

การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาตามสภาพจริงเป็นฐานร่วมกับเทคนิค
Think-Talk-Write เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผล และความสามารถ
ในการสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์

สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

**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**

จิราภา ทิมเขียว และ อังคณา อ่อนธานี

มหาวิทยาลัยนเรศวร

Chirapha Thimkaew and Angkana Onthanee
Naresuan University, Thailand
Corresponding Author, E-mail: chiraphat63@nu.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อสร้างและประเมินประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาตามสภาพจริงเป็นฐานร่วมกับเทคนิค Think-Talk-Write เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผล และความสามารถในการสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 2) เพื่อศึกษาผลการใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาตามสภาพจริงเป็นฐานร่วมกับเทคนิค Think-Talk-Write และ 3) ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาตามสภาพจริงเป็นฐานร่วมกับเทคนิค Think-Talk-Write กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6.12 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาภาคเหนือ จำนวน 33 คน ที่ได้มาจากการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาตามสภาพจริงเป็นฐานร่วมกับเทคนิค Think-Talk-Write 2) แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผล และความสามารถในการสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และ 3) แบบบันทึกภาคสนาม สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าสถิติ t-test แบบ Dependent

* วันที่รับบทความ : 24 พฤษภาคม 2566; วันที่แก้ไขบทความ 28 พฤษภาคม 2566; วันที่ตอบรับบทความ : 30 พฤษภาคม 2566

Received: May 24 2023; Revised: May 28 2023; Accepted: May 30 2023

ผลการวิจัยพบว่า

1. ผลการสร้างกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาตามสภาพจริงเป็นฐานร่วมกับเทคนิค Think–Talk–Write เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผล และความสามารถในการสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ มี 8 ขั้นตอน ดังนี้ 1) ขั้นเผชิญกับปัญหา 2) ขั้นทำความเข้าใจปัญหา 3) ขั้นระบุปัญหา/เงื่อนไข 4) ขั้นวางแผนทางปัญหา 5) ขั้นลงมือแก้ปัญห 6) ขั้นสรุปข้อมูล/ผลงาน 7) ขั้นนำเสนอผลงานและการสะท้อนหรือการติชม และ 8) ขั้นสังเคราะห์ความรู้ และมีประสิทธิภาพเท่ากับ 76.67/77.31 ซึ่งมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75

2. นักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผล และความสามารถในการสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. ในระหว่างทำกิจกรรมกลุ่มนักเรียนรู้สึกสนุกและมีกำลังใจในการเรียนเนื่องจากได้ทำงานไปพร้อมกับเพื่อน นักเรียนจะได้เผชิญกับปัญหาที่พบได้ในชีวิตจริง ซึ่งช่วยกระตุ้นการเรียนรู้ของนักเรียน ทำให้เกิดการระดมความคิด การวิเคราะห์ปัญหา การคิดแก้ปัญห การให้เหตุผล ลงมือแก้ปัญหและเขียนสรุปคำตอบที่ได้โดยใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้ โดยมีครูเป็นผู้สนับสนุนเท่านั้น

คำสำคัญ: การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาตามสภาพจริงเป็นฐาน; เทคนิค Think–Talk–Write; ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์; ความสามารถในการสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์

Abstracts

The purposes of this research were: 1) to construct and assess the efficiency 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 at the level of 75/75 2) to study the outcomes of using the learning activity by using authentic problem based learning with think-talk-write technique and 3) to study the results of learning activities by using authentic problem based learning with think-talk-write technique. The samples used in this research were 33 students in grade 6.12 at Traim Udom Suksa School of the north in the second semester of academic year 2022 to simple random sampling. The tools applied in the research include: 1) Authentic Problem Based Learning with Think-Talk-Write technique activities 2) The test measures mathematical reasoning and mathematical communication and interpretation and 3) Field record form. The statistics used for data analysis were mean, standard deviation and dependent sample t-test Dependent.

The result of the study revealed that:

1. 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 had 8 steps as follows: 1) Client interface 2) Undertaking the Problem 3) Problem Identification 4) Problem laying 5) Problem solving 6) Information/work summary 7) Presentation and reflection or criticism and 8) Knowledge synthesis step and had effectiveness equal 76.67/77.31 which mean it met the criterion 75/75.

2. Mathematical reasoning ability and mathematical communication and interpretation ability in the posttest were higher than that of the pretest with statistical level of .01

3. During group activities, students feel fun and encouraged to study because they work together with their friends. Students will face problems that can be found in real life. which stimulates the learning of students cause brainstorming problem analysis problem-solving, reasoning, problem-solving and writing a summary of the answers obtained by using mathematical language and symbols with teachers as support only

Keywords: Authentic Problem Based Learning; Think-Talk-Write Technique; Mathematical Reasoning; Mathematical Communication and Interpretation

บทนำ

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้กำหนดตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยคำนึงถึงการส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เป็นสำคัญ นั่นคือ การเตรียมผู้เรียนให้มีทักษะด้านการคิดวิเคราะห์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การแก้ปัญหา การคิดสร้างสรรค์ การใช้เทคโนโลยีการสื่อสารและการร่วมมือ ซึ่งจะส่งผลให้ผู้เรียนรู้เท่าทันการเปลี่ยนแปลงของระบบเศรษฐกิจ สังคม วัฒนธรรมและสภาพแวดล้อม สามารถแข่งขันและอยู่ร่วมกับประชากรโลกได้ ทั้งนี้การตัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ประสบความสำเร็จนั้นจะต้องเตรียมผู้เรียนให้มีความพร้อมที่จะเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ พร้อมทั้งประกอบอาชีพเมื่อจบการศึกษาหรือสามารถศึกษาต่อในระดับที่สูงขึ้น โดยทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถที่จะนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้และประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในที่นี้เน้นที่ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นและต้องการพัฒนาให้เกิดกับผู้เรียน ได้แก่ความสามารถต่อไปี้ การแก้ปัญหา การสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ การเชื่อมโยง การให้เหตุผล และการคิดสร้างสรรค์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560 : 1)

การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถของผู้เรียนในการคิดหรือตรึงตรองหาเหตุเพื่อพิจารณาหาแนวทางในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยอาศัยองค์ประกอบพื้นฐานต่าง ๆ เช่น การสังเกตความรู้และประสบการณ์เดิม ซึ่งการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สามารถแสดงออกมาให้รับรู้โดยใช้ภาษาจะเป็นการพูดหรือภาษาเขียนก็ได้จากข้อความหรือข้อความที่กำหนดให้ในทางคณิตศาสตร์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546, : 28) อีกทั้งยังเป็นสมรรถนะหนึ่งทางคณิตศาสตร์ที่โครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ (PISA) เลือกใช้วัดและประเมินผลโครงการด้านสมรรถนะของผู้เรียนที่ได้รับการกระตุ้นให้เชื่อมโยงกับโลกจริงอีกด้วย โดยผลการประเมินโครงการ PISA 2018 พบว่า ความรู้ด้านคณิตศาสตร์มีนักเรียน 50.7% ที่มีคะแนนไม่ถึงระดับ 2 นั่นคือ นักเรียนสามารถตอบคำถามคณิตศาสตร์ที่

เกี่ยวกับบริบทที่เคยพบหรือคุ้นเคยมาก่อนได้ แต่ไม่สามารถนำความรู้ที่มีมาบูรณาการในการทำโจทย์ที่อยู่ในสถานการณ์ที่ซับซ้อนได้และไม่สามารถสร้างและสื่อสารคำอธิบายหรือข้อโต้แย้งบนพื้นฐานของการตีความและการใช้ความเป็นเหตุเป็นผลขั้นพื้นฐานได้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2564 : 156) โดยสาเหตุที่ทำให้ผู้เรียนมีปัญหาด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ส่วนหนึ่งต้องยอมรับว่าอาจเกิดจากการจัดการเรียนการสอน ที่ไม่ได้เปิดโอกาสให้ผู้เรียนเรียนรู้และแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วยตนเองเท่าที่ควร รวมถึงไม่ได้ปลูกฝังให้นักเรียนเป็นคนช่างสังเกต รู้จักสร้างข้อคาดการณ์ประกอบการให้เหตุผลเพื่อยืนยันคำตอบของตนเอง (ชิดกมล ทองอ่อน, 2563 : 24-41)

การสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เป็นทางกระบวนการหนึ่งทางคณิตศาสตร์ที่ช่วยให้ผู้เรียนถ่ายทอดความรู้ ความเข้าใจ แนวคิดทางคณิตศาสตร์ หรือกระบวนการคิดของตนให้ผู้อื่นรับรู้ได้อย่างถูกต้อง ชัดเจน และมีประสิทธิภาพ การที่ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการอภิปรายหรือการเขียนเพื่อแลกเปลี่ยนความรู้และความคิดเห็น ถ่ายทอดประสบการณ์ซึ่งกันและกัน ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น จะช่วยให้ผู้เรียนเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้อย่างมีความหมาย เข้าใจได้อย่างกว้างขวางลึกซึ้งและจดจำได้นานมากขึ้น (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560 : 3) จากการศึกษาปัญหา พบว่า มีนักเรียนจำนวนไม่น้อยยังด้อยความสามารถเกี่ยวกับการสื่อสารหรือการนำเสนอแนวคิดทางคณิตศาสตร์ เห็นได้จากผลการประเมินโครงการ TIMSS 2015 พบว่า นักเรียนไทยมีคะแนนเฉลี่ยวิชาคณิตศาสตร์ 431 คะแนน ต่ำกว่าค่ากลางของการประเมินซึ่งเท่ากับ 500 คะแนน โดยนักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์อยู่ในระดับต่ำ นั่นคือ นักเรียนไทยทำข้อสอบแบบเลือกตอบได้มากกว่าแบบเขียนตอบ โดยในการทำข้อสอบแบบเขียนตอบ นักเรียนตอบคำถามได้ไม่ชัดเจน ตอบไม่ตรงคำถาม ตอบคำถามไม่ครบ ไม่สามารถเขียนคำอธิบายที่ต้องแสดงเหตุผลประกอบได้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560 : 145) จากการศึกษาสภาพปัญหาพบว่า ยังมีนักเรียนไม่น้อยที่ยังด้อยความสามารถในการสื่อสารหรือการนำเสนอแนวคิดทางคณิตศาสตร์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555, : 1) อีกทั้งการจัดการเรียนการสอนไม่ได้เน้นให้ผู้เรียนได้สื่อสารมากนัก ผู้เรียนจึงมีความสามารถในการสื่อสารไม่ดีพอ เห็นได้จากที่ผู้เรียนไม่สามารถนำเสนอข้อมูลให้ผู้อื่นเข้าใจประเด็นสำคัญ ๆ ที่ต้องการนำเสนอได้ หรือมาสามารถสื่อความหมายเรื่องบางเรื่องให้ผู้อื่นเข้าใจตรงกันได้ และการที่มีผู้เรียนบางคนที่ยอมรับว่าตนเองเข้าใจแต่อธิบายเป็นคำพูดไม่ได้ (อัมพร ม้าคะนอง, 2553 : 56-57)

จากการศึกษาแนวทางการส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผล และความสามารถในการสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ พบว่า การพัฒนาการให้เหตุผลของผู้เรียน ควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ฝึกพูด ฝึกเขียน เพื่อแสดงแนวคิดหรือยืนยันวิธีการแก้ปัญหาของตนเอง รู้จักคาดการณ์คำตอบ และการสรุปเป็นกรณีทั่วไปได้อย่างสมเหตุสมผล รวมถึงการได้ฝึกใช้ความรู้ ข้อมูล หรือข้อเท็จจริงที่มีอยู่ในการสรุปข้อเท็จจริงใหม่ (NCTM, 2000 : 341) และการพัฒนาการสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์

ควรจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมการอ่าน การพูด และการแสดงแนวคิด ให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์ต่อกัน มีโอกาสชี้แจงแนวคิด อธิบายเหตุผล และชวนให้คนอื่นเห็นด้วยกับแนวคิดของตน ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนได้สร้างความรู้ เรียนรู้ที่จะรับฟังแนวคิดในลักษณะต่าง ๆ และทำให้เกิดความชัดเจนในแนวคิดของตนเอง (NCTM, 1989 : 26) ดังนั้น ครูควรปรับปรุงวิธีการสอน โดยลดบทบาทของครูมาเป็นเพียงผู้สนับสนุน และเน้นให้ผู้เรียนเป็นผู้ลงมือปฏิบัติ ให้ผู้เรียนได้มีโอกาสพูดแสดงความคิดเห็น แลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน มีส่วนร่วมในการทำงานร่วมกัน ซึ่งผู้วิจัยได้ศึกษาแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ช่วยส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผล และความสามารถในการสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์

จากเหตุผลดังกล่าวทำให้ผู้วิจัยมีแนวคิดที่จะพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาตามสภาพจริงเป็นฐานร่วมกับเทคนิค Think-Talk-Write เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผล และความสามารถในการสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 Write ซึ่งเป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้เรียนได้เรียนรู้จากการนำสถานการณ์ปัญหาที่พบได้ในชีวิตจริงมาสร้างเป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์เพื่อกระตุ้นการเรียนรู้ของนักเรียน ให้นักเรียนได้เผชิญหน้ากับปัญหาและแก้ปัญหาผ่านการทำงานเป็นกลุ่ม โดยสมาชิกจะต้องระดมสมองกันหาแนวทางแก้ปัญหา อภิปรายแนวคิด ให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิด เลือกแนวทางแก้ปัญหาได้เหมาะสม ร่วมกันลงมือแก้ปัญหา ซึ่งในระหว่างทำกิจกรรมนักเรียนจะได้พัฒนาความสามารถในการให้เหตุผล และความสามารถในการสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ไปพร้อม ๆ กัน โดยเสริมด้วยเทคนิค Think-Talk-Write ซึ่งเป็นเทคนิคที่นำมาประกอบการเรียนการสอนเพื่อเสริมสร้างทักษะการคิด การพูด และการเขียน โดยจะช่วยสร้างปัญญาสะท้อนกลับและจัดระเบียบความรู้ แล้วทดสอบความคิดต่าง ๆ นั้นก่อนที่นักเรียนจะเขียน ซึ่งเทคนิค Think-Talk-Write มีองค์ประกอบ 3 อย่าง ได้แก่ การคิด นักเรียนแต่ละคนคิดถึงคำตอบที่เป็นไปได้ แล้วจดบันทึกสิ่งที่อ่านซึ่งจะเขียนในรูปแบบและภาษาของตัวเอง การพูด เป็นการสื่อสารโดยใช้คำและภาษาที่พวกเขาเข้าใจกัน กิจกรรมขั้นนี้จะช่วยแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เพราะนักเรียนได้มีโอกาสในการอภิปราย เพื่อได้ซึ่งมาด้วยคำตอบของปัญหา และการเขียนเป็นการแสดงผลที่ได้จากการอภิปรายหรือเขียนผลลงในใบกิจกรรม การเขียนจะช่วยให้นักเรียนสร้างข้อสรุปได้ สิ่งเหล่านี้จะช่วยให้ความสามารถในการให้เหตุผล และความสามารถในการสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนดียิ่งขึ้น

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อเพื่อสร้างและประเมินประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาตามสภาพจริงเป็นฐานร่วมกับเทคนิค Think-Talk-Write เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผล และความสามารถในการสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75

2. เพื่อศึกษาผลการใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาตามสภาพจริงเป็นฐานร่วมกับเทคนิค Think-Talk-Write เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผล และความสามารถในการสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดย

2.1 เปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลก่อนเรียนและหลังเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาตามสภาพจริงเป็นฐานร่วมกับเทคนิค Think-Talk-Write เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผล และความสามารถในการสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

2.2 เปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาตามสภาพจริงเป็นฐานร่วมกับเทคนิค Think-Talk-Write เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผล และความสามารถในการสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

3. ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาตามสภาพจริงเป็นฐานร่วมกับเทคนิค Think-Talk-Write เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผล และความสามารถในการสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

ระเบียบวิธีวิจัย

ผู้วิจัยแบ่งขั้นตอนการดำเนินการออกเป็น 2 ขั้นตอน ตามกระบวนการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การสร้างและประเมินประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาตามสภาพจริงเป็นฐานร่วมกับเทคนิค Think-Talk-Write เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผล และความสามารถในการสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75

ขอบเขตการวิจัย

1. ขอบเขตด้านแหล่งข้อมูล

1.1 ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้

ปัญหาตามสภาพจริงเป็นฐานร่วมกับเทคนิค Think–Talk–Write มีคุณสมบัติดังนี้ ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ และครูชำนาญการพิเศษทางด้านการสอนคณิตศาสตร์

1.2 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษา ภาคเหนือ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาพิษณุโลก-อุตรดิตถ์ เพื่อหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาตามสภาพจริงเป็นฐานร่วมกับเทคนิค Think–Talk–Write จำนวน 12 คน

2. ขอบเขตด้านเนื้อหา เนื้อหารายวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ค่าวัดการกระจาย ประกอบไปด้วย ค่าวัดการกระจายสัมบูรณ์ และค่าวัดการกระจายสัมพัทธ์ ตามมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560)

