



การจัดการเรียนรู้แบบ Concrete – Pictorial - Abstract (CPA)
ร่วมกับ กระดานเรขาคณิต เพื่อพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5



การค้นคว้าอิสระเสนอบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต
สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา
ปีการศึกษา 2567
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร

การจัดการเรียนรู้แบบ Concrete – Pictorial - Abstract (CPA)
ร่วมกับ กระดานเรขาคณิต เพื่อพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5



การค้นคว้าอิสระเสนอบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต
สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา
ปีการศึกษา 2567
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร

การค้นคว้าอิสระ เรื่อง “การจัดการเรียนรู้แบบ Concrete – Pictorial - Abstract (CPA)

ร่วมกับ กระดานเรขาคณิต เพื่อพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5”

ของ จินตหรา ลีลา

ได้รับการพิจารณาให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา



(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วินนิต พูนไพบูลย์พัฒน์)

อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรีย์พร สว่างเมฆ)

หัวหน้าภาควิชาการศึกษา

ชื่อเรื่อง	การจัดการเรียนรู้แบบ Concrete – Pictorial - Abstract (CPA) ร่วมกับ กระดานเรขาคณิต เพื่อพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5
ผู้วิจัย	จินตหรา ลีลา
ประธานที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรินทร์ พูนไพบูลย์พัฒน์
ประเภทสารนิพนธ์	การศึกษาค้นคว้าอิสระ กศ.ม. คณิตศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2567
คำสำคัญ	แบบ Concrete – Pictorial - Abstract (CPA), กระดานเรขาคณิต, ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์, รูปสี่เหลี่ยม

บทคัดย่อ

การศึกษาค้นคว้าอิสระครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบ Concrete – Pictorial - Abstract (CPA) ร่วมกับ กระดานเรขาคณิต ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 และ 2) เพื่อศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบ Concrete – Pictorial - Abstract (CPA) ร่วมกับ กระดานเรขาคณิตที่มีต่อความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ผู้เข้าร่วมวิจัย คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 9 คน ของโรงเรียนขนาดเล็กแห่งหนึ่งในจังหวัดพิษณุโลก ผู้วิจัยใช้รูปแบบการวิจัยปฏิบัติการ จำนวน 4 วงจร โดยใช้ระยะเวลาทั้งหมด 12 ชั่วโมง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบ Concrete – Pictorial - Abstract (CPA) ร่วมกับ กระดานเรขาคณิต เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม จำนวน 4 แผน แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ ใบกิจกรรม และแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์เชิงเนื้อหา และใช้สถิติเชิงพรรณนา

ผลการศึกษาค้นคว้าอิสระพบว่า

1. แนวทางการจัดการเรียนรู้แบบ Concrete – Pictorial - Abstract (CPA) ร่วมกับ กระดานเรขาคณิต เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม ที่ส่งเสริมความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ มีประเด็นที่ควรเน้นได้แก่ 1) ครูควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยการลงมือปฏิบัติผ่านสื่อที่เป็นรูปธรรม คือ กระดานเรขาคณิต และสื่อของจริง 2) ครูต้องชี้แนะนักเรียนในการแปลงจากรูปบนกระดานเรขาคณิตมาสู่รูปบนกระดาษกราฟ โดยการแปลงจากจุดบนกระดานเรขาคณิตมาสู่จุดที่เป็นมุมของรูปสี่เหลี่ยมบนกระดาษกราฟ 3) ครูควรใช้คำถามกระตุ้น ที่ช่วยให้นักเรียนกล้าแสดงความคิดเห็นของตนเอง แม้จะยังมีข้อผิดพลาด เพื่อสะท้อนให้เห็นการเรียนรู้ระหว่างแต่ละขั้นและ

ให้ครูได้หาทางชี้แนะให้ตามเป้าหมายของการจัดการเรียนรู้แบบ CPA 4) ครูควรยกตัวอย่างสถานการณ์ปัญหาที่เข้าใจง่ายหรือใกล้เคียงกับชีวิตจริงของนักเรียน ในชั้นการสอนนามธรรม และให้นักเรียนแปลงจากสถานการณ์ปัญหานั้นลงสู่กระดานเรขาคณิต จะทำให้นักเรียนเชื่อมโยงองค์ความรู้จากขั้นก่อนหน้าไปสู่การใช้คณิตศาสตร์ในชีวิตจริง

2. ผลการจัดการเรียนรู้โดยแบบ Concrete – Pictorial - Abstract (CPA) ร่วมกับกระดานเรขาคณิต พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์โดยรวมอยู่ระดับ 2 เมื่อพิจารณาองค์ประกอบรายด้านของความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ พบว่า นักเรียนมีการพัฒนาด้านการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวันมากที่สุด รองลงมาคือด้านการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น และด้านการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับคณิตศาสตร์ ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้แบบ Concrete – Pictorial - Abstract (CPA) ร่วมกับกระดานเรขาคณิตช่วยให้นักเรียนสร้างองค์ความรู้อย่างเป็นลำดับและกระดานเรขาคณิตยังมีบทบาทในการขยายความเข้าใจให้กับนักเรียนมากขึ้น



Title	THE USING OF CONCRETE – PICTORIAL - ABSTRACT (CPA) APPROACH AND GEOBOARD TO DEVELOP MATHEMATICAL CONNECTION ABILITY ON SQUARES OF PRATHOMSUKSA 5
Author	Jintara Lila
Advisor	Assistant Professor Wanintorn Poonpaiboonpipat, Ph.D.
Academic Paper	Independent Study, M.Ed. in Mathematics Education, Naresuan University, 2024
Keywords	Concrete-Pictorial-Abstract (CPA), Geoboard, Mathematical Connection Ability, Squares

ABSTRACT

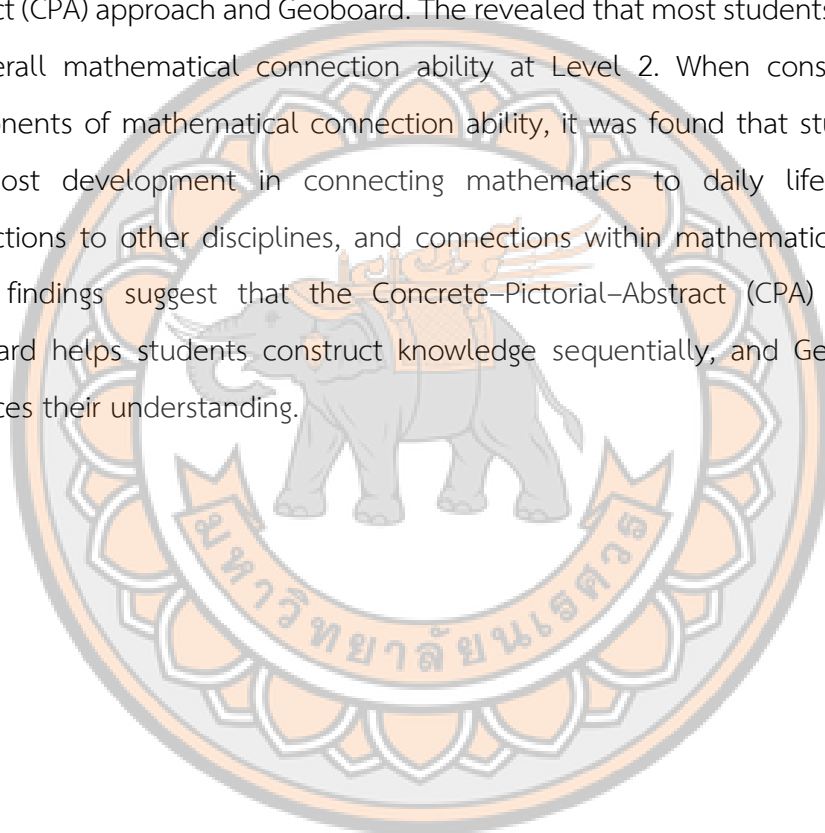
The purposes of this research were to 1) study the appropriate of learning implementation using Concrete – Pictorial - Abstract (CPA) approach and Geoboard to enhance mathematical connection ability on squares of prathomsuksa 5. 2) the effects of learning implementation through Concrete – Pictorial - Abstract (CPA) approach and Geoboard on the mathematical connection ability on squares of prathomsuksa 5. The participants were 9 students in prathomsuksa 5 of a small primary school in Phitsanulok Province in the second semester of academic year 2024. This research methodology was the classroom action research of four cycles and took totally 12 hours. The research instruments were four lesson plans, a reflection learning forms, activity sheets, and a mathematical connection ability test. Data were analyzed by content analysis and using descriptive statistics.

The results revealed that

1. The Concrete – Pictorial - Abstract (CPA) approach and Geoboard in the topic of squares should emphasize the following points, 1) the teacher for opportunities students to actively construct knowledge through experiential learning with concrete materials, particularly by using geoboard and real-world manipulatives. 2) the teacher should should guide students in transforming shapes from the geoboard to graph paper by mapping the points on the geoboard to the vertices of quadrilaterals on the graph paper. 3) the teacher should use prompting questions that encourage students to

express their ideas, even if they make mistakes, in order to reveal their learning process at each stage and allow the teacher to provide appropriate guidance aligned with the using the CPA approach. 4) the teacher should provide simple or real-life-related problem situations during the abstract stage of instruction and ask students to model these situations on the geoboard. This will help students connect prior knowledge to the application of mathematics in real-life contexts.

2. The results of learning implementation using the Concrete – Pictorial - Abstract (CPA) approach and Geoboard. The revealed that most students demonstrated an overall mathematical connection ability at Level 2. When considering specific components of mathematical connection ability, it was found that students showed the most development in connecting mathematics to daily life, followed by connections to other disciplines, and connections within mathematics, respectively. These findings suggest that the Concrete–Pictorial–Abstract (CPA) approach and Geoboard helps students construct knowledge sequentially, and Geoboard further enhances their understanding.



ประกาศคุณูปการ

การศึกษาค้นคว้าอิสระฉบับนี้ สำเร็จได้ด้วยดีเนื่องจากได้รับความกรุณาอย่างยิ่งจากท่าน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรินทร์ พูนไพบูลย์พิพัฒน์ ที่ปรึกษาการศึกษาค้นคว้าอิสระและคณะกรรมการทุกท่านที่ได้ให้คำปรึกษา ตลอดจนตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความเอาใจใส่เป็นอย่างยิ่ง จนการศึกษาค้นคว้าอิสระสำเร็จสมบูรณ์ได้ อีกทั้งยังช่วยเป็นแรงผลักดันให้ผู้ศึกษาค้นคว้าอิสระสามารถก้าวข้ามผ่านอุปสรรคต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในตลอดระยะเวลาที่ทำการศึกษาค้นคว้าอิสระฉบับนี้ ผู้ศึกษาค้นคว้าอิสระ ขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ณ ที่นี้

ขอกราบขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วิเชียร ชำรงโสทธิสกุล ตำแหน่ง ผู้ช่วยศาสตราจารย์ อาจารย์ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก นางปริยาภรณ์ กฤตพลวิวัฒน์ ตำแหน่งศึกษานิเทศก์ สำนักงานเขตพื้นที่ประถมศึกษาพิษณุโลก เขต 1 จังหวัดพิษณุโลก และนางจิตราณัฐ วันทมาตย์ ตำแหน่ง ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนอนุบาลเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่ ที่กรุณาให้คำแนะนำ แก้ไขและตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าอิสระ จนทำให้การศึกษาค้นคว้าอิสระครั้งนี้สมบูรณ์ และมีคุณค่า

ขอขอบพระคุณ ว่าที่ร้อยตรีธเนตร ทองสนธิ ผู้อำนวยการโรงเรียนบ้านห้วยชัน และ คณะครูทุกท่าน ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์อำนวยความสะดวก และให้ความร่วมมือเป็นอย่างยิ่ง ในการเก็บข้อมูล รวมทั้งนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ปีการศึกษา 2567 โรงเรียนบ้านห้วยชัน จังหวัดพิษณุโลก ที่ให้ความร่วมมือในการศึกษาค้นคว้าอิสระครั้งนี้เป็นอย่างดี

ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา และญาติมิตรที่คอยเป็นกำลังใจที่สำคัญ และคอยส่งเสริมสนับสนุนในทุก ๆ ด้านเสมอมา

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาการศึกษาทุกท่าน และขอบใจเพื่อนนิสิตปริญญาโทที่เป็นส่วนหนึ่งในการให้ความช่วยเหลือ และเป็นกำลังใจที่ดีตลอดมา

คุณค่าและประโยชน์จากการศึกษาค้นคว้าอิสระฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบและอุทิศแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน หวังเป็นอย่างยิ่งว่าการศึกษาค้นคว้าอิสระฉบับนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ได้ต่อไป

จินตหรา ลีลา

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....ค	
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....จ	
ประกาศคุรุสภา.....ช	
บทที่ 1 บทนำ.....1	
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....1	
คำถามการวิจัย.....6	
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....6	
ขอบเขตของการวิจัย.....6	
นิยามศัพท์เฉพาะ.....7	
ประโยชน์ที่ได้รับ.....9	
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....10	
หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์	
มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) และการนำไปใช้.....11	
การจัดการเรียนรู้ตามแบบ Concrete - Pictorial – Abstract (CPA).....15	
กระดานเรขาคณิต (Geoboard).....21	
ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์.....23	
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....37	
บทที่ 3 วิธีดำเนินงานวิจัย.....41	
รูปแบบการวิจัย.....41	
ผู้เข้าร่วมวิจัย.....42	
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....43	
การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....44	
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....50	
การวิเคราะห์ข้อมูล.....51	
บทที่ 4 ผลการวิจัย.....54	

ตอนที่ 1 ศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบ Concrete – Pictorial - Abstract (CPA) ร่วมกับ กระดานเรขาคณิต (Geoboard) ที่ส่งเสริมความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5.....	54
ตอนที่ 2 ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบ Concrete – Pictorial - Abstract (CPA) ร่วมกับ กระดานเรขาคณิต (Geoboard) ที่มีต่อความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5.....	78
บทที่ 5 บทสรุป.....	99
สรุปผลการวิจัย.....	99
อภิปรายผลการวิจัย.....	102
ข้อเสนอแนะ.....	107
บรรณานุกรม.....	109
บรรณานุกรม.....	110
ภาคผนวก.....	115
ภาคผนวก ก รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	116
ภาคผนวก ข ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการจัดการเรียนรู้แบบ Concrete – Pictorial - Abstract (CPA) ร่วมกับ กระดานเรขาคณิต (Geoboard) เพื่อพัฒนาความสามารถ ในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5.....	117
ภาคผนวก ค ผลแบบประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับองค์ประกอบของความสามารถ ในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ในแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5.....	122
ภาคผนวก ง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	128
ประวัติผู้วิจัย.....	162

สารบัญตาราง

หน้า

ตาราง 1 แสดงสาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัดและ คาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด และนำไปใช้.....	12
ตาราง 2 แสดงสาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต มาตรฐาน ค 2.2 เข้าใจและวิเคราะห์รูปเรขาคณิต...	13
ตาราง 3 แสดงหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม รายวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5.....	15
ตาราง 4 แสดงเกณฑ์การประเมินความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของกรมวิชาการ....	31
ตาราง 5 เกณฑ์การให้คะแนนทักษะ/ กระบวนการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของศศิธร แม้นสงวน..	31
ตาราง 6 เกณฑ์การให้คะแนนแบบภาพรวมของแบบประเมินความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ ของสถาบันส่งเสริม การสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555).....	32
ตาราง 7 เกณฑ์การให้คะแนนแบบประเมินความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของNCTM (2000).....	33
ตาราง 8 แสดงความสัมพันธ์ของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตาม แบบ CPA ร่วมกับ กระดาน เรขาคณิต เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์.....	36
ตาราง 9 จุดประสงค์ของการวิจัย และเครื่องมือที่ใช้.....	43
ตาราง 10 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างแผนการจัดการเรียนรู้ ชื่อสถานการณ์ปัญหา กับความสามารถ ในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์.....	44
ตาราง 11 แสดงเกณฑ์ระดับคุณภาพของความสามารถในการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์.....	52
ตาราง 12 แสดงรายละเอียดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ รายละเอียดการสังเกตการณ์ และปัญหาที่พบ ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละขั้นตอนพร้อมแนวทางการแก้ไข ในวงจรปฏิบัติการที่ 1	58
ตาราง 13 รายละเอียดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2.....	62
ตาราง 14 แสดงรายละเอียดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ รายละเอียดการสังเกตการณ์ และปัญหาที่พบ ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละขั้นตอนพร้อมแนวทางการแก้ไข ในวงจร ปฏิบัติการที่ 2.....	63
ตาราง 15 รายละเอียดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3.....	67
ตาราง 16 แสดงรายละเอียดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ รายละเอียดการสังเกตการณ์ และปัญหาที่พบ ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละขั้นตอนพร้อมแนวทางการแก้ไข ในวงจรปฏิบัติการที่ 3	67
ตาราง 17 รายละเอียดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4.....	71
ตาราง 18 แสดงรายละเอียดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ รายละเอียดการสังเกตการณ์ และปัญหาที่พบ ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละขั้นตอนพร้อมแนวทางการแก้ไข ในวงจรปฏิบัติการที่ 4	72

ตาราง 19 สรุปแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบ Concrete – Pictorial - Abstract (CPA) ร่วมกับ กระดานเรขาคณิต ซึ่งจำแนกตามบทบาทครูและนักเรียนในแต่ละขั้นตอน การจัดกิจกรรมการ เรียนรู้.....	75
ตาราง 20 แสดงจำนวนนักเรียนตามระดับความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ จากใบกิจกรรม ในวงจรปฏิบัติการที่ 1	79
ตาราง 21 แสดงจำนวนนักเรียนตามระดับความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ จากใบกิจกรรม ในวงจรปฏิบัติการที่ 2	81
ตาราง 22 แสดงจำนวนนักเรียนตามระดับความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ จากใบกิจกรรม ในวงจรปฏิบัติการที่ 3	84
ตาราง 23 แสดงจำนวนนักเรียนตามระดับความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ จากใบกิจกรรม ในวงจรปฏิบัติการที่ 4	86
ตาราง 24 แสดงจำนวนนักเรียนตามระดับความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ จากใบกิจกรรมแต่ละวงจรปฏิบัติการ	90
ตาราง 25 แสดงจำนวนนักเรียนตามระดับความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ จากแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์	93
ตาราง 26 ภาพรวมแสดงระดับของความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ จากใบกิจกรรม แต่ละวงจรปฏิบัติการ	95
ตาราง 27 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบ Concrete – Pictorial - Abstract (CPA) ร่วมกับ กระดานเรขาคณิต (Geoboard) เพื่อพัฒนาความสามารถในการ เชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5	117
ตาราง 28 แสดงผลประเมินความสอดคล้องระหว่างประเด็นที่สังเกตกับองค์ประกอบคุณลักษณะ ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5	122

สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพ 1 ลักษณะรูปร่างของกระดานเรขาคณิต	22
ภาพ 2 แสดงวงจรของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ	43
ภาพ 3 แสดงบรรยากาศในห้องเรียน	58
ภาพ 4 แสดงบรรยากาศการสร้างรูปสี่เหลี่ยมด้วยกระดานเรขาคณิต	59
ภาพ 5 แสดงบรรยากาศ การสร้างรูปสี่เหลี่ยมด้วยกระดานเรขาคณิต	64
ภาพ 6 แสดงการเขียนคำตอบในใบกิจกรรม ด้านการเชื่อมโยงภายในเนื้อหาคณิตศาสตร์	80
ภาพ 7 แสดงการเขียนคำตอบในใบกิจกรรม ด้านการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น	80
ภาพ 8 แสดงการเขียนคำตอบในใบกิจกรรม ด้านการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน	81
ภาพ 9 แสดงการเขียนคำตอบในใบกิจกรรม ด้านการเชื่อมโยงภายในเนื้อหาคณิตศาสตร์	82
ภาพ 10 แสดงการเขียนคำตอบในใบกิจกรรม ด้านการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น	82
ภาพ 11 แสดงการเขียนคำตอบในใบกิจกรรม ด้านการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน	83
ภาพ 12 แสดงการเขียนคำตอบในใบกิจกรรม ด้านการเชื่อมโยงภายในเนื้อหาคณิตศาสตร์	84
ภาพ 13 แสดงการเขียนคำตอบในใบกิจกรรม ด้านการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น	85
ภาพ 14 แสดงการเขียนคำตอบในใบกิจกรรม ด้านการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน	86
ภาพ 15 แสดงการเขียนคำตอบในใบกิจกรรม ด้านการเชื่อมโยงภายในเนื้อหาคณิตศาสตร์	87
ภาพ 16 แสดงการเขียนคำตอบในใบกิจกรรม ด้านการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น	88
ภาพ 17 แสดงการเขียนคำตอบในใบกิจกรรม ด้านการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน	88
ภาพ 18 แสดงแผนภูมิแสดงพัฒนาการความสามารถในการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับ ชีวิตประจำวันของนักเรียนระหว่างแต่ละวงจรปฏิบัติการ	92
ภาพ 19 แสดงแผนภูมิแสดงพัฒนาการความสามารถในการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ของนักเรียนแต่ละวงจรปฏิบัติการ	92
ภาพ 20 แสดงแผนภูมิแสดงพัฒนาการความสามารถในการเชื่อมโยงภายในเนื้อหาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนระหว่างแต่ละวงจรปฏิบัติการ	93
ภาพ 21 แสดงแผนภูมิแสดงพัฒนาการความสามารถในการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับ ชีวิตประจำวันของนักเรียน	97
ภาพ 22 แสดงแผนภูมิแสดงพัฒนาการความสามารถในการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ของนักเรียน	97

ภาพ 23 แสดงแผนภูมิแสดงพัฒนาการความสามารถในการเชื่อมโยงภายในเนื้อหาคณิตศาสตร์ ของนักเรียน	98
---	----



บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อความสำเร็จในการเรียนในศตวรรษที่ 21 เนื่องจากคณิตศาสตร์ช่วยในพัฒนาความคิดของมนุษย์ให้มีความคิด มีเหตุผล วิเคราะห์เพื่อแก้ปัญหาได้อย่างละเอียดรอบด้าน ทำให้มนุษย์สามารถคาดการณ์ วางแผนอย่างเป็นระบบ ตัดสินใจและนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้องเหมาะสม นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือของการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และศาสตร์อื่น ๆ โดยใช้คณิตศาสตร์เป็นรากฐาน คณิตศาสตร์จึงมีประโยชน์ต่อการดำรงชีวิต ช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตของมนุษย์ให้ดีขึ้น และสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) สิริพร ทิพย์คง (2545) ได้กล่าวว่า คณิตศาสตร์จึงมีความสำคัญกับนักเรียนทุกคน เพราะนักเรียนสามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตประจำวันและเป็นพื้นฐานในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ในระดับสูงต่อไป นอกจากนี้ยังเสริมสร้างความมีเหตุผล ความเป็นช่างคิดช่างริเริ่มสร้างสรรค์ มีระบบระเบียบในการคิดมีการวางแผนในการทำงาน และมีความรับผิดชอบในงานและหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย

การจัดการเรียนการสอนทางคณิตศาสตร์ เป็นกระบวนการหนึ่งที่สำคัญต่อการพัฒนาพฤติกรรมของนักเรียนให้เกิดกระบวนการเรียนรู้ และสามารถนำคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในบริบทต่าง ๆ เพื่อพัฒนาคุณภาพชีวิตและสังคมที่เป็นอยู่ให้ดีขึ้น โดยความมุ่งคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล ความจำเป็นในการประยุกต์ใช้ความรู้ และสภาพบริบทของนักเรียนเป็นสำคัญ การจัดการเรียนการสอนทางคณิตศาสตร์จึงควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริงที่ผสมผสานความรู้และทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์เชื่อมโยงไปสู่การนำไปใช้ในชีวิต และได้เกิดกระบวนการเรียนรู้ที่มีความหมาย รวมไปถึงการปลูกฝังคุณลักษณะที่ดีในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ตามที่หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และเป้าหมายหลักของการศึกษาคณิตศาสตร์ที่ทั่วโลกให้ความสำคัญ การตระหนักเห็นคุณค่า ความเชื่อมั่นในตนเองทำงานอย่างเป็นระบบ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551; อัมพร ม้าคนอง, 2557)

ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เป็นอีกหนึ่งทักษะที่สำคัญไม่น้อยกว่าทักษะอื่น ๆ จากทั้งหมด 5 ทักษะ ได้แก่ การแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสารสื่อความหมายและการนำเสนอ การเชื่อมโยง การคิดสร้างสรรค์ ถูกกำหนดไว้ในเป้าหมายของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง 2560)

ว่าเป็นสิ่งที่ควรพัฒนาให้เกิดขึ้นกับนักเรียน เนื่องจากการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เป็นกระบวนการที่ต้องอาศัยการคิดวิเคราะห์ และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ในการนำความรู้ เนื้อหา และหลักการทางคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตจริง (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) ซึ่งสอดคล้องกับอัมพร ม้าคนอง (2554) ที่ได้อธิบายถึงทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ว่า เป็นสิ่งที่สะท้อนให้เห็นถึงการประยุกต์ใช้คณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวันที่สามารถพบเห็นได้ทั่วไป ช่วยให้นักเรียนเข้าใจคณิตศาสตร์ที่เรียนในห้องเรียนได้ดีขึ้น ตลอดจนมองเห็นความสำคัญและคุณค่าของคณิตศาสตร์ในแง่ของการเป็นเครื่องมือที่มีประโยชน์ ที่สามารถนำไปใช้กับศาสตร์อื่น ๆ ได้ ทำให้คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่น่าสนใจ ไม่ใช่เป็นเพียงวิชาที่เรียนทฤษฎีบท กฎ สูตร นิยาม เพื่อใช้แก้ปัญหาคณิตศาสตร์เฉพาะในห้องเรียนอีกต่อไป ด้วยเหตุผลดังกล่าวการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์จึงถูกเน้นมากในการเรียนการสอนปัจจุบัน

ถึงแม้ว่าความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์จะมีความสำคัญ แต่การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในหลายปีที่ผ่านมายังไม่สามารถทำให้นักเรียนนำคณิตศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริงที่ต้องอาศัยการรู้จักสถานการณ์ หรือสิ่งแวดล้อมของปัญหาเพื่อนำไปสู่การตัดสินใจเลือกใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสม สะท้อนให้เห็นจากข้อมูลการประเมินผลการศึกษาาระดับนานาชาติ และในประเทศ พบว่าการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ของนักเรียนไทยยังคงมีปัญหาในหลายด้าน โดยเฉพาะความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาที่ซับซ้อนและการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ หนึ่งในเนื้อหาที่นักเรียนไทยอ่อนที่สุดคือ เนื้อหาเรขาคณิต (สุนีย์ คล้ายนิล, 2558) ซึ่งเป็นหัวข้อที่ต้องการความเข้าใจเชิงเรขาคณิตและทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์แนวคิดอย่างมาก ผลการประเมินในโครงการศึกษาแนวโน้มการจัดการศึกษาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ระดับนานาชาติ พ.ศ. 2558 (Trends in International Mathematics and Science Study 2015; TIMSS, 2015) ซึ่งประเมินนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในประเทศไทย พบว่าคะแนนเฉลี่ยในวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนไทยอยู่ที่ 431 คะแนน ต่ำกว่าค่ากลาง 500 คะแนน โดยถูกจัดอยู่ในระดับต่ำ (Low International Benchmark) (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2562) การประเมิน TIMSS มีการทดสอบในหลายหัวข้อ รวมถึงหัวข้อเกี่ยวกับเรขาคณิต ซึ่งเป็นหนึ่งในเนื้อหาที่มีความซับซ้อนสูง โดยเฉพาะการทำความเข้าใจและเชื่อมโยงรูปสี่เหลี่ยมแต่ละชนิดกับคุณสมบัติทางเรขาคณิตที่เกี่ยวข้อง การวิเคราะห์ผลคะแนนที่ต่ำในหัวข้อนี้สามารถสะท้อนถึงความท้าทายที่นักเรียนประสบในการทำความเข้าใจเรื่องรูปทรงเรขาคณิตและการประยุกต์ใช้ในโจทย์ปัญหาที่เป็นนามธรรม สอดคล้องกับผลการประเมินความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ (Mathematical Literacy) ของนักเรียนไทยในโครงการ PISA 2022 (Programme for International Student Assessment, 2022) แสดงให้เห็นถึงปัญหาที่คล้ายคลึงกัน โดยคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนไทยอยู่ที่ 394 คะแนน ซึ่งต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของประเทศที่เข้าร่วมและลดลงอย่างต่อเนื่องจากการประเมินรอบก่อน ๆ (สถาบันส่งเสริม

การสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2566) ซึ่งในโครงการ PISA จะเน้นการประเมินสมรรถนะของนักเรียนเกี่ยวกับการใช้ความรู้และทักษะในชีวิตจริงมากกว่าการเรียนรู้ตามหลักสูตรในโรงเรียน โดยให้ความสำคัญกับคำว่า ความฉลาดรู้ เลือกประเมินความในสามด้าน ได้แก่ ได้แก่ ความฉลาดรู้ด้านการอ่าน (Reading Literacy) ความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ (Mathematical Literacy) และความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy) ในเอกสารการประเมิน PISA 2021 ได้นิยามความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์ ว่าเป็นการประเมินความสามารถของแต่ละบุคคลในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และสามารถแปลงปัญหาใช้คณิตศาสตร์ และตีความผลลัพธ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาในบริบทของโลกชีวิตจริง รวมถึงการใช้แนวคิด กระบวนการ ข้อเท็จจริง และเครื่องมือทางคณิตศาสตร์เพื่อบรรยาย อธิบาย และคาดการณ์ปรากฏการณ์ต่าง ๆ ทำให้จำเป็นที่จะต้องพัฒนานักเรียนเกี่ยวกับความสามารถในการนำความรู้วิชาคณิตศาสตร์ที่ได้เรียนมาการแก้ปัญหาในบริบทต่าง ๆ และนอกจากผลการประเมินระหว่างประเทศ ผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินักเรียนขั้นพื้นฐาน (O-NET) ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในปีการศึกษา 2566 ของโรงเรียนในจังหวัดพิษณุโลกยังพบว่า คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนอยู่ที่ 27.94 ซึ่งต่ำกว่าร้อยละ 50 อย่างมาก (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2566) สาระนั้นนักเรียนมีปัญหามากที่สุดคือ เรื่อง การวัดและเรขาคณิต ซึ่งครอบคลุมหัวข้อเรื่องรูปสี่เหลี่ยมเช่นเดียวกัน สะท้อนให้เห็นถึงปัญหาส่วนหนึ่งที่เกิดจากนักเรียนไม่สามารถเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์มาใช้ในการหาพื้นที่จากโจทย์ปัญหาได้ และจากประสบการณ์สอนของผู้วิจัยที่สอนรายวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ถึง 6 เมื่อนำผลการสังเกตที่ได้จากการสะท้อนผลการเรียนรู้หลังแผนการเรียนรู้และการทำแบบทดสอบหลังเรียนของนักเรียนเรื่อง รูปสี่เหลี่ยม ในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 มาวิเคราะห์พบว่า นักเรียนไม่สามารถเชื่อมโยงว่าสถานการณ์ปัญหาคณิตศาสตร์ที่เคยเรียนรู้มาแก้ปัญหาในบริบทต่าง ๆ ได้ ผู้วิจัยในฐานะครูวิชาคณิตศาสตร์จึงได้อธิบายถึงการเชื่อมโยงว่าสถานการณ์ปัญหานี้ใช้ความรู้คณิตศาสตร์อะไรมาแก้ปัญหาบ้างหรือใช้ความรู้อื่นใดบ้างมาช่วยแก้สถานการณ์ แต่เมื่อนักเรียนเจอสถานการณ์ใหม่ นักเรียนกลับไม่สามารถประยุกต์ใช้ความรู้ที่เคยเรียนมาหาคำตอบได้ ผู้วิจัยจึงต้องทบทวนว่ามีแนวทางการจัดการเรียนรู้ใดบ้างที่จะช่วยให้นักเรียนสามารถนำการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่เคยเรียนไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริงได้ ผู้วิจัยจึงควรเปลี่ยนรูปแบบวิธีการจัดการเรียนการสอนที่เน้นการบรรยาย ซึ่งไม่มีกิจกรรมการเรียนรู้หรือสร้างบรรยากาศให้เอื้อต่อการเรียนรู้ ทำให้นักเรียนไม่เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย ไม่สามารถเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ มาใช้แก้ปัญหาและไม่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ จึงสอดคล้องกับคำกล่าวที่ว่า วิธีการจัดการเรียนรู้ของครูเป็นการสอนที่ใช้วิธีการสอนแบบบรรยาย คือ กระบวนการที่ครูใช้ในการช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด โดยการเตรียมเนื้อหาสาระแล้วบรรยายคือ พูด บอกเล่า อธิบาย เนื้อหาสาระหรือสิ่งที่ต้องการสอนแก่นักเรียนและประเมินผล

การเรียนรู้ของนักเรียนด้วยวิธีใดวิธีหนึ่ง (ทศนา แชมมณี ,2556) และจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการบรรยายนี้เป็นกิจกรรมที่เน้นครูเป็นศูนย์กลาง ครูบอกเล่าทุกอย่างให้นักเรียน ทำให้นักเรียนไม่เกิดการเรียนรู้ที่มีการเรียนแบบท่องจำ ความรู้และทักษะที่เกิดขึ้นจึงไม่คงทนถาวร นักเรียนขาดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ส่งผลให้นักเรียนไม่สามารถสร้างความสัมพันธ์ของเนื้อหาในคณิตศาสตร์ และเห็นความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิดทางคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น จึงนำความรู้คณิตศาสตร์ที่เคยเรียนมาใช้เชื่อมโยงในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันไม่ได้ ทำให้การทดสอบทางการศึกษาระดับชาติด้านพื้นฐาน O-NET มีคะแนนเฉลี่ยลดลงอย่างต่อเนื่อง

อย่างไรก็ตามการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ส่งเสริมความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ให้อยู่ในรูปนามธรรมของนักเรียนถือเป็นอีกความท้าทายของครูที่จะออกแบบกระบวนการเรียนการสอนที่ส่งผลให้การเรียนรู้บรรลุวัตถุประสงค์ในเรื่องนั้น ๆ กระบวนการสอนแบบ Concrete - Pictorial - Abstract (CPA) เป็นหนึ่งกระบวนการสอนคณิตศาสตร์ที่ใช้พัฒนาการสอนคณิตศาสตร์โดยประเทศสิงคโปร์กำหนดให้กระบวนการสอนแบบ CPA เป็นกลยุทธ์สำคัญในการพัฒนาการเรียนการสอนคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษาของประเทศสิงคโปร์ (MOE, 2007; MOE, 2012, อ้างถึงใน Hui et al., 2017) จากการวิจัยของ The Trends in International Mathematics and Science Study (TIMSS, 2015) ระบุว่าสิงคโปร์มีผลคะแนนอยู่ในระดับสูงสุดของโลกตั้งแต่ปี 2000 จนถึงปัจจุบัน ส่งผลให้นานาชาติยอมรับถึงมาตรฐานการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ของสิงคโปร์ โดยสหรัฐอเมริกาและยุโรปได้นำหลักสูตรคณิตศาสตร์ของสิงคโปร์ไปใช้ในโรงเรียนอย่างแพร่หลาย เห็นได้ชัดทั้งในหลักสูตรแห่งชาติและหนังสือเรียนที่หลากหลายที่นำมาใช้ในโรงเรียน (Hui et al., 2017) ซึ่งเป็นกระบวนการสร้างองค์ความรู้ 3 ระดับ คือ 1. Concrete การเรียนรู้ผ่านสิ่งที่เป็นรูปธรรม สิ่งที่สามารถสัมผัสได้เพื่อเป็นสัญลักษณ์แทนเนื้อหาที่กำลังศึกษานั้น ๆ 2. Pictorial นักเรียนสามารถเรียนรู้ผ่านสิ่งที่เป็นภาพได้ โดยท้ายสุดแล้วจะมุ่งเน้นไปที่ตัวนักเรียนสามารถสร้างภาพขององค์ความรู้นั้น และข้ามไปสู่การเรียนรู้ในระดับที่ 3. Abstract ในระดับนี้นักเรียนจะเรียนรู้ผ่านสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ อย่างไรก็ตามการจะก้าวมาถึงขั้น Abstract ได้นั้นจะอาศัยสองขั้นแรกเป็นการปูพื้นฐานให้นักเรียนก่อน จนท้ายที่สุดแล้วนักเรียนจะสามารถเรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างเป็นนามธรรมได้ด้วยตนเอง ซึ่งกระบวนการสอนโดยแบบ Concrete – Pictorial - Abstract (CPA) มีส่วนช่วยส่งเสริมการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับประถมศึกษา เนื่องจากนักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้จากสิ่งที่จับต้องได้ (Concrete) ไปสู่การวาดภาพและสร้างความเข้าใจเชิงโมโนทัศน์ (Pictorial) และท้ายที่สุดพัฒนาไปสู่ความสามารถในการตีความและประยุกต์ใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ (Abstract) ได้ ซึ่งการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์นี้จะช่วยให้นักเรียนสามารถเข้าใจแนวคิดทางคณิตศาสตร์อย่างลึกซึ้ง และสามารถ

ประยุกต์ใช้ความรู้นั้นในการแก้ปัญหาและวิเคราะห์โจทย์ทางคณิตศาสตร์ในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง (Putri et al., 2018)

ในการจัดการเรียนการสอนแบบ CPA เป็นวิธีการสอนที่เน้นการเชื่อมโยงความเข้าใจของนักเรียนจากสิ่งที่จับต้องได้ (Concrete) ไปสู่การแทนที่ด้วยภาพ (Pictorial) และสุดท้ายเข้าใจในรูปของสัญลักษณ์หรือแนวคิดเชิงนามธรรม (Abstract) วิธีการนี้เหมาะมากสำหรับการสอนเรื่องรูปสี่เหลี่ยม เพราะช่วยให้นักเรียนเข้าใจลักษณะสำคัญของรูปสี่เหลี่ยมได้อย่างลึกซึ้งและเป็นระบบตามลำดับขั้น ขั้นการสอนสิ่งที่จับต้องได้ (Concrete) สามารถช่วยส่งเสริมการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ผ่านสิ่งของที่เป็นรูปธรรม เช่น เกม ตัวต่อ ลูกคิด วัสดุอื่น ๆ หรือสิ่งของในชีวิตประจำวัน ซึ่งช่วยให้การเรียนรู้มีความน่าสนใจ เหมาะสมกับวัยของนักเรียน และเอื้อต่อการสร้างความเข้าใจที่ชัดเจนยิ่งขึ้น การนำกระดานเรขาคณิตมาใช้จึงเป็นอีกทางเลือกที่นำเข้ามาประยุกต์กับการจัดการเรียนรู้ ซึ่งผลของการนำกระดานเรขาคณิต ไปใช้ในกระบวนการเรียนการสอนได้ถูกนำเสนอผ่านงานวิจัยของ Anaeché & Ezeamaenyi (2019) คือ ผลของกระดานเรขาคณิตต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นในแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่เลือกสรรในเขตท้องถิ่น Ideato North, รัฐ Imo, ประเทศไนจีเรีย พบว่า ในการสอนการใช้กระดานเรขาคณิตเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนในการระบุและแยกแยะรูปหลายเหลี่ยม และในการอธิบายและระบุจุดพิกัด ช่วยเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้ดีกว่าการสอนและการเรียนแบบเดิม นอกจากนี้ยังพบว่าเพศไม่มีผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญต่อผลการเรียนของนักเรียนเมื่อสอนด้วยกระดานเรขาคณิต และงานวิจัยยังมีข้อเสนอแนะว่าครูคณิตศาสตร์ควรรวมกระดานเรขาคณิต เข้ากับการสอนแนวคิดต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์ สอดคล้องกับวิจัยของ Freire et al. (2018) ที่ใช้กระดานเรขาคณิตระดับชั้นประถมศึกษาตอนปลาย ในการสอนเรขาคณิต การคำนวณพื้นที่และเส้นรอบรูป พบว่า การใช้กระดานเรขาคณิตช่วยเพิ่มความสนใจและประสิทธิภาพในการเรียนรู้ของนักเรียน และนักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนการสอนอย่างมีประสิทธิภาพและแสดงความก้าวหน้าในด้านผลการเรียน ซึ่งทำให้ผู้วิจัยพบว่า การใช้กระดานเรขาคณิต ยังทำให้การเรียนการสอนที่ช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจในการเรียน เนื่องจากเป็นสื่อที่นักเรียนสัมผัสได้จริงทำให้นักเรียนสามารถเปลี่ยนสิ่งที่เป็นนามธรรม เปลี่ยนเป็นรูปธรรมได้ จึงมีผลต่อความคิดรวบยอดเกี่ยวกับรูปเรขาคณิตและการใช้วัสดุที่เป็นรูปธรรมที่สามารถจับต้องได้ เช่น กระดานเรขาคณิต สามารถเป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพในการสอนเรขาคณิต เพราะช่วยเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับประสบการณ์จริงและพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาให้กับนักเรียนได้ดีขึ้น

ด้วยเหตุผลที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยจึงเห็นถึงความจำเป็นในการพัฒนาการเรียนการสอนเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยมุ่งเน้นการจัดการเรียนรู้แบบ CPA ซึ่งเป็นแนวทางที่เน้นการพัฒนาความเข้าใจในแนวคิดคณิตศาสตร์ผ่านการเชื่อมโยงสิ่งที่

เป็นรูปธรรม สื่อภาพ และแนวคิดนามธรรม ร่วมกับ กระดานเรขาคณิตเป็นเครื่องมือที่ช่วยให้นักเรียนได้เห็นภาพจริงของรูปสี่เหลี่ยมต่าง ๆ ช่วยในการจำแนกและเชื่อมโยงแนวคิดได้อย่างชัดเจน ซึ่งผู้วิจัยสนใจศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบ CPA ร่วมกับ กระดานเรขาคณิต จะสามารถพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 และวิธีการดังกล่าวจะสามารถช่วยให้นักเรียนประยุกต์ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวันได้

คำถามการวิจัย

1. แนวทางการจัดการเรียนรู้แบบ Concrete – Pictorial - Abstract (CPA) ร่วมกับ กระดานเรขาคณิต (Geoboard) ที่ส่งเสริมความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 มีลักษณะอย่างไร
2. การจัดการเรียนรู้แบบ Concrete – Pictorial - Abstract (CPA) ร่วมกับ กระดานเรขาคณิต (Geoboard) มีผลต่อความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปสี่เหลี่ยมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 หรือไม่ อย่างไร

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบ Concrete – Pictorial - Abstract (CPA) ร่วมกับ กระดานเรขาคณิต (Geoboard) ที่ส่งเสริมความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5
2. เพื่อศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบ Concrete – Pictorial - Abstract (CPA) ร่วมกับ กระดานเรขาคณิต (Geoboard) ที่มีต่อความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

ขอบเขตของการวิจัย

ขอบเขตด้านเนื้อหา

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้มาจากหลักสูตรแกนกลางการจัดการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 รายวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม ตามสาระและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ จำนวน 12 ชั่วโมง ซึ่งประกอบด้วยเนื้อหาย่อยดังนี้

1. เรื่อง ชนิดและสมบัติของเส้นทแยงมุมของรูปสี่เหลี่ยม จำนวน 2 ชั่วโมง
2. เรื่อง การสร้างรูปสี่เหลี่ยม จำนวน 2 ชั่วโมง

3. เรื่อง ความยาวรอบรูปของรูปสี่เหลี่ยม จำนวน 4 ชั่วโมง

4. เรื่อง พื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยม จำนวน 4 ชั่วโมง

ขอบเขตด้านแหล่งข้อมูล

ผู้เข้าร่วมวิจัยในครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 9 คน ของโรงเรียนขนาดเล็กแห่งหนึ่งในจังหวัดพิษณุโลก ซึ่งได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

ขอบเขตด้านตัวแปร

ตัวแปรที่ศึกษา ได้แก่

1. การจัดการเรียนรู้แบบ Concrete – Pictorial – Abstract (CPA) ร่วมกับ กระดานเรขาคณิต (Geoboard)

2. ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การจัดการเรียนรู้แบบ CPA ร่วมกับ กระดานเรขาคณิต หมายถึง การจัดการเรียนรู้ เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม โดยมีกระดานเรขาคณิตซึ่งเป็นแผ่นกระดานที่มีหมุดเล็ก ๆ มาใช้เป็นการเรียนรู้ ที่ช่วยให้นักเรียนสัมผัสกับคณิตศาสตร์ในลักษณะที่เป็นรูปธรรม โดยกระบวนการจัดการเรียนรู้ แบ่งเป็น 3 ระดับ ได้แก่ Concrete Pictorial Abstract รายละเอียดแต่ละขั้นตอนเป็นไปดังนี้

ขั้นที่ 1 : ชี้นำเข้าสู่บทเรียน

ครูสอบถามนักเรียนเกี่ยวกับความรู้ก่อนหน้าที่นักเรียนควรจะมีก่อนเรียนในครั้งนี้ และ ความเกี่ยวข้องของเนื้อหาที่พบเจอในชีวิตประจำวัน

ขั้นที่ 2 : ขั้นกิจกรรมการเรียนรู้

ครูแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละเท่า ๆ กัน จากนักเรียน 9 คน ได้ 3 กลุ่ม คละความสามารถ เด็กอ่อน เด็กปานกลาง ครูจะสอนโดยเริ่มสอนเป็นขั้น ๆ เริ่มจาก

1) ขั้นการสอนเชิงรูปธรรม (Concrete) คือ เป็นขั้นตอนที่มุ่งเน้นให้นักเรียนฝึกฝนและ เพิ่มพูนองค์ความรู้ที่เป็นนามธรรมผ่านการใช้สิ่งที่เป็นรูปธรรม คือ กระดานเรขาคณิตและสื่อของจริง ซึ่งรูปธรรมเหล่านี้ถูกออกแบบมาเพื่อเป็นเครื่องมือช่วยนำพานักเรียนไปสู่การเข้าใจแนวคิดที่ซับซ้อน และนามธรรมในที่สุด กระบวนการนี้ยังมีการใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนคิดเชื่อมโยงความรู้ พื้นฐานเดิม ก่อนที่จะต่อยอดไปสู่ความรู้ใหม่

2) ขั้นการสอนเชิงรูปภาพ (Pictorial) คือ เป็นขั้นตอนที่มุ่งเน้นให้นักเรียนฝึกฝน เพื่อเพิ่มพูนองค์ความรู้ที่เป็นนามธรรมผ่านการสร้างสิ่งแทนสิ่งที่เป็นรูปธรรมโดยวาดภาพลงกระดาษ

กราฟ (รูปวาด) และเล่นกระดานเรขาคณิต ทั้งนี้หลังจากนักเรียนเชี่ยวชาญในมโนทัศน์ที่เป็นเชิงรูปธรรมแล้วให้นักเรียนใช้รูปวาดแทนสิ่งของจริง กระบวนการนี้ยังมีการใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนคิดเชื่อมโยงความรู้พื้นฐานเดิม ก่อนที่จะต่อยอดไปสู่ความรู้ใหม่

3) ขั้นการสอนเชิงนามธรรม (Abstract) คือ เป็นขั้นตอนที่มุ่งเน้นให้นักเรียนลดการพึ่งพาสื่อของจริงหรือภาพวาด และใช้ความเข้าใจที่เกิดจากประสบการณ์ในขั้นก่อนหน้า (รูปธรรมและภาพวาด) เป็นพื้นฐานในการคิดและถ่ายทอดความรู้ทางคณิตศาสตร์ในรูปแบบนามธรรม ได้แก่ สูตร กฎ นิยาม หรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ ในขั้นตอนนี้ นักเรียนได้ฝึกฝนองค์ความรู้ผ่านการทำใบกิจกรรมที่จำลองการใช้กระดานเรขาคณิต โดยมีเนื้อหา เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม ซึ่งสามารถกระตุ้นให้นักเรียนสามารถระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่เคยเรียนมาเชื่อมโยงกับคณิตศาสตร์และศาสตร์อื่นที่เกี่ยวข้องกับขั้นตอนหรือกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในเรื่องเดียวกันได้ และให้นักเรียนยกตัวอย่างหรือสามารถอธิบายวิธีการแก้ปัญหาที่เชื่อมโยงไปสู่การใช้ในชีวิตประจำวันได้จริง

ขั้นที่ 3 : ขั้นสรุป

นักเรียนนำเสนอแนวคิดทางคณิตศาสตร์จากสิ่งที่เรียนไปในครั้งนี้ จากนั้นแลกเปลี่ยนแนวคิด และข้อสรุปที่ถูกต้องร่วมกันหลังจากที่เรียนหรือเล่นกระดานเรขาคณิตเสร็จ เพื่อประเมินกระบวนการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน โดยครูแสดงแนวคิดเพิ่มเติมเมื่อนักเรียนเสนอแนวคิดไม่ครบถ้วน

2. ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการนำความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์หรือประสบการณ์ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ที่ได้เรียนรู้มาเชื่อมโยงหรือแสดงความสัมพันธ์กับองค์ประกอบย่อยการเชื่อมโยงภายในเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ องค์ประกอบย่อยการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ หรือองค์ประกอบย่อยการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน โดยมีลักษณะการเชื่อมโยง ตามแบบของอัมพร ม้าคนอง (2553) ดังนี้

1. การเชื่อมโยงภายในเนื้อหาคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการเชื่อมโยงหรือแสดงความสัมพันธ์ของการเชื่อมโยงเนื้อหาสาระ องค์ความรู้ หรือกระบวนการภายในคณิตศาสตร์ คือ นักเรียนสามารถวิเคราะห์ปัญหาและเชื่อมโยงหรือแสดงความสัมพันธ์ของการเชื่อมโยงเนื้อหาสาระองค์ความรู้ หรือกระบวนการภายในคณิตศาสตร์ โดยใช้ตัวเลข ภาษา และสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์

2. การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการเชื่อมโยง ความรู้หรือแสดงความสัมพันธ์ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับศาสตร์อื่น ๆ คือ นักเรียนสามารถเชื่อมโยงหรือแสดงความสัมพันธ์ความรู้หรือกระบวนการทางคณิตศาสตร์กับวิทยาศาสตร์พลศึกษา การงานอาชีพ และศิลปะ

3. การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการเชื่อมโยงหรือแสดงความสัมพันธ์ความรู้ กระบวนการทางคณิตศาสตร์กับสิ่งที่ใกล้ตัวหรือสิ่งที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันช่วยให้นักเรียนเห็นคุณค่า และสามารถนำไปใช้ในชีวิตจริงได้ คือ นักเรียนจะสามารถเชื่อมโยงหรือแสดงความสัมพันธ์กับสิ่งที่ใกล้ตัวหรือสิ่งที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน

ประโยชน์ที่ได้รับ

1. ได้แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแบบ Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) ร่วมกับกระดานเรขาคณิต นำไปพัฒนาการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาคณิตศาสตร์
2. ได้แนวทางในการพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์



บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัย เรื่อง การจัดการเรียนรู้แบบ Concrete – Pictorial - Abstract (CPA) ร่วมกับ กระดานเรขาคณิต เพื่อพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) และการนำไปใช้
 - 1.1 ความสำคัญและธรรมชาติของคณิตศาสตร์
 - 1.2 คุณภาพของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5
 - 1.3 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้คณิตศาสตร์
 - 1.4 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง
 - 1.5 คำอธิบายรายวิชา
 - 1.6 โครงสร้างหน่วยการเรียนรู้
2. การจัดการเรียนรู้แบบ Concrete - Pictorial - Abstract : CPA
 - 2.1 ความเป็นมาของการจัดการเรียนรู้แบบ CPA
 - 2.2 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบ CPA
 - 2.3 ประโยชน์ของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแบบ CPA
 - 2.4 ตัวอย่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบ CPA
3. กระดานเรขาคณิต (Geoboard)
 - 3.1 ลักษณะของกระดานเรขาคณิต
 - 3.2 ประโยชน์ของกระดานเรขาคณิต
 - 3.3 ตัวอย่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระดานเรขาคณิต
4. ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
 - 4.1 ความหมายของความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
 - 4.2 ความสำคัญของความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
 - 4.3 ลักษณะของความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
 - 4.4 การพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
 - 4.5 การวัดและประเมินความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

