

การศึกษามโนทัศน์และความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ตามกรอบทฤษฎี APOS โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเปิด (open approach) ร่วมกับชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

นางสาวศิริรัตน์ พิมพ์โกทา

วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
พ.ศ. 2569

การศึกษามโนทัศน์และความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ตามกรอบทฤษฎี APOS โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเปิด (open approach) ร่วมกับชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

นางสาวศิริรัตน์ พิมพ์โกทา

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตรศึกษา
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
พ.ศ. 2569
สงวนลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

ชื่อเรื่อง	:	การศึกษามโนทัศน์และความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ตามกรอบทฤษฎี APOS โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเปิด (open approach) ร่วมกับชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
ผู้วิจัย	:	นางสาวศิริรัตน์ พิมพ์โกทา
ปริญญา	:	ครุศาสตรมหาบัณฑิต (คณิตศาสตรศึกษา) มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
อาจารย์ที่ปรึกษา	:	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นวพล นนทภา
ปีที่สำเร็จการศึกษา	:	2569

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้วิธีแบบเปิด (open approach) ร่วมกับชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC) เรื่อง สถิติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70 2) เปรียบเทียบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ กับเกณฑ์ร้อยละ 70 3) ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีต่อการจัดจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบเปิด (open approach) ร่วมกับชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC) กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/11 จำนวน 40 คน โดยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ ได้แก่ 1) แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้วิธีแบบเปิด (open approach) ร่วมกับชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC) เรื่อง สถิติ 2) แบบทดสอบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์แบบอัตนัย จำนวน 10 ข้อ 3) แบบทดสอบความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ แบบอัตนัย จำนวน 10 ข้อ 4) แบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ สถิติที่ใช้ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สถิติทดสอบ t แบบกรณีกลุ่มเดียว (One-Sample t-test) นอกจากนี้ยังใช้การวิเคราะห์งานเขียน (Task Analysis) และการวิเคราะห์เชิงพรรณนา (Analytic Description)

ผลการวิจัยพบว่า 1) กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิธีแบบเปิด (open approach) ร่วมกับชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC) มีขั้นตอนการสอน 4 ขั้นตอน ประกอบด้วย นำเสนอปัญหาปลายเปิดสืบค้นหาวิธีการในการแก้ปัญหาด้วยตัวเอง อภิปรายและเปรียบเทียบแนวคิดทางคณิตศาสตร์ร่วมกันทั้งชั้นเรียนและสรุปเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ในแก้ปัญหาสถานการณ์ใหม่ ๆ ซึ่งมีประสิทธิภาพ 74.45/75.14 สูงกว่าเกณฑ์ 70/70 2) มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ มีค่าเฉลี่ย 22.5 คิดเป็นร้อยละ 75 และความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ มีค่าเฉลี่ย 30.10 คิดเป็นร้อยละ 75.25 หลังจากได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิธีแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC) สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3) นักเรียนที่เรียนโดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิธีแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC) มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด

คำสำคัญ: มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์, ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์, ทฤษฎี APOS, การจัดการเรียนรู้แบบเปิด, ชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHA SARAKHAM UNIVERSITY

_____อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

Title : A Study of Mathematical Concepts and Understanding Based on the APOS Theory Framework Using the Open Approach and Professional Learning Community (PLC) for Grade 7 Students
Author : Miss.Sirirat Phimkota
Degree : Master of Education (Mathematics Education)
Rajabhat Maha Sarakham University
Advisor : Assistant Professor Dr. Nawapon Nontapa
Year : 2026

ABSTRACT

This research aimed to: 1) develop learning management using the Open Approach in conjunction with a Professional Learning Community (PLC) on the topic of Statistics for Grade 7 students to achieve the efficiency criterion of 70/70; 2) compare students' mathematical concepts and mathematical understanding with the 70 percent criterion; and 3) investigate Grade 7 students' satisfaction toward learning management using the Open Approach in conjunction with a Professional Learning Community (PLC). The sample consisted of 40 Grade 7 students from Class 1/11, selected by cluster random sampling. The research instruments included: 1) lesson plans based on the Open Approach integrated with a Professional Learning Community (PLC) on the topic of Statistics; 2) a 10-item subjective mathematical concepts test; 3) a 10-item subjective mathematical understanding test; and 4) a student satisfaction questionnaire regarding the learning management. The data were analyzed using percentage, mean, standard deviation, and a one-sample t-test. In addition, task analysis was employed, and analytic description.

The findings revealed that: 1) the learning activities using the Open Approach integrated with a Professional Learning Community (PLC) consisted of four instructional steps: presenting open-ended problems, exploring problem-solving methods independently, discussing and comparing mathematical ideas as a whole class, and summarizing and connecting mathematical concepts to solve new situations. The efficiency of the learning activities was 74.45/75.14, which exceeded the predetermined criterion of 70/70. 2) The average score on the mathematical concepts test was 22.50, representing 75.00 percent, while the average score on the mathematical understanding test was 30.10, representing 75.25 percent. The results indicated that students' mathematical concepts and mathematical understanding, after participating in the learning

activities organized through the Open Approach integrated with a Professional Learning Community (PLC), were significantly higher than the 70 percent criterion at the .05 level of significance. 3) Students who learned through the Open Approach integrated with a Professional Learning Community (PLC) reported satisfaction at the highest level.

Keywords: Mathematical Concepts, Mathematical Understanding, APOS Theory, Open Approach, Professional Learning Community (PLC)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHA SARAKHAM UNIVERSITY

_____Major Advisor

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาและการชี้แนะจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นวพล นนทภา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้ซึ่งได้ให้คำปรึกษาและข้อเสนอแนะที่มีคุณค่าอย่างต่อเนื่องตลอดระยะเวลาการทำวิจัย ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความเอื้อเฟื้อและความตั้งใจของท่านในการช่วยเหลือให้ผู้วิจัยสามารถดำเนินงานจนเสร็จสิ้น

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.ปิยะธิดา ปัญญา ประธานกรรมการสอบ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ยุทธพงศ์ ทิพย์ชาติ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รามนรี นนทภา กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ได้ให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นที่เป็นประโยชน์ในการปรับปรุงวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้มีคุณภาพและความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บรรชา นันจรัส, ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วีรพงษ์ วงศ์พินิจ, คุณครูสุพิศ รินทะชัย ผู้เชี่ยวชาญที่ได้กรุณาตรวจสอบเครื่องมือวิจัย พร้อมทั้งให้ข้อเสนอแนะที่มีคุณค่าในการพัฒนาเครื่องมือวิจัยให้มีความเหมาะสมและสามารถใช้งานได้จริง ผู้อำนวยการโรงเรียนสารคามพิทยาคม และคณะครูกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ และนักเรียนกลุ่มตัวอย่างทุกคน ที่ให้ความร่วมมือในการทำแบบทดสอบอย่างเต็มที่ทำให้การศึกษาวิจัยครั้งนี้สามารถดำเนินไปได้อย่างราบรื่น

ท้ายที่สุดของความสำเร็จในครั้งนี้ผู้วิจัยขอขอบพระคุณทุกท่านที่มีส่วนร่วมในงานวิจัยจนสำเร็จ ไปได้ด้วยดีทั้งบุคคลที่ได้กล่าวมาและยังไม่ได้กล่าวถึง ขอขอบพระคุณ บิดา มารดาที่ให้ชีวิตและสติปัญญา ขอขอบใจเพื่อนๆทุกคนที่คอยให้กำลังใจและความช่วยเหลือทุกอย่างด้วยดีเสมอมา ผู้วิจัยมีความซาบซึ้งในความกรุณาของทุกท่านที่ได้กล่าวถึง และผู้ที่ไม่ได้เอ่ยนามในที่นี้ได้มีส่วนช่วยเหลือในการสนับสนุนให้กำลังใจด้วยดีตลอดมา จึงขอกราบขอบพระคุณทุกท่านด้วยความจริงใจ และขอน้อมรำลึกบูชาพระคุณบิดามารดาผู้มีพระคุณ ตลอดจนบูรพาจารย์และผู้มีอุปการะทุกท่านที่ให้การสนับสนุน อยู่เบื้องหลังในการวางรากฐานการศึกษาให้กับผู้วิจัยตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน ทั้งนี้ผู้วิจัยขอน้อมคารวะแด่ผู้เขียนตำราวิชาการที่ได้ทำการศึกษาค้นคว้าและใช้ในการอ้างอิงทุกท่าน

นางสาวศิริรัตน์ พิมพ์โกทา

สารบัญ

หัวเรื่อง **หน้า**

บทคัดย่อ ..... ก

ABSTRACT ..... ค

กิตติกรรมประกาศ ..... จ

สารบัญ ..... ฉ

สารบัญตาราง ..... ซ

สารบัญภาพ ..... ฎ

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย 6

1.3 สมมติฐานการวิจัย 6

1.4 ขอบเขตการวิจัย 6

1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ 7

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 10

บทที่ 2 การทบทวนวรรณกรรม 12

2.1 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 12

2.2 มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ 18

2.3 ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ 25

2.4 ระดับความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ตามกรอบแนวคิดทฤษฎี APOS 30

2.5 การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีแบบเปิด (Open Approach) 31

2.6 ชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC) 35

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 98

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง 98

3.2 แบบแผนการวิจัย 101

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 101
3.4 การสร้างและการหาคุณภาพเครื่องมือวิจัย 104
3.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล 123
3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล 125
3.7 สถิติที่ใช้ในการวิจัย 129
บทที่ 4 ผลการวิจัย 134
4.1 สัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล 134
4.2 ลำดับขั้นในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล 135
4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 135
บทที่ 5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 160
5.1 สรุป 160
5.2 อภิปรายผล 162
5.3 ข้อเสนอแนะ 165
บรรณานุกรม 170
ภาคผนวก ก เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 185
ภาคผนวก ข การหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 251
ภาคผนวก ค รายนามผู้เชี่ยวชาญ 278
ภาคผนวก ง หนังสือขอความอนุเคราะห์ 280
การเผยแพร่ผลงานวิจัย 285
ประวัติผู้วิจัย 286

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

2.1 โครงสร้างรายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม ค21202 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2..... 17
2.2 เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของเวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร(2563). 24
2.3 เกณฑ์ในการแปลความหมายของค่าความยากและอำนาจจำแนก 82
3.1 แบบแผนกลุ่มเดียวทดสอบหลัง (One Group Posttest Only Design)..... 101
3.2 เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม เรื่อง สถิติ 101
3.3 จำนวนแบบทดสอบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ แบบอัตนัย 102
3.4 จำนวนแบบทดสอบความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ แบบอัตนัย 103
3.5 การปรับปรุงวิทยานิพนธ์ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ที่มีต่อแผนการจัดการเรียนรู้ วิธีแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC)..... 106
3.6 การปรับปรุงวิทยานิพนธ์ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ที่มีต่อแบบทดสอบ มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ แบบอัตนัย..... 109
3.7 เกณฑ์การประเมินผล แบบทดสอบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ตามกรอบแนวคิด ทฤษฎี APOS เรื่อง สถิติ แบบอัตนัย..... 112
3.8 การปรับปรุงวิทยานิพนธ์ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ที่มีต่อแบบทดสอบ ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ตามกรอบแนวคิดทฤษฎี APOS เรื่อง สถิติ แบบอัตนัย..... 114
3.9 เกณฑ์การประเมินผล แบบทดสอบความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ตามกรอบแนวคิด ทฤษฎี APOS เรื่อง สถิติ แบบอัตนัย..... 117
3.10 วันที่จัดกระบวนการชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพทั้ง 3 วงรอบ..... 124
3.11 เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ตามกรอบแนวคิดทฤษฎีAPOS.... 127
3.12 เกณฑ์การประเมินผล แบบสอบถามความพึงพอใจของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิธี แบบเปิด (Open Approach)..... 128
4.1 รายชื่อสมาชิกในทีมที่ร่วม 137
4.2 ปฏิทินการจัดกระบวนการชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพโรงเรียนสารคามพิทยาคม วงรอบที่ 1..... 138
4.3 ผลกระบวณการชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC) วงรอบที่ 1..... 138

4.4 ปฏิทินการจัดกระบวนการชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพโรงเรียนสารคามพิทยาคม วงรอบที่ 2 140

4.5 ผลกระบวณการชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC) วงรอบที่ 2 141

4.6 ปฏิทินการจัดกระบวนการชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพโรงเรียนสารคามพิทยาคม วงรอบที่ 3 144

4.7 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิธีแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 148

4.8 ผลการเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ตามกรอบแนวคิดทฤษฎี APOS ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังจากได้รับการจัดกิจกรรม 151

4.9 จำนวนนักเรียนจำแนกตามระดับมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ 152

4.10 การประเมินความพึงพอใจ ของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้ที่เรียนโดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิธีแบบเปิด (open approach) ร่วมกับชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ(PLC) 157

ข.1 การประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 253

ข.2 การวิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างคำถาม (IOC) ของแบบทดสอบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่องสถิติ แบบอัตนัย 256

ข.3 ค่าอำนาจจำแนก (D) และค่าความเชื่อมั่น (α) ของแบบทดสอบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ แบบอัตนัย 260

ข.4 การวิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างคำถาม (IOC) ของแบบทดสอบความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ตามกรอบแนวคิดทฤษฎี APOS เรื่องสถิติ แบบอัตนัย 261

ข.5 ค่าอำนาจจำแนก (D) และค่าความเชื่อมั่น (α) ของแบบทดสอบความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ตามกรอบแนวคิดทฤษฎี APOS เรื่อง สถิติ แบบอัตนัย 265

ข.6 การวิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างคำถาม (IOC) ของแบบวัดความพึงพอใจของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC) เรื่อง สถิติ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 266

ข.7 ค่าอำนาจจำแนก (D) และค่าความเชื่อมั่น (α) ของแบบวัดความพึงพอใจของการจัด กิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 267

ข.8 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ตามกรอบแนวคิดทฤษฎี APOS ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังจากได้รับการจัดกิจกรรม 270

ข.9 ผลการเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
หลังจากได้รับการจัดกิจกรรม..... 270

สารบัญภาพ

ภาพที่ **หน้า**

2.1 กรอบแนวคิดงานวิจัย 98

3.1 ขั้นตอนการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) 100

4.1 ตัวอย่างงานเขียน แบบทดสอบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ในระดับสูง 151

4.2 ตัวอย่างงานเขียน แบบทดสอบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนมีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ในระดับปานกลาง 152

4.3 ตัวอย่างงานเขียน แบบทดสอบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนมีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ในระดับต่ำ 153

4.4 งานเขียนของนักเรียนที่มีความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ตามกรอบแนวคิดทฤษฎี APOS ในระดับ A 153

4.5 งานเขียนของนักเรียนที่มีความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ตามกรอบแนวคิดทฤษฎี APOS ในระดับ A ไปถึง P 154

4.6 งานเขียนของนักเรียนที่มีความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ตามกรอบแนวคิดทฤษฎี APOS ในระดับ APO 154

4.7 งานเขียนของนักเรียนที่มีความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ตามกรอบแนวคิดทฤษฎี APOS ในระดับ APOS 155

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ระบบการศึกษาของไทยในปัจจุบันส่วนใหญ่เป็นการสอนที่เน้นการท่องจำ การสอนที่ครูเป็นผู้บรรยายหรือ แสดงตัวอย่างให้นักเรียนดูเพื่อให้นักเรียนทำตามวิธีการของครู และเป็นการสอนที่เน้นผลสัมฤทธิ์ที่ได้จากการทดสอบ โดยไม่ได้เน้นกระบวนการเรียนรู้และความเข้าใจของนักเรียน ซึ่งเป็น ปัญหาที่สั่งสมมานาน โดยเฉพาะวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ แต่คุณภาพการศึกษาก็ยังไม่ดีขึ้นดังที่สังคมคาดหวัง (ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์, 2557, น. 15-17) ปัจจุบันในชั้นเรียนคณิตศาสตร์มักพบ ปัญหาเกี่ยวกับความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนอยู่เสมอ การจะรู้ว่านักเรียนเข้าใจทางคณิตศาสตร์หรือไม่นั้นเป็นเรื่องที่ยุ่งยาก เนื่องจากความเข้าใจทางคณิตศาสตร์เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นภายในจิตใจของแต่ละบุคคลที่สร้างขึ้นจากความคิดหรือประสบการณ์ใหม่ที่เชื่อมโยงกับโครงสร้างของความรู้ที่มีอยู่เดิม หรือเกิด จากการปรับเปลี่ยนระบบโครงสร้างที่เกี่ยวกับความรู้ ประกอบกับวิชาคณิตศาสตร์มักจะเกี่ยวข้องกับสิ่งที่เป็นนามธรรม (Sierpinska, 1990, pp. 24-26) สภาครูคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (NTCM, 2000) ได้เสนอหลักการและมาตรฐานสำหรับคณิตศาสตร์ในโรงเรียน (Principles and Standard for School Mathematics) ซึ่งหนึ่งในหกหลักการการเรียนรู้ที่นำเสนอไว้แสดงให้เห็นว่า นักเรียนต้องเรียนคณิตศาสตร์ด้วยความเข้าใจ เสริมสร้างความรู้ใหม่จากความรู้และ ประสบการณ์ที่ตนเองมีอยู่ก่อนหน้าอย่างกระตือรือร้น พื้นฐานในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่สำคัญ คือ ความเข้าใจมโนทัศน์ของคณิตศาสตร์ เพราะการเข้าใจอย่างแท้จริงจะนำไปสู่กระบวนการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง สามารถให้เหตุผลของปัญหา และคำตอบได้อย่างถูกต้อง ซึ่งมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์มีความสำคัญอย่างยิ่งในการเรียนการสอน การทำความเข้าใจที่ถูกต้อง เกี่ยวกับเนื้อหาคณิตศาสตร์

มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Concept) เป็นความคิดรวบยอด ความเข้าใจในเนื้อหาหรือขั้นตอนวิธีทางคณิตศาสตร์ และสามารถสรุปความเข้าใจออกมาเป็นความหมาย ทฤษฎี บท กฎ สูตร หรือนิยามได้ ซึ่งอาจเกิดจากความรู้ การสังเกต หรือการได้รับประสบการณ์ของนักเรียนแต่ละคน เนื่องจากการเรียนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เป็นพื้นฐานที่สำคัญสำหรับการเรียนรู้คณิตศาสตร์และการนำความรู้คณิตศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหา นักเรียนที่มีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่ดีมักเรียนรู้และแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ดี รวมทั้งมีพื้นฐานการเชื่อมโยงและคิดเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ในระดับสูงขึ้นไปได้ดีด้วย (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, น. 61) การให้นักเรียนได้พัฒนามโนทัศน์เป็นเรื่องสำคัญ เพราะความรู้ในโลกนี้มีอยู่มากมายถ้าผู้สอน

สอนแต่ข้อเท็จจริงโดยให้ข้อมูลต่างๆแล้วให้นักเรียนจดจำรายละเอียดทำให้เกิดความยุ่งยากในการเข้าใจและเป็นการเรียนที่ไม่มีที่สิ้นสุด แต่ถ้าเป็นการเรียนรู้ในลักษณะมโนทัศน์ทำให้ผู้เรียนสามารถประยุกต์ความรู้ที่ได้รับเบื้องต้นหรือมโนทัศน์นั้นๆ ไปสู่ความรู้ใหม่ๆ ได้เรื่อยๆ เพราะมโนทัศน์เป็นรากฐานในการเรียนรู้ในระดับสูงต่อไปการเรียนรู้ข้อสรุปและหลักการการเรียนรู้การแก้ปัญหาตลอดจนการเชื่อมโยงจัดเป็นความรู้ขั้นสูงที่ต้องอาศัย โนทัศน์ดังนั้นหากนักเรียนมีมโนทัศน์พื้นฐานที่ดีย่อมมีความสำคัญต่อการเรียนรู้มโนทัศน์ใหม่ๆ (สิริวรรณ ศรีพหล, 2536, น. 183) แนวทางการพัฒนามโนทัศน์ ซึ่งเป็นแนวคิดของ Lasley & Matczynski (2002) เป็นแนวทางการพัฒนามโนทัศน์ที่ได้พัฒนามาจากแนวคิดของ Taba เน้นให้ครูพัฒนาทักษะการคิดของ นักเรียน คือ การทำให้นักเรียนสามารถแยกแยะแนวคิดต่าง ๆ และขยายจากตัวอย่างเฉพาะไปสู่ ประเภทของมโนทัศน์ที่กว้างขึ้น เป็นการใช้ความคิดในระดับสูงจัดการกับข้อมูลจากแนวคิดและตัวอย่าง เพื่อสรุปเป็นความหมาย

ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Understanding) เป็นองค์ประกอบสำคัญที่ช่วยให้ผู้เรียนสามารถสร้าง พิสูจน์ และค้นพบความรู้ใหม่ ๆ ซึ่งเป็นพื้นฐานของการเรียนรู้เชิงลึกและการเชื่อมโยงความรู้ไปสู่ระดับที่สูงขึ้น การมีความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ช่วยพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ การสื่อสาร และการแก้ปัญหาด้วยวิธีที่สร้างสรรค์และมีประสิทธิภาพ (อัมพร ม้าคนอง 2547, น. 29) เน้นว่าความเข้าใจทางคณิตศาสตร์เป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน นักเรียนที่มีความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ สามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้กับสถานการณ์ที่ซับซ้อนได้ดีขึ้น ในทางตรงกันข้าม การเรียนคณิตศาสตร์ด้วยการท่องจำข้อเท็จจริงหรือขั้นตอนวิธีการโดยปราศจากความเข้าใจ อาจเป็นอุปสรรคสำคัญต่อการนำความรู้ไปใช้เป็นพื้นฐานในการเรียนรู้ในระดับที่สูงขึ้น หากนักเรียนสามารถพัฒนาความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ได้ พวกเขาจะสามารถใช้ยุทธวิธีต่าง ๆ ในการแก้ปัญหาและตัดสินใจได้อย่างมีเหตุผล (ไพทูล นารคร 2549, น. 93-102) คณิตศาสตร์เกิดจากกระบวนการที่ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงแนวคิดใหม่กับความรู้หรือ ประสบการณ์เดิมที่มีอยู่ โดยการเชื่อมโยงดังกล่าวเป็นสิ่งที่ทำให้แนวคิดใหม่มีความหมายต่อ ผู้เรียน ทั้งนี้ นักเรียนที่มีความเข้าใจในระดับลึกจะสามารถใช้ความรู้อย่างยืดหยุ่นในการแก้ปัญหาที่ซับซ้อน และสามารถอธิบายวิธีคิดของตนเองได้อย่างเป็นระบบ Hiebert and Carpenter (1992) ขณะที่ Usiskin (2001) ได้อธิบายว่า ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ประกอบด้วยความสามารถในการใช้ คณิตศาสตร์อย่างสร้างสรรค์ เชื่อมโยงแนวคิดกับสถานการณ์ในชีวิตจริง ตลอดจนสามารถ ถ่ายทอดความคิดทางคณิตศาสตร์ผ่านรูปแบบต่าง ๆ เช่น ภาษา สัญลักษณ์ แผนภาพ แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ซึ่งถือเป็นทักษะขั้นสูงที่ควรได้รับการส่งเสริมในผู้เรียน (Pirie and Kieren, 1992) ได้เสนอรูปแบบการพัฒนาความเข้าใจทางคณิตศาสตร์อย่างเป็นลำดับจำนวน 8 ระดับ ตั้งแต่ระดับความรู้พื้นฐาน การสร้างมโนภาพ การสังเกตสมบัติ การสร้างข้อสรุปเชิง นามธรรม ไปจนถึงการสร้างมโนทัศน์ใหม่ ซึ่งแบบจำลองนี้แสดงให้เห็นถึงความลุ่มลึกของ กระบวนการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์อย่างต่อเนื่อง

และเป็นระบบ หากนักเรียนสามารถพัฒนาความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ได้ พวกเขาจะสามารถใช้ยุทธวิธีต่าง ๆ ในการแก้ปัญหาและตัดสินใจได้อย่างมีเหตุผล Skemp (1976, pp. 20-26) และ NCTM (2000, pp. 20-21)

ปัจจุบันมีทฤษฎีที่ใช้ในการประเมินและอธิบายพัฒนาการเกี่ยวกับระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ในแง่ของการเรียนการสอนมีหลายทฤษฎี ทฤษฎีหนึ่งที่นักวิจัยทางด้านคณิตศาสตรศึกษานำมาใช้ คือ ทฤษฎี APOS ซึ่งเสนอโดยดูบินสกี้ มีเป้าหมายเพื่อใช้เป็นกรอบแนวคิดในการประเมินและอธิบายพัฒนาการเกี่ยวกับระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนว่าเป็นอย่างไร แนวคิดเริ่มต้นของทฤษฎี APOS ซึ่งเป็นผลจากการสรุปได้แนวคิดสำคัญผ่านการคิดสะท้อน (reflective abstraction) ของเพียเจต์ โดยทฤษฎี APOS ได้แบ่งระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เป็น 4 ระดับโดยรายละเอียดแต่ละระดับดูบินสกี้ได้อธิบายไว้ดังนี้ 1) ระดับการกระทำ (action) เป็นระดับที่เกิดจากการตอบสนองต่อสิ่งเร้าภายนอกของตัวผู้เรียนเอง ผู้เรียนระดับนี้สามารถปฏิบัติตามเงื่อนไขหรือคำสั่งตามที่กำหนดให้ได้ 2) ระดับกระบวนการ (process) เป็นการพัฒนาความเข้าใจระดับการกระทำโดยผ่านกระบวนการที่เกิดขึ้นภายใน (interiorization) ของผู้เรียน โดยความเข้าใจระดับนี้ผู้เรียนสามารถสร้างภาพในใจที่เกิดจากการคิด อีกทั้งยังสะท้อนกระบวนการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นนั้น โดยไม่จำเป็นต้องแสดงผ่านการกระทำในแต่ละขั้นตอน 3) ระดับสิ่งที่เรียนรู้(object) เป็นความเข้าใจที่เกิดจากระดับกระบวนการหลาย ๆ กระบวนการที่เกี่ยวข้องกันถูกนำมาเชื่อมโยงเข้าด้วยกันอย่างเหมาะสม ผู้เรียนระดับนี้ตระหนักเกี่ยวกับกระบวนการต่าง ๆ ในแบบองค์รวม และ 4) ระดับแผนภาพทางปัญญา (schema) เป็นความสามารถสำหรับการเลือกเชื่อมโยงความเข้าใจระดับต่าง ๆ รวมถึงจากโครงสร้างการเชื่อมโยงทางปัญญาอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องเพื่อใช้ในการสร้างความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ใหม่ในระดับที่สูงขึ้น (Dubinsky, 1991; Jamwan, 2016) ในเวลาต่อมา ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ ได้บูรณาการวิธีการแบบเปิดในฐานะที่เป็นแนวทางการสอนเข้าไปในกระบวนการศึกษาชั้นเรียน เพื่อให้ครูที่ทำงานร่วมกันในการศึกษาชั้นเรียน นำมาซึ่งแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน (Inprasitha, Pattanajak and Inprasitha, 2010) โดยการจัดการเรียนการสอนด้วยวิธีการแบบเปิด (Open Approach) เป็นการจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ต่าง ๆ ในชั้นเรียนให้มีลักษณะที่เปิดกว้างในการหาคำตอบ มีคำตอบที่ถูกต้องได้หลายคำตอบ หรือมีวิธีการในการหาคำตอบได้หลายวิธี นักเรียนมีการอภิปรายเกี่ยวกับแนวคิดและแง่คิดที่หลากหลาย การพัฒนาแนวคิดและแง่คิดที่หลากหลายนี้จะเกิดจากการทำงานร่วมกับกลุ่มเพื่อน และภายใต้คำแนะนำที่เหมาะสมของครู โดยการจัดการเรียนการสอนด้วยวิธีการแบบเปิด (Open Approach) เป็นวิธีการสอนที่การให้ความสำคัญกับเรื่องความแตกต่างระหว่างบุคคล โดยเฉพาะความแตกต่างทางด้านการคิด เน้นศักยภาพการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน เปิดโอกาสให้นักเรียนได้คิด กว้างคิดหลากหลาย และคิดสร้างสรรค์มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ตามบริบทของเนื้อหา ทำให้เกิดแนวคิดของนักเรียนที่ หลากหลาย โดยมีขั้นตอนการสอน 4 ขั้นตอน ดังนี้ 1) การนำเสนอ

สถานการณ์ปัญหาปลายเปิด (Posing Open-ended Problem) 2) การเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียนผ่านการแก้ปัญหา(Students' Self Learning) 3) การอภิปรายและเปรียบเทียบร่วมกันทั้งชั้นเรียน (Whole Class Discussion) และ 4) การสรุปโดยเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ปรากฏขึ้นในชั้นเรียน (Summarization Through Connecting Student Mathematics Ideas Emerged in the Classroom) แนวคิดของนักเรียนแต่ละคนจะมีความแตกต่างกัน เพราะนักเรียนแต่ละคนจะเห็นปัญหาได้แตกต่างกัน (ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์, 2559, น. 37-42)

แนวคิดของการสร้างโรงเรียนให้เป็นชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพ (Professional Learning Community: PLC) ที่เน้นการเรียนรู้เพื่อพัฒนาวิชาชีพครู โดยเน้นการเรียนรู้ของนักเรียนเป็นหัวใจสำคัญในการพัฒนาครูนั้น จากการศึกษาพบว่า ชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพเป็นแนวคิดที่มุ่งเน้นการพัฒนาการเรียนรู้ของบุคคลและองค์กรที่พัฒนาจากแนวคิดองค์กรแห่งการ เรียนรู้ และพัฒนาต่อมาเป็นโรงเรียนแห่งการเรียนรู้ (Sergiovanni, 1994) ด้วยมุมมองที่มองว่าโรงเรียนเป็นองค์กรที่ค่อนข้างมีระบบสายงาน มีหน้าที่แบบแบ่งแยกแต่ละส่วนอย่างชัดเจนในเชิงระบบการควบคุมคุณภาพการศึกษาจนพัฒนามาเป็นระบบโรงเรียนมาสู่ระบบประกันคุณภาพ หรือที่โรงเรียนเรียกว่า ระบบประกันคุณภาพภายใน แต่ด้วยปัจจัยการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วของโลกในยุคศตวรรษที่ 21 โดยเฉพาะความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีการสื่อสาร ความรู้ที่มีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ทำให้โรงเรียนไม่สามารถยึดคุณภาพเดิมๆ หรือความรู้เดิมๆ ในการจัดการศึกษาที่มีคุณภาพ กล่าวได้ว่าระบบที่มีคุณภาพจึงควรเป็นระบบเปิด ที่มีความยืดหยุ่น ปรับตัวเปลี่ยนแปลงได้อย่างคล่องตัว มีวิสัยทัศน์อย่างเข้าใจในการเปลี่ยนแปลงของโลกอยู่ตลอดเวลา มิใช่เฉพาะความรู้ขององค์กร หรือโรงเรียน แต่หมายถึงประสิทธิภาพในหน่วยย่อยนั้น คือ "ครู" หรือ PLC แนวคิดดังกล่าวสอดคล้องกับกับแนวคิดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ที่นำเสนอต่อสาธารณชนให้เห็นว่า "คุณภาพของผู้เรียนขึ้นอยู่กับคุณภาพในการจัดการศึกษาที่ PLC และครูต้อง ร่วมมือกันรับผิดชอบการเรียนรู้ของนักเรียนเป็นสำคัญ" (วรลักษณ์ ชูกำเนิด, 2557, น. 96) ชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพ (Professional Learning Community : PLC) เป็นกระบวนการสร้างการเปลี่ยนแปลงโดยเรียนรู้จากการปฏิบัติงานของกลุ่มบุคคลที่มารวมตัวกันเพื่อทำงานร่วมกันและสนับสนุนซึ่งกันและกัน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียน ร่วมกันวางเป้าหมายการเรียนรู้ของผู้เรียนและตรวจสอบ สะท้อนผลการปฏิบัติงานทั้งในส่วนบุคคลและผลที่เกิดขึ้นโดยรวม ผ่านกระบวนการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ การวิพากษ์วิจารณ์ การทำงานร่วมกัน การร่วมมือรวมพลัง โดยมุ่งเน้นและส่งเสริมกระบวนการเรียนรู้อย่างเป็นองค์รวม โดยมีการดำเนินการอย่างน้อย 5 ประการ ดังนี้ 1) มีเป้าหมายร่วมกันในการจัดการเรียนรู้ การพัฒนาผู้เรียนให้พัฒนาอย่างเต็มศักยภาพ 2) มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้จากหน้างาน สถานการณ์จริงของชั้นเรียน 3) ทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้องร่วมเรียนรู้และรวมพลัง หนุนเสริมให้เกิดการสร้างความเปลี่ยนแปลงตามเป้าหมาย 4) มีการวิพากษ์ สะท้อนผลการทำงานพัฒนาผู้เรียน

และ 5) มีการสร้าง HOPE ให้ทีมงาน อันประกอบด้วย (1) honesty & humanity เป็นการยึดข้อมูลจริงที่เกิดขึ้นและให้การเคารพกันอย่างจริงใจ (2) option & openness เป็นการเลือกสรรสิ่งที่ดีที่สุดให้ผู้เรียนและพร้อมเปิดเผย เปิดใจเรียนรู้จากผู้อื่น(3) patience & persistence เป็นการพัฒนาความอดทนและความมุ่งมั่นทุ่มเทพยายามจนเกิดผลชัดเจน (4) efficacy & enthusiasm เป็นการสร้างความเชื่อมั่นในผลของวิธีการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับผู้เรียนว่าจะทำให้ผู้เรียนเรียนรู้และกระตือรือร้นที่จะพัฒนาตนเองอย่างเต็มที่ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี)

จากการที่ผู้วิจัยได้ทำการสังเกตและทดลองสอนที่โรงเรียนสารคามพิทยาคม จังหวัดมหาสารคาม ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคการเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 และจากประสบการณ์ในการฝึกประสบการณ์วิชาชีพในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2568 พบว่านักเรียนส่วนมากไม่ชอบการเรียนในรายวิชาคณิตศาสตร์ เขียนแสดงวิธีทำในการหาคำตอบยังไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ นั่นแสดงว่านักเรียนไม่มีมโนทัศน์และเข้าใจทางคณิตศาสตร์ที่มากพอ โดยเฉพาะในเรื่อง สถิติ ซึ่งเป็นเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับการตั้งคำถามทางสถิติ การรวบรวมข้อมูล การจัดหมวดหมู่ข้อมูล การนำเสนอข้อมูลในรูปแบบต่าง ๆ เช่น ตาราง แผนภูมิแท่ง แผนภูมิรูปภาพ กราฟเส้น และแผนภูมิรูปวงกลม รวมทั้งการแปลความหมายของข้อมูล นักเรียนจำนวนมากประสบปัญหาในการเข้าใจแนวคิดพื้นฐาน เช่น ความแตกต่างระหว่างข้อมูลเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ การเลือกวิธีการนำเสนอข้อมูลที่เหมาะสม หรือการอ่านและตีความความหมายของแผนภูมิรูปภาพและแผนภูมิวงกลมได้อย่างถูกต้อง นักเรียนบางคนสามารถเขียนแผนภูมิจากข้อมูลที่ให้มาได้ตามแบบอย่าง แต่ไม่สามารถอธิบายเหตุผลว่าทำไมจึงต้องใช้แผนภูมิรูปแบบนั้น หรือไม่เข้าใจความหมายของการกำหนดสัญลักษณ์แทนค่าข้อมูล เช่น “1 รูปภาพแทน 5 คน” ส่งผลให้นักเรียนไม่สามารถเชื่อมโยงแนวคิดทางสถิติเข้ากับสถานการณ์จริง หรือนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาใหม่ ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งเป็นรากฐานสำคัญของการคิดเชิงเหตุผล การวิเคราะห์ความสัมพันธ์สถิติและการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในระดับที่สูงขึ้น เพื่อพัฒนาความเข้าใจอย่างแท้จริงจึงจำเป็นต้องจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ และเปิดโอกาสให้นักเรียนได้สำรวจและสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ผู้วิจัยจึงเสนอการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC) ซึ่งเป็นแนวทางที่เน้นให้ผู้เรียนมีบทบาทในการคิดและแสดงความคิดอย่างอิสระ ผ่านสถานการณ์ปัญหาที่มีความหลากหลาย โดยมีการลงมือสร้าง ทดลอง ตรวจสอบสมบัติ และอภิปรายร่วมกันในห้องเรียน วิธีแบบเปิดนี้จะช่วยให้นักเรียนเกิดกระบวนการเรียนรู้เชิงรุก เข้าใจเนื้อหาสถิติอย่างลึกซึ้ง พัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และเสริมสร้างทักษะการสื่อสาร การคิดวิเคราะห์ และความมั่นใจในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ จากเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยจึงมีความสนใจ ที่จะศึกษาวิธีการจัดการเรียนรู้แบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC) ตามกรอบแนวคิดทฤษฎี APOS ที่ส่งผลต่อการพัฒนามโนทัศน์และความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ และความพึงพอใจในการจัดกิจกรรม

การเรียนรู้ด้วยวิธีแบบเปิดของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสารคามพิทยาคม เพื่อเป็นข้อมูลให้ครูผู้สอนส่งเสริมสร้างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้นั้น และทำให้ผู้วิจัยได้ทราบถึงปัญหาที่มีความแตกต่างกันของแต่ละบุคคล และสามารถหาแนวทางการส่งเสริมระดับความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ตามกรอบแนวคิดทฤษฎี APOS ของนักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น และผลการวิจัยที่ได้จะทำให้ผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องสามารถนำข้อมูลไปใช้เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ตามกรอบแนวคิดทฤษฎี APOS ของนักเรียนโดยการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC) เพื่อยกระดับมโนทัศน์ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนให้สูงขึ้นต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย

1.2.1 เพื่อพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิธีแบบเปิด (open approach) ร่วมกับชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70

1.2.2 เพื่อเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ตามกรอบทฤษฎี APOS โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเปิด (open approach) ร่วมกับชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กับเกณฑ์ร้อยละ 70

1.2.3 เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิธีแบบเปิด (open approach) ร่วมกับชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC)

1.3 สมมติฐานการวิจัย

คะแนนเฉลี่ยของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และคะแนนเฉลี่ยของความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ตามกรอบทฤษฎี APOS โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเปิด (open approach) ร่วมกับชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

1.4 ขอบเขตการวิจัย

1.4.1 ประชากร

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสารคามพิทยาคม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 26 อำเภอเมืองมหาสารคาม จังหวัดมหาสารคาม ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2568

จำนวน 10 ห้องเรียน รวมจำนวนนักเรียนทั้งหมด 400 คน ซึ่งผู้เรียนในแต่ละห้องมีความสามารถในการเรียนรู้คละกัน คือ เก่ง อ่อน และปานกลาง

1.4.2 กลุ่มตัวอย่าง

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/11 โรงเรียนสารคามพิทยาคม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 26 อำเภอเมืองมหาสารคาม จังหวัดมหาสารคาม ที่เรียนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2568 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 40 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) เนื่องจากผู้เรียนในแต่ละห้องมีความสามารถในการเรียนรู้คละกัน คือ เก่ง อ่อน และปานกลาง

1.4.3 ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

ตัวแปรต้น คือ การจัดการเรียนรู้แบบเปิด (open approach) ร่วมกับชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC) ตามกรอบทฤษฎี APOS

ตัวแปรตาม คือ มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์, ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์

1.4.4 เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ในรายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม (ค21202) เรื่อง สถิติ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

1.4.5 ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ระยะเวลาที่ใช้ในการดำเนินการวิจัย คือ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2568

1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ

1.5.1 มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความคิดรวบยอดเกี่ยวกับเรื่องใดเรื่องหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ในด้านการคิดคำนวณ ความสัมพันธ์กับจำนวน โดยสามารถสรุปความเข้าใจที่ได้ออกมาในรูปนิยามหรือความหมายเรื่องนั้น รวมไปถึงการให้เหตุผลอย่างมีระบบหรือรูปร่างลักษณะภายนอกของสิ่งของอันเกิดจากการสังเกตหรือการได้รับประสบการณ์แล้วนำลักษณะนั้นมาประมวลเข้าด้วยกันเป็นข้อสรุปทางคณิตศาสตร์

1.5.2 ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการถ่ายทอดความรู้ที่นักเรียนแสดงออกมาผ่านการลงมือแก้ปัญหา การให้เหตุผล รวมทั้งการอธิบายเป็นคำพูด ท่าทาง ข้อความ รูปภาพและสัญลักษณ์ต่างๆ จนสามารถเชื่อมโยงความรู้และสร้างความคิดรวบยอดหรือนิยามทางคณิตศาสตร์ที่มีความหมายต่อตนเองได้

1.5.3 ระดับความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ตามกรอบทฤษฎี APOS หมายถึง ระดับของความเข้าใจในแนวคิด หลักการ สัญลักษณ์ และกระบวนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยระดับ

ความเข้าใจตามแนวคิดของ (Dubinsky & McDonald, 2001) ที่ได้เสนอทฤษฎี APOS Theory ซึ่งจำแนกระดับความเข้าใจทางคณิตศาสตร์เป็น 4 ระดับ ได้แก่

ระดับที่ 1 ความเข้าใจระดับการจัดกระทำ (Action) หมายถึง ความรู้แจ้ง หรือการกระทำที่เกิดขึ้นเมื่อนักเรียนสามารถปฏิบัติตามเงื่อนไข คำสั่งในสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ได้อย่างเป็นลำดับขั้นตอน ซึ่งจะต้องทำแต่ละขั้นตอนให้เสร็จก่อนที่จะทำขั้นตอนต่อไป

ระดับที่ 2 ความเข้าใจระดับกระบวนการ (Process) หมายถึง ความรู้แจ้ง หรือการกระทำที่เกิดขึ้นเมื่อนักเรียนสามารถ พัฒนาความเข้าใจระดับการจัดกระทำหรือการคิดคำนวณหลายๆ ครั้งจนกระทั่งสามารถใช้ความรู้ความเข้าใจที่เกี่ยวข้องคาดการณ์ผลของการดำเนินการและสามารถสร้างกระบวนการใหม่ของการดำเนินการได้ ในทางตรงกันข้าม วิธีการจัดกระทำนั้นไม่จำเป็นต้องแสดงการกระทำในแต่ละขั้นตอนออกมา

ระดับที่ 3 ความเข้าใจในระดับวัตถุ (Object) หมายถึง ความรู้แจ้ง หรือการกระทำ ที่เกิดจากการที่ความเข้าใจระดับกระบวนการหลายๆ กระบวนการที่เกี่ยวข้องกันถูกนำมาเชื่อมโยงอย่างเหมาะสม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของโครงสร้างเชิงการรู้

ระดับที่ 4 ความเข้าใจในระดับแผนภาพทางปัญญา (Schema) หมายถึง สามารถนำไปใช้ สร้างความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ในระดับที่สูงขึ้นหรือนำไปใช้ในการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนมากขึ้นได้ หรือกล่าวได้ว่าเป็นความสามารถของนักเรียนในการใช้ความรู้ความเข้าใจในระดับกระบวนการไปสร้างความคิดรวบยอด (Concept) ใหม่ได้

1.5.4 การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด (Open Approach) หมายถึง รูปแบบการจัดการเรียนรู้รูปแบบหนึ่งที่เปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงแนวคิดหรือแนวทางการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ไม่ใช่ครูเป็นผู้แนะคำตอบ โดยใช้ยุทธวิธีที่นักเรียนนั้นมั่นใจ จากการจัดการเรียนรู้ที่เน้นรูปแบบหรือกระบวนการในการแก้ปัญหา โดยใช้สถานการณ์ปัญหาปลายเปิดเป็นหลัก และสอดแทรกแนวคิดทฤษฎี APOS ในแต่ละขั้นตอนของของการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด เพื่อกระตุ้นให้เกิดกระบวนการคิดวิเคราะห์ เชื่อมโยงสถานการณ์กับปัญหาที่พบเจอในชีวิตที่นำไปสู่คำตอบ หรือแนวทางการแก้ปัญหานั้น ๆ โดยมีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้

การนำเสนอปัญหาปลายเปิด (Posing Open-Ended Problem)
เป็นการนำเสนอปัญหาปลายเปิดให้กับผู้เรียน โดยจุดเน้นของการนำเสนอปัญหาคือ การทำให้ปัญหานั้นเป็นปัญหาของผู้เรียนให้ได้

การเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียนผ่านการแก้ปัญหา (Students' Self Learning)
เป็นการให้ผู้เรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง ในขณะที่กำลังแก้ปัญหา โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้จากการเรียนรู้ด้วยตนเองเพียงคนเดียว ไปสู่การเรียนรู้ร่วมกับผู้อื่น

การอภิปรายและเปรียบเทียบร่วมกันทั้งชั้นเรียน (Whole Class Discussion) เป็นการนำแนวคิดที่หลากหลายของผู้เรียนมาอภิปรายทั้งชั้น เพื่อให้ผู้เรียนคนอื่น ๆ ในชั้นได้มีโอกาสเรียนรู้จากแนวคิดของเพื่อน

การสรุปโดยเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ปรากฏขึ้นในชั้นเรียน (Summarization Through Connecting Students' Mathematics Ideas Emerged in the Classroom) เป็นการขยายแนวคิดโดยการเชื่อมโยงจากแนวคิดต่าง ๆ ของผู้เรียนที่เกิดขึ้นในห้องเรียนในขั้นการเรียนรู้ด้วยตัวเองของผู้เรียน และขั้นการอภิปรายทั้งชั้นเรียนสามารถย้อนกลับไปกลับมาได้ เช่น ในกรณี ที่มีแนวคิดของผู้เรียนเกิดขึ้น บางครั้งอาจไม่ต้องรอให้แนวคิดเกิดขึ้นเต็มทั้งชั้นเรียน ครูสามารถนำแนวคิดมาอภิปรายในขณะนั้นได้

1.5.5 ชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพ (PLC) หมายถึง การรวมตัว ร่วมมือร่วมใจ และร่วมเรียนรู้ร่วมกันของครู ผู้บริหาร ครู นักวิชาการ นักเรียน เพื่อการเรียนรู้และพัฒนาวิชาชีพบนพื้นฐานความสัมพันธ์แบบกัลยาณมิตร มีวิสัยทัศน์ คุณค่า เป้าหมาย และภารกิจร่วมกัน โดยทำงานร่วมกันแบบทีมที่มีครูเป็นผู้นำร่วมกัน และผู้บริหารเป็นผู้ดูแลสนับสนุนสู่การเรียนรู้และพัฒนาวิชาชีพเปลี่ยนแปลง คุณภาพตนเอง ถือว่าทุกคนคือคนเชี่ยวชาญในงานนั้น จึงเรียนรู้ร่วมกัน

1.5.6 แบบทดสอบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ชุดของข้อคำถาม เงื่อนไข ปัญหาสถานการณ์ เกี่ยวกับสถิติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปี ที่ 1 โดยผู้ถูกทดสอบจะได้แสดงวิธีการการคิดเพื่อวัดความเข้าใจในเนื้อหา ซึ่งเป็นเครื่องมือ ที่ใช้ในการประเมิน เปรียบเทียบ วัดผลเกี่ยวกับการพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์อย่างเป็นระบบ และมีกฎเกณฑ์ในการตรวจให้คะแนนอย่างสมเหตุสมผล ซึ่งแบบทดสอบทดสอบที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้เป็นแบบทดสอบอัตนัยแบบกำหนดขอบเขตของคำตอบและมีเกณฑ์การให้ คะแนนโดยวิธีวิเคราะห์ย่อย จำนวน 10 ข้อ

1.5.7 แบบทดสอบความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ชุดของข้อคำถาม เงื่อนไข ปัญหาสถานการณ์ เกี่ยวกับสถิติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปี ที่ 1 โดยผู้ถูกทดสอบจะได้แสดงวิธีการการคิดเพื่อวัดความเข้าใจในเนื้อหา ซึ่งเป็นเครื่องมือ ที่ใช้ในการประเมิน เปรียบเทียบ วัดผลเกี่ยวกับการพัฒนาความเข้าใจทางคณิตศาสตร์อย่างเป็นระบบ และมีกฎเกณฑ์ในการตรวจให้คะแนนอย่างสมเหตุสมผล ซึ่งแบบทดสอบทดสอบที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้เป็นแบบทดสอบอัตนัยแบบกำหนดขอบเขตของคำตอบและมีเกณฑ์การให้ คะแนนโดยวิธีวิเคราะห์ย่อย จำนวน 10 ข้อ

1.5.8 ประสิทธิภาพของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 70/70 หมายถึง ความสามารถของการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีแบบเปิด (Open approach) ที่ทำให้ผู้เรียนเกิดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ทางการเรียนที่ดีขึ้น ในเรื่อง สถิติ ซึ่งมีเกณฑ์ 70/70 โดยกำหนด ตัวเลขเป็นร้อยละของคะแนนเฉลี่ย มีค่าดังนี้

70 ตัวแรก หมายถึง ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทุกคนที่ได้จากการที่ได้จากการทำใบกิจกรรมในบทเรียนระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเปิด

(Open approach) ร่วมกับชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC) เพื่อพัฒนาความมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีค่าตั้งแต่ร้อยละ 70 ขึ้นไป

70 ตัวหลัง หมายถึง ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทุกคนที่ได้จากการที่ได้จากการแบบทดสอบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ในการคิดวิเคราะห์ทางการเรียนหลังการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเปิด (Open approach) ร่วมกับชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC) เรื่อง สถิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีค่าตั้งแต่ร้อยละ 70 ขึ้นไป

1.5.9 เกณฑ์คะแนน 70 คะแนน หมายถึง ค่าคะแนนขั้นต่ำที่ยอมรับว่านักเรียนมีระดับความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ผ่านเกณฑ์ ซึ่งในที่นี้กำหนดเกณฑ์คะแนน 70 คะแนน โดยการเปรียบเทียบคะแนน วิเคราะห์ได้จากแบบทดสอบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ แบบทดสอบความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเปิด (Open approach) ร่วมกับชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งวิเคราะห์จาก คะแนนทำแบบทดสอบหลังเรียนแล้วนำคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไปของคะแนนรวม ใช้สถิติเทียบกับเกณฑ์ ซึ่งเป็นเกณฑ์ในระดับดี ที่กำหนดตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษา พุทธศักราช 2551

1.5.10 ความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวิธีแบบเปิด (Open Approach) หมายถึง ระดับความรู้สึกนึกคิด หรือพฤติกรรมของนักเรียนในเชิงบวกของบุคคล ที่เป็นผลจากการเปรียบเทียบต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เข้าใจและได้สัมผัสจริง กับความคาดหวังของบุคคลดังนั้น โดยวัดได้จากแบบสอบถามความพึงพอใจแบบมาตราส่วนการประเมินค่า 5 ระดับ คือพึงพอใจมากที่สุด พึงพอใจมาก พึงพอใจปานกลาง พึงพอใจน้อย และพึงพอใจน้อยที่สุด เพื่อให้ครูได้ข้อมูลในการปรับปรุงการจัดการเรียนรู้และพัฒนาระดับความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนให้ดี

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ผลการวิจัยในครั้งนี้ จะเป็นข้อสนเทศที่ช่วยให้ครูผู้สอนในรายวิชาคณิตศาสตร์ และผู้เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ดังนี้

1.6.1 ได้แนวทางในการพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ตามกรอบทฤษฎี APOS โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเปิด (open approach) ร่วมกับชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

1.6.2 ได้แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามกรอบทฤษฎี APOS โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเปิด (open approach) ร่วมกับชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC) ที่สามารถนำไปพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนให้ดีขึ้น

1.6.3 นักเรียนมีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ดีขึ้น จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้คิด วิเคราะห์ อภิปราย และแลกเปลี่ยนแนวคิดร่วมกัน

1.6.4 ครูผู้สอนสามารถใช้เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเปิด (open approach) ร่วมกับชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC) ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับเนื้อหาคณิตศาสตร์อื่น ๆ เพื่อส่งเสริมการจัดการเรียนรู้ในการพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ตามกรอบทฤษฎี APOS ของนักเรียนให้สูงขึ้น

1.6.5 ผู้เกี่ยวข้องและผู้สนใจศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามกรอบทฤษฎีAPOS โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเปิด (open approach) ร่วมกับชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC) สามารถประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาด้านอื่น ๆ ให้เหมาะสมกับผู้เรียน โดยพิจารณาลักษณะผู้เรียนที่มีความแตกต่างระหว่างบุคคล

บทที่ 2
การทบทวนวรรณกรรม

ในการวิจัย เรื่อง การศึกษามโนทัศน์และความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ตามกรอบทฤษฎี APOS โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเปิด (open approach) ร่วมกับชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้วิจัยได้ ดำเนินการศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังต่อไปนี้

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
2. มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์
3. ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์
4. ระดับความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ตามกรอบแนวคิดทฤษฎี APOS
5. การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีแบบเปิด (Open Approach)
6. ชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC)
7. สถิติทดสอบ
8. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล
9. การสร้างและการหาคุณภาพเครื่องมือ
10. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
11. กรอบแนวคิดงานวิจัย

2.1 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ได้กล่าวถึงรายละเอียดของหลักสูตรตามหัวข้อต่อไปนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, น. 1-5)

2.1.1 ทำไมต้องเรียนคณิตศาสตร์

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อความสำเร็จในการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เนื่องจากคณิตศาสตร์ ช่วยให้มนุษย์มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างรอบคอบและถี่ถ้วน ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน

ตัดสินใจ แก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องเหมาะสมและสามารถนำไปใช้ในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และศาสตร์อื่น ๆ อันเป็นรากฐานในการพัฒนา ทรัพยากรบุคคลของชาติให้มีคุณภาพและพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศให้ทัดทียมกับนานาชาติ การศึกษาคณิตศาสตร์จึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ทันสมัยและสอดคล้องกับสภาพเศรษฐกิจ สังคม และความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็วในยุคโลกาภิวัตน์

ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ฉบับนี้ จัดทำขึ้นโดยคำนึงถึงการส่งเสริมให้ผู้เรียน มีทักษะที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เป็นสำคัญ นั่นคือการเตรียมผู้เรียนให้มีทักษะด้านการคิดวิเคราะห์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การแก้ปัญหา การคิดสร้างสรรค์ การใช้เทคโนโลยี การสื่อสารและการร่วมมือ ซึ่งจะส่งผลให้ผู้เรียนรู้เท่าทันการเปลี่ยนแปลง ของระบบเศรษฐกิจ สังคม วัฒนธรรม และสภาพแวดล้อม สามารถแข่งขันและอยู่ร่วมกับประชาคมโลกได้ ทั้งนี้ งนี้การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ประสบความสำเร็จนั้น จะต้องเตรียมผู้เรียนให้มีความพร้อมที่จะเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ พร้อมที่จะประกอบอาชีพเมื่อจบการศึกษา หรือสามารถศึกษาต่อในระดับที่สูงขึ้น ดังนั้นสถานศึกษาควรจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมตามศักยภาพของผู้เรียน

2.1.2 เรียนรู้อะไรในคณิตศาสตร์

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์จัดเป็น 3 สาระ ได้แก่ จำนวนและพีชคณิต การวัดและเรขาคณิต และสถิติและความน่าจะเป็น

2.1.2.1 จำนวนและพีชคณิต เรียนรู้เกี่ยวกับระบบจำนวนจริง สมบัติเกี่ยวกับจำนวนจริง อัตราส่วน ร้อยละ การประมาณค่า การแก้ปัญหาเกี่ยวกับจำนวน การใช้จำนวนในชีวิตจริง แบบรูป ความสัมพันธ์ฟังก์ชัน เซต ตรรกศาสตร์นิพจน์ เอกนาม พหุนาม สมการ ระบบสมการ อสมการ กราฟ ดอกเบี้ยและมูลค่าของเงิน ลำ ดับและอนุกรม และการนำ ความรู้เกี่ยวกับจำนวนและพีชคณิตไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

2.1.2.2 การวัดและเรขาคณิต เรียนรู้เกี่ยวกับความยาว ระยะทาง น้ำ หนัก พื้นที่ ปริมาตรและความจุ เงินและเวลา หน่วยวัดระบบต่าง ๆ การคาดคะเน เกี่ยวกับการวัด อัตราส่วน ตรีโกณมิติรูปเรขาคณิตและสมบัติของรูปเรขาคณิต การนึกภาพ แบบจำ ลองทางเรขาคณิต ทฤษฎีบททางเรขาคณิต การแปลงทาง เรขาคณิตในเรื่องการเลื่อนขนาน การสะท้อน การหมุน และการนำความรู้เกี่ยวกับ การวัดและเรขาคณิต ไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

2.1.2.3 สถิติและความน่าจะเป็น เรียนรู้เกี่ยวกับการตั้งคำ ถามทางสถิติ การเก็บรวบรวมข้อมูล การคำ นวณค่าสถิติการนำ เสนอและแปลผลสำ หรับ ข้อมูลเชิงคุณภาพและ

เชิงปริมาณ หลักการนับเบื้องต้น ความน่าจะเป็น การแจกแจงของตัวแปรสุ่ม การใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็น ในการอธิบายเหตุการณ์ต่าง ๆ และช่วยในการตัดสินใจ

2.1.3 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต

มาตรฐาน ค1.1 เข้าใจความหลากหลายของการแสดงจำนวน ระบบจำนวนการดำเนินการของจำนวน ผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการ สมบัติของการดำเนินการ และนำไปใช้

มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป ความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน ลำดับและอนุกรม และนำ ไปใช้

มาตรฐาน ค 1.3 ใช้นิพจน์สมการ และอสมการ อธิบายความสัมพันธ์ หรือช่วยแก้ปัญหาที่กำหนดให้

สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเน ขนาดของสิ่งที่ต้องการวัดและนำ ไปใช้

มาตรฐาน ค 2.2 เข้าใจและวิเคราะห์รูปเรขาคณิต สมบัติของ รูปเรขาคณิต ความสัมพันธ์ระหว่าง รูปเรขาคณิต และทฤษฎีบททางเรขาคณิต และนำไปใช้

สาระที่ 3 สถิติและความน่าจะเป็น

มาตรฐาน ค 3.1 เข้าใจกระบวนการทางสถิติและใช้ความรู้ทางสถิติในการแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 3.2 เข้าใจหลักการนับเบื้องต้น ความน่าจะเป็น และนำไปใช้

2.1.4 คุณภาพของผู้เรียน

ผู้เรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น เมื่อเรียนครบทุกผลการเรียนรู้ มีคุณภาพดังนี้

2.1.4.1 มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับจำนวนจริง ความสัมพันธ์ของจำนวนจริงสมบัติของจำนวนจริง และใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

2.1.4.2 มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับอัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ และใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการ แก้ปัญหาในชีวิตจริง

2.1.4.3 มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม และใช้ความรู้ ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

2.1.4.4 มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร และอสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว และใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

2.1.4.5 ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับพหุนาม การแยกตัวประกอบของพหุหาม สมการกำลังสอง และใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

2.1.4.6 มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับคู่อันดับ กราฟของความสัมพันธ์ และฟังก์ชันกำลังสอง และใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

2.1.4.7 มีความรู้ความเข้าใจทางเรขาคณิตและใช้เครื่องมือ เช่น วงเวียนและสันตรง รวมทั้งโปรแกรม The Geometer's Sketchpad หรือโปรแกรมเรขาคณิตพลวัตอื่น ๆ เพื่อสร้างรูปเรขาคณิต ตลอดจนนำ ความรู้เกี่ยวกับการสร้างนี้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

2.1.4.8 มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับรูปเรขาคณิตสองมิติและรูปเรขาคณิตสามมิติ และใช้ความรู้ความ เข้าใจนี้ในการหาความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและรูปเรขาคณิตสามมิติ

2.1.4.9 มีความรู้ความเข้าใจในเรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึม ทรงกระบอก พีระมิด กรวย และ ทรงกลม และใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

2.1.4.10 มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสมบัติของเส้นขนาน รูปสามเหลี่ยมที่เท่ากันทุกประการ รูปสามเหลี่ยมคล้าย ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับ และนำ ความรู้ความเข้าใจนี้ไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

2.1.4.11 มีความรู้ความเข้าใจในเรื่องการแปลงทางเรขาคณิต และนำความรู้ความเข้าใจนี้ไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

2.1.4.12 มีความรู้ความเข้า ใจ ในเรื่องอัตราส่วนตรี โกณมิติ และนำความรู้ความเข้าใจนี้ ไป ใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

2.1.4.13 มีความรู้ความเข้าใจในเรื่องทฤษฎีบทเกี่ยวกับวงกลม และนำความรู้ความเข้าใจนี้ไปใช้ในการ แก้ปัญหาคณิตศาสตร์

2.1.4.14 มีความรู้ความเข้าใจทางสถิติในการนำ เสนอข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และแปลความหมายข้อมูล ที่เกี่ยวข้องกับแผนภาพจุด แผนภาพต้น-ใบ ฮิสโทแกรม ค่ากลางของข้อมูล และแผนภาพกล่อง และใช้ความรู้ความเข้าใจนี้รวมทั้งนำ สถิติไปใช้ในชีวิตจริงโดยใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม

2.1.4.15 มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับความน่าจะเป็น และใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

2.1.5 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถที่จะนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้ และสามารถประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในที่นี้ เน้นที่ทักษะและกระบวนการที่จำเป็น และต้องการพัฒนาให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน ได้แก่ ความสามารถต่อไปนี้

2.1.5.1 การแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา คิดวิเคราะห์วางแผนแก้ปัญหา และเลือกใช้วิธีการที่เหมาะสม โดยคำนึงถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ พร้อมทั้งตรวจสอบความถูกต้อง

2.1.5.2 การสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถในการใช้รูป ภาษา และสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร สื่อความหมาย สรุปผล และนำเสนอได้อย่างถูกต้อง ชัดเจน

2.1.5.3 การเชื่อมโยง เป็นความสามารถในการใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือ ในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เนื้อหาต่าง ๆ หรือศาสตร์อื่น ๆ และนำไปใช้ในชีวิตจริง

2.1.5.4 การให้เหตุผล เป็นความสามารถในการให้เหตุผล รับฟังและให้เหตุผลสนับสนุน หรือโต้แย้ง เพื่อการสรุป โดยมีข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์รองรับ

2.1.5.5 การคิดสร้างสรรค์ เป็นความสามารถในการขยายแนวคิดที่มีอยู่เดิม หรือสร้างแนวคิดใหม่ เพื่อปรับปรุงและพัฒนาองค์ความรู้

2.1.6 คำอธิบายรายวิชาและโครงสร้างรายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม ชั้นมัธยม ศึกษาปีที่ 1

คำอธิบายรายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม (ห้องเรียนทั่วไป) รหัสวิชา ค21202 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เวลา 40 ชั่วโมง จำนวน 1 หน่วยกิต

ศึกษาฝึกทักษะกระบวนการคิดคำนวณ และฝึกการแก้ปัญหาเกี่ยวกับ

การสร้างทางเรขาคณิต พื้นฐานทางเรขาคณิต ความหมายของจุด เส้นตรง ส่วนของเส้นตรง รังสี และมุมการสร้างรูปเรขาคณิตโดยใช้วงเวียนและสันตรง การสร้างรูปเรขาคณิตอย่างง่ายโดยใช้การสร้างพื้นฐานการสำรวจสมบัติทางเรขาคณิต

สถิติ การตั้งคำถามทางสถิติการเก็บรวบรวมข้อมูล การนำเสนอข้อมูลในรูปแผนภูมิรูปภาพ แผนภูมิแท่ง กราฟเส้น และแผนภูมิรูปวงกลม การแปลความหมายข้อมูล การนำสถิติไปใช้ในชีวิตจริง โดยจัดประสบการณ์หรือสร้างสถานการณ์ในชีวิตประจำวันที่ใกล้ตัวให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าโดยการปฏิบัติจริง ทดลอง สรุป รายงาน เพื่อพัฒนาทักษะ/กระบวนการในการคิดคำนวณ การแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และนำประสบการณ์ด้านความรู้ความคิด ทักษะกระบวนการที่ได้ไปใช้ในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ และใช้ในชีวิตประจำวันอย่างสร้างสรรค์ รวมทั้งเห็นคุณค่าและมีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ สามารถทำงานอย่างเป็นระบบระเบียบ มีความรอบครอบ มีความรับผิดชอบ มีวิจารณญาณและมีความเชื่อมั่นในตนเองการวัดและประเมินผล ใช้วิธีที่หลากหลายตามสภาพความเป็นจริงให้สอดคล้องกับเนื้อหาและทักษะที่ต้องการวัด

ตารางที่ 2.1 โครงสร้างรายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม ค21202 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2

ลำดับที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	มาตรฐาน /ตัวชี้วัด	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนักคะแนน
1	การสร้างทางเรขาคณิต	ค 2.2 ม. 1/1	- รูปเรขาคณิตพื้นฐาน	1	45
			- การสร้างพื้นฐานทางเรขาคณิต	4	
			- การสร้างรูปเรขาคณิต	10	
			- การประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน	3	
			- สอบท้ายบท	1	
การวัดผลกลางภาคเรียน				1	
2	สถิติ	ค 3.1 ม.1/1	- คำถามทางสถิติ	2	55
			- การเก็บรวบรวมข้อมูล	6	
			- การนำเสนอข้อมูลและการแปลความหมายข้อมูล	10	
			- สอบท้ายบท	1	
การวัดผลปลายภาคเรียน				1	
รวมตลอดภาคเรียน				40	100

จากตารางที่ 2.1 พบว่า โครงสร้างรายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม รหัสวิชา ค21202 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 จำนวน 1 หน่วยกิต ประกอบด้วย 2 หน่วยการเรียนรู้ โดยหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 การสร้างทางเรขาคณิต จำนวน 19 ชั่วโมง หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 สถิติ จำนวน 19 ชั่วโมง รวมถึงการทดสอบกลางภาคและการทดสอบปลายภาค จำนวน 2 ชั่วโมง ชั่วโมงรวมระยะ เวลาทั้งสิ้น 40 ชั่วโมง ตลอดภาคการเรียนที่ 2

สรุปได้ว่า หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) ข้างต้น ประกอบด้วย ความสำคัญ ของวิชาคณิตศาสตร์ เรียนรู้อะไรในคณิตศาสตร์ สาระคณิตศาสตร์เพิ่มเติม ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ คุณภาพของผู้เรียน และโครงสร้างเนื้อหารายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม เป็นกรอบและทิศทางในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เพื่อพัฒนานักเรียนให้มีคุณภาพด้านความรู้และทักษะที่จำเป็นสำหรับการดำรงชีวิตในสังคม ทั้งนี้ผู้วิจัยมีจุดมุ่งหมายเพื่อให้นักเรียนเข้าใจถึง เรื่อง สถิติ ซึ่งอยู่ในสาระที่ 3 สถิติและความน่าจะเป็น มีเนื้อหาเกี่ยวกับการตั้งคำถาม

ทางสถิติ การเก็บรวบรวมข้อมูล การนำเสนอข้อมูลและการแปลความหมายข้อมูลในรูปแบบต่าง ๆ เช่น แผนภูมิรูปภาพ แผนภูมิแท่ง กราฟเส้น และการนำความรู้เกี่ยวกับสถิติไปใช้ในชีวิตจริง ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ส่งเสริมให้พัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ทั้งนี้ ผู้วิจัยจึงนำเรื่อง สถิติ โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิธีแบบเปิด (open approach) ร่วมกับชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC) เพื่อเป็นการพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ตามกรอบแนวคิดทฤษฎี APOS ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ให้สูงขึ้น รวมถึงพัฒนานักเรียนให้มีคุณภาพด้านความรู้ ความสามารถ และทักษะที่จำเป็นสำหรับการดำรงชีวิตในสังคมต่อไป

2.2 มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Concept) เป็นความคิดรวบยอด ความเข้าใจในเนื้อหาหรือขั้นตอนวิธีทางคณิตศาสตร์ และสามารถสรุปความเข้าใจออกมาเป็นความหมาย ทฤษฎี บท กฎ สูตร หรือนิยามได้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, น. 61) นักการศึกษาเกี่ยวกับเรื่องนี้ ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า มโนทัศน์เป็นรากฐานในการเรียนรู้ในระดับสูงต่อไปการเรียนรู้ข้อสรุปและหลักการการเรียนรู้การแก้ปัญหาตลอดจนการเชื่อมโยง จัดเป็นความรู้ขั้นสูงที่ต้องอาศัย โนทัศน์ดังนั้นหากนักเรียนมีมโนทัศน์พื้นฐานที่ดีย่อมมีความสำคัญต่อการเรียนรู้มโนทัศน์ใหม่ๆ (สิริวรรณ ศรีพหล, 2536, น. 183) โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.2.1 ความหมายมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

นักการศึกษา ได้ให้ความหมายของคำว่า มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ไว้ดังต่อไปนี้

Wilson (1971, p. 645) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการสรุปความหมายของสิ่งที่ได้รับจากการเรียนตามความเข้าใจของตนเอง และนำข้อเท็จจริงของเนื้อหาที่ได้เรียนแล้วมาสร้างความสัมพันธ์กัน

Good (1973, p. 118) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความคิด ความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่งหรือเรื่องใดเรื่องหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ในด้านการคิดคำนวณ ความสัมพันธ์กับจำนวน รวมไปถึงการให้เหตุผลอย่างมีระบบหรือรูปร่างลักษณะภายนอกของสิ่งของอันเกิดจากการสังเกตหรือการได้รับประสบการณ์แล้วนำลักษณะนั้นมาประมวลเข้าด้วยกันเป็นข้อสรุปทางคณิตศาสตร์

Cooney Davis and Henderson (1975, p. 85) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า ความเข้าใจเกี่ยวกับวิชาคณิตศาสตร์ที่ได้เรียนรู้ โดยนักเรียนสามารถสรุปความเข้าใจที่ได้ออกมาในรูปนิยามหรือความหมายเรื่องนั้น

Eggen and Kauchak (1992, p. 108) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความคิด ความเข้าใจของบุคคลที่มีต่อสิ่งเร้า ซึ่งบุคคลสามารถจัดประเภทหรือจัดกลุ่มของสิ่งเร้าที่มีคุณสมบัติบางประการร่วมกัน โดยผ่านกระบวนการเรียนรู้

Toumasis (1995, p. 98) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความคิดครั้งสุดท้ายเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ที่เกิดจากการเรียนรู้ของ นักเรียนที่มีต่อสิ่งเร้า โดยนักเรียนสามารถแยกประเภทของสิ่งเร้าที่มีความสัมพันธ์กันและไม่สัมพันธ์กันได้

Cockburn and Littler (2010, pp. 3-6) ได้กล่าวว่า มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เป็นความคิดสำคัญในการทำความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับเนื้อหาคณิตศาสตร์เฉพาะเรื่องใดเรื่องหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับการคำนวณ ความสัมพันธ์กับจำนวน รวมถึงการให้เหตุผลอย่างเป็นระบบ หรือความคิดสำคัญเกี่ยวกับลักษณะภายนอกของสิ่งของที่เกิดจากการสังเกต หรือการได้รับประสบการณ์ที่มีการนำมาประมวลเป็นข้อสรุปทางคณิตศาสตร์

เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร (2557, น. 23) ได้ให้ความหมายของ มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ไว้ว่า หมายถึง ความคิดของบุคคลที่สามารถจัดความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่มีลักษณะเหมือนกันเข้าเป็นพวกเดียวกัน โดยสามารถสรุปความเข้าใจที่ได้ออกมาในรูปของบทนิยาม ทฤษฎีบท และสมบัติต่าง ๆ ของวิชาคณิตศาสตร์ รวมทั้งสามารถอธิบายความสัมพันธ์ของความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่มีความเชื่อมโยงกันได้

อัมพร ม้าคนอง (2557, น. 15) ได้ให้ความหมายของ มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ไว้ ว่างานงานหมายถึง ความคิดรวบยอดเกี่ยวกับลักษณะสำคัญ ความหมาย ที่มา และการขยายความทฤษฎีบท กฎ สูตร บทนิยาม ซึ่งเป็นความคิดนามธรรมที่ทำให้ผู้เรียนสามารถจำแนกสิ่งที่มีลักษณะตามความคิดนามธรรมนั้น ๆ ได้ และสามารถระบุได้ว่าสิ่งที่กำหนดให้เป็นตัวอย่าง หรือไม่ใช่ตัวอย่างของความคิดนามธรรมนั้น

สิริพร ทิพย์คง (2558, น. 5) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ไว้ว่า มโนทัศน์ ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ได้จากการสังเกต การคิด การรับรู้ด้วยประสาทสัมผัส และประสบการณ์ทางคณิตศาสตร์ ทำให้สามารถสรุปเป็นความหมายหรือบทนิยามของเรื่องนั้น ๆ ได้

สุนทรีย์ ปาลวัฒน์ชัย (2559, น. 41) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ไว้ว่า มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความรู้ที่สรุปจากลักษณะสำคัญร่วมกัน ซึ่งแสดงถึงความคิดความเข้าใจเกี่ยวกับเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนได้ดำเนินการจนเกิดการเรียนรู้

สรุปได้ว่ามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความคิดรวบยอดเกี่ยวกับเรื่องใดเรื่องหนึ่งที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ในด้านการคิดคำนวณ ความสัมพันธ์กับจำนวน โดยสามารถอธิบายความสัมพันธ์ของความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่มีความเชื่อมโยงกันได้

2.2.2 ความสำคัญมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

มีนักการศึกษาและสถาบันทางการศึกษาได้ให้ความสำคัญของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ไว้ดังนี้

Ausubel (1968, p. 505) ได้กล่าวถึง ความสำคัญของมโนทัศน์ว่า มโนทัศน์ เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการดำเนินชีวิตในสังคม เนื่องจากพฤติกรรมของมนุษย์ไม่ว่าจะเป็นด้านความคิด การสื่อความหมายระหว่างกัน การแก้ปัญหา การตัดสินใจในสถานการณ์ต่าง ๆ ต้องอาศัยเครื่องกรองที่เป็นมโนทัศน์มาก่อนทั้งสิ้น

De Cecco (1968, pp. 402-416) ได้กล่าวถึง ความสำคัญของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ว่าเป็นการช่วยลดความซับซ้อนของธรรมชาติ สิ่งแวดล้อมหรือเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่มีอยู่มากมายเพราะการที่เราจะตอบสนองต่อสิ่งเร้าแต่ละอย่างนั้นเป็นเรื่องยาก ดังนั้นมนุษย์จึงใช้มโนทัศน์ในการจัดแบ่งสิ่งต่าง ๆ เป็นกลุ่ม เพื่อให้การตอบสนองและมีความหมายง่ายขึ้น ทั้งนี้ มโนทัศน์ทำให้เรารู้จักสิ่งต่าง ๆ การเรียนรู้ที่มากขึ้น การแก้ปัญหา และช่วยในการเรียนการสอน

Cooney (1975, pp. 89–90) ได้กล่าวถึงความสำคัญของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ สรุปได้ 3 ประการ คือ

1. เราสามารถบอกเหตุผลโดยการใช้มโนทัศน์ เช่น นักเรียนที่มีมโนทัศน์เรื่องจำนวนตรรกยะก็จะสามารถบอกได้ว่า จำนวน ๆ หนึ่งเป็นจำนวนตรรกยะหรือไม่ เพราะเหตุใด เป็นต้น
2. มโนทัศน์ทำให้เราสามารถวางหลักการทั่วไปได้ และพบสมบัติบางประการอื่น ๆ นอกเหนือจากที่ได้ให้ความหมายไว้
3. มโนทัศน์จะทำให้คนเราค้นพบความรู้ใหม่

Lasley and Matczynsk (2002, p. 45) ได้กล่าวถึง ความสำคัญของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ว่า มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ช่วยให้นักเรียนได้ใช้ทักษะกระบวนการคิดที่เกิดจากการสังเกตและการตีความ เพื่อรับรู้ความแตกต่างของมโนทัศน์

นลินี บาร์เรอราช (2545, น. 9) กล่าวถึงความสำคัญของมโนทัศน์ โดยแบ่งออกเป็น 2 ด้าน ดังนี้ 1. ด้านนักเรียน การสร้างมโนทัศน์ด้วยตนเองเป็นเรื่องสำคัญและมีความจำเป็นต่อการเรียนรู้ในระดับที่สูงขึ้น การขาดการเรียนรู้ความคิดรวบยอด หรือมีมโนทัศน์ในระดับต่ำจะเป็นการยากหรือไม่อาจเรียนรู้ในระดับที่สูงขึ้นได้ เพราะการเรียนรู้ความคิดรวบยอดช่วยให้บุคคลเรียนรู้และเข้าใจสิ่งต่าง ๆ รอบตัวได้ง่ายขึ้น ทำให้สามารถจัดสิ่งต่าง ๆ หรือเรื่องต่าง ๆ เป็นประเภทเพื่อให้ง่ายต่อการรับรู้และเข้าใจ และยังช่วยให้มีแนวทางในการอธิบายเกี่ยวกับวัตถุ เรื่องราวหรือเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่เขาต้องเข้าไปเกี่ยวข้องด้วยได้อย่างถูกต้อง จนในที่สุดสามารถตัดสินใจได้อย่างถูกต้อง ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น กล่าวได้ว่า การเรียนรู้ความคิดรวบยอด

เป็นการพัฒนาทางสติปัญญาที่นักเรียนทุกคนต้องมี และจะนำไปสู่การเรียนรู้หลักการ ซึ่งเป็นการเรียนรู้ในระดับที่สูงขึ้น 2. ด้านครู การเรียนรู้ความคิดรวบยอด ช่วยให้ครูสามารถคิดวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ให้นักเรียนฝึกคิดอย่างเป็นระบบ มีวิธีคิด และสามารถสร้างความเข้าใจเรื่องต่าง ๆ ได้ดีขึ้น ทำให้ครูเห็นแนวทางที่จะพัฒนาความคิดรวบยอดให้นักเรียน ตลอดจนสามารถจัดประสบการณ์ การเรียนรู้ได้อย่างถูกต้อง เพื่อช่วยให้นักเรียนเกิดความคิดรวบยอด

เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร (2552, น. 25) กล่าวว่า มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์มีความสำคัญต่อการเรียน เนื่องจากการเรียนรู้มโนทัศน์ช่วยให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาการเรียนรู้ในเรื่องนั้น ๆ ถึงระดับสูงได้ และยังช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้สิ่งที่เกี่ยวข้องได้รวดเร็วขึ้น เพราะเกิดจากการจัดระบบระเบียบของข้อมูลได้เรียบร้อยแล้วในสมอง เมื่อปะทะกับสิ่งเข้าใหม่ก็สามารถจำแนกจัดหมวดหมู่ และเชื่อมโยงกับมโนทัศน์ที่มีอยู่ได้ง่าย อีกทั้งเป็นรากฐานของความคิดมนุษย์จะคิดไม่ได้ถ้าไม่มีมโนทัศน์พื้นฐาน เพราะมโนทัศน์จะช่วยตั้งกฎเกณฑ์ หลักการต่าง ๆ และสามารถที่จะแก้ปัญหาที่เผชิญอยู่ได้

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (2555, น. 58-59) ได้กล่าวถึง ความสำคัญมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ไว้ว่า มโนทัศน์มีหน้าที่ในการทำความเข้าใจและใช้เหตุผล โดยสมองจะกำหนดมโนทัศน์ที่เกี่ยวกับเรื่องต่าง ๆ เป็นกรอบต้นแบบหรือโครงร่างคร่าว ๆ ของสิ่งนั้น

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555ข, น. 61) ได้ให้ความสำคัญของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ไว้ว่ามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เป็นพื้นฐานสำคัญสำหรับการเรียนรู้คณิตศาสตร์และการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหาหรือใช้งาน นักเรียนที่มีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ดี มักเรียนรู้และแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ดี รวมทั้งมีพื้นฐานที่จะเชื่อมโยงและคิดเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ในระดับสูงขึ้นไปได้ดีด้วย

