

ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนมโนทัศน์ร่วมกับเทคนิค Think Write Pair Share ที่มีต่อมโนทัศน์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

THE EFFECTS OF CONCEPT ATTAINMENT MODEL WITH THINK WRITE PAIR SHARE TECHNIQUE ON MATHEMATICAL CONCEPT AND REASONING ABILITY OF MATHAYOMSUKSA II STUDENTS

ดุษฎี คุณากุลวิศาล* เวชฤทธิ์ อังคนะภัทรขจร และผลาดร สุวรรณโพธิ์
Dujjit Kunakoonwisan*, Vetcharit Angganapattarakajorn, and Paladorn Suwannapho
E-mail: dujgit@panatp.ac.th, vetcharit@buu.av.th, and paladorn@buu.ac.th

Received: April 9, 2022

Revised: April 26, 2022

Accepted: May 24, 2022

ABSTRACT

A study of the effects of Concept Attainment model with Think Write Pair Share technique on mathematical concept and reasoning ability of Mathayomsuksa II students, the authors used the One – shot case study design research model, which randomly selects a single sample group. The authors used the selected sample group with Concept Attainment model with Think Write Pair Share technique. The raw data was analyzed into an average score then using the analyzed average score to answer the research hypothesis. The sample was 45 Mathayomsuksa 2/4 students who were studying basic mathematics subject in second semester of 2021 school year at Phanatpittayakarn School. They were selected by cluster random sampling. The research instruments used in this research consisted of six lesson plans using Concept Attainment model with Think Write Pair Share technique on Congruence with the suitability of the average learning lesson plan of 4.79 and standard deviation of 0.30. Mathematical concept test six items on Congruence with Index of Item-Objective Congruence is between 0.80-1.00, Difficulty is between 0.45-0.65, Discrimination is between 0.37-0.65 and reliability of 0.72. Mathematical reasoning ability test six items on Congruence with Index of Item-Objective Congruence is between 0.80-1.00, Difficulty is between 0.53-0.72, Discrimination is between 0.37-0.65 and reliability of 0.78. Statistics used for analyzing the data collection were mean, percentage, standard deviation, and t-test for one sample. Research results found that Mathematical concept on Congruence after using Concept Attainment model with Think Write Pair Share technique is higher than the criterion of 70 percent at .05 level of significance and Mathematical reasoning ability on Congruence after using Concept Attainment model with Think Write Pair Share technique is higher than the criterion of 70 percent at .05 level of significance.

Keywords: Concept Attainment model; Think Write Pair Share technique; Mathematical concept; Mathematical reasoning ability

*Corresponding author E-mail: dujgit@panatp.ac.th
สาขาการสอนคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา จ.ชลบุรี 20131
Mathematics Education, Faculty of Education, Burapha University,
Chonburi 20131 Thailand

บทคัดย่อ

จากการศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนมนทัศน์ร่วมกับเทคนิค Think Write Pair Share ที่มีต่อ มโนทัศน์และความสามารถในการให้เหตุผล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผู้วิจัยใช้แบบแผนการศึกษาค้นคว้าแบบวิจัยเชิง กึ่งทดลองที่มีการวัดผลหลังทดลองครั้งเดียว ซึ่งเป็นแบบแผนการวิจัยที่สุ่มกลุ่มตัวอย่างมาทดลองให้เป็นกลุ่มทดลอง แล้วนำ กลุ่มตัวอย่างมาทำการทดลองโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนมนทัศน์ร่วมกับเทคนิค Think Write Pair Share จากนั้นทำ การทดสอบเพื่อหาค่าคะแนนเฉลี่ย แล้วนำมาทดสอบสมมติฐาน โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/4 ที่เรียนใน รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 โรงเรียนพนัสพิทยาคาร จำนวน 45 คนซึ่งได้มาจากวิธีการ สุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ความเท่ากันทุกประการ จำนวน 6 แผน ซึ่งมีค่าความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้เฉลี่ยเท่ากับ 4.79 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.30 แบบทดสอบวัด มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความเท่ากันทุกประการ จำนวน 6 ข้อ ซึ่งมีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ 0.80-1.00 ค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.45-0.65 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.37-0.65 และค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.72 และแบบทดสอบวัด ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความเท่ากันทุกประการ จำนวน 6 ข้อ ซึ่งมีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ 0.80-1.00 ค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.53-0.72 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.37-0.65 และค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.78 สถิติที่ ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและการทดสอบที (t-test for one sample) ผลการวิจัย พบว่ามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความเท่ากันทุกประการ หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียน การสอนมนทัศน์ร่วมกับเทคนิค Think Write Pair Share สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความเท่ากันทุกประการหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียน การสอนมนทัศน์ร่วมกับเทคนิค Think Write Pair Share สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คำสำคัญ: รูปแบบการเรียนการสอนมนทัศน์; เทคนิค Think Write Pair Share; มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์; ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

1. บทนำ

มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เป็นพื้นฐานสำคัญสำหรับการเรียนรู้คณิตศาสตร์และการนำความรู้คณิตศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหาหรือ ใช้งาน นักเรียนที่มีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ดี มักเรียนรู้และแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ดี รวมทั้งมีพื้นฐานที่จะเชื่อมโยงและคิด เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ในระดับสูงขึ้นไปได้อีกด้วย (Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology [IPST], 2012, p. 61) และทักษะการให้เหตุผล ถือเป็นทักษะที่มีความสำคัญต่อการพัฒนานักเรียน เนื่องจากการให้เหตุผลส่งเสริม ให้นักเรียนรู้จักคิดอย่างมีเหตุผล คิดอย่างเป็นระบบ สามารถวิเคราะห์ปัญหาและสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ สามารถ คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ และแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม (IPST, 2012, p. 39) จะเห็นได้ว่ามโนทัศน์ทาง คณิตศาสตร์และทักษะการให้เหตุผลมีความสำคัญต่อการเรียนรู้คณิตศาสตร์ แต่จากผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินี้ พื้นฐาน (O-NET) ปีการศึกษา 2562 รายวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนพนัสพิทยาคาร จังหวัดชลบุรี พบว่ามีคะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ 40.20 คะแนน เมื่อนำมาจำแนกคะแนนเฉลี่ยตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 สาระที่ 3 เรขาคณิต มาตรฐานการเรียนรู้ ค 3.2 ใช้การนึกภาพ (Visualization) ใช้เหตุผลเกี่ยวกับปริภูมิ (Spatial Reasoning) และใช้แบบจำลองทางเรขาคณิต (Geometric model) ในการแก้ปัญหา (Ministry of Education, 2008, p. 78) พบว่า มีคะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ 19.36 คะแนน (Phanatpittayakarn School, 2020, p. 4) ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์ที่ยุทธศาสตร์ในการพัฒนา การศึกษาได้กำหนดไว้ คือ ร้อยละ 50 สะท้อนให้เห็นถึงปัญหาด้านความรู้และความคิดรวบยอดเกี่ยวกับเรขาคณิต เมื่อศึกษา งานวิจัยของ Angganapattarakajorn (2012, p. 185) ที่ได้ทำการสังเคราะห์งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชา คณิตศาสตร์ ทำให้ทราบว่า นักเรียนในช่วงชั้นที่ 3 มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางคณิตศาสตร์ในสาระที่ 3 เรขาคณิต โดยนักเรียนมีความคลาดเคลื่อนทั้งด้านการตีความจากโจทย์ การใช้ทฤษฎีบท กฎ สูตร นิยาม และสมบัติ การคิดคำนวณ และการ ตรวจสอบการแก้ปัญหา สำหรับเนื้อหา เรื่อง ความเท่ากันทุกประการ จัดเป็นเนื้อหาหนึ่งในสาระเรขาคณิตที่มีการใช้สมบัติต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ ตามที่ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตาม หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้กำหนดตัวชี้วัดในสาระที่ 2 มาตรฐาน ค 2.2 ชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 2 เรื่อง ความเท่ากันทุกประการไว้ว่า เข้าใจและใช้สมบัติของรูปสามเหลี่ยมที่เท่ากันทุกประการในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

