

Research Article

THE DEVELOPMENT OF PROBLEM-BASED LEARNING (PBL) ACTIVITIES INTEGRATED
WITH DATA STORYTELLING TO ENHANCE MATHEMATICAL COMMUNICATION
AND REPRESENTATION SKILLS ON STATISTICS FOR GRADE 9 STUDENTS

การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) ร่วมกับเทคนิคการเล่าเรื่องจากข้อมูล
เพื่อส่งเสริมทักษะการสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์
เรื่อง สถิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

Received: April 2, 2026

Revised: May 2, 2026

Accepted: May 20, 2026

Thanyarut Charoensuk^{1*} and Namthip Ongardwanich²

ธัญญารัตน์ เจริญสุข^{1*} และน้ำทิพย์ องอาจวานิชย์²

^{1,2}Faculty of Education, Naresuan University

^{1,2}คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

*Corresponding Author, E-mail: pbpb3124@gmail.com

Abstract

The purposes of this research were 1) to develop and determine the efficiency of learning activities based on the 75/75 efficiency criteria, 2) to study the effects of the implemented learning activities, and 3) to examine the satisfaction of Grade 9 students toward the learning activities. The target group consisted of 20 Grade 9 students from Namrin Phittayakhom School, selected through simple random sampling using the school as the sampling unit. The study followed the Research and Development process. The research instruments included learning activity plans, an appropriateness evaluation form for the learning activities, mathematical communication and representation skills test, field notes, and a student satisfaction questionnaire. The research findings were as follows 1) Development and Efficiency the overall appropriateness of the developed learning activities was at the highest level ($\bar{X} = 4.69$, $SD = 0.48$). The efficiency of the learning activities (E_1/E_2) was 77.26/76.67, which met the established criteria of 75/75. 2) Learning Outcomes of the learning activities, which integrated Problem-Based Learning (PBL) with data storytelling techniques, showed that the students' post-test scores were significantly higher than their pre-test scores at the .05 level. Furthermore, students demonstrated the ability to qualitatively apply knowledge to daily life, and their post-

learning performance was significantly higher than the 75% criterion at the .05 level, and 3) Student Satisfaction the Grade 9 students' overall satisfaction toward the learning activities was at a high level ($\bar{X} = 4.43$, $SD = 0.47$).

Keywords: Problem-Based Learning Activities, Data Storytelling Technique, Mathematical Communication and Representation Skills

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) สร้างและหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ตามเกณฑ์ 75/75 2) ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และ 3) ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้ กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนน้ำรินพิทยาคม จำนวน 20 คน ซึ่งได้มาโดยวิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) โดยใช้โรงเรียนเป็นหน่วยสุ่ม ดำเนินการวิจัยตามกระบวนการวิจัยและพัฒนา เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้ แบบวัดทักษะการสื่อสารและสื่อความหมาย แบบบันทึกภาคสนาม และแบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้ โดยผลการวิจัย พบว่า 1) การสร้างและหาประสิทธิภาพ ในภาพรวมกิจกรรมการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.69$, $SD = 0.48$) และมีประสิทธิภาพ (E_1/E_2) เท่ากับ 77.26/76.67 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 75/75 ที่ตั้งไว้ 2) ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่บูรณาการการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) ร่วมกับเทคนิคการเล่าเรื่องจากข้อมูล พบว่าคะแนนหลังเรียนของนักเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกจากนี้ นักเรียนยังแสดงความสามารถในการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีคุณภาพ และมีผลสัมฤทธิ์หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีความพึงพอใจต่อกิจกรรมการเรียนรู้ในภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.43$, $SD = 0.47$)

คำสำคัญ: กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เทคนิคการเล่าเรื่องจากข้อมูล ทักษะการสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์

บทนำ (Introduction)

ปัจจุบันผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติด้านพื้นฐาน (O-NET) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2564 – 2566 รายวิชาคณิตศาสตร์ โรงเรียนน้ำรินพิทยาคม อำเภอวังทอง จังหวัดพิษณุโลก มีสาระการเรียนรู้ที่ควรเร่งพัฒนา คือ สาระที่ 3 สถิติและความน่าจะเป็น ค่าเฉลี่ยคะแนนเท่ากับ 18.90 จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน เนื่องจากคะแนนเฉลี่ยของโรงเรียนต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยระดับประเทศ อีกปัญหาหนึ่งที่พบจากการจัดการเรียนการสอนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 คือ ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ โดยพบว่า ผู้เรียนที่เรียนวิชาคณิตศาสตร์ยังไม่สามารถสื่อสารและสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจผ่านการเขียน หรืออธิบายเป็นคำพูดได้ สิ่งเหล่านี้แสดงถึงปัญหาในการสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ ซึ่งการสื่อสารเป็นวิธีการแลกเปลี่ยนความคิด และสร้างความเข้าใจระหว่างบุคคลผ่านช่องทางการฟัง การพูด การอ่าน การเขียน การสังเกต และการแสดงท่าทางการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ยังเป็นการสื่อสารที่มีการใช้สัญลักษณ์ ตัวแปร ตาราง กราฟ สมการ อสมการ ฟังก์ชัน หรือแบบจำลอง เป็นต้น การสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์เป็นทักษะและกระบวนการที่จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถถ่ายทอดความรู้ความเข้าใจ แนวคิดทางคณิตศาสตร์หรือกระบวนการคิดของตนเองให้ผู้อื่นรับรู้ได้อย่างถูกต้อง ชัดเจนและมีประสิทธิภาพ (Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology, 2017)

รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่สามารถนำมาใช้ในการพัฒนาทักษะการสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ผู้วิจัยได้ทำการศึกษากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นกระบวนการที่เริ่มต้นจากปัญหาที่เกิดขึ้นโดยสร้างความรู้จากกระบวนการทำงานกลุ่ม ปัญหาจะเป็นจุดตั้งต้นของกระบวนการเรียนรู้ และเป็นตัวกระตุ้นการพัฒนาทักษะการสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์เพื่อเข้าใจกลไกของตัวปัญหา การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) เป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพในการกระตุ้นให้นักเรียนสร้างความรู้ผ่านกระบวนการกลุ่มและการแก้ปัญหาจริง ซึ่งช่วยเปลี่ยนสถานะนักเรียนจากการเป็นผู้รับสารสู่การเป็นผู้ค้นคว้า แต่การแก้ปัญหาด้วยการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) เพียงอย่างเดียวในวิชาคณิตศาสตร์นั้นยังมีข้อจำกัดในเชิงการสื่อสาร โดยเฉพาะเรื่องสถิติที่เป็นชุดข้อมูลและสูตรคำนวณที่ซับซ้อน ความเป็นนามธรรมของเนื้อหาอาจทำให้นักเรียนได้เพียงคำตอบ แต่ไม่สามารถสื่อความหมายที่ซ่อนอยู่ภายในตัวเลขนั้นให้ผู้อื่นเข้าใจได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นการเล่าเรื่องจากข้อมูลจึงเข้ามามีบทบาทสำคัญในการเป็นสะพานเชื่อมระหว่างผลลัพธ์ทางสถิติที่ดูเป็นนามธรรมกับความเข้าใจของมนุษย์ โดยเทคนิคนี้จะช่วยให้นักเรียนสามารถร้อยเรียงผลการวิเคราะห์สถิติที่ได้จากการแก้ปัญหาผ่านการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) ให้กลายเป็นเรื่องราวที่น่าสนใจและเข้าใจง่าย การใช้บริบทจริงในชีวิตประจำวันที่นักเรียนเผชิญมาเป็นแกนกลางของเรื่องเล่า จะช่วยดึงดูดความสนใจและทำให้ผู้ฟังเห็นถึงความสำคัญของข้อมูลนั้น ๆ เทคนิคการเล่าเรื่องช่วยให้นักเรียนสามารถอธิบายเรื่องยาก ๆ ให้เป็นภาพที่ชัดเจน ส่งผลให้ทักษะการสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ได้รับการพัฒนาอย่างเป็นรูปธรรม

