

ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยวิธี IMPROVE ร่วมกับเทคนิค
Think-Pair-Square ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถ
ในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒
The Effects of Organizing Learning Activities Using
IMPROVE Method with Think-Pair-Square Technique
on Mathematical Problem Solving and Communication Abilities
of Mathayomsuksa 2 Students

ปาไลดา สุชาติพงษ์*

Palida Suchatphong

คงรัฐ นวลแปง**

Kongrat Nualpang

เวชฤทธิ์ อังกะภักขจร***

Vetcharit Anganapattarakajorn

สาขาการสอนคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา, ประเทศไทย

Mathematics Teaching Faculty of Education Burapha University, Thailand

Email: janejub@hotmail.com, Email: kongrat@go.buu.ac.th, Email: Nack555@hotmail.com

Received: March 22, 2023

Revised: April 11, 2024

Accepted: April 11, 2024

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ (๑) เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยวิธี IMPROVE ร่วมกับเทคนิค Think-Pair-Square กับเกณฑ์ร้อยละ ๗๐ (๒) เปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยวิธี IMPROVE ร่วมกับเทคนิค Think-Pair-Square กับเกณฑ์ร้อยละ ๗๐ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒/๘ ภาคเรียนที่ ๒ ปีการศึกษา ๒๕๖๕ โรงเรียนแสนสุข จำนวน ๓๖ คน

* นางสาวปาไลดา สุชาติพงษ์ Miss.Palida Suchatphong. นิสิตปริญญาโท สาขาการสอนคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา Master student, Mathematics Teaching Faculty of Education Burapha University.

** ดร.คงรัฐ นวลแปง Dr.Kongrat Nualpang ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ Thesis advisor.

*** รศ.ดร.เวชฤทธิ์ อังกะภักขจร Assoc.Prof.Dr.Vetcharit Anganapattarakajorn ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ Thesis advisor.

ที่ได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ (๑) แผนการจัดการเรียนรู้โดยวิธี IMPROVE ร่วมกับเทคนิค Think-Pair-Square เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร (๒) แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ซึ่งเป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย จำนวน ๔ ข้อ มีค่าความยากง่าย (p) ตั้งแต่ ๐.๕๔-๐.๖๕ และมีค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ ๐.๓๒-๐.๖๐ และมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ ๐.๘๑ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบที (t -test for one sample)

ผลการวิจัยพบว่า (๑) ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒ หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยวิธี IMPROVE ร่วมกับเทคนิค Think-Pair-Square สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ ๗๐ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๕ (๒) ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒ หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยวิธี IMPROVE ร่วมกับเทคนิค Think-Pair-Square สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ ๗๐ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๕

คำสำคัญ: การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์, การสื่อสารทางคณิตศาสตร์, วิธี IMPROVE, เทคนิค Think-Pair-Square, คำถามที่เน้นการรู้คิด

Abstract

The purposes of this research were; 1) to compare mathematical problem solving ability of Mathayomsuksa II students after learning with IMPROVE method with Think-Pair-Square technique activity as compare with the criterion of 70% and; 2) to compare mathematical communication ability of Mathayomsuksa II students after learning with IMPROVE method with Think-Pair-Square technique activity as compare with the criterion of 70%. The sample were 36 Mathayomsuksa II students of the second semester in academic year B.E 2565 they were selected by cluster random sampling method. The research instruments used in this research consisted of; 1) four lesson plans on surface area and volume using IMPROVE method with Think-Pair-Square technique activity, 2) Mathematical problem solving and communication abilities test, with the reliability of 0.81. The statistical for analyzing the collected data were mean, standard deviation and t-test for one sample.

The results of the study were as follows: (1). Mathematical problem solving ability of Mathayomsuksa II students after learning with with IMPROVE method with Think-Pair-

Square technique activities was higher than the set criterion of 70% at 0.05 level of statistical significance. (2) Mathematical communication ability of Mathayomsuksa II students after learning with with IMPROVE method with Think-Pair-Square technique activities was higher than the set criterion of 70% at 0.05 level of statistical significance.

Keywords: Mathematical Problem Solving, Mathematical Communication, IMPROVE Method, Think-Pair-Square Technique, Cognitive question

บทนำ

การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในปัจจุบันมุ่งเน้นการพัฒนาคนให้เป็นมนุษย์ที่มีความสมดุลทั้งทางร่างกายและจิตใจ สติปัญญา อารมณ์ สามารถคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์จึงจำเป็นต้องส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยมุ่งเน้นให้นักเรียนฝึกฝนการแก้ปัญหาเพื่อพัฒนาทักษะที่จำเป็นตามความสามารถของแต่ละบุคคล กระบวนการแก้ปัญหาเป็นสิ่งสำคัญและจำเป็นที่นักเรียนทุกคนจะต้องเรียนรู้ ให้เข้าใจสามารถคิดและแก้ปัญหาได้ เพื่อที่จะนำกระบวนการนี้ไปใช้ในชีวิตประจำวันต่อไป^๑ นอกจากนี้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ก็เป็นทักษะหนึ่งที่มีความสำคัญ ดังที่สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี^๒ ระบุไว้ว่า การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอเป็นความสามารถในการพูดและการเขียน การใช้คำศัพท์ สัญลักษณ์ ตัวแปร ตาราง กราฟ รูปแบบและแบบจำลองเพื่อแสดงแนวความคิดมีความกระชับ ชัดเจนและเหมาะสมและเป็นทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จะช่วยให้นักเรียนสามารถถ่ายทอดความรู้ความเข้าใจแนวคิดทางคณิตศาสตร์หรือกระบวนการคิดของตนให้ผู้อื่นรับรู้ได้อย่างถูกต้องชัดเจนและมีประสิทธิภาพ การที่นักเรียนมีส่วนร่วมในการอภิปรายหรือการเขียนแลกเปลี่ยนความรู้และความคิดเห็นถ่ายทอดประสบการณ์ซึ่งกันและกัน ยอมรับฟังความคิดเห็นผู้อื่นจะช่วยให้ นักเรียนเรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างมีความหมายเข้าใจได้อย่างกว้างขวาง ลึกซึ้งและจดจำได้นานมากขึ้น

จากผลการประเมินความฉลาดรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนใน PISA พบว่า ในปี ๒๐๒๒ ซึ่งเน้นประเมินความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์เป็นหลัก โดยมีรายละเอียดในการประเมิน คือ ประเมินการให้เหตุผล และการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เนื้อหาทางคณิตศาสตร์ที่สามารถนำมาใช้แก้ปัญหาได้และบริบทที่เป็น

^๑ กระทรวงศึกษาธิการ, หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๔๕, (กรุงเทพมหานคร: องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์ (ร.ส.พ.), ๒๕๔๕), หน้า ๑.

^๒ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, การวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์, (กรุงเทพมหานคร: ซีเอ็ดเคชั่น, ๒๕๕๕), หน้า ๗๙.

สถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตจริง ผลการประเมินพบว่านักเรียนไทยมีคะแนนเฉลี่ย ๓๙๔ คะแนน ซึ่งต่ำกว่าค่าเฉลี่ย OECD ที่มีค่าเฉลี่ยมาตรฐานที่ ๔๗๒ ซึ่งผลการประเมินด้านคณิตศาสตร์ ในปี ๒๐๒๒ พบว่า ช่องว่างของคะแนนระหว่างนักเรียนกลุ่มสูงกับนักเรียนกลุ่มต่ำแคบลงแต่เป็นผลมาจากนักเรียนกลุ่มสูง มีการลดลงของคะแนนที่มากกว่านักเรียนกลุ่มต่ำ^๓ และจากการสัมภาษณ์ครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒ โรงเรียนแสนสุข จังหวัดชลบุรี พบว่า เนื้อหาเรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร เป็นเนื้อหาที่นักเรียนประสบปัญหาค่อนข้างมาก นักเรียนส่วนใหญ่ไม่เข้าใจหรือเข้าใจผิดเกี่ยวกับรูปคลี่ของรูปทรงสามมิติ จึงทำให้ไม่สามารถหาพื้นที่ผิวและปริมาตรได้หรือหาได้แต่ไม่ถูกต้อง และปัญหาที่พบมากที่สุด คือ นักเรียนไม่สามารถนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในการทำโจทย์ในลักษณะที่เป็นโจทย์ปัญหาได้ ไม่สามารถตีความจากสถานการณ์ปัญหาที่โจทย์กำหนดให้ได้ และเขียนศัพท์ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง รวมถึงนำเสนอวิธีคิดไม่เป็นลำดับขั้นตอนโดยจะเขียนในลักษณะของการทด จึงทำให้ไม่สามารถแสดงวิธีการแก้โจทย์ปัญหาหรือเขียนสื่อสารเพื่อนำเสนอแนวคิดในการหาคำตอบให้ผู้อื่นเข้าใจได้^๔

จากข้อมูลดังกล่าวสาเหตุอาจเกิดจากนักเรียนขาดการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ที่มีอยู่กับความรู้ใหม่ที่จะเรียน ทำให้นักเรียนขาดความคงทนในการเรียนรู้ เพราะถ้าผู้เรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนแต่ไม่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาได้แล้ว ย่อมส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพในการหาผลลัพธ์ได้^๕ อีกทั้งยังมีนักเรียนที่อ้างว่าคิดแก้ปัญหาได้ หาเหตุผลได้ แต่ไม่สามารถอธิบายหรือเขียนแสดงออกมาได้จึงเป็นหน้าที่ของครูที่จะต้องช่วยกันคิดแก้ปัญหาด้านการสื่อสารต่อไป^๖ ดังนั้น จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่ผู้สอนต้องจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการนำไปใช้หรือทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์อย่างต่อเนื่องและมากพอ^๗ โดยผู้สอนควรให้นักเรียนได้มีโอกาสทำงานร่วมมือเป็นทีมหรือกลุ่ม ได้ลงมือแก้ปัญหา พูดคุยแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน ได้สื่อสารและอภิปรายถึงกระบวนการแก้ปัญหาที่กระทำร่วมกันตลอดจนได้เรียนรู้ที่จะยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ซึ่งสิ่งเหล่านี้จะช่วยให้เด็กมีความมั่นใจในการแก้ปัญหาที่เผชิญอยู่ทั้งภายในและภายนอกห้องเรียน กล่าวแสดงหรืออ้างอิงเหตุผล มี

^๓ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, **สรุปผลการประเมิน PISA ๒๐๒๒**, (กรุงเทพมหานคร: กระทรวงศึกษาธิการ, ๒๕๖๖), หน้า ๒ - ๖.

