

บทความวิจัย (Research Article)

ผลการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัยร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค THINK-PAIR-SHARE ที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลและการสื่อสารด้านการเขียนทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

THE EFFECTS OF INDUCTIVE LEARNING MANAGEMENT WITH COLLABORATIVE LEARNING THINK-PAIR-SHARE TECHNIQUE ON THE MATHEMATICAL REASONING AND WRITTEN COMMUNICATION ABILITIES OF MATHAYOMSUKSA 1 STUDENTS

Received: May 24, 2019

Revised: July 3, 2019

Accepted: July 5, 2019

วรัญญู หันจันทร^{1*} ผลาตร สุวรรณโพธิ์² และคงรัฐ นวลแปง³
Varunyu Hunjan^{1*} Paladorn Suwannapho² and Kongrat Nualpang³

^{1,2,3}คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

^{1,2,3}Faculty of Education, Burapha University, Chon Buri, 20130, Thailand

*Corresponding Author, E-mail: varunyou_@hotmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการสื่อสารด้านการเขียนทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัยร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค Think-Pair-Share กับเกณฑ์ร้อยละ 70 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา จังหวัดชลบุรี จำนวน 25 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้การจัดการเรียนรู้แบบอุปนัยร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค Think-Pair-Share จำนวน 14 แผน แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลและการสื่อสารด้านการเขียนทางคณิตศาสตร์ ที่มีค่าความเชื่อมั่น 0.93 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบ t แบบกลุ่มตัวอย่างเดียว (t-test for One Sample) ผลการวิจัย พบว่า

1. ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัยร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค Think-Pair-Share สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
2. ความสามารถในการสื่อสารด้านการเขียนทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัยร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค Think-Pair-Share สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คำสำคัญ: การจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ การเขียนทางคณิตศาสตร์

Abstract

The purposes of this research were to compare the student's mathematical reasoning ability and mathematical written communication ability of seventh grade students after using inductive learning management with collaborative learning think-pair-share technique with a criterion of 70 percent. The samples for this research consisted of 25 seventh grade students at Piboonbumpen Demonstration School, Burapha University, selected by using cluster random sampling. The instruments used in the study were, 14 lesson plans, mathematical reasoning and written communication abilities test. Which the reliability was 0.93. The statistics for data analysis were mean, percentage, standard deviation and t-test for one sample. The findings were as follows:

1. The mathematical reasoning ability of students after learning with inductive learning management with collaborative learning think-pair-share technique was statistically significant higher than the 70 percent criterion at the .05 level.
2. The mathematical written communication ability of students after learning with inductive learning management with collaborative learning think-pair-share technique was statistically significant higher than the 70 percent criterion at the .05 level.

Keywords: Inductive Learning Management, Think-Pair-Share Technique, Mathematical Reasoning Ability, Mathematical Written Communication Ability

บทนำ

คณิตศาสตร์มีบทบาทที่มีความสำคัญอย่างยิ่งสำหรับการพัฒนาการคิดของมนุษย์คณิตศาสตร์ทำให้นักเรียนมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์คิดอย่างมีเหตุผลเป็นระบบมีแบบแผนสามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ ช่วยให้การคำนวณ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหาและนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้องเหมาะสม (Ministry of Education, 2008) โดยการจัดการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ในปัจจุบันจึงมีความจำเป็นที่ต้องพัฒนานักเรียนทั้งในด้านความรู้และทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ซึ่ง Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (2012, p. 1) กล่าวว่าทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการพัฒนาความคิดทางคณิตศาสตร์ให้มีอยู่ในทุกระดับชั้น ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เป็นอีกหนึ่งทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่มีความสำคัญต่อการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียน เพราะนักเรียนจะได้ข้อสรุปหรือตัดสินใจถูกต้องของสิ่งต่างๆ ด้วยตนเองมากกว่าที่จะเชื่อตามที่ผู้สอนบอก หรือตามที่หนังสือเขียนไว้ และการเรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างเป็นเหตุเป็นผลจะทำให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ สามารถจดจำได้ดีและนานกว่าเดิม (Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology, 2012, p. 45) นอกจากความสามารถในการให้เหตุผลแล้วความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เป็นอีกหนึ่งทักษะที่มีความสำคัญ ซึ่ง Makanong (2010, p. 57) กล่าวว่า คนที่เรียนคณิตศาสตร์เก่งมากๆ มักสื่อความหมายหรือพูดให้คนอื่นเข้าใจไม่ได้ หรือแม้แต่คนที่เก่งคณิตศาสตร์บางคนก็อาจบอกว่าตนเองเข้าใจแต่อธิบายเป็นคำพูดไม่ได้ สิ่งเหล่านี้แสดงถึงปัญหาในการสื่อสาร การพัฒนานักเรียนให้สามารถสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และนำเสนอให้ผู้อื่นเข้าใจได้จึงมีความจำเป็น โดยเฉพาะอย่างยิ่งการสื่อสารด้านการเขียนทางคณิตศาสตร์เป็นทักษะการสื่อสารที่ช่วยให้นักเรียนมีความชัดเจนในแนวความคิด ช่วยพัฒนาการรับรู้คณิตศาสตร์ โดยการให้นักเรียนได้เขียนกระบวนการแก้ปัญหาและแนวความคิดของตนเองให้เพื่อนๆ ได้ทราบว่าเป็นความคิดเห็นและมีความเข้าใจเป็นอย่างไร เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนที่ไม่กล้าแสดงออกโดยการพูดได้แสดงออกโดยการเขียนแล้ว ยังช่วยทำให้นักเรียนเห็นความสำคัญของการคิดและการให้เหตุผลอีกด้วย

จากความสำคัญของคณิตศาสตร์ ทั้งในด้านทักษะกระบวนการในการให้เหตุผลและการสื่อสารด้านการเขียนทางคณิตศาสตร์ดังกล่าวข้างต้น พบว่าในปัจจุบันการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ยังไม่ประสบผลสำเร็จเท่าที่ควร จากผลประเมินโครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ (PISA) เน้นที่การประเมินว่านักเรียนอายุ 15 ปี รู้เรื่องคณิตศาสตร์มากน้อยเพียงใด พบว่าผลการประเมินนักเรียนไทยมีคะแนนต่ำเมื่อเทียบกับนานาชาติ โดยผลการทดสอบของ PISA ในแต่ละปีมีคะแนนเฉลี่ย ดังนี้ PISA 2000 คะแนนเฉลี่ย 432 คะแนน, PISA 2003 คะแนนเฉลี่ย 417 คะแนน, PISA 2006 คะแนนเฉลี่ย 417 คะแนน, PISA 2009 คะแนนเฉลี่ย 419 คะแนน, PISA 2012 คะแนนเฉลี่ย 427 คะแนน และ PISA 2015 คะแนนเฉลี่ย 415 คะแนน ตามลำดับ (Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology, 2004, p. 41; 2006, p. 27; 2008, p. 185; 2011, p. 112; 2014, p. 40; 2017, p. 14) ซึ่งคะแนนเฉลี่ยอยู่ต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนจากทุกประเทศที่เข้าร่วมการทดสอบ และมีแนวโน้มลดต่ำลงกว่าผลในปี 2000 โดย Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (2011, pp. 100-103) กล่าวว่าจากการวิเคราะห์การตอบข้อสอบของนักเรียน รู้ว่านักเรียนไทยยังขาดความสามารถพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ในด้านการสื่อสาร ซึ่งเกี่ยวข้องกับการแสดงออกของตน ความสามารถในการทำให้ผู้อื่นเข้าใจจน โดยวิธีการต่างๆ ทั้งในรูปของการพูด และการเขียน และขาดความสามารถพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ในด้านการใช้ความเป็นเหตุเป็นผล ซึ่งเป็นความสามารถทางคณิตศาสตร์ที่ต้องใช้ตลอดการทำงานคณิตศาสตร์