จากเหตุผลข้างต้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) ที่เน้นกระบวนการแสวงหาความรู้จากปัญหาจริง และการเล่าเรื่องจากข้อมูลที่เน้นทักษะการสื่อสารและสื่อความหมาย จึงเป็นรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) ร่วมกับเทคนิคการเล่าเรื่องจากข้อมูล เพื่อส่งเสริมทักษะการสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ผู้วิจัยนำมาพัฒนาเพื่อให้นักเรียนสามารถเปลี่ยนข้อมูลที่ได้จากการแก้ปัญหาให้กลายเป็นการลงมือทำ และสามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปต่อยอดในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพและเกิดประสิทธิผล

วัตถุประสงค์ (Objectives)

1. เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) ร่วมกับเทคนิคการเล่าเรื่องจากข้อมูล เพื่อส่งเสริมทักษะการสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75
2. เพื่อศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) ร่วมกับเทคนิคการเล่าเรื่องจากข้อมูล เพื่อส่งเสริมทักษะการสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
 - 2.1 เปรียบเทียบทักษะการสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระหว่างก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) ร่วมกับเทคนิคการเล่าเรื่องจากข้อมูล เพื่อส่งเสริมทักษะการสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
 - 2.2 ศึกษาพฤติกรรมที่เกิดขึ้นระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) ร่วมกับเทคนิคการเล่าเรื่องจากข้อมูล เพื่อส่งเสริมทักษะการสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
 - 2.3 เปรียบเทียบทักษะการสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) ร่วมกับเทคนิคการเล่าเรื่องจากข้อมูล เพื่อส่งเสริมทักษะการสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กับเกณฑ์ร้อยละ 75
3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) ร่วมกับเทคนิคการเล่าเรื่องจากข้อมูล เพื่อส่งเสริมทักษะการสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เรื่องสถิติ

สมมติฐานการวิจัย (Hypothesis)

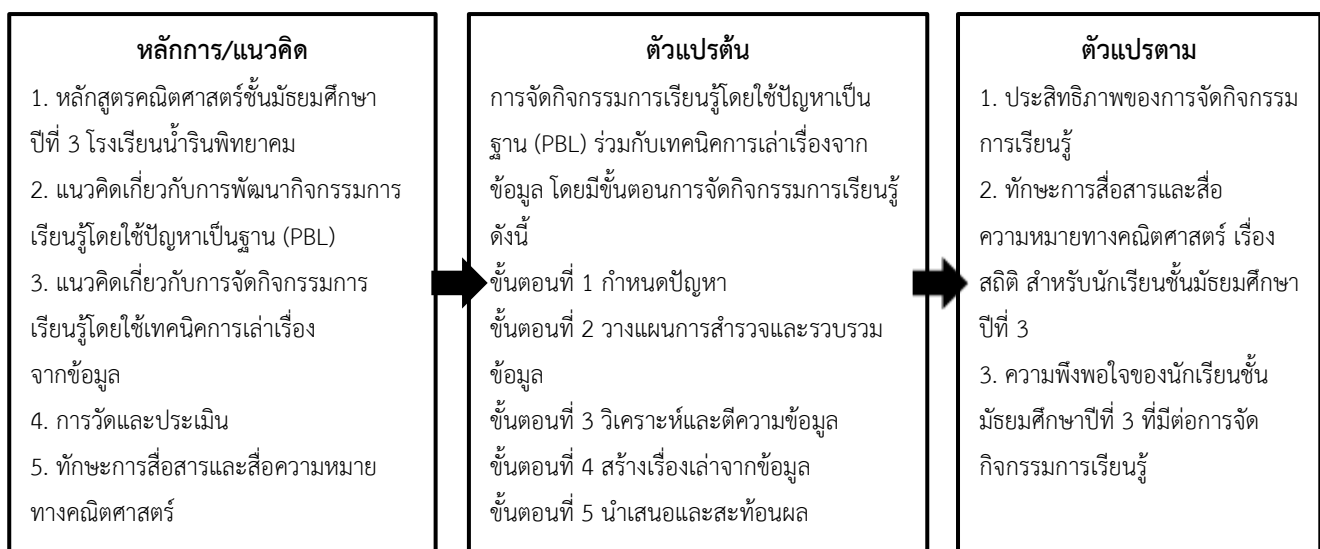
1. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีทักษะการสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์หลังจากเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) ร่วมกับเทคนิคการเล่าเรื่องจากข้อมูล เรื่อง สถิติ สูงกว่าก่อนเรียน
2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีทักษะการสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์หลังจากเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) ร่วมกับเทคนิคการเล่าเรื่องจากข้อมูล เรื่อง สถิติ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75

กรอบแนวคิดการวิจัย (Conceptual Framework)

Figure 1

Conceptual Framework

กรอบแนวคิดการวิจัย



วิธีดำเนินการวิจัย (Methodology)

ขั้นตอนที่ 1 การสร้างและหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75

1. ด้านแหล่งข้อมูล

- 1.1 ผู้เชี่ยวชาญในการประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้ จำนวน 5 ท่าน
- 1.2 การหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้วิจัยกำหนดกลุ่มประชากร ไว้ดังนี้
 - 1.2.1 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบ้านน้ำริน จำนวน 3 คน เป็นผู้ให้ข้อมูลในการหาประสิทธิภาพแบบเดี่ยว เพื่อตรวจสอบความชัดเจนของภาษา เวลา และเนื้อหาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
 - 1.2.2 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบ้านน้ำริน จำนวน 9 คน ผู้ให้ข้อมูลในการหาประสิทธิภาพแบบกลุ่มของกิจกรรมการเรียนรู้ ตามเกณฑ์ 75/75

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

- 2.1 แบบประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) ร่วมกับเทคนิคการเล่าเรื่องจากข้อมูล เพื่อส่งเสริมทักษะการสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

2.2 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) ร่วมกับเทคนิคการเล่าเรื่องจากข้อมูล เพื่อส่งเสริมทักษะการสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

2.3 แบบวัดทักษะการสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

3.1 นำแบบประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) ร่วมกับเทคนิคการเล่าเรื่องจากข้อมูล เพื่อส่งเสริมทักษะการสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ไปตรวจสอบด้านภาษาและเนื้อหา

