

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับโปรแกรม Geogebra
ที่ส่งเสริมโน้ตส่นทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวปริมาตรพีระมิดกรวยและทรงกลม
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

Implementation of Star Strategy Learning Activities with Geogebra
Program to Improve Concepts in Mathematics for Grade 9 Students
on the Topic of Pyramid, Cone and Sphere Surface Area and Volume

ปทุมมา อยู่สอน¹ รัชฎา วีริยะพงศ์² วรินทร์ พูนไพบูลย์พิพัฒน์³

Pathumma Yuson, Ratchda Viriyapong, Wanintorn Poonpaiboonpipat

บทคัดย่อ (Abstract)

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับโปรแกรม GeoGebra ที่ส่งเสริมโน้ตส่นทางคณิตศาสตร์ 2) เพื่อศึกษามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับโปรแกรม GeoGebra เรื่อง พื้นที่ผิวปริมาตร พีระมิด กรวยและทรงกลม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยมีผู้เข้าร่วมวิจัยคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 12 คน จากโรงเรียนขนาดกลางแห่งหนึ่งในจังหวัดพิษณุโลก ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 ในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยใช้รูปแบบการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน จำนวน 3 วงจรปฏิบัติการ ระยะเวลาทั้งหมด 13 ชั่วโมง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้และแบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ผลที่ได้จากการศึกษานำไปวิเคราะห์โดยใช้สถิติดังนี้ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ร้อยละและ t-test one sample รวมไปถึงการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงเนื้อหา ผลการศึกษาพบว่า 1. แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับโปรแกรม GeoGebra ที่ส่งเสริมโน้ตส่นทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวปริมาตร พีระมิด กรวยและทรงกลมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีประเด็นที่ผู้สอนควรเน้น ดังนี้ ควรมีการทบทวนความรู้พื้นฐานที่จำเป็นเพื่อให้ นักเรียนสามารถนำมาต่อยอดกับเนื้อหาที่เรียนปัจจุบัน ควรแนะนำวิธีการใช้โปรแกรม GeoGebra เบื้องต้น รวมไปถึงพื้นฐานการใช้สัญลักษณ์หรือเครื่องหมายทางคณิตศาสตร์จากคอมพิวเตอร์และในขณะการจัดการเรียนการสอนควรให้นักเรียนวิเคราะห์โจทย์โดยเริ่มจากการให้พูดออกมาเป็นประโยค 2. นักเรียนมีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 65 อย่างมีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยได้คะแนนเฉลี่ย 17.83 จากคะแนนเต็ม 24 คะแนนคิดเป็น

Received: 2023-05-15 Revised: 2023-07-04 Accepted: 2023-07-08

^{1 3} คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร Education Faculty, Naresuan University, Thailand.

² ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร Department of Mathematics, Faculty of Science, Naresuan University, Thailand. Corresponding Author e-mail: Pathummay64@nu.ac.th

ร้อยละ 74.29 ทั้งนี้เมื่อวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มความเข้าใจ ที่ถูกต้องสมบูรณ์ (Completed Understanding: CU)

คำสำคัญ (Keywords): กลวิธี STAR; GeoGebra; มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์; พื้นที่ผิวปริมาตร

Abstract

This research aims to; 1) develop the learning activity using the STAR strategy and the GeoGebra program to enhance ninth-grade students' mathematical concepts in the surface area and volume of the pyramid, cone, and sphere. 2) developed activity is used to study students' conceptual ability in the surface area and volume of the pyramid, cone, and sphere after learning through learning activity using the STAR strategy and the GeoGebra program. The participants were twelve night-grade students from a middle-sized school in Phitsanulok province, Thailand. The research was conducted in the second semester of the 2022 academic year. The researcher used classroom action research consisting of three action cycles for thirteen learning hours in total. Research tools include learning plans, a learning activity reflective form, and a conceptual mathematics test. All collecting data was analyzed by using statistics which are mean, standard derivation, percentage, and one sample t-test (with test value of 65%) including content analysis. With this, the result points out as follows, 1. There are several points that the teacher should be concerned about when implying the developed activities in the classroom. Firstly, the teacher should review students' prior knowledge to help apply it to the current study. Secondly, the student should practice using the GeoGebra program and mathematical symbols on computers. Finally, students should analyze the problem by saying aloud as sentences. 2. The results from the analysis of a conceptual mathematics test showed the students' conceptual mathematics is higher than the criteria of 65%, which is statistically significant at .05. The mean score is 17.83 (out of 24 points), which is 74.29%. Furthermore, when considering further into each question in the test, the results show that most students are at the completed understanding (CU) level.