และปัญหาในชีวิตจริง (Ministry of Education, 2017, p. 26) ซึ่งการใช้สมบัติต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ต้องอาศัยโน้ตสโน้ตในการทำความเข้าใจ จึงมีนักเรียนไม่น้อยที่มีอุปสรรคในการทำโจทย์เกี่ยวกับโน้ตสโน้ต ทำให้เกิดเป็นมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ซึ่งสอดคล้องกับ Chamnankit (2001, pp. 81-82) ที่ได้ศึกษาเกี่ยวกับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน เรื่อง ความเท่ากันทุกประการ พบว่า นักเรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับความเท่ากันทุกประการแบบ ด้าน-มุม-ด้าน ของรูปสามเหลี่ยม คือ นักเรียนไม่เข้าใจว่ามุมหนึ่งมุมจะต้องอยู่ระหว่างความยาวของด้านทั้งสอง และนักเรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของความเท่ากันทุกประการแบบ มุม-ด้าน-มุม และความสัมพันธ์แบบ มุม-มุม-ด้าน คือ นักเรียนไม่เข้าใจว่ามุมสองมุมและด้านหนึ่งด้านนั้นมีความสัมพันธ์กันอย่างไร ทำให้นักเรียนคิดว่าความสัมพันธ์แบบ มุม-ด้าน-มุม และความสัมพันธ์แบบ มุม-มุม-ด้าน มีลักษณะเดียวกัน ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงปัญหาด้านมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความเท่ากันทุกประการ นอกจากนี้จากผลการประเมินวิชาคณิตศาสตร์นานาชาติโครงการ TIMSS ซึ่งเป็นการประเมินในวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยมีรายละเอียดด้านเนื้อหาวิชาและพฤติกรรมการเรียนรู้ สำหรับด้านเนื้อหาวิชา ประกอบด้วยเนื้อหา เรื่อง จำนวน (30%) พีชคณิต (30%) เรขาคณิต (20%) และข้อมูลและโอกาส (20%) และด้านพฤติกรรมการเรียนรู้ ประกอบด้วยด้านความรู้ (35%) การประยุกต์ใช้ความรู้ (40%) และการใช้เหตุผล (25%) (IPST, 2015, pp. 3-5) ผลการประเมิน TIMSS 2015 พบว่า ประเทศไทยมีคะแนนเฉลี่ยวิชาคณิตศาสตร์ เท่ากับ 431 คะแนน เมื่อจำแนกตามเนื้อหาวิชาและพฤติกรรมการเรียนรู้ พบว่า คะแนนเฉลี่ยในเนื้อหาคณิตศาสตร์ เรื่องเรขาคณิตเท่ากับ 429 คะแนน และคะแนนเฉลี่ยด้านการใช้เหตุผลเท่ากับ 436 คะแนน (IPST, 2015, pp. 18-19) ซึ่งต่ำกว่าค่ากลางของการประเมินที่โครงการ TIMSS กำหนดไว้ คือ 500 คะแนน สะท้อนให้เห็นถึงปัญหาด้านเนื้อหา เรื่องเรขาคณิต และด้านพฤติกรรมการเรียนรู้ด้านการใช้เหตุผล

จากปัญหาด้านมโนทัศน์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ข้างต้น สาเหตุหนึ่งมาจากการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการทำงานตามขั้นตอนมากกว่ามโนทัศน์เกี่ยวกับเรื่องที่เรียน ทำให้นักเรียนไม่สามารถแก้ปัญหาที่แตกต่างไปจากบริบทเดิมได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง เมื่อปัญหาเป็นสถานการณ์ที่ซับซ้อน ไม่คุ้นเคย นักเรียนอาจไม่สามารถใช้ขั้นตอนทางคณิตศาสตร์ที่คุ้นเคยแก้ปัญหาได้ทันที แต่ต้องใช้มโนทัศน์และความสามารถในการคิดอย่างสมเหตุสมผลประกอบกัน (Makanong, 2015, p. 16) ด้วยเหตุนี้ ผู้วิจัยจึงได้ศึกษารูปแบบวิธีการสอนที่ส่งเสริมมโนทัศน์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ คือ รูปแบบการเรียนการสอนมโนทัศน์เนื่องจากเป็นรูปแบบการสอนที่ใช้การเปรียบเทียบระหว่างตัวอย่างที่เป็นมโนทัศน์และไม่เป็นมโนทัศน์ไปเรื่อย ๆ จนกระทั่งนักเรียนสร้างนิยามของมโนทัศน์ได้ด้วยตนเอง ซึ่งจะทำให้นักเรียนเข้าใจมโนทัศน์ในสิ่งที่เรียนอย่างถ่องแท้ และความรู้ที่นักเรียนได้รับจะเป็นความรู้ที่คงทน ถาวร เนื่องจากนักเรียนเกิดองค์ความรู้ด้วยตนเอง (Gunter et al., 2007, pp. 89-99) สอดคล้องกับผลการวิจัยของ Boonmark (2015, pp. 1-4) ที่ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนมโนทัศน์ที่มีต่อมโนทัศน์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เส้นขนาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการวิจัยพบว่า มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เส้นขนาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนมโนทัศน์ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เส้นขนาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนมโนทัศน์ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 อย่างไรก็ตาม การจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนมโนทัศน์อาจมีข้อจำกัดสำหรับนักเรียนที่ไม่สามารถตั้งสมมติฐานด้วยตนเอง เนื่องจาก นักเรียนต้องใช้ทักษะการคิดในการเปรียบเทียบตัวอย่างที่ครูกำหนดให้ไปเรื่อย ๆ จนนักเรียนสามารถนำลักษณะสำคัญของมโนทัศน์มาใช้ในการตั้งสมมติฐาน หากนักเรียนไม่สามารถหาลักษณะสำคัญของมโนทัศน์ได้ ย่อมส่งผลให้นักเรียนไม่สามารถตั้งสมมติฐานด้วยตนเองได้ ดังนั้น หากต้องการให้การจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนมโนทัศน์ประสบความสำเร็จ ครูควรให้ความช่วยเหลือในการตั้งสมมติฐานของนักเรียนและส่งเสริมให้นักเรียนได้มีการอภิปรายร่วมกัน สอดคล้องกับ Joyce et al. (2015, pp. 142-147) ที่ได้กล่าวถึงบทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนมโนทัศน์ไว้ว่า ครูควรให้การสนับสนุนและช่วยเหลือนักเรียนในการตั้งสมมติฐาน และเน้นการอภิปรายร่วมกันเกี่ยวกับสมมติฐานที่นักเรียนสร้างขึ้น