^๔ สัมภาษณ์ นลินญา บุญเต็ม, ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนแสนสุข จังหวัดชลบุรี, ๑๘ พฤศจิกายน ๒๕๖๔.

^๕ Atkinson; R.C.; & Shiffrin, R.M. **Human Memory : A Proposed System and Its Control Processes. The Psychology of Learning and Motivation: Advanced in Research and Theory.** (New York: Academic), pp. 89 – 195.

^๖ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, **ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์มีอาชีวะ**, (กรุงเทพมหานคร: ส.เจริญการพิมพ์, ๒๕๕๑), หน้า ๗๓.

^๗ อัมพร ม้าคอง, **ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ : การพัฒนาเพื่อพัฒนาการ**, (กรุงเทพมหานคร: ศูนย์ตำราและเอกสารทางวิชาการ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, ๒๕๕๓), หน้า ๖๘.

ทักษะการสื่อสารและทักษะการเข้าสังคม ตลอดจนเข้าใจแนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้อย่างลึกซึ้งและจดจำได้นานขึ้น จากที่กล่าวมาข้างต้นแสดงให้เห็นว่าการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์เป็นสิ่งสำคัญ

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการกลุ่ม เนื่องจากหากนักเรียนได้ลงมือแก้ปัญหาเป็นกลุ่มจะทำให้นักเรียนเกิดการสื่อสาร แลกเปลี่ยนแนวคิดที่ใช้ในการแก้ปัญหาและสังเกตเห็นแนวคิดที่อาจแตกต่างจากของตนเองจนเกิดการอภิปรายแลกเปลี่ยนถึงความต่างนั้นร่วมกัน จนนำไปสู่แนวทางในการแก้ปัญหาที่ถูกต้องและครอบคลุมมากขึ้น ซึ่งรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีความเป็นไปได้ที่จะพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์นั้นคือการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยวิธี IMPROVE

รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยวิธี IMPROVE เป็นรูปแบบการจัดกิจกรรมรูปแบบหนึ่งที่เน้นการรู้คิดจากกระบวนการแก้ปัญหา ส่งผลให้นักเรียนเกิดความรู้ในเนื้อหาสาระที่เรียน ซึ่งมีทั้งหมด ๗ ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ ๑ ขั้นนำเข้าสู่ความรู้ใหม่

ขั้นที่ ๒ ขั้นใช้คำถามที่เน้นการรู้คิด

ขั้นที่ ๓ ขั้นนำไปใช้

ขั้นที่ ๔ ขั้นทบทวนและแก้ไขข้อผิดพลาด

ขั้นที่ ๕ ขั้นสนับสนุนให้เกิดความรู้

ขั้นที่ ๖ ขั้นตรวจสอบผลการเรียนรู้

ขั้นที่ ๗ ขั้นป้อนกลับปรับแก้ข้อผิดพลาดและเพิ่มพูนความรู้^๙

นอกจากนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาเทคนิค Think-Pair-Square ซึ่งเป็นเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้อภิปรายความคิดหรือวิธีแก้ปัญหาของตนเองและได้เรียนรู้วิธีการแก้ปัญหาของผู้อื่นเพื่อให้ได้คำตอบที่ครอบคลุมมากขึ้น โดยเริ่มจากปัญหาหรือโจทย์คำถาม จากนั้นสมาชิกแต่ละคนคิดคำตอบของตนเอง (Think) ก่อนนำคำตอบของตนไปอภิปรายกับเพื่อนเป็นคู่ (Pair) จากนั้นอภิปรายกับสมาชิกในกลุ่มของตน (Square) แล้วอาจนำคำตอบไปเล่าให้เพื่อนทั้งชั้นฟัง Lyman (อ้างถึงใน U. Erra

^๙ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, **ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์**, (กรุงเทพมหานคร: ๓-คิว มีเดีย, ๒๕๕๕), หน้า ๑๕๓.

^๙ Mevarech, Z. R. and Kramarski, B., "Improve: A multidimensional method for teaching mathematics in heterogeneous classrooms", **American Educational Research Journal**, vol. 34 No. 2 (summer 1997): 365-394.

and G. Scanniello^{๑๐} Millis, Barbara J. and Philip Cottell G^{๑๑} และ Anita Lie (อ้างถึงใน Mawaddah)^{๑๒}

จากการศึกษาแนวคิดเกี่ยวกับเทคนิค Think-Pair-Square พบว่า จะช่วยส่งเสริมให้เกิดการสื่อสารภายในชั้นเรียนและลดข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นในการแก้ปัญหาเนื่องจากนักเรียนจะได้แลกเปลี่ยนตรวจสอบและพัฒนาแนวคิดของตนเองกับคู่หรือสมาชิกภายในกลุ่มก่อนสรุปเป็นแนวคิดสุดท้าย อีกทั้งยังกระตุ้นให้นักเรียนพยายามคิดทุกคนเนื่องจากเทคนิค Think-Pair-Square นักเรียนต้องคิดหาคำตอบด้วยตนเอง (Think) ก่อนนำคำตอบไปแลกเปลี่ยนกับคู่และกลุ่ม จากการศึกษาขั้นตอนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยวิธี IMPROVE และเทคนิค Think-Pair-Square ข้างต้นผู้วิจัยได้นำการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค Think-Pair-Square เข้าไปร่วมใช้ในชั้นที่ ๒ ขึ้นใช้คำถามที่เน้นการรู้คิด และชั้นที่ ๔ ขึ้นทบทวนและแก้ไขข้อผิดพลาด เพื่อให้นักเรียนเกิดการแลกเปลี่ยนแนวทางในการแก้ปัญหาที่นำไปสู่การสร้างและสรุปเป็นความรู้ใหม่ และแลกเปลี่ยนขั้นตอนในการแก้ปัญหาที่ได้กับคู่และกลุ่มของตนเองเพื่อทบทวนถึงขั้นตอนในการแก้ปัญหาที่ได้ตามลำดับ