จากผลการประเมินดังกล่าวสอดคล้องกับผลการประเมินความรู้และทักษะในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน และผลการทดสอบจากโครงการการศึกษาแนวโน้มการจัดการศึกษาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ระดับนานาชาติ (TIMSS) ที่ทำการทดสอบนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งดำเนินการโดยสมาคมนานาชาติเพื่อการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษา (IEA) พบว่าผลการประเมินของนักเรียนไทยมีคะแนนต่ำเมื่อเทียบกับนานาชาติ โดยผลการประเมินของ TIMSS 2007, TIMSS 2011 และ TIMSS 2015 พบว่า ประเทศไทยมีคะแนนเฉลี่ยวิชาคณิตศาสตร์เท่ากับ 441, 427 และ 456 ตามลำดับ (Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology, 2009a, p. 16; 2013, p. 18; 2017, p. 15) ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ยวิชาคณิตศาสตร์ต่ำกว่าค่าเฉลี่ยนานาชาติที่กำหนดไว้ 500 คะแนนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และถูกจัดกลุ่มให้อยู่ในระดับแย่ ซึ่ง Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (2009a, pp. 1-6) กล่าวว่า จากการวิเคราะห์การตอบข้อสอบของนักเรียน ทำให้รู้ว่าคุณสมบัติขาดพฤติกรรมการเรียนรู้ในด้านการบูรณาการความรู้และการให้เหตุผลในการเขียนตอบ

จากผลการทดสอบของโครงการ PISA และ TIMSS แสดงให้เห็นว่านักเรียนไทยไม่เคยชินกับข้อสอบในลักษณะที่เป็น การเขียนตอบหรือให้คำอธิบายยาวๆ และการที่ต้องตีความ คิดวิเคราะห์ และสะท้อนเอาความคิดหรือปฏิกิริยาของตนที่ตอบสนองต่อข้อความที่ได้อ่าน หรือข้อมูลที่ให้มา (Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology, 2009b, pp. 11-44) ซึ่งผู้วิจัยได้สัมภาษณ์ครูผู้สอนในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา ที่สอนในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และสังเกตนักเรียนด้วยตนเองจากการทำแบบฝึกหัดและแบบทดสอบอัตนัยที่ต้องใช้การสื่อสารด้านการเขียนทางคณิตศาสตร์พบว่า นักเรียนไม่สามารถเขียนอธิบายหรือสื่อความหมายให้คนอื่นเข้าใจได้ ใช้คำศัพท์ทางคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง อีกทั้งเขียนสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ยังไม่ถูกต้อง และขาดความคงทนในการจดจำ Pongpan (personal communication, March 1, 2018) จากรายงานดังกล่าวการที่นักเรียนไม่ประสบความสำเร็จในการให้เหตุผลและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ อาจมีผลมาจากการเรียนของตัวนักเรียน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของครูผู้สอน หรืออาจเนื่องมาจากธรรมชาติของวิชาคณิตศาสตร์ที่มีลักษณะเป็นนามธรรม ทำให้นักเรียนส่วนใหญ่เห็นว่าคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ยาก และครูยังไม่สามารถจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้อย่างลึกซึ้ง ซึ่งสอดคล้องกับผลการติดตามผลการประเมินการสอนของครูในหลายหน่วยงานของ Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (2012) พบว่า ครูคณิตศาสตร์ส่วนใหญ่ มุ่งเน้นที่การสอนเนื้อหาและทักษะการคิดคำนวณ โดยการบอกวิธีทำ ให้ตัวอย่างและมุ่งให้นักเรียนทำได้ตามตัวอย่าง ไม่ให้โอกาสนักเรียนในการเรียนรู้ด้วยตนเองโดยการฝึกให้คิดวิเคราะห์เพื่อหาแนวทางในการแก้ปัญหาอย่างหลากหลายและสร้างสรรค์ นับเป็นวิธีการจัด

กิจกรรมการเรียนรู้การสอนที่ไม่ส่งเสริมกระบวนการคิด ดังนั้นรูปแบบการสอนแบบใหม่ครูไม่ควรเน้นให้นักเรียนท่องจำ แต่ควรเป็น การออกแบบการเรียนรู้ คอยกระตุ้นจากการตั้งคำถามให้เด็กคิด และเด็กได้ลงมือปฏิบัติ เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ

แนวทางในการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผล ทำได้โดยการจัดสภาพการณ์ให้ผู้เรียนได้คิดอย่างมีเหตุผล เลือกรงาน ที่ต้องมีการจัดกลุ่มข้อมูล มีการตรวจสอบความถูกต้อง และครูต้องช่วยตรวจสอบพัฒนาการของการให้เหตุผลของผู้เรียนอย่าง สม่ำเสมอ นอกจากนี้ควรให้ผู้เรียนอธิบายหลักการที่ใช้ในการคาดเดาของตนเอง และเหตุผลในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์อื่นๆ (NCTM, 2000, p. 56) และแนวทางในการพัฒนาความสามารถในการสื่อสารด้านการเขียนทางคณิตศาสตร์ ทำได้โดยให้คิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา นักเรียนต้องฝึกทักษะในการสังเกต การนำเสนอรูปภาพต่างๆ เพื่อสื่อความหมายและนำความรู้ ทางเรขาคณิต แล้วนำไปเขียนอธิบายปรากฏการณ์และสิ่งแวดล้อมต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน (Department of Academic Affairs, 2001, p. 201) ซึ่งแนวทางหนึ่งที่จะช่วยให้นักเรียนพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลและการสื่อสารด้านการเขียนทาง คณิตศาสตร์ได้ คือ การจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย ซึ่งแนวทางของการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัยเป็นการช่วยให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะ การสังเกต การคิดวิเคราะห์ ทำให้เกิดการเรียนรู้ และสามารถสรุปหรือค้นพบหลักการ กฎเกณฑ์ ประเด็นสำคัญหรือความจริงได้ด้วย ตนเอง (Moonkam & Moonkam, 2002, p. 15) โดยแนวคิดของการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ตัวอย่างที่ เหมาะสมช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้หลักการหรือกฎเกณฑ์ ที่ได้ผ่านการคิดวิเคราะห์จนผู้เรียนสามารถรวบรวมข้อมูลจากตัวอย่าง ต่างๆ และสร้างความรู้เป็นหลักการหรือกฎเกณฑ์ได้ด้วยตนเอง (Eggen & Kauchak, 2006, p. 148) จากแนวคิดข้างต้นการที่ผู้เรียน จะสรุปหลักการหรือกฎเกณฑ์ได้ ต้องมีการสังเกต วิเคราะห์ และแสดงเหตุผลประกอบหลักการหรือกฎเกณฑ์ที่สรุป ซึ่งกระบวนการ ดังกล่าวสอดคล้องกับแนวคิดการพัฒนาทักษะการให้เหตุผลของ Mekanong (2011, p. 50) ที่กล่าวว่า ควรให้ความสำคัญกับเหตุผล ที่ว่า ทำไมผู้เรียนจึงได้คำตอบเหล่านั้น การให้ผู้เรียนได้อธิบายหรือชี้แจงเหตุผลจะช่วยให้ผู้เรียนได้ทบทวนการทำงานเพื่อสะท้อน ความคิดของตน ดังนั้นการใช้การจัดการเรียนรู้แบบอุปนัยน่าจะช่วยให้ผู้เรียนได้รับการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทาง คณิตศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ Malangtupthong (2015, p. 84) พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัด กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบอุปนัยและนินัย มีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 แต่จากการศึกษาข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัย พบว่า ผู้เรียนจะต้องคิดค้นหาคำตอบด้วยตนเอง ซึ่งหากผู้เรียนขาดทักษะพื้นฐานในการคิดและการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม อาจไม่เกิด ผลสำเร็จตามที่ต้องการ (Khemmani, 2002, p. 342) ผู้วิจัยจึงใช้การทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม เพื่อทำให้เกิดได้รวดเร็วหรือชัดเจน ยิ่งขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Chaithieng (2017, p. 121) ที่กล่าวว่า การเรียนรู้แบบร่วมมือเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ ผู้เรียนมีความรู้ความสามารถต่างกัน ได้ร่วมมือกันทำงานกลุ่มด้วยความตั้งใจและเต็มใจ รับผิดชอบในบทบาทหน้าที่ในกลุ่มของตน ทำให้งานของกลุ่มดำเนินไปสู่เป้าหมายของงานได้

การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือมีด้วยกันหลายเทคนิค ซึ่งในการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกใช้ เทคนิค Think-Pair-Share ซึ่งเป็นเทคนิคที่ได้รับการยอมรับมากอีกรูปแบบหนึ่ง เพราะเป็นเทคนิคกลุ่มแบบคู่เป็นเทคนิคที่นักเรียนได้ทำการคิดเป็นรายบุคคล ก่อนแล้วค่อยเข้าคู่หรือกลุ่มต่อไป ทำให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการคิดและทักษะการสื่อสารทุกคนในกลุ่มของตน ซึ่งฝึกให้กล้าแสดง ความคิดเห็น จะทำให้นักเรียนแต่ละคู่มีความสนิทสนมกันมากขึ้น ช่วยทำให้นักเรียนเป็นคู่หูในการช่วยกันเรียนต่อไป (Kamjanalakpong, 2004, p. 12) ซึ่งเทคนิค Think-Pair-Share ถูกพัฒนาขึ้นโดย Frank Lyman แห่งมหาวิทยาลัยแมริแลนด์ ในปี ค.ศ. 1981 เทคนิคนี้ได้ชื่อมาจากขั้นตอนการดำเนินการของนักเรียน โดยให้ความสำคัญไปที่สิ่งที่นักเรียนกำลังกระทำการใน แต่ละขั้นตอน (Levin, 2008, p. 4) โดยแบ่งนักเรียนออกเป็นคู่ๆ ดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ ใช้ได้ในนักเรียนทุกระดับ ทั้งขนาดเล็ก และขนาดใหญ่ ซึ่งจะมีขั้นตอนที่สำคัญอยู่ 3 ขั้นตอน คือ 1) ให้นักเรียนแต่ละคนคิดหาลักษณะร่วมจากตัวอย่างที่กำหนดไว้ในเวลาที่ กำหนด (30 วินาที หรือมากกว่า) เพื่อที่จะคิดให้ได้คำตอบที่เหมาะสม จากนั้นทำการเขียนเพื่อจดบันทึกคำตอบของตนเอง 2) หลังจากใช้เวลาคิดให้นักเรียนจับคู่ (เก่ง และอ่อน) เพื่อแบ่งปันแนวคิดและคำตอบที่ได้ซึ่งกันและกัน 3) การแบ่งปันคำตอบของ

นักเรียนสามารถนำมาแบ่งปันภายในกลุ่มเดียวกันหรือทั้งชั้นเรียนในช่วงการอภิปรายเพื่อติดตามผล เทคนิคนี้ให้โอกาสแก่นักเรียนทุกคนที่จะแสดงออก รวมถึงสะท้อนให้เห็นถึงคำตอบของตนเอง (Lyman, 1981, p. 109–113) ซึ่งกระบวนการดังกล่าวสอดคล้องกับแนวคิดการพัฒนาทักษะการสื่อสารของสภาครุคณิตศาสตร์แห่งชาติสหรัฐอเมริกา (NCTM, 1989, p. 26) ที่กล่าวว่า กิจกรรมที่ทำให้ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการดำเนินการอย่างเต็มที่ในลักษณะของการสืบค้น การสืบเสาะ การพรรณนาและการอธิบายเป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ โดยการจัดการเรียนการสอนให้นักเรียนมีโอกาสปฏิสัมพันธ์ต่อกัน มีโอกาสชี้แจงแนวคิด อธิบายเหตุผล และชวนเชื่อให้บุคคลอื่นเห็นด้วยกับแนวคิดของตน กิจกรรมดังกล่าวจะช่วยให้นักเรียนได้สร้างความรู้ เรียนรู้ที่จะรับฟังแนวคิดในลักษณะต่างๆ และทำให้เกิดความชัดเจนใจแนวคิดของตนเอง ดังนั้นการพูด การฟัง การอ่าน การเขียนและแสดงแนวคิดในลักษณะต่างๆ จึงเป็นกุญแจสำคัญในการส่งเสริมและพัฒนาความสามารถในการสื่อสาร ซึ่งผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีสอนแบบค้นพบจากการชี้แนะร่วมกับเทคนิค Think-Pair-Share มีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (Tangsrisee, 2013)

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงสนใจพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลและการสื่อสารด้านการเขียนทางคณิตศาสตร์ ทั้งนี้ เรื่องระบบจำนวนเต็มของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เป็นเรื่องที่มีหลักการหรือกฎเกณฑ์ที่สำคัญอยู่มากมายและนักเรียนต้องสามารถนำหลักการหรือกฎเกณฑ์ไปใช้ในการคิดคำนวณ การสื่อสาร และการให้เหตุผลประกอบแนวคิด โดยผู้วิจัยจะใช้การจัดการเรียนรู้แบบอุปนัยร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค Think-Pair-Share ซึ่งจะเป็นแนวทางสำหรับจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลและการสื่อสารด้านการเขียนทางคณิตศาสตร์ต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัยร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค Think-Pair-Share กับเกณฑ์ร้อยละ 70
2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารด้านการเขียนทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัยร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค Think-Pair-Share กับเกณฑ์ร้อยละ 70

