

ผลการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการปฏิบัติ ๕ ขั้นของสไตน์และคณะ
ที่มีต่อมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความสามารถ
ในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓
The Effects of Learning Management based on Five Practices
of Stein et al.'s Model on Mathematical Concepts
and Communication Ability of Mathayomsuksa 3 Students

ณัฐภา สยมภาค*

Nathida Sayompark

หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

Master of Education Program in Teaching Mathematics, Faculty of Education, Burapha University

อาพันธ์ชนิต เจนจิต**

Apunchanit Jenjit

คงรัฐ นวลเป่ง***

Kongrat Nualpang

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา, ประเทศไทย

Faculty of Education, Burapha University, Thailand

Email: pie3.14nathida@gmail.com; apunchanit@buu.ac.th; kongrat@buu.ac.th

Received: July 08, 2024

Revised: August 26, 2024

Accepted: September 05, 2024

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ (๑) เปรียบเทียบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓ หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการปฏิบัติ ๕ ขั้นของสไตน์และคณะ กับเกณฑ์ร้อยละ ๗๐ (๒) เปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓ หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการปฏิบัติ ๕ ขั้นของสไตน์และคณะ กับเกณฑ์ร้อยละ ๗๐ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓/๓ ภาคเรียนที่ ๒ ปีการศึกษา ๒๕๖๖

* นางสาวณัฐภา สยมภาค Miss.Nathida Sayompark นิสิตหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา Student Master of Education Program in Teaching Mathematics, Faculty of Education, Burapha University

** ดร.อาพันธ์ชนิต เจนจิต Dr.Apunchanit Jenjit อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ Thesis Advisor.

*** ดร.คงรัฐ นวลเป่ง Dr.Kongrat Nualpang อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม Co-Advisor.

จำนวน ๔๔ คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ประกอบด้วย (๑) แผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน ๕ แผน (๒) แบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ ๐.๘๑ (๓) แบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ ๐.๗๑ สถิติที่ใช้ ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบทีแบบกลุ่มตัวอย่างเดียว (T-test for one sample)

ผลการวิจัยพบว่า (๑) มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓ หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการปฏิบัติ ๕ ขั้นของสไตน์และคณะ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ ๗๐ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๕ (๒) ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓ หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการปฏิบัติ ๕ ขั้นของสไตน์และคณะ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ ๗๐ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๕

คำสำคัญ: การจัดการเรียนรู้; รูปแบบการปฏิบัติ ๕ ขั้นของสไตน์; มโนทัศน์และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์

Abstract

The purposes of this research were; (1) to compare mathematical concepts of Mathayomsuksa 3 students after using learning management based on five practices of Stein et al.'s model with the criterion 70% and (2) to compare mathematical communication ability of Mathayomsuksa 3 students after using learning management based on five practices of Stein et al.'s model with the criterion 70%. The sample were 44 students of Mathayomsuksa 3/3 students of the second semester in academic year B.E 2566 they were selected by cluster random sampling method. The research instruments used in this research consisted of; (1) five lesson plans, (2) Mathematical concepts test, with the reliability of 0.81, (3) Mathematical communication abilities test, with the reliability of 0.71. The statistical for analyzing the collected data were percent, mean, standard deviation and t-test for one sample.

Research results were that; (1) Mathematical concepts of Mathayomsuksa 3 students after using learning management based on five practices of Stein et al.'s model was higher than the set criterion of 70% at .05 level of statistical significance. (2) Mathematical communication ability of Mathayomsuksa 3 students after using learning management

based on five practices of Stein et al.'s model was higher than the set criterion of 70% at .05 level of statistical significance.

Keywords: Learning Management; Five Practices of Stein's Model; Mathematical Concepts and Communication Ability

บทนำ

คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีความสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาพื้นฐานการคิด การพัฒนาคนให้มีความรู้ความสามารถและทักษะในการดำเนินชีวิต คณิตศาสตร์จึงมีประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้นและสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข ส่งผลให้ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๐) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑ ฉบับนี้ จัดทำขึ้นโดยคำนึงถึงการส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้ในศตวรรษที่ ๒๑ เป็นสำคัญ นั่นคือ การเตรียมนักเรียนให้มีทักษะด้านการคิดวิเคราะห์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การแก้ปัญหา การคิดสร้างสรรค์ การใช้เทคโนโลยี การสื่อสารและการร่วมมือ ซึ่งจะส่งผลให้นักเรียนรู้เท่าทันการเปลี่ยนแปลงของระบบเศรษฐกิจ สังคม วัฒนธรรม และสภาพแวดล้อม สามารถแข่งขันและอยู่ร่วมกับประชาคมโลกได้^๒

เป้าหมายของการเรียนรู้คณิตศาสตร์ คือการใช้วิธีการ เครื่องมือ แนวคิด และหลักการความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสม ร่วมกับการมีกระบวนการทางสติปัญญาที่มีประสิทธิภาพของนักเรียน ซึ่งจะต้องมีความรู้หรือมโนทัศน์พื้นฐานที่จำเป็นก่อนการเรียนรู้คณิตศาสตร์^๓ มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์มีความสำคัญมาก เนื่องจากมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เป็นความรู้ความเข้าใจที่ถ่องแท้เกี่ยวกับเนื้อหาคณิตศาสตร์ จะทำให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงไปสู่การใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ได้ และจะทำให้นักเรียนเข้าใจสิ่งต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์เป็นอย่างดี และสามารถนำสิ่งเหล่านั้น ไปใช้ในการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนและไม่คุ้นเคยได้^๔ ซึ่งสอดคล้องกับสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่ระบุว่า มโนทัศน์เป็นรากฐานของการคิดของมนุษย์ โดยมโนทัศน์จะช่วยลดความซับซ้อนของสิ่งที่ศึกษา ช่วยในการ

^๑ กระทรวงศึกษาธิการ, ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๐) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑, (กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย, ๒๕๖๐), หน้า ๑-๓.

^๒ Kinard, T. and Kozulin, A., *Rigorous Mathematical Thinking: Conceptual formation in the Mathematics classroom*, (Cambridge: Harvard University Press, 2008), p. 2.

^๓ อัมพร ม้าคอง, *คณิตศาสตร์สำหรับครูมัธยม*, (กรุงเทพมหานคร: ศูนย์ตำราและเอกสารทางวิชาการ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, ๒๕๕๗), หน้า ๑๗.