อัมพร ม้าคนอง (2557, น. 17) ได้กล่าวถึง ความสำคัญของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ไว้ว่ามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์มีความสำคัญมากสำหรับครูและนักเรียนคณิตศาสตร์ เนื่องจากมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เป็นความคิดรวบยอดเกี่ยวกับเนื้อหาคณิตศาสตร์ เป็นความรู้ความเข้าใจที่ถ่องแท้ ซึ่งจะทำให้ครูสามารถสอนคณิตศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และสามารถเชื่อมโยงไปสู่การใช้งานของคณิตศาสตร์ได้

สรุปได้ว่า มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เป็นพื้นฐานสำคัญ และเป็นความคิดรวบยอดเกี่ยวกับเนื้อหาคณิตศาสตร์ที่เป็นความรู้ความเข้าใจอย่างถ่องแท้ ซึ่งจะทำให้คนเราค้นพบความรู้ใหม่ ๆ ได้

2.2.3 แนวทางในการพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

มีนักการศึกษา ได้เสนอแนวทางการจัดกิจกรรมเพื่อพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ไว้ ดังนี้

Harper, et al. (1964, อ้างถึงใน นวลลออ ทินานนท์, 2540, น. 41) ได้กล่าวถึงแนวทางในการพัฒนามโนทัศน์ว่า มี 2 ขั้นตอน ดังนี้

1. การแยกแยะความแตกต่าง หมายถึง การที่บุคคลสามารถสังเกต และพิจารณาลักษณะที่แตกต่างกันของสิ่งต่าง ๆ ที่ผ่านเข้ามาในประสบการณ์ และสามารถแยกแยะความเหมือนหรือความแตกต่าง ของประสบการณ์ทั้งหลายที่ได้รับเข้ามา แต่หากบุคคลใดไม่มีประสบการณ์กับเหตุการณ์หรือสิ่งของนั้น ๆ มาก่อน ความคิดรวบยอดก็จะเกิดขึ้นได้ยากกว่าสิ่งที่เคยได้รับประสบการณ์มาก่อน

2. การสรุปเมื่อบุคคลได้พิจารณาแยกแยะความเหมือนและความแตกต่าง แล้วการค้นพบประสบการณ์ใหม่จะถูกเชื่อมโยงหรือจัดเข้าพวกกับประสบการณ์เดิมที่มีอยู่ จึงสามารถสรุปออกมาเป็นมโนทัศน์จากข้อมูลต่าง ๆ ได้

อาภรณ์ ใจเที่ยง (2553, น. 63) ได้เสนอแนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ให้กับนักเรียนไว้ดังนี้

1. กำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
2. วิเคราะห์ลักษณะของมโนทัศน์ที่จะเรียน
3. ตรวจสอบความรู้พื้นฐานที่จำเป็นก่อนเรียน
4. ยกตัวอย่างมโนทัศน์ที่ถูกต้องและตัวอย่างที่ไม่ถูกต้อง
5. เสนอตัวอย่างใหม่เพิ่มเติม
6. ให้นักเรียนได้เลือกหรือแยกมโนทัศน์ที่เรียนออกจากกลุ่มที่มีความหลากหลายหรือปะปน
7. ให้นักเรียนอธิบายและสรุปลักษณะสำคัญของมโนทัศน์นั้น

อัมพร ม้าคนอง (2558, น. 21-22) ได้กล่าวถึงแนวทางในการพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ให้กับนักเรียนไว้ ดังนี้

1. จัดการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้ในสิ่งที่มีความหมาย จำเป็นสำหรับการคิดและการใช้งาน และเป็นพื้นฐานของการเรียนในระดับสูงขึ้น นอกจากนี้ควรให้นักเรียนได้เชื่อมโยงความรู้ไปสู่ขั้นตอนหรือวิธีการทางคณิตศาสตร์ที่มีประสิทธิภาพ และเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างทฤษฎีหรือเนื้อหากับวิธีการหรือขั้นตอนการทำงานที่ตนเลือกใช้ ความรู้คณิตศาสตร์จึงควรเกิดจากความเข้าใจ มิใช่เกิดจากการจดจำ ซึ่งอาจลืมได้โดยง่าย การเรียนรู้อย่างเข้าใจจะช่วยให้นักเรียนมองเห็นประโยชน์และคุณค่าของสิ่งที่เรียน และสามารถพัฒนาให้เป็นความรู้ที่ลึกซึ้งมากขึ้นได้

2. พัฒนาการคิดในลักษณะต่าง ๆ ควบคู่กับการพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เช่น การคิดวิเคราะห์ การสังเคราะห์ การไตร่ตรอง และการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เนื่องจากการคิดเป็นพื้นฐานสำคัญของการทำความเข้าใจและการพัฒนาความรู้ทางคณิตศาสตร์ ตลอดจนการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้

3. ออกแบบกิจกรรมและงานให้สอดคล้องกับมโนทัศน์ที่ต้องการพัฒนาให้กับนักเรียน โดยอาจต้องมี การวิเคราะห์มโนทัศน์ย่อยที่จะสอนก่อน จากนั้นจึงออกแบบกิจกรรมสำหรับแต่ละมโนทัศน์ และเมื่อดำเนินการจัดกิจกรรม จะต้องมีการประเมินพฤติกรรมการทำกิจกรรมของนักเรียน

อย่างต่อเนื่อง โดยอาจใช้คำถามที่ส่งเสริมกระบวนการคิด เพื่อช่วยให้นักเรียนสร้างความรู้ได้ ด้วยตนเอง และขยายไปสู่ความหมายใหม่หรือความรู้เชิงนามธรรมได้

4. เลือกใช้สื่อ เอกสารประกอบการสอน นวัตกรรม และเทคโนโลยีทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมกับมโนทัศน์ที่ต้องการพัฒนา รวมทั้งจัดสภาพแวดล้อมหรือบริบทของการเรียนรู้ให้เอื้อต่อการใช้สื่อและนวัตกรรมเหล่านั้น

5. ประเมินผลการพัฒนามโนทัศน์เป็นระยะ ๆ อย่างต่อเนื่องในกระบวนการเรียนรู้ของนักเรียน ทั้งการประเมินรายบุคคลและการประเมินโดยรวม โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การประเมินพัฒนาการของนักเรียนแต่ละคน นอกจากนี้ครูควรสะท้อนการสอนของตนจากผลการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นกับนักเรียน เพื่อที่จะปรับการจัดการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

6. พยายามให้นักเรียนทำกิจกรรม คิด สังเกต วิเคราะห์ อภิปราย และหาข้อสรุปทางคณิตศาสตร์ด้วยตนเอง โดยใช้กิจกรรมหรือสถานการณ์ที่กระตุ้นและท้าทายความสามารถของนักเรียน และไม่ยากเกินกว่าที่นักเรียนจะคิดได้

สรุปได้ว่า แนวทางในการพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความคิดเห็นหรือข้อเสนอแนะ ต่าง ๆจากผู้ทรงคุณวุฒิในแต่ละระดับความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ และสาเหตุจากปัญหาที่ได้ในแบบทดสอบเพื่อเป็นแนวทางการแก้ปัญหา และแนวทางยกระดับความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ให้นักเรียนได้นำไปปฏิบัติและนำไปพัฒนาตนเองเพื่อให้มีระดับความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ที่สูงขึ้น

2.1.4 การประเมินมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

มีนักการศึกษา ได้กล่าวถึงการวัดและประเมินมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ไว้ ดังนี้

Wilson (1971, pp. 645-670 อ้างถึงใน พร้อมพรรณ อุดมสิน, 2544, หน้า 62) ได้กล่าวถึงการวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า เป็นการวัดพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย หมายถึงความสามารถในการสรุปความหมายของสิ่งที่ได้รับจากการเรียนการสอนตามความเข้าใจของตนเอง และสามารถเชื่อมโยงข้อเท็จจริงของเนื้อหาต่าง ๆ ที่ได้เรียนรู้มาแล้วให้สัมพันธ์กัน

อัมพร ม้าคนอง (2552, น. 65–66) ได้เสนอเกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์แบบอัตนัย โดยพิจารณาคำตอบและการอธิบายคำตอบ ดังนี้

1. การพิจารณาคำตอบ มีการกำหนดขอบเขตของการตอบออกเป็น 4 ระดับ ดังนี้

ระดับถูกต้องอย่างสมบูรณ์ (Completely correct)	ให้ 3 คะแนน
ระดับถูกต้องค่อนข้างสมบูรณ์ (Mostly correct)	ให้ 2 คะแนน
ระดับถูกต้องบางส่วน (Partly correct)	ให้ 1 คะแนน
ระดับไม่ถูกต้อง (Incorrect) หรือไม่ตอบ	ให้ 0 คะแนน

2. การพิจารณาลักษณะของการอธิบายมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ แบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ

2.1 การอธิบายแบบมีโครงสร้างที่เป็นเหตุเป็นผล (Logically Structured Explanations) เป็นการอธิบายที่มีการอ้างอิงโครงสร้างหรือระบบทางคณิตศาสตร์ และใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์สนับสนุนอย่างมีเหตุผล โดยแบ่งออกเป็น 2 ระดับย่อย

ระดับที่สามารถสื่อความหมายได้อย่างชัดเจน

ระดับที่สามารถสื่อความหมายได้บ้าง หรือพยายามสื่อความหมายแต่ไม่ชัดเจน

2.2 การอธิบายแบบไม่มีโครงสร้าง (Non-Structured Explanations) เป็นการอธิบายที่ไม่ได้ใช้โครงสร้างหรือระบบทางคณิตศาสตร์ และไม่ได้ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ประกอบ

เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร (2563) ได้เสนอเกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์แบบอัตนัย โดยจัดกลุ่มตามระดับความสามารถในการตอบเป็น 4 กลุ่ม ซึ่งรายละเอียดของเกณฑ์การให้คะแนน ดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของเวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร (2563)

กลุ่มที่	คำอธิบาย	ระดับคะแนน
4	ตอบถูกต้อง และมีการอธิบายโดยอ้างอิงความรู้และความสัมพันธ์เชิงมโนทัศน์ ทางคณิตศาสตร์สนับสนุนคำตอบอย่างชัดเจน	3
3	ตอบถูกต้อง และมีการอธิบายโดยอ้างอิงความรู้และความสัมพันธ์เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์สนับสนุนคำตอบบ้างแต่ไม่ชัดเจน	2
2	ตอบถูกต้องหรือตอบถูกต้องบางส่วน แต่ไม่มีการอธิบายหรือพยายามอธิบาย โดยอ้างอิงความรู้และความสัมพันธ์เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์มาสนับสนุน คำตอบ แต่ไม่ถูกต้อง หรือ ตอบไม่ถูกต้อง แต่มีการอธิบายโดยอ้างอิงความรู้และความสัมพันธ์เชิงมโนทัศน์ ทางคณิตศาสตร์สนับสนุนคำตอบบ้างแต่ไม่ชัดเจน	1
1	ตอบไม่ถูกต้องหรือไม่ตอบ และไม่มีการอิบายหรือพยายามอธิบายโดยอ้างอิง ความรู้และความสัมพันธ์เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์มาสนับสนุนคำตอบ แต่ ไม่ถูกต้อง	0

ผู้วิจัยจึงเลือกใช้ เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของ เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร (2563) โดยมีการจัดกลุ่มตามระดับความสามารถในการตอบเป็น 4 กลุ่ม ดังนี้

ตารางที่ 2.2 เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของเวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร (2563)

กลุ่มที่	คำอธิบาย	ระดับคะแนน
4	ตอบถูกต้อง และมีการอธิบายโดยอ้างอิงความรู้และความสัมพันธ์เชิงมโนทัศน์ ทางคณิตศาสตร์สนับสนุนคำตอบอย่างชัดเจน	3
3	ตอบถูกต้อง และมีการอธิบายโดยอ้างอิงความรู้และความสัมพันธ์เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์สนับสนุนคำตอบบ้างแต่ไม่ชัดเจน	2
2	ตอบถูกต้องหรือตอบถูกต้องบางส่วน แต่ไม่มีการอธิบายหรือพยายามอธิบาย โดยอ้างอิงความรู้และความสัมพันธ์เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์มาสนับสนุน คำตอบ แต่ไม่ถูกต้อง หรือ ตอบไม่ถูกต้อง แต่มีการอธิบายโดยอ้างอิงความรู้และความสัมพันธ์เชิงมโนทัศน์ ทางคณิตศาสตร์สนับสนุนคำตอบบ้างแต่ไม่ชัดเจน	1
1	ตอบไม่ถูกต้องหรือไม่ตอบ และไม่มีการอิบายหรือพยายามอธิบายโดยอ้างอิง ความรู้และความสัมพันธ์เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์มาสนับสนุนคำตอบ แต่ ไม่ถูกต้อง	0

จากตารางที่ 2.2 พบว่า เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของเวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร แบ่งคะแนนออกเป็น 3 ระดับ ได้แก่ 0 คะแนน ตอบไม่ถูกต้องหรือไม่ตอบ 1 คะแนน ตอบถูกต้องหรือตอบถูกต้องบางส่วน 2 คะแนน ตอบถูกต้องและมีการอธิบายแต่ไม่ชัดเจน และ 3 คะแนน ตอบถูกต้อง และมีการอธิบายอย่างชัดเจน

สรุปได้ว่า การประเมินมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เป็นการวัดความคิดในเชิงนามธรรม เกี่ยวกับกฎเกณฑ์หรือวัดพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัยในระดับความเข้าใจข้อสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

2.3 ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์

ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Understanding) เป็นองค์ประกอบ ที่ช่วยให้ผู้เรียนสามารถสร้าง พิสูจน์ และค้นพบความรู้ใหม่ ๆ ซึ่งเป็นพื้นฐานของการเรียนรู้เชิงลึก และการเชื่อมโยงความรู้ไปสู่ระดับที่สูงขึ้น นักการศึกษาเกี่ยวกับ เรื่องนี้ได้ให้ความหมาย ของคำว่า “ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์” ไว้หลากหลายซึ่ง Hiebert and Carpenter (1992 : 67) ได้กล่าวถึงความหมายของเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ว่าเป็นการสร้างการเชื่อมโยงระหวางความคิด ความจริง และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ มีรายละเอียดดังนี้

2.3.1 ความหมายความเข้าใจคณิตศาสตร์

มีนักการศึกษา ได้กล่าวถึงความหมายความเข้าใจคณิตศาสตร์ไว้ ดังนี้

Bloom (1956, p. 71) ได้กล่าวว่า ความเข้าใจเป็นความสามารถหนึ่งซึ่งมีหกขั้นของความรู้ ความสามารถทางปัญญา แบ่งความรู้ความสามารถทางด้านปัญญา (Cognitive Domain) ออกเป็น 6 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 ความรู้ (Knowledge) หมายถึง ความสามารถในการจำความรู้ต่าง ๆ ที่ได้ เรียนรู้มา

ขั้นที่ 2 ความเข้าใจ (Comprehension) หมายถึง ความสามารถในการแปลความขยายความในสิ่งที่ได้เรียนรู้

ขั้นที่ 3 การนำไปใช้ (Application) หมายถึง ความสามารถในการใช้สิ่งที่ได้เรียนรู้มาก่อให้เกิดสิ่งใหม่

ขั้นที่ 4 การวิเคราะห์ (Analysis) หมายถึง ความสามารถในการแยกความรู้ออกเป็นส่วน ทำความเข้าใจในแต่ละส่วนที่สัมพันธ์หรือแตกต่างกันอย่างไร

ขั้นที่ 5 การสังเคราะห์ (Synthesis) หมายถึง ความสามารถในการรวมความรู้ต่าง ๆ หรือประสบการณ์ต่างๆ ให้เกิดเป็นสิ่งแปลกใหม่

ขั้นที่ 6 การประเมินค่า (Evaluation) หมายถึง ความสามารถในการตัดสินคุณค่าอย่างมีเหตุผล

Krathwohi (1968, pp. 25-26) ได้กล่าวถึงความหมายความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ว่าเป็นพื้นฐานที่สำคัญทางปัญญาที่แสดงออกด้วยพฤติกรรม 3 แบบ ดังนี้

1. การแปลความ (Translation) คือ การบรรยายเรื่องเดิมโดยใช้ถ้อยคำภาษาใหม่

2. การตีความ (Interpretation) คือ การเก็บความจากเรื่องราวเดิมมาบันทึกใหม่ จัดลำดับเนื้อเรื่องใหม่ โดยยังคงสาระสำคัญ และความสัมพันธ์ในเรื่องแล้วย่อเป็นข้อสรุป

3. การขยายความ (Extrapolation) คือ การขยายความคิดให้ไกลออกไป โดยอาศัยความสัมพันธ์ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์เดิมที่ได้รับในตอนแรก

Helmstad (1999, p. 14) ยังให้ความหมายเช่นเดียวกันว่า ความเข้าใจเป็นกระบวนการเชื่อมโยงระหว่างความรู้ เดิมกับ ความรู้ใหม่เข้าด้วยกัน จนสามารถนำความรู้เหล่านั้นมาบูรณาการร่วมกันได้ กล่าวคือ ความเข้าใจ ไม่เพียงแค่มีความรู้ อย่างเดียว แต่ต้องสามารถบูรณาการเข้าร่วมกับองค์ความรู้ ต่าง ๆ

Usiskin (2001, pp. 15-22) ให้ความหมายของความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ว่า เป็นความ สามารถในการเรียนรู้ที่ทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ และโจทย์ปัญหาอย่างลึกซึ้งจนเกิดความเข้าใจในทักษะ และกระบวนการการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน และสามารถนำเสนอคณิตศาสตร์ในรูปแบบต่าง ๆ ซึ่งทำให้นำไปสู่

ความคิดสร้างสรรค์ในระดับสูง การสร้างกระบวนการการพิสูจน์ การค้นพบ การนำไปใช้ และการพัฒนาการนำเสนอใหม่ ๆ

Booth (2002, p. 27) กล่าวว่าความเข้าใจในเรื่องหนึ่งนั้นประกอบด้วยความสามารถ 4 ด้าน คือ ความสามารถในการทำสิ่งเดียวกันนั้นได้อีก ความสามารถในการทำสิ่งเดียวกันในสถานการณ์ที่แตกต่างความสามารถในการทำสิ่งเดียวกันด้วยวิธีการที่แตกต่าง และความสามารถในการปฏิบัติสิ่งต่าง ๆ อย่างแท้จริง

โครงการคณิตศาสตร์ในโรงเรียนของมหาวิทยาลัยชิคาโก (1990, น. 16-17) แบ่งความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ออกเป็น 4 ด้าน

1. ทักษะ ความเข้าใจขั้นตอนกระบวนการคิด ประกอบด้วยองค์ความรู้ที่ก่อให้เกิดผลสัมฤทธิ์แก่ผู้เรียน 3 ด้านคือ

1.1 ด้านความรู้ (Knowledge : K) แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

1.1.1 เนื้อหาสาระของวิชานักคิด คือสาระวิชาที่ผู้เรียนต้องเรียนรู้ประกอบด้วย เครื่องมือช่วยคิด กระบวนการคิด ทักษะการคิด

1.1.2 ความรู้บูรณาการ คือ สาระเรื่องราวต่าง ๆ ที่เป็นสภาพการณ์ที่กำหนดสภาพแวดล้อมรอบตัว ปัญหาในชีวิตประจำวันที่ถูกนำมาคิด ซึ่งเนื้อหาจะเป็นสาระของวิชาใดก็ได้ จึงเป็นความรู้เชิงบูรณาการ

1.2 ด้านกระบวนการ (Process : P) คือ กระบวนการจัดการเรียนการสอน เพื่อพัฒนา กระบวนการคิดที่เน้นการฝึกปฏิบัติจริงได้สร้างผู้เรียนให้เกิดทักษะชีวิตพื้นฐาน 7 ประการ ได้แก่ ทักษะการรู้จักตนเอง ทักษะการคิด การตัดสินใจ และการแก้ปัญหาทักษะการแสวงหาข้อมูลข่าวสารความรู้ ทักษะการปรับตัว ทักษะการสื่อสาร และสร้างสัมพันธภาพ ทักษะการวางแผน และการจัดการ ทักษะการทำงานเป็นทีม

1.3 เจตคติ (Attitude : A) คือ คุณลักษณะที่ปลูกฝังของรายวิชา ได้แก่ ใจกว้าง ขยัน ใฝ่เรียนใฝ่รู้ กระตือรือร้น ช่างคิดผสมผสาน ขยัน ต่อสู้ อดทน เป็นธรรม มั่นใจในตนเอง ช่างวิเคราะห์กล้าคิดกล้าเสี่ยง มีน้ำใจ

2. สมบัติ ความเข้าใจเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ในโลกยุคปัจจุบัน เมื่อเราเรียนคณิตศาสตร์ เราควรได้คุณสมบัติต่อไปนี้จากการเรียน

2.1 ความสามารถในการสำรวจ

2.2 ความสามารถในการคาดเดา

2.3 ความสามารถในการให้เหตุผล

2.4 ความสามารถในการนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาที่ไม่เคยพบได้อย่างมีประสิทธิภาพ คุณสมบัตินี้เรียกว่า ศักยภาพทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Power) ไม่ว่ามีการประกอบอาชีพอะไร ถ้าเรามีคุณสมบัตินี้ เรียกได้ว่าเป็นคนที่มีศักยภาพทางคณิตศาสตร์

3. การใช้งานความเข้าใจเกี่ยวกับการนำไปใช้ เปิดใช้งาน Wing

3.1 มีความรู้ในค้าศัพท์ บทนิยาม หลักการ ทฤษฎีบท โครงสร้าง วิธีการ มีความเข้าใจ ในความคิดรวบยอดจนสามารถอธิบายได้ หรือเขียนได้ หรือยกตัวอย่างได้ แปลงปัญหาจากรูปหนึ่งไปสู่รูปหนึ่ง ประมาณคำตอบได้ ระบุความสัมพันธ์ได้ ตรวจสอบผลที่เกิดได้

3.2 มีทักษะต่าง ๆ ดังนี้ ทักษะการแก้ปัญหา การนำความรู้ไปใช้ในชีวิตจริง การคิดอย่างมีเหตุผล การคิดคำนวณ การวัด การประมาณ การอ่าน และแปลผลข้อมูล การนำเสนอข้อมูล การทำนาย และการใช้คอมพิวเตอร์

3.3 มีความสามารถในการวิเคราะห์ และประยุกต์ใช้

4. ความเข้าใจผ่านการแสดงแทนการแสดงแทนเป็นกระบวนการถ่ายทอดข่าวสารจากผู้ส่งสารไปยังผู้รับสาร โดยแสดงแทนผ่านช่องทางการสื่อสารต่าง ๆ ได้แก่ การฟัง การพูด การอ่านการเขียน การดู การแสดงท่าทาง โดยมีการใช้สัญลักษณ์ ตัวแปร ตาราง กราฟ สมการ อสมการ ฟังก์ชัน และแบบจำลอง ตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์มาช่วยในการสื่อความหมาย

พร้อมพรรณ อุดมสิน (2544, น. 62) ได้กล่าวถึง ความหมายความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ไว้ว่า ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถในการนำความรู้ที่รู้มาสัมพันธ์กับโจทย์หรือปัญหาใหม่ตลอดจนสามารถตีความ แปลความ สรุปความ และขยายความได้

อลิสรา ชมชื่น (2550, น. 36) กล่าวว่า ความเข้าใจเป็นความสามารถในการถ่ายทอดความรู้ ที่เกิดจากการรับข้อมูลและประสบการณ์ทางความคิด โดยการให้สัญลักษณ์หรือให้ความหมายกับสิ่งหนึ่ง ๆ พร้อมทั้งแสดงออกผ่านการปฏิบัติ การใช้งาน และการประยุกต์ใช้ความรู้กับสถานการณ์ใหม่

สรุปได้ว่า ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการถ่ายทอดความรู้ที่นักเรียนแสดงออกมาผ่านการลงมือแก้ปัญหา การให้เหตุผล รวมทั้งการอธิบายเป็นคำพูด ท่าทาง ข้อความ รูปภาพและสัญลักษณ์ต่างๆ จนสามารถเชื่อมโยงความรู้และสร้างความคิดรวบยอดหรือนิยามทางคณิตศาสตร์ที่มีความหมายต่อตนเองได้

2.3.2 ความสำคัญของความเข้าใจคณิตศาสตร์

มีนักการศึกษา ได้กล่าวถึงความสำคัญของความเข้าใจคณิตศาสตร์ไว้ ดังนี้

Usiskin (2001, pp. 14-22) ได้กล่าวถึงความสำคัญของความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ไว้ว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ จะทำให้นักเรียนมีความคิดที่ลึกซึ้ง จนเกิดความเข้าใจในทักษะและกระบวนการ การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ในชีวิตประจำวันและสามารถนำเสนอคณิตศาสตร์ในรูปแบบต่าง ๆ ซึ่งทำให้นำไปสู่ความคิดสร้างสรรค์ในระดับสูง การสร้างกระบวนการ การพิสูจน์ การค้นพบการนำไปใช้และการพัฒนาการนำเสนอใหม่ ๆ

Kilpatrick, et al. (2001, pp. 116-118) อธิบายว่า ผู้เรียน ที่เข้าใจถึงแก่นของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์จะเป็นบุคคลที่เรียนรู้ได้เร็วเมื่อเรียนเรื่องอื่นจะสามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ได้ และยังสามารถจัดการกับความรู้ได้ดีจนนำไปสู่การขยายแนวคิดใหม่ ๆ

Sheffield and Cruikshank (2005 p. 24)ได้กล่าวถึงความสำคัญของความเข้าใจทางคณิตศาสตร์สรุปได้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจทางคณิตศาสตร์จะทำให้นักเรียนมีความสามารถและความคงทนยาวนานกว่าการสอนชนิดอื่น ๆ

ปานทอง กุลนาถศิริ (2539, น. 12) ได้กล่าวถึงความสำคัญของความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ว่า เป็นการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ควรมุ่งเน้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยความเข้าใจอย่างถ่องแท้เพราะนักเรียนที่มีความรู้และทักษะแต่ปราศจากความเข้าใจหรือมีความเข้าใจทางคณิตศาสตร์น้อยจะมีข้อจำกัดในการเรียนระดับสูงหรือการทำงานดี ๆ

อัมพร ม้าคนอง (2547, น.29) ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์เป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และนักเรียนสามารถนำความรู้ที่มีอยู่นั้นไปประยุกต์ใช้กับสถานการณ์หรือปัญหาที่ซับซ้อนได้

สุธิดา นานช้า (2549, น. 11) ได้สรุปความสำคัญของความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ว่า ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์เป็นปัจจัยสำคัญที่ควรมุ่งเน้นให้เกิดกับนักเรียน เพราะความเข้าใจทางคณิตศาสตร์เป็นพื้นฐานในการเรียนระดับสูง และสามารถนำความรู้ที่เข้าใจนั้นไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาที่ซับซ้อน และสามารถนำเสนอคณิตศาสตร์ในรูปแบบต่าง ๆ ได้

สรุปได้ว่า ความสำคัญของความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ เป็นการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ควรมุ่งเน้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยความเข้าใจอย่างถ่องแท้ และทำให้นักเรียนมีความสามารถในการนำความรู้ที่มีอยู่นั้นไปประยุกต์ใช้กับสถานการณ์หรือปัญหาที่ซับซ้อน จนเกิดทักษะกระบวนการ และการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน

2.3.3 ลักษณะของความเข้าใจคณิตศาสตร์

มีนักการศึกษา ได้กล่าวถึงลักษณะของความเข้าใจคณิตศาสตร์ไว้ ดังนี้

Bruner (1976, p. 98) เห็นว่า ประสบการณ์เดิมของผู้เรียนจะมีบทบาทในการส่งเสริมการเรียนรู้ และเชื่อว่าวุฒิภาวะอย่างเดียวไม่เพียงพอต่อการพัฒนาโครงสร้างความรู้ใหม่ต้องมีองค์ประกอบอื่นเกี่ยวข้อง เช่นการพัฒนาทางด้านภาษา และประสบการณ์เดิมเข้ามีส่วนสำคัญในการเพิ่มความเจริญงอกงามทางสติปัญญา Ausubel (1977, p. 90) ที่เชื่อว่าการเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้เมื่อผู้เรียนมีความรู้พื้นฐานการเรียนรู้อย่างมีความหมายที่สามารถเชื่อมโยงความรู้ใหม่ได้กับโครงสร้างความรู้เดิมที่มีอยู่นำมา จัดเป็นการเรียนรู้อย่างมีความหมาย แต่ถ้าผู้เรียนไม่สามารถนำสิ่งใหม่ไปสัมพันธ์กับความรู้เดิมได้เรียกว่าเป็นการเรียนรู้ที่ไม่มีความหมาย หรือเรียนแบบท่องจำ

Ausubel (1977, p. 90) ได้กล่าวถึง ลักษณะของความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ว่า การเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้เมื่อผู้เรียนมีความรู้พื้นฐาน การเรียนรู้อย่างมีความหมายที่สามารถเชื่อมโยงความรู้ใหม่ได้กับโครงสร้างความรู้เดิมที่มีอยู่นำมาจัดเป็นการเรียนรู้อย่างมีความหมาย

Hiebert and Catpenter (1992, p. 1) การเข้าใจทางคณิตศาสตร์ (Understanding) ตรงกัน ข้ามกับการท่องจำ (Rote Leaming) การเรียนรู้เพื่อให้สามารถนำไปใช้ได้นั้น จำเป็นต้องรู้กระบวนการที่เกิดขึ้นในตัวเองของผู้เรียนที่เน้นวิธีการเรียนรู้ด้วยตนเอง เพื่อช่วยให้ผู้เรียนสามารถคิดไตร่ตรองได้อย่างสร้างสรรค์ ช่วยพัฒนาสังคมและสิ่งแวดล้อม และนำความรู้ที่ได้รับไปบูรณาการในการดำรงชีวิตได้อย่างมีความสุข นำความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเหตุการณ์ และปรากฏการณ์ที่พบเห็นมาสร้างเป็นโครงสร้างใหม่ทางสติปัญญา

สุวิทย์ มูลคา และ อรทัย มูลคำ (2545, น. 128-129) คนทั่วไปมองข้ามความเข้าใจว่าคือการทำได้ เช่น ผู้เรียนเข้าใจเรื่องเศษส่วน ถ้าเขาทำเศษส่วนได้ (คิดคำนวณเศษส่วนได้) นักคณิตศาสตร์มองความเข้าใจที่แท้จริงเป็นความสามารถที่ผู้เรียนสามารถนำสมบัติต่าง ๆ ไปใช้ในการแก้ปัญหาได้ สำหรับกลุ่มที่ใช้คณิตศาสตร์มากมักคิดว่าผู้เรียนไม่เข้าใจคณิตศาสตร์อย่างแท้จริง

สรุปได้ว่า ลักษณะความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ เป็นการนำเอาประสบการณ์เดิมของผู้เรียน มาส่งเสริม เชื่อมโยง นำเสนอทางคณิตศาสตร์ในการเรียนรู้ สามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเองเพื่อช่วยให้ผู้เรียนสามารถคิดไตร่ตรองได้อย่างสร้างสรรค์ ช่วยพัฒนาทั้งทางด้านสังคมและ สิ่งแวดล้อม หรือนำความรู้ที่ได้รับไปบูรณาการในการดำรงชีวิตได้อย่างมีความสุข

2.4 ระดับความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ตามกรอบแนวคิดทฤษฎี APOS

ปัจจุบันมีทฤษฎีที่ใช้ในการประเมินและอธิบายพัฒนาการเกี่ยวกับระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ในแง่ของการเรียนการสอนมีหลายทฤษฎี ทฤษฎีหนึ่งที่นักวิจัยทางด้านคณิตศาสตรศึกษานำมาใช้ คือ ทฤษฎี APOS ซึ่งเสนอโดยดูบินสกี้ มีเป้าหมายเพื่อใช้เป็นกรอบแนวคิดในการประเมินและอธิบายพัฒนาการเกี่ยวกับระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนว่าเป็นอย่างไร แนวคิดเริ่มต้นของทฤษฎี APOS ซึ่งเป็นผลจากการสรุปได้แนวคิดสำคัญผ่านการคิดสะท้อน (reflective abstraction) ของเพียเจต์ โดยทฤษฎี APOS ได้แบ่งระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เป็น 4 ระดับ เป็นความสามารถสำหรับการเลือกเชื่อมโยงความเข้าใจระดับต่าง ๆ รวมถึงจากโครงสร้างการเชื่อมโยงทางปัญญาอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องเพื่อใช้ในการสร้างความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ใหม่ในระดับที่สูงขึ้น (Dubinsky, 1991; Jamwan, 2016) โดยรายละเอียดดังนี้

Dubinsky (2002, pp. 95-123) ได้กล่าวว่า ทฤษฎีที่ใช้แบ่งระดับความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ คือ ทฤษฎี APOS เป็นการแบ่งระดับความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ที่ดูบินสกี้ (Dubinsky) เป็นผู้พัฒนา

ทฤษฎีนี้จากแนวคิดสำคัญผ่านการคิดสะท้อน (Reflective abstraction) ของเพียเจต์ พร้อมทั้งอธิบายว่า ทฤษฎี APOS ได้แบ่งระดับความเข้าใจทางคณิตศาสตร์เป็น 4 ระดับ ได้แก่

2.4.1 ระดับการกระทำ (Action) เป็นระดับที่เกิดจากการตอบสนองต่อสิ่งเร้าภายนอกของตัวผู้เรียนเอง ผู้เรียนระดับนี้สามารถปฏิบัติตามเงื่อนไขหรือคำสั่งที่กำหนดให้ได้

2.4.2 ระดับกระบวนการ(Process) เป็นการพัฒนาความเข้าใจจากระดับการกระทำผ่านกระบวนการภายในจิตใจ (Interiorization) ของผู้เรียนซึ่งเกิดความเข้าใจภายในใจ ตลอดจนคิดย้อนกลับและกระทำงานใด ๆ ที่ข้ามขั้นได้

2.4.3 ระดับวัตถุ (Object) เป็นความสามารถของผู้เรียนในการเชื่อมโยงความรู้ของ 2 ขั้นก่อนหน้าเข้าด้วยกัน จนสามารถสร้างข้อความคาดการณ์หรือมโนทัศน์ใหม่ ๆ ได้

2.4.4 ระดับโครงสร้างทางปัญญา (Schema) เป็นความสามารถสำหรับการเลือกเชื่อมโยงระดับต่าง ๆ เพื่อประยุกต์ใช้ความรู้แล้วสร้างเป็นองค์ความรู้ใหม่ในระดับที่สูงขึ้นหรือสร้างนวัตกรรมใหม่ ๆ ได้

สรุปได้ว่า ทฤษฎี APOS เป็นกรอบแนวคิดที่ใช้อธิบายพัฒนาการความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียน โดยแบ่งออกเป็น 4 ระดับ ได้แก่ ระดับการกระทำ (Action) ที่ผู้เรียนสามารถปฏิบัติตามคำสั่งหรือขั้นตอนได้ ระดับกระบวนการ (Process) ที่ผู้เรียนสามารถอธิบายและคิดเกี่ยวกับกระบวนการได้ด้วยตนเอง ระดับวัตถุ (Object) ที่ผู้เรียนสามารถมองแนวคิดทางคณิตศาสตร์เป็นองค์ความรู้หนึ่งและเชื่อมโยงความรู้เดิมเพื่อสร้างแนวคิดใหม่ และระดับโครงสร้างทางปัญญา (Schema) ที่ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงองค์ความรู้ต่าง ๆ อย่างเป็นระบบ เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาและสร้างองค์ความรู้ใหม่ได้

2.5 การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีแบบเปิด (Open Approach)

ปัญหาปลายเปิดทำให้นักเรียนมีประสบการณ์ในการเรียนรู้บางประการที่แปลกใหม่ แตกต่างไปจากเดิมจากการที่มีคำตอบเปิดกว้าง การสอนโดยใช้ปัญหาปลายเปิดมีศักยภาพสูงในการส่งเสริมการคิดเชิงคณิตศาสตร์ ปรีชา เนาว์เย็นผล (2544) จากการที่ครูบางคนได้นำวิธีการแบบเปิดไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ ปรากฏว่า นักเรียนสามารถบรรลุวัตถุประสงค์ที่ครูคาดไว้ ทั้งความรู้ ทักษะกระบวนการ และเจตคติ นฤมล อินทร์ประสิทธิ์ (2551)

2.5.1 ความหมายของวิธีการแบบเปิด (Open Approach)

มีนักการศึกษา ได้กล่าวถึงความหมายของวิธีการแบบเปิด (Open Approach) ไว้ดังนี้

Becker and Shimada (1997, p. 1) ได้ให้ข้อสังเกตว่า ปัญหาที่ใช้กันอยู่ในการสอนคณิตศาสตร์ในชั้นเรียนตามปกติที่ระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษามีลักษณะร่วมกันประการหนึ่ง

คือ มักมีคำตอบที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียว เมื่อกำหนดปัญหาและตัวเลือกที่เป็นคำตอบก็จะสามารถตรวจสอบได้ว่าตัวเลือกใดเป็นคำตอบของปัญหา คำตอบของปัญหาแต่ละปัญหา ได้รับการกำหนดให้เป็นคำตอบที่ถูกต้องหรือไม่ก็ไม่ถูกต้องอย่างใดอย่างหนึ่ง ปัญหาลักษณะนี้ เรียกว่า ปัญหาสมบูรณ์ หรือ ปัญหาปิด สำหรับปัญหาอีกประเภทหนึ่ง เป็นปัญหาที่สร้างใหม่ คำตอบที่ถูกต้องหลายคำตอบ เรียกว่า ปัญหาไม่สมบูรณ์ หรือ ปัญหาเปิด ปัญหาประเภทนี้มักพบอยู่เสมอในการสอนปกติในชั้นเรียน เมื่อครูใช้คำถามกับนักเรียนโดยมีจุดมุ่งหมายในการพัฒนาความหลากหลายของวิธีการหรือแนวทางเข้าสู่การหาคำตอบของปัญหาที่กำหนด

Takahashi (2004) ได้ให้ความหมาย ของการแก้ปัญหาปลายเปิดว่าเป็นกระบวนการสร้างให้เกิดความสนใจและกระตุ้นเรา ให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ให้แก่นักเรียนในชั้นเรียน และการแก้ปัญหาปลายเปิดได้ถูกพัฒนาขึ้นในประเทศญี่ปุ่น เป็นกระบวนการสร้างให้นักเรียนเกิดความสนใจและกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ทาง คณิตศาสตร์โดยผ่านกิจกรรมและการทำงานร่วมกับผู้อื่น การเรียนการสอนที่ใช้การแก้ปัญหาปลายเปิด จะเน้นกระบวนการแก้ปัญหามากกว่าจะสนใจคำตอบ ทาคาฮาชิได้แบ่งลักษณะของปัญหาปลายเปิดออกเป็น 2 ลักษณะ ดังนี้ ลักษณะที่ 1 เป็นปัญหาที่มีคำตอบเดียวแต่มีวิธีการในการหาคำตอบหรือแนวทางในการหาคำตอบได้หลายวิธี ลักษณะที่ 2 เป็นปัญหาที่มีคำตอบที่ถูกต้องได้หลายคำตอบ

Nohda (2000) กล่าวว่าวิธีการแบบเปิดเป็นวิธีการสอนที่ส่งเสริมนักเรียนคิดทางคณิตศาสตร์ เพื่อให้เกิดกิจกรรมที่สร้างสรรค์ในระหว่างการเรียนการสอนด้วยวิธีการแบบเปิดมีจุดมุ่งหมายว่านักเรียนทุกคนสามารถเรียนรู้คณิตศาสตร์ในการตอบสนองต่อการใช้ความสามารถทางคณิตศาสตร์ของตนเอง การสอนด้วยวิธีการแบบเปิดเน้นการเปิดใจของนักเรียนต่อวิชาคณิตศาสตร์ วิธีการแบบเปิด (Open Approach) เป็นรูปแบบการสอนคณิตศาสตร์ของประเทศญี่ปุ่นซึ่งวิธีการแบบเปิดนี้จะเริ่มต้นด้วยการมีส่วนร่วม หรือการมีประสบการณ์ที่หลากหลายกับปัญหาปลายเปิด (Open-ended problems) ซึ่งปัญหาปลายเปิดนี้ มีลักษณะ เป็นสถานการณ์ปัญหาที่มีคำตอบมากกว่าหนึ่งคำตอบ มีกระบวนการการแก้ปัญหาที่หลากหลายและสามารถพัฒนาไปเป็นปัญหาอื่นได้

วนัชญา เชิงดี (2555, น. 49) วิธีการสอนแบบเปิด คือ แนวการจัดการเรียนรู้ ที่แบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอน คือ 1) การนำเสนอปัญหาปลายเปิด 2) การเรียนรู้ด้วยตนเอง 3) การอภิปรายทั้งชั้นเรียน 4) การสรุปบทเรียนโดยเชื่อมโยงกับแนวคิดของผู้เรียน

พิมพ์พันธุ์ ปันแสน (2556, น. 28) วิธีการแบบเปิด คือ วิธีการสอนที่เน้นการคิดของ นักเรียนให้เกิดขึ้นพร้อมๆ กับการทำกิจกรรมในชั้นเรียน นักเรียนสามารถคิดได้อย่างอิสระและ สามารถคิดได้ตามความถนัดของตนเอง ให้เกิดการเรียนรู้ร่วมกับนักเรียนคนอื่นๆ ในชั้นเรียน เป็นวิธีการสอน ที่ช่วยพัฒนากระบวนการเรียนรู้ของนักเรียน พร้อมกับเป็นการส่งเสริมกระบวนการคิดให้มากยิ่งขึ้น

ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ (2565) วิธีการแบบเปิด (Open Approach) เป็นการจัดการเรียนรู้โดยใช้ “ปัญหาปลายเปิด” ในฐานะที่เป็น “สถานการณ์ปัญหา” เพื่อเป็นกลไกขับเคลื่อนการบูรณาการองค์ประกอบสาระการเรียนรู้ที่คาดหวังไว้ในหลักสูตร นักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการแบบเปิด จะได้รับโอกาสให้ได้แก้ปัญหาปลายเปิดตามแนวทางและความสามารถที่แตกต่างของแต่ละบุคคล ครูผู้สอนจะทำหน้าที่เป็นผู้สนับสนุนและจัดเตรียมสื่ออุปกรณ์เพื่อสนับสนุนการคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้และเข้าใจ ความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ ผ่านการแก้ปัญหาด้วยตนเอง และผ่านการอภิปราย แลกเปลี่ยนเรียนรู้แนวคิดที่แตกต่างกันในห้องเรียน โดยเน้นปฏิสัมพันธ์และการสื่อสารระหว่างครูและนักเรียน นักเรียนกับนักเรียน รวมทั้ง การพยายามหาเหตุผลของแนวคิดของนักเรียนแต่ละคน เพื่อมาสรุปเป็นวิธีการเรียนรู้ (Learning how to Learn) ร่วมกันของชั้นเรียน

สรุปได้ว่า วิธีการสอนแบบเปิด เป็นกระบวนการสร้างให้นักเรียนเกิดความสนใจและกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์โดยผ่านกิจกรรมและการทำงานร่วมกับผู้อื่นการเรียนการสอนที่ใช้การแก้ปัญหาปลายเปิดจะเน้นกระบวนการแก้ปัญหามากกว่าจะสนใจคำตอบ เป็นการสอนที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ โดยที่ให้นักเรียนลงมือปฏิบัติจริงทุกขั้นตอนจนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง

2.5.2 ขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้โดยวิธีการแบบเปิด (Open Approach)

มีนักการศึกษาได้กล่าวถึงขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้โดยวิธีการแบบเปิด (Open Approach) ไว้ ดังนี้

Nohda (2000) วิธีการนำเสนอปัญหาปลายเปิด มีขั้นตอนต่อไปนี้

1. กำหนดปัญหา ครูได้นำเสนอปัญหาให้นักเรียนได้แก้ไข ซึ่งครูไม่ได้บอกวิธีของการแก้ปัญหา แต่จะให้นักเรียนได้ร่วมกันแก้ปัญหา อาจจะมาอยู่ในรูปของการเล่นเกม หรือการแสดงละคร ปัญหาที่ได้นั้นไม่สามารถหาคำตอบได้ทันที ขึ้นอยู่กับจุดประสงค์ที่ครูต้องการให้ปัญหาปลายเปิดมีลักษณะอย่างไร ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ชนิด คือ

1.1 กระบวนการแบบเปิด คือ จะมีคำตอบที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียว แต่มีวิธีการที่นักเรียนสามารถหาได้อย่างหลากหลาย ไม่จำกัดวิธี

1.2 ผลลัพธ์เปิด คือ มีคำตอบมากกว่าหนึ่งคำตอบ นักเรียนสามารถหาคำตอบได้อย่างหลากหลายคำตอบ

1.3 แนวทางในการพัฒนาแบบเปิด คือ ปัญหาที่นักเรียน ได้รับมาสามารถเปลี่ยนให้เป็นปัญหาใหม่ ที่นักเรียนสามารถร่วมกันแก้ปัญหาได้อีก

2. แก้ปัญหาเป็นขั้นตอนการหาวิธีการที่หลากหลายเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา ครูจะให้นักเรียนแต่ละคนได้เสนอแนวคิดในการแก้ปัญหาอย่างหลากหลาย โดยขึ้นอยู่กับประสบการณ์

ของนักเรียนและความสามารถของนักเรียนเอง โดยที่ครูจะคอยกระตุ้นให้นักเรียนลองอภิปรายวิธีการต่าง ๆ เพื่อนำมาเชื่อมเข้าด้วยกัน

3. ขยายปัญหาเป็นการขยายปัญหาเดิมที่มีอยู่แล้วให้เป็นปัญหาใหม่ ซึ่งเมื่อพิจารณาขั้นตอนนี้จะเห็นได้ว่าเป็นปัญหาที่เป็นผลลัพธ์เปิด เพื่อให้นักเรียนได้มีวิธีการที่หลากหลายในการหาคำตอบที่เป็นปัญหาใหม่ ซึ่งนักเรียนที่มีความสามารถก็จะสามารถคิดวิธีการที่หลากหลายได้

วนัชญา เชิงดี (2555, น. 9) วิธีการแบบเปิดแบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอน คือ

ขั้นที่ 1 การนำเสนอปัญหาปลายเปิด ครูได้นำเสนอปัญหาปลายเปิด เมื่อครูนำเสนอสิ่งที่ครูจะถามนั้นคือ ทฤษฎี และสูตร ต่างๆ ซึ่งปัญหาที่เกิดขึ้นคือนักเรียนยังไม่คุ้นชินกับสูตรและ ทฤษฎีต่างๆ สิ่งที่ครูควรทำคือให้นักเรียน เข้าใจประเด็นปัญหาในทิศทางเดียวกัน และให้ตัวอย่างแก่ นักเรียน โดยที่มีจำกัดแนวคิดของนักเรียน

ขั้นที่ 2 การเรียนรู้ด้วยตนเอง ขั้นตอนนี้ครูควรชี้แนะ ให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นของนักเรียนออกมา เพราะปัญหาปลายเปิดมีความสำคัญของการคิดทางคณิตศาสตร์ ครูควรปรับเปลี่ยน ความคิดของทุกคนให้เข้าด้วยกัน เพราะความคิดของแต่ละคนมีความสำคัญ

ขั้นที่ 3 ช่วงอภิปรายบทเรียน หลังจากที่นักเรียนได้แก้ไขปัญหาแล้ว นักเรียนจะต้องบันทึกคำตอบ ลงในใบงานหรือหรือหนังสือเรียนที่กำหนด ซึ่งในขั้นนี้ครูสามารถที่จะประเมินนักเรียน เป็นรายบุคคลหรือรายกลุ่มก็ได้ และครูยังจะสามารถที่จะรู้ว่านักเรียน คนไหนที่ยังไม่เข้าใจ ครูจึงควรให้คำแนะนำหรือยกตัวอย่างเพิ่มเติมให้นักเรียนได้เข้าใจยิ่งขึ้น

ขั้นที่ 4 สรุปเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่นักเรียนจะต้อง นำเสนอแนวคิดของตนเองว่ามีส่วนที่เหมือนกับเพื่อนหรือไม่ ซึ่งครูควรกระตุ้นในการให้นักเรียนให้ เหตุผลว่าแนวคิดของนักเรียนสอดคล้องกับปัญหาที่ได้รับมาหรือสอดคล้องกับแนวคิดของเพื่อน อย่างไร ซึ่งขั้นตอนนี้นักเรียนควรเตรียมการมาล่วงหน้าเพื่อมานำเสนอและมาอภิปรายร่วมกัน

ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ (2565) วิธีการแบบเปิดมี 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. การนำเสนอปัญหาปลายเปิด หมายถึง การที่ครูนำเสนอปัญหาปลายเปิดในชั้นเรียน นักเรียนจะถูกถามเพื่อให้เกิดความสับสน เนื่องจากเป็นสถานการณ์ปัญหาที่นักเรียนไม่คุ้ยเคย และครูจะช่วยให้นักเรียนเข้าใจความหมายของปัญหาด้วยการกระตุ้นให้นักเรียนพิจารณาประเด็นเดียวกัน ด้วยการดูปัญหาบนกระดาน เพิ่มเติมข้อมูลสำหรับกรณีทั่วๆไป ให้ตัวอย่างที่ไม่จำกัดแนวทางการคิด และสร้างสื่อรูปธรรมที่เป็นต้นแบบ

2. การเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน หมายถึง การเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ลงมือแก้ปัญหาด้วยตนเอง ครูต้องระมัดระวังไม่ก าหนดข้อเสนอแนะสำหรับนักเรียนทุกคน แต่ครูต้องปรับข้อเสนอแนะให้เหมาะสมกับความคิดเห็นของนักเรียนอย่างเฉพาะเจาะจง การสอนในขั้นนี้คาดหวังให้นักเรียนเกิดแนวทางการแก้ปัญหาที่หลากหลาย มีประเด็นใหม่ ๆ ที่ยังไม่เกิดขึ้น ซึ่งประเด็นใหม่ ๆ

หรือแนวคิดใหม่ ๆ นี้จะเกิดขึ้นในขณะที่มีการอภิปรายในชั้นเรียน สิ่งสำคัญคือการเคลื่อนย้ายการเรียนรู้รายบุคคลไปที่การเรียนรู้ในกลุ่ม

3. การอภิปรายและการเปรียบเทียบทั้งชั้นเรียน หมายถึง การเขียนบันทึกการตอบปัญหา แนวทางเข้าสู่ปัญหา หรือวิธีการแก้ปัญหาที่ทำโดยนักเรียนแต่ละคนหรือในกลุ่มการเรียนที่ผ่านมาเป็นสิ่งสำคัญมาก ครูสามารถใช้ข้อมูลเหล่านี้มาประเมินการเรียนรู้รายบุคคลหรือของกลุ่ม ซึ่งเป็นขั้นตอนที่สำคัญมากต่อการพัฒนาบทเรียนในอนาคต ครูควรพยายามจำแนกนักเรียนว่าใครยังไม่เข้าใจปัญหา และให้ตัวอย่างเพิ่มเติมหรือเสนอแนะเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนคิดในแนวทางที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

4. การสรุปโดยเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน หมายถึง การที่ครูหรือนักเรียนควรเขียนงานของตนเองหรือของกลุ่มบนกระดาน เพื่อให้สมาชิกในห้องได้เห็น จากนั้นครูรวบรวมแนวคิดทั้งหมดของนักเรียน และควรให้นักเรียนได้ยืนยันงานของตัวเองว่าสอดคล้องหรือสามารถสรุปรวบยอดแนวคิดเข้ากับแนวคิดของนักเรียนคนอื่น ๆ ได้หรือไม่ หากพบว่ามีแนวคิดที่ยังไม่ถูกต้องหรือไม่สมบูรณ์ ครูควรพิจารณาในมุมบวกและปรับแนวคิดเหล่านั้นจากข้อเสนอแนะของนักเรียนคนอื่นๆ ครูควรรวบรวมแนวคิดของนักเรียนที่เกิดขึ้นเพื่อนำไปสู่ข้อสรุป ซึ่งครูควรผสมผสานและจัดเรียงตามแนวคิดนั้นๆ สรุปการเรียนรู้และกระตุ้นเพื่อเป็นการเตรียมสำหรับคาบเรียนต่อไป

สรุปได้ว่า ผู้วิจัยเลือกใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดตามแนวคิดของไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ ซึ่งการสอนด้วยวิธีการแบบเปิดประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนที่ 1 การนำเสนอปัญหาปลายเปิด ข้นตอนที่ 2 การเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน ขั้นตอนที่ 3 การอภิปรายและการเปรียบเทียบทั้งชั้นเรียน ขั้นตอนที่ 4 การสรุปโดยเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน

2.6 ชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC)

ชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพ (Professional Learning Community: PLC) เป็นกระบวนการที่ครูและบุคลากรทางการศึกษาร่วมกันเรียนรู้จากการปฏิบัติงาน แลกเปลี่ยนประสบการณ์ และพัฒนาการจัดการเรียนรู้ร่วมกัน เพื่อยกระดับผลลัพธ์การเรียนรู้ของผู้เรียน วิจารณ์ พานิช (2555) การรวมกลุ่มทำงานแบบร่วมมือรวมพลังของครูผู้สอนและบุคลากรทางการศึกษา มีเป้าหมาย เพื่อพัฒนาผู้เรียน ไม่ว่าจะเป็นเรื่องการจัดการเรียนการสอน และคุณภาพทางการ ศึกษา การแลกเปลี่ยนค่านิยม วิสัยทัศน์ ภาวะผู้นำ และประสบการณ์ของบุคคลอย่างต่อเนื่อง ชาริณี ตรีวรัญญู (2560, น. 299) จึงจำเป็นที่จะต้องทำความเข้าใจนิยามของหัวข้อ ดังต่อไปนี้

2.6.1 ความหมายของชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ

มีนักการศึกษาและสถาบันทางการศึกษา ได้กล่าวถึงความหมายของชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ ดังนี้

Sergiovanni (1994, p. 9) ได้ให้ความหมาย ชุมชนการเรียนรู้ แห่งวิชาชีพ PLC หมายถึง เป็นสถานที่สำหรับปฏิสัมพันธ์ ลดความโดดเดี่ยวของสมาชิกบุคลากร วิชาชีพครูของโรงเรียน ในการทำงานเพื่อปรับปรุงผลการเรียนรู้ของนักเรียนหรืองานวิชาการ โรงเรียน ชุมชนการเรียนรู้แห่งวิชาชีพ ที่มีลักษณะของความเป็นชุมชนแห่งความเอื้ออาทร โดยอยู่ บนพื้นฐานอำนาจทั้งในทางเชิงวิชาชีพ และเชิงคุณธรรม

Hord, S.M. (2003) กล่าวว่า ชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพ หมายถึง การที่กลุ่มของครูและผู้เชี่ยวชาญทางการศึกษา ซึ่งมีวิสัยทัศน์ ค่านิยม และเป้าหมายเดียวกัน ทำการเรียนรู้ร่วมกัน โดยการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน อย่างต่อเนื่อง เพื่อพัฒนาสมรรถนะตนเองในการจัดการเรียนการสอน

Hord (2009, pp. 18-25) ได้ให้ความหมาย ชุมชนแห่งการเรียนรู้ทาง วิชาชีพ หมายถึง เป็นวิธีการที่ผู้บริหาร และคณะครู ในการร่วมมือกันเพื่อแก้ปัญหาและการ พัฒนาการจัดการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียน เพื่อให้บรรลุตามเป้าหมายที่ก าหนดไว้ โดยการตกลงร่วมกัน ของสมาชิก เกิดประโยชน์อย่างมีประสิทธิภาพทั้ง ผู้เรียน ครู ผู้บริหารและโรงเรียน ทั้งนี้ต้องอาศัย การสนับสนุนของทุกภาคส่วนที่เกี่ยวข้องในการพัฒนาผู้เรียนและพัฒนาวิชาชีพของครู

วรลักษณ์ ชูกำเนิด และ เอกรินทร์ ชูสังข์ทอง (2557, น. 95) ได้ให้ความหมาย ชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพ หมายถึง เป็นการรวมตัว ร่วมท างาน ร่วมเรียนรู้ของครู ผู้บริหารและนักการศึกษา บนพื้นฐานของความสัมพันธ์แบบกัลยาณมิตร โดยมีวิสัยทัศน์ คุณค่า เป้าหมายและภาระกิจร่วม ครูผู้สอนท างานเป็นทีมร่วมกัน ผู้บริหารให้การสนับสนุน ซึ่งนำไปสู่การเรียนรู้ และการพัฒนาวิชาชีพ เปลี่ยนแปลงคุณภาพทั้งตนเองและการจัดการเรียนรู้โดยเน้นประสิทธิผลของที่เกิดกับผู้เรียนเป็นสำคัญมีความสุขในการดำเนินงานของสมาชิก

ชวลิต ชูกำแพง (2560, น. 1) กล่าวว่า ชุมชนแห่งการเรียนรู้ของครู (Professional Learning Community) เป็นการรวมตัวกันของครูผู้มีเป้าหมายเดียวกันต่อการเรียนรู้ของศิษย์ เพื่อเปลี่ยนแปลงการเรียนการสอนของตนเอง โดยอาศัยการเรียนรู้ร่วมกัน โดยใช้เทคนิคที่สำคัญ เช่น การทบทวนผลการปฏิบัติงาน (After Action Review : AAR) การแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ซึ่งต้องอาศัยทักษะที่สำคัญคือการฟังและการสื่อสารที่ดี ตลอดทั้งการรักษาสัมพันธภาพในชุมชนของตน

เมธาสิทธิ์ ธัญรัตนศรีสกุล (2561, น. 217) กล่าวว่า ชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพ หมายถึง การเรียนรู้ร่วมกันของผู้ร่วมวิชาชีพ นั่นก็คือ ครูกับครู และครูกับนักเรียน ที่เป็นมากกว่าการจัดการเรียนรู้ แต่ยังมีการแลกเปลี่ยนความคิดความรู้เพื่อการเรียนรู้ต่อยอด การเรียนรู้ในลักษณะนี้จะ เป็นการเรียนรู้เพื่อการเปลี่ยนแปลง (Transformative Learning) นอกจากนี้ องค์ความรู้ที่ได้

จากการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนของครู แต่ละคน จะถูกนำมาจัดการความรู้อย่างเป็นระบบ ผ่านการอภิปรายสะท้อนคิดตามหลักวิชาการ และนำมา แลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันอย่างต่อเนื่อง

วิชัย วงษ์ใหญ่ และ มารุต พัฒผล (2562, น. 11) ได้ให้ความหมาย ชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพ หมายถึง การรวมกลุ่มกันในเชิงวิชาการ ของบุคคลผู้ที่มีวิชาชีพเดียวกัน เพื่อการพัฒนาวิชาชีพและคุณภาพของผู้เรียน ผ่านกิจกรรม มีความร่วมมือร่วมใจและ ประสบการณ์การปฏิบัติในพื้นที่ ตลอดจนการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกันอย่างต่อเนื่อง อันเป็นนวัตกรรมพัฒนาคุณภาพการศึกษาผ่านการพัฒนาศักยภาพผู้สอนและนำไปสู่การพัฒนา ผู้เรียน ร่วมแรงร่วมใจกันของครูผู้สอนและบุคลากร เป้าหมายเพื่อพัฒนาคุณภาพผู้เรียน มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกัน และกันในการช่วยเหลือ สนับสนุน ส่งเสริมซึ่งกันและกันอย่าง ต่อเนื่อง

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (น. 58) ชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพ (Professional Learning Community: PLC) เป็นกระบวนการสร้างการเปลี่ยนแปลง โดยเรียนรู้จากการปฏิบัติงานของกลุ่มนักการศึกษาที่มีความสนใจตรงกัน มารวมตัวกัน อย่างต่อเนื่อง เพื่อทำงานร่วมกัน แบ่งปันประสบการณ์ และสนับสนุนซึ่งกันและกัน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อร่วมวางเป้าหมายในการยกระดับการจัดการเรียนรู้ของครู รวมทั้งแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น มุ่งเน้นส่งเสริมการพัฒนาคุณภาพ การเรียนรู้ของผู้เรียน รวมทั้งตรวจสอบ และสะท้อนผลการปฏิบัติงาน ทั้งในส่วนบุคคลและผลที่เกิดขึ้นโดยรวม ผ่านกระบวนการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ การวิพากษ์วิจารณ์ การทำงานร่วมกัน และการร่วมมือรวมพลัง เพื่อส่งเสริม กระบวนการเรียนรู้อย่างเป็นองค์รวม โดยมีการดำเนินการอย่างน้อย 5 ประการ ดังนี้ 1) การสร้างบรรทัดฐานและค่านิยมร่วมกัน (shared values and norms) 2) การปฏิบัติที่มีเป้าหมายมุ่งสู่การเรียนรู้ของผู้เรียน (collective focus on student learning) 3) การร่วมมือกันทำงานของนักการศึกษาและบุคคลที่เกี่ยวข้อง (collaboration) 4) การสังเกตชั้นเรียนและการเปิดรับฟังการสะท้อนความคิด (expert advice and study visit and classroom observation) 5) การสนทนาที่สร้างสรรค์สะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflection dialogue and constructive feedback) ผ่านการสร้าง HOPE ชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพมุ่งตอบสนองวัตถุประสงค์สำคัญ 2 ประการ ประการแรกคือ มุ่งยกระดับศักยภาพในการจัดการเรียนรู้ของครูและนักการศึกษาที่เกี่ยวข้อง ผ่านกระบวนการเรียนรู้ร่วมกัน การแลกเปลี่ยน ประสบการณ์และความเชี่ยวชาญ และการพูดคุยกันอย่างมืออาชีพ ประการที่สอง คือ มุ่งสร้างแรงบันดาลใจ ในการเรียนให้กับนักเรียน เพื่อยกระดับผลสัมฤทธิ์และความสำเร็จในการเรียนรู้ การดำเนินการจัดกระบวนการ ชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพให้ตอบโจทย์วัตถุประสงค์สำคัญสองประการข้างต้นนั้น ควรจัดให้มีรูปแบบ การดำเนินการในลักษณะเดียวกันกับการวิจัยปฏิบัติการ (action research) นั่นคือจะต้องมีการตั้งคำถาม อย่างต่อเนื่อง การหมั่นทบทวนและทดสอบผลสัมฤทธิ์ การคิด วิเคราะห์และพิจารณาอย่างรอบคอบรอบด้าน รวมถึงการยกระดับกลยุทธ์การจัดการเรียนการสอน

สรุปได้ว่า ชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพ (PLC) หมายถึง การรวมตัว ร่วมมือร่วมใจ และร่วม เรียนรู้ร่วมกันของครู ผู้บริหาร ครู นักวิชาการ นักเรียน เพื่อการเรียนรู้และพัฒนาวิชาชีพ บนพื้นฐาน ความสัมพันธ์แบบกัลยาณมิตร มีวิสัยทัศน์ คุณค่า เป้าหมาย และภารกิจร่วมกัน โดยทำงานร่วมกันแบบทีมการ เรียนรู้ที่มีครูเป็นผู้นำร่วมกัน และผู้บริหารเป็นผู้ดูแลสนับสนุน สู่การเรียนรู้และพัฒนาวิชาชีพเปลี่ยนแปลง คุณภาพตนเอง ถือว่าทุกคนคือคนเชี่ยวชาญในงาน นั้นจึงเรียนรู้ร่วมกันได้

2.6.2 ความสำคัญของชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพ

มีนักการศึกษาและสถาบันทางการศึกษา ได้กล่าวถึงความสำคัญของชุมชนแห่งการเรียนรู้ ทางวิชาชีพไว้ ดังนี้

Hord (1997, pp. 39-44) ได้ทำการสังเคราะห์รายงานการวิจัยเกี่ยวกับ โรงเรียนที่มี การจัดตั้งชุมชนแห่งวิชาชีพ จะมีผลดีต่อครูผู้สอนและต่อนักเรียนซึ่งสรุปได้ ดังนี้

1. ผลดีต่อครูผู้สอน

1.1 ลดความรู้สึกโดดเดี่ยวในการสอนของครู

1.2 สร้างความรู้สึกผูกพันต่อพันธกิจและเป้าหมายของโรงเรียนเพิ่มมากขึ้น เกิดความกระตือรือร้นที่จะปฏิบัติให้บรรลุเป้าหมาย รับผิดชอบต่อผู้เรียนร่วมกัน

1.3 เกิดความรู้สึกพลังร่วมกันในการการเรียนรู้ ส่งผลให้การปฏิบัติการ สอนในชั้นเรียน ค้นพบสิ่งใหม่ ๆ ที่เกี่ยวกับวิธีการสอน ทำให้การสอนดียิ่งขึ้น

1.4 มีเข้าใจในเนื้อหาสาระที่สอนได้อย่างแตกฉานเพิ่มมากยิ่งขึ้น และรู้ว่าตนเอง จะต้องมีบทบาทในการสอนอย่างไรที่จะนำไปสู่เป้าหมายการเรียนรู้ของผู้เรียน ตามที่คาดหวังไว้

1.5 รับทราบข้อมูลสารสนเทศต่าง ๆ ที่จำเป็นต่อวิชาชีพได้อย่างมาก และมีความรวดเร็ว เป็นผลดีต่อพัฒนาปรับปรุงวิชาชีพและเป็นแรงบันดาลใจในการพัฒนาการเรียนรู้ ของผู้เรียน

1.6 สร้างขวัญกำลังใจต่อการปฏิบัติงานให้เพิ่มสูงขึ้นและช่วยลดอัตรา การลางานให้น้อยลง

1.7 มีการปรับเปลี่ยนวิธีสอน ที่ตรงกับลักษณะของผู้เรียนได้อย่าง เด่นชัด และรวดเร็วกว่าที่พบในโรงเรียนแบบเดิม

1.8 สร้างการเปลี่ยนแปลงใหม่ ๆ ให้ปรากฏอย่างเด่นชัดและยั่งยืน ภาวะการ หยุดงานน้อยลง

2. ผลดีต่อนักเรียน

2.1 ลดอัตราการตกซ้ำชั้นและการขาดเรียนของผู้เรียนน้อยลง

2.2 ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้น เมื่อเทียบกับโรงเรียน แบบเดิม

2.3 มีความแตกต่างด้านผลสัมฤทธิ์การเรียน ระหว่างกลุ่มนักเรียนที่มีภูมิหลังไม่เหมือนกัน ลดลงอย่างชัดเจน

Vescio Ross and Adams (2008, pp. 80-91) กล่าวถึงความสำคัญของ PLC ว่าช่วยทำให้เกิด การพัฒนาอย่างมีพลังของครูทุกคนและเป็นกลยุทธ์สำคัญของสถานศึกษา ในการเปลี่ยนแปลงเพื่อยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และจากการติดตามผลของสถานศึกษาที่นำแนวทางการสร้าง PLC ไปใช้ในสถานศึกษาและพบการเปลี่ยนแปลงที่สำคัญ คือ

1. ผลดีต่อครูผู้สอน การนำ PLC ไปใช้ไองค์กรจะทำให้ครูและบุคลากรในโรงเรียนได้พูดคุยและเข้าใจกันมากขึ้น ลดการทำงานและความรู้สึกโดดเดี่ยวของครู เพิ่มความรู้สึกผูกพันต่อพันธ์กิจและเป้าหมายของโรงเรียนมากขึ้น มีความกระตือรือร้นที่จะปฏิบัติงานอย่างเข้าแข็ง มีความแตกฉานในสาระและการออกแบบกิจกรรมการเรียนการสอนมากขึ้น รับรู้ข้อมูลสารสนเทศเพื่อการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา มีแรงบันดาลใจเพื่อจะพัฒนางานเพื่อศิษย์มากขึ้นและมีอัตราการลางานน้อยลงขึ้นอย่างชัดเจนเมื่อเทียบกับโรงเรียนแบบเดิม

2. ผลดีต่อผู้เรียน PLC ส่งผลให้จำนวนการขาดโรงเรียนของนักเรียนน้อยลง เด็กมีความกระตือรือร้นสนใจจะเข้าร่วมกิจกรรมที่ทางโรงเรียนจัดขึ้น มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูง

พิมพันธ์ เดชะคุปต์และ พเยาว์ ยินดีสุข (2557, น. 135-136) กล่าวถึง คุณค่าของการใช้ชุมชน แห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพ มีคุณค่าหลัก ดังนี้

1. ผลต่อผู้เรียน พัฒนาผู้เรียนเป็นการเสริมสร้างยกระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ให้สูงขึ้น โดยมี ความรู้อย่างเข้าใจ มีทักษะตามสมรรถนะ ตามหลักสูตร ตลอดจนมีทักษะศตวรรษที่ 21 กอรปด้วยคุณลักษณะ อันพึงประสงค์ สร้างความเป็นผู้นำด้วยการทำงานกลุ่ม แก้ปัญหา สร้างการเป็นผู้เรียนรู้ สร้างความเป็น นวัตกร เป็นการยกระดับคุณภาพผู้เรียน อีกทั้งการให้กลุ่มทำงานแบบรวมพลัง โดยคนเก่งช่วยเหลือคนเรียน ช้ากว่า เป็นการช่วยให้เด็กทุกคนในห้องเรียนได้เรียนรู้ผ่านอย่างน้อย คือ ขั้นต่ำของมาตรฐานการเรียนรู้ โดย ไม่ทิ้งเด็กเหลือไว้สักคนเดียว เป็นการลดความเหลื่อมล้ำทางการเรียนรู้ของผู้เรียนอีกด้วย

2. ผลต่อครู

2.1 เสริมสร้างครูเป็นครูมืออาชีพ มีทักษะ 7C ของครู 4.0 แม้ต้องใช้เวลาแต่ก็ดีกว่าไม่ได้รับ การพัฒนาช่วยเหลือกันแบบรวมพลัง

2.2 พัฒนาครูให้เป็น Teacher Professional Content Knowledge (TPCK) คือ รู้ดีใน เนื้อหา เพราะครูต้องมีการพิจารณาเนื้อหาที่เป็นแก่น หรือองค์ความรู้ที่จะถ่ายทอดเด็กก่อนออกแบบการเรียน การสอน โดยเฉพาะศาสตร์ของการจัดการเรียนรู้เชิงรุกแบบรวมพลังที่จะพัฒนาเด็กไทยเป็นเด็ก 4.0

3. ผลต่อคณะผู้บริหาร ผู้อำนวยการ ครูใหญ่

3.1 พัฒนาความสามารถในการนิเทศภายในทำให้เกิดการทำงานแบบรวมพลังเพื่อ พัฒนาการนำหลักสูตรไปใช้

3.2 พัฒนาความสามารถในการทำวิจัยเกี่ยวกับบริหารจัดการด้วยวิชาการการบริหารงาน นิเทศควบคู่ไปกับการทำงานวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียนของครูที่เกิดจากกระบวนการ CM-LS-PLC Process ก่อให้เกิดงานนวัตกรรมการเรียนรู้ในระดับผู้บริหาร

4. ผลต่อโรงเรียน พัฒนาโรงเรียนเป็นโรงเรียนแห่งประชาธิปไตย สู่สุขภาวะเป็นโรงเรียนที่มีความยั่งยืน

5. ผลต่อโรงเรียนเครือข่าย

5.1 เป็นการพัฒนาครูในระดับเครือข่าย ซึ่งเป็นสังกัดเดียวกันในระดับการศึกษาและประเภท การศึกษาต่าง ๆ

5.2 เป็นการพัฒนาครูในระดับข้ามเครือข่าย เป็นการทำงานรวมพลังข้ามสังกัดในระดับ การศึกษาและประเภทการศึกษาต่างๆ หรืออาจท างานรวมพลังข้ามจังหวัดก็เป็นได้

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา (2560, น. 16) ได้อธิบายถึง ความสำคัญในประโยชน์การพัฒนาครูด้วยกระบวนการชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพได้ดังนี้

1. ช่วยลดความโดดเดี่ยวในการทำงานของครูจากที่ต่างคนต่างทำขาดการร่วมกันปรึกษาให้ขาดเป้าหมายร่วม เปลี่ยนมาเป็นทำงานการร่วมกัน และมุ่งไปที่เป้าหมายที่ ตรงกัน คือ การพัฒนาผู้เรียน

2. ช่วยเพิ่มความรู้สึกผูกพันต่อพันธกิจและเป้าหมายของสถานศึกษา ซึ่งเนื่องมาจากการ มีเพื่อนมีเครือข่ายและการทำงานร่วมกัน

3. ช่วยเพิ่มความกระตือรือร้นในการปฏิบัติงานให้บรรลุภารกิจที่มีเป้าหมายที่ชัดเจนร่วมกัน

4. ช่วยให้การสอนในชั้นเรียนได้ผลดีมากยิ่งขึ้น ทั้งนี้เพราะครูมีการเรียนรู้มากขึ้นเมื่อได้เห็นตัวอย่างการสอนที่ดีในของเพื่อนครูและเกิดการนำมาประยุกต์ในชั้นเรียนของ ตนเอง ส่งผลต่อการสอนที่เกิดประสิทธิผลเพิ่มมากขึ้น

5. รับทราบข้อมูลสารสนเทศที่จำเป็นต่อวิชาชีพได้กว้างขวาง รวดเร็วขึ้น เนื่องจากชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพ ช่วยให้เกิดเครือข่ายและสามารถสื่อสารได้อย่าง กว้างขวางและทั่วถึงมากยิ่งขึ้น

6. ก่อให้เกิดแรงบันดาลใจที่จะพัฒนาและอุทิศตนเพื่อผู้เรียนเพิ่มมากขึ้น

7. ช่วยลดอัตราการลา และหยุดงานน้อยลงเมื่อเทียบกับสถานศึกษาที่ไม่มี การนำชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพมาปรับใช้ในสถานศึกษา ตลอดจนครูมีการปรับเปลี่ยน วิธีการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับผู้เรียนได้อย่างดียิ่งขึ้น

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (น.59) การพัฒนาคุณภาพการจัดการเรียนการสอนที่ผ่านมา บุคคลที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอน การดูแลชั้นเรียนและการเรียนการสอนในแต่ละชั่วโมงและแต่ละวิชาเป็นหน้าที่ ของครูแต่ละคนที่รับผิดชอบในวิชานั้น ๆ เสมือนกับครูคนนั้นเป็นเจ้าของห้องเรียนแต่เพียงผู้เดียว (king of the classroom) ซึ่งการที่ทุกคนมอบความไว้วางใจและทุก ๆ สิ่งในห้องเรียนให้กับครูคนหนึ่งเข้าปฏิบัติการ จัดการเรียนการสอนกับนักเรียนจำนวนหนึ่งในชั้นเรียน ครูคนนั้นจะมีแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน อย่างไรจะเตรียมการสอนมาดีหรือไม่ จะให้ความสนใจนักเรียนทุกคนทั่วถึงกันทั้งห้องเรียนหรือไม่ ไม่มีใครล่วงรู้ได้ นอกจากนักเรียนที่เป็นผู้สัมผัสกับครูคนนั้น การจัดการเรียนการสอนในลักษณะนี้ ตั้งอยู่บนพื้นฐาน ความเชื่อดั้งเดิมของระบบโรงเรียนในประเทศไทย ซึ่งแตกต่างจากแนวคิดของการสร้างชุมชนแห่งการเรียนรู้ ทางวิชาชีพโดยสิ้นเชิง การผลักดันให้เกิดชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพที่มีประสิทธิภาพนั้น จึงจำเป็นจะต้อง สร้างการรับรู้ใหม่และความเชื่อพื้นฐานของบุคคลที่มีส่วนเกี่ยวข้อง ดังนี้ 1) มุ่งลดความโดดเดี่ยวของครูในการจัดการเรียนการสอนแต่เพียงลำพังคนเดียว 2) สร้างความรับผิดชอบร่วมกันของบุคคลที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับความสำเร็จของการเรียนรู้ของนักเรียนโดยมุ่งผลให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่ดีที่สุด 3) ให้ความสำคัญกับการตอบสนองต่อการแก้ปัญหานักเรียนที่เรียนรู้ไม่ได้หรือไม่สำเร็จเป็นรายบุคคล โดยหาแนวทางช่วยเหลือ ส่งเสริม และสนับสนุนให้นักเรียนเหล่านั้นได้มีโอกาสเรียนรู้อย่างทั่วถึงเท่ากันทุกคน 4) สร้างวัฒนธรรมการทำงานร่วมกันอย่างมีคุณภาพและเป็นกัลยาณมิตร 5) การแก้ปัญหาการเรียนรู้ของนักเรียนจะต้องทำอย่างต่อเนื่องจนกว่าจะเกิดความสำเร็จของการเรียนรู้ ของนักเรียนอย่างแท้จริง สิ่งที่หลงเหลือจากการแก้ไขปัญหาการเรียนรู้ผ่านกระบวนการชุมชนแห่งการเรียนรู้ ทางวิชาชีพ คือ แนวปฏิบัติที่ดีที่สุด (best practice) ภายใต้บริบท (context) หรือปรากฏการณ์ (phenomena) หนึ่ง ๆ ซึ่งนับเป็นนวัตกรรมการแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุดสำหรับแต่ละโรงเรียน การจะนำแนวทางการแก้ปัญหา เดียวกันนั้นไปใช้ในโรงเรียนอื่น ๆ ที่มีบริบทหรือปรากฏการณ์ที่แตกต่างกัน บุคคลที่เกี่ยวข้องจำเป็นจะต้องเริ่ม เรียนรู้ร่วมกันใหม่อีกครั้งหนึ่ง จากที่กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปความสำคัญของการจัดกระบวนการชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพ ที่มีต่อผู้เรียนและครูได้ดังนี้

ด้านผู้เรียน

- ปัญหาการเรียนรู้ของนักเรียนเป็นสิ่งสำคัญที่สุด
- ค้นหาวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุดสำหรับนักเรียนแต่ละคน แต่ละห้องเรียนและแต่ละโรงเรียน
- ตอบสนองต่อพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนด้วยความรวดเร็ว
- เพิ่มพลังอำนาจคุณภาพการจัดการเรียนการสอนให้มีการปฏิบัติที่ดีและเหมาะกับผู้เรียน

ด้านครูผู้สอน

- เปลี่ยนวัฒนธรรมการทำงานของครูเพื่อนักเรียน
- ลดความโดดเดี่ยวของครู
- ร่วมกันแบ่งปันความรับผิดชอบต่อความสำเร็จของนักเรียน
- สร้างวัฒนธรรมการทำงานร่วมกันอย่างมีคุณภาพและเป็นกัลยาณมิตร
- ทำให้เกิดแนวปฏิบัติที่ดีที่สุดสำหรับบริบทนั้น ๆ

สรุปได้ว่า ความสำคัญของชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพมีผลต่อผู้เรียนและครู ได้ดังนี้ 1. ด้านผู้เรียน เกี่ยวกับปัญหาการเรียนรู้ของนักเรียนเป็นสิ่งสำคัญที่สุดทำให้ค้นหาวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุดสำหรับนักเรียนแต่ละคน แต่ละห้องเรียน และแต่ละโรงเรียน ช่วยตอบสนองต่อพฤติกรรมการเรียนรู้ ของนักเรียนด้วยความรวดเร็วเพื่อเพิ่มพลังอำนาจคุณภาพ การจัดการเรียนการสอนให้มีการปฏิบัติที่ดีและเหมาะกับผู้เรียน 2. ด้านครูผู้สอน เปลี่ยนวัฒนธรรมการทำงานของครูเพื่อนักเรียน ช่วยลดความโดดเดี่ยวของครู ร่วมกันแบ่งปันความรับผิดชอบต่อความสำเร็จของนักเรียน ในการสร้างวัฒนธรรมการทำงานร่วมกันอย่างมีคุณภาพและเป็นกัลยาณมิตรทำให้เกิดแนวปฏิบัติที่ดีที่สุดสำหรับบริบทนั้น ๆ

2.6.3 ประเภทของกระบวนการชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพ

ได้มีนักศึกษา กล่าวถึง ประเภทของกระบวนการชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพ ไว้ดังนี้