4.6 ความสัมพันธ์ของการจัดการเรียนรู้แบบ Concrete - Pictorial - Abstract (CPA) ร่วมกับ กระดานเรขาคณิต และความสามารถในการเชื่อมโยง

5. วิจัยที่เกี่ยวข้อง

5.1 วิจัยที่เกี่ยวข้องภายในประเทศ

5.2 วิจัยที่เกี่ยวข้องในต่างประเทศ

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) และการนำไปใช้

ผู้วิจัยได้ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) และการนำไปใช้ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ความสำคัญและธรรมชาติของคณิตศาสตร์

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อความสำเร็จในการเรียนในศตวรรษที่ 21 เนื่องจากคณิตศาสตร์ช่วยในพัฒนาความคิดของมนุษย์ให้มีความคิด มีเหตุผล วิเคราะห์เพื่อแก้ปัญหาได้อย่างละเอียดรอบด้าน ทำให้มนุษย์สามารถคาดการณ์ วางแผนอย่างเป็นระบบ ตัดสินใจและนำไปใช้ในชีวิตรประจำวันได้อย่างถูกต้องเหมาะสม นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และศาสตร์อื่น ๆ โดยใช้คณิตศาสตร์เป็นฐาน คณิตศาสตร์จึงมีประโยชน์ต่อการดำรงชีวิต ช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตของมนุษย์ให้ดีขึ้น และสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข

มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ฉบับนี้ จัดทำขึ้นโดยคำนึงถึงการส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เป็นสำคัญ นั่นคือการเตรียมนักเรียนให้มีทักษะด้านการคิดวิเคราะห์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การแก้ปัญหาการคิดสร้างสรรค์ การใช้เทคโนโลยี การสื่อสารและการร่วมมือ ซึ่งจะส่งผลให้นักเรียนรู้เท่าทันการเปลี่ยนแปลงของระบบเศรษฐกิจ สังคม วัฒนธรรม และสภาพแวดล้อม สามารถแข่งขันและอยู่ร่วมกับประชาคมโลกได้ ทั้งนี้การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ประสบความสำเร็จนั้น จะต้องเตรียมนักเรียนให้มีความพร้อมที่จะเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ พร้อมทั้งประกอบอาชีพเมื่อจบการศึกษา หรือสามารถศึกษาต่อในระดับที่สูงขึ้น ดังนั้นสถานศึกษาควรจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมตามศักยภาพของนักเรียน

การศึกษาความสำคัญและธรรมชาติของวิชาคณิตศาสตร์ข้างต้น ผู้วิจัยสรุปได้ว่าคณิตศาสตร์ช่วยทำให้มีความคิด มีเหตุผล สามารถวิเคราะห์เพื่อแก้ปัญหาได้ สามารถวางแผนอย่าง

เป็นระบบ และนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน คณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือสำคัญในการพัฒนาทักษะที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังมีบทบาทสำคัญในการเตรียมนักเรียนให้พร้อมสำหรับการเปลี่ยนแปลงในระบบเศรษฐกิจ สังคม วัฒนธรรม และสภาพแวดล้อม ทุกขั้นตอนจะเป็นเหตุเป็นผล และมีสัญลักษณ์ที่สามารถใช้เป็นสื่อช่วยให้ทุกคนเข้าใจตรงกัน นอกจากนี้สัญลักษณ์ยังใช้ช่วยให้เกิดการกระทำในการคิดคำนวณ การแก้ปัญหาและการพิสูจน์

2. คุณภาพของนักเรียน เมื่อเรียนจบชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

คุณภาพของนักเรียนในการจัดการเรียนรู้ขั้นพื้นฐาน ได้กำหนดคุณภาพของนักเรียนเกี่ยวกับเรื่อง รูปสี่เหลี่ยม เมื่อเรียนจบชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ไว้ดังนี้

2.1 อ่าน เขียนตัวเลข ตัวหนังสือแสดงจำนวนนับ เศษส่วน ทศนิยมไม่เกิน 3 ตำแหน่ง อัตราส่วน และร้อยละ มีความรู้ลึกเชิงจำนวน มีทักษะการบวก การลบ การคูณ การหาร ประมาณ ผลลัพธ์ และนำไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

2.2 อธิบายลักษณะและสมบัติของรูปเรขาคณิต หาความยาวรอบรูปและพื้นที่ของรูปเรขาคณิต สร้างรูปสามเหลี่ยม รูปสี่เหลี่ยมและวงกลม หาปริมาตรและความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก และนำไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

2.3 นำเสนอข้อมูลในรูปแผนภูมิแท่ง ใช้ข้อมูลจากแผนภูมิแท่ง แผนภูมิรูปวงกลม ตารางสองทาง และกราฟเส้นในการอธิบายเหตุการณ์ต่าง ๆ และตัดสินใจ

3. สารและมาตรฐานการเรียนรู้คณิตศาสตร์

สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด และนำไปใช้

มาตรฐาน ค 2.2 เข้าใจและวิเคราะห์รูปเรขาคณิต สมบัติของรูปเรขาคณิต ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิต และทฤษฎีบททางเรขาคณิต และนำไปใช้

4. ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

ตาราง 1 แสดงสาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด และคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด และนำไปใช้

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ป.5	4. แสดงวิธีหาคำตอบของ โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับ ความยาว รอบรูปของรูปสี่เหลี่ยมและ	รูปเรขาคณิตสองมิติ - ความยาวรอบรูปของรูปสี่เหลี่ยม

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
	พื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน และรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน	- พื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมด้านขนานและรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน - การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับความยาวรอบรูปของรูปสี่เหลี่ยมและพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมด้านขนานและรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน

ตาราง 2 แสดงสาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต มาตรฐาน ค 2.2 เข้าใจและวิเคราะห์รูปเรขาคณิต สมบัติของรูปเรขาคณิต ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิต และทฤษฎีบททางเรขาคณิต และนำไปใช้

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ป.5	2.จำแนกรูปสี่เหลี่ยมโดยพิจารณาจากสมบัติของรูป 3.สร้างรูปสี่เหลี่ยมชนิดต่าง ๆ เมื่อกำหนดความยาวของด้านและขนาดของมุมหรือเมื่อกำหนดความยาวของเส้นทแยงมุม	รูปเรขาคณิตสองมิติ - ชนิดและสมบัติของรูปสี่เหลี่ยม - การสร้างรูปสี่เหลี่ยม

5. คำอธิบายรายวิชา

คำอธิบายรายวิชาพื้นฐาน

ค 15101 คณิตศาสตร์ 5

ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

สัปดาห์ วิเคราะห์ สังเคราะห์ อธิบาย และฝึกแก้ปัญหาในสาระต่อไปนี้

การเปรียบเทียบเศษส่วนและจำนวนคละ การบวก การลบเศษส่วนและจำนวนคละ การคูณ การหาร ของเศษส่วนและจำนวนคละ การบวก ลบ คูณ หารระคนของเศษส่วนและจำนวนคละ การแก้โจทย์ปัญหา เศษส่วนและจำนวนคละ

ความสัมพันธ์ระหว่างเศษส่วนและทศนิยม ค่าประมาณของทศนิยมไม่เกิน 3 ตำแหน่ง ให้เป็นจำนวนเต็มหน่วย ทศนิยม 1 ตำแหน่ง และ 2 ตำแหน่ง การใช้เครื่องหมาย $\approx$ การประมาณผลลัพธ์ของการบวก การลบ การคูณ การหารทศนิยม การคูณทศนิยม การหารทศนิยม ความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยความยาวเซนติเมตรกับมิลลิเมตร เมตรกับเซนติเมตร กิโลเมตรกับเมตร ความสัมพันธ์

ระหว่างหน่วยน้ำหนัก กิโลกรัมกับกรัม ความสัมพันธ์ระหว่าง หน่วยความยาว เซนติเมตรกับมิลลิเมตร เมตรกับเซนติเมตร กิโลเมตรกับเมตร การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับ ความยาวและน้ำหนักโดยใช้ความรู้เกี่ยวกับทศนิยมและการเปลี่ยนหน่วย

การแก้โจทย์ปัญหาโดยใช้บัญญัติไตรยางศ์ การอ่านและการเขียนร้อยละหรือเปอร์เซ็นต์ การแก้โจทย์ ปัญหาร้อยละ

เส้นตั้งฉากและสัญลักษณ์แสดงการตั้งฉาก เส้นขนานและสัญลักษณ์แสดงการขนาน การสร้างเส้นขนาน มุมแย้ง มุมภายในและมุมภายนอกที่อยู่บนข้างเดียวกันของเส้นตัดขวาง ชนิดและสมบัติของรูปสี่เหลี่ยม การสร้างรูปสี่เหลี่ยม ความยาวรอบรูปของรูปสี่เหลี่ยม พื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยม ด้านขนานและรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับความยาวรอบรูปและพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน และรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน

ลักษณะและส่วนต่าง ๆ ของปริซึม ปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากและความจุของภาชนะทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ความสัมพันธ์ระหว่าง มิลลิลิตร ลิตร ลูกบาศก์เซนติเมตร และ ลูกบาศก์เมตร การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับ ปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากและความจุของภาชนะทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก

การอ่านและการเขียนแผนภูมิแท่ง การอ่านกราฟเส้น

โดยจัดประสบการณ์ที่หลากหลาย ได้แก่ หลักการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่นักเรียนเป็นศูนย์กลาง (student-centered learning), การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education), การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project-based learning), แนวการพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ การพัฒนาทักษะและกระบวนการแก้ปัญหา การพัฒนาทักษะและกระบวนการสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ การพัฒนาทักษะและกระบวนการเชื่อมโยง การพัฒนาทักษะและกระบวนการให้เหตุผล และการพัฒนาทักษะและกระบวนการคิดสร้างสรรค์, วิธีสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การอุปนัย (Induction), วิธีสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การนิรนัย (Deduction) และแนวคิดการศึกษาคณิตศาสตร์ที่เชื่อมโยงกับชีวิตจริง (Realistic Mathematics Education: RME) มีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ รวมทั้งมีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ ส่งเสริมความมีวินัย ใฝ่เรียนรู้ มุ่งมั่นในการทำงาน และซื่อสัตย์สุจริต

การวัดและประเมินผล เน้นการวัดและประเมินผลเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ ด้วยวิธีการที่หลากหลาย โดยให้สอดคล้องกับบริบท และเป็นไปตามมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด รหัสตัวชี้วัด

ค 1.1 ป.5/1, ป.5/2, ป.5/3, ป.5/4, ป.5/5, ป.5/6, ป.5/7, ป.5/8, ป.5/9

ค 2.1 ป.5/1, ป.5/2, ป.5/3, ป.5/4

ค 2.2 ป.5/1, ป.5/2, ป.5/3, ป.5/4

- ค 3.1 ป.5/1, ป.5/2
รวมทั้งหมด 19 ตัวชี้วัด
6. โครงสร้างหน่วยการเรียนรู้

ตาราง 3 แสดงหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม รายวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

หน่วยที่	ชื่อเรื่อง	มาตรฐานการเรียนรู้/ ตัวชี้วัด	เวลา (ชั่วโมง)
7 รูป สี่เหลี่ยม	ชนิดและสมบัติของรูปสี่เหลี่ยม	ค 2.2 ป.5/2	2
	การสร้างรูปสี่เหลี่ยม	ค 2.2 ป.5/3	2
	พื้นที่และความยาวรอบรูปของรูป สี่เหลี่ยมด้านขนานและรูปสี่เหลี่ยม ขนมเปียกปูน	ค 2.1 ป.5/4	3
	การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับความ ยาวรอบรูปของรูปสี่เหลี่ยมและ พื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมด้านขนานและ รูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน	ค 2.1 ป.5/4	3

การจัดการเรียนรู้ตามแบบ Concrete - Pictorial – Abstract (CPA)

ผู้วิจัยได้ศึกษาการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามแบบ Concrete - Pictorial - Abstract : CPA ที่เริ่มต้นจากประเทศสิงคโปร์ในช่วงคริสต์ราช 1980 (Leong, Ho and Cheng, 2015) โดยนักวิจัยได้กล่าวถึงการเรียนรู้ตามแบบ CPA โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ความเป็นมาของการจัดการเรียนรู้แบบ CPA

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2562) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ CPA มีที่มาจากประเทศสิงคโปร์ที่ใช้แก้ปัญหาให้นักเรียนกลุ่มที่มีปัญหาด้านการเรียนรู้หรือทำอะไรที่สอนไปไม่ค่อยได้ ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้จากการทดลองสอนด้วยการจัดการเรียนรู้ด้วย CPA กับการสอบวัดผล PISA ปรากฏว่าพัฒนาผลสัมฤทธิ์ของการสอบ PISA อยู่ในระดับต้น ๆ ซึ่งถือว่าวิธีนี้เป็นวิธีที่ได้ผล อีกทั้งยังถูกนำไปใช้อีกหลาย ๆ ประเทศทั่วโลก โดยการจัดการเรียนรู้ CPA มีแนวความคิดที่ว่า มนุษย์ของเรานั้นถูกพัฒนาให้เรียนรู้จากของจริงที่จับต้องได้ด้วยการสัมผัสจากประสาทสัมผัสทั้งห้า ได้แก่ การได้ยิน การมองเห็น การลิ้มรส การได้กลิ่น และการสัมผัสเคลื่อนไหวจนทำให้นักเรียนมีความรู้และเข้าใจไปถึงแก่นของสิ่งที่จะเรียนรู้ ซึ่งในที่นี้ก็คือแก่นของคณิตศาสตร์

สุภาภรณ์ พรหมภาศ และสิรินภา กิจเกื้อกูล (2563) กล่าวว่า CPA เป็นวิธีการสอนในประเทศสิงคโปร์ระดับประถมศึกษาเพื่อพัฒนานิคมิตทางคณิตศาสตร์เบื้องต้น เป็นการเรียนที่ให้นักเรียนสัมผัสกับคณิตศาสตร์ผ่านสิ่งที่ป็นรูปธรรม สามารถสร้างแรงจูงใจให้กับนักเรียนและมองว่าคณิตศาสตร์เป็นเรื่องใกล้ตัว ทำให้นักเรียนมองภาพออกและมีนิคมิตทางคณิตศาสตร์สามารถนำความรู้ประยุกต์ใช้ได้

สุพัตรา เนาวิพร (2566) กล่าวว่า CPA เป็นวิธีการสอนในประเทศสิงคโปร์ที่ถูกพัฒนาจากแนวคิดของบรูเนอร์ นักการศึกษาได้นำวิธีการสอนแบบ CPA ใช้ในการแก้ปัญหาให้นักเรียนกลุ่มที่มีปัญหาการเรียนรู้อัตถะระดับประถมศึกษา ในปี 1979 และปี 1980 ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ของการสอบ PISA พัฒนาขึ้นมามีอยู่ในระดับต้น ๆ ของประเทศที่เข้าสอบทั้งหมด

การศึกษาและวิเคราะห์ความหมายของการจัดการเรียนรู้ตามแบบ CPA ข้างต้น ผู้วิจัยสรุปได้ว่า CPA เป็นวิธีการสอนในประเทศสิงคโปร์ที่ถูกพัฒนาจากแนวคิดของบรูเนอร์ มาใช้แก้ปัญหาให้นักเรียนกลุ่มที่มีปัญหาการเรียนรู้อัตถะระดับประถมศึกษา โดยการจัดการเรียนรู้ CPA มีการเรียนรู้ของมนุษย์ควรเริ่มจากสิ่งที่จับต้องได้แล้วค่อยเชื่อมโยงไปสู่ความคิดเชิงนามธรรม ผ่านกระบวนการรับรู้จาก ประสบาสัมผัสทั้งห้า ได้แก่ การได้ยิน การมองเห็น การลิ้มรส การได้กลิ่น และการสัมผัส เคลื่อนไหวจนทำให้นักเรียนมีความรู้และเข้าใจถึงแก่นของสิ่งที่จะเรียนรู้ ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ของการสอบ PISA พัฒนาขึ้นมามีอยู่ในระดับต้น ๆ ของประเทศที่เข้าสอบทั้งหมด

2. ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบ CPA

Ministry of Education Singapore (2013) ได้ให้ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแบบ CPA ไว้ว่า เป็นแนวทางการสอนช่วยในการวางแผนการจัดการเรียนรู้ที่มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาความเข้าใจและมนทัศน์ในคณิตศาสตร์ของนักเรียน ประกอบด้วยขั้นตอนการสอน 3 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นการสอนเชิงรูปธรรม (Concrete) เป็นการนับวัตถุที่เป็นรูปธรรมสามารถจับต้องได้จริง โดยเริ่มจากการให้นักเรียนได้ลงมือกับสิ่งของการสัมผัสด้วยตนเองและเมื่อนักเรียนคุ้นเคยแล้วจึงให้นักเรียนนับสิ่งของโดยไม่ต้องสัมผัสสิ่งของนั้น

ขั้นที่ 2 ขั้นการสอนเชิงรูปภาพ (Pictorial) หลังจากนักเรียนเชี่ยวชาญในมนทัศน์ที่เป็นเชิงรูปธรรมแล้วให้นักเรียนใช้รูปภาพแทนสิ่งของจริงในขั้นการสอนเชิงรูปธรรม

ขั้นที่ 3 ขั้นการสอนเชิงนามธรรม (Abstract) เป็นการใช้สัญลักษณ์ที่เป็นตัวแทนของสิ่งของ เช่น ตัวเลข ในขั้นการสอนเชิงรูปภาพ

Wong (2015) อ้างถึงใน สุพัตรา เนาวิพร (2566) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ตามแบบ CPA มีต้นกำเนิดจากประเทศสิงคโปร์ โดยใช้ทฤษฎีของบรูเนอร์เป็นฐานในการพัฒนาโครงสร้างของหลักสูตรคณิตศาสตร์ ทั้งนี้ก็ศึกษาได้สรุปขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ตามแบบ CPA ไว้ 3 ขั้นตอน ที่สัมพันธ์กันอย่างเป็นลำดับ ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นการสอนเชิงรูปธรรม (Concrete) เป็นขั้นการเรียนรู้กับประสบการณ์ที่เป็นรูปธรรม โดยในขั้นนี้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กับวัตถุที่จับต้องได้ที่มีความเกี่ยวข้องกับความรู้ทางคณิตศาสตร์มากกว่าการสาธิตของครู เช่น การพับกระดาษ การตัดกระดาษ การวัด

ขั้นที่ 2 ขั้นการสอนเชิงรูปภาพ (Pictorial) เป็นขั้นการเรียนรู้ซึ่งใช้รูปภาพหรือแผนภาพที่เป็นตัวแทนของวัตถุที่จับต้องได้จากขั้นการสอนเชิงรูปธรรม โดยรูปภาพหรือแผนภาพที่ใช้สามารถแบ่งเป็น 2 ประเภท ได้แก่

ประเภทที่ 1 ความหมายโดยตรง (Literal) หมายถึง การวาดรูปภาพซึ่งเลียนแบบวัตถุจริง เช่น วาดภาพแอปเปิล 5 ผล แทนแอปเปิลจริง 5 ผล

ประเภทที่ 2 ความหมายเชิงสัญลักษณ์ (Iconic) หมายถึง การวาดภาพซึ่งเป็นสัญลักษณ์เพื่อแทนวัตถุจริงหรือแทนแนวคิดทางคณิตศาสตร์ เช่น การวาดภาพจุด 5 จุด แทนแอปเปิล 5 ผล หรือการวาดภาพรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสในเนื้อหาเรขาคณิต ซึ่งมีการใช้สัญลักษณ์ขีดเพื่อแสดงความเท่ากันของด้านทั้งสี่ และใช้สัญลักษณ์เพื่อแสดงมุมฉากทั้งสี่มุม

ขั้นที่ 3 ขั้นการสอนเชิงนามธรรม (Abstract) เป็นขั้นการใช้สัญลักษณ์เพื่อเป็นตัวแทนทางคณิตศาสตร์ สัญลักษณ์ที่ต่างกันอาจหมายถึงสิ่งเดียวกัน เช่น $2x$, $x + x$ ในขณะเดียวกันสัญลักษณ์ที่เหมือนกันอาจมีความหมายที่แตกต่างกันไปตามบริบท เช่น (4, 6) อาจหมายถึงตัวหารร่วมของ 4 และ 6 หรือหมายถึงคู่อันดับที่มีสมาชิกตัวหน้าเป็น 4 และสมาชิกตัวหลังเป็น 6

มนัส พรหมณี (2563) กล่าวว่า การจัดเรียนรู้ตามแบบ CPA หมายถึง กระบวนการสอนที่มี 3 ระดับ ได้แก่ Concrete Pictorial Abstract ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นการสอนเชิงรูปธรรม (Concrete) ขั้นตอนที่มุ่งเน้นให้นักเรียนเกิดการฝึกฝนเพื่อเพิ่มพูนองค์ความรู้ที่เป็นนามธรรมผ่านสิ่งที่เป็นรูปธรรม (รูปธรรมคือสิ่งที่จับต้องได้ คือ บอร์ด การคิดร้อยละหรือเปอร์เซ็นต์) โดยสิ่งที่เป็นรูปธรรมนั้นจะถูกออกแบบมาเพื่อเป็นตัวช่วยในการนำพานักเรียนไปสู่การฝึกองค์ความรู้แบบนามธรรมในที่สุด

ขั้นที่ 2 ขั้นการสอนเชิงรูปภาพ (Pictorial) ขั้นตอนที่มุ่งเน้นให้นักเรียนฝึกฝนเพื่อเพิ่มพูนองค์ความรู้ที่เป็นนามธรรมผ่านการสร้างสิ่งแทนสิ่งที่เป็นรูปธรรม (รูปภาพ, รูปวาด เป็นต้น) ทั้งนี้ระดับนี้จะเป็นขั้นที่ต่อเนื่องมาจาก Concrete โดยความเชื่อว่าการเรียนรู้ได้ผ่านการเรียนรู้จากสิ่งที่เป็นรูปธรรม แล้วนั้นนักเรียนจะเกิดประสบการณ์เกี่ยวกับสิ่งที่ต้องการศึกษาอยู่ระดับนี้ เพื่อให้เกิดความคล่องตัวและเหมาะสมในการเรียน การสร้างองค์ความรู้ผ่านสิ่งที่นำมาแทนสิ่งที่เป็นรูปธรรมจริงจะสามารถต่อยอดให้ไปเรียนไปถึงขั้นต่อไปได้อย่างง่าย

ขั้นที่ 3 ขั้นการสอนเชิงนามธรรม (Abstract) ขั้นตอนที่มุ่งเน้นให้นักเรียนลดการใช้สิ่งที่เป็นรูปธรรม และสิ่งแทนสิ่งที่เป็นรูปธรรมซึ่งมุ่งเน้นให้ประสบการณ์ที่ถูกสั่งสมมาจากระดับ Concrete และระดับ Pictorial เป็นตัวขับเคลื่อนให้นักเรียนสามารถคิดออกมาในลักษณะที่เป็น

นามธรรมได้เลย ทั้งนี้การที่นักเรียนจะดำเนินมาถึงขั้นนี้นั้นจำเป็นอย่างยิ่งที่จะพัฒนาสองระดับก่อนหน้าให้ชัดเจน โดยเมื่อมาถึงขั้นสุดท้ายแล้วก็ไม่ได้หมายความว่านักเรียนจะลืมนามธรรมสองชั้นแรกแต่อย่างใด หากแต่ว่าสองระดับนั้นจะถูกสะสมเป็นประสบการณ์ในการเรียนรู้

ณัฐวุฒิ โชติวิญญู, ญาณิน กองทิพย์ และธีรศักดิ์ ฉลาดการณ์ (2565) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ตามแบบ CPA หมายถึง วิธีการสอนที่มุ่งสร้างโน้ตทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ผ่านการเชื่อมโยงเนื้อหาจากขั้นหนึ่งไปสู่อีกขั้นหนึ่ง ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นการสอนเชิงรูปธรรม (Concrete) เป็นการสอนผ่านการอธิบายโดยใช้วัตถุที่จับต้องได้

ขั้นที่ 2 ขั้นการสอนเชิงรูปภาพ (Pictorial) เป็นการสอนที่มีวัตถุประสงคเพื่อเชื่อมโยงความรู้จากขั้นการสอนเชิงรูปธรรมให้เป็นรูปภาพหรือภาพวาด

ขั้นที่ 3 ขั้นการสอนเชิงนามธรรม (Abstract) เป็นการสอนคณิตศาสตร์ โดยใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์

สมฤทัย หอมวงศ์ (2566) การจัดการเรียนรู้ตามแบบ CPA หมายถึง การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้อุปกรณ์และภาพ เพื่อสร้างความเข้าใจของนักเรียนจากรูปธรรมสู่นามธรรม ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ได้แก่

ขั้นที่ 1 ขั้นการสอนเชิงรูปธรรม เป็นการวาดภาพเลียนแบบวัตถุจริง

ขั้นที่ 2 ขั้นการสอนเชิงรูปภาพ เป็นการแปลงภาพจากขั้นการสอนเชิงรูปธรรมเป็นสัญลักษณ์แทนวัตถุจริง

ขั้นที่ 3 ขั้นการสอนเชิงนามธรรม เป็นการแปลงสัญลักษณ์จากการสอนเชิงรูปภาพให้เป็นสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ หรือสัญลักษณ์แสดงลักษณะที่เท่ากัน

การศึกษาและวิเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแบบ CPA ข้างต้นผู้วิจัยสรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้ตามแบบ CPA หมายถึง การจัดการเรียนรู้ โดยเน้นการพัฒนาความเข้าใจของนักเรียน ผ่านจากรูปธรรมสู่สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยแบ่งการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางของ Ministry of Education Singapore และ มนัส พรหมณี ออกเป็น 3 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นการสอนเชิงรูปธรรม (Concrete) คือ เป็นขั้นตอนที่มุ่งเน้นให้นักเรียนฝึกฝนและเพิ่มพูนองค์ความรู้ที่เป็นนามธรรมผ่านการใช้สิ่งที่เป็นรูปธรรม คือ กระดานเรขาคณิตและสื่อของจริง ซึ่งรูปธรรมเหล่านี้ถูกออกแบบมาเพื่อเป็นเครื่องมือช่วยนำพานักเรียนไปสู่การเข้าใจแนวคิดที่ซับซ้อนและนามธรรมในที่สุด 2) ขั้นการสอนเชิงรูปภาพ (Pictorial) คือ เป็นขั้นตอนที่มุ่งเน้นให้นักเรียนฝึกฝนเพื่อเพิ่มพูนองค์ความรู้ที่เป็นนามธรรมผ่านการสร้างสิ่งแทนสิ่งที่เป็นรูปธรรมโดยวาดภาพลงกระดาษกราฟ (รูปวาด) และเล่นกระดานเรขาคณิต ทั้งนี้หลังจากนักเรียนเชี่ยวชาญในโน้ตทัศน์ที่เป็นเชิงรูปธรรมแล้วให้นักเรียนใช้รูปภาพแทนสิ่งของจริง และ 3) ขั้นการสอนเชิงนามธรรม (Abstract) คือ เป็นขั้นตอนที่

มุ่งเน้นให้นักเรียนลดการพึ่งพาสื่อของจริงหรือภาพวาด และใช้ความเข้าใจที่เกิดจากประสบการณ์ในชั้นก่อนหน้า (รูปธรรมและภาพวาด) เป็นพื้นฐานในการคิดและถ่ายทอดความรู้ทางคณิตศาสตร์ในรูปแบบนามธรรม ได้แก่ สูตร กฎ นิยาม หรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์

3. ประโยชน์ของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแบบ CPA

Witzel (2005) กล่าวว่า การที่นักเรียนได้มีปฏิสัมพันธ์กับจับวัตถุอันเป็นส่วนหนึ่งของการเรียนรู้อิงรูปธรรมทำให้นักเรียนเข้ารหัส (Encode) และค้นคืน (Retrieve) ข้อมูลได้จากการเรียนรู้ผ่านประสาทสัมผัสที่หลากหลาย นักเรียนจึงจดจำสิ่งที่เรียนได้ดีและเมื่อนักเรียนประสบปัญหาในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ซึ่งเป็นนามธรรม นักเรียนสามารถใช้ความรู้ในขั้นรูปธรรมและเชิงรูปภาพเพื่อช่วยในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้

การจัดการเรียนรู้ตามแบบ CPA เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ใช้สื่อที่จับต้องได้ (Manipulatives) ซึ่งเป็นไปตามหลักการการสอนคณิตศาสตร์ จะช่วยให้นักเรียนมีความสามารถในการใช้ตัวแทนที่หลากหลาย (Multiple Representation) ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจเชิงสัมพันธ์ (Relational Understanding) ซึ่งมีประโยชน์ต่อการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียน (Van de Walle, Karp and Bay-Williams, 2010) ดังนี้

1) ลดการจำ (Less Remember) หากนักเรียนขาดความเข้าใจเชิงสัมพันธ์จะทำให้ นักเรียนจดจำข้อมูลต่าง ๆ เช่น นิยาม กฎ ทฤษฎีบท เป็นเรื่อง ๆ โดยขาดการเชื่อมโยง

2) เพิ่มความคงทนในการเรียนรู้และการเรียกคืน (Increased Retention and Recall) แม้นักเรียนไม่สามารถเรียกคืนเนื้อหาได้ แต่นักเรียนมีความเข้าใจเชิงสัมพันธ์ ทำให้นักเรียนอาจเรียกคืนเนื้อหานั้นได้ โดยอาศัยการเรียกคืนเนื้อหาอื่นที่สัมพันธ์กัน เช่น นักเรียนอาจเรียกคืนสูตรการพื้นที่ผิวของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก จากการทราบว่ารูปคลี่ของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก คือรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก 6 รูป ซึ่งเหมือนกันเป็นคู่ ๆ

3) เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหา (Enhanced Problem-Solving Abilities) หากนักเรียนมีความเข้าใจเชิงสัมพันธ์ สามารถเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างสถานการณ์และบริบทได้ ย่อมทำให้นักเรียนสามารถเลือกใช้วิธีการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหาได้

4) พัฒนาทัศนคติและความเชื่อ (Improved Attitudes and Beliefs) ที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์ เมื่อนักเรียนเห็นว่าความรู้คณิตศาสตร์หลายเรื่องมีความสัมพันธ์กันและมีความหมาย นักเรียนจึงมีแนวโน้มที่จะพยายามในการเรียนคณิตศาสตร์มากขึ้น

Flores (2010) กล่าวว่า ประโยชน์ของการเรียนรู้ตามแบบ CPA มีดังนี้

1) ให้นักเรียนมีทางโครงสร้างและแนวคิดทางคณิตศาสตร์

2) นักเรียนสามารถสร้างการเชื่อมต่อที่ดีขึ้นเมื่อเคลื่อนผ่านระดับความเข้าใจจากรูปธรรมไปสู่นามธรรม

3) ทำให้นักเรียนทุกคนสามารถเข้าถึงการเรียนรู้ได้ (รวมถึงนักที่มีความบกพร่องทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์)

4) มีการเรียนการสอนอย่างชัดเจนโดยใช้วิธีการหลายทางประสาทสัมผัส

5) มีแนวทางการออกแบบที่เป็นสากลเพื่อการเรียนรู้

6) การวิจัยได้พิสูจน์แล้วว่าวิธีนี้มีประสิทธิภาพ

7) สามารถใช้งานในทุกระดับชั้นตั้งแต่ระดับต้นไปจนถึงระดับมัธยม

8) สอดคล้องกับมาตรฐานของ NCTM

9) ช่วยให้นักเรียนเรียนรู้แนวคิดก่อนการเรียนรู้กฎหรือทฤษฎี

10) สามารถใช้ในกลุ่มเล็กหรือทั้งชั้นเรียนได้จากความประโยชน์ของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

การศึกษาและวิเคราะห์ประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้ตามแบบ CPA ข้างต้น ผู้วิจัยสรุปได้ว่า ประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้ตามแบบ CPA เป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้ที่สามารถสร้างความเข้าใจจากอุปสรรคไปสู่ความสำเร็จ ทำให้นักเรียนทุกคนสามารถเข้าถึงการเรียนรู้ได้ซึ่งช่วยพัฒนาทัศนคติที่ดีต่อการเรียนคณิตศาสตร์ และการประยุกต์ใช้ในระดับการศึกษาต่าง ๆ ซึ่งสอดคล้องกับมาตรฐานของ NCTM

4. ตัวอย่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบ CPA

Hui, Hoe and Lee (2017) กล่าวว่า กล่าวว่าการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามแบบ CPA ให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ประกอบไปด้วย 4 ขั้นตอน โดยยกตัวอย่างการสอนความหมายของเศษส่วนและเศษส่วนที่เท่ากัน ดังนี้

1) ขั้นแนะแนวทางอย่างละเอียด (Guided Explication) ในขั้นนี้ผู้สอนให้นักเรียนสำรวจและเรียนรู้วัตถุ เช่น ผู้สอนให้แผ่นสำหรับสอนเศษส่วนกับนักเรียน สาธิตวิธีการใช้งานและความหมายของแผ่น หลังจากนั้นอธิบายให้นักเรียนสังเกตพื้นที่แรเงา แล้วตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนโดยใช้คำถามกระตุ้น เช่น แผ่นสำหรับสอนเศษส่วนมีอะไรเหมือนกัน โดยแผ่นเศษส่วนนี้มีพื้นที่แรเงาเท่ากัน

2) ขั้นสำรวจเพื่อสร้างความคุ้นเคย (Exploratory Familiarization) ในขั้นนี้ให้นักเรียนคุ้นเคยกับแนวคิดทางคณิตศาสตร์และการใช้แผ่นสำหรับสอนเศษส่วน โดยผู้สอนยกตัวอย่าง กำหนดปัญหาเพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ศึกษาสื่อตามกิจกรรมที่ผู้สอนออกแบบไว้

3) ขั้นจัดระบบความรู้ (Knowledge Classification) ขั้นนี้ให้นักเรียนได้วิเคราะห์และแยกแยะความรู้ โดยผู้สอนใช้คำถามกระตุ้นเพื่อให้นักเรียนแสดงความคิดของตนเองออกมา เช่น แผ่นสำหรับสอนเศษส่วนทั้งสองมีพื้นที่แรเงาเท่ากันหรือไม่ พิจารณาสองถาดนั้นเท่ากันแต่ทำไมการแบ่งส่วนของพิชชาถึงแตกต่างกัน

4) ขั้นแสดงมโนทัศน์ให้เป็นรูปธรรม (Concept Reification) ให้นักเรียนฝึกฝนใช้ภาพตัวแทนและใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ โดยผู้สอนจะประเมินการใช้ภาพตัวแทนและการแทนสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

Hoong, Kin and Pien (2015) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ตามแบบ CPA เรื่องการแยกตัวประกอบ โดยการจัดการเรียนรู้ประกอบไปด้วย 3 ขั้นตอน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้นักเรียนสามารถเข้าใจแนวคิดเรื่องการแยกตัวประกอบ ซึ่งเป็นเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ที่มีความเป็นนามธรรมสูง ผ่านการสร้างเชื่อมโยงจากประสบการณ์ที่จับต้องได้ ในการวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้ออกแบบกิจกรรมให้เริ่มต้นจากการใช้สื่อรูปธรรมโดยการใช้อบัตร AlgeCards เพื่อให้นักเรียนมองเห็นโครงสร้างของจำนวนหรือพหุนามที่สามารถแยกตัวประกอบได้ จากนั้นจึงพัฒนาไปสู่การใช้ภาพวาดหรือแบบจำลองเชิงภาพ เพื่อแสดงแนวคิดเดียวกันในระดับที่เป็นภาพแทน และท้ายที่สุดจึงนำเข้าสู่การใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ เช่น นิพจน์ทางพีชคณิต เพื่อให้นักเรียนสามารถเข้าใจแนวคิดในรูปแบบเชิงนามธรรมได้อย่างมีความหมาย ผลการศึกษพบว่า แนวทางการจัดการเรียนรู้แบบ CPA ช่วยให้นักเรียนเกิดความเข้าใจที่ชัดเจนและมีลำดับขั้น นักเรียนสามารถเชื่อมโยงระหว่างรูปธรรมกับนามธรรมได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในขั้นตอนของการแยกตัวประกอบ ซึ่งเดิมเป็นเรื่องที่นักเรียนมักจะเรียนรู้ผ่านการจำสูตรหรือกระบวนการเชิงกลเพียงอย่างเดียว แต่เมื่อได้เห็นภาพรวมตั้งแต่ของจริงไปจนถึงสัญลักษณ์ นักเรียนสามารถอธิบายเหตุผลเบื้องหลังการแยกตัวประกอบได้ด้วยตนเอง และมีความมั่นใจในการเรียนรู้มากขึ้น

การศึกษาและวิเคราะห์ตัวอย่างการจัดการเรียนรู้ตามแบบ CPA ข้างต้น ผู้วิจัยสรุปว่าการจัดการเรียนรู้ตามแบบ CPA เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ครูช่วยให้นักเรียนได้เห็นถึงการเรียนการสอนเริ่มจากรูปธรรมที่จับต้องได้ ไปสู่การใช้รูปภาพแทน และสุดท้ายจบลงด้วยการใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นแนวทางในการคิดวิเคราะห์และแก้ปัญหาจากสถานการณ์ต่าง ๆ เนื่องจากนักเรียนส่วนใหญ่เข้าใจรูปภาพมากกว่าโจทย์ปัญหา หากนักเรียนสามารถวิเคราะห์โจทย์ปัญหาเป็นรูปภาพได้ นักเรียนจะสามารถแก้ปัญหาได้

กระดานเรขาคณิต (Geoboard)

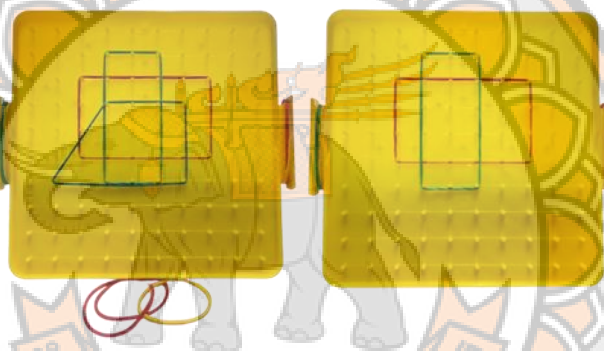
Geoboard สามารถเรียกเป็นชื่อภาษาไทยได้หลายรูปแบบ อาทิเช่น กระดานเรขาคณิต หรือที่บางครั้งเรียกว่า กระดานตะปู (Geoboard) ในงานวิจัยนี้จะใช้คำว่า กระดานเรขาคณิต เพื่อสื่อถึงเครื่องมือนี้ โดยมีจุดประสงค์เพื่อสร้างความเข้าใจที่ชัดเจนในเนื้อหาทางคณิตศาสตร์และส่งเสริมการคิดเชิงรูปธรรม

1. ลักษณะของกระดานเรขาคณิต (Geoboard)

จิรภา นุชทองม่วง (2558) ได้กล่าวถึง ลักษณะของกระดานเรขาคณิต ว่าเป็นแผ่นไม้ หรือแผ่นพลาสติก รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่มีการต่อหมุดหรือตะปูให้มีระยะห่างเท่า ๆ กัน และใช้ยางรัดที่ หัวตะปูเพื่อสร้างรูป เพื่อเป็นอุปกรณ์ในการเรียนการสอนในวิชาคณิตศาสตร์ เช่น การหาพื้นที่ของรูป เหลี่ยมต่าง ๆ การแปลงทางเรขาคณิต

Sibiya (2020) ได้กล่าวถึง ลักษณะของกระดานเรขาคณิต ว่าเป็นกระดานที่มีหมุดหรือ ตะปูซึ่งสามารถใช้ยางรัดหรือเชือกสร้างรูปทรงเรขาคณิตต่าง ๆ ได้ กระดานเรขาคณิตนี้ทำจาก ไม้บาง ๆ หรือพลาสติก

การศึกษาและวิเคราะห์ลักษณะของกระดานเรขาคณิตที่กล่าวมาในข้างต้น ผู้วิจัยสรุปได้ ว่า แผ่นกระดานพลาสติกหรือแผ่นไม้ ที่มีหมุดหรือตะปูเรียงกันในรูปแบบตาราง นักเรียนสามารถใช้ ยางรัดในการสร้างรูปเรขาคณิตต่าง ๆ ได้ ดังภาพ 1



ภาพ 1 ลักษณะรูปร่างของกระดานเรขาคณิต

2. ประโยชน์ของกระดานเรขาคณิต (Geoboard)

จิรภา นุชทองม่วง (2558) ได้กล่าวถึง ประโยชน์ของกระดานเรขาคณิต ว่าเป็นสื่อ การเรียนการสอนที่จัดทำขึ้นได้ง่าย และยังใช้เป็นสื่อการสอนคณิตศาสตร์ได้หลากหลายเรื่อง เช่น การหาพื้นที่ และการหาความยาวรอบรูปหลายเหลี่ยม พีธากอรัส เศษส่วน การแปลงทางเรขาคณิต กราฟ คู่อันดับ เป็นต้น

Sibiya (2020) ได้กล่าวถึง ประโยชน์ของกระดานเรขาคณิต เป็นเครื่องมือที่ช่วยพัฒนา ความเข้าใจเชิงแนวคิดเกี่ยวกับเรขาคณิต ตัวอย่าง เช่น กระดานเรขาคณิตช่วยให้นักเรียนคำนวณเส้น รอบวงและพื้นที่ของรูปทรงต่าง ๆ อาทิเช่น วงกลมหรือรูปสี่เหลี่ยม

การศึกษาและวิเคราะห์ประโยชน์ของกระดานเรขาคณิต ที่กล่าวมาในข้างต้น ผู้วิจัยสรุป ได้ว่า กระดานเรขาคณิตเป็นสื่อการสอนที่ช่วยพัฒนาความเข้าใจเชิงแนวคิดเกี่ยวกับเรขาคณิต

นักเรียนสามารถใช้กระดานเรขาคณิต เพื่อสร้างรูปทรงต่าง ๆ เช่น วงกลมและรูปหลายเหลี่ยม รวมถึงคำนวณพื้นที่และเส้นรอบรูปได้

3. ตัวอย่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระดานเรขาคณิต (Geoboard)

Anaeché & Ezeamaenyi (2019) ได้กล่าวถึง การจัดการเรียนรู้โดยใช้กระดานเรขาคณิต คือ กระดานเรขาคณิต ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นในแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่เลือกสรรใน Ideato North, รัฐ Imo, ประเทศไนจีเรีย พบว่าในการสอนการใช้กระดานเรขาคณิต เพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนในการระบุและแยกแยะรูปหลายเหลี่ยม และในการอธิบายและระบุจุดพิกัด ช่วยเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้ดีกว่าการสอนและการเรียนแบบเดิม นอกจากนี้ยังพบว่าเพศไม่มีผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญต่อผลการเรียนของนักเรียนเมื่อสอนด้วยกระดานเรขาคณิต ดังนั้น ได้มีข้อเสนอแนะว่าครูคณิตศาสตร์ควรรวมกระดานเรขาคณิต เข้ากับการสอนแนวคิดต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์

Freire et al. (2018) การจัดการเรียนรู้โดยใช้กระดานเรขาคณิต เป็นการใช้กระดานเรขาคณิต ในการสอนเรขาคณิต: การคำนวณพื้นที่และเส้นรอบรูป พบว่า การใช้กระดานเรขาคณิต ช่วยเพิ่มความสนใจและประสิทธิผลในการเรียนรู้ของนักเรียน และนักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนการสอนอย่างมีประสิทธิภาพและแสดงความก้าวหน้าในด้านผลการเรียน นอกจากนี้การใช้กระดานเรขาคณิต ยังทำให้การเรียนการสอนเรขาคณิตมีความน่าสนใจและเข้าใจง่ายขึ้นสำหรับนักเรียน และการใช้วัสดุที่เป็นรูปธรรมที่สามารถจับต้องได้ เช่น กระดานเรขาคณิต สามารถเป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิผลในการสอนเรขาคณิต เพราะช่วยเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับประสบการณ์จริงและพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาให้กับนักเรียนได้ดีขึ้น

การศึกษาและวิเคราะห์ตัวอย่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระดานเรขาคณิต ข้างต้น ผู้วิจัยสรุปว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้กระดานเรขาคณิต เป็นเครื่องมือที่ช่วยเพิ่มความสนใจและประสิทธิผลในการสอนเรขาคณิต เพราะช่วยเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับประสบการณ์จริงและพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาให้กับนักเรียนได้ดีขึ้น ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้ดีกว่าการสอนและการเรียนแบบเดิม

ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

1. ความหมายของความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

NCTM (2000) กล่าวว่า ความหมายของการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์คือ การเชื่อมโยงหมายถึง การผสมผสานแนวคิดที่มีความเกี่ยวข้องกันให้รวมเป็นองค์ประกอบเดียวกัน ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ประเด็น ได้แก่การเชื่อมโยงภายในวิชา ที่เป็นการนำเนื้อหาภายในวิชาเดียวกันที่เกี่ยวข้องกันมาเชื่อมโยงกัน เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย และการเชื่อมโยงระหว่างวิชา ที่เป็นการรวม

เนื้อหาตั้งแต่ 2 สาขาวิชาขึ้นไป ในหัวเรื่องที่สามารถทำให้ความรู้สัมพันธ์กัน ทำให้มีความเข้าใจและทักษะในวิชาต่าง ๆ เกิดการเรียนรู้สามารถประยุกต์ใช้กับชีวิตจริง

Nordheimer (2011) กล่าวว่า ความหมายของการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ว่าเป็น การบูรณาการระหว่างองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ นำไปสู่การได้มาของเครื่องมือที่มีประโยชน์เพื่อสนับสนุนครูให้สามารถสร้างความเชื่อมโยงให้เกิดขึ้นกับนักเรียนได้ โดยอาจเป็นบูรณาการระหว่างวิชาคณิตศาสตร์และชีวิตประจำวันของนักเรียนของนักเรียนหรือความสัมพันธ์กันระหว่างสาขาวิชาต่าง ๆ ในวิชาคณิตศาสตร์ เช่น เรขาคณิตและพีชคณิต

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555) กล่าวว่า การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เป็นกระบวนการที่อาศัยการคิดวิเคราะห์ และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ในการนำความรู้หลักการทางคณิตศาสตร์มาสร้างความสัมพันธ์อย่างเป็นเหตุเป็นผลระหว่างความรู้ และทักษะ/กระบวนการที่มีในเนื้อหาคณิตศาสตร์กับงานที่เกี่ยวข้องเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา และการเรียนรู้แนวคิดใหม่ที่มีความซับซ้อนขึ้น

เวชฤทธิ์ อังกะภักทรขจร (2556) กล่าวว่า ความหมายของการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ว่าความสามารถในการผสมผสานแนวคิดที่มีความเกี่ยวข้องกันภายในเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ คณิตศาสตร์กับศาสตร์สาขาวิชาอื่น หรือคณิตศาสตร์กับชีวิตจริงให้รวมเป็นองค์ประกอบเดียวกัน

อัมพร ม้าคนอง (2557) กล่าวว่า ความหมายของการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ว่าเป็น ความสามารถของนักเรียนในการสัมพันธ์ความรู้หรือปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เรียนมาเข้ากับความรู้ ปัญหา หรือสถานการณ์อื่น ๆ ที่ตนพบ

การศึกษาและวิเคราะห์ความหมายของความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ที่กล่าวมาในข้างต้น ผู้วิจัยสรุปได้ว่า ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการผสมผสานแนวคิดที่มีความเกี่ยวข้องกันการเชื่อมโยงภายในเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ คณิตศาสตร์กับศาสตร์สาขาวิชาอื่น หรือคณิตศาสตร์กับชีวิตจริงให้รวมเป็นองค์ประกอบเดียวกัน มาสร้างความสัมพันธ์อย่างเป็นเหตุเป็นผล นำไปสู่การแก้ปัญหา และการเรียนรู้แนวคิดใหม่ที่มีความซับซ้อนขึ้น

2. ความสำคัญของความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

NCTM (2000) กล่าวว่า หนังสือหลักการและมาตรฐานสำหรับคณิตศาสตร์ระดับโรงเรียนว่า การเชื่อมโยงต้องเป็นจุดเน้นที่สำคัญในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ พร้อมทั้งได้นำเสนอหลักการ และแนวคิดต่าง ๆ ที่มีความเกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในระดับโรงเรียน เพื่อส่งเสริมให้เกิดความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ โดยมีความเชื่อว่าจะทำให้การเรียนการสอนคณิตศาสตร์มีประสิทธิภาพดีขึ้น เพราะจะช่วยให้เด็กนักเรียนได้มีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาคณิตศาสตร์ได้ลึกซึ้งและยาวนานขึ้น สามารถสร้างความเข้าใจเนื้อหาเดิมได้มากขึ้น และ

นักเรียนจะได้รับความรู้คณิตศาสตร์ในลักษณะที่มีโครงสร้างของความสัมพันธ์ในเนื้อหาต่าง ๆ ทำให้นักการศึกษาทั่วโลกได้หันมาสนใจศึกษาการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ในทุกะดับของหลักสูตรคณิตศาสตร์

Dossey et al. (2002, อ้างถึงใน ศศิธร แม้นสงวน, 2556) กล่าวว่า การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนว่า นักเรียนที่สามารถเชื่อมโยงมโนคติทางคณิตศาสตร์ได้หลากหลายจะพัฒนาความเข้าใจในคณิตศาสตร์ได้มากยิ่งขึ้น การเชื่อมโยงทางให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหา และสามารถทำนายการอ้างเหตุผลทางคณิตศาสตร์ได้คล่องแคล่วขึ้น นอกเหนือจากการใช้เครื่องมืออื่น ๆ ในการแก้ปัญหา มโนคติ หรือเนื้อหาในวิชาคณิตศาสตร์ที่มีการเชื่อมโยง ช่วยให้นักเรียนมองคณิตศาสตร์แบบบูรณาการ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555) กล่าวว่า การส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ จะช่วยให้นักเรียนเห็นความสัมพันธ์ของ เนื้อหาต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์ และความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิดทางคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ ทำให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ได้ลึกซึ้ง และช่วยให้นักเรียนเห็นว่าคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีคุณค่า น่าสนใจ และสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตจริงได้

อัมพร ม้าคนอง (2554) กล่าวว่า การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เป็นสิ่งที่สะท้อนให้เห็นถึงการใช้งานของคณิตศาสตร์ในชีวิตจริงที่สามารถพบเห็นได้ทั่วไป การเชื่อมโยงมีความสำคัญและจำเป็นสำหรับการเรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างมีความหมาย (Meaningful learning) เนื่องจากการเชื่อมโยงจะช่วยให้นักเรียนเข้าใจคณิตศาสตร์ที่เรียนในห้องเรียนได้ดียิ่งขึ้น ตลอดจนมองเห็นความสำคัญ และคุณค่าของคณิตศาสตร์ในแง่ของการเป็นเครื่องมือที่เป็นประโยชน์ ที่สามารถนำไปใช้กับศาสตร์สาขาอื่นได้ ให้คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่น่าสนใจ ไม่ใช่เพียงวิชาที่เรียน ทฤษฎีบท กฎ สูตร นิยาม เพื่อใช้แก้ปัญหาคณิตศาสตร์เฉพาะในห้องเรียนอีกต่อไป ด้วยเหตุผลดังกล่าว ทักษะการเชื่อมโยงจึงถูกเน้นมากในการเรียนการสอนปัจจุบัน