จัดประเภท ทั้งยังทำให้นักเรียนสามารถเชื่อมความรู้หรือความคิดเดิมกับมโนทัศน์ใหม่ได้ และเพื่อที่จะนำเสนอองค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์นั้นให้ผู้อื่นได้รับรู้ จะต้องมีความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ควบคู่ไปด้วย ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์จึงมีความสำคัญเช่นเดียวกัน โดยการสื่อสารทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถของนักเรียนในการอธิบายชี้แจง แสดงความเข้าใจหรือความคิดเกี่ยวกับงานทางคณิตศาสตร์โดยใช้ภาษา สัญลักษณ์ และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ในการเขียนแสดงขั้นตอนในการหาคำตอบ รวมทั้งการเขียนอธิบายแนวคิดในการหาคำตอบได้อย่างถูกต้อง ครบถ้วน ซึ่งการที่นักเรียนมีส่วนร่วมในการอภิปรายหรือ การเขียนแลกเปลี่ยนความรู้และความคิดเห็นซึ่งกันและกัน จะช่วยให้นักเรียนเรียนรู้ได้อย่างลึกซึ้งและจดจำได้นานขึ้นอีกด้วย^๕

ถึงแม้ว่ามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และการสื่อสารทางคณิตศาสตร์จะมีความสำคัญมากเพียงใดก็ตาม แต่ในปัจจุบันการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ยังไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควร เห็นได้จากผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินี้ขั้นพื้นฐาน (Ordinary National Educational Test; O-NET) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓ ในวิชาคณิตศาสตร์ โดยสถาบันทดสอบการศึกษาแห่งชาติ (สทศ.) ประจำปีการศึกษา ๒๕๖๓, ๒๕๖๔ และ ๒๕๖๕ พบว่า มีคะแนนเฉลี่ย ๒๕.๔๖, ๒๔.๔๗ และ ๒๔.๓๙ คะแนน จากคะแนนเต็ม ๑๐๐ คะแนน ตามลำดับ ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานคือร้อยละ ๕๐ และมีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่อง และจากผลการทดสอบ O-NET ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓ ประจำปีการศึกษา ๒๕๖๓, ๒๕๖๔ และ ๒๕๖๕ ของโรงเรียนมหาวิทยาลัยราชภัฏ จังหวัดสงขลา พบว่า มีคะแนนเฉลี่ย ๔๒.๖๓, ๓๗.๒๓ และ ๓๙.๖๕ คะแนน ตามลำดับ ถึงแม้ว่าคะแนนเฉลี่ยผลการทดสอบ O-NET วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓ โรงเรียนมหาวิทยาลัยราชภัฏ จังหวัดสงขลา สูงกว่าระดับประเทศทุกปี แต่โดยภาพรวมคะแนนเฉลี่ยยังต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานทุกปี และเมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยของสาระจำนวนและพีชคณิตปีการศึกษา ๒๕๖๔ และ ๒๕๖๕ พบว่า มีคะแนนเฉลี่ย ๔๕.๑๕ และ ๔๔.๓๗ คะแนน^๖ ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในระดับต่ำกว่าร้อยละ ๕๐ สอดคล้องกับการสัมภาษณ์ครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓ โรงเรียนมหาวิทยาลัยราชภัฏ จังหวัดสงขลา พบว่าเนื้อหา เรื่อง อสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ซึ่งเป็นเนื้อหาหนึ่งที่ใช้ในการประเมินการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินี้ขั้นพื้นฐาน (O-NET) ในสาระจำนวนและพีชคณิต เป็นเนื้อหาที่นักเรียนประสบปัญหาค่อนข้างมาก นักเรียนส่วนใหญ่เข้าใจผิดเกี่ยวกับการแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว และยังขาดความเข้าใจอย่างแท้จริงเกี่ยวกับการแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวโดยใช้สมบัติของการไม่เท่ากัน นอกจากนี้ นักเรียนไม่สามารถวิเคราะห์และประเมินโจทย์

^๕ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, *ครูคณิตศาสตร์มีอาชีพ เส้นทางสู่ความสำเร็จ*, (กรุงเทพมหานคร: บริษัท ๓-คิว มีเดีย จำกัด, ๒๕๕๕), หน้า ๕๕.

^๖ สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, “คู่มือการจัดการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินี้ขั้นพื้นฐาน (O-NET) ศูนย์สอบ”, [ออนไลน์], แหล่งที่มา: www.niets.or.th [๑๖ มกราคม ๒๕๖๕].

ปัญหาได้ ไม่สามารถจัดระบบและรวบรวมความคิดเพื่อสื่อสารว่าโจทย์ต้องการอะไร และไม่สามารถใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์และตัวแทนทางคณิตศาสตร์เพื่อนำเสนอแนวคิดได้อย่างชัดเจน^๖

จากปัญหาข้างต้นแสดงให้เห็นว่านักเรียนมีมโนทัศน์ในเนื้อหาเรื่อง อสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวที่คลาดเคลื่อน ส่งผลให้ไม่สามารถนำเสนอแนวคิดของตนเองให้ผู้อื่นเข้าใจ โดยการใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์และตัวแทนทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง และเมื่อพิจารณาถึงสาเหตุของปัญหาแล้วพบว่า มีสาเหตุสำคัญหลายประการ อาจเนื่องมาจากการเรียนของตัวนักเรียน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของครูผู้สอน หรืออาจมาจากธรรมชาติของวิชาคณิตศาสตร์เป็นนามธรรม จึงทำให้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์มีความเข้าใจผิดได้ง่าย หรืออาจจะเข้าใจไม่ตรงกันได้^๗ อีกทั้งสภาพการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษา การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ยังคงยึดครูเป็นศูนย์กลาง ครูยังคงใช้วิธีการสอนแบบอธิบายประกอบ การยกตัวอย่างให้นักเรียนฟังเน้นความจำเรื่องสูตร บทนิยาม ครูขาดการปลูกฝังให้นักเรียนเป็นคนที่รู้จักสังเกต สำรวจ ตั้งข้อความคาดการณ์พร้อมทั้งให้เหตุผลและพิสูจน์สิ่งต่างๆ ได้ด้วยตนเอง การดำเนินการหาคำตอบมักมุ่งเน้นไปที่ความรวดเร็วในการได้มาซึ่งคำตอบมากกว่าพิจารณาที่กระบวนการคิดของนักเรียน^๘ นอกจากนี้ Baroody ได้กล่าวว่า ลักษณะการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยทั่วไป ไม่ใช่การจัดการเรียนรู้เพื่อให้เกิดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์จึงต้องเน้นให้นักเรียนได้สำรวจ และดำเนินการหาคำตอบด้วยตนเอง โดยให้นักเรียนได้มีโอกาสสื่อสาร แลกเปลี่ยนความรู้ทั้งกับครูและเพื่อนร่วมชั้นเรียนเพราะการศึกษาคณิตศาสตร์เป็นกิจกรรมทางสังคม^๙ โดยทักษะการสื่อสารจะช่วยเสริมสร้างความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนอย่างลึกซึ้ง อันก่อให้เกิดเป็นความเข้าใจร่วมกันระหว่างนักเรียนและยังช่วยให้ครูผู้สอนสามารถมองเห็นความเข้าใจของนักเรียนได้อีกด้วย^{๑๐}

การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์จึงควรต้องช่วยให้ผู้เรียนสามารถสร้างมโนทัศน์ได้ด้วยตนเองร่วมกับการพัฒนาทักษะในการสื่อสารให้ผู้เรียนด้วย ซึ่งรูปแบบในการจัดการเรียนรู้ที่น่าสนใจรูปแบบหนึ่ง นั่นคือการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการปฏิบัติ ๕ ขั้นของสไตน์และคณะ ซึ่งถูกคิดค้นโดย Stein et al. เพื่อเป็น

^๖ สัมภาษณ์ วนิดา อาตตันตรา, ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนมหาวิทยาลัยราชภัฏ จังหวัดสงขลา, ๒๔ พฤษภาคม ๒๕๖๖.

^๗ สุวัฒนา เอี่ยมมอพรรณ, *วิธีและเทคนิคการสอนคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาการคิดสำหรับครูในยุคปฏิรูปการศึกษา*, (กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, ๒๕๕๖), หน้า ๓๓-๓๖.

^๘ กิตติ พัฒนตระกูลสุข, “การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาของประเทศไทยล้มเหลวจริงหรือ”, *วารสารคณิตศาสตร์*, ปีที่ ๔๖ ฉบับที่ ๕๓๐-๕๓๒ (พฤศจิกายน-ธันวาคม ๒๕๕๕-มกราคม ๒๕๕๖) : ๕๔-๕๘.

^๙ Baroody, A. J. and Coslick, R. T., *Problem solving, reasoning and communicating, K-12: Helping children think mathematically*, (New York: Macmillan, 1993), p. 2.

^{๑๐} Mumme, J., and Shepherd, N., *Communication in Mathematics In Implementing the K-8 Curriculum and Evaluation Standards*, (Virginia: The national council of Teacher of Mathematics, 1993), pp. 7-9.

ตัวช่วยให้ครูผู้สอนใช้คำตอบของนักเรียนแต่ละกลุ่มเพื่อพัฒนาความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนทั้งห้อง โดยครูเปลี่ยนบทบาทจากการอธิบายความรู้เป็นผู้แนะนำ และยังช่วยให้ครูสามารถควบคุมการจัดการเรียนรู้ให้เป็นไปในทิศทางที่ครูต้องการได้ เพื่อให้เป็นประโยชน์สูงสุดแก่นักเรียน^{๑๑}

ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาวิจัยเรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการปฏิบัติ ๕ ขั้นของสไตน์และคณะ ที่มีต่อมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓ เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ต่อไป

วัตถุประสงค์การวิจัย

๑. เพื่อเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓ หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการปฏิบัติ ๕ ขั้นของสไตน์และคณะ กับเกณฑ์ร้อยละ ๗๐

๒. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓ หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการปฏิบัติ ๕ ขั้นของสไตน์และคณะ กับเกณฑ์ร้อยละ ๗๐

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการปฏิบัติ ๕ ขั้นของสไตน์และคณะ ของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓ ซึ่งมีการวัดผลหลังการทดลองอย่างเดียว (One-group posttest-only design) การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตของการวิจัยไว้ ดังนี้

๑. กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓/๓ โรงเรียนมหาวิทยาลัยราชภัฏ จังหวัดสงขลา ภาคเรียนที่ ๒ ปีการศึกษา ๒๕๖๖ จำนวน ๔๔ คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม

๒. ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ดำเนินการในภาคเรียนที่ ๒ ปีการศึกษา ๒๕๖๖ โดยใช้เวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ๑๑ ชั่วโมง โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยตนเอง และทดสอบหลังเรียน ๒ ชั่วโมงรวมใช้เวลาทั้งหมด ๑๓ ชั่วโมง

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

๑. แผนการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการปฏิบัติ ๕ ขั้นของสไตน์และคณะ เรื่อง อสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓ จำนวน ๕ แผน ซึ่งจากผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญจำนวน ๕ คน พบว่า ความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ ๔.๖๕ และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ ๐.๕๒ ซึ่งมีคุณภาพ และความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด

^{๑๑} Stein, M. K., Engle, R. A., Smith, M. S., & Hughes, E. K., “Orchestrating productive mathematical discussions: Five practices for helping teachers move beyond show and tell”, *Mathematical Thinking and Learning*, vol. 10 No.4 (October 2008) : 313–340.

๒. แบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓ แบบอัตนัย จำนวน ๑๒ ข้อ มีความยากง่ายตั้งแต่ ๐.๓๙ – ๐.๖๖ และมีค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ ๐.๓๒ – ๐.๖๑ และมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ ๐.๘๑ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติ *t-test for one sample*

๓. แบบทดสอบวัดความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง อสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓ เป็นแบบอัตนัย จำนวน ๔ ข้อ มีความยากง่ายตั้งแต่ ๐.๔๗ – ๐.๖๒ และมีค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ ๐.๕๐ – ๐.๗๐ และมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ ๐.๗๑ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติ *t-test for one sample*

ผลการวิจัย

๑. การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์กับเกณฑ์ร้อยละ ๗๐ แสดงดังตารางที่ ๑ ตารางที่ ๑ ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์กับเกณฑ์ร้อยละ ๗๐

กลุ่มตัวอย่าง	<i>n</i>	คะแนนเต็ม	(ร้อยละ ๗๐)	$\bar{x}$	<i>S</i>	ร้อยละ	<i>t</i>	<i>p</i>
คะแนนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์	๔๔	๓๖	๒๕.๒๐	๓๑.๓๒	๓.๘๑	๘๗	๑๐.๖๔๐*	๐.๐๐๐

* $P < .๐๕$

จากตารางที่ ๑ พบว่าคะแนนเฉลี่ยของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการปฏิบัติ ๕ ขั้นของสไตน์และคณะ มีค่าเท่ากับ ๓๑.๓๒ คะแนน ซึ่งคิดเป็นร้อยละ ๘๗ เมื่อทดสอบสมมติฐานพบว่า คะแนนเฉลี่ยของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓ หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการปฏิบัติ ๕ ขั้นของสไตน์และคณะ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ ๗๐ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๕ ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ ๑

๒. การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์กับเกณฑ์ร้อยละ ๗๐ แสดงดังตารางที่ ๒

ตารางที่ ๒ ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์กับเกณฑ์ร้อยละ ๗๐

