

การเรียนรู้ตามลำดับชั้นความคิดของ Bloom: ผลของแบบฝึกทักษะต่อความเข้าใจเรื่องปริซึมและทรงกระบอก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

Learning Through Bloom's Hierarchical Thinking: The Impact of Practice Exercises on Prisms and Cylinders for Grade 8 Students

สุพรรณิการ์ ชนะนิล^{1*} สิทธิกร แก้วสินวล¹ และ จุฬามณี แสงอินตา¹

Supannika Chanani^{1*}, Sitthikorn Kaewsrinuan¹ and Juramanee Saenginta¹

¹ สาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะครุศาสตร์และการพัฒนามนุษย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด จังหวัดร้อยเอ็ด 45120

¹ Mathematics Program, Faculty of Education and Human Development, Roi Et Rajabhat University, Roi Et 45120

*Corresponding author: supannika@reru.ac.th

Received: May 8, 2025; Revised: July 19, 2025; Accepted: July 31, 2025

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาแบบฝึกทักษะตามแนวคิดลำดับชั้นความคิดของ Bloom สำหรับการเรียนรู้เรื่องปริซึมและทรงกระบอกของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 2) ประเมินประสิทธิผลของแบบฝึกทักษะที่พัฒนาขึ้น โดยใช้เกณฑ์ประสิทธิภาพ 80/80 และ 3) ศึกษาผลของการใช้แบบฝึกทักษะต่อความเข้าใจของนักเรียนในเนื้อหาดังกล่าว การวิจัยเป็นแบบการทดลองกลุ่มเดียววัดผลก่อนและหลังเรียน (One-Group Pretest-Posttest Design) กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/1 โรงเรียนพนมไพรวิทยาคาร จังหวัดร้อยเอ็ด ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 34 คน ได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 15 แผน แบบฝึกทักษะตามลำดับชั้นความคิดของ Bloom จำนวน 5 ชุด และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 20 ข้อ แบบฝึกทักษะผ่านการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (IOC = 0.67–1.00) และแบบทดสอบมีความเชื่อมั่น (KR-20) เท่ากับ 0.82 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สถิติ t-test แบบ Dependent Samples และการวิเคราะห์ประสิทธิภาพ E1/E2 ผลการวิจัยพบว่า แบบฝึกทักษะที่พัฒนาขึ้นมีค่าประสิทธิภาพเท่ากับ 82.94/83.82 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน ($\bar{x} = 8.38$) สูงกว่าก่อนเรียน ($\bar{x} = 5.94$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงให้เห็นว่าแบบฝึกทักษะตามแนวคิดลำดับชั้นของ Bloom ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ และสามารถส่งเสริมความเข้าใจของนักเรียนในหัวข้อปริซึมและทรงกระบอกได้อย่างมีนัยสำคัญ

คำสำคัญ: แบบฝึกทักษะ ลำดับชั้นความคิดของบลูม ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ปริซึม ทรงกระบอก

Abstract

This research aimed to 1) develop a set of practice exercises based on Bloom's Taxonomy for enhancing students' understanding of prisms and cylinders, 2) evaluate the effectiveness of the developed exercises using the 80/80 efficiency criterion, and 3) examine the impact of the exercises on students' mathematical understanding. The study employed a one-group pretest-posttest design. The sample consisted of 34 from Grade 8/1 at Phanom Phrai Witthayakhan School, Roi Et Province, during the first semester of the 2024 academic year selected through purposive sampling. The research instruments included 15 lesson plans, five sets of Bloom's Taxonomy-based practice exercises, and a 20-item multiple-choice achievement test. The exercises were validated for content accuracy with IOC values ranging from 0.67 to 1.00, and the test had a reliability coefficient (KR-20) of 0.82. Data were analyzed using mean, standard deviation, dependent samples t-test, and efficiency analysis (E1/E2). The results revealed that the developed learning exercises demonstrated an efficiency level of 82.94/83.82, which exceeded the standard criterion of 80/80. Students' posttest scores ($\bar{x} = 8.38$) were significantly higher than their pretest scores ($\bar{x} = 5.94$) at the .05 significance level. These findings indicate that practice exercises based on Bloom's taxonomy were effective in enhancing students' understanding of prisms and cylinders in a statistically significant manner.

Keywords: Practice exercises, Bloom's taxonomy, Mathematical understanding, Prisms, Cylinders

บทนำ

คณิตศาสตร์เป็นวิชาพื้นฐานที่มีบทบาทสำคัญต่อการพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีระบบ ช่วยพัฒนาการคิดเชิงเหตุผล และความสามารถในการแก้ปัญหา ซึ่งล้วนเป็นสมรรถนะหลักที่จำเป็นของผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 (OECD, 2019) วิชาคณิตศาสตร์ไม่เพียงเกี่ยวข้องกับการคำนวณเชิงตัวเลขเท่านั้น แต่ยังครอบคลุมถึงการคิดวิเคราะห์ การตีความข้อมูล และการนำแนวคิดทางคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์จริงในชีวิตประจำวัน การเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพจึงควรมุ่งเน้นการพัฒนาความเข้าใจควบคู่กับทักษะการคิดขั้นสูงแทนการเรียนรู้ที่เน้นการท่องจำสูตรหรือขั้นตอนการแก้ปัญหาเพียงอย่างเดียว

หนึ่งในประเด็นสำคัญของการเรียนคณิตศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น คือ การเรียนรู้เรขาคณิตสามมิติ ซึ่งเป็นเนื้อหาที่มีความซับซ้อน เนื่องจากต้องอาศัยทั้งความเข้าใจเชิงนามธรรม การสร้างจินตภาพ และการคิดเชิงพื้นที่ควบคู่กัน โดยเฉพาะหัวข้อ ปริซึมและทรงกระบอก มักเป็นอุปสรรคสำคัญสำหรับผู้เรียน งานวิจัยจำนวนหนึ่งได้ชี้ให้เห็นว่า มีผู้เรียนจำนวนมากไม่สามารถเชื่อมโยงระหว่างรูปทรงเรขาคณิตกับแนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ส่งผลให้ไม่สามารถวิเคราะห์หรือประยุกต์ใช้ได้ในชีวิตใหม่ (Clements & Sarama, 2011; Battista, 2007) งานวิจัยของชาญชัย ชนไพโรจน์, ปวีณา ชันธศิลา และ ประภาพร หนองหารพิทักษ์ (2566) ได้ค้นพบว่า การจัดการเรียนรู้เรื่องปริซึมและทรงกระบอกโดยใช้กระบวนการ CPA ร่วมกับโปรแกรม GeoGebra ช่วยส่งเสริมความเข้าใจของผู้เรียนได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงให้เห็นถึงแนวทางที่มีประสิทธิภาพในการจัดการเรียนรู้เรื่องนี้อย่างเป็นรูปธรรม

อย่างไรก็ตาม แม้จะมีความพยายามในการพัฒนารูปแบบการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเข้าใจของผู้เรียน เช่น การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านสื่อออนไลน์หรือเทคโนโลยีแบบโต้ตอบ ซึ่งช่วยเพิ่มความน่าสนใจและส่งผลเชิงบวกต่อผลสัมฤทธิ์ของนักเรียน (วรพล ภาคไพรี, วันดี เกษมสุขพิพัฒน์ และ ทรงชัย อักษรคิด, 2565) รวมถึงการใช้วิธีการแบบเปิดที่เน้นการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ผ่านการอภิปรายและการเขียน (วรภาพ ทองสร้าง, เกษม เปรมประยูร และ