3.2 นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) ร่วมกับเทคนิคการเล่าเรื่องจากข้อมูล เพื่อส่งเสริมทักษะการสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ผ่านการประเมินความเหมาะสมจากผู้เชี่ยวชาญไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

3.2.1 เก็บคะแนนการใบงาน การทำงานกลุ่ม และการนำเสนอระหว่างเรียน เพื่อวิเคราะห์หาค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1)

3.2.2 เก็บคะแนนการทดสอบหลังเรียน เพื่อวิเคราะห์หาค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2)

3.3 นำแบบวัดทักษะการสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 แบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ โดยใช้เวลา 1 ชั่วโมง ไปทดสอบก่อนและหลังเรียน

4. วิเคราะห์ข้อมูล

4.1 แบบประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้ โดยต้องมีค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ตั้งแต่ 3.50 ขึ้นไป และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ไม่เกิน 1.00 ถือว่ามีความเหมาะสม

4.2 การหาค่าประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ ตามเกณฑ์ 75/75 ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ E_1/E_2

4.3 แบบวัดทักษะการสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ มีค่าความยาก (p) ตั้งแต่ 0.34 - 0.88 และมีค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.20 ถึง 0.33

ขั้นตอนที่ 2 ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1. ด้านแหล่งข้อมูล

ประชากร คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาพิษณุโลก อุตรดิตถ์ ปีการศึกษา 2568 จำนวน 57 โรงเรียน

กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนน้ำรินพิทยาคม อำเภอวังทอง จังหวัดพิษณุโลก จำนวน 20 คน ปีการศึกษา 2568 ซึ่งได้มาจากวิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) โดยใช้โรงเรียนเป็นหน่วยสุ่ม ด้วยวิธีการจับสลาก

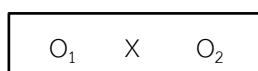
2. แบบแผนการวิจัย

การเปรียบเทียบทักษะการสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ระหว่างก่อนและหลังเรียน

Figure 2

One Group Pretest Posttest Design

แบบแผนการวิจัยแบบการเปรียบเทียบระหว่างก่อนและหลังเรียน



3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.1 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ จำนวน 6 แผน แผนละ 2 ชั่วโมง รวมทั้งสิ้น 12 ชั่วโมง

3.2 แบบวัดทักษะการสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ แบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ

3.3 แบบบันทึกภาคสนามระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยผู้วิจัยดำเนินการบันทึกพฤติกรรมระหว่างเรียน

ขั้นตอนที่ 3 การศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีต่อการใช้กิจกรรมการเรียนรู้

1. ตำแหน่งข้อมูล กลุ่มเดียวกันกับขั้นตอนที่ 2

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย แบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีต่อการเรียนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ จำนวน 3 ด้าน 12 ข้อ

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

3.1 เก็บข้อมูลการประเมินความสอดคล้องของข้อคำถามจากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ทุกข้อคำถามมีความสอดคล้องเท่ากับ 1.00

3.2 จากวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับโดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's Alpha) มีค่าเท่ากับ 0.89 แบบประเมินมีความเชื่อมั่นอยู่ในระดับดีมาก ซึ่งสามารถนำไปใช้เก็บรวบรวมข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพ และให้นักเรียนได้ทำแบบประเมินความพึงพอใจหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการประเมินความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ มีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 3.51 ขึ้นไป

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลมีดังนี้

1. สถิติพื้นฐาน ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ($\bar{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation: SD)

2. สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือ การหาค่าประสิทธิภาพ (E_1/E_2), การหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC), การหาค่าความยากง่าย (p), การหาค่าอำนาจจำแนก (r) และการหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability)

3. สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน การทดสอบค่าที (t – test Dependent Sample) และ การทดสอบค่าที (t – test One Sample)

ผลการวิจัย (Results)

ขั้นตอนที่ 1 ผลการสร้างและหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้

Table 1

Overall results of the appropriateness evaluation by 5 experts on learning activities integrating Problem-Based Learning (PBL) with Data Storytelling techniques to enhance mathematical communication and representation skills in Statistics for Grade 9 students

ผลรวมการพิจารณาความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) ร่วมกับเทคนิคการเล่าเรื่องจากข้อมูล เพื่อส่งเสริมทักษะการสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน

แผนการจัดการเรียนรู้	$\bar{X}$	SD	ระดับความเหมาะสม
1. เตรียมพร้อมสู่โลกสถิติ	4.66	0.48	มากที่สุด
2. รวบรวมข้อมูลไขความลับ	4.69	0.48	มากที่สุด
3. แผนภาพกล่องเครื่องมือวิเคราะห์	4.68	0.49	มากที่สุด
4. แปลความหมายสร้างเรื่องราวจากข้อมูล	4.64	0.49	มากที่สุด
5. นำเสนอการเล่าเรื่องด้วยข้อมูล	4.71	0.47	มากที่สุด
6. สรุปและประเมินผลสถิติในชีวิตจริง	4.74	0.47	มากที่สุด
ผลการพิจารณาความเหมาะสม	4.69	0.48	มากที่สุด

จาก Table 1 พบว่า ผลรวมการพิจารณาความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) ร่วมกับเทคนิคการเล่าเรื่องจากข้อมูล เพื่อส่งเสริมทักษะการสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.69$, $SD = 0.48$) โดยแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาให้มีความเหมาะสมมากที่สุด คือแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 สรุปและประเมินผลสถิติในชีวิตจริง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.74$, $SD = 0.47$)

Table 2

Efficiency assessment results of learning activities integrating Problem-Based Learning (PBL) with Data Storytelling techniques to enhance mathematical communication and representation skills in Statistics for Grade 9 students, based on the 75/75 efficiency criteria with a sample of 9 students

ผลการตรวจสอบหาประสิทธิภาพของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) ร่วมกับเทคนิคการเล่าเรื่องจากข้อมูล เพื่อส่งเสริมทักษะการสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามเกณฑ์ 75/75 กับนักเรียนจำนวน 9 คน

คะแนนของนักเรียนระหว่างเรียนที่ได้จากการ ทำใบงาน การทำงานกลุ่ม การนำเสนองาน และการปฏิบัติกิจกรรม ระหว่างเรียน (E_1)	ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$)	ร้อยละ	คะแนนของนักเรียน ที่ได้จากการทำแบบวัดทักษะ การสื่อสารและสื่อความหมาย ทางคณิตศาสตร์ หลังเรียน (E_2)	ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$)	ร้อยละ
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 (16 คะแนน)	12.00	75.00	207	23.00	76.67
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 (16 คะแนน)	12.50	78.13			
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 (25 คะแนน)	19.17	76.67			
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 (25 คะแนน)	19.83	79.33			
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 (34 คะแนน)	25.17	74.02			
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 (34 คะแนน)	27.33	80.39			
รวมคะแนน (150)	116.00	77.26	รวมคะแนน (270)	23.00	76.67
รวมเฉลี่ย $E_1/E_2 = 77.26/76.67$					