3. ขอบเขตด้านตัวแปร

3.1 ความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาตามสภาพจริงเป็นฐานร่วมกับเทคนิค Think–Talk–Write เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผล และความสามารถในการสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

3.2 ประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาตามสภาพจริงเป็นฐานร่วมกับเทคนิค Think–Talk–Write เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผล และความสามารถในการสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ตามเกณฑ์ 75/75

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาตามสภาพจริงเป็นฐานร่วมกับเทคนิค Think–Talk–Write เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผล และความสามารถในการสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

2. แบบประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาตามสภาพจริงเป็นฐานร่วมกับเทคนิค Think–Talk–Write เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผล และความสามารถในการสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

ขั้นตอนในการพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาตามสภาพจริงเป็นฐานร่วมกับเทคนิค Think–Talk–Write เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผล และความสามารถในการสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

1.1 ศึกษาเอกสารและข้อมูลที่เกี่ยวข้องจากหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) และหลักสูตรโรงเรียนเตรียมอุดมศึกษา ภาคเหนือ ของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ รายวิชาพื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งเนื้อหาอยู่ในสาระที่ 3 สถิติและความน่าจะเป็น เข้าใจกระบวนการทางสถิติ และใช้ความรู้ทางสถิติในการแก้ปัญหา

1.2 ศึกษาเอกสาร แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมโดยใช้ปัญหาตามสภาพจริงเป็นฐานร่วมกับเทคนิค Think–Talk–Write และมีขั้นตอนการจัดกิจกรรมตามแนวคิดการใช้ปัญหาตามสภาพจริงเป็นฐานร่วมกับเทคนิค Think–Talk–Write

1.3 ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้และแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาตามสภาพจริงเป็นฐานร่วมกับเทคนิค Think–Talk–Write เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผล และความสามารถในการสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

1.4 นำกิจกรรมการเรียนรู้และแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นมาวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน แล้วปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

1.5 นำกิจกรรมการเรียนรู้และแผนประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่แก้ไขปรับปรุงแล้วมาประเมินประสิทธิภาพ เป็นการประเมินแบบหนึ่งต่อหนึ่ง (1:1) โดยนำกิจกรรมการเรียนรู้ไปทดลองใช้กับนักเรียนโรงเรียนเตรียมอุดมศึกษา ภาคเหนือ ที่เป็นกลุ่มตัวอย่างในการประเมินประสิทธิภาพจำนวน 3 คน เป็นนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงจำนวน 1 คน นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนปานกลางจำนวน 1 คน และนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำกว่าปานกลางจำนวน 1 คน เพื่อหาความเหมาะสมของภาษา เนื้อหา และเวลาที่ใช้ แล้วนำมาปรับปรุงเพื่อให้สอดคล้องเหมาะสมกับกลุ่มตัวอย่าง

1.6 นำกิจกรรมการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแล้วมาประเมินประสิทธิภาพแบบกลุ่มเล็ก (1:3) โดยนำไปทดลองใช้กับนักเรียน โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษา ภาคเหนือ ที่เป็นกลุ่มตัวอย่างในการประเมินประสิทธิภาพจำนวน 9 คน เป็นนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงจำนวน 3 คน นักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนปานกลางจำนวน 3 คน และนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำกว่าปานกลางจำนวน 3 คน โดยอธิบายวัตถุประสงค์ ขั้นตอนการจัดกิจกรรม ดำเนินกิจกรรม เก็บคะแนนแบบฝึกหัดระหว่างจัดกิจกรรมกลุ่มจำนวน 5 ครั้ง และเก็บคะแนนจากการทำแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผล และความสามารถในการสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์หลังเรียน จากนั้นทำการวิเคราะห์และนำไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้

2. แบบประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้และแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาตามสภาพจริงเป็นฐานร่วมกับเทคนิค Think–Talk–Write เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผล และความสามารถในการสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

2.1 ศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้และแผนประกอบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาตามสภาพจริงเป็นฐานร่วมกับเทคนิค Think–Talk–Write เพื่อนำมาเป็นแนวทางในการสร้างแบบประเมินความเหมาะสม

2.2 กำหนดจุดประสงค์ในการสร้างแบบประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมและแผนประกอบการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ปัญหาตามสภาพจริงเป็นฐานร่วมกับเทคนิค Think–Talk–Write

2.3 สร้างแบบประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมและแผนประกอบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาตามสภาพจริงเป็นฐานร่วมกับเทคนิค Think–Talk–Write เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) และส่วนท้ายมีแบบปลายเปิดเพื่อสอบถามความคิดเห็นและข้อเสนอแนะต่าง ๆ โดยเป็นมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (บุญชม ศรีสะอาด, 2554 : 121) ดังนี้

- 5 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด
- 4 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับมาก
- 3 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับปานกลาง
- 2 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับน้อย
- 1 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับน้อยที่สุด

โดยกำหนดเกณฑ์ขั้นต่ำในการพิจารณาความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้และแผนประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยต้องมีค่าเฉลี่ยมากกว่าหรือเท่ากับ 3.51 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานน้อยกว่าหรือเท่ากับ 1.00 ถือว่ามีความเหมาะสม

2.4 นำแบบประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้และแผนประกอบการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อขอคำแนะนำและนำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

2.5 นำแบบประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแล้วไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของกิจกรรม

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บข้อมูลตามระเบียบวิธีวิจัยและพัฒนา โดยผู้วิจัยได้ติดต่อผู้เชี่ยวชาญเพื่อขอความอนุเคราะห์ในการประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้และแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาตามสภาพจริงเป็นฐานร่วมกับเทคนิค Think–Talk–Write และปรับปรุงแก้ไขกิจกรรมการเรียนรู้ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ จากนั้นนำกิจกรรมการเรียนรู้และแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาตามสภาพจริงเป็นฐานร่วมกับเทคนิค Think–Talk–Write ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษา ภาคเหนือ ซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างในการประเมินประสิทธิภาพ จำนวน 3 คน เพื่อพิจารณาความเหมาะสมของภาษา เนื้อหา และเวลาที่ใช้ นำข้อบกพร่องมาปรับปรุงแก้ไขและนำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษา ภาคเหนือ ซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างในการประเมินประสิทธิภาพ จำนวน 9 คน เพื่อประเมินประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ในเกณฑ์ 75/75

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. การประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้และแผนการจัดการเรียนรู้ จากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน โดยคำนวณหาค่าเฉลี่ยและค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน มีเกณฑ์ในการแปลความหมายตามแนวของบุญชม ศรีสะอาด (2554 : 121)

2. การประเมินประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาตามสภาพจริงเป็นฐานร่วมกับเทคนิค Think-Talk-Write ตามเกณฑ์ 75/75 ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ตามสูตร E_1/E_2 โดยพิจารณา ดังนี้

เกณฑ์ E_1 หมายถึง ค่าเฉลี่ยร้อยละ 75 ของคะแนนที่นักเรียนที่ได้จากการทำแบบใบงานและกิจกรรมกลุ่มที่แสดงถึงความสามารถในการให้เหตุผล และความสามารถในการสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาตามสภาพจริงเป็นฐานร่วมกับเทคนิค Think-Talk-Write

เกณฑ์ E_2 หมายถึง ค่าเฉลี่ยร้อยละ 75 ของคะแนนที่นักเรียนจากการทำแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผล และความสามารถในการสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาตามสภาพจริงเป็นฐานร่วมกับเทคนิค Think-Talk-Write

ขั้นตอนที่ 2 ศึกษาผลการใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาตามสภาพจริงเป็นฐานร่วมกับเทคนิค Think-Talk-Write เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผล และความสามารถในการสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

ขอบเขตการวิจัย

1. ขอบเขตด้านแหล่งข้อมูล

ประชากร ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษา ภาคเหนือ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาพิษณุโลก-อุตรดิตถ์

กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษา ภาคเหนือ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 1 ห้องเรียน ที่ได้มาจากการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยในการสุ่ม

2. ขอบเขตด้านเนื้อหา เนื้อหารายวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ค่าวัดการกระจาย ประกอบไปด้วย ค่าวัดการกระจายสัมบูรณ์ และค่าวัดการกระจายสัมพัทธ์ ตามมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560)

3. ขอบเขตด้านตัวแปร

ตัวแปรต้น คือ การเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาตามสภาพจริงเป็นฐานร่วมกับเทคนิค Think-Talk-Write

ตัวแปรตาม คือ ความสามารถในการให้เหตุผล และความสามารถในการสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์

เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้พัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน ดังนี้

1. แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผล และความสามารถในการสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาตามสภาพจริงเป็นฐานร่วมกับเทคนิค Think-Talk-Write เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผล และความสามารถในการสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