Sergiovanni (1994) ได้กล่าวถึงกระบวนการชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพในประเภทระดับสถานศึกษา ระดับกลุ่มเครือข่าย และระดับชาติ ไว้ดังนี้

1. ระดับสถานศึกษา คือ ชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพที่ขับเคลื่อนของบริบทสถานศึกษาสามารถแบ่งได้ 3 ระดับย่อย ดังนี้

1.1 ระดับนักเรียน (student Level) ซึ่งนักเรียนจะได้รับการส่งเสริมและร่วมมือให้เกิดการเรียนรู้ขึ้นจากครูและเพื่อนนักเรียนอื่นให้ทำกิจกรรมเพื่อแสวงหาคำตอบที่สมเหตุสมผล สำหรับนักเรียนจะได้รับการพัฒนาทักษะที่สำคัญอทักษะการเรียนรู้

1.2 ระดับผู้ประกอบวิชาชีพ (Professional Level) ประกอบด้วยครูผู้สอนและผู้บริหารของโรงเรียนโดยใช้ฐานของ “ชุมชนแห่งวิชาชีพ” เชื่อมโยงกับการเรียนรู้ของชุมชนซึ่งเรียกว่า “ชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพ” ซึ่งเป็นกลสำคัญอย่างยิ่งที่ทุกคนในโรงเรียนร่วมกันพิจารณาทบทวนเรื่องนโยบายการปฏิบัติ และกระบวนการบริหารจัดการต่าง ของโรงเรียนใหม่อีกครั้ง โดยยึดหลักในการปรับปรุงแก้ไขสิ่งเหล่านี้เพื่อให้สามารถบริการด้นการเรียนรู้แก่นักเรียนได้อย่างมีประสิทธิผล อีกครั้งเพื่อให้การปรับปรุงแก้ไขดังกล่าว นำมาสู่การสนับสนุนการปฏิบัติงานวิชาชีพของครูผู้สอน และผู้บริหารให้มีคุณภาพและประสิทธิผลสูงยิ่งขึ้น มีบรรยากาศและ สภาพแวดล้อมของการทำงานที่ดีต่อกันของทุกฝ่าย

1.3 ระดับการเรียนรู้ของชุมชน (Learning community Level) ครอบคลุมถึงผู้ปกครองสมาชิกชุมชน และผู้นำชุมชนโดยบุคคลกลุ่มนี้จำเป็นต้องมีส่วนเข้ามาร่วมสร้างและผลักดันวิสัยทัศน์ของโรงเรียนให้บรรลุตามเป้าหมาย กล่าวคือ ผู้ปกครอง นักเรียน ผู้อาวุโส ในชุมชนตลอดจนสถาบันต่าง ๆ ของชุมชนเหล่านี้ ต้องมีส่วนร่วมในการส่งเสริมเป้าหมายการเรียนรู้ของชุมชนและโรงเรียนกล่าวคือ ผู้ปกครองมีส่วนร่วมทางการศึกษาได้โดยการให้การดูแลและแนะนำการเรียนที่บ้านของนักเรียนรวมทั้งให้การสนับสนุนแก่ครู และผู้บริหารสถานศึกษาในการจัดการเรียนรู้ให้แก่บุตรหลานของตน ผู้อาวุโสในชุมชนสามารถเป็นอาสาสมัคร ถ่ายทอดความรู้

2. ระดับกลุ่มเครือข่าย Network Level คือ PLC ที่ขับเคลื่อนในลักษณะการรวมตัวกันของกลุ่มวิชาชีพจากองค์กรหรือหน่วยงานต่าง ๆ ที่มุ่งมั่นร่วมกันสร้างชุมขนเครือข่ายภายใต้วัตถุประสงค์ร่วมคือการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ส่งเสริมสนับสนุนให้กำลังใจสร้างความสัมพันธ์และพัฒนาวิชาชีพร่วมกันอาจมีเป้าหมายที่เป็นแนวคิดร่วมกันอย่างชัดจนสามารถแบ่งได้ 2 ลักษณะคือ

2.1 กลุ่มเครือข่ายความร่วมมือระหว่างสถาบันคือการตกลงร่วมมือกันในการพัฒนาวิชาชีพครูระหว่างสถาบัน โดยมองว่าการร่วมมือกันของสถาบันต่าง ๆ จะทำให้เกิดพลังการขับเคลื่อนการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ทางวิชาชีพ การแลกเปลี่ยนหรือร่วมลงทุนด้านทรัพยากรและการเคลื่อนหมุนเป็นกัลยาณมิตร สะท้อนการเรียนรู้ซึ่งกันและกัน กรณีตัวอย่างเช่น กรณีศึกษาการจัด PLC เป็นกลุ่มของโรงเรียนในประเทศสิงคโปร์เพื่อร่วมพัฒนาแลกเปลี่ยนและสะท้อนร่วมกันทางวิชาชีพเป็นต้น

2.2 กลุ่มเครือข่ายความร่วมมือของสมาชิกวิชาชีพครูคือ การจัดพื้นที่เปิดกว้างให้สมาชิกวิชาชีพครู ที่มีอุดมการณ์ร่วมกันในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ของตนเอง เพื่อการเปลี่ยนแปลงเชิงคุณภาพของผู้เรียนเป็นหัวใจสำคัญสมาชิกที่ รวมตัวกันไม่มีเงื่อนไขเกี่ยวกับ สังกัด แต่จะตั้งอยู่บนความมุ่งมั่นสมัครใจใช้อุดมการณ์ร่วมเป็นหลักในการรวมกันเป็น PLC

3. ระดับชาติ The National Level คือ PLC ที่เกิดขึ้นโดยนโยบายของรัฐที่มุ่งจัดเครือข่ายPLC ของชาติเพื่อขับเคลื่อนการเปลี่ยนแปลงเชิงคุณภาพของวิชาชีพโดยความร่วมมือของสถานศึกษาและครูที่ผนึกกำลังร่วมกันพัฒนาวิชาชีพ ภายใต้การสนับสนุนของรัฐดังกรณีตัวอย่างนโยบายวิสัยทัศน์เพื่อความร่วมมือของกระทรวงศึกษาธิการประเทศสิงคโปร์ ในปี 2009 รัฐจัดให้มี PLC ชาติสิงคโปร์เพื่อมุ่งหวังขับเคลื่อนแนวคิดสอนให้น้อยเรียนรู้ให้มาก (Teach Less Leam more) ให้เกิดผลสำเร็จเป็นต้น

ศักดิ์ชัย ภู่เจริญ (2557, น. 74) ได้แบ่งประเภทของ PLC ออกเป็น 6 ประเภท ดังนี้

1. พันธมิตรครู (Teacher Partnership) เน้นการปรับปรุงยุทธศาสตร์การสอนที่เฉพาะเจาะจง

2. ทีมตามระดับชั้นเรียน (Grade-level teams) เน้นการร่วมมือในการวางแผนและการสอน

3. ทีมตามสาระการเรียนรู้ (Content-area teams) เน้นการปรับปรุงหลักสูตร

4. ทีมระหว่างหลักสูตร (Vertical teams) เน้นการจัดเตรียมความคาดหวังและประสบการณ์ของนักเรียน

5. ทีมทางโรงเรียน (Whole school) เน้นนวัตกรรมการสอนและการเรียนรู้

6. ทีมระหว่างเขตพื้นที่ (Cross district) เน้นประเด็นของการปฏิบัติและความเท่าเทียมกัน

ชูชาติ พ่วงสมจิตร์ (2560, น. 38-39) กล่าวถึงประเภทของกระบวนการ PLC สามารถแบ่งออกเป็น 4 ประเภทใหญ่ ๆ ดังนี้

1. ชุมชนมุ่งเน้นการแก้ปัญหา (Problem Solving Communities) เป็นชุมชนที่มุ่งเน้นการแก้ปัญหาสำคัญของ องค์กรด้วยสรรพวิธี เช่น โรงเรียนมีปัญหาเรื่องเด็กขาดเรียน ครูหาทางแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่หลากหลาย เช่น การใช้โทรศัพท์ติดตาม การเผชิญผู้ปกครองมาพบ การเยี่ยมบ้านนักเรียน การสัมภาษณ์นักเรียนเพื่อค้นหาสาเหตุ ฯลฯ

2. ชุมชนมุ่งเน้นการแบ่งปันความรู้ (Knowledge Sharing Communities) เป็นชุมชนที่เน้นการค้นหาความรู้ ใหม่มาพัฒนาการปฏิบัติงาน โดยโรงเรียนจัดเวลาให้ครูได้นำความรู้และประสบการณ์ที่เกิดจากการปฏิบัติจริง การเข้าฝึกอบรม การค้นคว้าวิจัย ฯ มาแลกเปลี่ยนเรียนรู้กัน

3. ชุมชนมุ่งเน้นการค้นหาแนวปฏิบัติที่ดีกว่า (Better Practice Communities) เป็นชุมชนที่ค้นหาวิธีการ หรือแนวปฏิบัติที่มีประสิทธิภาพดีกว่าเดิมและนำมาแบ่งปันให้สมาชิกนำไปใช้ปฏิบัติงานเช่น โรงเรียนมีปัญหา นักเรียนอานไม่ออกเขียนไม่ได้ วิธีที่ครูใช้ในการแก้ปัญหาคือการให้นักเรียนมาฝึกการอ่านแบบเรียนในช่วงพัก กลางวันและฝึกเขียนคำตามคำบอกซึ่งได้ผลดีในระดับหนึ่ง ต่อมาครูค้นพบว่าการดำเนินการตามขั้นตอนใน หนังสือ “เด็กอ่านไม่ออกเขียนไม่ได้แก้ง่ายนิดเดียว”ของศิวกานต์ ปทุมสูต สามารถแก้ปัญหาได้อย่างมี ประสิทธิภาพ แก้ปัญหาได้ภายใน 4 เดือน ครูจึงนำแนวทางนี้มาแลกเปลี่ยนกับเพื่อนครู ส่งผลให้เพื่อนครูได้ใช้วิธีการที่ดีกว่าในการแก้ปัญหาเด็กอ่านไม่ออกเขียนไม่ได้

4. ชุมชนมุ่งเน้นการใช้นวัตกรรม (Innovation Communities) ซึ่งนวัตกรรมอาจได้แก่ผลิตภัณฑ์ เครื่องมือ อุปกรณ์ รูปแบบ วิธีการ เทคโนโลยี กระบวนการ หรือ ระบบการทำงาน เพื่อให้สมาชิกนำมาใช้ปฏิบัติงานให้ สำเร็จอย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

สรุปได้ว่า การแบ่งประเภทของกระบวนการ PLC ได้แบ่งออกเป็น 4 ประเภทใหญ่ ๆ คือ ชุมชนมุ่งเน้นการแก้ปัญหา ชุมชนมุ่งเน้นการแบ่งปันความรู้ ชุมชนมุ่งเน้นการค้นหาแนวปฏิบัติที่ดีกว่า และ ชุมชนมุ่งเน้นการใช้นวัตกรรม โดยมีการแบ่งประเภทอื่น ๆ อีก เช่น ระดับสถานศึกษา ระดับกลุ่มเครือข่าย และ ระดับชาติ ซึ่งมีการเรียนรู้และพัฒนาตนเองในระดับบุคคล ระดับกลุ่ม และระดับองค์กร อีกด้วย ซึ่งการเรียนรู้และพัฒนาตนเองเป็นสิ่งสำคัญในกระบวนการ PLC ทุกประเภท โดยมุ่งเน้นการสร้างความเชื่อถือ ความร่วมมือ และการพัฒนาทักษะที่สำคัญในการปฏิบัติงานให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น และสร้างบรรยากาศที่สนับสนุนการเรียนรู้และการพัฒนาตนเองในองค์กร

2.6.4 องค์ประกอบของชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพ

ได้มีนักศึกษา กล่าวถึง องค์ประกอบของชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพ ไว้ดังนี้

Senge (1990, p. 90) กล่าวถึงองค์ประกอบของการเป็นชุมชนแห่งการเรียนรู้ 5 ประการ ได้แก่ การแลกเปลี่ยนวิสัยทัศน์ แบบจำลองในใจ การคิดอย่างมีระบบ ความเชี่ยวชาญของบุคคล และการเรียนรู้เป็นทีม และนอกจากนี้ารสร้างองค์การแห่งการเรียนรู้อยู่ที่ การเสริมสร้างหลักการหรือวินัยที่สำคัญให้เกิดผลจริงจังในรูปแบบของการนำไปปฏิบัติ

Hord (1997, p. 58) กล่าวถึงองค์ประกอบของกรเป็นชุมชนแห่งการเรียนรู้ ไว้ 5 ประการ ได้แก่

1. การสนับสนุนและการเป็นผู้นำร่วมกัน หมายถึง ผู้บริหารและครูผู้สอนร่วมการสนับสนุนการปฏิบัติงานนโรงเรียนให้ประสบความสำเร็จ ทั้งด้านนโยบายการปฏิบัติ การตัดสินใจรวมกันหรือการปรับปรุงโรงเรียน สนับสนุนให้เพื่อนร่วมงานมีความก้าวหน้าในวิชาชีพ ผู้บริหารสนับสนุนครู ในการพัฒนาวิชาชีพและเพิ่มพูนความรู้

2. การสร้างคำนิยมและวิสัยทัศน์ร่วมกัน หมายถึง ผู้บริหารและครูผู้สอนมีส่วนร่วมในการสร้างค่านิยมและวิสัยทัศน์ร่วมกันเกี่ยวกับด้านการสอนของครู และการเรียนรู้ของนักเรียนเพื่อให้นักเรียนและโรงเรียนมีคุณภาพ

3. การเรียนรู้ร่วมกันและประยุกต์ใช้ความรู้ หมายถึง ผู้บริหารและครูผู้สอนมีวิธีการสอนที่หลากหลาย มีหลักสูตรที่ทันสมัย มีการแก้ปัญหาด้านต่าง ๆ ให้กับนักเรียน ทราบความต้องการของนักเรียน มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นในการเรียนรู้ระหว่างครูผู้สอนและนักเรียนม

4. การมีเงื่อนไขที่สนับสนุน หมายถึง ผู้บริหารต้องสร้างเงื่อนไขให้ครูผู้สอนมีกำลังใจ มีการยกย่องชมเชย มีการปรับปรุงพัฒนาโรงเรียนให้เป็นชุมชนแห่งการเรียนรู้ ครูมีความคิดสร้างสรรค์มีนวัตกรรมใหม่ ๆ มาในการจัดการเรียนการสอน โดยมุ่งเน้นให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้น

5. การแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างบุคคล หมายถึง ผู้บริหารและผู้สอนต้องลดช่องว่างระหว่างครูผู้สอนและผู้เรียน ครูต้องสร้างความน่านับถือและความไว้วางใจให้แก่นักเรียนมีความมุ่งมั่นพัฒนาตนเอง พัฒนางานและสร้างโรงเรียนให้เป็นชุมชนแห่งการเรียนรู้

Du Fourn and Eaker (1998) กล่าวถึงองค์ประกอบของการเป็นชุมชนแห่งการเรียนรู้ 5 ประการ ได้แก่ 1) การแลกเปลี่ยนวิสัยทัศน์ พันธกิจ และค่านิยม 2) ความต้องการร่วมกัน 3) การร่วมมือกันซองทีมงาน 4) การปฏิบัติงานและการทดลอง 5) การพัฒนาอย่างต่อเนื่องและ 6) การใช้ความสำคัญกับผลที่เกิดขึ้น

ขจร เขียวน้อย (2562, น. 27) ยังได้เสนอแนะ ถ้าจะพัฒนาให้สถานศึกษาเป็นโรงเรียนแห่งการเรียนรู้นั้น จำเป็นต้องปรับภายในโรงเรียนในประเด็นต่อไปนี้

1. การเรียนการสอนของโรงเรียนต้องเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ มากกว่ายึดผู้สอนเป็นศูนย์กลาง

2. ในการดำเนินงานต้องกระตุ้นและให้การยอมรับถึงความสำคัญของความหลากหลาย แทนการทำแบบเดียวกัน เช่น การจัดทำหลักสูตรและการจัดกิจกรรมต่าง ๆ ของโรงเรียน จึงต้องยึดหลักการของทฤษฎีพหุปัญญา

3. สร้างความเข้าใจและยอมรับว่า ในการเปลี่ยนแปลงนั้น ทุกองค์ประกอบจะต้องเกี่ยวพันและส่งผลกระทบต่อกันตลอดเวลา ดังนั้นการจัดการเรียนรู้ให้นักเรียน จะต้องละเว้นการสอนแบบที่มุ่งเน้นความจำ ข้อเท็จจริง หรือการให้ผู้เรียนพยายามค้นหาเฉพาะคำตอบที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียวเท่านั้น

4. ต้องช่วยกันให้ทุกคนร่วมกันเรียนรู้เพื่อแสวงหาและค้นคว้าทดลองหาทฤษฎีใหม่ ๆ ที่สามารถนำมาใช้ในทางการศึกษาได้อย่างเหมาะสม และอย่างกว้างขวางโดยสมาชิกของโรงเรียน

5. ต้องบูรณาการการจัดการศึกษาของโรงเรียน เข้ากับเครือข่ายความสัมพันธ์ทางสังคมตัวอย่างเช่น เชื่อมโยงโรงเรียนเข้ากับครอบครัว ตลอดจนหน่วยงานต่าง ๆ ทั้งภาคเอกชนและภาครัฐที่ประกอบเป็นชุมชนโดยรวม เป็นต้น

สรุปได้ว่า การเป็นชุมชนแห่งการเรียนรู้ มีองค์ประกอบหลัก 5 ประการ ได้แก่ การแลกเปลี่ยนวิสัยทัศน์ แบบจำลองในใจ การคิดอย่างมีระบบ ความเชี่ยวชาญของบุคคล และการเรียนรู้เป็นทีม โดยการสร้างองค์การแห่งการเรียนรู้จำเป็นต้องมีการเสริมสร้างหลักการหรือวินัยที่สำคัญให้เกิดผลจริงจังในรูปแบบของการนำไปปฏิบัติ และการปรับภายในโรงเรียนในประเด็นต่าง ๆ เพื่อสร้างโรงเรียนแห่งการเรียนรู้ที่มีคุณลักษณะของความเอื้ออาทร การเรียนรู้และการพัฒนาวิชาชีพ ภาวะผู้นำร่วม และโครงสร้างของชุมชนที่สนับสนุนการเรียนรู้และการพัฒนาวิชาชีพในองค์กร โดยมุมมองของผู้เขียนเน้นการสร้างชุมชนที่มีความเข้าใจและยอมรับว่าการเปลี่ยนแปลงต้องเกี่ยวพันและส่งผลกระทบต่อกันตลอดเวลา และการสร้างความเชื่อว่าการเปลี่ยนแปลงนั้นสำคัญและจำเป็นสำหรับการพัฒนาองค์กรและสมาชิกขององค์กรให้เป็นชุมชนแห่งการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพและเติบโตไปด้วยกันในที่สุด

2.6.5 ขั้นตอนการจัดกระบวนการชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพ

ได้มีนักศึกษา กล่าวถึง ขั้นตอนการจัดกระบวนการชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพ ไว้ดังนี้

การจัดกระบวนการชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพ ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นตอนการวางแผน (Plan) ประกอบด้วย
    1.1 การสร้างทีม
    1.2 การกำหนดปัญหา
    1.3 การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้
    1.4 การสะท้อนกิจกรรมการเรียนรู้การนำไปใช้สอน
2. ขั้นสังเกตขั้นเรียน (Do) ประกอบด้วย
    2.1 ครูผู้สอนนำกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผ่านการสะท้อนสู่การจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียน

2.2 สมาชิกในทีมร่วมสังเกตชั้นเรียน พร้อมบันทึกการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของ

2.3 ครูผู้สอนตามประเด็นที่ได้ตกลงร่วมกัน

3. ขั้นการสะท้อนผลการสังเกตชั้นเรียน (See) ประกอบด้วย

3.1 ครูผู้สอนเป็นผู้สะท้อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของตนเอง ทั้งในสิ่งที่ทำได้ดีและสิ่งที่ต้องปรับปรุงแก้ไข หรือพัฒนาให้ดีขึ้น

3.2 เพื่อนครูร่วมสะท้อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของครูผู้สอน ทั้งในสิ่งที่ทำได้ดีและสิ่งที่ต้องปรับปรุงแก้ไข หรือพัฒนาให้ดีขึ้น

3.3 ฝ่ายบริหารร่วมสะท้อนและสรุปสิ่งที่จะสนับสนุนหรือเสริมแรงให้แก่ครูผู้สอน

3.4 ศึกษานิเทศก์หรือบุคคลภายนอกที่เข้าร่วมสังเกตชั้นเรียน (ถ้ามี) ร่วมสะท้อนปัจจัยที่ช่วยส่งเสริมประสิทธิภาพในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

บุญชู บุญลิขิตศิริ (2553, น. 24-26) ได้กล่าวถึง ขั้นตอนของการพัฒนาชุมชนแห่งการเรียนรู้ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ตั้งนี้

1. การแบ่งปันความรู้ที่เป็นนัย (Sharing Tacit Knowledge) ความรู้ที่เป็นนัยถูกแบ่งปันผ่านกระบวนการแลกเปลี่ยนความรู้ (Socialization) ของทีมโครงการหรือที่เรียกว่าชุมชนขนาดเล็กของความรู้ (Micro community of Knowledge) การแลกเปลี่ยนความรู้ (Socialization) หมายถึงการที่สมาชิกของชุมชนไม่เพียงแต่เข้าใจความหมายของสถานการณ์แบ่งปันซึ่งกันและกัน แต่ก็ยังเห็นด้วยกับความหมายทั่ว ๆ ไป และพิสูจน์ความเชื่อที่แท้จริงเกี่ยวกับว่าจะปฏิบัติในสถานการณ์นั้นได้อย่างไรเนื่องจากความรู้ที่เป็นนัยเกี่ยวข้องกับความรู้สึก ประสบการณ์ของบคุคลและกระบวนการทั้งมวลดังนั้นแนวทางแบ่งปันความรู้ คือ

1.1 การสังเกตโดยตรง (Direct Observation) สมาชิกสังเกตงานที่อยู่ในมือและทักษะของผู้อื่นในการแก้ปัญหา ผู้สังเกตจะแบ่งปันความเชื่อเกี่ยวกับงานที่ปฏิบัติและไม่ได้ปฏิบัติ ดังนั้นจึงเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพของสมาชิกในการปฏิบัติในนสถานการณ์เดียวกัน

1.2 การสังเกตโดยตรงและการบรรยาย (Direct Observation and Narration) สมาชิก สังเกตงานที่อยู่ในมือและได้รับคำแนะนำเพิ่มเติมจากสมาชิกอื่นที่เกี่ยวกับกระบวนการของการ แก้ปัญหานั้นบ่อยครั้งในรูปแบบของการพรรณนาเกี่ยวกับเหตุการณ์ที่เหมือนกัน

1.3 การเลียนแบบ (imitation) สมาชิกพยายามที่จะเลียบแบบงานโดยอยู่บนพื้นฐานของการสังเกตโดยตรงของบคุคลอื่น

1.4 การทดลองและการเปรียบเทียบ (Experimentation and Comparison) สมาชิก ทดลองใช้สถานการณ์หลาย ๆ แบบและสังเกตผู้เชี่ยวชาญในที่ทำงาน เปรียบเทียบ

1.5 การปฏิบัติร่วมกัน (Joint Execution) สมาชิกชุมชนร่วมกันในการแก้ไขงาน และผู้ที่มีประสบการณ์มากจะให้คำแนะนำและแนวคิดเกี่ยวกับการที่จะปรับปรุงประสิทธิภาพของคนที่มีประสบการณ์น้อย

2. การสร้างแนวคิด (Creating Concept) ซึ่งจัดอยู่ในกระบวนการสกัดความรู้จากบุคคล(Externalization) ในขั้นตอนนี้ชุมชนพยายามที่จะทำความรู้ของพวกเขาให้เป็นความรู้ที่ชัดแจ้งกระบวนการในการสร้างแนวคิดใหม่ ๆ ภาษาที่เป็นรูปร่างจะ ใช้การอุปมาและเปรียบเทียบ ซึ่งเป็นสิ่งที่สำคัญสำหรับการสร้างแนวคิด การอุปมาเป็นชนิดหนึ่งของ สื่อแนวคดิที่ใช้ได้สะดวกในการทำแนวคิดและการสื่อสาร

3. การพิสูจน์ความถูกต้องของแนวคิด (Justifying Concepts) ซึ่งจัดอยู่ในกระบวนการ ของการสกัดความรู้จากบคุคล (Externalization) หลังจากแนวคิดถูกสร้างขึ้นมาแล้วก็จำเป็นที่จะต้องมีการประเมินแนวคิดนั้น ชุมชนจะต้องนำเสนอแนวคิดของชุมชนและเปิดการสนทนาเกี่ยวกับแนวคิดก่อนที่จะมีการพิสจูน์แนวคิด ชุมชน และผู้มีส่วนร่วมอื่น ๆ จำเป็นต้องเห็นด้วยกับเงื่อนไข แนวคิดจะถูก ทบทวนในด้านผลกระทบที่มีต่อกลยุทธ์ความก้าวหน้าขององค์กร ผู้มีส่วนร่วมในการพิสูจน์แนวคิดจะต้องเชื่อว่าความรู้ถูกสร้างเพื่อที่จะสร้างประสิทธิภาพ กระบวนการตรวจสอบความถูกต้องเป็นสิ่งจำเป็น เพราะจะช่วยในการตัดสินใจว่าความรู้ใหม่นั้นจะถูกปฏิเสธถ้าไม่ตรงกับปัญหาหรือจะต้องนำกับไปทบทวนใหม่ หรือเป็นความรู้ที่เหมาะสมที่ได้พิสูจน์ว่ามีความน่าเชื่อถือได้

4. การสร้างต้นแบบ (Building a Prototype) ซึ่งจัดอยู่ในกระบวนการของการจัดระบบความรู้ (Combination) ต้นแบบเป็นรูปแบบที่จับต้องได้ของแนวคิด และเกิดขึ้นจาการรวบรวมแนวคิด ผลิตภัณฑ์ องค์ประกอบ และขั้นตอนที่เกิดขึ้นอยู่แล้วด้วยแนวคิดใหม่

5. การดึงดูดความรู้ไปใช้ (Cross- Leveling Knowledge) ซึ่งจัดอยู่ในกระบวนการดึง ความรู้ไปใช้ (Internalization) ผลลัพธ์ที่ได้จกขั้นตอนทั้ง 4 ชั้นตอน จะอยู่ในรูปของนวัตกรรมหรือความรู้กลยุทธ์ความก้าวหน้าขององค์กรสามารถยกระดับของความรู้ตลอดทั้งองค์กร

มิ่งขวัญ คงเจริญ (2553 , น. 22-23)ได้แสดงความเห็นเกี่ยวกับรูปแบบและกระบวนการเพื่อเสริมสร้างสังคมแห่งการเรียนรู้ ไว้ดังนี้

1. ต้องร่วมกับชุมชนค้นหาความรู้/ภูมิปัญญาที่มีอยู่ในชุมชน แล้วนำมาพัฒนา ให้เกิดประโยชน์ ให้เกิดการเรียนรู้ร่วมกัน หน้าที่ของการศึกษาปัจจุบันคือ การสร้าง การเพิ่มผลผลิต (Productivity)

2. ความร่วมมือกับชุมชนต้อมีรูปธรรม เป็นโครงสร้างพอสมควร มีการแลกเปลี่ยนการแบ่งปันความรู้ (Commitment) ร่วมกันนแต่ละหน่วยงานร่วมมือกัน โดยไม่ทิ้งเอกลกัษณ์ของตนในขณะเดียวกันก็สามารถเป็นเครือข่ายด้วยกันได้

3. ต้องกำหนดกรอบหรือทิศทางในการพัฒนาให้ชัดจน ให้รู้ว่าเราจะพัฒนาสังคมแห่งการเรียนรู้ไปสู่เป้าหมายใด

4. เนื่องจากแต่ชุมชนมีความแตกต่างกัน การสร้างสังคมแห่งการเรียนรู้ จึงมีสีสาแตกต่างกัน

5. การสร้างสังคมแห่งการเรียนรู้ อาจจะต้องประกอบด้วย

5.1 ต้องมีทีมทำ (แกนนำ - ขาประจำ - ขาจร)

5.2 มีแก่นของเรื่อง (Theme) หรือ ขอบเขตของความรู้ (Domain) ที่จะเรียนรู้

5.3 มีผู้ทำหน้าที่กระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้

5.4 มีช่องทางที่จะเรียนรู้

5.5 อาจจะเป็นชุมชนที่มีความสนใจร่วมกัน/เป็นกลุ่ม มิใช่เฉพาะพื้นที่การปกครอง

5.6 นักการศึกษาต้องเป็นผู้ระตุ้นให้คนรักการเรียนรู้ โดยต้องสร้าง ช่องทางให้คนสามารถเข้าถึงความรู้ได้อย่างสะดวกพอสมควร

5.7 นักการศึกษาต้องเปิดใลกทัศน์ให้กว้าง เปิดตัวให้กับหน่วยงานต่าง ๆ รู้จักและยอมรับมากขึ้น

เยาวลักษณ์ พิพัฒน์จำเริญกุล (2554, น. 14) กล่าวถึง กระบวนการพัฒนาชุมชนแห่งการเรียนรู้ ประกอบด้วย ขั้นตอนต่าง ๆ 6 ขั้นตอน คือ

1. ตระหนักในปัญหา หมายถึง เข้าใจว่าเรื่องใดเป็นปัญหาที่ต้องการแก้ไข

2. การหาทางเลือกที่หลากหลาย หมายถึง การกำหนดทางเลือกในการแก้ปัญหา

3. กำหนดทางเลือกที่เหมาะสม หมายถึง กรตัดสินใจเลือกทางเลือกที่คาดว่าจะแก้ปัญหา

4. การเรียนรู้ปฏิบัติการ หมายถึง การดำเนินการตามทางเลือก

5. การปรับปรุงแก้ไข หมายถึง การรวบรวมข้อมลู และปรับปรุงแก้ไข

6. การประเมินผล หมายถึง การสรุปผลการปฏิบัติการ

ชูชาติ พ่วงสมจิตร์ (2560, น. 39) กล่าวถึง การนำ PLC มาใช้ในสถานศึกษา มีกระบวนการในการดำเนินการที่เรียกว่า PAOR ได้แก่ ชั้นวางแผน (Planning) ขั้นลงมือปฏิบัติ (Action) ขั้นสังเกตผลการปฏิบัติ (Observation) และชั้นสะท้อนผล (Reflection) มาเป็นกรอบในการดำเนินงานได้โดยรายละเอียด ดังนี้

1. ขั้นวางแผน (Planning) มีขั้นตอนสำคัญ 2 ขั้นตอน คือ

1.1 การสร้างวิสัยทัศน์ พันธกิจและเป้าหมายร่วม เป็นขั้นตอนที่ผู้บริหาร ครู ในโรงเรียนพูดคุย แลกเปลี่ยนประสบกรณ์ เพื่อให้เห็นปัญหา ความต้องการ ความพร้อมในการดำเนินการ ซึ่งนำไปสู่การสร้างวิสัยทัศน์ พันธกิจและเป้าหมายร่วมกัน

1.2 การวางแผนพัฒนา เป็นขั้นตอนที่สมาชิกทุกคนร่วมกันถกแถลง ให้เหตุผลว่ากลุ่มควรมุ่งเป้าการทำ PLC ไปที่เรื่องใดปัญหาใด หรือนวัตกรรมใด ให้การทำ PLC เป็นกิจกรรมพัฒนาครูที่มุ่งสู่เป้าหมายสุดท้าย คือการพัฒนาผู้เรียนเป็นหลัก และเมื่อได้ประเด็นในการทำ PLC กลุ่มจึงช่วยกันวางแผนงานโดยละเอียดว่ากลุ่มจะดำเนินการอย่างไร จะแลกเปลี่ยนเรียนรู้กันอย่างไร จะสร้างเครือข่าย

อย่างไร ช่วงเวลาที่เหมาะสมในการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ควรเป็นช่วงใด นวัตกรรมที่ใช้ควรเป็นอะไร และทรัพยากรที่ต้องการคืออะไรบ้าง

2. ขั้นลงมือปฏิบัติ (Action) เป็นขั้นตอนที่กลุ่มทำกิจกรรมตามแผนที่วางไว้ ที่สำคัญคือการมาพบกันตาม ช่วงเวลาที่กำหนด น้ำประสบการณ์ของแต่ละคนมาแลกเปลี่ยนกัน ทำให้สมาชิกแต่ละคนได้เล่าความประทับใจ ปัญหา ความภาคภูมิใจ แนวปฏิบัติที่ดี แนวปฏิบัติที่ไม่ประสบความสำเร็จ ฯลฯ ให้สมาชิกได้รับทราบ ทำให้แต่ละ คนไม่โดดเดี่ยว และสามารถเลือกแนวที่ดีของเพื่อนไปประยุกต์ใช้ในงานของตนเองได้

3. ขั้นสังเกตผลการปฏิบัติงาน (Observation) เมื่อการดำเนินงานผ่านไประยะหนึ่ง สมาชิกแต่ละคนนำผลการปฏิบัติมาเสนอในวงสนทนาโดยเทียบกับเป้าหมายที่ตั้งไว้ว่า สิ่งใดบ้างที่ทำได้ดีสิ่งใดบ้างที่มีปัญหา ซึ่งขั้นนี้นิยมใช้การทบทวนระหว่างปฏิบัติงาน ที่เรียกว่า AAR (After Action Review) เป็นเครื่องมือในการสังเกตผลการปฏิบัติงาน

4. ขั้นสะท้อนผล (Reflection) เป็นขั้นของการสะท้อนผลการพัฒนาความรู้ความสามารถของครูผ่านผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย ได้แก่ ตัวครูที่เป็นสมาชิกของชุมชน นักเรียน ผู้บริหาร ผู้ปกครองกรรมการสถานศึกษาฯ เป็นต้นซึ่งผลที่ได้คือข้อมูลย้อนกลับที่สมาชิกนำมาใช้ปรับปรุงการดำเนินงานให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นได้ต่อไป

กลุ่มนิเทศติดตามและประเมินผลการจัดการศึกษา (2562, น. 1) กระบวนการดำเนินการชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพ (Professional Learning Community : PLC) เป็นกระบวนการสร้างการเปลี่ยนแปลงโดยเรียนรู้จากการปฏิบัติงานของกลุ่มบุคคลที่มารวมตัวกันเพื่อทำงานร่วมกันและสนับสนุนซึ่งกันและกัน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียน ร่วมกันวางเป้าหมายการเรียนรู้ของผู้เรียนและตรวจสอบ สะท้อนผลการปฏิบัติงานทั้งในส่วนบุคคลและผลที่เกิดขึ้นโดยรวมผ่านกระบวนการแลกเปลี่ยนเรียนรู้การวิพากษ์วิจารณ์ การทำงานร่วมกัน การร่วมมือรวมพลังโดยมุ่งเน้นและส่งสริมกระบวนการเรียนรู้ อย่างเป็นองค์รวมโดยมีการดำเนินการอย่างน้อย 5 ประการดังนี้

1. มีเป้าหมายร่วมกันในการจัดการเรียนรู้/การพัฒนาผู้เรียนให้พัฒนาอย่างเต็มศักยภาพ

2. มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้จากหน้างาน/สถานการณ์จริงของชั้นเรียน

3. ทุกฝ่ายเกี่ยวข้องร่วมเรียนรู้และ รวมพลัง/หนุนเสริมให้เกิดการสร้างความเปลี่ยนแปลงตามเป้าหมาย

4. มีการวิพากย์ สะท้อนผลการทำงานพัฒนาผู้เรียน

5. มีการสร้าง HOPE ให้ทีมงาน ประกอบด้วย 1) honesty & humanity เป็นการยึดข้อมูลจริงที่เกิดขึ้นและให้การเคารพกันอย่างจริงใจ 2) option & openness เป็นการเลือกสรรสิ่งที่ดีที่สุดให้ผู้เรียนและพร้อมเปิดเผย/ปิดใจเรียนรู้จากผู้อื่น 3) patience & persistence เป็นการพัฒนาความอดทนและความมุ่งมั่นทุ่มเท พยายยามจนเกิดผลชัดเจน 4) efficacy & enthusiasm

เป็นการสร้างความเชื่อมั่นในผลของวิธีการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับผู้เรียนว่าจะทำให้ผู้เรียนเรียนรู้และกระตือรือร้นที่จะพัฒนาตนเองอย่างเต็มที่

สรุปได้ว่า การเริ่มต้นในการทำ PLC คือการมีเป้าหมายหรือฉันทะร่วมกันในด้านการเรียนการสอน และการแสวงหาแนวทางแก้ปัญหาร่วมกัน โดยทบทวนผลการปฏิบัติที่ได้ร่วมกันวางแผนพัฒนาการสอนอย่างสม่ำเสมอ ร่วมเรียนรู้จากการปฏิบัติจริงของเพื่อนร่วมวิชาชีพ และเผยแพร่สู่สาธารณะและสร้างเครือข่าย เพื่อปรับปรุงการเรียนการสอนของครูให้สู่ผู้เรียนอย่างแท้จริง และเพื่อให้ความยั่งยืนและพัฒนาอย่างต่อเนื่องในชุมชนการเรียนรู้ของครู

2.6.6 บทบาทของผู้บริหารกับการขับเคลื่อนชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพ

กระบวนการชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพ มิใช่แค่การสร้างกลุ่มครูเพียงกลุ่มเล็ก ๆ ขึ้นมาเพื่อพัฒนาหรือแก้ไขปัญหาการเรียนรู้ของนักเรียนเท่านั้น หากแต่เป็นการสร้างให้เกิดความร่วมมือร่วมใจของครูทั้งโรงเรียนการจะทำให้เกิดภาพดังกล่าวขึ้นในโรงเรียนได้นั้น ผู้บริหารเป็นบุคคลสำคัญในการสร้างบรรยากาศของการเรียนรู้แนวทางการแก้ไขปัญหาการเรียนรู้ของนักเรียนร่วมกันอย่างเป็นกัลยาณมิตร พร้อมทั้งขับเคลื่อนกระบวนการชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพด้วยความสุข ความสนุกสนาน และความอิ่มเอมใจกับผลสำเร็จที่เกิดขึ้นกับลูกศิษย์จนกระทั่งเกิดขึ้นเป็นโรงเรียนแห่งการเรียนรู้ (School as Learning Community: SLC) สามารถสรุปบทบาทของผู้บริหารในชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพได้ ดังนี้

1. ผู้นำทางวิชาการ ที่มีวิสัยทัศน์ทางวิชาการที่คมชัด รวมทั้งมีทิศทางที่ชัดเจนในการกำหนดแนวทางการดำเนินงานให้ตอบโจทย์ของชุมชนและนโยบายของรัฐ โดยไม่ได้ใช้เพียงอำนาจสั่งการแต่จะต้องเป็นผู้ที่มีภาวะผู้นำแบบแบ่งปัน (shared leadership) สร้างให้เกิดความรับผิดชอบร่วมกันของบุคคลในทุก ๆ ระดับและตำแหน่ง อีกทั้งผู้บริหารโรงเรียนควรจะต้องเคารพ ให้เกียรติ ให้ความสำคัญและรับฟังความเห็นของทุกฝ่ายเพื่อนำมาประมวลและลงข้อสรุปอย่างมีศิลปะเพื่อให้เกิดการทำงานร่วมกันได้อย่างมีคุณภาพ

2. ผู้นำในการกระตุ้นและอำนวยการจัดตั้ง Professional Learning Team (PLT) ให้สามารถเกิดขึ้นในโรงเรียนอย่างกว้างขวางและทั่วถึง พร้อมทั้งสนับสนุนสิ่งอำนวยความสะดวกที่จะทำให้การทำงานเป็นไปอย่างราบรื่นและต่อเนื่อง ตัวอย่างคำถามที่ผู้บริหารจะต้องสามารถตอบได้เกี่ยวกับการดำเนินงานของ PLT เช่น

2.1 ประเด็นปัญหาที่ครูในโรงเรียนกำลังเผชิญหน้าอยู่มีอะไรบ้าง และมีทิศทางในการแก้ไขปัญหาผ่านกระบวนการชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพได้อย่างไร

2.2 ลักษณะการดำเนินงานของ PLT ในแต่ละกลุ่มสาระการเรียนรู้เป็นอย่างไร อาจแสดงโดยใช้แผนภาพการดำเนินงานแบ่งตามกลุ่มสาระการเรียนรู้ และระดับชั้น เพื่อแสดงให้เห็นภาพรวมของโรงเรียน

2.3 แผนการดำเนินงานของแต่ละ PLT เป็นอย่างไร อาจแสดงโดยใช้กำหนดการการจัดกระบวนการชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพของแต่ละ PLT โดยระบุว่าแต่ละขั้นตอนจะเกิดขึ้นเมื่อใดบ้าง

2.4 ความก้าวหน้าการดำเนินงานตามกำหนดการของแต่ละ PLT เป็นอย่างไร อาจแสดงโดยใช้แผนภาพแสดงความก้าวหน้า (PLT progress chart) ของแต่ละทีมว่าขั้นตอนใดมีการดำเนินการไปแล้วบ้างนวัตกรรมการศึกษาหรือแนวปฏิบัติที่ดีที่สุดของครูแต่ละคน หรือของแต่ละ PLT ที่ใช้ในการแก้ไขปัญหาการเรียนรู้ของนักเรียนได้ประสบความสำเร็จเป็นอย่างไรบ้าง

นอกจากนี้ ผู้บริหารยังควรส่งเสริมและสนับสนุน PLT ในการจัดกิจกรรมเพื่อสนับสนุนการจัดกระบวนการชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพ ดังนี้

2.5 จัดให้มีการประชุมวิชาการย่อยภายในโรงเรียนเป็นระยะ ๆ เพื่อให้เกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้กระบวนการแก้ไขปัญหาการเรียนรู้ของนักเรียนร่วมกัน

2.6 ส่งเสริมให้เกิดกระบวนการร่วมสังเกตชั้นเรียน (open class) เป็นครั้งคราวเพื่อเป็นการพัฒนาครูผ่านการสังเกตกรณ์การจัดการเรียนรู้สอนของเพื่อนครูที่มีแนวทางการจัดการเรียนรู้และศิลปะการสอนที่ดี จนสามารถเป็นแบบอย่างให้ครูคนอื่น ๆ นำไปใช้ต่อได้

สรุปได้ว่า การบริหารกระบวนการพัฒนานักเรียนผ่านชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพจะต้องเกิดจากผู้บริหารที่มีความเข้าใจถึงหลักการ ปรัชญาพื้นฐาน รวมถึงกระบวนการทำงานที่ถูกต้องเหมาะสมเป็นลำดับแรกจากนั้นผู้บริหารจะต้องใช้บทบาทของการบริหารของตนเองในการจัดการให้เกิดความร่วมมือร่วมใจจนกระทั่งครูในโรงเรียนมีเป้าหมายร่วมกัน ไม่ใช่การใช้อำนาจสั่งการแต่เป็นการเปิดเวทีให้เกิดการแสดงความคิดเห็นเพื่อให้ได้ข้อสรุปที่บุคคลที่มีส่วนเกี่ยวข้องจะรับผิดชอบร่วมกัน นอกจากนี้ ผู้บริหารโรงเรียนจะต้องเป็นผู้ที่เข้าใจกระบวนการการทำงานของแต่ละ PLT ในโรงเรียน เพื่อกำหนดทิศทางการดำเนินงานของชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพทั้งโรงเรียนให้เป็นไปในรูปแบบเดียวกัน รวมถึงสร้างทีมประเมินกลยุทธ์ ภารกิจ และความก้าวหน้าของการดำเนินงานตามเป้าหมายรวมของโรงเรียน ถ้าผู้บริหารสามารถดำเนินงาน ได้ดังกล่าวข้างต้นจะทำให้การขับเคลื่อนชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพ เป็นไปอย่างมีแบบแผนและมีเป้าหมายที่ชัดเจน ครูและบุคคลที่มีส่วนเกี่ยวข้องไม่จำเป็นจะต้องรอคำสั่งรายวันจากผู้บริหาร ด้วยรู้และเข้าใจความรับผิดชอบของตนเองที่ได้รับมอบหมายเป็นอย่างดี ผลสำเร็จที่เกิดขึ้นจากการทำให้นักเรียนได้รับการเรียนรู้ที่ดีที่สุดจะเป็นความภาคภูมิใจของครูและบุคคลที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการทำงานร่วมกันอย่างมีคุณภาพและเป็นกัลยาณมิตร

2.6.7 สมาชิกในชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพ

ในการจัดกระบวนการชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพ ประกอบด้วยบุคคลที่มีส่วนเกี่ยวข้องเรียกว่า Professional Learning Team (PLT) ดังนี้

1. Model Teacher คือ ครูผู้สอน

2. Buddy Teacher คือ เพื่อนครูคู่คิด

3. Administrator คือ ผู้บริหารหรือฝ่ายบริหารที่จะคอยช่วยสนับสนุน ทั้งในด้านวัสดุอุปกรณ์ วิธีการตลอดจนเสริมแรงและให้ขวัญกำลังใจ

4. Mentor คือ ผู้มีความรู้ความสามารถที่จะเป็นพี่เลี้ยงดูแลอย่างใกล้ชิดจนครูผู้สอนสามารถปฏิบัติในเรื่องหนึ่ง ๆ ได้ดี โดยอาจเป็นครูในโรงเรียนที่มีความรู้ความสามารถ เช่น หัวหน้ากลุ่มสาระ หรือศึกษานิเทศก์

5. Expert คือ ผู้เชี่ยวชาญที่สามารถให้คำแนะนำแก่ครูผู้สอนได้ โดยอาจเป็นศึกษานิเทศก์ อาจารย์มหาวิทยาลัย ครูหรือบุคลากรในโรงเรียน วิทยากรท้องถิ่น หรือปราชญ์ชุมชนที่มีความเชี่ยวชาญในเรื่องนั้น ๆ

การจัดกระบวนการชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพ ไม่จำเป็นจะต้องมีสมาชิกครบทั้งหมดที่กล่าวมาข้างต้น มีเพียง Model Teacher ที่เป็นครูผู้สอนจริงในห้องเรียน และ Buddy Teacher ที่เป็นเพื่อนครูคู่คิดก็สามารถจัดกระบวนการให้เกิดขึ้นได้เช่นกัน ทั้งนี้การมี Administrator Mentor และ Expert ใน PLT จะช่วยยืนยันถึงความน่าเชื่อถือของข้อมูล แนวทางการแก้ไขปัญหาและข้อเสนอแนะที่สมาชิกได้สะท้อนคิดและแลกเปลี่ยนเรียนรู้กัน รวมถึงสามารถกำหนดแนวทางเพื่อสนับสนุนการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมและมีคุณภาพสูงสุดสำหรับนักเรียน

สรุปได้ว่า สมาชิกในชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพ (Professional Learning Team: PLT) ประกอบด้วย 1. Model Teacher คือ ครูผู้สอน 2. Buddy Teacher คือ เพื่อนครูคู่คิด 3. Administrator คือ ผู้บริหารหรือฝ่ายบริหารที่จะคอยช่วยสนับสนุน 4. Mentor คือ ผู้มีความรู้ความสามารถที่จะเป็นพี่เลี้ยงดูแลอย่างใกล้ชิด โดยอาจเป็นครูในโรงเรียนที่มีความรู้ความสามารถ เช่น หัวหน้ากลุ่มสาระ หรือศึกษานิเทศก์ 5. Expert คือ ผู้เชี่ยวชาญที่สามารถให้คำแนะนำแก่ครูผู้สอนได้ โดยอาจเป็นศึกษานิเทศก์ อาจารย์มหาวิทยาลัย

2.6.8 แบบบันทึกจำนวนชั่วโมงการจัดกระบวนการชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพ

ปฏิทินการจัดกระบวนการชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพ

ชื่อ ..... กลุ่มสาระการเรียนรู้ ..... โรงเรียน .....

ที่	วันที่	คาบ	เวลา	กิจกรรม
				จัดตั้งทีมชุมชนแห่งการเรียนรู้
				กำหนดปัญหาและแนวทางการแก้ปัญหา
				ร่วมออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้วงรอบที่ 1
				ร่วมออกแบบและสะท้อนแผนการเรียนรู้วิธีแบบเปิด (Open Approach) วงรอบที่ 1
				ร่วมสะท้อนคิดกิจกรรมการเรียนรู้ก่อนเปิดชั้นเรียนวงรอบที่ 1
				ร่วมสะท้อนคิดหลังเปิดชั้นเรียนวงรอบที่ 1
				ร่วมออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้วงรอบที่ 2
				ร่วมออกแบบและสะท้อนแผนการเรียนรู้วิธีแบบเปิด (Open Approach) วงรอบที่ 2
				ร่วมสะท้อนคิดกิจกรรมการเรียนรู้ก่อนเปิดชั้นเรียนวงรอบที่ 2
				ร่วมสะท้อนคิดหลังเปิดชั้นเรียนวงรอบที่ 2
				ร่วมออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้วงรอบที่ 3
				ร่วมออกแบบและสะท้อนแผนการเรียนรู้วิธีแบบเปิด (Open Approach) วงรอบที่ 3
				ร่วมสะท้อนคิดกิจกรรมการเรียนรู้ก่อนเปิดชั้นเรียนวงรอบที่ 3

แบบบันทึกการสร้าง Professional Learning Team (PLT)

ชื่อทีม ..... โรงเรียน .....

อำเภอ ..... จังหวัด .....วันที่จัดตั้งทีม .....

ชื่อครูผู้สอน ..... กลุ่มสาระการเรียนรู้ .....

ลำดับที่	ชื่อ-สกุล	บทบาทในทีม	ลายเซ็นต์

สรุปเวลา ..... นาที/ชั่วโมง

ความเห็น/ข้อเสนอแนะ

.....

.....

ลงชื่อ.....

หัวหน้ากลุ่มสาระ.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

หัวหน้าวิชาการ/รองผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ

.....

.....

ลงชื่อ.....

ผู้อำนวยการโรงเรียน.....

การกำหนดปัญหาและวิธีการแก้ปัญหา

ชื่อทีม ..... โรงเรียน .....

อำเภอ ..... จังหวัด ..... วันที่จัดตั้งทีม .....

ชื่อครูผู้สอน ..... กลุ่มสาระการเรียนรู้ .....

รายชื่อสมาชิกในทีมที่ร่วมกำหนดปัญหา จำนวน ..... คน ได้แก่

ลำดับที่	ชื่อ-สกุล	บทบาทในทีม	ลายเซ็นต์

1. ประเด็นปัญหาที่ร่วมกับทีมกำหนดให้นำสู่การหาวิธีการแก้ไข

ประเด็นปัญหา	สาเหตุ	วิธีแก้ปัญหา

2. วิธีการแก้ปัญหาที่จะนำสู่การปฏิบัติได้จากการร่วมคิดของทีม

.....

.....

3. เป้าหมายที่จะพัฒนา (สิ่งที่ต้องการแก้ไขให้ดีขึ้น)

.....

.....

4. ตัวชี้วัดความสำเร็จ (จะรู้ได้อย่างไรว่าสำเร็จ)

.....

.....

5. กลุ่มเป้าหมายนักเรียน

.....

.....

6. วิธีการวัดและประเมินผล

.....

.....

สรุปเวลา ..... นาที/ชั่วโมง

ลงชื่อ ..... ผู้บันทึก
(.....)
ครูโรงเรียน.....

ลงชื่อ ..... ผู้รับรอง
(.....)
ผู้อำนวยการโรงเรียน.....

การสะท้อนแผนการจัดการเรียนรู้ก่อนใช้สอน วงรอบที่ .....

ชื่อทีม ..... โรงเรียน .....

อำเภอ.....จังหวัด ..... วันที่จัดตั้งทีม .....

สะท้อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ก่อนเปิดชั้นเรียน..... เวลา .....น.

นักเรียนชั้น..... จำนวนนักเรียน ..... คน

ชื่อครูผู้สอน ..... วิชา ..... รหัส .....

จำนวนผู้เข้าร่วมสะท้อนแผน จำนวน ..... คน ได้แก่

ลำดับที่	ชื่อ-สกุล	บทบาทในทีม	ลายเซ็นต์

ประเด็นนำสะท้อนกิจกรรมการเรียนรู้ก่อนนำไปใช้สอน

1. องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้
2. การออกแบบจุดประสงค์การเรียนรู้ที่สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้
3. กิจกรรมการเรียนรู้ที่ครูผู้สอนออกแบบมีความสอดคล้องตามตัวชี้วัด
4. ชิ้นงาน/ภาระงาน /การวัดประเมินผล สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้
5. วิธีการแก้ปัญหาที่มีการวางแผนสู่การจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสม

สรุปเวลา ..... นาที/ชั่วโมง

ลงชื่อ ..... ผู้บันทึก ลงชื่อ ..... ผู้รับรอง

(.....) (.....)

ครูโรงเรียน..... ผู้อำนวยการโรงเรียน.....

การเปิดชั้นเรียน – สังเกตชั้นเรียน วงรอบที่ 2

ชื่อทีม ..... โรงเรียน .....

อำเภอ.....จังหวัด ..... วันที่จัดตั้งทีม .....วันที่เปิดชั้นเรียน ..... เวลา ..... น.

นักเรียนชั้น..... จำนวนนักเรียน ..... คน

ชื่อครูผู้สอน ..... วิชา ..... รหัส .....

จำนวนผู้เข้าร่วมสะท้อนแผน จำนวน ..... คน ได้แก่

ลำดับที่	ชื่อ-สกุล	บทบาทในทีม	ลายเซ็นต์

1. สิ่งที่ครูผู้สอนทำได้ดีและควรรักษาไว้ให้มีต่อไป

.....

.....

2. สิ่งที่เป็นปัญหาและอุปสรรคที่ทำให้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในครั้งนี้ไม่เป็นไปตามเป้าหมาย

.....

.....

3. สิ่งที่ครูต้องปรับให้ดีขึ้นเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียนมีประเด็นใดบ้าง และจะทำอย่างไร

.....

.....

4. นักเรียนบรรลุวัตถุประสงค์การเรียนรู้ในครั้งนี้จำนวน กี่คน

.....

.....

5. วิธีการแก้ปัญหาที่นำมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เกิดผลอย่างไร

.....

.....

เวลาที่ใช้ในการในการเปิดชั้นเรียนทั้งหมด ..... นาที/ชั่วโมง

ลงชื่อ ..... ผู้บันทึก ลงชื่อ ..... ผู้รับรอง

(.....) (.....)

ครูโรงเรียน..... ผู้อำนวยการโรงเรียน.....

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHA SARAKHAM UNIVERSITY

การสะท้อนคิดหลังการสังเกตชั้นเรียน วงรอบที่ .....

ชื่อทีม ..... โรงเรียน .....

อำเภอ.....จังหวัด ..... วันที่จัดตั้งทีม .....

สะท้อนคิดหลังการสังเกตชั้นเรียน..... .เวลา..... น.

นักเรียนชั้น..... จำนวนนักเรียน ..... คน

ชื่อครูผู้สอน ..... วิชา ..... รหัส .....

ชื่อผู้นำการสะท้อนการเปิดชั้นเรียน .....

จำนวนผู้เข้าร่วมสะท้อนแผน จำนวน ..... คน ได้แก่

ลำดับที่	ชื่อ-สกุล	บทบาทในทีม	ลายเซ็นต์

1. สิ่งที่ครูผู้สอนทำได้ดีและควรรักษาไว้ให้มีต่อไป

.....

.....

2. สิ่งที่เป็นปัญหาและอุปสรรคที่ทำให้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในครั้งนี้ไม่เป็นไปตามเป้าหมาย

.....

.....

3. สิ่งที่ครูต้องปรับให้ดีขึ้นเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียนมีประเด็นใดบ้าง และจะทำอย่างไร

.....

.....

4. นักเรียนบรรลุวัตถุประสงค์การเรียนรู้ในครั้งนี้จำนวน กี่คน

.....

.....

5. วิธีการแก้ปัญหาที่นำมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เกิดผลอย่างไร

.....

.....

เวลาที่ใช้ในการในการสะท้อนคิดหลังการสังเกตชั้นเรียน..... นาที/ชั่วโมง

ลงชื่อ ..... ผู้บันทึก ลงชื่อ ..... ผู้รับรอง

(.....) (.....)

ครูโรงเรียน..... ผู้อำนวยการโรงเรียน.....

แบบรายงานการใช้นวัตกรรมที่เกิดจากการเปิดชั้นเรียน จำนวน 3 วงรอบ

หน่วยการเรียนรู้..... จำนวน ..... ชั่วโมง

วิชา ..... รหัส ..... กลุ่มสาระการเรียนรู้ .....

ชั้น ..... ชื่อครูผู้สอน .....

ชื่อนวัตกรรม..... .....

1. ความเป็นมาและความสำคัญของการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้

.....

.....

2. วัตถุประสงค์ของการดำเนินงาน

.....

.....

3. กระบวนการดำเนินงาน

.....

.....

4. ผลการดำเนินงาน

.....

.....

5. ปัจจัยความสำเร็จ

.....

.....

6. ผลที่เกิดขึ้นกับครูผู้สอน

.....

.....

7. การเผยแพร่และการนำไปใช้

.....

.....

สรุปได้ว่า แบบบันทึกจำนวนชั่วโมงการจัดกระบวนการชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพ (PLC) เป็นเอกสารที่ใช้บันทึกและติดตามการดำเนินงานของทีม ชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพอย่างเป็นระบบ ประกอบด้วย ปฏิทินการดำเนินงาน การจัดตั้งทีม Professional Learning Team (PLT) การกำหนดปัญหาและแนวทางการแก้ไข การสะท้อนแผนการจัดการเรียนรู้ก่อนใช้สอน การเปิดชั้นเรียนและสังเกตชั้นเรียน การสะท้อนคิดหลังการสังเกตชั้นเรียน และการรายงานผล

การใช้นวัตกรรมที่เกิดจากการดำเนินงาน 3 วงรอบ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อร่วมกันวางแผน ปรับปรุง พัฒนา และยกระดับคุณภาพการจัดการเรียนรู้ของครูให้ส่งผลต่อการเรียนรู้ของผู้เรียนอย่างต่อเนื่อง

2.7 สถิติทดสอบ

ไพศาล วรคำ (2569, น. 347-348) กล่าวว่า การทดสอบสถิติที (t-test) เป็นสถิติประเภทพระรามมิเตอร์ที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าเฉลี่ย โดยค่าสถิติมีการแจกแจงแบบที ซึ่งเกิดจากการสุ่มตัวอย่างมาครั้งละ 1 ตัว และ ครั้งละ n ตัว จากประชากรที่มีการแจกแจงปกติ แล้วนำค่า X ที่สุ่มได้มาหาคะแนนมาตรฐาน (Z) และนำตัวอย่างที่สุ่มมาครั้งละ n ตัว มาหาค่าไคสสแควร์จะได้ จากนั้นนำมาหาค่า X^2_{n-1} จาก

$$t_{n-1} = \frac{Z}{\sqrt{\frac{X^2_{n-1}}{(n-1)}}} \qquad (2\text{-}1)$$

เมื่อทำเช่นนี้ในจำนวนครั้งที่มากพอแล้วนำค่า t ที่ได้มาเขียนกราฟ จะได้กราฟที่มีโค้งการแจกแจงแบบที โดยลักษณะสำคัญของการแจกแจงแบบทีจะมีลักษณะคล้ายกับการแจกแจงปกติ ทั้งนี้เนื่องจาก Z มีการแจกแจงแบบปกตินั่นเอง

2.7.1 ข้อตกลงเบื้องต้นของการทดสอบที

2.7.1.1 กลุ่มตัวอย่างที่ได้มาจากการสุ่ม (random sampling) ประชากรแต่ละหน่วยมีโอกาสได้รับการสุ่มอย่างอิสระ

2.7.1.2 ประชากรมีการแจกแจงปกติ (normal distribution) ซึ่งสามารถตรวจสอบได้โดยใช้สถิติของโคลโมโกรอฟ-สมินอฟ (Kolmogorov-Smimov) หรือสถิติของซาปิโร-วิลค์ (Shapiro-Wilk) ในโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติทั่วไป ทั้งนี้ก่อนที่จะทำการทดสอบสมมติฐานการวิจัย ผู้วิจัยต้องตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นก่อน

2.7.2 การทดสอบสมมติฐานด้วยการทดสอบที

การทดสอบสมมติฐานด้วยการทดสอบที มีขั้นตอนคล้ายคลึงกันกับการทดสอบด้วยไคน์สแควร์ ซึ่งพอสรุปขั้นตอนการทดสอบได้

2.7.2.1 ตั้งสมมติฐานทางสถิติ

2.7.2.2 กำหนดระดับนัยสำคัญของการทดสอบและหาค่าวิกฤต โดยค่าวิกฤตที (critical-t value: $t_{\alpha,df}$) สามารถหาได้โดยการเปิดตารางการแจกแจงค่าสถิติที (t -distribution)

หรือคำนวณจากฟังก์ชัน TINV ในโปรแกรม Microsoft Excel ก็ได้ โดยถ้าเป็นการทดสอบทางเดียว ให้ใช้ฟังก์ชันที่ TINV ($2\alpha, df$) หรือถ้าเป็นการทดสอบสองทางให้ใช้ฟังก์ชัน TINV (α, df)

2.7.2.3 คำนวณค่าสถิติทดสอบที

2.7.2.4 ตัดสินใจทางสถิติ เนื่องจากการแจกแจงแบบที (*t*-distribution) มีลักษณะคล้ายกับการแจกแจงปกติ ค่าสถิติที่คำนวณได้จึงเป็นไปได้ทั้งค่าบวกและค่าลบ ในการพิจารณาการตัดสินใจทางสถิติจะพิจารณาค่าสถิติก็สอบที ตกอยู่ในบริเวณวิกฤตหรือไม่ หรืออาจพิจารณาง่ายๆ โดยใช้การเปรียบเทียบค่าสัมบูรณ์ของค่าสถิติทดสอบที ($|t|$) กับค่าวิกฤต ดังนี้

ถ้า ($|t|$) $>$ ค่าวิกฤต การทดสอบนั้นมีนัยสำคัญทางสถิติจึงปฏิเสธ H_0 และไปยอมรับ H_1 แต่ถ้า ($|t|$) $\geq$ ค่าวิกฤต การทดสอบนั้นไม่มีนัยสำคัญทางสถิติจึงยอมรับ H_0

2.7.2.5 สรุปผล

การนำการทดสอบทีมาใช้ในการทดสอบสมมติฐาน ทำได้หลายกรณี ดังนี้

2.7.3 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยกับค่าคงที่

เป็นการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของประชากรกลุ่มหนึ่งกับค่าคงที่ เช่น ผู้วิจัยต้องการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อนวัตกรรมที่ใช้ ในการทดสอบสมมติฐานจึงเป็นการทดสอบค่าเฉลี่ยของความพึงพอใจของประชากรนั้น ว่ามีค่าเท่ากับค่าคงที่ (ที่ผู้วิจัยกำหนด) หรือไม่ สมมติฐานทางสถิติจึงอาจเขียนได้ดังนี้

$H_0 : \mu = k$ เมื่อ k เป็นค่าคงที่ใดๆ

$H_1 : \mu \neq k$ หรือ $H_1 : \mu > k$ หรือ $H_1 : \mu < k$

ซึ่งขึ้นอยู่กับว่าผู้วิจัยตั้งสมมุติฐานการวิจัยไว้อย่างไร การทดสอบทีในกรณีนี้เรียกว่า การทดสอบทีแบบกลุ่มเดียว (One-Sample *t*-test) ซึ่งมีสูตรการคำนวณ ดังนี้

$$t = \frac{\bar{x} - \mu_0}{S / \sqrt{n}}; \quad df = n - 1 \qquad (2\text{-}2)$$

เมื่อ t แทน ค่าสถิติทดสอบที

$\bar{x}$ แทน ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง

μ_0 แทน ค่าคงที่หรือค่าเฉลี่ยของประชากรที่ต้องการเปรียบเทียบ

S แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง

n แทน ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

2.8 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

2.8.1 แบบทดสอบ

แบบทดสอบ (Test) เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวัดผลชนิดหนึ่งที่ใช้สำหรับวัดความรู้ด้านพุทธพิสัย แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นแบบทดสอบที่วัดสมรรถนะด้าน ต่าง ๆ ที่นักเรียนได้รับการเรียนรู้มาแล้วว่ามีอยู่มากน้อยเพียงใด แบบทดสอบประเภทนี้แบ่งได้เป็น 2 ชนิด คือ แบบที่ครูสร้างขึ้น และแบบมาตรฐานแบบทดสอบที่ดีต้องมี ความเที่ยงตรงความเชื่อมั่น ความยุติธรรม ความลึกของคำถาม.ความยั่วยุ ความจำเพาะเจาะจง ความเป็นปรนัย มีประสิทธิภาพ มีอำนาจจำแ นก มีความยาก ซึ่งมีนักการศึกษา ได้ให้ความหมายไว้ดังนี้

2.8.1.1 ความหมายของแบบทดสอบ

Brown (1998, p. 90) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบว่า แบบทดสอบเป็นวิธีการเชิงระบบที่ใช้สำหรับการวัดตัวอย่างพฤติกรรม ตามความหมายแบบทดสอบจะมีลักษณะที่สำคัญ 3 ประการ 1. แบบทดสอบเป็นวิธีการเชิงระบบ หมายความว่า แบบทดสอบนั้นจะต้องมีกฎเกณฑ์ที่แน่นอนเกี่ยวกับโครงสร้างการบริหารจัดการและให้คะแนน 2. แบบทดสอบเป็นการวัดพฤติกรรม ซึ่งจะวัดเฉพาะพฤติกรรมที่วัดได้ โดยผู้ตอบ สนองตอบต่อข้อคำถามที่กำหนดให้ มีใช่การวัดโดยตรง 3. แบบทดสอบเป็นเพียงส่วนหนึ่งของพฤติกรรม ที่ต้องการวัดทั้งหมดตามความเป็นจริงไม่มีแบบทดสอบชุดใดที่จะมีข้อคำถามที่วัดพฤติกรรมที่ต้องการได้ทั้งหมด ฉะนั้นจะต้องตกลงว่าข้อคำถามในแบบทดสอบเป็นตัวแทนของข้อคำถามทั้งหมดที่ใช้วัดพฤติกรรม และถ้าผู้ตอบข้อคำถามใดคำถามหนึ่งถูก จะต้องให้คะแนนเท่านั้น

สมนึก ภัททิยธณี (2546, น. 72) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบว่า เป็นเครื่องมือวัดพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย และมีบทบาทสำคัญมากเพราะเป็นเครื่องมือที่มีลักษณะดีหลายประการ แต่ควรใช้คู่กับเครื่องมือชนิดอื่น ๆ อย่างหลากหลาย

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2551, น. 98) เสนอไว้ว่าแบบทดสอบใช้วัดความรู้ ทักษะและความสามารถทางวิชาการ ที่ผู้เรียนได้เรียนรู้มาแล้วว่าบรรลุผลสำเร็จที่กำหนดตามจุดประสงค์ไว้เพียงใด

บุญชม ศรีสะอาด (2553, น. 62) กล่าวว่า แบบทดสอบ หมายถึง ชุดคำถาม (Items) หรือชุดงานใดๆ ที่สร้างขึ้นเพื่อนำไปเร้าหรือชักนำให้บุคคลแสดงพฤติกรรมตอบสนองออกมาและการตอบคำถามอาจอยู่ในรูปของการเขียนตอบ การพูด การปฏิบัติที่สามารถสังเกตได้ วัดให้เป็นปริมาณได้

ไพศาล วรคำ (2554, น. 233) ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบว่า เป็นชุดของข้อคำถาม ที่ใช้วัดค่าของตัวแปรใดตัวแปรหนึ่ง โดยมีคำตอบที่ถูกต้องแน่นอน และมีกฎเกณฑ์ในการตรวจให้คะแนนอย่างสมเหตุสมผล

สรุปได้ว่า แบบทดสอบ หมายถึง ชุดของข้อคำถาม เงื่อนไข ปัญหา สถานการณ์ ที่ใช้วัดตัวแปรใดตัวแปรหนึ่ง โดยมีคำตอบที่ถูกต้องแน่นอน ที่เร้าให้ผู้ถูกทดสอบได้แสดงความรู้ความเข้าใจในเนื้อหา ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการประเมิน เปรียบเทียบ วัดพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย อย่างเป็นระบบ ผ่านกระบวนการคุณภาพและมีกฎเกณฑ์ในการตรวจให้คะแนนอย่างสมเหตุสมผลและแน่นอน

2.8.1.2 ประเภทของแบบทดสอบ

แบบทดสอบมีการแบ่งออกเป็นหลายประเภทตามเกณฑ์หรือรูปแบบหรือ วัตถุประสงค์ในการใช้ โดยสามารถแบ่งประเภทของแบบทดสอบได้ดังต่อไปนี้

บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์ (2542, น. 33-34) ได้แบ่งประเภทของแบบทดสอบหลายลักษณะดังนี้

1. แบ่งตามลักษณะทางจิตวิทยาที่ใช้วัด แบ่งเป็น 3 ประเภท ได้แก่

1.1 แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ (Achievement Test) เป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ความเข้าใจตามพุทธิพิสัย (Cognitive domain) ซึ่งเกิดขึ้นจากการเรียนรู้ แบบทดสอบประเภทนี้แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

1.1.1 แบบทดสอบที่ครูสร้างเอง (Teacher - Made Test) เป็นแบบทดสอบที่สร้างกัน โดยทั่วไป เมื่อต้องการใช้ก็สร้างขึ้น ใช้แล้วก็เลิกกัน ถ้านำไปใช้อีกก็ต้องดัดแปลง ปรับปรุงแก้ไข เพราะเป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นใช้เฉพาะครั้ง อาจยังไม่มีการวิเคราะห์คุณภาพ

1.1.2 แบบทดสอบมาตรฐาน (Standardized Test) เป็นแบบทดสอบ ที่ได้มีการพัฒนาด้วยการวิเคราะห์ทางสถิติมาแล้วหลายครั้งหลายหน่ จนมีคุณภาพสมบูรณ์ ทั้งด้านความตรง ความเที่ยง ความยากง่าย อำนาจจำแนก ความเป็นปรนัยและมีเกณฑ์ปกติ (Norm) ไว้เปรียบเทียบด้วยรวมความจ้องมีมาตรฐานทั้งด้านการดำเนินการสอบและแปลผลคะแนน ที่ได้

1.2 แบบทดสอบความถนัด (Aptitude Test) เป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดสมรรถภาพทางสมองของคนว่า มีความรู้ ความสามารถมากน้อยเพียงใด และมีความสามารถทางด้านใดเป็นพิเศษ แบบทดสอบประเภทนี้แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

1.2.1 แบบทดสอบความถนัดทางการเรียน (Scholastic Aptitude Test) เป็นแบบทดสอบความถนัดที่วัดความสามารถทางวิชาการว่ามีความถนัดในวิชาอะไร ซึ่งจะแสดงถึงความสามารถในการเรียนต่อแขนงวิชานั้น และจะสามารถเรียนไปได้มากน้อยเพียงใด

1.2.2 แบบทดสอบความถนัดพิเศษ (Specific Aptitude Test) เป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดความสามารถพิเศษของบุคคล เช่น ความถนัดทางคนตรี ทางการแพทย์ทางศิลปะ เป็นต้น ใช้สำหรับการแนะแนวการเลือกอาชีพ เช่น แบบทดสอบวัดความถนัดทาง ศิลป์

2. ถ้าแบ่งตามรูปแบบของการถามการตอบ จะแบ่งเป็น 2 ประเภท

2.1 แบบวัดความเรียง (Essay Test) แบบนี้จะกำหนดคำถามให้ผู้ตอบจะต้องเรียบเรียงคำตอบเอง การวัดความรู้ด้วยคำถามแบบความเรียงหรือที่รู้จักว่า เป็นแบบอัตนัย รูปแบบ

จะมีเฉพาะตัวคำถามเท่านั้น ส่วนคำตอบจะเว้นที่ว่างหรือกำหนดกระดายคำตอบให้ไว้เป็นพิเศษสำหรับให้ผู้ตอบเขียนคำตอบลงไปเอง ผู้ตอบมีอิสระในการตอบคำถามแบบนี้จะมีปัญหาในการตรวจให้คะแนนทั้งความเป็นธรรมและความสะดวกรวดเร็ว ฉะนั้นจึงไม่นิยมไปใช้เป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล

2.2 แบบทดสอบสั้นและเลือกตอบ (Short Answer and Multiple Choice Test) หรือ ที่รู้จักกันทั่วไปคือ แบบปรนัย (Objective Test) แบบนี้จะกำหนดคำถามให้ และกำหนดให้ตอบสั้น ๆ หรือกำหนดคำตอบมาให้เลือกตอบตามนั้น

2.3 แบบเลือกตอบ (Multiple Choice Item) รูปแบบทั่วไปของแบบวัดชนิดเลือกตอบจะมีตัวคำถามซึ่งเป็นประโยคสมบูรณ์และมีตัวเลือกตอบ กำหนดไว้ให้เลือกตอบอาจจะมี 3 4 5 หรือ 6 ตัวเลือกในส่วนที่เป็นตัวเลือกตอบประกอบด้วยตัวถูกและตัวลวง คำถามแบบเลือกตอบมีหลายชนิด

2.4 แบบทดสอบอัตนัย คือ แบบทดสอบที่มีลักษณะผู้ตอบต้องเขียนบรรยายตอบ ผู้ตอบมีสิทธิจะเขียนตอบอย่างเสรี อาจจะมีคำตอบถูกหลาย ๆ ทาง คำตอบของข้อสอบเดียวกันอาจจะมีความแตกต่างทั้งในด้านคุณภาพและความถูกต้อง

อรนุช ศรีสะอาด (2552, น. 41-51) ได้แบ่งประเภทของแบบทดสอบหลายลักษณะ ดังนี้

1. แบ่งตามสมรรถภาพที่จะวัด นิยมแบ่งกันมาก ซึ่งแบ่งได้ 3 ประเภท คือ

1.1 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ หมายถึง แบบทดสอบที่วัดสมรรถภาพทางสมองด้านต่าง ๆ ที่ผู้เรียนได้รับการเรียนรู้มาแล้วมีอยู่เท่าใด แบบทดสอบประเภทนี้แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

1.1.1 แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นเอง หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนเฉพาะกลุ่มที่ครูสอน เป็นแบบทดสอบที่ใช้กันทั่ว ๆ ไปในโรงเรียนและสถาบันการศึกษา

1.1.2 แบบทดสอบมาตรฐาน หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียน ทั่ว ๆ ไปแบบทดสอบประเภทนี้ จะต้องผ่านการวิเคราะห์แล้วว่ามีคุณภาพดี มีมาตรฐาน คือ มีมาตรฐานในการดำเนินการสอบ และมาตรฐานในการแปลความหมายคะแนน

1.2 แบบทดสอบวัดความถนัด หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดสมรรถภาพสมองของผู้เรียน ว่าจะสามารถเรียนไปได้ไกล หรือประสบความสำเร็จเพียงใด เพื่อใช้ในการพยากรณ์หรือทำนายอนาคตของผู้เรียน โดยอาศัยข้อเท็จจริงในปัจจุบันเป็นรากฐาน แบบวัดความถนัดแบ่งได้เป็น 2 ชนิด คือ

1.2.1 แบบทดสอบวัดความถนัดทางการเรียน หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดความถนัดทางด้านวิชาการต่าง ๆ เช่น ด้านภาษา ด้านคณิตศาสตร์ เป็นต้น

1.2.2 แบบทดสอบวัดความถนัดเฉพาะอย่าง หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดความ ถนัดเฉพาะอย่างที่เกี่ยวกับงานอาชีพต่าง ๆ หรือความสามารถพิเศษ เช่น ความสามารถทางด้านดนตรี ศิลปะ เครื่องยนต์ การประดิษฐ์ เป็นต้น

1.3 แบบทดสอบบุคคล - สังคม หมายถึง แบบทดสอบที่วัด บุคลิกภาพ และการปรับตัวให้เข้าถึงกับสังคม ซึ่งเป็นเครื่องมือที่วัดยาก ผลที่ได้ไม่แน่นอนตายตัว เนื่องจากความเปลี่ยนแปลงตายตัวในตัวบุคคลและสังคม

1.3.1 แบบทดสอบวัดเจตคติที่มีต่อตัวบุคคล สิ่งของ เรื่องราว เหตุการณ์ สังคม เป็นต้น

1.3.2 แบบทดสอบวัดความสนใจที่มีต่อความสนใจในอาชีพ งานอดิเรก กีฬา เป็นต้น

1.3.3 แบบทดสอบวัดการปรับตัวใหม่ เช่น การปรับตัวกับเพื่อนร่วมงาน เป็นต้น

2. แบ่งตามจุดมุ่งหมายในการสร้าง แบ่งได้ 2 ประเภท คือ

2.1 แบบอัตนัยหรือแบบความเรียง หมายถึง แบบทดสอบที่มีคำถามให้และให้ผู้ตอบเขียนตอบยาว ๆ ภายในเวลาที่กำหนด ข้อสอบประเภทนี้ แต่ละข้อจะวัดได้หลาย ๆ ด้าน เช่น ในด้านการใช้ภาษา ความคิด เจตคติ เป็นต้น

2.2 แบบปรนัยหรือแบบให้ตอบสั้น ๆ หมายถึง แบบทดสอบที่กำหนดให้คอนสั้นไอเปิดในทน หรือมีคำตอบให้เลือก ได้แก่

2.2.1 แบบถูก-ผิด

2.2.2 แบบเติมคำหรือเติมคำ

2.2.3 แบบจับคู่

2.2.4 แบบเลือกตอบ

3. แบ่งตามจุดมุ่งหมายในการใช้ประโยชน์ แบ่งได้ 2 ประเภท คือ

3.1 แบบทดสอบเพื่อวินิจฉัย หมายถึง แบบทดสอบที่สร้างขึ้นเพื่อข้อบกพร่องหรือจุดอ่อนในการเรียน และนำผลไปปรับปรุงแก้ไข

3.2 แบบทดสอบเพื่อทำนายหรือพยากรณ์ หมายถึง แบบทดสอบที่นำผลจากการสอบ มาช่วยทำนายว่า ใครจะสามารถเรียนอะไรได้บ้าง และสามารถเรียนได้มากเพียงใด เป็นต้นแบบทดสอบประเภทนี้จะต้องมีความเที่ยงตรงเชิงพยากรณ์สูง ซึ่งนำไปใช้ประโยชน์ในการสอน คัดเลือก การวัดความถนัดทางการเรียน การแนะแนว

4. แบ่งตามเวลาที่กำหนดให้ แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

4.1 แบบใช้ความเร็ว หมายถึง แบบทดสอบที่มีข้อสอบมาก ๆ ข้อ ข้อสอบมักจะง่ายและจำกัดเวลาในการตอบ บางที่เรียกข้อสอบประเภทนี้ว่า ข้อสอบวัดทักษะ

4.2 แบบใช้เวลา หมายถึง แบบทดสอบวัดความสามารถในเรื่องที่กำหนด ว่ามีอยู่มากและดีเพียงใด โดยให้เวลาในการตอบมาก หรือจนกระทั่งทุกคนทำเสร็จ หรือไม่จำกัดเวลาในการสอบ ต้องการให้ผู้เรียนแสดงศักยภาพของตนเองอย่างเต็มที่ มักเป็นข้อสอบที่ต้องแสดงความคิดเห็นหรือวิเคราะห์ บางครั้งเปิดหนังสือควบคู่กับการสอบ หรือไปให้ตอบที่บ้าน

5. แบ่งตามลักษณะการตอบ แบ่งได้เป็น 3 ประเภท คือ

5.1 แบบให้ลงมือกระทำ หมายถึง แบบทดสอบภาคปฏิบัติทั้งหลาย เช่น การปรุงอาหาร การแสดง การฝีมือ ศิลปะ เป็นต้น