ผู้วิจัยจึงได้นำเทคนิค Think Write Pair Share มาประยุกต์ใช้ร่วมกับรูปแบบการเรียนการสอนมโนทัศน์ เพื่อส่งเสริมการจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น เนื่องจากเทคนิคนี้จะมีขั้นตอนให้นักเรียนได้คิด (Think) และเขียน (Write) สิ่งที่นักเรียนสังเกตได้จากกรยกตัวอย่างของครูเพื่อนำไปตั้งสมมติฐาน หากนักเรียนไม่สามารถตั้งสมมติฐานได้ เทคนิคนี้จะมีขั้นตอนในการแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเพื่อนคู่คิด (Pair) ทำให้นักเรียนได้รับฟังแนวทางในการตั้งสมมติฐานจากเพื่อนคู่คิดเพื่อนำไปสู่การตั้งสมมติฐานของตนเองได้นอกจากนี้ยังมีขั้นตอนการอภิปรายร่วมกันในชั้นเรียน (Share) ซึ่งทำให้ขยายแนวความคิด ทำให้

นักเรียนได้รับแนวคิดใหม่ ๆ มากยิ่งขึ้นอีกด้วย (Academy of Art University, 2010, Online; Bifield, 2020, Online; Ferlazzo, 2011, p. 152; Literacy Minnesota, 2017, Online; National Aeronautics and Space Administration [NASA], 2012, Online; Star et al., 2015, Online)

ด้วยเหตุที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะนำการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนมนทัศน์ร่วมกับเทคนิค Think Write Pair Share มาใช้ในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบมนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความเท่ากันทุกประการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนมนทัศน์ร่วมกับเทคนิค Think Write Pair Share กับเกณฑ์ร้อยละ 70 และเพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความเท่ากันทุกประการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนมนทัศน์ร่วมกับเทคนิค Think Write Pair Share กับเกณฑ์ร้อยละ 70

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนมนทัศน์ร่วมกับเทคนิค Think Write Pair Share ที่มีต่อมนทัศน์และความสามารถในการให้เหตุผล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ประกอบด้วยตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 รูปแบบการเรียนการสอนมนทัศน์ เทคนิค Think Write Pair Share การจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนมนทัศน์ร่วมกับเทคนิค Think Write Pair Share มโนทัศน์และมนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง สำหรับงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยได้ศึกษาผลการวิจัยของ Tesdee (2014, pp. 1-4) ที่ได้ศึกษาผลการใช้รูปแบบการสอนมนทัศน์ในการสอนคณิตศาสตร์เรื่อง เซต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนมนทัศน์ มีผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ เรื่องเซตได้คะแนนมากกว่าหรือเท่ากับร้อยละ 60 ของคะแนนเต็มและมีจำนวนมากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ โดยใช้รูปแบบการสอนมนทัศน์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้เรื่องเซต สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนของ สสวท. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนมนทัศน์มีความสามารถในการคิดเชิงมนทัศน์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนของ สสวท. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 งานวิจัยของ Boonmark (2015, pp. 1-4) ที่ได้ศึกษาการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนมนทัศน์ที่มีต่อมนทัศน์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เส้นขนาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการวิจัยพบว่ามนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เส้นขนาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนมนทัศน์ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เส้นขนาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนมนทัศน์ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 งานวิจัยของ Ummah and Fiqry (2021, pp. 159-166) ที่ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือที่มีต่อมนทัศน์ของนักเรียน ซึ่งรูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือที่ใช้คือ Think Write Pair Share (TWPS) งานวิจัยนี้ประกอบด้วยกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองเป็นกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ TWPS และกลุ่มควบคุมเป็นกลุ่มที่ได้รับการเรียนรู้แบบเดิม หลังการจัดการเรียนรู้สิ้นสุดลง ทั้งสองกลุ่มได้รับการทดสอบหลังเรียน เมื่อนำผลการทดสอบมาวิเคราะห์ข้อมูลด้วย ANCOVA (Analysis of covariance) พบว่า มโนทัศน์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ Think Write Pair Share (TWPS) สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบเดิมอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .005 และงานวิจัยของ Suhartoyo et al. (2015, Online) ที่ได้ศึกษาผลของรูปแบบการสอนของ Toulmin ร่วมกับเทคนิค Think Write Pair Share ที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลของนักศึกษาระดับปริญญาตรี จำนวน 38 คน ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม สำหรับกลุ่มทดลองนักเรียนจะได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนของ Toulmin ร่วมกับเทคนิค Think Write Pair Share ในขณะที่กลุ่มควบคุมจะไม่ได้มีการจัดการเรียนรู้ข้างต้น ผลการวิจัยพบว่า รูปแบบการสอน Toulmin ร่วมกับเทคนิค Think Write Pair Share มีส่วนช่วยในการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผล สังเกตได้จากคะแนนในการให้เหตุผลของกลุ่มทดลองสูงกว่าคะแนนในการให้เหตุผลของกลุ่มควบคุม

สมมติฐานการวิจัย เรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนมนทัศน์ร่วมกับเทคนิค Think Write Pair Share ที่มีต่อมนทัศน์และความสามารถในการให้เหตุผล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 คือ มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

3. วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัย เรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนโมเดลต้นร่วมกับเทคนิค Think Write Pair Share ที่มีต่อเมตริกซ์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผู้วิจัยได้กำหนดกรอบแนวคิดในการวิจัย ดังนี้

5. ชี้นำไปใช้ เป็นขั้นที่ครูตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน โดยให้นักเรียนร่างตัวอย่างที่เป็นมโนทัศน์และตัวอย่างที่ไม่เป็นมโนทัศน์ด้วยตนเอง แล้วร่วมกันตรวจสอบความถูกต้อง จากนั้นครูจัดกิจกรรมที่ทำให้นักเรียนได้นำมโนทัศน์มาประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