จากที่กล่าวมาข้างต้นถึงแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยวิธี IMPROVE ร่วมกับเทคนิค Think-Pair-Square ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยวิธี IMPROVE ร่วมกับเทคนิค Think-Pair-Square ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒ ในเนื้อหาเรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

๑. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยวิธี IMPROVE ร่วมกับเทคนิค Think-Pair-Square กับเกณฑ์ร้อยละ ๗๐

๒. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการสื่อสารทางของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยวิธี IMPROVE ร่วมกับเทคนิค Think-Pair-Square กับเกณฑ์ร้อยละ ๗๐

^{๑๐} U. Erra and G. Scanniello, "Assessing think-pair-square in distributed modeling of use case diagrams", **report of the research**, (Department of Mathematics and computer Science, University of Basilicata, 2019), p. 77.

^{๑๑} Millis, Barbara J. and Philip Cottell G., **Cooperative Learning for Higher Education Faculty**, (Phoenix : Oryx Press, 1998), pp. 73-74.

^{๑๒} Mawaddah, "The Effect of Type Cooperrative learning model Think Pair Square on learning outcomes Geography of class x students of SMA NEGERI 1 Tangerang south", **Bachelor of Education Degree**, Faculty of Tarbiyah and Teacher Training (University Islam Negeri, 2020), p. 32.

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi Experimental Research) โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยวิธี IMPROVE ร่วมกับเทคนิค Think-Pair-Square เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒ ซึ่งมีการวัดผลหลังการทดลองอย่างเดียว (One-group posttest-only design)

ขอบเขตการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒/๘ ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ ๒ ปีการศึกษา ๒๕๖๕ โรงเรียนแสนสุข อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี จำนวน ๓๖ คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling)

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยในภาคเรียนที่ ๒ ปีการศึกษา ๒๕๖๕ ใช้เวลาในการวิจัย ๑๒ คาบ คาบละ ๕๐ นาที ประกอบด้วยการแนะนำแนะนำแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยวิธี IMPROVE ร่วมกับเทคนิค Think-Pair-Square รวมถึงคำถามที่เน้นการรู้คิดและการรู้คิดแต่ละชุด ๑ คาบ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนด้วยวิธี IMPROVE ร่วมกับเทคนิค Think-Pair-Square ๙ คาบ และการทดสอบหลังเรียน (Post-test) ๒ คาบ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

๑. แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยวิธี IMPROVE ร่วมกับเทคนิค Think-Pair-Square จำนวน ๔ แผน เวลา ๙ คาบ

๒. แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์เป็นข้อสอบอัตนัย จำนวน ๘ ข้อ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร

กรอบแนวคิดการวิจัย



ภาพที่ ๑ กรอบแนวคิดการวิจัย

ผลการวิจัย

ตารางที่ ๑ ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์กับเกณฑ์ร้อยละ ๗๐

กลุ่มตัวอย่าง	<i>n</i>	คะแนนเต็ม	μ_0 (ร้อยละ ๗๐)	$\bar{X}$	<i>S.D.</i>	ร้อยละ	<i>t</i>	<i>p</i>
คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	๓๖	๓๒	๒๒.๔๐	๒๔.๑๔	๓.๕๐	๗๕.๔๔	๒.๙๗๖*	.๐๐๒๕

* $p < .05$, ($t(.05,35) = 1.6896$)

จากตารางที่ ๑ แสดงให้เห็นว่า คะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยวิธี IMPROVE ร่วมกับเทคนิค Think-Pair-Square มีค่าเท่ากับ ๒๔.๑๔ คะแนน ซึ่งคิดเป็นร้อยละ ๗๕.๔๔ เมื่อทดสอบสมมติฐานพบว่า คะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒ หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยวิธี IMPROVE ร่วมกับเทคนิค Think-Pair-Square สูงกว่าเกณฑ์ที่ร้อยละ ๗๐ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๕ ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ ๑

ตารางที่ ๒ ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์กับเกณฑ์ร้อยละ ๗๐

กลุ่มตัวอย่าง	<i>n</i>	คะแนนเต็ม	μ_0 (ร้อยละ ๗๐)	$\bar{X}$	<i>S.D.</i>	ร้อยละ	<i>t</i>	<i>p</i>
คะแนนความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์	๓๖	๒๐	๑๔	๑๕.๒๒	๒.๔๐๔	๗๖.๑๐	๓.๐๕๑*	.๐๐๒

* $p < .05$, ($t(.05,35) = 1.6896$)