การศึกษาและวิเคราะห์ความสำคัญของการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยสรุปได้ว่า ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์นั้น เป็นสิ่งสำคัญที่ช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาได้อย่างลึกซึ้งและยั่งยืน โดยการบูรณาการเนื้อหาคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และการประยุกต์ใช้ในชีวิตจริงทำให้นักเรียนเห็นคุณค่าและความสำคัญของคณิตศาสตร์ ซึ่งส่งผลให้การเรียนรู้มีความหมายและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

3. ลักษณะของความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

NCTM (2000) กล่าวว่า ลักษณะของการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ว่าสามารถแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ ดังต่อไปนี้

1. การเชื่อมโยงภายในวิชา เป็นการนำเนื้อหาภายในวิชาคณิตศาสตร์ไปสัมพันธ์ให้นักเรียนได้ประยุกต์ใช้ความรู้และทักษะไปใช้ในชีวิตจริง ช่วยให้นักเรียนสามารถทำความเข้าใจถึงความแตกต่างของเนื้อหาวิชาต่าง ๆ และทำให้การเรียนรู้ของนักเรียนมีความหมายยิ่งขึ้น

2. การเชื่อมโยงระหว่างวิชา เป็นการรวมเอาศาสตร์วิชาต่าง ๆ ตั้งแต่ 2 วิชาขึ้นไป ภายใต้หัวข้อเรื่องที่เกี่ยวข้องกัน ให้มาสัมพันธ์กัน เช่น วิชาคณิตศาสตร์กับวิชาวิทยาศาสตร์ เศรษฐศาสตร์สังคม กีฬา ศิลปะ ซึ่งเป็นการเรียนรู้โดยใช้ความรู้ความเข้าใจ และทักษะในวิชาต่าง ๆ มากกว่า 1 วิชาขึ้นไป จะช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่ลึกซึ้งและตรงตามสภาพจริง

Hau (1993) กล่าวว่า การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ จำแนกได้ 2 ลักษณะ ได้แก่ การเชื่อมโยงภายใน (internal connections) และ การเชื่อมโยงภายนอก (external connections)

1. การเชื่อมโยงภายใน (internal connections) อ้างอิงการใช้ประโยชน์ภายในเนื้อหา คณิตศาสตร์และจำแนกเป็น 4 ลักษณะ ดังนี้

1.1 การนำไปใช้ (applied) เป็นการประยุกต์ใช้เกี่ยวกับแนวคิดทางคณิตศาสตร์ในการพัฒนาในเรื่องความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ใหม่

1.2 โครงสร้าง (structural) เป็นการเชื่อมโยงในเชิงการจัดการเพื่อจะบรรยายแนวคิดและความคิดรวบยอดในสาขาให้เป็นระบบ

1.3 ความคิดรวบยอดและขั้นตอน (conceptual procedural) เป็นความสัมพันธ์ระหว่างทักษะและความคิดรวบยอด

1.4 ประวัติศาสตร์และวัฒนธรรม (historical/cultural) เป็นการเชื่อมโยงตามช่วงเวลา ซึ่งระบุบทบาทของประวัติศาสตร์และวัฒนธรรมในคณิตศาสตร์และผลที่เกิดขึ้นจากการกระตุ้น

2. การเชื่อมโยงภายนอก (external connections) อ้างอิงเพื่อใช้ในสาขาอื่น ที่นอกเหนือจากสาขาคณิตศาสตร์จำแนกออกเป็น สังคมศาสตร์ วิทยาศาสตร์ธรรมชาติผู้บริโภคที่เกี่ยวข้อง อาชีพเกี่ยวข้อง และชีวิตประจำวัน

อัมพร ม้าคอง (2553) กล่าวว่า การเชื่อมโยงอาจทำได้หลากหลาย แต่ที่นิยมทำในห้องเรียนคณิตศาสตร์มี 3 ลักษณะ ดังนี้

1. การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับคณิตศาสตร์ เป็นการเชื่อมโยงเนื้อหาสาระองค์ความรู้ หรือกระบวนการภายในคณิตศาสตร์ เช่น การเชื่อมโยงความรู้เรื่องเส้นจำนวน ระบบพิกัดฉาก คู่อันดับ กราฟ ความสัมพันธ์ และฟังก์ชัน

2. การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ เป็นการเชื่อมโยงความรู้หรือกระบวนการทางคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นในเรื่องที่เกี่ยวข้องกัน เช่น การเชื่อมโยงความรู้เรื่องสัญญาณวิทยุกับนาโนเทคโนโลยี และการแบ่งตัวของแบคทีเรีย

3. การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน เป็นการเชื่อมโยงความรู้หรือกระบวนการทางคณิตศาสตร์กับสิ่งที่เกิดขึ้นจริงในชีวิตประจำวัน เช่น การใช้ความรู้เรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัสอธิบายว่า การเดินทางลัดเป็นการเดินในระยะทางที่สั้นกว่าการเดินทางตามเส้นทางปกติ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555) กล่าวว่า การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ อาจจำแนกได้เป็น 2 ลักษณะ คือ

1. การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ เป็นการนำความรู้ ทักษะและกระบวนการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ไปสัมพันธ์กันอย่างเป็นเหตุเป็นผล ทำให้สามารถแก้ปัญหาได้หลากหลายวิธีหรือกะทัดรัดขึ้น และทำให้การเรียนการสอนคณิตศาสตร์มีความหมายสำหรับนักเรียนมากยิ่งขึ้นโดยมีการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ในด้านเนื้อหาสาระ ด้านการนำไปใช้ในชีวิต และด้านการประยุกต์ใช้วิธีการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

การเชื่อมโยงด้านเนื้อหาสาระทางคณิตศาสตร์ เช่น การเชื่อมโยงระหว่างสาระเรขาคณิตที่ประกอบไปด้วยทฤษฎีบท หรือสมบัติต่าง ๆ ที่จำเป็นต้องใช้การอ้างเหตุผลและแก้ปัญหา กับสาระพีชคณิตในการประยุกต์ใช้ความรู้เกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวในการหาคำตอบ การเชื่อมโยงระหว่างสาระจำนวนกับการวิเคราะห์ข้อมูลในการสำรวจข้อมูลต่าง ๆ ที่สนใจศึกษาและรวบรวมข้อมูลมานำเสนอในรูปแบบต่าง ๆ เช่น แผนภูมิรูปวงกลม ที่ต้องอาศัยความรู้เกี่ยวกับจำนวน เรื่องการคำนวณร้อยละ การคำนวณพื้นที่ต่าง ๆ ในแผนภูมิวงกลม

การเชื่อมโยงสาระทางคณิตศาสตร์กับการนำไปใช้ในชีวิต เช่น การคำนวณดอกเบี้ยเงินฝาก ที่ต้องอาศัยความรู้เรื่องอัตราส่วน ร้อยละ และเลขยกกำลัง

การเชื่อมโยงด้านวิธีการทางคณิตศาสตร์ เช่น การแก้ปัญหาเกี่ยวกับการหาพื้นที่ของรูปเรขาคณิตที่ไม่สามารถหาได้โดยใช้สูตรการหาพื้นที่โดยตรง จึงอาศัยความรู้เรื่องการแปลงทางเรขาคณิตเข้ามาช่วย หรือการแก้ปัญหาเกี่ยวกับการหาพื้นที่น้อยที่สุดหรือมากที่สุด ซึ่งอาจทำได้โดยอาศัยการหาคำตอบจากการแจกกรณีที่เป็นไปได้ทั้งหมด หรืออาศัยความรู้เรื่องความสัมพันธ์ในรูปแบบสมการกำลังสองและการวิเคราะห์กราฟของสมการกำลังสองในการแก้ปัญหา

2. การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ เป็นการนำความรู้และทักษะและกระบวนการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ไปสัมพันธ์กันอย่างเป็นเหตุเป็นผลกับเนื้อหาและความรู้ของศาสตร์อื่น ๆ เช่น วิทยาศาสตร์ ดาราศาสตร์ พันธุศาสตร์ จิตวิทยา และเศรษฐศาสตร์ ฯลฯ ทำให้นักเรียนได้เรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างน่าสนใจ มีความหมาย และเห็นความสำคัญของการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เช่น การเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในการคิดค้นหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เช่น สาขาฟิสิกส์ สาขาเคมี สาขาชีววิทยา และสาขาทางการแพทย์ การใช้คณิตศาสตร์ในเศรษฐศาสตร์ เช่น การวิเคราะห์การลงทุน การใช้คณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้และแก้ปัญหาทางเทคโนโลยี เช่น การวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์หรือสินค้าที่ผลิตจากวัสดุนาโน หรือ

เทคโนโลยีที่เรียกว่า “นาโนเทคโนโลยี” การใช้คณิตศาสตร์ในสถาปัตยกรรมศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์ เช่น ในการออกแบบคำนวณเกี่ยวกับโครงสร้างหรือชิ้นส่วนต่าง ๆ หรือการตรวจสอบผลที่ได้จากการทำงานในแต่ละขั้นตอนต่าง ๆ การใช้คณิตศาสตร์ในทางมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ เช่น การวิเคราะห์ตรวจสอบการใช้ภาษาในกรรมธรรม์ประกันภัย การใช้ทฤษฎีเกมมาวิเคราะห์ผลการเจรจาทางการค้า การเขียนภาพโดยใช้ความรู้ทางเรขาคณิตมาช่วยกำหนดลักษณะรูปร่าง และตำแหน่งของบุคคลหรือวัตถุในภาพ การใช้ตารางและกราฟกับการใช้สถิติในการวิเคราะห์ทางการกีฬา การสำรวจการกระจายของประชากร หรือการสำรวจความคิดเห็นทางการเมือง

จากการวิเคราะห์ลักษณะของการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยสรุปได้ว่า ลักษณะของการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ตามแนวคิดของอัมพร ม้าคนอง (2553) ดังนี้

1. การเชื่อมโยงภายในเนื้อหาคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการเชื่อมโยงหรือแสดงความสัมพันธ์ของการเชื่อมโยงเนื้อหาสาระ องค์ความรู้ หรือกระบวนการภายในคณิตศาสตร์ คือ นักเรียนสามารถวิเคราะห์ปัญหาและเชื่อมโยงหรือแสดงความสัมพันธ์ของการเชื่อมโยงเนื้อหาสาระองค์ความรู้ หรือกระบวนการภายในคณิตศาสตร์ โดยใช้ตัวเลข ภาษา และสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์

2. การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการเชื่อมโยง ความรู้หรือแสดงความสัมพันธ์ กระบวนการทางคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น คือ นักเรียนจะสามารถเชื่อมโยงหรือแสดงความสัมพันธ์ความรู้หรือกระบวนการทางคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ในเรื่องเดียวกันหรือเรื่องที่เกี่ยวข้องกันได้

3. การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการเชื่อมโยงหรือแสดงความสัมพันธ์ความรู้ กระบวนการทางคณิตศาสตร์กับสิ่งที่ใกล้ตัวหรือสิ่งที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน คือ นักเรียนจะสามารถเชื่อมโยงหรือแสดงความสัมพันธ์กับสิ่งที่ใกล้ตัวหรือสิ่งที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน ตลอดจนช่วยให้นักเรียนเห็นคุณค่า และสามารถนำไปใช้ในชีวิตจริงได้

4. การพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวทางการพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงในการนำไปใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้ ดังนี้

Miller (1991) กล่าวว่า แนวทางการพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ว่า การพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนโดยให้ครูพัฒนาด้านความคิดรวบยอดกระบวนการและการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ดังนี้ 1. แสดงความรู้ในเรื่องความคิดรวบยอด และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ 2. นำเสนอคณิตศาสตร์ในลักษณะการเชื่อมโยงกระบวนการและคณิตศาสตร์ ร่วมกัน 3. เน้นให้เกิดการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และเป็นการเชื่อมโยงในชีวิตจริง 4. ร่วมทำกิจกรรมกับนักเรียน โดยสนับสนุนความ

เข้าใจในความคิดรวบยอดกระบวนการ และการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์ 5. ร่วมกันอภิปรายคณิตศาสตร์ โดยอธิบายความเข้าใจเกี่ยวกับ ความคิดรวบยอด กระบวนการ และการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์ของ นักเรียน

NCTM (2000) กล่าวว่า นักเรียนควรได้รับโอกาสในการปฏิสัมพันธ์ระหว่างคณิตศาสตร์ กับศาสตร์อื่น ๆ ทั้งในโรงเรียน และในสังคมปัจจุบันมากขึ้น ครูคณิตศาสตร์ต้องค้นคว้าร่วมมือกับครู ในวิชาอื่นเพื่อสำรวจแนวคิดต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ไปยังปัญหาอื่นซึ่งเกิดขึ้นในห้องเรียนการรวม คณิตศาสตร์เข้าไปในเนื้อหาซึ่งให้สัญลักษณ์และกระบวนการที่มีประโยชน์ เป็นจุดมุ่งหมายที่สำคัญของ มาตรฐานทั้งหมด ทำให้นักเรียนมองเห็นแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่จะช่วยให้เข้าใจมันได้ความสามารถ ในการเชื่อมโยงมีประโยชน์ในการแก้ปัญหา การอภิปราย และแบบจำลองข้อเท็จจริงในโลก และ การสื่อสารความคิดและข้อมูลที่ซับซ้อนในลักษณะที่ละเอียดและชัดเจน การนำเสนอปัญหาช่วยให้ มองสิ่งต่าง ๆ ได้ทั่วและชัดเจนขึ้น ทำให้นักเรียนอธิบายปัญหาและหาคำตอบได้ ถ้านักเรียนเป็นผู้มี ศักยภาพทางคณิตศาสตร์จำเป็นต้องฝึกให้นักเรียนปรับเปลี่ยนวิธีการหาคำตอบที่หลากหลายขึ้น และ ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างมุมมองที่แตกต่างกัน การเชื่อมโยงระหว่างหัวข้อทางคณิตศาสตร์ สามารถสร้างได้หลายแนวทางเมื่อนักเรียนศึกษาหัวข้อหนึ่งก็สามารถนำไปประยุกต์ในหัวข้ออื่นได้ โดยการเชื่อมโยงปรากฏออกมาขณะนักเรียนทำคณิตศาสตร์ ตัวอย่างเช่น

- 1) ความรู้เกี่ยวกับพื้นที่ สามารถช่วยให้เข้าใจในการดำเนินการของเศษส่วน การนำเสนอข้อมูล การแก้ปัญหาสัดส่วน การหาตัวประกอบ และความน่าจะเป็น
- 2) บทเรียนเรื่องการวัด ต้องเปิดโอกาสให้นักเรียนสร้างสูตรและแก้ปัญหา โดยใช้แนวคิด ทางเรขาคณิต การวัด และพีชคณิต

นักเรียนจะได้แนวคิดใหม่ ๆ กระบวนการ และทักษะจากการแก้ปัญหา แล้วสามารถ รวบรวมแนวคิดและความคิดรวบยอดเพื่อส่งเสริมความเชื่อมั่นของนักเรียนในความคิดของเขาเอง เนื้อหาส่งเสริมทัศนคติของนักเรียนที่มีต่อการเชื่อมโยง แต่ครูจะต้องหาโอกาสในการช่วยเหลือ นักเรียนให้สร้างการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ปัญหาที่สร้างขึ้นต้องเป็นปัญหาที่เน้นให้นักเรียนสร้าง การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เอาใจใส่ต่อการตระหนัก และการสร้างความเชื่อมโยงระหว่างหัวข้อจะ ค่อย ๆ ซึมซับเข้าไปในตัวนักเรียน ซึ่งคาดหมายว่าแนวคิดที่พวกเขาจะได้เรียนรู้เป็นประโยชน์ ในการแก้ปัญหาและค้นคว้าโน้ตค้นทางคณิตศาสตร์อื่น ๆ

อัมพร ม้าคนอง (2553) กล่าวว่า สิ่งสำคัญที่จะทำให้นักเรียนพัฒนาความสามารถ การเชื่อมโยง คือ นักเรียนต้องมีความรู้และมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ในเรื่องที่จะนำไปใช้เชื่อมโยง เป็นอย่างดี มีประสบการณ์ในการมองเห็นความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กันของสิ่งที่จะเชื่อมโยง และมีทักษะ ในการเชื่อมโยงหรือสร้างความสัมพันธ์ในทางคณิตศาสตร์ การเรียนการสอนคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนา ทักษะการเชื่อมโยงจึงไม่ควรแยกเนื้อหาที่สัมพันธ์กันออกจากกัน แต่ควรสอนรวมกันไป เช่น สอนทั้ง

จำนวนและการดำเนินการ พีชคณิต เรขาคณิต เพื่อให้นักเรียนมองเห็นความสัมพันธ์ของเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกัน และสามารถเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ อันจะทำให้เข้าใจภาพรวมของคณิตศาสตร์ได้ดีขึ้น ครูต้องตระหนักถึงประเด็นนี้ และพัฒนาให้เกิดขึ้นในตัวนักเรียน

จากการวิเคราะห์การพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยสรุปได้ว่าครูควรมีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ส่งเสริมความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนมองเห็นความรู้คณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งการเชื่อมโยงความรู้ภายในเนื้อหา การเชื่อมโยงความรู้ที่ได้กับศาสตร์อื่น ๆ และการเชื่อมโยงไปยังการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน ซึ่งมีประโยชน์ในการแก้ปัญหา การอภิปราย การสื่อสารความคิด และข้อมูลที่ซับซ้อนในลักษณะที่ละเอียดและชัดเจน

5. การวัดและประเมินความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

Connor-Greene (2000, อ้างถึงใน ชวิศ เชื้อธวัช, 2563) กล่าวว่า การประเมินความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนว่า เป็นการประเมินเพื่อสังเกตว่านักเรียนสามารถทำสิ่งต่อไปนี้ได้หรือไม่

1. สามารถมองปัญหาหรือสถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่กำหนดให้ ในภาพรวม ก่อนจากนั้น วิเคราะห์เนื้อหาทางคณิตศาสตร์ที่โจทย์กำหนดให้ว่าตรงกับสาระเนื้อหาคณิตศาสตร์ในเรื่องใด มีความสัมพันธ์หรือเชื่อมโยงกันในเรื่องใดและสามารถนำไปเชื่อมโยง กับเนื้อหา คณิตศาสตร์อื่น ๆ นอกเหนือจากที่โจทย์กำหนดให้ได้หรือไม่
2. สร้างแนวคิดใหม่หรือแนวทางการแก้ไขปัญหาทางคณิตศาสตร์จากการเชื่อมโยงความรู้ที่เป็นพื้นฐานแนวคิดของคณิตศาสตร์ในเรื่องต่าง ๆ ได้
3. สืบรวจปัญหาและอธิบายผลที่ได้จากการเชื่อมโยงเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้การอ้างเหตุผลได้
4. ประยุกต์ความรู้ทางคณิตศาสตร์โดยการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ความเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ในการหาความสัมพันธ์ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หรือปัญหาในชีวิตประจำวัน
5. ตระหนักในคุณค่าของคณิตศาสตร์ว่าสามารถนำไปประยุกต์ในชีวิตประจำวัน สามารถเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์เข้ากับชีวิตประจำวันได้

กรมวิชาการ (2546) ได้กำหนดเกณฑ์การประเมินความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ดังตาราง 4

ตาราง 4 แสดงเกณฑ์การประเมินความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของกรมวิชาการ

คะแนน	ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ที่ปรากฏให้เห็น
4 (ดีมาก)	นำความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์ในการเชื่อมโยงกับสาระคณิตศาสตร์สาระอื่น/ ในชีวิตประจำวัน เพื่อช่วยในการแก้ปัญหา หรืออธิบายข้อสรุปได้อย่างชัดเจนและนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้อง
3 (ดี)	นำความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์ในการเชื่อมโยงกับสาระคณิตศาสตร์สาระอื่น ในชีวิตประจำวัน เพื่อช่วยในการแก้ปัญหาเพื่ออธิบายข้อสรุปแต่ได้คำตอบไม่ถูกต้อง
2 (พอใช้)	นำความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์ในการเชื่อมโยงกับสาระคณิตศาสตร์สาระอื่น ในชีวิตประจำวัน เพื่อช่วยในการแก้ปัญหาได้บางส่วนและอธิบายข้อสรุปไม่ถูกต้อง
1 (ปรับปรุง)	นำความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์ในการเชื่อมโยงกับสาระคณิตศาสตร์ / สาระอื่น ในชีวิตประจำวัน เพื่อช่วยในการแก้ปัญหาไม่เหมาะสม แต่มีความพยายามในการเขียนอธิบาย
0 (ไม่พยายาม)	ไม่มีการเชื่อมโยง ไม่มีร่องรอยในการหาคำตอบ

ศศิธร แม้นสงวน (2556) ได้เสนอตัวอย่างของเกณฑ์การให้คะแนนทักษะ/ กระบวนการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ดังตาราง 5

ตาราง 5 เกณฑ์การให้คะแนนทักษะ/ กระบวนการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของศศิธร แม้นสงวน

คะแนน	ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ที่ปรากฏให้เห็น
4 (ดีมาก)	นำความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์ในการเชื่อมโยงกับสาระคณิตศาสตร์/ สาระอื่น/ ในชีวิตประจำวัน เพื่อช่วยในการแก้ปัญหา หรือประยุกต์ใช้ได้อย่างสอดคล้องเหมาะสม
3 (ดี)	นำความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์ในการเชื่อมโยงกับสาระคณิตศาสตร์/ สาระอื่น/ ในชีวิตประจำวัน เพื่อช่วยในการแก้ปัญหา หรือประยุกต์ใช้ได้บางส่วน
2 (พอใช้)	นำความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์บางส่วนในการเชื่อมโยงกับคณิตศาสตร์ได้บางส่วน

คะแนน	ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ที่ปรากฏให้เห็น
1 (ต้องปรับปรุง)	นำความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงยังไม่เหมาะสม
0 (ไม่พยายาม)	ไม่มีการเชื่อมโยงกับสาระใด ๆ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555) ได้ยกตัวอย่างเกณฑ์การให้คะแนนแบบภาพรวมของ แบบประเมินความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และการเชื่อมโยง คณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ ดังตาราง 6

ตาราง 6 เกณฑ์การให้คะแนนแบบภาพรวมของแบบประเมินความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555).

คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
3 (ดี)	นำความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์มาใช้เชื่อมโยงได้อย่างเหมาะสม
2 (พอใช้)	นำความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์มาใช้เชื่อมโยงได้บางส่วน
1 (ต้องปรับปรุง)	นำความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์มาใช้เชื่อมโยงไม่เหมาะสม หรือไม่มีการเชื่อมโยงความรู้
0 (ไม่พยายาม)	ไม่มีการเชื่อมโยงกับสาระใด ๆ

NCTM (2000 อ้างถึงใน สกส. ตั้งเกล้าสกุล, 2560) กล่าวถึงเกณฑ์การวัดประเมินความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนเป็นการวัดเพื่อตรวจสอบว่านักเรียนสามารถทำสิ่งที่กำหนดนั้นได้ หรือไม่ โดยกำหนดเกณฑ์ตามกรอบแนวคิดออกเป็น 3 ด้าน ดังตาราง 7

ตาราง 7 เกณฑ์การให้คะแนนแบบประเมินความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของ NCTM (2000)

คะแนน	ประเด็นการให้คะแนนความสามารถในการเชื่อมโยง
1. การระบุความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาที่พบ	
2	ระบุและอธิบายความรู้ที่ใช้แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้องทั้งหมด
1	ระบุและอธิบายความรู้ที่ใช้แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้องเป็นบางส่วน
0	ระบุและอธิบายความรู้ที่ใช้แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ไม่ถูกต้องหรือไม่อธิบายความรู้ใดเลย
2. การระบุขั้นตอนการแก้ปัญหาที่พบ	
2	เขียนอธิบายขั้นตอนในการแก้ปัญหาที่พบได้ถูกต้องทั้งหมด
1	เขียนอธิบายขั้นตอนในการแก้ปัญหาที่พบได้ถูกต้องบางส่วน
0	เขียนอธิบายขั้นตอนในการแก้ปัญหาที่พบได้ไม่ถูกต้องหรือไม่เขียนอธิบายขั้นตอนในการแก้ปัญหาที่พบ
3. การระบุตัวอย่างหรือสถานการณ์จากการเชื่อมโยงที่ใกล้เคียงกับปัญหาที่พบ	
2	ระบุและอธิบายตัวอย่างหรือสถานการณ์ในชีวิตจริงจากความรู้ทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้องเหมาะสม
1	ระบุและอธิบายตัวอย่างหรือสถานการณ์ในชีวิตจริงจากความรู้ทางคณิตศาสตร์ไม่ได้ถูกต้อง
0	ไม่สามารถระบุและอธิบายตัวอย่างหรือสถานการณ์ในชีวิตจริงใดเลย

การวิเคราะห์เกณฑ์การให้คะแนนการประเมินความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยสรุปได้ว่า การประเมินความสามารถคณิตศาสตร์โดยใช้ข้อสอบแบบอัตนัยที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นในใบกิจกรรมและแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ได้กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนแบบประเมินความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ด้านการเชื่อมโยงภายในเนื้อหาคณิตศาสตร์ ด้านการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และด้านการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวันตามพฤติกรรมของนักเรียน จากการทำใบกิจกรรมและแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

6. ความสัมพันธ์ของการจัดการเรียนรู้แบบ CPA ร่วมกับ กระดานเรขาคณิต และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

การจัดการเรียนรู้แบบ CPA ร่วมกับ กระดานเรขาคณิต หมายถึง การจัดการเรียนรู้เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม โดยมีกระดานเรขาคณิตซึ่งเป็นแผ่นกระดานที่มีมุมเล็ก ๆ มาใช้เป็นสื่อการเรียนรู้ที่ช่วยให้นักเรียนสัมผัสกับคณิตศาสตร์ในลักษณะที่เป็นรูปธรรม โดยกระบวนการจัดการเรียนรู้แบ่งเป็น 3 ระดับ ได้แก่ Concrete Pictorial Abstract รายละเอียดแต่ละขั้นตอนเป็นไปดังนี้

ขั้นที่ 1 : ชี้นำเข้าสู่บทเรียน

ครูสอบถามนักเรียนเกี่ยวกับความรู้ก่อนหน้าที่นักเรียนควรจะมีก่อนเรียนในครั้งนี้ และความเกี่ยวข้องของเนื้อหาที่พบเจอในชีวิตประจำวัน

ขั้นที่ 2 : ขั้นกิจกรรมการเรียนรู้

ครูแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละเท่า ๆ กัน จากนักเรียน 9 คน ได้ 3 กลุ่ม คละความสามารถ เด็กอ่อน เด็กปานกลาง ครูจะสอนโดยเริ่มสอนเป็นขั้น ๆ เริ่มจาก

1) ขั้นการสอนเชิงรูปธรรม (Concrete) คือ เป็นขั้นตอนที่มุ่งเน้นให้นักเรียนฝึกฝนและเพิ่มพูนองค์ความรู้ที่เป็นนามธรรมผ่านการใช้สิ่งที่เป็นรูปธรรม คือ กระดานเรขาคณิตและสื่อของจริง ซึ่งรูปธรรมเหล่านี้ถูกออกแบบมาเพื่อเป็นเครื่องมือช่วยนำพานักเรียนไปสู่การเข้าใจแนวคิดที่ซับซ้อนและนามธรรมในที่สุด กระบวนการนี้ยังมีการใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนคิดเชื่อมโยงความรู้พื้นฐานเดิม ก่อนที่จะต่อยอดไปสู่ความรู้ใหม่

2) ขั้นการสอนเชิงรูปภาพ (Pictorial) คือ เป็นขั้นตอนที่มุ่งเน้นให้นักเรียนฝึกฝนเพื่อเพิ่มพูนองค์ความรู้ที่เป็นนามธรรมผ่านการสร้างสิ่งแทนสิ่งที่เป็นรูปธรรมโดยวาดภาพลงกระดาษ กราฟ (รูปวาด) และเล่นกระดานเรขาคณิต ทั้งนี้หลังจากนักเรียนเชี่ยวชาญในโมเดลที่เป็นเชิงรูปธรรมแล้วให้นักเรียนใช้รูปวาดแทนสิ่งของจริง กระบวนการนี้ยังมีการใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนคิดเชื่อมโยงความรู้พื้นฐานเดิม ก่อนที่จะต่อยอดไปสู่ความรู้ใหม่

3) ขั้นการสอนเชิงนามธรรม (Abstract) คือ เป็นขั้นตอนที่มุ่งเน้นให้นักเรียนลดการพึ่งพาสื่อของจริงหรือภาพวาด และใช้ความเข้าใจที่เกิดจากประสบการณ์ในขั้นก่อนหน้า (รูปธรรมและภาพวาด) เป็นพื้นฐานในการคิดและถ่ายทอดความรู้ทางคณิตศาสตร์ในรูปแบบนามธรรม ได้แก่ สูตร กฎ นิยาม หรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ ในขั้นตอนนี้ นักเรียนได้ฝึกฝนองค์ความรู้ผ่านการทำใบกิจกรรมที่จำลองการใช้กระดานเรขาคณิต โดยมีเนื้อหา เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม ซึ่งสามารถกระตุ้นให้นักเรียนสามารถระบุนิยามความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่เคยเรียนมาเชื่อมโยงกับคณิตศาสตร์และศาสตร์อื่นที่เกี่ยวข้องกับขั้นตอนหรือกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในเรื่องเดียวกันได้ และให้นักเรียนยกตัวอย่างหรือสามารถอธิบายวิธีการแก้ปัญหาที่เชื่อมโยงไปสู่การใช้ในชีวิตประจำวันได้จริง

ขั้นที่ 3 : ขั้นสรุป

นักเรียนนำเสนอแนวคิดทางคณิตศาสตร์จากสิ่งที่เรียนไปในครั้งนี้ จากนั้นแลกเปลี่ยนแนวคิด และข้อสรุปที่ถูกต้องร่วมกันหลังจากที่เรียนหรือเล่นกระดานเรขาคณิตเสร็จ เพื่อประเมินกระบวนการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน โดยครูแสดงแนวคิดเพิ่มเติมเมื่อนักเรียนเสนอแนวคิดไม่ครบถ้วน

ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการนำความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์หรือประสบการณ์ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ที่ได้เรียนรู้มาเชื่อมโยงหรือแสดงความสัมพันธ์กับองค์ประกอบย่อยการเชื่อมโยงภายในเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ องค์ประกอบย่อยการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ หรือองค์ประกอบย่อยการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน โดยมีลักษณะการเชื่อมโยง ตามแบบของอัมพร ม้าคนอง (2553) ดังนี้

1. การเชื่อมโยงภายในเนื้อหาคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการเชื่อมโยงหรือแสดงความสัมพันธ์ของการเชื่อมโยงเนื้อหาสาระ องค์ความรู้ หรือกระบวนการภายในคณิตศาสตร์ คือ นักเรียนสามารถวิเคราะห์ปัญหาและเชื่อมโยงหรือแสดงความสัมพันธ์ของการเชื่อมโยงเนื้อหาสาระองค์ความรู้ หรือกระบวนการภายในคณิตศาสตร์ โดยใช้ตัวเลข ภาษา และสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์

2. การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการเชื่อมโยง ความรู้หรือแสดงความสัมพันธ์ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับศาสตร์อื่น ๆ คือ นักเรียนสามารถเชื่อมโยงหรือแสดงความสัมพันธ์ความรู้หรือกระบวนการทางคณิตศาสตร์กับวิทยาศาสตร์ พลศึกษา การงานอาชีพ และศิลปะ

3. การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการเชื่อมโยงหรือแสดงความสัมพันธ์ความรู้ กระบวนการทางคณิตศาสตร์กับสิ่งที่ใกล้ตัวหรือสิ่งที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันช่วยให้นักเรียนเห็นคุณค่า และสามารถนำไปใช้ในชีวิตจริงได้ คือ นักเรียนจะสามารถเชื่อมโยงหรือแสดงความสัมพันธ์กับสิ่งที่ใกล้ตัวหรือสิ่งที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน

ผู้วิจัยวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแบบ CPA ร่วมกับกระดานเรขาคณิต เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ดังตาราง 8

ตาราง 8 แสดงความสัมพันธ์ของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตาม แบบ CPA ร่วมกับ กระดาน
เรขาคณิต เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแบบ CPA ร่วมกับ กระดานเรขาคณิต	การเชื่อมโยง คณิตศาสตร์ภายใน เนื้อคณิตศาสตร์	การเชื่อมโยง คณิตศาสตร์ กับศาสตร์อื่น	การเชื่อมโยงกับ คณิตศาสตร์กับ ชีวิตประจำวัน
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ชนิด และสมบัติของเส้นทแยงมุมของรูป สี่เหลี่ยม			
ขั้น Concrete	✓		✓
ขั้น Pictorial	✓	✓	✓
ขั้น Abstract	✓	✓	✓
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การ สร้างรูปสี่เหลี่ยม			
ขั้น Concrete	✓		✓
ขั้น Pictorial	✓	✓	✓
ขั้น Abstract	✓	✓	✓
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ความ ยาวรอบรูปของรูปสี่เหลี่ยม			
ขั้น Concrete	✓		✓
ขั้น Pictorial	✓	✓	✓
ขั้น Abstract	✓	✓	✓
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง พื้นที่ ของรูปสี่เหลี่ยม			
ขั้น Concrete	✓		✓
ขั้น Pictorial	✓	✓	✓
ขั้น Abstract	✓	✓	✓

จากตาราง 8 จะเห็นว่าความสามารถในการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์นั้นจะเกิดในขณะจัด
กิจกรรมการเรียนรู้ใน ขั้น Concrete ขั้น Pictorial และขั้น Abstract

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. วิจัยที่เกี่ยวข้องภายในประเทศ

เพชรชนก จันทรหอม รัชฎา วิริยะพงศ์ และวรินทร์ สุภาพ (2562) ทำการศึกษาเรื่อง การพัฒนานวัตกรรมทางคณิตศาสตร์ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแบบ CPA เรื่อง รูปเรขาคณิตสองมิติ และสามมิติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จากผลการวิจัย พบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้ตามแบบ CPA ของ Hui, Hoe, and Lee (2017) โดยใช้ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบ CPA ซึ่งแบ่งขั้นตอนออกเป็น 4 ขั้นตอน ทำให้นักเรียนส่วนใหญ่มีนวัตกรรมทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับความเข้าใจ ที่ถูกต้องสมบูรณ์ และมีผลคะแนนในแบบทดสอบ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05 ทั้งนี้เนื่องจาก ในขั้นปฏิบัติกิจกรรมนักเรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมโดยอาศัยสิ่งที่เป็น รูปธรรมช่วยให้เข้าใจเนื้อหาได้ชัดเจนยิ่งขึ้น ได้ลงมือกระทำกับวัตถุในรูปแบบต่าง ๆ และสัมผัสสื่อต่าง ๆ ด้วยตนเอง รวมทั้งใบกิจกรรมในระหว่างการเรียนรู้ที่นักเรียนได้ลงมือทำอาจเป็นส่วนหนึ่ง ในการเน้นย้ำความเข้าใจของนักเรียนให้มากขึ้นได้ ทำให้นักเรียนสามารถเขียนสรุปอธิบายหลักการ ได้ด้วยตนเอง จึงทำให้เกิดความสนใจในกิจกรรมที่จะเรียนรู้ ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยง เข้าสู่สิ่งที่ป็นนามธรรมได้ทำให้นักเรียนเกิดนวัตกรรมทางคณิตศาสตร์ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแบบ CPA เรื่อง รูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

สุภาดา อินมา และวรินทร์ สุภาพ (2564) ทำการศึกษา เรื่อง การพัฒนาความสามารถ ในการนิภาพทางคณิตศาสตร์ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแบบ CPA ร่วมกับชุดลูกบอลและแท่ง เรียนรู้เรขาคณิตเรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่า การจัดกิจกรรม การเรียนรู้ที่ใช้ตามแบบ CPA ของ Hui, Hoe, and Lee (2017) โดยใช้ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบ CPA ซึ่งแบ่งขั้นตอนออกเป็น 4 ขั้นตอน มีผลวิจัย คือ 1. แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแบบ CPA ร่วมกับ Sitck and ball geometry kit ที่พัฒนาความสามารถในการนิภาพทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมโดยอาศัย Stick and ball geometry kit และสื่อวัตถุที่เป็นรูปธรรม เพื่อให้นักเรียนสามารถต่อรูปเรขาคณิตสามมิติได้อย่างถูกต้อง นักเรียนได้ลงมือต่อ Stick and ball geometry kit และสำรวจลักษณะของรูปเรขาคณิตสามมิติด้วยตนเอง ซึ่ง Stick and ball geometry kit เป็นสื่อที่ช่วยให้นักเรียนสามารถต่อเป็นรูปเรขาคณิตสามมิติได้อย่างหลากหลาย ทำให้นักเรียนเห็นโครงสร้างภายในต่าง ๆ จนนำไปสู่ความสามารถในการนิภาพทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติได้ ในขั้น Concrete จึงมีความสำคัญในการสร้างความสามารถในการนิภาพทางคณิตศาสตร์ 2. ผลของการส่งเสริมความสามารถในการนิภาพทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนรู้ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแบบ CPA ร่วมกับ Stick and ball geometry kit เห็นได้จากผลการวิจัย จากใบกิจกรรมในแต่ละ

แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมกับแบบทดสอบความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์ ทั้งนี้ เนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA ร่วมกับ Sick and ball geometry kit ช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริงโดยใช้สื่อรูปธรรม ได้แก่ สื่อเรขาคณิตทรงตัน และ Stick and ball geometry kit ที่ช่วยให้นักเรียนได้สำรวจและต่อเป็นรูปเรขาคณิตสามมิติด้วยตนเอง สามารถเห็นโครงสร้างของรูปเรขาคณิตสามมิติได้อย่างชัดเจน และนำประสบการณ์จากการเรียนรู้ผ่านการต่อ Stick and ball geometry kit นั้นมาแปลเป็นรูปภาพของจริงที่เคยสัมผัส แล้วนำไปสู่หลักการทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง รวมถึงการให้นักเรียนได้ทำใบกิจกรรมที่เริ่มจากการให้นักเรียนวาดภาพตามที่ตนเองต่อและหน้าทุกหน้าของรูปเรขาคณิตสามมิติก่อนแล้วจึงให้นักเรียน สังเกตความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตแต่ละชนิด จนสามารถเข้าใจลักษณะของรูปเรขาคณิตสาม มิติแล้ว จึงให้นักเรียนวาดโดยแยกหน้าตัดหรือฐานและหน้าข้าง พร้อมทั้งบอกชื่อและจำนวนหน้าต่าง ๆ จะช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้อย่างเป็นลำดับขั้น ซึ่งการใช้กระดาษจุดจะช่วยให้นักเรียนสามารถวาดภาพได้อย่างถูกต้องและในส่วนของทางเลือกภาพจะช่วยตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนมากขึ้น โดยเฉพาะนักเรียนที่ไม่ถนัดในการวาดภาพ และการให้นักเรียนได้บอกเหตุผลประกอบการตัดสินใจ จะ ช่วยให้ครูได้ทราบแนวคิดของนักเรียนมากขึ้น ซึ่งส่วนของนักเรียนที่มีความสามารถในการนึกภาพทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับ 3 คือ นึกถึงภาพของรูปเรขาคณิต วิเคราะห์รูปเรขาคณิตต่าง ๆ ในจินตนาการ

พัชรพร เมฆชา รสริน เจิมไธสง และพรภิรมย์ หลงทรัพย์ (2566) ทำการศึกษา เรื่อง การพัฒนามโนคติทางคณิตศาสตร์ โดยการจัดการเรียนรู้แบบ CPA และตัวต่อเลโก้ของนักเรียนชั้น ประถมศึกษาปีที่ 4 พบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้นี้ใช้ตามแบบ CPA ของ Hui, Hoe, and Lee (2017) โดยใช้ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบ CPA ซึ่งแบ่งขั้นตอนออกเป็น 4 ขั้นตอน จากผลการวิจัย คือ 1.การจัดการเรียนรู้ตามแบบ CPA และตัวต่อเลโก้ มีมโนคติทางคณิตศาสตร์ร้อยละ 73.03 ซึ่งสูงกว่า เกณฑ์ร้อยละ 70 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้โดยใช้ Concrete – Pictorial - Abstract (CPA) และตัวต่อเลโก้ เป็นวิธีการสอน ที่ช่วยเพิ่มทักษะทางคณิตศาสตร์ให้กับนักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้นักเรียนสามารถมององค์ความรู้ในรายวิชาคณิตศาสตร์จากเป็นนามธรรมได้อย่าง เป็น รูปธรรม โดยใช้สื่อประกอบ ซึ่งครูเป็นผู้สนับสนุนและให้คำแนะนำ จึงเป็นวิธีที่เหมาะสมสำหรับการพัฒนาทักษะทางคณิตศาสตร์ในระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษาตอนต้น (Ministry of Education 2013 as cited in Hoong, Kin, & Pien, 2015) และการจัดการเรียนรู้ตามแบบ CPA ยังทำให้นักเรียนเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างคณิตศาสตร์กับโลกแห่งความเป็นจริง โดยเริ่มเรียนรู้จาก สิ่งของที่เป็นรูปธรรม จากนั้นนำประสบการณ์ที่ได้เรียนรู้มาเขียนแสดงเป็นรูปภาพเพื่อนำไปสู่ การแก้ปัญหา (Inma, 2020, p.16) นอกจากนี้ยังมีการนำสื่อตัวต่อเลโก้มาใช้เป็นสื่อ รูปธรรม ซึ่งการจัดการเรียนรู้ตามแบบ CPA และตัวต่อเลโก้ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน 2.นักเรียนมีมโนคติทาง

คณิตศาสตร์ หลังสูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ตามแบบ CPA และตัวต่อเลโก้ ทั้งนี้เนื่องจาก การจัดการเรียนรู้ตามแบบ CPA จัดการเรียนการสอนจากสิ่งที่เป็นรูปธรรมไปสู่สิ่งที่เป็นนามธรรม (Chanket, 2018) การจัดการเรียนรู้ตาม แบบ CPA จึงเริ่มต้นด้วยประสบการณ์จากการดำเนินการ จัดการเรียนรู้ มาแปลเป็นรูปภาพ (สัญลักษณ์) ด้วยการถ่ายทอดสัญลักษณ์แทนที่มีความสอดคล้องกับ ประสบการณ์ที่ได้เรียนรู้ เพื่อทำให้เกิดการเชื่อมโยงขึ้น

2. วิจัยที่เกี่ยวข้องในต่างประเทศ

Putri et al. (2018) ศึกษาผลของการสอนโดยแบบ CPA ที่มีต่อการเสริมสร้าง ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับประถมศึกษาในโรงเรียน เป็นการวิจัยแบบกึ่งทดลองโดยมีการการควบคุมการออกแบบก่อนและหลังการทดลอง ใช้กับนักเรียน ระดับประถมศึกษา 39 คน การศึกษาจะดำเนินการกับสองกลุ่มการเรียนรู้ ได้แก่ กลุ่มการเรียนรู้ด้วย แบบ CPA เป็นกลุ่มการทดลองจำนวน 20 คน และการเรียนรู้แบบดั้งเดิมเป็นกลุ่มควบคุม จำนวน 19 คน โดยตัวชี้วัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนจะพิจารณา จากความสามารถของนักเรียนในการเชื่อมโยงหัวข้อคณิตศาสตร์เพื่อเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับวิชา อื่น ๆ และเพื่อเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับโลกแห่งความเป็นจริงหรือชีวิตประจำวันของนักเรียน เพื่อเพิ่ม ความสามารถใช้แบบ CPA ในการเรียนรู้ในชั้นเรียน ขั้นตอนแรกในการเรียนรู้ด้วยแบบ CPA คือ การเรียนรู้ด้วยวัสดุที่เป็นรูปธรรม การใช้วัสดุที่เป็นรูปธรรม จะช่วยให้นักเรียนเพิ่มพูนความสามารถ ในการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับโลกแห่งความเป็นจริง ขั้นตอนที่สองเป็นภาพ ในขั้นตอนนี้ นักเรียนจะ ได้รับโอกาสให้เป็นตัวแทนของวัสดุจริงโดยใช้ภาพ รูปภาพทำหน้าที่เป็นสะพานเชื่อมระหว่างโลกแห่ง ความเป็นจริง และคณิตศาสตร์เชิงนามธรรมการเรียนรู้ในขั้นตอนนี้ จะช่วยให้นักเรียนเพิ่มพูน ความสามารถในการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับวิชาอื่น ๆ ของสาขาวิชาอื่น ๆ ขั้นตอนการเรียนรู้สุดท้าย เป็นระยะนามธรรมในขั้นตอนนี้ นักเรียนจะได้เรียนรู้การใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ที่เป็นนามธรรม การเรียนรู้ในขั้นตอนนี้จะเปิดโอกาสให้นักเรียนเพิ่มพูนความสามารถในการเชื่อมโยงหัวข้อทาง คณิตศาสตร์ ทุกกิจกรรมการเรียนรู้ที่ได้รับการออกแบบภายใต้แบบ CPA ที่ส่งเสริมการเชื่อมโยงทาง คณิตศาสตร์ของนักเรียน ผลการศึกษาพบว่า ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของ นักเรียนระดับประถมศึกษา ที่ได้รับการสอนโดยใช้วิธีการเรียนรู้แบบ CPA นั้นสูงกว่านักเรียนระดับ ประถมศึกษาที่ได้รับการสอนโดยใช้การเรียนแบบปกติ

Purwadi, Sudiarta and Suparta (2019) ได้ทำงานวิจัย คือ ผลของการจัดกิจกรรม การเรียนรู้ตามแบบ CPA ที่มีต่อความเข้าใจโน้ตศันและความสามารถในการใช้ตัวแทนทาง คณิตศาสตร์เรื่อง เศษส่วน โดยมีกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 38 คน ซึ่งประกอบไปด้วยกลุ่มทดลองซึ่งได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแบบ CPA จำนวน 23 คน และ กลุ่มทดลองซึ่งได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติมีนักเรียนจำนวน 15 คน ผลการวิจัยพบว่า

นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแบบ CPA มีความเข้าใจมีทัศนคติและความสามารถในการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

งานวิจัยที่ผ่านมา พบว่า การจัดกิจกรรมรูปแบบ CPA ถือเป็นกลไกสำคัญที่มีบทบาทอย่างยิ่งต่อการพัฒนาความสามารถทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในหลายมิติ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในด้านมีทัศนคติทางคณิตศาสตร์ ความสามารถในการนิยามทางคณิตศาสตร์ ความสามารถในการใช้ตัวแทนทางคณิตศาสตร์ ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ซึ่งส่วนใหญ่อยู่ในระดับชั้นประถมศึกษา โดยการจัดกิจกรรมรูปแบบ CPA ตามแนวคิดของ Ministry of Education Singapore (2013) ได้แบ่งกระบวนการเรียนรู้คณิตศาสตร์ออกเป็น 3 ขั้นตอน คือ ขั้นการสอนเชิงรูปธรรม ขั้นการสอนเชิงรูปภาพ และขั้นการสอนเชิงนามธรรม ขึ้นดังกล่าวช่วยให้นักเรียนเริ่มต้นจากประสบการณ์ที่จับต้องได้และค่อย ๆ พัฒนาไปสู่การใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ ช่วยเสริมสร้างความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์กับโลกแห่งความเป็นจริง และกระตุ้นให้ผู้เรียนเห็นความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่เรียนกับบริบทในชีวิตประจำวัน นอกจากนี้งานวิจัยดังกล่าว ยังพบว่าการจัดกิจกรรมรูปแบบ CPA ร่วมกับกระดานเรขาคณิตเป็นอีกหนึ่งแนวทางที่มีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะในเนื้อหาเกี่ยวกับรูปเรขาคณิต เช่น รูปสี่เหลี่ยม หรือการหาพื้นที่และเส้นรอบรูป จะช่วยให้นักเรียนสามารถสร้างภาพทางจินตนาการและเข้าใจลักษณะของรูปทรงเรขาคณิตได้ดียิ่งขึ้น พร้อมทั้งสามารถแสดงความคิดรวบยอดออกมาได้ชัดเจนผ่านการลงมือปฏิบัติจริง โดยการจัดกิจกรรมรูปแบบ CPA ไปใช้จึงไม่เพียงแต่ส่งเสริมความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ แต่ยังส่งผลให้นักเรียนเกิดความมั่นใจในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์มากยิ่งขึ้น มีความพร้อมในการเรียนรู้แนวคิดที่ซับซ้อน และสามารถเชื่อมโยงความรู้ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์จริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้การจัดกิจกรรมรูปแบบ CPA ได้เรียนจากสิ่งที่เป็นรูปธรรมไปสู่นามธรรมสามารถส่งเสริมการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน จะช่วยให้นักเรียนเพิ่มพูนความสามารถในการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับโลกแห่งความเป็นจริง

บทที่ 3

วิธีดำเนินงานวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงมีจุดมุ่งหมายการจัดการเรียนรู้แบบ Concrete – Pictorial - Abstract (CPA) ร่วมกับ กระดานเรขาคณิต เพื่อพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยดำเนินการตามขั้นตอนวิธีวิจัย ดังต่อไปนี้

1. รูปแบบการวิจัย
2. ผู้เข้าร่วมวิจัย
3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
5. การเก็บรวบรวมข้อมูล
6. การวิเคราะห์ข้อมูล

รูปแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ใช้ระเบียบวิธีวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน (Action Research) ตามแนวคิดของ Kemmis (1996 อ้างถึงใน สิริินภา กิจเกื้อกูล, 2557, น. 149-151) ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ใน 1 วงจร ได้แก่ 1) ขั้นวางแผน (Plan) 2) ขั้นปฏิบัติการ (Act) 3) ขั้นสังเกต (Observe) และ 4) ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect) มีลักษณะทำซ้ำเป็นวงจรปฏิบัติการทั้งหมด 4 วงจร ตามแผนการจัดการเรียนรู้โดยผู้วิจัยจะนำผลที่ได้จากการจัดการเรียนรู้ในแต่ละวงจรปฏิบัติการมาสะท้อนผล เพื่อวางแผนการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการถัดไป มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. การวางแผน (Plan)

ผู้วิจัยศึกษาสภาพปัญหาการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง รวมถึงการวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม เพื่อนำข้อมูลมาใช้ประกอบการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้จัดการเรียนรู้แบบ CPA ร่วมกับ กระดานเรขาคณิต ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 4 แผน ในกิจกรรม แบบสะท้อนผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

2. การลงมือปฏิบัติ (Act)

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบ CPA ร่วมกับ กระดานเรขาคณิต ที่มีต่อความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 12 ชั่วโมง

วงจรปฏิบัติการที่ 1 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ชนิดและสมบัติของเส้นทแยงมุมของรูปสี่เหลี่ยม จำนวน 2 ชั่วโมง

วงจรปฏิบัติการที่ 2 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การสร้างรูปสี่เหลี่ยม จำนวน 2 ชั่วโมง

วงจรปฏิบัติการที่ 3 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ความยาวรอบรูปของรูปสี่เหลี่ยม จำนวน 4 ชั่วโมง

วงจรปฏิบัติการที่ 4 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง พื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยม จำนวน 4 ชั่วโมง

3. การสังเกต (Observe)

ผู้วิจัยสังเกตเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลหลักฐานที่เกิดขึ้นระหว่างการลงมือปฏิบัติในขั้นตอนที่ 2 โดยใช้เครื่องมือแบบสังเกตการจัดการเรียนรู้ร่วมกับผู้ร่วมสังเกตการจัดการเรียนรู้ (Participant as observer) ซึ่งได้แก่ ครูประจำการผู้รับผิดชอบรายวิชาคณิตศาสตร์ เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ครั้งต่อไป

4. ขึ้นสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect)

ผู้วิจัยจะนำข้อมูลที่ได้จากแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้และเทปบันทึกการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อนำไปปรับปรุงและพัฒนาการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการต่อไป โดยผู้วิจัยจะดำเนินงานจัดการเรียนรู้และวิเคราะห์ผล เพื่อนำไปปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้เป็นแบบวงจร โดยการทำซ้ำไปจนครบทั้ง 4 แผน หรือ 4 วงจรปฏิบัติการ หลังจากจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ครบทั้ง 4 แผน หรือ 4 วงจรปฏิบัติการแล้ว นักเรียนจะทำแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยจะนำผลที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งหมดไปทำการวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผลการวิจัยในลำดับต่อไป

ผู้เข้าร่วมวิจัย

ผู้เข้าร่วมวิจัยในครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 9 คน ของโรงเรียนขนาดเล็กแห่งหนึ่งในจังหวัดพิษณุโลก โดยการเลือกแบบเจาะจง

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ใช้เครื่องมือในการวิจัยสอดคล้องกับจุดประสงค์ของการวิจัยในแต่ละข้อแสดงดังตาราง 9

ตาราง 9 จุดประสงค์ของการวิจัย และเครื่องมือที่ใช้

จุดมุ่งหมายของการวิจัย	เครื่องมือ
1.) เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบ CPA ร่วมกับ กระดานเรขาคณิต ที่ส่งเสริมความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 12 ชั่วโมง	- แผนการจัดการเรียนรู้แบบ CPA - แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้
2.) เพื่อศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบ CPA ร่วมกับ กระดานเรขาคณิต ที่มีต่อความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5	- ใบกิจกรรม - แบบทดสอบความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

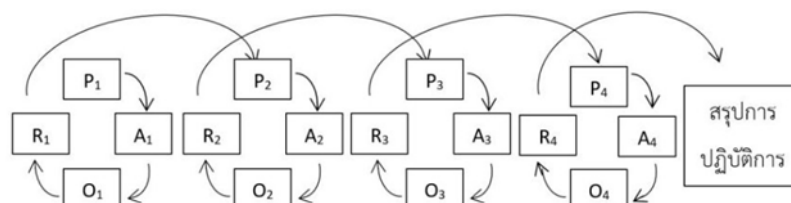
1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบ CPA ร่วมกับ กระดานเรขาคณิต ที่ส่งเสริมความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 12 ชั่วโมง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ชนิดและสมบัติของเส้นทแยงมุมของรูปสี่เหลี่ยม จำนวน 2 ชั่วโมง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การสร้างรูปสี่เหลี่ยม จำนวน 2 ชั่วโมง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ความยาวรอบรูปของรูปสี่เหลี่ยม จำนวน 4 ชั่วโมง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง พื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยม จำนวน 4 ชั่วโมง



ภาพ 2 แสดงวงจรของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ

ที่มา : ปรับจากแนวคิดของ Kemmis and McTaggart (2000)

2. แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ โดยผู้วิจัยและผู้ร่วมสังเกตการจัดการเรียนรู้ซึ่งเป็นครูชำนาญการพิเศษสาขาวิชาคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษาส่วนกันบันทึกประเด็นปัญหา อุปสรรค และข้อเสนอแนะในแต่ละขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อนำข้อมูลมาปรับปรุงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของผู้วิจัยในวงจรปฏิบัติการถัดไป

3. ใบกิจกรรม เป็นส่วนหนึ่งของแผนการจัดการเรียนรู้ให้นักเรียนทำ

4. แบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เป็นข้อสอบแบบอัตนัยจำนวน 2 สถานการณ์ แต่ละสถานการณ์มีข้อย่อย 4 ข้อ รวมทั้งหมด 8 ข้อ

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เป็นไปตามขั้นตอนต่อไปนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบ CPA ร่วมกับ กระดานเรขาคณิต ที่มีต่อความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 มีขั้นตอนการสร้างดังต่อไปนี้

1.1 ศึกษาและวิเคราะห์หลักสูตรสถานศึกษาของโรงเรียน โดยศึกษาคำอธิบายรายวิชาคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม

1.2 ศึกษาการจัดกิจกรรมและขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแบบ CPA ร่วมกับ กระดานเรขาคณิต

1.3 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้ การจัดการเรียนรู้แบบ CPA ร่วมกับ กระดานเรขาคณิตที่มีต่อความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 4 แผนการจัดการเรียนรู้ใช้เวลาทั้งหมด 12 ชั่วโมง ดังตาราง 10

ตาราง 10 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างแผนการจัดการเรียนรู้ ชื่อสถานการณ์ปัญหากับความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

แผนการจัดการเรียนรู้	ชื่อสถานการณ์ปัญหา	เชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับคณิตศาสตร์	เชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น	เชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ชนิดและสมบัติของเส้นทแยงมุม	1) ฉันทเป็นอย่างไร	รูปสี่เหลี่ยมกับเศษส่วนที่เท่ากัน	รูปสี่เหลี่ยมกับการออกแบบพืชชำ, การคำนวณแคลอรี (วิชา วิทยาศาสตร์)	รูปสี่เหลี่ยมกับการแบ่งพืชชำ, การหาแคลอรี (บริบท: ส่วนตัว)
	2) พืชชำของฉันท			

แผนการจัดการเรียนรู้	ชื่อสถานการณ์ปัญหา	เชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับคณิตศาสตร์	เชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น	เชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน
ของรูปสี่เหลี่ยม จำนวน 2 ชั่วโมง				
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การสร้างรูปสี่เหลี่ยม จำนวน 2 ชั่วโมง	สวนมะนาว	รูปสี่เหลี่ยมกับการหามุมภายใน, ส่วนของเส้นตรง	รูปสี่เหลี่ยมกับจุดบอกตำแหน่งและทิศทาง, การวางแผนติดตั้งไฟฟ้า และเสาไฟ (วิชา วิทยาศาสตร์)	รูปสี่เหลี่ยมกับการวางแผนปลูกมะนาว, การคำนวณหาแสงสว่างจากเสาไฟ (บริบท: โรงเรียน)
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ความยาวรอบรูปของรูปสี่เหลี่ยม จำนวน 4 ชั่วโมง	วังรอบสนาม	รูปสี่เหลี่ยมกับการคำนวณหาความยาวรอบรูปของรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน, การคำนวณหาเวลา	รูปสี่เหลี่ยมกับวิชาพลศึกษาเกี่ยวกับระยะทางของสนาม (วิชา พลศึกษา)	รูปสี่เหลี่ยมกับการคำนวณระยะทางวังรอบสนามและการวางแผนเวลาในการเดินทาง (บริบท: โรงเรียน)
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง พื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยม จำนวน 4 ชั่วโมง	ขนมไทย	รูปสี่เหลี่ยมกับการคำนวณหาพื้นที่, การเปรียบเทียบพื้นที่	รูปสี่เหลี่ยมกับการออกแบบสร้างบรรจุภัณฑ์ (วิชา การงานอาชีพ)	รูปสี่เหลี่ยมกับการวางแผนการใช้พื้นที่ในครัว การออกแบบบรรจุภัณฑ์สินค้าต่าง ๆ (บริบท: ส่วนตัว)

แผนการจัดการเรียนรู้การจัดการเรียนรู้แบบ CPA ร่วมกับ กระดานเรขาคณิต เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ประกอบด้วยหัวข้อ ดังนี้

1) ชื่อแผนการเรียนรู้

- 2) มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด
- 3) จุดประสงค์การเรียนรู้
- 4) สาระสำคัญ
- 5) สาระการเรียนรู้
- 6) กิจกรรมการเรียนรู้ตามแบบ CPA ร่วมกับ กระดานเรขาคณิต ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ได้แก่

ขั้นที่ 1 ขั้นการสอนเชิงรูปธรรม (Concrete)

ขั้นที่ 2 ขั้นการสอนเชิงรูปภาพ (Pictorial)

ขั้นที่ 3 ขั้นการสอนเชิงนามธรรม (Abstract)

7) สื่อและแหล่งเรียนรู้

8) การวัดและประเมินผล

9) บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

1.4 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง ความสอดคล้องของจุดประสงค์การเรียนรู้กับกระบวนการจัดการเรียนรู้ ความเหมาะสม และนำมาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ

1.5 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน เพื่อประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย

ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาคณิตศาสตร์ จำนวน 1 ท่าน

ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์/คณิตศาสตร์ศึกษา จำนวน 1 ท่าน

ครูวิทยฐานะชำนาญการพิเศษวิชาคณิตศาสตร์ จำนวน 1 ท่าน

เพื่อพิจารณาและประเมินความเหมาะสมขององค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 5 ด้าน ดังนี้

ด้านที่ 1 ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านที่ 2 ด้านสาระการเรียนรู้

ด้านที่ 3 ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ด้านที่ 4 ด้านสื่อและแหล่งการเรียนรู้

ด้านที่ 5 ด้านการวัดผลและประเมินผล

ผู้วิจัยใช้แบบประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบ CPA ร่วมกับ กระดานเรขาคณิต นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม แบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Rating Scale) ตามแบบของลิเคิร์ต (Likert) โดยให้ผู้เชี่ยวชาญลงความเห็นในแบบประเมิน มีเกณฑ์การให้คะแนนความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

5 คะแนน หมายถึง มีความถูกต้อง และเหมาะสมในระดับมากที่สุด

4 คะแนน หมายถึง มีความถูกต้อง และเหมาะสมในระดับมาก

3 คะแนน หมายถึง มีความถูกต้อง และเหมาะสมในระดับปานกลาง

2 คะแนน หมายถึง มีความถูกต้อง และเหมาะสมในระดับน้อย

1 คะแนน หมายถึง มีความถูกต้อง และเหมาะสมในระดับน้อยที่สุด

หลังจากนั้นนำผลการประเมินความเหมาะสมของแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้มา คำนวณหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานในแต่ละรายการ แล้วนำไปเทียบเกณฑ์การแปล ความหมาย (รัตนะ บัวสนธ์, 2556) ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.50 – 5.00 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.50 – 4.49 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมมาก

ค่าเฉลี่ย 2.50 – 3.49 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.50 – 2.49 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.49 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

เกณฑ์การตัดสินผลการประเมิน คือ ใช้เกณฑ์ค่าเฉลี่ยไม่ต่ำกว่า 3.50 และส่วน เบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เกิน 1.00 ถือว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสม โดยผลการประเมิน ความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบ CPA ร่วมกับ กระดาน เรขาคณิต พบว่า มีค่าเฉลี่ยโดยรวม เท่ากับ 4.69 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานโดยรวมเท่ากับ 0.45 ซึ่งถือว่าแผนการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวเหมาะสมมากที่สุดและสามารถนำไปใช้ได้ โดยผลการประเมิน ความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แสดงในภาคผนวก ข

1.6 ปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ได้แก่ การใช้ ภาพถ่ายสื่อของจริงที่ระบุในแผนการจัดการเรียนรู้ให้ชัดเจน และการเขียนข้อคำถามใบกิจกรรมให้ สอดคล้องกับนิยามและองค์ประกอบย่อยของความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

1.7 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้ฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปใช้ในการดำเนินการจัด การเรียนรู้ต่อไป

2. ใบกิจกรรม

ใบกิจกรรมของนักเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อนำใช้ในการประกอบการจัดการเรียนรู้ การพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ด้วยการเรียนรู้ตามแบบ CPA ร่วมกับ กระดานเรขาคณิต เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เพื่อเป็นเครื่องมือในการเก็บ รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ให้นักเรียนวาดภาพรูปสี่เหลี่ยม และเขียนตอบคำถามในระหว่างการจัดการเรียนรู้ โดยใบกิจกรรมของนักเรียนจะเป็นส่วนหนึ่งของ แผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งแต่ละใบกิจกรรมมีขั้นตอนการสร้าง ดังต่อไปนี้

2.1 ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการสร้างใบกิจกรรมของนักเรียน

2.2 ศึกษาลักษณะและขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ตามแบบ CPA ร่วมกับ กระดานเรขาคณิต

2.3 ศึกษาเนื้อหาเรขาคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม

2.4 ออกแบบและสร้างใบกิจกรรมที่มีข้อคำถาม จำนวน 4 ข้อที่สอดคล้องกับ องค์ประกอบรายด้านของความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ทั้ง 3 ด้าน

2.5 พัฒนาเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูปრიკ จำแนกตามระดับคะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ 3 ระดับ ดังตาราง 11

2.6 นำใบกิจกรรมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาคณิตศาสตร์ จำนวน 1 ท่าน

ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์/คณิตศาสตร์ศึกษา จำนวน 1 ท่าน

ครูวิทยฐานะชำนาญการพิเศษวิชาคณิตศาสตร์ จำนวน 1 ท่าน

2.9 ปรับปรุงแก้ไขใบกิจกรรมของนักเรียนตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

2.10 จัดทำใบกิจกรรมของนักเรียนฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปใช้ในการดำเนินการจัดการเรียนรู้ต่อไป

3. แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้

แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้เป็นเครื่องมือสำหรับผู้วิจัยและครูประจำการ เพื่อใช้ในการสะท้อนสภาพปัญหาและวิธีการแก้ปัญหาในระหว่างการจัดการเรียนรู้ตามแบบ CPA ร่วมกับ กระดานเรขาคณิต สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม ในวงจรปฏิบัติการที่ 1, 2, 3 และ 4 นำไปสู่การปรับปรุงและพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ต่อไป ซึ่งมีขั้นตอนการสร้างดังต่อไปนี้

3.1 ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้

3.2 กำหนดขอบเขตในการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ในแต่ละขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ตามแบบ CPA ร่วมกับกระดานเรขาคณิต ได้แก่ 1. ขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้ตามแบบ CPA ร่วมกับ กระดานเรขาคณิต สามารถส่งเสริมความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ได้หรือไม่ อย่างไร 2. การจัดการเรียนรู้ตามแบบ CPA ร่วมกับกระดานเรขาคณิต มีปัญหาและอุปสรรคต่อการส่งเสริมความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์หรือไม่ 3. จุดที่ควรพัฒนาของการจัดการเรียนรู้ตามแบบ CPA ร่วมกับกระดานเรขาคณิต คืออะไร

3.3 สร้างแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ตามขอบเขตที่กำหนด ที่มีลักษณะให้ผู้สะท้อนได้เขียนอธิบายถึงการจัดการเรียนรู้ตามแบบ CPA ร่วมกับกระดานเรขาคณิต มีปัญหาอุปสรรค และแนวทางการแก้ปัญหานั้นอย่างไรในแต่ละขั้นตอน

3.4 นำแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา

3.5 ปรับปรุงแก้ไขแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา

3.6 นำแบบสะท้อนผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไข เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ

จำนวน 3 ท่าน เพื่อประเมินความเหมาะสมของแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วย

ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาคณิตศาสตร์ จำนวน 1 ท่าน

ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์/คณิตศาสตร์ศึกษา จำนวน 1 ท่าน

ครูวิทยฐานะชำนาญการพิเศษวิชาคณิตศาสตร์ จำนวน 1 ท่าน

3.7 ปรับปรุงแก้ไขแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

3.8 จัดทำแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ฉบับสมบูรณ์

4. แบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่

5 เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม

แบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เป็นแบบวัดที่ใช้วัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เป็นแบบอัตนัยจำนวน 2 สถานการณ์ แต่ละสถานการณ์มีข้อความย่อย 4 ข้อ รวมทั้งหมด 8 ข้อ โดยผู้วิจัยสร้างขึ้นให้สอดคล้องกับความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ซึ่งมีขั้นตอนการสร้างดังต่อไปนี้

4.1 ศึกษาเอกสารและวิเคราะห์ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เพื่อกำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้างแบบทดสอบที่สอดคล้องกับวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม

4.2 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับวิธีการสร้างแบบทดสอบ แล้วกำหนดแนวทางในการสร้างข้อคำถามในแบบทดสอบ

4.3 สร้างแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม โดยใช้เกณฑ์การประเมินและเกณฑ์การให้คะแนนเช่นเดียวกับใบกิจกรรม

4.4 นำแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา

4.5 แก้ไขวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษา

4.6 นำแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ประกอบด้วย

ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาคณิตศาสตร์จำนวน 1 ท่าน

ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์/คณิตศาสตร์ศึกษาจำนวน 1 ท่าน

ครูวิทยฐานะชำนาญการพิเศษวิชาคณิตศาสตร์จำนวน 1 ท่าน

เพื่อพิจารณาและประเมินความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) โดยวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Congruence: IOC) ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีแต่ข้อคำถามแต่ละข้อ โดยใช้เกณฑ์พิจารณา (ไพศาล วรคา, 2552) ดังนี้

- +1 แน่ใจว่า ข้อสอบวัดได้ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้
- 0 ไม่แน่ใจว่า ข้อสอบวัดได้ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้
- 1 แน่ใจว่า ข้อสอบวัดได้ไม่ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้

พิจารณาข้อคำถามที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.6 ขึ้นไป มาสร้างแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ จำนวน 2 สถานการณ์ เป็นแบบอัตนัยประกอบด้วย 4 คำถาม คำถามที่ 1 สถานการณ์ปัญหานี้เกี่ยวกับอะไร เป็นอย่างไร คำถามที่ 2 จากสถานการณ์นี้ นักเรียนสามารถนำความรู้ หรือสูตรเรื่องใดมาช่วยแก้ปัญหาได้ (การเชื่อมโยงภายในเนื้อหาคณิตศาสตร์และการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น) คำถามที่ 3 ให้นักเรียนเขียนอธิบายวิธีคิด หรือขั้นตอน วิธีการแก้ปัญหานี้ (การเชื่อมโยงภายในเนื้อหาคณิตศาสตร์และการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น) และคำถามที่ 4 ให้นักเรียนยกตัวอย่างปัญหา หรือสถานการณ์อื่น โดยให้มีความแตกต่างจากปัญหาเดิมแต่ยังคงใช้ความรู้และวิธีคิดแก้ปัญหาเดียวกันกับที่ระบุไว้ในคำถามที่ 2 และ 3 ของข้อสรุปของปัญหา (การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน) โดยผลการประเมินความตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบพบว่า มีค่า IOC เท่ากับ 1.00 ทุกข้อคำถาม ซึ่งสามารถนำไปใช้ได้ ผลการประเมินความตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบ แสดงในภาคผนวก ค

4.7 ปรับปรุงแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ ได้แก่ บางสถานการณ์มีความใกล้เคียงนักเรียนมากเกินไป ควรเป็นสถานการณ์ปัญหานี้ ข้อมูลเกี่ยวกับเรื่องอะไร รูปภาพใช้แสดงในสถานการณ์ควรมีความสมจริง เพื่อไม่ให้นักเรียนเกิดความสับสน ปรับสถานการณ์ให้สอดคล้องกับภาพ

4.8 นำแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ที่ได้รับการปรับปรุงแล้วไปใช้วิเคราะห์ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ โดยจากการเขียนคำตอบและแสดงแนวคิดของนักเรียนในใบกิจกรรมที่ปรากฏในแต่ละข้อคำถามจะมีข้อคำถามเดียวกันกับใบกิจกรรม โดยผู้วิจัยแบ่งการทำแบบทดสอบออกเป็น 2 สถานการณ์ ใช้เวลาในการทำสถานการณ์ละ 60 นาที รวม 120 นาที เนื่องจากมีบางข้อที่นักเรียนจำเป็นต้องใช้เวลาในการแสดงแนวคิดเพื่อแก้ปัญหาหรือหาคำตอบที่หลากหลาย

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลตามขั้น ดังนี้

1. ปฐมนิเทศ ชี้แจงบทบาทครู บทบาทนักเรียนในการเรียน วิธีการวัดและประเมินผลและเกณฑ์การให้คะแนนให้กับนักเรียนที่เป็นกลุ่มเป้าหมายจำนวน 9 คน
2. ดำเนินการจัดการเรียนรู้แบบ CPA ร่วมกับ กระดานเรขาคณิต เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม กับนักเรียนที่เป็นกลุ่มเป้าหมาย โดยใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้ ทั้งหมด 12 ชั่วโมง
4. ในระหว่างที่ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ผู้วิจัยให้นักเรียนทำกิจกรรมเป็นกลุ่ม และทำใบกิจกรรมเป็นรายบุคคล
5. เมื่อดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ครบทั้ง 12 ชั่วโมง ผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
6. นำผลที่ได้จากการเก็บรวบรวมทั้งหมดไปทำการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบ Concrete – Pictorial - Abstract (CPA) ร่วมกับ กระดานเรขาคณิต (Geoboard) เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ ซึ่งเป็นข้อมูลเชิงคุณภาพและเป็นข้อมูลที่ได้จากผู้วิจัย และผู้ร่วมสังเกตการณ์จัดการเรียนรู้ โดยใช้การวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (Content Analysis) เมื่อสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้ในแต่ละวงจรปฏิบัติการ และวิเคราะห์ภาพรวมทั้งหมดอีกครั้งเมื่อดำเนินการจัดการเรียนรู้ครบทั้ง 4 วงจรปฏิบัติการ มีรายละเอียดการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1.1 ผู้วิจัยรวบรวมข้อมูลจากเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้มาจัดเรียงตามขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 3 ขั้นตอน ผู้วิจัยให้รหัสข้อมูล (Coding) เป็นการจัดเรียงระเบียบเนื้อหาของข้อมูลโดยย่อหรือลดทอนข้อมูลให้เหลือเฉพาะที่ตรงกับประเด็นที่ต้องการวิเคราะห์ (Theme) จากนั้นนำข้อความนั้นมาใส่รหัสในรูปของตัวอักษรหรือวลีสั้น (Code) เพื่อคัดเลือกข้อมูลที่สำคัญสามารถตอบคำถามในประเด็นที่ผู้วิจัยต้องการวิเคราะห์ ได้แก่

- 1) การจัดการเรียนรู้แบบ CPA ร่วมกับกระดานเรขาคณิต ที่ส่งเสริมความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์อย่างไร
- 2) ปัญหาที่พบจากการจัดการเรียนรู้แบบ CPA ร่วมกับกระดานเรขาคณิต ที่ส่งเสริมความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์มีอะไรบ้าง
- และ 3) แนวทางการปรับปรุงแก้ไขสำหรับการจัดการเรียนรู้ครั้งต่อไปควรทำอย่างไร

1.2 ผู้วิจัยนำข้อมูลมาจัดกลุ่มข้อมูลให้เป็นหมวดหมู่ (Category) เดียวกัน ซึ่งแต่ละหมวดหมู่อาจมีความสัมพันธ์กันตามประเด็นที่วิเคราะห์ และหาลักษณะร่วมของข้อมูล ดีความข้อมูล เพื่อสรุปเป็นรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เหมาะสม

1.3 ผู้วิจัยเขียนสรุปการสะท้อนปัญหา อุปสรรค และแนวทางแก้ไขปัญหาของแต่ละขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบ CPA ร่วมกับกระดานเรขาคณิต เพื่อนำไปปรับปรุงและพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการถัดไปให้ดียิ่งขึ้น

1.4 ผู้วิจัยตรวจสอบความน่าเชื่อถือของข้อมูลเชิงคุณภาพโดยใช้วิธีการตรวจสอบแบบสามเส้า (Triangulation)

2. การศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบ Concrete - Pictorial - Abstract (CPA) ร่วมกับกระดานเรขาคณิต (Geoboard) เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากใบงานและแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งเป็นข้อมูลที่จากผู้เข้าร่วมวิจัยโดยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลตามชนิดของเครื่องมือในการวิจัยตามลำดับ ดังนี้

2.1 ข้อมูลที่ได้จากใบกิจกรรมสำหรับวัดความสามารถในการเชื่อมโยงของนักเรียน โดยเก็บข้อมูลจากการให้นักเรียนแต่ละคนทำใบกิจกรรมดังกล่าวในระหว่างการจัดการเรียนรู้ และข้อมูลที่ได้จากแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยผู้วิจัยเก็บ ข้อมูลเมื่อเสร็จสิ้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ครบทั้ง 4 วงจรปฏิบัติการ มีการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (Content Analysis) เพื่อวิเคราะห์ ดีความ และสรุปข้อมูลความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จากคำตอบของนักเรียนในใบกิจกรรม และแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ โดยการจัดกลุ่มคำตอบของนักเรียน ออกเป็นทั้ง 3 ระดับ คือ ระดับ 0 (ปรับปรุง) ระดับ 1 (พอใช้) ระดับ 2 (ดี) และระบุรายละเอียดของลักษณะคำตอบในแต่ละระดับตามองค์ประกอบรายด้านของความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ดังตัวอย่างในตารางที่ 11 จากนั้นผู้วิจัยนับจำนวนนักเรียนเป็นรายบุคคล แล้วคำนวณจำนวนนักเรียนในแต่ละระดับ คิดเป็นร้อยละ แล้วรายงานผลในรูปแบบของความถี่ร้อยละ และความเรียง

ตาราง 11 แสดงเกณฑ์ระดับคุณภาพของความสามารถในการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์

ความสามารถ		
ในการเชื่อมโยง	ระดับ	คำนิยาม
คณิตศาสตร์		
การเชื่อมโยง	2	นักเรียนสามารถเชื่อมโยงหรือแสดงความสัมพันธ์ของเนื้อหา
ภายในเนื้อหา		คณิตศาสตร์ โดยมีการอธิบายวิธีคิด หรือขั้นตอน วิธีการแก้ปัญหา
คณิตศาสตร์		ได้ถูกต้อง

ความสามารถ ในการเชื่อมโยง คณิตศาสตร์	ระดับ	คำนิยาม
	1	นักเรียนสามารถเชื่อมโยงหรือแสดงความสัมพันธ์ของเนื้อหา คณิตศาสตร์ได้ โดยมีการอธิบายวิธีคิด หรือขั้นตอน วิธีการแก้ปัญหา นี้ได้ถูกต้องบางส่วน
	0	นักเรียนไม่สามารถเชื่อมโยงหรือแสดงความสัมพันธ์ของเนื้อหา คณิตศาสตร์ และไม่มี การอธิบายวิธีคิด หรือขั้นตอน วิธีการแก้ปัญหา นี้ได้
การเชื่อมโยง คณิตศาสตร์กับ ศาสตร์อื่น	2	นักเรียนสามารถระบุความรู้ศาสตร์อื่นที่เกี่ยวข้องได้ โดยมีการ อธิบายวิธีคิด หรือขั้นตอน วิธีการแก้ปัญหานี้ได้ถูกต้อง
	1	นักเรียนสามารถระบุความรู้ศาสตร์อื่นที่เกี่ยวข้องได้ โดยมีการ อธิบายวิธีคิด หรือขั้นตอน วิธีการแก้ปัญหานี้ได้ถูกต้องบางส่วน
	0	นักเรียนไม่สามารถระบุความรู้ศาสตร์อื่นที่เกี่ยวข้องกับขั้นตอนได้
การเชื่อมโยง คณิตศาสตร์กับ ชีวิตประจำวัน	2	นักเรียนสามารถยกตัวอย่างการเชื่อมโยงหรือแสดงความสัมพันธ์กับ สิ่งที่ใกล้ตัวหรือสิ่งที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันได้ถูกต้อง
	1	นักเรียนสามารถยกตัวอย่างการเชื่อมโยงหรือแสดงความสัมพันธ์กับ สิ่งที่ใกล้ตัวหรือสิ่งที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันได้บางส่วน
	0	นักเรียนไม่สามารถยกตัวอย่างการเชื่อมโยงหรือแสดงความสัมพันธ์ กับสิ่งที่ใกล้ตัวหรือสิ่งที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันได้

บทที่ 4

ผลการวิจัย

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการวิจัยเชิงปฏิบัติการเพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบ Concrete – Pictorial - Abstract (CPA) ร่วมกับ กระดานเรขาคณิต และเพื่อพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดย ผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิจัยตามจุดประสงค์ของงานวิจัย 2 ตอน ได้แก่

ตอนที่ 1 ศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบ Concrete – Pictorial - Abstract (CPA) ร่วมกับ กระดานเรขาคณิต (Geoboard) ที่ส่งเสริมความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

ตอนที่ 2 ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบ Concrete – Pictorial - Abstract (CPA) ร่วมกับ กระดานเรขาคณิต (Geoboard) ที่มีต่อความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

ตอนที่ 1 ศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบ Concrete – Pictorial - Abstract (CPA) ร่วมกับ กระดานเรขาคณิต (Geoboard) ที่ส่งเสริมความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

ผู้วิจัยใช้รูปแบบการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน ดำเนินการตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการจัดการเรียนรู้แบบ Concrete – Pictorial - Abstract (CPA) ร่วมกับ กระดานเรขาคณิต ทั้งหมด 4 แผนการจัดการเรียนรู้แผนละ 1 วงจรปฏิบัติการรวมทั้งหมด 4 วงจรปฏิบัติการแต่ละวงจรปฏิบัติการประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่

ขั้นที่ 1 ขั้นการวางแผน (Plan: P) วางแผนออกแบบการจัดการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ หลังจากได้วิเคราะห์จุดประสงค์หรือกำหนดประเด็นปัญหาที่ชัดเจนแล้ว

ขั้นที่ 2 ขั้นการปฏิบัติการ (Action: A) ปฏิบัติการตามแผนที่วางไว้

ขั้นที่ 3 ขั้นการสังเกต (Observation: O) เก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการปฏิบัติรวมทั้งสังเกตตนเองขณะปฏิบัติว่าวิธีการนั้นได้ผลหรือไม่

ขั้นที่ 4 ขั้นการสะท้อนผล (Reflect: R) นำข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์มาสะท้อนผล สังเคราะห์จุดเด่น จุดที่ควรพัฒนาหรือแก้ไข เพื่อนำไปวางแผนในวงจรปฏิบัติการถัดไป

โดยจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 4 สัปดาห์ รวมเวลาทั้งหมด 12 ชั่วโมง สำหรับแต่ละวงจรปฏิบัติการ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

วงจรปฏิบัติการที่ 1 เรื่อง ชนิดและสมบัติของเส้นทแยงมุมของรูปสี่เหลี่ยม
ขั้นที่ 1 ขั้นการวางแผน (Plan)

1. เตรียมแผนการจัดการเรียนรู้

ผู้วิจัยจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรของโรงเรียนประถมศึกษาแห่งหนึ่งในจังหวัดพิษณุโลก ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน หน่วยการเรียนรู้เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม ประกอบด้วย 4 บทเรียนย่อย ได้แก่ ชนิดและสมบัติของเส้นทแยงมุมของรูปสี่เหลี่ยม การสร้างรูปสี่เหลี่ยม ความยาวรอบรูปของรูปสี่เหลี่ยม และพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยม โดยก่อนที่ผู้วิจัยจะดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในหน่วยการเรียนรู้ดังกล่าว ผู้วิจัยได้วางแผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการจัดการเรียนรู้แบบ CPA ร่วมกับ กระดานเรขาคณิต จำนวน 4 แผนการจัดการเรียนรู้ ได้แก่

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ชนิดและสมบัติของเส้นทแยงมุมของรูปสี่เหลี่ยม

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การสร้างรูปสี่เหลี่ยม

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ความยาวรอบรูปของรูปสี่เหลี่ยม

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง พื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยม

แต่ละแผนการจัดการเรียนรู้มีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการจัดการเรียนรู้แบบ CPA ร่วมกับ กระดานเรขาคณิต 3 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นการสอนเชิงรูปธรรม (Concrete)

ขั้นที่ 2 ขั้นการสอนเชิงรูปภาพ (Pictorial)

ขั้นที่ 3 ขั้นการสอนเชิงนามธรรม (Abstract)

แต่ละแผนการจัดการเรียนรู้มีรายละเอียดดังนี้

1.1 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ชนิดและสมบัติของเส้นทแยงมุมของรูปสี่เหลี่ยม เป็นกิจกรรมที่ให้นักเรียนระบุหรือบอกรูปสี่เหลี่ยมชนิดต่าง ๆ ที่พบจากสื่อของจริง ได้แก่ กรอบรูปภาพ หนังสือ โต้ะ และกล่อง แล้วให้นักเรียนสร้างความคุ้นเคยกับชนิดรูปสี่เหลี่ยมโดยการนำกระดานเรขาคณิตและหนัวยางมาสร้างรูปสี่เหลี่ยมชนิดต่าง ๆ จากนั้นให้นักเรียนวาดภาพรูปสี่เหลี่ยมตามกลุ่มของตนเองได้สร้างขึ้นไว้ และให้นักเรียนแต่ละกลุ่มตั้งคำถามเกี่ยวกับชนิดและสมบัติของรูปสี่เหลี่ยม พร้อมทั้งทำใบกิจกรรมที่ดำเนินการผ่านสถานการณ์ปัญหา เรื่อง ฉันทเป็นอย่างไร และเรื่องพิชซ่าของฉัน โดยนักเรียนจะได้ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปสี่เหลี่ยมกับเศษส่วนที่เท่ากัน และรูปสี่เหลี่ยมกับการออกแบบพิชซ่า, การคำนวณแคลอรี มีจุดประสงค์เพื่อให้นักเรียนสามารถระบุชนิดและสมบัติของรูปสี่เหลี่ยมได้ โดยมีการบูรณาการความรู้เดิมของนักเรียนและนักเรียนต้องร่วมกันวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาเพื่อตอบคำถามทุกคำถามย่อยจนสามารถหาผลลัพธ์ของสถานการณ์

ปัญหาได้ และครูเชื่อมโยงความรู้ถึงสิ่งของในชีวิตประจำวัน โดยให้นักเรียนยกตัวอย่างสิ่งของในชีวิตประจำวัน พร้อมทั้งระบุส่วนประกอบของสิ่งของนั้นว่าเป็นรูปสี่เหลี่ยมชนิดใด

1.2 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การสร้างรูปสี่เหลี่ยม เป็นกิจกรรมที่ให้นักเรียนฝึกสร้างรูปสี่เหลี่ยมโดยให้แต่ละคนสร้างรูปสี่เหลี่ยมจากกระดาษเรขาคณิตและหนัวยาง เป็นรูปเรขาคณิตสองมิติชนิดต่าง ๆ แล้วให้สำรวจลักษณะของสี่รูปทรงสี่เหลี่ยมต่าง ๆ จากนั้นให้นักเรียนสร้างความคุ้นเคยกับการสร้างรูปสี่เหลี่ยม โดยการนำกระดาษเรขาคณิตและหนัวยาง มาสร้างให้เป็นรูปสี่เหลี่ยมชนิดต่างให้ได้มากที่สุด จากนั้นให้นักเรียนวาดภาพรูปสี่เหลี่ยมตามกลุ่มของตนเองได้สร้างขึ้นไว้ และให้นักเรียนแต่ละกลุ่มตั้งคำถามเกี่ยวกับวิธีการสร้างรูปสี่เหลี่ยม พร้อมทั้งทำใบกิจกรรมที่ดำเนินการผ่านสถานการณ์ปัญหา เรื่อง สวนมะนาว โดยนักเรียนจะได้ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปสี่เหลี่ยมกับการหามุมภายใน ส่วนของเส้นตรง และรูปสี่เหลี่ยมกับจุด บอกตำแหน่งและทิศทาง การวางแผนติดตั้งไฟฟ้า และเสาไฟ มีจุดประสงค์เพื่อให้นักเรียนสามารถสร้างรูปสี่เหลี่ยมตามข้อกำหนดได้ โดยกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 นี้ จะเป็นสถานการณ์ที่ต่อเนื่องมาจากแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ซึ่งนักเรียนสามารถนำความรู้เดิมมาใช้ในการทำกิจกรรมการเรียนรู้ และร่วมกันวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาเพื่อตอบคำถามทุกคำถามย่อยจนสามารถหาผลลัพธ์ของสถานการณ์ปัญหาได้ และครูเชื่อมโยงความรู้ถึงสิ่งของในชีวิตประจำวัน โดยให้นักเรียนยกตัวอย่างสิ่งของในชีวิตประจำวันที่มีลักษณะเป็นรูปสี่เหลี่ยม พร้อมทั้งระบุส่วนประกอบของสิ่งของนั้นว่าเป็นรูปสี่เหลี่ยมชนิดใด

1.3 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ความยาวรอบรูปของรูปสี่เหลี่ยม เป็นกิจกรรมที่ให้นักเรียนฝึกหาความยาวรอบรูปสี่เหลี่ยมจากการนับช่อง โดยให้แต่ละคนสร้างรูปสี่เหลี่ยมจากกระดาษเรขาคณิตและหนัวยาง แล้วครูแจกบัตรค่าของรูปสี่เหลี่ยมพร้อมให้เรียนร่วมกันตอบ โดยการสร้างความคุ้นเคยผ่านกระดาษเรขาคณิตและหนัวยาง แล้วให้นักเรียนนับช่องของกระดาษเรขาคณิตว่ามีความยาวของด้านในแต่ละรูปเท่าไร พร้อมทั้งนักเรียนร่วมกันวิเคราะห์ความแตกต่างของความยาวรอบรูปในรูปสี่เหลี่ยมแต่ละแบบ จากนั้นให้นักเรียนวาดภาพรูปสี่เหลี่ยมตามกลุ่มของตนเองได้สร้างขึ้นไว้ และให้นักเรียนแต่ละกลุ่มตั้งคำถามเกี่ยวกับความยาวรอบรูปของรูปสี่เหลี่ยม พร้อมทั้งทำใบกิจกรรมที่ดำเนินการผ่านสถานการณ์ปัญหา เรื่อง วิ่งรอบสนาม โดยนักเรียนจะได้ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปสี่เหลี่ยมกับการคำนวณหาความยาวรอบรูปของรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน การคำนวณหาเวลา และรูปสี่เหลี่ยมกับวิชาพลศึกษาเกี่ยวกับระยะทางของสนาม มีจุดประสงค์เพื่อให้นักเรียนสามารถหาความยาวรอบรูปของรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน และรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูนได้ ซึ่งสถานการณ์นี้จะเริ่มมีความซับซ้อนในกระบวนการเชื่อมโยงมากขึ้น นักเรียนต้องอาศัยทั้งความรู้เดิมและร่วมกันวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาเพื่อตอบคำถามทุกคำถามย่อยจนสามารถหาผลลัพธ์ของ

สถานการณ์ปัญหาได้ และครูเชื่อมโยงความรู้ถึงสิ่งของในชีวิตประจำวัน โดยให้นักเรียนยกตัวอย่าง ปัญหาหรือสถานการณ์อื่น ที่ใช้ความรู้และวิธีการเดียวกันกับสถานการณ์นี้

1.4 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง พื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยม เป็นกิจกรรมที่ให้นักเรียนฝึกหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมจากการนับช่อง โดยให้แต่ละคนสร้างรูปสี่เหลี่ยมจากกระดานเรขาคณิตและหนังกาย แล้วครูแจกบัตรคำของรูปสี่เหลี่ยมพร้อมให้เรียนร่วมกันตอบ โดยการสร้างความคุ้นเคยผ่านกระดานเรขาคณิตและหนังกาย แล้วให้นักเรียนนับช่องของกระดานเรขาคณิตว่ามีความยาวของด้านในแต่ละรูปเท่าไร พร้อมทั้งนักเรียนร่วมกันวิเคราะห์ความแตกต่างของพื้นที่ในรูปสี่เหลี่ยมแต่ละแบบ จากนั้นให้นักเรียนวาดภาพรูปสี่เหลี่ยมตามกลุ่มของตนเองได้สร้างขึ้นไว้ และให้นักเรียนแต่ละกลุ่มตั้งคำถามเกี่ยวกับ พื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยม พร้อมทั้งทำใบกิจกรรมที่ดำเนินการผ่านสถานการณ์ปัญหาเรื่องขนมไทย โดยนักเรียนจะได้ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปสี่เหลี่ยมกับการคำนวณหาพื้นที่ การเปรียบเทียบพื้นที่ และรูปสี่เหลี่ยมกับการออกแบบสร้างบรรจุภัณฑ์ มีจุดประสงค์เพื่อให้นักเรียนสามารถหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน และรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูนได้ โดยในสถานการณ์ปัญหานี้จะมีความแตกต่างจาก 3 สถานการณ์ก่อนหน้านี้ คือ ผลลัพธ์ของสถานการณ์ปัญหาของนักเรียนอาจมีความแตกต่างกันได้ เนื่องจากสถานการณ์ปัญหามีลักษณะเป็นปัญหาปลายเปิด แต่นักเรียนยังคงต้องมีการวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาเพื่อตอบคำถามทุกคำถามย่อยจนสามารถหาผลลัพธ์ของสถานการณ์ปัญหาได้ และครูเชื่อมโยงความรู้ถึงสิ่งของในชีวิตประจำวัน โดยให้นักเรียนยกตัวอย่าง ปัญหาหรือสถานการณ์อื่น ที่ใช้ความรู้และวิธีการเดียวกันกับสถานการณ์นี้

2. เตรียมเอกสาร

ผู้วิจัยจัดเตรียมเอกสารโดยจำแนกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่ 1 เอกสารสำหรับผู้วิจัย ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ และเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ส่วนที่ 2 เอกสารสำหรับผู้ร่วมสังเกตการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วย แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ และส่วนที่ 3 เอกสารสำหรับผู้เข้าร่วมวิจัย ประกอบด้วย ใบกิจกรรม และแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

3. เตรียมสถานที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้

ลักษณะของการจัดการเรียนรู้ที่เน้นจัดการเรียนรู้แบบ CPA ร่วมกับ กระดานเรขาคณิต เพื่อพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนเป็นกิจกรรมแบบกลุ่ม จึงมีการจัดโต๊ะเรียนเป็นแบบกลุ่ม กลุ่มละ 3 คน ในทุกชั่วโมงการจัดการเรียนรู้ ซึ่งแต่ละกลุ่มจะต้องมีระยะห่างเพื่อให้ผู้วิจัยสามารถเดินได้อย่างทั่วถึง ดังภาพ 3



ภาพ 3 แสดงบรรยากาศในห้องเรียน

ขั้นที่ 2 ขั้นการปฏิบัติการ (Action) ขั้นที่ 3 ขั้นการสังเกต (Observation) และ ขั้นที่ 4 ขั้นการสะท้อนผล (Reflect)

ขั้นการปฏิบัติการ ขั้นการสังเกต และ ขั้นการสะท้อนผล เป็นการจัดการเรียนรู้แบบ CPA ร่วมกับ กระดานเรขาคณิต เรื่อง ชนิดและสมบัติของเส้นทแยงมุมของรูปสี่เหลี่ยม ใช้ระยะเวลา 2 ชั่วโมง ประกอบด้วยขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ดังตาราง 12

ตาราง 12 แสดงรายละเอียดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ รายละเอียดการสังเกตการณ์ และปัญหาที่พบในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละขั้นตอนพร้อมแนวทางการแก้ไข ในวงจรปฏิบัติการที่ 1

ขั้นการปฏิบัติการ (Action)	ขั้นการสังเกต (Observation)	ปัญหาที่พบ	ขั้นการสะท้อนผล (Reflect)
ขั้นที่ 1 ขั้นการสอนเชิงรูปธรรม (Concrete)			
ผู้วิจัยและนักเรียนร่วมกัน ทบทวนความรู้ เรื่อง การระบุ หรือบอกรูปสี่เหลี่ยมชนิดต่าง ๆ ที่พบจากส่วนประกอบของสี่เหลี่ยมของจริง ได้แก่ กรอบรูปภาพ หนังสือ โตะ และกล่อง โดยใช้คำถามให้นักเรียนทุกคนร่วมกัน สร้างรูปสี่เหลี่ยมชนิดต่าง ๆ จาก กระดานเรขาคณิตและหน้ียง	ในช่วงการทบทวน ความรู้เดิม เมื่อ ผู้วิจัยถามถึงรูป สี่เหลี่ยมชนิดต่าง ๆ ที่คล้ายกัน พบว่า นักเรียนยังไม่สามารถตอบ ลักษณะของรูป สี่เหลี่ยมได้	นักเรียนบางคนไม่สามารถระบุ คุณสมบัติและสมบัติของสี่เหลี่ยม	ผู้วิจัยควรนำสื่อ ของจริง รูป สี่เหลี่ยม มาให้นักเรียนสำรวจ คุณสมบัติและสมบัติของสี่เหลี่ยมเพิ่มขึ้น พร้อมให้นักเรียนสร้างรูป สี่เหลี่ยมจาก

ขั้นการปฏิบัติการ (Action)	ขั้นการสังเกต (Observation)	ปัญหาที่พบ	ขั้นการสะท้อนผล (Reflect)
โดยให้นักเรียนพิจารณาคุณสมบัติของรูปที่สร้างขึ้น และผู้วิจัยและนักเรียนร่วมกันวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างรูปสี่เหลี่ยมทุกรูป ดังภาพ 4  ภาพ 4 แสดงบรรยากาศการสร้างรูปสี่เหลี่ยมด้วยกระดานเรขาคณิต	ครบถ้วน แต่มีการหันไปสนทนากับเพื่อนเพื่อหาคำตอบ หลังจากที่ได้รับแจกอุปกรณ์กระดานเรขาคณิตและหนังสือให้นักเรียนร่วมกันสร้างรูปสี่เหลี่ยมชนิดต่าง ๆ และให้พิจารณาคูสมบัติของรูปสี่เหลี่ยมที่สร้างขึ้น พบว่านักเรียนบางคนไม่ระบุความแตกต่างรูปสี่เหลี่ยมแต่ละชนิดได้ด้วยตัวเอง		กระดานเรขาคณิตอีกครั้ง โดยอธิบายไปที่ละส่วน
ขั้นที่ 2 ขั้นการสอนเชิงรูปภาพ (Pictorial)			
นักเรียนร่วมกันวาดภาพรูปสี่เหลี่ยม ตามที่สมาชิกในกลุ่มสร้างขึ้นมา พร้อมทั้งผู้วิจัยแจกกระดาษกราฟให้นักเรียนคนละ 1 แผ่น นำรูปที่สร้างขึ้นวาดภาพลงในกระดาษกราฟ แล้วให้นักเรียนทำใบกิจกรรม เรื่อง ฉันทเป็นอย่างไร โดยใช้คำถามกระตุ้นจากนั้นให้นักเรียนทำ	เมื่อผู้วิจัยให้นักเรียนระบุคุณลักษณะและสมบัติของสี่เหลี่ยมลงในใบกิจกรรม มีนักเรียนบางส่วนตอบเป็น ชนิดของรูปสี่เหลี่ยมได้ แต่ไม่สามารถอธิบาย	- นักเรียนบางคนไม่สามารถเขียนภาพลงกระดาษกราฟได้ เนื่องจากกระดาษกราฟมี 5 เส้นนักเรียนเขียนในเส้นที่เส้น 2 และเส้นที่ 3 ทำให้การ	- ผู้วิจัยควรมีการอธิบายการใช้กระดาษกราฟเบื้องต้น พร้อมทั้งอธิบายการลงจุดและการนับช่องของกระดานเรขาคณิต

ขั้นการปฏิบัติการ (Action)	ขั้นการสังเกต (Observation)	ปัญหาที่พบ	ขั้นการสะท้อนผล (Reflect)
กิจกรรมกลุ่ม ให้นักเรียนสร้างรูปสี่เหลี่ยมตามเงื่อนไขที่ผู้วิจัยกำหนด และวัดความยาวด้านแต่ละด้านของรูปสี่เหลี่ยมตนเอง จากนั้นพร้อมทั้งระบุคุณลักษณะและสมบัติของสี่เหลี่ยมลงในใบกิจกรรม รวมทั้งให้นักเรียนแต่ละกลุ่มตั้งคำถาม เกี่ยวกับ ชนิด และสมบัติของรูปสี่เหลี่ยม กลุ่มละ 2 คำถาม โดยให้เพื่อนกลุ่มอื่น ๆ ร่วมกันตอบคำถาม และผู้วิจัยช่วยแนะนำเพิ่มเติม	คุณลักษณะและสมบัติของสี่เหลี่ยมได้ และ ในช่วงทำกิจกรรมกลุ่มที่ต้องสร้างรูปสี่เหลี่ยมตามเงื่อนไขที่กำหนด จากภาพใน กระดาษ เรขาคณิต ที่นักเรียนสร้างขึ้น นักเรียนวาดภาพรูปสี่เหลี่ยมใช้เวลาค่อนข้างนาน เนื่องจากบางคนไม่มีอุปกรณ์ เช่น ไม้บรรทัด และเนื่องจากกระดาษกราฟมี 5 เส้น นักเรียนเขียนในเส้นที่เส้น 2 และเส้นที่ 3 ทำให้การมองรูปสี่เหลี่ยมดูไม่ชัดเจน ให้อาจเกิดความคลาดเคลื่อน	มองรูปสี่เหลี่ยมดูไม่ชัดเจน - นักเรียนใช้ระยะเวลาในการวาดรูปนาน เนื่องจากนักเรียนไม่ได้เตรียมอุปกรณ์มา	- ผู้วิจัยแจ้งให้นักเรียนทราบล่วงหน้าว่า กิจกรรมในครั้งต่อไป นักเรียนต้องเตรียมอุปกรณ์อะไรมาบ้าง หรือผู้วิจัยเตรียมอุปกรณ์ที่ต้องใช้ในการทำกิจกรรมไปให้นักเรียน
ขั้นที่ 3 ขั้นการสอนเชิงนามธรรม (Abstract)			
ผู้วิจัยให้นักเรียนจับคู่สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์กับชื่อเรียกนั้น	ผู้วิจัยให้นักเรียนจับคู่สัญลักษณ์ทาง	นักเรียนสามารถอธิบายวิธีคิดหรือ	ผู้วิจัยควรจัดให้มีแลกเปลี่ยนเรียนรู้

ขั้นการปฏิบัติการ (Action)	ขั้นการสังเกต (Observation)	ปัญหาที่พบ	ขั้นการสะท้อนผล (Reflect)
จากนั้นให้นักเรียนเขียนสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์และอธิบายเกี่ยวกับส่วนประกอบของรูปสี่เหลี่ยมต่าง ๆ พร้อมผู้วิจัยให้นักเรียนดูคลิปผลงานที่ร่างกายต้องการโดยใช้คำถามกระตุ้น นักเรียนทำใบกิจกรรม เรื่อง พิชซ่าของฉัน แล้วให้นักเรียนอ่านทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหาและร่วมกันวิเคราะห์สิ่งที่โจทย์ถาม ข้อมูลที่โจทย์ให้มาและแนวคิดในการหาผลลัพธ์เพื่อตอบคำถามที่ 1, 2, 3 และ 4 ในใบกิจกรรม พร้อมให้นักเรียนยกตัวอย่างปัญหาหรือสถานการณ์อื่น ที่ใช้ความรู้และวิธีการเดียวกันกับสถานการณ์นี้	คณิตศาสตร์ จำนวน 8 คู่ พบว่า นักเรียนบางกลุ่ม ยังจับคู่สัญลักษณ์ ผิดพลาด จำนวน 2 คู่ ผู้วิจัยพูดคุยและอธิบายเพิ่มเติม จากนั้นให้นักเรียนเขียนสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ และ อธิบายเกี่ยวกับส่วนประกอบของรูปสี่เหลี่ยมต่าง ๆ ผู้วิจัยได้ใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนคิดขั้นตอน วิธีการแก้ปัญหาดังกล่าว เป็นวิธีที่ถูกต้องหรือไม่ พบว่านักเรียนสามารถอธิบายวิธีคิดได้แต่ยังมีบางส่วนที่อธิบายวิธีคิดไม่ครบถ้วน	ขั้นตอน วิธีการแก้ปัญหาที่ใช้ได้ แต่มีบางส่วนที่อธิบายอธิบายวิธีคิดหรือขั้นตอน วิธีการแก้ปัญหาที่ใช้ไม่ครบถ้วน	ภายในกลุ่มและระหว่างกลุ่ม พร้อมผู้วิจัยหาคำถามกระตุ้นเพิ่มเติม

จากตาราง 12 ผู้วิจัยได้สรุปปัญหาที่พบในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และแนวทางการปรับปรุงในแต่ละขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบ CPA ร่วมกับ กระดานเรขาคณิต ของวงจรปฏิบัติการ ที่ 1 ชนิดและสมบัติของเส้นทแยงมุมของรูปสี่เหลี่ยม ของผู้วิจัยและผู้ร่วมสังเกตการจัด

กิจกรรมการเรียนรู้ สำหรับพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

วงจรปฏิบัติการที่ 2 เรื่อง การสร้างรูปสี่เหลี่ยม

จากผลการสะท้อนผลการปฏิบัติในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ทำให้ผู้วิจัยได้แนวทางการปรับปรุงและพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นจัดการเรียนรู้แบบ CPA ร่วมกับ กระดานเรขาคณิต โดยมีรายละเอียดในดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นการวางแผน (Plan)