กลุ่มตัวอย่าง	<i>n</i>	คะแนนเต็ม	(ร้อยละ ๗๐)	$\bar{x}$	<i>S</i>	ร้อยละ	<i>t</i>	<i>p</i>
คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์	๔๔	๓๖	๒๕.๒	๒๙.๑๘	๕.๘๘๔	๘๑.๐๖	๔.๔๘๘*	๐.๐๐๐

* $P < .๐๕$

จากตารางที่ ๒ พบว่าคะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการปฏิบัติ ๕ ชั้นของสไตน์และคณะ มีค่าเท่ากับ ๒๙.๑๘ คะแนน ซึ่งคิดเป็นร้อยละ ๘๑.๐๖ เมื่อทดสอบสมมติฐานพบว่า คะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓ หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการปฏิบัติ ๕ ชั้นของสไตน์และคณะสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ ๗๐ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๕ ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ ๒

อภิปรายผลการวิจัย

๑. ด้านมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ จากผลการวิจัยพบว่า มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓ หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการปฏิบัติ ๕ ชั้นของสไตน์และคณะ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ ๗๐ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๕ ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ ๑ ที่กำหนดไว้ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก การจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการปฏิบัติ ๕ ชั้นของสไตน์และคณะ เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ช่วยส่งเสริมมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์คือ เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนได้ลงมือค้นหาคำตอบของงานทางคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมให้นักเรียนใช้แนวคิดได้อย่างหลากหลาย และนำข้อสรุปของงานทางคณิตศาสตร์ที่ได้ไปอภิปรายในชั้นเรียน ทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนความรู้กับเพื่อนทั้งชั้นเรียน เพื่อสร้างเป็นองค์ความรู้ใหม่ ซึ่งสอดคล้องกับ NCTM ได้ระบุว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้งานทางคณิตศาสตร์เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการแก้ปัญหาด้วยตนเอง สามารถสร้างองค์ความรู้ใหม่ได้และการค้นหาวิธีการที่หลากหลายที่สามารถนำมาใช้เป็นแนวทางในการแก้ปัญหาต่าง ๆ^{๑๒} และเมื่อพิจารณามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ในแต่ละขั้นการปฏิบัติที่ได้จากการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการปฏิบัติ ๕ ชั้นของสไตน์และคณะ ทั้ง ๕ ขั้นการปฏิบัติสามารถอภิปรายผลการวิจัยได้ ดังนี้

ขั้นการปฏิบัติที่ ๑ การคาดการณ์การเรียนรู้และการเตรียมงานทางคณิตศาสตร์ (Anticipating) เป็นขั้นที่ครูออกแบบงานทางคณิตศาสตร์ที่เน้นการใช้ความรู้ ประสบการณ์ทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการค้นหาแนวทางการแก้ปัญหา นักเรียนไม่สามารถคาดเดาคำตอบได้ ต้องอาศัยความรู้ความเข้าใจและทักษะทางคณิตศาสตร์ในการทำงาน เพื่อให้นักเรียนสามารถสรุปองค์ความรู้ใหม่ได้ และนำไปสู่การพัฒนา มโนทัศน์ที่สำคัญของนักเรียน ซึ่งสอดคล้องกับ Cai and Lester ได้กล่าวว่า งานทางคณิตศาสตร์ที่ทำทายความสามารถของนักเรียนนั้น จะนำไปสู่การเพิ่มพูนความรู้และพัฒนาความเข้าใจของนักเรียน สามารถกระตุ้นความเข้าใจ และสามารถทำให้เกิดการพัฒนา มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ได้ การออกแบบงานจะใช้

^{๑๒} The National Council of Teachers of Mathematics, **Principles to Actions: Ensuring Mathematical Success for All Produced**, (Virginia: The national council of Teacher of Mathematics, 2014), pp. 23–24.

พื้นฐานจากประสบการณ์ความรู้เดิมของนักเรียน ส่วนใหญ่จะเป็นงานที่ให้นักเรียนพิจารณาความเหมือนและความแตกต่างของข้อมูล^{๑๓} นอกจากนี้ครูต้องคาดการณ์วิธีการตอบสนองต่องานทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เป็นไปได้ทั้งแนวคิดหรือวิธีการที่ถูกต้องและมีข้อผิดพลาดไว้ล่วงหน้า เนื่องจากการหาข้อสรุปทางคณิตศาสตร์สามารถแสดงแนวคิดได้หลากหลาย บางครั้งก็เป็นแนวคิดหรือวิธีการที่คาดไม่ถึง ซึ่งสอดคล้องกับ Hughes กล่าวว่า แม้ว่าครูจะเลือกใช้งานทางคณิตศาสตร์ที่มีระดับการรู้คิดสูง แต่ก็ไม่ได้ประกันว่าในการจัดการเรียนรู้ครูจะสามารถทำให้งานทางคณิตศาสตร์มีประสิทธิภาพสูงสุดได้จากการที่นักเรียนลงมือทำเพียงอย่างเดียว สิ่งที่จะประกันได้ในการจัดการเรียนรู้คือ การคาดการณ์การตอบสนองของนักเรียน หรืออาจกล่าวได้ว่าถ้าครูไม่ได้คาดการณ์การตอบสนองของนักเรียน มันอาจจะส่งผลต่อการค้นพบแนวคิดที่แปลกใหม่ของงานและอาจจะนำไปสู่โอกาสการเรียนรู้ของนักเรียนที่ลดน้อยลงหรือนำไปสู่ความเสื่อมถอยของระดับความเข้าใจของนักเรียน^{๑๔}

ขั้นการปฏิบัติที่ ๒ การนำเข้าสู่งานทางคณิตศาสตร์ (Launching) เป็นขั้นที่ครูนำเสนองานทางคณิตศาสตร์ที่มีความท้าทาย โดยใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนเข้าใจเงื่อนไขปัญหามากขึ้น และเพื่อตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียน โดยในขั้นนี้จะส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกวิเคราะห์ความรู้ ความเข้าใจของตนเอง ซึ่งการที่นักเรียนสามารถตอบคำถามและอธิบายโจทย์ได้ตรงประเด็น แสดงให้เห็นว่านักเรียนมีความเข้าใจและเห็นความสำคัญของปัญหา สอดคล้องเมธี ลิ้มอักษร ได้กล่าวถึง การสอนให้เกิดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ว่า ก่อนที่จะสอนให้นักเรียนมีมโนทัศน์ใหม่ขึ้นมานั้น ครูจะต้องแน่ใจเสียก่อนว่าพื้นฐานความรู้ทักษะ หรือประสบการณ์เดิมที่จำเป็นต่อการสร้างมโนทัศน์ใหม่นี้มีเพียงพอ ถ้านักเรียนไม่สามารถตอบได้ ครูจะใช้คำถามที่เจาะจง เพื่อชี้แนะให้นักเรียนเชื่อมโยงความรู้เดิมมาใช้ได้^{๑๕}