สมมติฐานของการวิจัย

1. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัยร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค Think-Pair-Share มีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70
2. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัยร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค Think-Pair-Share มีความสามารถในการสื่อสารด้านการเขียนทางคณิตศาสตร์ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

นิยามศัพท์

1. การจัดการเรียนรู้แบบอุปนัยร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค Think-Pair-Share หมายถึง การจัดกิจกรรมที่มุ่งให้นักเรียนใช้การสังเกต คิดหาลักษณะร่วมของตัวอย่างต่างๆ เปรียบเทียบความสัมพันธ์ด้วยตนเองก่อน หลังจากนั้นจับคู่คิด แลกเปลี่ยนความคิดเห็น และแบ่งปันความคิดกับเพื่อนร่วมห้อง เพื่อสรุปเป็นหลักการหรือกฎเกณฑ์ต่างๆ โดยมีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ดังนี้

- 1.1 ขั้นยกตัวอย่าง ผู้สอนทบทวนความรู้เดิม หรือปูพื้นฐานความรู้ให้ผู้เรียน และผู้สอนนำเสนอตัวอย่างที่หลากหลาย ที่จะนำไปสู่การสรุปหลักการหรือกฎเกณฑ์ต่างๆ

1.2 ขั้นเปรียบเทียบ เป็นขั้นที่ผู้เรียนแต่ละคนทำการสังเกต คิด และเปรียบเทียบด้วยตัวเอง แล้วหาคำอธิบาย เหตุผลของลักษณะร่วมของตนเองโดยเขียนจดบันทึกด้วยตนเอง โดยครูใช้คำถามเพื่อกระตุ้นการคิดของนักเรียน จากนั้นให้ผู้เรียน จับคู่เพื่อเปรียบเทียบและอภิปรายเกี่ยวกับลักษณะร่วมที่แต่ละคนคิดได้ เพื่อนำไปสู่การสรุปและเขียนเป็นหลักการหรือกฎเกณฑ์

1.3 ขั้นสรุป ให้ผู้เรียนแต่ละคู่แบ่งปันและสะท้อนหลักการหรือกฎเกณฑ์จากการสังเกตด้วยตัวเอง กับเพื่อนๆ ในชั้นเรียน แล้วให้ผู้เรียนนำหลักการหรือกฎเกณฑ์ของเพื่อนที่นำเสนอมาแต่ละคู่ มาตรวจสอบและสรุปเป็นหลักการหรือกฎเกณฑ์ ด้วยตัวนักเรียนเอง

1.4 ขั้นนำไปใช้ เป็นการนำหลักการหรือกฎเกณฑ์ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในการทำแบบฝึกหัด ผ่านการเขียนให้ผู้อื่น เข้าใจ

2. ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ หมายถึง กระบวนการในการอธิบายแนวคิด หลักการ หรือวิเคราะห์ หาคำตอบหรือข้อสรุปทางคณิตศาสตร์ได้อย่างสมเหตุสมผล ซึ่งความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนวัดจาก คะแนนที่ได้จากแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลและการสื่อสารด้านการเขียนทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยมีลักษณะ เป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย จำนวน 14 ข้อ

3. ความสามารถในการสื่อสารด้านการเขียนทางคณิตศาสตร์ หมายถึง กระบวนการในการใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทาง คณิตศาสตร์เพื่อสื่อความหมาย แสดงแนวคิดและนำเสนอแนวคิดทางคณิตศาสตร์ให้ผู้อื่นเข้าใจได้อย่างถูกต้องผ่านการเขียน ซึ่งความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนของนักเรียนวัดจากคะแนนที่ได้จากแบบวัดความสามารถในการให้ เหตุผลและการสื่อสารด้านการเขียนทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยมีลักษณะเป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย จำนวน 14 ข้อ ซึ่งเป็นแบบทดสอบชุดเดียวกันกับแบบทดสอบก่อนหน้า

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา อำเภอเมืองชลบุรี จังหวัดชลบุรี จำนวน 4 ห้อง รวมทั้งหมด 104 คน ซึ่งจัดนักเรียนแบบละ ความสามารถทางวิชาการ

2. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียน สาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา อำเภอเมืองชลบุรี จังหวัดชลบุรี จำนวน 25 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling)

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง เพื่อศึกษาเกี่ยวกับความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการสื่อสารด้านการเขียนทางคณิตศาสตร์ ดำเนินการทดลองแบบศึกษากลุ่มเดียววัดหลังการทดลองครั้งเดียว (One-group posttest-only design) ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

1. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่

1.1 แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ระบบจำนวนเต็ม ที่ใช้การจัดการเรียนรู้แบบอุปนัยร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ เทคนิค Think-Pair-Share จำนวน 14 แผน ซึ่งมีการประเมินคุณภาพและความเหมาะสมโดยใช้เกณฑ์คะแนน 5 ระดับ ได้แก่ 5 คะแนน หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด, 4 คะแนน หมายถึง เหมาะสมมาก, 3 คะแนน หมายถึง เหมาะสมปานกลาง, 2 คะแนน

หมายถึง เหมาะสมน้อย และ 1 คะแนน หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด จากผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ 5 คน แผนการจัดการเรียนรู้มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด โดยมี $\bar{x} = 4.85$ และ $S = 0.30$

1.2 แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลและการสื่อสารด้านการเขียนทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบจำนวนเต็ม โดยมีลักษณะเป็นข้อสอบแบบอัตนัย จำนวน 14 ข้อ (จากการสร้างทั้งหมด จำนวน 28 ข้อ) ซึ่งมีการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบของผู้เชี่ยวชาญ 5 คน พบว่า มีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 0.60 - 1.00 จากนั้นนำแบบวัดความสามารถไปทดลองกับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง แล้วนำมาตรวจให้คะแนนโดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์โดยที่มีคะแนนเต็ม 3 คะแนน และนำมาตรวจให้คะแนนโดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการสื่อสารด้านการเขียนทางคณิตศาสตร์โดยที่มีคะแนนเต็ม 2 คะแนน (รวม 5 คะแนนต่อ 1 ข้อ) จากนั้นนำมาคัดเลือกแบบทดสอบที่มีความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกผ่านเกณฑ์และครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้ จำนวน 14 ข้อ พบว่า มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.33 - 0.70 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.33 - 0.80 และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเท่ากับ 0.93

2. ขั้นตอนดำเนินการทดลอง

2.1 ผู้วิจัยดำเนินการสอนด้วยตนเองด้วยการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัยร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค Think-Pair-Share เรื่อง ระบบจำนวนจริงกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา ซึ่งใช้เวลาจัดการเรียนการสอน จำนวน 14 คาบ

2.2 เมื่อดำเนินการสอนครบตามแผน ผู้วิจัยทำการวัดความสามารถในการให้เหตุผลและการสื่อสารด้านการเขียนทางคณิตศาสตร์ จำนวน 2 คาบ

2.3 ตรวจให้คะแนนการทำแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลและการสื่อสารด้านการเขียนทางคณิตศาสตร์ โดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ดังตาราง 1 และเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการสื่อสารด้านการเขียนทางคณิตศาสตร์ ดังตาราง 2