5.2 แบบให้เขียนตอบ หมายถึง แบบทดสอบที่ต้องตอบโดยการเขียน ได้แก่ การสอบ แบบอัตนัย ปรนัย ที่ใช้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และวัดความถนัด

5.3 แบบทดสอบปากเปล่า หมายถึง การสอบโดยการถาม-ตอบ ปากเปล่า มีการโต้ตอบกัน ทางคำพูด เช่น การสัมภาษณ์ เป็นต้น

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555, น. 28) กล่าวว่า แบบทดสอบวัดผล สัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ครูสร้างขึ้น จำแนกออกเป็น 8 ประเภท โดยสามารถสรุปแต่ละประเภทได้ ดังนี้

1. แบบทดสอบแบบเลือกตอบ ใช้วัดผลได้ทั้งด้านความรู้ ความคิด ทฤษฎี หลักการการตัดสินใจ ตลอดจนความสามารถด้านทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์

2. แบบทดสอบแบบถูกผิด โดยมีการนำเสนอข้อความที่เกี่ยวกับความรู้ความเข้าใจในหลักการ ทฤษฎี การแปลความหมายหรือการกำหนดตัวแปร

3. แบบทดสอบแบบจับคู่ เป็นแบบทดสอบที่มีลักษณะการนำเสนอข้อความ 2 ส่วน ให้เลือกเพื่อจับคู่กัน ซึ่งโดยทั่วไปจำนวนข้อของคำตอบจะมีมากกว่าคำถาม

4. แบบทดสอบแบบเปรียบเทียบ เป็นแบบทดสอบที่ประกอบด้วยข้อความที่ต้องการให้ผู้เรียนพิจารณาในรูปของ มากกว่า เท่ากับ น้อยกว่า หรือสรุปไม่ได้

5. แบบทดสอบเติมคำ โดยผู้ตอบต้องแสดงความรู้ความสามารถด้วยการเขียนตอบที่เป็นผลลัพธ์ของปัญหา ซึ่งแบบทดสอบแบบเติมคำยังใช้ในการคิดเลขในใจได้

6. แบบทดสอบแบบเขียนตอบ โดยให้ผู้สอบแสดงความรู้ ความสามารถด้วย แสดงวิธีทำหรือสรุปผลจากวิธีทำโดยแสดงเหตุผลประกอบ

7. แบบทดสอบแบบต่อเนื่อง เป็นการผสมผสานแบบทดสอบหลายรูปแบบไว้ด้วยกัน เช่นแบบทดสอบแบบเลือกตอบกับแบบถูกผิด แบบทดสอบแบบเลือกตอบกับแบบเขียนตอบ

8. แบบทดสอบแบบแสดงวิธีทำ เป็นแบบทดสอบที่ให้ผู้เรียนแสดงวิธีการแก้ปัญหา ใช้ประเมินได้ครอบคลุมทั้งมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และวิธีการคิด การวางแผน รวมทั้งความสามารถของทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในด้านต่าง ๆ

สรุปได้ว่า ประเภทของแบบทดสอบสามารถแบ่งได้หลายลักษณะที่คล้ายกัน ขึ้นอยู่กับเกณฑ์หรือลักษณะที่จะใช้การแบ่ง การเลือกใช้แบบทดสอบแต่ละประเภทขึ้นอยู่กับตัวผู้สร้างข้อสอบว่าต้องการวัดอะไร

2.9 การหาคุณภาพเครื่องมือ

คุณภาพเครื่องมือ หมายถึง คุณลักษณะที่บ่งบอกถึงความสามารถของเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย เช่น ความเที่ยงตรง ความเชื่อมั่น ความยาก และอำนาจจำแนก เป็นต้น (ไพศาล วรคำ, 2561) เป็นกระบวนการที่ทำให้ได้มาซึ่งดัชนีหรือตัวบ่งชี้ถึงคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัย เพื่อการตรวจอบความถูกต้องและสร้าง ซึ่งคุณภาพของเครื่องมือมีหลายประการที่สำคัญ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555, น. 21)

2.9.1 ความเที่ยงตรง (Validity)

ได้มีนักการศึกษา กล่าวถึง ความหมายและประเภทของความเที่ยงตรง ไว้ดังนี้

เกียรติสุดา ศรีสุข (2545, น. 138) กล่าวว่า ความเที่ยงตรงหมายถึง การที่เครื่องมือสามารถวัดได้ตรงและครบถ้วนในสิ่งที่ต้องการศึกษา หรือตรงตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย การใช้เครื่องมือในการรวบรวมข้อมูลที่มีความเที่ยงตรงสูง จะทำให้ผู้วิจัยสามารถวัดในสิ่งที่ต้องการได้อย่างถูกต้องและครบถ้วน

ไพศาล วรคำ (2554, น. 260) ได้กล่าวว่า ความเที่ยงตรง หมายถึง ความถูกต้องแม่นยำของเครื่องมือในการวัดสิ่งที่ต้องการจะวัด หรือความสอดคล้องเหมาะสมของผลการวัดกับเนื้อเรื่อง หรือเกณฑ์ หรือทฤษฎีเกี่ยวกับลักษณะที่มุ่งวัด

ณัฏฐภรณ์ หลาวทอง (2559,น. 94) ได้ให้ความหมายของความเที่ยงตรง หมายถึง หลักฐานที่แสดงถึงความถูกต้องในการวัดตัวแปรที่สนใจ สะท้อนสภาพที่แท้จริงของสิ่งที่ต้องการวัดและสอดคล้องกับทฤษฎีหรือแนวคิดที่สนใจศึกษา หลักฐานที่สะท้อนความเที่ยงตรง ประกอบด้วย หลักฐานในเชิงเนื้อหา หลักฐานในเชิงความสัมพันธ์กับเกณฑ์ภายนอก และหลักฐานในเชิงโครงสร้างของการวัด

สรุปได้ว่า ความเที่ยงตรง (Validity) คือ คุณภาพของเครื่องมือที่แสดงให้เห็นว่าสามารถวัดได้ตรงตามลักษณะหรือคุณลักษณะที่ต้องการศึกษา และสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของการวัด ทั้งนี้เครื่องมือที่มีความเที่ยงตรงจะต้องอาศัยเกณฑ์ในการวัดที่ชัดเจน แม่นยำ และน่าเชื่อถือ

ได้มีนักการศึกษา กล่าวถึงประเภทของความเที่ยงตรง ไว้ดังนี้

วรรณี แกมเกตุ (2555, น. 219-235) ได้กล่าวถึงความเที่ยงตรงของเนื้อหารายข้อ (Item Content Validity) เป็นการตรวจสอบความสอดคล้องของคำถามแต่ละข้อว่ามีความสอดคล้องกับเนื้อหา และ/หรือนิยามตัวแปรที่มุ่งวัดหรือไม่ ซึ่งสามารถดำเนินการได้โดยการนำข้อคำถามที่สร้างขึ้น พร้อมทั้งเนื้อหาและนิยามปฏิบัติการของ ตัวแปรที่ต้องการวัดไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาและด้านการวัดและประเมินผล จำนวนหนึ่ง (ซึ่งอาจใช้ประมาณ 3-7 คนก็ได้) พิจารณา

ตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับเนื้อหา หรือนิยามตัวแปรที่มุ่งวัด โดยพิจารณาอาจให้คะแนนเป็นดังนี้

+1 หมายถึง แน่ใจว่าคำถามวัดได้ตรงเนื้อหา/นิยาม/จุดประสงค์

0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อคำถามวัดได้ตรงเนื้อหา/นิยาม/จุดประสงค์

-1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อคำถามวัดไม่ตรงเนื้อหา/นิยาม/จุดประสงค์

ความเที่ยงตรงของเครื่องมือวิจัยอาจแบ่งออกเป็นประเภทหลักได้ 3 ประเภท ตามเกณฑ์ที่นำมาใช้เปรียบเทียบ ได้แก่ ความเที่ยงตรงตามเนื้อหา (Content Validity) ความเที่ยงตรงตามเกณฑ์สัมพันธ์ (Criterion-Related Validity) และความเที่ยงตรงตามโครงสร้างหรือความเที่ยงตรงตามทฤษฎี (Construct Validity)

1. ความเที่ยงตรงตามเนื้อหา (ContentValidity) หมายถึง คุณสมบัติของเครื่องมือวิจัย ที่วัดเนื้อหาสาระได้อย่างครอบคลุม และเป็นตัวแทนของมวลเนื้อหาที่ต้องการวัดอย่างครบถ้วน รายละเอียดของสิ่งที่ต้องการวัดอาจอยู่ในรูปของตารางกำหนดรายละเอียดของเนื้อหา และ จุดมุ่งหมายที่ต้องการวัด (Table of Specification) ในกรณีที่เครื่องมือเป็นแบบทดสอบสำหรับเครื่องมือที่เป็นแบบสอบถามหรือแบบสัมภาษณ์ นักวิจัยอาจกำหนดเป็นตารางโครงสร้างเนื้อหาของ ตัวแปรและจำนวนข้อคำถามที่ต้องการวัด ตามรายละเอียดของคำนิยามเชิงทฤษฎี และนิยามเชิงวิธีการตรวจสอบความเที่ยงตรงตามเนื้อหา สามารถทำได้โดยการให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวนหนึ่งพิจารณาความครอบคลุมเนื้อหาของคำถามที่ใช้วัดสิ่งที่มุ่งวัดหรือตัวแปรสำคัญ รวมถึงพิจารณาว่าข้อคำถามแต่ละข้อสามารถวัดได้ตรงตามเนื้อหาที่ระบุไว้ในตารางโครงสร้างเนื้อหา และคำนิยามตัวแปรหรือไม่ แล้วนำผลการพิจารณาจากผู้ทรงคุณวุฒิทั้งหมดมาคำนวณหาค่าดัชนี IOC ตามรายละเอียดที่กล่าวถึงแล้วข้างต้น ในการนี้นักวิจัยจะต้องนำตารางโครงสร้างเนื้อหาและคำนิยามตัวแปร พร้อมทั้งเครื่องมือที่สร้างขึ้นไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิประกอบการพิจารณาด้วย

2. ความเที่ยงตรงตามเกณฑ์สัมพันธ์ (Criterion-Related Validity) หมายถึง คุณสมบัติ ของเครื่องมือที่ให้ผลการวัดสอดคล้องกับคุณลักษณะหรือพฤติกรรมที่ต้องการวัด ซึ่งเป็นเกณฑ์ ภายนอก เกณฑ์ภายนอกที่ใช้ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือวิจัยมี 2 แบบ คือเกณฑ์ ที่เป็นสภาพที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน กับเกณฑ์ที่เป็นสภาพที่จะเกิดขึ้นในอนาคต ด้วยเหตุนี้ความเที่ยงตรง ตามเกณฑ์สัมพันธ์ จึงแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

2.1 ความเที่ยงตรงร่วมสมัยหรือความเที่ยงตรงตามสภาพ (Concurrent Validity) หมายถึง คุณสมบัติของเครื่องมือที่ให้ผลการวัดสอดคล้องกับคุณลักษณะหรือพฤติกรรมที่ต้องการวัด ซึ่งเป็นอยู่ในปัจจุบัน โดยคำนวณได้จากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนที่ได้จากเครื่องมือ วิจัยที่สร้างขึ้นกับคะแนนที่ได้จากเครื่องมืออื่นที่เป็นมาตรฐาน วัดในเรื่องเดียวกัน เช่น ถ้าต้องการ หาความเที่ยงตรงร่วมสมัยของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาไทยที่ครูสร้างขึ้น สามารถดำเนินการได้โดยนำแบบทดสอบฉบับที่ครูสร้างขึ้นไปทดสอบกับนักเรียนกลุ่ม

หนึ่ง และ นำคะแนนที่ได้ไปหาความสัมพันธ์กับคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบระดับชาติวิชาภาษาไทย ซึ่งวัด ในเวลาใกล้เคียงกัน ถ้าคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบ 2 ฉบับ มีความสัมพันธ์กัน ก็แสดงว่าแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทาง การเรียนวิชาภาษาไทยที่ครูสร้างขึ้น มีความเที่ยงตรงร่วมสมัยนั่นเอง

2.2 ความเที่ยงตรงตามการพยากรณ์ (Predictive Validity) หมายถึง คุณสมบัติของเครื่องมือที่ให้ผลการวัดสอดคล้องกับคุณลักษณะหรือพฤติกรรมที่ต้องการวัดที่จะเกิดขึ้นในอนาคต ซึ่งคำนวณได้จากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนที่ได้จากเครื่องมือวิจัยที่สร้างขึ้นกับคะแนนที่เป็นเกณฑ์ภายนอก ซึ่งอาจได้จากเครื่องมือฉบับอื่นที่เป็นมาตรฐานซึ่งวัดในเวลาต่อมา หรือในอนาคต หรือผลการวัดอื่น ๆ ที่บ่งชี้ถึงคุณลักษณะนั้น ๆ ในอนาคต เช่น ต้องการหา ความเที่ยงตรงตามการพยากรณ์ของแบบทดสอบเอ็นทรานซ์ ว่าจะสามารถพยากรณ์ความสำคัญ ในการเรียนระดับปริญญาตรีได้หรือไม่ อาจทำได้โดยการนำคะแนนสอบเอ็นทรานซ์ไปหา ความสัมพันธ์กับเกรดเฉลี่ยสะสมของนิสิตเมื่อเรียนจบชั้นปีที่ 4 หากคะแนนทั้ง 2 ชุด มีความสัมพันธ์ กัน ก็แสดงว่าแบบทดสอบเอ็นทรานซ์มีความเที่ยงตรงตามการพยากรณ์หรือสามารถพยากรณ์หรือ ทำนายความสำเร็จในการเรียนในอนาคตได้นั่นเอง

ไพศาล วรคำ (2569, น. 266) ได้กล่าวถึงความเที่ยงตรงว่า ความเที่ยงตรง (Validity) ความถูกต้องแม่นยำของเครื่องมือในการวัดสิ่งที่ต้องการจะวัด หรือความสอดคล้องเหมาะสมของผลการวัดกับเนื้อเรื่อง หรือเกณฑ์ หรือทฤษฎีเกี่ยวกับลักษณะที่มุ่งวัด ความเที่ยงตรงจึงถือเป็นคุณสมบัติที่สำคัญที่สุดของเครื่องมือวัดทุกประเภท เพราะเป็นคุณสมบัติที่เกี่ยวข้องกับคุณภาพด้านความถูกต้องของผลที่ได้จากการวัด หรือกล่าวอีกนัยนึงก็คือ ความเที่ยงตรงเป็นความใกล้เคียงกันระหว่างค่าที่วัดได้กับค่าที่แท้จริง ถ้าค่าที่วัดได้ใกล้เคียงกับค่าที่แท้จริงเพียงใด ก็ถือว่าการวัดมีความเที่ยงตรงมากขึ้นเพียงนั้น ความเที่ยงตรงของเครื่องมือจำแนกได้ 3 ประเภท ได้แก่

1. ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) หมายถึง คุณสมบัติของเครื่องมือที่สามารถวัดได้โดยตรงตามเนื้อหาที่จะวัด หรือเป็นดัชนีที่บ่งบอกว่าเนื้อหาของเครื่องมือ หรือเนื้อหาของข้อความวัดได้ตรงตามเนื้อหาของเรื่องที่ต้องการวัด ดังนั้นประเด็นสำคัญ ของความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาจึงอยู่ที่การเลือกใช้กลุ่มตัวอย่างเนื้อเรื่องที่เป็นตัวแทน (representative sample) ของมวลเนื้อเรื่องที่ต้องการวัดว่าเป็นตัวแทนของเนื้อหาทั้งหมด และมีความเพียงพอ (adequate) ต่อการวัดเนื้อหาเรื่องนั้นหรือไม่ การตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาจึงอาศัยกระบวนการตรวจสอบโดยกลุ่มผู้เชี่ยวชาญที่เป็นอิสระจากกัน ช่วยพิจารณาตัวอย่างเนื้อเรื่องในเครื่องมือวัดว่า มีขอบเขตที่ครอบคลุมและเป็นตัวแทนมวลเรื่องที่ต้องวัดเพียงใด ซึ่งสามารถพิจารณาจากความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ (Item-Objective Congruence Index:) ค่า IOC ที่มีค่า 0.50 ขึ้นไปแสดงว่ามีความสอดคล้อง โดยแปลงระดับความสอดคล้องเป็นคะแนน ดังนี้

สอดคล้อง มีคะแนนเป็น +1
ไม่แน่ใจ มีคะแนนเป็น 0
ไม่สอดคล้อง มีคะแนนเป็น -1
และหาค่าดัชนีความสอดคล้องได้จาก

$$IOC = \frac{\sum R}{n} \quad (2\text{-}3)$$

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้อง
R แทน คะแนนระดับความสอดคล้องที่ผู้เชี่ยวชาญแต่ละคน ประเมิน ในแต่ละหัวข้อ
n แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญที่ประเมินความสอดคล้องในข้อนั้น

2. ความเที่ยงตรงตามเกณฑ์สัมพันธ์ (Criterion-related Validity) เป็นความสอดคล้องสัมพันธ์กันระหว่างคะแนนจากเครื่องมือวัดที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นกับเกณฑ์ภายนอก (Criterion) ที่สามารถใช้วัดคุณลักษณะที่ต้องการนั้นได้ เกณฑ์ภายนอกนี้อาจเป็นคะแนนจากแบบวัดอื่น หรือวิธีการอื่นๆ ที่วัดสภาพปัจจุบัน หรือสภาพในอนาคตของกลุ่มตัวอย่างได้ตรงตามคุณลักษณะที่ต้องการวัดความเที่ยงตรงตามเกณฑ์สัมพันธ์แบ่งได้ออกเป็น 2 ประเภท คือ ความเที่ยงตรงเชิงสภาพหรือความเที่ยงตรงร่วมสมัย (Concurrent Validity) กับความเที่ยงตรงเชิงพยากรณ์ (Predictive Validity)

3. ความเที่ยงตรงเชิงทฤษฎีหรือความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง (Construct Validity) หมายถึง ความสามารถของเครื่องมือที่สามารถวัดได้ตรงตามขอบเขต หรือครบตามคุณลักษณะย่อย ๆ ของสิ่งที่ต้องการวัดที่ระบุไว้ในทฤษฎีเกี่ยวกับคุณลักษณะนั้นๆ ซึ่งโดยทั่วไปตัวแปรที่เป็นคุณลักษณะ (trait) มักจะมีโครงสร้างขององค์ประกอบในเชิงทฤษฎีบางทีจึงถูกเรียกว่า ความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง การหาความเที่ยงตรงเชิงทฤษฎีจึงนิยมใช้กับเครื่องมือวัดตัวแปรคุณลักษณะ หรือตัวแปรแฝงที่มีการนิยามเชิงทฤษฎี เช่น เชาว์ปัญญา เจตคติความเชื่อ ค่านิยม เชาวน์อารมณ์

2.9.2 ความเชื่อมั่น (Reliability)

ได้มีนักการศึกษา กล่าวถึง ความหมายและวิธีหาค่าของความเที่ยงตรง ไว้ดังนี้

สุวิมล ติรกานันท์ (2551, น. 152) ได้ให้ความหมายของความเชื่อมั่น หมายถึง ความคงที่ของผลที่ได้จากการวัดด้วยเครื่องมือชุดเดียวกันกับคนกลุ่มเดียวกัน ในเวลาที่ต่างกัน จากความหมายของความเชื่อมั่นที่กล่าวมาสรุปได้ว่า ความเชื่อมั่น หมายถึง คุณสมบัติ ของเครื่องมือวิจัยที่มีความคงเส้นคงวาในการวัดสิ่งเดียวกันในเวลาที่ต่างกัน นั่นคือไม่ว่าจะนำเครื่องมือวิจัย นั้นไปวัดกี่ครั้งค่าที่ได้จากการวัดจะมีค่าไม่ต่างกัน

วรรณี แกมเกตุ (2555, น. 220) ได้ให้ความหมายของความเชื่อมั่นของเครื่องมือวิจัย (Reliability) หมายถึง คุณสมบัติของเครื่องมือที่ให้ผลการวัดที่คงที่หรือคงเส้นคงวา เมื่อทำการวัดซ้ำหลาย ๆ ครั้งด้วยเครื่องมือที่วัดสิ่งเดียวกัน

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2556, น. 137) ได้ให้ความหมายของความเชื่อมั่น (reliability) หมายถึง คุณสมบัติของเครื่องมือวัดที่แสดงให้ทราบว่าเครื่องมือนั้นๆ ให้ผลการวัดที่คงที่ไม่ว่าจะใช้วัดกี่ครั้งก็ตาม กับกลุ่มเดิม

สรุปได้ว่า ค่าความเชื่อมั่น หมายถึง คุณสมบัติของเครื่องมือวิจัยที่มีความคงเส้นคงวาในการวัดสิ่งเดียวกันในเวลาที่ต่างกัน เมื่อทำการวัดซ้ำ หลาย ๆ ครั้งด้วยเครื่องมือที่วัดสิ่งเดียวกัน ค่าที่ได้จากการวัดจะมีค่าไม่ต่างกัน

วิธีการหาความเชื่อมั่น มีผู้กล่าวถึงวิธีการหาความเชื่อมั่นไว้ ดังนี้

วรรณี แกมเกตุ (2555, น. 222) ได้กล่าวถึงวิธีการหาความเชื่อมั่นที่นิยมใช้กันมีหลายวิธี ทุกวิธีเป็นการหาความเชื่อมั่นในความหมายของความคงที่หรือความคงเส้นคงวาของผลการวัด แตกต่างกันตรงที่วิธีการที่ใช้ ซึ่งสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท

1. การหาความเชื่อมั่นแบบความคงที่ (Measure of Stability) ความเชื่อมั่นแบบความคงที่ เป็นความคงเส้นคงวาของคะแนนจากการวัดในช่วงเวลาต่างกัน โดยวิธีสอบซ้ำด้วยเครื่องมือฉบับเดิม แล้วนำผลการวัดทั้งสองครั้งมาหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ วิธีนี้เรียกอีกอย่างว่า วิธีสอบซ้ำ (Test-retest Method) การคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนการวัดทั้ง 2 ครั้ง ใช้สูตรการคำนวณดังนี้

2. การหาความเชื่อมั่นแบบความเท่าเทียมกัน (Measure of Equivalence) ความเชื่อมั่นแบบความเท่าเทียมกัน หมายถึง ความสอดคล้องกันของคะแนนจากการวัดในช่วงเวลาเดียวกัน โดยใช้แบบทดสอบคู่ขนาน (Parallel Test) แล้วนำคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบทั้งสองฉบับมาหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์โดยใช้สูตรดังกล่าวข้างต้น การหาความเชื่อมั่นแบบนี้เป็นผลมาจากความพยายามในการปรับปรุงจุดอ่อนของวิธีแรก อันเนื่องมาจากความคลาดเคลื่อน ในการวัดซ้ำเพราะผู้สอบอาจจำข้อสอบได้ในการสอบซ้ำ แต่วิธีนี้ก็มีความยุ่งยากที่จะต้องสร้างแบบทดสอบขึ้นมาอีกชุดหนึ่งที่มีความคู่ขนานกับแบบทดสอบชุดเดิม นักวัดผลจึงได้พัฒนาวิธีการหาความเชื่อมั่นในรูป ของความสอดคล้องภายใน

3. การหาความเชื่อมั่นแบบความสอดคล้องภายใน (Measure of Internal Consistency) ความเที่ยงแบบความสอดคล้องภายใน เป็นความสอดคล้องกันระหว่างคะแนนรายข้อ หรือความเป็นเอกพันธ์ของเนื้อหารายข้ออันเป็นตัวแทนของคุณลักษณะเด่นเดียวกันที่ต้องการวัด วิธีนี้นักวิจัยนำเครื่องมือฉบับเดียวไปทำการวัดกับกลุ่มตัวอย่างเพียงครั้งเดียว แล้วนำผลการวัดมาหาค่าความเชื่อมั่นโดยวิธีต่าง ๆ 4 วิธี ดังนี้

3.1 วิธีแบ่งครึ่งข้อสอบ (Split-Half Method) ดำเนินการดังนี้

3.1.1 แบ่งครึ่งข้อสอบออกเป็น 2 ฉบับย่อย โดยอาจยึดเกณฑ์ข้อ คู่-ข้อคี่, ครึ่งแรก-ครึ่งหลัง, ตามเนื้อหาหรือโดยการสุ่ม รวมคะแนนข้อคู่-ข้อคี่ของแต่ละคน หรือ รวมคะแนนตามเกณฑ์อื่น ๆ ที่ใช้แบ่งครึ่งข้อสอบ

3.1.2 คำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนข้อคู่-ข้อ คี่ (หรือตามเกณฑ์อื่น ๆ ที่ใช้ในการแบ่งครึ่งข้อสอบ) ซึ่งจะได้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของครึ่งฉบับ

3.1.3 คำนวณค่าความเชื่อมั่นของเครื่องมือทั้งฉบับ โดยใช้สูตร ของ Spearman-Brown

3.2 วิธีของ Kuder-Richardson ใช้ในกรณีที่เครื่องมือมีการตรวจให้คะแนนแบบ 0, 1 โดย ตอบถูกให้ 1 คะแนน ตอบผิดให้ 0 คะแนน วิธีนี้มีสูตรการคำนวณ 2 แบบ คือ KR-20 และ KR-21 การใช้สูตร KR-21 มีข้อตกลงเบื้องต้นว่า ข้อสอบทุกข้อมีความยากง่ายเท่ากัน หรือใกล้เคียงกัน ในกรณีที่ข้อสอบมีความยากง่ายแตกต่างกัน ควรใช้สูตร KR-20

3.3 วิธีสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's Alpha Coefficient: α) ใช้ในกรณีที่การให้คะแนนเป็นแบบมาตรประมาณค่า (Rating Scale) หรือข้อสอบ อัตนัย และ ยังใช้ได้กับแบบทดสอบที่ให้คะแนนแบบ 0, 1 ได้ด้วย สูตรนี้เป็นที่นิยมใช้กันแพร่หลาย

3.4 วิธีวิเคราะห์ความแปรปรวนของ Hoyt (Hoyt's Analysis of Variance) วิธีนี้ ใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทางของคะแนนที่ผู้ถูกทดสอบแต่ละคนได้รับ จากข้อสอบแต่ละข้อ โดยไม่มีปฏิสัมพันธ์ วิธีนี้สามารถใช้ในแบบทดสอบที่ให้คะแนนแบบ 0.1 หรือ แบบทดสอบอัตนัย หรือมาตรประมาณค่าก็ได้ ผลการวิเคราะห์ได้ค่าเท่ากับวิธีสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค

ไพศาล วรคำ (2569, น. 278) ได้กล่าวถึงความเชื่อมั่นว่า ความเชื่อมั่น (Reliability) หมายถึง ความคงที่ของผลที่ได้จากการวัดด้วยเครื่องมือชุดใดชุดหนึ่ง ในการวัดหลายๆ ครั้ง เช่น ถ้าเราเอาตุ้มน้ำหนักขนาด 1 กิโลกรัม ไปชั่งด้วยเครื่องชั่งเครื่องหนึ่ง เครื่องชั่งนั้นจะบอกค่าน้ำหนักออกมาค่าหนึ่ง ซึ่งอาจจะเป็น 1 กิโลกรัมหรืออาจจะเป็นค่าอื่นก็ได้ เมื่อนำตุ้มน้ำหนักนั้นชั่ง ด้วยเครื่องชั่งนี้กี่ครั้งต่อกี่ครั้งก็จะบอกค่าน้ำหนักค่าเดิมเสมอ แสดงว่าเครื่องชั่งมีความเชื่อมั่น ส่วนค่าน้ำหนักที่ชั่งได้ถ้ามีค่าเท่ากับ 1 กิโลกรัม ตามน้ำหนักที่แท้จริงของตุ้มน้ำหนัก แสดงว่าเครื่องชั่งมีความเที่ยงตรง แต่ถ้าค่าน้ำหนักที่ชั่งได้ไม่เท่ากับ 1 กิโลกรัม แสดงว่าเครื่องชั่งไม่มีความเที่ยงตรง ดังนั้นความเชื่อมั่นของแบบวัดจึงเป็นคุณสมบัติของแบบวัดที่ให้ผลการวัดคงที่ในการวัดคุณลักษณะหนึ่งของบุคคลหนึ่ง เมื่อคุณลักษณะนั้นไม่เปลี่ยนแปลงไปไม่ว่าจะทำการวัดกี่ครั้งก็ตาม เมื่อเวลาผ่านไปจึงได้มีการพัฒนาวิธีการหาความเชื่อมั่นของแบบวัดขึ้นมาอีกหลายวิธีภายใต้แนวคิดหลัก 3 แนวคิด คือ

1. การวัดความคงที่ ซึ่งจะเป็นการวัดความคงที่ของผลการวัดหลาย ๆ ครั้ง

2. การวัดความสมมูลกันเป็นการวัดแบบที่เป็นคู่ขนานเพื่อหลีกเลี่ยงการวัดซ้ำ

3. การวัดความสอดคล้องภายใน ซึ่งเป็นการพิจารณาความเชื่อมั่น จากการวัดเพียงครั้งเดียวแล้วหาความสอดคล้องของผลการวัดภายในแบบวัด

โดยการหาสัมประสิทธิ์ความพ้องกันหรือดัชนีความสอดคล้องกัน ซึ่งสูตรการหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบคำนวณจากสูตรการหาความเชื่อมั่นแบบอิงเกณฑ์ของโลเวทท์ (Lovett's Method) ดังนี้ (ไพศาล วรคำ, 2569, น. 292)

$$r_{cc} = 1 - \frac{k\sum x - \sum x^2}{(k-1)\sum (x-c)^2} \qquad (2\text{-}4)$$

เมื่อ r_{cc} แทน เป็นค่าประมาณความเชื่อมั่นแบบอิงเกณฑ์

k แทน เป็นจำนวนข้อสอบ

c แทน เป็นคะแนนเกณฑ์หรือคะแนนจุดตัด

x แทน เป็นคะแนนรวมของผู้สอบแต่ละคน

2.9.3 ค่าความยาก (Difficulty)

มีนักการศึกษา กล่าวถึงความหมายและวิธีหาค่าของค่าความยาก ไว้ดังนี้

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2556, น. 138) ได้ให้ความหมายของความยาก (difficulty) หมายถึง คุณสมบัติข้อสอบที่บอกให้ทราบว่าข้อสอบข้อนั้นมีคนตอบถูกมากหรือน้อย ถ้ามีคนตอบถูกมาก ข้อสอบนั้นก็ง่าย และถ้ามีคนตอบถูกน้อยข้อสอบนั้นก็ยาก ถ้ามีคนตอบถูกบ้างตอบผิดบ้างหรือมีคนตอบถูกปานกลาง ข้อสอบข้อนั้นก็มีความยากปานกลาง ข้อสอบที่ดีควรมีความยากพอเหมาะพอควรมีคนตอบถูกไม่ต่ำกว่า 20 คน และไม่เกิน 80 คน จากผู้สอบ 100 คน ค่าความยากหาได้โดยการนำจำนวนคนที่ตอบถูกหารด้วยจำนวนคนที่ตอบทั้งหมด

ประสาท เนืองเฉลิม (2556, น. 190) ได้ให้ความหมายค่าความยาก หมายถึง จำนวนร้อยละ หรือค่าสัดส่วนของผู้เรียนที่ตอบถูกในข้อนั้น เมื่อเปรียบเทียบกับผู้เรียนทั้งหมดใช้กับเครื่องมือที่วัด เป็นแบบทดสอบเลือกตอบประเภท 0-1

ณัฏฐภรณ์ หลาวทอง (2559, น. 82) ได้ให้ความหมายของค่าความยาก หมายถึง ความเข้มของข้อคำถาม ที่หากผู้รับการทดสอบที่มีคุณลักษณะทางพุทธิพิสัยหรือความสามารถทางสมองสูงในเรื่องนั้นจะมีโอกาสท าข้อที่มีความยากมากได้ขณะที่ผู้รับการทดลองที่มีคุณลักษณะ ทางพุทธิพิสัยหรือความสามารถทางสมองต่างในเรื่องนั้นจะมีโอกาสทำข้อสอบที่มีความยากน้อยได้ จากความหมายของค่าความยากที่กล่าวมา สรุปได้ว่าค่าความยาก หมายถึง ผลของการคำนวณหาสัดส่วนของผู้ที่ทำข้อสอบข้อนั้นถูกกับผู้ที่เข้าสอบทั้งหมด ถ้าข้อนั้นมีคนทำถูกเป็น จำนวนมากแสดงว่าข้อสอบข้อนั้นง่าย ในทางตรงกันข้ามถ้าขอนั้นมีคนทำถูกน้อยแสดงว่าข้อสอบข้อ นั้นยากโดยค่าความยากจะแสดงถึงคุณภาพประการหนึ่งของแบบทดสอบซึ่งเป็นเครื่องมือวิจัยที่ นำมาวัดความรู้ความสามารถด้านสติปัญญาของผู้เรียน

การหาค่าความยาก

ไพศาล วรคำ (2569, น. 298) ได้กล่าวถึงความยากว่า ความยากของข้อสอบ (Item Difficulty) เป็นคุณลักษณะประจำตัวของข้อสอบแต่ละข้อที่บ่งบอกถึงโอกาสที่กลุ่มตัวอย่างจะตอบข้อนั้นได้ถูก ดังนั้นความยากของข้อสอบจึงพิจารณาได้จากจำนวนผู้ตอบข้อนั้นถูก ถ้ามีจำนวนผู้ตอบถูกมากกว่าแสดงว่าข้อสอบนั้นง่ายหรือมีค่าดัชนีความยาก (item difficulty index: p) สูง ถ้ามีจำนวนผู้ตอบถูกน้อยแสดงว่าข้อสอบนั้นยาก หรือมีค่าดัชนีความยากต่ำ เช่น แบบทดสอบฉบับหนึ่งนำไปทดลองใช้กับนักเรียน 50 คนได้ผล ดังนี้

ข้อที่ 1	มีนักเรียนตอบถูก	45	คน	ดัชนีความยากเท่ากับ	45/50	=	.90
ข้อที่ 2	มีนักเรียนตอบถูก	30	คน	ดัชนีความยากเท่ากับ	30/50	=	.60
ข้อที่ 3	มีนักเรียนตอบถูก	25	คน	ดัชนีความยากเท่ากับ	25/50	=	.50
ข้อที่ 4	มีนักเรียนตอบถูก	0	คน	ดัชนีความยากเท่ากับ	0/50	=	.00
ข้อที่ 5	มีนักเรียนตอบถูก	50	คน	ดัชนีความยากเท่ากับ	50/50	=	1.00

ดังนั้นค่าดัชนีความยากจึงหาได้จาก

$$p = \frac{f}{n} \qquad (2\text{-}5)$$

เมื่อ p แทน ค่าดัชนีความยาก
f แทน จำนวนผู้ตอบถูก
n แทน จำนวนผู้เข้าสอบ

การหาค่าความยากของข้อสอบโดยทั่วไปจะนิยมหากันเฉพาะในการสอบแบบอิงกลุ่ม เพื่อทำการคัดเลือกข้อสอบที่มีความยากเหมาะสมกับกลุ่มผู้สอบ ข้อสอบที่มีความยากเหมาะสมจะมีดัชนีความยากอยู่ระหว่าง .20 -.80 เนื่องจากข้อสอบที่ยากเกินไป (p < .20) หรือง่ายเกินไป (p > .80) จะไม่สามารถจำแนกความสามารถของกลุ่มผู้สอบได้ ส่วนในการสอบแบบอิงเกณฑ์นั้นต้องการพิจารณาความรอบรู้ (ผ่านเกณฑ์) หรือไม่รอบรู้ (ไม่ผ่านเกณฑ์) จึงไม่ค่อยคำนึงถึงความยากของข้อสอบ แต่จะพิจารณาพฤติกรรมและเนื้อหาที่ต้องการวัดมากกว่า การหาดัชนีความยากในการสอบแบบอิงเกณฑ์จึงเป็นการหาเพื่อให้ทราบระดับความยากเท่านั้น ซึ่งถ้ามีการหาดัชนีความยากในการสอบแบบอิงเกณฑ์ก็มักจะหาทั้งดัชนีความยากก่อนเรียนและดัชนีความยากหลังเรียน โดยใช้สูตรเดียวกับการหาดัชนีความยากแบบอิงกลุ่ม

สำหรับข้อสอบอัตนัยการหาดัชนีความยากจะมีวิธีการแตกต่างไปจากข้อสอบปรนัยบ้างเนื่องจากคะแนนที่เป็นไปได้ของข้อสอบอัตนัยแต่ละข้อไม่ใช่ 0 กับ 1 เหมือนกับข้อสอบปรนัย การหาดัชนีความยากของข้อสอบอัตนัยทำได้โดยการแบ่งผู้เข้าสอบออกเป็นสองกลุ่มเท่าๆ กันคือกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ จากนั้นคำนวณหาดัชนีความยากจากสูตรของวิทนีย์และชาเบอร์ส (Whiney & Sabers, 1970) ดังนี้

$$p = \frac{S_H + S_L - \left(2nX_{\min}\right)}{2n\left(X_{\max} - X_{\min}\right)} \qquad (2\text{-}6)$$

เมื่อ p แทน ดัชนีความยาก
S_H แทน ผลรวมคะแนนในกลุ่มสูง
S_L แทน ผลรวมคะแนนในกลุ่มต่ำ
n แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มสูงหรือกลุ่มต่ำ
$X_{\max}$ แทน คะแนนสูงสุดในข้อนั้น
$X_{\min}$ แทน คะแนนต่ำสุดในข้อนั้น

ส่วนการแปลผลดัชนีความยากของข้อสอบอัตนัยก็ใช้เกณฑ์เดียวกับดัชนีความยากของข้อสอบปรนัย คือ ถ้าค่าดัชนีความยากสูงหรือมีจำนวนผู้ตอบถูกมากแสดงว่าข้อสอบนั้นง่าย ถ้าค่าดัชนีความยากต่ำหรือมีจำนวนผู้ตอบถูกน้อย แสดงว่าข้อสอบนั้นยาก

2.9.4 ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination)

มีนักการศึกษา กล่าวถึงความหมายและการหาค่าของค่าอำนาจจำแนก ไว้ดังนี้

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2556, น. 138) ได้ให้ความหมายของค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) หมายถึง คุณสมบัติของข้อสอบที่สามารถจำแนกผู้เรียนได้ตามความแตกต่างของบุคคลว่าใครเก่ง ปานกลาง อ่อน ใครรอบรู้หรือไม่รอบรู้ โดยยึดหลักการว่าคนเก่งจะต้องตอบข้อสอบนั้นถูก ส่วนคนไม่เก่งจะต้องตอบผิด ข้อสอบที่ดีจะต้องสามารถแยกคนเก่งกับคนไม่เก่งออกจากกันได้ อำนาจจำแนกมีความสัมพันธ์กับความเที่ยงตรงเชิงสภาพในทางบวก กล่าวคือ หากเครื่องมือใดมีอำนาจจำแนกสูง เครื่องมือนั้นก็จะมีความเที่ยงตรงเชิงสภาพสูงด้วย

ประสาท เนืองเฉลิม (2556, น. 191) ได้ให้ความหมายของค่าอำนาจจำแนก หมายถึง ประสิทธิภาพของข้อคำถามในการแบ่งผู้เรียนออกเป็นกลุ่มคนเก่งและอ่อน หรือกลุ่มผู้ผ่านเกณฑ์กับกลุ่มผู้ไม่ผ่านเกณฑ์ในกรณีที่เป็นแบบทดสอบ หรือใช้จำแนกผู้ที่มีคุณลักษณะสูงและต่ำในกรณีที่เป็นแบบสอบถาม

ไพศาล วรคำ (2565, น. 300) ได้กล่าวถึงอำนาจจำแนกว่า อำนาจจำแนก (Discrimination) หมายถึง คุณลักษณะของข้อสอบ หรือข้อคำถามที่สามารถแยกปริมาณของคุณลักษณะที่ต้องการวัดที่มีอยู่ในแต่ละบุคคลได้ เช่น ในแบบทดสอบข้อสอบที่มีอำนาจจำแนก ก็คือข้อสอบที่สามารถแยกคนเก่งออกจากคนอ่อนได้ เครื่องมือที่นิยมหาอำนาจจำแนก ได้แก่ แบบทดสอบและแบบทดสอบถาม

สรุปได้ว่า ค่าอำนาจจำแนก หมายถึง คุณลักษณะของข้อสอบแต่ละข้อที่สามารถแบ่งผู้เรียนที่มีความสามารถแตกต่างกันออกจากกันได้อย่างชัดเจน โดยข้อสอบที่มีอำนาจจำแนกดี คือข้อสอบที่ผู้เรียนกลุ่มเก่งตอบถูก และผู้เรียนกลุ่มอ่อนตอบผิด

การหาค่าอำนาจจำแนก

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2556: 141) ได้กล่าวถึงวิธีการหาค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ ซึ่งเป็นการพิจารณาประสิทธิภาพของข้อสอบในการแบ่งผู้สอบออกเป็นสองกลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ได้คะแนนสูงและกลุ่มที่ได้คะแนนต่ำ โดยวิธีการวิเคราะห์ข้อสอบเพื่อหาค่าอำนาจจำแนก วิธีที่นิยมใช้กันมากวิธีหนึ่ง คือ การใช้เทคนิค 27% ซึ่งมีวิธีวิเคราะห์ดังนี้

1. นำข้อสอบไปทดลองสอบ ตรวจให้คะแนน และเรียงกระดาษคำตอบตามลำดับคะแนนจากมากไปน้อย

2. แบ่งกระดาษคำตอบออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มแรกเรียกว่า กลุ่มสูง (PH) โดยนับจากคะแนนสูงลงมาประมาณ 27% ของกระดาษคำตอบทั้งหมด และกลุ่มหลังเรียกว่า กลุ่มต่ำ (PL) โดยนับจากคะแนนต่ำสุดขึ้นไปประมาณ 27% ของกระดาษคำตอบทั้งหมด

การใช้เทคนิค 27% สำหรับคัดเลือกกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำนี้ ใช้ในกรณีที่กลุ่มตัวอย่างหรือผู้สอบมีจำนวนมาก และคะแนนมีการแจกแจงแบบปกติ (Normal Distribution) แต่ถ้าคะแนนไม่มีการแจกแจงแบบปกติ ควรใช้เทคนิค 35%

โดยค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ อาจคำนวณได้จากสูตร ดังนี้

$$P = \frac{P_H + P_L}{2n} \qquad (2\text{-}7)$$

$$r = \frac{P_H - P_L}{2} \qquad (2\text{-}8)$$

เมื่อ P แทน ค่าความยาก

r แทน ค่าอำนาจจำแนก

P_H แทน จำนวนคนที่ตอบถูกในกลุ่มสูง

P_L แทน จำนวนคนที่ตอบถูกในกลุ่มต่ำ

n แทน จำนวนคนในกลุ่มสูงหรือกลุ่มต่ำ

เกณฑ์ในการพิจารณาค่าอำนาจจำแนก

ค่าอำนาจจำแนกมีค่าตั้งแต่ -1.00 ถึง $+1.00$ โดยข้อสอบที่ดีควรมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป ซึ่งมีความหมายดังนี้

$0.40 \le P \le 1.00$ แสดงว่า จำแนกได้ดี เป็นข้อสอบที่ดี

$0.30 \le P \le 0.39$ แสดงว่า จำแนกได้ดีพอสมควร อาจต้องปรับปรุงแก้ไข

$0.20 \le P \le 0.29$ แสดงว่า จำแนกพอใช้ได้ แต่ควรปรับปรุง

$-1.00 \le P \le 0.19$ แสดงว่า ไม่สามารถจำแนกได้ ควรปรับปรุงใหม่หรือตัดทิ้ง

หากค่า r มีค่าเป็นลบ หรือมีค่าน้อยกว่า 0 แสดงว่า ข้อสอบข้อนั้นมีอำนาจจำแนกกลับ กล่าวคือ ผู้เรียนที่มีความสามารถสูงทำไม่ได้ แต่ผู้เรียนที่มีความสามารถต่ำทำได้ ดังนั้นจึงควรปรับปรุงใหม่หรือตัดทิ้ง

การหาอำนาจจำแนกมีหลายวิธีตามลักษณะของเครื่องมือ ดังนี้

1. การหาอำนาจจำแนกแบบอิงกลุ่ม ดังนี้

1.1 เทคนิคร้อยละ 50

1.2 เทคนิคร้อยละ 27

1.3 การหาสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนรายข้อกับคะแนนรวม

1.4 การหาสหสัมพันธ์แบบ Point Biserial

2. การหาอำนาจจำแนกแบบอิงเกณฑ์ หาได้ 2 แบบ ดังนี้

2.1 ดัชนีอำนาจจำแนกของ Brennan’s Index: B-Index

2.2 ดัชนีความไวของข้อสอบ (Sensitive Index: S)

3. การหาอำนาจจำแนกของแบบสอบอัตนัย ในกรณีของข้อสอบอัตนัยค่าคะแนนในแต่ละข้อมีได้หลายค่า การหาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบอัตนัย สามารถหาได้จากสูตร Whitney and Sabers

เกณฑ์ในการแปลความหมายของค่าความยากและอำนาจจำแนก เป็นดังนี้ (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2544, น. 184)

ตารางที่ 2.3 เกณฑ์ในการแปลความหมายของค่าความยากและอำนาจจำแนก

ความยาก (p)	ความหมาย	อำนาจจำแนก (r)	ความหมาย
0.80 – 1.00	ง่ายมาก	0.60 – 1.00	ดีมาก
0.60 – 0.79	ค่อนข้างง่าย	0.40 – 0.59	ดี
0.40 – 0.59	ปานกลาง	0.20 – 0.39	พอใช้
0.20 – 0.39	ค่อนข้างยาก	0.10 – 0.19	ค่อนข้างต่ำ ควรปรับปรุง
0.00 – 0.19	ยากมาก	0.00 – 0.09	ควรปรับปรุง

ส่วนเกณฑ์ในการคัดเลือกตัวลวงนั้นควรมีค่าความยาก (p) และอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.05 ขึ้นไป

สำหรับสูตรการหาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบแบบปรนัย (ไพศาล วรคำ, 2569, น. 300) ดังนี้

$$r = \frac{f_H}{n_H} - \frac{f_L}{n_L} = \frac{2(f_H - f_L)}{n} \qquad (2\text{-}9)$$

เมื่อ r แทน อำนาจจำแนกของข้อสอบ

f_H แทน จำนวนคนในกลุ่มสูงที่ตอบถูก

f_L แทน จำนวนคนในกลุ่มต่ำที่ตอบถูก

n_H, n_L แทน จำนวนคนในกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำตามลำดับ

n แทน จำนวนผู้ตอบทั้งหมด $\left(n = n_H + n_L\right)$

สำหรับการหาอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ (ไพศาล วรคำ, 2569, น. 303) ดังนี้

$$r_{XY'} = \frac{n\sum XY' - \sum X \sum Y'}{\sqrt{\left[n\sum X^2 - \left(\sum X\right)^2\right]\left[n\sum Y' - \left(\sum Y'\right)^2\right]}} \qquad (2\text{-}10)$$

เมื่อ $r_{XY'}$ แทน ดัชนีอำนาจจำแนก

X แทน เป็นคะแนนรายข้อ

Y แทน เป็นคะแนนรวม

Y' แทน เป็นคะแนนรวมที่หักคะแนนข้อนั้นออกแล้ว $Y' = Y - X$

n แทน เป็นจำนวนผู้เข้าสอบ

สำหรับสูตรการหาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบอัตนัย คำนวณจากสูตรของวิทเนย์และซาเบอร์ (ไพศาล วรคำ 2569, น. 308) ดังนี้

$$D = \frac{S_H - S_L}{n\left(X_{\max} - X_{\min}\right)} \tag{2-11}$$

เมื่อ D แทน อำนาจจำแนกของข้อสอบ
S_H แทน ผลรวมคะแนนในกลุ่มสูง
S_L แทน ผลรวมคะแนนในกลุ่มต่ำ
n แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มสูงหรือกลุ่มต่ำ
$X_{\max}$ แทน คะแนนสูงสุดในข้อนั้น
$X_{\min}$ แทน คะแนนต่ำสุดในข้อนั้น

สำหรับสูตรการหาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบระหว่างเรียน คำนวณจากสูตรของเบรนแนน (Brennan's Index: B-Index) (ไพศาล วรคำ 2569, น. 306) ดังนี้

$$B = \frac{f_P}{n_P} - \frac{f_F}{n_F} \tag{2-12}$$

เมื่อ B แทน ดัชนีอำนาจจำแนกของเบรนแนน
f_P แทน จำนวนคนที่ตอบข้อนั้นถูกในกลุ่มผ่านเกณฑ์ (pass)
f_F แทน จำนวนคนที่ตอบข้อนั้นถูกในกลุ่มไม่ผ่านเกณฑ์ (fail)
n_P แทน จำนวนคนในกลุ่มผ่านเกณฑ์
n_F แทน จำนวนคนในกลุ่มไม่ผ่านเกณฑ์

2.10 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษามโนทัศน์และความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ตามกรอบทฤษฎี APOS โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเปิด (open approach) ร่วมกับชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ทั้งใน และต่างประเทศ พบว่ามีนักการศึกษา ได้ทำการศึกษาไว้ ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.10.1 งานวิจัยในประเทศ

งานวิจัยในประเทศที่เกี่ยวกับมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์มี ดังนี้

นนทกร ประชุมกาเยาะมาต, จิตติมา มานะการ และคณะ (2566, น 49-54) ศึกษาธรรมชาติของระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่งตามกรอบทฤษฎี APOS ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งการวิจัยเรื่องดังกล่าวได้จัดกลุ่มระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เป็น 4 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่ม A AP APO และ APOS ผลของการจัดกลุ่มระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ พบว่า นักเรียนกลุ่มเก่งอยู่ในกลุ่มระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ กลุ่ม APOS จำนวน 2 คน กลุ่ม APO จำนวน 4 คน กลุ่ม AP จำนวน 2 คน และกลุ่ม A จำนวน 2 คน รวมทั้งหมด 10 คน นักเรียนกลุ่มปานกลางอยู่ในระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ กลุ่ม APO จำนวน 1 คน กลุ่ม AP จำนวน 1 คน กลุ่ม A จำนวน 9 คน และไม่ผ่านเกณฑ์จำนวน 9 คน รวมทั้งหมด 20 คน และนักเรียนกลุ่มอ่อนอยู่ในระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ กลุ่ม A จำนวน 4 คน และไม่ผ่านเกณฑ์ จำนวน 6 คน รวมทั้งหมด 10 คน

พิมผกา แท่งทอง (2562, น 80) การพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่องการบวกและการลบจำนวนเต็ม สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัยร่วมกับบอร์ดเกม ผลการพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกและการลบจำนวนเต็ม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัยร่วมกับบอร์ดเกม พบว่า 1. มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เรื่อง การบวกจำนวนเต็มบวกด้วยจำนวนเต็มบวก อยู่ในระดับ ความเข้าใจที่ถูกต้องสมบูรณ์ (CU) โดยมีจำนวนนักเรียนคิดเป็นร้อยละ 100 2. มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกจำนวนเต็มลบด้วยจำนวนเต็มลบ อยู่ในระดับ ความเข้าใจที่ถูกต้องสมบูรณ์ (CU) โดยมีจำนวนนักเรียนคิดเป็นร้อยละ 100 3. มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เรื่อง การบวกระหว่างจำนวนเต็มบวกกับจำนวนเต็มลบ ส่วน ใหญ่อยู่ในระดับความเข้าใจที่ถูกต้องสมบูรณ์ (CU) โดยมีจำนวนนักเรียนคิดเป็นร้อยละ 85 นอกจากนี้ ยังมีนักเรียนมีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU) โดยมี จำนวนนักเรียนคิดเป็นร้อยละ 15 และไม่มีนักเรียนที่อยู่ในระดับความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน (AC) และไม่เข้าใจ (NU) 4. มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เรื่อง การลบจำนวนเต็ม ส่วนใหญ่อยู่ในระดับความเข้าใจที่ถูกต้องสมบูรณ์ (CU) โดยมีจำนวนนักเรียนคิดเป็นร้อยละ 75 นอกจากนี้ ยังมีนักเรียนมีมโนทัศน์ทาง คณิตศาสตร์อยู่ในระดับความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์(PU) โดยมีจำนวนนักเรียน คิดเป็นร้อยละ 15 และยังมีนักเรียนมีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน (AC) โดยมี จำนวนนักเรียนคิดเป็นร้อยละ 10 และไม่มีนักเรียนที่อยู่ในระดับความเข้าใจที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU) ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) และไม่เข้าใจ (NU)

ภาภรณ์ มาแก้ว, ต้องตา สมใจ และคณะ (2562, น 80) ผลการจัดการเรียนรู้ ที่เน้นการส่งเสริมความรู้ความเข้าใจมโนทัศน์เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 พบว่า นักเรียนมีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ในระดับดีมาก คิดเป็นร้อยละ 50 นักเรียนมีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ในระดับดี คิดเป็นร้อยละ 33.33 และนักเรียนมีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ในระดับพอใช้ คิดเป็นร้อยละ 16.67 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 หลังการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการส่งเสริมความรู้ความเข้าใจมโนทัศน์ มีคะแนนเฉลี่ย 15.17 คะแนน จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 ทั้งนี้ เนื่องมาจาก 1. การเลือกและกำหนดมโนทัศน์ 2. การจัดการเรียนรู้ที่เน้นการส่งเสริมความรู้ความเข้าใจมโนทัศน์ 3. การใช้คำถามเพื่อกระตุ้นและส่งเสริมการคิดให้นักเรียนเกิดเรียนรู้และเกิดมโนทัศน์

อัครพล พรมตรุษ (2562, น 72) การพัฒนาความเข้าใจมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้วิธีการแบบเปิด: การวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน จากการพัฒนาความเข้าใจมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ทั้ง 3 วงจร พบว่า นักเรียนมีพัฒนาการของความเข้าใจมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เพิ่มขึ้นในแต่ละวงจร ปฏิบัติการ โดยมีคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์ท้ายบทเรียนร้อยละ 61.85 เมื่อดำเนินการครบ 3 วงจร สาเหตุที่เป็นอุปสรรคต่อการสร้างความเข้าใจมโนทัศน์ ได้แก่ 1) มโนทัศน์พื้นฐานคลาดเคลื่อนหรือมโนทัศน์ พื้นฐานไม่สมบูรณ์ 2) ความไม่คงทนของมโนทัศน์ และ 3) การไม่เข้าใจความต้องการของสถานการณ์ปัญหา

ลลิดา ทองปรอด (2562, น 80) ศึกษามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และการสร้างโจทย์ปัญหาโดยใช้โมเดลมของลาสเล่ย์และแมทชินสกี เรื่อง ทศนิยม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 พบว่า ผลการเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์โดยใช้โมเดลของลาสเล่ย์และแมทชินสกี และวิธีการสอนแบบปกติ โดยใช้การทดสอบสมมติฐานใช้สถิติทดสอบ t - test (Independent t-test) คะแนนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้โมเดลของลาสเล่ย์และแมทชินสกีและนักเรียนห้องเรียนปกติมีความแปรปรวนเท่ากัน คะแนนการศึกษามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โมเดลของลาสเล่ย์และแมทชินสกีสูงกว่านักเรียนห้องเรียนปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 5.1.2 ผลการเปรียบเทียบการสร้างโจทย์ปัญหาโดยใช้โมเดลของลาสเล่ย์และแมทชินสกีและวิธีการสอนแบบปกติ โดยใช้การทดสอบสมมติฐานใช้สถิติทดสอบt - test (Independent t - test) คะแนนการสร้างโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัด กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โมเดลของลาสเล่ย์และแมทชินสกีและนักเรียนห้องเรียนปกติมีความแปรปรวนเท่ากัน คะแนนการศึกษาการสร้างโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โมเดลของลาสเลย์และแมทชินสกีสูงกว่านักเรียนห้องเรียนปกติ อย่าง มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สุธารัตน์ สมรรถการ (2564, น 121) การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดรูปแบบการปรับมโนทัศน์ และรูปแบบการแปลงของเลช เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น พบว่า 1. รูปแบบการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นมีหลักการสำคัญ 5 ประการ ได้แก่ 1) การเรียนรู้เกิดขึ้นเมื่อ ผู้เรียนพบปัญหาหรือสถานการณ์ที่มโนทัศน์ของผู้เรียนไม่สามารถแก้ไขหรืออธิบายได้ 2) การมีปฏิสัมพันธ์กับ สิ่งแวดล้อมโดยการสังเกต รวบรวมข้อมูล หรือศึกษาจากทฤษฎีต่าง ๆ 3) การนำเสนอความรู้ทางคณิตศาสตร์โดย ใช้รูปแบบตัวแทนทางคณิตศาสตร์ที่หลากหลายและมีความสัมพันธ์กับมโนทัศน์นั้น 4) การที่ผู้เรียนใช้ตัวแทนทาง คณิตศาสตร์เพื่อนำเสนอความรู้ทางคณิตศาสตร์และ 5) การนำเสนอขั้นตอนวิธีการหาคำตอบได้อย่างถูกต้อง และเหมาะสม ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การกระตุ้นความสงสัย 2) การวางแผนเพื่อปรับมโนทัศน์ 3) การปรับมโนทัศน์โดยใช้ตัวแทนที่หลากหลาย 4) การสรุปความหมายของมโนทัศน์ใหม่และ 5) การนำไปใช้ 2. ประสิทธิผลของรูปแบบการเรียนการสอน พบว่า คะแนนเฉลี่ยของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ใน ภาพรวมสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 คะแนนเฉลี่ยของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ จำแนกตามองค์ประกอบ พบว่า การบอกลักษณะเฉพาะ การบอกคำจำกัดความ และการบอกตัวอย่าง สูงกว่า ก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกจากนี้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมีการ เปลี่ยนแปลงในทิศทางที่ดีขึ้น

ทวีทรัพย์ พุทธตาลดง และ นวพล นนทภา (2567, น 82) แนวทางการพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และยุทธวิธีในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เกี่ยวกับทศนิยมและเศษส่วนโดยใช้ปัญหาที่ไม่คุ้นเคยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า 1) นักเรียนที่มีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ระดับสูง นักเรียนมีมโนทัศน์ที่ถูกต้อง แต่นักเรียนบางคน ยังขาดความรอบคอบในการตอบคำถาม คำตอบยังไม่สมบูรณ์ครบถ้วนตามที่โจทย์ถาม นักเรียนแสดงยุทน์วิธีการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง ครูควรฝึกให้นักเรียนมีความรอบคอบ และครูฝึกให้นักเรียนมีการตรวจสอบความเรียบร้อย และความถูกต้องของคำตอบทุกครั้ง 2) นักเรียนที่มีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ระดับปานกลาง นักเรียนขาดความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับ ทศนิยม และเศษส่วน ทำให้ขั้นตอนการแก้ปัญหาของนักเรียนเกิดความผิดพลาด ส่งผลให้คำตอบผิดขาดความรู้ความเข้าใจในสิ่งที่โจทย์ต้องการถาม ควรสอนการใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หลายยุทธวิธีในโจทย์หนึ่งข้อ ให้นักเรียนได้ลองทำโจทย์ในการแสดงวิธีการหาคำตอบ พร้อมทั้งตรวจคำตอบเพื่อที่จะให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะการแก้ปัญหาและการตรวจคำตอบให้ดีขึ้น 3) นักเรียนที่มีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ระดับต่ำ ครูมีการสอน หรืออธิบายจากเรื่องง่ายไปยากเมื่อนักเรียนมีความเข้าใจอย่างชัดเจน หรือถ้องแท้แล้ว นักเรียนจะสามารถนำความรู้หรือมโนทัศน์ที่มีไปประยุกต์ใช้ต่อได้ และในการจัดการเรียนการสอน ครูควรจะอธิบายในการตีความ แปลความ การเปลี่ยนประโยคข้อความเป็นประโยคสัญลักษณ์ และแสดงวิธีการหาคำตอบพร้อมกับการตรวจคำตอบให้นักเรียนดูอย่างละเอียด โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้เกณฑ์แปลผล จะแบ่งระดับของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ออกเป็น 3 ระดับโดยผู้วิจัยตั้งเกณฑ์

การแปลผลค่าคะแนน โดยคะแนนเฉลี่ยของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ มีช่วงคะแนนเฉลี่ย ดังนี้คะแนนร้อยละ 70 ขึ้นไป (32 -45) หมายความว่า มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์สูงคะแนนระหว่างร้อยละ 50 – 69 (22 -31)หมายความว่ามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ปานกลางคะแนนต่ำกว่าร้อยละ 50(0 -21) หมายความว่า มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ต่ำ

สรุปได้ว่า มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เป็นความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับความหมาย ความสัมพันธ์ และลักษณะสำคัญของแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่ผู้เรียนสร้างขึ้นจากการเชื่อมโยงประสบการณ์และองค์ความรู้ต่าง ๆ เข้าด้วยกัน จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า การพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ไม่สามารถเกิดขึ้น ได้จากการจดจำสูตรหรือขั้นตอนการคำนวณเพียงอย่างเดียว แต่ต้องอาศัยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ คิดวิเคราะห์อภิปราย แลกเปลี่ยนความคิดเห็น และแก้ปัญหาด้วยตนเอง จนสามารถเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่และสร้างความเข้าใจได้อย่างมีความหมาย นอกจากนี้ การจัดการเรียนรู้ร่วมกับกระบวนการชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC) ที่มีการร่วมกันวางแผน สังเกต สะท้อนผล และปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ในแต่ละวงรอบ ยังช่วยส่งเสริมการพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียน ได้อย่างต่อเนื่อง ซึ่งสอดคล้องกับแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎี APOS ที่มุ่งพัฒนาความคิดของผู้เรียนอย่างเป็นลำดับและเป็นระบบ

งานวิจัยในประเทศที่เกี่ยวกับความเข้าใจทางคณิตศาสตร์มี ดังนี้

เขมจิรา เที่ยงอยู่ (2565, น 80) การพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนที่เสริมสร้างระดับความเข้าใจทางคณิตศาสตร์เรื่อง เซต ตามกรอบทฤษฎี APOS โดยใช้ภาษาไพธอน สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษา พบว่า 1) ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เซต ในระดับการกระทำ (A) ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา จะใช้ภาษาไพธอนเป็นเครื่องมือเพื่อสำรวจผลลัพธ์ที่ได้จากการรันโปรแกรม แม้ว่านักเรียนจะไม่สามารถอธิบายเหตุผลของผลลัพธ์ซึ่งได้จากการรันโปรแกรม แต่ อย่างไรก็ตาม นักเรียนสามารถ (1) สำรวจการเป็นสมาชิกของเซตโดยใช้ค าสั่ง in (2) หาจำนวนสมาชิกของเซตโดยใช้คำสั่ง (3) สำรวจการเท่ากันและไม่เท่ากันของเซตโดยใช้คำสั่ง A=B และ (4) สำรวจผลการดำเนินการระหว่างเซตแบบอินเตอร์เซกชัน ยูเนียน ผลต่างระหว่างเซต และ คอมพลีเมนต์ 2) ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เซต ในระดับการกระทำ (P) ของ นักเรียนระดับมัธยมศึกษาจะสามารถ (1) เขียนสัญลักษณ์การเป็นสมาชิกและไม่เป็นสมาชิกของ เซต (2) เขียนเซตแบบแจกแจงสมาชิกและแบบบอกเงื่อนไขของสมาชิก (3) ระบุสมาชิกของเซต (4) อธิบายความหมายเกี่ยวกับเซต (เช่น เซตว่าง เซตจำกัด เซตอนันต์ เซตที่เท่ากันและไม่เท่ากัน การเป็นสับเซตและไม่เป็นสับเซต และการดำเนินการระหว่างเซต) และ (5) หาความสัมพันธ์ของ จำนวนสมาชิกของเซต A หรือเซต B และจำนวนสมาชิกของเซต A หรือเซต B หรือเซต C โดยไม่ใช้ ภาษาไพธอนได้ 3) ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เซต ในระดับการกระทำ (O) ของ นักเรียนระดับมัธยมศึกษาจะสามารถ (1) เขียนข้อสรุปเกี่ยวกับลักษณะเซตและการเขียนแสดง เซต (2) จำแนกสิ่งที่เป็นเซต

และไม่เป็นเซต (3) จำแนกประเภทของเซต (4) อธิบายสมบัติต่าง ๆ ที่ เกี่ยวข้องกับเซต (เช่น สมบัติต่าง ๆ ของสับเซต หรือสมบัติต่าง ๆ ของการดำเนินการระหว่างเซต) และ (5) หาความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนสมาชิกของเซต A กับจำนวนของเพาเวอร์เซต A ได้ เมื่อ A มีสมาชิก n ตัว รวมทั้งสามารถใช้ความรู้ เกี่ยวกับจำนวนสมาชิกของเซตจำกัดสำหรับแก้ สถานการณ์ปัญหาได้ โดยไม่ใช้ภาษาไพธอน แสดงว่า นักเรียนสามารถรวบรวมความรู้ ที่ได้จากระดับ A และ P มาอธิบายสมบัติหรือหลักการต่าง ๆ หรือสร้างข้อ ความคาดการณ์ แสดง ความสัมพันธ์เกี่ยวกับมโนทัศน์ที่กำหนดให้ได้ 4) ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เซต ในระดับการกระท า (S) ของ นักเรียนระดับมัธยมศึกษาจะสามารถเชื่อมโยงความรู้เกี่ยวกับเนื้อหา เรื่อง เซต หรือเนื้อหา เรื่องอื่นทางคณิตศาสตร์ ร่วมกับการออกแบบโปรแกรมด้วยภาษาไพธอน เพื่อใช้สำหรับแก้ สถานการณ์ปัญหาที่ก าหนดให้ แสดงว่านักเรียนสามารถนาความเข้าใจในระดับ A, P และ O มา ประยุกต์ใช้ร่วมกับการออกแบบโปรแกรมด้วยภาษาไพธอน เพื่อแก้สถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ ได้

จิระประภา ไชยวุฒิ (2559, น 80) จากการสำรวจรูปแบบการแสดงแทนความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่องความน่าจะเป็น ในชั้นเรียนที่ใช้วิธีการแบบเปิด พบว่า นักเรียนมีรูปแบบการแสดงแทนความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ที่เกิดขึ้น 3 รูปแบบ จากทั้งหมด 4 รูปแบบ ตามแนวคิดของ Sierpinska (1990) โดยในแต่ละรูปแบบที่เกิดขึ้น พบว่านักเรียนกลุ่มเป้าหมายมีการแสดงแทนความเข้าใจทางคณิตศาสตร์โดยมีรายละเอียดดังนี้ 1.1 การระบุ (Identification) พบการแสดงแทนความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ในรูปแบบนี้ครบทั้ง 6 แผนการจัดการเรียนรู้ โดยนักเรียนพยายามนำความรู้หรือวิธีการทางคณิตศาสตร์ที่เคยได้เรียนรู้มาก่อน ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหาที่เผชิญอยู่ มาใช้ในการเรียกชื่อเพื่อนำมากำหนดแนวคิดในการหาจำนวนวิธีทั้งหมดที่เป็นไปได้ของเหตุการณ์ที่สามารถเกิดขึ้นได้ 1.2 การจำแนก (Discrimination) พบการแสดงแทนความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ในรูปแบบนี้ครบทั้ง 6 แผนการจัดการเรียนรู้ โดยนักเรียนนำข้อมูลหรือนำเงื่อนไขในสถานการณ์ปัญหาที่ครูกำหนดให้มาใช้ในการค้นหาแนวคิดในการแก้ปัญหาและนำแนวคิดในการแก้ปัญหาดังกล่าวมาเปรียบเทียบกันเพื่อหาข้อแตกต่างระหว่างแนวคิดในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น และนักเรียนมีการสังเกตแนวคิดของตนเองและระหว่างแนวคิดของเพื่อน เพื่อหาแนวคิดที่เหมาะสมที่สุดในการแก้ปัญหา 1.3 การทำให้เป็นกรณีทั่วไป (Generalization) พบการแสดงแทนความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ในรูปแบบนี้น้อยที่สุด โดยนักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการแก้ปัญหาในสถานการณ์ปัญหาต่าง ๆ ที่เคยพบเจอมาก่อน หรือจากสถานการณ์เริ่มต้นที่ครูกำหนดให้มาใช้ในการคิดหาผลลัพธ์ในสถานการณ์ที่เป็นกรณีทั่วไป หรือมาใช้ในการคาดเดาผลลัพธ์ว่าจะเกิดผลลัพธ์อะไรต่อไปอีก

ธวัตรชัย เดนชา, เกียรติ แสงอรุณ และคณะ (2558, น 1729) ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน เรื่อง เลขยกกำลัง ในชั้นเรียนที่ใช้การสอนด้วยวิธีการแบบเปิด โดยจะนำเสนอผ่านทั้ง 4 ขั้นตอนของการจัดการเรียนการสอนด้วยวิธีการแบบเปิด ดังนี้

1) ขั้นการนำเสนอสถานการณ์ปัญหาปลายเปิด แสดงให้เห็นว่านักเรียนมีความเข้าใจในระดับการจัดกระทำ (Action) นั่นคือ นักเรียนสามารถยืนยันความเข้าใจว่าตนเองเข้าใจในคำสั่งว่าอย่างไร ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์ จัดได้ ว่าเป็นความเข้าใจในระดับกระบวนการ (Process) สอดคล้องกับข้อมูลที่ได้จากแบบสำรวจระดับความเข้าใจ 2) ขั้นการเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน นักเรียนเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยที่ให้หาความสัมพันธ์ของจำนวนครั้งที่พับกระดาษกับจำนวนช่องที่ จัดได้ว่าเป็น ความเข้าใจในระดับการจัดกระทำ (Action) เมื่อนักเรียนได้พบความสัมพันธ์จากปัญหาที่ 1 นักเรียนสามารถ คาดการณ์ได้ว่า ถ้าพับกระดาษครั้งที่ n จำนวนช่องที่เกิดขึ้นจะเท่ากับ 2^n ซึ่งจัดได้ว่า เป็นความเข้าใจในระดับวัตถุ (Object) 3) ขั้นการอภิปรายและเปรียบเทียบแนวคิดร่วมกันทั้งชั้นเรียน นักเรียนสามารถอธิบายแนวคิดคู่ของตนเอง โดยที่ไม่ต้องจัดกระทำซ้ำอีก ผ่านงานเขียนของคู่ตนเองจนแนวคิดถูก นำมาอภิปรายให้กลายเป็นแนวคิดที่นักเรียนทุกคนในชั้นเรียนได้เรียนรู้ร่วมกัน โดยแนวคิดที่เกิดขึ้นแต่ละแนวคิดจัดเป็นความเข้าใจในระดับกระบวนการ (Process) นักเรียนสามารถอธิบายสูตรที่สร้างจากความสัมพันธ์ จัดเป็นความเข้าใจในระดับวัตถุ (Object) 4) ขั้นการสรุปโดยการเชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียนที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน นักเรียนสามารถสรุปประเด็นที่ได้เรียนรู้จากการเรียนในคาบนี้ โดยอาศัยจากการเรียนรู้ แนวคิดของเพื่อนในชั้นเรียน ซึ่งนักเรียนสามารถเปรียบเทียบข้อเหมือน ข้อต่าง จากแนวคิดของเพื่อนได้เชื่อมโยง เข้าสู่นิยามทางคณิตศาสตร์ได้

ศราวุฒิ จำวัน และ หล้า ภวภูตานนท์ (2559, น 986) การพัฒนาความเข้าใจทางคณิตศาสตร์เรื่องพาราโบลา ตามแนวคิดทฤษฎี APOS โดยใช้โปรแกรม GSP เป็นเครื่องมือจากการท ากิจกรรมทั้งหมดของนักเรียน ท า ให้เห็นว่านักเรียนมีกระบวนพัฒนาระดับความเข้าใจทางคณิตศาสตร์อย่างเป็นระบบ สามารถเข้าถึงและ แสดงออกให้เห็นถึงความเข้าใจในระดับ Action และ Process ทุกกิจกรรมและทุกกลุ่ม โดยไม่ต้องอาศัยครู เป็นผู้ถ่ายทอดให้ นอกจากนี้นักเรียนยังสามารถเกิดการ พัฒนาระดับ ความเข้าใจของตน เองให้สูงขึ้นได้ ตามลำดับโดยอาศัยประสบการณ์การเรียนรู้ที่เกิดขึ้น ก่อนหน้าได้อีกด้วย และเมื่อมีประสบการณ์มากพอ นักเรียนจะสามารถเข้าถึงระดับความเข้าใจในขั้นสูงสุด คือ Schema ได้ด้วยตัวเอง ดังจะเห็นได้จากกิจกรรมที่ 4 ถึงกิจกรรมที่ 6 ที่นักเรียนทุกกลุ่มสามารถเข้าถึงระดับความเข้าใจทุกขั้นนี้ได้

ณัฐพล หงส์ทอง, หัทยา สำนักบ้านโคก และคณะ (2567, น 14) ระดับความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การหาร ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ในชั้นเรียนที่ใช้นวัตกรรมการศึกษาชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิด 1. ในภารจัดการเรียนรู้แบบเปิดผู้เรียนมีความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ในทุกระดับ เมื่อพิจารณาใน ขั้นที่ 1 ขั้น นำเสนอสถานการณ์ปัญหาปลายเปิด นักเรียนมีความ เข้าใจในระดับจัดกระทำ กระบวนการและบางส่วนมีความ เข้าใจในระดับวัตถุ ขั้นที่ 2 ขั้นการเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน นักเรียนมีความเข้าใจในระดับการจัดกระทำ ระดับกระบวนการและระดับวัตถุ ขั้นที่ 3 ขั้นการนำเสนอแนวคิดและอภิปรายแนวคิดร่วมกันทั้งชั้นเรียนนักเรียน

มี ความเข้าใจในระดับกระบวนการและระดับวัตถุ และขั้นที่ 4 ขั้นการสรุปบทเรียนจากการเชื่อมโยงแนวคิดของ นักเรียนที่เกิดขึ้นในชั้นเรียนนักเรียนสามารถเชื่อมโยง และมีความเข้าใจในระดับวัตถุให้เป็นส่วนหนึ่งของ โครงสร้างเชิงการรู้ได้ 2. นักเรียนส่วนใหญ่มีระดับพัฒนาการทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องการหาร อยู่ในระดับพัฒนาการระดับสูง คิดเป็นร้อยละ 53.57 ระดับพัฒนาการระดับปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 25.00ระดับพัฒนาการระดับสูงมาก คิด เป็นร้อยละ 14.29 และระดับพัฒนาการระดับต้น คิดเป็น ร้อยละ 7.14 ตามลำดับ

ธนาวดี จันทร์เพชร, กิตติศักดิ์ ใจอ่อน และคณะ (2568, น 7) ผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด (Open Approach) เพื่อส่งเสริมความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จากการวัดระดับความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ใช้การจัดการเรียนรู้ โดยวิธีการแบบเปิด เรื่องการบวกและการลบจำนวนนับที่มากกว่า 100,000 จำนวน 5 แผน ผลการวิเคราะห์ พบว่า เกิดความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ทั้ง 3 ระดับ ซึ่งแต่ละการจัดการเรียนรู้นักเรียนจะแสดงแนวคิด ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ครบทุกระดับของความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ดังตัวอย่างการวิเคราะห์ผลงานของนักเรียน ในการจัดการเรียนรู้แบบเปิด ดังนี้ 1. ระดับจัดการกระทำ (Action) แสดงให้เห็นว่า นักเรียนได้ใช้ความสัมพันธ์ของการบวกกับการลบ ซึ่งจะได้ว่า ผลบวก ของจำนวนนับ 2 จำนวน ระดับจัดการกระทำ อยู่ในขั้นที่ 2 ขั้นการเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน 2. ระดับกระบวนการ (Process) แสดงให้เห็นว่า นักเรียนสามารถหาคำตอบได้ โดยไม่คำนึงถึงลำดับขั้นตอนสามารถนำมา ดำเนินการเพื่อหาตัวไม่ทราบค่า ได้อย่างถูกต้อง ซึ่งระดับกระบวนการปรากฏ อยู่ในขั้นที่ 2 ขั้นการเรียนรู้ ด้วยตนเองของนักเรียน 3. ระดับวัตถุ (Object) แสดงให้เห็นว่า นักเรียนใช้ความคิดทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาด้วยตนเอง จำแนกเป็นระดับความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ระดับวัตถุ (Object) คือนักเรียนสามารถเชื่อมโยงจากความรู้ก่อนในการดำเนินการซึ่งได้มาของคำตอบ

เกษรา ศรีเมือง, วรรณธิดา ยลวิลาศ และคณะ (2566, น 45) การศึกษาความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริซึมและ ทรงกระบอกโดยใช้โปรแกรม Geogebra ประกอบการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ 4MAT สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปี ที่ 2 พบว่า สำหรับเนื้อหาเรื่องปริซึมและทรงกระบอก คะแนนระดับการกระทำ (A) มีค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 80.58 คะแนนระดับกระบวนการ (P) มีค่าเฉลี่ย คิดเป็นร้อยละ 77.5 คะแนนระดับสิ่งที่เรียนรู้ (O) มีค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 69 และคะแนน ระดับแผนภาพทางปัญญา (S) มีค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 64.23 สำหรับส่วนที่เกี่ยวกับการจัดกลุ่มระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ พบว่า นักเรียนในแต่ละกลุ่มที่มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เรื่องปริซึมและทรงกระบอกแตกต่างกัน จะมีระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ตามกรอบทฤษฎี APOS ดังนี้ 1.) นักเรียนจำนวน 7 คน พบว่า ระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนอยู่ในกลุ่ม APOS จำนวน 4 คน กลุ่ม APO จำนวน 3 คน 2.) นักเรียนจำนวน 9 คน พบว่า ระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์

ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนอยู่ในกลุ่ม APOS จำนวน 2 คน กลุ่ม APO จำนวน 2 คน กลุ่ม AP จำนวน 3 คน กลุ่ม PO จำนวน 1 คน กลุ่ม O จำนวน 1 คน 3.) นักเรียนจำนวน 10 คน พบว่า ระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนอยู่ในกลุ่ม AO จำนวน 1 คน กลุ่ม AP จำนวน 4 คน กลุ่ม A จำนวน 3 คน กลุ่ม P จำนวน 1 คน และไม่ผ่านเกณฑ์ จำนวน 1 คน

สรุปได้ว่าจากการศึกษางานวิจัยภายในต่างประเทศเกี่ยวกับความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ เป็นกระบวนการที่ผู้เรียนค่อย ๆ พัฒนาความรู้จากการลงมือปฏิบัติ การคิดวิเคราะห์ การเชื่อมโยงแนวคิด และการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหา ซึ่งผู้เรียนสามารถพัฒนาความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ได้อย่างเป็นลำดับตามกรอบทฤษฎี APOS ตั้งแต่ระดับการกระทำ (Action) ระดับกระบวนการ (Process) ระดับวัตถุ (Object) ไปจนถึงระดับแผนภาพทางปัญญา (Schema) โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการเรียนรู้ด้วยตนเอง การอภิปรายแลกเปลี่ยนแนวคิด การใช้วิธีการแบบเปิด (Open Approach) นอกจากนี้ยังพบว่าการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงแนวคิดและเรียนรู้ร่วมกันผ่านการสะท้อนผลการเรียนรู้ ช่วยส่งเสริมพัฒนาการทางความเข้าใจของผู้เรียนได้อย่างต่อเนื่อง ซึ่งสอดคล้องกับแนวทางการวิจัยที่ผู้วิจัยนำทฤษฎี APOS ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบเปิดและกระบวนการชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC) มาใช้ในการพัฒนาความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

2.10.2 งานวิจัยต่างประเทศ

งานวิจัยต่างประเทศที่เกี่ยวกับมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์มี ดังนี้