4. Share หลังจากอภิปรายร่วมกันแล้ว ครูสุ่มนักเรียน
บางคู่เพื่อแบ่งปันความคิดกับเพื่อน ๆ ในชั้นเรียน เพื่อเป็น
การขยายแนวความคิด ซึ่งทำให้นักเรียนได้รับแนวคิดใหม่ ๆ

5. ชี้นำไปใช้ เป็นขั้นที่ครูตรวจสอบความเข้าใจของ
เรียน โดยให้นักเรียนสร้างตัวอย่างที่เป็นมโนทัศน์และ
อย่างไม่เป็นมโนทัศน์ด้วยตนเอง แล้วร่วมกันตรวจสอบ
ถูกต้อง จากนั้นครูให้นักเรียนทำกิจกรรมเพื่อนำมโนทัศน์
ประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ โดยให้นักเรียนคิด (Think)
เกี่ยวกับปัญหาที่ครูกำหนดมาให้ แล้วเขียน (Write) อธิบาย
เหตุผลตามแนวคิดของตนเองลงบนกระดาษ จากนั้นให้
เรียนแบ่งปันแนวคิดร่วมกับเพื่อนคู่คิด (Pair) แล้วสุ่ม
เรียนบางคู่ออกมาอธิบายเหตุผลเพื่อแบ่งปันความคิดกับ
อื่น ๆ ในชั้นเรียน (Share)

- มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความเท่ากันทุกประการ
- ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความเท่ากันทุกประการ

รูปที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

ประชากร ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนในรายวิชา ค22102 คณิตศาสตร์ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 โรงเรียนพนัสพิทยาคาร จังหวัดชลบุรี จำนวน 8 ห้องเรียน จำนวน 360 คน ซึ่งไม่นับรวมห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ (สสวท.) ห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ (สสวท. SME) ห้องเรียนพิเศษภาษาอังกฤษ (English Program: EP) และห้องเรียนโครงการห้องเรียนภาษาจีน

กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/4 จำนวน 45 คน ที่เรียนในรายวิชา ค22102 คณิตศาสตร์ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 โรงเรียนพนัสพิทยาคาร จังหวัดชลบุรี ซึ่งได้มาจากวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม เนื่องจากทางโรงเรียนได้จัดนักเรียนแต่ละห้องแบบละความสามารรถ

ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย ตัวแปรอิสระ ได้แก่ การจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนโน้ตสน้ร่วมกับเทคนิค Think Write Pair Share และตัวแปรตาม ได้แก่ มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความเท่ากันทุกประการ และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความเท่ากันทุกประการ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนโน้ตสน้ร่วมกับเทคนิค Think Write Pair Share เรื่อง ความเท่ากันทุกประการ จำนวน 6 แผน ซึ่งมีค่าความเหมาะสมของแผนเฉลี่ยเท่ากับ 4.79 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.30 แบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความเท่ากันทุกประการ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 แบบอัตนัย จำนวน 6 ข้อ ซึ่งมีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ 0.80–1.00 มีค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.45–0.65 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.37–0.65 และค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.72 และแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความเท่ากันทุกประการ แบบอัตนัย จำนวน 6 ข้อ ซึ่งมีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ 0.80–1.00 มีค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.53–0.72 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.37–0.65 และค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.78

งานวิจัยนี้ผ่านการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยบูรพา ดังเอกสารเลขที่ IRB4-164/2564 โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/4 จำนวน 45 คน โรงเรียนพนัสพิทยาคาร จังหวัดชลบุรี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 และดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ผู้วิจัยชี้แจงให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/4 โรงเรียนพนัสพิทยาคาร จังหวัดชลบุรี จำนวน 45 คน ซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างให้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนโน้ตสน้ร่วมกับเทคนิค Think Write Pair Share เพื่อให้นักเรียนเข้าใจตรงกันและสามารถปฏิบัติตามได้ถูกต้อง

2. ผู้วิจัยดำเนินการสอนนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนโน้ตสน้ร่วมกับเทคนิค Think Write Pair Share ที่เตรียมไว้เป็นระยะเวลา 12 คาบ

3. ผู้วิจัยนำแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความเท่ากันทุกประการ มาทดสอบกลุ่มตัวอย่างหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนโน้ตสน้ร่วมกับเทคนิค Think Write Pair Share เรื่อง ความเท่ากันทุกประการ เพื่อวัดมโนทัศน์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

4. ผู้วิจัยตรวจแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความเท่ากันทุกประการ โดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่ปรับปรุงมาจาก Makanong (2010, pp. 65-66); Angganapattarakajorn (2014, p. 55) และเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่ปรับปรุงมาจาก Ministry of Education (2003, p. 123); IPST (2004, p. 52); Angganapattarakajorn (2011, p. 116) ดังนี้

ตารางที่ 1 เกณฑ์การให้คะแนนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของผู้วิจัย

คะแนน	มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่ปรากฏให้เห็น
3	คำตอบถูกต้อง โดยมีการอธิบายความเข้าใจออกมาเป็นลักษณะสำคัญ ทฤษฎีบท บทนิยาม หรือสมบัติต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง ชัดเจน
2	คำตอบถูกต้อง และมีการอธิบายความเข้าใจออกมาเป็นลักษณะสำคัญ ทฤษฎีบท บทนิยาม หรือสมบัติต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้องบางส่วน
1	- คำตอบไม่ถูกต้อง แต่มีการอธิบายความเข้าใจออกมาเป็นลักษณะสำคัญ ทฤษฎีบท บทนิยาม หรือสมบัติต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้องบางส่วน - คำตอบถูกต้อง แต่มีการอธิบายความเข้าใจออกมาเป็นลักษณะสำคัญ ทฤษฎีบท บทนิยาม หรือสมบัติต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ได้ไม่ถูกต้อง หรือไม่มีการเขียนอธิบายความเข้าใจ
0	- คำตอบไม่ถูกต้อง และมีการอธิบายความเข้าใจออกมาเป็นลักษณะสำคัญ ทฤษฎีบท บทนิยาม หรือสมบัติต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ได้ไม่ถูกต้อง หรือไม่มีการเขียนอธิบายความเข้าใจ - ไม่มีการเขียนตอบใด ๆ

ตารางที่ 2 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

คะแนน	ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่ปรากฏให้เห็น
3	แสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์โดยมีการนำข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์มาประกอบการพิสูจน์หรือการหาข้อสรุปได้อย่างสมเหตุสมผล
2	แสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์โดยมีการนำข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์มาประกอบการพิสูจน์หรือการหาข้อสรุปได้สมเหตุสมผลเป็นส่วนใหญ่
1	แสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์โดยมีการนำข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์มาประกอบการพิสูจน์หรือการหาข้อสรุปได้สมเหตุสมผลเป็นบางส่วน
0	- แสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์โดยมีการนำข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์มาประกอบการพิสูจน์หรือการหาข้อสรุป ไม่สมเหตุสมผล - ไม่มีการเขียนตอบใด ๆ

การวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัย ผู้วิจัยทำการเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความเท่ากันทุกประการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนมโนทัศน์ร่วมกับเทคนิค Think Write Pair Share กับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้สถิติ t-test for one sample และเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความเท่ากันทุกประการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนมโนทัศน์ร่วมกับเทคนิค Think Write Pair Share กับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้สถิติ t-test for one sample ซึ่งเกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไปของคะแนนรวม ถือว่าอยู่ในระดับดี ตามเกณฑ์ของ Office of the Basic Education Commission (2010, p. 22)

4. ผลการวิจัย

การเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความเท่ากันทุกประการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนมโนทัศน์ร่วมกับเทคนิค Think Write Pair Share กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความเท่ากันทุกประการ กับเกณฑ์ร้อยละ 70

คะแนน	n	คะแนนเต็ม	ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม	$\bar{x}$	ร้อยละ	S.D.	t	p
มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์	45	18	12.60	13.89	77.17	2.63	3.287*	.001

* $p < .05$

จากตารางที่ 3 พบว่า คะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความเท่ากันทุกประการ มีค่าเท่ากับ 13.89 คะแนน ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 77.17 เมื่อทดสอบสมมติฐานพบว่า คะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความเท่ากันทุกประการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนมโนทัศน์ร่วมกับเทคนิค Think Write Pair Share สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

การเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความเท่ากันทุกประการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนมโนทัศน์ร่วมกับเทคนิค Think Write Pair Share กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแสดงดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่องความเท่ากันทุกประการ กับเกณฑ์ร้อยละ 70

คะแนน	n	คะแนนเต็ม	ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม	$\bar{x}$	ร้อยละ	S.D.	t	p
ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์	45	18	12.60	13.80	76.67	2.26	3.558*	.0005

* $p < .05$

จากตารางที่ 4 พบว่า คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความเท่ากันทุกประการ มีค่าเท่ากับ 13.80 คะแนน ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 76.67 เมื่อทดสอบสมมติฐานพบว่า คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความเท่ากันทุกประการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนมโนทัศน์ร่วมกับเทคนิค Think Write Pair Share สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความเท่ากันทุกประการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนมโนทัศน์ร่วมกับเทคนิค Think Write Pair Share สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ทั้งนี้เนื่องจากจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนมโนทัศน์ร่วมกับเทคนิค Think Write Pair Share เป็นรูปแบบการสอนที่เน้นให้นักเรียนสังเกต ค้นหาคุณสมบัติเฉพาะหรือคุณลักษณะร่วมของตัวอย่างที่เป็นมโนทัศน์และไม่ใช่เป็นมโนทัศน์จากการทำใบกิจกรรม โดยให้นักเรียนคิดและเขียนคำตอบลงในใบกิจกรรม แล้วนำคำตอบที่ได้มาแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกัน เพื่อนำไปสู่การตั้งสมมติฐานและการสรุปมโนทัศน์ด้วยตนเอง สอดคล้องกับ Gunter et al. (2007, pp. 89-99) ที่ได้กล่าวถึงรูปแบบการเรียนการสอนมโนทัศน์ไว้ว่าเป็นรูปแบบการสอนที่ใช้การเปรียบเทียบระหว่างตัวอย่างที่เป็นมโนทัศน์และไม่ใช่เป็นมโนทัศน์ไปเรื่อย ๆ จนกระทั่งนักเรียนสร้างนิยามของมโนทัศน์ได้ด้วยตนเอง ซึ่งจะให้นักเรียนเข้าใจมโนทัศน์ในสิ่งที่เรียนอย่างถ่องแท้ และความรู้ที่นักเรียนได้รับจะเป็นความรู้ที่คงทน ถาวร เนื่องจากนักเรียนเกิดองค์ความรู้ด้วยตนเอง ประกอบกับ NASA (2012, Online) ได้เสนอความหมายของเทคนิค Think Write Pair Share ไว้ว่าเป็นเทคนิคให้นักเรียนใช้กระบวนการคิดเกี่ยวกับสิ่งที่หัวข้อกำหนด นักเรียนจะมีเวลาในการคิดเกี่ยวกับปัญหานั้น ๆ ด้วยตนเอง เขียนในสิ่งที่คิด จับคู่ทำงานกับเพื่อนเพื่อแก้ปัญหา และแบ่งปันแนวคิดกับเพื่อนในชั้นเรียน ซึ่งจะให้นักเรียนได้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองและได้แบ่งปันแนวคิดต่าง ๆ กับผู้อื่น จะเห็นได้ว่ารูปแบบการเรียนการสอนมโนทัศน์และเทคนิค Think Write Pair Share ล้วนส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการสร้างมโนทัศน์ด้วยตนเอง เมื่อพิจารณาขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนมโนทัศน์ร่วมกับเทคนิค Think Write Pair Share จะเห็นว่าขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ด้วยตนเองของนักเรียน 5 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 ขั้นนำ เป็นขั้นที่ครูกำหนดมโนทัศน์ที่จะใช้ในการจัดการเรียนรู้ และอธิบายถึงลักษณะของกิจกรรมที่ครูจัดขึ้น เพื่อให้นักเรียนเกิดความเข้าใจก่อนเริ่มกิจกรรม สอดคล้องกับ Joyce et al. (2015, pp. 142-147) ที่ได้กล่าวถึงบทบาทของครูว่าครูต้องมีการกำหนดมโนทัศน์ที่จะใช้ในการสอนไว้ล่วงหน้า เนื่องจากการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนไม่ใช่เพื่อคิดค้นมโนทัศน์ใหม่ แต่เพื่อให้ได้มโนทัศน์ตามที่ครูเลือกไว้ ขั้นที่ 2 ขั้นการนำเสนอตัวอย่าง เป็นขั้นที่ครูเสนอตัวอย่างที่เป็นมโนทัศน์และตัวอย่างที่ไม่เป็นมโนทัศน์แก่นักเรียน จากนั้นให้นักเรียนคิด (Think) เพื่อเปรียบเทียบและหาลักษณะของมโนทัศน์แล้วเขียน (Write) ลักษณะสำคัญตามแนวคิดของตนเองลงในใบกิจกรรม ซึ่ง Bumreraj (2002, p. 12) ได้กล่าวไว้ว่า การสังเกตสิ่งที่เป็นตัวอย่าง และสิ่งที่ไม่ใช่ตัวอย่างของความคิดรวบยอดนั้นเป็นแนวทางหนึ่งในการสร้างมโนทัศน์ ขั้นที่ 3 ขั้นตั้งสมมติฐาน และขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบและสรุป เป็น 2 ขั้นที่มีความต่อเนื่องกัน เนื่องจากเมื่อนักเรียนได้ตั้งสมมติฐานด้วยตนเองและได้อภิปรายร่วมกับเพื่อนคู่คิดแล้ว ครูจะตรวจสอบสมมติฐานของนักเรียนด้วยการยกตัวอย่างเพิ่มเติมแล้วให้นักเรียนระบุว่าตัวอย่างที่ครูกำหนดให้เป็นตัวอย่างที่เป็นมโนทัศน์หรือไม่เป็นตัวอย่างของมโนทัศน์ จากนั้นให้นักเรียนอภิปรายร่วมกันเพื่อนำไปสู่การหาข้อสรุปหรือมโนทัศน์ที่ถูกต้อง สอดคล้องกับ Wongsanutrohd (2003, p. 130) ที่ได้กล่าวไว้ว่า เมื่อนักเรียนพิจารณาลักษณะร่วมที่ปรากฏในข้อมูลและตั้งสมมติฐานว่าข้อมูลนั้นเป็นตัวอย่างใดของมโนทัศน์ใด และมีการตรวจสอบสมมติฐานที่สร้างขึ้น นักเรียนจะเลือกสมมติฐานที่สามารถรวมกลุ่มข้อมูลซึ่งมีลักษณะบางประการร่วมกัน ซึ่งหากเป็นสมมติฐานที่ถูกต้อง ก็จะคงสมมติฐาน