จากตารางที่ ๒ แสดงให้เห็นว่า คะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยวิธี IMPROVE ร่วมกับเทคนิค Think-Pair-Square มีค่าเท่ากับ มีค่าเท่ากับ ๑๕.๒๒ ซึ่งคิดเป็นร้อยละ ๗๖.๑๐ เมื่อทดสอบสมมติฐาน พบว่าคะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒ หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยวิธี IMPROVE ร่วมกับเทคนิค Think-Pair-Square สูงกว่าเกณฑ์ที่ร้อยละ ๗๐ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๕ ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ ๒

อภิปรายผลการวิจัย

ผู้วิจัยได้นำผลการวิจัยมาอภิปรายผลตามลำดับ ดังนี้

๑. ด้านความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จากผลการวิจัยพบว่าความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒ หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยวิธี IMPROVE ร่วมกับเทคนิค Think-Pair-Square สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ ๗๐ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๕ ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ ๑ ที่กำหนดไว้ ทั้งนี้อาจเป็นผลเนื่องมาจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยวิธี IMPROVE ร่วมกับเทคนิค Think-Pair-Square นักเรียนมีการสร้างความรู้ใหม่ผ่านการแก้ปัญหาเป็นกลุ่ม โดยใช้คำถามที่เน้นการรู้คิดเป็นแนวทางซึ่ง Mevarech and Kramarski^{๑๓} กล่าวว่า คำถามที่เน้นการรู้คิดเหล่านี้ถูกออกแบบมาเพื่อช่วยให้นักเรียนตระหนักถึงกระบวนการแก้ปัญหาและกำกับความก้าวหน้าของตนเอง รวมถึงนักเรียนมีการแลกเปลี่ยนแนวคิดในการแก้ปัญหาทั้งภายในคู่ (Pair) และกลุ่ม (Square) ซึ่งจะทำให้นักเรียนได้แนวคิดในการแก้ปัญหาที่ครอบคลุมและถูกต้องมากขึ้น สอดคล้องกับ เวชฤทธิ์ อังกะนัทรขจร^{๑๔} ที่กล่าวว่า กิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือช่วยให้ผู้เรียนได้พูดคุยแลกเปลี่ยนสื่อสารถึงยุทธวิธีแก้ปัญหาและกระบวนการแก้ปัญหาของตนให้แก่ผู้อื่นได้สะท้อนความคิดเห็นเกี่ยวกับยุทธวิธีแก้ปัญหาและกระบวนการแก้ปัญหาที่กระทำร่วมกัน ตลอดจนได้เรียนรู้ที่จะยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ซึ่งสิ่งเหล่านี้จะช่วยให้ผู้เรียนมีความมั่นใจในการแก้ปัญหาที่เผชิญอยู่ทั้งภายในและภายนอกห้องเรียน

นอกจากนี้ เมื่อพิจารณาขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยวิธี IMPROVE ร่วมกับเทคนิค Think-Pair-Square เห็นได้ชัดว่าขั้นที่ ๒ ขั้นใช้คำถามที่เน้นการรู้คิด และขั้นที่ ๓ ขั้นนำไปใช้ มีการใช้คำถามที่เน้นการรู้คิดทั้ง ๓ ชนิดคือ คำถามให้ทำความเข้าใจ คำถามให้เชื่อมโยงและคำถามให้วางแผนเพื่อกำกับความคิดของนักเรียน ซึ่งในขั้นที่ ๒ ขั้นใช้คำถามที่เน้นการรู้คิด นักเรียนจะตอบคำถามที่เน้นการรู้คิดผ่านใบกิจกรรมโดยเริ่มจากนักเรียนแต่ละคนจะคิดหาแนวทางในการแก้ปัญหา (Think) จากนั้นแลกเปลี่ยนแนวทางในการแก้ปัญหากับคู่ (Pair) และกลุ่ม (Square) ตามลำดับ จนกระทั่งได้แนวทางในการแก้ปัญหาของกลุ่มและนักเรียนจะร่วมกันอภิปรายแลกเปลี่ยนแนวทางในการแก้ปัญหาของแต่ละกลุ่มเพื่อนำไปสู่การสรุปเป็นความรู้ใหม่ โดยมีครูเป็นผู้ใช้คำถามนำเพื่อให้เกิดการอภิปรายร่วมกัน ซึ่งการที่นักเรียนได้ลงมือแก้ปัญหาผ่านการปฏิบัติกิจกรรมเพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองนั้น จะส่งผลให้นักเรียนได้ฝึกกระบวนการคิด แก้ปัญหาและสามารถนำไปประยุกต์ใช้เมื่อเจอปัญหาใหม่ ๆ ได้ และขั้นที่ ๓ ขั้นนำ

^{๑๓} Mevarech, Z. R. and Kramarski, B., "Improve: A multidimensional method for teaching mathematics in heterogeneous classrooms", *American Educational Research Journal*, vol. 34 No.2 (summer 1997): 365-394.

^{๑๔} เวชฤทธิ์ อังกะนัทรขจร, *ครบเครื่องเรื่องความรู้สำหรับครูคณิตศาสตร์: หลักสูตร การสอนและการวิจัย*, (กรุงเทพมหานคร: จรัสสินทวงค์การพิมพ์, ๒๕๕๕), หน้า ๑๑๒-๑๑๔.

