโอพีเอส ในการจัดการเรียนรู้กับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 14 คาบ คาบละ 50 นาที
3. นำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว มาทำการทดสอบหลังเรียนกับกลุ่มตัวอย่างในคาบที่ 15 จำนวน 4 ข้อ โดยใช้ เวลาทดสอบ 90 นาที
4. สรุปและสังเคราะห์ลักษณะการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเอฟโอพีเอส เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว รวมถึงบทบาทครูและนักเรียนจากการนำไปทดลองใช้จริง การสังเกตขณะจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และการบันทึกผลหลังการจัดกิจกรรม

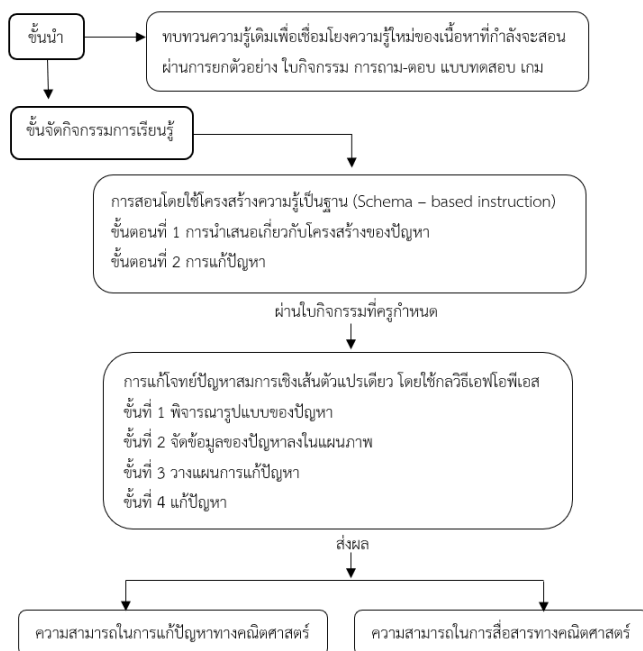
การวิเคราะห์ข้อมูล

สถิติและวิธีที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลมีดังนี้

1. เปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์หลังเรียนของกลุ่มตัวอย่างกับเกณฑ์ร้อยละ 60 ในภาพรวม โดยใช้ one – sample t – test
2. เปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์หลังเรียนของกลุ่มตัวอย่างกับเกณฑ์ร้อยละ 60 ของนักเรียนเป็นรายบุคคล โดยใช้ค่าเฉลี่ยเลขคณิตและค่าร้อยละเทียบกับเกณฑ์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

ผลการวิจัย (Research Results)

1. ผลการวิเคราะห์ลักษณะการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเอฟโอพีเอสเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว สรุปดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 แผนภาพแสดงขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเอฟโอพีเอส

จากภาพที่ 1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเอฟโอพีเอส เริ่มจากนักเรียนจะต้องทราบโครงสร้างของปัญหาก่อนนำไปสู่การแก้โจทย์ปัญหา เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว โดยใช้กลวิธีเอฟโอพีเอสที่ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1 พิจารณารูปแบบของปัญหา นักเรียนจะต้องอ่านข้อมูลจากสถานการณ์ที่ครูกำหนดให้ชัดเจน เพื่อวิเคราะห์สิ่งที่โจทย์กำหนดและกำหนดตัวแปรแทนสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบก่อนนำไปออกแบบแนวคิดในการแก้ปัญหาขั้นที่ 2 จัดข้อมูลของปัญหาลงในแผนภาพ เป็นขั้นที่นักเรียนออกแบบเพื่อสร้างตัวแทนของปัญหา โดยใช้การวาดภาพหรือตารางเพื่อเชื่อมโยงประโยค ข้อความ เครื่องหมาย ตัวแปร หรือสัญลักษณ์ แทนสิ่งที่จำเป็นต่อการแก้ปัญหานั้น ๆ ก่อนนำไปสู่การเขียนเป็นสมการ ซึ่งขั้นที่ 3 วางแผนการแก้ปัญหา นักเรียนจะต้องนำข้อมูลจากแนวคิดในการแก้ปัญหามาเขียนเป็นสมการให้ถูกต้อง และขั้นตอนสุดท้ายของกระบวนการคือ ขั้นที่ 4 แก้ปัญหา นักเรียนจะต้องนำสมการในขั้นที่ 3 มาดำเนินการแก้ปัญหาโดยเลือกใช้สมบัติของการเท่ากันมาช่วยในการนำเสนอแนวคิดขั้นตอนกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และสามารถสรุปคำตอบจากเงื่อนไขในโจทย์ได้ ส่งผลให้เกิดการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

2. ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเอฟโอพีเอส เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 60 ในภาพรวม ดังตารางที่ 1

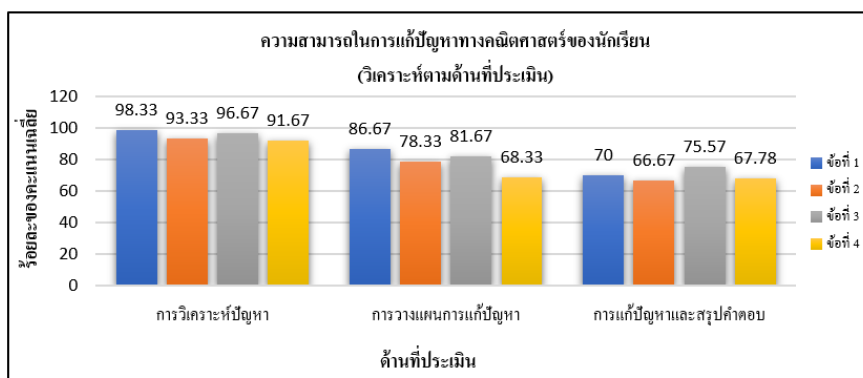
ตารางที่ 1 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 60 ในภาพรวม

คะแนน	n	คะแนน ต่ำสุด	คะแนน สูงสุด	$\bar{x}$	ร้อยละ	S.D.	t	sig
หลังเรียน	30	13	28	22.30	79.64	4.61	6.52*	.00

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 1 เมื่อพิจารณาภาพรวม พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเอฟโอพีเอส มีคะแนนสูงสุด 28 คะแนน และคะแนนต่ำสุด 13 คะแนน โดยมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน 22.30 คะแนน จากคะแนนเต็ม 28 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 79.64 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้กลวิธีเอฟโอพีเอส ตามเกณฑ์การประเมินในแต่ละด้าน ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 แผนภูมิแสดงผลการวิเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนโดยวิเคราะห์ตามด้านที่ประเมิน

จากภาพที่ 2 เมื่อนำคะแนนหลังเรียนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา และการสื่อสารทางคณิตศาสตร์มาวิเคราะห์ตามด้านที่ ประเมิน 3 ด้าน ประกอบด้วย **ด้านการวิเคราะห์ปัญหา** พบว่า ในภาพรวมนักเรียนสามารถเขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ และสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้ถูกต้องสมบูรณ์ ส่งผลให้ระดับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับดีมาก ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ย 1.89 คิดเป็นร้อยละ 94.99 ของคะแนนเต็ม (2 คะแนน) **ด้านการวางแผนการแก้ปัญหา** พบว่า ในภาพรวมนักเรียนสามารถสร้างตัวแทนของปัญหา โดยใช้การวาดภาพหรือตารางนำเสนอ เพื่อสร้างความสัมพันธ์เชื่อมโยงระหว่างข้อมูล

จากประโยชน์ข้อความ เขียนเครื่องหมาย ตัวแปร หรือสัญลักษณ์แทนสิ่งที่จำเป็นต่อการแก้ปัญหา ก่อนนำไปสู่การเขียนเป็นสมการ ส่งผลให้ระดับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับดี ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ย 1.57 คิดเป็นร้อยละ 78.75 ของคะแนนเต็ม (2 คะแนน) และด้านการแก้ปัญหาและสรุปคำตอบ พบว่า ในภาพรวมนักเรียนสามารถใช้แนวคิดและวิธีการทางคณิตศาสตร์ในการแสดงวิธีการแก้ปัญหาได้ค่อนข้างถูกต้อง และมีการสรุปคำตอบได้ถูกต้องบางส่วน ส่งผลให้ระดับความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับดี ซึ่งได้คะแนนเฉลี่ย 2.09 คิดเป็นร้อยละ 70.00 ของคะแนนเต็ม (3 คะแนน)

3. ผลการศึกษาความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเอฟโอพีเอส สรุปได้ดังตารางที่ 2

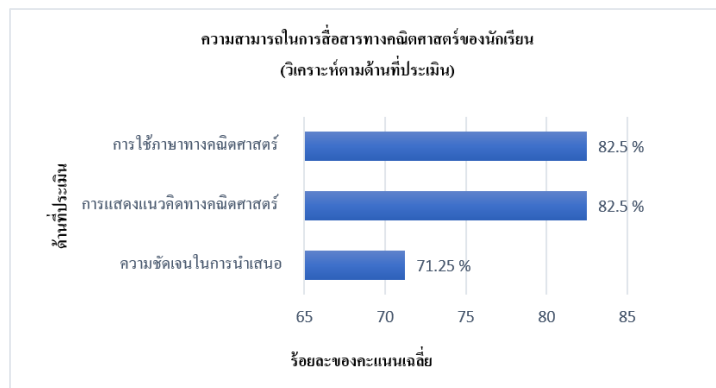
ตารางที่ 2 ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม

คะแนน	n	คะแนนต่ำสุด	คะแนนสูงสุด	$\bar{x}$	ร้อยละ	S.D.	t	sig
หลังเรียน	30	10	20	15.57	77.83	3.17	6.16*	.00

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 2 จะเห็นได้ว่า ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนเรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้กลวิธีเอฟโอพีเอส มีค่าเฉลี่ยของคะแนนหลังเรียน 15.57 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 77.83 ซึ่งผ่านเกณฑ์ร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้กลวิธีเอฟโอพีเอส ตามเกณฑ์การประเมินในแต่ละด้าน ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 แผนภูมิแสดงผลการวิเคราะห์ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนโดยวิเคราะห์ตามด้านที่ประเมิน

จากภาพที่ 3 เมื่อนำคะแนนหลังเรียนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ มาวิเคราะห์ตามด้านที่ประเมิน 3 ด้าน ประกอบด้วย **ด้านการใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์** พบว่า นักเรียนสามารถใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ (เครื่องหมาย สัญลักษณ์ ตัวแปร) ในการสื่อสารและนำเสนอได้ถูกต้อง ส่งผลให้ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับดี ซึ่งได้คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 1.65 คิดเป็นร้อยละ 82.50 ของคะแนนเต็ม (2 คะแนน) **ด้านการแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์** พบว่า นักเรียนสามารถเขียนสมการและเลือกใช้สมบัติของการเท่ากันในการแสดงแนวคิดได้เหมาะสม ถูกต้อง ส่งผลให้ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับดี ซึ่งได้คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 0.82 คิดเป็นร้อยละ 82.50 ของคะแนนเต็ม (1 คะแนน) และ**ด้านความชัดเจนในการนำเสนอ** พบว่า นักเรียนสามารถเขียนแสดงขั้นตอนในการแก้ปัญหอย่างเป็นระบบได้ถูกต้องเพียงบางส่วน ส่งผลให้ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับดี ซึ่งได้คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 1.42 คิดเป็นร้อยละ 71.25 ของคะแนนเต็ม (2 คะแนน)

อภิปรายผลการวิจัย (Research Discussion)

ผลจากการวิจัย เรื่อง การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว โดยใช้กลวิธี เอพโอพีเอส ผู้วิจัยมีข้อวิจารณ์ดังนี้

1. การจัดการเรียนการสอนนี้ควรเริ่มต้นด้วยการสอนนักเรียนเป็นกลุ่มเล็ก ๆ ในช่วงเวลาหนึ่งเพื่อสอนเกี่ยวกับโครงสร้างของสถานการณ์หรือปัญหาต่าง ๆ ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญที่นักเรียนจะต้องทราบก่อนการแก้โจทย์ปัญหา และการทำงานของนักเรียนจะได้รับใบงานที่ประกอบด้วยสถานการณ์ที่มีจำนวนที่ไม่ทราบค่า และแผนภาพที่แสดงโครงสร้างของสถานการณ์ โดยครูจะต้อง