ตาราง 1 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

คะแนน/ความหมาย	ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
3/ดีมาก	ตอบคำถามได้ถูกต้องและมีการอธิบายแนวคิด หลักการ หรือวิเคราะห์หาข้อสรุปทางคณิตศาสตร์ได้อย่างสมเหตุสมผล
2/ดี	- ตอบคำถามได้ถูกต้องและมีการอธิบายแนวคิด หลักการ หรือวิเคราะห์หาข้อสรุปทางคณิตศาสตร์ได้สมเหตุสมผลบางส่วน หรือ - ตอบคำถามไม่ถูกต้อง แต่มีการอธิบายแนวคิด หลักการ หรือวิเคราะห์หาข้อสรุปทางคณิตศาสตร์ได้อย่างสมเหตุสมผล
1/พอใช้	- ตอบคำถามได้ถูกต้องและมีการอธิบายแนวคิด หลักการ หรือวิเคราะห์หาข้อสรุปทางคณิตศาสตร์ แต่ไม่สมเหตุสมผล หรือ - ตอบคำถามไม่ถูกต้อง และมีการอธิบายแนวคิด หลักการ หรือวิเคราะห์หาข้อสรุปทางคณิตศาสตร์ที่ไม่สมเหตุสมผล
0/ปรับปรุง	- ตอบคำถามไม่ถูกต้อง และไม่มีการอธิบายแนวคิด หลักการ หรือวิเคราะห์หาข้อสรุปทางคณิตศาสตร์ หรือ - ไม่มีการตอบคำถามและไม่มีการแสดงผลใดๆ

ตาราง 2 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการสื่อสารด้านการเขียนทางคณิตศาสตร์

คะแนน/ความหมาย	ความสามารถในการสื่อสารด้านการเขียนทางคณิตศาสตร์
2/ดีมาก	- ใช้ภาษาและสัญลักษณ์เพื่อสื่อความหมาย แสดงแนวคิดและนำเสนอแนวคิดทางคณิตศาสตร์ผ่านการเขียน ได้อย่างถูกต้องสมบูรณ์
1/ดี	- ใช้ภาษาและสัญลักษณ์เพื่อสื่อความหมาย แสดงแนวคิดและนำเสนอแนวคิดทางคณิตศาสตร์ผ่านการเขียน ได้อย่างถูกต้องเพียงบางส่วน
0/ปรับปรุง	- ใช้ภาษาและสัญลักษณ์เพื่อสื่อความหมาย แสดงแนวคิดและนำเสนอแนวคิดทางคณิตศาสตร์ผ่านการเขียนไม่ถูกต้อง หรือ - ไม่มีการแสดงแนวคิดใดๆ

2.4 ผู้วิจัยนำคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบความสามารถในการให้เหตุผลและการสื่อสารด้านการเขียนทางคณิตศาสตร์ที่ได้ไปวิเคราะห์ผลโดยใช้วิธีทางสถิติ

3. การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้นำคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลและการสื่อสารด้านการเขียนทางคณิตศาสตร์ โดยเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และคะแนนความสามารถในการสื่อสารด้านการเขียนทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบจำนวนเต็ม กับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้สถิติ t- test for one sample

ผลการวิจัย

1. ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบจำนวนเต็มของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัยร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค Think-Pair-Share กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ผลปรากฏดังตาราง 3

ตาราง 3 ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์กับเกณฑ์ร้อยละ 70

การทดสอบ	<i>n</i>	μ	$\bar{x}$ (คะแนนเต็ม 42)	<i>s</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์	25	29.4 (ร้อยละ 70)	31.76 (ร้อยละ 75.62)	6.70	1.760*	.045

* $p < .05$ ($t_{(\alpha=0.05, df=24)} = 1.7109$)

จากตาราง 3 พบว่า คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัยร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค Think-Pair-Share มีค่าเท่ากับ 31.76 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 75.62 และเมื่อทดสอบสมมติฐานพบว่า คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัยร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค Think-Pair-Share สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารด้านการเขียนทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบจำนวนเต็ม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัยร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค Think-Pair-Share กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ผลปรากฏดังตาราง 4

ตาราง 4 ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการสื่อสารด้านการเขียนทางคณิตศาสตร์กับเกณฑ์ร้อยละ 70

การทดสอบ	<i>n</i>	μ	$\bar{x}$ (คะแนนเต็ม 28)	<i>s</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
ความสามารถในการสื่อสารด้าน การเขียนทางคณิตศาสตร์	25	19.6 (ร้อยละ 70)	21.44 (ร้อยละ 76.57)	5.331	1.726*	.048

* $p < .05$ ($t_{(\alpha=0.05, df=24)} = 1.7109$)

จากตาราง 4 พบว่า คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการสื่อสารด้านการเขียนทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัยร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค Think-Pair-Share มีค่าเท่ากับ 21.44 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 76.57 และเมื่อทดสอบสมมติฐานพบว่า คะแนนเฉลี่ยความสามารถในการสื่อสารด้านการเขียนทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัยร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค Think-Pair-Share สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

การอภิปรายผลการวิจัย

1. ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1 ทั้งนี้เนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัยร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค Think-Pair-Share ซึ่งเป็นกิจกรรมที่มุ่งให้นักเรียนใช้การสังเกต คิดหาลักษณะร่วมของตัวอย่างต่างๆ เปรียบเทียบความสัมพันธ์ด้วยตนเองก่อน หลังจากนั้นจับคู่คิดแลกเปลี่ยนความคิดเห็น และแบ่งปันความคิดกับเพื่อนร่วมห้อง เพื่อสรุปเป็นหลักการหรือกฎเกณฑ์ต่างๆ จะช่วยให้นักเรียนส่งเสริมให้นักเรียนมีการโต้ตอบในเนื้อหาของรายวิชา ทำให้นักเรียนประมวลความคิดของตนเองก่อนนำไปแบ่งปันกับคนอื่น และยังสามารถนำมาใช้เพื่อพัฒนาทักษะการคิดในระดับที่สูงขึ้นได้ ซึ่งเมื่อพิจารณาในแต่ละขั้นของการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัยร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค Think-Pair-Share พบว่า นักเรียนได้มีการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นยกตัวอย่าง เป็นขั้นที่นักเรียนได้ทบทวนความรู้เดิมที่เรียนผ่านมาแล้ว หรือปูพื้นฐานความรู้ที่จะนำไปสู่ความรู้ใหม่ ซึ่งการที่นักเรียนจะสามารถให้เหตุผลได้นั้น นักเรียนจะต้องมีความพร้อมที่จะอ้างอิงความรู้เดิมได้ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Gagne (as cited in Angganapattarakajom, 2012, p. 47) ที่กล่าวว่า การกระตุ้นให้ระลึกถึงความรู้เดิม เป็นการช่วยให้ผู้เรียนดึงข้อมูลเดิมที่อยู่ในหน่วยความจำมาเพื่อใช้งาน จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดความพร้อมในการให้เหตุผลที่ดีขึ้น