นั้นไว้ ถ้าผิดก็กลับไปสังเกตและคิดตั้งสมมติฐานใหม่จนกว่าจะถูกต้อง ซึ่งเป็นกระบวนการในการสร้างมโนทัศน์ และขั้นที่ 5 ขั้นการนำไปใช้ เป็นขั้นตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน โดยให้นักเรียนสร้างตัวอย่างที่เป็นมโนทัศน์และตัวอย่างที่ไม่เป็นมโนทัศน์ด้วยตนเอง แล้วร่วมกันตรวจสอบความถูกต้อง จากนั้นครูให้นักเรียนทำกิจกรรมเพื่อนำมโนทัศน์มาประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ สอดคล้องกับ Bumrerraj (2002, p. 12) ที่ได้กล่าวไว้ว่า การทดสอบความคิดรวบยอด และการนำไปใช้ในสถานการณ์อื่น ๆ เป็นแนวทางหนึ่งในการสร้างมโนทัศน์ นอกจากนี้จากการศึกษาวิจัยของ Tesdee (2014, pp. 1-4) ที่ได้ศึกษาผลการใช้รูปแบบการสอนมโนทัศน์ในการสอนคณิตศาสตร์เรื่อง เซต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนมโนทัศน์มีความสามารถในการคิดเชิงมโนทัศน์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนของ สสวท. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และงานวิจัยของ Ummah and Fiqry (2021, pp. 159-166) ที่ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือที่มีต่อมโนทัศน์ของนักเรียน ซึ่งรูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือที่ใช้คือ Think Write Pair Share ผลการวิจัยพบว่า มโนทัศน์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ Think Write Pair Share (TWPS) สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบเดิมอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.005

ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความเท่ากันทุกประการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนมโนทัศน์ร่วมกับเทคนิค Think Write Pair Share สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนมโนทัศน์ร่วมกับเทคนิค Think Write Pair Share เป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดทักษะการคิด การเขียน การอภิปรายกับเพื่อนคู่คิด และการอภิปรายกับเพื่อนในชั้นเรียน ซึ่งการอภิปรายจะทำให้นักเรียนได้ฝึกการแสดงเหตุผลเพื่อสนับสนุนการตั้งสมมติฐานของตนเองให้กับเพื่อน ๆ ฟัง และตัวนักเรียนเองก็จะได้รับฟังเหตุผลอื่น ๆ จากเพื่อนคู่คิดหรือเพื่อนในชั้นเรียนด้วยเช่นเดียวกัน จึงทำให้นักเรียนมีมุมมองที่กว้างขึ้นและเป็นการปลูกฝังความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนไปในตัว สอดคล้องกับ Mansanguan (2013, p. 179) ที่ได้กล่าวถึงการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ว่าควรส่งเสริมให้มีการอภิปราย แลกเปลี่ยนความคิด และแก้ปัญหาาร่วมกัน โดยใช้กิจกรรมที่เน้นให้เกิดการฝึกคิดและการให้เหตุผลควบคู่กันไป และสอดคล้องกับ Anganapattarakajorn (2012, pp. 119-120) ที่กล่าวว่า ครูควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงเหตุผล ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญมากกว่าการได้คำตอบที่ถูกต้อง บรรยายภาคในชั้นเรียนควรสนับสนุน ส่งเสริม ให้นักเรียนได้พูดอธิบาย และแสดงเหตุผลของแนวคิดอย่างอิสระ เมื่อพิจารณาขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนมโนทัศน์ร่วมกับเทคนิค Think Write Pair Share จะเห็นว่ามีขั้นตอนที่ส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ คือ ขั้นที่ 3 ขั้นที่ 4 และขั้นที่ 5 โดยขั้นที่ 3 และขั้นที่ 4 เป็น 2 ขั้นที่มีความต่อเนื่องกัน โดยครูจะให้นักเรียนนำสิ่งที่นักเรียนสังเกตได้จากการหาลักษณะสำคัญจากตัวอย่างที่เป็นมโนทัศน์และไม่ใช่มโนทัศน์มาตั้งสมมติฐานหรือสร้างนิยามของมโนทัศน์ด้วยตนเอง จากนั้นให้นักเรียนอภิปรายแนวคิดร่วมกันกับเพื่อนคู่คิดว่าเพราะเหตุใดจึงตั้งสมมติฐานหรือสร้างนิยามของมโนทัศน์เช่นนั้น เมื่อนักเรียนอภิปรายกับเพื่อนคู่คิดเสร็จแล้ว ครูจะให้นักเรียนอภิปรายแนวคิดร่วมกับเพื่อนในชั้นเรียน เพื่อนำไปสู่การหาข้อสรุปหรือมโนทัศน์ที่ถูกต้อง จะเห็นได้ว่า จาก 2 ขั้นนี้ ระหว่างที่นักเรียนอภิปรายแนวคิดร่วมกับเพื่อนคู่คิดหรือเพื่อนในชั้นเรียนอยู่นั้น นักเรียนต้องมีการอธิบายเหตุผลให้เพื่อนฟังได้ว่าเพราะเหตุใดนักเรียนจึงตั้งสมมติฐานเช่นนั้น ในทางกลับกันนักเรียนก็จะเป็นผู้ฟังแนวคิดหรือการอธิบายเหตุผลของเพื่อนด้วยเช่นเดียวกัน และหากนักเรียนมีแนวคิดที่ไม่ตรงกับเพื่อน นักเรียนก็สามารถแสดงเหตุผลเพื่อโต้แย้งสมมติฐานของเพื่อนได้ การอภิปรายร่วมกันจึงเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกการใช้เหตุผล ซึ่งทำให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิด และสามารถนำเหตุผลของแต่ละฝ่ายไปปรับปรุงสมมติฐานหรือนิยามของมโนทัศน์ที่นักเรียนสร้างไว้ เพื่อนำไปสู่การสร้างมโนทัศน์ที่ถูกต้องได้ สอดคล้องกับ IPST (2004, p. 4) ที่ได้เสนอว่า การฝึกให้นักเรียนใช้เหตุผลทางคณิตศาสตร์จะช่วยให้ นักเรียนได้เข้าใจแนวคิดคณิตศาสตร์นั้น ๆ ได้ดี ช่วยให้นักเรียนสามารถตรวจสอบแนวคิดพร้อมทั้งให้เหตุผลได้ นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นและเรียนรู้จากกันและกัน ช่วยให้นักเรียนสามารถอธิบายและสรุปผลที่ได้เหมาะสม และช่วยให้นักเรียนยอมรับแนวคิดใหม่ที่มีเหตุผลกว่าแนวคิดเดิม และเมื่อพิจารณาขั้นที่ 5 ขั้นนี้เป็นการนำมโนทัศน์มาประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ซึ่งเป็นขั้นที่ส่งเสริมให้นักเรียนฝึกการใช้เหตุผลเป็นอย่างมาก เพราะครูจะให้นักเรียนได้ฝึกการพิสูจน์หรือการหาข้อสรุปด้วยตนเอง ดังนั้น สิ่งสำคัญที่ครูต้องทำในขั้นนี้ คือ การใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนได้คิด คอยให้คำแนะนำ และคำชี้แนะ จนนักเรียนสามารถพิสูจน์หรือหาข้อสรุปได้อย่างสมเหตุสมผล ตัวอย่างคำถามเช่น นักเรียนคิดว่ารูปสามเหลี่ยมสองรูปนี้สัมพันธ์กันแบบใด ทำไมจึงคิดเช่นนั้น มีนักเรียนคนใดมีคำตอบที่แตกต่างจากเพื่อนหรือไม่ อย่างไรบ้าง เป็นต้น ซึ่งสอดคล้องกับ Mansanguan (2013, pp. 178-179) ที่ได้เสนอองค์ประกอบหลักที่ส่งเสริมให้นักเรียนสามารถคิดอย่างมีเหตุผลและรู้จักการให้เหตุผลไว้ว่า ครูควรจัดสถานการณ์หรือปัญหาที่น่าสนใจให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ ครูสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน และคอย