Keywords: STAR strategy; GeoGebra program; Mathematical concepts; Surface area and volume

บทนำ (Introduction)

คณิตศาสตร์มีความสำคัญต่อการพัฒนามนุษย์ การศึกษาคณิตศาสตร์ไม่ได้มีประโยชน์เพียงเพื่อการคำนวณ หากแต่คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เกี่ยวกับมโนทัศน์ มีลักษณะที่เป็นสากลเป็นภาษาสัญลักษณ์ โดยมีการกำหนดสัญลักษณ์เพื่อสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์แบบมีความเป็นเหตุเป็นผล คณิตศาสตร์เป็นทั้งศาสตร์ทั้งศิลป์ เกี่ยวข้องกับความคิด เป็นโครงสร้างที่มีเหตุผล และมีความเป็นศิลปะ ฝึกการคิดอย่างมีระบบระเบียบ ฝึกการแก้ปัญหาและการให้เหตุผล ซึ่งเป้าหมายของการเรียนรู้คณิตศาสตร์นั้นต้องการให้นักเรียนได้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ มีทักษะการคิดคำนวณ สามารถนำหลักการ กฎ สูตร มาใช้ และสามารถแก้ปัญหาได้ (สิริพร ทิพย์คง, อ้างถึงใน

ขนาด เชื้อสุวรรณ, 2561) การจัดการศึกษาด้านคณิตศาสตร์ของประเทศไทยที่ผ่านมายังไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควร (อัมพร ม้าคนอง, 2552) จะเห็นได้จากการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ PISA (Programme for International Student Assessment) ผลการประเมินอยู่ที่ 393, 419, และ 426 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาด้านความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ พบว่า กลุ่มโรงเรียนที่เน้นวิทย์ และสาธิต นักเรียนมีคะแนนคณิตศาสตร์สูงกว่าค่าเฉลี่ย OECD (The Organization for Economic Co-operation and Development) ส่วนกลุ่มอื่น ๆ นั้นมีคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าค่าเฉลี่ย OECD (สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา, ม.ป.ป: ออนไลน์) ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดสอบระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O - Net) ตั้งแต่ปีการศึกษา 2561 – 2564 พบว่าผลการทดสอบระดับชาติขั้นพื้นฐานในรายวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ลดลงอย่างต่อเนื่อง นั่นคือ 30.04, 26.73, 25.46 และ 24.47 ตามลำดับ โดยมีคะแนนเฉลี่ยไม่ถึงร้อยละ 50 (สถาบันการทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2561-2564: ออนไลน์) นั้นแสดงให้เห็นว่าการศึกษาไทยจำเป็นต้องหาแนวทางในการพัฒนาผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์ให้สูงขึ้นโดยเร็ว

ผลการประเมินข้างต้นแสดงให้เห็นว่าผู้เรียนยังมีความรู้ความสามารถทางคณิตศาสตร์ไม่ดีพอทั้งความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาคณิตศาสตร์ (Mathematic Knowledge) ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ (Mathematics Skills and Process) และความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Thought) ซึ่งพื้นฐานความรู้ความสามารถเหล่านี้ คือ มโนทัศน์หรือความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์อันเป็นความรู้ความเข้าใจที่แท้จริงเกี่ยวกับเนื้อหาคณิตศาสตร์เฉพาะใด ๆ อีกทั้งเป็นพื้นฐานการคิดและการใช้งานของคณิตศาสตร์ ผู้เรียนที่มีมโนทัศน์ที่ดี มักเป็นผู้ที่มีความเข้าใจเนื้อหาคณิตศาสตร์อย่างถ่องแท้ สามารถอธิบายความหมาย หลักการ และที่มาของความรู้เหล่านั้นได้ชัดเจนตลอดจนสามารถเชื่อมโยงความรู้เหล่านั้นไปใช้แก้ปัญหาหรือสถานการณ์ต่าง ๆ ในชีวิตจริงได้อย่างสมเหตุสมผล (อัมพร ม้าคนอง, 2552) ผู้วิจัยเป็นครูผู้สอนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น มีประสบการณ์สอนหลายปี พบว่า นักเรียนขาดความเข้าใจในมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ซึ่งเป็นพื้นฐานที่สำคัญในการต่อยอดความรู้ทางคณิตศาสตร์ นักเรียนยังมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับรูปทรงเรขาคณิต สืบเนื่องจากการทำแบบฝึกหัดของนักเรียนที่ผ่านมา นักเรียนไม่ทราบความหมายของตัวแปรที่อยู่ในสูตรเพื่อใช้หาคำตอบส่งผลการคำนวณหาคำตอบที่โจทย์ต้องการ อีกทั้งยังพบว่านักเรียนมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนอยู่มากระหว่างสูตรกับสูงเอียงของพีระมิด เช่นเดียวกันกับปริมาตรกับเส้นผ่านศูนย์กลาง จากประเด็นที่กล่าวมาทั้งหมดล้วนเป็นปัจจัยที่ทำให้นักเรียนไม่สามารถคำนวณหาพื้นที่ผิวและปริมาตรได้

ฉะนั้นการพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์จึงจำเป็นต้องมีแนวทางที่เหมาะสมในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และพัฒนาให้เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน เนื่องด้วยเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นเป็นนามธรรมมากกว่ารูปธรรมและการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ต้องอาศัยความสามารถในการวิเคราะห์โจทย์ ความเข้าใจทางภาษา เพื่อให้ทราบถึงสิ่งที่โจทย์กำหนด และสิ่งที่ต้องการคำตอบ จากการค้นคว้าพบว่ากลวิธี STAR (STAR Strategy Steps) เป็นกลวิธีการสอนแบบหนึ่งที่จะช่วยให้นักเรียนแก้ปัญหาที่ละขั้นตอนจนนำไปสู่การหาคำตอบในที่สุดโดย