ไปใช้ เป็นขั้นที่นักเรียนแต่ละคนแก้ปัญหาตามกระบวนการแก้ปัญหา ๔ ขั้นตอนคือ ขั้นทำความเข้าใจปัญหา ขั้นวางแผนแก้ปัญหา ขั้นดำเนินการแก้ปัญหาและขั้นตรวจสอบการแก้ปัญหาผ่านการทำโจทย์ด้วยตนเองโดยใช้คำถามที่เน้นการรู้คิดเป็นแนวทางในการแก้ปัญหา ซึ่งเมื่อนักเรียนได้ฝึกแก้ปัญหาตามขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหาย่างสม่ำเสมอ นักเรียนจะสามารถแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ ขั้นตอนและมีพัฒนาการในการแก้ปัญหาที่ดี และในขั้นที่ ๖ ขั้นตรวจสอบผลการเรียนรู้ในขั้นนี้ครูตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนโดยให้นักเรียนทั้งชั้นเรียนร่วมกันพิจารณาข้อความที่กำหนดให้ว่าถูกหรือผิดแล้วให้เหตุผลประกอบ ซึ่งจะเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกวิเคราะห์ปัญหาเพื่อที่จะได้รู้ว่าตนเองมีองค์ความรู้ที่ถูกต้องหรือไม่ในเรื่องเหล่านั้น ๆ ก่อนเรียนเนื้อหาในเรื่องถัดไป หลังจากนั้นนักเรียนตรวจสอบความเข้าใจของตนเองโดยการทำแบบฝึกหัดหลังเรียน ซึ่งจะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความรอบรู้ในกระบวนการแก้ปัญหามากขึ้นจากการทำแบบฝึกหัดอย่างสม่ำเสมอ สอดคล้องกับแนวคิดของสิริพร ทิพย์คง^{๑๕} ที่กล่าวว่า ในการเรียนคณิตศาสตร์ ถ้านักเรียนได้ฝึกฝนการแก้ปัญหาย่างสม่ำเสมอจะทำให้นักเรียนสามารถนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาได้ดี

จากเหตุผลข้างต้น จึงอาจกล่าวได้ว่าการนำกิจกรรมการเรียนรู้โดยวิธี IMPROVE ร่วมกับเทคนิค Think-Pair-Square มาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนนั้นส่งผลให้ความสามารถในการแก้ปัญหาวางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒ หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยวิธี IMPROVE ร่วมกับเทคนิค Think-Pair-Square สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ ๗๐ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๕ ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของวรรณิภา เรียบเรียง^{๑๖} พบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยวิธี IMPROVE ทำให้อาจารย์มีความสามารถในการแก้ปัญหาวางคณิตศาสตร์ สูงกว่าก่อนเรียนและสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ ๖๐ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๕

๒. ด้านความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ จากผลการวิจัยพบว่าความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒ หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยวิธี IMPROVE ร่วมกับเทคนิค Think-Pair-Square สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ ๗๐ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๕ ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ ๒ ที่กำหนดไว้ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยวิธี IMPROVE ร่วมกับเทคนิค Think-Pair-Square เป็นการส่งเสริมให้นักเรียนแลกเปลี่ยนแนวคิดภายในคู่และกลุ่มของตนเองเพื่อนำไปสู่การสร้างและสรุปความรู้ใหม่ ตลอดจนนำ

^{๑๕} สิริพร ทิพย์คง, การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์, (กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว, ๒๕๔๔), หน้า ๑๓-๑๖.

^{๑๖} วรรณิภา เรียบเรียง, “การศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความน่าจะเป็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓ โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามวิธี IMPROVE”, วารสาร มทร.อีสาน ฉบับมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์, ปีที่ ๕ ฉบับที่ ๒ (กรกฎาคม-ธันวาคม ๒๕๖๑): ๗๒-๘๕.

ความรู้ใหม่ไปใช้ในการแก้ปัญหาโดยใช้คำถามที่เน้นการรู้คิดเป็นแนวทาง โดยในขั้นใช้คำถามที่เน้นการรู้คิดและขั้นตอนทวนและแก้ไขข้อผิดพลาด จะสอดแทรกเทคนิค Think-Pair-Square ซึ่งเป็นเทคนิคที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ทำงานด้วยตนเองและทำงานร่วมกับผู้อื่น นอกจากนี้ยังเป็นเทคนิคที่สามารถช่วยพัฒนาทักษะการสื่อสารของนักเรียน ช่วยให้นักเรียนสร้างการคิดเชิงวิพากษ์เพื่อให้อ่านสามารถสร้างแนวคิดของตนเองได้^{๑๗}