สุวรรณี เปลี่ยนรัมย์, 2568) แต่ในเชิงลึกยังพบว่า ผู้เรียนหลายคนยังคงอาศัยการจำสูตรเป็นหลัก ไม่สามารถอธิบายแนวคิดหรือหลักการทางคณิตศาสตร์ได้อย่างเป็นระบบ ปัญหาดังกล่าวส่วนหนึ่งเกิดจากแนวทางการสอนที่ยังคงเน้นการจำสูตรและการฝึกทำโจทย์แบบซ้ำ ๆ โดยขาดการเชื่อมโยงกับโครงสร้างทางความคิดของผู้เรียน (Boaler, 2016)

จากปัญหาดังกล่าวจึงสะท้อนให้เห็นถึงความจำเป็นในการออกแบบกระบวนการเรียนรู้ที่ช่วยไ้ระดับความคิดเพื่อสร้างความเข้าใจที่ยั่งยืนและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ หนึ่งในกรอบแนวคิดที่ได้รับการยอมรับอย่างแพร่หลาย คือ Bloom's Taxonomy ซึ่งเสนอแนวทางการจัดลำดับขั้นของพฤติกรรมทางปัญญา เริ่มจากระดับพื้นฐานไปสู่ระดับที่ซับซ้อน ได้แก่ การจดจำ ความเข้าใจ การประยุกต์ใช้ การวิเคราะห์ การประเมิน และการสร้างสรรค์ (Anderson & Krathwohl, 2001) กรอบแนวคิดนี้ไม่เพียงให้แนวทางแก่ครูในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้เท่านั้น เนื่องจาก Bloom's Taxonomy มีจุดเด่นในการจัดลำดับพฤติกรรมทางปัญญาอย่างเป็นระบบและยืดหยุ่น จึงเหมาะสมต่อการใช้เป็นแนวทางในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยเฉพาะในเนื้อหาที่มีลักษณะซับซ้อนและต้องการพัฒนาแนวคิดแบบเป็นขั้นตอน เช่น เรขาคณิตสามมิติ ซึ่งจะช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะการคิดอย่างเป็นระบบสามารถไ้ระดับความเข้าใจได้ตามศักยภาพ และเพิ่มโอกาสในการเรียนรู้แบบมีความหมาย (meaningful learning) ทั้งนี้ หลักฐานจากงานวิจัยหลายชิ้นชี้ว่า การเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมหรือแบบฝึกทักษะที่สอดคล้องกับระดับการคิดตาม Bloom's Taxonomy ช่วยให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมมากขึ้น มีแรงจูงใจภายใน และสามารถพัฒนาแนวคิดเชิงนามธรรมได้อย่างลึกซึ้ง (Forehand, 2010; Zohar & Dori, 2003) สอดคล้องกับงานวิจัยของ Aryawan, Wayan, Gusti & Gede, (2023) พบว่าการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมที่ออกแบบตามลำดับขั้นของ Bloom ช่วยเพิ่มผลสัมฤทธิ์และความเข้าใจของนักเรียนในรายวิชาคณิตศาสตร์ได้อย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเทียบกับการสอนแบบดั้งเดิม

การเรียนรู้ตามแนวคิด Bloom's Taxonomy แม้ว่าจะได้รับการยอมรับว่าเป็นกรอบที่มีประสิทธิภาพสูงในการส่งเสริมการเรียนรู้เชิงลึก แต่งานวิจัยบางส่วนยังสะท้อนข้อจำกัดในการนำไปใช้จริง เช่น ความยากในการออกแบบกิจกรรมที่เชื่อมโยงแต่ละระดับของการคิดอย่างมีความต่อเนื่อง การเลือกสื่อการเรียนรู้ที่เหมาะสม และการจัดลำดับเนื้อหาที่สัมพันธ์กับพัฒนาการของผู้เรียนในแต่ละช่วงวัย (Adams, 2015) อีกทั้งครูผู้สอนบางส่วนยังขาดความเข้าใจในเชิงลึกเกี่ยวกับระดับของการคิด ทำให้ไม่สามารถจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมระดับการคิดขั้นสูงได้อย่างแท้จริง จากปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยเล็งเห็นความจำเป็นในการพัฒนาแบบฝึกทักษะที่ออกแบบตามกรอบแนวคิด Bloom's Taxonomy ในหัวข้อ ปริซึมและทรงกระบอก เพื่อศึกษาผลของแบบฝึกทักษะดังกล่าวต่อความเข้าใจของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยมุ่งหวังให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาความคิดเชิงวิเคราะห์ เข้าใจความสัมพันธ์ของแนวคิดเรขาคณิต และสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในระยะเวลา 5 สัปดาห์ รวม 15 คาบเรียน การศึกษาครั้งนี้ไม่เพียงมุ่งหวังผลลัพธ์ในด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเท่านั้น แต่ยังตั้งเป้าที่จะสร้างต้นแบบของกิจกรรมการเรียนรู้ที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในเนื้อหาอื่นของวิชาคณิตศาสตร์ในอนาคตได้อย่างยั่งยืน

วัตถุประสงค์

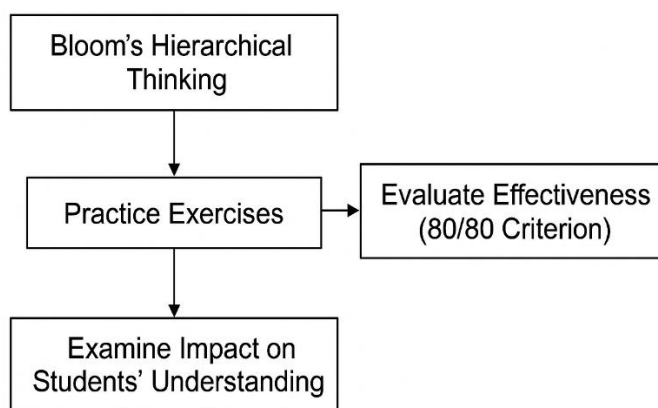
1. เพื่อพัฒนาแบบฝึกทักษะตามแนวคิดลำดับขั้นการคิดของ Bloom สำหรับการเรียนรู้เรื่องปริซึมและทรงกระบอกของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
2. เพื่อประเมินประสิทธิภาพของแบบฝึกทักษะที่พัฒนาขึ้น โดยใช้เกณฑ์ประสิทธิภาพ 80/80
3. เพื่อศึกษาผลของการใช้แบบฝึกทักษะที่พัฒนาขึ้นต่อความเข้าใจของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในเนื้อหาเรื่องปริซึมและทรงกระบอก

สมมติฐาน

1. แบบฝึกทักษะที่พัฒนาขึ้นตามแนวคิดลำดับขั้นการคิดของ Bloom สำหรับการเรียนรู้เรื่องปริซึมและทรงกระบอกของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีคุณภาพด้านเนื้อหาและรูปแบบอยู่ในระดับเหมาะสมตามเกณฑ์ที่กำหนดโดยผู้เชี่ยวชาญ
2. แบบฝึกทักษะที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 ซึ่งเป็นเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดสำหรับการสื่อการเรียนรู้ของสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน
3. นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการเรียนรู้ด้วยแบบฝึกทักษะที่พัฒนาขึ้น มีคะแนนความเข้าใจเรื่องปริซึมและทรงกระบอกหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