ผู้วิจัยปรับปรุงและออกแบบตามขั้นการวางแผนในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ยังคงยึดตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เป็นหลักแต่มีการปรับปรุงเพิ่มเติมตามแนวทางในการพัฒนาจากขั้นการสะท้อนผล (Reflect) ของวงจรปฏิบัติการที่ 1 ได้รายละเอียดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การสร้างรูปสี่เหลี่ยม โดยมีรายละเอียดดังตาราง 13 (ข้อความที่เน้นคือ แนวทางในการพัฒนา)

ตาราง 13 รายละเอียดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

ขั้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	รายละเอียดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
ขั้นที่ 1 ขั้นการสอนเชิงรูปธรรม (Concrete)	1) การจัดกิจกรรมด้วยกระดานเรขาคณิต 2) นำสื่อของจริงที่ใกล้ตัวนักเรียน เช่น กระดาน ทีวี เป็นต้น มาให้นักเรียนสำรวจคุณลักษณะและ สมบัติของสี่เหลี่ยมเพิ่มเติม
ขั้นที่ 2 ขั้นการสอนเชิงรูปภาพ (Pictorial)	3) ครูมีการอธิบายการใช้กระดาษกราฟเบื้องต้น 4) การวาดภาพลงกระดาษกราฟ 5) การให้นักเรียนแต่ละตั้งคำถาม 2 ข้อ
ขั้นที่ 3 ขั้นการสอนเชิงนามธรรม (Abstract)	6) ให้นักเรียนทำใบกิจกรรม 7) ผู้วิจัยใช้คำถามกระตุ้นให้เกิดการแลกเปลี่ยน เรียนรู้ภายในกลุ่ม และระหว่างกลุ่มจนนักเรียน สามารถสรุปผลลัพธ์ได้

ขั้นที่ 2 ขั้นการปฏิบัติการ (Action) ขั้นที่ 3 ขั้นการสังเกต (Observation) และ ขั้นที่ 4 ขั้นการสะท้อนผล (Reflect)

ขั้นการปฏิบัติการ ขั้นการสังเกต และ ขั้นการสะท้อนผล เป็นการจัดการเรียนรู้แบบ CPA ร่วมกับ กระดานเรขาคณิต เรื่อง การสร้างรูปสี่เหลี่ยม ใช้ระยะเวลา 2 ชั่วโมง ประกอบด้วยขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ดังตาราง 14

ตาราง 14 แสดงรายละเอียดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ รายละเอียดการสังเกตการณ์ และปัญหาที่พบในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละขั้นตอนพร้อมแนวทางการแก้ไข ในวงจรปฏิบัติการที่ 2

ขั้นการปฏิบัติการ (Action)	ขั้นการสังเกต (Observation)	ปัญหาที่พบ	ขั้นการสะท้อนผล (Reflect)
ขั้นที่ 1 ขั้นการสอนเชิงรูปธรรม (Concrete)			
ผู้วิจัยและนักเรียนร่วมกัน ทบทวนความรู้ เรื่อง ชนิดและสมบัติของรูปสี่เหลี่ยม โดยใช้คำถามกระตุ้น ผู้วิจัยแจก กระดานเรขาคณิตและหน้ียง โดยให้แต่ละคนสร้างรูปสี่เหลี่ยม เป็นรูปเรขาคณิตสองมิติชนิดต่าง ๆ ตามที่ครูกำหนดให้ แล้ว ผู้วิจัยเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ ร่วมกันวิเคราะห์สมบัติของรูป สี่เหลี่ยมที่นักเรียนสร้างขึ้น และ ผู้วิจัยนำสื่อรูปทรงสี่เหลี่ยม ต่าง ๆ ให้นักเรียนสำรวจ ลักษณะของกล่องทรงสี่เหลี่ยม ต่าง ๆ พร้อมทั้งผู้วิจัยอธิบาย ขั้นตอนการสร้างรูปสี่เหลี่ยมร่วม ด้วยกับกระดานเรขาคณิต หลังจากนั้นให้นักเรียนสร้างรูป	ในช่วงการทบทวน ความรู้เดิม พบว่า นักเรียนบางคน อาจมีสับสนเนื้อหา บ้างแต่หลังจากได้ เห็นคำตอบของ เพื่อนคนอื่นในห้อง ก็เข้าใจ และจำ เนื้อหาเดิมได้ หลังจากทีนักเรียน ได้สร้างรูปสี่เหลี่ยม	-	-

ขั้นการปฏิบัติการ (Action)	ขั้นการสังเกต (Observation)	ปัญหาที่พบ	ขั้นการสะท้อนผล (Reflect)
สีเหลืองโดยการแข่งขันกัน หากกลุ่มใดได้ครบ 5 ชนิด (สร้างขนาดใดก็ได้) ก่อนจะเป็นผู้ชนะ ซึ่งนักเรียนอาจสร้างได้หลากหลายรูปแบบ ดังภาพ 5 	สร้างขึ้น และให้นักเรียนร่วมกันสรุปข้อ มูล การวิเคราะห์สมบัติ ของรูปสีเหลืองของกลุ่มตนเองให้ครบถ้วน		
ภาพ 5 แสดงบรรยากาศการสร้างรูปสีเหลืองด้วยกระดานเรขาคณิต			
ขั้นที่ 2 ขั้นการสอนเชิงรูปภาพ (Pictorial)			
นักเรียนร่วมกันวาดภาพรูปสีเหลือง ตามที่สมาชิกในกลุ่มสร้างขึ้นมา กลุ่มละ 5 รูป พร้อมทั้งผู้วิจัยแจกกระดาษกราฟให้นักเรียนกลุ่มละ 1 แผ่น นำรูปที่สร้างขึ้นวาดภาพลงในกระดาษกราฟ โดยใช้คำถามกระตุ้น จากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มตั้งคำถาม เกี่ยวกับ วิธีการสร้างรูปสีเหลือง กลุ่มละ 2 คำถาม โดยให้เพื่อนกลุ่มอื่น ๆ รวมกันตอบคำถาม และผู้วิจัยช่วยแนะนำเพิ่มเติม	ในช่วงที่นักเรียนวาดรูปสีเหลือง วาดรูปสีเหลืองกลุ่มละ 5 รูป พบว่า นักเรียนช่วยกันแบ่งวาดรูปสีเหลือง ตามที่กลุ่มของตัวเองสร้างขึ้น แต่ นักเรียนบางคนไม่สามารถวาดภาพอธิบายงานของตนเองได้ ผู้วิจัยจึงให้นักเรียนช่วยกัน	-	-

ขั้นการปฏิบัติการ (Action)	ขั้นการสังเกต (Observation)	ปัญหาที่พบ	ขั้นการสะท้อนผล (Reflect)
	วาดภาพ พร้อมทั้งให้นักเรียนแต่ละกลุ่มตั้งคำถามเกี่ยวกับวิธีการสร้างรูปสี่เหลี่ยมกลุ่มละ 2 คำถาม โดยให้เพื่อนกลุ่มอื่น ๆ ร่วมกันตอบคำถาม พบว่านักเรียนแต่ละกลุ่มตอบคำถามที่เพื่อนถามได้		
ขั้นที่ 3 ขั้นการสอนเชิงนามธรรม (Abstract)			
ผู้วิจัยให้นักเรียนจับคู่สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ จากนั้นให้นักเรียนให้นักเรียนเขียนลักษณะของรูปสี่เหลี่ยม รวมทั้งผู้วิจัยให้นักเรียนดูคลิปไฟฟ้าในบ้านเรา : คณิตวิทย์โดยใช้คำถามกระตุ้น และผู้วิจัยแนะนำเพิ่มเติมเกี่ยวกับ สูตรการคำนวณหาพลังงานที่ใช้ พร้อมทั้งทั้งผู้วิจัยแจกใบกิจกรรม เรื่อง สอนมะนาว ให้นักเรียนอ่านทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหา และร่วมกันวิเคราะห์สิ่งที่โจทย์ถาม ข้อมูลที่โจทย์ให้มาและแนวคิดในการหาผลลัพธ์เพื่อ	ในช่วงให้นักเรียนจับคู่รูปสี่เหลี่ยมกับลักษณะของรูปสี่เหลี่ยม จำนวน 8 คู่ พบว่า มีนักเรียนบางกลุ่มยังจับคู่ลักษณะของรูปสี่เหลี่ยมผิดคู่ ผู้วิจัยพูดคุยและอธิบายเพิ่มเติม จากนั้นให้นักเรียนเขียนลักษณะของรูปสี่เหลี่ยม โดยผู้วิจัยได้ใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียน	นักเรียนเขียนข้อความแสดงแนวคิดเพื่อหาคำตอบ ของสถานการณ์การสร้างรูปสี่เหลี่ยมที่ต้องการอย่างละเอียดให้ไม่ครบถ้วน (การเขียนโดยใช้ข้อความ)	ผู้วิจัยควรอธิบายการเขียนข้อความแสดงวิธีคิดของการสร้างรูปสี่เหลี่ยมที่ถูกต้องอย่างละเอียดให้นักเรียนดูโดยเรียงลำดับแต่ละขั้นตอนให้ ฝึกให้นักเรียนพูดทบทวนสิ่งที่ผู้วิจัยอธิบาย เพื่อสรุปสิ่งที่เรียนรู้จากการฟังคำอธิบายของผู้วิจัย หลังจากนั้น

ขั้นการปฏิบัติการ (Action)	ขั้นการสังเกต (Observation)	ปัญหาที่พบ	ขั้นการสะท้อนผล (Reflect)
ตอบคำถามที่ 1, 2,3 และ 4 ใน ใบกิจกรรม	ตระหนักว่า ลักษณะของรูป สี่เหลี่ยมดังกล่าว ถูกต้องหรือไม่ หลังจากทำใบ กิจกรรม พบว่า นักเรียนเขียน ข้อความแสดง แนวคิดเพื่อหา คำตอบของ สถานการณ์การ สร้างรูปสี่เหลี่ยมได้ ไม่ครบถ้วน		ฝึกให้นักเรียนเขียน บ่อย ๆ โดยครูใช้ คำถามกระตุ้นคิดที่ ละคำถามเพื่อให้ นักเรียนได้ทบทวน ความคิดของ ตนเอง

จากตาราง 14 ผู้วิจัยได้สรุปปัญหาที่พบในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และแนวทางการปรับปรุงในแต่ละขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบ CPA ร่วมกับ กระดานเรขาคณิต ของวงจรปฏิบัติการที่ 2 การสร้างของรูปสี่เหลี่ยม ของผู้วิจัยและผู้ร่วมสังเกตการณ์จัดกิจกรรมการเรียนรู้ สำหรับพัฒนาการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

วงจรปฏิบัติการที่ 3 เรื่อง ความยาวรอบรูปของรูปสี่เหลี่ยม

จากผลการสะท้อนผลการปฏิบัติในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ทำให้ผู้วิจัยได้แนวทางการปรับปรุงและพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์โดยมีรายละเอียดในดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นการวางแผน (Plan)

ผู้วิจัยปรับปรุงและออกแบบตามขั้นการวางแผนในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ยังคงยึดตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เป็นหลักแต่มีการปรับปรุงเพิ่มเติมตามแนวทางในการพัฒนาจากขั้นการสะท้อนผล (Reflect) ของวงจรปฏิบัติการที่ 2 ได้รายละเอียดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ความยาวรอบรูปของรูปสี่เหลี่ยม โดยมีรายละเอียด ดังตาราง 15 (ข้อความที่เน้นคือ แนวทางในการพัฒนา)

ตาราง 15 รายละเอียดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

ขั้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	รายละเอียดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
ขั้นที่ 1 ขั้นการสอนเชิงรูปธรรม (Concrete)	1) การจัดกิจกรรมด้วยกระดานเรขาคณิต 2) นำสื่อของจริงที่ใกล้ตัวนักเรียน เช่น กระดาน ที่รี เป็นต้น มาให้นักเรียนสำรวจคุณลักษณะและสมบัติของสี่เหลี่ยมเพิ่มเติม
ขั้นที่ 2 ขั้นการสอนเชิงรูปภาพ (Pictorial)	3) ครูมีการอธิบายการใช้กระดานกราฟเบื้องต้น 4) การวาดภาพลงกระดานกราฟ 5) การให้นักเรียนแต่ละตั้งคำถาม 2 ข้อ
ขั้นที่ 3 ขั้นการสอนเชิงนามธรรม (Abstract)	6) ให้นักเรียนทำใบกิจกรรม 7) ผู้วิจัยใช้คำถามกระตุ้นให้เกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ภายในกลุ่ม และระหว่างกลุ่มจนนักเรียนสามารถสรุปผลลัพธ์ได้ 8) ผู้วิจัยฝึกให้นักเรียนพูดทบทวนสิ่งที่ผู้วิจัยอธิบาย พร้อมทั้งฝึกให้นักเรียนเขียนสรุปสิ่งที่เรียนรู้

ขั้นที่ 2 ขั้นการปฏิบัติการ (Action) ขั้นที่ 3 ขั้นการสังเกต (Observation) และ ขั้นที่ 4 ขั้นการสะท้อนผล (Reflect)

ขั้นการปฏิบัติการ ขั้นการสังเกต และ ขั้นการสะท้อนผล เป็นการจัดการเรียนรู้แบบ CPA ร่วมกับ กระดานเรขาคณิต เรื่อง ความยาวรอบรูปของรูปสี่เหลี่ยม ใช้ระยะเวลา 4 ชั่วโมง ประกอบด้วยขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ดังตาราง 16

ตาราง 16 แสดงรายละเอียดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ รายละเอียดการสังเกตการณ์ และปัญหาที่พบในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละขั้นตอนพร้อมแนวทางการแก้ไข ในวงจรปฏิบัติการที่ 3

ขั้นการปฏิบัติการ (Action)	ขั้นการสังเกต (Observation)	ปัญหาที่พบ	ขั้นการสะท้อนผล (Reflect)
ขั้นที่ 1 ขั้นการสอนเชิงรูปธรรม (Concrete)			

ขั้นการปฏิบัติการ (Action)	ขั้นการสังเกต (Observation)	ปัญหาที่พบ	ขั้นการสะท้อนผล (Reflect)
ผู้วิจัยและนักเรียนร่วมกัน ทบทวนความรู้ เรื่อง ความยาว ของฐานและความสูงของรูป สี่เหลี่ยมด้านขนาน โดยใช้ คำถามกระตุ้น ผู้วิจัยแจก กระดาษเรขาคณิตและหนังยาง ให้นักเรียนเข้าใจเกี่ยวกับความ ยาวรอบรูปของรูปสี่เหลี่ยมด้าน ขนานและรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียก ปูนและร่วมกันวิเคราะห์ พร้อม ทั้งให้นักเรียนฝึกหาความยาว รอบรูปสี่เหลี่ยม จากกระดาษ เรขาคณิตจากการนับช่อง แล้ว ผู้วิจัยแจกบัตรคำของรูป สี่เหลี่ยมให้นักเรียนร่วมกันตอบ โดยใช้กระดาษเรขาคณิต	หลังจากที่นักเรียน ได้รับกระดาษ เรขาคณิตและหนัง ยางพบว่า นักเรียน เข้าใจเกี่ยวกับ ความยาวรอบรูป ของรูปสี่เหลี่ยม ด้านขนานและรูป สี่เหลี่ยมขนมเปียก ปูน และผู้วิจัยเปิด โอกาสให้นักเรียน ได้ร่วมกันสรุป ข้อมูลของกลุ่ม ตนเอง	-	-
ขั้นที่ 2 ขั้นการสอนเชิงรูปภาพ (Pictorial)			
นักเรียนร่วมกันวาดภาพรูป สี่เหลี่ยม ตามที่นักเรียนสร้าง ขึ้นมา พร้อมทั้งผู้วิจัยแจก กระดาษกราฟให้นักเรียนกลุ่ม ละ 1 แผ่น นำรูปที่สร้างขึ้นวาด ภาพลงในกระดาษกราฟ แล้วใช้ ไม้บรรทัดวัดความยาวของแต่ละ ด้าน จากนั้นให้นักเรียนแต่ละ คนตั้งคำถาม เกี่ยวกับ ความยาว รอบรูปของรูปสี่เหลี่ยม คนละ 1 คำถาม โดยให้เพื่อนร่วมกันตอบ	ในช่วงที่นักเรียน วาดรูปสี่เหลี่ยม พบว่า นักเรียนวาด รูปสี่เหลี่ยม ตามที่ สมาชิกในกลุ่ม สร้างขึ้น พร้อมทั้ง ให้นักเรียนแต่ละ คนตั้งคำถาม เกี่ยวกับความยาว รอบรูปของรูป สี่เหลี่ยม คนละ 1	-	-

ขั้นการปฏิบัติการ (Action)	ขั้นการสังเกต (Observation)	ปัญหาที่พบ	ขั้นการสะท้อนผล (Reflect)
คำถาม และผู้วิจัยช่วยแนะนำเพิ่มเติม	คำถาม โดยให้เพื่อนร่วมกันตอบ คำถาม พบว่านักเรียนแต่กลุ่มสามารถตอบคำถามที่เพื่อนถามได้		
ขั้นที่ 3 ขั้นการสอนเชิงนามธรรม (Abstract)			
ผู้วิจัยและนักเรียนร่วมกันสนทนาลงถึงกระบวนการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ โดยใช้คำถามกระตุ้นและให้นักเรียนพิจารณาแนวทางการหาผลลัพธ์ รวมทั้งข้อมูลและความสัมพันธ์ที่ได้เพื่อเขียนผลลัพธ์ โดยผู้วิจัยย้าให้นักเรียนใช้ข้อมูลที่โจทย์ให้มาในการแก้สถานการณ์ปัญหาเท่านั้น และเดินดูนักเรียนอย่างทั่วถึงขณะทำกิจกรรม	ในช่วงอธิบายวิธีการคำนวณความยาวรอบรูป โดยใช้สูตร ผู้วิจัยใช้คำถามกระตุ้น เพื่อเพิ่มความเข้าใจ จากนั้นให้นักเรียนเขียนวิธีการหาความยาวรอบรูปของรูปสี่เหลี่ยมจากภาพวาด และให้นักเรียนตระหนักว่าลักษณะของรูปสี่เหลี่ยมดังกล่าวถูกต้องหรือไม่ขณะที่นักเรียนทำกิจกรรม พบว่านักเรียนมีการนำผลลัพธ์ของตนเอง	นักเรียนบางส่วนยังคงคิดว่าไม่สามารถนำขั้นตอนวิธีการหาความยาวรอบรูปของรูปสี่เหลี่ยมจากที่เรียนไปใช้ในสถานการณ์จริงได้	ก่อนที่นักเรียนจะดำเนินการผู้วิจัยต้องย้าให้นักเรียนเขียนกำหนดค่าของตัวแปรที่ใช้ให้ครบถ้วน และให้นักเรียนร่วมกันอธิบายเพื่อนที่ไม่เข้าใจ และผู้วิจัยสร้างบรรยากาศในห้องเรียนให้เกิดการอภิปรายร่วมกัน

ขั้นการปฏิบัติการ (Action)	ขั้นการสังเกต (Observation)	ปัญหาที่พบ	ขั้นการสะท้อนผล (Reflect)
	มาเปรียบเทียบกับเพื่อน นักเรียนก็มี การกลับไปทบทวนเปรียบเทียบตั้งแต่ การเขียนสูตร การแทนค่าตัวแปร จนสามารถระบุจุดที่ผิดพลาด ผู้วิจัย จึงถามเพิ่มเติมว่า หากต้องนำวิธีการดังกล่าวมา เชื่อมโยงกับสถานการณ์ที่ เกิดขึ้นจริงจะ สามารถนำไปใช้ได้หรือไม่ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ ตอบว่าใช้ได้ ผู้วิจัย จึงซักถามเพิ่มเติมว่า เพราะเหตุใดจึง คิดเช่นนั้น นักเรียน ให้เหตุผลว่า สามารถนำ กระดานเรขาคณิต โดยใช้ในการสร้าง รูปสี่เหลี่ยมตาม สถานการณ์ได้ ผู้วิจัยจึงถามต่อว่า		

ขั้นการปฏิบัติการ (Action)	ขั้นการสังเกต (Observation)	ปัญหาที่พบ	ขั้นการสะท้อนผล (Reflect)
	แล้วผลลัพธ์ที่ได้ ถูกต้อง 100% หรือไม่ เพราะอะไร นักเรียนส่วนใหญ่ ตอบไม่ 100% เพราะสถานการณ์ จริงมีความยาวรอบ รูปที่วัดอาจมีความ คลาดเคลื่อนได้		

จากตาราง 16 ผู้วิจัยได้สรุปปัญหาที่พบในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และแนวทางการปรับปรุงในแต่ละขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบ CPA ร่วมกับ กระดานเรขาคณิต ของวงจรปฏิบัติการที่ 3 การสร้างของรูปสี่เหลี่ยม ของผู้วิจัยและผู้ร่วมสังเกตการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ สำหรับพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 4 ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

วงจรปฏิบัติการที่ 4 เรื่อง พื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยม

จากผลการสะท้อนผลการปฏิบัติในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ทำให้ผู้วิจัยได้แนวทางการปรับปรุงและพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์โดยมีรายละเอียดในดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นการวางแผน (Plan)

ผู้วิจัยปรับปรุงและออกแบบตามขั้นการวางแผนในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ยังคงยึดตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เป็นหลักแต่มีการปรับปรุงเพิ่มเติมตามแนวทางในการพัฒนาจากขั้นการสะท้อนผล (Reflect) ของวงจรปฏิบัติการที่ 3 ได้รายละเอียดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง พื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยม โดยมีรายละเอียด ดังตาราง 17 (ข้อความที่เน้นคือ แนวทางในการพัฒนา)

ตาราง 17 รายละเอียดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4

ขั้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	รายละเอียดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
ขั้นที่ 1 ขั้นการสอนเชิงรูปธรรม (Concrete)	1) การจัดกิจกรรมด้วยกระดานเรขาคณิต

ขั้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	รายละเอียดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
ขั้นที่ 2 ขั้นการสอนเชิงรูปภาพ (Pictorial)	2) การวาดภาพลงกระดาษกราฟ 3) การให้นักเรียนแต่ละตั้งคำถาม 2 ข้อ
ขั้นที่ 3 ขั้นการสอนเชิงนามธรรม (Abstract)	4) ให้นักเรียนทำใบกิจกรรม 5) ผู้วิจัยใช้คำถามกระตุ้นให้เกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ภายในกลุ่ม และระหว่างกลุ่มจนนักเรียนสามารถสรุปผลลัพท์ได้ 6) ผู้วิจัยฝึกให้นักเรียนพูดทบทวนสิ่งที่ผู้วิจัยอธิบาย พร้อมทั้งฝึกให้นักเรียนเขียนสรุปสิ่งที่เรียนรู้ 7) สร้างบรรยากาศในห้องเรียนให้อธิบายร่วมกัน

ขั้นที่ 2 ขั้นการปฏิบัติการ (Action) ขั้นที่ 3 ขั้นการสังเกต (Observation) และ ขั้นที่ 4 ขั้นการสะท้อนผล (Reflect)

ขั้นการปฏิบัติการ ขั้นการสังเกต และ ขั้นการสะท้อนผล เป็นการจัดการเรียนรู้แบบ CPA ร่วมกับ กระดานเรขาคณิต เรื่อง พื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมใช้ระยะเวลา 4 ชั่วโมง ประกอบด้วยขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ดังตาราง 18

ตาราง 18 แสดงรายละเอียดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ รายละเอียดการสังเกตการณ์ และปัญหาที่พบในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละขั้นตอนพร้อมแนวทางการแก้ไข ในวงจรปฏิบัติการที่ 4

ขั้นการปฏิบัติการ (Action)	ขั้นการสังเกต (Observation)	ปัญหาที่พบ	ขั้นการสะท้อนผล (Reflect)
ขั้นที่ 1 ขั้นการสอนเชิงรูปธรรม (Concrete)			
ผู้วิจัยและนักเรียนร่วมกัน ทบทวนความรู้ เรื่องสูตรการหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน และการหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน โดยใช้คำถาม กระตุ้น ผู้วิจัยแจกกระดาน	หลังจากที่นักเรียน ได้รับ กระดาน เรขาคณิตและหนังสือว่า นักเรียน เข้าใจเกี่ยวกับ ความพื้นที่ของรูป	-	-

ขั้นการปฏิบัติการ (Action)	ขั้นการสังเกต (Observation)	ปัญหาที่พบ	ขั้นการสะท้อนผล (Reflect)
เรขาคณิตและนํ้ายาง ให้ นักเรียนเข้าใจเกี่ยวกับการพื้นที่ ของรูปสี่เหลี่ยม พร้อมทั้งให้ นักเรียนฝึกหาพื้นที่ของรูป สี่เหลี่ยม จากกระดานเรขาคณิต จากการนับช่อง แล้วร่วมกัน วิเคราะห์วิธีการหาพื้นที่ของรูป สี่เหลี่ยมแต่ละชนิด โดยการใช้การ วัดและคำนวณด้วยการนับ จำนวนช่องตารางในกระดาน เรขาคณิต	สี่เหลี่ยมด้านขนาน และผู้วิจัยเปิด โอกาสให้นักเรียน ได้ร่วมกันสรุป ข้อมูลของกลุ่ม ตนเอง		
ขั้นที่ 2 ขั้นการสอนเชิงรูปภาพ (Pictorial)			
นักเรียนร่วมกันวาดภาพรูป สี่เหลี่ยม ตามที่นักเรียนสร้าง ขึ้นมา อย่างน้อยชนิดละ 2 รูป เพื่อให้นักเรียนสร้าง ความคุ้นเคยในการวาดภาพ พร้อมทั้งผู้วิจัยแจกกระดาษ กราฟให้นักเรียนกลุ่มละ 3 แผ่น นำรูปที่สร้างขึ้น มาใช้ไม้บรรทัด วัดความยาวของแต่ละด้าน ระหว่างทำกิจกรรมผู้วิจัยใช้ คำถามกระตุ้น จากนั้นให้ นักเรียนตั้งคำถาม เกี่ยวกับ พื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยม คนละ 1 คำถาม โดยให้เพื่อนร่วมกันตอบ คำถาม และผู้วิจัยช่วยแนะนำ เพิ่มเติม	ในช่วงการให้ นักเรียนวาด รูปภาพรูปสี่เหลี่ยม พบว่า นักเรียนวาด ภาพรูปสี่เหลี่ยม ตามที่สมาชิกใน กลุ่มสร้างขึ้นชนิด ละ 2 รูป และผู้วิจัย ใช้คำถามกระตุ้น ความคิด พร้อมทั้ง ให้นักเรียนแต่ละ กลุ่มตั้งคำถาม เกี่ยวกับพื้นที่ของ รูปสี่เหลี่ยม คนละ 1 คำถาม โดยให้ เพื่อน ร่วมกันตอบ		

ขั้นการปฏิบัติการ (Action)	ขั้นการสังเกต (Observation)	ปัญหาที่พบ	ขั้นการสะท้อนผล (Reflect)
	คำถาม พบว่า นักเรียนแต่กลุ่ม ตอบคำถามที่เพื่อน ถามได้		
ขั้นที่ 3 ขั้นการสอนเชิงนามธรรม (Abstract)			
ผู้วิจัยและนักเรียนร่วมกัน สนทนากล้องการเชื่อมโยง ทางคณิตศาสตร์ โดยใช้คำถาม กระตุ้นและให้นักเรียนพิจารณา แนวทางการหาผลลัพธ์ รวมทั้ง ข้อมูลและความสัมพันธ์ที่ได้เพื่อ เขียนผลลัพธ์ โดยผู้วิจัยย้าให้ นักเรียนใช้ข้อมูลที่โจทย์ให้มาใน การแก้สถานการณ์ ปัญหา เท่านั้น และเดินดูนักเรียนอย่าง ทั่วถึงขณะทำกิจกรรม	ในช่วงอธิบาย วิธีการคำนวณ พื้นที่โดยใช้สูตร ผู้วิจัยใช้คำถาม กระตุ้น เพื่อเพิ่ม ความเข้าใจ จากนั้นให้นักเรียน เขียนวิธีการหา พื้นที่ของรูป สี่เหลี่ยมจาก ภาพวาด และให้ นักเรียนตระหนัก ว่าลักษณะของรูป สี่เหลี่ยมดังกล่าว ถูกต้องหรือไม่ ใน การทำใบกิจกรรม เรื่อง ขนมหอย พบว่า นักเรียน ศึกษาด้วยตนเอง ไม่ได้ เพราะ สถานการณ์จะมี ความยากของการ ตีความสถานการณ์	นักเรียนศึกษาด้วย ตนเองไม่ได้ เพราะ สถานการณ์จะมี ความยากของการ ตีความสถานการณ์ ซึ่งนักเรียนไม่ สามารถทำได้ด้วย ตนเอง	ผู้วิจัย ใช้การสอน ควบคู่กับการ อธิบายโจทย์ เพิ่มเติมจากใบ ความรู้ หรือเสริม ความรู้ให้นักเรียน ได้พัฒนาทักษะ การแก้ปัญหา สถานการณ์ที่เป็น รูปสี่เหลี่ยมเพิ่มขึ้น

ขั้นการปฏิบัติการ (Action)	ขั้นการสังเกต (Observation)	ปัญหาที่พบ	ขั้นการสะท้อนผล (Reflect)
	ซึ่งนักเรียนไม่ สามารถทำได้ด้วย ตนเอง ผู้วิจัยจึง ค่อยกระตุ้นการ วิเคราะห์ เพื่อหา คำตอบว่าจะให้วิธี อะไรในการหา คำตอบ		

จากตาราง 18 สรุปปัญหาที่พบในชั้นเรียนและแนวทางการปรับปรุงในแต่ละขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของวงจรปฏิบัติการที่ 4 เรื่อง พื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยม ของผู้วิจัยและผู้ร่วมสังเกตการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละขั้นตอนสำหรับการพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ในการวิจัยครั้งต่อไป ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ทั้งนี้ผู้วิจัยนำข้อมูลข้างต้นรวมถึงประเด็นที่ควรเน้นมาสรุปเป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบ CPA ร่วมกับ กระดานเรขาคณิต โดยได้จำแนกตามบทบาทครูและนักเรียนในแต่ละขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ดังตาราง 19

ตาราง 19 สรุปแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบ Concrete – Pictorial - Abstract (CPA) ร่วมกับ กระดานเรขาคณิต ซึ่งจำแนกตามบทบาทครูและนักเรียนในแต่ละขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
ขั้นที่ 1 ขั้นการสอนเชิงรูปธรรม (Concrete)	ครูทบทวนความรู้เดิมให้นักเรียน โดยใช้คำถามกระตุ้นความคิด เพื่อให้ นักเรียนเชื่อมโยงความรู้ที่เคยเรียนมาก่อน เกี่ยวกับลักษณะของรูปสี่เหลี่ยม พร้อมทั้งยกตัวอย่างสื่อของจริงในชีวิตประจำวัน เช่น กล่อง กรอบรูป	นักเรียนร่วมกันตอบคำถามและสร้างรูปสี่เหลี่ยมชนิดต่าง ๆ จากกระดานเรขาคณิต และให้นักเรียนร่วมกันพิจารณาคุณสมบัติของรูปที่สร้างขึ้น และนักเรียนร่วมกันวิเคราะห์

ขั้นการจัดกิจกรรม การเรียนรู้	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
	และโต๊ะ เป็นต้น จากนั้นครูแจกกระดาน เรขาคณิตให้นักเรียน พร้อมทั้ง อธิบายขั้นตอนการสร้างรูปสี่เหลี่ยมบน กระดานเรขาคณิต ครูยังใช้การนับ จำนวนช่องบนกระดานเรขาคณิต เพื่อ อธิบายแนวคิดการคำนวณพื้นที่ใน ลักษณะที่นักเรียนสามารถเห็นภาพได้ จริง ก่อนจะเชื่อมโยงไปสู่การใช้สูตรทาง คณิตศาสตร์ในระดับที่เป็นนามธรรม หลังจากนั้นครูแจกบัตรคำที่แสดงชื่อ และลักษณะของรูปสี่เหลี่ยมชนิดต่าง ๆ เพื่อให้นักเรียนได้ฝึกสังเกต และสร้าง ความคุ้นเคยกับชื่อ รูปร่าง และสมบัติ ของรูปสี่เหลี่ยมแต่ละชนิด	ความแตกต่างระหว่างรูป สี่เหลี่ยมทุกรูป พร้อม แลกเปลี่ยนเรียนรู้กันภายใน กลุ่ม
ขั้นที่ 2 ขั้นการสอน เชิงรูปภาพ (Pictorial)	ครูเป็นผู้อำนวยความสะดวกจัดเตรียม อุปกรณ์ที่จำเป็น คอยให้คำแนะนำ เกี่ยวกับความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับวิธีการ วาดรูปสี่เหลี่ยมลงกระดาษกราฟ โดยครู ใช้คำถามกระตุ้นเกี่ยวกับลักษณะของ รูปสี่เหลี่ยม หลังจากวาดรูปเสร็จให้ นักเรียนสะท้อนแนวคิดเกี่ยวกับรูป สี่เหลี่ยม เพื่อให้สามารถเชื่อมโยงเนื้อหา ภายในคณิตศาสตร์กับรูปสี่เหลี่ยม	นักเรียนฝึกฝนและทำความเข้าใจเกี่ยวกับ การสร้างรูป สี่เหลี่ยมจากกระดานเรขาคณิต โดยใช้การวาดภาพ รวมทั้งระบุ ข้อมูลหรือองค์ความรู้ทาง คณิตศาสตร์ที่ต้องใช้ในการ แก้ปัญหา
ขั้นที่ 3 ขั้นการสอน เชิงนามธรรม (Abstract)	- ครูควรอธิบายการเขียนข้อความแสดง วิธีคิดของการสร้างรูปสี่เหลี่ยมที่ถูกต้อง อย่างละเอียดให้นักเรียนดูโดย เรียงลำดับแต่ละขั้นตอนให้ ฝึกให้ นักเรียนพูดทบทวนสิ่งที่ครูอธิบาย เพื่อ	นักเรียนสามารถพูดและเขียน สรุปการเชื่อมโยงและการนำ ข้อมูลที่ได้จากขั้นการสอนเชิง รูปธรรม และขั้นการสอนเชิง รูปภาพ มาใช้อธิบายเกี่ยวกับ

ขั้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
	สรุปสิ่งที่เรียนรู้จากการฟังคำอธิบายของครู - ครูเปิดคลิปวิดีโอ “พลังงานที่ร่างกายต้องการ, ไฟฟ้าในบ้านเรา: คิววิตย์ เพื่อสร้างการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น และการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน พร้อมทั้งใช้คำถามกระตุ้นให้เกิดการคิดวิเคราะห์ - คล้ายกับสถานการณ์ในใบกิจกรรม แต่มีความเข้าใจง่ายขึ้น เพื่อให้ นักเรียนเห็นแนวทางในการหาผลลัพธ์ และช่วยกันตรวจสอบความถูกต้องและช่วยกันแก้ไขคำตอบพร้อมกันในห้องเรียนว่าแต่ละคนมีข้อผิดพลาดตรงไหนและควรแก้ไขอย่างไร รวมทั้งจัดบรรยากาศให้เกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้	ลักษณะของรูปสี่เหลี่ยมต่าง ๆ โดยการเขียนสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง หรือวิธีการสร้างรูปสี่เหลี่ยม หรือวิธีการหาความยาวรอบรูปของรูปสี่เหลี่ยม หรือวิธีการพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยม เพื่อหาคำตอบของสถานการณ์ปัญหา

เมื่อจัดการเรียนรู้แบบ CPA ร่วมกับ กระดานเรขาคณิตที่มีต่อความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 พบว่ามีประเด็นที่ควรให้ความสำคัญ ดังนี้

1. การเรียนรู้ผ่านการลงมือปฏิบัติจริง ครูควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยการลงมือปฏิบัติผ่านสื่อที่เป็นรูปธรรม คือ กระดานเรขาคณิตและสื่อของจริง เพื่อให้ นักเรียนเข้าใจลักษณะโครงสร้างของรูปเรขาคณิตอย่างเป็นรูปธรรม ทั้งในเรื่องความยาวของด้าน ความขนานของเส้น และลักษณะของมุม การลงมือปฏิบัตินี้จะช่วยให้นักเรียนเกิดการเชื่อมโยงแนวคิดระหว่างคุณลักษณะของ

รูปเรขาคณิตกับสื่อของจริงที่พบในชีวิตประจำวัน อีกทั้งยังสามารถช่วยให้นักเรียนเชื่อมโยงความรู้ภายในเนื้อหาคณิตศาสตร์ได้

2. การเรียนรู้ผ่านสื่อรูปธรรมนำไปสู่การสร้างภาพ ครูต้องชี้แนะนักเรียนในการแปลงจากรูปบนกระดานเรขาคณิตมาสู่รูปบนกระดาษกราฟ โดยการแปลงจากจุดบนกระดานเรขาคณิตมาสู่จุดที่เป็นมุมของรูปสี่เหลี่ยมบนกระดาษกราฟ เช่น การระบุมุมฉาก ด้านที่ขนานกัน หรือการพิจารณาความยาวของแต่ละด้าน ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนวางพื้นฐานความเข้าใจทางเรขาคณิตอย่างเป็นระบบก่อนเข้าสู่การถ่ายทอดความคิดผ่านการวาดภาพ การวาดภาพนี้ส่งเสริมให้เกิดการเชื่อมโยงระหว่างประสบการณ์รูปธรรมกับภาพแทนทางคณิตศาสตร์ และยังเชื่อมโยงความเข้าใจจากการวาดภาพที่เป็นภาคปฏิบัติสู่กระบวนการคิดที่เป็นระบบ ซึ่งเป็นรากฐานของการพัฒนาแนวคิดเชิงนามธรรม

3. การส่งเสริมความกล้าแสดงออกและคิดหลากหลาย ครูควรใช้คำถามกระตุ้น ที่ช่วยให้นักเรียนกล้าแสดงความคิดเห็นของตนเอง แม้จะยังมีข้อผิดพลาด เพื่อสะท้อนให้เห็นการเรียนรู้ระหว่างแต่ละชั้นและให้ครูได้หาทางชี้แนะให้ตามเป้าหมายของการจัดการเรียนรู้แบบ CPA

4. การยกตัวอย่างสถานการณ์ปัญหาที่ใกล้เคียงกับชีวิตจริง ครูควรยกตัวอย่างสถานการณ์ปัญหาที่เข้าใจง่ายหรือใกล้เคียงกับชีวิตจริงของนักเรียนตอนขึ้นการสอนเชิงนามธรรม จะช่วยทำให้นักเรียนเกิดการกระตือรือร้นในการเรียนมากยิ่งขึ้น และจะช่วยให้นักเรียนลงมือสร้างรูปแบบกระดานเรขาคณิตของตัวเองให้เหมาะสมกับการแก้ปัญหา

5. การอภิปรายแลกเปลี่ยน ครูควรส่งเสริมการอภิปรายแลกเปลี่ยนกันในระดับชั้นเรียนตอนขึ้นการสอนเชิงนามธรรม จะช่วยนักเรียนในการขยายความเข้าใจและสร้างการเชื่อมโยงระหว่างแนวคิดของตนเองกับแนวคิดของผู้อื่น

ตอนที่ 2 ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบ Concrete – Pictorial - Abstract (CPA) ร่วมกับกระดานเรขาคณิต (Geoboard) ที่มีต่อความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

ผู้วิจัยวิเคราะห์ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนจากเครื่องมือที่ต้องใช้ในการวิจัยทั้ง 2 ชนิด ได้แก่ ใบกิจกรรม และแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบ CPA ร่วมกับ กระดานเรขาคณิต ในแต่ละวงจรปฏิบัติการ นักเรียนจะได้ทำใบกิจกรรมเป็นรายบุคคล หลังจากนั้นเมื่อดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ครบ 4 วงจรปฏิบัติการ นักเรียนจะได้ทำแบบทดสอบความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เป็นรายบุคคล โดยผู้วิจัยแบ่งการวิเคราะห์ผลดังหัวข้อต่อไปนี้

1. ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบ CPA ร่วมกับ กระดานเรขาคณิต เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม

2. ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน หลังการจัดการเรียนรู้แบบ CPA ร่วมกับ กระดานเรขาคณิต เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม

ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบ Concrete – Pictorial - Abstract (CPA) ร่วมกับ กระดานเรขาคณิต เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม

วงจรปฏิบัติการที่ 1 เรื่อง ชนิดและสมบัติของเส้นทแยงมุมของรูปสี่เหลี่ยม

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากใบกิจกรรมของวงจรปฏิบัติการที่ 1 ในสถานการณ์ปัญหา “เรื่อง พืชข้าของฉัน” ผู้วิจัยแสดงผลการวิเคราะห์จำนวนนักเรียนตามระดับความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ จากใบกิจกรรมทั้ง 3 องค์ประกอบดังตาราง 20

ตาราง 20 แสดงจำนวนนักเรียนตามระดับความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ จากใบกิจกรรม ในวงจรปฏิบัติการที่ 1

องค์ประกอบ	จำนวนนักเรียนจำแนกตามระดับความสามารถ (ร้อยละ)		
	0	1	2
การเชื่อมโยงภายในเนื้อหาคณิตศาสตร์	4 (44.44)	3 (33.33)	2 (22.22)
การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น	4 (44.44)	2 (22.22)	3 (33.33)
การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน	7 (77.78)	1 (11.11)	1 (11.11)

ข้อมูลในตาราง 20 เป็นการแสดงความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนเป็นรายบุคคลจากใบกิจกรรมวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ อยู่ในระดับ 0 และเมื่อพิจารณาองค์ประกอบของนักเรียนส่วนใหญ่พบว่า ด้านการเชื่อมโยงภายในเนื้อหาคณิตศาสตร์ ด้านการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น และด้านการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับ 0 โดยมีรายละเอียดแยกตามด้าน ดังนี้

ใบกิจกรรมสถานการณ์ เรื่อง “พืชข้าของฉัน”

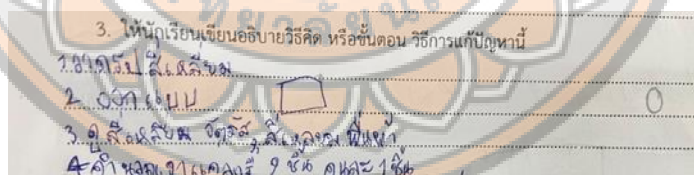
จากการแสดงความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ในองค์ประกอบด้านการเชื่อมโยงภายในเนื้อหาคณิตศาสตร์ พบว่า นักเรียนยังขาดการใช้ความรู้เกี่ยวกับรูปสี่เหลี่ยมกับเศษส่วน ในการแก้ปัญหาดังภาพ 6



ภาพ 6 แสดงการเขียนคำตอบในใบกิจกรรม ด้านการเชื่อมโยงภายในเนื้อหาคณิตศาสตร์

ภาพ 6 พบว่า นักเรียนไม่สามารถนำความรู้ หรือสูตรเรื่องใดมาช่วยแก้ปัญหาได้ โดยนักเรียนระบุข้อ 1 ว่าคำนวณเศษส่วนใช้ในการแบ่งพิซซ่า และข้อที่เหลือ ระบุแค่คุณสมบัติกับเส้นทแยงมุมในแบ่งพิซซ่า แต่ไม่ได้อธิบายรายละเอียดหัวข้อคณิตศาสตร์ทั้งหมดที่ต้องทำในใบกิจกรรม แสดงให้เห็นว่า นักเรียนมีระดับการเชื่อมโยงภายในเนื้อหาคณิตศาสตร์ อยู่ในระดับ 0

นอกจากนี้ในการทำใบกิจกรรมแสดงความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ในองค์ประกอบด้านการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น พบว่า นักเรียนมีระบุขั้นตอนยังไม่ครบถ้วน และไม่ได้อธิบายการคำนวณแคลอรี ดังภาพ 7

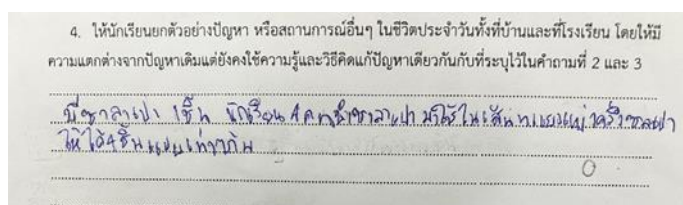


ภาพ 7 แสดงการเขียนคำตอบในใบกิจกรรม ด้านการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น

ภาพ 7 พบว่า นักเรียนไม่เขียนอธิบายวิธีคิด หรือขั้นตอนได้ครบถ้วน เห็นได้จากที่นักเรียนระบุขั้นตอนการแก้ปัญหาที่ได้จากข้อคำถามจากสถานการณ์นั้น ซึ่งไม่ได้อธิบายถึงขั้นตอนวิธีการแก้ปัญหาซึ่งนำไปสู่การแก้สถานการณ์ปัญหาได้อย่างชัดเจน แสดงให้เห็นว่า นักเรียนมีระดับการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น อยู่ในระดับ 0

นอกจากนี้ในการทำใบกิจกรรมแสดงความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ในองค์ประกอบด้านการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน พบว่า นักเรียนระบุตัวอย่าง

ปัญหา หรือสถานการณ์ปัญหาที่สอดคล้องกับความรู้ หรือกระบวนการในการแก้ปัญหาที่ระบุไว้ได้ยังไม่ครบถ้วน และไม่ได้อธิบายตัวอย่างที่ครบถ้วน ดังภาพ 8



ภาพ 8 แสดงการเขียนคำตอบในใบกิจกรรม ด้านการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน

ภาพ 8 พบว่า นักเรียนไม่เขียนระบุตัวอย่างปัญหา หรือสถานการณ์ปัญหาที่สอดคล้องกับความรู้ได้ครบถ้วน เห็นได้จากที่นักเรียนยกตัวอย่างที่ได้จากข้อคำถามจากสถานการณ์นั้น ซึ่งไม่ได้อธิบายถึงเขียนตัวอย่างปัญหา หรือสถานการณ์ปัญหาอย่างชัดเจน แสดงให้เห็นว่า นักเรียนมีระดับการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน อยู่ในระดับ 0

วงจรปฏิบัติการที่ 2 เรื่อง การสร้างรูปสี่เหลี่ยม

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากใบกิจกรรมของวงจรปฏิบัติการที่ 2 ในสถานการณ์ปัญหา “เรื่อง สอนมะนาว” ผู้วิจัยแสดงผลการวิเคราะห์จำนวนนักเรียนตามระดับความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ทั้ง 3 องค์ประกอบดังตาราง 21

ตาราง 21 แสดงจำนวนนักเรียนตามระดับความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ จากใบกิจกรรม ในวงจรปฏิบัติการที่ 2

องค์ประกอบ	จำนวนนักเรียนจำแนกตามระดับความสามารถ (ร้อยละ)		
	0	1	2
การเชื่อมโยงภายในเนื้อหาคณิตศาสตร์	2 (22.22)	6 (66.67)	1 (11.11)
การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น	1 (11.11)	6 (66.67)	2 (22.22)
การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน	2 (22.22)	2 (22.22)	5 (55.56)

ข้อมูลในตาราง 21 เป็นการแสดงความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนเป็นรายบุคคลจากใบกิจกรรมวงจรปฏิบัติการที่ 2 พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ อยู่ในระดับ 1 และเมื่อพิจารณาองค์ประกอบด้านการเชื่อมโยงภายในเนื้อหาคณิตศาสตร์ ด้านการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นนักเรียนส่วนใหญ่

อยู่ในระดับ 1 และด้านการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับ 2 โดยมีรายละเอียดแยกตามด้าน ดังนี้

ใบกิจกรรมสถานการณ์ เรื่อง “สวนมะนาว”

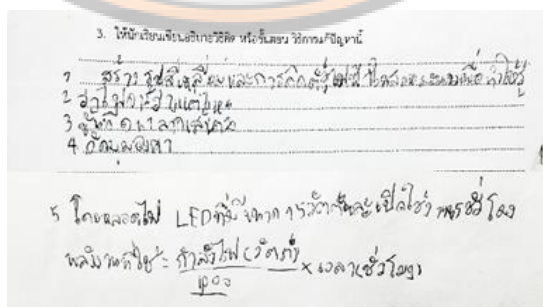
จากการแสดงความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ในองค์ประกอบด้านการเชื่อมโยงภายในเนื้อหาคณิตศาสตร์ พบว่า นักเรียนยังอธิบายการใช้ความรู้เกี่ยวกับรูปสี่เหลี่ยมไม่ครบถ้วน ในการแก้ปัญหาดังภาพ 9



ภาพ 9 แสดงการเขียนคำตอบในใบกิจกรรม ด้านการเชื่อมโยงภายในเนื้อหาคณิตศาสตร์

ภาพ 9 พบว่า นักเรียนไม่สามารถนำความรู้ หรือสูตรเรื่องใดมาช่วยแก้ปัญหาได้ โดยนักเรียนระบุว่ามุมใช้วัดองศา ซึ่งยังไม่สามารถนำความรู้ หรือสูตรเรื่องใดมาช่วยแก้ปัญหาได้ ครบถ้วน แสดงให้เห็นว่า นักเรียนมีระดับการเชื่อมโยงภายในเนื้อหาคณิตศาสตร์ อยู่ในระดับ 1

นอกจากนี้ในการทำใบกิจกรรมแสดงความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ในองค์ประกอบด้านการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น พบว่า นักเรียนมีระดับขั้นตอนยังไม่ครบถ้วน และมีอธิบายการคำนวณหลอดไฟแต่ยังไม่ครบถ้วน ดังภาพ 10



ภาพ 10 แสดงการเขียนคำตอบในใบกิจกรรม ด้านการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น

ตาราง 22 แสดงจำนวนนักเรียนตามระดับความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ จากใบกิจกรรม ในวงจรปฏิบัติการที่ 3

องค์ประกอบ	จำนวนนักเรียนจำแนกตามระดับความสามารถ (ร้อยละ)		
	0	1	2
การเชื่อมโยงภายในเนื้อหาคณิตศาสตร์	0 (00.00)	1 (11.11)	8 (88.89)
การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น	0 (00.00)	3 (33.33)	6 (66.67)
การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน	1 (11.11)	3 (33.33)	5 (55.56)

ข้อมูลในตาราง 22 เป็นการแสดงความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนเป็นรายบุคคลจากใบกิจกรรมวงจรปฏิบัติการที่ 3 พบว่า กลุ่มของนักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ อยู่ในระดับ 2 และเมื่อพิจารณาองค์ประกอบเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับ 2 โดยมีรายละเอียดแยกตามด้านดังนี้

ใบกิจกรรมสถานการณ์ เรื่อง “วิ่งรอบสนาม”

จากการแสดงความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ในองค์ประกอบด้านการเชื่อมโยงภายในเนื้อหาคณิตศาสตร์ พบว่า นักเรียนสามารถอธิบายการใช้ความรู้เกี่ยวกับรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ในการแก้ปัญหาต่างภาพ 12

สถานการณ์ : วิ่งรอบสนาม

ใบกิจกรรมนี้จัดทำขึ้นเพื่อให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการคิดวิเคราะห์และแก้ปัญหา โดยใช้ความรู้เกี่ยวกับรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ในการแก้ปัญหาต่างภาพ 12



ที่มา : <https://i.pinimg.com>

วัตถุประสงค์ : เพื่อให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการคิดวิเคราะห์และแก้ปัญหา โดยใช้ความรู้เกี่ยวกับรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ในการแก้ปัญหาต่างภาพ 12

- ระยะเวลาที่ใช้ในการเรียนการสอน : 1 ชั่วโมง
- วัสดุอุปกรณ์ : ใบกิจกรรมนี้

2. จากสถานการณ์ที่นักเรียนได้อ่านแล้ว กรุณาตอบคำถามต่อไปนี้

ใช้ความรู้เกี่ยวกับรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ในการแก้ปัญหาต่างภาพ 12