ขั้นที่ 2 ขั้นเปรียบเทียบ เป็นขั้นที่ผู้วิจัยให้นักเรียนทำการสังเกต และเปรียบเทียบตัวอย่างที่ได้กำหนดให้ แล้วหาคำอธิบายเหตุผลของลักษณะร่วมจากตัวอย่างที่กำหนดให้ด้วยตนเอง โดยผู้วิจัยคอยใช้คำถามเพื่อกระตุ้นหรือแนะแนวทางในการให้เหตุผล เพื่อที่จะแลกเปลี่ยนองค์ความรู้ที่ได้กับคู่ของตน ซึ่งการให้นักเรียนแต่ละคนได้คิดค้นหาคำตอบและแลกเปลี่ยนเหตุผลที่ได้สรุปทั้งกับตนเองและกับคู่ของตนจะช่วยให้นักเรียนสามารถพัฒนาทักษะในการให้เหตุผลได้ดีขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับแนวทางในการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของ National Council of Teachers of Mathematics (2000, p. 56) ที่กล่าวว่า การพัฒนาการให้เหตุผลทำได้โดยให้ผู้เรียนอธิบายหลักการที่ใช้ในการคาดเดาของตนเอง และเหตุผลในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์อื่นๆ อีกทั้งยังสอดคล้องกับ Tipkong (2001, p. 99) ที่กล่าวว่า การให้นักเรียนได้มีโอกาสและเป็นอิสระที่จะแสดงออกถึงความคิดเห็นในการใช้และให้เหตุผลของตนเอง จะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนสามารถคิดอย่างมีเหตุผลและรู้จักให้เหตุผล และสอดคล้องกับ Angganapattarakajom (2012, pp. 118-120) ที่กล่าวว่า การเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงเหตุผลนั้น เป็นสิ่งที่สำคัญมากกว่าการได้คำตอบที่ถูกต้อง ผู้สอนควรส่งเสริมให้นักเรียนได้พูดอธิบายและแสดงเหตุผลของแนวคิดอย่างอิสระ โดยการ

แสดงผลผลอาจทำได้ยาวจากด้วยการเขียนโดยใช้ภาษาง่ายๆ โดยผู้สอนควรถามบ่อยๆ และใช้คำถามอย่างต่อเนื่องคำถามที่ใช้ควรเป็นคำถามที่กระตุ้นให้นักเรียนคิดและแสดงถึงเหตุผล

ขั้นที่ 3 ขั้นสรุป เป็นขั้นที่ผู้วิจัยให้นักเรียนแต่ละคู่แบ่งปันหลักการหรือกฎเกณฑ์จากการสังเกตของคู่ตนเองกับเพื่อนๆ ในชั้นเรียน แล้วให้ผู้เรียนนำหลักการหรือกฎเกณฑ์ของเพื่อนที่นำเสนอมาแต่ละคู่ มาตรวจสอบและสรุปเป็นหลักการหรือกฎเกณฑ์ด้วยตัวนักเรียนเองอีกครั้ง ซึ่งในขั้นนี้จะช่วยพัฒนาทักษะการให้เหตุผลจากการทบทวนและตรวจสอบเหตุผลที่ได้จากการอภิปรายกับเพื่อนในชั้นเรียนให้ถูกต้องและสมเหตุสมผลยิ่งขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับ Makanong (2011, p. 50) ที่กล่าวว่า การให้นักเรียนได้อธิบาย ชี้แจงเหตุผลจะช่วยให้นักเรียนได้ทบทวนการทำงานเพื่อสะท้อนความคิดของตน และที่สำคัญคือนักเรียนจะได้ข้อสรุปหรือตัดสินใจความถูกต้องของสิ่งต่างๆ ด้วยตนเองมากกว่าที่จะเชื่อตามที่ครูบอกหรือตามที่หนังสือเขียนไว้ อีกทั้งสอดคล้องกับ Department of Academic Affairs (2001, pp. 198 - 199) ที่อธิบายว่า การจัดการเรียนรู้ผู้สอนควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้คิดอย่างหลากหลาย และนักเรียนยังสามารถแสดงการให้เหตุผลที่แตกต่างกันได้ โดยการให้นักเรียนให้คำอธิบายหรือให้เหตุผลเพิ่มเติมของเพื่อนที่ให้เหตุผลได้ไม่สมบูรณ์ เป็นการให้ผู้เรียนมีการเรียนรู้ร่วมกันมากยิ่งขึ้น ซึ่งการให้นักเรียนมีโอกาสและอิสระที่จะแสดงออกถึงความคิดเห็นในการให้เหตุผลของตัวเองนั้นยังเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนเรียนเกิดการเรียนรู้และเกิดทักษะในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์อีกด้วย

ขั้นที่ 4 ขั้นนำไปใช้ เป็นขั้นที่นักเรียนได้ฝึกเป็นการนำหลักการหรือกฎเกณฑ์ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในการทำแบบฝึกหัด ซึ่งแบบฝึกหัดที่ให้นักเรียนทำจะมีการให้เหตุผลประกอบทุกครั้ง เพื่อให้ได้คำตอบที่ถูกต้องและสมเหตุสมผล ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนได้ฝึกคิดอย่างมีเหตุผล และช่วยให้นักเรียนได้แสดงเหตุผลได้อย่างสมเหตุสมผลมากยิ่งขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับ Tipkong (2001, p. 99) กล่าวว่า องค์ประกอบที่ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนสามารถคิดอย่างมีเหตุผลหรือรู้จักให้เหตุผลได้นั้น ครูควรให้นักเรียนได้พบโจทย์หรือปัญหาสถานการณ์อื่นๆ ที่น่าสนใจและเป็นปัญหาที่ไม่ยากเกินความสามารถของนักเรียน เพื่อให้ให้นักเรียนได้ฝึกคิดและให้เหตุผลในการหาคำตอบได้อย่างสมเหตุสมผล

จากขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ข้างต้น ส่งผลให้ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัยร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค Think-Pair-Share สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Malangtupthong (2015) พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบอุปนัยและนิรนัย มีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่องทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และสอดคล้องกับ Naewdong (2018, p. 104) ที่พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัยร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค Think-Pair-Share มีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ความสามารถในการสื่อสารด้านการเขียนทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัยร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค Think-Pair-Share สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2 ทั้งนี้เนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัยร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค Think-Pair-Share ซึ่งเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการสื่อสารด้านการเขียน โดยให้นักเรียนได้มีการสังเกต คิด และเปรียบเทียบตัวอย่างนั้นๆ โดยผู้วิจัยคอยใช้คำถามกระตุ้นการคิด แล้วให้นักเรียนหาคำอธิบายเหตุผลของลักษณะร่วมของตนเองโดยเขียนจดบันทึก ซึ่งต้องใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อสื่อความหมาย แสดงแนวคิดและนำเสนอแนวคิดทางคณิตศาสตร์ให้เพื่อนที่เป็นคู่หรือเพื่อนในชั้นเรียนเข้าใจได้อย่างถูกต้องผ่านการเขียน และยังส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้มากกว่าระดับความรู้ความจำ ซึ่งจะส่งผลให้นักเรียนได้ฝึกการสื่อสารด้านการเขียน และเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้อภิปรายแสดงแนวคิด แลกเปลี่ยนความคิดเห็น ร่วมกันกับเพื่อนในชั้นเรียน เพื่อนำไปสู่การสร้างข้อสรุปที่ถูกต้องและสมเหตุสมผล ซึ่งสอดคล้องกับ Rowan and Morrow (1993, pp. 9-11) ที่กล่าวว่า การให้นักเรียนเขียนอธิบายถึงสิ่งที่พบ จะเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนได้คิดและ