Pettersson Liljekvist and van Bommel (2019) ได้ศึกษาการพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา โดยใช้แนวคิดองค์ประกอบของมโนทัศน์ (Concept Elements) เพื่อติดตามการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจเกี่ยวกับแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียน ผลการวิจัยพบว่า มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ไม่ได้เกิดขึ้นในทันที แต่ค่อย ๆ พัฒนาผ่านการเชื่อมโยงองค์ประกอบความรู้ที่หลากหลายเข้าด้วยกัน การอภิปราย การแลกเปลี่ยนความคิดเห็น และการเผชิญสถานการณ์ที่ก่อให้เกิดความขัดแย้งทางปัญญา ช่วยให้ผู้เรียนปรับเปลี่ยนแนวคิดเดิมและสร้างมโนทัศน์ที่ถูกต้องมากขึ้น

Pinzka (1999, pp. 1491-A) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้าใจมโนทัศน์เรื่อง ฟังก์ชันกับความเข้าใจและการประยุกต์ใช้มโนทัศน์ เรื่อง อนุพันธ์ในวิชาแคลคูลัสของนักศึกษา ระดับอุดมศึกษา โดยทำการทดสอบความเข้าใจมโนทัศน์เรื่องฟังก์ชันและมโนทัศน์ เรื่องอนุพันธ์ นักเรียนที่เรียนวิชาแคลคูลัสในภาคเรียนที่ 1 จำนวน 33 คน และทำการสัมภาษณ์เป็นรายบุคคลกับ นักศึกษา จำนวน 6 คน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่มีความเข้าใจ มโนทัศน์เรื่องฟังก์ชันและมโนทัศน์เรื่องอนุพันธ์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นักเรียนมี กระบวนการทางคณิตศาสตร์และแนวคิดในแต่ละมโนทัศน์แตกต่างกัน นอกจากนี้นักเรียนมีความ เข้าใจมโนทัศน์เรื่องอนุพันธ์เกี่ยวกับเรขาคณิต สามารถบอกความหมายและอธิบายกราฟของฟังก์ชัน สามารถ

เชื่อมโยงการนำเสนอรูปแบบต่าง ๆ ของฟังก์ชัน เข้าใจถึงการใช้เครื่องหมาย กระบวนการทางคณิตศาสตร์ โดเมนของฟังก์ชัน และสามารถอธิบายความสัมพันธ์ของฟังก์ชัน

Larsen และ Zandieh (2020) ได้ศึกษาภาพมโนทัศน์ (Concept Image) และนิยามมโนทัศน์ (Concept Definition) ของนักศึกษาในรายวิชาพีชคณิตนามธรรม ผลการวิจัยพบว่า แม้นักศึกษาจะเรียนจากนิยามเดียวกัน แต่กลับมีภาพมโนทัศน์ที่แตกต่างกัน ส่งผลให้ระดับความเข้าใจแตกต่างกันด้วย ผู้วิจัยสรุปว่าการพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ควรคำนึงถึงทั้งภาพมโนทัศน์ที่ผู้เรียนสร้างขึ้นและนิยามที่เป็นทางการ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจเชิงนามธรรมได้อย่างถูกต้อง

Nisa, Waluya, Kartono และ Mariani (2021) ได้ศึกษาการพัฒนาความเข้าใจมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ผ่านกระบวนการแก้ปัญหา โดยเน้นบทบาทของการสะท้อนความคิดเชิงนามธรรม (Abstraction Reflective) ผลการวิจัยพบว่า การใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับการสะท้อนความคิดช่วยให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ มองเห็นความสัมพันธ์ของแนวคิด และนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ส่งผลให้เกิดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ที่ลึกซึ้งยิ่งขึ้น

Yang Wang Zhang Pei et al. (2021) ได้ศึกษากลไกการเกิดมโนทัศน์และความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ภายในโครงสร้างทางปัญญาของผู้เรียน ผลการวิจัยพบว่า มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เกิดขึ้นเมื่อผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงแนวคิดใหม่กับแนวคิดเดิมที่มีอยู่ในโครงสร้างความรู้ได้อย่างเป็นระบบ ผู้เรียนที่สามารถสร้างเครือข่ายความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิดได้ จะมีความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ที่ลึกซึ้งกว่าและสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ได้ดีกว่า

Anupan and Chimmalee (2022) รูปแบบการเรียนรู้เพื่อสร้างมโนทัศน์ โดยใช้การเรียนรู้ผ่านอุปกรณ์เคลื่อนที่บนระบบคลาวด์เพื่อพัฒนาความรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาระดับอุดมศึกษา โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาความรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาผ่านรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างมโนทัศน์ ผลการศึกษาพบว่า รูปแบบการเรียนรู้ดังกล่าวช่วยให้นักศึกษามีความเข้าใจเชิงมโนทัศน์สูงขึ้น สามารถเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์และอธิบายเหตุผลทางคณิตศาสตร์ได้ดียิ่งขึ้น อีกทั้งยังส่งเสริมการเรียนรู้ด้วยตนเองและการสร้างองค์ความรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

Evans and Jeong (2023) การใช้แผนผังมโนทัศน์เป็นเครื่องมือประเมินเพื่อการเรียนรู้ในคณิตศาสตร์ระดับมหาวิทยาลัย โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการใช้แผนผังมโนทัศน์ในการส่งเสริมความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียน ผลการศึกษาพบว่า การสร้างและวิเคราะห์แผนผังมโนทัศน์ช่วยให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องเข้าด้วยกันอย่างเป็นระบบ ทำให้ผู้สอนสามารถติดตามพัฒนาการของมโนทัศน์และความเข้าใจ

ของผู้เรียนได้อย่างชัดเจน อีกทั้งยังช่วยส่งเสริมการสร้างโครงสร้างความรู้ (Schema) และความเข้าใจเชิงลึกทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี

Zhang An Xiang and Jerito Pereira (2024) การออกแบบการจัดการเรียนรู้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ตามทฤษฎี APOS เรื่องระบบพิกัดฉากบนระนาบ มีจุดประสงค์เพื่อพัฒนาแนวทางการจัดการเรียนรู้เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับ ทฤษฎี APOS โดยใช้เนื้อหา “ระบบพิกัดฉากบนระนาบ” เป็นกรณีศึกษา และเชื่อมโยงกับ ประวัติศาสตร์คณิตศาสตร์ เพื่อส่งเสริมความคิดระดับนามธรรมและการสร้างความเข้าใจอย่างมีโครงสร้างงานวิจัยชี้ให้เห็นว่า ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์แบบดั้งเดิมซึ่งใช้การอธิบายแนวคิดหรือยกตัวอย่างเพื่อการฝึกฝน นักเรียนมักไม่เข้าใจแนวคิดนามธรรมอย่างแท้จริง แต่เพียงท่องจำหรือทำแบบฝึกหัดซ้ำ ๆ โดยขาดกระบวนการสร้างความเข้าใจเชิงลึกผู้วิจัยเสนอการออกแบบกิจกรรมที่ใช้ ทฤษฎี APOS ร่วมกับการแก้ปัญหา (problem-solving) เป็นแนวทางหลักในการพานักเรียนเข้าสู่กระบวนการ Action ⟶ Process ⟶ Object ⟶ Schema พร้อมทั้งใช้การสร้างความขัดแย้งทางความคิด (cognitive conflict) การตั้งคำถาม และการอภิปรายเป็นเครื่องมือสำคัญในการกระตุ้นการเรียนรู้ โดยครูทำหน้าที่สังเกตและปรับรูปแบบการสอนตามระยะการเรียนรู้ของผู้เรียน

สรุปได้ว่าจากจากศึกษางานวิจัยต่างประเทศพบว่า การพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ไม่ได้เกิดจากการจดจำสูตร กฎ หรือวิธีการคำนวณเพียงอย่างเดียว แต่เกิดจากกระบวนการที่ผู้เรียนสร้างความรู้และความเข้าใจด้วยตนเอง ผ่านการเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ การอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็น การแก้ปัญหา การสะท้อนความคิด ตลอดจนการใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์อย่างมีความหมาย ซึ่งช่วยให้ผู้เรียนสามารถสร้างความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้อย่างเป็นระบบ ส่งผลให้เกิดความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ที่ถูกต้องและลึกซึ้ง สามารถอธิบายเหตุผล เชื่อมโยงองค์ความรู้ และนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ผู้วิจัยใช้การจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎี APOS ที่เน้นการพัฒนาความคิดผ่านกระบวนการ Action, Process, Object และ Schema ยังเป็นแนวทางสำคัญที่ช่วยส่งเสริมการสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนได้อย่างเป็นระบบและมีประสิทธิภาพ

งานวิจัยต่างประเทศที่เกี่ยวกับมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์มี ดังนี้

Arenas-Peñaloza, et al. (2024, p.4) ได้ศึกษากระบวนการทำความเข้าใจแนวคิดเรื่องอัตราส่วนของนักเรียนระดับประถมศึกษา โดยใช้กรอบแนวคิดของ ทฤษฎี Pirie-Kieren ซึ่งแบ่งพัฒนาการของความเข้าใจออกเป็น 8 ระดับ ได้แก่ primitive knowing, image making, image having, property noticing, formalising, observing, structuring และ inventising งานวิจัยนี้ใช้วิธีวิจัยเชิงคุณภาพแบบกรณีศึกษา เก็บข้อมูลผ่านภารกิจทางคณิตศาสตร์และการสัมภาษณ์นักเรียน 4 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่มตามผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (สูงและต่ำ) วิเคราะห์การตอบสนองของนักเรียนต่อภารกิจที่เกี่ยวกับการเปรียบเทียบอัตราส่วนในสถานการณ์ชีวิตจริง เช่น การแบ่งพิซซ่า ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ยังมีความเข้าใจอยู่ในระดับต้นของทฤษฎี (เช่น image having หรือ

property noticing) นักเรียนยังไม่สามารถก้าวไปสู่ระดับ formalising ได้อย่างสมบูรณ์ นักเรียนมีปัญหาในการเปรียบเทียบอัตราส่วน การแจกแจงข้อมูล และการใช้เหตุผลเชิงสัดส่วนในสถานการณ์ที่ซับซ้อนนักเรียนที่มีผลการเรียนสูงสามารถสร้างภาพ และเชื่อมโยงกับคณิตศาสตร์ได้ดีกว่าแต่ยังคงมีความเข้าใจที่ไม่สมบูรณ์ในการเปรียบเทียบเหตุผลเชิงคณิตศาสตร์

Tall D. (1991, pp. 3–21) การคิดทางคณิตศาสตร์ระดับสูง งานวิจัยนี้ศึกษากระบวนการและลักษณะของการคิดทางคณิตศาสตร์ในระดับที่ซับซ้อนและนามธรรม โดยให้ความสำคัญกับการเชื่อมโยงระหว่างความคิดเชิงรูปธรรม (concrete thinking) กับความคิดเชิงนามธรรม (abstract thinking) ซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการพัฒนาความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ในระดับสูง งานวิจัยพบว่า การเรียนรู้แบบเปิด (open learning) เป็นวิธีการที่เหมาะสมที่จะช่วยให้นักเรียนเกิดการคิดอย่างสร้างสรรค์และวิเคราะห์ปัญหาอย่างลึกซึ้ง นอกจากนี้ยังช่วยส่งเสริมการสร้างมโนทัศน์ที่มั่นคงและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้

Andamon and Tan (2018, pp. 96–105) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์เชิงแนวคิด (conceptual understanding) ทัศนคติ (attitude) และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 225 คน จากเมืองวัลเลนเซีย ประเทศฟิลิปปินส์ โดยใช้แบบทดสอบและแบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการเก็บข้อมูล ผลการวิจัยพบว่านักเรียนมีความเข้าใจเชิงแนวคิดและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในระดับปานกลาง ขณะที่ทัศนคติต่อคณิตศาสตร์อยู่ในระดับไม่แน่ใจ (uncertain) นอกจากนี้ทัศนคติมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ แต่ความเข้าใจเชิงแนวคิดและปัจจัยประชากรศาสตร์ไม่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับผลสัมฤทธิ์ ผลการวิเคราะห์ถดถอยชี้ให้เห็นว่าทัศนคติที่ดี ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้อย่างมีนัยสำคัญ จึงแนะนำให้ครูเน้นพัฒนาทัศนคติของนักเรียนควบคู่ไปกับการพัฒนาความเข้าใจเชิงแนวคิดเพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาคณิตศาสตร์

Rupnow and Fukawa-Connelly (2024) ได้ศึกษาความเข้าใจเกี่ยวกับมโนทัศน์และบทนิยามทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาในรายวิชาที่เน้นการพิสูจน์ทางคณิตศาสตร์ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาว่านักคณิตศาสตร์มองความหมายของความเข้าใจทางคณิตศาสตร์อย่างไร และใช้วิธีการใดในการพัฒนาความเข้าใจดังกล่าวให้กับผู้เรียน การวิจัยใช้วิธีการสัมภาษณ์เชิงลึกนักคณิตศาสตร์จำนวน 13 คน และวิเคราะห์ข้อมูลด้วยการวิเคราะห์เชิงประเด็น ผลการวิจัย พบว่าความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ไม่ได้หมายถึงเพียงการจดจำคำนิยามหรือทฤษฎีบทเท่านั้น แต่รวมถึงความสามารถในการอธิบายความหมายของแนวคิด การเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิดต่าง ๆ การยกตัวอย่างและตัวอย่างที่ไม่ใช่ รวมทั้งการประยุกต์ใช้แนวคิดในสถานการณ์ใหม่ได้อย่างเหมาะสม นอกจากนี้ยังพบว่า การอภิปรายทางคณิตศาสตร์ การให้เหตุผล การพิสูจน์ และการวิเคราะห์ตัวอย่างที่หลากหลาย เป็นกิจกรรมสำคัญที่ช่วยพัฒนาความเข้าใจเชิงลึกของผู้เรียน ผลการวิจัยสะท้อนให้เห็นว่าความเข้าใจทางคณิตศาสตร์เป็นกระบวนการสร้างความหมายและความเชื่อมโยงขององค์ความรู้

มากกว่าการจดจำเนื้อหาเพียงอย่างเดียว ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดที่มุ่งพัฒนาความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ของผู้เรียนอย่างยั่งยืน

Sigus and Mädamürk (2024) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างทักษะทางคณิตศาสตร์ ความรู้เกี่ยวกับบริบทนอกคณิตศาสตร์ และความสามารถในการทำความเข้าใจข้อความที่ซับซ้อนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 1,288 คน ในประเทศเอสโตเนีย โดยใช้การวิเคราะห์โปรไฟล์ของผู้เรียนจากความสามารถด้านการคำนวณ การแก้ปัญหามาตรฐาน และการแก้ปัญหาที่ซับซ้อน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนสามารถแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่มีทักษะทางคณิตศาสตร์สูง กลุ่มปานกลาง และกลุ่มต่ำ โดยนักเรียนที่มีความสามารถทางคณิตศาสตร์สูงมักมีความรู้เกี่ยวกับบริบทในชีวิตจริงและความสามารถในการทำความเข้าใจข้อความที่ซับซ้อนสูงกว่ากลุ่มอื่นอย่างชัดเจน ผู้วิจัยสรุปว่า ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ไม่ได้ขึ้นอยู่กับความรู้เชิงกระบวนการหรือการคำนวณเพียงอย่างเดียว แต่ยังเกี่ยวข้องกับความสามารถในการเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์เข้ากับสถานการณ์จริง การตีความข้อมูล และการทำความเข้าใจบริบทของปัญหา ซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญของความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ในระดับลึก

Vivanco-Galván, et al. (2024) ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการคิดเชิงออกแบบ (Design Thinking) ที่มีต่อความเข้าใจเรื่องฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์ของนักศึกษาระดับมหาวิทยาลัย โดยเปรียบเทียบกับการจัดการเรียนรู้แบบดั้งเดิม ผู้วิจัยมุ่งเน้นการพัฒนาความสามารถในการอธิบายแนวคิดของฟังก์ชัน การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร และการประยุกต์ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา ผลการวิจัยพบว่า ผู้เรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ผ่านกระบวนการคิดเชิงออกแบบมีคะแนนความเข้าใจทางคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบดั้งเดิมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งยังสามารถอธิบายแนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้องและเชื่อมโยงความรู้ไปสู่สถานการณ์ใหม่ได้ดีกว่า ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่าการจัดกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้คิด วิเคราะห์ สร้างสรรค์ และแก้ปัญหาด้วยตนเอง สามารถส่งเสริมความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และช่วยให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมายมากยิ่งขึ้น

Cai, Ding and Hwang (2026) ได้พัฒนากรอบแนวคิดเชิงทฤษฎีเกี่ยวกับการส่งเสริมความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียน โดยสังเคราะห์องค์ความรู้จากงานวิจัยด้านการศึกษาคณิตศาสตร์ที่ได้รับการตีพิมพ์ในวารสารชั้นนำทางการศึกษาคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยเสนอว่า ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์สามารถพิจารณาได้ทั้งในฐานะกระบวนการและผลลัพธ์ของการเรียนรู้ และประกอบด้วยองค์ประกอบสำคัญ 5 ด้าน ได้แก่ ความเข้าใจด้านข้อเท็จจริง ความเข้าใจด้านกระบวนการ ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ ความเข้าใจด้านเมตาคอกนิชัน และความเข้าใจด้านเจตคติ นอกจากนี้ยังเสนอว่าการพัฒนาความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ควรพิจารณาผ่านมิติทางคณิตศาสตร์ มิติทางปัญญา มิติทางสังคม มิติการประเมิน และมิติด้านการจัดการเรียนการสอนร่วมกัน ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่าความเข้าใจทางคณิตศาสตร์เกิดจากการสร้างความเชื่อมโยงขององค์ความรู้

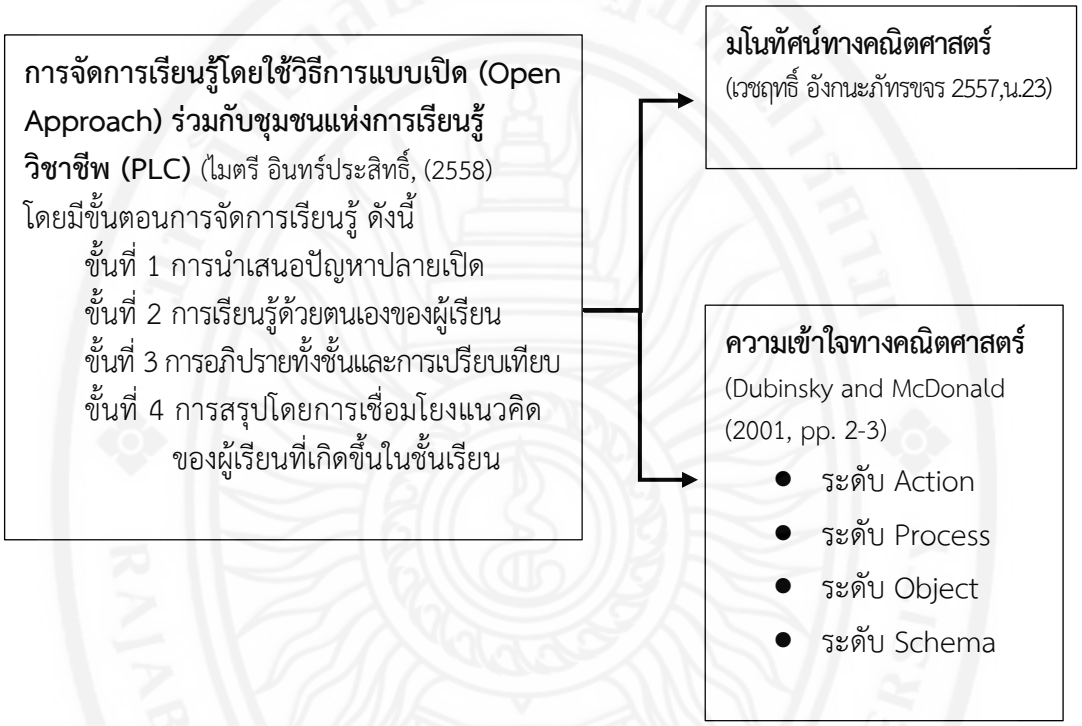
การใช้เหตุผล การสะท้อนคิด และการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมในกระบวนการเรียนรู้ ซึ่งเป็นรากฐานสำคัญของการพัฒนาผู้เรียนให้สามารถประยุกต์ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ได้อย่างยืดหยุ่นและยั่งยืน

Yang Wang Zhang Pei et al. (2021) ได้ศึกษากระบวนการเกิดความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่ออธิบายกลไกการสร้างความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ภายในโครงสร้างทางปัญญาของผู้เรียน และศึกษาว่าการเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์มีบทบาทอย่างไรต่อการพัฒนาความเข้าใจเชิงลึก การวิจัยใช้การวิเคราะห์เชิงทฤษฎีร่วมกับข้อมูลเชิงประจักษ์จากผู้เรียนที่กำลังเรียนรู้แนวคิดทางคณิตศาสตร์ใหม่ ผลการวิจัยพบว่า ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์เกิดขึ้นเมื่อผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงแนวคิดใหม่เข้ากับแนวคิดเดิมที่มีอยู่ในโครงสร้างความรู้ของตนได้อย่างมีความหมาย โดยการเชื่อมโยงดังกล่าวต้องอาศัยการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิดที่อยู่ในระดับสูงกว่า (superordinate concepts) และแนวคิดที่สามารถแปลงหรือเชื่อมโยงถึงกันได้ (convertible concepts) ผู้วิจัยเสนอว่า การพัฒนาความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ควรมุ่งส่งเสริมให้ผู้เรียนสร้างเครือข่ายความรู้ที่เชื่อมโยงกันอย่างเป็นระบบ มากกว่าการเรียนรู้ที่เน้นการจดจำสูตรหรือขั้นตอนการคำนวณเพียงอย่างเดียว นอกจากนี้ยังพบว่า เมื่อผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงแนวคิดต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม จะส่งผลให้เกิดความเข้าใจเชิงลึก สามารถอธิบายเหตุผลทางคณิตศาสตร์ และประยุกต์ใช้ความรู้ในการแก้ปัญหาสถานการณ์ใหม่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ผลการวิจัยดังกล่าวสะท้อนให้เห็นว่าความเข้าใจทางคณิตศาสตร์เป็นผลมาจากกระบวนการสร้างความสัมพันธ์ขององค์ความรู้ภายในโครงสร้างทางปัญญาของผู้เรียน ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดการพัฒนาความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ที่มุ่งเน้นการสร้างความหมายและความเชื่อมโยงของความรู้ทางคณิตศาสตร์อย่างเป็นระบบ

สรุปได้ว่าจากการศึกษางานวิจัยต่างประเทศพบว่า ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์พัฒนาอย่างเป็นลำดับจากความรู้พื้นฐานไปสู่ความเข้าใจเชิงลึก โดยผู้เรียนต้องสามารถเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิม สร้างความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิด และนำความรู้ไปใช้ในสถานการณ์ที่หลากหลายได้อย่างมีความหมาย ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่า ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ไม่ได้จำกัดอยู่เพียงความรู้เชิงมโนทัศน์หรือความรู้เชิงกระบวนการเท่านั้น แต่ยังครอบคลุมถึงการเชื่อมโยงองค์ความรู้ การทำความเข้าใจบริบทของปัญหา การใช้เมตาคอกนิชัน และการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมในการเรียนรู้ ซึ่งช่วยให้ผู้เรียนสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ได้อย่างยืดหยุ่นและยั่งยืน สอดคล้องกับแนวคิดการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎี APOS และการจัดการเรียนรู้แบบเปิด (Open Approach) ที่มุ่งส่งเสริมให้ผู้เรียนสร้างความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ด้วยตนเองผ่านกระบวนการเรียนรู้อย่างเป็นระบบ

2.11 กรอบแนวคิดงานวิจัย

งานวิจัย เรื่อง การศึกษามโนทัศน์และความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ตามกรอบทฤษฎี APOS โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเปิด (open approach) ร่วมกับชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีกรอบแนวคิด ดังนี้



ภาพที่ 2.1 กรอบแนวคิดการวิจัย

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การดำเนินการวิจัยเรื่อง การศึกษามโนทัศน์และความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ตามกรอบทฤษฎี APOS โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเปิด (open approach) ร่วมกับชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามลำดับขั้นตอน ดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. แบบแผนการวิจัย
3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. การสร้างเครื่องมือในการวิจัย
5. การเก็บรวบรวมข้อมูล
6. การวิเคราะห์ข้อมูล
7. สถิติที่ใช้ในการวิจัย

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

การวิจัยครั้งนี้ ประชากร และกลุ่มตัวอย่าง มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

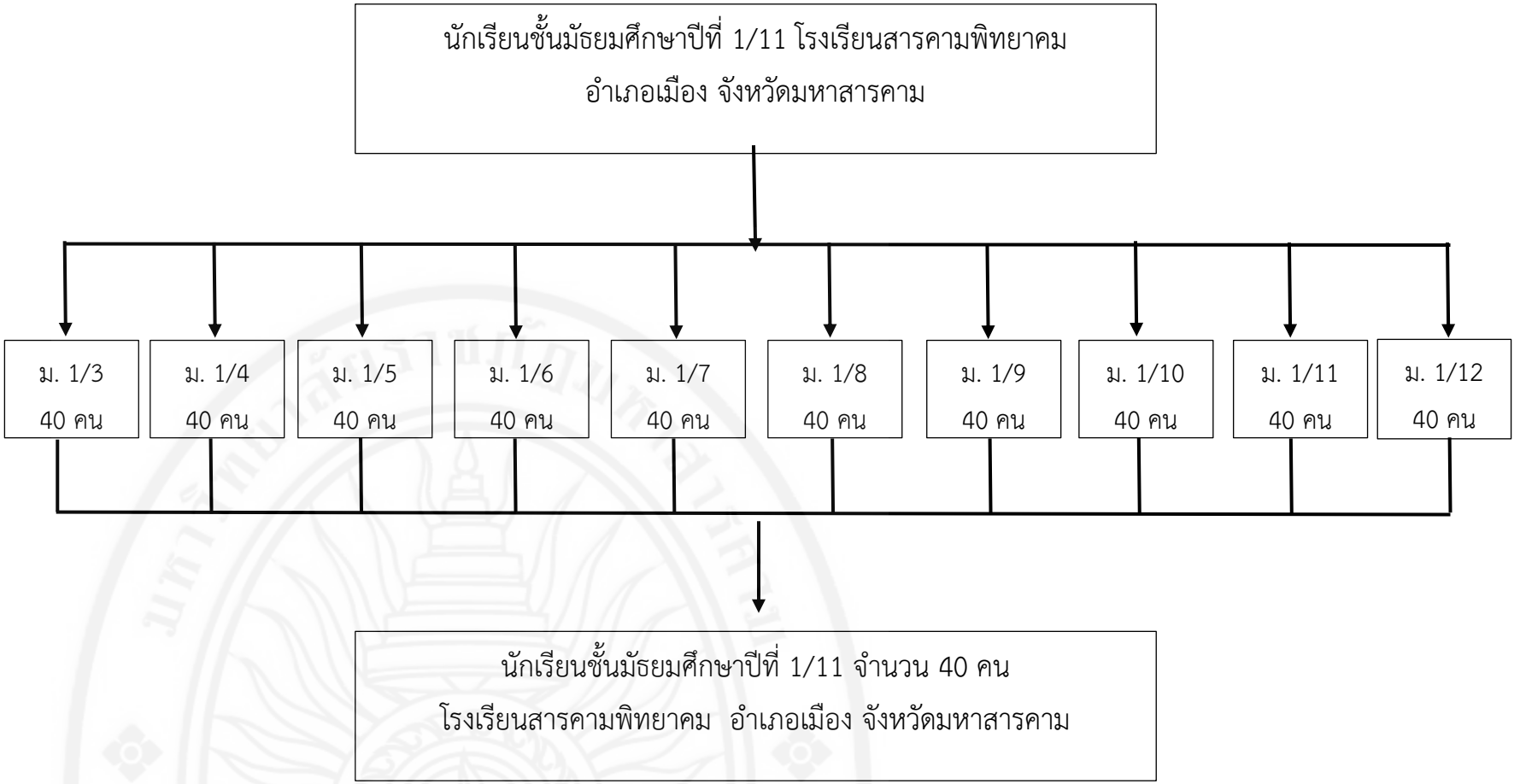
3.1.1 ประชากร

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสารคามพิทยาคม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 26 อำเภอเมืองมหาสารคาม จังหวัดมหาสารคาม ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2568 จำนวน 10 ห้องเรียน จำนวน 400 คน ประกอบด้วย นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/3 จำนวน 40 คน นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/4 จำนวน 40 คน นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/5 จำนวน 40 คน นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/6 จำนวน 40 คน นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/7 จำนวน 40 คน นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/8 จำนวน 40 คน นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/9 จำนวน 40 คนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/10 จำนวน 40 คน นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/11 จำนวน 40 คน นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/12 จำนวน 40 คน ซึ่งผู้เรียนในแต่ละห้องมีความสามารถในการเรียนรู้คละกัน คือ เก่ง อ่อน และปานกลาง

3.1.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/11 โรงเรียนสารคามพิทยาคม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 26 อำเภอเมืองมหาสารคาม จังหวัดมหาสารคาม ที่เรียนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2568 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 40 คน ได้มาโดยการสุ่ม

แบบกลุ่ม (Cluster random sampling) เนื่องจากผู้เรียนในแต่ละห้องมีความสามารถในการเรียนรู้คละกัน คือ เก่ง อ่อน และปานกลาง ดังภาพที่ 3.1



ภาพ 3.1 ขั้นตอนการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling)

3.2 แบบแผนการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) เป็นการวิจัยเพื่อค้นหาความรู้ความจริงเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของตัวแปรในเชิงเหตุและผลที่ชัดเจน และสมบูรณ์ที่สุด เนื่องจาก ผู้วิจัยมีการจัดกระทำกับตัวแปรต้นและควบคุมตัวแปรอื่น ๆ เพื่อให้ผลที่เกิดขึ้นกับตัวแปรตามเป็นผลมาจากตัวแปรต้นอย่างแท้จริง ซึ่งในการวิจัยในครั้งนี้ใช้แบบแผนกลุ่มเดียวทดสอบหลัง (One Group Posttest Only Design) (ไพศาล วรคำ, 2569, น. 141) มีแบบการวิจัยดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 แบบแผนกลุ่มเดียวทดสอบหลัง (One Group Posttest Only Design)

การสุ่ม	กลุ่ม	ทดสอบก่อน	สิ่งทดลอง	ทดสอบหลัง
-	E	-	X	O

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการทดลอง

E หมายถึง กลุ่มทดลอง (Experiment Group)

X หมายถึง มีการให้สิ่งทดลอง (Treat)

O หมายถึง มีการทดสอบหลังจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิธีแบบเปิด (Open Approach)

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้เครื่องมือในการวิจัยซึ่งมีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

3.1 แผนการจัดการเรียนรู้การพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ตามกรอบแนวคิดทฤษฎี APOS โดยใช้การกิจกรรมการเรียนรู้วิธีแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง สถิติ จำนวน 10 แผน แผนละ 1 ชั่วโมง มาตราส่วนประมาณค่าตามวิธีของลิเคิร์ทกำหนดเกณฑ์ระดับคุณภาพ (บุญชม ศรีสะอาด, 2541, น. 95-100) 5 ระดับ ได้แก่ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย น้อยที่สุด ผลการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.56 อยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด ดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม เรื่อง สถิติ

แผนที่	เนื้อหา	จำนวนชั่วโมง
1	ความหมายของคำถามทางสถิติ	1
2	ประเภทของคำถามทางสถิติ	1
3	ประเภทของข้อมูลทางสถิติ	1

ต่อ

ตารางที่ 3.2 (ต่อ)

แผนที่	เนื้อหา	จำนวนชั่วโมง
4	การเก็บรวบรวมข้อมูล	1
5	การนำเสนอและการแปลความหมายข้อมูลด้วยแผนภูมิรูปภาพ	1
6	การนำเสนอและการแปลความหมายข้อมูลด้วยแผนภูมิแท่ง	1
7	การนำเสนอและการแปลความหมายข้อมูลด้วยกราฟเส้น	1
8	การนำเสนอและการแปลความหมายข้อมูลด้วยแผนภูมิรูปวงกลม (1)	1
9	การนำเสนอและการแปลความหมายข้อมูลด้วยแผนภูมิรูปวงกลม (2)	1
10	การนำความรู้เกี่ยวกับสถิติไปใช้ในชีวิตประจำวัน	1

3.2 แบบทดสอบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ เป็นแบบทดสอบอัตนัย จำนวน 10 ข้อ ใช้เวลาในการทำแบบทดสอบทั้งสิ้น 1 ชั่วโมง มีค่าความยากง่ายแบบอิงกลุ่ม ตั้งแต่ 0.50-0.73 ค่าอำนาจจำแนกจากการวิเคราะห์วิทนีย์และซาเบอร์แบบอิงกลุ่ม ตั้งแต่ 0.29-0.70 และค่าความเชื่อมั่นโดยใช้สัมประสิทธิ์อัลฟ่าของครอนบาคแบบอิงกลุ่ม เท่ากับ 0.79 ประกอบด้วย

ตารางที่ 3.3 จำนวนแบบทดสอบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ แบบอัตนัย

แผนที่	เนื้อหา	สร้างจริง (ข้อ)	ใช้จริง (ข้อ)
1	ความหมายของคำถามทางสถิติ	2	1
2	ประเภทของคำถามทางสถิติ	2	1
3	ประเภทของข้อมูลทางสถิติ	2	1
4	การเก็บรวบรวมข้อมูล	2	1
5	การนำเสนอและการแปลความหมายข้อมูลด้วยแผนภูมิรูปภาพ	3	1
6	การนำเสนอและการแปลความหมายข้อมูลด้วยแผนภูมิแท่ง	3	1
7	การนำเสนอและการแปลความหมายข้อมูลด้วยกราฟเส้น	3	1
8	การนำเสนอและการแปลความหมายข้อมูลด้วยแผนภูมิรูปวงกลม (1)	3	1
9	การนำเสนอและการแปลความหมายข้อมูลด้วยแผนภูมิรูปวงกลม (2)	3	1
10	การนำความรู้เกี่ยวกับสถิติไปใช้ในชีวิตประจำวัน	3	1

3.3 แบบทดสอบความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ เป็นแบบทดสอบอัตนัย จำนวน 10 ข้อ ใช้เวลาในการทำแบบทดสอบทั้งสิ้น 1 ชั่วโมง มีค่าความยากง่ายแบบอิงกลุ่มตั้งแต่ 0.40 - 0.73 ค่าอำนาจจำแนกจากการวิเคราะห์วิทนีย์และซาเบอร์แบบอิงกลุ่มตั้งแต่ 0.26 - 0.73 และค่าความเชื่อมั่นโดยใช้สัมประสิทธิ์อัลฟ่าของครอนบาคแบบอิงกลุ่มเท่ากับ 0.80 ประกอบด้วย

ตารางที่ 3.4 จำนวนแบบทดสอบความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ แบบอัตนัย

แผนที่	เนื้อหา	สร้างจริง (ข้อ)	ใช้จริง (ข้อ)
1	ความหมายของคำถามทางสถิติ	2	1
2	ประเภทของคำถามทางสถิติ	2	1
3	ประเภทของข้อมูลทางสถิติ	2	1
4	การเก็บรวบรวมข้อมูล	2	1
5	การนำเสนอและการแปลความหมายข้อมูลด้วยแผนภูมิรูปภาพ	3	1
6	การนำเสนอและการแปลความหมายข้อมูลด้วยแผนภูมิแท่ง	3	1
7	การนำเสนอและการแปลความหมายข้อมูลด้วยกราฟเส้น	3	1
8	การนำเสนอและการแปลความหมายข้อมูลด้วยแผนภูมิรูปวงกลม (1)	3	1
9	การนำเสนอและการแปลความหมายข้อมูลด้วยแผนภูมิรูปวงกลม (2)	3	1
10	การนำความรู้เกี่ยวกับสถิติไปใช้ในชีวิตประจำวัน	3	1

3.3 แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิธีแบบเปิด (open approach) จำนวน 23 ข้อ มาตราส่วนประมาณค่าตามวิธีของลิเคิร์ทกำหนดเกณฑ์ระดับคุณภาพ (บุญชม ศรีสะอาด, 2541, น. 95-100) 5 ระดับ ได้แก่ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย น้อยที่สุด ผลการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน มีความพึงพอใจคะแนนเฉลี่ย 4.53 เมื่อเทียบกับเกณฑ์ ซึ่งคะแนนเฉลี่ยที่ได้อยู่ในเกณฑ์ ตั้งแต่ 4.51–5.00 มีความพึงพอใจอยู่ใน ระดับมากที่สุด และมีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.72-0.90 และมีค่าความเชื่อมั่น (α) เท่ากับ 0.93

3.4 การสร้างและการหาคุณภาพเครื่องมือวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างเครื่องมือวิจัย รายละเอียดดังนี้

3.4.1 แผนการจัดการเรียนรู้การพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ตามกรอบทฤษฎี APOS โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเปิด (open approach) ร่วมกับชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง สถิติ ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างตามขั้นตอน ดังนี้

3.4.1.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

3.4.1.2 ศึกษาแนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการการกิจกรรมการเรียนรู้วิธีแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับสถานการณ์ในชีวิตจริงจากหนังสือ ตำรา เอกสารและงานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องเพื่อใช้เป็นพื้นฐานในการสร้างแนวทางการจัดการเรียนการสอน

3.4.1.3 ศึกษาขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิธีแบบเปิด (Open Approach)

3.4.1.4 ศึกษาเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน เรื่อง สถิติ ระดับชั้นมัธยม ศึกษาปีที่ 1 จากหนังสือเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม ซึ่งจัดทำโดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560) และตำราอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง

3.4.1.5 สร้างแผนการกิจกรรมการเรียนรู้วิธีแบบเปิด (Open Approach) เรื่อง สถิติ ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นที่ 1 การนำเสนอปัญหาปลายเปิด ขั้นที่ 2 การเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน ขั้นที่ 3 การอภิปรายและการเปรียบเทียบทั้งชั้นเรียน ขั้นที่ 4 การสรุปโดยเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน จำนวน 10 แผนการจัดการเรียนรู้ ใช้เวลาแผนละ 60 นาที รายละเอียดดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม เรื่อง สถิติ

แผนที่	เนื้อหา	จำนวนชั่วโมง
1	ความหมายของคำถามทางสถิติ	1
2	ประเภทของคำถามทางสถิติ	1
3	ประเภทของข้อมูลทางสถิติ	1
4	การเก็บรวบรวมข้อมูล	1
5	การนำเสนอและการแปลความหมายข้อมูลด้วยแผนภูมิรูปภาพ	1
6	การนำเสนอและการแปลความหมายข้อมูลด้วยแผนภูมิแท่ง	1

ต่อ

ตารางที่ 3.2 (ต่อ)

แผนที่	เนื้อหา	จำนวนชั่วโมง
7	การนำเสนอและการแปลความหมายข้อมูลด้วยกราฟเส้น	1
8	การนำเสนอและการแปลความหมายข้อมูลด้วยแผนภูมิรูปวงกลม (1)	1
9	การนำเสนอและการแปลความหมายข้อมูลด้วยแผนภูมิรูปวงกลม (2)	1
10	การนำความรู้เกี่ยวกับสถิติไปใช้ในชีวิตประจำวัน	1

จากตารางที่ 3.2 พบว่า เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม เรื่อง สถิติ มีเนื้อหาเกี่ยวกับความหมายของคำถามทางสถิติ ประเภทของคำถามทางสถิติ ประเภทของข้อมูลทางสถิติ และการเก็บรวบรวมข้อมูล ตลอดจนการนำเสนอและการแปลความหมายข้อมูลในรูปแบบต่าง ๆ ได้แก่ แผนภูมิรูปภาพ แผนภูมิแท่ง กราฟเส้น และแผนภูมิรูปวงกลม รวมทั้งการนำความรู้ทางสถิติไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน มาช่วยแก้ปัญหาในชีวิตจริง มีจำนวนชั่วโมงทั้งหมด 10 ชั่วโมง

3.4.1.6 สร้างใบกิจกรรม เรื่อง สถิติ จำนวน 10 ชุด และแบบฝึกทักษะมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ จำนวน 10 ข้อ และแบบฝึกความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ จำนวน 10 ข้อ

3.4.1.7 นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิธีแบบเปิด (Open Approach) เรื่อง สถิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่สร้างขึ้นเสนอต่อคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสม และนำไปปรับปรุงแก้ไข ตามข้อเสนอแนะ ของคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

3.4.1.8 นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิธีแบบเปิด (Open Approach) เรื่อง สถิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ปรับปรุงจากคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ เสนอผู้เชี่ยวชาญเพื่อตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสม และนำไปปรับปรุงแก้ไข ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ประกอบด้วย

1) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. บรรชา นันจรัส ตำแหน่ง อาจารย์สาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์

2) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วีรพงษ์ วงศ์พินิจ ตำแหน่ง อาจารย์สาขาวิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์

3) คุณครูสุพิศ รินทะชัย ตำแหน่ง ครูชำนาญการพิเศษ (คศ.3) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนสารคามพิทยาคม อำเภอเมืองมหาสารคาม จังหวัดมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์

เพื่อประเมินความคิดเห็น ที่มีต่อแผนการจัดการเรียนรู้วิธีแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC) เรื่อง สถิติ พร้อมทั้งตรวจสอบความเหมาะสมในด้านหลักสูตรและการสอน วิจัยและเครื่องมือ คณิตศาสตร์และเนื้อหา การวัดและการประเมินผล และนำคำแนะนำที่ได้ไปปรับปรุงแก้ไข ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

ข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญมีดังนี้

1) ตรวจสอบเครื่องมือการวัดและประเมินผลให้ครบถ้วนตามจุดประสงค์ครบทุกข้อ

2) นำแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีแบบเปิด (Open Approach)ไปใช้ได้ แต่ผู้วิจัยต้องจัดกิจกรรมแผนการเรียนรู้โดยใช้วิธีแบบเปิด (Open Approach) ให้ครบทุกกิจกรรม และใช้เวลาไม่เกินชั่วโมงเรียนที่กำหนด และจัดห้องเรียนให้มีความเหมาะสมต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน

ข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญเป็นดังนี้

1) ขอให้ดำเนินการตรวจสอบเครื่องมือให้ครบตามจุดประสงค์

2) ขอให้ดำเนินการจัดกิจกรรมตามแผนให้ครบทุกกิจกรรม ใช้เวลาไม่เกิดกำหนด

ตารางที่ 3.5 การปรับปรุงวิทยานิพนธ์ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ที่มีต่อแผนการจัดการเรียนรู้วิธีแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC)

สิ่งที่ผู้เชี่ยวชาญให้แก้ไข	สิ่งที่ผู้วิจัยแก้ไขแล้ว
1) ให้ผู้วิจัยตรวจสอบเครื่องมือการวัดและประเมินผลให้ครบถ้วนตามจุดประสงค์ครบทุกข้อ	1) ผู้วิจัยได้ทำการตรวจสอบเครื่องมือการวัดและประเมินผลครบถ้วนตามจุดประสงค์ครบทุกข้อ
2) ผู้วิจัยต้องจัดกิจกรรมตามแผนการเรียนรู้ให้ครบทุกกิจกรรม และใช้เวลาไม่เกินชั่วโมงเรียนที่กำหนด รวมถึงจัดสภาพแวดล้อมภายในห้องเรียนให้มีความเหมาะสมต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน	2) ผู้วิจัยได้จัดกิจกรรมตามแผนการเรียนรู้ครบทุกกิจกรรม ผู้วิจัยดำเนินการสอนใช้เวลาไม่เกินชั่วโมงเรียนที่กำหนด และจัดสภาพแวดล้อมภายในห้องเรียนให้มีความเหมาะสมต่อการเรียนรู้

3.4.1.9 ตรวจสอบคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้วิธีแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC) โดยใช้เกณฑ์ของ (บุญชม ศรีสะอาด, 2541, น. 95-100) เป็นแบบประเมิน มาตรส่วนประมาณค่า (Rating Scale) โดยกำหนดระดับคะแนนความเหมาะสมและความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเป็น 5 ระดับ มีลักษณะการประเมินเป็นมาตราส่วนประมาณค่า

ตามวิธีของลิเคอร์ท (Likert) มีเกณฑ์คุณภาพของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยมีเกณฑ์การประเมิน ดังนี้

คะแนน 4.51 – 5.00 หมายถึง เหมาะสมมากที่สุด
คะแนน 3.51 – 4.50 หมายถึง เหมาะสมมาก
คะแนน 2.51 – 3.50 หมายถึง เหมาะสมปานกลาง
คะแนน 1.51 – 2.50 หมายถึง เหมาะสมน้อย
คะแนน 1.00 – 1.50 หมายถึง เหมาะสมน้อยที่สุด

โดยผลการประเมินแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การเรียนรู้วิธีแบบเปิด (Open Approach) ของผู้เชี่ยวชาญเป็นดังนี้

แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1 ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.70
แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 2 ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.74
แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 3 ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.76
แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 4 ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.68
แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 5 ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.81
แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 6 ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.73
แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 7 ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.64
แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 8 ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.66
แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 9 ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.77
แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 10 ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.74

ทั้งหมด 10 แผน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.72 นั่นหมายความว่า แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิธีแบบเปิด (Open Approach) เรื่อง สถิติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีความเหมาะสมอยู่ในระดับ เหมาะสมมากที่สุด

3.4.1.10 นำแผนการกิจกรรมการเรียนรู้วิธีแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC) ตามกรอบแนวคิดทฤษฎี APOS ที่ได้รับการปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ ไปทดลองใช้กับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/8 โรงเรียนสารคามพิทยาคม จำนวน 40 คน ซึ่งไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง พบว่า แผนการจัดการเรียนรู้สามารถ ใช้กับนักเรียนได้จริง

3.4.1.11 นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิธีแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC) ตามกรอบแนวคิดทฤษฎี APOS สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ผ่านการหาประสิทธิภาพแล้วนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

3.4.2 แบบทดสอบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ แบบอัตนัย ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างแบบทดสอบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ตามกรอบแนวคิดทฤษฎี APOS เรื่อง สถิติ แบบอัตนัย มีขั้นตอน ดังนี้

3.4.2.1 ศึกษาค้นคว้าเอกสาร หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุงพุทธศักราช 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เกี่ยวกับสาระการเรียนรู้มาตรฐานการเรียนรู้ และตัวชี้วัด ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัย

3.4.2.2 ศึกษาหลักการ ทฤษฎี และงานวิจัยเกี่ยวกับวิธีการสร้างแบบทดสอบแบบอัตนัยเพื่อวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ตามกรอบแนวคิดทฤษฎี APOS และเกณฑ์การให้คะแนน

3.4.2.3 สร้างแบบทดสอบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ตามกรอบแนวคิดทฤษฎี APOS แบบอัตนัย เรื่อง สถิติ จำนวน 10 ข้อ ซึ่งเป็นแบบทดสอบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ตามกรอบแนวคิดทฤษฎี APOS โดยใช้เนื้อหาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม เรื่อง สถิติ และครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้ปรากฏดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 จำนวนแบบทดสอบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ตามกรอบแนวคิดทฤษฎี APOS เรื่อง สถิติ แบบอัตนัย

แผนที่	เนื้อหา	สร้างจริง (ข้อ)	ใช้จริง (ข้อ)
1	ความหมายของคำถามทางสถิติ	2	1
2	ประเภทของคำถามทางสถิติ	2	1
3	ประเภทของข้อมูลทางสถิติ	2	1
4	การเก็บรวบรวมข้อมูล	2	1
5	การนำเสนอและการแปลความหมายข้อมูลด้วยแผนภูมิรูปภาพ	3	1
6	การนำเสนอและการแปลความหมายข้อมูลด้วยแผนภูมิแท่ง	3	1
7	การนำเสนอและการแปลความหมายข้อมูลด้วยกราฟเส้น	3	1
8	การนำเสนอและการแปลความหมายข้อมูลด้วยแผนภูมิรูปวงกลม (1)	3	1
9	การนำเสนอและการแปลความหมายข้อมูลด้วยแผนภูมิรูปวงกลม (2)	3	1
10	การนำความรู้เกี่ยวกับสถิติไปใช้ในชีวิตประจำวัน	3	1

3.4.2.5 นำแบบทดสอบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ แบบอัตนัยกับเกณฑ์การให้คะแนนที่สร้างขึ้นเสนอต่อคณะกรรมการควบคุมงานวิจัย เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสม ในข้อคำถามต่างๆความชัดเจนด้านภาษาและนำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

3.4.2.6 นำแบบทดสอบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ตามกรอบแนวคิดทฤษฎี APOS เรื่อง สถิติ แบบอัตนัย ที่ปรับปรุงจากคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์แล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญชุดเดิม จำนวน 3 ท่าน เพื่อพิจารณาความสอดคล้อง และความครอบคลุมของเนื้อหาของแบบทดสอบกับวัตถุประสงค์ ของการวิจัยหรือนิยามศัพท์

3.4.2.7 นำแบบทดสอบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ตามกรอบแนวคิดทฤษฎี APOS เรื่อง สถิติ แบบอัตนัย ที่ตรวจสอบและแก้ไขข้อบกพร่องเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญชุดเดิม จำนวน 3 ท่าน เพื่อประเมินความคิดเห็น ที่มีต่อแบบทดสอบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ พร้อมทั้งตรวจสอบความเหมาะสมด้านเนื้อหา ภาษา สถิติการวัด และการประเมินผล แล้วคำแนะนำที่ได้ไปปรับปรุงแก้ไข ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญชุดเดิม

ข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญเป็นดังนี้

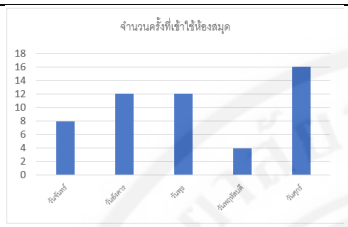
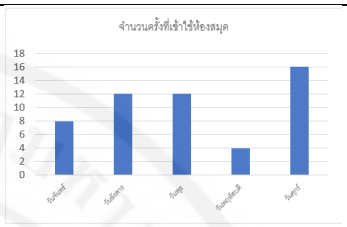
1) ขอให้ดำเนินการพิจารณาสถานการณ์ให้ชัด ครอบคลุม และทบทวนคำตอบที่ถูกต้องอีกครั้ง
2) ขอให้ตรวจสอบความหมายของหัวข้อต่าง ๆ อีกครั้ง และจัดทำคำอธิบายใหม่
3) อาจพิจารณาตัดคำถามบางส่วนออกในส่วนที่เห็นสมควร

ตารางที่ 3.6 การปรับปรุงวิทยานิพนธ์ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ที่มีต่อแบบทดสอบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ แบบอัตนัย

สิ่งที่ผู้เชี่ยวชาญให้แก้ไข	สิ่งที่ผู้วิจัยแก้ไขแล้ว
1. ขอให้ดำเนินการพิจารณาสถานการณ์ให้ชัด เช่น ครอบคลุม และทบทวนคำตอบที่ถูกต้องอีกครั้ง	ผู้วิจัยได้ดำเนินการพิจารณาสถานการณ์ให้ชัดเจน
2. อาจพิจารณาตัดคำถามบางส่วนออกในส่วนที่เห็นสมควร	ผู้วิจัยได้ตัดคำถามบางส่วนออกให้มีความเหมาะสม
2. คำว่า ข้อมูลปฐมภูมิ เป็นอย่างไร	2. คำว่า ข้อมูลปฐมภูมิ เป็นอย่างไร ช่วยอธิบายพอสังเขป พร้อมยกตัวอย่างประกอบ

(ต่อ)

ตารางที่ 3.6 (ต่อ)

สิ่งที่ผู้เชี่ยวชาญให้แก้ไข	สิ่งที่ผู้วิจัยแก้ไขแล้ว
แผนภูมิแท่งแสดงจำนวนครั้งที่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ใช้บริการห้องสมุดในหนึ่งสัปดาห์	แผนภูมิแท่งแสดงจำนวนครั้งที่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ใช้บริการห้องสมุดในหนึ่งสัปดาห์
	
5. จากแผนภูมิแท่งข้างต้น ทำไมแท่งของวันอังคารและวันพุธจึงมีความสูงเท่ากัน	5. จากแผนภูมิแท่งข้างต้น เพราะเหตุใดแท่งของวันอังคารและวันพุธจึงมีความสูงเท่ากัน อธิบายพอสังเขป
8. หากมีการเพิ่มจำนวนนักเรียนที่เลือกดื่มน้ำเปล่า อีก 14 คน นักเรียนที่เลือกเครื่องดื่มประเภทอื่นคงเดิม และทำให้ร้อยละของผู้เลือกดื่มน้ำเปล่าเปลี่ยนเป็น 40% จงหาจำนวนนักเรียนทั้งหมดใหม่	8. หากมีการเพิ่มจำนวนนักเรียนที่เลือกดื่มน้ำเปล่า อีก 14 คน โดยที่จำนวนนักเรียนที่เลือกเครื่องดื่มประเภทอื่นคงเดิม และทำให้ร้อยละของผู้เลือกดื่มน้ำเปล่าเปลี่ยนเป็น 40% จงหาจำนวนนักเรียนทั้งหมดใหม่ และอธิบายว่าการเปลี่ยนแปลงจำนวนคนส่งผลต่อค่าร้อยละอย่างไร

3.4.2.8 ผู้วิจัยนำผลประเมินความสอดคล้องมาคำนวณค่า IOC ใช้สูตรดัชนีค่าความสอดคล้อง (ไพศาล วรคำ, 2569, น. 269) โดยเลือกข้อสอบที่ได้ค่า IOC ตั้งแต่ 0.5–1.00 เป็นข้อสอบ ที่อยู่ในเกณฑ์ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาที่ใช้ได้ (Index of Congruence: IOC) โดยมีเกณฑ์ดังนี้

สอดคล้อง	มีคะแนนเป็น	+1
ไม่แน่ใจ	มีคะแนนเป็น	0
ไม่สอดคล้อง	มีคะแนนเป็น	-1

นำผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Congruence: IOC) ของแบบทดสอบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ตามกรอบแนวคิดทฤษฎี APOS โดยใช้สูตรดัชนีความสอดคล้อง (ไพศาล วรคำ, 2569, น. 269) เลือกข้อสอบที่ได้ค่า IOC ตั้งแต่ 0.5–1.00 เป็นข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์ ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาที่ใช้ได้ จากจำนวน 10 ข้อคำถาม ปรากฏว่าได้ข้อสอบมีค่า IOC ระหว่าง 0.80-1.00 ซึ่งผ่านเกณฑ์ 0.5 ขึ้นไป สรุปได้ว่าข้อคำถามทุกข้อสามารถนำไปใช้ได้ทั้งหมด

3.4.2.9 นำแบบทดสอบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ตามกรอบแนวคิดทฤษฎี APOS เรื่อง สถิติ ที่ผ่านการหาประสิทธิภาพโดยผู้เชี่ยวชาญมาทดลองใช้ (Try-Out) กับนักเรียน ที่เรียนวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/8 โรงเรียนสารคามพิทยาคม จำนวน 40 คน ซึ่งไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อตรวจสอบเวลา และจำนวนของข้อสอบ ผลการประเมินผลการทดลองใช้แบบทดสอบ ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์

โดยใช้เกณฑ์ในการแปลความหมายของค่าอำนาจจำแนก (D) (ไพศาล วรคำ, 2569, น. 303)

ค่าอำนาจจำแนก (D)	ระดับความเหมาะสม
0.60 – 1.00	ดีมาก
0.40 – 0.59	ดี
0.20 – 0.39	พอใช้
0.10 – 0.19	ค่อนข้างต่ำ ควรปรับปรุง
0.00 – 0.09	ควรปรับปรุง

โดยใช้เกณฑ์ในการแปลความหมายของค่าความยากง่าย (P) (ไพศาล วรคำ, 2569, น. 303)

ค่าความยากง่าย (P)	ระดับความเหมาะสม
0.80 – 1.00	ง่ายมาก
0.60 – 0.79	ค่อนข้างง่าย
0.40 – 0.59	ปานกลาง
0.20 – 0.39	ค่อนข้างยาก
0.00 – 0.19	ยากมาก

3.4.2.10 นำผลที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าความยาก (P) และค่าอำนาจจำแนก (D) ของแบบทดสอบ มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ตามกรอบแนวคิดทฤษฎี APOS แบบอัตนัย

3.4.2.11 นำผลของแบบทดสอบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ตามกรอบแนวคิดทฤษฎี APOS แบบอัตนัย ที่ได้มาวิเคราะห์หาความเชื่อมั่น (Reliability) โดยใช้วิธีการวิเคราะห์ความเชื่อมั่นโดยใช้สัมประสิทธิ์อัลฟ่าของครอนบาค

3.4.2.12 นำแบบทดสอบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ตามกรอบแนวคิดทฤษฎี APOS แบบอัตนัย ที่ผ่านการตรวจสอบแล้วไปจัดพิมพ์เป็นฉบับสมบูรณ์ เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัย

ตารางที่ 3.7 เกณฑ์การประเมินผล แบบทดสอบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ตามกรอบแนวคิดทฤษฎี APOS เรื่อง สถิติ แบบอัตนัย

ระดับ	พฤติกรรม	คะแนน (30)
สูง	นักเรียนสามารถอ่านและแปลความหมายข้อมูลจากตาราง แผนภูมิ และกราฟได้ถูกต้อง สามารถเลือกข้อมูลที่เกี่ยวข้องมาใช้ในการตอบคำถามได้อย่างเหมาะสม งานเขียนของนักเรียนแสดงการอธิบายเหตุผลโดยอ้างอิงข้อมูลที่กำหนดให้ มีการเชื่อมโยงข้อมูลหลายส่วนเพื่อสรุปผล สามารถเปรียบเทียบข้อมูล วิเคราะห์แนวโน้ม และอธิบายการตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลทางสถิติสนับสนุนได้อย่างชัดเจน รวมทั้งสามารถเขียนแสดงขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผลได้อย่างสมเหตุสมผล	21-30
ปานกลาง	นักเรียนสามารถอ่านข้อมูลและตอบคำถามที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลได้บางส่วน งานเขียนแสดงการเลือกใช้ข้อมูลที่ปรากฏโดยตรงในการตอบคำถาม แต่ยังไม่สามารถเชื่อมโยงข้อมูลหลายส่วนเข้าด้วยกันได้อย่างครบถ้วน การอธิบายเหตุผลยังไม่ชัดเจนหรือไม่สมบูรณ์ บางครั้งสรุปผลได้ถูกต้องแต่ไม่สามารถอธิบายได้ว่าคำตอบนั้นได้มาจากข้อมูลส่วนใด หรือแสดงขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลไม่ครบทุกขั้นตอน	15-20
ต่ำ	นักเรียนไม่สามารถอ่านหรือแปลความหมายข้อมูลจากตาราง แผนภูมิ หรือกราฟได้อย่างถูกต้อง งานเขียนส่วนใหญ่เป็นการคาดเดาคำตอบหรือเลือกคำตอบโดยไม่มีเหตุผลสนับสนุน ไม่สามารถระบุข้อมูลที่ใช้ในการตอบคำถามได้ ไม่สามารถเขียนแสดงวิธีการวิเคราะห์ข้อมูล สรุปผล หรืออธิบายความสัมพันธ์ของข้อมูลได้ บางคนคัดลอกข้อมูลจากโจทย์มาเขียนซ้ำโดยไม่สามารถอธิบายความหมายของข้อมูลดังกล่าว และไม่สามารถนำข้อมูลไปใช้ประกอบการตัดสินใจได้	0-14

3.4.3 แบบทดสอบความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ตามกรอบแนวคิดทฤษฎี APOS เรื่อง สถิติ แบบอัตนัย ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างแบบทดสอบความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ตามกรอบแนวคิดทฤษฎี APOS เรื่อง สถิติ แบบอัตนัย มีขั้นตอน ดังนี้

3.4.3.1 ศึกษาค้นคว้าเอกสาร หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุงพุทธศักราช 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เกี่ยวกับสาระการเรียนรู้มาตรฐานการเรียนรู้ และตัวชี้วัด ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัย

3.4.3.2 ศึกษาหลักการ ทฤษฎี และงานวิจัยเกี่ยวกับวิธีการสร้างแบบทดสอบแบบอัตนัยเพื่อวัดความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ตามกรอบแนวคิดทฤษฎี APOS และเกณฑ์การให้คะแนน

3.4.2.3 สร้างแบบทดสอบความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ตามกรอบแนวคิดทฤษฎี APOS แบบอัตนัย เรื่อง สถิติ จำนวน 10 ข้อ ซึ่งเป็นแบบทดสอบความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ตามกรอบแนวคิดทฤษฎี APOS โดยใช้เนื้อหาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม เรื่อง สถิติ และครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้ ปรากฏดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 จำนวนแบบทดสอบความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ตามกรอบแนวคิดทฤษฎี APOS เรื่อง สถิติ แบบอัตนัย

แผนที่	เนื้อหา	สร้างจริง (ข้อ)	ใช้จริง (ข้อ)
1	ความหมายของคำถามทางสถิติ	2	1
2	ประเภทของคำถามทางสถิติ	2	1
3	ประเภทของข้อมูลทางสถิติ	2	1
4	การเก็บรวบรวมข้อมูล	2	1
5	การนำเสนอและการแปลความหมายข้อมูลด้วยแผนภูมิรูปภาพ	3	1
6	การนำเสนอและการแปลความหมายข้อมูลด้วยแผนภูมิแท่ง	3	1
7	การนำเสนอและการแปลความหมายข้อมูลด้วยกราฟเส้น	3	1
8	การนำเสนอและการแปลความหมายข้อมูลด้วยแผนภูมิรูปวงกลม (1)	3	1
9	การนำเสนอและการแปลความหมายข้อมูลด้วยแผนภูมิรูปวงกลม (2)	3	1
10	การนำความรู้เกี่ยวกับสถิติไปใช้ในชีวิตประจำวัน	3	1

3.4.2.5 นำแบบทดสอบความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ตามกรอบแนวคิดทฤษฎี APOS เรื่อง สถิติ แบบอัตนัยกับเกณฑ์การให้คะแนนที่สร้างขึ้นเสนอต่อคณะกรรมการควบคุมงานวิจัย เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมในข้อคำถามต่างๆความชัดเจนด้านภาษาและนำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

3.4.2.6 นำแบบทดสอบความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ตามกรอบแนวคิดทฤษฎี APOS เรื่อง สถิติ แบบอัตนัย ที่ปรับปรุงจากคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์แล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญชุดเดิม จำนวน 3 ท่าน เพื่อพิจารณาความสอดคล้อง และความครอบคลุมของเนื้อหาของแบบทดสอบกับวัตถุประสงค์ ของการวิจัยหรือนิยามศัพท์

3.4.2.7 นำแบบทดสอบความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ตามกรอบแนวคิดทฤษฎี APOS เรื่อง สถิติ แบบอัตนัย ที่ตรวจสอบและแก้ไขข้อบกพร่องเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญชุดเดิม จำนวน 3 ท่าน เพื่อประเมินความคิดเห็น ที่มีต่อแบบทดสอบความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ พร้อมทั้งตรวจสอบความเหมาะสมด้านเนื้อหา ภาษา สถิติการวัด และการประเมินผล แล้วคำแนะนำที่ได้ไปปรับปรุงแก้ไข ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญชุดเดิม

ข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญเป็นดังนี้

1) ขอให้ตรวจสอบความหมายของหัวข้อต่าง ๆ อีกครั้ง และจัดทำคำอธิบายใหม่

2) อาจพิจารณาตัดคำถามบางส่วนออกในส่วนที่เห็นสมควร

ตารางที่ 3.8 แสดงการปรับปรุงวิทยานิพนธ์ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ที่มีต่อแบบทดสอบความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ตามกรอบแนวคิดทฤษฎี APOS เรื่อง สถิติ แบบอัตนัย

สิ่งที่ผู้เชี่ยวชาญให้แก้ไข	สิ่งที่ผู้วิจัยแก้ไขแล้ว
1. ขอให้ตรวจสอบความหมายของหัวข้อต่าง ๆ อีกครั้ง และจัดทำคำอธิบายใหม่	ผู้วิจัยได้ดำเนินการตรวจสอบความหมายของหัวข้อต่าง ๆ ให้ถูกต้อง และจัดทำคำอธิบายใหม่
2. อาจพิจารณาตัดคำถามบางส่วนออกในส่วนที่เห็นสมควร	ผู้วิจัยได้ตัดคำถามบางส่วนออกให้มีความเหมาะสม
- ชะเอมต้องการทราบว่า ดินที่อยู่บริเวณโรงเรียนสารคามเหมาะแก่การปลูกผักสวนครัวซึ่งชะเอมควรใช้วิธีการใดในการเก็บรวบรวมข้อมูลในขั้นตอนแรก และเพราะเหตุใด	3. ชะเอมต้องการทราบว่า ดินที่อยู่บริเวณโรงเรียนสารคามเหมาะแก่การปลูกผักสวนครัวซึ่งชะเอมควรใช้วิธีการใดในการเก็บรวบรวมข้อมูลในขั้นตอนแรก และเพราะเหตุใดจึงต้องเก็บรวบรวมข้อมูลก่อนตัดสินใจที่จะเลือกปลูกผักสวนครัว (ระดับความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ A)

3.4.2.8 ผู้วิจัยนำผลประเมินความสอดคล้องมาคำนวณค่า IOC ใช้สูตรดัชนีค่าความสอดคล้อง (ไพศาล วรคำ, 2569, น. 269) โดยเลือกข้อสอบที่ได้ค่า IOC ตั้งแต่ 0.5–1.00 เป็นข้อสอบ ที่อยู่ในเกณฑ์ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาที่ใช้ได้ (Index of Congruence: IOC) โดยมีเกณฑ์ดังนี้

สอดคล้อง	มีคะแนนเป็น	+1
ไม่แน่ใจ	มีคะแนนเป็น	0
ไม่สอดคล้อง	มีคะแนนเป็น	-1

นำผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Congruence: IOC) ของแบบทดสอบความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ตามกรอบแนวคิดทฤษฎี APOS โดยใช้สูตรดัชนี ความสอดคล้อง (ไพศาล วรคำ, 2569, น. 269) เลือกข้อสอบที่ได้ค่า IOC ตั้งแต่ 0.5–1.00 เป็นข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์ ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาที่ใช้ได้ จากจำนวน 10 ข้อคำถาม

3.4.2.9 นำแบบทดสอบความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ตามกรอบแนวคิดทฤษฎี APOS เรื่อง สถิติ ที่ผ่านการหาประสิทธิภาพโดยผู้เชี่ยวชาญมาทดลองใช้ (Try-Out) กับนักเรียน ที่เรียนวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/8 โรงเรียนสารคามพิทยาคม จำนวน 40 คน ซึ่งไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อตรวจสอบเวลา และจำนวนของข้อสอบ ผลการประเมินผลการทดลองใช้แบบทดสอบ ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์

โดยใช้เกณฑ์ในการแปลความหมายของค่าอำนาจจำแนก (D) (ไพศาล วรคำ, 2569, น. 303)

ค่าอำนาจจำแนก (D)	ระดับความเหมาะสม
0.60 – 1.00	ดีมาก
0.40 – 0.59	ดี
0.20 – 0.39	พอใช้
0.10 – 0.19	ค่อนข้างต่ำ ควรปรับปรุง
0.00 – 0.09	ควรปรับปรุง

โดยใช้เกณฑ์ในการแปลความหมายของค่าความยากง่าย (P) (ไพศาล วรคำ, 2569, น. 303)

ค่าความยากง่าย (P)	ระดับความเหมาะสม
0.80 – 1.00	ง่ายมาก
0.60 – 0.79	ค่อนข้างง่าย
0.40 – 0.59	ปานกลาง
0.20 – 0.39	ค่อนข้างยาก
0.00 – 0.19	ยากมาก

3.4.2.10 นำผลที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าความยาก (P) และค่าอำนาจจำแนก (D) ของแบบทดสอบ มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ตามกรอบแนวคิดทฤษฎี APOS แบบอัตนัย

3.4.2.11 นำผลของแบบทดสอบความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ตามกรอบแนวคิดทฤษฎี APOS แบบอัตนัย ที่ได้มาวิเคราะห์หาความเชื่อมั่น (Reliability) โดยใช้วิธีการวิเคราะห์ความเชื่อมั่นโดยใช้สัมประสิทธิ์อัลฟ่าของครอนบาค

3.4.2.12 นำแบบทดสอบความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ตามกรอบแนวคิดทฤษฎี APOS แบบอัตนัย ที่ผ่านการตรวจสอบแล้วไปจัดพิมพ์เป็นฉบับสมบูรณ์ เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัย

ตารางที่ 3.9 เกณฑ์การประเมินผล แบบทดสอบความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ตามกรอบแนวคิดทฤษฎี APOS เรื่อง สถิติ แบบอัตนัย

ระดับ	Action (A)	Process (P)	Object (O)	Schema (S)	คะแนน (40)
ระดับ 5 (ดีเยี่ยม)	-	มีความรู้ในทฤษฎี บทนิยาม แนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง มีความเข้าใจระดับการจัดกระทำหรือการคิดคำนวณหลายๆ ครั้ง จนกระทั่งสามารถใช้ความรู้ความเข้าใจที่เกี่ยวข้องคาดการณ์ผลของการดำเนินการ และสามารถสร้างกระบวนการใหม่ของการดำเนินการได้	-	มีความรู้ในทฤษฎี บทนิยาม แนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง มีความเข้าใจระดับกระบวนการหลายๆ กระบวนการที่เกี่ยวข้องกัน สามารถนำไปใช้สร้างความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ในระดับที่สูงขึ้นหรือนำไปใช้ในการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนมากขึ้นได้	31-40
ระดับ 4 (ดีมาก)	-	มีความรู้ในทฤษฎี บทนิยาม แนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง	-	มีความรู้ในทฤษฎี บทนิยาม แนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง	21-30

(ต่อ)

ตารางที่ 3.9 (ต่อ)

ระดับ	Action (A)	Process (P)	Object (O)	Schema (S)	คะแนนรวม (40)
		มีความเข้าใจระดับการจัดกระทำหรือการคิดคำนวณหลายๆ ครั้ง สามารถใช้ความรู้ความเข้าใจที่เกี่ยวข้องคาดการณ์ผลของการดำเนินการ แต่ไม่สามารถสร้างกระบวนการใหม่ของการดำเนินการได้		มีความเข้าใจระดับกระบวนการหลายๆ กระบวนการที่เกี่ยวข้องกันสามารถนำไปใช้สร้างความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ในระดับที่สูงขึ้นแต่ไม่สามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนมากขึ้นได้	
ระดับ 3 (ดี)	สามารถนำความรู้มาแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามเงื่อนไขและคำสั่งในสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ได้อย่างเป็นลำดับขั้นตอน	มีความรู้ในทฤษฎี บทนิยาม แนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง มีความเข้าใจระดับการจัดกระทำหรือการคิดคำนวณหลายๆ ครั้ง	มีความรู้ในทฤษฎี บทนิยาม แนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง มีความเข้าใจระดับกระบวนการหลาย ๆ กระบวนการที่เกี่ยวข้องกัน	มีความรู้ในทฤษฎี บทนิยาม แนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง มีความเข้าใจระดับกระบวนการหลาย ๆ กระบวนการที่เกี่ยวข้องกัน	11-20

(ต่อ)

ตารางที่ 3.9 (ต่อ)

ระดับ	Action (A)	Process (P)	Object (O)	Schema (S)	คะแนน (40)
		แต่ไม่สามารถใช้ความรู้ความเข้าใจที่เกี่ยวข้องคาดการณ์ผลของการดำเนินการ และไม่สามารถสร้างกระบวนการใหม่ของการดำเนินการได้	สามารถนำมาเชื่อมโยงอย่างเหมาะสม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของโครงสร้างเชิงการรู้	ไม่สามารถนำไปใช้สร้างความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ในระดับที่สูงขึ้น หรือไม่สามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนมากขึ้นได้	
ระดับ 2 (พอใช้)	สามารถนำความรู้มาแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามเงื่อนไขและคำสั่งในสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ได้บางส่วน	มีความรู้ในทฤษฎี บทนิยาม แนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง ไม่มีความเข้าใจระดับการจัดกระทำหรือการคิดคำนวณหลายๆ ครั้ง ไม่สามารถใช้ความรู้ความเข้าใจที่เกี่ยวข้องคาดการณ์ผลของการดำเนินการ และไม่สามารถสร้างกระบวนการใหม่ของการดำเนินการได้	มีความรู้ในทฤษฎี บทนิยาม แนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง มีความเข้าใจระดับกระบวนการหลายๆ กระบวนการที่เกี่ยวข้องกัน ไม่สามารถนำมาเชื่อมโยงอย่างเหมาะสม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของโครงสร้างเชิงการรู้	มีความรู้ในทฤษฎี บทนิยาม แนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง ไม่มีความเข้าใจระดับกระบวนการหลายๆ กระบวนการที่เกี่ยวข้องกัน ไม่สามารถนำไปใช้สร้างความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ในระดับที่สูงขึ้น หรือไม่สามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนมากขึ้นได้	1-10

(ต่อ)

ตารางที่ 3.9 (ต่อ)

ระดับ	Action (A)	Process (P)	Object (O)	Schema (S)	คะแนน (40)
ระดับ 1 (ปรับปรุง)	ไม่สามารถนำความรู้มาแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามเงื่อนไขและคำสั่งในสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ได้อย่างเป็นลำดับขั้นตอน	ไม่มีความรู้ในทฤษฎี บทนิยาม แนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง ไม่มีความเข้าใจระดับการจัดกระทำหรือการคิดคำนวณหลายๆ ครั้ง ไม่สามารถใช้ความรู้ความเข้าใจที่เกี่ยวข้องคาดการณ์ผลของการดำเนินการ และไม่สามารถสร้างกระบวนการใหม่ของการดำเนินการได้	ไม่มีความรู้ในทฤษฎี บทนิยาม แนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง ไม่มีความเข้าใจระดับกระบวนการหลาย ๆ กระบวนการที่เกี่ยวข้องกัน ไม่สามารถนำมาเชื่อมโยงอย่างเหมาะสม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของโครงสร้างเชิงการรู้	ไม่สามารถเข้าใจเชื่อมโยงแนวคิด ใช้แก้ปัญหาซับซ้อนได้เลยไม่มีความรู้ในทฤษฎี บทนิยาม แนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง ไม่มีความเข้าใจระดับกระบวนการหลายๆ กระบวนการที่เกี่ยวข้องกัน ไม่สามารถนำไปใช้สร้างความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ในระดับที่สูงขึ้นหรือไม่สามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนมากขึ้นได้	0

หมายเหตุ : ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ตามกรอบแนวคิดทฤษฎี APOS ที่มีระดับความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ไม่ถึงระดับ 5 (ดีเยี่ยม) นั่นคือ A และ O เนื่องจากระดับความเข้าใจ A และ O สามารถแบ่งระดับความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ได้สูงสุดแค่ ระดับ 3 (ดี) ตามนิยามของกรอบแนวคิดทฤษฎี APOS ของ Dubinsky and McDonald (2001, pp. 2-3)

3.4.3 แบบสอบถามความพึงพอใจของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิธีแบบเปิด (Open Approach)

การสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจ ของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิธีแบบเปิด (Open Approach) เรื่อง สถิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามขั้นตอนดังนี้

3.4.3.1 ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับวิธีการ และแนวทางในการสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ จากหนังสือ วารสาร บทความ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และศึกษาการสร้างความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จากหนังสือการวัดด้านจิตพิสัย (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ, 2553, น. 90-98)

3.4.3.2 ผู้วิจัยสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจ ของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิธีแบบเปิด (Open Approach) ตามวิธีของ Likert (บุญชม ศรีสะอาด, 2546, น. 160–162) เป็นแบบประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ จำนวน 23 ข้อ ซึ่งมี 5 ระดับ ดังนี้

พึงพอใจมากที่สุด	ให้ 5 คะแนน
พึงพอใจมาก	ให้ 4 คะแนน
พึงพอใจปานกลาง	ให้ 3 คะแนน
พึงพอใจน้อย	ให้ 2 คะแนน
พึงพอใจน้อยที่สุด	ให้ 1 คะแนน

โดยใช้เกณฑ์แบบอิงกลุ่มการแปลความหมาย แบบประเมินชนิดมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ของลิเคอร์ท (Likert) โดยใช้เกณฑ์ ดังนี้

ระดับคะแนนเฉลี่ย	ระดับความเหมาะสม
4.51-5.00	มีความพึงพอใจ ในระดับมากที่สุด
3.51-4.50	มีความพึงพอใจ ในระดับมาก
2.51-3.50	มีความพึงพอใจ ในระดับปานกลาง
1.51-2.50	มีความพึงพอใจ ในระดับน้อย
1.00-1.50	มีความพึงพอใจ ในระดับน้อยที่สุด

3.4.3.3 นำแบบสอบถามความพึงพอใจ ของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิธีแบบเปิด (Open Approach) ที่สร้างขึ้นเสนอคณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ตรวจสอบความเหมาะสมของภาษา แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

3.4.3.4 นำแบบสอบถามความพึงพอใจ ของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิธีแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC) ที่ปรับแก้ตามที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์แล้วเสนอผู้เชี่ยวชาญชุดเดิม จำนวน 5 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของเนื้อหา ความชัดเจนของภาษา และความครอบคลุมของข้อความ

3.4.3.5 ผู้เชี่ยวชาญประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อความกับนิยามศัพท์เฉพาะ แล้วนำผลประเมินความสอดคล้องมาคำนวณค่า IOC โดยใช้สูตรดัชนีค่าความสอดคล้อง (ไพศาล วรคำ, 2569, น. 269) เลือกข้อสอบที่ได้ค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไปเป็นข้อสอบที่อยู่ในเกณฑ์ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาที่ใช้ได้ (Index of Congruence: IOC) โดยมีเกณฑ์ดังนี้

สอดคล้อง	มีคะแนนเป็น	+1
ไม่แน่ใจ	มีคะแนนเป็น	0
ไม่สอดคล้อง	มีคะแนนเป็น	-1

3.4.3.6 นำผลประเมินความสอดคล้องมาคำนวณค่า IOC โดยใช้สูตรดัชนีความสอดคล้อง (ไพศาล วรคำ, 2569, น. 269) เลือกข้อที่ได้ค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป เป็นแบบสอบถามที่อยู่ในเกณฑ์ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาที่ใช้ได้ ปรากฏว่าแบบแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิธีแบบเปิด (Open Approach) ของนักเรียนที่วิเคราะห์โดยผู้เชี่ยวชาญชุดเดิม จำนวน 3 ท่าน

3.4.3.7 นำแบบสอบถามความพึงพอใจ ของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิธีแบบเปิด (Open Approach) ของนักเรียนที่ผ่านการหาประสิทธิภาพ เพื่อหาค่าอำนาจจำแนกเป็นรายข้อ โดยหาค่าสหสัมพันธ์อย่างง่าย ระหว่างคะแนนรายข้อ กับคะแนนรวม (Item Total Correlation) ด้วยสูตร Pearson Product Moment Correlation Coefficient จำนวนทั้งหมด 23 ข้อ

โดยใช้เกณฑ์ในการแปลความหมาย ของค่าอำนาจจำแนก (ไพศาล วรคำ, 2569, น. 298) ดังนี้

ระดับค่าอำนาจจำแนก	ระดับความเหมาะสม
0.60-1.00	ระดับดีมาก
0.40-0.59	ระดับดี
0.20-0.39	ระดับพอใช้
0.10-0.19	ระดับค่อนข้างต่ำ ควรปรับปรุง
0.00-0.09	ระดับค่อนต่ำมาก ต้องปรับปรุง