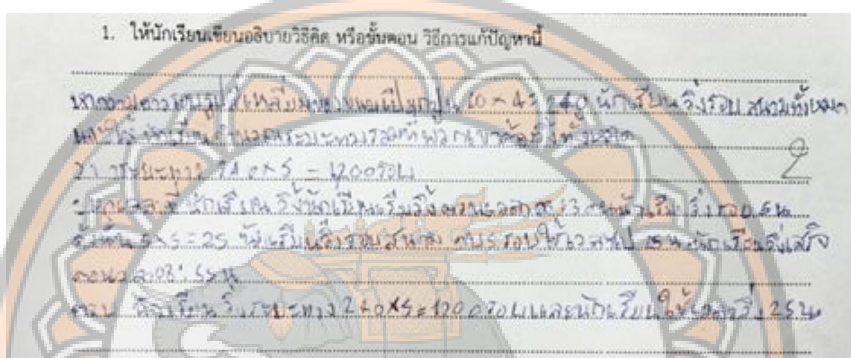
ให้ลูกคิดคำตอบและเขียนคำตอบลงในช่องว่าง

รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่มีด้านยาว 10 เมตร และด้านกว้าง 5 เมตร จะมีพื้นที่เท่าไร

ภาพ 12 แสดงการเขียนคำตอบในใบกิจกรรม ด้านการเชื่อมโยงภายในเนื้อหาคณิตศาสตร์

ภาพ 12 พบว่า นักเรียนสามารถนำความรู้ หรือสูตรเรื่องใดมาช่วยแก้ปัญหาได้ โดยนักเรียนระบุว่าใช้สูตรความยาวรอบรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน ซึ่งนักเรียนสามารถนำความรู้ หรือสูตรเรื่องใดมาช่วยแก้ปัญหาได้ครบถ้วน แสดงให้เห็นว่า นักเรียนมีระดับการเชื่อมโยงภายในเนื้อหาคณิตศาสตร์อยู่ในระดับ 2

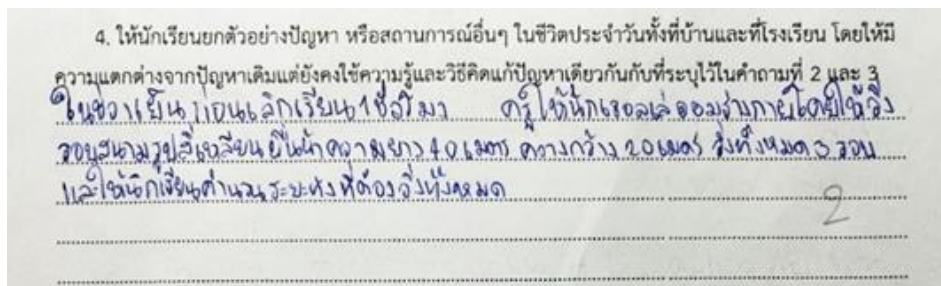
นอกจากนี้ในการทำใบกิจกรรมแสดงความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ในองค์ประกอบด้านการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น พบว่า นักเรียนมีระบุขั้นตอนครบถ้วน และมีอธิบายการคำนวณหาระยะทางของสนามได้ ดังภาพ 13



ภาพ 13 แสดงการเขียนคำตอบในใบกิจกรรม ด้านการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น

ภาพ 13 พบว่า นักเรียนเขียนอธิบายวิธีคิด หรือขั้นตอนได้ครบถ้วน เห็นได้จากที่นักเรียนระบุขั้นตอนการแก้ปัญหาที่ได้จากข้อคำถามจากสถานการณ์นั้น ซึ่งสามารถอธิบายถึงขั้นตอนวิธีการแก้ปัญหาซึ่งนำไปสู่การแก้สถานการณ์ปัญหาได้อย่างชัดเจน แสดงให้เห็นว่า นักเรียนมีระดับการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น อยู่ในระดับ 2

นอกจากนี้ในการทำใบกิจกรรมแสดงความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ในองค์ประกอบด้านการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน พบว่า นักเรียนระบุตัวอย่างปัญหา หรือสถานการณ์ปัญหาที่สอดคล้องกับความรู้ หรือกระบวนการในการแก้ปัญหาที่ระบุไว้ได้ครบถ้วน ดังภาพ 14



ภาพ 14 แสดงการเขียนคำตอบในใบกิจกรรม ด้านการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน

ภาพ 14 พบว่า นักเรียนสามารถเขียนระบุตัวอย่างปัญหา หรือสถานการณ์ปัญหา ที่สอดคล้องกับความรู้ที่เรียน เห็นได้จากที่นักเรียนยกตัวอย่างที่ได้จากข้อคำถามจากสถานการณ์นั้น ซึ่งมีความแตกต่างจากปัญหาเดิมแต่ยังคงใช้ความรู้เดียวกัน แสดงให้เห็นว่า นักเรียนมีระดับ การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน อยู่ในระดับ 2

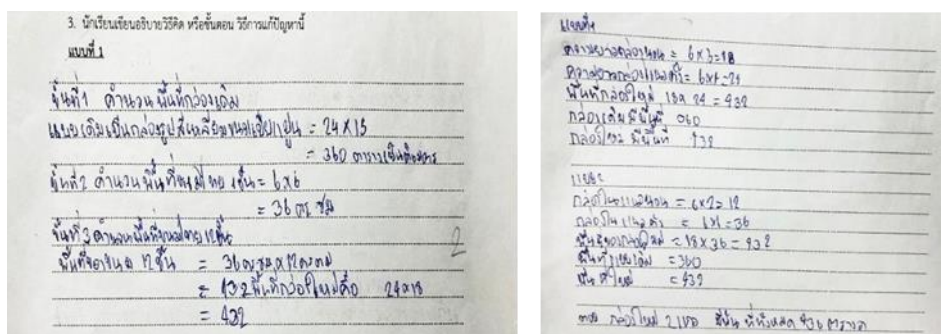
วงจรปฏิบัติการที่ 4 เรื่อง พื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยม

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากใบกิจกรรมของวงจรปฏิบัติการที่ 4 ในสถานการณ์ปัญหา “เรื่อง ขนมไทย” ผู้วิจัยแสดงผลการวิเคราะห์จำนวนนักเรียนตามระดับความสามารถในการเชื่อมโยง ทางคณิตศาสตร์ ทั้ง 3 องค์ประกอบดังตาราง 23

ตาราง 23 แสดงจำนวนนักเรียนตามระดับความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ จาก ใบกิจกรรม ในวงจรปฏิบัติการที่ 4

องค์ประกอบ	จำนวนนักเรียนจำแนกตามระดับความสามารถ (ร้อยละ)		
	0	1	2
การเชื่อมโยงภายในเนื้อหาคณิตศาสตร์	0 (00.00)	7 (77.78)	2 (22.22)
การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น	0 (00.00)	3 (33.33)	6 (66.67)
การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน	0 (00.00)	2 (22.22)	7 (77.78)

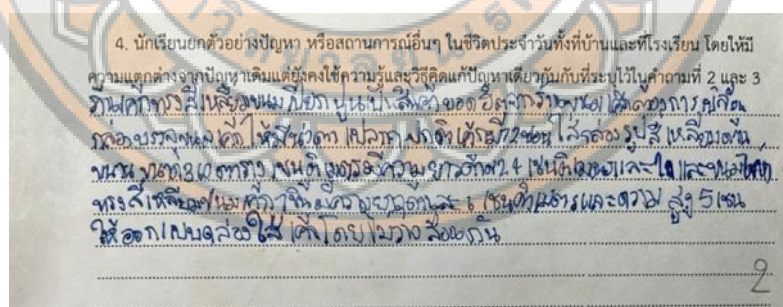
ข้อมูลในตาราง 23 เป็นการแสดงความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของ นักเรียนเป็นรายบุคคลจากใบกิจกรรมวงจรปฏิบัติการที่ 4 พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีระดับ ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ อยู่ในระดับ 2 และเมื่อพิจารณาองค์ประกอบ ด้าน การเชื่อมโยงภายในเนื้อหาคณิตศาสตร์ นักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับ 1 ด้านการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์



ภาพ 16 แสดงการเขียนคำตอบในใบกิจกรรม ด้านการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น

ภาพ 16 พบว่า นักเรียนเขียนอธิบายวิธีคิด หรือขั้นตอนได้แต่ครบถ้วน เห็นได้จากที่นักเรียนระบุขั้นตอนการแก้ปัญหาที่ได้จากข้อความจากสถานการณ์นั้น ซึ่งไม่ได้อธิบายถึงขั้นตอนวิธีการแก้ปัญหาซึ่งนำไปสู่การแก้สถานการณ์ปัญหาได้อย่างชัดเจน แสดงให้เห็นว่า นักเรียนมีระดับการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น อยู่ในระดับ 2

นอกจากนี้ในการทำใบกิจกรรมแสดงความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ในองค์ประกอบด้านการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน พบว่า นักเรียนระบุตัวอย่างปัญหา หรือสถานการณ์ปัญหาที่สอดคล้องกับความรู้ หรือกระบวนการในการแก้ปัญหาที่ระบุไว้ได้ครบถ้วน ดังภาพ 17



ภาพ 17 แสดงการเขียนคำตอบในใบกิจกรรม ด้านการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน

ภาพ 17 พบว่า นักเรียนสามารถเขียนระบุตัวอย่างปัญหา หรือสถานการณ์ปัญหาที่สอดคล้องกับความรู้ครบถ้วน เห็นได้จากที่นักเรียนยกตัวอย่างที่ได้จากข้อความจากสถานการณ์นั้น ซึ่งมีความแตกต่างจากปัญหาเดิมแต่ยังคงใช้ความรู้เดียวกัน แสดงให้เห็นว่า นักเรียนมีระดับการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน อยู่ในระดับ 2

นอกจากนี้ผู้วิจัยวิเคราะห์ระดับความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ในแต่ละองค์ประกอบของความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ จากใบกิจกรรมแต่ละวงจรปฏิบัติการของนักเรียน 9 คน ดังตาราง 24



ตาราง 24 แสดงจำนวนนักเรียนตามระดับความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ จากใบกิจกรรมแต่ละวงจรปฏิบัติการ

องค์ประกอบ	จำนวนนักเรียน (ร้อยละ)												ค่าเฉลี่ย ร้อยละ ระดับ 2
	วงจรปฏิบัติการที่ 1			วงจรปฏิบัติการที่ 2			วงจรปฏิบัติการที่ 3			วงจรปฏิบัติการที่ 4			
	ระดับคุณภาพ			ระดับคุณภาพ			ระดับคุณภาพ			ระดับคุณภาพ			
	0	1	2	0	1	2	0	1	2	0	1	2	
การเชื่อมโยงภายใน เนื้อหาคณิตศาสตร์	4 (44.44)	3 (33.33)	2 (22.22)	2 (22.22)	6 (66.67)	1 (11.11)	0 (00.00)	1 (11.11)	8 (88.89)	0 (00.00)	7 (77.78)	2 (22.22)	36.11
การเชื่อมโยง คณิตศาสตร์กับ ศาสตร์อื่น	4 (44.44)	2 (22.22)	3 (33.33)	1 (11.11)	6 (66.67)	2 (22.22)	0 (00.00)	3 (33.33)	6 (66.67)	0 (00.00)	3 (33.33)	6 (66.67)	47.22
การเชื่อมโยง คณิตศาสตร์กับ ชีวิตประจำวัน	7 (77.78)	1 (11.11)	1 (11.11)	2 (22.22)	2 (22.22)	5 (55.56)	1 (11.11)	3 (33.33)	5 (55.56)	0 (00.00)	2 (22.22)	7 (77.78)	50.00

ตาราง 24 เมื่อพิจารณาผลวงจรปฏิบัติการที่ 1 – 4 แต่ละองค์ประกอบรายด้านของความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ได้ผลดังนี้

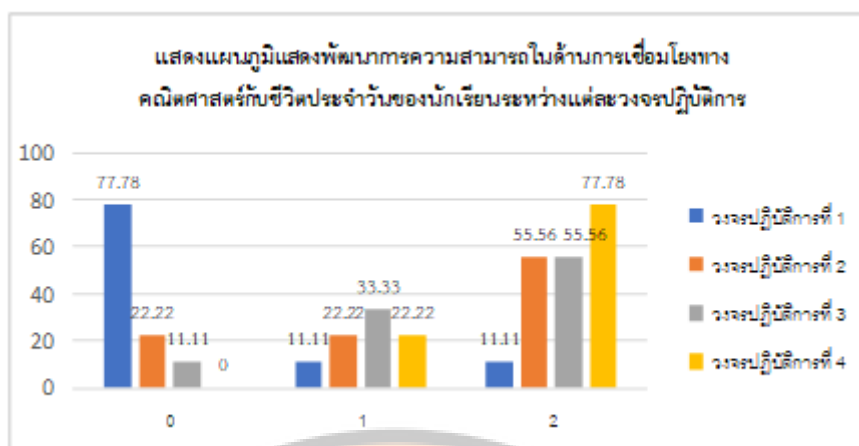
1. การเชื่อมโยงภายในเนื้อหาคณิตศาสตร์ พบว่า นักเรียนมีพัฒนาการอย่างต่อเนื่องตั้งแต่วงจรปฏิบัติการที่ 1 – 3 โดยมีจำนวนนักเรียนที่อยู่ในระดับ 2 เพิ่มขึ้น 2 คน คิดเป็นร้อยละ 22.22 ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ลดลงในวงจรปฏิบัติการที่ 2 เหลือ 1 คน คิดเป็นร้อยละ 11.11 และกลับเพิ่มขึ้นเป็น 8 คน คิดเป็นร้อยละ 88.89 ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 อย่างไรก็ตามในวงจรปฏิบัติการที่ 4 จำนวนนักเรียนระดับ 2 ลดลงเหลือเพียง 2 คน คิดเป็นร้อยละ 22.22 โดยนักเรียนส่วนใหญ่กลับมามีอยู่ในระดับ 1

2. การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น พบว่า มีแนวโน้มการพัฒนาอย่างค่อยเป็นค่อยไปโดยในวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนที่อยู่ในระดับ 2 จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 33.33 และเพิ่มขึ้นในวงจรปฏิบัติการที่ 2 จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 22.22 และวงจรปฏิบัติการที่ 3 – 4 จำนวน 6 คน คิดเป็นร้อยละ 66.67 สัดส่วนที่เท่ากัน

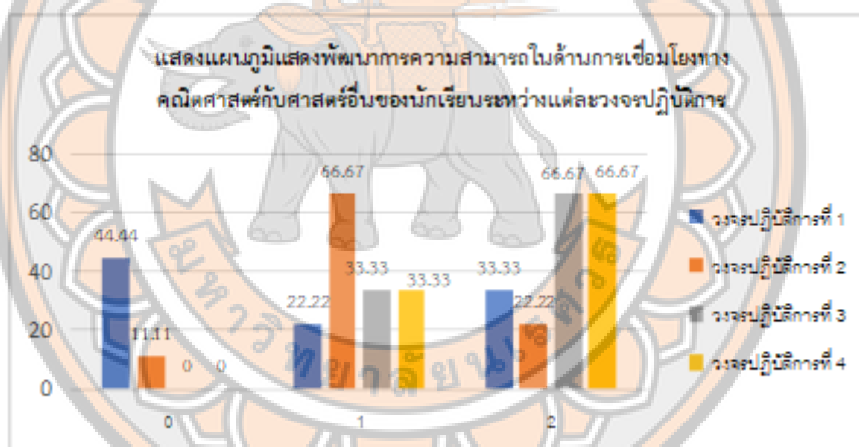
3. การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน พบว่า ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับ 0 จำนวน 7 คน คิดเป็นร้อยละ 77.78 และมีเพียง 1 คนที่อยู่ในระดับ 2 คิดเป็นร้อยละ 11.11 แต่มีการพัฒนาเพิ่มขึ้นในวงจรปฏิบัติการที่ 2 และ 3 ที่อยู่ในระดับ 2 จำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 55.56 สัดส่วนที่เท่ากัน และในวงจรปฏิบัติการที่ 4 มีนักเรียนในระดับ 2 จำนวน 7 คน คิดเป็นร้อยละ 77.78

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์การพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนแต่ละองค์ประกอบพบว่า การจัดการเรียนรู้แบบ CPA ร่วมกับ กระดานเรขาคณิต สามารถส่งเสริมพัฒนาการของนักเรียนในด้านความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์มีการพัฒนา โดยเฉพาะด้านการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น และด้านการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน ซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่มีการพัฒนาความสามารถจนอยู่ระดับ 2 (ดี) ตามลำดับคิดเป็นร้อยละ 66.67 และ 77.78 ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 อย่างไรก็ตามด้านการเชื่อมโยงภายในเนื้อหาคณิตศาสตร์พบว่า มีการพัฒนาการที่ดีขึ้นตามลำดับ แต่มีนักเรียนเพียงแค่ 2 คนที่อยู่ในระดับ 2 (ดี) คิดเป็นร้อยละ 22.22

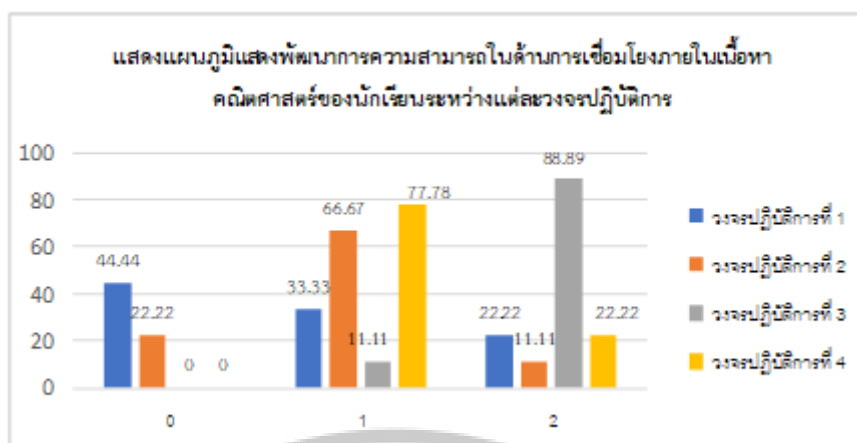
ผลจากใบกิจกรรมระหว่างการจัดการเรียนรู้ พบว่า เมื่อเรียงลำดับความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์รายด้านที่อยู่ในระดับ 2 จากมากไปน้อยได้แก่ การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น และการเชื่อมโยงภายในเนื้อหาคณิตศาสตร์ ซึ่งสามารถแสดงพัฒนาการที่ดีขึ้นในรูปแบบแผนภูมิโดยจำแนกตามองค์ประกอบของความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ดังภาพ 18 ภาพ 19 และ ภาพ 20



ภาพ 18 แสดงแผนภูมิแสดงพัฒนาการความสามารถในการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวันของนักเรียนระหว่างแต่ละวงจรปฏิบัติการ



ภาพ 19 แสดงแผนภูมิแสดงพัฒนาการความสามารถในการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นของนักเรียนแต่ละวงจรปฏิบัติการ



ภาพ 20 แสดงแผนภูมิแสดงพัฒนาการความสามารถในการเชื่อมโยงภายในเนื้อหาคณิตศาสตร์
ของนักเรียนระหว่างแต่ละวงจรปฏิบัติการ

ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน หลังการจัดการเรียนรู้แบบ
Concrete – Pictorial – Abstract (CPA) ร่วมกับ กระดานเรขาคณิต (Geoboard) เรื่อง
รูปสี่เหลี่ยม

หลังการจัดการเรียนรู้แบบ Concrete – Pictorial – Abstract (CPA) ร่วมกับ กระดาน
เรขาคณิต เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ระดับความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
จากคำตอบภาพรวมของนักเรียนจำนวน 9 คน จากแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทาง
คณิตศาสตร์ ดังตาราง 25

ตาราง 25 แสดงจำนวนนักเรียนตามระดับความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
จากแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

องค์ประกอบ	จำนวนนักเรียน (ร้อยละ)						ค่าเฉลี่ย ร้อยละ ระดับ 2
	สถานการณ์ที่ 1			สถานการณ์ที่ 2			
	“โรงเรียนพอเพียง”			“ขนมชั้น”			
	0	1	2	0	1	2	
การเชื่อมโยง ภายในเนื้อหา คณิตศาสตร์	0 (00.00)	7 (77.78)	2 (22.22)	0 (00.00)	4 (44.44)	5 (55.56)	38.89

องค์ประกอบ	จำนวนนักเรียน (ร้อยละ)						ค่าเฉลี่ย ร้อยละ ระดับ 2
	สถานการณ์ที่ 1			สถานการณ์ที่ 2			
	“โรงเรียนพอเพียง”			“ขนมจีน”			
	0	1	2	0	1	2	
การเชื่อมโยง คณิตศาสตร์ กับศาสตร์อื่น	0 (00.00)	3 (33.33)	6 (66.67)	0 (00.00)	4 (44.44)	5 (55.56)	61.12
การเชื่อมโยง คณิตศาสตร์ กับ ชีวิตประจำวัน	0 (00.00)	4 (44.44)	5 (55.56)	0 (00.00)	0 (00.00)	9 (100.00)	77.78

ตาราง 25 เมื่อพิจารณาผลแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของ สถานการณ์ที่ 1 – 2 แต่ละองค์ประกอบรายด้านของความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ได้ผลดังนี้

1. การเชื่อมโยงภายในเนื้อหาคณิตศาสตร์ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่สามารถเชื่อมโยง ภายในเนื้อหาคณิตศาสตร์ในสถานการณ์ที่ 1 อยู่ในระดับ 1 และในสถานการณ์ที่ 2 อยู่ในระดับ 2 คิดเป็นร้อยละ 77.78 และ 55.56 ตามลำดับ

2. การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่สามารถคณิตศาสตร์กับ ศาสตร์อื่นในสถานการณ์ที่ 1 และสถานการณ์ที่ 2 อยู่ในระดับ 2 คิดเป็นร้อยละ 66.67 และ 55.56 ตามลำดับ

2. การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่สามารถคณิตศาสตร์ กับชีวิตประจำวันในสถานการณ์ที่ 1 และสถานการณ์ที่ 2 อยู่ในระดับ 2 คิดเป็นร้อยละ 55.56 และ 100 ตามลำดับ

ผลจากแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้ พบว่า เมื่อเรียงลำดับความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์รายด้านที่อยู่ในระดับ 2 จากมากไปน้อย ได้แก่ การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น และ การเชื่อมโยงภายในเนื้อหาคณิตศาสตร์

ตาราง 26 ภาพรวมแสดงระดับของความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ จากใบกิจกรรมแต่ละวงจรปฏิบัติการ

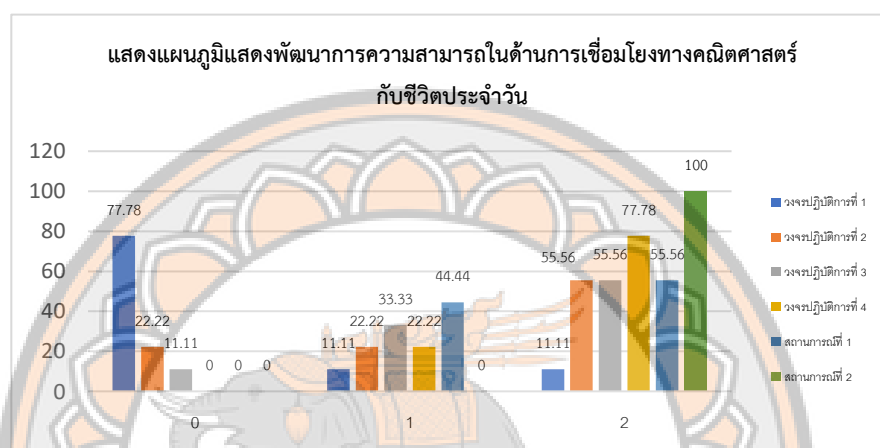
องค์ประกอบ	ระดับความ สามารถในการ เชื่อมโยงทาง คณิตศาสตร์	จำนวนนักเรียน (ร้อยละ)					
		วงจร ปฏิบัติการที่ 1	วงจร ปฏิบัติการที่ 2	วงจร ปฏิบัติการที่ 3	วงจร ปฏิบัติการที่ 4	สถานการณ์ ที่ 1	สถานการณ์ ที่ 2
การเชื่อมโยงภายใน เนื้อหาคณิตศาสตร์	2	2 (22.22)	1 (11.11)	8 (88.89)	2 (22.22)	2 (22.22)	5 (55.56)
	1	3 (33.33)	6 (66.67)	1 (11.11)	7 (77.78)	7 (77.78)	4 (44.44)
	0	4 (44.44)	2 (22.22)	0 (00.00)	0 (00.00)	0 (00.00)	0 (00.00)
การเชื่อมโยง คณิตศาสตร์กับศาสตร์ อื่น	2	3 (33.33)	2 (22.22)	6 (66.67)	6 (66.67)	6 (66.67)	5 (55.56)
	1	2 (22.22)	6 (66.67)	3 (33.33)	3 (33.33)	3 (33.33)	4 (44.44)
	0	4 (44.44)	1 (11.11)	0 (00.00)	0 (00.00)	0 (00.00)	0 (00.00)
การเชื่อมโยง คณิตศาสตร์กับ ชีวิตประจำวัน	2	1 (11.11)	5 (55.56)	5 (55.56)	7 (77.78)	5 (55.56)	9 (100.00)
	1	1 (11.11)	2 (22.22)	3 (33.33)	2 (22.22)	4 (44.44)	0 (00.00)
	0	7 (77.78)	2 (22.22)	1 (11.11)	0 (00.00)	0 (00.00)	0 (00.00)

ตาราง 26 ผลการวิจัยระหว่างจัดการเรียนรู้แบบ CPA ร่วมกับ กระดานเรขาคณิตเรื่อง รูปสี่เหลี่ยม ทั้ง 4 วงจรปฏิบัติการจากใบกิจกรรมและผลการวิจัยหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จาก แบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ทั้งสองสถานการณ์ พบว่า ในระหว่าง การจัดการเรียนรู้แบบ CPA ร่วมกับ กระดานเรขาคณิต ในระดับองค์ประกอบด้านการเชื่อมโยง ภายในเนื้อหาคณิตศาสตร์นักเรียนส่วนใหญ่ค่อย ๆ พัฒนาไปถึงระดับ 2 จากวงจรปฏิบัติการที่ 1 – 3 และวงจรปฏิบัติการที่ 4 มีการพัฒนาอยู่ในระดับ 1 ระดับองค์ประกอบด้านการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์ กับศาสตร์อื่น นักเรียนส่วนใหญ่ค่อย ๆ พัฒนาไปถึงระดับ 2 ทั้ง 4 วงจรปฏิบัติการ ระดับองค์ประกอบ ด้านการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์และชีวิตประจำวัน นักเรียนส่วนใหญ่พัฒนาจากระดับ 0 ในวงจร ปฏิบัติการที่ 1 ไปถึงระดับ 2 ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 – 4 และเมื่อเรียงลำดับความสามารถ ในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์รายด้านที่อยู่ในระดับ 2 จากมากไปน้อย ได้แก่ การเชื่อมโยง คณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น และการเชื่อมโยงภายในเนื้อหา คณิตศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ทั้งสองสถานการณ์ ในภาพรวมแต่ละด้านองค์ประกอบ ซึ่งสามารถแสดงพัฒนาการที่ดีขึ้นในรูปแบบแผนภูมิโดยจำแนก

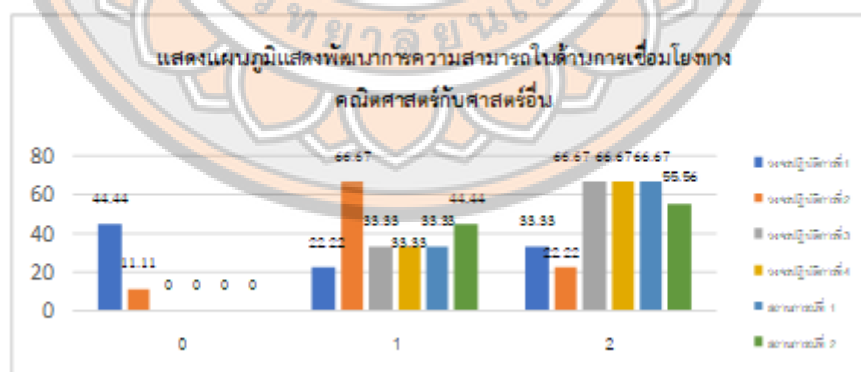


ตามองค์ประกอบของความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ดังภาพ 21, ภาพ 22 และภาพ 23

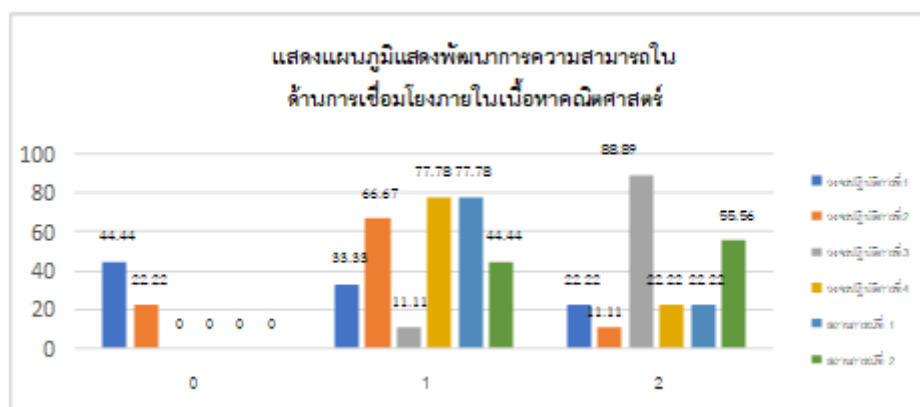
ทั้งนี้ นักเรียนสามารถการเชื่อมโยงภายในเนื้อหาคณิตศาสตร์มีระดับการพัฒนาที่ลดลงเนื่องจาก เนื้อหาสถานการณ์ของรูปสี่เหลี่ยมมีความซับซ้อนซึ่งต้องอาศัยองค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับความยาวรอบรูป และการพื้นที่ เพื่อนำไปประยุกต์ในชั้นการแก้ปัญหา



ภาพ 21 แสดงแผนภูมิแสดงพัฒนาการความสามารถในการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวันของนักเรียน



ภาพ 22 แสดงแผนภูมิแสดงพัฒนาการความสามารถในการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นของนักเรียน



ภาพ 23 แสดงแผนภูมิแสดงพัฒนาการความสามารถในการเชื่อมโยงภายในเนื้อหาคณิตศาสตร์
ของนักเรียน



บทที่ 5

บทสรุป

การวิจัยเชิงปฏิบัติการเพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบ Concrete – Pictorial - Abstract (CPA) ร่วมกับ กระดานเรขาคณิต เพื่อพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม ซึ่งมีจุดมุ่งหมายของการวิจัยเพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบ CPA ร่วมกับ กระดานเรขาคณิต ที่ส่งเสริมความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และเพื่อศึกษาผล การจัดการเรียนรู้แบบ CPA ร่วมกับ กระดานเรขาคณิต ที่มีต่อความสามารถในการเชื่อมโยงทาง คณิตศาสตร์ เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม โดยใช้รูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียนสำหรับนักเรียนชั้น ประถมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 9 คน ของโรงเรียนประถมศึกษาขนาด เล็กแห่งหนึ่งในจังหวัดพิษณุโลก ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งหมด 4 แผนการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ชนิดและสมบัติของเส้นทแยงมุมของรูปสี่เหลี่ยม แผน การจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การสร้างรูปสี่เหลี่ยม แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ความยาวรอบรูป ของรูปสี่เหลี่ยม และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง พื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยม รวมทั้งหมด 12 ชั่วโมง โดยมีเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการจัดการเรียนรู้แบบ CPA ร่วมกับ กระดานเรขาคณิต เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 แบบสะท้อนผล การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ใบกิจกรรม และแบบทดสอบความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ โดยมีผลการวิจัย ดังต่อไปนี้

สรุปผลการวิจัย

1. แนวทางการจัดการเรียนรู้แบบ Concrete – Pictorial - Abstract (CPA) ร่วมกับ กระดานเรขาคณิต (Geoboard) ที่ส่งเสริมความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

ผู้วิจัยได้อธิบายแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบ CPA ร่วมกับ กระดานเรขาคณิต (Geoboard) ที่ส่งเสริมความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม ตามลำดับ ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ขั้นการสอนเชิงรูปธรรม (Concrete)

ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ผู้วิจัยให้นักเรียนทบทวนความรู้เดิมที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่กำลังจะเรียน พร้อมทั้งผู้วิจัยให้นักเรียนได้เรียนรู้ผ่านการลงมือปฏิบัติ โดยให้ใช้กระดาษเรขาคณิตร่วมกับหนัวยางในการสร้างรูปสี่เหลี่ยมชนิดต่าง ๆ จากสี่ของจริง และให้นักเรียนพิจารณาคุณสมบัติของรูปที่สร้างขึ้น โดยร่วมกันอภิปรายถึงประเด็นที่น่าสนใจและใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนสังเกต วิเคราะห์ เปรียบเทียบ และสะท้อนความเข้าใจเกี่ยวกับลักษณะของรูปเรขาคณิตแต่ละชนิด พบว่านักเรียนบางกลุ่มที่ไม่สามารถวิเคราะห์และเปรียบเทียบรูปสี่เหลี่ยมได้ หลังจากนั้นในวงจรปฏิบัติการที่ 2, 3 และ 4 ผู้วิจัยนำสื่อรูปทรงสี่เหลี่ยมต่าง ๆ ให้นักเรียนสำรวจลักษณะของสี่เหลี่ยมต่าง ๆ เพิ่มเติม พร้อมทั้งผู้วิจัยอธิบายขั้นตอนการสร้างรูปสี่เหลี่ยม การหาความยาวรอบรูปของรูปสี่เหลี่ยม และการหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมร่วมกับกระดาษเรขาคณิต

ขั้นตอนที่ 2 ขั้นการสอนเชิงรูปภาพ (Pictorial)

ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ผู้วิจัยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันวาดภาพรูปสี่เหลี่ยม ตามที่สมาชิกในกลุ่มสร้างขึ้นมา พร้อมทั้งผู้วิจัยแจกกระดาษกราฟให้นักเรียนกลุ่มละ 1 แผ่น นำรูปที่สร้างขึ้นวาดภาพลงในกระดาษกราฟ ส่วนสมาชิกภายในกลุ่มที่เหลือไม่มีส่วนร่วมในการวาดภาพ ผู้วิจัยจึงให้คำแนะนำขั้นตอนเกี่ยวกับการวาดรูปสี่เหลี่ยมลงบนกระดาษกราฟ โดยเริ่มจากการกำหนดจุดสำคัญผ่านการใช้กระดาษเรขาคณิตและหนัวยาง เช่น การระบุมุมฉาก ด้านที่ขนานกัน หรือการพิจารณาความยาวของแต่ละด้าน เพื่อวางพื้นฐานความเข้าใจทางเรขาคณิตให้แก่ นักเรียน ก่อนเข้าสู่กระบวนการถ่ายทอดความคิดผ่านการวาดภาพ และกระตุ้นให้นักเรียนระดมสมองหรือแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน ในวงจรปฏิบัติการที่ 2, 3 และ 4 นอกจากนี้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนใช้เวลามากกว่าที่กำหนดไว้ ผู้วิจัยจึงต้องกำหนดเวลาให้ชัดเจนและกระตุ้นให้นักเรียนบริหารจัดการเวลาให้เพียงพอและเหมาะสม และผู้วิจัยใช้คำถามกระตุ้นความคิด พร้อมทั้งให้นักเรียนแต่ละกลุ่มตั้งคำถามเกี่ยวกับรูปสี่เหลี่ยม คนละ 1 คำถาม โดยให้เพื่อนร่วมกันตอบคำถาม พบว่านักเรียนแต่ละกลุ่มตอบคำถามที่เพื่อนถามได้

ขั้นตอนที่ 3 ขั้นการสอนเชิงนามธรรม (Abstract)

ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 พบว่า นักเรียนไม่กล้าวิธีการหาคำตอบของตนเอง ทำให้เกิดความคล้อยตามคำตอบของเพื่อน ผู้วิจัยจึงกระตุ้นให้นักเรียนเห็นถึงรูปแบบวิธีการหาที่หลากหลาย และปรับมุมมองความคิดของนักเรียนว่าการแสดงวิธีการหาคำตอบที่ไม่ถูกต้องไม่ใช่เรื่องที่น่าอาย รวมถึงกระตุ้นให้นักเรียนช่วยกันหาวิธีการปรับปรุงแก้ไขให้ถูกต้อง และผู้วิจัยยกตัวอย่างสถานการณ์ที่มีลักษณะคล้ายกับสถานการณ์ในใบกิจกรรมแต่มีความเข้าใจง่าย ในวงจรปฏิบัติการที่ 2, 3 และ 4 เพื่อให้นักเรียนเห็นแนวทางในการหาผลลัพธ์ และร่วมกันสนทนาถึงกระบวนการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ โดยใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนพิจารณาแนวทางในการหาผลลัพธ์ที่ดีขึ้น นอกจากนี้

นักเรียนต้องแลกเปลี่ยนเรียนรู้กันเพื่อตรวจสอบความถูกต้อง โดยผู้วิจัยมีบทบาทในการให้คำแนะนำ คอยตรวจสอบความถูกต้องของวิธีการหาคำตอบ และจัดบรรยากาศให้เกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ภายในห้องเรียน

2. ผลการจัดการเรียนรู้แบบ Concrete – Pictorial – Abstract (CPA) ร่วมกับ กระดาน เรขาคณิต (Geoboard) ที่มีต่อความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม ของ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

ผู้วิจัยสรุปผลการจัดการเรียนรู้แบบ CPA ร่วมกับ กระดานเรขาคณิต ที่มีต่อความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จากใบกิจกรรมและแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ จำแนกตามองค์ประกอบ รายด้าน ดังนี้

2.1 ด้านการเชื่อมโยงภายในเนื้อหาคณิตศาสตร์

ผลจากใบกิจกรรมแสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้แบบ CPA ร่วมกับ กระดาน เรขาคณิต มีต่อการเชื่อมโยงภายในเนื้อหาคณิตศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งเห็นได้จากนักเรียนส่วนใหญ่ที่อยู่ในระดับ 1 โดยในระหว่างการจัดการเรียนรู้ในแต่ละวงจรปฏิบัติการนักเรียนมีพัฒนาการอย่างต่อเนื่อง ตั้งแต่วงจรปฏิบัติการที่ 1 – 3 โดยมีจำนวนนักเรียนที่อยู่ในระดับ 2 เพิ่มขึ้น 2 คน คิดเป็นร้อยละ 22.22 ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ลดลงในวงจรปฏิบัติการที่ 2 เหลือ 1 คน คิดเป็นร้อยละ 11.11 และ กลับเพิ่มขึ้นเป็น 8 คน คิดเป็นร้อยละ 88.89 ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 อย่างไรก็ตามในวงจรปฏิบัติการที่ 4 จำนวนนักเรียนระดับ 2 ลดลงเหลือเพียง 2 คน คิดเป็นร้อยละ 22.22 โดยนักเรียนส่วนใหญ่กลับ มาอยู่ในระดับ 1 พบว่า นักเรียนบางส่วนมีระดับความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์โดยรวม ลดลง เนื่องจากโจทย์ปัญหาที่มีความซับซ้อนซึ่งต้องอาศัยความรู้หลายด้าน เช่น ความยาวรอบรูป และ การหาพื้นที่ เป็นต้น เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหา สอดคล้องกับผลจากแบบวัด ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ทั้งสองสถานการณ์ ที่พบว่านักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับ 1 ในด้านการเชื่อมโยงภายในเนื้อหาคณิตศาสตร์ ดังนั้น การจัดการเรียนรู้แบบ CPA ร่วมกับ กระดาน เรขาคณิต มีผลต่อความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน พบว่า ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียน ส่วนใหญ่อยู่ในระดับ 0 จำนวน 7 คน คิดเป็นร้อยละ 77.78 และมีเพียง 1 คนที่อยู่ในระดับ 2 คิดเป็น ร้อยละ 11.11 แต่มีการพัฒนาเพิ่มขึ้นในวงจรปฏิบัติการที่ 2 และ 3 ที่อยู่ในระดับ 2 จำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 55.56 สัดส่วนที่เท่ากัน และในวงจรปฏิบัติการที่ 4 มีนักเรียนในระดับ 2 จำนวน 7 คน คิดเป็นร้อยละ 77.78

2.2 ด้านการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น

ผลจากใบกิจกรรมแสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้แบบ CPA ร่วมกับ กระดานเรขาคณิต มีผลต่อการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นของนักเรียน ซึ่งเห็นได้จากนักเรียนส่วนใหญ่ที่อยู่ในระดับ 2 โดยระหว่างการจัดการเรียนรู้ในแต่ละวงจรปฏิบัติการนักเรียนมีแนวโน้มการพัฒนาอย่างค่อยเป็นค่อยไปโดยในวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนที่อยู่ในระดับ 2 จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 33.33 และเพิ่มขึ้นในวงจรปฏิบัติการที่ 2 จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 22.22 และวงจรปฏิบัติการที่ 3 – 4 จำนวน 6 คน คิดเป็นร้อยละ 66.67 สอดคล้องกับผลจากแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ทั้งสองสถานการณ์ ที่พบว่านักเรียนส่วนใหญ่ที่อยู่ในระดับ 2 ในด้านการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ดังนั้น การจัดการเรียนรู้แบบ CPA ร่วมกับ กระดานเรขาคณิต มีผลต่อความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

2.3 ด้านการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน

ผลจากใบกิจกรรมแสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้แบบ CPA ร่วมกับ กระดานเรขาคณิต มีผลต่อการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวันของนักเรียน ซึ่งเห็นได้จากนักเรียนส่วนใหญ่ที่อยู่ในระดับ 2 โดยระหว่างการจัดการเรียนรู้ในแต่ละวงจรปฏิบัติการ ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับ 0 จำนวน 7 คน คิดเป็นร้อยละ 77.78 และมีเพียง 1 คนที่อยู่ในระดับ 2 คิดเป็นร้อยละ 11.11 แต่มีการพัฒนาเพิ่มขึ้นในวงจรปฏิบัติการที่ 2 และ 3 ที่อยู่ในระดับ 2 จำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 55.56 สอดคล้องกับผลจากแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ทั้งสองสถานการณ์ ที่พบว่านักเรียนส่วนใหญ่ที่อยู่ในระดับ 2 ในด้านการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน ดังนั้น การจัดการเรียนรู้แบบ CPA ร่วมกับ กระดานเรขาคณิต มีผลต่อความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

อภิปรายผลการวิจัย

1. แนวทางการจัดการเรียนรู้แบบ Concrete – Pictorial - Abstract (CPA) ร่วมกับ กระดานเรขาคณิต (Geoboard) เพื่อพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

การจัดการเรียนรู้แบบ CPA ร่วมกับ กระดานเรขาคณิต เพื่อพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้รูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน ผู้วิจัยได้สำรวจและวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นทำให้เข้าใจถึงสภาพปัญหาในชั้นเรียน ทั้งนี้การจัดการเรียนรู้แบบ CPA ร่วมกับ กระดานเรขาคณิต แต่ละขั้นตอนมีแนวทางการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ขั้นการสอนเชิงรูปธรรม (Concrete) เริ่มต้นด้วยการทบทวนเนื้อหาเดิมที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนที่เรียนมา พร้อมทั้งให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง โดยใช้กระดานเรขาคณิตร่วมกับหนัวยางในการสร้างรูปสี่เหลี่ยมชนิดต่าง ๆ จากวัตถุหรือสื่อของจริง พร้อมทั้งให้นักเรียนพิจารณาคุณสมบัติของรูปที่สร้างขึ้น และผู้วิจัยควรอธิบายขั้นตอนการสร้างรูปสี่เหลี่ยม การหาความยาวรอบรูปของรูปสี่เหลี่ยม และการหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมร่วมกับกระดานเรขาคณิต นอกจากนี้ยังใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนคิดวิเคราะห์ ลองผิดลองถูก และค้นพบแนวทางการหาคำตอบที่หลากหลาย ส่งผลให้นักเรียนคือ นักเรียนสามารถสร้างและเข้าใจรูปสี่เหลี่ยมได้ชัดเจนขึ้น และมีความคิดวิเคราะห์ที่ดีขึ้น เป็นการช่วยในการเชื่อมโยงภายในเนื้อหาคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน เนื่องจากได้รับโอกาสในการลงมือปฏิบัติจริงและร่วมกันอภิปราย ทำให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมายและมีความเข้าใจเชิงโครงสร้างของรูปสี่เหลี่ยมมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับ อัมพร ม้าคนอง (2546) ที่กล่าวว่า หลักการสอนคณิตศาสตร์ที่สำคัญ คือ การสอนให้นักเรียนเห็นโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ สอนโดยการใช้สิ่งที่เป็นรูปธรรมอธิบายนามธรรม โดยคำนึงถึงประสบการณ์ และความรู้พื้นฐานของนักเรียน และสอดคล้องกับงานวิจัยจิราภา นุชทองม่วง (2558) ที่กล่าวว่า กระดานเรขาคณิตเป็นสื่อการเรียนการสอนที่ช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจในการเรียน เนื่องจากเป็นสื่อที่นักเรียนสัมผัสได้จริง ทำให้นักเรียนสามารถเปลี่ยนสิ่งที่เป็นนามธรรมเปลี่ยนเป็นรูปธรรมได้ จึงมีผลต่อความคิดรวบยอดเกี่ยวกับรูปเรขาคณิต รวมถึงการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาเกี่ยวกับ ปัญหาเรื่องพื้นที่ ความยาวรอบรูป ของรูปสามเหลี่ยม รูปสี่เหลี่ยม และรูปหลายเหลี่ยมได้

ขั้นตอนที่ 2 ขั้นการสอนเชิงรูปภาพ (Pictorial) นักเรียนได้นำประสบการณ์จากการใช้กระดานเรขาคณิตมาแปลงเป็นภาพวาดที่ใกล้เคียงกับสิ่งที่ได้สัมผัสจริง เช่น การระบุมุมฉาก ด้านที่ขนานกัน หรือการพิจารณาความยาวของแต่ละด้าน เพื่อวางพื้นฐานความเข้าใจทางเรขาคณิตให้นักเรียน การวาดภาพดังกล่าวช่วยให้นักเรียนสามารถมองเห็นภาพรวมของแนวคิดทางคณิตศาสตร์ และช่วยในการเชื่อมโยงแนวคิดที่เป็นรูปธรรมไปสู่ภาพ ส่งผลให้นักเรียนคือ นักเรียนสามารถสื่อสารแนวคิดทางคณิตศาสตร์ผ่านการวาดภาพได้ดีขึ้น และกระตุ้นให้นักเรียนระดมสมองหรือแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน โดยครูได้กระตุ้นให้นักเรียนมีการตั้งคำถามเกี่ยวกับรูปสี่เหลี่ยมที่ตนเองสร้างขึ้น และให้เพื่อนในกลุ่มร่วมกันตอบคำถาม ซึ่งพบว่านักเรียนสามารถตอบคำถามของเพื่อนได้ทุกกลุ่ม แสดงถึงความเข้าใจในเนื้อหาและสามารถเชื่อมโยงภายในเนื้อหาคณิตศาสตร์, เชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวันร่วมกันได้ สอดคล้องกับ Kennedy and Tipps (1994) ได้กล่าวถึง ความสามารถเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ว่า การเชื่อมโยงควรสร้างให้เกิดขึ้นอย่างสม่ำเสมอในระหว่างการสอนให้นักเรียนทำในสิ่งที่ป็นรูปธรรมและแปลงการกระทำนั้นมาเป็นรูปภาพ แผนภาพ และสัญลักษณ์ ซึ่งเข้ากับกระบวนการในการรวมเนื้อหาและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์

และจะต้องเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน และสอดคล้องกับงานวิจัย สุภาดา อินมา และวณิชพร พูนไพบูลย์พิพัฒน์ (2564) ที่ได้ศึกษาการพัฒนาความสามารถในการนิยามทางคณิตศาสตร์ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแบบ CPA ร่วมกับชุดลูกบอลและแท่งเรียนรู้เรขาคณิต เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 พบว่านักเรียนสามารถนึกถึงภาพของรูปเรขาคณิต วิเคราะห์รูปเรขาคณิตต่าง ๆ ในจินตนาการ จนสามารถสื่อสารเกี่ยวกับรูปเรขาคณิตสามมิติอย่างเป็นรูปธรรมได้อย่างถูกต้อง รวมทั้งสอดคล้องกับงานวิจัยของ วรธนา เฉลิมชัย และคณะ (2563) ได้กล่าวว่า การแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดจากการทำงานอยู่เพียงลำพังจะไม่สามารถทำได้ต้องอาศัยความร่วมมือกันของสมาชิกที่มีความสามารถต่างกันเพื่อให้เห็นมุมมองของปัญหาได้กว้างขึ้นนำไปสู่แนวทางการแก้ปัญหาที่ประสบความสำเร็จ

ขั้นตอนที่ 3 ขั้นการสอนเชิงนามธรรม (Abstract) นักเรียนสามารถถอดประสบการณ์และภาพวาดเหล่านั้นไปสู่สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ พร้อมทั้งอธิบายแนวทางแก้ปัญหาโดยใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ได้อย่างมีเหตุผลแล้วนำไปสู่หลักการทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง ส่งผลให้นักเรียนเริ่มแสดงวิธีคิดที่หลากหลายมากขึ้น และกล้าแสดงออกถึงแนวทางของตนเอง รวมถึงสามารถแลกเปลี่ยนความคิดร่วมกับเพื่อนในการตรวจสอบความถูกต้องของวิธีการ โดยมีการปรับปรุงแนวทางการหาคำตอบให้ถูกต้องยิ่งขึ้นจากการอภิปรายร่วมกัน และสามารถเชื่อมโยงภายในเนื้อหาคณิตศาสตร์, เชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวันได้ยิ่งขึ้น สอดคล้องกับอัมพร ม้าคะนอง (2553) กล่าวว่า การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เป็นสิ่งที่สะท้อนให้เห็นถึงการใช้งานของคณิตศาสตร์ในชีวิตจริงที่สามารถพบเห็นได้ และนักเรียนได้ใช้ความคิดทางคณิตศาสตร์ที่มีอยู่ในการเข้าใจความคิดทางคณิตศาสตร์อื่น และความคิดในศาสตร์อื่น ทำให้นักเรียนพิจารณาแนวทางการหาผลลัพธ์ที่ดีขึ้น นอกจากนี้นักเรียนต้องแลกเปลี่ยนเรียนรู้กันเพื่อตรวจสอบความถูกต้อง โดยครูมีบทบาทในการให้คำแนะนำ และคอยตรวจสอบความถูกต้องของวิธีการหาคำตอบ และสอดคล้องกับ Ministry of Education of Singapore (2013) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ตามแบบ CPA เป็นการส่งเสริมให้นักเรียนได้พูดคุย อภิปรายแนวทางการแก้ปัญหาพร้อมกับผู้อื่น ช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาแนวคิดในการแก้ปัญหาและกล้าที่จะแสดงความคิดเห็น ถูกกระตุ้นความคิดด้วยคำถาม ทำให้ผู้เรียนเกิดแรงบันดาลใจในการฝึกหาแนวทางในการแก้ปัญหา ซึ่งจะก่อให้เกิดประโยชน์กับตัวนักเรียนเมื่อต้องนำไปใช้ในสถานการณ์จริง รวมทั้งสอดคล้องงานวิจัย Putri et al. (2018) ได้กล่าวว่า การเรียนรู้ตามแบบ CPA จะเปิดโอกาสให้นักเรียนเพิ่มพูนความสามารถในการเชื่อมโยงหัวข้อทางคณิตศาสตร์ ทุกกิจกรรมการเรียนรู้ที่ได้รับการออกแบบภายใต้แบบ CPA ที่ส่งเสริมการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