แสดงการตอบสนองออกมา โดยควรให้โอกาสนักเรียนได้คิดอย่างหลากหลาย และคิดอย่างสร้างสรรค์ โดยมีการให้นักเรียนได้เขียนสื่อสารแนวคิด เพื่อให้นักเรียนเห็นว่าการเขียนเป็นส่วนสำคัญของการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ อีกทั้งการเรียนแบบร่วมมือและช่วยเหลือกัน เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้สำรวจแนวคิด อธิบายแนวคิดกันในกลุ่ม โดยมีครูคอยชี้แนะ เป็นการพัฒนาความสามารถในการสื่อสารได้โดยตรง

อีกทั้งในขั้นที่ 2 ขั้นเปรียบเทียบ เป็นขั้นที่ผู้เรียนได้เริ่มเขียนอธิบายเหตุผลของลักษณะร่วมที่ได้ด้วยตนเองจากการสังเกต และเปรียบเทียบตัวอย่างที่กำหนดให้ โดยผู้สอนคอยใช้คำถามชี้แนะ จากนั้นให้ผู้เรียนจับคู่เพื่อเปรียบเทียบและอภิปรายเกี่ยวกับลักษณะร่วมที่แต่ละคนคิดได้ และในขั้นที่ 3 ขั้นสรุป เป็นขั้นที่ให้นักเรียนแต่ละคู่แบ่งปันหลักการหรือกฎเกณฑ์จากการสังเกตตัวอย่างของตัวเอง โดยทำการอภิปรายหลักการหรือกฎเกณฑ์ที่ได้กับเพื่อนๆ ในชั้นเรียน แล้วให้ผู้เรียนนำหลักการหรือกฎเกณฑ์ของเพื่อนที่นำเสนอมาแต่ละคู่ มาตรวจสอบและสรุปเป็นหลักการหรือกฎเกณฑ์ด้วยตัวนักเรียนเองอีกครั้ง ซึ่งทั้งสองขั้นนี้จะช่วยฝึกให้นักเรียนได้เขียนสื่อสารอธิบายแนวคิดทางคณิตศาสตร์จากตัวอย่างที่กำหนดให้ อีกทั้งยังช่วยให้นักเรียนได้มีการแลกเปลี่ยน และอภิปรายแนวคิดที่ได้กับเพื่อนทั้งที่เป็นคู่ของตนและเพื่อนในชั้นเรียน แล้วเขียนสรุปทุกครั้งทำให้พัฒนาความสามารถในการสื่อสารได้ดียิ่งขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับ Angganapattarakajom (2012, pp. 131-132) กล่าวว่า การพัฒนาทักษะการสื่อสาร ควรเริ่มจากการให้นักเรียนได้สำรวจและอธิบายแนวคิดทางคณิตศาสตร์ผ่านกระบวนการอ่าน การพูด การเขียน และการนำเสนอแนวคิด นอกจากนี้ผู้สอนควรให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการจัดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพที่เอื้อต่อการอธิบายและแสดงเหตุผล เพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับผู้อื่น และสอดคล้องกับ NCTM (1989, p. 26) ที่กล่าวว่า กิจกรรมที่ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการดำเนินการอย่างเต็มที่ในลักษณะของการสืบค้น การสืบเสาะ การพรรณนาและการอธิบาย เป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ โดยการจัดการเรียนการสอนให้นักเรียนมีโอกาสปฏิสัมพันธ์ต่อกัน มีโอกาสชี้แจงแนวคิด อธิบายเหตุผล และชวนเชื่อให้บุคคลอื่นเห็นด้วยกับแนวคิดของตน กิจกรรมดังกล่าวจะช่วยให้นักเรียนได้สร้างความรู้ เรียนรู้ที่จะรับฟังแนวคิดในลักษณะต่างๆ และทำให้เกิดความชัดเจนใจแนวคิดของตนเอง ดังนั้นการพูด การฟัง การอ่าน การเขียนและแสดงแนวคิดในลักษณะต่างๆ จึงเป็นกุญแจสำคัญในการส่งเสริมและพัฒนาความสามารถในการสื่อสาร

และขั้นที่ 4 ขั้นนำไปใช้ เป็นขั้นที่นักเรียนจะได้ลองใช้หลักการหรือกฎเกณฑ์ที่ได้โดยการเขียนตอบแบบฝึกหัด ซึ่งในขั้นนี้นักเรียนได้พัฒนาความสามารถในการสื่อสารด้านการเขียนโดยแบบฝึกหัดที่นักเรียนทำนั้นจะมีการเขียนอธิบายเหตุผลทุกครั้ง ซึ่งสอดคล้องกับ Thurber (1976, p. 513) ที่กล่าวว่า ในกิจกรรมการเขียนหรือพูดในเรื่องประสบการณ์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน จะมีผลต่อการปรับปรุงที่ดีขึ้นต่อตนเอง เมื่อนักเรียนได้ฝึกหัดเพิ่มมากขึ้น และสอดคล้องกับ Rowan and Morrow (1993, pp. 9-11) ที่กล่าวว่า การที่นักเรียนได้เขียนสื่อสารแนวคิด ทำให้นักเรียนเห็นว่าการเขียนเป็นส่วนสำคัญของการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ นั่นคือเป้าหมายของการเขียนต้องชัดเจน

จากขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ข้างต้น ส่งผลให้ความสามารถในการสื่อสารด้านการเขียนทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัยร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค Think-Pair-Share สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Nofriyan (2011) ได้ศึกษาผลของการการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค Think-Pair-Share ที่มีผลต่อความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ซึ่งหลังการสอนโดยใช้เทคนิค Think-Pair-Share นักเรียนมีแนวโน้มในการเขียนบรรยายได้ดีขึ้น อีกทั้งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ Malangtupthong (2015, p. 84) ที่ได้ศึกษาผลการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบอุปนัยและนิรนัย ที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการสื่อสารด้านการเขียนทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่พบว่า ความสามารถในการสื่อสารด้านการเขียนทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีจำนวนเบื้องต้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยและนิรนัยสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 ก่อนจะนำผลการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัยร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค Think-Pair-Share ไปใช้ ผู้สอนควรศึกษารายละเอียดและขั้นตอนการดำเนินการจัดการเรียนรู้ให้เข้าใจ

1.2 ผู้สอนควรใช้คำถามที่กระชับและชัดเจนชักชวนนักเรียนเกี่ยวกับความรู้เดิมที่เรียนผ่านมาแล้วให้ครอบคลุมทุกประเด็นที่จะนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้ใหม่ และการนำเสนอตัวอย่างที่จะนำไปสู่การสรุปหลักการหรือกฎเกณฑ์ต่างๆ ควรนำเสนอตัวอย่างให้มากพอและครอบคลุมหลักการหรือกฎเกณฑ์ที่จะให้นักเรียนสังเกต