Gagnon and Maccini (2001) ได้อธิบายถึงขั้นตอนการแก้ปัญหาตามกลวิธี STAR ไว้ 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 S (Search the Word Problem) ขั้นศึกษาโจทย์ปัญหา ระบุข้อมูลจากโจทย์ ขั้นที่ 2 T (Translate the Problem) ขั้นแปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ปัญหา ขั้นที่ 3 A (Answer the Problem) ขั้นดำเนินการหาคำตอบของโจทย์ปัญหา และขั้นที่ 4 R (Review the Solution) ขั้นทบทวนคำตอบหรือพิจารณาความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้จะเห็นได้ว่าการแก้ปัญหายังเป็นระบบและเป็นขั้นเป็นตอนเช่นนี้จะส่งผลให้นักเรียนแก้ปัญหาก็ได้ถูกต้อง โดยงานวิจัยที่ผ่านมายังได้ให้ข้อสรุปไว้ว่า กลวิธี STAR ช่วยให้นักเรียนมองเห็นปัญหาได้ชัดเจนมากขึ้น โดยเฉพาะในขั้นการแปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ปัญหา (สกุล ไชยวงศ์ และ นัฐจิรา บุศย์ดี, 2563) สำหรับโปรแกรม GeoGebra เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่สนับสนุนการสอนและการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ โดยเฉพาะในเรขาคณิต พีชคณิต และสถิติโดยสิ่งอำนวยความสะดวกต่าง ๆ ของซอฟต์แวร์สามารถเป็นสื่อที่ยอดเยี่ยมในการช่วยให้ผู้ใช่มองเห็นวัตถุเรขาคณิตนามธรรมได้อย่างรวดเร็ว แม่นยำ และมีประสิทธิภาพ (Tamam & Dasari, 2021)

สืบเนื่องจากคุณลักษณะของกลวิธี STAR และ โปรแกรม GeoGebra สามารถแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นกับนักเรียนดังที่กล่าวไว้ข้างต้น ผู้วิจัยจึงสนใจทำการศึกษาการจัดการจัดการเรียนรู้อยู่โดยกลวิธี STAR ร่วมกับโปรแกรม GeoGebra โดยนำโปรแกรม GeoGebra มาสอดแทรกไว้ในชั้นสอน ผู้วิจัยคาดหวังว่าผลจากการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้จะเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนและทำให้การเรียนรู้ของนักเรียนมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

วัตถุประสงค์ของการวิจัย (Research Objective)

1. เพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับโปรแกรม GeoGebra ที่ส่งเสริมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวปริมาตร พีระมิด กรวยและทรงกลม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
2. เพื่อศึกษานโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการจัดการเรียนรู้อยู่โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับโปรแกรม GeoGebra เรื่อง พื้นที่ผิวปริมาตร พีระมิด กรวยและทรงกลมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย (Research Methods)

ผู้วิจัยใช้รูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action Research) มีรายละเอียดในการดำเนินการวิจัย ดังนี้

กลุ่มเป้าหมาย

ผู้เข้าร่วมวิจัยในครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 โรงเรียนขยายโอกาสขนาดกลางแห่งหนึ่งในจังหวัดพิษณุโลก จำนวน 1 ห้องเรียน ทั้งหมด 12 คน ประกอบด้วยนักเรียนชาย 2 คน และนักเรียนหญิง 10 คน ได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง

ขอบเขตด้านเนื้อหา

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง พื้นที่ผิวปริมาตร พีระมิต กรวยและทรงกลม จำนวน 13 ชั่วโมง ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560)

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับโปรแกรม GeoGebra

แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง พื้นที่ผิวปริมาตร พีระมิต กรวยและทรงกลม ระดับชั้นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 6 แผนการจัดการเรียนรู้ รวมทั้งหมด 13 ชั่วโมง ซึ่งแต่ละวงจรมีรายละเอียดของแผนการจัดการเรียนรู้ดังนี้

วงจรที่ 1 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ปริมาตรของพีระมิต จำนวน 3 ชั่วโมง และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง พื้นที่ผิวของพีระมิต จำนวน 2 ชั่วโมง

วงจรที่ 2 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ปริมาตรของกรวย จำนวน 3 ชั่วโมง และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง พื้นที่ผิวของกรวย จำนวน 2 ชั่วโมง

วงจรที่ 3 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง ปริมาตรของทรงกลม จำนวน 2 ชั่วโมง และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง พื้นที่ผิวของทรงกลม จำนวน 1 ชั่วโมง

ผู้วิจัยนำแผนการจัดการเรียนรู้ให้ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน ประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาคณิตศาสตร์ ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ในโรงเรียนระดับมัธยมศึกษา เพื่อตรวจสอบความเหมาะสม พบว่า มีค่าเฉลี่ย 4.35 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.48 ซึ่งถือว่าแผนการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวเหมาะสมมากและสามารถนำไปใช้ได้

2. แบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

แบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เป็นแบบทดสอบแบบต่อเนื่องสองขั้นตอน ตอนที่ 1 แบบถูกผิด ตอนที่ 2 เขียนแสดงเหตุผลประกอบคำตอบจากตอนที่ 1 จำนวน 12 ข้อ ข้อละ 2 คะแนน ซึ่งผู้วิจัยนำแบบทดสอบให้ผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) โดยวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Congruence : IOC) พบว่า ข้อคำถามทุกข้อสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ ซึ่งมีค่า IOC เท่ากับ 1.00 ทุกข้อคำถาม สามารถนำไปใช้ได้