2. ผลการจัดการเรียนรู้แบบ Concrete – Pictorial – Abstract (CPA) ร่วมกับ กระดานเรขาคณิต (Geoboard) ที่มีต่อความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีการพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ทั้งจากใบกิจกรรมในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้และแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ทั้งนี้เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบ CPA ร่วมกับ กระดานเรขาคณิต ในชั้นการสอนเชิงรูปธรรม เริ่มต้นด้วยการทบทวนเนื้อหาเดิมที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนที่เรียนมา พร้อมทั้งให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง โดยใช้กระดานเรขาคณิตร่วมกับหนัวยางในการสร้างรูปสี่เหลี่ยมชนิดต่าง ๆ จากวัตถุหรือสื่อของจริง การใช้กระดานเรขาคณิตดังกล่าวช่วยให้นักเรียนสามารถช่วยเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับประสบการณ์จริง ต่อมาในชั้นการสอนเชิงรูปภาพ นักเรียนได้นำประสบการณ์จากการใช้กระดานเรขาคณิตมาแปลเป็นภาพวาดที่ใกล้เคียงกับสิ่งที่ได้สัมผัสจริง การวาดภาพดังกล่าวช่วยให้นักเรียนสามารถมองเห็นภาพรวมของแนวคิดทางคณิตศาสตร์ และช่วยในการเชื่อมโยงแนวคิดที่เป็นรูปธรรมไปสู่ภาพ และในชั้นการสอนเชิงนามธรรม นักเรียนสามารถถอดประสบการณ์และภาพวาดเหล่านั้นไปสู่สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ พร้อมทั้งอธิบายแนวทางแก้ปัญหาโดยใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ได้อย่างมีเหตุผลแล้วนำไปสู่หลักการทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง ส่งผลให้นักเรียนเริ่มแสดงวิธีคิดที่หลากหลายมากขึ้น และกล้าแสดงออกถึงแนวทางของตนเอง รวมถึงสามารถแลกเปลี่ยนความคิดร่วมกับเพื่อนในการตรวจสอบความถูกต้องของวิธีการ นอกจากนี้ครูได้ใช้คำถามเชิงกระตุ้นให้นักเรียนเชื่อมโยงหรือแสดงความสัมพันธ์ของเนื้อหาคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดไว้ในใบกิจกรรม โดยใบกิจกรรมได้ออกแบบให้เริ่มต้นจากการศึกษาข้อมูลในสถานการณ์ แล้วให้นักเรียนระบุว่าข้อมูลนั้นเกี่ยวข้องกับเรื่องใด และสามารถใช้ความรู้หรือสูตรทางคณิตศาสตร์เรื่องใดมาแก้ปัญหาได้บ้าง ขั้นตอนนี้ช่วยให้ครูสามารถตรวจสอบความเข้าใจในด้านการเชื่อมโยงเนื้อหาภายในคณิตศาสตร์และด้านเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์กับศาสตร์ของนักเรียนได้ อีกทั้งยังเปิดโอกาสให้นักเรียนอธิบายเหตุผลประกอบการตัดสินใจ เขียนแสดงขั้นตอนในการแก้ปัญหาอย่างเป็นลำดับขั้น ครูยังได้เสริมตัวอย่างเพิ่มเติมที่เชื่อมโยงกับบริบทใกล้ตัวนักเรียน เช่น การออกแบบการปลูกข้าวในแปลงนา เป็นต้น และทุกขั้นตอนได้นำกระดานเรขาคณิตมาช่วยเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับสื่อของจริง ซึ่งมีบทบาทในการช่วยขยายความเข้าใจของนักเรียน จากการวิเคราะห์รายด้าน พบว่า

1) ด้านการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับคณิตศาสตร์ ซึ่งในระหว่างจัดกิจกรรมมีการพัฒนาในชั้นการสอนเชิงรูปธรรม, ชั้นการสอนเชิงรูปภาพ และชั้นการสอนเชิงนามธรรม พบว่า นักเรียนสามารถเชื่อมโยงหรือแสดงความสัมพันธ์ของเนื้อหาคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ปัญหาที่ต้องใช้ได้ เนื่องจากในระหว่างการจัดการเรียนรู้ นักเรียนได้รับการทบทวนความรู้เดิมที่จำเป็นต้องใช้ใน

การเสริมสร้างความรู้ใหม่ จากการใช้กระดานเรขาคณิตและหน้ียงในการสร้างรูปสี่เหลี่ยมชนิดต่าง ๆ เพื่อพิจารณาคุณสมบัติของรูปที่สร้างขึ้น รวมทั้งได้รับคำแนะนำและคำถามกระตุ้นให้นักเรียนเชื่อมโยงหรือแสดงความสัมพันธ์ของเนื้อหาคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ปัญหา ซึ่งส่งผลให้นักเรียนมีความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ได้ดีขึ้น สอดคล้องกับ สมาคมครูคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). (2000) ที่กล่าวว่า การพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงสามารถเริ่มต้นจากการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์อย่างง่าย ๆ ไปสู่การเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับชีวิตจริง และสอดคล้องกับงานวิจัย เพชรชนก จันทรหอม รัชฎา วิริยะพงศ์ และวรินทร์ สุภาพ (2562) ที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแบบ CPA โดยเน้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติร่วมกับการใช้สื่อรูปธรรมที่เป็นผักและผลไม้ที่เป็นรูปปริซึม พีระมิด ทรงกระบอก กรวยและทรงกลม ทำให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาได้ชัดเจนยิ่งขึ้นจนไปสู่การพัฒนาโน้ตส้นทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เรขาคณิตสองมิติและสามมิติของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 1

2) ด้านการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่นในสถานการณ์ปัญหามีพัฒนาในชั้นการสอนเชิงรูปภาพ และชั้นการสอนเชิงนามธรรม พบว่า นักเรียนสามารถระบุความรู้ศาสตร์อื่นที่เกี่ยวข้องได้ โดยมีการอธิบายวิธีคิด หรือขั้นตอน วิธีการแก้ปัญหาได้ เนื่องจากในระหว่างการจัดการเรียนรู้ นักเรียนได้ร่วมกันออกแบบวาดภาพสถานการณ์หรือเรื่องราวที่โจทย์กำหนดให้ เพื่อทำให้นักเรียนเห็นแนวทางการหาคำตอบ โดยใช้สัญลักษณ์ การวาดภาพจะช่วยให้ นักเรียนสามารถอธิบายแนวคิดด้วยการใช้ข้อความ ตัวเลข หรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้ สอดคล้องกับ Hui et al. (2017) ที่กล่าวว่า ในการจัดการเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้พัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์นั้น ครูอาจให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ผ่านสิ่งที่เห็นภาพได้ โดยท้ายสุดแล้วจะมุ่งเน้นไปที่ตัวนักเรียนสามารถสร้างภาพขององค์ความรู้นั้น และสอดคล้องกับงานวิจัยรัศมี ศิริกัมปลา และวรินทร์ พูนไพบูลย์พัฒน์ (2563) ที่ศึกษาพบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ CPA ที่ส่งเสริมโน้ตส้นทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวก การลบ การคูณ การหาร ควรเน้นการใช้วัตถุสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับความหมาย ความสัมพันธ์และลำดับของการดำเนินการ ได้แก่ การบวก การลบการคูณ และการหาร แล้วเชื่อมโยงความรู้ไปสู่การสร้างภาพจำลองปัญหาที่มีข้อมูลครบถ้วน เพื่อให้นักเรียนสามารถแปลความหมายของภาพจำลองสู่สัญลักษณ์ได้อย่างถูกต้องแม่นยำ ผลการวิจัยจากแบบฝึกหัดระหว่างเรียนและแบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนมีความสอดคล้องกัน คือ นักเรียนส่วนใหญ่มีมโนทัศน์ถูกต้องสมบูรณ์

3) ด้านการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวันในสถานการณ์ปัญหามีพัฒนาในชั้นการสอนเชิงรูปธรรม, ชั้นการสอนเชิงรูปภาพ และชั้นการสอนเชิงนามธรรม พบว่า นักเรียนสามารถยกตัวอย่างการเชื่อมโยงหรือแสดงความสัมพันธ์กับสิ่งที่ใกล้ตัวหรือสิ่งที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันได้ โดยผู้วิจัยใช้คำถามกระตุ้นพร้อมทั้งให้นักเรียนนำเสนอแนวคิดของตนเอง เพื่อให้นักเรียนได้เห็นถึงรูปแบบวิธีการหาคำตอบที่หลากหลาย พร้อมทั้งครูยกตัวอย่างเพิ่มเติมเกี่ยวกับสิ่งของหรือสถานที่อยู่

ใกล้ตัวนักเรียนเพิ่มขึ้น เช่น การออกแบบการปลูกข้าวในแปลงนา เป็นต้น สอดคล้องกับ สมาคมคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). (2000) ที่กล่าวว่า ในการจัดการเรียนรู้ให้นักเรียนได้พัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์นั้น ครูอาจจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์สอดแทรกปัญหาในชีวิตประจำวัน เพื่อให้นักเรียนได้เห็นถึงประโยชน์ในการนำความรู้ เนื้อหาสาระ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการเรียนรู้เนื้อหาใหม่ หรือนำความรู้และกระบวนการทางคณิตศาสตร์มาแก้ปัญหาในสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน ซึ่งผลจากการสังเกตระหว่างการจัดการเรียนรู้ใบกิจกรรมและแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์โดยรวมอยู่ระดับ 2 โดยนักเรียนมีการพัฒนาองค์ประกอบด้านการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวันมากที่สุด รองลงมาคือองค์ประกอบด้านการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น และองค์ประกอบด้านการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับคณิตศาสตร์ ตามลำดับ

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้

1.1 การใช้กระดานเรขาคณิตช่วยให้นักเรียนขยายความเข้าใจเกี่ยวกับลักษณะโครงสร้างของรูปเรขาคณิตอย่างเป็นรูปธรรม แต่ขณะที่ใช้กระดานเรขาคณิต ผู้วิจัยพบว่า นักเรียนบางคนไม่สามารถวาดภาพที่ได้จากกระดานเรขาคณิต ดังนั้นครูควรชี้แนะนักเรียนในการแปลงจากรูปบนกระดานเรขาคณิต ไปสู่รูปบนกระดาษกราฟ เพื่อให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงจากสื่อรูปธรรมไปสู่รูปภาพได้

1.2 ขณะที่ให้นักเรียนได้ทบทวนความรู้เดิมเกี่ยวกับรูปสี่เหลี่ยม ผู้วิจัยพบว่า การตั้งคำถามกระตุ้นให้นักเรียนทบทวนความคิดของตนเอง และพูดทบทวนสิ่งที่ผู้วิจัยอธิบาย ช่วยให้นักเรียนสามารถเขียนสรุปสิ่งที่เรียนรู้ได้

1.3 ขณะที่การจัดการเรียนรู้ ครูควรตั้งคำถามกระตุ้นให้นักเรียนได้ทบทวนความคิดของตนเอง และช่วยอธิบายเพิ่มเติมถึงการเชื่อมโยงสถานการณ์ปัญหา วิธีการแก้ปัญหา พร้อมทั้งให้นักเรียนอภิปรายร่วมกัน เพื่อให้นักเรียนตรวจสอบความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

1.4 การจัดการเรียนรู้แบบ CPA ควบคู่กับการอธิบายโจทย์เพิ่มเติมจากใบกิจกรรมจะช่วยพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์ ทำให้นักเรียนมองเห็นสถานการณ์ที่มีลักษณะคล้ายกับสถานการณ์ในใบกิจกรรมได้อย่างเข้าใจ และสามารถหาคำตอบของสถานการณ์ปัญหาได้

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

2.1 เนื่องจากในระหว่างจัดการเรียนรู้ผู้วิจัยสังเกตเห็นว่านักเรียนมีการอภิปรายร่วมกันภายในกลุ่มส่งผลให้นักเรียนสามารถระบุประเด็นการเรียนรู้ด้วยเนื้อหาคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับ

สถานการณ์ได้ เช่น เนื้อหาเศษส่วนกับสถานการณ์การแบ่งพิซซ่า ซึ่งผลการวิจัยพบว่า องค์ประกอบด้านการเชื่อมโยงภายในเนื้อหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนอ่อนกว่าอีกสององค์ประกอบที่เหลือ ซึ่งการทำวิจัยครั้งต่อไปควรศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบ CPA ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Cooperative Learning) เพื่อพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ด้านการเชื่อมโยงภายในเนื้อหาคณิตศาสตร์

2.2 ผู้วิจัยได้ศึกษาความสามารถในการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม ผ่านการจัดการเรียนรู้แบบ CPA ร่วมกับการระดมความคิด พบว่า การจัดการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนมีการสื่อสารอย่างต่อเนื่อง และส่งเสริมให้นักเรียนได้แก้ปัญหา ดังนั้นในการวิจัยครั้งต่อไปควรมีการศึกษาตัวแปรอื่น ๆ เพิ่มเติม เช่น ความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ หรือความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นต้น





บรรณานุกรม

- กรมวิชาการ, กระทรวงศึกษาธิการ. (2546). *คู่มือสื่อพัฒนาสื่อการเรียนรู้*. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- จิรภา นุชทองม่วง. (2558). *การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง การหาพื้นที่โดยใช้ กระดานตะปู ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ในระดับประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสว่างวิทยา. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโท)*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- ชวิศ เชื้อธวัช. (2563). *การศึกษาทักษะการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้ การสอนที่ส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์เรื่อง อสมการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโท)*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- ณัฐภูมิ โชติวิญญู, ญาณิน กองทิพย์, & ชีรศักดิ์ ฉลาดการณ์. (2565). การศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด CPA. *วารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม*, 21(1), 33-43.
- ทิตนา แคมมณี. (2556). *ศาสตร์การสอนองค์ความรู้เพื่อการจัดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ*. พิมพ์ครั้งที่ 17. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พัชรพร เมฆขารสริน เจริญไธสง และพรภิรมย์ หลงทรัพย์ (2566). การพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) และตัวต่อเลโก้ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. *วารสารศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี*, 34(3), 212-225.
- เพชรชนก จันทรหอม รัชฎา วิริยะพงศ์ และวินนทร สุภาพ. (2562). การพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (C-P-A) เรื่อง รูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร*, 4(22), 149-159.
- มนัส พรหมณี. (2563). *การจัดการเรียนรู้แบบ Concrete – Pictorial – Abstract (CPA) ร่วมกับเกม กระดานเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ร้อยละหรือ*

เปอร์เซ็นต์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.

รัศมี ศิริกัมพลา และ วรินทร์ พูนไพบูลย์พิพัฒน์. (2563). การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบ Concrete -Pictorial - Abstract (CPA) ที่ส่งเสริมโน้ตทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวก การลบ การคูณ การหาร ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. *วารสารวิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ศึกษา (JSSE)*, 3(2), 155-164.

วรรณษา เฉลิมชัย, อุมารณ สุขารมย์, ภูริเดช พาหุยุทธ์ และศรีสมร สุริยศสิน. (2563). ผลของกิจกรรมกลุ่มสัมพันธ์ต่อการเสริมสร้างการทำงานเป็นทีมของคณะกรรมการสภานักเรียน. *วารสารรัชต์ภาคย์*, 14(37), 188-203

เวชฤทธิ์ อังกะนัทรขจร. (2556). การพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงสถิติและการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์ไปสู่ชีวิตจริงโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูงสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. *วารสารศึกษาศาสตร์*, 24(2), 15-33.

ศศิธร แม้นสงวน. (2556). *พฤติกรรมการสอนคณิตศาสตร์ 2*. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยรามคำแหง

สมฤทัย หอมวงศ์ (2566). การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เรื่อง รูปเรขาคณิต เพื่อพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). ยะลา: มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา.

สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ. (2566). *รายงานผลค่าสถิติแยกตามสาระการเรียนรู้สำหรับโรงเรียน*. สืบค้นเมื่อ 30 กรกฎาคม 2567, จาก <http://www.newonetestresult.niets.or.th>.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ. (2555). *การวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดดูเคชั่น.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2560). *คู่มือการใช้หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: สกสศ. ลาดพร้าว.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2562). *คู่มือครูรายวิชาพื้นฐานคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เล่ม 2*. กรุงเทพฯ: สกสศ. ลาดพร้าว.

สุนีย์ คล้ายนิล. (2558). *การศึกษาคณิตศาสตร์ในระดับโรงเรียนไทย: การพัฒนา – ผลกระทบ – ภาวะถดถอยในปัจจุบัน*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.).

- สิรินภา กิจเกื้อกูล. (2557). *การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ทิศทางการครุทศวรรษที่ 21*. เพชรบูรณ์: จุลติสการพิมพ์.
- สิริพร ทิพย์คง. (2545). *หลักสูตรและการสอนคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: พัฒนาคุณภาพวิชาการ.
- สุภาดา อินมา และวรินทร์ พูนไพบูลย์พิพัฒน์ (2564). *การพัฒนาความสามารถในการนิภาพทางคณิตศาสตร์ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete Pictorial Abstract: CPA ร่วมกับชุดลูกบอลและแท่งเรียนรู้เรขาคณิต เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6*. *ครุศาสตร์อุตสาหกรรม*, 20(2), 22-32.
- สุภาภรณ์ พรหมภาศ และสิรินภา กิจเกื้อกูล. (2563). *แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามวิธีการ Concrete Pictorial Abstract ร่วมกับการใช้โปรแกรม GeoGebra ที่ส่งเสริมโน้ตทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การแยกตัวประกอบพหุนามดีกรีสอง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเหนือตอนล่าง*. *วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา*, 16(2), 171-179.
- สุพัตรา เนาโวไพร (2566). *การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract ร่วมกับโปรแกรม GeoGebra AR เรื่อง เวกเตอร์ เพื่อเสริมสร้างความรู้สึกรักเรียนปริภูมิ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารการศึกษา). ยะลา: มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา.
- อัมพร ม้าคนอง. (2546). *คณิตศาสตร์: การสอนและการเรียนรู้*. กรุงเทพฯ: ศูนย์ตำราและเอกสารทางวิชาการ. คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อัมพร ม้าคนอง. (2553). *ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์: การพัฒนาเพื่อพัฒนาการ*. กรุงเทพฯ: ศูนย์ตำราและเอกสารทางวิชาการ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อัมพร ม้าคนอง. (2554). *ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์: การพัฒนาเพื่อพัฒนาการ*. คณะ กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อัมพร ม้าคนอง. (2557). *คณิตศาสตร์สำหรับครูมัธยม*. กรุงเทพฯ: ศูนย์ส่งเสริมการพัฒนานวัตกรรม ตำราและเอกสารทางวิชาการ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- Anaeche, K. C., & Ezeamaenyi, M. O. N. (2019). *Effect of geo-board game on academic achievement of junior secondary school students in selected mathematical concepts in Ideato North, L.G.A., Imo State*. Godfrey Okoye University และ Enugu State University of Science and Technology (ESUT).
- Connor-Greene, P. A. (2000). Making connections: Evaluating the effectiveness of journal writing in enhancing student learning. *Teaching of Psychology*, 27(1), 44-46.

- Freire, A. F., Rodrigues, F. S., Aquino, M. R. S., Soares, M. V., Gois, D. D. P., & Viana, J. D. (2018). The use of the Geoboard in teaching Geometry: calculating area and perimeter. *Multidisciplinary Core Scientific Journal of Knowledge*, 3(6), 119-135.
- Flores, M. M. (2010). Using the Concrete-Representational-Abstract Sequence to Teach Subtraction with Regrouping to Students at Risk for Failure. *Journal: Remedial and Special Education*, 31(3), 195-207.
- Hau, S.A. (1993). *An analysis of the mathematical connection recognized by students in an elementary school teacher education program [Abstract]. Doctoral Dissertation, University of Georgia*. In Dissertation Abstracts International. p.852A
- Hoong, L. Y., Kin, H. W., & Pien, C. L. (2015). Concrete-Pictorial-Abstract: Surveying its origins and charting its future. *The Mathematics Educator*, 16(1), 1-18.
- Hui, C., Hoe, L. & Lee, K. (2017). Teaching and learning with Concrete-Pictorial-Abstract Sequence –a proposed model. *The Mathematics Educator*, 17(1), 1-28.
- Kennedy & Tipps. (1994). *Guiding Children ' s Learning of Mathematics*. Belmont, CA: Wadsworth Publishing.
- Miller, L. D. (1991). Writing to learn mathematics. *The Mathematics Teacher*, 84(7), 516- 521.
- Ministry of Education Singapore. (2013). *Primary Mathematics Teaching and Learning Syllabus*. Singapore: the Ministry of Education.
- Mullis, I. V. S., Martin, M. O., Foy, P., & Hooper, M. (2016). *TIMSS 2015 International Results in Mathematics*. Retrieved from Boston College, TIMSS & PIRLS International Study Center website: <https://timssandpirls.bc.edu/timss2015/international-results/wp-content/uploads/filebase/full%20pdfs/T15-International-Results-in-Mathematics.pdf> , p.20-50.
- National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). (2000). *Principles and Standards for School Mathematics*. N.P.: National Council of teachers of Mathematics
- Nordheimer, S. (2011). *Mathematical connections at school*. *Ann. Maths*, 2(3), 553-574.

- Purwadi, I., Sudiarta, I., & Suparta, I. N. (2019). The Effect of Concrete-Pictorial-Abstract Strategy toward Students' Mathematical Conceptual Understanding and Mathematical Representation on Fractions. *International Journal of Instruction*, 12(1), 1113-1126.
- Putri, H. E., Misnarti, M. & Saptini, R. D. (2018). Influence of concrete-pictorial-abstract (cpa) approach towards the enhancement of mathematical connection ability of elementary school students. *EduHumaniora: Jurnal Pendidikan Dasar Kampus Cibiru*. 10(2): 61-71.
- Sibiya, M. R. (2020). A Reconsideration of the Effectiveness of Using Geoboard in Teaching Euclidean Geometry. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 16(9), 1867.
- Witzel, B. S. (2005). Using CRA to teach algebra to students with math difficulties in inclusive settings. *Learning Disabilities: A Contemporary Journal*, 3(2), 49-60.
- Wong, K. Y. (2015). *Effective Mathematics Lessons through an Eclectic Singapore Approach*. Singapore: World Scientific Publishing.



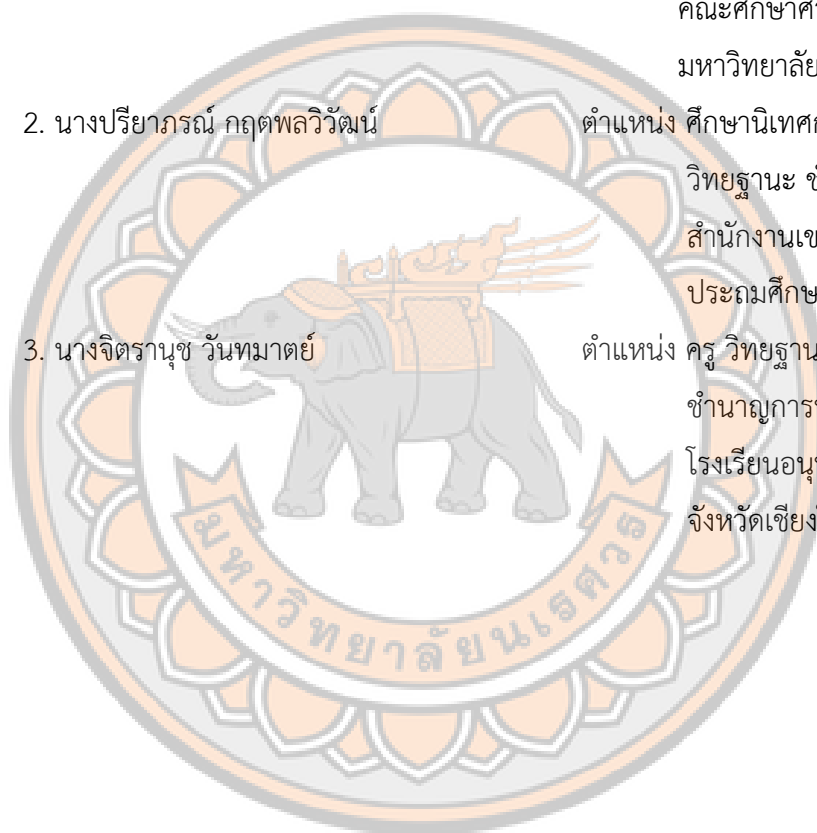


ภาคผนวก

ภาคผนวก ก รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัย การค้นคว้าอิสระ เรื่อง การจัดการเรียนรู้แบบ Concrete – Pictorial - Abstract (CPA) ร่วมกับ กระดานเรขาคณิต เพื่อพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ มีรายชื่อผู้เชี่ยวชาญดังนี้

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วิเชียร ธำรงโสทธิสกุล ตำแหน่ง อาจารย์ประจำภาควิชา
คณิตศาสตร์
คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยนเรศวร
2. นางปรียาภรณ์ กฤตพลวิวัฒน์ ตำแหน่ง ศึกษาพิเศษ
วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ
สำนักงานเขตพื้นที่
ประถมศึกษาพิษณุโลก เขต 1
3. นางจิตราณัฐ วันทมาตย์ ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ
ชำนาญการพิเศษ
โรงเรียนอนุบาลเชียงใหม่
จังหวัดเชียงใหม่



ภาคผนวก ข ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการการเรียนรู้แบบ Concrete – Pictorial - Abstract (CPA) ร่วมกับ กระดานเรขาคณิต (Geoboard) เพื่อพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

ตาราง 27 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการการเรียนรู้แบบ Concrete – Pictorial - Abstract (CPA) ร่วมกับ กระดานเรขาคณิต (Geoboard) เพื่อพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

รายการประเมิน	ผลการประเมิน		ระดับความเหมาะสม
	$\bar{x}$	S.D.	
ด้านสาระสำคัญ			
1. สอดคล้องกับเรื่องที่สอน	4.84	0.24	มากที่สุด
2. เขียนสาระสำคัญในลักษณะของความคิดรวบยอดหรือแก่นของความรู้ที่สำคัญ	4.75	0.35	มากที่สุด
เฉลี่ย	4.80	0.30	มากที่สุด
ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้			
1. สอดคล้องกับตัวชี้วัดของกลุ่มสาระการเรียนรู้	4.67	0.47	มากที่สุด
2. ชัดเจน นำไปสู่การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้	4.58	0.59	มากที่สุด
3. ชัดเจน นำไปสู่การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้ได้	4.50	0.71	มากที่สุด
เฉลี่ย	4.58	0.59	มากที่สุด
ด้านกิจกรรมการเรียนรู้			
1. สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.67	0.47	มากที่สุด
2. มีความเหมาะสมกับระดับชั้นเรียนของนักเรียน	4.67	0.47	มากที่สุด
3. มีความน่าสนใจ	4.58	0.59	มากที่สุด
4. มีความเป็นไปได้ในการนำไปใช้จริง	4.83	0.24	มากที่สุด
5. ส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์	4.84	0.23	มากที่สุด
เฉลี่ย	4.72	0.40	มากที่สุด

รายการประเมิน	ผลการประเมิน		
	$\bar{x}$	S.D.	ระดับความเหมาะสม
ด้านสื่อและแหล่งเรียนรู้			
1. สอดคล้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	4.67	0.47	มากที่สุด
2. ส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์	4.59	0.59	มากที่สุด
เฉลี่ย	4.63	0.53	มากที่สุด
ด้านการวัดและประเมินผลการเรียนรู้			
1. สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.75	0.35	มากที่สุด
2. วิธีการและเครื่องมือวัดผลเหมาะสมกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.67	0.47	มากที่สุด
3. เกณฑ์การประเมิน ผลการเรียนรู้มีความชัดเจน	4.67	0.47	มากที่สุด
เฉลี่ย	4.70	0.43	มากที่สุด

ตัวอย่างแบบประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบ Concrete – Pictorial - Abstract (CPA) ร่วมกับ กระดานเรขาคณิต เพื่อพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5
(สำหรับผู้เชี่ยวชาญ)

คำชี้แจง

แบบประเมินนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับความเหมาะสมของการแผนการจัดการเรียนรู้แบบ Concrete – Pictorial - Abstract (CPA) ร่วมกับ กระดานเรขาคณิต เพื่อพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

โปรดพิจารณาแผนการจัดการเรียนรู้ เพื่อตรวจสอบการใช้ภาษา ความถูกต้องของเนื้อหา ตามหลักวิชาการ เสนอความคิดเห็น และประเมินว่ามีความเหมาะสมในด้านต่าง ๆ ตามที่กำหนดไว้หรือไม่ โดยทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน

- 5 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด
- 4 หมายถึง เหมาะสมมาก
- 3 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง
- 2 หมายถึง เหมาะสมน้อย
- 1 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1
เรื่อง ชนิดและสมบัติของรูปสี่เหลี่ยม

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม					ข้อเสนอแนะ
	5	4	3	2	1	
สาระสำคัญ						
1. สอดคล้องกับเรื่องที่สอน						
2. เขียนสาระสำคัญในลักษณะของความคิดรวบยอดหรือแก่นของความรู้ที่สำคัญ						
จุดประสงค์การเรียนรู้						
1. สอดคล้องกับตัวชี้วัดของกลุ่มสาระการเรียนรู้						
2. ชัดเจน นำไปสู่การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้						
3. ชัดเจน นำไปสู่การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้ได้						
กิจกรรมการเรียนรู้						
1. สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้						
2. มีความเหมาะสมกับระดับชั้นเรียนของนักเรียน						
3. มีความน่าสนใจ						
4. มีความเป็นไปได้ในการนำไปใช้จริง						
5. ส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์						
สื่อและแหล่งเรียนรู้						
1. สอดคล้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้						
2. ส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์						
การวัดและประเมินผลการเรียนรู้						
1. สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้						
2. วิธีการและเครื่องมือวัดผลเหมาะสมกับจุดประสงค์การเรียนรู้						
3. เกณฑ์การประเมินผลการเรียนรู้มีความชัดเจน						

ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

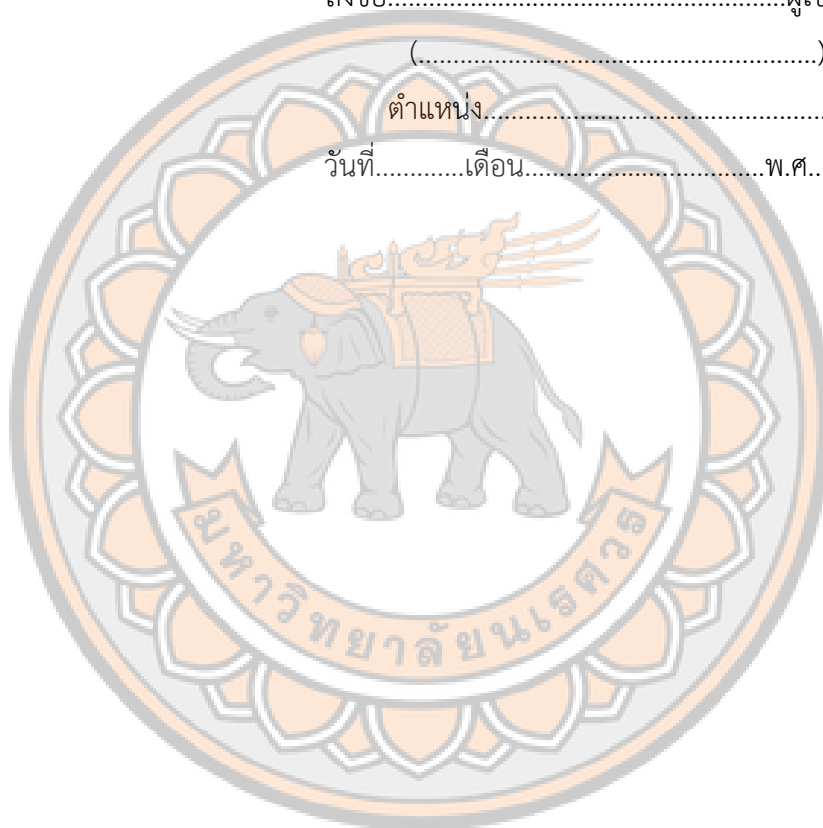
.....

ลงชื่อ.....ผู้เชี่ยวชาญ

(.....)

ตำแหน่ง.....

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....



ภาคผนวก ค ผลแบบประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อความกับองค์ประกอบของ
ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ในแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทาง
คณิตศาสตร์ เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

ตาราง 28 แสดงผลประเมินความสอดคล้องระหว่างประเด็นที่สังเกตกับองค์ประกอบคุณลักษณะ
ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

		ข้อที่				ความเห็นของ		
		ผู้เชี่ยวชาญ						
ที่	ชื่อ	คนที่	คนที่	คนที่	รวม	ค่าIOC	สรุปผล	
สถานการณ์		1	2	3				
1	โรงเรียน พอเพียง	1-2	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
		3	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
		4	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
2	ขนมชั้น	1-2	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
		3	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
		4	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง

ค่า IOC มากกว่า 0.6 ขึ้นไป ถือว่าแบบสังเกตแบบสังเกตคุณลักษณะความสามารถ
ในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ มีความสอดคล้องกับองค์ประกอบของคุณลักษณะความสามารถ
ในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

ตัวอย่าง แบบประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างจุดประสงค์กับข้อความของแบบ
สังเกตคุณลักษณะความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ทางจัดการเรียนรู้แบบ
Concrete – Pictorial – Abstract (CPA) ร่วมกับ กระดานเรขาคณิต (Geoboard)
เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

แบบประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อความกับองค์ประกอบของความสามารถในการเชื่อมโยง
ทางคณิตศาสตร์ ในแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม
ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5
(สำหรับผู้เชี่ยวชาญ)

คำชี้แจง

1. แบบประเมินฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับความ
สอดคล้องระหว่างข้อความกับองค์ประกอบของความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ใน
แบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา
ปีที่ 5

2. แบบประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อความกับองค์ประกอบของความสามารถ
ในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 รายการประเมินเกี่ยวกับความสอดคล้องระหว่างข้อความกับองค์ประกอบของ
ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ในแบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
แบ่งตามระดับค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) โดยทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็น
ของท่าน โดยเกณฑ์การพิจารณา ดังนี้

+1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อความข้อนั้นสอดคล้องกับองค์ประกอบของความสามารถ
ในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ที่ต้องการวัด

0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อความข้อนั้นสอดคล้องกับองค์ประกอบของความสามารถ
ในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ที่ต้องการวัด

-1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อความข้อนั้นไม่สอดคล้องกับองค์ประกอบของความสามารถ
ในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ที่ต้องการวัด

ส่วนที่ 2 ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม หากมีข้อเสนอแนะเพิ่มเติม กรุณา
เขียนลงในช่องว่าง

ส่วนที่ 1 รายการประเมินเกี่ยวกับความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับองค์ประกอบของความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ในแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด และนำไปใช้

ค 2.1 ป.5/4 แสดงวิธีหาคำตอบ ของโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับความยาวรอบรูปของรูปสี่เหลี่ยมและพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยม ด้านขนานและรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน

สถานการณ์ที่ 1 โรงเรียนแห่งหนึ่งมีแผนจะสร้างแปลงปลูกผักเป็นรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน เพื่อใช้ปลูกผักและสมุนไพรขนาดเล็กในโครงการเกษตรพอเพียง และมีลักษณะดังนี้

- ความยาวของแต่ละด้านเท่ากันทั้งหมด 8 เมตร
- ล้อมรั้วรอบแปลงเพื่อป้องกันสัตว์เลื้อยและสัตว์ป่า โดยใช้ลวดตาข่าย



ที่มา : <https://www.greenery.org/2-organic-to-school-role-model/>

ครูได้มอบหมายให้นักเรียนช่วยกันคำนวณ ความยาวรอบรูปของแปลงปลูกผัก และวางแผนการใช้งบประมาณดังนี้

1. คำนวณความยาวรอบรูปของแปลงปลูกผัก
 2. วางแผนการสร้างรั้วรอบแปลงปลูกผัก ลวดตาข่ายมีราคา 50 บาทต่อเมตร
- ให้นักเรียนคำนวณงบประมาณที่ต้องใช้สำหรับลวดตาข่ายทั้งหมด
3. ให้นักเรียนคำนวณจำนวนเสาที่ต้องใช้ในการล้อมรั้วรอบแปลงปลูกผัก และค่าใช้จ่ายที่ต้องใช้ โดยมีข้อกำหนดคือ เสาแต่ละต้นต้องมีระยะห่างกัน 2 เมตร และราคาเสา ต้นละ 100 บาท

องค์ประกอบของ ความสามารถในการ เชื่อมโยงทาง คณิตศาสตร์	ข้อคำถาม	คะแนนการ พิจารณา ความสอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
		-1	0	+1	
1. ด้านคณิตศาสตร์กับ คณิตศาสตร์	1. สถานการณ์ปัญหานี้ ข้อมูล เกี่ยวกับเรื่องอะไร 2. จากสถานการณ์นี้ นักเรียน สามารถนำความรู้ หรือสูตรเรื่องใด มาช่วยแก้ปัญหาได้				
2. ด้านคณิตศาสตร์กับ ศาสตร์อื่น	3.ให้นักเรียนเขียนอธิบายวิธีคิด หรือขั้นตอน วิธีการแก้ปัญหานี้				
3. ด้านคณิตศาสตร์กับ ชีวิตประจำวัน	4.ให้นักเรียนยกตัวอย่างปัญหา หรือสถานการณ์อื่น ๆ ใน ชีวิตประจำวันทั้งที่บ้านและที่ โรงเรียน โดยให้มีความแตกต่างจาก ปัญหาเดิมแต่ยังคงใช้ความรู้และวิธี คิดแก้ปัญหาเดียวกันกับที่ระบุไว้ใน คำถามที่ 2 และ 3				

สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด และนำไปใช้

ค 2.1 ป.5/4 แสดงวิธีหาคำตอบ ของโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับความยาวรอบรูปและพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยม ด้านขนานและรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน

สถานการณ์ที่ 2 ร้านขายขนมไทยแห่งหนึ่งใช้ถาดสำหรับทำขนมชั้น ซึ่งถาดมีลักษณะเป็น รูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน โดยมีข้อมูลดังนี้

- ถาดมีความยาวของด้านขนานทั้งสองด้านเท่ากับ 18 เซนติเมตร และ 10 เซนติเมตร
- ความสูงของถาด (ระยะตั้งฉากระหว่างด้านขนาน) เท่ากับ 8 เซนติเมตร
- ขนมชั้นแต่ละชิ้นตัดเป็น รูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน ที่มีเส้นทแยงมุมยาว 6 เซนติเมตร และ 4 เซนติเมตร
- ขนมชั้น 1 ชิ้นขายในราคา 15 บาทต่อชิ้น



ที่มา : <https://mgronline.com/smes/detail/9660000017101>

จากสถานการณ์ให้นักเรียน

1. คำนวณพื้นที่ของถาดขนมชั้น
2. คำนวณพื้นที่ของขนมชั้นแต่ละชิ้น
3. คำนวณจำนวนชิ้นขนมชั้นที่สามารถตัดออกจากถาดนี้ได้โดยไม่มีเศษเหลือ
4. หากร้านต้องการทำขนมชั้นแบบเดียวกัน 5 ถาด ให้คำนวณรายได้รวมจากการขายขนมชั้นทั้งหมด

องค์ประกอบของ ความสามารถใน การเชื่อมโยงทาง คณิตศาสตร์	ข้อคำถาม	คะแนนการ พิจารณา ความสอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
		-1	0	+1	
1. ด้านการเชื่อมโยง ภายในเนื้อหา คณิตศาสตร์	1. สถานการณ์ปัญหานี้ข้อมูลเกี่ยวกับ เรื่องอะไร 2. จากสถานการณ์นี้ นักเรียน สามารถนำความรู้ หรือสูตรเรื่องใด มาช่วยแก้ปัญหาได้				
2. ด้านการเชื่อมโยง คณิตศาสตร์กับ ศาสตร์อื่น	3. ให้นักเรียนเขียนอธิบายวิธีคิด หรือ ขั้นตอน วิธีการแก้ปัญหานี้				
3. ด้านการเชื่อมโยง คณิตศาสตร์ กับ ชีวิตประจำวัน	4. ให้นักเรียนยกตัวอย่างปัญหา หรือ สถานการณ์อื่น ๆ ในชีวิตประจำวัน ทั้งที่บ้านและที่โรงเรียน โดยให้มี ความแตกต่างจากปัญหาเดิมแต่ยังคง ใช้ความรู้และวิธีคิดแก้ปัญหาดียวกัน กับที่ระบุไว้ในคำถามที่ 2 และ 3				

ส่วนที่ 2 ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้เชี่ยวชาญ

(.....)

ตำแหน่ง.....

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ภาคผนวก ง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบ Concrete – Pictorial - Abstract (CPA) ร่วมกับ กระดาน
เรขาคณิต เพื่อพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม ของนักเรียนชั้น
ประถมศึกษาปีที่ 5

2. ใบกิจกรรม

3. แบบสะท้อนผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

4. แบบทดสอบความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์



ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้แบบ Concrete – Pictorial - Abstract (CPA) ร่วมกับ กระดาน
เรขาคณิต เพื่อพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม
ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

ภาคเรียนที่ 2

ปีการศึกษา 2567

หน่วยการเรียนรู้ที่ 7 รูปสี่เหลี่ยม
สี่เหลี่ยม

เรื่อง ชนิดและสมบัติของรูป

วันที่ เดือน พ.ศ.

เวลา 2 ชั่วโมง

1. มาตรฐานการเรียนรู้ / ตัวชี้วัด

มาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต

มาตรฐาน ค 2.2 เข้าใจและ วิเคราะห์รูปเรขาคณิต สมบัติของรูปเรขาคณิต ความสัมพันธ์
ระหว่าง รูปเรขาคณิต และ ทฤษฎีบททางเรขาคณิต และนำไปใช้
ตัวชี้วัด

ค 2.2 ป.5/2 จำแนกรูปสี่เหลี่ยม โดยพิจารณาจากสมบัติของรูป

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

2.1 ด้านความรู้ (K)

นักเรียนสามารถระบุชนิดและสมบัติของรูปสี่เหลี่ยมได้

2.2 ด้านทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ (P)

1. นักเรียนเชื่อมโยงความรู้เรื่องชนิดและสมบัติของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสและรูป
สี่เหลี่ยมผืนผ้ากับเศษส่วนได้

2. นักเรียนเชื่อมโยงความรู้เรื่องชนิดและสมบัติของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสและรูป
สี่เหลี่ยมผืนผ้ากับการคำนวณแคลอริ (วิทยาศาสตร์) ได้

3. นักเรียนเชื่อมโยงความรู้เรื่องชนิดและสมบัติของรูปสี่เหลี่ยมกับชีวิตประจำวันได้

2.3 ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)

นักเรียนมีความมุ่งมั่นในการทำงาน (ตั้งใจ เพียรพยายามในการเรียนรู้)

3. สารสำคัญ

1. รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส คือ รูปสี่เหลี่ยมที่มีมุมทุกมุมเป็นมุมฉาก ด้านทุกด้านยาวเท่ากัน ด้านตรงข้ามขนานกัน 2 คู่ เส้นทแยงมุม ยาวเท่ากัน แบ่งครึ่งซึ่งกันและกัน และตัดกันเป็นมุมฉาก
2. รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า คือ รูปสี่เหลี่ยมที่มีมุมทุกมุมเป็นมุมฉาก ด้านตรงข้ามยาวเท่ากันและขนานกัน 2 คู่ ด้านที่อยู่ติดกันยาวไม่เท่ากัน เส้นทแยงมุมยาวเท่ากัน และแบ่งครึ่งซึ่งกันและกัน
3. รูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน คือ รูปสี่เหลี่ยมที่มีมุมทุกมุมไม่เป็นมุมฉาก มุมที่อยู่ตรงข้ามกันมีขนาดเท่ากัน ด้านทุกด้านยาวเท่ากัน ด้านตรงข้ามขนานกัน 2 คู่ เส้นทแยงมุมแบ่งครึ่งซึ่งกันและกัน และตัดกันเป็นมุมฉาก
4. รูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน คือ รูปสี่เหลี่ยมที่มีมุมที่อยู่ตรงข้ามกัน มีขนาดเท่ากัน ด้านตรงข้ามยาวเท่ากันและขนานกัน 2 คู่ เส้นทแยงมุมแบ่งครึ่งซึ่งกันและกัน
5. รูปสี่เหลี่ยมคางหมู คือ รูปสี่เหลี่ยมที่มีด้านขนานกัน 1 คู่
6. รูปสี่เหลี่ยมรูปลำโพง คือ รูปสี่เหลี่ยมที่มีมุมที่อยู่ตรงข้ามกันมีขนาด เท่ากัน 1 คู่ และด้านที่อยู่ติดกันยาวเท่ากัน 2 คู่ เส้นทแยงมุม ตัดกันเป็นมุมฉาก และมีเส้นทแยงมุมเพียงเส้นเดียวที่ถูกระเบิดด้วยเส้นทแยงมุมอีกเส้นหนึ่ง

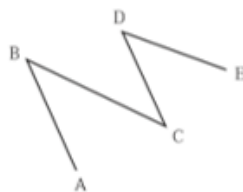
4. สารการเรียนรู้

1. ชนิดและสมบัติของรูปสี่เหลี่ยม
2. สารอาหาร

5. กิจกรรมการเรียนรู้

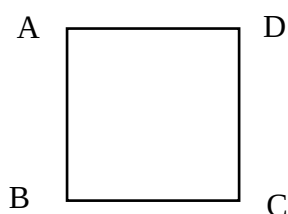
ขั้นที่ 1 ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน (15 นาที)

1. ครูแจ้งจุดประสงค์และตัวชี้วัดให้นักเรียนทราบ
2. ครูทบทวนความรู้เดิม โดยให้ภาพตัวอย่างเกี่ยวกับมุมและเส้นขนาน ดังนี้



แล้วให้นักเรียนแสดงวิธีวัดขนาดของมุม (แนวการตอบ : มุม $ABC =$ มุม $DCB =$ มุม CDE) และตรวจสอบว่า มีส่วนของเส้นตรงคู่ใดบ้างที่ขนานกัน (แนวการตอบ : $\overline{AB} \parallel \overline{CD}$ และ $\overline{BC} \parallel \overline{DE}$)

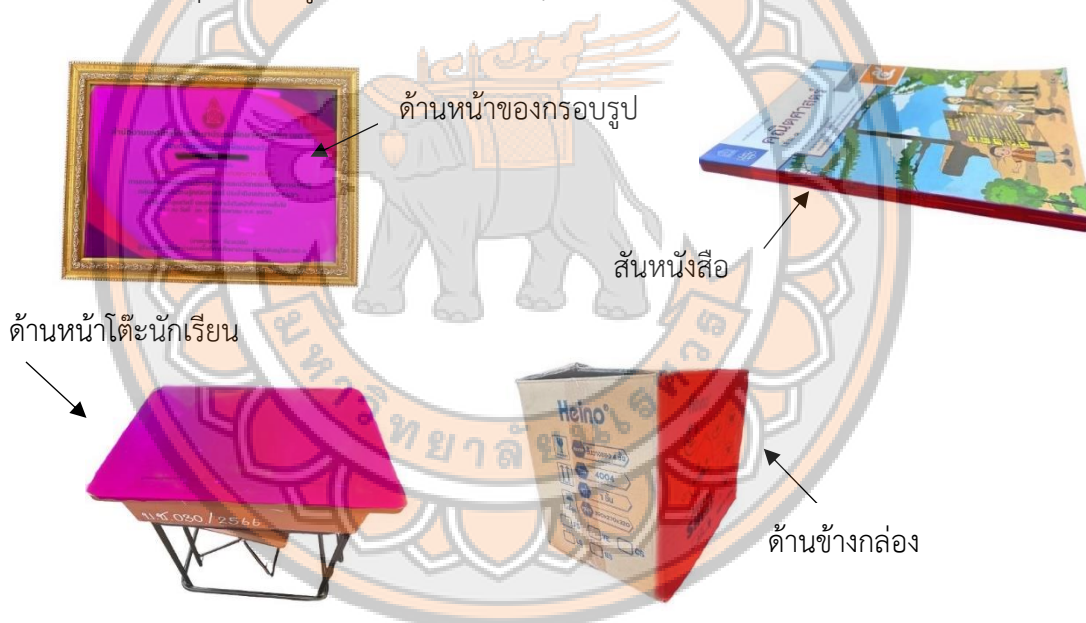
จากนั้นครูแนะนำเพิ่มเติมตามภาพตัวอย่างเกี่ยวกับ มุมที่อยู่ตรงข้ามกันของรูปสี่เหลี่ยมคือ มุม B กับ มุม D และมุม A กับ มุม C ว่าเป็นมุมที่ไม่อยู่ติดกัน และไม่มีแขนของมุมร่วมกัน ดังนี้



ขั้นที่ 2 ขั้นกิจกรรมการเรียนรู้ (90 นาที)

• ขั้นตอนเชิงรูปธรรม (Concrete) (25 นาที)

1. ครูแสดงรูปสี่เหลี่ยมจากสื่อของจริง 4 อย่าง ได้แก่ กรอบรูปภาพ, หนังสือ, โต๊ะ, และกล่อง แล้วให้นักเรียนระบุหรือบอกรูปสี่เหลี่ยมชนิดต่าง ๆ ที่พบจากส่วนประกอบของสื่อของจริง



2. ให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 3 คน และครูแจกอุปกรณ์กระดานเรขาคณิตและหนัวยาง ให้นักเรียนทุกคน คนละ 1 ชุด แล้วให้นักเรียนร่วมกันสร้างรูปสี่เหลี่ยมชนิดต่าง ๆ จากกระดานเรขาคณิตและหนัวยาง กลุ่มละ 3 รูป โดยแต่ละรูปจะต้องแตกต่างจากเพื่อนในกลุ่ม

3. จากรูปที่นักเรียนสร้างในข้อที่ 2 ให้นักเรียนพิจารณาคุณสมบัติของรูปที่สร้าง ได้แก่

- จำนวนด้าน
- ความยาวของด้าน
- มุมภายใน
- ด้านที่ขนานกัน

4. ให้นักเรียนทุกกลุ่มนำรูปที่ตัวเองสร้างออกมาแสดงหน้าชั้นเรียน โดยจัดกลุ่มรูปที่เหมือนกันอยู่ด้วยกัน ได้แก่ กลุ่มรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส, กลุ่มรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า และกลุ่มรูปสี่เหลี่ยมอื่น ๆ แล้วให้แต่ละกลุ่มพิจารณาความแตกต่างระหว่างรูปสี่เหลี่ยมทุกรูปจากทุกกลุ่ม ได้แก่

- จำนวนด้าน
- ความยาวด้าน
- มุมภายใน
- ด้านที่ขนานกัน

5. ครูอธิบายเพิ่มเติมถึงคุณสมบัติสำคัญของรูปสี่เหลี่ยมแต่ละกลุ่ม โดยให้ครอบคลุมรูปสี่เหลี่ยมแต่ละแบบต่อไปนี้

- สี่เหลี่ยมจัตุรัสมีมุมทุกมุมเป็นมุมฉาก และมีด้านทั้ง 4 เท่ากันทุกด้าน
- สี่เหลี่ยมผืนผ้ามีมุมทุกมุมเป็นมุมฉาก และมีด้านตรงข้ามเท่ากันแต่ด้านติดกันไม่เท่ากัน

● **ขั้นตอนเชิงรูปภาพ (Pictorial) (25 นาที)**

6. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มวาดภาพรูปสี่เหลี่ยม กลุ่มละ 3 รูปตามที่สมาชิกในกลุ่มสร้างขึ้น มาสู่การทำใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง ฉันทน์เป็นอย่างไร (รายกลุ่ม) พร้อมทั้งระบุคุณลักษณะและสมบัติของสี่เหลี่ยม

7. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มตั้งคำถาม เกี่ยวกับ ชนิดและสมบัติของรูปสี่เหลี่ยม กลุ่มละ 2 คำถาม ใส่ลงในกล่องคำถาม โดยให้เพื่อนกลุ่มอื่น ๆ รวมกันตอบคำถาม ครูช่วยแนะนำเพิ่มเติมในประเด็นที่ไม่ชัดเจน