ช่วยเหลือโดยกระตุ้นหรือชี้แนะอย่างกว้าง ๆ โดยใช้คำถามกระตุ้นด้วยคำว่า “ทำไม” “อย่างไร” “เพราะเหตุใด” พร้อมทั้งให้ข้อคิดเพิ่มเติมอีก เช่น “ถ้า...แล้วนักเรียนคิดว่า...จะเป็นอย่างไร” ถ้านักเรียนที่ให้เหตุผลไม่สมบูรณ์ ครูจะต้องไม่ตัดสินด้วยคำว่า “ไม่ถูกต้อง” แต่อาจใช้คำพูดเสริมแรงและให้กำลังใจว่าคำตอบที่นักเรียนตอบมามีบางส่วนที่ถูกต้อง นักเรียนคนใดจะให้คำอธิบายหรือให้เหตุผลเพิ่มเติมของเพื่อนได้อีกบ้าง เพื่อให้ นักเรียนมีการเรียนรู้ร่วมกันมากยิ่งขึ้น นอกจากนี้จากการศึกษาผลการวิจัยของ Boonmark (2015, pp. 1-4) ที่ได้ศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนโมโนทัศน์ที่มีต่อโมโนทัศน์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เส้นขนาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่า ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เส้นขนาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนโมโนทัศน์ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 และงานวิจัยของ Suhartoyo et al. (2015, Online) ที่ได้ศึกษาผลของรูปแบบการสอนของ Toulmin ร่วมกับเทคนิค Think Write Pair Share ที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลจากการเขียนเรียงความโต้เถียงของนักศึกษาระดับปริญญาตรี ผลการวิจัยพบว่า รูปแบบการสอน Toulmin ร่วมกับเทคนิค Think Write Pair Share มีส่วนช่วยในการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผล ซึ่งสามารถสังเกตได้จากคะแนนเฉลี่ยที่สูงขึ้นของกลุ่มทดลอง

6. ข้อเสนอแนะ

จากการวิจัย เรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนโมโนทัศน์ร่วมกับเทคนิค Think Write Pair Share ที่มีต่อโมโนทัศน์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะ ดังนี้ การจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนโมโนทัศน์ร่วมกับเทคนิค Think Write Pair Share เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ดังนั้น ครูไม่ควรด่วนสรุปโมโนทัศน์ที่ถูกต้องให้กับนักเรียน แต่ควรให้เวลานักเรียนในการคิดเพื่อนำไปสู่การหาข้อสรุปด้วยตนเอง นอกจากนี้ครูควรศึกษารายละเอียดและจัดเตรียมตัวอย่างที่มีจำนวนมากพอ และเป็นตัวอย่างที่ดีที่สามารถครอบคลุมลักษณะสำคัญของโมโนทัศน์นั้น ๆ ได้อย่างครบถ้วน หากตัวอย่างที่ครูกำหนดให้มีจำนวนน้อย หรือไม่ครอบคลุมโมโนทัศน์ที่ต้องการ อาจทำให้นักเรียนไม่สามารถหาลักษณะร่วมของตัวอย่างที่เป็นโมโนทัศน์และไม่เป็นโมโนทัศน์ได้ ส่งผลให้นักเรียนไม่สามารถสร้างโมโนทัศน์ด้วยตนเองได้ และในแต่ละขั้นของการจัดการเรียนรู้ ครูควรใช้คำถามในการกระตุ้นให้นักเรียนได้มีการแสดงแนวคิดหรือแสดงเหตุผลของตนเองเพื่อพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ นอกจากนี้ครูควรกล่าวชื่นชมนักเรียนที่ได้แสดงแนวคิด โมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ หรือการแสดงผลทางคณิตศาสตร์ เพื่อเป็นการเสริมแรงและสร้างความมั่นใจในการเรียน และหากนักเรียนแสดงผลได้ไม่สมบูรณ์หรือไม่สมเหตุผล ครูไม่ควรตัดสินด้วยคำว่าไม่ถูกต้อง แต่ควรใช้คำพูดเสริมแรง เช่น เหตุผลที่อธิบายมามีบางส่วนที่ถูกต้องมีนักเรียนคนใดจะให้คำอธิบายหรือเหตุผลเพิ่มเติมของเพื่อนได้อีกบ้าง