3. แบบสะท้อนผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ผู้วิจัยและผู้ร่วมสังเกตการณ์ จัดบันทึกระหว่างการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในขณะทำกิจกรรมการเรียนรู้ โดยจัดบันทึกในแต่ละวงจรว่ากิจกรรมการเรียนรู้สามารถช่วยส่งเสริมมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ได้หรือไม่อย่างไร และควรแก้ไข หรือปรับปรุงอย่างไร เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ครั้งต่อไปของผู้วิจัย ซึ่งผู้วิจัยให้ผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ตรวจสอบความเหมาะสม พบว่า แบบสะท้อนผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสมและนำไปใช้ได้

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้นำข้อมูลจากการเก็บรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ออกเป็น 2 ส่วนตามวัตถุประสงค์ ดังนี้

1. เพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับโปรแกรม GeoGebra ที่ส่งเสริมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวปริมาตร พีระมิด กรวยและทรงกลม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสะท้อนผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ซึ่งเป็นข้อมูลเชิงคุณภาพที่ได้จากผู้วิจัยและผู้ร่วมสังเกตการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มาวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (Content Analysis) เมื่อสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้ในแต่ละวงจรปฏิบัติการและวิเคราะห์ภาพรวมทั้งหมดอีกครั้ง เมื่อดำเนินการจัดการเรียนรู้ครบทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ

2. เพื่อศึกษามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับโปรแกรม GeoGebra เรื่อง พื้นที่ผิวปริมาตร พีระมิด กรวยและทรงกลม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และจัดระดับมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ตามกลุ่มตามระดับความเข้าใจ ดังตารางที่ 2

2.1 การวิเคราะห์ข้อมูลแบบทดสอบวัดมโนทัศน์

2.1.1 ผู้วิจัยตรวจให้คะแนนแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ นำคะแนนมาคำนวณหาค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์ กับเกณฑ์ร้อยละ 65 โดยใช้สถิติทดสอบที่แบบกลุ่มเดียว (t-test one sample) และแปลผล

ตาราง 1 เกณฑ์การให้คะแนนแบบรวมของแบบทดสอบแบบต่อเนื่องสองขั้นตอน

ระดับคะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
2	ตอบถูกต้องพร้อมทั้งให้เหตุผลได้ตามหลักการทางคณิตศาสตร์
1	ตอบถูกต้อง แต่ไม่สามารถให้เหตุผลตามหลักการทางคณิตศาสตร์ได้ หรือตอบไม่ถูกต้อง แต่บอกสามารถให้เหตุผลตามหลักการทางคณิตศาสตร์ได้
0	ตอบไม่ถูกต้องและบอกเหตุผลประกอบไม่ถูกต้อง

2.1.2 ผู้วิจัยวิเคราะห์คำตอบส่วนถูกผิดกับส่วนที่เขียนแสดงเหตุผลแล้วจัดระดับตามเกณฑ์การวัดและประเมินมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของ Westbrook & Marek (1991 อ้างถึงใน สวณีย์ เพ็ชรพงศ์, 2557) โดยแบ่งเป็น 5 กลุ่มตามระดับความเข้าใจ คำนวณค่าร้อยละของแต่ละระดับความเข้าใจที่จำแนกได้และรายงานผลในรูปแบบของร้อยละและความเรียง

ตาราง 2 เกณฑ์การวัดและประเมินมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ตามกลุ่มตามระดับความเข้าใจ

ระดับความเข้าใจ	ความหมาย	รหัส
ความเข้าใจที่ถูกต้องสมบูรณ์	คำตอบของนักเรียนถูกและให้เหตุผลถูกต้องสมบูรณ์ครบองค์ประกอบที่สำคัญ	(Complete Understanding: CU)
ความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์	คำตอบของนักเรียนถูกและการให้เหตุผลถูกต้องแต่ขาดองค์ประกอบที่สำคัญบางส่วน	(Partial Understanding: PU)

ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน	คำตอบของนักเรียนถูกบางส่วนแต่บางส่วนแสดงความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน	(Partial Understanding with Specific Alternative Conception: PS)
ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน	คำตอบของนักเรียนแสดงความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด	(Alternative Conception: AC)
ไม่เข้าใจ	คำตอบของนักเรียนไม่ตรงกับคำถามหรือนักเรียนไม่ตอบคำถาม	(No Understanding: NU)

ผลการวิจัย (Research Results)

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลวิจัยปฏิบัติการการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับโปรแกรม GeoGebra ที่ส่งเสริมโน้ตทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวปริมาตร พีระมิด กรวยและทรงกลม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 แบ่งออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับโปรแกรม GeoGebra ที่ส่งเสริมโน้ตทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวปริมาตร พีระมิด กรวยและทรงกลม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

เมื่อจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับโปรแกรม GeoGebra ที่ส่งเสริมโน้ตทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวปริมาตร พีระมิด กรวยและทรงกลม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 แล้วพบว่าประเด็นที่ควรให้ความสำคัญ ดังต่อไปนี้