จาก Table 2 พบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) ร่วมกับเทคนิคการเล่าเรื่องจากข้อมูล เพื่อส่งเสริมทักษะการสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) เท่ากับ 77.26 ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) เท่ากับ 76.67 จึงสรุปได้ว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีประสิทธิภาพ (E_1/E_2) เท่ากับ 77.26/76.67 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 75/75

ขั้นตอนที่ 2 ผลการศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

Table 3

Normal Distribution Analysis

การวิเคราะห์การแจกแจงปกติของข้อมูล

การทดสอบ	Statistic	df	Sig.
ก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	.971	20	.783
หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	.943	20	.271

จาก Table 3 พบว่า การวิเคราะห์การแจกแจงปกติของข้อมูล การทดสอบด้วยสถิติ Shapiro-Wilk พบว่า คะแนนก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีค่าสถิติทดสอบเท่ากับ .971 และมีค่าระดับนัยสำคัญทางสถิติ (Sig.) เท่ากับ .783 สำหรับคะแนน

หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีค่าสถิติทดสอบเท่ากับ .943 และมีค่าระดับนัยสำคัญทางสถิติ (Sig.) เท่ากับ .271 ซึ่งค่า Sig. ของทั้งสองกลุ่มมีค่ามากกว่า .05 จึงถือว่าคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนมีการแจกแจงแบบปกติ

Table 4

A comparison of mathematical communication and representation skills before and after the implementation of learning activities integrating Problem-Based Learning (PBL) with Data Storytelling techniques for Grade 9 students

การเปรียบเทียบทักษะการสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ระหว่างก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) ร่วมกับเทคนิคการเล่าเรื่องจากข้อมูล เพื่อส่งเสริมทักษะการสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

การทดสอบ	n	$\bar{X}$	SD	$\bar{D}$	SD _D	t	Sig.
ก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	20	14.70	3.64	9.70	0.607	15.969*	.000
หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	20	24.40	2.89				

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จาก Table 4 พบว่า ผลการทดสอบทักษะการสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) ร่วมกับเทคนิคการเล่าเรื่องจากข้อมูล โดยคะแนนเต็ม 30 คะแนน มีคะแนนเฉลี่ย ($\bar{X}$) ก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เท่ากับ 14.70 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) เท่ากับ 3.64 และมีคะแนนเฉลี่ย ($\bar{X}$) หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เท่ากับ 24.40 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) เท่ากับ 2.89 และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้กับหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ พบว่า คะแนนทักษะการสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

Table 5

A comparison of post-learning mathematical communication and representation skills in Statistics for Grade 9 students against the 75% criterion, using Problem-Based Learning (PBL) integrated with Data Storytelling techniques

แสดงการทดสอบเปรียบเทียบทักษะการสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ระหว่างหลังการจัดการเรียนรู้กับเกณฑ์ร้อยละ 75 โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) ร่วมกับเทคนิคการเล่าเรื่องจากข้อมูล

การทดสอบ	n	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	SD	t	Sig.
หลังเรียน	20	30	24.40	2.89	2.939*	.008

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จาก Table 5 พบว่า ผลการทดสอบเปรียบเทียบทักษะการสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ระหว่างหลังการจัดการเรียนรู้กับเกณฑ์ร้อยละ 75 คิดเป็น 22.50 คะแนน โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) ร่วมกับเทคนิคการเล่าเรื่องจากข้อมูล เมื่อเปรียบเทียบคะแนนหลังการจัดการเรียนรู้ มีคะแนนเฉลี่ย ($\bar{X}$) เท่ากับ

24.40 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) เท่ากับ 2.89 กับเกณฑ์ร้อยละ 75 พบว่า คะแนนสอบหลังการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ขั้นตอนที่ 3 ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

Table 6

Summary of Satisfaction Results by Category toward learning activities integrating Problem-Based Learning (PBL) with Data Storytelling techniques to enhance mathematical communication and representation skills in Statistics for Grade 9 students (n = 20)

ผลสรุปรายด้านการประเมินความพึงพอใจที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) ร่วมกับเทคนิคการเล่าเรื่องจากข้อมูล เพื่อส่งเสริมทักษะการสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (n = 20)

ด้าน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
ด้านปัจจัยนำเข้า	4.39	0.63	มาก
ด้านกระบวนการ	4.53	0.47	มากที่สุด
ด้านผลผลิต	4.36	0.58	มาก
ผลการพิจารณาภาพรวมเฉลี่ย	4.43	0.47	มาก

จาก Table 6 ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) ร่วมกับเทคนิคการเล่าเรื่องจากข้อมูล เพื่อส่งเสริมทักษะการสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เมื่อพิจารณารายด้าน พบว่า ในภาพรวมอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) เท่ากับ 4.43 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) เท่ากับ 0.47 ด้านที่มีความพึงพอใจสูงสุดคือ ด้านกระบวนการ มีระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) เท่ากับ 4.53 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) เท่ากับ 0.47 รองลงมาคือ ด้านปัจจัยนำเข้า มีระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) เท่ากับ 4.39 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) เท่ากับ 0.63 และ ด้านที่มีความพึงพอใจน้อยที่สุดคือ ด้านผลผลิต มีระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) เท่ากับ 4.36 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) เท่ากับ 0.58 และจากคำถามปลายเปิดสิ่งที่นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นเพิ่มเติม ดังนี้

1. นักเรียนชอบที่ครูบอกชัดเจนตั้งแต่ต้นชั่วโมงว่าจะเรียนเรื่องอะไร และวันนี้เราต้องทำชิ้นงานอะไรให้สำเร็จ ทำให้นักเรียนเตรียมตัวถูกและรู้ว่าต้องเก็บข้อมูลส่วนไหนมาเล่าเรื่องสถิติ
2. การเรียนแบบให้ช่วยกันแก้ปัญหาเป็นกลุ่มสนุก ปกติวิชาเลขจะน่าเบื่อ แต่พอได้เรียนทำให้รู้สึกว่สถิติไม่ใช่แค่ตัวเลขในตาราง แต่เป็นเรื่องราวที่เอาไปใช้บอกคนอื่นได้จริง
3. กิจกรรมสนุก แต่เวลาทำงานกลุ่มพื้นที่ในห้องเรียนค่อนข้างแคบไปหน่อย ได้ะเรียนจัดวางยากทำให้เวลาเคลื่อนที่ไปดูข้อมูลของกลุ่มเพื่อนหรือตอนนำเสนอทำได้ไม่สะดวก
4. เมื่อก่อนนักเรียนอ่านแผนภูมิหรือข้อมูลสถิติแล้วไม่รู้จักเขียนอธิบายยังไง พอได้ฝึกเทคนิคการเล่าเรื่องจากข้อมูล ทำให้นักเรียนมีความมั่นใจในการพูดหน้าชั้นเรียนและเขียนสรุปผลทางคณิตศาสตร์ได้ดียิ่งขึ้น
5. นักเรียนอยากให้อัดบอย ๆ เพราะได้ฝึกทั้งการคิดเลขและการนำเสนอไปพร้อมกัน คุณครูให้คำแนะนำดีมากตอนที่กลุ่มนักเรียนติดปัญหาเรื่องการแปลความหมายของแผนภาพกล่อง