3.4.3.8 นำแบบสอบถามความพึงพอใจ ของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิธีแบบเปิด (Open Approach) หาค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามทั้งฉบับ โดยวิธีคำนวณ หาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (Alpha Coefficient) โดยใช้สูตรของ Cronbach ได้ค่าจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป และค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบสอบถามความพึงพอใจ ของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ วิธีแบบเปิด (open approach) โดยใช้สัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's Alpha Coefficient) ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.70 ขึ้นไปจึงจะถือว่า แบบสอบถามความพึงพอใจ ของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิธีแบบเปิด (Open Approach) ใช้ได้

3.4.3.9 นำแบบสอบถามความพึงพอใจ ของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิธีแบบเปิด (Open Approach) ที่ผ่านการตรวจคุณภาพแล้ว จัดพิมพ์เป็นฉบับสมบูรณ์เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัย นำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

3.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูล โดยมีวิธีการดังนี้

3.5.1 ขอหนังสือจากคณะครุศาสตร์ เพื่อขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลและกำหนดวันเวลาในการดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล

3.5.2 ดำเนินการส่งหนังสือขอความอนุเคราะห์ให้กับผู้บริหาร โรงเรียนสารคามพิทยาคม และทำบันทึกข้อความชี้แจงถึงวัตถุประสงค์และแจ้งความประสงค์ขอความร่วมมือในการเก็บข้อมูล

3.5.3 ติดต่อประสานงานกับหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และครูประจำชั้นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/11 เพื่อชี้แจงวัตถุประสงค์ของการวิจัย บทบาทหน้าที่ของกลุ่มตัวอย่างในการทำวิจัย กำหนดวันเวลาที่จะทำการเก็บรวบรวมข้อมูล

3.5.4 อธิบายโครงการวิจัยให้กับนักเรียน โดยให้นักเรียนทราบถึงรายละเอียดของโครงการวิจัย บทบาทของนักเรียน ประโยชน์ของงานวิจัย และประโยชน์ของนักเรียนที่จะได้รับ เมื่อเข้าร่วมโครงการวิจัย

3.5.5 ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิธีแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC) โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 10 แผนการจัดการเรียนรู้ เวลาทั้งสิ้น 10 คาบ (คาบละ 60 นาที) ดำเนินการในการเก็บรวบรวมข้อมูล แบ่งเป็น 3 ระยะ ดังนี้

ระยะที่ 1 การสร้างแผนการดำเนินงานและการสร้างทีม PLC ประกอบด้วย 2 ขั้นตอนคือ การสร้างแผนการดำเนินงาน เป็นการเตรียมเข้าสู่วิชาชีพครูที่มีบทบาทเป็นครูผู้สอนปรึกษากับสมาชิกภายในทีม PLC เพื่อวางแผนการดำเนินงานในกระบวนการต่าง ๆ ให้ครบวงรอบ และ การสร้างทีม PLC โดยในแต่ละทีม ประกอบด้วยสมาชิกดังนี้

1. model teacher คือ นางสาวศิริรัตน์ พิมพ์โกทา
2. buddy teacher คือ นางสาวพรพรรณ นนทะชัย และนายจตุรงค์ พลมุข
3. administrator คือ นายสุรพงษ์ ศรีเศรษฐา
4. mentor คือ นางสุพิศ รินทะชัย และนายทรงรัตน์ ภารสถิตย์
5. expert คือ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นวพล นนทภา และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. รามนรี นนทภา

ระยะที่ 2 การดำเนินงาน PLC วงรอบที่ 1 ผู้วิจัยจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 3 แผน ประกอบไปด้วย แผนที่ 1 - 3 หลังการจัดกิจกรรมแต่ละแผน สมาชิกชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพ ได้ร่วมกันดำเนินการเปิดชั้นเรียน สังเกตชั้นเรียน และสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ เพื่อวิเคราะห์งานเขียนของนักเรียน ในการดำเนินงาน การประชุมสะท้อนคิดหลังเปิดชั้นเรียน โดยใช้แบบสังเกตชั้นเรียนและแบบบันทึกการเปิดชั้นเรียนที่ได้จากการคุรุสภา

ระยะที่ 3 การดำเนินงาน PLC ในวงรอบที่ 2 และวงรอบที่ 3 ผู้วิจัยดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/11 จำนวน 40 คน ซึ่งผู้วิจัยจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้ ในวงรอบที่ 2 ประกอบไปด้วย แผนที่ 4 - 6 ส่วนในวงรอบที่ 3 ประกอบไปด้วย แผนที่ 7 - 9 หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละแผน ผู้วิจัยและสมาชิกชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพ (PLC) ร่วมกันดำเนินการ สังเกตชั้นเรียน และประชุมสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ ซึ่งผู้วิจัยศึกษามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนจากการทำใบกิจกรรม งานเขียนของนักเรียน การนำเสนอแนวคิดของนักเรียน และการสะท้อนผลร่วมกันของสมาชิก PLC เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ ปรับปรุง และพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ตารางที่ 3.10 วันที่จัดกระบวนการชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพทั้ง 3 วงรอบ

โรงเรียน	วงรอบ PLC	วันที่
โรงเรียนสารคามพิทยาคม	1	18 สิงหาคม 2568
	2	12 พฤศจิกายน 2568
	3	24 กุมภาพันธ์ 2569

3.5.6 นำข้อมูลในระยะที่ 2 - 3 มาวิเคราะห์ข้อมูล

3.5.7 หลังสิ้นสุดการสอน ผู้วิจัยให้ผู้เข้าร่วมวิจัยทำแบบทดสอบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ตามกรอบแนวคิดทฤษฎี APOS เรื่อง สถิติ ซึ่งเป็นแบบทดสอบอัตนัย จำนวน 10 ข้อ ใช้เวลา 60 นาที

3.5.8 หลังสิ้นสุดการสอน ผู้วิจัยให้ผู้เข้าร่วมวิจัยทำแบบทดสอบความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ตามกรอบแนวคิดทฤษฎี APOS เรื่อง สถิติ ซึ่งเป็นแบบทดสอบอัตนัย จำนวน 10 ข้อ ใช้เวลา 60 นาที

3.5.9 ดำเนินการตรวจให้คะแนนแบบทดสอบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ตามกรอบแนวคิดทฤษฎี APOS ตามเกณฑ์ที่กำหนดข้างต้น จากตารางที่ 3.8 จากนั้นนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์โดยใช้วิธีการทางสถิติเพื่อประเมินผลการวิจัย

3.5.10 ดำเนินการตรวจให้คะแนนแบบทดสอบความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ตามกรอบแนวคิดทฤษฎี APOS ตามเกณฑ์ที่กำหนดข้างต้น จากตารางที่ 3.8 จากนั้นนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์โดยใช้วิธีการทางสถิติเพื่อประเมินผลการวิจัย

3.5.11 ดำเนินการตรวจสอบคะแนนแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิธีแบบเปิด (Open Approach) ตามเกณฑ์ที่กำหนด จากนั้นนำคะแนน ที่ได้มาวิเคราะห์โดยใช้วิธีการทางสถิติ เพื่อประเมินผลการวิจัย ซึ่งในการตรวจให้คะแนนแบบสอบถาม ความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิธีแบบเปิด (Open Approach)

3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิธีแบบเปิด (Open Approach) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีดังนี้

3.6.1 การวิเคราะห์ข้อมูลตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 1 เพื่อศึกษามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ โดยใช้ทฤษฎี APOS ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบเปิด (open approach) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70 วิเคราะห์ข้อมูลโดยการหาร้อยละของค่าเฉลี่ยของคะแนนทั้งหมด ที่ได้จากการทำใบกิจกรรม และแบบฝึกหัด ในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (E_1) และหาร้อยละของค่าเฉลี่ยในการสอบด้วยแบบทดสอบความเข้าใจทางคณิตศาสตร์หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (E_1)

3.6.2 การวิเคราะห์ข้อมูลตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 2 เพื่อเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ โดยใช้ทฤษฎี APOS ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบเปิด (open approach) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กับเกณฑ์ร้อยละ 70 วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติทดสอบ t-test กรณีกลุ่มเดียว (One-Sample t-test)

3.6.3 การวิเคราะห์ข้อมูลตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 3 เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิธีแบบเปิด (open approach) โดยใช้ ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตาราง 2.2 เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของเวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร

กลุ่มที่	คำอธิบาย	ระดับคะแนน
4	ตอบถูกต้อง และมีการอธิบายโดยอ้างอิงความรู้และความสัมพันธ์เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์สนับสนุนคำตอบอย่างชัดเจน	3
3	ตอบถูกต้อง และมีการอธิบายโดยอ้างอิงความรู้และความสัมพันธ์เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์สนับสนุนคำตอบบ้างแต่ไม่ชัดเจน	2
2	ตอบถูกต้องหรือตอบถูกต้องบางส่วน แต่ไม่มีการอธิบายหรือพยายามอธิบายโดยอ้างอิงความรู้และความสัมพันธ์เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์มาสนับสนุนคำตอบ แต่ไม่ถูกต้อง หรือ ตอบไม่ถูกต้อง แต่มีการอธิบายโดยอ้างอิงความรู้และความสัมพันธ์เชิงมโนทัศน์ ทางคณิตศาสตร์สนับสนุนคำตอบบ้างแต่ไม่ชัดเจน	1
1	ตอบไม่ถูกต้องหรือไม่ตอบ และไม่มีการอิบายหรือพยายามอธิบายโดยอ้างอิงความรู้และความสัมพันธ์เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์มาสนับสนุนคำตอบ แต่ไม่ถูกต้อง	0

ตารางที่ 3.7 เกณฑ์การประเมินผล แบบทดสอบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ แบบอัตนัย

ระดับ	พฤติกรรม	คะแนน (30)
สูง	นักเรียนสามารถอ่านและแปลความหมายข้อมูลจากตาราง แผนภูมิ และกราฟได้ถูกต้อง สามารถเลือกข้อมูลที่เกี่ยวข้องมาใช้ในการตอบคำถามได้อย่างเหมาะสม แสดงการอธิบายเหตุผลโดยอ้างอิงข้อมูลที่กำหนดให้มีการเชื่อมโยงข้อมูลหลายส่วนเพื่อสรุปผล สามารถเปรียบเทียบข้อมูล วิเคราะห์แนวโน้ม และอธิบายการตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลทางสถิติสนับสนุนได้อย่างชัดเจน รวมทั้งสามารถเขียนแสดงขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผลได้อย่างสมเหตุสมผล	21-30

(ต่อ)

ตารางที่ 3.7 (ต่อ)

ระดับ	พฤติกรรม	คะแนน (30)
ปานกลาง	นักเรียนสามารถอ่านข้อมูลและตอบคำถามที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลได้บางส่วน งานเขียนแสดงการเลือกใช้ข้อมูลที่ปรากฏโดยตรงในการตอบคำถาม แต่ยังไม่สามารถเชื่อมโยงข้อมูลหลายส่วนเข้าด้วยกันได้อย่างครบถ้วน การอธิบายเหตุผลยังไม่ชัดเจนหรือไม่สมบูรณ์ บางครั้งสรุปผลได้ถูกต้องแต่ไม่สามารถอธิบายได้ว่าคำตอบนั้นได้มาจากข้อมูลส่วนใด หรือแสดงขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลไม่ครบทุกขั้นตอน	15-20
ต่ำ	นักเรียนไม่สามารถอ่านหรือแปลความหมายข้อมูลจากตาราง แผนภูมิ หรือกราฟได้อย่างถูกต้อง งานเขียนส่วนใหญ่เป็นการคาดเดาคำตอบหรือเลือกคำตอบโดยไม่มีเหตุผลสนับสนุน ไม่สามารถระบุข้อมูลที่ใช้ในการตอบคำถามได้ ไม่สามารถเขียนแสดงวิธีการวิเคราะห์ข้อมูล สรุปผล หรืออธิบายความสัมพันธ์ของข้อมูลได้ บางคนคัดลอกข้อมูลจากโจทย์มาเขียนซ้ำโดยไม่สามารถอธิบายความหมายของข้อมูลดังกล่าว และไม่สามารถนำข้อมูลไปใช้ประกอบการตัดสินใจได้	0-14

ตารางที่ 3.11 เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ตามกรอบแนวคิดทฤษฎีAPOS

ระดับความเข้าใจ	พฤติกรรม	คะแนน
Schema (S)	สามารถนำไปใช้สร้างความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ในระดับที่สูงขึ้นหรือนำไปใช้ในการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนมากขึ้นได้ หรือกล่าวได้ว่าเป็นความสามารถของนักเรียนในการใช้ความรู้ความเข้าใจในระดับกระบวนการไปสร้างความคิดรวบยอด (Concept) ใหม่ได้	4
Object (O)	ความรู้แจ้งหรือการกระทำที่เกิดจากการที่ความเข้าใจระดับกระบวนการหลายๆ กระบวนการที่เกี่ยวข้องกันถูกนำมาเชื่อมโยงอย่างเหมาะสม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของโครงสร้างเชิงการรู้	3

(ต่อ)

ตาราง 3.11 (ต่อ)

ระดับความเข้าใจ	พฤติกรรม	คะแนน
Process (P)	ความรู้แจ้งหรือการกระทำที่เกิดขึ้นเมื่อนักเรียนสามารถพัฒนาความเข้าใจระดับการจัดกระทำหรือการคิดคำนวณหลายๆ ครั้ง จนกระทั่งสามารถใช้ความรู้ความเข้าใจที่เกี่ยวข้องคาดการณ์ผลของการดำเนินการและสามารถสร้างกระบวนการใหม่ของการดำเนินการได้ ในทางตรงกันข้าม	2
Action (A)	ความรู้แจ้งหรือการกระทำที่เกิดขึ้นเมื่อนักเรียนสามารถปฏิบัติตามเงื่อนไข คำสั่งในสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ได้อย่างเป็นลำดับขั้นตอน ซึ่งจะต้องทำแต่ละขั้นตอนให้เสร็จก่อนที่จะทำขั้นตอนต่อไป	1
ต่ำกว่าระดับ Action	ตอบไม่ถูกต้องทั้งหมด ไม่แสดงวิธีคิด แสดงวิธีทำที่คลาดเคลื่อน หรือไม่ตอบคำถาม	0

ตารางที่ 3.12 เกณฑ์การประเมินผล แบบสอบถามความพึงพอใจของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิธีแบบเปิด (Open Approach)

คะแนน	ระดับคุณภาพ	เกณฑ์การพิจารณา
5	เห็นด้วยอย่างยิ่ง	นักเรียนมีความรู้สึก ความคิดเห็นหรือปฏิบัติสอดคล้องต่อกิจกรรมการเรียนรู้นั้น มากที่สุด
4	เห็นด้วย	นักเรียนมีความรู้สึก ความคิดเห็นหรือปฏิบัติสอดคล้องต่อกิจกรรมการเรียนรู้นั้น มาก
3	ไม่แน่ใจ	นักเรียนมีความรู้สึก ความคิดเห็นหรือปฏิบัติสอดคล้องต่อกิจกรรมการเรียนรู้นั้น ปานกลาง
2	ไม่เห็นด้วย	นักเรียนมีความรู้สึก ความคิดเห็นหรือปฏิบัติสอดคล้องต่อกิจกรรมการเรียนรู้นั้น น้อย
1	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	นักเรียนมีความรู้สึก ความคิดเห็นหรือปฏิบัติสอดคล้องต่อกิจกรรมการเรียนรู้นั้น น้อยที่สุด

เกณฑ์การแปลความหมายของความพึงพอใจของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิธีแบบเปิด (Open Approach

ระดับคะแนนเฉลี่ย	ระดับความเหมาะสม
4.51-5.00	มีความพึงพอใจ ในระดับมากที่สุด
3.51-4.50	มีความพึงพอใจ ในระดับมาก
2.51-3.50	มีความพึงพอใจ ในระดับปานกลาง
1.51-2.50	มีความพึงพอใจ ในระดับน้อย
1.00-1.50	มีความพึงพอใจ ในระดับน้อยที่สุด

3.7 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

3.7.1 สถิติพื้นฐาน ได้แก่

3.7.1.1 ร้อยละ (Percentage: %) โดยคำนวณจากสูตร (ไพศาล วรคำ, 2569, น. 321) ดังนี้

$$\text{ร้อยละ} \qquad (\%) = \frac{f}{n} \times 100 \tag{3-1}$$

เมื่อ f แทน ความถี่ของรายการที่สนใจ

n แทน จำนวนตัวอย่างทั้งหมด

3.7.1.2 ค่าเฉลี่ย (Mean: $\bar{x}$) โดยคำนวณจากสูตร (ไพศาล วรคำ, 2569, น. 323) ดังนี้

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^{n} x_i}{n} \tag{3-2}$$

เมื่อ $\bar{x}$ แทน ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง

x_i แทน คะแนนของคนที่ i

n แทน จำนวนสมาชิกของกลุ่มตัวอย่าง

3.7.1.3 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) โดยคำนวณจากสูตร (ไพศาล วรคำ, 2569, น. 325) ดังนี้

$$S.D. = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}\left(x_i - \bar{x}\right)^2}{n-1}} \quad (3\text{-}3)$$

เมื่อ $S.D.$ แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง

$\bar{x}$ แทน ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง

x_i แทน คะแนนของคนที่ i

n แทน จำนวนสมาชิกของกลุ่มตัวอย่าง

3.7.2 สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพเครื่องมือ

3.7.2.1 หาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Congruence : IOC) โดยคำนวณจากสูตร (ไพศาล วรคำ. 2565, น. 269) ดังนี้

$$IOC = \frac{\sum R}{n} \quad (3\text{-}4)$$

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้อง

R แทน คะแนนระดับความสอดคล้องที่ผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนประเมินในแต่ละหัวข้อ

n แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญที่ประเมินความสอดคล้องในข้อนั้น

3.7.2.2 การวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ตามกรอบแนวคิดทฤษฎี APOS เรื่อง สถิติ แบบอัตนัย แผนการจัดการเรียนรู้แบบเปิด (open approach) และแบบสอบถามความพึงพอใจของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้วิธีสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาคแบบอิงกลุ่ม (Cronbach's Alpha Coefficient Method) (ไพศาล วรคำ, 2569, น. 288) ดังนี้

$$\alpha = \left[\frac{k}{k-1}\right]\left[1 - \frac{\sum S_i^2}{S_t^2}\right] \quad (3\text{-}5)$$

เมื่อ α แทน สัมประสิทธิ์แอลฟา

k แทน จำนวนข้อคำถามหรือข้อสอบ

S_i^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนข้อที่ i

S_t^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนรวม t

3.7.2.3 การหาค่าอำนาจจำแนก ของแบบทดสอบความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ตามกรอบแนวคิดทฤษฎี APOS เรื่อง สถิติ แบบอัตนัย แผนการจัดการเรียนรู้แบบเปิด (Open Approach) และแบบสอบถามความพึงพอใจของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ คำนวณจากสูตรของวิทนีย์และซาเบอร์แบบอิงกลุ่ม (Whitney & Sabers, 1970) (ไพศาล วรคำ, 2569, น. 308) ดังนี้

$$D = \frac{S_H - S_L}{n\left(X_{\max} - X_{\min}\right)} \tag{3-6}$$

เมื่อ D แทน ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ

S_H แทน ผลรวมของคะแนนในกลุ่มสูง

S_L แทน ผลรวมของคะแนนในกลุ่มต่ำ

n แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มสูงหรือกลุ่มต่ำ

$X_{\max}$ แทน คะแนนสูงสุดในข้อนั้น

$X_{\min}$ แทน คะแนนต่ำสุดในข้อนั้น

3.7.2.4 การค่าความยาก (item difficulty) ของแบบทดสอบความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ตามกรอบแนวคิดทฤษฎี APOS เรื่อง สถิติ แบบอัตนัย แผนการจัดการเรียนรู้แบบเปิด (Open Approach) และแบบสอบถามความพึงพอใจของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ คำนวณจากสูตรของวิทนีย์และซาเบอร์แบบอิงกลุ่ม (Whitney and Sabers, 1970) (ไพศาล วรคำ, 2569, น. 299) ดังนี้

$$p = \frac{S_H + S_L - \left(2nx_{\min}\right)}{2n\left(X_{\max} - X_{\min}\right)} \tag{3-7}$$

เมื่อ p แทน ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ

S_H แทน ผลรวมของคะแนนในกลุ่มสูง

S_L แทน ผลรวมของคะแนนในกลุ่มต่ำ

n แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มสูงหรือกลุ่มต่ำ

$X_{\max}$ แทน คะแนนสูงสุดในข้อนั้น

$X_{\min}$ แทน คะแนนต่ำสุดในข้อนั้น

3.7.3 สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบสมมติฐาน

ผู้วิจัยได้ดำเนินการเปรียบเทียบการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้การพัฒนาระดับความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ตามกรอบแนวคิดทฤษฎี APOS โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิธีแบบเปิด (open approach) ดังนี้

3.7.3.1 สถิติที่ใช้ในการหาประสิทธิภาพ ของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิธีแบบเปิด (Open Approach) เรื่อง สถิติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการใช้ ตามเกณฑ์ 70/70 โดยการหาร้อยละของค่าเฉลี่ยของคะแนนทั้งหมด ที่ได้จากการทำแบบฝึกหัดและใบกิจกรรม ในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (E_1) และหาร้อยละของค่าเฉลี่ยในการสอบด้วยแบบทดสอบความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ตามกรอบแนวคิดทฤษฎี APOS เรื่อง หลักการนับเบื้องต้น แบบอัตนัย หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (E_2) (เผชิญ กิจระการ, 2544, น. 46-51) ดังนี้

$$E_1 = \frac{\frac{\sum X}{N}}{A} \times 100 \qquad (3\text{-}8)$$

เมื่อ E_1 แทน ประสิทธิภาพของกระบวนการ

$\sum X$ แทน คะแนนของใบกิจกรรม และแบบแบบฝึกหัด

A แทน คะแนนเต็มของใบกิจกรรม และแบบแบบฝึกหัด

N แทน จำนวนนักเรียนของกลุ่มตัวอย่าง

$$E_2 = \frac{\frac{\sum X}{N}}{B} \times 100 \qquad (3\text{-}9)$$

เมื่อ E_2 แทน ประสิทธิภาพของผลลัพธ์

$\sum X$ แทน คะแนนของแบบทดสอบความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ หลังเรียน

B แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบความเข้าใจทาคณิตศาสตร์ หลังเรียน

N แทน จำนวนนักเรียนของกลุ่มตัวอย่าง

3.7.4.2 เปรียบเทียบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และระดับความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ตามกรอบแนวคิดทฤษฎี APOS กับเกณฑ์ร้อยละ 70 จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิธีแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC) โดยใช้สถิติทดสอบ t -test กรณีกลุ่มเดียว (One-Sample t -test) (ไพศาล วรคำ, 2569, น. 349) ดังนี้

$$t = \frac{\bar{x} - \mu_0}{S/\sqrt{n}};\ df = n-1 \qquad (3\text{-}10)$$

เมื่อ t แทน ค่าสถิติทดสอบที

$\bar{x}$ แทน ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง

μ_0 แทน ค่าคงที่หรือค่าเฉลี่ยของประชากรที่ต้องการเปรียบเทียบ

S แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง

n แทน ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

บทที่ 4
ผลการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การศึกษามโนทัศน์และความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ตามกรอบทฤษฎี APOS โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเปิด (open approach) ร่วมกับชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัย ตามลำดับหัวข้อต่อไปนี้

1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
2. ลำดับขั้นในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 สัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ระบุสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ ที่ใช้ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อให้ง่ายต่อการศึกษา ดังต่อไปนี้

$\bar{x}$	แทน	ค่าเฉลี่ย
n	แทน	จำนวนนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง
$S.D.$	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน (Standard Deviation)
E_1	แทน	คะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละของนักเรียนทุกคนจากการทำใบกิจกรรม และแบบฝึกหัด คิดเป็นร้อยละ 70
E_2	แทน	คะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละของนักเรียนทุกคนจากการทำแบบทดสอบหลังเรียน คิดเป็นร้อยละ 70
df	แทน	องศาความเป็นอิสระ
t	แทน	สถิติทดสอบ t
$Sig.$	แทน	ระดับนัยสำคัญทางสถิติ
*	แทน	มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4.2 ลำดับขั้นในการเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การพัฒนามโนทัศน์และความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ตามกรอบทฤษฎี APOS โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเปิด (open approach) ร่วมกับชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้วิจัยได้นำเสนอผลการศึกษา มีรายละเอียดดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการพัฒนาจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิธีแบบเปิด (open approach) ร่วมกับชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70

ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ตามกรอบทฤษฎี APOS โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเปิด (open approach) ร่วมกับชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กับเกณฑ์ร้อยละ 70

ตอนที่ 3 ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิธีแบบเปิด (open approach) ร่วมกับชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC)

4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้พัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิธีแบบเปิด (open approach) ร่วมกับชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ส่งเสริมมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70 อีกทั้งศึกษาคะแนนพัฒนาการมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ตามกรอบแนวคิดทฤษฎี APOS โดยใช้การกิจกรรมการเรียนรู้วิธีแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เปรียบเทียบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ตามกรอบแนวคิดทฤษฎี APOS หลังจากได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิธีแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความเข้าใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กับเกณฑ์ร้อยละ 70 และศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิธีแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC) มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ตอนที่ 1 ผลการพัฒนาจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิธีแบบเปิด (open approach) ร่วมกับชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70

ผู้วิจัยศึกษาผลการพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เรียนรู้วิธีแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC) ที่ส่งเสริมมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

และความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ โดยพิจารณาจากคะแนน ระหว่างเรียน และหลังเรียน โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เรียนรู้วิธีแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC) ที่ส่งเสริมมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ที่ได้จากแบบทดสอบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ แบบทดสอบความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ โดยใช้ร้อยละ และคะแนนเก็บระหว่างเรียน และคะแนนสอบหลังเรียน ผู้วิจัยได้นำเสนอ ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70 มีรายละเอียดดังนี้

ผลการพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิธีแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC) มีการวิเคราะห์ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิธีแบบเปิด (Open Approach) ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน และศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ของประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) และประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) เพื่อพิจารณาประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70 (E_1 / E_2) ในการจัด กิจกรรมการเรียนรู้วิธีแบบเปิด (open approach) ร่วมกับชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC) มีรายละเอียด ดังนี้

ขั้นที่ 1 การนำเสนอปัญหาปลายเปิด หมายถึง การเริ่มต้นด้วยการเสนอปัญหาที่ไม่มีคำตอบตายตัว เพื่อกระตุ้นความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนปัญหาควรอยู่ในบริบทที่เชื่อมโยงกับชีวิตจริง เพื่อให้ผู้เรียนเห็นความสำคัญของการแก้ปัญหาครูสามารถใช้คำถามปลายเปิดเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนตั้งสมมติฐาน หรือแสดงความคิดเห็นการตั้งคำถามที่ท้าทายจะช่วยดึงดูดความสนใจและสร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้ผู้เรียนอาจได้รับโอกาสอภิปรายร่วมกันเพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับปัญหานั้น สิ่งสำคัญคือครูต้องกระตุ้นให้เกิดความอยากรู้และพร้อมที่จะสำรวจแนวทางการแก้ปัญหาอาจใช้สื่อการเรียนรู้ เช่น วิดีโอ ภาพ หรือสถานการณ์จำลอง เพื่อกระตุ้นความสนใจครูต้องเน้นให้ผู้เรียนเข้าใจว่าไม่มีคำตอบที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียว (ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ระดับ A)

ขั้นที่ 2 การเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน หมายถึง ขั้นที่ผู้เรียนสำรวจแนวทาง และวิธีการต่าง ๆ ที่อาจนำไปสู่การแก้ปัญหาสามารถใช้การค้นคว้าจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เช่น หนังสือ อินเทอร์เน็ต หรือทดลองปฏิบัติอาจมีการทำงานเป็นกลุ่มเพื่อให้เกิดการแลกเปลี่ยนความคิดและพัฒนาแนวทางร่วมกันครูทำหน้าที่เป็นผู้ชี้แนะและตั้งคำถามเสริม เพื่อให้ผู้เรียนขยายแนวคิดและพิจารณาทางเลือกต่าง ๆ การใช้เครื่องมือช่วย เช่น ซอฟต์แวร์คณิตศาสตร์ หรืออุปกรณ์ทดลองอาจช่วยให้เข้าใจแนวทางได้ดีขึ้นผู้เรียนควรบันทึกวิธีการและแนวทางที่คิดว่าน่าสนใจเพื่อนำไปใช้ในขั้นตอนถัดไปสามารถใช้กระบวนการคิดเชิงระบบหรือ Mind Map ในการจัดลำดับแนวทางการแก้ปัญหา ควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนทดลองแนวคิดหลาย ๆ แบบก่อนเลือกแนวทางที่เหมาะสมที่สุด (ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ระดับ P)

ขั้นที่ 3 การอภิปรายและการเปรียบเทียบทั้งชั้นเรียน หมายถึง ขั้นที่ผู้เรียนวิเคราะห์ผลลัพธ์ที่ได้จากการสืบค้นและเปรียบเทียบแนวทางที่หลากหลาย กระบวนการนี้ช่วยให้เข้าใจ

ว่าหลักการทางคณิตศาสตร์ใดที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา ครูช่วยชี้ให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิดคณิตศาสตร์กับแนวทางที่ผู้เรียนใช้อาจมีการใช้กราฟ ตาราง หรือสมการในการอธิบายแนวคิดและตรวจสอบความถูกต้องผู้เรียนอภิปรายร่วมกัน เพื่อสรุปองค์ความรู้และแนวคิดที่สามารถนำไปใช้ต่อยอดสุดท้าย ผู้เรียนบันทึกข้อสรุปและแนวคิดสำคัญที่ได้จากการแก้ปัญหานี้สามารถให้ผู้เรียนสร้างข้อสรุปเป็นอินโฟกราฟิกหรือสื่อสรุปแนวคิด เพื่อการจดจำที่ง่ายขึ้นการนำเสนอผลการวิเคราะห์ต่อหน้าชั้นเรียนช่วยเสริมทักษะการสื่อสารและการคิดวิเคราะห์ (ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ระดับ O)

ขั้นที่ 4 การสรุปโดยเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เกิดขึ้นในชั้นเรียนหมายถึง ผู้เรียนนำแนวคิดที่สรุปได้ไปใช้แก้ปัญหาในบริบทใหม่ที่มีความซับซ้อนขึ้นปัญหาใหม่นี้ควรมีลักษณะที่ท้าทายและต้องการการประยุกต์ใช้ความรู้ที่เรียนมาครูส่งเสริมให้ผู้เรียนคิดอย่างเป็นระบบและใช้วิธีการที่ได้เรียนรู้มาปรับใช้อาจมีการนำเสนอแนวทางของตนเองต่อเพื่อนร่วมชั้นเพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็นการสะท้อนผลการเรียนรู้ช่วยให้ผู้เรียนเห็นจุดแข็งและจุดที่ต้องพัฒนาเพิ่มเติมสุดท้าย ครูช่วยสรุปบทเรียนและกระตุ้นให้ผู้เรียนตั้งคำถามใหม่เพื่อพัฒนาทักษะต่อไปสามารถออกแบบกิจกรรมให้ผู้เรียนแก้ปัญหาจริงผ่านโครงงานหรือสถานการณ์จำลองการประเมินผลลัพธ์ทั้งจากตนเองและเพื่อนช่วยให้เกิดการเรียนรู้ที่ลุ่มลึกมากขึ้น (ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ระดับ S)

จากเทอม 2/2568 มีกระบวณการชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC) จำนวน 3 วงรอบ คือ **วงรอบที่ 1** วันที่ 18 สิงหาคม 2568 มีรายละเอียด ดังนี้

ตารางที่ 4.1 รายชื่อสมาชิกในทีมที่ร่วม จำนวน 8 คน ได้แก่

ลำดับที่	ชื่อ-สกุล	บทบาทในทีม
1.	นางสาวศิริรัตน์ พิมพ์โกทา	model teacher
2.	นางสาวพรพรรณ นนทะชัย	buddy teacher
3.	นายจตุรงค์ พลมุข	buddy teacher
4.	นายทรงศักดิ์ ชาวไพร	administrator
5.	นายสุรพงษ์ ศรีเศรษฐา	mentor
6.	นางสุพิศ รินทะชัย	mentor
7.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นวพล นนทภา	expert
8.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร รามนรี นนทภา	expert

ตารางที่ 4.2 ปฏิทินการจัดกระบวนการชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพโรงเรียนสารคามพิทยาคม วงรอบที่ 1

ที่	วันที่	คาบ	เวลา	กิจกรรม
1	2 กรกฎาคม 2568	1-4	08.30-12.30	จัดตั้งทีมชุมชนแห่งการเรียนรู้
2	28 กรกฎาคม 2568	1-4	08.30-12.30	กำหนดปัญหาและแนวทางการแก้ปัญหา
3	18 สิงหาคม 2568	1-4	08.30-12.30	ร่วมออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้วงรอบที่ 1
				ร่วมออกแบบและสะท้อนแผนการเรียนรู้วิธีแบบเปิด (Open Approach) วงรอบที่ 1
				ร่วมสะท้อนคิดกิจกรรมการเรียนรู้ก่อนเปิดชั้นเรียนวงรอบที่ 1
				ร่วมสะท้อนคิดหลังเปิดชั้นเรียนวงรอบที่ 1

ตารางที่ 4.3 ผลกระบวณการชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC) วงรอบที่ 1

หัวข้อ	รายละเอียด
แผนการเรียนรู้ที่ 1 ความหมายของคำถามทางสถิติ แผนการเรียนรู้ที่ 2 ประเภทของคำถามทางสถิติ แผนการเรียนรู้ที่ 3 ประเภทของข้อมูลทางสถิติ	ข้อเสนอแนะจากการชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC) Administrator : ให้ครูใช้สถานการณ์ใกล้ตัวและคำถามปลายเปิดเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนสามารถแยกคำถามทางสถิติและไม่ใช่คำถามทางสถิติได้ชัดเจนมากขึ้น พร้อมทั้งส่งเสริมให้นักเรียนอธิบายเหตุผลของคำตอบด้วยภาษาของตนเอง expert : ให้เพิ่มกิจกรรมการอภิปรายและการเปรียบเทียบคำตอบของนักเรียน เพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนแนวคิด และสามารถจำแนกประเภทของคำถามทางสถิติได้ถูกต้องมากขึ้น mentor : ใช้ตัวอย่างข้อมูลจากชีวิตประจำวันของนักเรียนและเพิ่มกิจกรรมที่ให้นักเรียนฝึกจำแนกประเภทของข้อมูล เพื่อช่วยให้นักเรียนเชื่อมโยงความรู้และสามารถนำไปใช้ในสถานการณ์จริง

(ต่อ)

ตาราง 4.3 (ต่อ)

หัวข้อ	รายละเอียด
จรรยาบรรณวิชาชีพ	จรรยาบรรณต่อตนเอง ครูมีวินัย ตรงต่อเวลา และพัฒนาตนเองในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง จรรยาบรรณต่อวิชาชีพ ครูปฏิบัติหน้าที่ด้วยความรับผิดชอบ ซื่อสัตย์สุจริต และยึดมั่นในวิชาชีพครู จรรยาบรรณต่อผู้รับบริการ ครูเอาใจใส่นักเรียน เปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความคิดเห็น และปฏิบัติต่อนักเรียนอย่างเท่าเทียม จรรยาบรรณต่อผู้ร่วมประกอบวิชาชีพ ครูแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ร่วมวางแผน และสะท้อนผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมกับสมาชิก PLC จรรยาบรรณต่อสังคม ครูจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้
ผลของการจัดการเรียนรู้	ครู - ใช้คำถามปลายเปิดและสถานการณ์ใกล้ตัวของนักเรียนเพื่อกระตุ้นการคิด - ส่งเสริมการอภิปรายภายในชั้นเรียน เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็น อธิบายเหตุผล และนำเสนอแนวคิดของตนเองหน้าชั้นเรียน - สามารถปรับกิจกรรมการเรียนรู้ตามข้อเสนอแนะของสมาชิก PLC เพื่อพัฒนาการจัดกิจกรรมให้สอดคล้องกับความแตกต่างระหว่างบุคคลของนักเรียนมากยิ่งขึ้น

(ต่อ)

ตาราง 4.3 (ต่อ)

หัวข้อ	รายละเอียด
	นักเรียน - สามารถอธิบายความหมายของคำถามทางสถิติ จำแนกประเภทของคำถามทางสถิติ และจำแนกประเภทของข้อมูลทางสถิติได้ถูกต้องมากขึ้น - กล้าแสดงความคิดเห็นและร่วมอภิปรายกับเพื่อนภายในชั้นเรียน - สามารถอธิบายเหตุผลของคำตอบด้วยภาษาของตนเอง - เริ่มเชื่อมโยงความรู้ทางสถิติกับสถานการณ์ในชีวิตประจำวันได้ - สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่น แลกเปลี่ยนแนวคิด และสรุปองค์ความรู้ร่วมกันภายในกลุ่มได้ดีขึ้น

วงรอบที่ 2 วันที่ 12 พฤศจิกายน 2568 มีรายละเอียด ดังนี้

ตารางที่ 4.4 ปฏิทินการจัดกระบวนการชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพโรงเรียนสารคามพิทยาคม วงรอบที่ 2

ที่	วันที่	คาบ	เวลา	กิจกรรม
1	5 ตุลาคม 2568	1-4	08.30-12.30	จัดตั้งทีมชุมชนแห่งการเรียนรู้
2	25 ตุลาคม 2568	1-4	08.30-12.30	กำหนดปัญหาและแนวทางการแก้ปัญหา
3	12 พฤศจิกายน 2568	1-4	08.30-12.30	ร่วมออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้วงรอบที่ 2
				ร่วมออกแบบและสะท้อนแผนการเรียนรู้วิธีแบบเปิด (Open Approach) วงรอบที่ 2
				ร่วมสะท้อนคิดกิจกรรมการเรียนรู้ก่อนเปิดชั้นเรียนวงรอบที่ 2
				ร่วมสะท้อนคิดหลังเปิดชั้นเรียนวงรอบที่ 2

ตาราง 4.5 ผลกระบวณการชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC) วงรอบที่ 2

หัวข้อ	รายละเอียด
แผนการเรียนรู้ที่ 4 การเก็บรวบรวมข้อมูล	ข้อเสนอแนะจากการชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC) buddy teacher : ใช้กิจกรรมสำรวจข้อมูลจริงภายในห้องเรียน เช่น การสำรวจอาหารที่นักเรียนชอบ วิธีการเดินทางมาโรงเรียน หรือกิจกรรมยามว่าง เพื่อให้นักเรียน

(ต่อ)

ตาราง 4.5 (ต่อ)

หัวข้อ	รายละเอียด
แผนการเรียนรู้ที่ 5 การนำเสนอและการแปลความหมายข้อมูลด้วยแผนภูมิรูปภาพ แผนการเรียนรู้ที่ 6 การนำเสนอและการแปลความหมายข้อมูลด้วยแผนภูมิแท่ง แผนการเรียนรู้ที่ 7 การนำเสนอและการแปลความหมายข้อมูลด้วยกราฟเส้น	ได้ฝึกเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง และเข้าใจขั้นตอนการเก็บข้อมูล administrator : ควรเพิ่มคำถามกระตุ้นให้นักเรียนอธิบายเหตุผลในการเลือกวิธีการเก็บข้อมูลของตนเอง buddy teacher : ให้ครูใช้ภาพ สัญลักษณ์ และข้อมูลที่นักเรียนพบเห็นในชีวิตประจำวัน เพื่อช่วยให้นักเรียนอ่านและเปรียบเทียบข้อมูลจากแผนภูมิรูปภาพได้ง่ายขึ้น mentor : เพิ่มสถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน เช่น การวิเคราะห์ข้อมูลการซื้อขาย รายรับ–รายจ่าย หรือกำไร–ขาดทุน เพื่อให้นักเรียนได้ฝึกอ่าน วิเคราะห์ และเปรียบเทียบข้อมูลจากแผนภูมิแท่ง สามารถเชื่อมโยงข้อมูลเพื่อนำไปอธิบายเหตุผลของคำตอบได้ expert : ใช้ข้อมูลที่มีการเปลี่ยนแปลงตามช่วงเวลา เช่น อุณหภูมิ ปริมาณน้ำฝน หรือยอดขายสินค้า เพื่อให้นักเรียนสามารถสังเกตแนวโน้มของข้อมูลจากกราฟเส้น expert : เพิ่มกิจกรรมอภิปรายและการถามตอบระหว่างเรียน เพื่อให้นักเรียนสามารถอธิบายข้อมูลด้วย
จรรยาบรรณวิชาชีพ	จรรยาบรรณต่อตนเอง ครูเตรียมแผนการจัดกิจกรรม สื่อ และอุปกรณ์การเรียนรู้อย่างเหมาะสม รวมทั้งศึกษาวิธีการจัดกิจกรรมแบบเปิดเพิ่มเติมเพื่อพัฒนาตนเองอย่างต่อเนื่อง จรรยาบรรณต่อวิชาชีพ ครูปฏิบัติหน้าที่ด้วยความรับผิดชอบ มีความตั้งใจในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และนำข้อเสนอแนะจากสมาชิก PLC มาปรับปรุงการสอนในแต่ละวงรอบ

(ต่อ)

ตาราง 4.5 (ต่อ)

หัวข้อ	รายละเอียด
	จรรยาบรรณต่อผู้รับบริการ ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนทุกคนมีส่วนร่วมในการตอบคำถาม อภิปราย และนำเสนอความคิดเห็น พร้อมทั้งให้คำแนะนำระหว่างการทำกิจกรรมอย่างใกล้ชิด จรรยาบรรณต่อผู้ร่วมประกอบวิชาชีพ ร่วมวางแผน สังเกตชั้นเรียน และสะท้อนผลการจัดกิจกรรมร่วมกับสมาชิก PLC เพื่อแลกเปลี่ยนแนวคิดและพัฒนาการจัดการเรียนรู้ร่วมกัน จรรยาบรรณต่อสังคม ส่งเสริมให้นักเรียนนำความรู้ทางสถิติไปใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลและตัดสินใจในสถานการณ์ต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันได้อย่างเหมาะสม
ผลของการจัดการเรียนรู้	ครู - ใช้คำถามปลายเปิดกระตุ้นให้นักเรียน - อธิบายเหตุผล เช่น “เพราะเหตุใด - ข้อมูลนี้จึงมากกว่า” หรือ “นักเรียน - สังเกตอะไรจากกราฟนี้” - เปิดโอกาสให้นักเรียนออกมานำเสนอวิธี - คิดหน้าชั้นเรียน และร่วมอภิปราย - เปรียบเทียบคำตอบกับเพื่อน - ปรับกิจกรรมตามข้อเสนอแนะของ - สมาชิก PLC โดยเพิ่มสถานการณ์ที่ - นักเรียนพบเห็นจริง และเพิ่มคำถามที่ - ส่งเสริมการคิดวิเคราะห์มากขึ้น

(ต่อ)

ตาราง 4.5 (ต่อ)

หัวข้อ	รายละเอียด
	นักเรียน - สามารถเก็บรวบรวมข้อมูลจากเพื่อนในห้องเรียนและบันทึกข้อมูลได้ถูกต้อง - สามารถอ่านค่าจากแผนภูมิรูปภาพ แผนภูมิแท่ง และกราฟเส้นเพื่อนำมาเปรียบเทียบและอธิบายข้อมูลได้ - บางส่วนสามารถอธิบายแนวโน้มของข้อมูลจากกราฟเส้น หรือเปรียบเทียบข้อมูลจากแผนภูมิแท่งด้วยภาษาของตนเองได้ - กล้าแสดงความคิดเห็น ซักถาม และร่วมอภิปรายกับเพื่อนภายในกลุ่มมากขึ้น - สามารถเชื่อมโยงข้อมูลทางสถิติกับสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน เช่น การวิเคราะห์ยอดขาย หรือการเปรียบเทียบข้อมูลในแต่ละช่วงเวลาได้

วงรอบที่ 3 วันที่ 24 กุมภาพันธ์ 2569 มีรายละเอียด ดังนี้

ตารางที่ 4.6 ปฏิทินการจัดกระบวนการชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพโรงเรียนสารคามพิทยาคม วงรอบที่ 3

ที่	วันที่	คาบ	เวลา	กิจกรรม
1	2 มกราคม 2569	1-4	08.30-12.30	จัดตั้งทีมชุมชนแห่งการเรียนรู้
2	23 มกราคม 2569	1-4	08.30-12.30	กำหนดปัญหาและแนวทางการแก้ปัญหา
3	24 กุมภาพันธ์ 2569	1-4	08.30-12.30	ร่วมออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้วงรอบที่ 3
				ร่วมออกแบบและสะท้อนแผนการเรียนรู้วิธีแบบเปิด (Open Approach) วงรอบที่ 3
				ร่วมสะท้อนคิดกิจกรรมการเรียนรู้ก่อนเปิดชั้นเรียนวงรอบที่ 3
				ร่วมสะท้อนคิดหลังเปิดชั้นเรียนวงรอบที่ 3

ตาราง 4.6 ผลกระบวณการชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC) วงรอบที่ 3

หัวข้อ	รายละเอียด
แผนการเรียนรู้ที่ 8 การนำเสนอและการแปลความหมายข้อมูลด้วยแผนภูมิรูปวงกลม (1) แผนการเรียนรู้ที่ 9 การนำเสนอและการแปลความหมายข้อมูลด้วยแผนภูมิรูปวงกลม (2)	ข้อเสนอแนะจากการชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC) buddy teacher : ให้ครูใช้กิจกรรมคาดเดาเชิงสัดส่วนจากสถานการณ์ใกล้ตัวของนักเรียน เช่น ประเภทอาหารที่ชอบ หรือกิจกรรมหลังเลิกเรียน เพื่อให้นักเรียนฝึกสังเกต เปรียบเทียบ และแปลความหมายข้อมูลจากสัดส่วนของข้อมูลก่อนเรียนรู้แผนภูมิรูปวงกลม mentor : ควรเพิ่มคำถามปลายเปิดเพื่อให้นักเรียนอธิบายเหตุผลและแลกเปลี่ยนแนวคิดร่วมกันภายในชั้นเรียน expert : นักเรียนเริ่มเข้าใจการอ่านข้อมูลจากแผนภูมิรูปวงกลมจึงเสนอให้เพิ่มกิจกรรมที่เน้นการคำนวณร้อยละและมุมที่จุดศูนย์กลาง รวมถึงการวิเคราะห์ข้อมูลจากสถานการณ์จริง เช่น ค่าใช้จ่ายในชีวิตประจำวัน หรือการใช้เวลาในการทำกิจกรรมต่าง ๆ
จรรยาบรรณวิชาชีพ	จรรยาบรรณต่อตนเอง ครูเตรียมตัวอย่างข้อมูล แผนภูมิ และใบกิจกรรมที่หลากหลาย เพื่อช่วยให้นักเรียนมองเห็นความสัมพันธ์ของสัดส่วน ร้อยละ และพื้นที่ในแผนภูมิรูปวงกลมได้ชัดเจนมากขึ้น จรรยาบรรณต่อวิชาชีพ ครูนำข้อเสนอแนะจากสมาชิก PLC มาปรับกิจกรรม โดยเพิ่มสถานการณ์จริงและคำถามกระตุ้นการคิด เพื่อช่วยให้นักเรียนอธิบายเหตุผลได้ละเอียดขึ้น

(ต่อ)

ตาราง 4.6 (ต่อ)

หัวข้อ	รายละเอียด
	จรรยาบรรณต่อผู้รับบริการ ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนทุกคนได้คาดเดา อธิบาย และนำเสนอวิธีคิดของตนเอง พร้อมทั้งให้คำแนะนำระหว่างการคำนวณร้อยละและมุมอย่างใกล้ชิด จรรยาบรรณต่อผู้ร่วมประกอบวิชาชีพ ครูร่วมสะท้อนผลการจัดกิจกรรมกับสมาชิก PLC โดยแลกเปลี่ยนแนวทางในการช่วยให้นักเรียนเข้าใจการแปลความหมายข้อมูลจากแผนภูมิรูปวงกลมได้ชัดเจนมากขึ้น จรรยาบรรณต่อสังคม ครูส่งเสริมให้นักเรียนนำความรู้เรื่องร้อยละและแผนภูมิรูปวงกลมไปใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลใกล้ตัว เช่น การใช้จ่ายเงินและการใช้เวลาในชีวิตประจำวัน
ผลของการจัดการเรียนรู้	ครู - ใช้กิจกรรมคาดเดาสัดส่วนข้อมูลเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเชื่อมโยง “จำนวนข้อมูล” กับ “พื้นที่ในแผนภูมิรูปวงกลม” - ใช้คำถามกระตุ้นการคิด เช่น “เพราะเหตุใดส่วนนี้จึงมีพื้นที่มากกว่า” และ “ถ้าจำนวนข้อมูลเพิ่มขึ้น มุมจะเปลี่ยนอย่างไร” เพื่อให้นักเรียนอธิบายเหตุผลของตนเอง - ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนออกมานำเสนอวิธีคำนวณร้อยละและมุมที่จุดศูนย์กลางหน้าชั้นเรียน นักเรียน - สามารถอ่านและเปรียบเทียบสัดส่วนของข้อมูลจากแผนภูมิรูปวงกลมได้ถูกต้องมากขึ้น - สามารถคำนวณร้อยละและมุมที่จุดศูนย์กลางของข้อมูลแต่ละส่วนได้จากสูตรที่กำหนด - บางส่วนสามารถอธิบายได้ว่า ข้อมูลที่มีจำนวนมากจะมีพื้นที่และมุมในแผนภูมิรูปวงกลมมากกว่าข้อมูลส่วนอื่น -

(ต่อ)

ตาราง 4.6 (ต่อ)

หัวข้อ	รายละเอียด
	- อธิบายเหตุผล ซักถาม และอภิปรายร่วมกับเพื่อนภายในกลุ่มมากขึ้น - สามารถเชื่อมโยงการใช้ร้อยละและแผนภูมิรูปวงกลมกับสถานการณ์จริง เช่น การวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายหรือการใช้เวลาในแต่ละวันได้

ผลการสะท้อนแผนการจัดการเรียนรู้การสอนร่วมกัน และการนำผลการสะท้อนมาปรับใช้ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 10 เรื่อง การนำความรู้เกี่ยวกับสถิติไปใช้ในชีวิตประจำวัน

จากการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมกับชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพ (PLC) ทั้ง 3 วงรอบ พบว่า นักเรียนมีพัฒนาการด้านมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความเข้าใจทางคณิตศาสตร์เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ในวงรอบที่ 1 สมาชิก PLC สะท้อนว่า นักเรียนยังสับสนระหว่างคำถามทางสถิติและคำถามทั่วไป รวมทั้งยังไม่สามารถอธิบายเหตุผลของคำตอบได้ชัดเจน ผู้วิจัยจึงปรับกิจกรรมโดยเพิ่มคำถามปลายเปิดและเปิดโอกาสให้นักเรียนอภิปรายร่วมกันมากขึ้น ต่อมาในวงรอบที่ 2 พบว่า นักเรียนสามารถอ่านและแปลความหมายข้อมูลจากแผนภูมิต่าง ๆ ได้ดีขึ้น แต่ยังไม่สามารถเชื่อมโยงข้อมูลเพื่ออธิบายหรือวิเคราะห์สถานการณ์ได้อย่างชัดเจน สมาชิก PLC จึงเสนอให้เพิ่มกิจกรรมที่ใช้สถานการณ์ใกล้ตัว และให้นักเรียนฝึกอธิบายเหตุผลด้วยภาษาของตนเองมากขึ้น ในวงรอบที่ 3 พบว่า นักเรียนเริ่มสามารถคำนวณ วิเคราะห์ และแปลความหมายข้อมูลจากแผนภูมิรูปวงกลมได้ แต่บางส่วนยังไม่สามารถนำความรู้ทางสถิติไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างเหมาะสม สมาชิก PLC จึงเสนอให้เพิ่มกิจกรรมที่เชื่อมโยงกับสถานการณ์จริง เช่น การวางแผนการออม การใช้จ่ายเงิน และการตัดสินใจจากข้อมูลทางสถิติ

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงนำข้อเสนอแนะจากการสะท้อนผลร่วมกับสมาชิก PLC ทั้ง 3 วงรอบ มาปรับใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 10 เรื่อง การนำความรู้เกี่ยวกับสถิติไปใช้ในชีวิตประจำวัน ดังนี้

- เพิ่มสถานการณ์ใกล้ตัวนักเรียน เช่น การวางแผนการออม การใช้จ่ายเงิน และการตัดสินใจเลือกซื้อสินค้า เพื่อให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ทางสถิติกับชีวิตประจำวันได้ชัดเจนมากขึ้น
- เพิ่มคำถามปลายเปิดที่กระตุ้นให้นักเรียนอธิบายเหตุผล วิเคราะห์ข้อมูล และเลือกใช้รูปแบบการนำเสนอข้อมูลที่เหมาะสมกับสถานการณ์
- เปิดโอกาสให้นักเรียนอภิปราย แลกเปลี่ยนแนวคิด และอธิบายวิธีคิดของตนเองร่วมกับเพื่อนภายในกลุ่มและหน้าชั้นเรียน

- ปรับใบกิจกรรมให้เน้นการวิเคราะห์ข้อมูลจากสถานการณ์จริงมากขึ้น เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนสามารถอ่าน แปลความหมาย และนำข้อมูลไปใช้ในการตัดสินใจได้
- ส่งเสริมให้นักเรียนเชื่อมโยงความรู้เรื่องแผนภูมิรูปภาพ แผนภูมิแท่ง กราฟเส้น และแผนภูมิรูปวงกลม มาใช้ร่วมกันในการวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปแนวคิดได้อย่างเหมาะสม

การศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ของประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) และประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) เพื่อพิจารณาประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70 (E_1 / E_2) ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิธีแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC) ผลการวิเคราะห์นำเสนอโดยใช้คะแนนเฉลี่ย ร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70 (E_1 / E_2) ของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิธีแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC) ปรากฏดังตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.7 ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิธีแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

	คะแนนระหว่างเรียน E_1	ทดสอบหลังเรียน E_2		รวม (70)
	ใบกิจกรรม (100)	แบบทดสอบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ (30)	แบบทดสอบความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ (40)	
$\bar{x}$	74.45	22.5	30.10	52.6
$S.D.$	5.94	4.50	4.22	7.35
ร้อยละ	74.45	75	75.25	75.14
(E_1 / E_2) เท่ากับ 74.45/75.14				

จากตารางที่ 4.7 พบว่า คะแนนระหว่างเรียนทั้งหมด 100 คะแนน โดยคะแนนเฉลี่ยระหว่างเรียน คิดจากใบกิจกรรมของนักเรียนที่เก็บระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ตามแผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 10 แผน แผนละ 10 คะแนน จะเห็นว่า คะแนนใบกิจกรรม มีค่าเฉลี่ย 74.45 คิดเป็นร้อยละ 74.45 ($S.D.$ =5.94) นั่นคือ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิธีแบบเปิด (open approach) ร่วมกับชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC) มีประสิทธิภาพ กระบวนการ (E_1) เท่ากับ 74.45 และคะแนนทดสอบหลังเรียนได้จากการทำแบบทดสอบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ คิดจากคะแนนเต็ม 30 คะแนน จะเห็นว่า คะแนนทดสอบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์มีค่าเฉลี่ย 22.5 คิดเป็นร้อยละ 75 และ แบบทดสอบความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ คิดจากคะแนนเต็ม 40 คะแนน จะเห็นว่า คะแนนทดสอบความเข้าใจ

ทางคณิตศาสตร์มีค่าเฉลี่ย 30.10 คิดเป็นร้อยละ 75.25 นั้นคือประสิทธิภาพด้านผลลัพธ์ (E_2) เท่ากับ 75.14 ($S.D.$ =7.35) ดังนั้น การจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิธีแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC) มีประสิทธิภาพ (E_1 / E_2) เท่ากับ 74.45/75.14

จากผลการพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC) เพื่อส่งเสริมมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า นักเรียนมีพัฒนาการด้านมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ดีขึ้นตามลำดับของการจัดกิจกรรมในแต่ละวงรอบ ในวงรอบที่ 1 นักเรียนส่วนใหญ่สามารถตอบคำถามและทำกิจกรรมตามสถานการณ์ที่กำหนดได้ แต่ยังไม่สามารถอธิบายเหตุผลหรือเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้อย่างชัดเจน อีกทั้งยังไม่ค่อยกล้าแสดงความคิดเห็น สมาชิก PLC จึงร่วมกันสะท้อนผลการจัดกิจกรรมและเสนอแนวทางในการปรับแผนการจัดการเรียนรู้ โดยเพิ่มคำถามปลายเปิด ใช้สถานการณ์ใกล้ตัวนักเรียน และเปิดโอกาสให้นักเรียนได้อภิปรายร่วมกันมากขึ้น ต่อมาในวงรอบที่ 2 นักเรียนเริ่มสามารถอธิบายแนวคิดของตนเอง เปรียบเทียบข้อมูล และแปลความหมายข้อมูลจากแผนภูมิต่าง ๆ ได้ดีขึ้น รวมทั้งกล้าแสดงความคิดเห็นและแลกเปลี่ยนแนวคิดร่วมกับเพื่อนมากขึ้น อย่างไรก็ตาม นักเรียนบางส่วนยังไม่สามารถเชื่อมโยงข้อมูลเพื่อนำไปใช้ในการวิเคราะห์สถานการณ์หรืออธิบายเหตุผลได้อย่างชัดเจน สมาชิก PLC จึงร่วมกันปรับกิจกรรม โดยเพิ่มใบกิจกรรมที่เน้นการคิดวิเคราะห์ การใช้ข้อมูลจากสถานการณ์จริง และการอธิบายเหตุผลด้วยภาษาของตนเอง ในวงรอบที่ 3 นักเรียนสามารถอ่านวิเคราะห์ และเชื่อมโยงข้อมูลจากสถานการณ์จริงได้ดีขึ้น สามารถเลือกใช้รูปแบบการนำเสนอข้อมูลได้เหมาะสมกับลักษณะของข้อมูล อภิปรายและเปรียบเทียบแนวคิดร่วมกับเพื่อนได้ รวมทั้งสามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างเหมาะสม สะท้อนให้เห็นว่านักเรียนเกิดการพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ตามกรอบทฤษฎี APOS นอกจากนี้ กระบวนการ PLC ยังช่วยให้ครูผู้สอนได้ร่วมกันวางแผน ออกแบบกิจกรรม สังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน และสะท้อนผลการจัดกิจกรรมอย่างต่อเนื่อง เพื่อนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับผู้เรียนมากยิ่งขึ้น จนเกิดการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ที่มีความสมบูรณ์และสอดคล้องกับบริบทของผู้เรียน โดยเฉพาะแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 10 ซึ่งเป็นแผนที่มีการนำข้อค้นพบจากทั้ง 3 วงรอบมาปรับใช้ ทั้งด้านคำถามปลายเปิด ใบกิจกรรมสถานการณ์ใกล้ตัว และการอภิปรายภายในชั้นเรียน ส่งผลให้นักเรียนสามารถคิดวิเคราะห์ อธิบายเหตุผล และเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ในชีวิตประจำวันได้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น

จากการศึกษาสามารถสรุปได้ว่า การพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิธีแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC) ที่ส่งเสริมมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70

พบว่า คะแนนเฉลี่ยระหว่างเรียนที่ได้จากการทำใบกิจกรรม เรื่อง สถิติ เท่ากับ 74.45 คิดเป็น ร้อยละ 74.45 นั่นคือการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิธีแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC) ที่ส่งเสริมความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ มีประสิทธิภาพกระบวนการ (E_1) เท่ากับ 74.45 และนักเรียนได้คะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เท่ากับ 22.25 คิดเป็นร้อยละ 75 และคะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบความเข้าใจทางคณิตศาสตร์เท่ากับ 30.10 คิดเป็นร้อยละ 75.25 นั้นคือประสิทธิภาพด้านผลลัพธ์ (E_2) เท่ากับ 75.14 ดังนั้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิธีแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC) ที่ส่งเสริมมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ จึงมีประสิทธิภาพ 74.45/75.14 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ และการพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิธีแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC) ที่ส่งเสริมมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง สถิติ ทำให้เห็นได้ ว่านักเรียนมีความรู้ที่เพิ่มมากขึ้น ไม่ว่าจะเป็นการเข้าใจถึงรูปแบบหรือหลักการทางคณิตศาสตร์และในศาสตร์ต่าง ๆ จากสถานการณ์ในชีวิตจริงที่อยู่รอบตัว สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในสาขาวิชาต่าง ๆ ได้ สามารถที่จะคาดคะเนของสิ่งที่จะเกิดขึ้นได้ สามารถที่จะวางแผนการทำงาน สามารถสร้างองค์ความรู้ใหม่ขึ้นมาได้อย่างเป็นระบบทำให้นักเรียนยอมรับและรับฟังความคิดเห็นของกันและกันภายในกลุ่ม และสร้างสัมพันธ์ภาพที่ดีระหว่าง ผู้เรียนกับผู้เรียน และผู้เรียนกับผู้สอนได้เป็นอย่างดี

ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ตามกรอบทฤษฎี APOS โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเปิด (open approach) ร่วมกับชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กับเกณฑ์ร้อยละ 70

ผู้วิจัยศึกษาการเปรียบเทียบผลความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ตามกรอบแนวคิดทฤษฎี APOS ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังจากได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิธีแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กับเกณฑ์ร้อยละ 70 พิจารณาจากการทำแบบการทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และวัดความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังจากได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิธีแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC) โดยผู้วิจัยได้ นำเสนอผลการวิเคราะห์มีรายละเอียดดังนี้

การเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ตามกรอบแนวคิดทฤษฎี APOS ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังจากได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิธีแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับ ชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC) กับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยมีรายละเอียดดังนี้

ผลการวิเคราะห์ผลคะแนนเฉลี่ยแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ และผลคะแนนเฉลี่ยความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ที่ใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิธีแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับ ชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC) โดยใช้สถิติทดสอบที กรณีกลุ่มเดียว (One-Sample t -test) ปรากฏดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.8 ผลการเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ตามกรอบแนวคิดทฤษฎี APOS ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังจากได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิธีแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC) กับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้สถิติทดสอบที กรณีกลุ่มเดียว (One-Sample t -test) นำเสนอโดยใช้ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าองศาอิสระ ค่าสถิติ และระดับนัยสำคัญทางสถิติ

กิจกรรมการเรียนรู้วิธีแบบเปิด (open approach) ร่วมกับชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC)	n	$\bar{x}$	$S.D.$	df	t	$Sig.$
มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์	40	22.50	4.50	39	2.11	.042*
ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์	40	30.10	4.22	39	3.15	.003*

หมายเหตุ. * มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 4.8 พบว่า ผลการเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ตามกรอบแนวคิดทฤษฎี APOS หลังจากได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิธีแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC) สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 มีคะแนนเฉลี่ย 22.5 ร้อยละ 75 และผลการเปรียบเทียบความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ตามกรอบแนวคิดทฤษฎี APOS หลังจากได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิธีแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC) สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 มีคะแนนเฉลี่ย 30.10 ร้อยละ 75.25

ผลการเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และผลการเปรียบเทียบความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ กับเกณฑ์ร้อยละ 70 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิธีแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC) พบว่า ผลการเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิธีแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC) สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 มีคะแนนเฉลี่ย 22.5 ร้อยละ 75 ซึ่งแสดงให้เห็นว่านักเรียนมีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับสูง และผลการเปรียบเทียบความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิธีแบบเปิด (Open Approach)

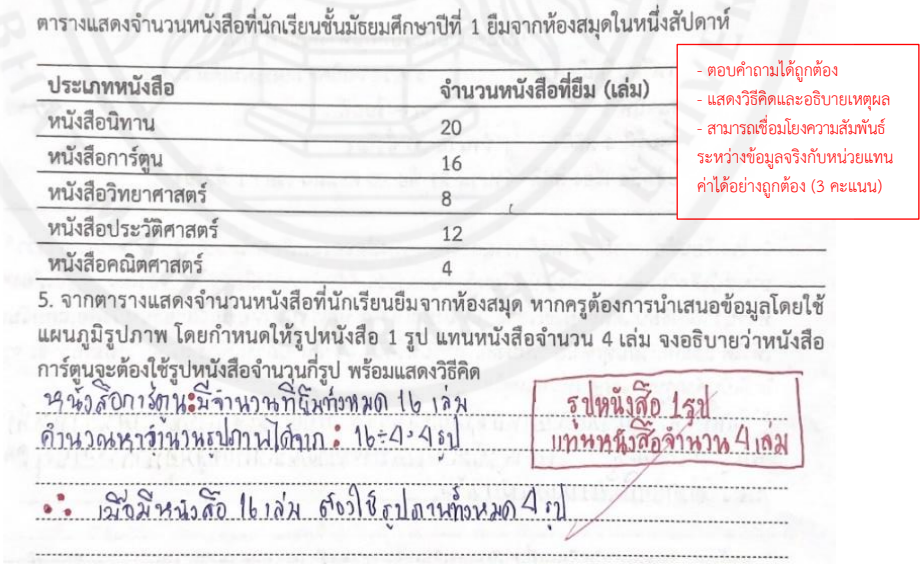
ร่วมกับชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC) สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 มีคะแนนเฉลี่ย 30.10 ร้อยละ 75.25 ซึ่งแสดงให้เห็นว่านักเรียนมีความเข้าใจทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับที่ดีขึ้น โดยมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ หลังการได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิธีแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC) สามารถจำแนกนักเรียนได้ดังตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9 จำนวนนักเรียนจำแนกตามระดับมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

ระดับคะแนน	ระดับมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์	จำนวนนักเรียน	ร้อยละ
21-30	สูง	29	72.5
15-20	ปานกลาง	9	22.5
0-14	ต่ำ	2	5

จากตาราง 4.9 พบว่า นักเรียนมีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ในระดับสูง (21-30) จำนวน 29 คน คิดเป็นร้อยละ 72.5 นักเรียนมีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ในระดับปานกลาง (15-20) จำนวน 9 คน คิดเป็นร้อยละ 22.5 และนักเรียนมีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ในระดับปานกลาง (0-14) จำนวน 2 คน คิดเป็นร้อยละ 5

ภาพที่ 4.1 ตัวอย่างงานเขียน แบบทดสอบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ในระดับสูง มีรายละเอียดดังนี้



ตารางแสดงจำนวนหนังสือที่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ยืมจากห้องสมุดในหนึ่งสัปดาห์

ประเภทหนังสือ	จำนวนหนังสือที่ยืม (เล่ม)
หนังสือนิทาน	20
หนังสือการ์ตูน	16
หนังสือวิทยาศาสตร์	8
หนังสือประวัติศาสตร์	12
หนังสือคณิตศาสตร์	4

- ตอบคำถามได้ถูกต้อง
- แสดงวิธีคิดและอธิบายเหตุผล
- สามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลจริงกับหน่วยแทนค่าได้อย่างถูกต้อง (3 คะแนน)

5. จากตารางแสดงจำนวนหนังสือที่นักเรียนยืมจากห้องสมุด หากครูต้องการนำเสนอข้อมูลโดยใช้แผนภูมิรูปภาพ โดยกำหนดให้รูปหนังสือ 1 รูป แทนหนังสือจำนวน 4 เล่ม จงอธิบายว่าหนังสือการ์ตูนจะต้องใช้รูปหนังสือจำนวนกี่รูป พร้อมแสดงวิธีคิด

หนังสือการ์ตูนมีจำนวนที่ยืมทั้งหมด 16 เล่ม

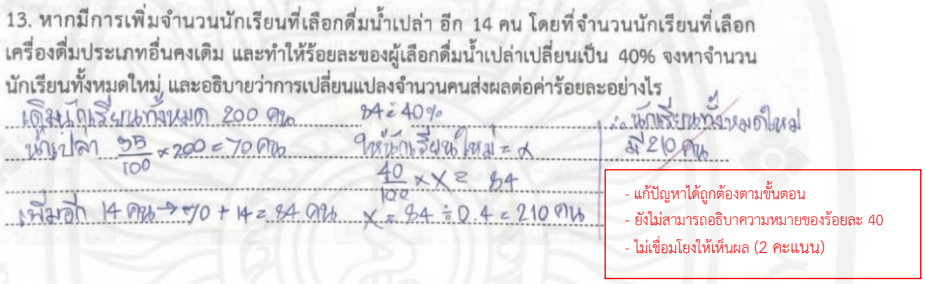
ดังนั้นหาจำนวนรูปภาพได้จาก : 16÷4 = 4 รูป

∴ เมื่อมีหนังสือ 16 เล่ม ต้องใช้รูปภาพทั้งหมด 4 รูป

รูปหนังสือ 1 รูป แทนหนังสือจำนวน 4 เล่ม

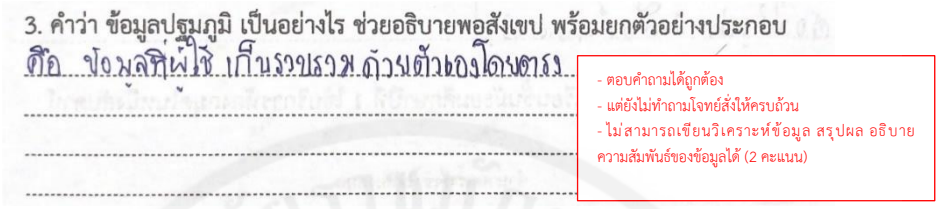
จากภาพที่ 4.1 พบว่า นักเรียนสามารถตอบคำถามได้ถูกต้อง โดยแสดงความเข้าใจว่ารูปหนังสือ 1 รูป แทนจำนวนหนังสือ 4 เล่ม และสามารถนำข้อมูลจำนวนหนังสือวิทยาศาสตร์ 8 เล่ม มาหาความสัมพันธ์ด้วยวิธี 8 ÷ 4 = 2 เพื่อสรุปว่าต้องใช้รูปหนังสือ 2 รูปในการนำเสนอข้อมูล แสดงให้เห็นว่านักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับการแปลงข้อมูลจากตารางไปสู่แผนภูมิรูปภาพ สามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลจริงกับหน่วยแทนค่าได้อย่างถูกต้อง และแสดงวิธีคิดและอธิบายเหตุผล สะท้อนให้เห็นว่านักเรียนไม่ได้เพียงจดจำขั้นตอนการแก้ปัญหา แต่สามารถสร้างความเข้าใจเชิงมโนทัศน์เกี่ยวกับการนำเสนอข้อมูลและนำความรู้มาใช้ในการให้เหตุผลได้อย่างสมเหตุสมผล จึงจัดอยู่ในระดับสูง ได้รับ 3 คะแนน จากคะแนนเต็ม 3 คะแนน

ภาพที่ 4.2 ตัวอย่างงานเขียน แบบทดสอบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนมีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ในระดับปานกลาง มีรายละเอียดดังนี้



จากภาพที่ 4.2 พบว่า นักเรียนสามารถแก้ปัญหาตามขั้นตอนที่คุ้นเคย และอาศัยการตั้งสมการพื้นฐาน เช่น การใช้ $\frac{40}{100} \cdot X = 84$ เมื่อ X แทนจำนวนนักเรียนใหม่ จึงสรุปได้ว่า นักเรียนมีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ในระดับปานกลาง เนื่องจากสามารถแก้ปัญหาได้ถูกต้องตามขั้นตอน และมีความเข้าใจในหลักการพื้นฐานของร้อยละ โดยยังไม่สามารถอธิบายความหมายของร้อยละ 40 ในเชิงความสัมพันธ์กับจำนวนนักเรียนทั้งหมด รวมทั้งยังไม่เชื่อมโยงให้เห็นผลของการเพิ่มจำนวนนักเรียนที่เลือกดื่มน้ำเปล่าต่อการเปลี่ยนแปลงของสัดส่วนและร้อยละได้อย่างชัดเจน จึงสะท้อนว่านักเรียนมีความเข้าใจแนวคิดพื้นฐานและสามารถดำเนินการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง แต่การอธิบายความสัมพันธ์เชิงมโนทัศน์ยังไม่สมบูรณ์ จัดอยู่ในระดับปานกลาง ได้รับ 2 คะแนน จากคะแนนเต็ม 3 คะแนน

ภาพที่ 4.3 ตัวอย่างงานเขียน แบบทดสอบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนมีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ในระดับต่ำ มีรายละเอียดดังนี้

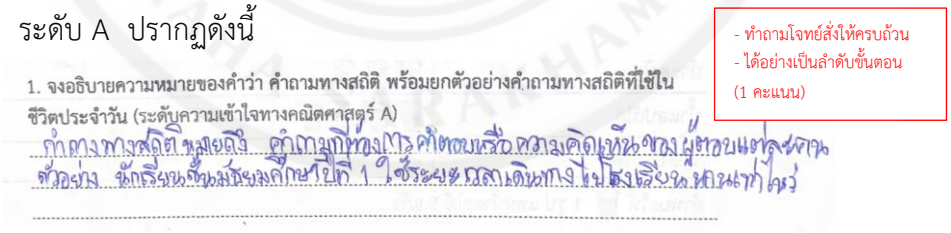


จากภาพที่ 4.3 พบว่า นักเรียนตอบได้เพียงว่า ข้อมูลปฐมภูมิเป็นข้อมูลที่เก็บรวบรวมด้วยตนเองโดยตรง การระบุความหมายของข้อมูลปฐมภูมิได้บางส่วน แต่ยังไม่สามารถอธิบายลักษณะสำคัญหรือยกตัวอย่างประกอบตามที่โจทย์กำหนดได้ แสดงให้เห็นว่านักเรียนมีความเข้าใจในระดับการจดจำคำจำกัดความเท่านั้น และยังไม่สามารถนำความรู้มาอธิบายหรือขยายความด้วยภาษาของตนเองได้ จึงสะท้อนว่านักเรียนมีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับต่ำ เนื่องจากยังไม่สามารถเชื่อมโยงความรู้และอธิบายเหตุผลสนับสนุนคำตอบได้อย่างชัดเจน

ตัวอย่างงานเขียน แบบทดสอบความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ตามกรอบแนวคิดทฤษฎี APOS ของนักเรียนหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิธีแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC) ของนักเรียนมีความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ตามกรอบแนวคิดทฤษฎี APOS ในระดับ A, AP, APO และ APOS มีรายละเอียดดังนี้

งานเขียนแบบทดสอบความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ตามกรอบแนวคิดทฤษฎี APOS ที่ลำดับการพัฒนาแบบทดสอบความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ตามกรอบแนวคิดทฤษฎี APOS ตั้งแต่ระดับ A ไปสู่ระดับ P ระดับ O และระดับ S ของนักเรียนหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิธีแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC) มีรายละเอียดดังนี้

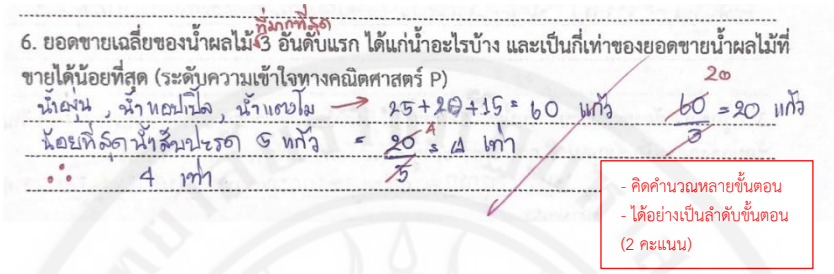
ภาพที่ 4.4 งานเขียนของนักเรียนที่มีความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ตามกรอบแนวคิดทฤษฎี APOS ในระดับ A ปรากฏดังนี้



จากภาพที่ 4.4 พบว่า นักเรียนสามารถอธิบายความหมายของคำถามทางสถิติได้ถูกต้องจากนั้นสามารถยกตัวอย่างของคำถามทางสถิติที่เกี่ยวกับชีวิตประจำวันได้อย่างชัดเจน

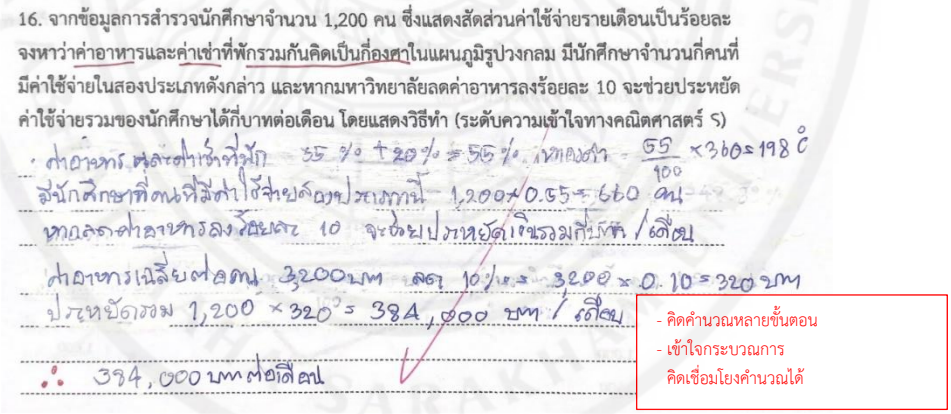
แสดงให้เห็นว่านักเรียนมีความเข้าใจในระดับการกระทำ (Action) จึงได้รับ 1 คะแนน จากคะแนนเต็ม 4 คะแนน

ภาพที่ 4.5 งานเขียนของนักเรียนที่มีความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ตามกรอบแนวคิดทฤษฎี APOS ในระดับ A ไปถึง P ปรากฏดังนี้



จากภาพที่ 4.5 พบว่า นักเรียนสามารถคำนวณหาคำตอบได้ถูกต้อง โดยนำยอดขายน้ำผลไม้ 3 อันดับแรกมารวมกัน จากนั้นนำคำตอบที่ได้ไปเปรียบเทียบกับยอดขายน้ำผลไม้ที่ขายได้น้อยที่สุด แล้วคำนวณหาจำนวนเท่าของยอดขายทั้งหมด ได้จากการคำนวณผลรวมยอดขายขั้นตอนแรกหารด้วยจำนวนแก้วของยอดขายน้ำผลไม้ที่ขายได้น้อยที่สุด จนได้คำตอบถูกต้อง แสดงให้เห็นว่านักเรียนมีความเข้าใจในระดับกระบวนการ (Process) สามารถดำเนินการตามขั้นตอนทางคณิตศาสตร์ได้

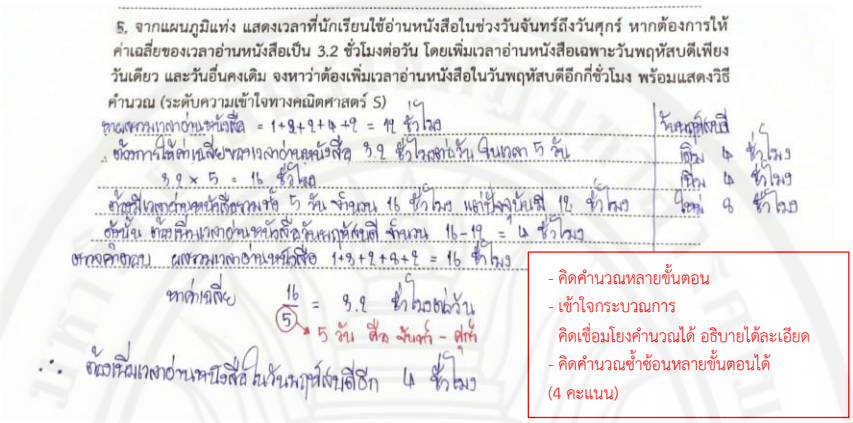
ภาพที่ 4.6 งานเขียนของนักเรียนที่มีความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ตามกรอบแนวคิดทฤษฎี APOS ในระดับ APO ปรากฏดังนี้