ขั้นนำ ครูควรทบทวนความรู้เดิมที่เกี่ยวข้องหรือเชื่อมโยงกับเนื้อหาที่เรียน เพื่อให้นักเรียนสามารถนำไปใช้เรียนในเนื้อหาถัดไป ตัวอย่างเนื้อหา ได้แก่ หน่วยการวัดความยาว การหาร การคูณ ทศนิยม การหาพื้นที่ เลขยกกำลัง ทฤษฎีบทพีทาโกรัส รวมไปถึงสอนการใช้ โปรแกรม GeoGebra เบื้องต้น พร้อมทั้งสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการพิมพ์คอมพิวเตอร์

ขั้นสอน

ขั้น S (Search the Word Problem) ศึกษาโจทย์ปัญหา ครูควรให้นักเรียนวิเคราะห์โจทย์ที่ละเอียด ประเด็น เพื่อเป็นลำดับความคิดและขั้นตอนในการหาคำตอบ ฉะนั้นแล้วเพื่อช่วยลำดับความคิดและขั้นตอนในการแก้ปัญหาในโปรแกรม GeoGebra Classroom ควรกำหนดช่วงสำหรับตอบเป็นขั้น ๆ อีกทั้งควรกระตุ้นให้นักเรียนร่วมกันวิเคราะห์โจทย์โดยเริ่มจากการให้นักเรียนพูดออกมาเป็นประโยค และเขียนทีละข้อ เพื่อตรวจสอบความเข้าใจในสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ สิ่งที่โจทย์ต้องการหาและสิ่งที่ต้องหาเพิ่มเติมเพื่อนำไปสู่การคำนวณในการหาคำตอบ

ขั้น T (Translate the Problem) ขั้นแปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ปัญหา ครูควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้นำองค์ความรู้แรกซึ่งอาจเกิดจากการวาดภาพในกระดาษมาเสนอในส่วนที่เป็นการแปลงข้อมูลจากโจทย์ นอกเหนือจากการวาดในโปรแกรม GeoGebra เพียงอย่างเดียว และควรมีใบกิจกรรมที่หลากหลายเพื่อจะได้วัดองค์ความรู้ว่านักเรียนเข้าใจและสามารถแปลงโจทย์

ออกมาเป็นภาพเพื่อใช้หาคำตอบได้จริง นอกจากนี้สื่อที่เป็นสามมิติจากโปรแกรม GeoGebra ควรมีรูปแบบที่หลากหลาย เช่น สื่อรูปคลี่ควรคลี่ออกมาได้หลายรูปแบบ เป็นต้น

ขั้น A (Answer the Problem) การดำเนินการหาคำตอบของโจทย์ปัญหา ครูควรมีใบกิจกรรมที่หลากหลายที่เริ่มจากง่ายไปยากเพื่อให้นักเรียนจะได้ลำดับขั้นตอน ผึกทักษะการคิดคำนวณ และคิดหาคำตอบหลายวิธีที่แตกต่างกันออกไป จนนำไปสู่การแก้โจทย์ปัญหาที่ซับซ้อนได้ นอกจากนี้ในส่วนของโปรแกรม GeoGebra Classroom ถ้าโจทย์มีข้อความหลายข้อย่อยภายในข้อเดียว ควรใส่ข้อความแต่ละข้อแยกออกมาเพื่อให้ง่ายต่อการคิดคำนวณ

ขั้น R (Review the Solution) การทบทวนคำตอบหรือพิจารณาความสมเหตุสมผลของคำตอบ ครูควรเน้นย้ำการตรวจสอบคำตอบและพิจารณาความสมเหตุสมผลของคำตอบ โดยให้นักเรียนอ่านโจทย์ซ้ำอีกครั้ง พร้อมตรวจสอบว่าคำตอบสอดคล้องกับข้อมูลหรือไม่ จากนั้นนำคำตอบที่ได้ไปแทนค่าเพื่อตรวจสอบว่าสอดคล้องกับประโยคสัญลักษณ์ตั้งต้นหรือไม่ ทั้งนี้ขั้นการทบทวนคำตอบควรมีผลสะท้อนกลับเพื่อให้นักเรียนทราบว่าสิ่งที่นักเรียนตรวจสอบหรือหาคำตอบมาถูกหรือผิดจากโปรแกรม GeoGebra

ขั้นสรุป ครูควรสรุปกิจกรรมโดยการให้นักเรียนได้ร่วมกับอภิปรายเพื่อให้นักเรียนคิดวิเคราะห์คำตอบร่วมกัน

ตอนที่ 2 ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับโปรแกรม GeoGebra ที่ส่งเสริมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวปริมาตร พีระมิด กรวยและทรงกลม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

2.1 ผลการส่งเสริมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 65

ตารางที่ 3 ผลการส่งเสริมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังการเรียนรู้ เรื่อง พื้นที่ผิวปริมาตร พีระมิด กรวยและทรงกลม กับเกณฑ์ร้อยละ 65 (คะแนนเต็ม 24 ผ่านเกณฑ์ 15.6 คะแนน)

คะแนน	<i>n</i>	$\bar{x}$	ร้อยละ	<i>S.D.</i>	<i>t</i>	<i>sig</i>
หลังการเรียนรู้	12	17.83	74.29	2.517	3.074*	.000*