แสดงการวิเคราะห์โครงสร้างของสถานการณ์ที่ละประเภทด้วยตัวอย่างที่หลากหลาย ผ่านการถาม-ตอบ แบบทดสอบ เกม

2. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ควรเน้นให้นักเรียนอ่านสถานการณ์หรือปัญหาและวางแผนข้อมูลลงในแผนภาพให้เหมาะสม เพื่อเปลี่ยนข้อมูลในแผนภาพไปสู่สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ ตามด้วยการสอนให้นักเรียนสามารถเลือกใช้วิธีการแก้ปัญหาโดยอาศัยทักษะทางคณิตศาสตร์ผ่านการถาม – ตอบ เพื่อให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิดด้วยตนเองในการหาคำตอบได้อย่างถูกต้อง และตรวจสอบคำตอบของปัญหาได้อย่างสมเหตุสมผล

3. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละขั้นตอนของการแก้ปัญหา ครูควรมีการติดตามผลการเรียนรู้โดยใช้คำถามที่ถูกออกแบบมาเพื่อสะท้อนให้เห็นถึงพฤติกรรมในการแก้ปัญหา เช่น สิ่งที่โจทย์กำหนดให้คืออะไรบ้างและสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบคืออะไรในการทำความเข้าใจปัญหา นักเรียนเขียนแสดงแนวคิดในการแก้ปัญหาได้อย่างไรเพื่อวางแผนการแก้ปัญหา และนักเรียนคิดว่าจำเป็นต้องตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบทุกครั้งหรือไม่ เพราะเหตุใด ในการหาคำตอบของปัญหานั้น

4. การวัดและการประเมินผลควรกำหนดจุดประสงค์ให้ชัดเจน เพื่อสามารถออกแบบและเลือกวิธีการประเมินผลให้สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้ที่ต้องการวัด รวมถึงความชัดเจนของเกณฑ์การให้คะแนนจากการทำใบกิจกรรม แบบฝึกหัด และแบบทดสอบหลังเรียน

2. จากผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเอฟโอพีเอส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน 22.30 คะแนน จากคะแนนเต็ม 28 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 79.64 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยวิเคราะห์ตามด้านที่ประเมิน 3 ด้าน ประกอบด้วย 1) การวิเคราะห์ปัญหา 2) การวางแผนการแก้ปัญหา และ 3) การแก้ปัญหาและสรุปคำตอบ สอดคล้องกับผลการวิจัยของ พรนัชชา รมย์กุล และคณะ (2562) ได้ศึกษาการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง บทประยุกต์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การแก้ปัญหาด้วยกลวิธีเอฟโอพีเอสร่วมกับคำถามที่เน้นการรู้คิด ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาและการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์โดยใช้การแก้ปัญหาด้วยกลวิธีเอฟโอพีเอสหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้อาจเป็นเพราะการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยกลวิธีเอฟโอพีเอส เป็นการจัดการเรียนการสอนที่ส่งเสริมให้นักเรียนใช้โครงสร้างความรู้เป็นฐานประกอบการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วยตนเอง ผ่านการวิเคราะห์โจทย์ปัญหา ฝึกการวางแผนการแก้ปัญหาจากการสร้างตัวแทนของข้อมูลก่อนนำไปสู่การเขียนเป็นสมการ ทำให้นักเรียนสามารถเขียนแสดงการแก้ปัญหาย่างเป็นระบบและสรุปคำตอบอย่างสมเหตุสมผลด้วยตนเอง ส่งผลให้ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนสูงขึ้น

3. ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเอฟโอพีเอส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา

ปีที่ 1 พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน 15.57 คะแนน จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 77.83 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยวิเคราะห์ตามด้านที่ประเมิน 3 ด้าน ประกอบด้วย 1) การใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ 2) การแสดงแนวความคิดทางคณิตศาสตร์ และ 3) ความชัดเจนในการนำเสนอ แสดงให้เห็นว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเอฟโอพีเอส ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของไตรภพ คงเสน (2559) ที่กล่าวว่าความสามารถในการสื่อสารเป็นการใช้คำพูดและการเขียน การใช้คำศัพท์ สัญลักษณ์ รูปภาพ และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ เพื่อแสดงแนวคิดและอธิบายแนวความคิด ซึ่งแสดงความหมายและความสัมพันธ์ของแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของตนเองให้ผู้อื่นเข้าใจได้อย่างถูกต้อง ชัดเจน และรัดกุม