ขั้นการปฏิบัติที่ ๓ การกำกับและติดตามการทำงานทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน (Monitoring) เป็นขั้นที่นักเรียนใช้ความรู้เดิมทางคณิตศาสตร์ในการสำรวจและค้นหาแนวคิดหรือวิธีการเพื่อหาข้อสรุปเกี่ยวกับคำตอบจากงานทางคณิตศาสตร์ที่กำหนด และนำไปสู่การสรุปเป็นความรู้ใหม่ของตนเอง นักเรียนได้ประยุกต์ใช้ความรู้ที่มีอยู่เดิม และเกิดการเรียนรู้ที่ต่อเนื่อง ทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจมากยิ่งขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับ Jamar ที่ได้กล่าวว่า ครูควรส่งเสริมให้นักเรียนได้แก้ปัญหาด้วยตนเองผ่านการทำงาน

^{๑๓} Cai, J. & Lester, F., "Why is teaching with problem solving important to student learning?", *The national council of Teacher of Mathematics*, vol. 13 No.12 (April 2010) : 1-6.

^{๑๔} Hughes, K.E., "Lesson planning as a vehicle for developing pre-service secondary teachers' capacity to focus on students' mathematical thinking", in *Education dissertation*, (Department of Instruction and Learning : University of Pittsburgh, U.S.A., 2006).

^{๑๕} เมธี ลิ้มอักษร, *แนวคิดในการสอนคณิตศาสตร์*, (สงขลา: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ สงขลา, ๒๕๒๔), หน้า ๕-๖.

ทางคณิตศาสตร์ โดยปราศจากการสอนวิธีการแก้ปัญหานั้น ๆ เนื่องจากความรู้ใหม่สามารถสร้างได้โดยการเชื่อมโยงความรู้หรือประสบการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่มีอยู่เดิมมาใช้^{๑๖} ดังนั้น นักเรียนควรได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง เพื่อให้ นักเรียนสามารถจดจำองค์ความรู้เหล่านั้นได้อย่างยาวนานและนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้ใหม่ในอนาคต

ขั้นการปฏิบัติที่ ๔ การคัดเลือกและจัดลำดับแนวคิดหรือวิธีการของนักเรียน (Selecting and Sequencing) เป็นขั้นที่ครูคัดเลือกแนวคิดหรือวิธีการของนักเรียนจากข้อมูลที่ได้บันทึกในขั้นการปฏิบัติที่ ๓ เพื่อกำหนดเป็นประเด็นการอภิปรายและจัดลำดับการอภิปรายตามความเหมาะสม โดยคัดเลือกให้ครอบคลุมและเพียงพอในการสรุปเป็นองค์ความรู้ใหม่ เริ่มจากข้อมูลที่ง่ายต่อการเข้าใจ เพื่อให้ นักเรียนค่อย ๆ เห็นความแตกต่าง และสามารถเปรียบเทียบแนวคิดหรือวิธีการแต่ละแบบ จากนั้นจึงลำดับการนำเสนอให้กับนักเรียนได้ทราบ เพื่อเตรียมความพร้อมก่อนนำเสนอหน้าชั้นเรียน ซึ่งการจัดลำดับการนำเสนอ ก่อนหลังจะส่งผลต่อการเกิดมโนทัศน์ของนักเรียน^{๑๗}

ขั้นการปฏิบัติที่ ๕ การเชื่อมโยงข้อสรุปจากแนวคิดหรือวิธีการไปสู่องค์ความรู้ใหม่ (Connecting) ในขั้นนี้นักเรียนจะต้องออกมาอภิปรายเพื่ออธิบายแนวคิดหรือวิธีการของกลุ่มตามลำดับที่ครูกำหนดไว้ที่ละประเด็น นักเรียนได้อภิปรายร่วมกันทั้งชั้นเรียนเพื่อแลกเปลี่ยนแนวคิดหรือวิธีการ เพื่อหาข้อสรุปไปสรุปเป็นองค์ความรู้ใหม่ที่ละประเด็น โดยครูใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนได้เปรียบเทียบและเชื่อมโยงแนวคิดหรือวิธีการของแต่ละกลุ่ม และให้นักเรียนได้นำความรู้ใหม่ไปใช้แก้ปัญหาต่อไป การที่นักเรียนได้ออกมาแลกเปลี่ยนความรู้แนวคิดหรือวิธีการและอธิบายเหตุของตนเอง นักเรียนจะเห็นข้อผิดพลาดของตนเองและผู้อื่น ทำให้เกิดการเรียนรู้และเข้าใจมากยิ่งขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Stigler, Gallimore and Hiebert ที่กล่าวไว้ว่า ครูควรกระตุ้นให้นักเรียนได้มีโอกาสแลกเปลี่ยนแนวคิด และร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับแนวคิดหรือวิธีการที่ใช้ จะทำให้นักเรียนเกิดการค้นพบวิธีการหาคำตอบด้วยตัวเองได้ดีกว่าการจัดการเรียนรู้ในแบบเดิมที่ครูเน้นการอธิบาย^{๑๘}

^{๑๖} Jamar, “High expectations: A “how” of achieving equitable mathematics classrooms”, **Negro Educational Review**, vol. 56 No.2 (July 2005) : 3.

^{๑๗} Klausmeier, H. J., and Ripple, R. E., **Learning and human abilities**, (New York: Harper International Edition, 1971), pp. 422–423.

^{๑๘} Stigler, J. W., Gallimore, R., and Hiebert, J., “Using video surveys to compare classrooms and teaching across cultures: Examples and lessons from the TIMSS video studies”, **Educational Psychologist**, vol. 35 No.2 (June 2000) : 87–100.