2. แบบบันทึกภาคสนาม

การพัฒนาเครื่องมือมีการเก็บรวบรวมข้อมูล ดำเนินการดังนี้

การสร้างแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผล และความสามารถในการสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาตามสภาพจริงเป็นฐานร่วมกับเทคนิค Think-Talk-Write มีขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับความสามารถในการให้เหตุผล ตัวอย่างข้อสอบ การประเมินความสามารถในการให้เหตุผล และความสามารถในการสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์

2. ศึกษาสาระการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) และนำมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดมากำหนดเป็นจุดประสงค์การเรียนรู้และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวัดผลทางการเรียนเพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผล

3. สร้างแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผล และความสามารถในการสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ จำนวน 5 ข้อ ผู้วิจัยจึงออกข้อคำถาม ทั้งหมด 10 ข้อ ให้ครอบคลุมผลการเรียนรู้ และเนื้อหาที่สอนโดยลักษณะของข้อสอบเป็นสถานการณ์ที่นำเสนอข้อมูลชุดหนึ่งและมีคำถามย่อย เพื่อให้ นักเรียนได้แสดงความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์

4. นำแบบทดสอบที่ได้ไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความถูกต้อง เพื่อปรับปรุงแก้ไข

4. ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาและเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คนแล้วนำข้อมูลมาวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Consistency: IOC) โดยใช้สูตรของโรวินेलลีและแฮมเบลตัน (Rowinelli and Hambleton) และคัดเลือกแบบทดสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง ตั้งแต่ 0.50 เป็นต้นไป (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ, 2543 : 248-249) โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

ให้คะแนน +1 เมื่อแน่ใจว่ามีความเหมาะสม

ให้คะแนน 0 เมื่อไม่แน่ใจว่ามีความเหมาะสม

ให้คะแนน -1 เมื่อแน่ใจว่าไม่มีความเหมาะสม

ซึ่งพบว่าแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผล และความสามารถในการสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นมีค่าค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.67-1.00 โดยจากข้อคำถามจำนวน 30 ข้อ มีความสอดคล้องและสามารถนำไปใช้ทั้งหมด 24 ข้อ

6. นำมาปรับปรุงและจัดทำแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผล และความสามารถในการสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เพื่อนำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 20 คน ซึ่งเคยเรียน เรื่อง ค่าวัดการกระจาย มาแล้วและนำผลมาวิเคราะห์หาคุณภาพ ดังนี้

6.1 ทำการตรวจสอบรายข้อที่เป็นการตรวจสอบจากค่าความยากและค่าอำนาจจำแนก รายข้อของข้อคำถามโดยใช้วิธีของ D.R Whitney และ D.L Sabers (อ้างอิงจาก โกวิท ประวาลพุกษ์, 2527 : 276) ในแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผล และความสามารถในการสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ ข้อคำถามที่ดีจะต้องมีความยากต้องอยู่ระหว่าง 0.2-0.8 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป ซึ่งพบว่าแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผล และความสามารถในการสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นมีค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.30-0.65 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.20-0.53 โดยมีข้อคำถามที่ผ่านเกณฑ์จำนวน 18 ข้อ

6.2 คัดเลือกข้อคำถามที่มีค่าอำนาจจำแนกดีที่สุดในแต่ละสมรรถนะของทุก ๆ สถานการณ์และครอบคลุมเนื้อหาหาค่าความเชื่อมั่นจาก D.R Whitney และ D.L Sabers (อ้างอิงจาก โกวิท ประวาลพุกษ์, 2527 : 276) ค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผล ควรจะมีค่าสูงกว่า 0.70 จึงจะถือว่าแบบทดสอบนั้นมีผลการวัดที่มีความคงที่แน่นอนเป็นที่เชื่อถือได้ ซึ่งพบว่าแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผล และความสามารถในการสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.89

7. นำแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผล ที่มีคุณภาพไปจัดพิมพ์และนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการเก็บข้อมูล

การสร้างแบบบันทึกภาคสนาม

ได้ดำเนินการสร้างแบบบันทึกภาคสนาม (Field notes) เพื่อนำมาใช้เป็นเครื่องมือในการจดบันทึกพฤติกรรมของนักเรียนขณะทำกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาตามสภาพจริงเป็นฐานร่วมกับเทคนิค Think-Talk-Write เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผล และความสามารถในการสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งแบบบันทึกภาคสนามนำมาใช้ในการเก็บข้อมูลเชิงคุณภาพที่ได้มาจากการวิเคราะห์พฤติกรรมของนักเรียน โดยมีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

1. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับการสร้างแบบบันทึกภาคสนาม
2. สร้างแบบบันทึกภาคสนามตามแบบรัตนะ บัวสนธ์ (2556 : 157) เพื่อศึกษาพฤติกรรมที่เกิดขึ้นขณะการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาตามสภาพจริงเป็นฐานร่วมกับเทคนิค Think-Talk-Write

3. กำหนดประเด็นและขอบข่ายของพฤติกรรมในการสังเกต ซึ่งเป็นพฤติกรรมที่แสดงถึงความสามารถในการให้เหตุผล และความสามารถในการสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ มีรายละเอียดดังนี้

3.1 การอธิบายการหาค่าวัดการกระจายสัมบูรณ์

- สามารถอ่านข้อมูลหรือตารางข้อมูลทางสถิติได้
- สามารถพิจารณาค่านอกเกณฑ์ข้อมูล
- สามารถบอกประเภทของข้อมูลได้
- สามารถเลือกใช้ค่าวัดการกระจายสัมบูรณ์ที่เหมาะสมกับข้อมูล
- สามารถเขียนแสดงวิธีการหาค่าวัดการกระจายได้
- สามารถเขียนสรุปผลโดยใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้

3.2 การอธิบายการหาค่าวัดการกระจายสัมพัทธ์

- สามารถอ่านข้อมูลหรือตารางข้อมูลทางสถิติได้
- สามารถบอกประเภทของข้อมูลได้
- สามารถเขียนแสดงวิธีการหาค่าวัดการกระจายสัมพัทธ์ได้
- สามารถเขียนสรุปเปรียบเทียบการกระจายของข้อมูลได้
- สามารถใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้

4. สำหรับรูปแบบของแบบบันทึกภาคสนามของงานวิจัยนี้จะแบ่งข้อมูลเป็น 2 ส่วน โดยส่วนแรกเป็นส่วนที่บ่งบอกวัน เวลา สถานที่ ช่วงเวลาและผู้ที่ทำ การเก็บรวบรวมข้อมูล ซึ่งจะเป็นข้อมูลของแผ่นแรก และในส่วนที่สองเป็นส่วนที่ทำการบันทึกภาคสนามเกี่ยวกับสาระต่าง ๆ ที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูล ในส่วนนี้จะประกอบไปด้วยเนื้อหาสาระที่สำคัญ 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนแรก เรียกว่า ส่วนบันทึกพรรณนาหรือบรรยาย (The Descriptive part of field notes) และส่วนที่สองคือ ส่วนบันทึกทบทวน (The Reflective part field notes) (รัตน์ะ บัวสนธ์, 2556 : 158-159)

5. นำแบบบันทึกภาคสนามที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบประเด็นความถูกต้อง และนำมาปรับปรุงแก้ไข

6. ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาและจัดพิมพ์แบบบันทึกภาคสนามฉบับสมบูรณ์เพื่อนำไปใช้ในการเก็บข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ทดสอบก่อนเรียน โดยให้นักเรียนทำแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผล และความสามารถในการสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ โดยนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/12 โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษา ภาคเหนือ โดยใช้เวลาการสอบ 50 นาที

2. ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาตามสภาพจริงเป็นฐานร่วมกับเทคนิค Think–Talk–Write เพื่อความสามารถในการให้เหตุผล และความสามารถในการสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้แผนการเรียนรู้ทั้งหมด 5 แผน ใช้เวลาเรียนจำนวน 10 ชั่วโมง

3. ทำการบันทึกเหตุการณ์และพฤติกรรมของนักเรียนที่เกิดขึ้นในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาตามสภาพจริงเป็นฐานร่วมกับเทคนิค Think–Talk–Write เพื่อความสามารถในการให้เหตุผล และความสามารถในการสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ด้วยแบบบันทึกภาคสนาม