ข้อเสนอแนะการวิจัย (Research Suggestions)

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเอฟโอพีเอส เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ต้องใช้เวลาในการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อฝึกให้นักเรียนเกิดทักษะการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้วยตนเอง ครูควรมีการศึกษาและวางแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ดีเกี่ยวกับวิธีการสอนและรูปแบบวิธีการวัดและประเมินผลให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้และความสมารถที่ต้องการให้เกิดขึ้นกับตัวนักเรียน โดยครูต้องคำนึงถึงเวลาที่มีจำกัดรวมถึงเวลาที่ใช้ในการทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนได้แสดงความรู้ความสามารถได้เต็มศักยภาพ

2) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์นี้ เน้นให้นักเรียนได้เรียนรู้การออกแบบการสร้างตัวแทนของปัญหาให้เป็นรูปธรรมในการอธิบายข้อมูล ซึ่งการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ต้องคำนึงถึงความสอดคล้องและความเหมาะสมของเนื้อหา โดยเนื้อหาและวิธีการสร้างตัวแทนของปัญหาต้องสามารถประยุกต์การสอนให้สอดคล้องกับสถานการณ์ในชีวิตจริงได้ และครูควรใช้คำถามกระตุ้นเพื่อให้นักเรียนแสดงแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาได้สำเร็จด้วยตนเอง

3) การตรวจสอบความถูกต้องของใบกิจกรรมและแบบฝึกหัดของนักเรียน ครูควรตรวจสอบความถูกต้องของการทำงานทันทีและควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงแนวคิดลองผิดลองถูกจากการมีส่วนร่วมในการหาคำตอบ เพื่อให้เกิดการเรียนรู้จากข้อผิดพลาดและให้ข้อมูลย้อนกลับกับนักเรียนได้ทันที พร้อมกล่าวชมเชยเพื่อสนับสนุนให้นักเรียนมีแรงจูงใจและมีความกระตือรือร้นในการเรียน เป็นต้น

4. การออกแบบใบกิจกรรมหรือแบบฝึกหัด ครูผู้สอนควรกำหนดปริมาณตัวเลขต้องไม่ให้มากหรือน้อยเกินไป โดยจะต้องคำนึงถึงความสามารถของนักเรียนและระยะเวลาที่กำหนด

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเอฟโอพีเอส ในการพัฒนาทักษะ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์อื่น ๆ เช่น การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ หรือมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เป็นต้น
2. ควรศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีเอฟโอพีเอส ในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์อื่น ๆ และระดับชั้นอื่น ๆ

เอกสารอ้างอิง (References)

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)*. กรุงเทพมหานคร: กระทรวงศึกษาธิการ.
- ไตรภพ คงเสน. (2559). *ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนแบบโพร์พอยที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5*. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พรนัชชา รมย์นุกูล. (2562). *การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง บทประยุกต์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การแก้ปัญหาด้วยกลวิธีเอฟโอพีเอส ร่วมกับคำถามที่เน้นการรู้คิด*. วารสารชุมชนวิจัยมหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา. 13 (3), 199 – 211.
- สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน). (2564). *ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์*, สืบค้น 1 กุมภาพันธ์ 2566, จาก <https://pisathailand.ipst.ac.th/pisa2015summaryreport>.
- สาวิตรี มูลสุวรรณ. (2557). *ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกลวิธีเอฟโอพีเอสที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และการใช้ตัวแทนความคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2*. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อัมพร ม้าคอง. (2553). *ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ : การพัฒนาเพื่อพัฒนาการ*. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- Jitendra et al., (2010). Schema – Based Instruction : Facilitating Mathematical Word Problem Solving for Students with Emotional and Behavioral Disorders. *Preventing School Failure*. 53(3), 145 – 151.