อภิปรายผล (Discussions)

1. การสร้างกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) ร่วมกับเทคนิคการเล่าเรื่องจากข้อมูล เพื่อส่งเสริมทักษะการสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยมีขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นที่ 1 กำหนดปัญหา ครูนำเสนอ “ปัญหาจริง” ที่มีความซับซ้อนและปลายเปิด ซึ่งต้องอาศัยการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติในการหาคำตอบหรือแนวทางแก้ไข ปัญหาควรมีความเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียน หรือประเด็นทางสังคมที่นักเรียนสนใจ นักเรียนทำความเข้าใจปัญหา ระดมสมองเพื่อระบุสิ่งที่ไม่รู้ และกำหนดเป้าหมายของการศึกษาปัญหา ขั้นที่ 2 วางแผนการสำรวจและรวบรวมข้อมูล นักเรียนทำงานเป็นกลุ่ม ระบุข้อมูลที่จำเป็น ออกแบบวิธีการเก็บข้อมูล กำหนดกลุ่มเป้าหมาย/กลุ่มตัวอย่าง ลงมือเก็บข้อมูล ใช้เครื่องมือที่เหมาะสม ครูให้คำแนะนำเรื่องความถูกต้องของวิธีการเก็บข้อมูล และจริยธรรมในการเก็บข้อมูล ขั้นที่ 3 วิเคราะห์และตีความข้อมูล นักเรียนทำงานเป็นกลุ่ม จัดระเบียบข้อมูล คำนวณค่าสถิติ สร้างแผนภาพสถิติ ตีความผลลัพธ์ ครูทบทวนแนวคิดทางสถิติที่เกี่ยวข้อง และให้คำปรึกษาในการเลือกใช้เครื่องมือและวิธีการวิเคราะห์ ขั้นที่ 4 สร้างการเล่าเรื่องจากข้อมูล นักเรียนทำงานเป็นกลุ่ม กำหนดโครงเรื่อง เลือกประเด็นสำคัญ ใช้ภาษาที่เข้าใจง่าย เลือกรูปแบบการนำเสนอ สร้างสื่อใช้เครื่องมือดิจิทัลที่เหมาะสม ครูให้คำแนะนำด้านการออกแบบสื่อ การใช้ภาษา และการจัดลำดับเนื้อหาให้เป็นเรื่องราวที่น่าติดตาม น่าสนใจให้มากยิ่งขึ้น ขั้นที่ 5 นำเสนอและสะท้อนผล นักเรียนทำงานเป็นกลุ่ม นำเสนอการเล่าเรื่องจากข้อมูลนำเสนอผลงานต่อชั้นเรียน ตอบคำถามและอภิปราย เสนอแนวทางแก้ไข/ข้อเสนอแนะ จากเรื่องเล่าจากข้อมูลที่ได้ ครูและเพื่อน ให้ข้อเสนอแนะ ทั้งในด้านความถูกต้องทางคณิตศาสตร์ ความชัดเจนในการสื่อสาร และความน่าสนใจของเรื่องราว สะท้อนผล ให้นักเรียนได้ทบทวนกระบวนการทั้งหมดที่ผ่านมา ตั้งแต่การทำความเข้าใจปัญหา การเก็บข้อมูล การวิเคราะห์ จนถึง การนำเสนอ มีอะไรที่เรียนรู้เพิ่มเติม มีอุปสรรคอะไรบ้าง และจะพัฒนาให้ดีขึ้นได้อย่างไร

โดยแต่ละแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จะมีการประเมินวัดทักษะการสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ที่แตกต่างกันออกไป โดยเป็นการวัดทักษะความสามารถในการใช้รูป ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสารสื่อความหมาย สรุปผล และนำเสนอได้อย่างถูกต้อง ชัดเจน จึงได้กำหนดทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์เป็นสิ่งที่ต้องพัฒนา และส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถใช้กระบวนการคิดในการพัฒนาตนเอง และกระบวนการเรียน และตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.69$, $SD = 0.48$) โดยแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาให้มีความเหมาะสมมากที่สุด คือแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 สรุปและประเมินผลสถิติในชีวิตจริง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.74$, $SD = 0.47$) การหาประสิทธิภาพของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) ร่วมกับเทคนิคการเล่าเรื่องจากข้อมูล เพื่อส่งเสริมทักษะการสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 แบบเดี่ยว จำนวน 3 คน โดยตรวจสอบความเหมาะสมด้านภาษา เวลา และเนื้อหาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) ร่วมกับเทคนิคการเล่าเรื่องจากข้อมูล จากการสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ พบว่า

ความเหมาะสมด้านภาษามีการใช้ภาษาที่ถูกต้องตามหลักวิชาการคณิตศาสตร์ มีการคำนึงถึงระดับภาษาที่เหมาะสมกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีการใช้คำศัพท์เฉพาะทางสถิติ เช่น คออร์โทล์ พิสัย และมัธยฐาน อย่างชัดเจน จุดที่ควรพัฒนาในแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 4 มีการอธิบายความหมายของค่ากลางหรือส่วนประกอบของแผนภาพกล่อง เช่น วิสเกอร์ อาจใช้ภาษาที่เป็นทางการมากเกินไป ควรแทรกภาษาที่สื่อสารให้เห็นภาพง่ายขึ้น ในช่วงเริ่มต้น เช่น การเปรียบเทียบกล่องกับช่วงความหนาแน่นของข้อมูล 50% ตรงกลาง เพื่อให้เด็กเข้าใจความหมายเชิงลึกก่อนเข้าสู่ภาษาที่เป็นทางการ

ความเหมาะสมด้านเวลา มีการแบ่งเวลาแต่ละแผนอย่างเป็นสัดส่วน แผนละ 2 ชั่วโมง (120 นาที) รวม 6 แผน โดยเฉพาะแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1 ที่ให้เวลาในการทำแบบทดสอบก่อนเรียนถึง 60 นาที เพื่อวัดพื้นฐานนักเรียน

อย่างละเอียด จุดที่ควรพัฒนาในแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 5 และ 6 ซึ่งเป็นขั้นตอนการสร้างสื่อนำเสนอ และนำเสนอผลงาน เวลา 2 ชั่วโมงต่อแผนอาจจะน้อยเกินไปสำหรับการจัดกิจกรรมกลุ่มที่ต้องใช้ความคิดสร้างสรรค์ร่วมกับการวิเคราะห์สถิติ แนวทางแก้ไขที่ผู้วิจัยได้ดำเนินการมีการมอบหมายงานให้เตรียมตัวล่วงหน้าในส่วนของการร่างการนำเสนอ (Storyline) ตั้งแต่แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 4-6 หากกลุ่มนักเรียนมีจำนวนมาก เช่น 30 คน แบ่งเป็น 5-6 กลุ่ม ควรจำกัดเวลานำเสนอกลุ่มละไม่เกิน 5-8 นาที เพื่อให้นักเรียนมีเวลาเหลือสำหรับช่วงแลกเปลี่ยนเรียนรู้และสรุปทบทวนกันภายในห้องเรียน