จากที่กล่าวมาข้างต้น กล่าวได้ว่าในแต่ละขั้นของการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการปฏิบัติ ๕ ขั้นของสไตน์และคณะ ส่งผลให้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓ หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการปฏิบัติ ๕ ขั้นของสไตน์และคณะ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ ๗๐ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๕ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ทรศมน วินัยโกศล พบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการตามรูปแบบการปฏิบัติ ๕ ขั้นของสไตน์และคณะมีความรู้ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ ๖๐ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ .๐๕^{๑๙} และยังสอดคล้องกับ Groth ผลการวิจัยพบว่าห้องที่ได้รับการจัดการตามรูปแบบการปฏิบัติ ๕ ขั้นของสไตน์และคณะนั้น นักเรียนมีความรู้และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัด สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบปกติ^{๒๐}

๒. ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ จากผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓ หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการปฏิบัติ ๕ ขั้นของสไตน์และคณะ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ ๗๐ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๕ ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ ๒ ที่กำหนดไว้ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการปฏิบัติ ๕ ขั้นของสไตน์และคณะ เป็นการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ที่เน้นให้นักเรียนลงมือทำงานทางคณิตศาสตร์ และแลกเปลี่ยนความรู้กันภายในกลุ่มเพื่อให้ได้ข้อสรุปที่สมบูรณ์ จากนั้นนำข้อสรุปที่ได้มาอภิปรายร่วมกันภายในชั้นเรียน และสรุปเป็นองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเอง ตลอดจนนำความรู้ใหม่ไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ปัญหาที่หลากหลายได้ ซึ่งเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ทั้งการพูดคุย การรับฟังความคิดเห็นของคนอื่น เพื่อปรับแก้ความเข้าใจของตนเองให้ถูกต้อง รวมถึงการเขียนโดยใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้องโดยนำเสนออย่างเป็นลำดับชัดเจน และเมื่อพิจารณาความสามารถในการสื่อสารในแต่ละขั้นการปฏิบัติที่ได้จากการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการปฏิบัติ ๕ ขั้นของสไตน์และคณะ ทั้ง ๕ ขั้นการปฏิบัติสามารถอภิปรายผลการวิจัยได้ ดังนี้

ขั้นการปฏิบัติที่ ๑ การคาดการณ์การเรียนรู้และการเตรียมงานทางคณิตศาสตร์ (Anticipating) เป็นขั้นที่ครูออกแบบงานทางคณิตศาสตร์ โดยงานทางคณิตศาสตร์ที่ครูออกแบบจะเป็นงานทางคณิตศาสตร์ที่ต้องอาศัยความรู้ความเข้าใจและทักษะทางคณิตศาสตร์ในการทำงาน ไม่มีขั้นตอนหรือวิธีการที่แน่นอน ซึ่งครูจะออกแบบงานทางคณิตศาสตร์เพื่อให้นักเรียนได้ฝึกการเขียนอธิบายโดยใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้องโดยนำเสนออย่างเป็นลำดับชัดเจน สอดคล้องกับ

^{๑๙} ทรศมน วินัยโกศล, “ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามโมเดลของสไตน์ที่มีต่อความรู้และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ ๓”, วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารการศึกษา, (กรุงเทพมหานคร: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, ๒๕๖๑), บทคัดย่อ.

^{๒๐} Groth, R. E., “Using the five practices model to promote statistical discourse”, *Teaching Statistics*, vol. 37 No.1 (June 2014) : 13–17.

NCTM ได้กล่าวว่า ชิ้นงานที่มีแนวทางในการหาคำตอบหลายวิธี ทำให้นักเรียนได้แสดงแนวคิดอย่างหลากหลาย และเปิดโอกาสให้นักเรียนได้อธิบาย แสดงเหตุผล การคาดเดาในการหาคำตอบ จะช่วยพัฒนาความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์^{๒๑}

ขั้นการปฏิบัติที่ ๒ การนำเข้าสู่งานทางคณิตศาสตร์ (Launching) ครูนำเสนองานทางคณิตศาสตร์ และให้นักเรียนมีส่วนร่วมกับกิจกรรม โดยครูจะถามคำถามกระตุ้นให้นักเรียนทำความเข้าใจเงื่อนไขสำคัญต่าง ๆ และปัญหาของงานทางคณิตศาสตร์ ให้นักเรียนตอบคำถามโดยแสดงแนวคิดของตนเอง โดยใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์เพื่อพูดสื่อสารความเข้าใจของตนเองให้ครูรับรู้ ครูจะได้ทราบว่านักเรียนมีความเข้าใจตรงกันหรือไม่ การพูดสื่อสารจะเป็นตัวเชื่อมระหว่างการสื่อสารด้านการพูดและการสื่อสารด้านการเขียน เนื่องจากนักเรียนต้องนำข้อมูลที่ได้จากการพูดมารับฟังเพื่อปรับความเข้าใจไปเขียนในการทำงานทางคณิตศาสตร์ต่อไป สอดคล้องกับ เวชฤทธิ์ อังกะนัทรขจร ได้กล่าวว่า การสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอทางคณิตศาสตร์ เป็นทักษะที่จำเป็นสำหรับคณิตศาสตร์ และเป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่จะทำให้ผู้เรียนมีความเข้าใจที่ดีและถูกต้องในวิชาคณิตศาสตร์มากขึ้น รวมทั้งเป็นการทำให้ครูได้รู้ถึงความเข้าใจและแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนอีกด้วย^{๒๒}

ขั้นการปฏิบัติที่ ๓ การกำกับและติดตามการทำงานทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน (Monitoring) เป็นขั้นที่นักเรียนได้ฝึกการสื่อสารด้านการเขียน เนื่องจากเป็นขั้นที่นักเรียนได้ลงมือทำงานทางคณิตศาสตร์ โดยใช้ความรู้เดิมทางคณิตศาสตร์ในการสำรวจและค้นหาแนวคิดหรือวิธีการเพื่อหาข้อสรุปเกี่ยวกับคำตอบจากงานทางคณิตศาสตร์ที่กำหนด นักเรียนต้องเชื่อมโยงความรู้เดิมจากประสบการณ์ของตนเอง เพื่อหาข้อสรุปของงานทางคณิตศาสตร์ โดยการเขียนนำเสนอแนวคิดหรือวิธีการต่าง ๆ โดยใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ รวมถึงการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ เช่น เครื่องหมายต่าง ๆ กราฟ หรือรูปภาพที่ใช้สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ในขั้นตอนนี้เมื่อนักเรียนฝึกการเขียนอย่างสม่ำเสมอจะทำให้นักเรียนเกิดความคุ้นเคย และช่วยส่งเสริมความสามารถในการสื่อสารให้ดีขึ้น สอดคล้องกับ Rowan and Morrow ได้กล่าวว่า การเขียนสื่อสารแนวคิดเป็นสิ่งสำคัญและควรให้นักเรียนได้ฝึกเขียนแสดงแนวคิดของตนเอง เพื่อให้นักเรียนเห็นว่าการเขียนเป็นส่วนสำคัญของการดำเนินการทางคณิตศาสตร์^{๒๓} และทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้วิธีการเขียนอย่างเป็นลำดับโดยใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์และตัวแทนทางคณิตศาสตร์

^{๒๑} The National Council of Teachers of Mathematics, **Principles and standards for school mathematics**, vol. 1, (Virginia: The national council of Teacher of Mathematics, 2000), pp. 270–272.

^{๒๒} เวชฤทธิ์ อังกะนัทรขจร, **ครบเครื่องเรื่องความรู้สำหรับครูคณิตศาสตร์: หลักสูตรการสอนและการวิจัย**, (กรุงเทพมหานคร : จรัสสินทวงศ์การพิมพ์, ๒๕๕๔), หน้า ๔๘.