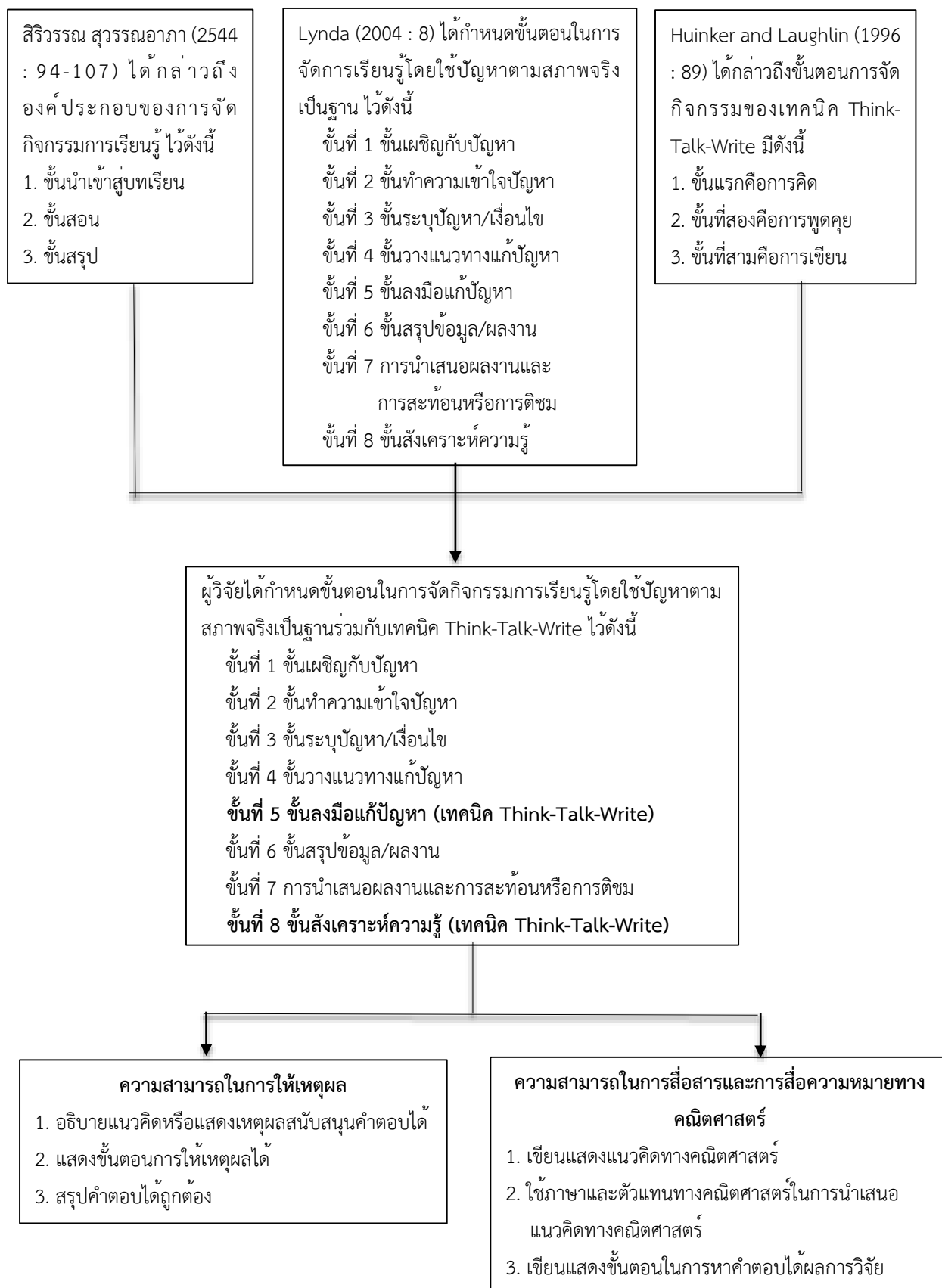
4. ทดสอบหลังเรียน โดยให้นักเรียนทำแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผล และความสามารถในการสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ จำนวน 5 ข้อ ใช้เวลา 50 นาที จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ ซึ่งแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผล และความสามารถในการสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์เป็นชุดเดียวกันที่ใช้สอบก่อนเรียน

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. นำแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผล และความสามารถในการสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เรื่อง คำวัดการกระจาย ของนักเรียนมาตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์การให้คะแนน และวิเคราะห์ข้อมูลโดยการเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการให้เหตุผล และความสามารถในการสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เรื่อง คำวัดการกระจาย ก่อนและหลังสอบ โดยทดสอบทีแบบสองกลุ่มสัมพันธ์ (Dependent samples t-test)

2. นำผลการบันทึกภาคสนามที่ได้บันทึกในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาตามสภาพจริงเป็นฐานร่วมกับเทคนิค Think–Talk–Write มาวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) หลังจากนั้นทำการวิเคราะห์เชื่อมโยงสรุปบรรยายข้อมูลที่จำแนกได้อ้างอิงไปสู่ข้อมูลทั้งหมดในเอกสารนั้น ๆ (รัตนะ บัวสนธ์, 2541 : 107)

กรอบแนวคิดในการวิจัย



แผนภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

ผลการวิจัย

ตอนที่ 1 ผลการสร้างและประเมินประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาตามสภาพจริงเป็นฐานร่วมกับเทคนิค Think-Talk-Write เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผล และความสามารถในการสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75

1. ผลการสร้างกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาตามสภาพจริงเป็นฐานร่วมกับเทคนิค Think-Talk-Write เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผล และความสามารถในการสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยมีขั้นตอนในการจัดกิจกรรม 8 ขั้นตอน ซึ่งในแต่ละขั้นตอนมีรายละเอียดดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นเผชิญกับปัญหา ผู้สอนสร้างสถานการณ์ต่าง ๆ เพื่อกระตุ้นผู้เรียนโดยการยกตัวอย่างสถานการณ์หรือถามคำถามที่ให้คิดต่อเพื่อให้ผู้เรียนเกิดความสนใจและมองเห็นปัญหา จากนั้นผู้สอนจะนำเสนอสถานการณ์ปัญหาตามจุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหาที่นักเรียนต้องศึกษา โดยปัญหาที่จะนำมาเสนอต่อผู้เรียนนั้นมีเนื้อหาจากง่ายไปยากตามลำดับ

ขั้นที่ 2 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา ขั้นนี้ผู้สอนจะแบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็นกลุ่มละ 4-5 คนกำหนดกลุ่มให้นักเรียนโดยการคละนักเรียนระดับเก่ง ปานกลาง และอ่อน จากนั้นผู้สอนกระตุ้นผู้เรียนด้วยคำถามหรือการเสริมแรงเพื่อให้ผู้เรียนทำความเข้าใจกับปัญหา

ขั้นที่ 3 ขั้นระบุปัญหา/เงื่อนไข ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหาเพื่อให้ให้นักเรียนระบุได้ว่าปัญหาคืออะไร และวิเคราะห์เงื่อนไขหรือข้อจำกัดของสถานการณ์ปัญหา ซึ่งจะนำไปสู่แนวทางหรือวิธีการในการแก้ปัญหาในขั้นตอนถัดไป

ขั้นที่ 4 ขั้นวางแผนแนวทางแก้ปัญหา สมาชิกแต่ละกลุ่มช่วยกันวางแผนทางการศึกษาค้นคว้า ทำความเข้าใจเนื้อหาความรู้ เพื่อนำมาประกอบการแก้ปัญหาภายในกลุ่มตนเอง

ขั้นที่ 5 ขั้นลงมือแก้ปัญหา ผู้เรียนจะได้เรียนรู้ผ่านกระบวนการของเทคนิค Think-Talk-Write โดยขั้นการคิด ผู้เรียนจะต้องคิดว่าจะใช้แนวคิดหรือทฤษฎีที่เกี่ยวข้องใดบ้างมาใช้ประกอบการแก้ปัญหา ขั้นการพูด ผู้เรียนจะได้พูดคุยแลกเปลี่ยนแนวคิดกันภายในเพื่อนกลุ่ม โดยใช้ภาษาที่นักเรียนเข้าใจกันเอง และขั้นการเขียน ผู้เรียนต้องบันทึกขั้นตอนการแก้ปัญหาและผลการแก้ปัญหาที่ได้ เพื่อเป็นการแสดงเหตุผลที่ได้จากการอภิปราย

ขั้นที่ 6 ขั้นสรุปข้อมูล/ผลงาน สมาชิกแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายสรุปผลของกลุ่มตนเองและประเมินผลงานว่าข้อมูลที่ศึกษาค้นคว้ามีความเหมาะสมหรือไม่เพียงใด

ขั้นที่ 7 ชี้นำเสนอผลงานและการสะท้อนหรือการติชม แต่ละกลุ่มนำผลสรุปหรือองค์ความรู้ที่ได้ในขั้นที่ 6 มานำเสนอต่อเพื่อนกลุ่มอื่นและครู โดยครูผู้สอนจะประเมินผลการเรียนรู้จากการดำเนินงานของผู้เรียนตามสภาพจริง