กรอบแนวคิด

การวิจัยครั้งนี้มุ่งเน้นการพัฒนาและศึกษาผลของแบบฝึกทักษะที่ออกแบบตามแนวคิดลำดับขั้นการคิดของ Bloom (Bloom's Taxonomy) ซึ่งประกอบด้วย 6 ระดับ ได้แก่ การจดจำ (Remembering), ความเข้าใจ (Understanding), การประยุกต์ใช้ (Applying), การวิเคราะห์ (Analyzing), การประเมิน (Evaluating) และการสร้างสรรค์ (Creating) (Anderson & Krathwohl, 2001) โดยนำมาประยุกต์ใช้ในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเข้าใจของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในหัวข้อเรื่องปริซึมและทรงกระบอก มีขั้นตอนสำคัญ 3 ด้าน ได้แก่ 1) การพัฒนาแบบฝึกทักษะที่ครอบคลุมระดับความคิดทั้ง 6 ระดับ 2) การประเมินประสิทธิภาพของแบบฝึกโดยใช้เกณฑ์ 80/80 3) การศึกษาผลของการใช้แบบฝึกที่พัฒนาขึ้นต่อความเข้าใจของผู้เรียน ผลลัพธ์ที่คาดว่าจะได้รับคือ แบบฝึกทักษะที่มีคุณภาพ มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ และสามารถเสริมสร้างความเข้าใจเชิงลึกของนักเรียนในเนื้อหาเรขาคณิตสามมิติได้อย่างมีนัยสำคัญ กรอบแนวคิดในการวิจัยแสดงได้ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

วิธีการศึกษา

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) โดยใช้รูปแบบการทดลองแบบกลุ่มเดียววัดผลก่อนและหลังเรียน (One-Group Pretest-Posttest Design) ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาแบบฝึกทักษะตามแนวคิดลำดับขั้นการคิดของ Bloom และศึกษาผลของการใช้แบบฝึกดังกล่าวต่อความเข้าใจของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในเนื้อหาเรื่องปริซึมและทรงกระบอก มีวิธีการวิจัยดังนี้

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนพนมไพรวิทยาคาร สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาร้อยเอ็ด ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567 รวมจำนวนทั้งสิ้น 355 คน จาก 10 ห้องเรียน

กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/1 จำนวน 34 คน ซึ่งได้จากการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) โดยพิจารณาจากห้องเรียนที่มีความพร้อมในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และได้รับความร่วมมือจากครูผู้สอนในการเก็บข้อมูลวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้พัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย จำนวน 3 ชนิด ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ แบบฝึกทักษะตามแนวคิดของ Bloom และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้

ผู้วิจัยได้จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ปริซึมและทรงกระบอก สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวนทั้งสิ้น 15 แผน ใช้เวลาเรียนรวม 15 คาบเรียน (คาบละ 50 นาที) แผนการจัดการเรียนรู้แต่ละแผนถูกออกแบบตามแนวคิดลำดับขั้นของ Bloom (Bloom's Taxonomy) ประกอบด้วย 6 ระดับ ได้แก่ การจดจำ (Remembering) ความเข้าใจ (Understanding) การประยุกต์ใช้ (Applying) การวิเคราะห์ (Analyzing) การประเมิน (Evaluating) และการสร้างสรรค์ (Creating) เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาทักษะการคิดในทุกระดับอย่างเป็นระบบ แต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ได้ออกแบบให้กิจกรรมเชื่อมโยงกับบริบทชีวิตจริงของผู้เรียน โดยมีการใช้สื่อประกอบที่หลากหลาย และกำหนดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ (learner-centered) เช่น การตั้งคำถามเชิงคิดวิเคราะห์ การเรียนรู้แบบร่วมมือ และการให้ผู้เรียนออกแบบชิ้นงานจากสถานการณ์จำลอง

2. แบบฝึกทักษะตามแนวคิดของ Bloom's Taxonomy

แบบฝึกทักษะที่ใช้ในการวิจัยนี้ มีจำนวน 5 ชุด แต่ละชุดประกอบด้วยกิจกรรมที่ออกแบบมาให้สอดคล้องกับลำดับขั้นความคิดของ Bloom ภายใต้แนวคิด นักออกแบบรุ่นเยาว์ สร้างเมืองอัจฉริยะสีเขียว แบบฝึกทักษะแต่ละชุดมีรายละเอียดดังนี้

แบบฝึกทักษะชุดที่ 1 ชื่อ เปิดแผนที่ Smart City รู้จักรูปทรงรอบตัว จุดประสงค์การเรียนรู้ คือ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถจำแนกองค์ประกอบของปริซึมและทรงกระบอกได้ เนื้อหา คือ ชื่อเรียกและส่วนประกอบของปริซึมและทรงกระบอก สอดคล้องกับลำดับขั้นความคิดของ Bloom ลำดับที่ 1 การจดจำและความเข้าใจ

แบบฝึกทักษะชุดที่ 2 ชื่อ คิดคำนวณ พื้นที่และปริมาตรเพื่อสิ่งแวดล้อม จุดประสงค์การเรียนรู้ คือ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถประยุกต์ใช้สูตรในการหาค่าต่าง ๆ จากสถานการณ์จริงได้ เนื้อหา คือ การหาพื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึมและทรงกระบอก สอดคล้องกับลำดับขั้นความคิดของ Bloom ลำดับที่ 2 การประยุกต์ใช้

แบบฝึกทักษะชุดที่ 3 ชื่อ เลือกอง่างชาญฉลาด เพื่อเมืองที่ยั่งยืน จุดประสงค์การเรียนรู้ คือ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถวิเคราะห์ข้อดีข้อเสียของรูปทรงในบริบทต่าง ๆ ได้ เนื้อหา คือ การเปรียบเทียบรูปทรงสำหรับการใช้งาน สอดคล้องกับลำดับขั้นความคิดของ Bloom ลำดับที่ 3 การวิเคราะห์

แบบฝึกทักษะชุดที่ 4 ชื่อ สถาปัตย์สีเขียวเพื่อชุมชน จุดประสงค์การเรียนรู้ คือ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถให้ข้อเสนอแนะและประเมินผลงานของผู้อื่นได้อย่างเหมาะสม เนื้อหา คือ การวิเคราะห์รูปแบบบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสม สอดคล้องกับลำดับขั้นความคิดของ Bloom ลำดับที่ 4 การประเมินผล

แบบฝึกทักษะชุดที่ 5 ชื่อ สร้างเมืองในฝัน ภารกิจนักออกแบบ Smart Green City จุดประสงค์การเรียนรู้ คือ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถสร้างผลงานใหม่โดยใช้ความรู้ด้านเรขาคณิต เนื้อหา คือ การออกแบบกล่องและภาชนะจากรูปทรงเรขาคณิต สอดคล้องกับลำดับขั้นความคิดของ Bloom ลำดับที่ 5 การสร้างสรรค์