หมายเหตุ *มีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

2.2 ผลการวิเคราะห์แบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ตามระดับความเข้าใจ

ตารางที่ 4 แสดงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ หลังจากจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับโปรแกรม GeoGebra แบ่งเป็น 5 กลุ่ม ตามระดับความเข้าใจ เรื่อง พื้นที่ผิวปริมาตร พีระมิด กรวยและทรงกลม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (*N* = 12)

แบบทดสอบโม ทัศน์ทาง คณิตศาสตร์	จำนวนของผู้เรียนในแต่ละระดับความเข้าใจ (ร้อยละ)				
	CU	PU	PS	AC	NU
พื้นที่ผิวและ ปริมาตรพีระมิต	11 (91.67)	1 (8.33)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
พื้นที่ผิวและ ปริมาตรกรวย	9 (75.00)	0 (0.00)	2 (16.67)	1 (8.33)	0 (0.00)
พื้นที่ผิวและ ปริมาตรทรงกลม	4 (33.33)	3 (25.00)	2 (16.67)	4 (33.33)	0 (0.00)

จากการผลการวิเคราะห์แบบทดสอบวัดโมทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวปริมาตร พีระมิต กรวย และทรงกลม พบว่า ผลการส่งเสริมโมทัศน์จากแบบวัดโมทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนหลังการเรียนรู้หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับโปรแกรม GeoGebra เรื่อง พื้นที่ผิวปริมาตร พีระมิต กรวยและทรงกลม สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 65 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยได้คะแนนเฉลี่ย 17.83 (คะแนนเต็ม 24) คิดเป็นร้อยละ 74.29 เมื่อวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มความเข้าใจที่ถูกต้องสมบูรณ์ (CU)

ตัวอย่างการวิเคราะห์แบบทดสอบวัดโมทัศน์ทางคณิตศาสตร์ข้อที่ 1

ตัวอย่างโมทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความเข้าใจอยู่ในระดับที่ถูกต้องสมบูรณ์ (Complete Understanding: CU)

เนื่องจากคำตอบของนักเรียนถูกต้อง สามารถตอบคำถามและให้เหตุผลที่ถูกต้องสมบูรณ์ คือ นักเรียนสามารถพิจารณาข้อความที่กำหนดมาให้ได้ว่าผิด และเขียนเหตุผลที่เป็นโมทัศน์ได้อย่างถูกต้องสมบูรณ์ คือ หน้าของพีระมิตฐานเหลี่ยมใด ๆ เป็นรูปสามเหลี่ยมเสมอ ผลลัพธ์ที่ได้ เป็นดังภาพที่ 1

X/ 1. ผิด ข้างของพีระมิตเป็นรูปสี่เหลี่ยมมุมฉากเสมอ
 บทพิสูจน์: ข้างของพีระมิตเป็นรูปสี่เหลี่ยมมุมฉากเสมอ เพราะ
 “เพราะ ข้างของพีระมิตเป็นรูปสี่เหลี่ยมมุมฉากเสมอ เพราะ ข้างของพีระมิตเป็นรูปสี่เหลี่ยมมุมฉากเสมอ”

ภาพ 1 แสดงตัวอย่างโมทัศน์ทางคณิตศาสตร์การทำแบบทดสอบวัดโมทัศน์ทางคณิตศาสตร์ข้อที่ 1 ที่มีความเข้าใจอยู่ในระดับที่ถูกต้องสมบูรณ์ (Complete Understanding: CU)

ตัวอย่างโมทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความเข้าใจอยู่ในระดับที่มีความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU)

..... 1. ผิวข้างของพระมิดเป็นรูปสี่เหลี่ยมมุมฉากเสมอ
ถ้าจะ เป็นรูปสามเหลี่ยม

ภาพ 2 แสดงตัวอย่างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์การทำแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ข้อที่ 1 ที่มีความเข้าใจอยู่ในมีความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU)

ผลการวิจัยเชิงปฏิบัติการการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับโปรแกรม GeoGebra ที่ส่งเสริมโน้ตค้นทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวปริมาตร พีระมิด กรวยและทรงกลม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สามารถอภิปรายผลการวิจัยได้ ดังต่อไปนี้