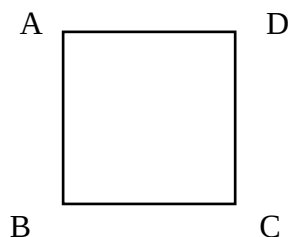
● **ขั้นตอนเชิงนามธรรม (Abstract) (40 นาที)**

8. ให้นักเรียนจับคู่สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ ภายในเวลา 2 นาที

9. จากข้อที่ 8 ให้นักเรียนเขียนสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ ได้แก่

- เขียนสัญลักษณ์ ☐ แทนสี่เหลี่ยม
- เขียนสัญลักษณ์ $\parallel$ แทนเส้นสองเส้นขนานกัน
- ถ้าเส้นตรงสองเส้น คือ $\overline{AB}$ และ $\overline{CD}$ ขนานกัน จะเขียนว่า $\overline{AB} \parallel \overline{CD}$
- เขียนสัญลักษณ์ $\perp$ แทนมุมฉาก

10. ให้นักเรียนอธิบายเกี่ยวกับส่วนประกอบของรูปสี่เหลี่ยมต่าง ๆ โดยใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ (แนวคำตอบ : จากภาพตัวอย่าง



- สี่เหลี่ยมจัตุรัสมีมุมทุกมุมเป็นมุมฉาก เขียนแทนด้วย $\perp$
- มีด้านทั้ง 4 เท่ากันทุกด้าน
- เส้นตรง AB เขียนแทนด้วย $\overline{AB}$, เส้นตรง CD เขียนแทนด้วย $\overline{CD}$, เส้นตรง AD เขียนแทนด้วย $\overline{AD}$ และ เส้นตรง BC เขียนแทนด้วย $\overline{BC}$
- เส้นตรงสองเส้น $\overline{AB}$ และ $\overline{CD}$ ขนานกัน เขียนแทนด้วย $\overline{AB} \parallel \overline{CD}$ และเส้นตรงสองเส้น $\overline{AD}$ และ $\overline{BC}$ ขนานกัน เขียนแทนด้วย $\overline{AD} \parallel \overline{BC}$

11. ครูให้นักเรียนดูคลิปพลังงานที่ร่างกายต้องการ จากลิงก์ เป็นเวลา 6.32 นาที
<https://www.youtube.com/watch?v=vuGI4-Tvryc>



แล้วให้นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับคลิปที่รับชมไปโดยมีครูใช้คำถาม ดังนี้

- พลังงานในหนึ่งวันที่ต้องการใช้กี่แคลอรี (แนวคำตอบ : 1,200 – 1,800 กิโลแคลอรี)

12. ให้นักเรียนศึกษาข้อมูลปริมาณพลังงานพลังงานที่ร่างกายควรได้รับให้เหมาะสมกับเพศและวัย และสืบค้นข้อมูลปริมาณพลังงานที่ได้รับประทานอาหารใน 3 มื้อ จากที่นักเรียนรับประทาน พร้อมทั้งจำแนกและอธิบายประเภทของสารอาหารในอาหารที่ควรรับประทาน เพื่อให้ร่างกายเจริญเติบโตสมส่วนและสุขภาพดี

13. ให้นักเรียนทำใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง พิชซ่าของฉัน (รายบุคคล) โดยครูอธิบายเพิ่มเติมหรือแนะนำเพิ่มเติมหากนักเรียนพบข้อสงสัย (20 นาที)

ขั้นที่ 3 สรุป (15 นาที)

1. สุ่มเลือกนักเรียนออกมานำเสนอใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง พิชซ่าของฉัน แล้วครูและเพื่อนนักเรียนร่วมกันตรวจสอบความถูกต้อง โดยมีสาระหลักที่นักเรียนครูสรุปได้ดังต่อไปนี้

แนวคำตอบ : 1. รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส เป็นรูปสี่เหลี่ยมที่มีมุมทุกมุมเป็นมุมฉาก ด้านทุกด้านยาวเท่ากัน ด้านตรงข้ามขนานกัน 2 คู่ เส้นทแยงมุม ยาวเท่ากัน แบ่งครึ่งซึ่งกันและกัน และตัดกันเป็นมุมฉาก

2. รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า เป็นรูปสี่เหลี่ยมที่มีมุมทุกมุมเป็นมุมฉาก ด้านตรงข้ามยาวเท่ากันและขนานกัน 2 คู่ ด้านที่อยู่ติดกันยาวไม่เท่ากัน เส้นทแยงมุมยาวเท่ากัน และแบ่งครึ่งซึ่งกันและกัน

3. รูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน เป็นรูปสี่เหลี่ยมที่มีมุมทุกมุมไม่เป็นมุมฉาก มุมที่อยู่ตรงข้ามกันมีขนาดเท่ากัน ด้านทุกด้านยาวเท่ากัน ด้านตรงข้ามขนานกัน 2 คู่ เส้นทแยงมุมแบ่งครึ่งซึ่งกันและกัน และตัดกันเป็นมุมฉาก

4. รูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน เป็นรูปสี่เหลี่ยมที่มีมุมที่อยู่ตรงข้ามกัน มีขนาดเท่ากัน ด้านตรงข้ามยาวเท่ากันและขนานกัน 2 คู่ เส้นทแยงมุมแบ่งครึ่งซึ่งกันและกัน

5. รูปสี่เหลี่ยมคางหมู เป็นรูปสี่เหลี่ยมที่มีด้านขนานกัน 1 คู่

6. รูปสี่เหลี่ยมรูบ่าว เป็นรูปสี่เหลี่ยมที่มีมุมที่อยู่ตรงข้ามกันมีขนาด เท่ากัน 1 คู่ และด้านที่อยู่ติดกันยาวเท่ากัน 2 คู่ เส้นทแยงมุม ตัดกันเป็นมุมฉาก และมีเส้นทแยงมุมเพียงเส้นเดียวที่ถูกแบ่งครึ่ง ด้วยเส้นทแยงมุมอีกเส้นหนึ่ง)

2. ให้นักเรียนยกตัวอย่างสิ่งของในชีวิตประจำวัน พร้อมระบุส่วนประกอบของสิ่งของนั้นว่าเป็นรูปสี่เหลี่ยมชนิดใด จากนั้นทั้งคู่ตรวจสอบความถูกต้อง

(แนวคำตอบ โต๊ะนักเรียน = ส่วนประกอบด้านหน้าโต๊ะเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า กระจก = ส่วนประกอบด้านหน้ากระจกเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้า , กล้องกระดาดจัตุรัส = ด้านข้างของกล้องกระดาดจัตุรัสเป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัส เป็นต้น)

3. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามข้อสงสัย

6. สื่อและแหล่งเรียนรู้

สื่อและแหล่งเรียนรู้

- 6.1 ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง ฉันเป็นอย่างไร
- 6.2 ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง พิชซ่าของฉัน
- 6.3 กระจกบานเรขาคณิต
- 6.4 กรอบรูป, หนังสือ, โต๊ะทำงาน และกล้องกระดาด
- 6.5 บัตรภาพจับคู่

6.6 หนังสือเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 หน่วยที่ 7 เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม

6.7 ผลงานที่ร่างกายต้องการ

<https://www.youtube.com/watch?v=vuGl4-Tvryc>

7. การวัดและประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
1. นักเรียนสามารถระบุชนิดและสมบัติของรูปสี่เหลี่ยมได้	ตรวจใบกิจกรรมที่ 1 ฉันทันเป็นอย่างไร	ใบกิจกรรมที่ 1 ฉันทันเป็นอย่างไร	ผ่านเกณฑ์ระดับ พอใช้ขึ้นไป
2. นักเรียนเชื่อมโยงความรู้เรื่องชนิดและสมบัติของรูปสี่เหลี่ยมกับเศษส่วนได้	ตรวจจากใบกิจกรรมที่ 2 พิชซ่าของฉันทัน ข้อที่ 2 , ข้อที่ 3	ใบกิจกรรมที่ 2 พิชซ่าของฉันทัน	ผ่านเกณฑ์ระดับ พอใช้ขึ้นไป
3. นักเรียนเชื่อมโยงความรู้เรื่องชนิดและสมบัติของรูปสี่เหลี่ยมกับการคำนวณแคลอรี่ (วิทยาศาสตร์) ได้	ตรวจใบกิจกรรมที่ 2 พิชซ่าของฉันทัน ข้อที่ 2 , ข้อที่ 3	ใบกิจกรรมที่ 2 พิชซ่าของฉันทัน	ผ่านเกณฑ์ระดับ พอใช้ขึ้นไป
4. นักเรียนเชื่อมโยงความรู้เรื่องชนิดและสมบัติของรูปสี่เหลี่ยมกับชีวิตประจำวันได้	ตรวจใบกิจกรรมที่ 2 พิชซ่าของฉันทัน ข้อที่ 4	ใบกิจกรรมที่ 2 พิชซ่าของฉันทัน	ผ่านเกณฑ์ระดับ พอใช้ขึ้นไป
5. นักเรียนมีความมุ่งมั่นในการทำงาน (ตั้งใจ เพียรพยายามในการเรียนรู้)	สังเกตพฤติกรรมความมุ่งมั่นในการทำงาน	แบบประเมิน พฤติกรรมความมุ่งมั่นในการทำงาน	ผ่านเกณฑ์ระดับ พอใช้ขึ้นไป

8. ความคิดเห็นผู้บริหาร

1. องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้

☐ ครบถ้วนถูกต้อง
☐ ไม่ครบถ้วนไม่ถูกต้องควรปรับปรุง
2. ความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้กับหลักสูตร

☐ สอดคล้อง
☐ ไม่สอดคล้อง ควรปรับปรุงพัฒนา
3. รูปแบบการจัดการเรียนรู้

☐ เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ
☐ ไม่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ควรปรับปรุงพัฒนา
4. สื่อการเรียนรู้

☐ เหมาะสมกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้
☐ ไม่เหมาะสม ควรปรับปรุงพัฒนา
5. การประเมินผลการเรียนรู้

☐ ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้
☐ ไม่ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้ควรปรับปรุงพัฒนา
6. ข้อเสนอแนะอื่น

.....

.....

ลงชื่อ.....

(ว่าที่ร้อยตรีธเนตร ทองสนิท)

ผู้อำนวยการโรงเรียนบ้านห้วยชัน

9. บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

1. ผลการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

2. ปัญหาและอุปสรรค

.....

.....

.....

3. แนวทางแก้ไข

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(ว่าที่ร้อยตรีหญิงจินตหรา ลีลา)

...../...../.....

เกณฑ์การประเมินพฤติกรรมความมุ่งมั่นในการทำงาน

ระดับคุณภาพ	เกณฑ์การพิจารณา
ดี (3)	ตั้งใจและรับผิดชอบในการปฏิบัติหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายให้สำเร็จ มีการปรับปรุงและพัฒนาการทำงานให้ดีขึ้นภายในเวลาที่กำหนด
พอใช้ (2)	ตั้งใจและรับผิดชอบในการปฏิบัติหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายให้สำเร็จ มีการปรับปรุงและพัฒนาการทำงานให้ดีขึ้น
ปรับปรุง (1)	ตั้งใจและรับผิดชอบในการปฏิบัติหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายให้สำเร็จ

หมายเหตุ การผ่านเกณฑ์ต้องได้รับระดับคุณภาพพอใช้ขึ้นไป

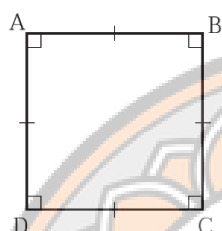


ตัวอย่างใบกิจกรรม

หน่วยการเรียนรู้ที่ 7 รูปสี่เหลี่ยม	ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง “ฉันเป็นอย่างไร”
---	--

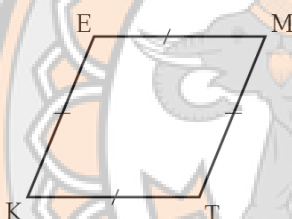
ตอนที่ 1 นักเรียนบอกชนิดและสมบัติของรูปสี่เหลี่ยม

1.



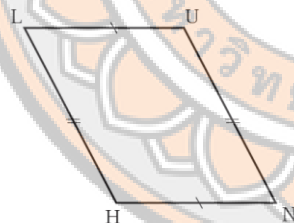
รูป
เพราะ

2.



รูป
เพราะ

3.



รูป
เพราะ

ตอนที่ 2 : นักเรียนวาดเส้นทแยงมุมของรูปสี่เหลี่ยม พร้อม ✓ บอกสมบัติ

1. รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส (ใส่กระดาษกราฟ)

สมบัติของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส	
1. เส้นทแยงมุมมีความยาวเท่ากัน	
2. เส้นทแยงมุมแบ่งครึ่งซึ่งกันและกัน	
3. เส้นทแยงมุมเพียงเส้นเดียว ที่ถูกแบ่งครึ่งด้วยเส้นทแยงมุม	
4. เส้นทแยงมุมตัดกันเป็นมุมฉาก	

2. รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า (ใส่กระดาษกราฟ)

สมบัติของรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า	
1. เส้นทแยงมุมมีความยาวเท่ากัน	
2. เส้นทแยงมุมแบ่งครึ่งซึ่งกันและกัน	
3. เส้นทแยงมุมเพียงเส้นเดียว ที่ถูกแบ่งครึ่งด้วยเส้นทแยงมุม	
4. เส้นทแยงมุมตัดกันเป็นมุมฉาก	

3. รูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน (ใส่กระดาษกราฟ)

สมบัติของรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน	
1. เส้นทแยงมุมมีความยาวเท่ากัน	
2. เส้นทแยงมุมแบ่งครึ่งซึ่งกันและกัน	
3. เส้นทแยงมุมเพียงเส้นเดียว ที่ถูกแบ่งครึ่งด้วยเส้นทแยงมุม	
4. เส้นทแยงมุมตัดกันเป็นมุมฉาก	

4. รูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน (ใส่กระดาษกราฟ)

สมบัติของรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน	
1. เส้นทแยงมุมมีความยาวเท่ากัน	
2. เส้นทแยงมุมแบ่งครึ่งซึ่งกันและกัน	
3. เส้นทแยงมุมเพียงเส้นเดียว ที่ถูกแบ่งครึ่งด้วยเส้นทแยงมุม	
4. เส้นทแยงมุมตัดกันเป็นมุมฉาก	

5. รูปสี่เหลี่ยมคางหมู (ใส่กระดาษกราฟ)

สมบัติของรูปสี่เหลี่ยมคางหมู	
1. เส้นทแยงมุมมีความยาวเท่ากัน	
2. เส้นทแยงมุมแบ่งครึ่งซึ่งกันและกัน	
3. เส้นทแยงมุมเพียงเส้นเดียว ที่ถูกแบ่งครึ่งด้วยเส้นทแยงมุม	
4. เส้นทแยงมุมตัดกันเป็นมุมฉาก	

6. รูปสี่เหลี่ยมรูปร่าง (ใส่กระดาษกราฟ)

สมบัติของรูปสี่เหลี่ยมรูปร่าง	
1. เส้นทแยงมุมมีความยาวเท่ากัน	
2. เส้นทแยงมุมแบ่งครึ่งซึ่งกันและกัน	
3. เส้นทแยงมุมเพียงเส้นเดียว ที่ถูกแบ่งครึ่งด้วยเส้นทแยงมุม	
4. เส้นทแยงมุมตัดกันเป็นมุมฉาก	

ชื่อ เลขที่.....

ชื่อ เลขที่.....

ตัวอย่างใบกิจกรรม

หน่วยการเรียนรู้ที่ 7 รูปสี่เหลี่ยม	ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง “พิซซ่าของฉัน”
--	---

ชื่อ เลขที่.....

สถานการณ์ : พืชซ่าของฉัน

วันหนึ่งในช่วงปิดเทอม ครูได้จัดงานเลี้ยงให้นักเรียนที่มีผลการเรียนดีเด่น โดยสั่งพิซซ่ารูปสี่เหลี่ยมขนาดใหญ่เพื่อให้นักเรียนทั้ง 9 คนได้รับประทาน โดยครูต้องการให้นักเรียนทุกคนได้พิซซ่าที่มีขนาดเท่ากัน จึงมอบหมายให้นักเรียนแบ่งพิซซ่ารูปสี่เหลี่ยมนี้ออกเป็น 9 ส่วนเท่า ๆ กัน หลังจากแบ่งเสร็จแล้ว นักเรียนต้องคำนวณแคลอรีที่ได้รับจากการรับประทานพิซซ่าในแต่ละชิ้น



จากสถานการณ์ ถ้านักเรียนต้องการแบ่งพิซซ่าให้เพื่อน จำนวน 9 คน จะแบ่งเป็นรูปสี่เหลี่ยมอะไรได้บ้าง มีเส้นทแยงมุมแบ่งครึ่งซึ่งกันและกัน ให้ออกแบบด้วยกระดาษเรขาคณิต พร้อมกำหนดชื่อของรูปสี่เหลี่ยม และพิซซ่าชิ้นนี้ที่มีแคลอรีรวม 1,800 แคลอรี พร้อมทั้งข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับองค์ประกอบทางโภชนาการของพิซซ่าดังนี้

- ในพิซซ่าทั้งหมด ประกอบด้วย คาร์โบไฮเดรต 60%, ไขมัน 25%, และ โปรตีน 15% ของแคลอรีทั้งหมด
- ถ้านักเรียนต้องการให้คำนวณปริมาณแคลอรีจากคาร์โบไฮเดรต ไขมัน และโปรตีนในพิซซ่าแต่ละชิ้น รวมถึงเปรียบเทียบกับปริมาณพลังงานที่ร่างกายต้องการในแต่ละวัน (เฉลี่ย 2,000 แคลอรี)

จากสถานการณ์ปัญหาข้างต้น จงตอบคำถามต่อไปนี้

1. สถานการณ์ปัญหานี้ข้อมูลเกี่ยวกับเรื่องอะไร

.....

.....

.....

2. จากสถานการณ์นี้ นักเรียนสามารถนำความรู้ หรือสูตรเรื่องใดมาช่วยแก้ปัญหาได้

.....

.....

.....

.....

.....

3. ให้นักเรียนเขียนอธิบายวิธีคิด หรือขั้นตอน วิธีการแก้ปัญหานี้

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. ให้นักเรียนยกตัวอย่างปัญหา หรือสถานการณ์อื่น ๆ ในชีวิตประจำวันทั้งที่บ้านและที่โรงเรียน โดยให้มีความแตกต่างจากปัญหาเดิมแต่ยังคงใช้ความรู้และวิธีคิดแก้ปัญหาเดียวกันกับที่ระบุไว้ในคำถามที่ 2 และ 3

.....

.....

.....

.....

.....

.....

เฉลยใบกิจกรรม

หน่วยการเรียนรู้ที่ 7 รูปสี่เหลี่ยม	ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง “พิซซ่าของฉัน”
---	--

ชื่อ เลขที่

วันหนึ่งในช่วงปิดเทอม ครูได้จัดงานเลี้ยงให้นักเรียนที่มีผลการเรียนดีเด่น โดยสั่งพิซซ่ารูปสี่เหลี่ยมขนาดใหญ่เพื่อให้นักเรียนทั้ง 9 คนได้รับประทาน โดยครูต้องการให้นักเรียนทุกคนได้พิซซ่าที่มีขนาดเท่ากัน จึงมอบหมายให้นักเรียนแบ่งพิซซ่ารูปสี่เหลี่ยมนี้ออกเป็น 9 ส่วนเท่า ๆ กัน หลังจากแบ่งเสร็จแล้ว นักเรียนต้องคำนวณแคลอรีที่ได้รับจากการรับประทานพิซซ่าในแต่ละชิ้น



จากสถานการณ์ ถ้านักเรียนต้องการแบ่งพิซซ่าให้เพื่อน จำนวน 9 คน จะแบ่งเป็นรูปสี่เหลี่ยมอะไรได้บ้าง มีเส้นทแยงมุมแบ่งครึ่งซึ่งกันและกัน ให้ออกแบบด้วยกระดาษเรขาคณิต พร้อมกำหนดชื่อของรูปสี่เหลี่ยม และพิซซ่าชิ้นนี้มีแคลอรีรวม 1,800 แคลอรี พร้อมทั้งข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับองค์ประกอบทางโภชนาการของพิซซ่าดังนี้

- ในพิซซ่าทั้งหมด ประกอบด้วย คาร์โบไฮเดรต 60%, ไขมัน 25%, และ โปรตีน 15% ของแคลอรีทั้งหมด
- ถ้านักเรียนต้องการให้คำนวณปริมาณแคลอรีจากคาร์โบไฮเดรต ไขมัน และโปรตีนในพิซซ่าแต่ละชิ้น รวมถึงเปรียบเทียบกับปริมาณพลังงานที่ร่างกายต้องการในแต่ละวัน (เฉลี่ย 2,000 แคลอรี)

จากสถานการณ์ปัญหาข้างต้น จงตอบคำถามต่อไปนี้

1. สถานการณ์ปัญหานี้ข้อมูลเกี่ยวกับเรื่องอะไร

การแบ่งพิซซ่าให้นักเรียน จำนวน 9 คน โดยแบ่งเป็นรูปสี่เหลี่ยม และมีเส้นทแยงมุมแบ่งครึ่งซึ่งกันและกัน นักเรียนยังต้องคำนวณแคลอรีที่ได้รับจากการรับประทานพิซซ่าในแต่ละชิ้น และคำนวณปริมาณแคลอรีในพิซซ่าทั้งหมด

2. จากสถานการณ์นี้ นักเรียนสามารถนำความรู้ หรือสูตรเรื่องใดมาช่วยแก้ปัญหาได้ (เชื่อมโยงภายในคณิตศาสตร์, เชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น)

แนวทางการตอบ

- สมบัติของเส้นทแยงมุมรูปสี่เหลี่ยม ใช้ในการแบ่งรูปสี่เหลี่ยมเป็นรูปสามเหลี่ยม 2 รูปที่เท่ากันซึ่งสอดคล้องกับเงื่อนไขที่ว่าเส้นทแยงมุมแบ่งครึ่งซึ่งกันและกัน
- เศษส่วน ใช้ในการแบ่งพิซซ่าให้เท่ากัน
- การออกแบบ ใช้ในการออกแบบพิซซ่า
- การคำนวณแคลอรีที่ได้รับจากการรับประทานพิซซ่าในแต่ละชิ้น ใช้ในการดูการปริมาณพลังงานในการรับประทานพิซซ่าแต่ละชิ้น
- เปอร์เซ็นต์ ใช้ในการคำนวณแคลอรีจากองค์ประกอบต่าง ๆ

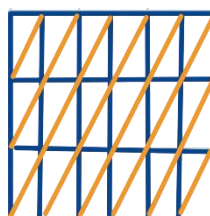
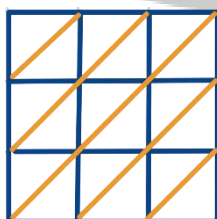
3. ให้นักเรียนเขียนอธิบายวิธีคิด หรือขั้นตอน วิธีการแก้ปัญหา (เชื่อมโยงภายในคณิตศาสตร์, เชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น)

แนวทางการตอบ

ขั้นที่ 1 วาดรูปสี่เหลี่ยม ตามรูปแบบภาพชนะ

ขั้นที่ 2 ออกแบบโดยการลากเส้นเป็นรูปสี่เหลี่ยม 9 ชิ้น เท่า ๆ กัน

ขั้นที่ 3 ดูลักษณะของรูปสี่เหลี่ยมที่เกิดขึ้นว่า เป็นรูปสี่เหลี่ยมใดบ้าง (สี่เหลี่ยมจัตุรัส และสี่เหลี่ยมผืนผ้า)



ขั้นที่ 4 การคำนวณแคลอรีที่ได้รับจากการรับประทานพิซซ่าในแต่ละชิ้น

กรณีที่ 1 แบ่งเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ได้ 9 ชิ้น แสดงว่า คนละ 1 ชิ้น

ให้ข้อมูลว่าส่วนผสมทั้งหมดของพิซซ่าชิ้นใหญ่มีแคลอรีรวมประมาณ 1,800 แคลอรี

$$\text{จะได้ } 1 \text{ ชิ้น} = \frac{1,800}{9} = 200 \text{ แคลอรี}$$

กรณีที่ 2 แบ่งเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ได้ 18 ชิ้น แสดงว่า คนละ 2 ชิ้น

ให้ข้อมูลว่าส่วนผสมทั้งหมดของพิชชาขึ้นใหญ่มีแคลอรีรวมประมาณ 1,800 แคลอรี

$$\text{จะได้ 1 ชิ้น} = \frac{1,800}{18} = 100 \text{ แคลอรี}$$

ขั้นที่ 5. การคำนวณแคลอรีจากองค์ประกอบต่าง ๆ

แคลอรีจากคาร์โบไฮเดรต (60%) = 60 % x แคลอรีรวม

$$= \frac{60}{100} \times 1,800 \\ = 1,080 \text{ แคลอรี}$$

แคลอรีจากไขมัน (25%) = 25 % x แคลอรีรวม

$$= \frac{25}{100} \times 1,800 \\ = 450 \text{ แคลอรี}$$

แคลอรีจากโปรตีน (15%) = 15 % x แคลอรีรวม

$$= \frac{15}{100} \times 1,800 \\ = 270 \text{ แคลอรี}$$

ขั้นที่ 6. การคำนวณการเปรียบเทียบแคลอรีจากพิชชาที่นักเรียนได้รับประทานกับ

พลังงานที่ร่างกายต้องการใน 1 วัน ซึ่งร่างกายต้องการพลังงานเฉลี่ย 2,000 แคลอรีต่อวัน

$$\text{เปอร์เซ็นต์พลังงาน} = \frac{\text{แคลอรีต่อชิ้น}}{\text{พลังงานที่ต้องการต่อวัน}} \times 100 \\ = \frac{200}{2,000} \times 10 \\ = 10 \%$$

ดังนั้น พิชชาที่นักเรียนได้รับประทานให้พลังงาน 10% ของพลังงานที่ร่างกายต้องการต่อวัน

4. ให้นักเรียนยกตัวอย่างปัญหา หรือสถานการณ์อื่น ๆ ในชีวิตประจำวันทั้งที่บ้านและที่โรงเรียน โดยให้มีความแตกต่างจากปัญหาเดิมแต่ยังคงใช้ความรู้และวิธีคิดแก้ปัญหาเดียวกันกับที่ระบุไว้ในคำถามที่ 2 และ 3 (เชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน)

แนวทางการตอบ

.....สวนสนุกแห่งหนึ่งมีการจัดงานเลี้ยงในวันปิดเทอมเพื่อฉลองให้กับนักเรียนที่มาเยี่ยมชม ครูสั่งเค้กรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาดใหญ่เพื่อให้นักเรียนทั้งหมด 16 คน ได้รับประทาน ครูต้องการแบ่งเค้กออกเป็น 16 ส่วนเท่า ๆ กัน โดยที่ทุกคนจะได้ชิ้นเค้กที่มีขนาดเท่ากัน และสามารถออกแบบการแบ่งได้โดยใช้กระดาษเรขาคณิตหลังจากแบ่งเสร็จแล้ว นักเรียนจะต้องคำนวณปริมาณน้ำตาลที่ได้รับจากการรับประทานเค้กในแต่ละชิ้น ครูให้ข้อมูลว่า เค้กทั้งก้อนมีน้ำตาลรวม 2,400 กรัม และต้องการให้นักเรียนช่วยกันคำนวณว่าน้ำตาลที่นักเรียนแต่ละคนจะได้รับจากการรับประทานเค้ก 1 ชิ้นคือเท่าใด

ตัวอย่างแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้

แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้

การจัดการเรียนรู้แบบ Concrete – Pictorial – Abstract (CPA) ร่วมกับ กระดานเรขาคณิต
เพื่อพัฒนาความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม
ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

สังเกตครั้งที่.....วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....
แผนการจัดการเรียนรู้ที่.....เรื่อง.....
จำนวน.....ชั่วโมง ชั้นประถมศึกษาปีที่.....5.....ภาคเรียนที่.....2.....ปีการศึกษา.....2567.....
ผู้สังเกต.....ผู้ถูกสังเกต.....

คำชี้แจง

1. แบบสะท้อนผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ฉบับนี้ ใช้สำหรับสังเกตการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแบบ Concrete – Pictorial – Abstract (CPA) ร่วมกับ กระดานเรขาคณิต ซึ่งมีทั้งหมด 3 ขั้นตอน ได้แก่

ขั้นที่ 1 ขั้นการสอนเชิงรูปธรรม (Concrete)

ขั้นที่ 2 ขั้นการสอนเชิงรูปภาพ (Pictorial)

ขั้นที่ 3 ขั้นการสอนเชิงนามธรรม (Abstract)

2. ผู้วิจัยและครูประจำการสังเกตการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของผู้วิจัย แล้วบันทึกรายละเอียดของการสังเกต ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะ ในแต่ละขั้นของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด Concrete-Pictorial-Abstract (CPA) ร่วมกับ กระดานเรขาคณิต ซึ่งมีทั้งหมด 3 ขั้น ดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นการสอนเชิงรูปธรรม (Concrete)

1.1 ขั้นนี้ส่งเสริมความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ได้หรือไม่ อย่างไร

☐ เกิด ☐ ไม่เกิด ☐ ไม่แน่ใจ

☐ เชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์กับคณิตศาสตร์

☐ เชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น

☐ เชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน

.....

.....

.....

1.2 ปัญหาและอุปสรรค

1.3 แนวทางในการแก้ไขปรับปรุง

ขั้นที่ 2 ขั้นการสอนเชิงรูปภาพ (Pictorial)

2.1 ขั้นนี้ส่งเสริมความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ได้หรือไม่ อย่างไร

- ☐ เกิด
 ☐ ไม่เกิด
 ☐ ไม่แน่ใจ
- ☐ เชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์กับคณิตศาสตร์
- ☐ เชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น
- ☐ เชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน

2.2 ปัญหาและอุปสรรค

2.3 แนวทางในการแก้ไขปรับปรุง

ขั้นที่ 3 ขั้นการสอนเชิงนามธรรม (Abstract)

3.1 ขั้นนี้ส่งเสริมความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ได้หรือไม่ อย่างไร

☐ เกิด ☐ ไม่เกิด ☐ ไม่แน่ใจ

☐ เชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์กับคณิตศาสตร์

☐ เชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น

☐ เชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน

3.2 ปัญหาและอุปสรรค

3.3 แนวทางในการแก้ไขปรับปรุง

3. ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่น ๆ

ลงชื่อ.....ผู้สังเกต

(.....)

...../...../.....

ตัวอย่างแบบทดสอบความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
 แบบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
 เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

ชื่อ-สกุล ชั้นประถมศึกษาปีที่ เลขที่

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้มีทั้งหมด 2 สถานการณ์ สถานการณ์ละ 4 ข้อ รวม 8 ข้อ เป็น

แบบทดสอบแบบอัตนัย

2. แบบทดสอบฉบับนี้ใช้เวลา 2 ชั่วโมง
3. ไม่อนุญาตให้นักเรียนนำแบบทดสอบออกจากห้องสอบโดยเด็ดขาด
4. ไม่อนุญาตให้นักเรียนออกจากห้องสอบก่อนหมดเวลาสอบ
5. หากพบปัญหาใด ๆ โปรดสอบถามครูผู้คุมสอบ



สถานการณ์ที่ 1: โรงเรียนพอเพียง

โรงเรียนแห่งหนึ่งมีแผนจะสร้างแปลงปลูกผักเป็นรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน เพื่อใช้ปลูกผักและสมุนไพรขนาดเล็กในโครงการเกษตรพอเพียง และมีลักษณะดังนี้

- แปลงปลูกผักมีความยาวเท่ากันทุกด้าน ยาวด้านละ 8 เมตร
- ใช้ลวดตาข่ายในการล้อมรั้วรอบแปลงเพื่อป้องกันสัตว์เลื้อยและสัตว์ป่า



ครูได้มอบหมายให้นักเรียนช่วยกันคำนวณ ความยาวรอบรูปของแปลงปลูกผัก และวางแผนการใช้งบประมาณดังนี้

1. คำนวณความยาวรอบรูปของแปลงปลูกผัก
2. วางแผนการสร้างรั้วรอบแปลงปลูกผัก ลวดตาข่ายมีราคา 50 บาทต่อเมตร ให้นักเรียนคำนวณงบประมาณที่ต้องใช้สำหรับลวดตาข่ายทั้งหมด
3. ให้นักเรียนคำนวณจำนวนเสาที่ต้องใช้ในการล้อมรั้วรอบแปลงปลูกผัก และค่าใช้จ่ายที่ต้องใช้โดยมีข้อกำหนดคือ เสาแต่ละต้นต้องมีระยะห่างกัน 2 เมตร และราคาเสา ต้นละ 100 บาท

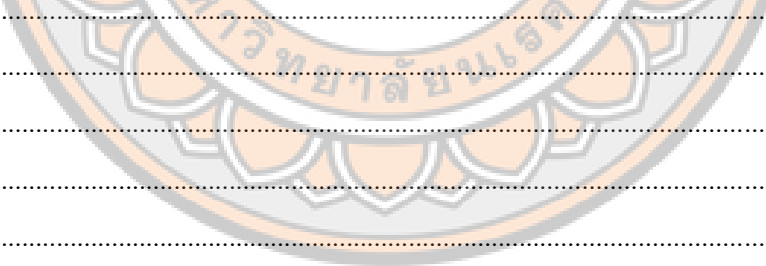
คำชี้แจง: ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1. สถานการณ์ปัญหานี้ข้อมูลเกี่ยวกับเรื่องอะไร

[illegible]

2. จากสถานการณ์นี้ นักเรียนสามารถนำความรู้ หรือสูตรเรื่องใดมาช่วยแก้ปัญหาได้

3. ให้นักเรียนเขียนอธิบายวิธีคิด หรือขั้นตอน วิธีการแก้ปัญหา



4. ให้นักเรียนยกตัวอย่างปัญหา หรือสถานการณ์อื่น ๆ ในชีวิตประจำวันทั้งที่บ้านและที่โรงเรียน โดยให้มีความแตกต่างจากปัญหาเดิมแต่ยังคงใช้ความรู้และวิธีคิดแก้ปัญหาเดียวกันกับที่ระบุไว้ในคำถามที่ 2 และ 3

.....

.....

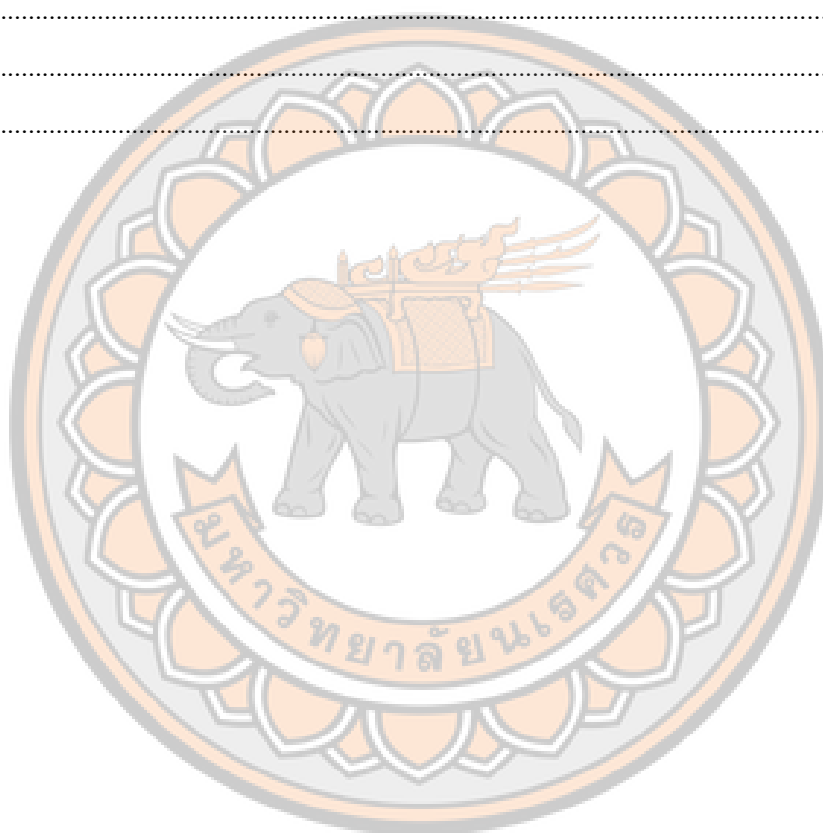
.....

.....

.....

.....

.....



สถานการณ์ที่ 2: ขนมชั้น

สถานการณ์ที่ 2 ร้านขายขนมไทยแห่งหนึ่งใช้ถาดสำหรับทำขนมชั้น ซึ่งถาดมีลักษณะเป็น รูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน โดยมีข้อมูลดังนี้

- ถาดมีความยาวของด้านขนานทั้งสองด้านเท่ากับ 18 เซนติเมตร และ 10 เซนติเมตร
- ความสูงของถาด (ระยะตั้งฉากระหว่างด้านขนาน) เท่ากับ 8 เซนติเมตร
- ขนมชั้นแต่ละชั้นตัดเป็น รูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน ที่มีเส้นทแยงมุมยาว 6 เซนติเมตร และ 4 เซนติเมตร
- ขนมชั้น 1 ชั้นขายในราคา 15 บาทต่อชิ้น



ที่มา : <https://mgronline.com/smes/detail/9660000017101>

จากสถานการณ์ให้นักเรียน

1. คำนวณพื้นที่ของถาดขนมชั้น
2. คำนวณพื้นที่ของขนมชั้นแต่ละชั้น
3. คำนวณจำนวนชิ้นขนมชั้นที่สามารถตัดออกจากถาดนี้ได้โดยไม่มีเศษเหลือ
4. หากร้านต้องการทำขนมชั้นแบบเดียวกัน 5 ถาด ให้คำนวณรายได้รวม

จากการขายขนมชั้นทั้งหมด

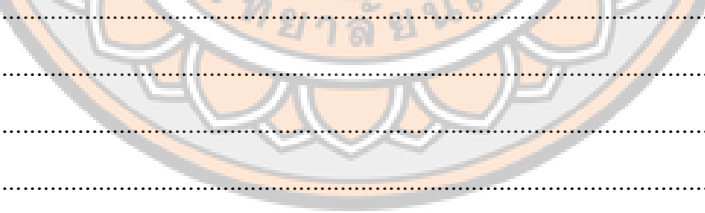
คำชี้แจง: ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้

1. สถานการณ์ปัญหานี้ข้อมูลเกี่ยวกับเรื่องอะไร

[illegible]

2. จากสถานการณ์นี้ นักเรียนสามารถนำความรู้ หรือสูตรเรื่องใดมาช่วยแก้ปัญหาได้

3. ให้นักเรียนเขียนอธิบายวิธีคิด หรือขั้นตอน วิธีการแก้ปัญหานี้



4. ให้นักเรียนยกตัวอย่างปัญหา หรือสถานการณ์อื่น ๆ ในชีวิตประจำวันทั้งที่บ้านและที่โรงเรียน โดยให้มีความแตกต่างจากปัญหาเดิมแต่ยังคงใช้ความรู้และวิธีคิดแก้ปัญหาเดียวกันกับที่ระบุไว้ในคำถามที่ 2 และ 3

.....

.....

.....

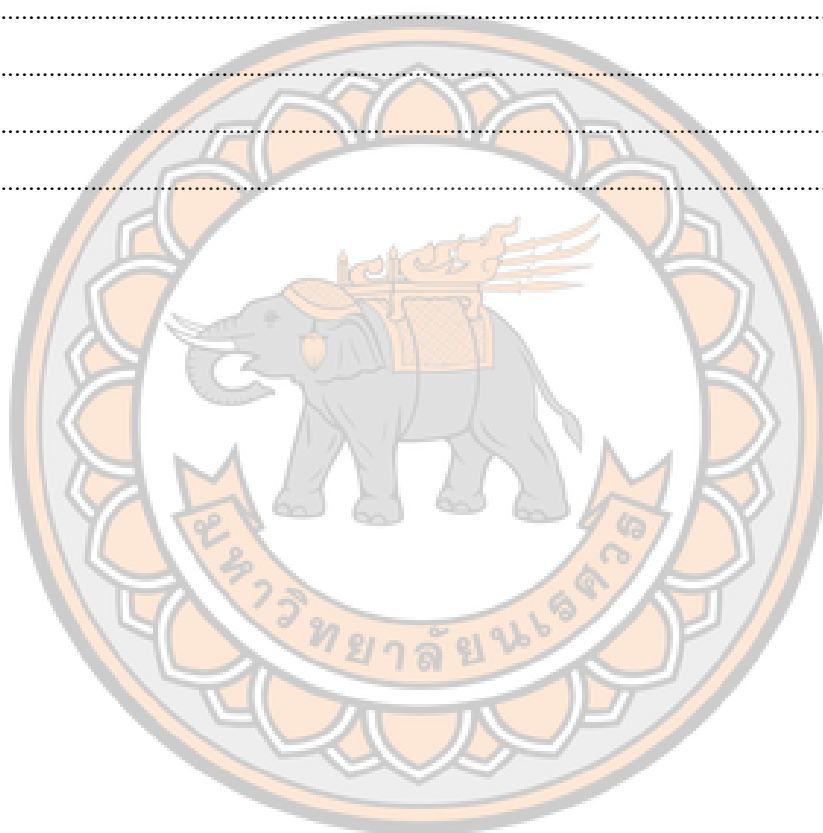
.....

.....

.....

.....

.....



เฉลย สถานการณ์ที่ 1 โรงเรียนพอเพียง

1. สถานการณ์ปัญหานี้ข้อมูลเกี่ยวกับเรื่องอะไร

โรงเรียนแห่งหนึ่งมีแผนจะสร้างแปลงปลูกผักเป็นรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน เพื่อใช้ปลูกผักและสมุนไพรขนาดเล็กในโครงการเกษตรพอเพียง มีความยาวของแต่ละด้านเท่ากันทั้งหมด 8 เมตร โดยใช้ลวดตาข่ายล้อมรั้วรอบแปลงเพื่อป้องกันสัตว์เลื้อยและสัตว์ป่า โดยครูได้มอบหมายให้นักเรียนช่วยกันคำนวณ ความยาวรอบรูปของแปลงปลูกผัก และวางแผนการใช้งบประมาณ

2. จากสถานการณ์นี้ นักเรียนสามารถนำความรู้ หรือสูตรเรื่องใดมาช่วยแก้ปัญหาได้ (เชื่อมโยงภายในคณิตศาสตร์, เชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น)

แนวทางการตอบ

- สูตรความยาวรอบรูปของสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน ใช้ในการคำนวณหาความยาวรอบรูปของสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน
- การคำนวณค่าใช้จ่าย ใช้ในการคำนวณค่าใช้จ่ายสำหรับลวดตาข่ายและเสา
- การคำนวณจำนวนเสาที่ใช้ ใช้ในการดูระยะห่างของการวางเสาและใช้เสาจำนวนกี่ต้น

3. ให้นักเรียนเขียนอธิบายวิธีคิด หรือขั้นตอน วิธีการแก้ปัญหานี้ (เชื่อมโยงภายในคณิตศาสตร์, เชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น)

แนวทางการตอบ

$$\begin{aligned} \text{ขั้นที่ 1. คำนวณหาความยาวรอบรูป โดยใช้สูตร } 4 \times \text{ความยาวของด้าน} \\ \text{ความยาวรอบรูปของสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน} &= 4 \times \text{ความยาวของด้าน} \\ &= 4 \times 8 \\ &= 32 \text{ เมตร} \end{aligned}$$

ขั้นที่ 2. การคำนวณค่าใช้จ่ายสำหรับลวดตาข่าย

ลวดตาข่ายมีราคา 50 บาทต่อเมตร ดังนั้น

$$\begin{aligned} \text{ค่าใช้จ่ายสำหรับลวดตาข่าย} &= \text{ความยาวรอบรูป} \times \text{ราคาต่อเมตร} \\ &= 32 \times 50 \\ &= 1,600 \text{ บาท} \end{aligned}$$

ขั้นที่ 3. การคำนวณจำนวนเสาที่ต้องใช้

กำหนดให้เสาต้องวางห่างกันทุก ๆ 2 เมตร

$$\text{จำนวนเสา} = \frac{\text{ความยาวรอบรูป}}{\text{ระยะห่างระหว่างเสา}} + 1$$

$$= \frac{32}{2} + 1$$

$$= 16 + 1 = 17 \text{ ต้น}$$

ขั้นที่ 4. การคำนวณค่าใช้จ่ายสำหรับเสา

กำหนดให้เสาดันละ 100 บาท

$$\text{ค่าใช้จ่ายเสา} = \text{จำนวนเสา} \times \text{ราคาต่อเสา}$$

$$= 17 \times 100$$

$$= 1,700 \text{ บาท}$$

ขั้นที่ 5. การคำนวณค่าใช้จ่ายลวดเสาและเสา

$$\text{ค่าใช้จ่ายทั้งหมด} = \text{ค่าใช้จ่ายลวดตาข่าย} \times \text{ค่าใช้จ่ายเสา}$$

$$= 1,600 + 1,700$$

$$= 3,300 \text{ บาท}$$

ดังนั้น ค่าใช้จ่ายทั้งหมด คือ 3,300 บาท

4. ให้นักเรียนยกตัวอย่างปัญหา หรือสถานการณ์อื่น ๆ ในชีวิตประจำวันทั้งที่บ้านและที่โรงเรียน โดยให้มีความแตกต่างจากปัญหาเดิมแต่ยังคงใช้ความรู้และวิธีคิดแก้ปัญหาเดียวกันกับที่ระบุไว้ในคำถามที่ 2 และ 3 (เชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน)

แนวทางการตอบ

สวนผลไม้ของชุมชนแห่งหนึ่ง มีแผนในการใช้พื้นที่สำหรับปลูกต้นมะพร้าว. พื้นที่ดังกล่าวมีลักษณะเป็นสี่เหลี่ยมด้านขนาน โดยมีด้านยาว 7 เมตร. และมุมหนึ่งของพื้นที่มีขนาด 65 องศา. ชาวสวนต้องการออกแบบพื้นที่นี้เพื่อปลูกต้นมะพร้าวให้ครบทั้ง 4 ต้น. และต้องการติดตั้งระบบน้ำหยดตรงมุมพื้นที่สวน. โดยวางแผนให้ท่อน้ำที่ติดตั้งสามารถส่งน้ำครอบคลุมพื้นที่ทั้งหมดอย่างมีประสิทธิภาพ.

เฉลย สถานการณ์ที่ 2 ขนมนั่น

1. สถานการณ์ปัญหานี้ข้อมูลเกี่ยวกับเรื่องอะไร

ร้านขายขนมไทยแห่งหนึ่งมีถาดสำหรับทำขนมชั้น ซึ่งถาดมีลักษณะเป็น รูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน ใช้สำหรับเทขนมก่อนตัดแบ่งเป็นชิ้นขาย โดยมีถาดมีความยาวของด้านขนานทั้งสองด้านเท่ากัน 18 เซนติเมตร และ 10 เซนติเมตร และความสูงของถาด เท่ากับ 8 เซนติเมตร โดยต้องตัดขนมชั้นแต่ละชิ้นเป็นรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน ที่มีเส้นทแยงมุมยาว 6 เซนติเมตร และ 4 เซนติเมตร ราคาขายขนมชั้น 1 ชิ้น ขายในราคา 15 บาท ซึ่งร้านต้องการทำขนมชั้นแบบเดียวกัน 5 ถาด ให้คำนวณรายได้รวมจากการขายขนมชั้นทั้งหมด

2. จากสถานการณ์นี้ นักเรียนสามารถนำความรู้ หรือสูตรเรื่องใดมาช่วยแก้ปัญหาได้ (เชื่อมโยงภายในคณิตศาสตร์, เชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น)

แนวทางการตอบ

- สูตรพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน ใช้ในการคำนวณหาพื้นที่ของถาดขนมชั้น
- สูตรพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน ใช้ในการคำนวณพื้นที่ของขนมชั้นแต่ละชิ้น
- การคำนวณหาจำนวนชิ้น ใช้ในการคำนวณจำนวนชิ้นขนมชั้นที่สามารถตัดออกจากถาด
- การคำนวณรายได้ ใช้ในการคำนวณรายได้รวมจากการขายขนมชั้นทั้งหมด (5 ถาด)

3. ให้นักเรียนเขียนอธิบายวิธีคิด หรือขั้นตอน วิธีการแก้ปัญหา (เชื่อมโยงภายในคณิตศาสตร์, เชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น)

แนวทางการตอบ

ขั้นที่ 1. คำนวณหาพื้นที่ของถาดขนมชั้น โดยใช้สูตร ฐาน $\times$ ความสูง

$$\text{พื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน} = 18 \times 8$$

$$= 144 \text{ ตารางเซนติเมตร}$$

ขั้นที่ 2. การคำนวณพื้นที่ของขนมชั้นแต่ละชิ้น โดยใช้สูตร $\frac{1}{2} \times$ ผลคูณของเส้นทแยงมุม

$$\text{พื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน} = \frac{1}{2} \times \text{ผลคูณของเส้นทแยงมุม}$$

$$= \frac{1}{2} \times 6 \times 4$$

$$= 12 \text{ ตารางเซนติเมตร}$$

ขั้นที่ 3. การคำนวณจำนวนชั้นขนมชั้นที่สามารถตัดออกจากถาด

$$\begin{aligned} \text{จำนวนชั้น} &= \frac{\text{พื้นที่ของถาด}}{\text{พื้นที่ขนมชั้นแต่ละชั้น}} \\ &= \frac{144}{12} \\ &= 12 \text{ ชั้น} \end{aligned}$$

ขั้นที่ 4. การคำนวณรายได้รวมจากการขายขนมชั้นทั้งหมด (5 ถาด)

คำนวณจำนวนขนมชั้นทั้งหมด 5 ถาด

$$\begin{aligned} \text{จำนวนขนมชั้นทั้งหมด} &= \text{จำนวนชั้นในถาดเดียว} \times \text{จำนวนถาด} \\ &= 12 \times 5 \\ &= 60 \text{ ชั้น} \end{aligned}$$

คำนวณรายได้

$$\begin{aligned} \text{รายได้} &= \text{จำนวนขนมชั้นทั้งหมด} \times \text{ราคาต่อชั้น} \\ &= 60 \times 15 \\ &= 900 \text{ บาท} \end{aligned}$$

ดังนั้น รายได้จากการขายขนมชั้นทั้งหมดใน 5 ถาด คือ 900 บาท

4. ให้นักเรียนยกตัวอย่างปัญหา หรือสถานการณ์อื่น ๆ ในชีวิตประจำวันทั้งที่บ้านและที่โรงเรียน โดยให้มีความแตกต่างจากปัญหาเดิมแต่ยังคงใช้ความรู้และวิธีคิดแก้ปัญหาเดียวกันกับที่ระบุไว้ในคำถามที่ 2 และ 3 (เชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวัน)

แนวทางการตอบ

ร้านขายของฝากชื่อดังในจังหวัดหนึ่ง มีสินค้ายอดนิยมคือ **ขนมตาลทรงสี่เหลี่ยมจัตุรัส** ซึ่งทำเป็นทรงสี่เหลี่ยมขนาด **5 เซนติเมตร × 5 เซนติเมตร** และมีความสูง **4 เซนติเมตร** ปัจจุบันทางร้านบรรจุขนมตาลในกล่องรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่มีขนาด **400 ตารางเซนติเมตร** ซึ่งมีความยาวของด้านที่ติดกันเป็น **20 เซนติเมตร** และ **20 เซนติเมตร** โดยกล่องสามารถบรรจุขนมได้ **16 ชั้น** โดยไม่วางซ้อนกัน เนื่องจากทางร้านต้องการปรับปรุงบรรจุภัณฑ์ให้ดูแปลกใหม่และสะดวกต่อการพกพามากขึ้น พวกเขาจึงต้องการออกแบบกล่องใหม่ที่สามารถใส่ขนมได้ **16 ชั้น** โดยไม่วางซ้อนกัน และอยากรู้ว่าพื้นที่ของกล่องใหม่จะมากหรือน้อยกว่ากล่องเดิมอย่างไร