ขั้นที่ 8 ขั้นสังเคราะห์ความรู้ ผู้เรียนแต่ละคนสังเคราะห์ความรู้ที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าผ่านกระบวนการของเทคนิค Think-Talk-Write โดยขั้นการคิด ผู้เรียนแต่ละคนต้องสังเคราะห์ความรู้ที่ได้จากการเรียนรู้ด้วยตนเอง ขั้นการพูด มีการอภิปรายกันภายในกลุ่มเพื่อหาข้อสรุป ทบทวน และตรวจสอบความถูกต้องโดยมีครูผู้สอนดูแลความถูกต้อง และขั้นการเขียน ผู้เรียนต้องจัดบันทึกสรุปองค์ความรู้ที่ได้ พร้อมทั้งบอกแนวทางการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ที่พบเจอในชีวิตประจำวัน

2. ผลการประเมินประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาตามสภาพจริงเป็นฐานร่วมกับเทคนิค Think-Talk-Write เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผล และความสามารถในการสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยผู้เชี่ยวชาญ 3 คน

2.1 ผลการตรวจสอบความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้และแผนประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาตามสภาพจริงเป็นฐานร่วมกับเทคนิค Think-Talk-Write เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผล และความสามารถในการสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 พบว่า ความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้และแผนประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาตามสภาพจริงเป็นฐานร่วมกับเทคนิค Think-Talk-Write ตามความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ 3 คน โดยภาพรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x} = 4.85$, S.D. = 0.24) และ ($\bar{x} = 4.63$, S.D. = 0.58) ตามลำดับ

3. ผลการประเมินประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาตามสภาพจริงเป็นฐานร่วมกับเทคนิค Think-Talk-Write เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผล และความสามารถในการสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ตามเกณฑ์ 75/75

ตาราง 1 แสดงผลการประเมินประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาตามสภาพจริงเป็นฐานร่วมกับเทคนิค Think-Talk-Write เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผล และความสามารถในการสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ตามเกณฑ์ 75/75

รายการประเมิน	ร้อยละของค่าเฉลี่ยของคะแนน ในการทำกิจกรรม (E ₁)					ร้อยละของ เฉลี่ยของ คะแนนสอบ (E ₂)
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	
	1	2	3	4	5	
สามารถในการให้เหตุผล	76.85	75.93	76.85	75.93	75.00	76.85
ความสามารถในการสื่อสารและการสื่อ ความหมาย	76.85	81.48	76.85	75.93	75.00	77.78
ทดสอบหลังเรียน	-					77.31
รวมเฉลี่ย E ₁ / E ₂ = 76.67/77.31						

จากตาราง 1 พบว่า ประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาตามสภาพจริงเป็นฐานร่วมกับเทคนิค Think-Talk-Write เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผล และความสามารถในการสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยภาพรวมมีประสิทธิภาพเท่ากับ 76.67/77.31 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 75/75

ตอนที่ 2 ผลการใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาตามสภาพจริงเป็นฐานร่วมกับเทคนิค Think-Talk-Write เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผล และความสามารถในการสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

1. ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลก่อนเรียนและหลังเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาตามสภาพจริงเป็นฐานร่วมกับเทคนิค Think-Talk-Write เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผล และความสามารถในการสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

ตาราง 2 แสดงผลการเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลก่อนเรียนและหลังเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาตามสภาพจริงเป็นฐานร่วมกับเทคนิค Think-Talk-Write เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผล และความสามารถในการสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

การทดสอบ	N	คะแนนเต็ม	$\bar{x}$	S.D.	t	Sig.(1-tailed)
ก่อนเรียน	33	60	29.09	2.75	40.73**	0.0000
หลังเรียน	33	60	45.36	4.06		

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 2 พบว่า ความสามารถในการให้เหตุผลก่อนเรียนและหลังเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาตามสภาพจริงเป็นฐานร่วมกับเทคนิค Think-Talk-Write ของนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ย 29.09 คะแนน และ 45.36 คะแนน ตามลำดับ และเมื่อเปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่า คะแนนสอบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติอยู่ที่ระดับ 0.01

2. ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาตามสภาพจริงเป็นฐานร่วมกับเทคนิค Think-Talk-Write เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผล และความสามารถในการสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

ตาราง 3 แสดงผลการเปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาตามสภาพจริงเป็นฐานร่วมกับเทคนิค Think-Talk-Write เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผล และความสามารถในการสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

การทดสอบ	N	คะแนนเต็ม	$\bar{x}$	S.D.	t	Sig.(1-tailed)
ก่อนเรียน	33	60	28.42	2.66	60.42**	0.0000
หลังเรียน		60	45.21	3.08		

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 3 พบว่า ความสามารถในการสื่อสารและการสื่อความหมายก่อนเรียนและหลังเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาตามสภาพจริงเป็นฐานร่วมกับเทคนิค Think-Talk-Write ของนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ย 28.42 คะแนน และ 45.21 คะแนน ตามลำดับ และเมื่อเปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่า คะแนนสอบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติอยู่ที่ระดับ 0.01

3. ผลการศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาตามสภาพจริงเป็นฐานร่วมกับเทคนิค Think-Talk-Write เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

การศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาตามสภาพจริงเป็นฐานร่วมกับเทคนิค Think-Talk-Write ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นนั้นผู้วิจัยได้ทำการบันทึกความสามารถในการให้เหตุผล และความสามารถในการสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่พบระหว่างจัดกิจกรรมการเรียนรู้ลงในแบบบันทึกภาคสนามและนำข้อมูลที่บันทึกไว้มารวบรวมวิเคราะห์ ศึกษา เพื่อศึกษาผลว่ากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาตามสภาพจริงเป็นฐานร่วมกับเทคนิค Think-Talk-Write ช่วยส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผล และความสามารถในการสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหรือไม่อย่างไร พบว่า ในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้นี้นักเรียนแสดงออกถึงความสามารถในการให้เหตุผล และความสามารถในการสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ออกมาได้ในทุก ๆ ขั้นตอนของการจัดกิจกรรม โดยเริ่มจากการเผชิญหน้ากับปัญหาที่พบได้ในชีวิตจริงซึ่งทำให้นักเรียนสนใจ รู้สึกสนุก และมีกำลังใจในการเรียน จากนั้นครูทำการแบ่งกลุ่มแบบคละความสามารถ กลุ่มละ 4-5 คน เพื่อให้นักเรียนได้ทำงานไปพร้อมกับเพื่อน ได้ช่วยเหลือกัน รับผิดชอบร่วมกัน ในระหว่างทำกิจกรรมกลุ่มสมาชิกเกิดการอภิปรายระดมความคิดและวิเคราะห์ปัญหากัน เพื่อทำความเข้าใจปัญหา ระบุนิยาม วางแนวทางแก้ปัญห และลงมือแก้ปัญห โดยการเขียนแสดงวิธีทำที่ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ จากนั้นเขียนสรุปคำตอบที่ได้โดยใช้ภาษา และสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง จากนั้นให้นักเรียนทุกกลุ่มได้มีโอกาสในการนำเสนอผลงานของตนเอง เพื่อเป็นการตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน เมื่อจบการนำเสนอผลงานแล้วนักเรียนจะต้องสังเคราะห์ความรู้ที่ได้จากการทำกิจกรรมทุกครั้ง โดยในแต่ละขั้นตอนนั้นมีครูเป็นผู้สนับสนุนและถามคำถามเพื่อแนะแนวทางให้นักเรียนเท่านั้น

อภิปรายผลการวิจัย

1. การสร้างและการประเมินประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาตามสภาพจริงเป็นฐานร่วมกับเทคนิค Think-Talk-Write เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผล และความสามารถในการสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75

ผลการประเมินประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาตามสภาพจริงเป็นฐานร่วมกับเทคนิค Think-Talk-Write เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผล และความสามารถในการสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น โดยผ่านการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน พบว่า ความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยภาพรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด โดยมีขั้นตอนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 8 ขั้นตอน ซึ่งสังเคราะห์ขั้นตอนตามแนวคิดของ Lynda (2004 : 25) และ Huinker and Laughlin (1996 : 89) โดยเป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่กระตุ้นการเรียนรู้ของนักเรียนจากการนำเสนอสถานการณ์ที่พบเจอในชีวิตจริงมาสร้างเป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ แล้วให้นักเรียนเผชิญกับปัญหาและทำงานเป็นกลุ่ม ฝึกการคิดแก้ปัญหา การให้เหตุผล การพูดหรืออภิปรายแนวคิดทางคณิตศาสตร์พร้อมเหตุผลสนับสนุนแนวคิดของตนเอง รับฟังแนวคิดและเหตุผลของสมาชิกในกลุ่ม ทำให้นักเรียนเป็นคนมีเหตุผลและเปิดรับความคิดเห็นของผู้อื่น และฝึกใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์โดยการจดบันทึก ซึ่งสอดคล้องกับสำนักงานวิชาการ (2553 : 58) ที่กล่าวว่า กิจกรรมการเรียนรู้ที่ดีควรคำนึงลำดับขั้นตอนในการทำกิจกรรม จุดประสงค์ของการเรียนรู้ ความสนใจและความสนใจของผู้เรียน ให้ผู้เรียนเป็นผู้ลงมือทำกิจกรรม ส่งเสริมกระบวนการคิด และเมื่อจัดกิจกรรมแล้วจะต้องประเมินผลได้ ซึ่งผู้วิจัยได้ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาตามสภาพจริงเป็นฐานร่วมกับเทคนิค Think-Talk-Write เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผล และความสามารถในการสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 และสร้างแผนประกอบการเรียนรู้ 5 แผน โดยให้ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้ และนำกิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นไปใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 3 คน เพื่อปรับปรุงแก้ไขด้านเนื้อหา ภาษา และเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรม และนำไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 9 คน เพื่อหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ทำให้ได้กิจกรรมการเรียนรู้ที่มีคุณภาพเป็นไปตามที่ต้องการ ซึ่งกิจกรรมการเรียนรู้มีประสิทธิภาพเท่ากับ 76.67/77.31 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 75/75

2. ผลการใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาตามสภาพจริงเป็นฐานร่วมกับเทคนิค Think-Talk-Write เพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผล และความสามารถในการสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผล และความสามารถในการสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาตามสภาพจริงเป็นฐานร่วมกับเทคนิค Think-Talk-Write มีความสามารถในการให้เหตุผล และความสามารถในการสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทั้งนี้เนื่องจากเป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่ช่วยให้นักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผล และความสามารถในการสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์มากขึ้น จากการนำสถานการณ์ในชีวิตจริงที่เป็นกระแสมาส์สร้างเป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์ ทำให้นักเรียนสามารถประยุกต์ความรู้ทางคณิตศาสตร์เข้ากับชีวิตจริงได้ โดยการแก้ปัญหาที่นั้นจากการทำงานกลุ่ม ซึ่งระหว่างทำงานกลุ่มสมาชิกทุกคนมีโอกาสนำเสนอแนวทางแก้ปัญหาของตนโดยจะต้องระบุเหตุผลสนับสนุนแนวคิดของตนเองได้ จากนั้นสมาชิกในกลุ่มร่วมกันลงความเห็นว่าจะใช้แนวทางใดในการแก้ปัญหา ทำให้นักเรียนได้พัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ไปพร้อมกัน ซึ่งสอดคล้องกับสภาครุคณิตศาสตร์แห่งชาติสหรัฐอเมริกา (NCTM, 1989 : 26) ที่กล่าวว่า การส่งเสริมความสามารถการสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ควรจัดกิจกรรมที่ให้นักเรียนมีส่วนร่วมอย่างเต็มที่ในการพูด การอภิปราย ให้นักเรียนมีโอกาสปฏิสัมพันธ์ต่อกัน มีโอกาสชี้แจงแนวคิด อธิบายเหตุผลและชวนเชื่อให้บุคคลเห็นด้วยกับแนวคิดของตนเอง ซึ่งสอดคล้องกับสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2547 : 19) ที่กล่าวว่า การส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผล ครูควรถามคำถามกระตุ้นให้นักเรียนให้คิดเพื่อตอบสนองและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นต่อสิ่งที่ถูกถาม เช่น ทำไมนักเรียนถึงคิดเช่นนั้น นักเรียนได้ข้อสรุปนั้นมาได้อย่างไร นักเรียนคิดว่าที่เพื่อนอธิบายนั้นสมเหตุสมผลหรือไม่ อันจะนำมาซึ่งการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลของนักเรียน และสอดคล้องกับ อัมพร ม้าคะนอง (2553 : 50) ที่กล่าวว่า ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนจะพัฒนาขึ้น เมื่อครูให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเองทั้งในบริบททางคณิตศาสตร์และบริบทอื่น ๆ ซึ่งสอดคล้องกับ Lynda (2004 : 13-15) ที่กล่าวว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาตามสภาพจริงเป็นฐาน เป็นการจัดการเรียนการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยให้ผู้เรียนเข้าไปเผชิญกับปัญหาเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นจริงในสังคมและชีวิต เป็นปัญหาที่เร้าความสนใจของผู้เรียนและร่วมกันศึกษาความรู้ แสวงหาความรู้ ข้อมูล และวิธีการต่าง ๆ เพื่อที่จะแก้ปัญหาและสอดคล้องกับแนวคิดของ Wood (2012 : 135-144) ที่กล่าวว่า ลักษณะเด่นของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาตามสภาพจริงเป็นฐานนั้น นักเรียนจะได้เรียนรู้จากปัญหาในสภาพจริง เน้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง การเรียนรู้เป็นกลุ่ม ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ อรจิรา พลราช (2563) ที่ได้พัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง

สมการและการแก้สมการ พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหานักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้อาจเป็นเพราะการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ปัญหาในห้องเรียนโดยมีครูผู้สอนเป็นตัวกระตุ้น ทำให้ผู้เรียนได้ออกความคิดเห็น ระดมสมอง พร้อมทั้งใช้ความรู้เดิมทักษะต่าง ๆ ความสามารถของผู้เรียนช่วยกันแก้ไขปัญหามาเพื่อหาคำตอบที่ดีที่สุด แล้วเกิดการแลกเปลี่ยนความรู้จากกระบวนการแก้ปัญหาย่างแท้จริง และสอดคล้องกับงานวิจัยพรชนก จันทิมา (2559 : 149) ได้ศึกษาการจัดการเรียนรู้ตามสภาพจริง เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ พบว่าความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้ตามสภาพจริงสูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .01 เพราะการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามสภาพจริง มุ่งที่จะสนับสนุนให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง เรียนรู้จากง่ายไปยาก ใช้วิธีการเขียนแผนภาพ การสร้างตาราง การใช้สถานการณ์จริงการจำลองสถานการณ์ การจัดกิจกรรมแบบกลุ่มย่อย และการประเมินผลตามสภาพจริง ส่งผลให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้และสร้างความรู้ได้ด้วยตนเอง ได้ฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหา ฝึกการทำงานเป็นกลุ่ม และการนำเสนอและสอดคล้องกับงานวิจัยของวราพรพรณ สุขมาก (2560 : 147) ที่ได้พัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาตามสภาพจริงเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ พบว่า นักเรียนมีความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณดีขึ้นจากเดิม เนื่องจากการทำงานเป็นกลุ่มช่วยฝึกให้นักเรียนพยายามที่จะใช้เหตุผลในการตัดสินใจ และสร้างข้อสรุปได้อย่างสมเหตุสมผลและยังเปิดใจยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่นอีกด้วย ซึ่งสอดคล้องกับ Khammanee (2016) ที่กล่าวว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ควรแบ่งกลุ่มนักเรียนเป็น 4-5 คน ที่ประกอบไปด้วยนักเรียนระดับเก่ง ปานกลาง และอ่อน เพื่อให้สมาชิกช่วยเหลือซึ่งกันและกัน มีความรับผิดชอบร่วมกัน เพื่อให้สมาชิกทุกคนได้มีโอกาสแสดงความคิดเห็นและได้รับความสำเร็จร่วมกัน และสอดคล้องกับ Mumme & Shepherd (1993 : 9-11) ที่กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้กลุ่มให้นักเรียนช่วยเหลือกัน ปิดโอกาสให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนแนวคิดกันภายในกลุ่มนั้นเป็นการส่งเสริมความสามารถในการสื่อสารโดยตรง ซึ่งสอดคล้องกับสิริพร ทิพย์คง (2545 : 100) ที่กล่าวว่า การสื่อสารทางคณิตศาสตร์จะมีประสิทธิภาพก็ต่อเมื่อครูจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงและได้แสดงความคิดเห็นของตนเองโดยผู้สอนเป็นเพียงผู้ชี้แนะเท่านั้นและสอดคล้องกับอัมพร ม้าคะนอง (2547 : 98) ที่กล่าวว่า การสื่อสารทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถในการใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการเพื่อสื่อความหมาย อธิบายขั้นตอนการทำงาน การแสดงเหตุผลเพื่อสนับสนุนข้อสรุปที่ได้ผ่านภาษาพูดหรือภาษาเขียน ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Dila (2012 : Online) ที่กล่าวว่า เทคนิค Think-Talk-Write จะช่วยส่งเสริมพัฒนาการพูดและการเขียนบนพื้นฐานของการเข้าใจในการเรียน และเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนคิดก่อนที่จะพูด แล้วสามารถเขียนข้อสรุปออกมาได้ และสอดคล้องกับแนวคิดของ Huinker and Laughlin (1996 : 81-88) ที่กล่าวว่า การทำกิจกรรมของเทคนิค Think-Talk-Write นั้นนักเรียนจะได้ฝึกการคิดด้วยตนเองในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง และจัดให้นักเรียนแต่ละคนมีโอกาสในการอธิบายแนวคิดของตนเองทำให้นักเรียนสังเคราะห์