^{๒๓} Rowan, Thomas E., and Morrow, Lorna J., **Implementing k-8 curriculum and evaluation standards. reading, from the arithmetic teacher**, (Virginia: The national council of Teacher of Mathematics, 1993), pp. 9–11.

ขั้นการปฏิบัติที่ ๔ การคัดเลือกและจัดลำดับแนวคิดหรือวิธีการของนักเรียน (Selecting and Sequencing) เป็นขั้นที่ครูคัดเลือกแนวคิดหรือวิธีการของนักเรียนจากข้อมูลที่ได้บันทึกในขั้นการปฏิบัติที่ ๓ เพื่อกำหนดเป็นประเด็นการอภิปรายและจัดลำดับการอภิปรายตามความเหมาะสม และแจ้งลำดับการนำเสนอให้กับนักเรียนได้ทราบ เพื่อให้นักเรียนเตรียมความพร้อมก่อนนำเสนอหน้าชั้นเรียน นักเรียนจะได้ฝึกการสื่อสารทางด้านการพูดก่อนนำเสนอจริง ซึ่งการที่นักเรียนฝึกพูดนักเรียนจะต้องอ่านแนวคิดหรือวิธีการที่ตนเองเขียนซ้ำ ๆ หลายรอบ จะเป็นการพัฒนาการใช้ภาษาและตัวแทนทางคณิตศาสตร์ทางอ้อม และยังช่วยให้นักเรียนพูดได้อย่างมั่นใจ กระฉับ รัดกุม และใช้เวลาไม่นาน ซึ่งสอดคล้องกับวิจัยของ Johanning ได้ศึกษาการวิเคราะห์การเขียนของนักเรียนมัธยมศึกษาในวิชาพีชคณิตเบื้องต้น ผลการศึกษาพบว่า การเขียนอธิบายเป็นวิธีหนึ่งที่กระตุ้นนักเรียนในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เมื่อนักเรียนได้สื่อสารความคิดของตนเองลงบนกระดาษและถ่ายทอดสู่บุคคลอื่น การเขียนอธิบายก่อนการอภิปรายทำให้นักเรียนทุกคนได้ศึกษาด้วยตนเองก่อนที่จะพบครูและเพื่อน ๆ และการเขียนยังทำให้นักเรียนมีความมั่นใจมากขึ้น และสามารถถ่ายทอดแนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ^{๒๔}

ขั้นการปฏิบัติที่ ๕ การเชื่อมโยงข้อสรุปจากแนวคิดหรือวิธีการไปสู่องค์ความรู้ใหม่ (Connecting) ในขั้นนี้นักเรียนจะต้องนำเสนอและอธิบายแนวคิดหรือวิธีการของตนเองตามลำดับที่ครูกำหนดไว้ในขั้นการปฏิบัติที่ ๔ ทีละประเด็น เริ่มจากข้อมูลที่ย่อยต่อการเข้าใจ และยกขึ้นทีละนิด เพื่อเขียนสรุปเป็นองค์ความรู้ใหม่โดยใช้ภาษาและตัวแทนทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้องครบถ้วน ซึ่งสอดคล้องกับแนวทางการพัฒนาความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของสสวท. ที่ได้เสนอไว้ว่า ครูควรให้นักเรียนได้รับสารที่ละน้อยตามลำดับขั้น คือ ให้นักเรียนซึ่งเป็นผู้รับสารได้ไตร่ตรองตามทีละน้อยจากง่ายไปยากจนเข้าใจในเนื้อหาของสารที่จะได้รับ^{๒๕} จากนั้นนักเรียนจดบันทึกองค์ความรู้ใหม่ที่ได้จากการสรุปพร้อมกันลงสมุด และให้นักเรียนได้นำความรู้ใหม่ดังกล่าวไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ปัญหาที่หลากหลายต่อไป รวมถึงการทำใบงานในทุก ๆ แผนการเรียนรู้ ทั้งนี้เป็นการฝึกความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ทั้งสิ้น เนื่องจากนักเรียนต้องเขียนนำเสนอแนวคิดหรือวิธีการโดยใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง จากการที่ฝึกเขียนมาในขั้นการปฏิบัติก่อนหน้า จะทำให้นักเรียนเกิดการพัฒนาศักยภาพในการสื่อสาร สอดคล้องกับ กรมวิชาการ ได้กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้เพื่อให้เกิดทักษะการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ ควรฝึกทักษะ กระบวนการนี้อย่างต่อเนื่อง

^{๒๔} Johanning, I. Debra, "An analysis of Writing and Post writing Group Collaboration In middle School Pre-Algebra", *School Science and Mathematic*, vol. 100 No.3 (March 2000) : 151–160.

^{๒๕} สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, *ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์*, พิมพ์ครั้งที่ ๓ แก้ไขเพิ่มเติม, (กรุงเทพมหานคร : ๓-คิว มีเดีย, ๒๕๕๕), หน้า ๖๓.

โดยสอดแทรกอยู่ทุกขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์^{๒๖} ให้นักเรียนคิดตลอดเวลาที่เห็นปัญหาว่าทำไมจึงเป็นเช่นนั้น จะมีวิธีการแก้ปัญหายังไง รูปแบบความสัมพันธ์ของตัวแปรเป็นอย่างไร จะใช้ภาพ ตาราง หรือกราฟใดช่วยในการสื่อสาร สื่อความหมาย

จากที่กล่าวมาข้างต้น กล่าวได้ว่าในแต่ละขั้นของการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการปฏิบัติ ๕ ขั้นของสไตน์และคณะ ส่งผลให้ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓ หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการปฏิบัติ ๕ ขั้นของสไตน์และคณะ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ ๗๐ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๕

ข้อเสนอแนะ

๑. ข้อเสนอแนะทั่วไป

๑.๑ ครูจะต้องคาดการณ์การตอบสนองต่องานทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยพยายามคิดทุกกรณีที่เป็นไปได้ที่นักเรียนจะแสดงแนวคิด เพื่อไม่ให้เกิดข้อผิดพลาดในการจัดการเรียนรู้ และไม่ให้นักเรียนพลาดโอกาส เพื่อให้นักเรียนได้ความรู้ที่ครบถ้วนไปสร้างองค์ความรู้ต่อไปได้

๑.๒ ครูควรวางแผนการใช้เวลาในการอภิปรายให้รัดกุม เพื่อนักเรียนจะได้มีเวลาในการคิด วิเคราะห์ แนวคิดที่เพื่อนอภิปราย เพื่อนำมาสรุปเป็นองค์ความรู้ใหม่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