ตอนที่ 1 แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับโปรแกรม GeoGebra ที่ส่งเสริมโน้ตค้นทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวปริมาตร พีระมิด กรวยและทรงกลม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับโปรแกรม GeoGebra ที่ส่งเสริมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวปริมาตร พีระมิด กรวยและทรงกลม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยการใช้รูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน พบว่า แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับโปรแกรม GeoGebra ที่ส่งเสริมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน 1) ขั้นนำ 2) ขั้นสอน ซึ่งประกอบด้วย ขั้น S (Search the Word Problem) ศึกษาโจทย์ปัญหา ขั้น T (Translate the Problem) ขั้นแปลงข้อมูลที่มีอยู่ในโจทย์ปัญหา ขั้น A (Answer the Problem) การดำเนินการหาคำตอบของโจทย์ปัญหา ขั้น R (Review the Solution) การทบทวนคำตอบหรือพิจารณาความสมเหตุสมผลของคำตอบ 3) ขั้นสรุป แต่ละขั้นมีจุดเน้นที่ช่วยส่งเสริมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ โดยครูควรทบทวนความรู้เดิมที่เกี่ยวข้องหรือเชื่อมโยงกับเนื้อหาที่เรียน เพื่อให้นักเรียนสามารถนำไปใช้เรียนในเนื้อหาถัดไป รวมไปถึงสอนการใช้โปรแกรม GeoGebra เบื้องต้น พร้อมทั้งวิธีการพิมพ์สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์จากคอมพิวเตอร์ ครูควรให้นักเรียนวิเคราะห์โจทย์ทีละประเด็น เพื่อเป็นลำดับความคิดและขั้นตอนในการหาคำตอบ ฉะนั้นแล้วเพื่อช่วยลำดับความคิดและขั้นตอนในการแก้ปัญหาในโปรแกรม GeoGebra Classroom ควรกำหนดช่วงสำหรับตอบเป็นขั้น ๆ อีกทั้งควรกระตุ้นให้นักเรียนร่วมกันวิเคราะห์โจทย์โดยเริ่มจากการให้นักเรียนพูดออกมาเป็นประโยค และเขียนทีละข้อ นอกจากนี้ครูควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้นำองค์ความรู้แรกซึ่งอาจจะเกิดจากการวาดภาพในกระดาษมานำเสนอในส่วนที่เป็นการแปลงข้อมูลจากโจทย์ ครูควรมีใบกิจกรรมที่หลากหลายที่เริ่มจากง่ายไปยากเพื่อนักเรียนจะได้ลำดับขั้นตอนเพื่อเป็นการฝึกทักษะการคิดคำนวณและคิดหาคำตอบหลายวิธีที่แตกต่างกันออกไป จน

นำไปสู่การแก้โจทย์ปัญหาที่ซับซ้อนได้ และครูควรสรุปกิจกรรมโดยการให้นักเรียนได้ร่วมกับอภิปรายเพื่อให้ นักเรียนคิดวิเคราะห์คำตอบร่วมกันและใช้สื่อในการร่วมสรุปกิจกรรมเพื่อเป็นการรอบยอดความคิดและให้นักเรียนมองเห็นภาพชัดเจนมากยิ่งขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับ สุวรร กาญจนมยุร (2538) กล่าวว่า การแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ นักเรียนจะต้องรวบรวมความรู้เดิมทั้งหมดที่เรียนมา นำไปวิเคราะห์ข้อความต่าง ๆ ของโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ให้เข้าใจ คิดวิเคราะห์ให้ได้ว่าโจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์นั้น ให้หาอะไร จะต้องใช้กระบวนการหรือตัวดำเนินการใดโดยผู้เรียนต้องมีความสามารถเพื่อแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ สอดคล้องกับ น้อมศรี เคท (2521) กล่าวว่า นักเรียนจำเป็นต้องมีทักษะในการอ่านสามารถเข้าใจความหมายของคำศัพท์ต่าง ๆ และสามารถตีความว่า โจทย์กำหนดสิ่งใดให้และต้องการทราบอะไร ซึ่งต่างจากการอ่านทั่ว ๆ ไป ศัพท์บางคำในโจทย์ปัญหามักเป็นคำศัพท์ที่ใช้เฉพาะอยู่ในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ สอดคล้องกับโสภณ บารุงสงฆ์ และสมหวัง ไตรตันวงศ์ (2520) กล่าวว่า ในการสอนคณิตศาสตร์ ครูควรจัดการเรียนการสอนให้นักเรียนได้มีโอกาสนำความคิดต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ไปใช้กับสถานการณ์ต่าง ๆ ตลอดทั้งได้นำความรู้ทางคณิตศาสตร์ของตนมาแก้ปัญหาต่าง ๆ เกี่ยวกับการคิดคำนวณอยู่เสมอ เป็นการปูพื้นฐานทางการคิดคำนวณให้นักเรียน ถ้านักเรียนขาดทักษะนี้ก็จะไม่สามารถ บวก ลบ คูณ หาร ได้อย่างถูกต้อง เป็นผลทำให้ไม่สามารถหาคำตอบของโจทย์ปัญหานั้นได้ถูกต้อง