จากภาพที่ 4.6 พบว่า นักเรียนสามารถเชื่อมโยงข้อมูลจากแผนภูมิวงกลมเกี่ยวกับสัดส่วนค่าใช้จ่ายรายเดือนของนักศึกษา โดยนำร้อยละค่าอาหาร 35% และค่าเช่าที่พัก 20% มารวมกันเป็นร้อยละ 55 และคำนวณหาจำนวนนักศึกษาที่มีค่าใช้จ่ายทั้งสองประเภทได้เป็น 660 คน จากนั้นสามารถนำเงื่อนไขเพิ่มเติมของโจทย์เกี่ยวกับการลดค่าอาหารร้อยละ 10 มาประยุกต์ใช้ในการ

คำนวณหาจำนวนเงินที่ประหยัดได้ต่อเดือนจนได้คำตอบ คือ 384,000 บาทต่อเดือน แสดงให้เห็นว่านักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์เข้าด้วยกันและนำไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ที่กำหนดได้ จึงสะท้อนความเข้าใจในระดับวัตถุ (Object)

ภาพที่ 4.7 งานเขียนของนักเรียนที่มีความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ตามกรอบแนวคิดทฤษฎี APOS ในระดับ APOS ปรากฏดังนี้



จากภาพที่ 4.7 พบว่า นักเรียนสามารถอ่านและแปลความหมายข้อมูลจากแผนภูมิแท่งได้ถูกต้อง โดยนำข้อมูลเวลาอ่านหนังสือในแต่ละวันมาหาผลรวมเวลาอ่านหนังสือทั้งหมดได้ 12 ชั่วโมง จากนั้นเชื่อมโยงกับแนวคิดเรื่องค่าเฉลี่ย โดยวิเคราะห์ว่าหากต้องการให้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.2 ชั่วโมงต่อวัน ในช่วง 5 วัน จะต้องมีเวลาอ่านหนังสือรวม 16 ชั่วโมง จึงเปรียบเทียบกับผลรวมเดิมและสรุปได้ว่าต้องเพิ่มเวลาอ่านหนังสืออีก 4 ชั่วโมง นอกจากนี้ นักเรียนยังสามารถนำเงื่อนไขของโจทย์ที่กำหนดให้เพิ่มเวลาอ่านหนังสือเฉพาะวันพฤหัสบดีมาประยุกต์ใช้ในการหาคำตอบ และตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบด้วยการคำนวณย้อนกลับจนได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.2 ชั่วโมงต่อวันตามที่โจทย์กำหนด แสดงให้เห็นว่านักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้เรื่องการอ่านข้อมูลจากแผนภูมิ การหาผลรวมข้อมูล ค่าเฉลี่ย และการตรวจสอบคำตอบเข้าด้วยกันได้อย่างเป็นระบบ รวมทั้งสามารถอธิบายเหตุผลของวิธีการแก้ปัญหาได้อย่างสมเหตุสมผล จึงสะท้อนความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ในระดับ Schema (S)

จากการศึกษาสามารถสรุปได้ว่า ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ตามกรอบแนวคิดทฤษฎี APOS ของนักเรียนหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิธีแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC) สามารถวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาที่ได้รับตามขั้นตอนที่กำหนดให้ได้ถูกต้องแสดงถึงความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ตามกรอบแนวคิดทฤษฎี APOS ตั้งแต่ระดับA ไปสู่ระดับ P ระดับ O และระดับ S ที่แตกต่างกัน นั่นคือ นักเรียนสามารถทำตามขั้นตอนที่มีความซับซ้อน เลือกและอธิบายหลักการที่ใช้ในการแก้ปัญหาได้อย่างชัดเจน เช่น การรวมร้อยละของค่าใช้จ่ายเพื่อนำไปหาขนาดมุมในแผนภูมิรูปวงกลม มีความเข้าใจในหลักการที่นำมาใช้อย่างดี สามารถคำนวณหาจำนวน

นักศึกษาและส่วนลดค่าใช้จ่ายรวมได้ถูกต้องครบถ้วนสมบูรณ์ ตามกรอบแนวคิดทฤษฎี APOS จึงได้รับคะแนนเต็ม 4 คะแนน

ตอนที่ 3 ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิธีแบบเปิด (open approach) ร่วมกับชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC)

ผู้วิจัยได้ศึกษาความพึงพอใจในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิธีแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC) โดยมีรายละเอียดดังนี้

การประเมินความพึงพอใจของนักเรียน ที่มีผลต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิธีแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC) วิเคราะห์จากแบบสอบถามความพึงพอใจที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้วิธีแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC) มีรายละเอียดดังนี้

ผลการประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีผลต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิธีแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC) วิเคราะห์จากแบบสอบถามความพึงพอใจ ปรากฏดังตารางที่ 4.11

ตารางที่ 4.11 การประเมินความพึงพอใจ ของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้ ที่เรียนโดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิธีแบบเปิด (open approach) ร่วมกับชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC) นำเสนอโดยค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความพึงพอใจ

ข้อ	รายการ	$\bar{x}$	$S.D.$	ระดับความพึงพอใจ
1	สถานการณ์ปัญหาปลายเปิดมีความน่าสนใจและกระตุ้นให้นักเรียนอยากค้นหาคำตอบด้วยตนเอง	4.61	0.58	ระดับมากที่สุด
2	สถานการณ์ปัญหาปลายเปิดเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันและประสบการณ์ของนักเรียน	4.58	0.56	ระดับมากที่สุด
3	นักเรียนคิดหาวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้หลากหลายวิธี	4.45	0.65	ระดับมาก
4	สถานการณ์ปัญหาปลายเปิดช่วยกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการคิดวิเคราะห์และหาเหตุผลทางคณิตศาสตร์	4.55	0.58	ระดับมากที่สุด
5	นักเรียนชอบคิดค้นหาวิธีการแก้ปัญหาด้วยตนเองก่อนรับคำอธิบายจากครู	4.57	0.60	ระดับมากที่สุด

(ต่อ)

ตารางที่ 4.11 (ต่อ)

ข้อ	รายการ	$\bar{x}$	$S.D.$	ระดับความพึงพอใจ
6	นักเรียนรู้สึกสนุกสนานกับการทำกิจกรรมการเรียนรู้วิธีแบบเปิด (Open Approach)	4.60	0.57	ระดับมากที่สุด
7	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมด้านเนื้อหา วัย และจุดประสงค์การเรียนรู้	4.56	0.61	ระดับมากที่สุด
8	นักเรียนชอบการทำงานร่วมกับเพื่อนในกลุ่มในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	4.42	0.81	ระดับมาก
9	สถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในชีวิตจริงเป็นสถานการณ์ปัญหาที่ท้าทายความสามารถของนักเรียน	4.48	0.67	ระดับมาก
10	นักเรียนมีโอกาสค้นคว้า รวบรวมข้อมูล และเลือกใช้วิธีการแก้ปัญหาด้วยตนเองผ่านกระบวนการอภิปรายแนวคิดกับเพื่อน ๆ และทางเทคโนโลยีในการทำกิจกรรมได้ดี	4.54	0.55	ระดับมากที่สุด
11	นักเรียนชอบการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อน อภิปราย และนำเสนอแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาของตนเองต่อเพื่อนในชั้นเรียน	4.44	0.78	ระดับมาก
12	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมในด้านเวลา	4.55	0.60	ระดับมากที่สุด
13	นักเรียนมีความเข้าใจเนื้อหาและทำให้นักเรียนได้มีแนวทางในการแก้สถานการณ์ปัญหาที่หลากหลายจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิธีแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC)	4.47	0.64	ระดับมาก
14	นักเรียนสามารถสรุปความรู้จากเรื่องที่ได้เรียนรู้ได้ด้วยตัวเอง	4.59	0.61	ระดับมากที่สุด

(ต่อ)

ตารางที่ 4.11 (ต่อ)

ข้อ	รายการ	$\bar{x}$	$S.D.$	ระดับความพึงพอใจ
15	นักเรียนชอบกิจกรรมที่ช่วยส่งเสริมแนวคิดกับการคิดแก้ปัญหาของตนเอง	4.50	0.62	ระดับมาก
16	การจัดการเรียนรู้ส่งเสริมความกล้าแสดงออก	4.58	0.56	ระดับมากที่สุด
17	นักเรียนชอบที่ตนเองได้มีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนและครูมากขึ้นในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิธีแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC)	4.61	0.58	ระดับมากที่สุด
18	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทำให้นักเรียนตระหนักถึงความสำคัญของวิชาคณิตศาสตร์ที่สามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้	4.49	0.63	ระดับมาก
19	การจัดการเรียนรู้ทำให้นักเรียนสามารถนำความรู้มาเชื่อมโยงและบูรณาการได้ในศาสตร์สาขาวิชาที่หลากหลาย	4.57	0.59	ระดับมากที่สุด
20	นักเรียนชอบเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ทำให้กล้าแสดงออก	4.48	0.66	ระดับมาก
21	นักเรียนชอบที่ตนเองได้มีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนและครูในระหว่างเรียนมากยิ่งขึ้น	4.58	0.57	ระดับมากที่สุด
22	การจัดการเรียนรู้ทำให้นักเรียนเห็นความสำคัญวิชาคณิตศาสตร์ที่ใช้ในชีวิตประจำวัน	4.54	0.61	ระดับมากที่สุด
23	นักเรียนเกิดความรักความสามัคคีภายในกลุ่มจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิธีแบบเปิด (open approach) ร่วมกับชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC)	4.56	0.58	ระดับมากที่สุด
รวม		4.53	0.62	ระดับมากที่สุด

จากตารางที่ 4.11 พบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิธีแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC) มีความพึงพอใจคะแนนเฉลี่ย 4.53 เมื่อเทียบกับเกณฑ์ ซึ่งคะแนนเฉลี่ยที่ได้อยู่ในเกณฑ์ ตั้งแต่ 4.51–5.00 มีความพึงพอใจอยู่ใน ระดับมากที่สุด เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 3 ลำดับแรก คือ สถานการณ์ปัญหาปลายเปิดมีความน่าสนใจและกระตุ้นให้นักเรียนอยากค้นหาคำตอบด้วยตนเอง และนักเรียนชอบที่ตนเองได้มีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนและครูมากขึ้นในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิธีแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC) ($\bar{x} = 4.61, S.D. = 0.58$) รองลงมา คือ นักเรียนรู้สึกสนุกสนานกับการทำกิจกรรมการเรียนรู้วิธีแบบเปิด (Open Approach) ($\bar{x} = 4.60, S.D. = 0.57$) และนักเรียนสามารถสรุปความรู้จากเรื่องที่ได้เรียนรู้ได้ด้วยตัวเอง ($\bar{x} = 4.59, S.D. = 0.61$) ตามลำดับ

จากการศึกษาสามารถสรุปได้ว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิธีแบบเปิด (open approach) ร่วมกับชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC) มีความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คะแนนเฉลี่ยได้เท่ากับ 4.53 เมื่อเทียบกับเกณฑ์ ซึ่งคะแนนเฉลี่ยที่ได้อยู่ในเกณฑ์ตั้งแต่ 4.51–5.00 มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 3 ลำดับแรก ได้แก่ สถานการณ์ปัญหาปลายเปิดมีความน่าสนใจและกระตุ้นให้นักเรียนอยากค้นหาคำตอบด้วยตนเอง และนักเรียนชอบที่ตนเองได้มีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนและครูมากขึ้นในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิธีแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC) ($\bar{x} = 4.61, S.D. = 0.58$) ทั้งนี้อาจเป็นเพราะสถานการณ์ปัญหาปลายเปิดเป็นสถานการณ์ที่กระตุ้นความสนใจและความอยากรู้อยากเห็นของนักเรียน ส่งผลให้นักเรียนเกิดความกระตือรือร้นในการเรียนรู้และต้องการค้นหาคำตอบด้วยตนเอง ขณะเดียวกันการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็น การทำงานร่วมกัน และมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนและครูมากขึ้น จึงทำให้นักเรียนเกิดความพึงพอใจต่อการเรียนรู้ในระดับสูง รองลงมา ได้แก่ นักเรียนรู้สึกสนุกสนานกับการทำกิจกรรมการเรียนรู้วิธีแบบเปิด (Open Approach) ($\bar{x} = 4.60, S.D. = 0.57$) แสดงให้เห็นว่ากิจกรรมการเรียนรู้เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ คิดวิเคราะห์ และค้นหาวิธีการแก้ปัญหาด้วยตนเอง ส่งผลให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมอย่างต่อเนื่องและเกิดความสนุกสนานในการเรียนรู้ต่อสถานการณ์ปัญหาที่ใกล้ตัวช่วยให้นักเรียนเห็นความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหาทางคณิตศาสตร์กับชีวิตจริง ทำให้เข้าใจบทเรียนได้ง่ายขึ้น อีกทั้งการให้นักเรียนสามารถสรุปความรู้จากเรื่องที่ได้เรียนรู้ได้ด้วยตัวเอง ($\bar{x} = 4.59, S.D. = 0.61$) ตามลำดับ เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนสรุปองค์ความรู้ด้วยตนเองช่วยให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในแนวคิดทางคณิตศาสตร์อย่างเป็นระบบ และสามารถนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์อื่นได้

บทที่ 5
สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่อง การศึกษามโนทัศน์และความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ตามกรอบทฤษฎี APOS โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเปิด (open approach) ร่วมกับชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยมีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

1. สรุป
2. อภิปรายผล
3. ข้อเสนอแนะ

5.1 สรุป

ในการวิจัยเรื่อง การพัฒนามโนทัศน์และความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ตามกรอบทฤษฎี APOS โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเปิด (open approach) ร่วมกับชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้วิจัยได้สรุป ไว้ดังนี้

5.1.1 การพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิธีแบบเปิด (open approach) ร่วมกับชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70 พบว่า พัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิธีแบบเปิด (open approach) ร่วมกับชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC) มีขั้นตอนการสอน 4 ขั้นตอน ประกอบด้วย ขั้นที่ 1 การนำเสนอปัญหาปลายเปิด ขั้นที่ 2 การเรียนรู้ด้วยตนเองของผู้เรียน ขั้นที่ 3 การอภิปรายทั้งชั้นและการเปรียบเทียบ ขั้นที่ 4 การสรุปโดยการเชื่อมโยงแนวคิดของผู้เรียนที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน พบว่า คะแนนเฉลี่ยระหว่างเรียนที่ได้จากการทำใบกิจกรรม เรื่อง สถิติ เท่ากับ 45.58 คิดเป็นร้อยละ 74.45 นั่นคือการพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิธีแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC) มีประสิทธิภาพกระบวนการ (E_1) เท่ากับ 74.45 และนักเรียนได้คะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ เท่ากับ 22.5 คิดเป็นร้อยละ 75 และแบบทดสอบความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ เท่ากับ 30.10 คิดเป็นร้อยละ 75.25 นั้นคือประสิทธิภาพด้านผลลัพธ์ (E_2) เท่ากับ 75.14 ดังนั้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิธีแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC) ตามกรอบแนวคิดทฤษฎี APOS มีประสิทธิภาพเท่ากับ 74.45/75.14 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ และการพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิธีแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC) สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง สถิติ แสดงให้เห็นว่า

แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ดังกล่าว สามารถส่งเสริมให้นักเรียนพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5.1.2 การเปรียบเทียบมโนทัศน์และความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ตามกรอบทฤษฎี APOS โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเปิด (open approach) ร่วมกับชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กับเกณฑ์ร้อยละ 70 พบว่า ผลการเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ตามกรอบแนวคิดทฤษฎี APOS หลังจากได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิธีแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC) สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 มีคะแนนเฉลี่ย 22.5 ร้อยละ 75 ดังนั้นนักเรียนมีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับสูง และผลการเปรียบเทียบความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ตามกรอบแนวคิดทฤษฎี APOS หลังจากได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิธีแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC) สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 มีคะแนนเฉลี่ย 30.1 ร้อยละ 75.25 ดังนั้น ระดับความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ตามกรอบแนวคิดทฤษฎี APOS อยู่ในระดับดีเยี่ยม

5.1.3 ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิธีแบบเปิด (open approach) ร่วมกับชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC) พบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิธีแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC) มีความพึงพอใจคะแนนเฉลี่ย 4.53 เมื่อเทียบกับเกณฑ์ ซึ่งคะแนนเฉลี่ยที่ได้อยู่ในเกณฑ์ตั้งแต่ 4.51–5.00 มีความพึงพอใจอยู่ใน ระดับมากที่สุด เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 3 ลำดับแรก คือ นักเรียนชอบกิจกรรมขั้นสืบค้นหาวิธีการในการแก้ปัญหาด้วยตัวเอง นักเรียนรู้สึกสนุกสนานกับการทำกิจกรรมการเรียนรู้วิธีแบบเปิด (Open Approach) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสม ด้านเนื้อหา วัย และจุดประสงค์การเรียนรู้ นักเรียนสามารถสรุปความรู้จากเรื่องที่ได้เรียนรู้ได้ด้วยตัวเอง และนักเรียนชอบที่ตนเองได้มีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนและครูมากขึ้นในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิธีแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC) ($\bar{x} = 4.59, S.D. = 0.63$) รองลงมา คือ นักเรียนนักเรียนรู้สึกพึงพอใจที่ได้ทำงานเป็นกลุ่ม และมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมในกลุ่มเพื่อแก้ไขสถานการณ์ปัญหาต่าง ๆ ประสบผลสำเร็จ นักเรียนชอบกิจกรรมขั้นสรุปเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ในแก้ปัญหาสถานการณ์ใหม่ ๆ และการจัด การเรียนรู้ทำให้นักเรียนสามารถบูรณาการความรู้ได้ในหลากหลายสาขาวิชา ($\bar{x} = 4.58, S.D. = 0.56$) และการจัดการเรียนรู้ส่งเสริมความกล้าแสดงออกของนักเรียนมากขึ้น และการจัดการเรียนรู้ทำให้นักเรียนสามารถนำความรู้มาเชื่อมโยง และบูรณาการได้ในศาสตร์สาขาวิชาที่หลากหลาย ($\bar{x} = 4.57, S.D. = 0.55$) และ ($\bar{x} = 4.57, S.D. = 0.62$) ตามลำดับ

5.2 อภิปรายผล

ในการวิจัยเรื่อง การศึกษามโนทัศน์และความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ตามกรอบทฤษฎี APOS โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเปิด (open approach) ร่วมกับชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยสามารถอภิปรายผลตามวัตถุประสงค์ ได้ดังนี้

5.2.1 ผลการพัฒนามโนทัศน์และความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ตามกรอบทฤษฎี APOS โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเปิด (open approach) ร่วมกับชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70 จากการศึกษา พบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิธีแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC) ผลพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิธีแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC) เท่ากับ 74.45/75.14 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ ทั้งนี้เนื่องมาจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิธีแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC) จำนวน 10 แผนการจัดการเรียนรู้ ได้ใช้ชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC) จำนวน 3 วงรอบ และกิจกรรมการจัดการเรียนรู้มี 4 ขั้นตอน ทำให้นักเรียนมีพัฒนาการด้านมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ดีขึ้นตามลำดับของการจัดกิจกรรมในแต่ละวงรอบ ในวงรอบที่ 1 นักเรียนส่วนใหญ่สามารถตอบคำถามที่กำหนดได้ แต่ยังไม่สามารถอธิบายได้อย่างชัดเจน ต่อมาในวงรอบที่ 2 นักเรียนเริ่มอธิบายแนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้ดีขึ้น กล้าแลกเปลี่ยนแนวคิดร่วมกับเพื่อน แต่บางส่วนยังไม่สามารถเชื่อมโยงข้อมูลเพื่อนำไปใช้ในการวิเคราะห์สถานการณ์ ในวงรอบที่ 3 นักเรียนสามารถอ่าน วิเคราะห์ และเชื่อมโยงข้อมูลจากสถานการณ์จริงได้ดีขึ้น อภิปรายและเปรียบเทียบแนวคิดร่วมกับเพื่อนได้ จากผลการวิจัยดังกล่าวสอดคล้องกับแนวคิดของ Inprasitha (2010) ที่เสนอว่าการจัดการเรียนรู้แบบเปิด (Open Approach) ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การนำเสนอปัญหาปลายเปิด 2) การเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน 3) การอภิปรายและเปรียบเทียบแนวคิดร่วมกันทั้งชั้นเรียน และ 4) การสรุปโดยเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งกระบวนการดังกล่าวเปิดโอกาสให้นักเรียนสร้างองค์ความรู้จากการแก้ปัญหา การอธิบายเหตุผล และการแลกเปลี่ยนแนวคิดร่วมกับผู้อื่น นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Zhang An Xiang และ Jerito Pereira (2024) กล่าวว่าการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎี APOS เน้นการพัฒนาความคิดผ่านลำดับขั้น Action, Process, Object และ Schema ร่วมกับการแก้ปัญหา การอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็น สามารถส่งเสริมการสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และการเชื่อมโยงแนวคิดอย่างมีเหตุผล ยังสอดคล้องกับแนวคิดของชูชาติ พ่วงสมจิตร์ (2560, น. 39) ที่กล่าวว่า ชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพ (PLC) เป็นกระบวนการพัฒนาครูผ่านการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ การสะท้อนผลการปฏิบัติงาน และการทำงานร่วมกัน ทั้งนี้ การดำเนินงาน PLC จำนวน 3 วงรอบในการวิจัยครั้งนี้ ทำให้ผู้วิจัยสามารถนำผลการเปิดชั้นเรียนและการสะท้อนผลของสมาชิก PLC มาปรับปรุงการจัด

กิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละวงรอบอย่างต่อเนื่อง ส่งผลให้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด และส่งเสริมให้นักเรียนเกิดพัฒนาการด้านมโนทัศน์และความเข้าใจทางคณิตศาสตร์อย่างต่อเนื่อง

5.2.2 ผลการเปรียบเทียบมโนทัศน์และความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ตามกรอบทฤษฎี APOS โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเปิด (open approach) ร่วมกับชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กับเกณฑ์ร้อยละ 70 จากการศึกษา พบว่า มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ตามกรอบแนวคิดทฤษฎี APOS หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิธีแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC) สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งผลการเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ตามกรอบแนวคิดทฤษฎี APOS คิดเป็นร้อยละ 76 อยู่ในระดับสูง ทั้งนี้เนื่องจากการทำความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับเนื้อหาคณิตศาสตร์เป็นสิ่งที่ได้รับจากการสังเกตของนักเรียน ซึ่งมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์มีความสำคัญในการเรียนการสอน เพราะหากนักเรียนไม่เกิดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ จะสามารถใช้ความรู้ที่มีได้เพียงแค่ทำตามรูปแบบได้เท่านั้น ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Awae (2018, pp. 108-124) กล่าวว่าการได้มาซึ่งมโนทัศน์ของนักเรียนแต่ละคนจะมีลักษณะแตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับประสบการณ์เดิมของนักเรียนที่ได้พบเจอ หากนักเรียนยังไม่บรรลุ ครูควรแนะนำนักเรียนโดยการใช้คำถามและการอภิปรายเพื่อให้ได้ข้อสรุปของมโนทัศน์ และแนวคิดของ อัครพล พรมตรุษ (2562, น 72) กล่าวว่า รูปแบบที่ส่งเสริมมโนทัศน์ได้ดีคือสถานการณ์ปัญหาที่นักเรียนได้ทำการทดลอง เผชิญกับปัญหาและแนวทางในการแก้ปัญหาของตนเองปัญหาปลายเปิดกระตุ้นให้นักเรียน ใช้มโนทัศน์ระดับพื้นฐานที่มีอยู่ส่งเสริมการตั้งคำถามต่อยอดจากปัญหาต้นทำให้นักเรียนตั้งข้อสงสัยและค้นหาองค์ความรู้ใหม่ด้วยกระบวนการวิธีการต่าง ๆ ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ ศราวุฒิ จำวัน (2559, น. 981-988) กล่าวว่า นักเรียนมีพัฒนาการด้านมโนทัศน์และความเข้าใจทางคณิตศาสตร์จากการลงมือปฏิบัติ การอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและการเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ จนสามารถอธิบายเหตุผลและประยุกต์ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ได้ดีขึ้น ซึ่งสะท้อนพัฒนาการของผู้เรียนตามลำดับขั้นของทฤษฎี APOS สอดคล้องกับงานวิจัยของ Khemjira Tiengyoo, et al. (2024) กล่าวว่าการจัดการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิด APOS ช่วยให้ผู้เรียนค่อย ๆ พัฒนาความเข้าใจทางคณิตศาสตร์จากการสังเกต การใช้ความรู้เดิมการอธิบาย การเปรียบเทียบ และการสะท้อนความคิด งานวิจัยนี้พบว่า นักเรียนสามารถพัฒนามโนทัศน์และความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ผ่านการทำใบกิจกรรม การอภิปรายภายในชั้นเรียน และการแลกเปลี่ยนแนวคิดร่วมกับเพื่อน ทำให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงแนวคิด อธิบายเหตุผล และสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง

5.2.3 ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิธีแบบเปิด (open approach) ร่วมกับชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC) ที่เรียนโดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิธีแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC) มีความพึงพอใจคะแนนเฉลี่ย 4.53 เมื่อเทียบกับเกณฑ์ ซึ่งคะแนนเฉลี่ยที่ได้อยู่ในเกณฑ์ตั้งแต่

4.51–5.00 มีความพึงพอใจอยู่ใน ระดับมากที่สุด เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิธีแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC) โดยในภาพรวมมีความพึงพอใจ อยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x} = 4.59, S.D. = 0.63$) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิธีแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC) ที่ส่งเสริมมโนทัศน์และความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ตามกรอบแนวคิดทฤษฎี APOS ทั้งนี้เนื่องมาจากความพึงพอใจของนักเรียนที่มีผลต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิธีแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC) นักเรียนมีความพอใจในระดับมาก ถึงมากที่สุดสำหรับทุกรายการประเมิน ซึ่งแสดงว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิธีแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC) ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น สามารถช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจทางคณิตศาสตร์มากขึ้น และมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ รวมถึงทำให้ผลการเรียนคณิตศาสตร์ดีขึ้น ทั้งนี้ได้สอดคล้องกับการใช้แผนการจัดการเรียนรู้วิธีแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC) ทั้ง 4 ขั้น นั่นคือ ขั้นการนำเสนอปัญหาปลายเปิด นำไปสู่ขั้นสืบค้นหาวิธีการในการแก้ปัญหา ด้วยตัวเอง ขั้นอภิปรายและเปรียบเทียบแนวคิดทางคณิตศาสตร์ร่วมกันทั้งชั้นเรียน จนถึงขั้นที่สรุปเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ในแก้ปัญหาสถานการณ์ใหม่ ๆ จากที่กล่าวมาทั้ง 4 ขั้นพบว่า ขั้นที่นักเรียนชอบมากที่สุดคือขั้นที่ 1 นำเสนอปัญหาปลายเปิด และขั้นที่ 3 อภิปรายและเปรียบเทียบแนวคิดทางคณิตศาสตร์ร่วมกันทั้งชั้นเรียน เพราะ นักเรียนได้เห็นถึงแนวคิดที่หลากหลาย รูปแบบคำตอบที่เป็นไปได้สามารถแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องและชัดเจน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ราตรี สมรูป (2566, น. 449-464) กล่าวว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับสื่ออินโฟกราฟฟิก ซึ่งจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 4 ขั้นตอน ได้แก่ การนำเสนอปัญหา การเรียนรู้และแก้ปัญหาด้วยตนเอง การอภิปรายและเปรียบเทียบแนวคิด และการสรุปเชื่อมโยงแนวคิด สามารถพัฒนาผลการเรียนรู้ของผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ส่งผลให้ทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้อยู่ในระดับมาก นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ พงศ์พิชญ์ เฮ้าปาน (2563, น. 114-128) กล่าวว่า การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้วิธีการแบบเปิด (Open Approach) ซึ่งจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 4 ขั้นตอน ได้แก่ การนำเสนอปัญหา การเรียนรู้และแก้ปัญหาด้วยตนเอง การอภิปรายและเปรียบเทียบแนวคิด และการสรุปเชื่อมโยงแนวคิดสามารถพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ของผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยกิจกรรมการเรียนการสอนมีประสิทธิภาพเท่ากับ 75.05/75.44 ส่งผลให้ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน โดยใช้วิธีการแบบเปิดอยู่ในระดับมากแสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้คิดวิเคราะห์ แสวงหาวิธีการแก้ปัญหาด้วยตนเอง แลกเปลี่ยนความคิดเห็นร่วมกับผู้อื่น และสร้างองค์ความรู้จากการอภิปราย

ร่วมกัน จึงช่วยส่งเสริมการเรียนรู้และพัฒนาศักยภาพของผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ อีกทั้งยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ วรรณนิภา สารสุวรรณ (2563, น. 254–264) กล่าวว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด (Open Approach) เรื่อง ปริมาตรและความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก มีวัตถุประสงค์เพื่อหาประสิทธิภาพของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์กับเกณฑ์ร้อยละ 70 และศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 4 แผน แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และแบบสอบถามความพึงพอใจแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ จำนวน 13 ข้อ ครอบคลุม 4 ด้าน ได้แก่ ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านสื่อการเรียนรู้ ด้านการวัดและประเมินผล และด้านครูผู้สอน ผลการวิจัยพบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดมีประสิทธิภาพเท่ากับ 80.59/80.02 ส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดอยู่ในระดับมากที่สุด

5.3 ข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้สรุปได้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิธีแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับสถานการณ์ในชีวิตจริง มีประสิทธิภาพ 74.45/75.14 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ แสดงให้เห็นว่ากิจกรรมการเรียนรู้วิธีแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC) มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน และสามารถส่งเสริมมโนทัศน์และความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ในการเรียนรู้ของผู้เรียนได้อย่างมีคุณภาพ นอกจากนี้ผลการเปรียบเทียบมโนทัศน์และความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ตามกรอบแนวคิดทฤษฎี APOS หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ยังแสดงให้เห็นว่า นักเรียนมีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ตามกรอบแนวคิดทฤษฎี APOS มีคะแนนเฉลี่ย 22.5 (ร้อยละ 75) ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 สะท้อนให้เห็นว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิธีแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC) นั้น สามารถส่งเสริมการสร้างความรู้และการเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ในการอ่าน แปลความหมาย และนำเสนอข้อมูล เช่น แผนภูมิรูปภาพและแผนภูมิแท่ง รวมทั้งสามารถอธิบายและเปรียบเทียบข้อมูลเพื่อนำไปใช้ในสถานการณ์ในชีวิตจริงได้อย่างเหมาะสม ตามกรอบแนวคิดทฤษฎี APOS และจากผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่านักเรียนมีมโนทัศน์อยู่ในระดับสูง นอกจากนี้นักเรียนมีความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ตามกรอบ

แนวคิดทฤษฎี APOS มีคะแนนเฉลี่ย 30.1 (ร้อยละ 75.25) ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 สะท้อนให้เห็นว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิธีแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC) นั้น สามารถส่งเสริมการเรียนรู้ที่มีความหมาย และส่งเสริมศักยภาพของผู้เรียนในด้านความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ตามกรอบแนวคิดทฤษฎี APOS และจากผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/11 มีความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิธีแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC) มีค่าเฉลี่ย 4.53 อยู่ในระดับมากที่สุด

5.3.1 ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้

5.3.1.1 จากผลการวิจัยที่พบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิธีแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC) มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด ควรประยุกต์ใช้การจัด กิจกรรมการเรียนรู้ ในเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์อื่น ๆ โดยเน้นวิธีแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC) เพื่อกระตุ้นความสนใจในการเรียนรู้ ทำให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมมากขึ้น และสามารถ นำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างเหมาะสม

5.3.1.2 ครูผู้สอนควรนำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิธีแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC) ไปใช้ในการสอนคณิตศาสตร์ตามขั้นตอน 4 ขั้นตอน ส่งเสริมมโนทัศน์และความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ การทำงานแบบกลุ่ม และความคิดสร้างสรรค์ โดยให้นักเรียนแลกเปลี่ยนความรู้อภิปรายร่วมกัน และคำนึงถึงความสำคัญของวิชาคณิตศาสตร์ ที่จะทำให้ตัวผู้เรียนมีมโนทัศน์และความเข้าใจในคณิตศาสตร์ รวมถึงเสริมสร้างแรงจูงใจในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ มาพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียน การรู้ให้ประสบความสำเร็จในการเรียนของนักเรียนมากขึ้น ปัจจัยนี้จะเป็นผลนำไปสู่การพัฒนาระดับมโนทัศน์และความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ต่อไป

5.3.1.3 จากผลการวิจัย พบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิธีแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC) กรอบแนวคิดทฤษฎี APOS และความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ สามารถนำไปสู่การพัฒนาระดับความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ได้ ดังนั้น ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ครูควรทบทวนและดึงความรู้เดิมของผู้เรียน เพื่อช่วยให้สามารถเชื่อมโยงความรู้กับสถานการณ์ใหม่ ๆ ในชีวิตจริงที่มีความซับซ้อนได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยใช้กิจกรรมที่มีความหลากหลาย เพื่อเตรียมความพร้อมทำความเข้าใจในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ใหม่ ๆ

5.3.2 ข้อเสนอแนะเพื่อทำการวิจัยครั้งต่อไป

5.3.2.1 ควรศึกษาเปรียบเทียบผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิธีแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC) ในบริบทที่แตกต่างกัน เช่น ระหว่างนักเรียนสายวิทย์-คณิต กับสายศิลป์-ภาษา หรือเปรียบเทียบกับวิธีการสอนแบบอื่น

5.3.2.2 ควรขยายขอบเขตการวิจัยไปยังเนื้อหาคณิตศาสตร์อื่น เช่น การสร้างทางเรขาคณิต ความน่าจะเป็น พีชคณิต หรือเรขาคณิต เพื่อพัฒนามโนทัศน์และความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ตามกรอบแนวคิดทฤษฎี APOS ในเนื้อหาเหล่านั้น

5.3.1.3 ควรมีการศึกษาเกี่ยวกับปัจจัยที่ส่งเสริมและเกื้อหนุนความสำเร็จของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิธีแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC) เช่น ความพร้อมของครูผู้สอน การมีส่วนร่วมของผู้เรียน บรรยากาศในห้องเรียน ตลอดจนปัจจัยทางสังคมและวัฒนธรรม ของผู้เรียน เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการพัฒนาแนวทางการจัดการเรียนรู้ให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด และสามารถขยายผลได้ในวงกว้าง

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

กชกร เป้าสุวรรณ, และคณะ. (2560). ความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อกิจกรรมการเรียนการสอนแบบสร้างสรรค์. *วารสารวิจัยและพัฒนา*, 10(1), 25–31.

กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551.* กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

กฤษณัย สุวรรณ์, และคณะ. (2559). *แนวทางการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้ปัญหาแบบเปิดสำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา*. มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา.

ก้องเกียรติ เสนกัลป์. (2563). การพัฒนาปฏิสัมพันธ์ทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิดร่วมกับเทคนิคการใช้คำถาม. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์*, 31(2), 269–283.

เกวลี มาหา. (2565). ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ที่มีผลต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. *วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา*, 24(3), 135-151.

เกษรา ศรีเมือง. (2566). ความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เรื่องปริซึมและทรงกระบอกโดยใช้โปรแกรม Geogebra ประกอบการจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบ 4MAT สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. *วารสารครุศาสตร์มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม*, 17(2), 27–48.

คุรุสภา. (2563). *แนวทางการพัฒนาชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพ (PLC)* (น. 1). กรุงเทพมหานคร: คุรุสภา.

จิณห์วรา พิมพ์แสง และพัชรินทร์ สะตะ. (2565). การพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดเรื่อง การบวกและการลบจำนวนที่ผลลัพธ์ไม่เกิน 10. *วารสารวิจัยการศึกษา*, 19(2), 20–30.

ชาญณรงค์ เฮียงราช. (2552). *ทฤษฎี Action–Process–Structure (APS): แนวคิดและการประยุกต์ใช้*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ชานันท์ ข่าขันมะลี. (2559). การศึกษาพัฒนาการความเข้าใจทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. *วารสารวิชาการศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม*, 10(1), 324–336.

ชาริณี ตรีวรัญญู. (2560). *ชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพ: แนวคิดและการประยุกต์ใช้* กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 299.

ชาลี เจริญลาภ. (2556). ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการเรียนรู้แบบร่วมมือ. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร*, 15(3), 10–20.

ชูชาติ พ่วงสมจิตร์. (2560). ชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพและแนวทางการนำมาใช้ในสถานศึกษา. *วารสารศึกษาศาสตร์*, 10(1), 34-41.

ทวีทรัพย์ พุทธตาลดง, และ นวพล นนทภา. (2567). *แนวทางการพัฒนาโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และยุทธวิธีในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับทศนิยมและเศษส่วนโดยใช้ปัญหาที่ไม่คุ้นเคยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1* (น. 82).

ธวัตรชัย เดนชา. (2558). การศึกษาความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนเรื่องเลขยกกำลังในชั้นเรียนที่ใช้การสอนด้วยวิธีการแบบเปิด. *วารสารศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยมหาสารคาม*, 9(1), 1719–1734.

ธีระพล บุณยงค์พันธ์. (2558). การศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อการเรียนการสอนในรายวิชาสถิติ. *วารสารวิจัยทางการศึกษา*, 9(2), 50–55.

นงลักษณ์ วิรัชชัย. (2542). *การวิจัยและประเมินผลทางการศึกษา*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นนทกร ประชุมกาเยาะมาต, จิตติมา มานะการ และคณะ. (2566). *การศึกษาธรรมชาติของระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การชั่ง ตามกรอบแนวคิดทฤษฎี APOS ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6* (หน้า 49–54).

นนทินี จันทะจร และนวพล นนทภา. (2567). การศึกษาการจัดการชั้นเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์ของนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ด้วยกระบวนการชุมชนแห่งการเรียนรู้. *วารสารวิชาการและวิจัย มหาวิทยาลัยภาคตะวันออกเฉียงเหนือ*, *14*(3), 321–333.

บุญชม ศรีสะอาด. (2545). การวิจัยเบื้องต้น (พิมพ์ครั้งที่ 7). กรุงเทพฯ: สุรีวิทยาสาส์น.

บุญชม ศรีสะอาด. (2553). *การวิจัยเบื้องต้น* (พิมพ์ครั้งที่ 9). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

ปรัชญา กุยแก้วพะเนา และนวพล นนทภา. (2565). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับแนวคิดสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ใน *การประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ ครั้งที่ 9 และระดับนานาชาติ ครั้งที่ 7.* ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

ปาริชาติ สังข์ขาว. (2551). การศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อกิจกรรมพัฒนานักศึกษา. *รายงานการวิจัย*. มหาวิทยาลัยราชภัฏ.

เผชิญ กิจระการ. (2544). *การวัดและประเมินผลการเรียนรู้* (น. 46–51). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

พงศ์พิชญ์ เฮ้าปาน. (2562). การพัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนโดยใช้วิธีการแบบเปิดเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์เรื่องดาวฤกษ์. *วารสารครุศาสตร์*, 45(3), 129–143.

พรทิพย์ เดชพิชัย, และคณะ. (2557). การศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิด Active Learning. *วารสารวิจัยทางการศึกษา*, 7(1), 1–9.

พรรณพร สุขเกษม. (2564). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การสอนแบบเปิด (Open Approach) เพื่อเสริมทักษะในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. *วารสารศึกษาศาสตร์,* 43(2), 134–150.

พร้อมพรรณ อุดมสิน. (2544). *การเรียนการสอนคณิตศาสตร์แนวใหม่*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พิมผกา แท่งทอง. (2562). *การพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกและการลบจำนวนเต็มสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้วิธีการสอนแบบอุปนัยร่วมกับบอร์ดเกม* (หน้า 80).

พิชิต ฤทธิ์จรูญ. (2550). *จิตวิทยาการศึกษาและการวัดผล*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แม็ค.

พิชิต ฤทธิ์จรูญ. (2551). *การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้*. สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พิพิธนิตย์, ส. (2560). แนวทางการจัดสถานการณ์ปัญหาในชั้นเรียนคณิตศาสตร์. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น*, 40(2), 45–60.

พิมพ์พันธุ์ ปันแสน. (2556). การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาแบบเปิดเพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ไพทูล นารคร. (2549). *การพัฒนาความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น*. ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ไพศาล วรคำ. (2569). การวิจัยทางการศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 15). มหาสารคาม: ตักศิลาการพิมพ์.

ภาภรณ์ มาแก้ว, ต้องตา สมใจ และคณะ. (2562). *ผลการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการส่งเสริมความรู้ความเข้าใจมโนทัศน์ เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5* (หน้า 80).

เมธาสิทธิ์ ธัญรัตนศรีสกุล. (2561). *การพัฒนาวิชาชีพครูและการจัดการเรียนรู้* (หน้า 217). มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์. (2547). *แนวคิดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธีแบบเปิด*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

ยุพาพักตร์ สะเดา. (2555). *แนวทางการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธีแบบเปิดในระดับมัธยมศึกษา*. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

เยาวดี วิบูลย์ศรี. (2552). *การวัดและประเมินผลการเรียนรู้*. สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ราตรี สมรูป. (2566). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับสื่ออินโฟกราฟฟิกเพื่อส่งเสริมทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น,* 46(2), 57-72.

ราตรี สมรูป. (2566). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับสื่ออินโฟกราฟฟิกเพื่อส่งเสริมทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์. *วารสารวิจัยทางการศึกษา,* 17(3), 449–464.

โรงเรียนสารคามพิทยาคม**.** (2568). ข้อมูลพื้นฐาน.ข้อมูลนักเรียน. เรียกใช้เมื่อ 1 พฤศจิกายน 2568 จาก https://www.spk.ac.th/home/

ลลิดา ทองปรอด. (2562). *การศึกษามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และการสร้างโจทย์ปัญหาโดยใช้โมเดลของลาสเลย์และแมทซินสกี เรื่อง ทศนิยม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5* (หน้า 80).

ล้วน สายยศ, และ อังคณา สายยศ. (2553). *การวัดและประเมินผลด้านจิตพิสัย* (พิมพ์ครั้งที่ 3). สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ลัดดา ศิลาน้อย. (2549). *การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาแบบเปิด*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วนัชญา เชิงดี. (2555). *การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาแบบเปิดเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

วรรณนิภา สารสุวรรณ. (2563). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด (Open Approach) ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. *วารสารวิจัยและพัฒนาการศึกษา,* 12(3), 254–264.

วรรณนิภา สารสุวรรณ. (2563). ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิธีการแบบเปิดที่มีต่อผลสัมฤทธิ์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์. *วารสารวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย,* 15(1), 254–264.

วรลักษณ์ ชูกำเนิด. (2557). รูปแบบชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพครูสู่การเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 บริบท โรงเรียนในประเทศไทย. *Hatyai Academic Journal*, *12*(2), 123–134.

วัชราภรณ์ ปราณีธรรม. (2549). *การเรียนรู้แบบสร้างความเข้าใจในคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของ Shurkry*. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

วาโร เพ็งสวัสดิ์. (2546). *หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วาโร เพ็งสวัสดิ์. (2551). *การสร้างและพัฒนาเครื่องมือวัดผลทางการศึกษา*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วิชัย วงษ์ใหญ่, และ มารุต พัฒผล. (2562). *การพัฒนาหลักสูตรและการจัดการเรียนรู้* (หน้า 11). กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วิจารณ์ พานิช. (2559). *PLC: ชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพครู* (หน้า 128–129). กรุงเทพมหานคร: มูลนิธิสยามกัมมาจล.

วิจารณ์ พานิช. (2557). *แนวทางจัดการเรียนรู้เพื่อสร้างนักคิดในศตวรรษที่ 21*. กรุงเทพฯ: มูลนิธิสถาบันส่งเสริมการจัดการความรู้เพื่อสังคม.

ราตรี สมรูป. (2566). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดร่วมกับสื่ออินโฟกราฟฟิกเพื่อส่งเสริมทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์. *วารสารวิจัยทางการศึกษา,* 17(3), 449–464.

ศราวุฒิ จำวัน. (2559). การพัฒนาความเข้าใจทางคณิตศาสตร์เรื่องพาราโบลา ตามแนวคิดทฤษฎี APOS โดยใช้โปรแกรม GSP. *วารสารคณิตศาสตร์ศึกษา.* 12(1), 981–988.

ศิริชัย กาญจนวาสี. (2544). *สถิติเพื่อการวิจัย*. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

ศิริชัย กาญจนวาสี. (2552). *การวัดผลและประเมินผลการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 12). สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง.

ศิริพร แซ่ตัน. (2561). การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้เพื่อแก้ปัญหาในชีวิตจริงของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา. *วารสารวิจัยการศึกษา*, 13(3), 141–156.

ศุภกิจ ประชุมกาเยาะมาต. (2563). ระดับความเข้าใจเชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เรื่องการวัดความยาวและการชั่งของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตามกรอบทฤษฎี APOS. *วารสารวิจัยและพัฒนาการศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา*, 15(2), 209–304.

ศุภมาศ แก้วมณี. (2561). การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิดเพื่อพัฒนาทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. *วารสารวิชาการศึกษาศาสตร์*, 12(3), 1029–1040.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (ม.ป.ป.). เอกสารประกอบการอบรมการจัดการเรียนรู้ฐานสมรรถนะทางคณิตศาสตร์: โครงการเพิ่มศักยภาพครูให้มีสมรรถนะของครูยุคใหม่สำหรับการเรียนรู้ศตวรรษที่ 21. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2551). *การจัดการเรียนรู้โดยใช้การสื่อสารทางคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: สสวท.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555ข). *ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์* (หน้า 61). กรุงเทพมหานคร: สสวท.

สมถวิล วิจิตรวรรณา. (2543). *การประเมินผลเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียน*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สมนึก ภัททิยธนี. (2551). *หลักการวัดผลทางการศึกษา* (พิมพ์ครั้งที่ 3). สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง.

สุชาติ อิ่มจิตต์. (2551). *การวัดและประเมินผลการศึกษา* (น. 235). สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

สุธารัตน์ สมรรถการ. (2564). *การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการปรับมโนทัศน์และรูปแบบการแปลงของเลช เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น* (น. 121).

สุภมาส อังศุโชติ, และคณะ. (2552). *การวัดและประเมินผลการเรียนรู้*. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

สุวิทย์ มูลคำ, & อรทัย มูลคำ. (2545). *การเรียนรู้และการพัฒนาความเข้าใจทางคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สิริวรรณ ศรีหพล. (2536). *การศึกษาสถานภาพทั่วไปของการจัดการศึกษาด้านสกลทรรศน์ศึกษาในประเทศไทย.* นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

อนันต์ จันทร์กวี. (2537). *จิตวิทยาการเรียนรู้กับการสอนคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อนุวัติ คูณแก้ว. (2555). *การวิจัยทางการศึกษา*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์พัฒนาวิชาการ.

อรสา พิบูลย์ไพศาล. (2557). ปัจจัยที่ส่งผลต่อความพึงพอใจของผู้เรียนต่อการจัดการเรียนการสอน. *วารสารวิจัยทางการศึกษา*, 12(2), 45–50.

อรุณี เทพาคำ. (2562). การสะท้อนคิดและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น. *วารสารวิชาการครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏ*, 24(2), 215–230.

อัครพล พรมตรุษ. (2565). การพัฒนาความเข้าใจมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้วิธีการแบบเปิด: การวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี*, 17(1), 61–75.

อัมพร ม้าคนอง. (2547). *การวิเคราะห์ข้อสอบคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของ Bloom*. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อัมพร ม้าคนอง. (2547). *แนวทางการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาความเข้าใจของนักเรียน*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อารี พันธ์มณี. (2546). ปัจจัยจูงใจในการทำงานของบุคลากรในสถานศึกษา. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อำไพ สุจริตกุล. (2549). *การพัฒนาหลักสูตรและการสอนคณิตศาสตร์* (น. 305). สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.ไพทูล นารคร. (2549). การพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์.*วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น*, 29 (ก.ค.-ธ.ค.), 93-102.

Andamon, J. C., & Tan, D. A. (2018). Conceptual understanding, attitude and performance in mathematics of Grade 7 students. *International Journal of Scientific and Technology Research*, 7(8), 96–105.

Anupan, K., & Chimmalee, W. (2022). A conceptual learning model using mobile cloud learning to develop mathematical conceptual knowledge of undergraduate students. *International Journal of Emerging Technologies in Learning.*

Arenas-Peñaloza, J., et al. (2024). Understanding ratio concepts among elementary students through the Pirie–Kieren theory framework. *Mathematics Education Research Journal.*

Arnawa, I. M., Yanita, Y., Ginting, M., Yerizon, Y., & Nita, R. (2020). Developing students' positive attitude towards abstract algebra using the APOS theory approach.

Universal Journal of Educational Research, 8(4), 1503–1515.Ebel, R. L. (1972). *Essentials of educational measurement* (pp. 149–152). Prentice-Hall.

Awae, P., Chomchuen, A., & Sama-ae, A. (2018). Effects of learning management by concept attainment process on concept of and achievement in mathematics. *KASEM BUNDIT JOURNAL*. 19(2), 108-124.

Ausubel, D. P. (1977). *The facilitation of meaningful verbal learning in the classroom*. Holt, Rinehart and Winston.

Becker, J. P., & Shimada, S. (1997). *The open-ended approach: A new proposal for teaching mathematics*. Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.

Bloom, B. S. (1956). *Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals. Handbook I: Cognitive domain*. New York: David McKay.

Boaler, J. (1993). The role of contexts in the mathematics classroom: Do they make mathematics more real? *For the Learning of Mathematics, 13*(2), 12–17.

Bruner, J. S. (1966). *Toward a theory of instruction*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

Burry-Stock, J. A., & others. (1996). *Classroom assessment: Principles and practice for effective instruction* (p. 118). New York: Prentice Hall.

Carl Rogers. (1959). *On becoming a person: A therapist's view of psychotherapy* (p. 14). Houghton Mifflin.

Cinar, S., Erdem, M., & Tas, A. (2020). Automatic scoring model of open-ended questions in physics using machine learning. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 15(24), 3821–3844.

Chris Argyris, C., & Donald Schön, D. A. (1978). *Organizational learning: A theory of action perspective*. Addison-Wesley.

Combs, A. W. (1962). *Perceiving, behaving, becoming: A new focus for education* (p. 23). Association for Supervision and Curriculum Development.

Crowley, M. L. (2000). Principles for learning mathematics. In M. L. Crowley (Ed.), *Teaching mathematics in the 21st century* (pp. 1–16). Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.

Daud, N. M., Adnan, M., Nor Abd Aziz, M. I. M., & Embong, E. H. (2019). APOS theory and students' perception toward mathematics. *International Journal of Advanced Science and Technology*, 28(15), 1529–1543.

Dewey, J. (1952). *Experience and education*. The Macmillan Company.

Dubinsky, E. (1991). Reflective abstraction in advance mathematical thinking. In Tall, D. O. (Ed.), Advance Mathematical Thinking (pp. 95–123). Dordrecht: Kluwer.

Dubinsky, E., & McDonald, M. A. (2001). APOS: A constructivist theory of learning in undergraduate mathematics education research. *In D. Holton (Ed.), The teaching and learning of mathematics at university level* (pp. 273–280). Springer. https://doi.org/10.1007/0-306-47231-7_23

Erawun, I. A., Sukestiyarno, Y. L., Mardapi, D., & Rokhman, F. (2021). Students' mathematical understanding using phenomenology through open approach. *International Journal of Instruction*, 14(3), 3215–3222.

Evans, R., & Jeong, H. (2023). Using concept maps as assessment for learning in undergraduate mathematics. International Journal of Mathematical Education in Science and Technology.

Godino, J. D. (2019). Mathematical objects, meaning, and understanding: Toward a theory of understanding in mathematics education. *Educational Studies in Mathematics*, 102(3), 417–432.

Good, C. V. (1973). *Dictionary of education* (3rd ed.). McGraw-Hill.

Gravemeijer, K. (1997). Instructional design for reform in mathematics education. *In M. Beishuizen, K. P. E. Gravemeijer, & E. C. D. M. Van Lieshout (Eds.), The role of contexts and models in the development of mathematical strategies and procedures* (pp. 327–345). Freudenthal Institute.

Harris, C. W. (Ed.). (1963). *Problems in measuring change*. University of Wisconsin Press.

Herawaty, D., Widada, W., Handayani, N., Berindo, S., Febrianti, A., & Anggoro, A. F. (2020). Analysis of students' errors on closed set based on APOS theory. *International Journal of Instruction*, 13(4), 1470–1482.

Hiebert, J., & Carpenter, T.P. (1992). Learning and teaching with under- standing. In: D. A. Grouns (Ed.), *Handbook of research on mathematics teaching and learning* New York: Macmillan. 65-92.

Hiebert, J., & Lefevre, P. (1986). Conceptual and procedural knowledge in mathematics: An introductory analysis. In J. Hiebert (Ed.), *Conceptual and procedural knowledge: The case of mathematics* (pp. 1–27). Lawrence Erlbaum Associates.

Hopkins, K. D., & Antes, R. L. (1990). *Educational measurement and evaluation* (7th ed.,) (pp. 231–232). Charles E. Merrill.

Inprasitha, M., Pattanajak, A., & Inprasitha, N. (2010). A study of students' mathematical communication in teacher professional development. In *Proceedings of the International Conference on Educational Research* (pp. 332-341). Khon Kaen: Khon Kaen University.

Lasley, T. J., & Matczynski, T. J. (2002). *Introduction Model: Strategies for Teaching in a Diverse Society* (2^{nd} ed). Belmont: Wadsworth.

Inprasitha, M. (2010). *Mathematics learning management based on Open Approach*. Khon Kaen: Center for Research in Mathematics Education, Khon Kaen University.

Isoda, M. (2015). Open approach in mathematics education. In *Mathematics education and lesson study: Theory and practice in Asian contexts* (pp. 789–802). World Scientific.

Jordan, N. C., Glutting, J., Dyson, N., Hassinger-Das, B., Irwin, C., & McDonnell, L. (2012). *Number sense interventions for children at risk in mathematics*. Paul H. Brookes Publishing.

Juan D. Godino. (2019). Mathematical concepts, meaning and understanding: Objectives for developing a theory of understanding in mathematics education. *Educational Studies in Mathematics*, 102(3), 417–432.

Juan D. Godino. (2019). Mathematical concepts, meaning and understanding: Objectives for developing a theory of understanding in mathematics education. *Educational Studies in Mathematics*, 102(3), 417–432.

Kilpatrick, J., Swafford, J., & Findell, B. (Eds.). (2001). *Adding it up: Helping children learn mathematics*. Washington, DC: National Academy Press.

Knowles, M. S. (1980). *The modern practice of adult education: From pedagogy to andragogy* Cambridge Books.

Kolb, D. A. (1984). *Experiential learning: Experience as the source of learning and development*. Prentice Hall.

Lesh, R., & Doerr, H. M. (2003). *Beyond constructivism: Models and modeling perspectives on mathematics problem solving, learning, and teaching*. Lawrence Erlbaum Associates.

Line, D., & Slinde, J. A. (1997). Issues in the measurement of change. *Educational Measurement: Issues and Practice*, 16(2), 33–37.

Line, R., & Slinde, J. (1997). The impact of initial scores on gain scores. *Applied Measurement in Education*, 10(2), 538–554.

Line, R., & Slinde, J. (1997). The impact of initial scores on gain scores. *Applied Measurement in Education*, 10(2), 538–554.

Locke, E. A. (1976). *The nature and causes of job satisfaction*. In M. D. Dunnette (Ed.), *Handbook of industrial and organizational psychology* (pp. 1297–1343). Rand McNally.

Makhanong, C. (2003). *Mathematics understanding for learning effectiveness*. Bangkok: Srinakharinwirot University Press.

Marek, E. A. (1992). *Understanding science through the learning cycle*. Kendall/Hunt Publishing Company.

Maslow, A. H. (1943). A theory of human motivation. *Psychological Review, 50*(4), 370–396. https://doi.org/10.1037/h0054346

McLaren, B. M., & Forlizzi, J. (2017). Designing the "Decimal Point" digital learning game to effectively teach decimal numbers. *International Journal of Designs for Learning, 8*(1), 36–47. https://doi.org/10.14434/ijdl.v8i1.21397

Mehrens, W. A., & Lehmann, I. J. (1969). *Measurement and evaluation in education and psychology* (pp. 206–277). Holt, Rinehart and Winston.

Merliss, M., & Daniel, R. (2003). *The power of open-ended problems in mathematics teaching*. Mathematics Education Journal, 7(2), 30–31.

Meyer, D. (2001). Making math meaningful. *Mathematics Teaching in the Middle School*, 6(5), 239–241.

Meyer, D. (2010). *Math class needs a makeover*. [TED Talk]. https://www.ted.com/talks/dan_meyer_math_class_needs_a_makeover

Morsc, R. N. (1958). *Job satisfaction: Definition and measurement*. Journal of Applied Psychology, 42(1), 27–32.

Mukavhi, L., Brijlall, D., & Abraham, D. (2021). Advancing the APOS theory: The Technoscience Framework. *International Journal of Innovation, Creativity and Change*, 15(3), 865–878.

National Council of Teachers of Mathematics. (2000). *Principles and standards for school mathematics*. NCTM.

Nohda, N. (2000). Teaching by open-approach method in Japanese mathematics classroom. In T. Nakahara & M. Koyama (Eds.), *Proceedings of the 24th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education* (Vol. 1, 39–54). Hiroshima, Japan: Hiroshima University.

Nohda, N. (2000). Teaching mathematics through open-approach method in Japanese classroom. In N. Nohda (Ed.), *Teaching mathematics through problem solving: Asian perspectives*. Tokyo: World Scientific.

Oliver, R. L. (1980). A cognitive model of the antecedents and consequences of satisfaction decisions. *Journal of Marketing Research*, 17(4), 460–469.

Pike, C. D. (1991). *Measuring learning growth: The value of gain scores*. Educational Evaluation and Policy Analysis, 13(1), 18–25.

Pike, G. R. (1991). *Using students' gain scores as measures of teaching effectiveness*. *Research in Higher Education, 32*(1), 89–104.

Pimm, D. (1987). *Speaking mathematically: Communication in mathematics classrooms*. London: Routledge & Kegan Paul.

Pirie, S., & Kieren, T. (1992). Creating constructivist environments and constructing creative mathematics. *Educational Studies in Mathematics.* 23(5), 505-528.

Pirie, S., & Kieren, T. (1994). Growth in mathematical understanding: How can we characterize it and how can we represent it? *Educational Studies in Mathematics, 26*(2–3), 165–190.

Polya, G. (1957). *How to solve it: A new aspect of mathematical method* (2nd ed.). Princeton, NJ: Princeton University Press.

Sales-Contini, M. A., Gomes Silva, A. B., Pinto, L. C. M., Sebbe, G. E., Teixeira, M. A. T., Pereira, R. G. V., & Fernandes, L. R. R. (2025). Predictive modeling of waste generation based on mathematical approaches. *Journal of Global Environmental Studies*, 13(2), 188–214.

Salviejo, G. T., et al. (2024). Critical thinking disposition, learning approach and mathematics achievement: A study among pre-service mathematics teachers in the Philippines. *International Journal of Research in Education and Science*, 10(2), 1107–1116.

Saxe, G. B. (1987). The development of mathematical understanding within sociocultural contexts. *Cultural Anthropology, 2*(3), 259–282.

Schoenfeld, A. H. (1992). Learning to think mathematically: Problem solving, metacognition, and sense-making in mathematics. In D. A. Grouws (Ed.), *Handbook of research on mathematics teaching and learning* Macmillan.

Schoenfeld, A. H. (2014). Thoughts on scale. *ZDM Mathematics Education*, 46(3), 323–328. https://doi.org/10.1007/s11858-014-0570-x

Seepiwiwil, S., & Seehamongkon, P. (2023). Enhancing mathematical problem-solving and reasoning abilities through Open Approach. *Asian Journal of Education and Learning*, 9(1), 42–49.

Sfard, A. (2008). *Thinking as communicating: Human development, the growth of discourses, and mathematizing*. Cambridge: Cambridge University Press.

Sheffield, L. J., & Cruikshank, D. E. (2005). *Teaching and learning mathematics: Pre-kindergarten through middle school*. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons.

Shelli, B. (1995). *Psychological satisfaction theory in the learning environment* Learning Press.

Shimizu, Y. (1999). *Aspects of mathematics teacher education in Japan: Focusing on teachers' roles*. Journal of Mathematics Teacher Education, 2(1), 107–116.

Sierpinska, A. (1990). Some remarks on understanding in mathematics. *For the Learning of Mathematics.* 10(3), 24-36.

Silver, E. A. (1997). Fostering creativity through instruction rich in mathematical problem solving and problem posing. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik (ZDM)*, *29*(3), 75–80.

Skemp, R. R. (1971). *The psychology of learning mathematics*. Penguin.

Skemp, R. R. (1976). Relational understanding and instrumental understanding. *Mathematics Teaching*, 77, 20–26.

Stoyanova, E., & Ellerton, N. F. (1996). *A framework for research into students' problem posing in school mathematics*. In P. Clarkson (Ed.), *Technology in mathematics education*. Mathematics Education Research Group of Australasia.

Takahashi, A. (2004). *Open-ended problem solving approach in Japanese mathematics classroom*. Tokyo: Japan Society of Mathematical Education.

Tall, D., & Vinner, S. (1981). Concept image and concept definition in mathematics with particular reference to limits and continuity. *Educational Studies in Mathematics*, *12*(2), 151–169.

Tatira, N. (2025). Understanding calculus integration in kinematics through APOS theory. *South African Journal of Education*, 45(2), 1305–1318.

Tejima, S. (1997). *Open-ended approach to mathematics teaching in Japan*. Tokyo: Japan Society of Mathematical Education.

Thompson, S. C., Gregg, L., & Niska, J. M. (2004). Professional learning communities, leadership, and student learning. *Research in Middle Level Education Online*, 28(1), 1–15.

Umam, R., Susandi, A. R., Irfan, M., Bin Awang, M. M., Susanti, E., & Supandi, R. (2024). Identifying students' errors in solving contextual math problems based on APOS theory. *International Journal of Instruction*, 17(1), 10–20.

UNESCO. (2015). *Rethinking education: Towards a global common good?* United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.

Usiskin, Z. (2001). Teachers' mathematics: A theoretical and practical approach. In F.-L. Lin & T. J. Cooney (Eds.), *Making sense of mathematics teacher education* Springer.

Vake, M., Alcantara, L., & Chen, Y. (2025). The rise of open-source LLMs: A data-driven analysis. *Computational Linguistics and AI*, 39(1), 1–18.

Van Hiele, P. M. (1959). The child's thought and geometry. In D. Fuys, D. Geddes, & R. Tischler (Eds.), *English translation of selected writings of Dina van Hiele-Geldof and Pierre van Hiele*. Brooklyn, NY: Brooklyn College.

Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard University Press.

Wallerstein, J. S. (1971). *The satisfaction principle and personal well-being*. Wiley.

Whitney, D. R., & Sabers, D. L. (1976). *Teacher-made tests*. Prentice-Hall.

Widiartana, D. P. (2019). The influence of open-ended learning approach on students' mathematical reasoning ability. *Journal of Mathematics Education*, 10(2), 1–7.

Wiersma, W., & Jurs, S. G. (1985). *Educational measurement and testing*. Allyn & Bacon.

Willett, J. B. (1997). Measuring change: What statistical tools are appropriate for educational research? *Educational Researcher*, 26(4), 175–181.

Wilson, J. W. (1971). *The structure of mathematical understanding*. Georgia Center for the Study of Learning and Teaching Mathematics.

Wulandari, N. F., Hidayanto, E., Subanji, S., & Rahardi, R. (2019). Mathematical representation of students with cerebral palsy using APOS theory. *Universal Journal of Educational Research*, 7(5), 1227–1241.

Zalman, M., & Usiskin, Z. (2002). *Understanding mathematics for teaching: A model*. The University of Chicago School Mathematics Project.

Zhang, A. X., & Pereira, J. (2024). Mathematical concept teaching design based on APOS theory in the context of mathematical history: A plane rectangular coordinate system as an example. *Journal of Teaching and Learning in Elementary Education.* 7(2), 172-179.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ รายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม ค21202
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2568
หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 สถิติ จำนวน 10 ชั่วโมง
เรื่อง การนำเสนอและการแปลความหมายข้อมูลด้วยแผนภูมิรูปภาพ จำนวน 1 ชั่วโมง
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/.....วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....คาบที่.....

---

1. มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ค 3.1 เข้าใจกระบวนการทางสถิติและใช้ความรู้ทางสถิติในการแก้ปัญหา

2. ตัวชี้วัด

ตัวชี้วัด ม.1/1 เข้าใจและใช้ความรู้ทางสถิติในการนำ เสนอ ข้อมูลและแปลความหมายข้อมูล รวมทั้งนำสถิติไปใช้ในชีวิตจริงโดยใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม

3. สาระสำคัญ

การนำเสนอและการแปลความหมายข้อมูลด้วยแผนภูมิรูปภาพ เป็นการนำเสนอข้อมูลที่ใช้จำนวนของรูปภาพแทนปริมาณทั้งหมดของข้อมูลที่ต้องการนำเสนอซึ่งผู้นำเสนอต้องกำหนดให้ชัดเจนว่า รูปภาพ 1 รูป แทน สิ่งที่ต้องการนำเสนอเป็นจำนวนเท่าใด กรณีที่จำนวนของข้อมูลที่เหลือไม่สามารถใช้ข้อมูลเต็มรูปได้ ผู้นำเสนอข้อมูลอาจเขียนรูปเป็นบางส่วนของรูปภาพ 1 รูป ตามอัตราส่วนของจำนวนข้อมูลที่เหลือต่อจำนวนที่แทนด้วยรูปภาพ 1 รูป เช่น ครึ่งรูป เศษหนึ่งส่วนสี่ของรูป

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

4.1ด้านความรู้(K)

นักเรียนสามารถการนำเสนอและการแปลความหมายข้อมูลด้วยแผนภูมิรูปภาพ ได้อย่างเหมาะสมในสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้

ด้านทักษะ/กระบวนการ(P)

1) นักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลเกี่ยวกับนักเรียนสามารถการนำเสนอและการแปลความหมายข้อมูลด้วยแผนภูมิรูปภาพ ได้อย่างเหมาะสมในสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้

2) นักเรียนมีความสามารถในการเชื่อมโยงข้อมูลระหว่างข้อมูลจากสถานการณ์จริงกับนักเรียนสามารถการนำเสนอและการแปลความหมายข้อมูลด้วยแผนภูมิรูปภาพ ได้อย่างเหมาะสมในสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้

3) นักเรียนสามารถสื่อสารสื่อความหมายและนำเสนอข้อมูลเกี่ยวกับนักเรียนสามารถการนำเสนอและการแปลความหมายข้อมูลด้วยแผนภูมิรูปภาพ ได้อย่างเหมาะสมในสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้

4.3 ด้านคุณลักษณะ(A)

1) นักเรียนสามารถให้เหตุผลเพื่อสนับสนุนแนวคิดของตนเองหรือโต้แย้งแนวคิดของผู้อื่นอย่างสมเหตุสมผล

2) นักเรียนสามารถเชื่อมโยงข้อมูลเดิมกับข้อมูลใหม่ นำคณิตศาสตร์มาใช้กับชีวิตจริง

3) นักเรียนสามารถสื่อสารได้อย่างชัดเจน ทำให้ผู้อื่นเกิดความเข้าใจตรงกัน ใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสารและนำเสนอ

5. สาระการเรียนรู้

การนำเสนอและการแปลความหมายข้อมูลด้วยแผนภูมิรูปภาพ

6. กระบวนการจัดการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 การนำเสนอสถานการณ์ปัญหาปลายเปิด (ระดับความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ A) (มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์)

1. แบ่งนักเรียนกลุ่มคละความสามารถ เก่ง-ปานกลาง-อ่อน กลุ่มละ 4-5 คน และกำหนดบทบาทหน้าที่ของแต่ละคนเพื่อเตรียมความพร้อมก่อนที่จะพบกับปัญหา

2. ครูยกตัวอย่างสถานการณ์เกี่ยวกับการดำรงชีวิตประจำวัน โดยการเล่นกีฬาของเด็กซึ่งเป็นกิจกรรมที่สำคัญต่อสุขภาพและพัฒนาการ ในแต่ละวันเด็กอาจเลือกเล่นกีฬาที่แตกต่างกัน เช่น ฟุตบอล บาสเกตบอล วอลเลย์บอล หรือวิ่งออกกำลังกาย

3. ครูสนทนากับนักเรียนเพื่อเชื่อมโยงเข้าสู่ปัญหา เพื่อให้นักเรียนเข้าใจความหมายของ การกำหนดรูปภาพแทนจำนวน และการนำเสนอและการแปลความหมายข้อมูลด้วยแผนภูมิรูปภาพเพื่อนำไปสู่เนื้อหาสถิติ

4. นักเรียนแสดงแนวคิดเกี่ยวกับการกำหนดรูปภาพแทนจำนวน โดยพิจารณาสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน เช่น จำนวนครั้งในการเล่นกีฬาประเภทต่าง ๆ ของนักเรียนในหนึ่งสัปดาห์ จากนั้นกำหนดสัญลักษณ์หรือรูปภาพแทนจำนวนข้อมูลที่กำหนด และนำเสนอข้อมูลในรูปแบบแผนภูมิรูปภาพ พร้อมทั้งอธิบายและแปลความหมายข้อมูลจากแผนภูมิที่สร้างขึ้น

ขั้นที่ 2 การเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียนผ่านการแก้ปัญหา (ระดับความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ A P) (มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์)

1. นักเรียนทำความเข้าใจแนวคิดเกี่ยวกับการกำหนดรูปภาพแทนจำนวน และการนำเสนอข้อมูลในรูปแบบแผนภูมิรูปภาพ โดยครูอธิบายพร้อมยกตัวอย่างสถานการณ์จากขั้นที่ 1 ดังนี้

1.1 การกำหนดรูปภาพแทนจำนวน หมายถึง การใช้สัญลักษณ์หรือรูปภาพแทนปริมาณของข้อมูล โดยกำหนดค่าให้รูปภาพแต่ละรูปแทนจำนวนที่แน่นอน เช่น รูปภาพ 1 รูป แทนจำนวน 2 คน หรือ 5 คน ต้องกำหนดให้ชัดเจน สม่ำเสมอ และสอดคล้องกับข้อมูลที่นำเสนอ

1.2 วิธีการ หมายถึง แนวทางในการดำเนินการนำข้อมูลมาสร้างแผนภูมิรูปภาพอย่างเป็นระบบ ได้แก่ การรวบรวมข้อมูล การจัดหมวดหมู่ข้อมูล การกำหนดรูปภาพแทนจำนวน การสร้างแผนภูมิรูปภาพ และการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล

1.3 แนวทาง หมายถึง หลักในการเลือกใช้รูปภาพและการนำเสนอข้อมูลให้เหมาะสมและมีประสิทธิภาพ เช่น การเลือกใช้สัญลักษณ์ที่สื่อความหมายชัดเจน การกำหนดค่าของรูปภาพให้เข้าใจง่าย และการจัดวางแผนภูมิให้เป็นระเบียบ สามารถอ่านและแปลความหมายได้สะดวก

ขั้นที่ 3 การอภิปรายและเปรียบเทียบร่วมกันทั้งชั้นเรียนม(ระดับความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ A P O) (มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์)

1. นักเรียนนำเสนอแนวคิดทางคณิตศาสตร์หน้าชั้นเรียน โดยแต่ละกลุ่มยกตัวอย่างสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน พร้อมทั้งรวบรวมข้อมูลและนำเสนอข้อมูลในรูปแบบแผนภูมิรูปภาพ โดยมีการกำหนดรูปภาพแทนจำนวนอย่างชัดเจน จากนั้นนักเรียนร่วมกันแลกเปลี่ยนแนวคิดกับเพื่อนทั้งชั้นเรียนเกี่ยวกับวิธีการกำหนดรูปภาพแทนจำนวนในการสร้างแผนภูมิรูปภาพ และความถูกต้องของข้อมูล พร้อมทั้งนำกระบวนการที่ได้ไปใช้ในการแก้ปัญหาหรือสถานการณ์อื่น ๆ

2. นักเรียนร่วมกันสรุป อภิปราย และเชื่อมโยงแนวคิดเกี่ยวกับการกำหนดรูปภาพ แทนจำนวน และการนำเสนอข้อมูลด้วยแผนภูมิรูปภาพ โดยสามารถอธิบายได้ว่ารูปภาพแต่ละรูปแทนจำนวนเท่าใด และใช้แผนภูมิรูปภาพในการตอบคำถาม เช่น ข้อมูลใดมีจำนวนมากที่สุด น้อยที่สุด หรือแตกต่างกันเท่าใด รวมทั้งสามารถอธิบายข้อมูลจากแผนภูมิรูปภาพได้อย่างถูกต้อง

ขั้นที่ 4 การสรุปโดยเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ปรากฏขึ้นในชั้นเรียน (ระดับความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ A P O S) (มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์)

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันนำแนวคิดที่เข้าใจมาแลกเปลี่ยนภายในกลุ่ม จากนั้นทำใบกิจกรรมที่ 5 อ่านรูป รู้เรื่อง เล่าเป็นข้อมูล แสดงการนำเสนอและการแปลความหมายข้อมูลด้วยแผนภูมิรูปภาพในใบกิจกรรมพร้อมนำเสนอ

8. สื่อและแหล่งเรียนรู้

1. หนังสือเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ม.1 เล่ม 2 ตามมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง2560) ตามหลักสูตรแกนกลางขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (อจท.)

2. สถานการณ์ในชีวิตประจำที่หยิบยกขึ้นมา

3. ใบกิจกรรมที่ 5 อ่านรูป รู้เรื่อง เล่าเป็นข้อมูล

9. การวัดและประเมินผล

สิ่งที่วัด/ประเมินผล	เครื่องมือวัดผล	วิธีการวัดผล	เกณฑ์การประเมินผล
ด้านความรู้ (K) นักเรียนสามารถการนำเสนอและการแปลความหมายข้อมูลด้วยแผนภูมิรูปภาพ ได้อย่างเหมาะสมในสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้	- สถานการณ์ - ใบกิจกรรมที่ 5	- สถานการณ์ - ใบกิจกรรมที่ 5	ผ่านเกณฑ์การประเมินร้อยละ 70 ขึ้นไป
ด้านทักษะและกระบวณการ (P) 1) นักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลเกี่ยวกับนักเรียนสามารถการนำเสนอและการแปลความหมายข้อมูลด้วยแผนภูมิรูปภาพ ได้อย่างเหมาะสมในสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ 2) นักเรียนมีความสามารถในการเชื่อมโยงข้อมูลระหว่างข้อมูลจากสถานการณ์จริงกับนักเรียนสามารถการนำเสนอและการแปลความหมายข้อมูลด้วยแผนภูมิรูปภาพ ได้อย่างเหมาะสมในสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ 3) นักเรียนสามารถสื่อสารสื่อความหมายและนำเสนอข้อมูลเกี่ยวกับนักเรียนสามารถการนำเสนอและการแปลความหมายข้อมูลด้วยแผนภูมิรูปภาพ ได้อย่างเหมาะสมในสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้	- แบบประเมินทักษะและกระบวนการ	- ดูจากการทำใบกิจกรรมที่ 5 - การประเมินทักษะและกระบวนการ	ผ่านเกณฑ์การประเมินระดับ 3 (ดี)

(ต่อ)

สิ่งที่วัด/ประเมินผล	เครื่องมือวัดผล	วิธีการวัดผล	เกณฑ์การประเมินผล
ด้านคุณลักษณะ (A) 1) นักเรียนสามารถให้เหตุผลเพื่อสนับสนุนแนวคิดของตนเองหรือโต้แย้งแนวคิดของผู้อื่นอย่างสมเหตุสมผล 2) นักเรียนสามารถเชื่อมโยงข้อมูลเดิมกับข้อมูลใหม่ นำคณิตศาสตร์มาใช้กับชีวิตจริง 3) นักเรียนสามารถสื่อสารได้อย่างชัดเจน ทำให้ผู้อื่นเกิดความเข้าใจตรงกัน ใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสารและนำเสนอ	- แบบสังเกต - แบบประเมินทักษะและกระบวนการ	- สังเกตจากการตอบคำถาม และการร่วมกิจกรรม - สังเกตพฤติกรรมระหว่าง เรียน - สังเกตพฤติกรรมระหว่าง การทำงานกลุ่ม	ผ่านเกณฑ์การประเมินระดับ 2 (พอใช้)

เกณฑ์การประเมินผลจากการทำใบกิจกรรมใช้เกณฑ์ดังนี้

80% ขึ้นไป หมายถึง ดีมาก
70 - 79% หมายถึง ดี
60 - 69% หมายถึง ปานกลาง
50 - 59% หมายถึง ผ่าน
ต่ำกว่า 50% หมายถึง ปรับปรุง

เกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของเวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร

กลุ่มที่	คำอธิบาย	ระดับคะแนน
4	ตอบถูกต้อง และมีการอธิบายโดยอ้างอิงความรู้และความสัมพันธ์เชิงมโนทัศน์ ทางคณิตศาสตร์สนับสนุนคำตอบอย่างชัดเจน	3
3	ตอบถูกต้อง และมีการอธิบายโดยอ้างอิงความรู้และความสัมพันธ์เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์สนับสนุนคำตอบบ้างแต่ไม่ชัดเจน	2
2	ตอบถูกต้องหรือตอบถูกต้องบางส่วน แต่ไม่มีการอธิบายหรือพยายามอธิบาย โดยอ้างอิงความรู้และความสัมพันธ์เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์มาสนับสนุน คำตอบ แต่ไม่ถูกต้อง หรือ ตอบไม่ถูกต้อง แต่มีการอธิบายโดยอ้างอิงความรู้และความสัมพันธ์เชิงมโนทัศน์ ทางคณิตศาสตร์สนับสนุนคำตอบบ้างแต่ไม่ชัดเจน	1

กลุ่มที่	คำอธิบาย	ระดับคะแนน
1	ตอบไม่ถูกต้องหรือไม่ตอบ และไม่มีการอิบายหรือพยายามอธิบายโดยอ้างอิง ความรู้และความสัมพันธ์เชิงมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์มาสนับสนุนคำตอบ แต่ ไม่ถูกต้อง	0

เกณฑ์การประเมินความเข้าใจทางคณิตศาสตร์

กิจกรรมการเรียนรู้	เกณฑ์การประเมิน			
	A (การกระทำ)	P (กระบวนการ)	O (วัตถุ)	S (ภาพทางปัญญา)
การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC)	สามารถนำความรู้มาแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามเงื่อนไขและคำสั่งในสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้ได้อย่างเป็นลำดับขั้นตอน	มีความเข้าใจระดับการจัดกระทำหรือการคิดคำนวณหลายๆ ครั้ง สามารถใช้ความรู้ความเข้าใจที่เกี่ยวข้องคาดการณ์ผลของการดำเนินการ แต่ไม่สามารถสร้างกระบวนการใหม่ของการดำเนินการได้	มีความรู้ในทฤษฎี บท นิยาม แนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง มีความเข้าใจระดับกระบวนการหลาย ๆ กระบวนการที่เกี่ยวข้องกัน สามารถนำมาเชื่อมโยงอย่างเหมาะสม	มีความเข้าใจระดับกระบวนการหลายๆ กระบวนการที่เกี่ยวข้องกัน สามารถนำไปใช้สร้างความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ในระดับที่สูงขึ้นแต่ไม่สามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนมากขึ้นได้

10. บันทึกผลหลังสอน

10.1 ผลการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

10.2 ปัญหาและอุปสรรค

.....

.....

.....

10.3 การแก้ไขและผลการแก้ไข

.....

.....

.....