1.3 ผู้สอนควรให้เวลากับนักเรียนในการสังเกต คิด และเปรียบเทียบตัวอย่างนั้นๆ ไม่ควรบอกหรืออธิบายหลักการหรือกฎเกณฑ์ที่ถูกต้องให้กับนักเรียนก่อน แต่ใช้คำถามเพื่อกระตุ้นและชี้แนะแทน

1.4 ผู้สอนควรให้นักเรียนแต่ละคู่ออกมาเขียนหลักการหรือกฎเกณฑ์ที่ได้บนกระดานไว้ก่อนหรือเขียนใส่กระดาษ แล้วติดบนกระดาน เพื่อความรวดเร็วและทำให้นักเรียนได้ร่วมกันสังเกต เปรียบเทียบหลักการหรือกฎเกณฑ์ของเพื่อนคู่อื่นบนกระดานครบทุกกลุ่ม ซึ่งสะดวกต่อการอภิปรายร่วมกันในชั้นเรียนเพื่อหาข้อสรุปของหลักการหรือกฎเกณฑ์ของตัวอย่างในเรื่องนั้นๆ

1.5 ผู้สอนควรเพิ่มโจทย์ที่ใช้หลักการหรือกฎเกณฑ์หลายเรื่องผสมกันบ้าง เพื่อให้นักเรียนสามารถนำหลักการหรือกฎเกณฑ์ที่ได้เรียนรู้ในแต่ละเรื่องมาเชื่อมโยงกันและนำมาประยุกต์ใช้ในสถานการณ์อื่นๆ ได้ดีขึ้น

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัยและการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค Think-Pair-Share มาประยุกต์ร่วมกัน เพื่อส่งผลต่อทัศนคติทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน หรือให้นักเรียนมีการพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านอื่นๆ เช่น ทักษะการแก้ปัญหา หรือการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เป็นต้น

2.2 ควรมีการวิจัยเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัยร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค Think-Pair-Share เพื่อพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลและความสามารถในการสื่อสารด้านการเขียนทางคณิตศาสตร์กับเนื้อหาคณิตศาสตร์อื่นๆ เช่น ระบบจำนวนจริง เศษส่วนและทศนิยม เป็นต้น

References

- Angganapattarakajorn, V. (2012). *Complete equipment: Matters should be known for mathematics teachers on curriculum, Teaching and research*. Bangkok: Charan Sanitwong Printing. [in Thai]
- Chaithieng, A. (2017). *Principles of teaching (revised version)*. Bangkok: Odeon Store. [in Thai]
- Department of Academic Affairs. (2001). *Basic education curriculum 2001*. Bangkok: Express transportation organization of Thailand. [in Thai]
- Enggen, P., & Kauchak, (2006). *D. Strategies and models for teachers teaching content and thinking Skill*. Boston: Pearson Education.
- Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (2004). *Knowledge and skills of Thai youth for tomorrow's world*. Bangkok: Seven printing. [in Thai]
- Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (2006). *Learning for tomorrow's world*. Bangkok: Seven Printing. [in Thai]
- Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (2008). *Science knowledge and competencies for tomorrow's world*. Bangkok: Seven Printing. [in Thai]

- Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (2009a). *The study of international mathematics learning trends*. Bangkok: Sahamit Printing and Publishing. [in Thai]
- Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (2009b). *Learning quality of Thai students, synthetic evaluation of PISA 2006 and TIMSS 2007*. Bangkok: Seven Printing. [in Thai]
- Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (2011). *PISA 2009 result on reading, mathematics and science*. Bangkok: Aroon Printing. [in Thai]
- Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (2012). *Professional mathematics teacher, the path to success*. Bangkok: 3-Q Media. [in Thai]
- Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (2013). *Conclusions of TIMSS 2011 of Mathayomsuksa 2*. Samut Prakan: Advance Printing Service. [in Thai]
- Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (2014). *Evaluation result on reading, mathematics and science*. Bangkok: Aroon Printing. [in Thai]
- Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (2017). *Thai student Low "PISA" test because lack of analysis*. <http://www.bangkokbiznews.com/home/detail/politics/education/20120828/480762/เด็กไทยรั้งท้ายผลสอบPISA-นักวิชาการชี้ขาดคดีวิเคราะห์.html>. [in Thai]
- Karnjanalakpong, S. (2004). *Educational innovation series 29 techniques for organizing learning activities: Cooperative learning*. Bangkok: 21 Century. [in Thai]
- Khemmani, T. (2002). *Science of teaching - Knowledge for organizing effective learning processes*. Bangkok: Chulalongkorn University Press. [in Thai]
- Levin, R. (2008). *Inside Jennifer's 1st grade classroom: Think – Pair – Share*. Retrieved from <http://clte.asu.edu/active/usingtps.pdf>
- Lyman, F. (1981). *The responsive classroom discussion: The inclusion of all students. Mainstreaming digest*. University of Maryland, College Park, MD.
- Makanong, A. (2010). *Mathematical skills and processes*. Bangkok: Chulalongkorn University Press. [in Thai]
- Makanong, A. (2011). *Mathematical skills and processes*. Bangkok: Chulalongkorn University Press. [in Thai]
- Malangtupthong, P. (2015). *The effect of organizing inductive and deductive learning on Mathematical reasoning and written communication abilities in numbers theory of Mathayomsuksa IV students* (Master thesis). Chon Buri: Burapha University. [in Thai]
- Ministry of Education. (2008). *Basic education core curriculum 2008*. Bangkok: The agricultural cooperative federation of Thailand. [in Thai]
- Moonkam, S., & Moonkam, A. (2002). *21 Learning management methods: To develop the thinking process*. Bangkok: Photo Printing. [in Thai]
- Naewdong, T. (2018). *The effects of inductive learning management and think -pair - share technique on mathematical concept and reasoning ability of mathayomsuksa II students* (Master thesis). Chon Buri: Burapha University. [in Thai]

- National Council of Teachers of Mathematics. (1989). *Curriculum and evaluation standards for schools mathematics*. Virginia: The National Council of Teachers of Mathematics.
- National Council of Teachers of Mathematics. (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Virginia: National Council of Teacher of Mathematics.
- Nofriyan, A. P. F. (2011). *The effectiveness of using Think-Pair-Share strategy in improving students writing narrative text at class XI social program of SMAN 1 Durenan* (Master thesis). State Islamic College (STAIN) of Tulungagung.
- Pongpan, P. (March 1, 2018). *Interview*. [in Thai]
- Rowan, T. E., & Morrow, L. J. (1993). Implementing the K-8 curriculum and evaluation standards. *Reading from the arithmetic teacher*. Virginia: National Council of Teachers of Mathematics.
- Tangriseree, S. (2013). *Effect of organizing mathematics learning activities using the guided discovery method and think-pair-share technique on the mathematical communication and connection abilities of eighth grade students* (Master thesis). Bangkok: Chulalongkorn University. [in Thai]
- Thurber, W. A. (1976). *Teaching science in today's secondary school*. Boston: Allyn and Bacon.
- Tipkong, S. (2001). *Mathematics problem-solving*. Bangkok: Council Printing House. [in Thai]