นอกจากนี้ เมื่อพิจารณาขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยวิธี IMPROVE ร่วมกับเทคนิค Think-Pair-Square พบว่าสามารถพัฒนาทักษะการสื่อสารของนักเรียนทั้งด้านการพูดและการเขียนไม่ว่าจะเป็น การพูดแลกเปลี่ยนแนวคิดที่ใช้ในการแก้ปัญหาในขั้นที่ ๒ ขั้นใช้คำถามที่เน้นการรู้คิดเพื่อนำไปสู่การสรุปเป็นความรู้ใหม่และการพูดแลกเปลี่ยนขั้นตอนที่ใช้ในการแก้ปัญหาซึ่งกันและกันเพื่อให้เห็นความแตกต่างของขั้นตอนในการแก้ปัญหาของเพื่อนกับของตนเองจนนำไปสู่การสรุปเป็นขั้นตอนในการแก้ปัญหาของกลุ่มในขั้นที่ ๔ ขั้นทวนและแก้ไขข้อผิดพลาดและขั้นที่ ๕ ขั้นสนับสนุนให้เกิดความรอบรู้ จาก ๓ ขั้นตอนที่ถูกกล่าวไปข้างต้นเป็นขั้นตอนที่นักเรียนได้แลกเปลี่ยนแนวคิดและขั้นตอนในการแก้ปัญหาซึ่งกันและกันซึ่งเมื่อนักเรียนปฏิบัติกิจกรรมใน ๓ ขั้นนี้อย่างสม่ำเสมอจะทำให้การเรียบเรียงแนวคิดและการใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ของตนเองดีขึ้นเนื่องจากการได้แลกเปลี่ยนแนวคิดกับเพื่อนคนอื่นจะทำให้ให้นักเรียนเกิดการเปรียบเทียบแนวคิดและการใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์กับของตนเองจนทำให้นักเรียนสังเกตเห็นข้อผิดพลาดที่อาจพบได้ สอดคล้องกับแนวคิดของ Mumme & Sheperd^{๑๘} ที่กล่าวว่า การอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นของนักเรียนสามารถพัฒนาภาษาคณิตศาสตร์และความเข้าใจในกฎนิยามมากขึ้น ส่วนขั้นที่สามารถพัฒนาทักษะการสื่อสารด้านการเขียนได้อย่างชัดเจน คือ ขั้นที่ ๓ ขั้นนำไปใช้ ในขั้นนี้นักเรียนแต่ละคนจะได้ฝึกเขียนสื่อสารแนวคิดของตนเองโดยใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจตามขั้นตอนการแก้ปัญหาและขั้นที่ ๖ ขั้นตรวจสอบผลการเรียนรู้ นักเรียนตรวจสอบความเข้าใจของตนเองโดยการทำแบบฝึกหัดหลังเรียน ซึ่งจะส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความรอบรู้ในกระบวนการแก้ปัญหามากขึ้นจากการทำแบบฝึกหัดอย่างสม่ำเสมอ โดยเมื่อนักเรียนได้รับการฝึกฝนจากการจัดกิจกรรมใน ๒ ขั้นนี้อย่างสม่ำเสมอจะทำให้นักเรียนมีความคุ้นเคยในการเขียนสื่อสารแนวคิดทางคณิตศาสตร์ให้ผู้อื่นเข้าใจ สอดคล้องกับแนวคิดของ Rowan & Morrow^{๑๙} ที่กล่าวว่า การให้

^{๑๗} Warno Edi, "Effectiveness of think-pair-square strategy on students' reading comprehension", *Journal anglo-saxon*, vol. 7 No.1 (2016): 32-40.

^{๑๘} Mumme, J., & Shepherd, N., *Communication in mathematics*. In *Implementing the K-8 curriculum and evaluation standard*, (Virginia: NCTM, 1993), p. 9-11.

^{๑๙} Rowan, Thomas E.; & Morrow, Lorna J, *Implementing k-8 curriculum and evaluation standards: reading from the arithmetic teacher*, (Virginia: The National Council of Teachers of Mathematics, 1993), p. 9-11.

โอกาสนักเรียนได้เขียนสื่อสารแนวความคิดจะทำให้นักเรียนเห็นว่าการเขียนเป็นส่วนสำคัญของการดำเนินการทางคณิตศาสตร์

จากเหตุผลข้างต้น จึงอาจกล่าวได้ว่าการนำกิจกรรมการเรียนรู้โดยวิธี IMPROVE ร่วมกับเทคนิค Think-Pair-Square มาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนนั้นส่งผลให้ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒ หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยวิธี IMPROVE ร่วมกับเทคนิค Think-Pair-Square สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ ๗๐ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .๐๕ ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ Hermatis^{๒๐} พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค Think Pair Square มีความสามารถในการสื่อสารด้านการฟังสูงขึ้น ๓๒.๑๗%

ข้อเสนอแนะ

๑. ข้อเสนอแนะทั่วไป

๑.๑ ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยวิธี IMPROVE ร่วมกับเทคนิค Think-Pair-Square ในชั้นที่ ๒ (ชั้นสร้างและสรุปความรู้ใหม่) นักเรียนมีการแลกเปลี่ยนแนวคิดเป็นคู่ (Pair) และเป็นกลุ่ม (Square) จึงทำให้นักเรียนส่วนใหญ่จะรอคำตอบเมื่อแลกเปลี่ยนแนวคิดกับคู่หรือกลุ่ม ไม่พยายามคิด (Think) หาคำตอบเอง ครูจึงควรสังเกตขณะนักเรียนทำกิจกรรมและควรกระตุ้นให้นักเรียนพยายามคิดหาคำตอบด้วยตนเองก่อนแลกเปลี่ยนแนวคิด

๑.๒ เนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยวิธี IMPROVE ร่วมกับเทคนิค Think-Pair-Square ฝึกให้นักเรียนสร้างและสรุปความรู้ใหม่รวมถึงนำความรู้ที่ได้ไปแก้ปัญหาด้วยตนเองโดยใช้คำถามที่เน้นการรู้คิดเป็นแนวทาง ครูจึงควรมีความอดทนในการใช้กระบวนการอย่างต่อเนื่อง เนื่องจากในระยะแรกนักเรียนยังไม่คุ้นเคยกับคำถามที่เน้นการรู้คิด และไม่เข้าใจว่าจะใช้คำถามที่เน้นการรู้คิดเพื่ออะไร รวมถึงนักเรียนไม่คุ้นเคยกับการสร้างและสรุปความรู้ด้วยตนเอง ดังนั้นในคาบแรกครูอาจต้องให้เวลานักเรียนมากกว่าปกติเนื่องจากนักเรียนต้องทำความเข้าใจเกี่ยวกับการใช้คำถามที่เน้นการรู้คิดและกระบวนการในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