ตอนที่ 2 ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับโปรแกรม GeoGebra ที่ส่งเสริมโน้ตศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวปริมาตร พีระมิต กรวยและทรงกลมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ผลการส่งเสริมโน้ตศน์จากแบบทดสอบโน้ตศน์ทางคณิตศาสตร์ พบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับโปรแกรม GeoGebra เรื่อง พื้นที่ผิวปริมาตร พีระมิต กรวย และทรงกลม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ทำให้นักเรียนมีโน้ตศน์ทางคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 65 อย่างมีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยได้คะแนนเฉลี่ย 17.83 (คะแนนเต็ม 24 คะแนน) คิดเป็นร้อยละ 74.29 และเมื่อพิจารณาข้อสอบเป็นรายข้อพบว่านักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มความเข้าใจที่ถูกต้องสมบูรณ์ (CU) ทั้งนี้เนื่องจากในขณะจัดการเรียนการสอนนักเรียนได้อาศัยสิ่งที่เป็นรูปธรรมช่วยทำให้เข้าใจเนื้อหาได้ชัดเจนยิ่งขึ้น รวมทั้งใบกิจกรรมในระหว่างการเรียนรู้ที่เป็นใบกิจกรรมใช้คำถามที่ลำดับความคิด ให้เชื่อมโยงกับสิ่งที่ได้ก่อนหน้า เพื่อนำมาสรุปเป็นความคิดรวบยอดในคำถามสุดท้าย ใบกิจกรรมลักษณะนี้ถือเป็นส่วนหนึ่งในการย้ำความเข้าใจของนักเรียนให้มากขึ้น ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนสามารถเขียนสรุปอธิบายหลักการได้ด้วยตนเองและสามารถเชื่อมโยงเข้าสู่สิ่งที่ป็นนามธรรมได้ จนนำไปสู่การเกิดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ในเรื่องพื้นที่ผิวปริมาตรนั่นเอง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของอัมพร ม้าคนอง (2552) การพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการได้มาซึ่งมโนทัศน์และคำถามระดับสูง กล่าวคือ มโนทัศน์หรือความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ซึ่งเป็นความรู้ความเข้าใจที่แท้จริงเกี่ยวกับเนื้อหาคณิตศาสตร์เฉพาะใด ๆ และเป็นพื้นฐานการคิดและการใช้งานของคณิตศาสตร์ ผู้เรียนที่มีมโนทัศน์ที่ดี มักเป็นผู้ที่มีความเข้าใจเนื้อหาคณิตศาสตร์อย่างถ่องแท้ สามารถอธิบายความหมาย หลักการ และที่มาของความรู้

เหล่านั้นได้ชัดเจนตลอดจนสามารถเชื่อมโยงความรู้เหล่านั้นไปใช้แก้ปัญหาหรือสถานการณ์ต่าง ๆ ในชีวิตจริงได้อย่างสมเหตุสมผล

ข้อเสนอแนะการวิจัย (Research Suggestions)

จากผลการวิจัย ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะ ดังนี้

1. ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้

ครูควรสอนการใช้โปรแกรม GeoGebra และสอนสัญลักษณ์คอมพิวเตอร์ทางคณิตศาสตร์ให้กับนักเรียน ให้กับนักเรียนก่อนทำกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนได้เกิดความชำนาญในการใช้และสะดวกในการแทนค่า

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

ควรศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กลวิธี STAR ร่วมกับโปรแกรม GeoGebra ที่ส่งเสริมความสามารถด้านการสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เนื่องจากผลการวิจัยพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถแปลงโจทย์ปัญหาให้อยู่ในรูปสัญลักษณ์ได้ แต่ไม่สามารถเขียนแสดงออกมาเป็นสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้ ซึ่งความสามารถดังกล่าวเป็นส่วนหนึ่งของทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์

เอกสารอ้างอิง (References)

ขนาด เชื้อสุวรรณ. (2561). *การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ Mathematics Instruction*.

กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

น้อมศรี เคท. 2521. *การสอนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ในโครงการอบรมเสริมสรรรถภาพครู ประถมศึกษา*, กรุงเทพฯ : ภาควิชาการประถมศึกษา คณะครุศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สถาบันการทดสอบการศึกษาแห่งชาติ. (2564). *นวัตกรรมการทดสอบ รายงานผลการทดสอบ*

O – Net ด้วยแผนที่ประเทศไทย. สืบค้นวันที่ 18 พฤษภาคม 2565. จาก

<https://www.niets.or.th/th/catalog/view/3121>.

สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา. (ม.ป.ป). *ชุดการฝึกอบรมการยกระดับคุณภาพผู้เรียน*

สู่ความพร้อมในการประเมินระดับนานาชาติ(PISA) การรู้เรื่อง PISA(OECD's Test). สืบค้นวันที่ 18 พฤษภาคม 2565. จาก

http://www.dusitaram.ac.th/download/pisa_training/1_PISA/1.pdf.

สกุล ไชยวงศ์ และ นัฐจิรา บุศยดี. (2563). *การจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีสตาร์เพื่อส่งเสริม*

ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ห้องช่วงอุตสาหกรรม. วารสารศิลปการศึกษาศาสตร์วิจัย, 12(2), 289-305.

สวนีย์ เพ็ชรพงศ์. (2557). *ผลการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น 7E ร่วมกับการสร้างผังมโนทัศน์ เรื่อง แสง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2*

- (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- สุวรร กาญจนมยุร. (2538). *เทคนิคการสอนคณิตศาสตร์ ระดับประถมศึกษา เล่ม 3*, กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช.
- โสภณ บำรุงสงฆ์และสมหวัง ไตรตันวงศ์. 2520. *เทคนิคการวิเคราะห์ตัวแปรพหุคูณ*. กรุงเทพฯ : ศึกษาพร.
- อัมพร ม้าคอง. (2552). *การพัฒนาโน้ตส่นทางคณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลการได้มาซึ่งโมโนทัศน์และคำถามระดับสูง*. วารสารครุศาสตร์, 37(3), 1-13.
- Tamam, B. & Dasari, D. (2021). *The use of Geogebra software in teaching mathematics*. Conference Series Journal, 10, 1-6.
- Gagnon, J. and P. Maccini. (2001). *“Preparing Student with Disabilities for Algebra”*. Teaching Exceptional Children 34(1): 8-15.