ความรู้เป็นของตนเองได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของมนต์วลี สิทธิประเสริฐ (2560 : 419) ที่ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ร่วมกับเทคนิค Think-Talk-Write ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่า หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนสูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ เนื่องจากเป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่จัดให้นักเรียนได้พูดคุยแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกัน และสอดคล้องกับงานวิจัยของสิริกาญจน์ สมกล้า (2561 : 294-304) พบว่าความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนอยู่ในระดับดีและดีมาก เนื่องจากเทคนิค Think-Talk-Write ทำให้นักเรียนสามารถตอบคำถามหรือแสดงวิธีทำได้อย่างชัดเจน สมบูรณ์ และให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจได้ถูกต้อง เนื่องจากมีการจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้คาดเดา ค้นพบ การสังเกตสมบัติของรูปเรขาคณิต และยังสอดคล้องกับผลงานวิจัยของเดช พลเดช และจินตวีร์ คล้ายสังข์ (2563 : 45-57) ที่พัฒนารูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think-Talk-Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย พบว่า ความสามารถทางการสื่อสารของนักเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอยู่ในระดับดี และค่าเฉลี่ยของคะแนนก่อนและหลังการเรียนรู้ เนื่องจากมีการจัดการเรียนรู้เป็นกลุ่ม ให้ผู้เรียนได้มีโอกาสดูแลเปลี่ยนความคิดเห็นกัน และหาข้อสรุปของปัญหา

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาตามสภาพจริงเป็นฐานร่วมกับเทคนิค Think-Talk-Write ผู้สอนต้องเลือกสถานการณ์ปัญหาได้เหมาะสมและตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้ แบ่งกลุ่มนักเรียนแบบคละความสามารถระดับเก่ง ปานกลาง และอ่อน เพื่อให้นักเรียนได้ช่วยเหลือกัน คอยให้คำแนะนำและกระตุ้นการเรียนรู้ของนักเรียนตลอดการทำกิจกรรม เนื่องจากนักเรียนอาจมีข้อสงสัยหรือหาข้อสรุปไม่ได้ จึงจำเป็นต้องมีครูชี้แนะแนวทางที่นำไปสู่คำตอบที่ถูกต้อง ควรให้นักเรียนได้มีโอกาสนำเสนอผลงาน เพื่อให้นักเรียนได้ประเมินความรู้ความเข้าใจของตนเอง และเพื่อให้ครูได้ประเมินความสามารถของนักเรียนหลังทำกิจกรรมพร้อมมีการสะท้อนและติชมผลงาน

2. ข้อเสนอแนะในครั้งต่อไป

กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาตามสภาพจริงเป็นฐานร่วมกับเทคนิค Think-Talk-Write เป็นกิจกรรมที่พัฒนาทักษะการแก้ปัญหา การให้เหตุผล โดยตรงผ่านสถานการณ์ที่นักเรียนสามารถพบได้ในชีวิตจริง สำหรับงานวิจัยในครั้งต่อไปผู้วิจัยเสนอให้นำกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาตามสภาพจริงเป็นฐาน

ร่วมกับเทคนิค Think-Talk-Write ไปใช้ในการเรียนการสอน เรื่อง ตรรกศาสตร์ เนื่องจากเป็นเนื้อหาที่ต้องใช้ความเป็นเหตุเป็นผลบนพื้นฐานของความจริง

เอกสารอ้างอิง

- ชิดกมล ตองอ่อน และดวงหทัย กาศวิบูลย์. (2563). การศึกษาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ที่ใช้การเรียนรู้ที่เน้นปัญหาเป็นฐาน. วารสารศิลปการศึกษาศาสตร์วิจัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 13 (1), 24-41.
- เดช พลเดช และจินตวีร์ คล้ายสังข์. (2563). การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ในบริบทการเรียนรู้แบบมีปฏิสัมพันธ์ด้วยวิธีการอภิปรายร่วมกับเทคนิค Think-Talk-Write เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย. วารสารสารสนเทศและการเรียนรู้. 31 (2), 45-57.
- ทิตินา แคมมณี. (2559). ศาสตร์การสอนองค์ความรู้ เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ (พิมพ์ครั้งที่ 20). กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2554). การวิจัยเบื้องต้น. (พิมพ์ครั้งที่ 9). กรุงเทพมหานคร: บริษัท. สุวีริยาสาส์น จำกัด.
- พรชนก จันทิมา. (2559). การจัดการเรียนรู้ตามสภาพจริง เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา คณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3. กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- มนต์วลี สิทธิประเสริฐ. (2560). ผลการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ร่วมกับเทคนิค Think-Talk-Write ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. ปริญญาโท. กศ. ม. (วิทยาการทางการศึกษาและการจัดการเรียนรู้). บัณฑิตวิทยาลัย: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- รัตนะ บัวสนธ์. (2551). การวิจัยและพัฒนานวัตกรรมการศึกษา. พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2534). เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา. (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพมหานคร: สุริยสาส์น.
- วราพรรณ สุกมาก. (2560). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาตามสภาพจริงเป็นฐานเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอันล้ำค่า สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546). การจัดสาระการเรียนรู้. กลุ่มวิทยาศาสตร์ หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน. กรุงเทพมหานคร: สถาบันส่งเสริมการสอน.

- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2547 ก). *การให้เหตุผลในวิชาคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษาตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544*. กรุงเทพมหานคร: เอส. พี. เอ็น. การพิมพ์.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555 ก). *การวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์*. กรุงเทพมหานคร: ซีเอ็ดยูเคชั่น.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2560). *การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มคณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง 2560) ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพมหานคร: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2560). *สรุปผลการวิจัยโครงการ TIMSS 2015*. กรุงเทพมหานคร: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2564). *ผลการประเมิน PISA 2018 การอ่าน คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพมหานคร: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา. (2553). *ชุดฝึกอบรมการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- สิริกาญจน์ สมกล้า. (2561). ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค Think-Talk-Write ร่วมกับโมเดล Phases-Methods Combinations ที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผล ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง วงกลม. *วารสารศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยนเรศวร*. 22 (4), 294-304.
- สิริพร ทิพย์คง. (2545). *หลักสูตรและการสอนคณิตศาสตร์*. กรุงเทพมหานคร: บริษัท พัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.) จำกัด.
- สิริวรรณ สุวรรณอาภา. (2544). *เอกสารการสอนชุดวิชาการระบบการเรียนการสอน Learning teaching system*. (พิมพ์ครั้งที่ 14). นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- อัมพร ม้าคนอง. (2547). *การพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในประมวลบทความหลักการและแนวทางการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์*. กรุงเทพมหานคร: บพิธการพิมพ์.
- อัมพร ม้าคนอง. (2553). *ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์: การพัฒนาเพื่อพัฒนาการ*. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- Dila, D.O. (2012). *Think-talk-write strategies*. from <http://syahputri90dila.blogspot.com> 2012 /01/ metode-pembelajaran-bahasa-inggris_12.html.
- Huinker D. & Laughlin C. (1996). *Communication in mathematics K-12 and beyond*. United States: National Council of Teachers of Mathematics.
- Lynda W.K.N. (2004). *Jump start authentic problem-based learning*. N.P.: Pearson Education Asia.
- Mumme, J. and Shepherd, N. (1993). *Communication in mathematics in implementing the K-8 curriculum and evaluation standard*. Reston, VA: NCTM.
- National Council of Teacher of Mathematics. (1989). *Curriculum and evaluation standards for school mathematics*. Reston, Virginia: NCTM.
- National Council of Teachers of Mathematics. (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Virginia: National Council of Teacher of Mathematics.
- Whitney, D.R. and Sabers, D.L. (1970). "Improving Essay Examination III. Use of Item Analysis", Technical Bulletin 11. Mimeographed. University Evaluation and Examination Service.
- Woods, D.R. (2012). *PBL: An evaluation of the effectiveness of authentic problem-based learning (aPBL)*. Chemical Engineering Education, 46 (2), 135-144.