๒. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

๒.๑ ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยวิธี IMPROVE ร่วมกับเทคนิค Think-Pair-Square ในเนื้อหาคณิตศาสตร์อื่น ๆ เช่น ความคล้าย ความน่าจะเป็น เป็นต้น

^{๒๐} Hermatis, “The Effectiveness of Think-Pair-Square (TPS) Strategy in Teaching Students’ Listening Comprehension at the Second Grade in SMA Negeri 3 sidrap”, **Bachelor of education Degree**, Tarbiyah and Teaching Science Faculty (Alauddin State Islamic University of Makassar, 2017), p. 32.

๒.๒ ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยวิธี IMPROVE ร่วมกับเทคนิค Think Pair Square ในเนื้อหาคณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการวิจัยอื่นๆ เช่น เช่นทดลองกลุ่มเดียวเปรียบเทียบก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยวิธี IMPROVE ร่วมกับเทคนิค Think-Pair-Square หรือเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มที่เรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยวิธี IMPROVE ร่วมกับเทคนิค Think-Pair-Square กับกลุ่มปกติ เป็นต้น

บรรณานุกรม

- กระทรวงศึกษาธิการ. **หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๔๕**. กรุงเทพมหานคร: องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์ (ร.ส.พ.), ๒๕๔๕.
- วรรณภา เรียบเรียง. “การศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาและการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่องความน่าจะเป็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓ โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามวิธี IMPROVE”. **วารสาร มทร.อีสาน ฉบับมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์**. ปีที่ ๕ ฉบับที่ ๒ (กรกฎาคม- ธันวาคม ๒๕๖๑): ๗๒-๘๕.
- เวชฤทธิ์ อังกะภักขจร. **ครบเครื่องเรื่องความรู้สำหรับครูคณิตศาสตร์: หลักสูตร การสอนและการวิจัย**. กรุงเทพมหานคร: จรัสสินทวงศ์การพิมพ์, ๒๕๕๕.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. **ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์มีอาชีวะ**. กรุงเทพมหานคร: ส.เจริญการพิมพ์, ๒๕๕๑.
- _____. **การวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์**. กรุงเทพมหานคร: ซีเอ็ดยูเคชั่น, ๒๕๕๕.
- _____. **สรุปผลการประเมิน PISA ๒๐๒๒**. กรุงเทพมหานคร: กระทรวงศึกษาธิการ, ๒๕๖๖.
- _____. **ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์**. กรุงเทพมหานคร: ๓-คิ้ว มีเดีย, ๒๕๕๕.
- สัมภาษณ์ นลินญา บุญเต็ม, ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนแสนสุข จังหวัดชลบุรี, ๑๘ พฤศจิกายน ๒๕๖๔.
- สิริพร ทิพย์คง. **การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์**. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว, ๒๕๔๔.
- อัมพร ม้าคอง. **ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์: การพัฒนาเพื่อพัฒนาการ**. กรุงเทพมหานคร: ศูนย์ตำราและเอกสารทางวิชาการ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, ๒๕๕๓.
- Atkinson; R.C.; & Shiffrin, R.M. Human Memory : A Proposed System and Its Control Processes. The Psychology of Learning and Motivation: Advanced in Research and Theory. New York: Academic, 1968.
- Hermiatis. “The Effectiveness of Think-Pair-Square (TPS) Strategy in Teaching Students’ Listenning Comprehension at the Second Grade in SMA Negeri 3 sidrap”.

- bachelor of education Degree.** Tarbiyah and Teaching Science Faculty: Alauddin State Islamic University of Makassar, 2017.
- Mawaddah. “The Effect of Type Cooperrative learning model Think Pair Square on learning outcomes Geography of class x students of SMA Negeri 1 Tangerang south”. **Bachelor of Education Degree.** Faculty of Tarbiyah and Teacher Training: University Islam Negeri, 2020.
- Mevarech, Z. R. and Kramarski, B. “Improve: A multidimensional method for teaching mathematics in heterogeneous classrooms”. **American Educational Research Journal.** vol. 34 No. 2 (Summer 1997): 365-394.
- Millis, Barbara J. and Philip Cottell G. **Cooperative Learning for Higher Education Faculty.** Phoenix: Oryx Press, 1998.
- Mumme, J., & Shepherd, N. **Communication in mathematics.** In **Implementing the K-8 curriculum and evaluation standard.** Virginia: NCTM, 1993.
- Rowan, Thomas E.; & Morrow, Lorna J. **Implementing k-8 curriculum and evaluation standards: reading from the arithmetic teacher.** Virginia: The National Council of Teachers of Mathematics, 1993.
- U. Erra and G. Scanniello. “Assessing think-pair-square in distributed modeling of use case diagrams”. Department of Mathematics and computer Science: University of Basilicata, 2019.
- Warno Edi. “Effectiveness of think-pair-square strategy on students’ reading comprehension”. **Journal anglo-saxon.** vol. 7 No. 1 (2016): 32-40.