ความเหมาะสมด้านเนื้อหา เนื้อหาครอบคลุมตามตัวชี้วัด ค 3.1 ม.3/1 มีลำดับขั้นตอนที่ชัดเจน ตั้งแต่การตั้งคำถามเชิงสถิติ (แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1) ครูควรเน้นให้นักเรียนเลือกปัญหาที่พวกเขาสนใจจริง ๆ เพื่อสร้างแรงจูงใจ ตลอดทั้ง 6 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การเก็บข้อมูล (แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 2) การวิเคราะห์และสร้างแผนภาพ (แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 3-4) ไปจนถึงการสื่อสารข้อมูล (แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 5-6) ขั้นตอนการเชื่อมโยงจากแผนภาพกล่องไปสู่การเล่าเรื่อง ในแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 4 และ 5 ยังเห็นภาพการบูรณาการเทคนิคการเล่าเรื่องที่ไม่ชัดเจน ในแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แนวทางแก้ไข ครูระบอบองค์ประกอบของการเล่าเรื่องจากข้อมูลเพิ่มเติมในใบกิจกรรม เช่น การกำหนดตัวละคร การสร้างความน่าสนใจของข้อมูลโดยใช้เทคโนโลยีเข้ามาช่วยและบทสรุปที่น่าใจมากยิ่งขึ้น เพิ่มตัวอย่างสถานการณ์จริงที่ใกล้ตัวนักเรียน เช่น การวิเคราะห์พฤติกรรมของนักเรียน การใช้เวลาว่างให้เกิดประโยชน์ เพื่อให้ให้นักเรียนเห็นภาพชัดเจนมากยิ่งขึ้นในการนำเสนอแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 5-6 ให้มีความน่าสนใจและเชื่อมโยงกับชีวิตจริงของนักเรียนได้มากขึ้น ครูได้หาแนวทางการพัฒนาการจัดการเรียนการสอนให้ดียิ่งขึ้นโดยการบูรณาการเทคโนโลยี นอกจากแผนภาพกล่องบนกระดาน ผู้วิจัยได้มีการส่งเสริมการใช้เครื่องมือดิจิทัล เช่น Canva ในการสร้าง Infographic เพื่อให้สอดคล้องกับจุดประสงค์ด้านการใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม และในแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 6 ผู้วิจัยได้เพิ่มกิจกรรมการประเมินโดยเพื่อน โดยให้เพื่อนกลุ่มที่ไม่ได้นำเสนอให้ข้อคิดเห็นของกลุ่มที่นำเสนอเพื่อส่งเสริมทักษะการสื่อสารและการสื่อความหมายของนักเรียน

ผลการตรวจสอบหาประสิทธิภาพของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ตามเกณฑ์ 75/75 กับนักเรียนจำนวน 9 คน พบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีประสิทธิภาพ (E_1/E_2) เท่ากับ 77.26/76.67 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 75/75 การวิเคราะห์ E_1/E_2 พิจารณา E_1 และ E_2 โดยพิจารณาความคลาดเคลื่อนของผลลัพธ์ ให้มีความคลาดเคลื่อนหรือความแปรปรวนของผลลัพธ์ได้ไม่เกิน .05 (ร้อยละ 5) จากช่วงต่ำไปสูง = ± 2.5 นั้นให้ผลลัพธ์ของค่า E_1 หรือ E_2 ที่ถือว่าเป็นไปตามเกณฑ์ มีค่าต่ำกว่าเกณฑ์ไม่เกิน 2.5% สูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ไม่เกิน 2.5% หากคะแนน E_1 หรือ E_2 ห่างกันเกิน 5% แสดงว่ากิจกรรมที่ให้นักเรียนทำกับการสอบหลังเรียนไม่สอดคล้องกันสอดคล้องกับแนวคิดของ Promwong (1977) ซึ่งผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีประสิทธิภาพ (E_1/E_2) ใกล้เคียงกัน ห่างกันเพียง 0.59% ซึ่งไม่เกิน 5% ตามที่ผู้วิจัยได้ตั้งไว้ แสดงว่ากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) ร่วมกับเทคนิคการเล่าเรื่องจากข้อมูล เพื่อส่งเสริมทักษะการสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ออกแบบมีความสอดคล้องกัน การจัดกิจกรรมเป็นการสอนปัญหาทางสถิติที่ใกล้ตัวนักเรียนไม่ใช่แค่การจำสูตร แต่เมื่อเจอปัญหาในชีวิตจริงหรือข้อสอบในแบบทดสอบหลังเรียน นักเรียนจึงรู้จักจัดการกับข้อมูลอย่างเป็นระบบ และสามารถสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ได้จากคำแนะนำระหว่างการทำกิจกรรมจากครู และสามารถวิเคราะห์โจทย์ปัญหาที่ซับซ้อนได้ดียิ่งขึ้น ส่งผลให้คะแนนทดสอบหลังการเรียนสูงตามไปด้วยสอดคล้องกับงานวิจัยของ Prachimma (2023) พบว่า ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง ปริมาณทางไฟฟ้า สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ทั้ง 5 ชุด มีความเหมาะสมตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญอยู่ในระดับมาก และมีประสิทธิภาพ E_1/E_2 เท่ากับ 75.70/76.56 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 75/75 ที่กำหนดไว้ และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Timkhiao (2022) พบว่า กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาตามสภาพจริงเป็นฐานร่วมกับเทคนิค Think-Talk-Write เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผล และความสามารถในการสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์มีประสิทธิภาพเท่ากับ 76.67/77.31 ซึ่งมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75

2. การวิเคราะห์การแจกแจงปกติของข้อมูล การทดสอบด้วยสถิติ Shapiro-Wilk พบว่า คะแนนก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีค่าสถิติทดสอบเท่ากับ .971 และมีค่าระดับนัยสำคัญทางสถิติ (Sig.) เท่ากับ .783 สำหรับคะแนนหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีค่าสถิติทดสอบเท่ากับ .943 และมีค่าระดับนัยสำคัญทางสถิติ (Sig.) เท่ากับ .271 ซึ่งค่า Sig. ของทั้งสองกลุ่มมีค่ามากกว่า .05 จึงถือว่าคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนมีการแจกแจงแบบปกติ และพบว่าคะแนนเฉลี่ย ($\bar{X}$) ก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เท่ากับ 14.70 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) เท่ากับ 3.64 และมีคะแนนเฉลี่ย ($\bar{X}$) หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เท่ากับ 24.40 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) เท่ากับ 2.89 จึงสรุปได้ว่าคะแนนทักษะการสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