3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เป็นแบบทดสอบแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ คะแนนเต็ม 20 คะแนน ข้อละ 1 คะแนน ใช้สำหรับวัดผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนทั้งก่อนเรียน (Pre-test) และหลังเรียน (Post-test) แบบทดสอบฉบับนี้สร้างขึ้นเพื่อวัดความรู้ ความเข้าใจ และการประยุกต์ใช้ความรู้เรื่องปริซึมและทรงกระบอกในชีวิตจริง ซึ่งสอดคล้องกับจุดประสงค์ของชุดแบบฝึกทักษะที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น ขอบเขตของแบบทดสอบครอบคลุมเนื้อหา 5 ด้านหลัก ได้แก่ 1) ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับปริซึมและทรงกระบอก 2) การคำนวณพื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึมและทรงกระบอก 3) การประยุกต์ใช้ความรู้เกี่ยวกับปริซึมและทรงกระบอก 4) การคำนวณพื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึมและทรงกระบอก และ 5) การประยุกต์ใช้ความรู้เกี่ยวกับปริซึมและทรงกระบอกในบริบทที่หลากหลาย

การสร้างและการหาคุณภาพของเครื่องมือวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ ทุกชนิดได้รับการพัฒนาอย่างเป็นระบบเพื่อให้เหมาะสมกับบริบทของผู้เรียน และผ่านการตรวจสอบคุณภาพทั้งด้านความตรงเชิงเนื้อหาและความเชื่อมั่นก่อนนำไปใช้จริงในชั้นเรียน ดังนี้

1. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยทั้งหมดได้รับการพัฒนาโดยอิงตามแนวคิดลำดับขั้นการคิดของ Bloom ซึ่งแบ่งออกเป็น 6 ระดับ ได้แก่ การจดจำ ความเข้าใจ การประยุกต์ใช้ การวิเคราะห์ การประเมินผล และการสร้างสรรค์ (Anderson & Krathwohl, 2001) โดยผู้วิจัยออกแบบแบบฝึกทักษะให้มีกิจกรรมที่สอดคล้องกับแต่ละระดับความคิด พร้อมทั้งจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงกับแบบฝึกทักษะอย่างเป็นระบบ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้เชิงลึกของนักเรียนในหัวข้อเรื่องปริซึมและทรงกระบอก

2. การตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา

เพื่อให้มั่นใจว่าเครื่องมือมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้ ผู้วิจัยได้นำแบบฝึกทักษะและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเสนอต่อผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาโดยใช้วิธีการหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ (Index of Item-Objective Congruence: IOC) ตามเกณฑ์ของ Rovinelli และ Hambleton (1977) โดยข้อคำถามที่มีค่า IOC ต่ำกว่า 0.50 ควรถูกปรับปรุงหรือตัดออก ผลการประเมินพบว่า แบบฝึกทักษะมีค่า IOC อยู่ในช่วง 0.67–1.00 และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์มีค่า IOC อยู่ในช่วง 0.67–1.00 อยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสม ถือว่ามีความตรงเชิงเนื้อหาเพียงพอที่จะนำไปใช้ในการวิจัยได้

3. การตรวจสอบความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

ผู้วิจัยได้นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไปทดลองใช้กับกลุ่มนักเรียนที่มีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน เพื่อตรวจสอบค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบด้วยวิธี KR-20 (Kuder-Richardson Formula 20) ซึ่งเหมาะสำหรับการวัดความเชื่อมั่นของข้อสอบแบบปรนัย (Nitko & Brookhart, 2014) ผลการวิเคราะห์พบว่าแบบทดสอบมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.82 อยู่ในระดับดีมาก แสดงว่าแบบทดสอบมีความเชื่อมั่น สามารถวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนได้อย่างน่าเชื่อถือ

การดำเนินการวิจัย

การดำเนินการวิจัยครั้งนี้ดำเนินการไปตามขั้นตอนอย่างเป็นระบบ โดยมีจุดประสงค์เพื่อศึกษาผลของแบบฝึกทักษะที่พัฒนาขึ้นตามแนวคิดลำดับขั้นการคิดของ Bloom ต่อความเข้าใจของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในเรื่องปริซึมและทรงกระบอก รายละเอียดของกระบวนการมีดังนี้

1. ชี้แจงกระบวนการวิจัย ผู้วิจัยได้ขออนุญาตจากโรงเรียนเพื่อดำเนินการวิจัย และชี้แจงรายละเอียดเกี่ยวกับวัตถุประสงค์ ขั้นตอน และระยะเวลาของการวิจัยแก่ครูผู้สอนและนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง เพื่อสร้างความเข้าใจและความร่วมมือ ตลอดจนเน้นย้ำเรื่องการรักษาความลับและการใช้ข้อมูลเพื่อการวิจัยเท่านั้น

2. ดำเนินการทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) ก่อนเริ่มจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดสอบก่อนเรียน โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งครอบคลุมเนื้อหาเรื่องปริซึมและทรงกระบอก ทั้งในด้าน ความรู้พื้นฐาน การประยุกต์ใช้ และการคิดวิเคราะห์ เพื่อตรวจสอบระดับความเข้าใจเดิมของนักเรียนก่อนเข้าสู่กระบวนการเรียนรู้ ด้วยแบบฝึกทักษะ

3. จัดกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้วิจัยดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ออกแบบไว้ จำนวน 15 แผน โดยใช้แบบฝึกทักษะที่พัฒนาขึ้นตามแนวคิดของ Bloom's Taxonomy ในการกระตุ้นให้ผู้เรียนรู้ฝึกคิดในระดับต่าง ๆ ตั้งแต่การจดจำ ไปจนถึงการสร้างสรรค์ ซึ่งเน้นกิจกรรมที่เชื่อมโยงกับสถานการณ์จริง มีการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้คิด วิเคราะห์ และลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง

4. ดำเนินการทดสอบหลังเรียน (Post-test) เมื่อสิ้นสุดกิจกรรมการเรียนรู้ครบตามจำนวนคาบ ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดสอบหลังเรียนด้วยแบบทดสอบชุดเดียวกับ Pre-test เพื่อเปรียบเทียบระดับความเข้าใจของนักเรียนหลังผ่านกระบวนการเรียนรู้

5. รวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยดำเนินการรวบรวมคะแนนจากแบบทดสอบก่อนและหลังเรียน รวมทั้งผลจากแบบฝึกทักษะ และดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ เพื่อประเมินประสิทธิภาพของแบบฝึกทักษะ และศึกษาผลต่อความเข้าใจของนักเรียน

การวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อมูลที่ได้จากการดำเนินการวิจัยจะถูกวิเคราะห์โดยใช้ทั้งสถิติเชิงพรรณนาและสถิติเชิงอนุมาน เพื่อให้สามารถสรุปผลการวิจัยได้อย่างชัดเจน ดังนี้

1. วิเคราะห์ประสิทธิภาพของแบบฝึกทักษะ (E1/E2)

ผู้วิจัยวิเคราะห์ค่าประสิทธิภาพของแบบฝึกทักษะโดยใช้สูตรคำนวณค่า E1/E2 ตามแนวทางของสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ซึ่งพิจารณาคะแนนระหว่างเรียน (E1) และคะแนนหลังเรียน (E2) เปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 เพื่อตรวจสอบว่าแบบฝึกมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์หรือไม่

2. วิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผู้วิจัยใช้ สถิติ t-test แบบ Dependent Samples เพื่อวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน โดยมีจุดประสงค์เพื่อทดสอบว่าแบบฝึกทักษะและสื่อการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นส่งผลต่อความเข้าใจของนักเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 หรือไม่

3. วิเคราะห์ความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity)

แบบฝึกทักษะและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้รับการตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน และวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC: Index of Item-Objective Congruence) โดยข้อคำถามที่มีค่า IOC ต่ำกว่า 0.50 จะถูกปรับปรุงหรือพัฒนาใหม่

4. วิเคราะห์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ถูกวิเคราะห์โดยใช้ สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น KR-20 (Kuder-Richardson Formula 20) ซึ่งเหมาะสมสำหรับข้อสอบแบบปรนัยแบบมีคำตอบถูกเพียงข้อเดียว โดยค่าความเชื่อมั่นที่ได้แสดงถึงความมั่นคงของแบบทดสอบ

5. วิเคราะห์สถิติเชิงพรรณนา

ผู้วิจัยใช้ค่าสถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ค่าเฉลี่ย (Mean) และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) เพื่ออธิบายภาพรวมของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งก่อนและหลังเรียน และเพื่อสนับสนุนการตีความผลจากการวิเคราะห์เชิงอนุมาน

ผลการศึกษา

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาแบบฝึกทักษะตามลำดับชั้นความคิดของ Bloom เรื่องปริซึมและทรงกระบอก 2) ประเมินประสิทธิภาพของแบบฝึกทักษะที่พัฒนาขึ้นโดยใช้เกณฑ์ 80/80 และ 3) ศึกษาผลของการใช้แบบฝึกทักษะที่พัฒนาขึ้นต่อความเข้าใจของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1. ผลการพัฒนาแบบฝึกทักษะตามลำดับชั้นความคิดของ Bloom

ผู้วิจัยได้พัฒนาแบบฝึกทักษะจำนวน 5 ชุด สำหรับใช้ในการเรียนการสอนเรื่อง ปริซึมและทรงกระบอก โดยยึดแนวคิดตามลำดับชั้นความคิดของ Bloom (Bloom’s Taxonomy) ประกอบด้วย 6 ระดับ ได้แก่ การจดจำ (Remembering), ความเข้าใจ (Understanding), การประยุกต์ใช้ (Applying), การวิเคราะห์ (Analyzing), การประเมินผล (Evaluating) และการสร้างสรรค์ (Creating) (Anderson & Krathwohl, 2001) โดยในแต่ละชุดแบบฝึก ได้ออกแบบกิจกรรมให้สอดคล้องกับระดับพฤติกรรมทางปัญญาเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้เชิงลึกของนักเรียน แบบฝึกทักษะได้รับการพัฒนาให้มีลักษณะกิจกรรมที่หลากหลาย เช่น การออกแบบบรรจุภัณฑ์จากปริซึม การวิเคราะห์รูปทรงในสถานการณ์จำลอง การคำนวณต้นทุนวัสดุจากพื้นที่ผิว การให้เหตุผลเชิงปริมาตร และการสร้างโมเดลทรงกระบอกในชีวิตจริง โดยเชื่อมโยงการเรียนรู้เข้ากับบริบทที่นักเรียนคุ้นเคย เพื่อกระตุ้นให้เกิดความคิดสร้างสรรค์และการคิดอย่างเป็นระบบ แบบฝึกทักษะทั้งหมดผ่านการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาโดยผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน และปรับปรุงตามคำแนะนำก่อนนำไปใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่างในชั้นเรียน ผลการพัฒนาแบบฝึกทักษะตามลำดับชั้นความคิดของ Bloom แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 โครงสร้างของแบบฝึกทักษะตามลำดับชั้นความคิดของ Bloom

แบบฝึกทักษะชุดที่	จุดเน้นตามลำดับชั้นความคิดของ Bloom	กิจกรรมการเรียนรู้	เวลาที่ใช้สอน	ผลลัพธ์การเรียนรู้ที่คาดหวัง
1	การจดจำ/ความเข้าใจ	เติมคำในแผนผังแนวคิด, ตอบคำถามสั้นเกี่ยวกับสูตรพื้นฐาน สังเกตรูปทรงเรขาคณิตในเมืองอัจฉริยะ เช่น เสาไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ อาคารทรงกระบอก และวิเคราะห์องค์ประกอบเบื้องต้น	3 คาบ	นักเรียนสามารถบอกความหมายของคำสำคัญ และแสดงออกว่าจำสูตรได้ถูกต้อง
2	การประยุกต์ใช้	แก้โจทย์หาปริมาตรปริซึมและทรงกระบอกจากสถานการณ์ ใช้สูตรเรขาคณิตในการคำนวณโครงสร้าง เช่น ถังเก็บน้ำรีไซเคิล หรือแปลงปลูกผักแนวตั้ง	3 คาบ	นักเรียนสามารถเลือกใช้สูตรที่เหมาะสมกับโจทย์จริงได้
3	การวิเคราะห์	เปรียบเทียบและวิเคราะห์ข้อดีข้อเสียของรูปทรงที่ใช้ในงานออกแบบเมือง เช่น อาคารทรงเหลี่ยมกับทรงกระบอก	3 คาบ	นักเรียนสามารถวิเคราะห์และให้เหตุผลเกี่ยวกับความเหมาะสมของรูปทรง
4	การประเมินผล	ประเมินรูปแบบบรรจุภัณฑ์จากเพื่อน ประเมินผลงานเพื่อนในการออกแบบอาคารสี	3 คาบ	นักเรียนสามารถให้ข้อเสนอแนะและ

แบบฝึก ทักษะชุดที่	จุดเน้นตามลำดับ ชั้นความคิดของ Bloom	กิจกรรมการเรียนรู้	เวลาที่ใช้ สอน	ผลลัพธ์การเรียนรู้ที่ คาดหวัง
		เขียน โดยอิงจากเกณฑ์ความเหมาะสมและความ ยั่งยืน		ประเมินตามเกณฑ์ที่ กำหนด
5	การสร้างสรรค์	ออกแบบชิ้นงานจริง เช่น กล้องใส่ของหรือ แท็งก์น้ำ ออกแบบและสร้างโมเดลของอาคาร หรือพื้นที่สีเขียว โดยอิงหลักเรขาคณิตและ แนวคิด Smart City	3 คาบ	นักเรียนสามารถสร้าง ผลงานใหม่โดยอิง หลักการเรขาคณิตได้

การจัดทำแบบฝึกทักษะในลักษณะดังกล่าวช่วยให้ผู้เรียนมีโอกาสได้ระดับพฤติกรรมทางปัญญา จาก
ระดับพื้นฐานไปสู่การคิดขั้นสูง โดยส่งเสริมทั้งด้านความเข้าใจ การวิเคราะห์ และการนำไปใช้ในชีวิตจริง ซึ่งสอดคล้อง
กับแนวคิดของการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21

2. ผลการประเมินประสิทธิภาพของแบบฝึกทักษะ

การประเมินประสิทธิภาพของแบบฝึกทักษะที่พัฒนาขึ้นในครั้งนี้ใช้เกณฑ์มาตรฐาน 80/80 ตามแนวทางของ
สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (สพฐ.) ซึ่งกำหนดว่าแบบฝึกทักษะที่มีคุณภาพควรมีค่าประสิทธิภาพ
ระหว่างเรียน (E1) ไม่น้อยกว่าร้อยละ 80 และค่าประสิทธิภาพหลังเรียน (E2) ไม่น้อยกว่าร้อยละ 80 โดยค่า E1 หมายถึง
ร้อยละเฉลี่ยของคะแนนกิจกรรมระหว่างเรียน และ E2 หมายถึงร้อยละเฉลี่ยของคะแนนจากแบบทดสอบหลังเรียน จาก
การวิเคราะห์ข้อมูล พบว่า แบบฝึกทักษะที่พัฒนาขึ้นมีค่าประสิทธิภาพ E1 เท่ากับ 82.94 และ E2 เท่ากับ 83.82
ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ แสดงว่าแบบฝึกทักษะดังกล่าวสามารถสนับสนุนการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพใน
ทั้งสองช่วง คือ ระหว่างเรียนและหลังเรียน ผลแสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ค่าประสิทธิภาพของแบบฝึกทักษะที่พัฒนาขึ้น