กิตติกรรมประกาศ

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรณพ แก้วขาว ดร.คมสัน ตรีไพบูลย์ ดร.จตุพันธ์ รุจิรานุกุล คุณครูประจำบววิสมล และคุณครูอัมภา จันทรสมปอง ที่กรุณาเสียสละเวลาในการเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ โดยให้คำแนะนำและแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ให้ดียิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณผู้อำนวยการโรงเรียน รองผู้อำนวยการโรงเรียนทุกฝ่าย และคุณครูโรงเรียนพนัสพิทยาคาร จังหวัดชลบุรีทุกท่าน ที่ให้ความอนุเคราะห์และคอยอำนวยความสะดวกในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ และขอขอบคุณนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/4 และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/4 ที่ให้ความร่วมมือในการหาคุณภาพของเครื่องมือและการดำเนินการทดลอง จนทำให้การวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- Academy of Art University. (2010). *Think-write-pair-share*. <http://faculty.academyart.edu/faculty/teaching-resources/NewFacultyResources/ThinkWritePairShare.html>
- Angganapattarakajorn, V. (2011). *Math skills and processes*. Burapha University. (in Thai)
- Angganapattarakajorn, V. (2012). *Complete of the matters should be known for mathematics teachers on curriculum, teaching and research*. Burapha University. (in Thai)
- Angganapattarakajorn, V. (2014). *A Study of Mathematics Concepts about Statistic of Students' Mathematics Major Undergraduate Faculty of Education Burapha University*. Burapha University. (in Thai)
- Arends, R. (2015). *Learning to teach*. McGraw-Hill Higher Education.
- Bass, B., & Thetford, A. (2014). *The (not so) little Itty Bitty book of the C.I.F.: 155 Ways to make it happen! ways to make it happen!* https://www.ruskisd.net/uploaded/Rusk_ISD/Departments/Curriculum_and_Instruction/Not_So_Itty_Bitty_Book_of_the_CIF.pdf
- Bifield, J. (2020). *Think, write, pair, share*. <https://ealdaylight.com/think-write-pair-share/>
- Boonmark, S. (2015). *The effects of concept attainment model on mathematical concept and reasoning ability in parallel lines of Mathayomsuksa II Students* [Master's thesis]. Burapha University. (in Thai)
- Bumrerraj, N. (2002). Conceptual learning activities. *Journal of Curriculum and Instruction, Burapha University*, 1(1), 8-25. (in Thai)
- Chamnankit, N. (2001). *The development of a model to create teaching competency on geometric concept image for pre-service teachers*. [Doctoral dissertation]. Srinakharinwirot University. (in Thai)
- Ferlazzo, L. (2011). *Helping students motivate themselves practical answers to classroom challenges*. Routledge.
- Gunter, M. A., Estes, T. H., & Schwab, J. (2007). *Instruction: A model approach*. Allyn and Bacon.
- Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (IPST). (2004). *Mathematical reasoning in primary school*. S.P.N Printing. (in Thai)
- Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (IPST). (2012). *Mathematical skills and processes* (3rd ed). 3-Q Media. (in Thai)
- Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (IPST). (2015). *TIMSS 2015 project research report*. <http://timssthailand.ipst.ac.th/timss/reports/timss2015report> (in Thai)
- Joyce, B. R., Weil, M., & Calhoun, E. (2015). *Models of teaching* (9th ed). Pearson Education.
- Lesley, T. J., Matczynski, T. J., & Rowley, J. B. (2002). *Instructional models: Strategies for teaching in a diverse society* (2nd ed). Wadsworth/Thomson Learning.
- Lim, J. (2009). *The effectiveness of paired engagement routines in raising student achievement*. <https://www.scholastic.com/content/dam/teachers/blogs/justin-lim/migrated-files/lim-prospectus-and-bio-2.pdf>
- Literacy Minnesota. (2017, August). *Think, write, pair, share*. <https://www.literacymn.org/think-write-pair-share>
- Makanong, A. (2010). *Mathematical skills and processes: Development of development*. Chulalongkorn University Press. (in Thai)
- Makanong, A. (2015). *Mathematics for secondary teachers* (2nd ed). Chulalongkorn University Press. (in Thai)
- Mansanguan, S. (2013). *Mathematics teaching behavior 2*. Ramkhamhaeng University. (in Thai)
- Ministry of Education. (2003). *Mathematics learning in Mathayomsuksa 1-6 according to Basic Education Core Curriculum B.E. 2544 (A.D. 2001)*. Express Transportation Organization of Thailand. (in Thai)
- Ministry of Education. (2008). *The Basic Education Core Curriculum B.E. 2551 (A.D. 2008)*. Agricultural Cooperative Federation of Thailand. (in Thai)

- Ministry of Education. (2017). *Learning Standards and Indicators in Mathematics education (Revised A.D. 2017) according to Basic Education Core Curriculum B.E. 2551 (A.D. 2008)*. Agricultural Cooperative Federation of Thailand. (in Thai)
- National Aeronautics and Space Administration (NASA). (2012). *Think-write-pair-share*. https://www.nasa.gov/sites/default/files/files/4-TWPS_Template.pdf
- Office of the Basic Education Commission. (2010). *Guidelines for measuring and evaluating learning outcomes According to the core curriculum of basic education, B.E. 2551 (A.D. 2008)*. Agricultural Cooperative Federation of Thailand. (in Thai)
- Phanatpittayakarn School. (2020). *Results of the Ordinary National Education Test (O-NET) academic year 2020*. Phanatpittayakarn School. (In Thai)
- Star, J. R., Caronongan, P., Foegen, A., Furgeson, J., Keating, B., Larson, M. R., Lyskawa, J., McCallum, W. G., Porath, J., & Zbiek, R. M. (2015). *Teaching strategies for improving algebra knowledge in middle and high school students (NCEE 2014-4333)*. National Center for Education Evaluation and Regional Assistance (NCEE), Institute of Education Sciences, U.S. Department of Education. https://lib.dr.iastate.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1000&context=edu_books
- Suhartoyo, E., Mukminatien, N., & Laksmi, E. D. (2015). The effect of Toulmin's model of argumentation within TWPS strategy on students' critical thinking on argumentative essay. *Jurnal Pendidikan Humaniora*, 3(2), 143-153.
- Tesdee, C. (2014). *Effects of instructional model on concept attainment in mathematics on "SET" of the Tenth Grade Students* [Doctoral dissertation]. Burapha University. (in Thai)
- Ummah, R., & Fiqry, R. (2021). Pengaruh Penggunaan Pembelajaran Think Write Pair Shaire (TWPS) Berbantuan LMS terhadap Hasil dan Minat Belajar. *Jurnal Pendidikan Fisika Dan Teknologi*, 7(2), 159–166.
- Wonganutrohd, P. (2003). *Educational psychology*. Bangkok Media Center. (in Thai)