การเปรียบเทียบคะแนนหลังการจัดการเรียนรู้ มีคะแนนเฉลี่ย ($\bar{X}$) เท่ากับ 24.40 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 2.89 กับเกณฑ์ร้อยละ 75 พบว่า คะแนนสอบหลังการจัดการเรียนรู้ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับงานวิจัยของ Somrup (2023) พบว่า ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ วิธีการแบบเปิดร่วมกับสื่ออินโฟกราฟฟิกสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Chonchanachai (2023) พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนรู้นอกสถานที่เสมือนร่วมกับการใช้บริบทเป็นฐานและเทคนิคการเล่าเรื่องหลังเรียนมีความคิดสร้างสรรค์และความตระหนักในคุณค่าทางศิลปวัฒนธรรมสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมี นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากการศึกษาพฤติกรรมที่เกิดขึ้นระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ คือ ระยะเริ่มต้นนักเรียนเริ่มปรับตัวเข้ากับกระบวนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) โดยเริ่มจากการระดมสมองเพื่อตั้งคำถามเชิงสถิติจากสถานการณ์ใกล้ตัว เช่น ราคาขานไม้ซุง หรือพฤติกรรมการใช้เงิน นักเรียนมีการใช้ภาษาทั่วไปในการอธิบายสมมติฐานมากกว่าภาษาทางคณิตศาสตร์ นักเรียนมีการวางแผนเก็บข้อมูลร่วมกันเป็นกลุ่ม แสดงออกถึงความร่วมมือและการแบ่งหน้าที่ ระยะการปฏิบัติ นักเรียนเกิดความกระตือรือร้นในการนำข้อมูลดิบมาคำนวณหาค่ามัธยฐาน และควอร์ไทล์ เริ่มเห็นความเชื่อมโยงระหว่างตัวเลขที่ได้กับตำแหน่งในแผนภาพกล่อง นักเรียนสามารถเขียนแผนภาพกล่อง (Box Plot) ได้ถูกต้องตามหลักการทางคณิตศาสตร์ มีการอ่านตัวเลขเป็นการแปลความหมาย เช่น การอธิบายว่าข้อมูลส่วนใหญ่กระจุกตัวอยู่ที่ช่วงใด และการระบุค่าผิดปกติ (Outliers) ที่ส่งผลต่อข้อมูลได้ ระยะการเล่าเรื่องและสื่อสาร นักเรียนสามารถนำเทคนิคการเล่าเรื่องจากข้อมูลมาใช้โดยไม่ได้เพียงแค่แสดงกราฟแต่มีการวางโครงเรื่อง มีการกำหนดบริบทที่น่าสนใจ เพื่อให้คนฟังเข้าใจง่ายขึ้น นักเรียนใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ที่ผสมผสานกับภาษาที่สื่อสารได้จริง มีการออกแบบสื่อนำเสนอ ที่ช่วยให้การสื่อความหมายเชิงสถิติชัดเจนมากยิ่งขึ้น และนักเรียนมีความมั่นใจในการนำเสนอผลงานมากขึ้น สามารถตอบคำถามและโต้แย้งด้วยเหตุผลทางสถิติเมื่อเพื่อนและครูซักถาม นักเรียนสามารถสรุปกระบวนการทางสถิติทั้งหมดตั้งแต่ต้นจนจบได้ นักเรียนแสดงให้เห็นว่าเข้าใจความสำคัญของสถิติในชีวิตจริง ไม่ใช่เพียงแค่เนื้อหาในบทเรียนแต่สามารถนำไปปรับใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีคุณภาพ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) ที่เน้นกระบวนการแสวงหาความรู้จากปัญหาจริง และการเล่าเรื่องจากข้อมูลที่เน้นทักษะการสื่อสารและสื่อความหมาย จึงเป็นรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) ร่วมกับเทคนิคการเล่าเรื่องจากข้อมูล เพื่อส่งเสริมทักษะการสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นทำให้นักเรียนสามารถเปลี่ยนข้อมูลที่ได้จากการแก้ปัญหา ให้กลายเป็นการลงมือทำ และสามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปต่อยอดในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพและเกิดประสิทธิผล

3. การศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) ร่วมกับเทคนิคการเล่าเรื่องจากข้อมูล เพื่อส่งเสริมทักษะการสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เมื่อพิจารณาารายด้าน พบว่า ในภาพรวมอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) เท่ากับ 4.43 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) เท่ากับ

0.47 ด้านที่มีความพึงพอใจสูงสุดคือ ด้านกระบวนการ มีระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) เท่ากับ 4.53 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) เท่ากับ 0.47 รองลงมาคือ ด้านปัจจัยนำเข้า มีระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) เท่ากับ 4.39 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) เท่ากับ 0.63 และ ด้านที่มีความพึงพอใจน้อยที่สุดคือ ด้านผลผลิต มีระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) เท่ากับ 4.36 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) เท่ากับ 0.58 สอดคล้องกับงานวิจัยของ Chamsai (2019) พบว่า ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับสื่ออินโฟกราฟิก มีความพึงพอใจในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Sittichai et al. (2019) พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน เรื่อง สถิติ ภาพรวมอยู่ในระดับพึงพอใจมากที่สุด โดยมีค่าคะแนนเฉลี่ย ($\bar{X}$) เท่ากับ 4.36 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) เท่ากับ 0.58 ทั้งนี้ เนื่องจากการแจ้งจุดประสงค์และภาระงานที่ชัดเจนช่วยลดความวิตกกังวลในการเรียนคณิตศาสตร์ และทำให้นักเรียนเห็นเป้าหมายในการรวบรวมข้อมูลเพื่อนำมาสร้างเป็นเรื่องราวสถิติ ด้านการประเมินกระบวนการ ที่มุ่งเน้นการจัดกิจกรรมที่มีลำดับขั้นตอนชัดเจน ช่วยให้ผู้เรียนเกิดความเชื่อมั่นในการปฏิบัติกิจกรรม แสดงให้เห็นว่าเทคนิคการเล่าเรื่องจากข้อมูล เป็นเครื่องมือสำคัญที่ช่วยเปลี่ยนตัวเลขสถิติที่นามธรรมให้เป็นบริบทที่จับต้องได้ เมื่อผสมผสานกับปัญหาเป็นฐาน (PBL) ที่เน้นการทำงานกลุ่ม ทำให้เกิดการปฏิสัมพันธ์และการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ สอดคล้องกับแนวคิดการพัฒนาทักษะการสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ ที่มุ่งเน้นให้นักเรียนสามารถถ่ายทอดความเข้าใจจากข้อมูลสถิติ เช่น แผนภาพกล่อง ออกมาเป็นภาษาที่เข้าใจง่ายและมีความหมายสะท้อนให้เห็นว่าบทบาทของครูในการจัดกิจกรรมแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) ไม่ใช่ผู้บรรยายแต่เป็นผู้ชี้แนะในเวลาที่เหมาะสม ทำให้ความพึงพอใจในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด เนื่องจากการสนับสนุนของครูช่วยให้นักเรียนสามารถก้าวข้ามอุปสรรคในการเรียนรู้เนื้อหาที่ซับซ้อนอย่างเรื่องสถิติได้ ปัจจัยด้านปัจจัยนำเข้า ทำให้เห็นว่าแม้กระบวนการสอนจะดีเพียงใด แต่สภาพแวดล้อมทางกายภาพที่จำกัดอาจเป็นอุปสรรคต่อการเคลื่อนที่เพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลหรือการนำเสนอผลงานกลุ่ม ซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญของกิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับแนวคิดของ Stufflebeam (2003) ดังนั้นในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ครั้งต่อไปควรมีการวางแผนการใช้พื้นที่ห้องเรียนหรือการจัดโต๊ะเรียนแบบกลุ่มที่ยืดหยุ่นกว่าเดิม เพื่อส่งเสริมบรรยากาศการเรียนรู้ให้ดียิ่งขึ้น ความพึงพอใจที่อยู่ในระดับมากที่สุดนี้เป็นผลมาจากการออกแบบกิจกรรมที่บูรณาการระหว่างปัญหาเป็นฐาน (PBL) ร่วมกับเทคนิคการเล่าเรื่องจากข้อมูลซึ่งไม่เพียงแต่ทำให้นักเรียนสนุกกับการเรียน แต่ยังสร้างความภาคภูมิใจเมื่อสามารถนำความรู้เรื่องสถิติไปใช้บอกเล่าเรื่องราวให้ผู้อื่นเข้าใจได้จริง