รายการ	ค่าที่ได้ (%)	เกณฑ์มาตรฐาน (%)	ผลการประเมิน
ประสิทธิภาพระหว่างเรียน (E1)	82.94	80.00	สูงกว่าเกณฑ์
ประสิทธิภาพหลังเรียน (E2)	83.82	80.00	สูงกว่าเกณฑ์

จากตารางที่ 2 สรุปได้ว่า แบบฝึกทักษะที่พัฒนาขึ้นมีค่าประสิทธิภาพทั้งในระหว่างเรียน (E1) และหลังเรียน
(E2) สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ สะท้อนว่าเครื่องมือการเรียนรู้มีประสิทธิภาพในระดับดี สามารถส่งเสริมผลลัพธ์
การเรียนรู้ของนักเรียนได้ทั้งในระหว่างกระบวนการและผลลัพธ์สุดท้าย

3. ผลของการใช้แบบฝึกทักษะต่อความเข้าใจของนักเรียน

เพื่อศึกษาผลของการใช้แบบฝึกทักษะที่พัฒนาขึ้นต่อความเข้าใจของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
ผู้วิจัยได้ใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นเครื่องมือในการวัดระดับความเข้าใจของนักเรียนก่อนและหลัง
การเรียนรู้ (Pre-test และ Post-test) ซึ่งแบบทดสอบชุดนี้ครอบคลุมเนื้อหาเกี่ยวกับเรื่องปริซึมและทรงกระบอก
จำนวน 20 ข้อ ออกแบบให้วัดพฤติกรรมตามลำดับชั้นความคิดของ Bloom ตั้งแต่ความรู้พื้นฐานจนถึงการประยุกต์ใช้
ก่อนการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผู้วิจัยได้ทำการตรวจสอบสมมติฐานเบื้องต้นของการใช้สถิติ t-test ได้แก่

ความเป็นปกติของคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน ด้วยสถิติ Shapiro-Wilk พบว่า ข้อมูลมีการแจกแจงปกติอย่างมีนัยสำคัญ ($p > .05$) ทั้งสองกลุ่มข้อมูล จึงสามารถวิเคราะห์ด้วยสถิติ t-test ได้อย่างเหมาะสม กลุ่มตัวอย่างในการศึกษานี้ประกอบด้วยนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/1 จำนวน 34 คน ซึ่งได้รับการเรียนรู้โดยใช้แบบฝึกทักษะที่พัฒนาขึ้นตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับแนวคิดลำดับขั้นการคิดของ Bloom ผลการเปรียบเทียบคะแนนก่อนและหลังเรียนวิเคราะห์โดยใช้สถิติ t-test แบบ Dependent Samples และใช้การทดสอบแบบสองหาง (two-tailed test) เนื่องจากผู้วิจัยไม่ต้องการระบุทิศทางของความแตกต่างล่วงหน้าในการตั้งสมมติฐาน พบว่า นักเรียนมีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แสดงค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และผลการทดสอบ t-test (ระดับนัยสำคัญ .05) ของคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน

รายการ	ค่าเฉลี่ย	S.D.	t	Sig. (2-tailed)
คะแนนก่อนเรียน (Pre-test)	5.94	0.89	11.83	0.000*
คะแนนหลังเรียน (Post-test)	8.38	0.92		

* $p < .05$

หมายเหตุ: คะแนนเต็ม 10 คะแนน ใช้แบบทดสอบชุดเดียวกันในการวัดผลก่อนเรียนและหลังเรียน

จากตารางที่ 3 จะได้ว่านักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งแสดงว่าแบบฝึกทักษะตามแนวคิดของ Bloom ที่พัฒนาขึ้นนั้นส่งผลต่อการเพิ่มพูนความเข้าใจของผู้เรียนอย่างชัดเจนในเชิงปริมาณ สรุปได้ว่า แบบฝึกทักษะที่มีโครงสร้างตามลำดับขั้นการคิดของ Bloom ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาความเข้าใจเชิงลึกในเรื่องปริซึมและทรงกระบอกได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

อภิปรายและสรุปผล

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาแบบฝึกทักษะตามแนวคิดลำดับขั้นการคิดของ Bloom สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในหัวข้อปริซึมและทรงกระบอก 2) ประเมินประสิทธิภาพของแบบฝึกทักษะที่พัฒนาขึ้น และ 3) ศึกษาผลของการใช้แบบฝึกทักษะที่พัฒนาขึ้นต่อความเข้าใจของนักเรียน ผลการวิจัยโดยสรุปแสดงให้เห็นว่าแบบฝึกทักษะที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 และส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ผู้วิจัยสามารถอภิปรายผลการวิจัยได้ดังนี้

ผลจากการพัฒนาแบบฝึกทักษะแสดงให้เห็นว่า การออกแบบกิจกรรมโดยยึดตามลำดับขั้นการคิดของ Bloom ช่วยให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ทางการเรียนรู้ที่ไต่ระดับจากการจดจำสู่การสร้างสรรค์ ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจอย่างเป็นระบบ และสามารถเชื่อมโยงเนื้อหาเกี่ยวกับสถานการณ์ในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Anderson และ Krathwohl (2001) ที่ระบุว่า Bloom's Taxonomy ช่วยพัฒนาทักษะการคิดและการเรียนรู้เชิงลึกของผู้เรียนผ่านการไต่ระดับพฤติกรรมทางปัญญา และสอดคล้องกับงานของ Zohar และ Dori (2003) ที่พบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามระดับการคิดสามารถช่วยยกระดับการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนในวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ได้อย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้ ผลการวิจัยของ จงกลณี เดชพร และ ศิริพงษ์ เพียศิริ (2565) ยังสนับสนุนแนวคิดในการใช้แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง โดยเฉพาะการออกแบบกิจกรรมที่พัฒนาทั้งความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และ ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ผ่านการเรียนรู้แบบโครงงาน