๑.๓ ขั้นการปฏิบัติที่ ๑ เป็นขั้นที่สำคัญมาก ครูจะต้องเตรียมตัวอย่างดี เตรียมคำถามที่ช่วยให้นักเรียนได้เกิดการคิดเชื่อมโยงความรู้ได้ เมื่อสังเกตเห็นว่านักเรียนไม่สามารถทำงานทางคณิตศาสตร์ได้ ครูต้องใช้คำถามกระตุ้นทันที เพื่อไม่ให้นักเรียนเสียเวลาในการเรียนรู้เรื่องถัดไป

๒. ข้อเสนอเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

๒.๑ ศึกษาผลการจัดการตามรูปแบบการปฏิบัติ ๕ ขั้นของสไตน์และคณะในเนื้อหาคณิตศาสตร์อื่น ๆ เนื่องจากการออกแบบงานทางคณิตศาสตร์ที่มีวิธีการหาคำตอบที่หลากหลายจะทำให้นักเรียนได้เรียนรู้วิธีที่หลากหลายผ่านการอภิปรายร่วมกันภายในห้อง

๒.๒ ควรมีการศึกษาตัวแปรอื่น ๆ เพิ่มเติม เช่น ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

^{๒๖} กรมวิชาการ, การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์, (กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว, ๒๕๔๔) หน้า ๒๐๑.

บรรณานุกรม

- กรมวิชาการ. **การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์**. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว, ๒๕๔๔.
- กระทรวงศึกษาธิการ. **ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๐) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑**. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย, ๒๕๖๐.
- ทรรศมน วินัยโกศล. “ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามโมเดลของสไตน์ที่มีต่อความรู้และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ ๓”. **วิทยานิพนธ์ปริญญamahบัณฑิต**. กรุงเทพมหานคร: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, ๒๕๖๑.
- กิตติ พัฒนตระกูลสุข. “การเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาของประเทศไทยล้มเหลวจริงหรือ”. **วารสารคณิตศาสตร์**. ปีที่ ๔๖ ฉบับที่ ๕๓๐-๕๓๒ (พฤศจิกายน-ธันวาคม ๒๕๔๕-มกราคม ๒๕๔๖) : ๕๔-๕๘.
- นатыา ปิลันธนาถ. **การเรียนรู้ความคิดรวบยอด (Concept Learning)**. กรุงเทพมหานคร : เจ้าพระยาบรรณการพิมพ์, ๒๕๔๒.
- เวชฤทธิ์ อังกะนภัทรขจร. **ครบเครื่องเรื่องความรู้สำหรับครูคณิตศาสตร์: หลักสูตรการสอนและการวิจัย**. กรุงเทพมหานคร: จรัสสินทวงศ์การพิมพ์, ๒๕๕๔.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. **ครูคณิตศาสตร์มืออาชีพ เส้นทางสู่ความสำเร็จ**. กรุงเทพมหานคร : บริษัท ๓-คิว มีเดีย จำกัด, ๒๕๕๕.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. **ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์**. พิมพ์ครั้งที่ ๓ แก้ไขเพิ่มเติม. กรุงเทพมหานคร: ๓-คิว มีเดีย, ๒๕๕๕.
- สุวัฒนา เอี่ยมมอพรรณ. **วิธีและเทคนิคการสอนคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาการคิดสำหรับครูในยุคปฏิรูปการศึกษา**. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, ๒๕๔๖.
- เมธี ลิ้มอักษร. **แนวคิดในการสอนคณิตศาสตร์**. สงขลา : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ สงขลา, ๒๕๒๔.
- อัมพร ม้าคอง. **คณิตศาสตร์สำหรับครูมัธยม**. กรุงเทพมหานคร: ศูนย์ตำราและเอกสารทางวิชาการ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, ๒๕๕๗.
- สัมภาษณ์ วนิดา อาตตันตรา. ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนมหาวิทยาลัยราชวูธ จังหวัดสงขลา. ๒๔ พฤษภาคม ๒๕๖๖.
- Barrody, A. J. and Coslick, R. T. **Problem solving, reasoning and communicating, K-12: Helping children think mathematically**. New York: Macmillan, 1993.

- Cai, J. & Lester, F. “Why is teaching with problem solving important to student learning?”. **The national council of Teacher of Mathematics**. vol. 13 No.12 (April 2010): 1–6.
- Groth, R. E. “Using the five practices model to promote statistical discourse”. **Teaching Statistics**. vol. 37 No.1 (June 2014) : 13–17.
- Hughes, K.E. “Lesson planning as a vehicle for developing pre-service secondary teachers’ capacity to focus on students’ mathematical thinking”. **Education dissertation**. University of Pittsburgh, 2006.
- Jamar. “High expectations: A “how” of achieving equitable mathematics classrooms”, **Negro Educational Review**. vol. 56 No.2 (July 2005) : 3.
- Johanning I. Debra. “An analysis of Writing and Post writing Group Collaboration In middle School Pre-Algebra”. **School Science and Mathematic**. vol. 100 No.3 (March 2000) : 151–160.
- Kinard, T. and Kozulin, A. **Rigorous Mathematical Thinking: Conceptual formation in the Mathematics classroom**. Cambridge: Harvard University Press, 2008.
- Klausmeier, H. J., and Ripple, R. E. **Learning and human abilities**. New York : Harper International Edition, 1971.
- Mumme, J., and Shepherd, N. **Communication in Mathematics In Implementing the K-8 Curriculum and Evaluation Standards**. Virginia: The national council of Teacher of Mathematics, 1993.
- Rowan, Thomas E., and Morrow, Lorna J. **Implementing k-8 curriculum and evaluation standards. reading, from the arithmetic teacher**. Virginia: The national council of Teacher of Mathematics, 1993.
- Stein, M. K., Engle, R. A., Smith, M. S., & Hughes, E. K. “Orchestrating productive mathematical discussions: Five practices for helping teachers move beyond show and tell”. **Mathematical Thinking and Learning**. vol. 10 No. 4 (October 2008) : 313–340.
- Stigler, J. W., Gallimore, R., and Hiebert, J. “Using video surveys to compare classrooms and teaching across cultures: Examples and lessons from the TIMSS video studies”. **Educational Psychologist**. vol. 35 No.2 (June 2000) : 87–100.

The National Council of Teachers of Mathematics. **Principles and standards for school mathematics**. vol. 1. Virginia : The national council of Teacher of Mathematics, 2000.

The National Council of Teachers of Mathematics. **Principles to Actions: Ensuring Mathematical Success for All Produced**. Virginia: The national council of Teacher of Mathematics, 2014.

สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ. “คู่มือการจัดการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ศูนย์สอบ”. [ออนไลน์]. แหล่งที่มา: www.niets.or.th [๑๖ มกราคม ๒๕๖๕].