ข้อเสนอแนะ (Recommendations)

1. ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 คุณครูผู้สอนควรมีการบริหารจัดการเวลาและภาระงานให้กับนักเรียนที่เหมาะสม โดยให้นักเรียนร่าง Storyline หรือโครงเรื่องจากข้อมูลตั้งแต่จบแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เพื่อให้เวลาในห้องเรียนเน้นไปที่การผลิตสื่อและการเตรียมความพร้อมสำหรับการนำเสนอ

1.2 คุณครูผู้สอนควรมีการปรับลดระดับภาษาเชิงวิชาการในระยะเริ่มต้นจากผลการประเมินที่พบว่าคำอธิบายบางส่วน เช่น วิสเกอร์ เป็นทางการเกินไป ครูผู้สอนควรใช้เทคนิคการเปรียบเทียบ เช่น การเปรียบเทียบแผนภาพกล่องกับการแบ่งกลุ่มคน หรือ ช่วงความหนาแน่น เพื่อสร้างภาพจำให้นักเรียนก่อนจะนำเข้าสู่ศัพท์บัญญัติทางสถิติที่ยากขึ้น

1.3 คุณครูผู้สอนควรเลือกสถานการณ์ปัญหาที่สอดคล้องกับบริบทของผู้เรียน ผลวิจัยชี้ว่านักเรียนมีแรงจูงใจสูงเมื่อปัญหาใกล้ตัว ครูควรสำรวจความสนใจหรือประเด็นทางสังคมในโรงเรียน ณ ขณะนั้นมาใช้เป็นสถานการณ์ปัญหาดังต้น เพื่อให้ขั้นตอนการสร้างเรื่องเล่าจากข้อมูลมีความหมายและมีพลังในการสื่อสารมากยิ่งขึ้น

1.4 คุณครูผู้สอนควรมีการจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับกิจกรรมการเรียนการสอน จากข้อเสนอแนะของนักเรียนเรื่องพื้นที่ห้องเรียนที่จำกัด คุณครูควรปรับรูปแบบการจัดโต๊ะเรียนให้เป็นกลุ่มที่เอื้อต่อการเคลื่อนที่ หรือใช้พื้นที่นอกห้องเรียน ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ เพื่อให้เอื้อต่อกิจกรรมการแลกเปลี่ยนเรียนรู้และการนำเสนอผลงานของนักเรียน

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการวิจัยเปรียบเทียบการใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) ร่วมกับเทคนิคการเล่าเรื่องจากข้อมูล ในเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ที่มีลักษณะเป็นนามธรรมสูงหรือต้องการการตีความเชิงตรรกะ เช่น ความน่าจะเป็นหรือพีชคณิต เพื่อดูประสิทธิภาพของทักษะการสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ในบริบทต่าง ๆ

2.2 ควรมีการติดตามผลพัฒนาทักษะการสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเดิมในระดับชั้นที่สูงขึ้น เพื่อดูว่ากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) ร่วมกับเทคนิคการเล่าเรื่องจากข้อมูล ช่วยให้เกิดการเรียนรู้ที่ยั่งยืนหรือไม่

2.3 ควรมีการวิจัยเชิงปฏิบัติการเพื่อพัฒนาครู ขยายผลสู่การวิจัยรูปแบบการนิเทศหรือการสร้างชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพ (PLC) สำหรับครูคณิตศาสตร์ ในการใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) ร่วมกับเทคนิคการเล่าเรื่องจากข้อมูล เพื่อให้ครูสามารถออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่บูรณาการทักษะการสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์เข้ากับเนื้อหาคณิตศาสตร์ได้อย่างเป็นระบบ

การเปิดเผยการใช้ Generative AI ในการเขียนบทความ (Disclosure of Generative AI Use in the Writing Process)

ไม่มีการใช้ Generative AI

References

- Chonchanachai, W. (2023). *Development of a virtual field trip model based on context-based learning approach and storytelling technique to enhance creative thinking and awareness raising of art and cultural values of secondary students* [Master's thesis, Chulalongkorn University].
<https://digital.car.chula.ac.th/cgi/viewcontent.cgi?article=13149&context=chulaetd> [in Thai]
- Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (2017). *Manual for the mathematics substance learning area curriculum (Revised Edition B.E. 2560) according to the core curriculum of basic education B.E. 2551*. Agricultural Co-operative Federation of Thailand Printing House. [in Thai]
- Chamsai, P. (2019). *The effects of the problem-based learning with infographics on the mathematical communication ability of fourth grade students* [Master's thesis, Silpakorn University].
<http://ithesis-ir.su.ac.th/dspace/bitstream/123456789/2745/1/59263308.pdf> [in Thai]
- Prachimma, K. (2023). *The development of science learning activities using problem-based learning to promote learning achievement on the quantity of electricity for mathayomsuksa 3 students* [Master's thesis, Naresuan University]. <http://nuir.lib.nu.ac.th/dspace/handle/123456789/5922> [in Thai]
- Promwong, C. (1977). *Instructional communication systems*. Chulalongkorn University Press. [in Thai]

- Sitthichai, N., Varasunan, P., Oonwanadham, W., Charoencham, S., & Dueanchaeng, W. (2019). The Development of Learning Achievement and Communication, Mathematical Meaning Communication and Presentation Skills on Statistics by Project-Based Learning of Ninth Grade Students, Kanchanapisekwittayalai Suphanburi School. *Journal of Educational Measurement, Educational and Psychological Test Bureau*, 30(100), 93-109. <https://so06.tci-thaijo.org/index.php/JEMEPTB/article/view/244938/166083> [in Thai]
- Somrup, R. (2023). *The development learning activities using open approach and infographic media to develop mathematics communication skill on data presentation for grade 6 students* [Master's thesis, Naresuan University]. <http://nuir.lib.nu.ac.th/dspace/handle/123456789/6499> [in Thai]
- Stufflebeam, D. L. (2003). The CIPP model for evaluation. In T. Kellaghan & D. L. Stufflebeam (Eds.), *International handbook of educational evaluation* (pp. 31-62). Kluwer Academic Publishers.
- Timkhiao, J. (2022). *Development of learning activities by using authentic problem-based learning with think-talk-write technique to enhance mathematical reasoning and mathematical communication and interpretation for grade 12 students* [Master's thesis, Naresuan University]. <http://nuir.lib.nu.ac.th/dspace/handle/123456789/5649> [in Thai]