และการเรียนรู้แบบร่วมมือ (PBL + LT) ซึ่งส่งผลให้ผู้เรียนสามารถอธิบาย สรุป วิเคราะห์ และแสดงเหตุผลทางคณิตศาสตร์ได้อย่างเป็นระบบ อีกทั้งยังสามารถเสนอแนวคิดใหม่ ๆ ได้อย่างสร้างสรรค์ในรูปแบบของผลงานหรือกิจกรรมกลุ่ม แม้แนวทางของงานวิจัยดังกล่าวจะมุ่งเน้นการพัฒนาทักษะในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย แต่แนวทางการพัฒนาแบบฝึกทักษะตามลำดับขั้นความคิดของ Bloom ที่นำเสนอในงานวิจัยฉบับนี้ก็มีเป้าหมายคล้ายคลึงกัน อย่างไรก็ตาม ควรพิจารณาความแตกต่างด้านระดับขั้นของผู้เรียน ซึ่งอาจส่งผลต่อวิธีการออกแบบกิจกรรมและระดับความซับซ้อนของเนื้อหา ทำให้การเปรียบเทียบควรตีความในแง่ของทิศทางที่สอดคล้องกันมากกว่าการเปรียบเทียบเชิงประสิทธิภาพโดยตรง กล่าวคือ มุ่งเน้นการไต่ระดับความคิดจากความรู้พื้นฐานสู่การคิดวิเคราะห์และสร้างสรรค์ โดยมีเป้าหมายเพื่อเสริมสร้างความเข้าใจที่ลึกซึ้งของผู้เรียน ซึ่งผลการวิจัยพบว่านักเรียนสามารถพัฒนาความเข้าใจเรื่องปริซึมและทรงกระบอกได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติภายใต้กิจกรรมที่ออกแบบตามลำดับขั้นพฤติกรรมของ Bloom

ค่าประสิทธิภาพของแบบฝึกทักษะที่ได้ ($E1 = 82.94$, $E2 = 83.82$) สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด ($80/80$) สะท้อนว่าแบบฝึกที่พัฒนาขึ้นสามารถกระตุ้นและรักษาระดับการเรียนรู้ของนักเรียนได้ดีทั้งระหว่างเรียนและหลังเรียน ซึ่งสนับสนุนผลการวิจัยของ วรพล ภาคไพรี และคณะ (2565) ที่ชี้ว่า การจัดการเรียนรู้ด้วยแบบฝึกหรือกิจกรรมที่ออกแบบอย่างเป็นระบบโดยเน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง สามารถเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในหัวข้อเรขาคณิตได้อย่างมีประสิทธิภาพ สอดคล้องกับผลการวิจัยของ กิตติศักดิ์ จันทร์หล่ม (2567) ซึ่งใช้แนวคิด 6P Model ร่วมกับแบบฝึกทักษะเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาในนักเรียนระดับประถมศึกษา พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน คิดเป็นอัตราความก้าวหน้าเฉลี่ยถึง 45.90% และแบบฝึกที่ใช้ยังมีค่าประสิทธิภาพเท่ากับ $82.10/84.00$ ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ $80/80$ อย่างชัดเจน แม้กลุ่มตัวอย่างในงานวิจัยจะเป็นนักเรียนระดับประถมศึกษาและใช้แนวคิด 6P Model ซึ่งแตกต่างจาก Bloom's Taxonomy ที่ใช้ในงานวิจัยฉบับนี้ จึงควรระมัดระวังในการเปรียบเทียบผล เนื่องจากทั้งระดับพัฒนาการของผู้เรียนและกรอบแนวคิดทางการสอนมีความแตกต่างกัน อย่างไรก็ตาม ทั้งสองแนวทางต่างให้ความสำคัญกับการสร้างโครงสร้างความคิดของผู้เรียนผ่านกิจกรรมที่มีการออกแบบอย่างเป็นระบบ ทั้งสองกรณีต่างสะท้อนว่า แบบฝึกทักษะที่มีโครงสร้างทางความคิดอย่างเป็นระบบ และมีการออกแบบกิจกรรมที่ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมอย่างแท้จริง สามารถส่งผลเชิงบวกต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการพัฒนาทักษะทางคณิตศาสตร์ได้อย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งสอดคล้องกับแนวโน้มของการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ที่เน้นการคิดขั้นสูงและการลงมือปฏิบัติจริงเพื่อการเข้าใจอย่างลึกซึ้ง

ด้านผลของการใช้แบบฝึกทักษะ พบว่า คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนของนักเรียนสูงกว่าคะแนนก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสะท้อนว่าแบบฝึกมีผลต่อความเข้าใจของนักเรียนในเรื่องปริซึมและทรงกระบอกอย่างชัดเจน ผลนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ ชาญชัย ชนไพโรจน์ และคณะ (2566) ที่พบว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรม GeoGebra ร่วมกับกระบวนการ CPA ช่วยเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านเรขาคณิตสามมิติของนักเรียนได้อย่างมีนัยสำคัญ และสนับสนุนแนวคิดของ Bolder (2016) ที่เน้นว่าการเรียนรู้ที่เน้นความเข้าใจเชิงลึกมากกว่าการจำสูตรสามารถสร้างพื้นฐานการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ยั่งยืน นอกจากนี้ แบบฝึกที่พัฒนาขึ้นยังช่วยให้ผู้เรียนได้ฝึกคิดเชิงวิเคราะห์ ประเมิน และออกแบบสิ่งประดิษฐ์จากสถานการณ์จริง เช่น บรรจุภัณฑ์ กล่องสินค้า หรือภาชนะทรงกระบอก ซึ่งช่วยเชื่อมโยงคณิตศาสตร์เข้ากับชีวิตประจำวันและเสริมทักษะการคิดในศตวรรษที่ 21 ได้อย่างเป็นรูปธรรม ผลการวิจัยยังสอดคล้องกับงานของ ชลดา ภูล้านแก้ว, สมใจ ภูครองทุ่ง และ ปัญญรัตน์ วงศ์พระธาตุ (2567) ที่ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีสืบเสาะหาความรู้ (5E) ในหัวข้อ การแปลงทางเรขาคณิต กับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งพบว่านักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้ผ่านกระบวนการ 5E มีคะแนนผลสัมฤทธิ์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีค่าเฉลี่ยคะแนนหลังเรียนสูงถึง 86.46% โดยเน้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมจริง ตั้งคำถาม วิเคราะห์ และสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง แม้แนวทางการจัดการเรียนรู้ในงานวิจัย

ฉบับดังกล่าวจะใช้กระบวนการ 5E เป็นแกนหลัก ขณะที่การวิจัยฉบับนี้ใช้กรอบแนวคิดของ Bloom's Taxonomy กรอบแนวคิดของทั้งสองวิธีต่างกันเชิงโครงสร้าง แต่มีจุดมุ่งหมายไปในทิศทางเดียวกัน คือ การพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูงของผู้เรียน อย่างไรก็ตาม การเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ควรทำอย่างรอบคอบ โดยตระหนักถึงความต่างของกลยุทธ์ในการดำเนินกิจกรรมและระดับการบูรณาการแนวคิดในแต่ละวิธี ทั้งสองแนวทางล้วนมุ่งเน้นการพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูง ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในแนวคิดทางคณิตศาสตร์อย่างเป็นระบบ สามารถวิเคราะห์และประยุกต์ใช้ได้ ในสถานการณ์ใหม่ ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความสำคัญของการจัดการเรียนรู้ที่วางโครงสร้างให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมเชิงกระบวนการอย่างแท้จริง

จากผลการวิจัยโดยรวม สรุปได้ว่า แบบฝึกทักษะตามแนวคิดลำดับขั้นของ Bloom ที่พัฒนาขึ้นในการวิจัยครั้งนี้มีประสิทธิภาพในระดับดี มีผลต่อการพัฒนาความเข้าใจของนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นได้อย่างชัดเจน และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชั้นเรียนอื่นหรือหัวข้อคณิตศาสตร์อื่นในอนาคตได้อย่างยั่งยืน

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้

จากผลการวิจัยที่พบว่าแบบฝึกทักษะตามแนวคิดลำดับขั้นการคิดของ Bloom ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน และสามารถส่งเสริมความเข้าใจของนักเรียนได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ผู้วิจัยจึงมีข้อเสนอแนะในการนำการวิจัยไปใช้ปฏิบัติการณ์ในชั้นเรียน ดังนี้

1.1 ครูผู้สอน วิชาคณิตศาสตร์ควรนำแนวคิดลำดับขั้นของ Bloom ไปประยุกต์ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นเรียน เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะการคิดในทุกๆระดับ ตั้งแต่การจดจำไปจนถึงการคิดสร้างสรรค์

1.2 โรงเรียน ควรส่งเสริมให้มีการพัฒนาแบบฝึกทักษะหรือชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีโครงสร้างสอดคล้องกับพัฒนาการทางความคิดของผู้เรียน และเน้นบริบทใกล้ตัวผู้เรียน เพื่อเพิ่มแรงจูงใจและความหมายของการเรียนรู้

1.3 ผู้บริหารการศึกษา ควรสนับสนุนการฝึกอบรมหรือชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพ (PLC) ให้ครูสามารถออกแบบกิจกรรมหรือเครื่องมือการเรียนรู้โดยใช้กรอบแนวคิดทางปัญญา เช่น Bloom's Taxonomy, 5E Model หรือ 6P Model เพื่อเพิ่มคุณภาพของการเรียนการสอนให้ทันต่อการเปลี่ยนแปลงในศตวรรษที่ 21

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 งานวิจัยในครั้งนี้ดำเนินการกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มเดียว โดยใช้การวิจัยแบบกลุ่มเดียว วัดผลก่อนและหลัง (One-Group Pretest-Posttest Design) ดังนั้น การวิจัยในครั้งถัดไปควรพิจารณาใช้ การออกแบบที่มีกลุ่มควบคุม (Control Group)

2.2 ควรมีการ ติดตามผลระยะยาว (Follow-up Study) เพื่อตรวจสอบว่า ความเข้าใจหรือผลสัมฤทธิ์ที่เกิดจากการเรียนรู้ผ่านแบบฝึกทักษะมีความคงทนหรือสามารถถ่ายโอนสู่สถานการณ์อื่นได้หรือไม่

2.3 ควรมีการศึกษาผลของแบบฝึกทักษะในกลุ่มสาระอื่นหรือหัวข้อคณิตศาสตร์ที่มีความซับซ้อนต่างกัน เพื่อขยายขอบเขตการใช้งานของแนวคิด Bloom ในการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์

2.4 ควรวิจัยเพิ่มเติมในเชิงคุณภาพของการเรียนรู้ เช่น การสัมภาษณ์นักเรียน การวิเคราะห์บันทึกการเรียนรู้ หรือการสังเกตพฤติกรรมการคิดของผู้เรียน เพื่อนำมาใช้นับสนุนผลการวิเคราะห์เชิงปริมาณ

เอกสารอ้างอิง

- กิตติศักดิ์ จันทรหล่ม. (2567). ผลการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิด 6P Model โดยใช้แบบฝึกทักษะเป็นสื่อ เพื่อเสริมสร้างทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ด้านการแก้ปัญหา เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. **วารสารวิชาการและวิจัย มหาวิทยาลัยภาคตะวันออกเฉียงเหนือ**, 14(1), 273–285.
- จงกลณี เดชพร และ ศิริพงษ์ เพียศิริ. (2565). การพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ LT. **วารสารวิจัย มข. สาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ (บัณฑิตศึกษา)**, 10(1), 60–71.
- ชลดา ภูลันแก้ว, สมใจ ภูครองทุ่ง และ ปัญญรัตน์ วงศ์พระธาตุ. (2567). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การแปลงทางเรขาคณิตของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้วิธีสืบเสาะหาความรู้ (5E). **วารสารครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา**, 3(1), 52–61.
- ชาญชัย ชนไพโรจน์, ปวีณา ชันธิลา และ ประภาพร หนองหารพิทักษ์. (2566). การพัฒนาบทเรียนเรื่อง ปริซึมและทรงกระบอก โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้ CPA ร่วมกับโปรแกรม GeoGebra เพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. **วารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม**, 23(2), 15–26. จาก <https://doi.org/10.55003/JIE.23205>.
- วรพล ภาคโพธิ์, วันดี เกษมสุขพิพัฒน์ และ ทรงชัย อักษรคิด. (2565). การศึกษาผลจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยสื่อการเรียนรู้แบบออนไลน์ที่ส่งเสริมความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ เรื่องปริซึมและทรงกระบอก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. **วารสาร มจร พุทธปัญญาปริทรรศน์**, 8(2), 42–54. จาก <https://so03.tci-thaijo.org/index.php/jmbr/article/view/261125>.
- วรภาพ ทองสร้าง, เกษม เปรมประยูร และ สุวรรณีย์ เปลี่ยนรัมย์. (2568). แนวทางการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิดที่ส่งเสริมความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ด้านการเขียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ใน **การประชุมวิชาการระดับชาติและนานาชาติ ครั้งที่ 18: สร้างสรรค์ความรู้เพื่อพัฒนาสังคมและเศรษฐกิจ** (350–358). ประเทศญี่ปุ่น: เมืองโอซาก้า.
- Aryawan, M., Wayan, I., Gusti, I. & Gede, I. (2023). Bloom's taxonomy revision-oriented learning activities to improve procedural capabilities and learning outcomes. **International Journal of Educational Methodology**, 9(2023), 261–270. From <https://doi.org/10.12973/ijem.9.1.261>.
- Adams, N. E. (2015). Bloom's taxonomy of cognitive learning objectives. **Journal of the Medical Library Association**, 103(3), 152–153. From <https://doi.org/10.3163/1536-5050.103.3.010>.
- Anderson, L. W., & Krathwohl, D. R. (2001). **A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives**. Longman.
- Battista, M. T. (2007). The development of geometric and spatial thinking. In F. K. Lester Jr. (Ed.), **Second handbook of research on mathematics teaching and learning** (843–908). Charlotte, National Council: Teachers of Mathematics.
- Boaler, J. (2016). Mathematical mindsets: Unleashing students' potential through creative math, inspiring messages and innovative teaching. **Research in Mathematics Education**, 18(3), 1–4.

- Clements, D. H., & Sarama, J. (2011). Early childhood teacher education: The case of geometry. **Journal of Mathematics Teacher Education**, 14(2), 133–148. From <https://doi.org/10.1007/s10857-011-9173-0>.
- Forehand, M. (2010). Bloom's taxonomy. In M. Orey (Ed.). **Emerging perspectives on learning, teaching, and technology**. University of Georgia.
- Nitko, A. J., & Brookhart, S. M. (2014). **Educational assessment of students** (7th ed.). Pearson Education.
- OECD. (2019). **PISA 2018 results (Volume I): What students know and can do**. OECD Publishing. Form <https://doi.org/10.1787/5f07c754-en>.
- Rovinelli, R. J., & Hambleton, R. K. (1977). On the use of content specialists in the assessment of criterion-referenced test item validity. **Dutch Journal of Educational Research**, 2(2), 49–60.
- Zohar, A., & Dori, Y. J. (2003). Higher order thinking skills and low-achieving students: Are they mutually exclusive? **The Journal of the Learning Sciences**, 12(2), 145–181. Form https://doi.org/10.1207/S15327809JLS1202_1.