10.4 ข้อเสนอแนะ/แนวทางการแก้ไข

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(นางสาวศิริรัตน์ พิมพ์โกทา)

นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู

ความคิดเห็น/ข้อเสนอแนะของครูพี่เลี้ยง

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นางสุพิศ รินทะชัย)

ครูพี่เลี้ยง

ความคิดเห็น/ข้อเสนอแนะของหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นายทรงรัตน์ ภารสถิต)

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

ความคิดเห็น/ข้อเสนอแนะของผู้บริหารโรงเรียน

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นายสุรพงษ์ ศรีเศรษฐา)

รองผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ

ความคิดเห็น/ข้อเสนอแนะของผู้บริหารโรงเรียน

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นายทรงศักดิ์ ชาวไพร)

ผู้อำนวยการโรงเรียนสารคามพิทยาคม

ภาคผนวก

ชื่อ ..... ชั้น ..... เลขที่ .....

ใบกิจกรรมที่ 5

เรื่อง อ่านรูป รู้เรื่อง เล่าเป็นข้อมูล

คำชี้แจง: ให้นักเรียนตอบคำถาม พร้อมแสดงวิธีคิดให้ถูกต้อง ครบถ้วนทุกข้อ

คำแนะนำของ National Health Service (NHS) ระบุว่า บุคคลทั่วไปควรดื่มของเหลวประมาณ 6–8 แก้วต่อวัน ครูสำรวจการดื่มน้ำของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 40 คน ได้ข้อมูลดังนี้

จำนวนแก้วน้ำต่อวัน	จำนวนนักเรียน (คน)
4 แก้ว	8
6 แก้ว	16
8 แก้ว	12
มากกว่า 8 แก้ว	4

1. จากข้อมูลที่กำหนด ให้นักเรียนสร้าง แผนภูมิรูปภาพ โดยกำหนดให้  1 รูป แทนนักเรียน จำนวน 4 คน (ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ระดับ A) (มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์)

2. นักเรียนต้องใช้รูปภาพกี่รูปแทนกลุ่มนักเรียนที่ดื่มน้ำวันละ **8 แก้ว** และมีวิธีคิดอย่างไร (ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ระดับ P) (มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์)

.....

.....

.....

3. หากมีนักเรียนที่ดื่มน้ำวันละ 4 แก้วเพิ่มขึ้นอีก 4 คน นักเรียนจะปรับแผนภูมิรูปภาพอย่างไร อธิบายเหตุผล (ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ระดับ P) (มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์)

.....

.....

.....

.....

.....

4. จากแผนภูมิรูปภาพ นักเรียนที่ดื่มน้ำอย่างน้อยวันละ 6 แก้ว มีมากกว่าหรือน้อยกว่านักเรียนที่ดื่มน้ำต่ำกว่า 6 แก้ว และแตกต่างกันกี่คน (ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ระดับ O) (มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์)

.....

.....

.....

.....

.....

5. นักเรียนที่ดื่มน้ำ อย่างน้อยวันละ 6 แก้ว คิดเป็น กี่เปอร์เซ็นต์ ของนักเรียนทั้งหมด และนักเรียนคิดว่าผลที่ได้สอดคล้องหรือไม่ กับคำแนะนำของ NHS ที่แนะนำให้ดื่มน้ำวันละ 6–8 แก้ว (ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ระดับ S) (มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์)

.....

.....

.....

.....

ชื่อ ..... **ชั้น** ..... **เลขที่** .....

เฉลยใบกิจกรรมที่ 5

เรื่อง อ่านรูป รู้เรื่อง เล่าเป็นข้อมูล

คำชี้แจง: ให้นักเรียนตอบคำถาม พร้อมแสดงวิธีคิดให้ถูกต้อง ครบถ้วนทุกข้อ

คำแนะนำของ National Health Service (NHS) ระบุว่า บุคคลทั่วไปควรดื่มของเหลวประมาณ **6–8 แก้วต่อวัน** ครูสำรวจการดื่มน้ำของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน **40 คน** ได้ข้อมูลดังนี้

จำนวนแก้วน้ำต่อวัน	**จำนวนนักเรียน (คน)**
4 แก้ว	8
6 แก้ว	16
8 แก้ว	12
มากกว่า 8 แก้ว	4

1. จากข้อมูลที่กำหนด ให้นักเรียนสร้าง แผนภูมิรูปภาพ โดยกำหนดให้  1 รูป แทนนักเรียน จำนวน 4 คน (ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ระดับ A) (มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์)

จำนวนแก้วน้ำต่อวัน	จำนวนนักเรียน (คน)
4 แก้ว	
6 แก้ว	
8 แก้ว	
มากกว่า 8 แก้ว	

2. นักเรียนต้องใช้รูปภาพกี่รูปแทนกลุ่มนักเรียนที่ดื่มน้ำวันละ 8 แก้ว และมีวิธีคิดอย่างไร (ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ระดับ P) (มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์)

กลุ่มนักเรียนที่ดื่มน้ำวันละ 8 แก้ว มีจำนวน 12 คน

เมื่อกำหนด  1 รูป แทนนักเรียน จำนวน 4 คน

จะได้ว่า ต้องใช้รูปภาพจำนวน $\frac{12}{4}=3$ รูป

3. หากมีนักเรียนที่ดื่มน้ำวันละ 4 แก้วเพิ่มขึ้นอีก 4 คน นักเรียนจะปรับแผนภูมิรูปภาพอย่างไร อธิบายเหตุผล (ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ระดับ P) (มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์)

เดิม = 8 คน | รวมใหม่ = 8 + 4 = 12 คน

เพิ่ม = 4 คน | จำนวนรูปใหม่ = 12 ÷ 4 = 3 รูป

เดิมมี 2 รูป

ต้องเพิ่มอีก 1 รูป

ดังนั้น ต้องปรับแผนภูมิโดยเพิ่มอีก 1 รูป รวมเป็น 3 รูป

4. จากแผนภูมิรูปภาพ นักเรียนที่ดื่มน้ำอย่างน้อยวันละ 6 แก้ว มีมากกว่าหรือน้อยกว่านักเรียนที่ดื่มน้ำต่ำกว่า 6 แก้ว และแตกต่างกันกี่คน (ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ระดับ O) (มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์)

อย่างน้อย 6 แก้ว ได้แก่

6 แก้ว = 16 คน

8 แก้ว = 12 คน

รวม = 16 + 12 + 4 = 32 คน

มากกว่า 8 แก้ว = 4 คน

น้อยกว่า 6 แก้ว คือ

4 แก้ว = 8 คน

หาความแตกต่าง เท่ากับ 32 – 8 = 24 คน

ดังนั้น นักเรียนที่ดื่มน้ำอย่างน้อยวันละ 6 แก้ว มีมากกว่าหรือน้อยกว่านักเรียนที่ดื่มน้ำต่ำกว่า 6 แก้ว และแตกต่างกัน 24 คน

5. นักเรียนที่ดื่มน้ำ อย่างน้อยวันละ 6 แก้ว คิดเป็น กี่เปอร์เซ็นต์ ของนักเรียนทั้งหมด และนักเรียนคิดว่าผลที่ได้สอดคล้องหรือไม่ กับคำแนะนำของ NHS ที่แนะนำให้ดื่มน้ำวันละ 6–8 แก้ว (ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ระดับ S) (มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์)

อย่างน้อย 6 แก้ว = 32 คน

นักเรียนทั้งหมด = 40 คน

คิดเป็น $\frac{32}{40} \times 100 = 80\%$

ดังนั้น สอดคล้องกันคำแนะนำ NHS เนื่องจาก NHS แนะนำ 6–8 แก้ว และมีนักเรียนถึง 80% ที่ดื่มอย่างน้อย 6 แก้ว

แบบบันทึกจำนวนชั่วโมง PLC
ประจำปีการศึกษา 2568

ชื่อ สกุล นางสาวศิริรัตน์ พิมพ์โกทา
ตำแหน่ง นักศึกษาฝึกประสบการณ์สอน
โรงเรียน สารคามพิทยาคม อำเภอ เมืองมหาสารคาม จังหวัด มหาสารคาม
สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต26

ปฏิทินการจัดกระบวนการชุมชนแห่งการเรียนรู้ทางวิชาชีพ

ชื่อ นางสาวศิริรัตน์ พิมพ์โกทา กลุ่มสาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ โรงเรียน สารคามพิทยาคม

ที่	วันที่	คาบ	เวลา	กิจกรรม
1	2 กรกฎาคม 2568	1-4	08.30-12.30	จัดตั้งทีมชุมชนแห่งการเรียนรู้
2	28 กรกฎาคม 2568	1-4	08.30-12.30	กำหนดปัญหาและแนวทางการแก้ปัญหา
3	18 สิงหาคม 2568	1-4	08.30-12.30	ร่วมออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้วงรอบที่ 1
				ร่วมออกแบบและสะท้อนแผนการเรียนรู้วิธีแบบเปิด (Open Approach) วงรอบที่ 1
				ร่วมสะท้อนคิดกิจกรรมการเรียนรู้ก่อนเปิดชั้นเรียนวงรอบที่ 1
				ร่วมสะท้อนคิดหลังเปิดชั้นเรียนวงรอบที่ 1
4	12 พฤศจิกายน 2568	1-4	08.30-12.30	ร่วมออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้วงรอบที่ 2
				ร่วมออกแบบและสะท้อนแผนการเรียนรู้วิธีแบบเปิด (Open Approach) วงรอบที่ 2
				ร่วมสะท้อนคิดกิจกรรมการเรียนรู้ก่อนเปิดชั้นเรียนวงรอบที่ 2
				ร่วมสะท้อนคิดหลังเปิดชั้นเรียนวงรอบที่ 2
5	24 กุมภาพันธ์ 2569	1-4	08.30-12.30	ร่วมออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้วงรอบที่ 3
				ร่วมออกแบบและสะท้อนแผนการเรียนรู้วิธีแบบเปิด (Open Approach) วงรอบที่ 3
				ร่วมสะท้อนคิดกิจกรรมการเรียนรู้ก่อนเปิดชั้นเรียนวงรอบที่ 3
				ร่วมสะท้อนคิดหลังเปิดชั้นเรียนวงรอบที่ 3

แบบบันทึกการสร้าง Professional Learning Team (PLT)

ชื่อทีม Math PLC SPK โรงเรียน สารคามพิทยาคม

อำเภอ เมืองมหาสารคาม จังหวัด มหาสารคาม วันที่จัดตั้งทีม 2 กรกฎาคม 2568

ชื่อครูผู้สอน นางสาวศิริรัตน์ พิมพ์โกทา กลุ่มสาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์

ลำดับที่	ชื่อ-สกุล	บทบาทในทีม
1.	นางสาวศิริรัตน์ พิมพ์โกทา	model teacher
2.	นางสาวพรพรรณ นนทะชัย	buddy teacher
3.	นายจตุรงค์ พลมุข	buddy teacher
4.	นายทรงศักดิ์ ชาวไพร	administrator
5.	นายสุรพงษ์ ศรีเศรษฐา	mentor
6.	นางสุพิศ รินทะชัย	mentor
7.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นวพล นนทภา	expert
8.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. รามนรี นนทภา	expert

การกำหนดปัญหาและวิธีการแก้ปัญหา

ชื่อทีม Math PLC SPK โรงเรียน สารคามพิทยาคม

อำเภอ เมืองมหาสารคาม จังหวัด มหาสารคาม วันที่จัดตั้งทีม 2 กรกฎาคม 2568

ชื่อครูผู้สอน นางสาวศิริรัตน์ พิมพ์โกทา กลุ่มสาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์

รายชื่อสมาชิกในทีมที่ร่วมกำหนดปัญหา จำนวน 8 คน ได้แก่

ลำดับที่	ชื่อ-สกุล	บทบาทในทีม
1.	นางสาวศิริรัตน์ พิมพ์โกทา	model teacher
2.	นางสาวพรพรรณ นนทะชัย	buddy teacher
3.	นายจตุรงค์ พลมุข	buddy teacher
4.	นายนายสุรพงษ์ ศรีเศรษฐา	administrator
5.	นายทรงรัตน์ ภารสถิตย์	mentor
6.	นางสุพิศ รินทะชัย	mentor
7.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นวพล นนทภา	expert
8.	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. รามนรี นนทภา	expert

1. ประเด็นปัญหาที่ร่วมกับทีมกำหนดให้นำสู่การหาวิธีการแก้ไข

ประเด็นปัญหา	สาเหตุ	วิธีแก้ปัญหา
จัดกิจกรรมการเรียนรู้อย่างไรให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ตามกรอบทฤษฎี APOS	นักเรียนบางส่วนยังมีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ไม่ชัดเจน โดยสามารถจดจำหรือทำตามตัวอย่างได้ แต่ยังไม่สามารถอธิบายความหมายของแนวคิดทางคณิตศาสตร์ เชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิด หรือประยุกต์ใช้ความรู้ในสถานการณ์ใหม่ได้ ส่งผลให้ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ยังอยู่ในระดับต่ำ ขาดการให้เหตุผล การแปลความหมายข้อมูลทางสถิติ และการอธิบายด้วยภาษาทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง	ครูร่วมกันออกแบบแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามกรอบทฤษฎี APOS โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC) โดยใช้สถานการณ์ใกล้ตัว คำถามปลายเปิด การอภิปรายทั้งชั้น และกิจกรรมกลุ่ม เพื่อให้นักเรียนได้คิด วิเคราะห์ อธิบาย เหตุผล แลกเปลี่ยนแนวคิด และสร้างความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ด้วยตนเองมากขึ้น

2. วิธีการแก้ปัญหาที่จะนำสู่การปฏิบัติได้จากการร่วมคิดของทีม คือ

2.1 ศึกษาหลักสูตร ตัวชี้วัด และเนื้อหาเกี่ยวกับสถิติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

2.2 ร่วมกันออกแบบแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามกรอบทฤษฎี APOS โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเปิด (Open Approach)

2.3 ร่วมกันสร้างใบกิจกรรม คำถามปลายเปิด และสถานการณ์ใกล้ตัวนักเรียน เพื่อส่งเสริมมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความเข้าใจทางคณิตศาสตร์

2.4 ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นเรียน พร้อมสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ การอภิปรายและงานเขียนของนักเรียน

2.5 สมาชิก PLC ร่วมกันสะท้อนผล วิเคราะห์ปัญหา และปรับปรุงแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละวงรอบ

2.6 สรุปผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และประเมินพัฒนาการด้านมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

3. เป้าหมายที่จะพัฒนา (สิ่งที่ต้องการแก้ไขให้ดีขึ้น)

พัฒนาแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามกรอบทฤษฎี APOS โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC) เพื่อส่งเสริมมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

4. ตัวชี้วัดความสำเร็จ (จะรู้ได้อย่างไรว่าสำเร็จ)

4.1 ได้แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามกรอบทฤษฎี APOS โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC)

4.2 นักเรียนมีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ดีขึ้นจากการทำใบกิจกรรม งานเขียน และการอภิปรายภายในชั้นเรียน

4.3 นักเรียนสามารถอธิบายเหตุผล เปรียบเทียบข้อมูล และเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ในชีวิตประจำวันได้

4.4 สมาชิก PLC สามารถร่วมกันสะท้อนผลและปรับปรุงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละวงรอบได้

5. กลุ่มเป้าหมายนักเรียน

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/11 จำนวน 40 คน

6. วิธีการวัดและประเมินผล

6.1 การวิเคราะห์ใบกิจกรรม งานเขียน และการนำเสนอแนวคิดของนักเรียน

6.2 การประเมินมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนจากการทำกิจกรรม การอภิปราย และการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับสถานการณ์จริง

6.3 ความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC)

6.4 การสะท้อนผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมกันของสมาชิก PLC ในแต่ละวงรอบ

การสะท้อนแผนการจัดการเรียนรู้ก่อนใช้สอน วงรอบที่ 1

1. องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้ตามกรอบทฤษฎี APOS โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC) มีจำนวน 3 แผนการจัดการเรียนรู้ ได้แก่

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ความหมายของคำถามทางสถิติ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง ประเภทของคำถามทางสถิติ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ประเภทของข้อมูลทางสถิติ

โดยแต่ละแผนประกอบด้วย มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระสำคัญ กิจกรรมการเรียนรู้ ใบกิจกรรม สื่อการเรียนรู้ และการวัดและประเมินผล

2. การออกแบบจุดประสงค์การเรียนรู้ที่สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้

2.1 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ความหมายของคำถามทางสถิติมุ่งให้นักเรียนสามารถอธิบายความหมายของคำถามทางสถิติ และแยกแยะคำถามทางสถิติกับคำถามทั่วไปได้

2.2 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง ประเภทของคำถามทางสถิติมุ่งให้นักเรียนสามารถจำแนกประเภทของคำถามทางสถิติ พร้อมอธิบายเหตุผลประกอบคำตอบได้

2.3 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ประเภทของข้อมูลทางสถิติมุ่งให้นักเรียนสามารถจำแนกประเภทของข้อมูลทางสถิติ และเชื่อมโยงข้อมูลกับสถานการณ์ในชีวิตประจำวันได้

3. กิจกรรมการเรียนรู้ที่ครูผู้สอนออกแบบมีความสอดคล้องตามตัวชี้วัด

3.1 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ความหมายของคำถามทางสถิติ

ครูใช้สถานการณ์ใกล้ตัวนักเรียน เช่น การเดินทางมาโรงเรียน หรืออาหารที่นักเรียนชอบรับประทาน เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนร่วมกันตั้งคำถามและอภิปรายว่า คำถามใดเป็นคำถามทางสถิติ

จุดเด่นของแผนการสอน นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ และเริ่มเชื่อมโยงคำถามทางสถิติกับชีวิตประจำวันได้

ข้อเสนอแนะของแผนการจัดการเรียนรู้ ควรเพิ่มคำถามปลายเปิดที่กระตุ้นให้นักเรียนอธิบายเหตุผลของคำตอบให้ชัดเจนมากขึ้น

3.2 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง ประเภทของคำถามทางสถิติ

ครูให้นักเรียนร่วมกันจำแนกประเภทของคำถามทางสถิติจากสถานการณ์ต่าง ๆ พร้อมอภิปรายและเปรียบเทียบแนวคิดร่วมกันภายในชั้นเรียน

จุดเด่นของแผนการสอน นักเรียนกล้าแสดงความคิดเห็น และสามารถอธิบายลักษณะของคำถามทางสถิติได้ดีขึ้น

ข้อเสนอแนะของแผนการจัดการเรียนรู้ ควรเพิ่มกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้อภิปรายร่วมกันมากขึ้น เพื่อให้เห็นแนวคิดของนักเรียนอย่างชัดเจน

3.3 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ประเภทของข้อมูลทางสถิติ

ครูใช้ข้อมูลใกล้ตัว เช่น สีที่ชอบ อาหารที่นิยม หรือคะแนนสอบ เพื่อให้นักเรียนจำแนกประเภทของข้อมูลและอธิบายเหตุผลจากสถานการณ์จริง

จุดเด่นของแผนการสอน นักเรียนสามารถเชื่อมโยงข้อมูลทางสถิติกับชีวิตประจำวันและทำงานร่วมกันภายในกลุ่มได้ดี

ข้อเสนอแนะของแผนการจัดการเรียนรู้ ควรเพิ่มกิจกรรมที่ให้นักเรียนได้ใช้ข้อมูลจริงในการคิดวิเคราะห์และอธิบายเหตุผลมากขึ้น

4. ชิ้นงาน/ภาระงาน/การวัดและประเมินผล สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้

นักเรียนได้ทำใบกิจกรรม การอภิปราย และการนำเสนอหน้าชั้นเรียน ซึ่งสะท้อนให้เห็นมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนตามกรอบทฤษฎี APOS

ข้อเสนอแนะของแผนการจัดการเรียนรู้โดยภาพรวม

1) ควรออกแบบคำถามปลายเปิดให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้มากขึ้น

2) ควรเพิ่มกิจกรรมการอภิปรายและการเปรียบเทียบแนวคิดของนักเรียน

3) ควรใช้สถานการณ์ใกล้ตัวนักเรียนเพื่อส่งเสริมการเชื่อมโยงความรู้กับชีวิตประจำวัน

5. วิธีการแก้ปัญหาที่มีการวางแผนสู่การจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสม

สมาชิก PLC ร่วมกันวางแผน สังเกตชั้นเรียน และสะท้อนผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยเน้นการใช้คำถามปลายเปิด การอภิปรายร่วมกัน และการใช้สถานการณ์จริง เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนสามารถคิด วิเคราะห์ อธิบายเหตุผล และเชื่อมโยงความรู้ทางสถิติได้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น

การเปิดชั้นเรียน – สังเกตชั้นเรียน วงรอบที่ 2

ประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4–7 ได้แก่

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง การเก็บรวบรวมข้อมูล

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง การนำเสนอและการแปลความหมายข้อมูลด้วยแผนภูมิรูปภาพ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง การนำเสนอและการแปลความหมายข้อมูลด้วยแผนภูมิแท่ง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 เรื่อง การนำเสนอและการแปลความหมายข้อมูลด้วยกราฟเส้น

โดยเน้นให้นักเรียนฝึกเก็บรวบรวมข้อมูล อ่าน แปลความหมาย เปรียบเทียบ และวิเคราะห์ข้อมูลจากสถานการณ์ใกล้ตัว ผ่านกิจกรรมอภิปรายและใบกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้นักเรียนอธิบายเหตุผลของตนเอง

1. สิ่งที่ครูผู้สอนทำได้ดีและควรรักษาไว้ให้มีต่อไป

ครูใช้สถานการณ์ใกล้ตัวและคำถามปลายเปิดในการกระตุ้นการคิดของนักเรียนได้ดี ทำให้นักเรียนกล้าแสดงความคิดเห็นและมีส่วนร่วมในกิจกรรมมากขึ้น นอกจากนี้ครูยังเปิดโอกาสให้นักเรียนได้อภิปราย แลกเปลี่ยนแนวคิด และอธิบายเหตุผลของคำตอบด้วยภาษาของตนเอง ส่งผลให้นักเรียนเริ่มเชื่อมโยงความรู้ทางสถิติกับชีวิตประจำวันได้ดีขึ้น

2. สิ่งที่เป็นปัญหาและอุปสรรคที่ทำให้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในครั้งนี้ไม่เป็นไปตามเป้าหมาย

นักเรียนบางส่วนยังไม่สามารถอธิบายเหตุผลของคำตอบได้ชัดเจน และยังสับสนในการแปลความหมายข้อมูลจากแผนภูมิในบางสถานการณ์ โดยเฉพาะโจทย์ที่ต้องเปรียบเทียบข้อมูลหลายส่วนร่วมกัน ทำให้นักเรียนบางคนตอบคำถามได้เพียงสั้น ๆ และยังไม่เห็นแนวคิดที่แท้จริงของนักเรียนอย่างชัดเจน

3. สิ่งที่ครูต้องปรับให้ดีขึ้นเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียนมีประเด็นใดบ้าง และจะทำอย่างไร

ครูควรเพิ่มคำถามกระตุ้นการคิดที่หลากหลายมากขึ้น และใช้สถานการณ์ที่ใกล้ตัวนักเรียน เพื่อให้นักเรียนเชื่อมโยงข้อมูลกับชีวิตประจำวันได้ง่ายขึ้น รวมทั้งเพิ่มกิจกรรมการอภิปรายภายในกลุ่มและทั้งชั้นเรียน เพื่อให้นักเรียนได้อธิบายเหตุผล เปรียบเทียบแนวคิด และแลกเปลี่ยนความคิดเห็นร่วมกันมากขึ้น

4. นักเรียนบรรลุวัตถุประสงค์การเรียนรู้ในครั้งนี้จำนวน กี่คน

นักเรียนส่วนใหญ่สามารถอ่าน แปลความหมาย และเปรียบเทียบข้อมูลจากแผนภูมิรูปภาพ แผนภูมิแท่ง และกราฟเส้นได้ถูกต้อง โดยมีนักเรียนประมาณ 32 คน จากทั้งหมด 40 คน ที่สามารถอธิบายเหตุผลของคำตอบและเชื่อมโยงข้อมูลกับสถานการณ์ใกล้ตัวได้ตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้

5. วิธีการแก้ปัญหาที่นำมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เกิดผลอย่างไร

การใช้คำถามปลายเปิด การอภิปรายร่วมกัน และการใช้ข้อมูลจากสถานการณ์จริง ช่วยให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้มากขึ้น นักเรียนกล้าแสดงความคิดเห็น อธิบายเหตุผลของคำตอบ และสามารถเชื่อมโยงข้อมูลทางสถิติกับชีวิตประจำวันได้ดีขึ้น ส่งผลให้นักเรียนมีความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ชัดเจนมากขึ้นกว่าวงรอบแรก

การเปิดชั้นเรียน – สังเกตชั้นเรียน วงรอบที่ 3

ประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8–9 ได้แก่

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 8 เรื่อง การนำเสนอและการแปลความหมายข้อมูลด้วยแผนภูมิรูปวงกลม (1)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9 เรื่อง การนำเสนอและการแปลความหมายข้อมูลด้วยแผนภูมิรูปวงกลม (2)

โดยเน้นให้นักเรียนวิเคราะห์ข้อมูลเชิงสัดส่วน ร้อยละ และเชื่อมโยงข้อมูลย่อยกับข้อมูลทั้งหมดผ่านการอ่านและสร้างแผนภูมิรูปวงกลมจากสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน

1. สิ่งที่ครูผู้สอนทำได้ดีและควรรักษาไว้ให้มีต่อไป

ครูสามารถออกแบบกิจกรรมที่เชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันของนักเรียนได้อย่างเหมาะสม โดยใช้กิจกรรมคาดเดาเชิงสัดส่วน การคำนวณร้อยละ และการแปลความหมายข้อมูลจากแผนภูมิรูปวงกลม ทำให้นักเรียนเกิดการคิดวิเคราะห์และอภิปรายร่วมกันได้ดีขึ้น อีกทั้งครูยังเปิดโอกาสให้นักเรียนได้อธิบายแนวคิดของตนเองและแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อนภายในชั้นเรียนอย่างต่อเนื่อง

2. สิ่งที่เป็นปัญหาและอุปสรรคที่ทำให้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในครั้งนี้ไม่เป็นไปตามเป้าหมาย

นักเรียนบางส่วนยังคำนวณร้อยละและมุมที่จุดศูนย์กลางคลาดเคลื่อนในบางขั้นตอน และยังไม่สามารถเชื่อมโยงข้อมูลย่อยกับข้อมูลทั้งหมดได้อย่างสมบูรณ์ ทำให้การอธิบายเหตุผลในบางสถานการณ์ยังไม่ชัดเจนเท่าที่ควร

3. สิ่งที่ครูต้องปรับให้ดีขึ้นเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียนมีประเด็นใดบ้าง และจะทำอย่างไร

ครูควรเพิ่มกิจกรรมที่ให้นักเรียนฝึกวิเคราะห์ข้อมูลจากสถานการณ์จริงมากขึ้น และเพิ่มการใช้คำถามที่กระตุ้นให้นักเรียนอธิบายวิธีคิดทีละขั้นตอน รวมทั้งเปิดโอกาสให้นักเรียนได้เปรียบเทียบแนวคิดระหว่างกลุ่ม เพื่อช่วยให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงร้อยละ สัดส่วน และการแปลความหมายข้อมูลได้ชัดเจนยิ่งขึ้น

4. นักเรียนบรรลุวัตถุประสงค์การเรียนรู้ในครั้งนี้จำนวน กี่คน

นักเรียนส่วนใหญ่สามารถคำนวณร้อยละ วิเคราะห์ข้อมูล และแปลความหมายข้อมูลจากแผนภูมิรูปวงกลมได้ถูกต้อง โดยมีนักเรียนประมาณ 36 คน จากทั้งหมด 40 คน ที่สามารถอธิบายเหตุผล เชื่อมโยงข้อมูล และนำความรู้ไปใช้ในสถานการณ์ใกล้ตัวได้ตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้

5. วิธีการแก้ปัญหาที่นำมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เกิดผลอย่างไร

การปรับกิจกรรมให้เน้นสถานการณ์ใกล้ตัว การอภิปรายร่วมกัน และการใช้คำถามปลายเปิดช่วยให้นักเรียนเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างร้อยละ สัดส่วน และข้อมูลในแผนภูมิรูปวงกลมได้ชัดเจน

มากขึ้น นักเรียนสามารถอธิบายแนวคิดของตนเอง วิเคราะห์ข้อมูล และแลกเปลี่ยนความคิดเห็นร่วมกับเพื่อนได้ดีขึ้น ส่งผลให้ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนพัฒนาอย่างต่อเนื่องจากวงรอบก่อนหน้า

แบบรายงานการใช้นวัตกรรมที่เกิดจากการเปิดชั้นเรียน จำนวน 3 วงรอบ

1. ความเป็นมาและความสำคัญของการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้

จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงรอบที่ 1–3 พบว่า นักเรียนเริ่มมีพัฒนาการด้านมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความเข้าใจทางคณิตศาสตร์มากขึ้น โดยเฉพาะการอ่าน การแปลความหมายและการอธิบายข้อมูลทางสถิติจากสถานการณ์ต่าง ๆ อย่างไรก็ตาม ในช่วงแรกนักเรียนยังไม่สามารถเชื่อมโยงข้อมูลกับสถานการณ์จริง หรืออธิบายเหตุผลของคำตอบได้ชัดเจนมากนัก ทีม PLC จึงร่วมกันสะท้อนผล วิเคราะห์ปัญหา และปรับกิจกรรมการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง โดยเน้นการใช้สถานการณ์ใกล้ตัว คำถามปลายเปิด การอภิปรายร่วมกัน และกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้คิดวิเคราะห์ และอธิบายเหตุผลด้วยภาษาของตนเอง

ดังนั้น แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 10 เรื่อง “การนำความรู้เกี่ยวกับสถิติไปใช้ในชีวิตประจำวัน” จึงเป็นแผนที่เกิดจากการนำข้อเสนอแนะและผลสะท้อนจากทั้ง 3 วงรอบมาปรับใช้ร่วมกัน เพื่อให้นักเรียนสามารถนำความรู้ทางสถิติไปใช้วิเคราะห์ข้อมูล ตัดสินใจ และอธิบายเหตุผลจากสถานการณ์จริงได้อย่างเหมาะสม

2. วัตถุประสงค์ของการดำเนินงาน

1. เพื่อพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC)

2. เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนสามารถนำความรู้ทางสถิติไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

3. เพื่อพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ตามกรอบแนวคิด APOS ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

3. กระบวนการดำเนินงาน

การพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ดำเนินการผ่านกระบวนการ PLC จำนวน 3 วงรอบ โดยมีรายละเอียดดังนี้

วงรอบที่ 1 ประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง

ความหมายของคำถามทางสถิติ

ประเภทของคำถามทางสถิติ

ประเภทของข้อมูลทางสถิติ

ผลการสะท้อนพบว่า นักเรียนยังสับสนในการแยกคำถามทางสถิติกับคำถามทั่วไป และยังอธิบายเหตุผลของคำตอบได้ไม่ชัดเจน ทีม PLC จึงเสนอให้เพิ่มคำถามปลายเปิดและใช้สถานการณ์ใกล้ตัวมากขึ้น

วงรอบที่ 2 ประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การนำเสนอและการแปลความหมายข้อมูลด้วยแผนภูมิรูปภาพ

การนำเสนอและการแปลความหมายข้อมูลด้วยแผนภูมิแท่ง

การนำเสนอและการแปลความหมายข้อมูลด้วยกราฟเส้น

ผลการสะท้อนพบว่า นักเรียนสามารถอ่านและแปลความหมายข้อมูลได้ดีขึ้น แต่ยังไม่สามารถเชื่อมโยงข้อมูลหลายส่วนเพื่อใช้วิเคราะห์หรืออธิบายเหตุผลได้อย่างชัดเจน ทีม PLC จึงเสนอให้เพิ่มกิจกรรมที่ให้นักเรียนคิดคำนวณ วิเคราะห์ และใช้ข้อมูลในการตัดสินใจมากขึ้น

วงรอบที่ 3 ประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง

การนำเสนอและการแปลความหมายข้อมูลด้วยแผนภูมิรูปวงกลม (1)

การนำเสนอและการแปลความหมายข้อมูลด้วยแผนภูมิรูปวงกลม (2)

การนำความรู้เกี่ยวกับสถิติไปใช้ในชีวิตประจำวัน

ครูนำข้อเสนอแนะจากวงรอบก่อนหน้ามาปรับใช้ โดยออกแบบกิจกรรมที่เชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน ใช้คำถามปลายเปิด และเปิดโอกาสให้นักเรียนอภิปราย แลกเปลี่ยนความคิดเห็น และอธิบายเหตุผลจากข้อมูลจริงมากขึ้น

4. ผลการดำเนินงาน

หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่สามารถอ่าน วิเคราะห์ และแปลความหมายข้อมูลจากตาราง แผนภูมิ และกราฟได้ดีขึ้น สามารถเชื่อมโยงข้อมูลกับสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน และอธิบายเหตุผลของคำตอบด้วยภาษาของตนเองได้ชัดเจนมากขึ้น นักเรียนมีความกล้าแสดงความคิดเห็น ร่วมอภิปรายกับเพื่อน และสามารถเลือกใช้ข้อมูลทางสถิติประกอบการตัดสินใจได้เหมาะสม ส่งผลให้นักเรียนเกิดความเข้าใจทางคณิตศาสตร์อย่างเป็นลำดับตามกรอบแนวคิด APOS

5. ปัจจัยความสำเร็จ

1. การทำงานร่วมกันของทีม PLC ที่ร่วมวางแผน สังเกตชั้นเรียน และสะท้อนผลอย่างต่อเนื่อง
2. การใช้สถานการณ์ใกล้ตัวและคำถามปลายเปิดในการกระตุ้นการคิดของนักเรียน
3. การเปิดโอกาสให้นักเรียนได้อภิปราย แลกเปลี่ยนความคิดเห็น และอธิบายเหตุผลร่วมกัน
4. การปรับกิจกรรมการเรียนรู้ตามผลสะท้อนของแต่ละวงรอบอย่างต่อเนื่อง

6. ผลที่เกิดขึ้นกับครูผู้สอน

1. ครูสามารถออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันของนักเรียนได้ชัดเจนขึ้น
2. ครูมีความเข้าใจในการใช้คำถามปลายเปิดเพื่อกระตุ้นการคิดและการอธิบายเหตุผลของนักเรียน

3. ครูสามารถปรับกิจกรรมการเรียนรู้ตามความแตกต่างระหว่างบุคคลของนักเรียนได้เหมาะสม

4. ครูเกิดการเรียนรู้ร่วมกันผ่านกระบวนการ PLC และสามารถนำข้อเสนอแนะมาพัฒนาการจัดการเรียนรู้ได้อย่างต่อเนื่อง

7. การเผยแพร่และการนำไปใช้

ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และแนวทางการพัฒนาผ่านกระบวนการ PLC สามารถใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในระดับชั้นอื่น ๆ ได้ โดยเฉพาะการส่งเสริมให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ และสามารถนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้จริง

แบบทดสอบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ รายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม ค21202

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2568

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 สถิติ จำนวน 10 ชั่วโมง

แบบทดสอบอัตนัย เรื่อง สถิติ จำนวน 10 ข้อ 30 คะแนน เวลา 1 ชั่วโมง

---

1. โรงเรียนต้องการศึกษาพฤติกรรมการอ่านหนังสือของนักเรียน โดยนักเรียนคนหนึ่งกล่าวว่า“ฉันอ่านหนังสือวันละ 1 ชั่วโมง” นักเรียนอีกคนกล่าวว่า “ฉันอ่านหนังสือวันละ 3 ชั่วโมง” ครูจึงต้องการทราบว่านักเรียนแต่ละคนใช้เวลาอ่านหนังสือเท่าใด นักเรียนในห้องมีเวลาอ่านหนังสือเฉลี่ยวันละเท่าใด และนักเรียนทุกคนอ่านหนังสือเท่ากันหรือไม่ จากสถานการณ์ข้างต้น อยากทราบว่าข้อความใดที่เป็นคำถามทางสถิติ เพราะเหตุใด

.....

.....

.....

2. คำว่า ข้อมูลปฐมภูมิ เป็นอย่างไร ช่วยอธิบายพอสังเขป พร้อมยกตัวอย่างประกอบ

.....

.....

.....

.....

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล ด้วยวิธีการ การสังเกตต่างจากวิธีการสอบถามหรือสอบสัมภาษณ์อย่างไร อธิบายพอสังเขป

.....

.....

.....

.....

ตารางแสดงจำนวนหนังสือที่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ยืมจากห้องสมุดในหนึ่งสัปดาห์

ประเภทหนังสือ	จำนวนหนังสือที่ยืม (เล่ม)
หนังสือนิทาน	20
หนังสือการ์ตูน	16
หนังสือวิทยาศาสตร์	8
หนังสือประวัติศาสตร์	12
หนังสือคณิตศาสตร์	4

4. จากตารางแสดงจำนวนหนังสือที่นักเรียนยืมจากห้องสมุด หากครูต้องการนำเสนอข้อมูลโดยใช้แผนภูมิรูปภาพ โดยกำหนดให้รูปหนังสือ 1 รูป แทนหนังสือจำนวน 4 เล่ม จงอธิบายว่าหนังสือการ์ตูนจะต้องใช้รูปหนังสือจำนวนกี่รูป พร้อมแสดงวิธีคิด

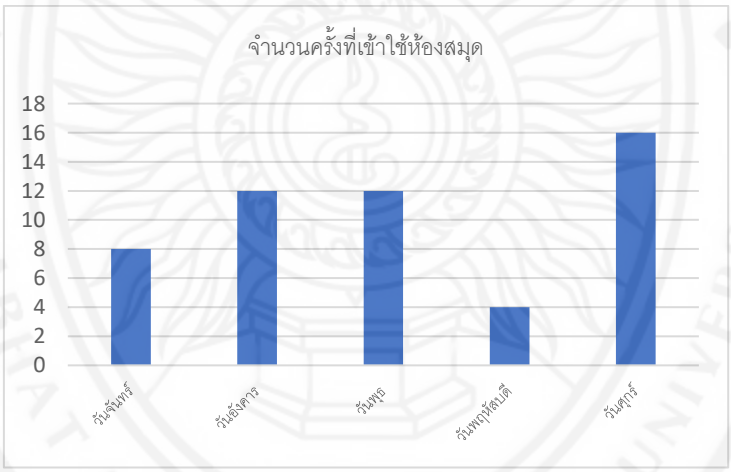
.....

.....

.....

.....

แผนภูมิแท่งแสดงจำนวนครั้งที่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ใช้บริการห้องสมุดในหนึ่งสัปดาห์



5. จากแผนภูมิแท่งข้างต้น เพราะเหตุใดแท่งของวันอังคารและวันพุธจึงมีความสูงเท่ากัน อธิบายพอสังเขป

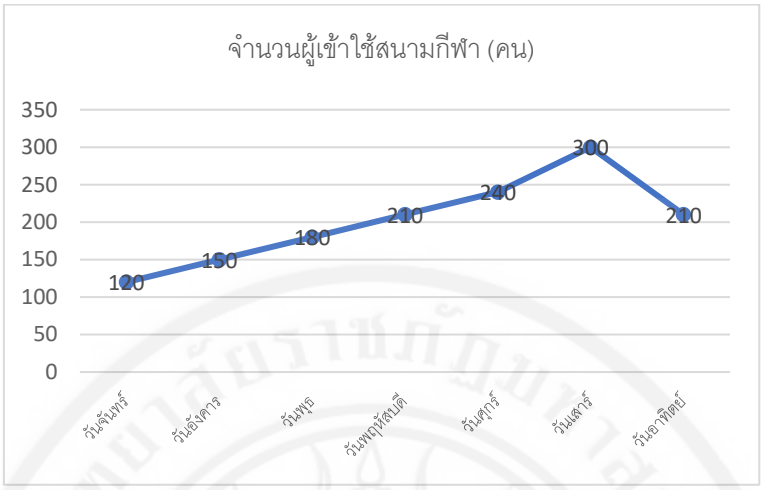
.....

.....

.....

.....

กราฟเส้นแสดงจำนวนผู้เข้าใช้สนามกีฬาของโรงเรียนแห่งหนึ่ง ในแต่ละวันตลอดระยะเวลา 7 วัน



6. หากมีการเพิ่มจำนวนผู้เข้าใช้สนามกีฬาในวันหนึ่งวันใดเพียงวันเดียว โดยที่วันอื่นคงเดิมจะส่งผลต่อค่าเฉลี่ยของจำนวนผู้เข้าใช้สนามกีฬาหรือไม่ อย่างไร และส่งผลตำแหน่งของจุดข้อมูลบนกราฟเส้นในแต่ละวันหรือไม่ อย่างไร

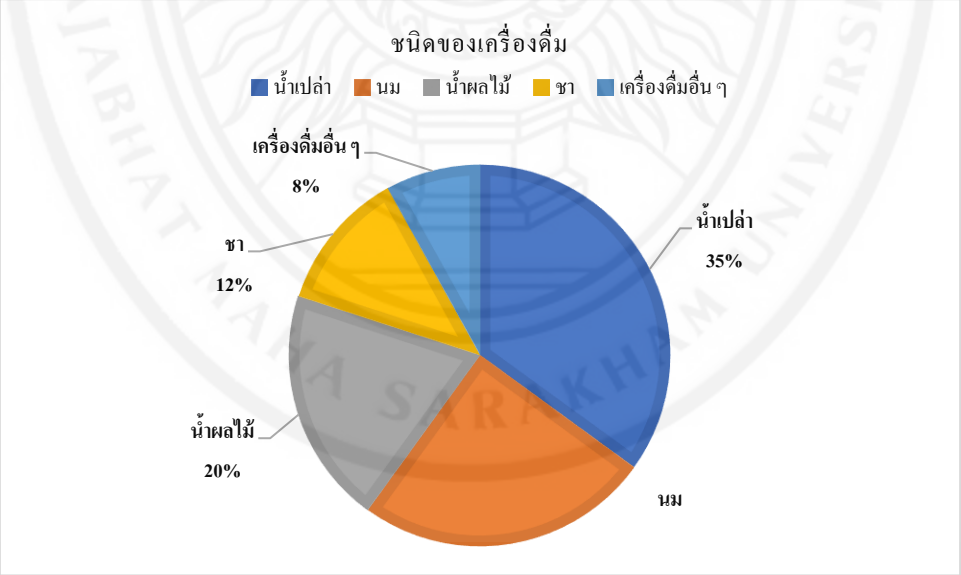
.....

.....

.....

.....

แผนภูมิรูปวงกลมแสดงจำนวนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เลือกเครื่องดื่มที่ชอบ ซึ่งมีนักเรียนทั้งหมด 200 คน



7. หากมีนักเรียนเพิ่มขึ้นอีก 50 คน โดยที่ร้อยละของนักเรียนที่เลือกเครื่องดื่มแต่ละประเภทคงเดิม จงหาว่าจำนวนนักเรียนที่เลือกดื่มชา จะเปลี่ยนแปลงเป็นกี่คน และอธิบายเหตุผลว่าทำไมจำนวนคนจึงเปลี่ยนแปลง ทั้งที่ร้อยละคงเดิม

.....

.....

.....

.....

8. หากมีการเพิ่มจำนวนนักเรียนที่เลือกดื่มน้ำเปล่า อีก 14 คน โดยที่จำนวนนักเรียนที่เลือกเครื่องดื่มประเภทอื่นคงเดิม และทำให้ร้อยละของผู้เลือกดื่มน้ำเปล่าเปลี่ยนเป็น 40% จงหาจำนวนนักเรียนทั้งหมดใหม่ และอธิบายว่าการเปลี่ยนแปลงจำนวนคนส่งผลต่อค่าร้อยละอย่างไร

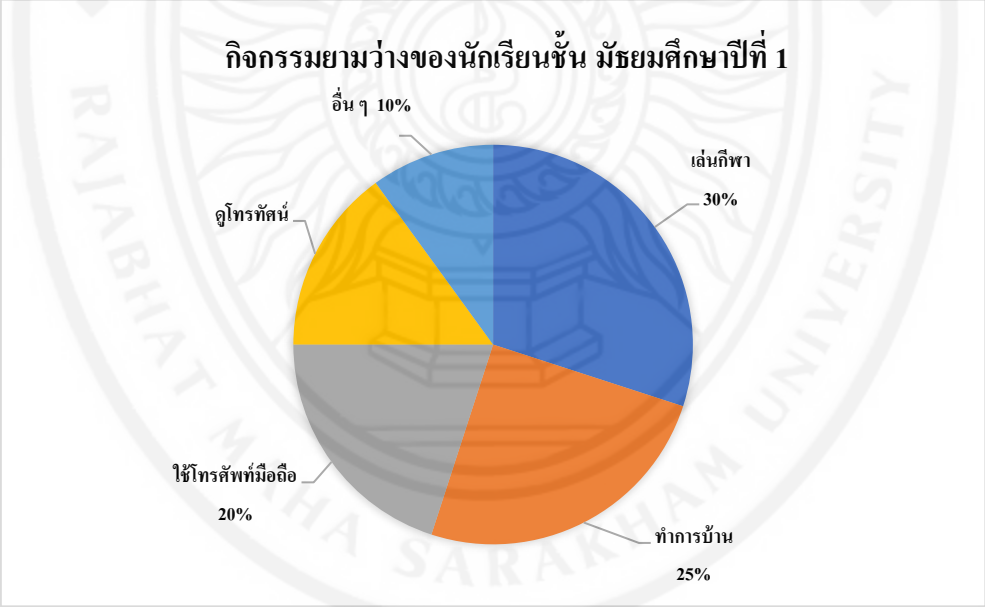
.....

.....

.....

.....

แผนภูมิรูปวงกลม แสดงร้อยละจำนวนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เลือกทำกิจกรรมหลังเลิกเรียน ซึ่งมีนักเรียนทั้งหมด 240 คน

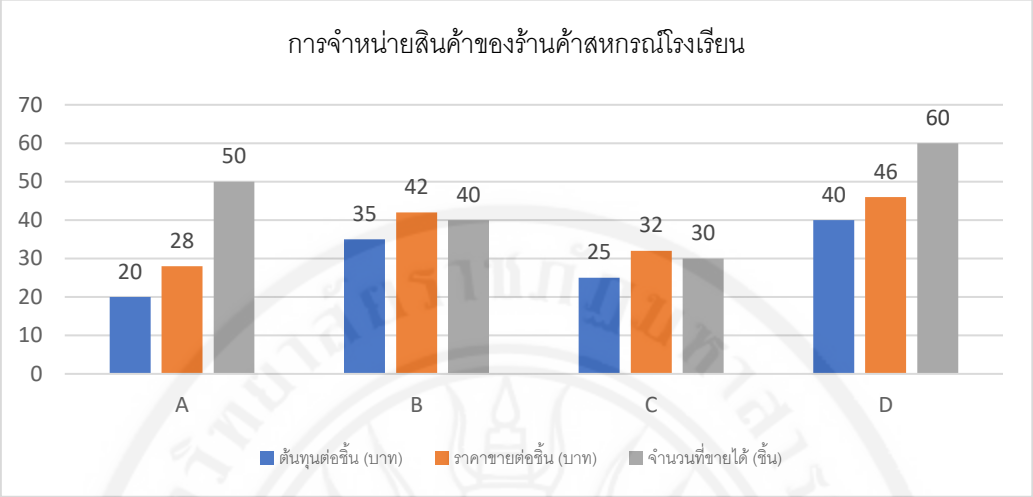


9. หากมีการเพิ่มจำนวนนักเรียนทั้งหมด อยากทราบว่าขนาดของมุมที่จุดศูนย์กลางรวมทั้งหมดในแผนภูมิรูปวงกลมจะเปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

ผลการจำหน่ายสินค้าของร้านค้าสหกรณ์โรงเรียน ร้านค้าสหกรณ์โรงเรียนแห่งหนึ่งจำหน่ายสินค้า 4 ชนิด โดยมีต้นทุน ราคาขาย และจำนวนที่ขายได้ในช่วงเวลาหนึ่ง แสดงดังแผนภูมิแท่ง ดังนี้



10. หากร้านค้าต้องการเลือกขายสินค้าเพียง 1 ชนิด โดยพิจารณาจากกำไรรวม เพื่อให้เหมาะสมต่อการเพิ่มรายได้ของร้านค้าในชีวิตประจำวัน จงพิจารณาว่าควรเลือกขายสินค้าใด พร้อมทั้งคำนวณและอธิบายเหตุผลโดยใช้ข้อมูลจากแผนภูมิแท่งนี้

.....

.....

.....

เฉลยแบบทดสอบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ รายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม ค21202

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2568

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 สถิติ จำนวน 10 ชั่วโมง

แบบทดสอบอัตนัย เรื่อง สถิติ จำนวน 10 ข้อ 30 คะแนน เวลา 1 ชั่วโมง

---

1. โรงเรียนต้องการศึกษาพฤติกรรมการอ่านหนังสือของนักเรียน โดยนักเรียนคนหนึ่งกล่าวว่า“ฉันอ่านหนังสือวันละ 1 ชั่วโมง” นักเรียนอีกคนกล่าวว่า “ฉันอ่านหนังสือวันละ 3 ชั่วโมง” ครูจึงต้องการทราบว่านักเรียนแต่ละคนใช้เวลาอ่านหนังสือเท่าใด นักเรียนในห้องมีเวลาอ่านหนังสือเฉลี่ยวันละเท่าใด และนักเรียนทุกคนอ่านหนังสือเท่ากันหรือไม่ จากสถานการณ์ข้างต้น อยากทราบว่าข้อความใดที่เป็นคำถามทางสถิติ เพราะเหตุใด

นักเรียนแต่ละคนใช้เวลาอ่านหนังสือเท่าใด นักเรียนในห้องมีเวลาอ่านหนังสือเฉลี่ยวันละเท่าใด และนักเรียนทุกคนอ่านหนังสือเท่ากันหรือไม่ ข้อความดังกล่าวเป็นข้อความทางสถิติ เพราะต้องเก็บรวบรวมข้อมูลจากหลายคน และคำตอบแต่ละคนมีความแตกต่างกัน

2. คำว่า ข้อมูลปฐมภูมิ เป็นอย่างไร ช่วยอธิบายพอสังเขป พร้อมยกตัวอย่างประกอบ

ข้อมูลปฐมภูมิ คือ ข้อมูลที่เก็บรวบรวมเองจากผู้ให้ข้อมูลหรือแหล่งข้อมูลโดยตรง เช่น สอบถามนักเรียนในห้องว่าชอบวิชาอะไร

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล ด้วยวิธีการ การสังเกตต่างจากวิธีการสอบถามหรือสอบสัมภาษณ์อย่างไร อธิบายพอสังเขป

วิธีการสังเกตจะเป็นการสังเกตโดยจากปฏิกิริยา ท่าทาง เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นโดยไม่มีการสัมภาษณ์ ส่วนวิธีการสอบถามหรือสอบสัมภาษณ์เป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยที่ผู้สัมภาษณ์มีการตั้งคำถามและนำไปสอบถามหรือสัมภาษณ์ผู้ที่ถูกคัดเลือกไว้และบันทึกคำตอบ

ตารางแสดงจำนวนหนังสือที่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ยืมจากห้องสมุดในหนึ่งสัปดาห์

ประเภทหนังสือ	จำนวนหนังสือที่ยืม (เล่ม)
หนังสือนิทาน	20
หนังสือการ์ตูน	16
หนังสือวิทยาศาสตร์	8
หนังสือประวัติศาสตร์	12
หนังสือคณิตศาสตร์	4

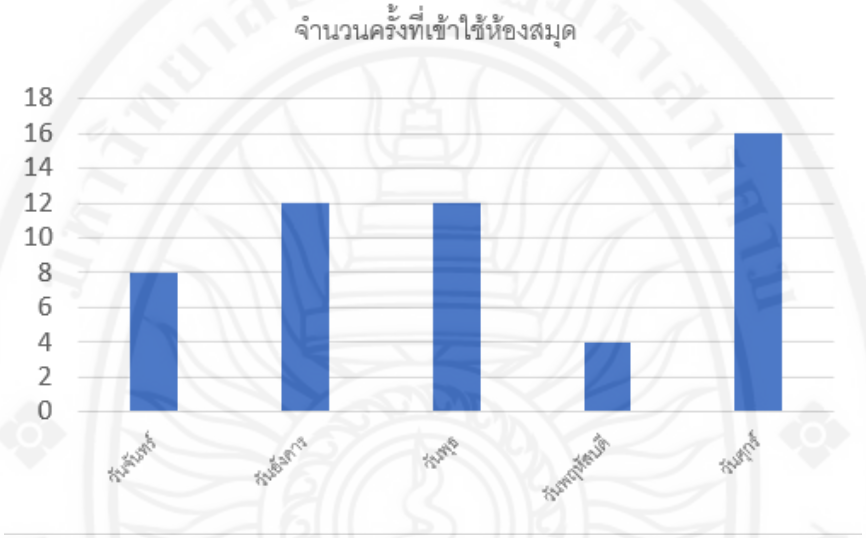
4. จากตารางแสดงจำนวนหนังสือที่นักเรียนยืมจากห้องสมุด หากครูต้องการนำเสนอข้อมูลโดยใช้แผนภูมิรูปภาพ โดยกำหนดให้รูปหนังสือ 1 รูป แทนหนังสือจำนวน 4 เล่ม จงอธิบายว่าหนังสือการ์ตูนจะต้องใช้รูปหนังสือจำนวนกี่รูป พร้อมแสดงวิธีคิด

นักเรียนที่ยืมหนังสือการ์ตูน มีจำนวน 16 เล่ม

เนื่องจาก กำหนดให้รูปหนังสือ 1 รูป แทนหนังสือจำนวน 4 เล่ม

จะได้ว่า หนังสือการ์ตูนจะต้องใช้รูปหนังสือจำนวน $\frac{16}{4}=4$ รูป

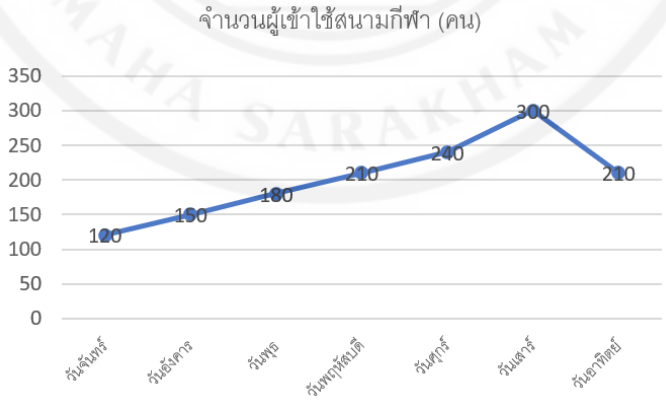
แผนภูมิแท่งแสดงจำนวนครั้งที่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ใช้บริการห้องสมุดในหนึ่งสัปดาห์



5. จากแผนภูมิแท่งข้างต้น เพราะเหตุใดแท่งของวันอังคารและวันพุธจึงมีความสูงเท่ากัน อธิบายพอสังเขป

เนื่องจาก ความสูงของแท่งแทนจำนวนครั้งที่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เข้าใช้บริการห้องสมุดในวันอังคารและวันพุธมีจำนวนเท่ากัน จึงทำให้ความสูงเท่ากัน

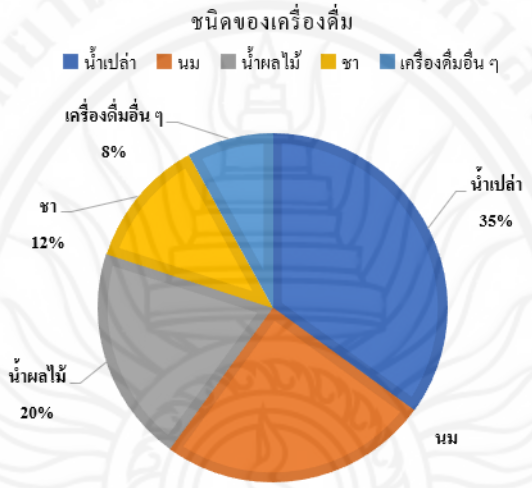
กราฟเส้นแสดงจำนวนผู้เข้าใช้สนามกีฬาของโรงเรียนแห่งหนึ่ง ในแต่ละวันตลอดระยะเวลา 7 วัน



6. หากมีการเพิ่มจำนวนผู้เข้าใช้สนามกีฬาในวันหนึ่งวันใดเพียงวันเดียว โดยที่วันอื่นคงเดิมจะส่งผลต่อค่าเฉลี่ยของจำนวนผู้เข้าใช้สนามกีฬาหรือไม่ อย่างไร และส่งผลตำแหน่งของจุดข้อมูลบนกราฟเส้นในแต่ละวันหรือไม่ อย่างไร

เมื่อเพิ่มจำนวนผู้เข้าใช้สนามกีฬาเพียงวันเดียว จะทำให้ค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้น เพราะค่าเฉลี่ยหาจากผลรวมของข้อมูลหารด้วยจำนวนวัน จึงทำให้จุดข้อมูลของวันนั้นบนกราฟเส้นจะสูงขึ้นจากเดิม ส่วนวันอื่นยังคงตำแหน่งเดิม ดังนั้นกราฟจะเปลี่ยนเฉพาะจุดของวันนั้น

แผนภูมิรูปวงกลมแสดงจำนวนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เลือกเครื่องดื่มที่ชอบ ซึ่งมีนักเรียนทั้งหมด 200 คน



7. หากมีนักเรียนเพิ่มขึ้นอีก 50 คน โดยที่ร้อยละของนักเรียนที่เลือกเครื่องดื่มแต่ละประเภทคงเดิม จงหาว่าจำนวนนักเรียนที่เลือกดื่มชา จะเปลี่ยนแปลงเป็นกี่คน และอธิบายเหตุผลว่าทำไมจำนวนคนจึงเปลี่ยนแปลง ทั้งที่ร้อยละคงเดิม

จำนวนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เลือกเครื่องดื่มที่ชอบ ซึ่งมีนักเรียนทั้งหมด 200 คน

มีนักเรียนเพิ่มขึ้นอีก $200+50=250$ คน

นักเรียนที่เลือกดื่มชา จะได้ว่า 12% ของนักเรียน 250 คน เท่ากับ $\frac{12}{100}\times 250=30$ คน

เมื่อจำนวนนักเรียนทั้งหมดเพิ่มขึ้น ทำให้จำนวนคนที่คิดจากร้อยละนั้นเพิ่มขึ้นตามไปด้วย เพราะร้อยละเป็นสัดส่วนของจำนวนทั้งหมด

8. หากมีการเพิ่มจำนวนนักเรียนที่เลือกดื่มน้ำเปล่า อีก 14 คน โดยที่จำนวนนักเรียนที่เลือกเครื่องดื่มประเภทอื่นคงเดิม และทำให้ร้อยละของผู้เลือกดื่มน้ำเปล่าเปลี่ยนเป็น 40% จงหาจำนวนนักเรียนทั้งหมดใหม่ และอธิบายว่าการเปลี่ยนแปลงจำนวนคนส่งผลต่อค่าร้อยละอย่างไร

จากแผนภูมิ นักเรียนที่เลือกดื่มน้ำเปล่า 35% กำหนดให้ จำนวนนักเรียนเดิมเท่ากับ X คน

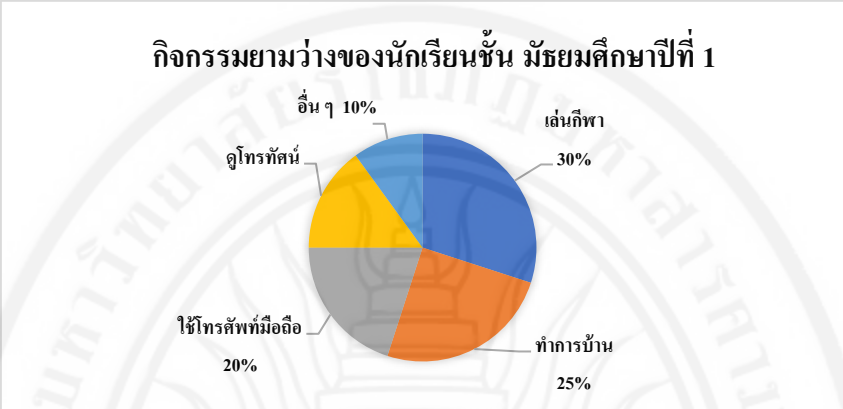
ทำให้จำนวนนักเรียนที่เลือกน้ำเปล่าเดิม $=0.35x$ หาก ผู้เลือกดื่มน้ำเปล่าเปลี่ยนเป็น 40%

จะได้ว่า $\frac{0.35x+14}{x+14}=0.4$ $14-5.6=0.4x+5.6$ $x=168$

$0.35+14=0.4(x+14)$ $8.4=0.05x$

ดังนั้นจำนวนนักเรียนใหม่ เท่ากับ $168+14=182$ คน

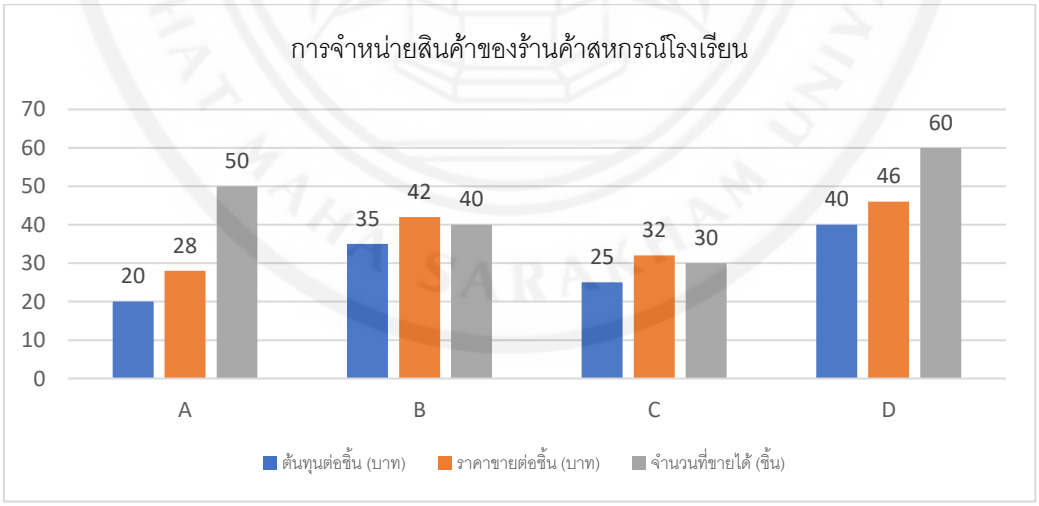
แผนภูมิรูปวงกลม แสดงร้อยละจำนวนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เลือกทำกิจกรรมหลังเลิกเรียน ซึ่งมีนักเรียนทั้งหมด 240 คน



9. หากมีการเพิ่มจำนวนนักเรียนทั้งหมด อยากทราบว่าขนาดของมุมที่จุดศูนย์กลางรวมทั้งหมดในแผนภูมิรูปวงกลมจะเปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร

ไม่เปลี่ยนแปลง เนื่องจากขนาดของมุมที่จุดศูนย์กลางรวมทั้งหมดในแผนภูมิรูปวงกลมมีขนาดเท่ากับ 360° ซึ่งวงกลมเต็มรูปจะมีขนาดของมุมที่จุดศูนย์กลางรวมเท่ากับ 360° เสมอไม่ว่าจำนวนนักเรียนทั้งหมดจะเพิ่มขึ้นหรือลดลง

ผลการจำหน่ายสินค้าของร้านค้าสหกรณ์โรงเรียน ร้านค้าสหกรณ์โรงเรียนแห่งหนึ่งจำหน่ายสินค้า 4 ชนิด โดยมีต้นทุน ราคาขาย และจำนวนที่ขายได้ในช่วงเวลาหนึ่ง แสดงดังแผนภูมิแท่ง ดังนี้



10. หากร้านค้าต้องการเลือกขายสินค้าเพียง 1 ชนิด โดยพิจารณาจากกำไรรวม เพื่อให้เหมาะสมต่อการเพิ่มรายได้ของร้านค้าในชีวิตประจำวัน จงพิจารณาว่าควรเลือกขายสินค้าใด พร้อมทั้งคำนวณและอธิบายเหตุผลโดยใช้ข้อมูลจากแผนภูมิแท่งนี้

หากำไรรวมได้จาก กำไรต่อชิ้น = ราคาขายต่อชิ้น – ต้นทุนต่อชิ้น

กำไรรวม = กำไรต่อชิ้น x จำนวนที่ขายได้

สินค้า A

กำไรต่อชิ้น = 28 – 20 = 8 บาท

กำไรรวม = 8 x 50 = 400 บาท

สินค้า B

กำไรต่อชิ้น = 42 – 35 = 7 บาท

กำไรรวม = 7 x 40 = 280 บาท

สินค้า C

กำไรต่อชิ้น = 32 – 25 = 7 บาท

กำไรรวม = 7 x 30 = 210 บาท

สินค้า D

กำไรต่อชิ้น = 46 – 40 = 6 บาท

กำไรรวม = 6 x 60 = 360 บาท

เปรียบเทียบกำไรรวม

A = 400 บาท

B = 280 บาท

C = 210 บาท

D = 360 บาท

ดังนั้น ร้านค้าควรเลือกขายสินค้า A เพราะให้กำไรรวมมากที่สุด คือ 400 บา

แบบทดสอบความเข้าใจทางคณิตศาสตร์

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ รายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม ค21202
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2568
หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 สถิติ จำนวน 10 ชั่วโมง
แบบทดสอบอัตนัย เรื่อง สถิติ จำนวน 10 ข้อ 40 คะแนน เวลา 1 ชั่วโมง

---

1. จงอธิบายความหมายของคำว่า คำถามทางสถิติ พร้อมยกตัวอย่างคำถามทางสถิติที่ใช้ในชีวิตประจำวัน (ระดับความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ A)

.....

.....

.....

.....

2. สิ่งที่นักเรียนต้องการให้โรงเรียนพัฒนาเรื่องใดมากที่สุด จากคำถามดังกล่าวเป็นคำถามขั้นพื้นฐานเพราะเหตุใด และให้นักเรียนตั้งคำถามดังกล่าวให้เป็นคำถามเชิงสรุป ได้ว่าอย่างไร (ระดับความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ A)

.....

.....

.....

.....

3. ชะเอมต้องการทราบว่า ดินที่อยู่บริเวณโรงเรียนสารคามเหมาะแก่การปลูกผักสวนครัวซึ่งชะเอมควรใช้วิธีการใดในการเก็บรวบรวมข้อมูลในขั้นตอนแรก และเพราะเหตุใดจึงต้องเก็บรวบรวมข้อมูลก่อนตัดสินใจที่จะเลือกปลูกผักสวนครัว (ระดับความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ A)

.....

.....

.....

.....

แผนภูมิรูปภาพแสดงจำนวนแก้วน้ำผลไม้ที่ขายได้ในร้านแห่งหนึ่งใน 1 วัน

ชนิดน้ำผลไม้	จำนวนรูป
น้ำองุ่น	
น้ำส้ม	
น้ำแตงโม	
น้ำแอปเปิล	
น้ำสับปะรด	

กำหนดให้ 1 รูป แทนน้ำผลไม้ 5 แก้ว

4. ยอดขายเฉลี่ยของน้ำผลไม้ 3 อันดับแรก ได้แก่น้ำอะไรบ้าง และเป็นกี่เท่าของยอดขายน้ำผลไม้ที่ขายได้น้อยที่สุด (ระดับความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ P)

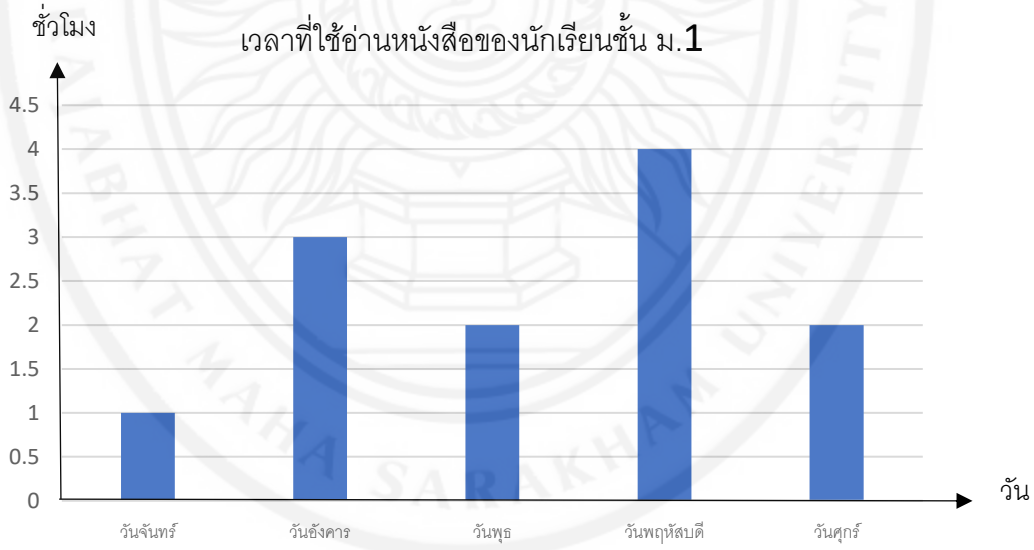
.....

.....

.....

.....

แผนภูมิแท่งแสดงจำนวนชั่วโมงที่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ใช้เวลาอ่านหนังสือในแต่ละวันของสัปดาห์



5. จากแผนภูมิแท่ง แสดงเวลาที่นักเรียนใช้อ่านหนังสือในช่วงวันจันทร์ถึงวันศุกร์ หากต้องการให้ค่าเฉลี่ยของเวลาอ่านหนังสือเป็น 3.2 ชั่วโมงต่อวัน โดยเพิ่มเวลาอ่านหนังสือเฉพาะวันพฤหัสบดีเพียง

วันเดียว และวันอื่นคงเดิม จงหาว่าต้องเพิ่มเวลาอ่านหนังสือในวันพฤหัสบดีอีกกี่ชั่วโมง พร้อมแสดงวิธีคำนวณ (ระดับความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ S)

.....

.....

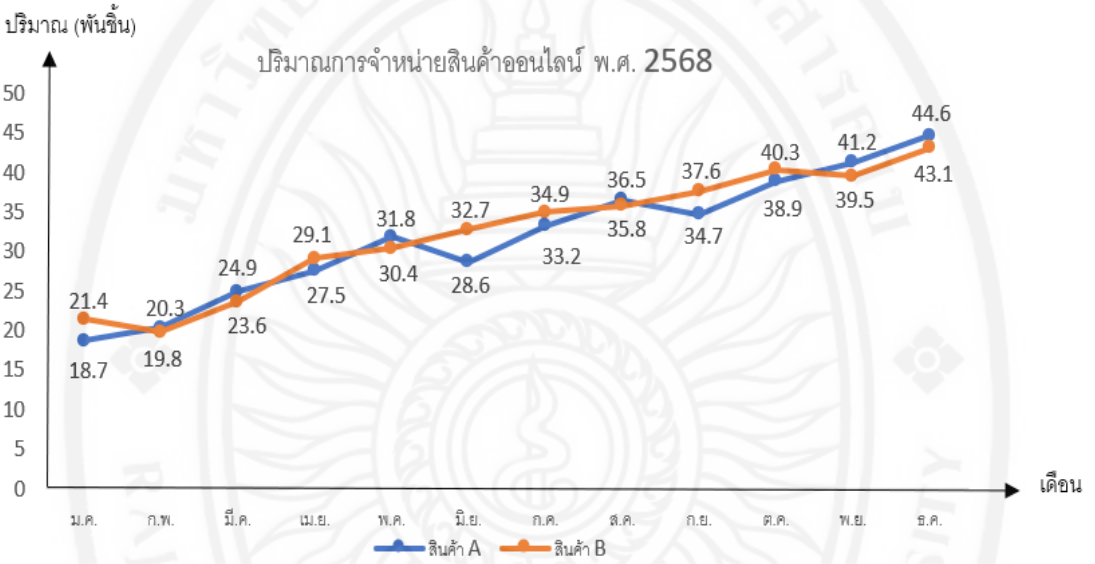
.....

.....

.....

.....

ปริมาณการจำหน่ายสินค้าออนไลน์ของบริษัทหนึ่ง ปี พ.ศ. 2568 เป็นดังนี้ (หน่วย: พันชิ้น)



6. ถ้าบริษัทต้องการ ลดปริมาณการจำหน่ายในครึ่งปีหลัง ในเดือน ก.ค.–ธ.ค. ลง 20% โดยคิดรวมทั้งสองสินค้า หลังจากลดลง 20% แล้ว ควรมียอดจำหน่ายรวมเหลือเท่าใด (ระดับความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ P)

.....

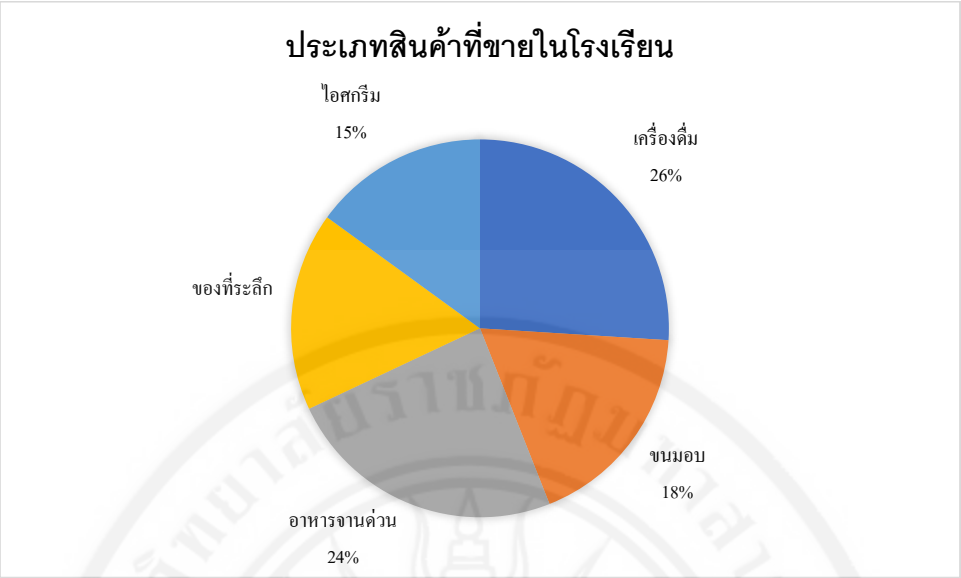
.....

.....

.....

.....

จากการสำรวจนักเรียนที่มาซื้อสินค้าในงานโรงเรียน จำนวน 600 คน พบว่าได้ข้อมูลสัดส่วนผู้ซื้อสินค้าแต่ละประเภทดังตารางต่อไปนี้



7. หากโรงเรียนต้องการเพิ่มกำไรสุทธิให้ได้อย่างน้อย 12,000 บาท โดยปรับเพิ่มเฉพาะจำนวนผู้ซื้อของที่ระลึก ต้องเพิ่มสัดส่วนของผู้ซื้อของที่ระลึกเป็นกี่เปอร์เซ็นต์ (ระดับความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ P)

.....

.....

.....

8. ขนาดมุมที่จุดศูนย์กลางของสินค้าเครื่องดื่มและ อาหารจานด่วน รวมกันมีขนาดกี่องศา และคิดเป็นกี่คน (ระดับความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ P)

.....

.....

.....

9. สมมติว่าโรงเรียนต้องการเพิ่มสัดส่วน ของที่ระลึก โดยเพิ่มมุมในแผนภูมิวงกลมขึ้นอีก 18° ของที่ระลึกจะมีสัดส่วนใหม่เป็นกี่เปอร์เซ็นต์ และ สินค้าแต่ละประเภทที่เหลือจะมีจำนวนผู้ซื้อใหม่กี่คน (ระดับความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ O)

.....

.....

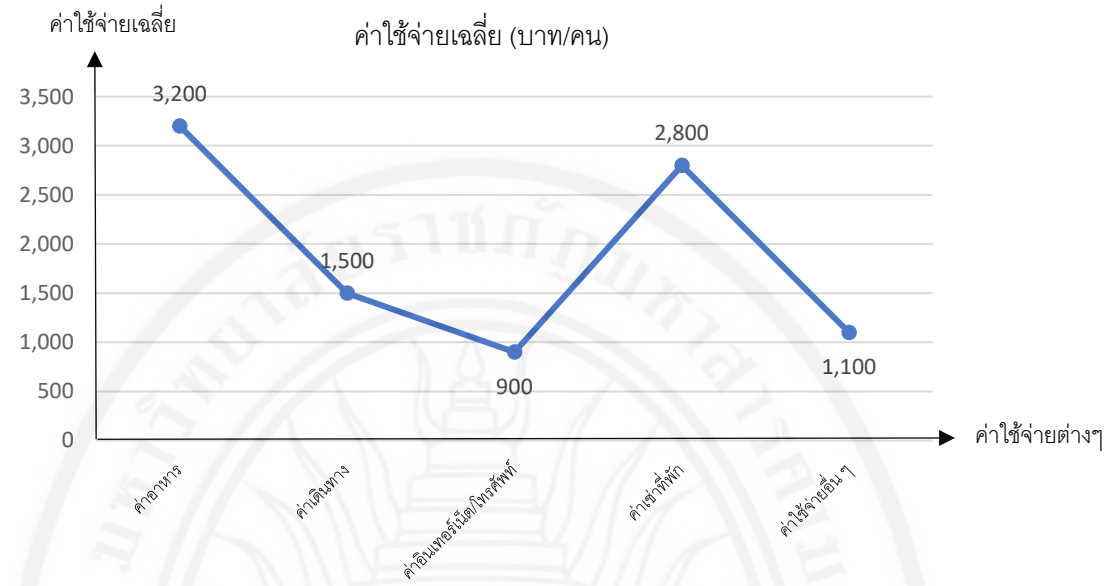
.....

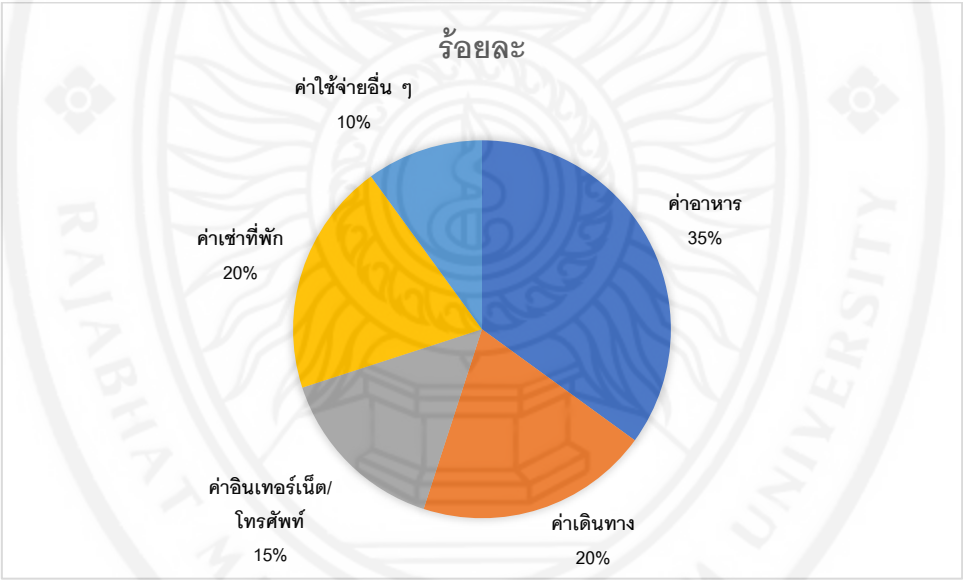
.....

.....

.....

การวางแผนงบประมาณค่าครองชีพนักศึกษา นักศึกษามหาวิทยาลัยแห่งหนึ่งจำนวน 1,200 คน ได้สำรวจการใช้จ่ายรายเดือน และได้ข้อมูลดังนี้





10. จากข้อมูลการสำรวจนักศึกษาจำนวน 1,200 คน ซึ่งแสดงสัดส่วนค่าใช้จ่ายรายเดือนเป็นร้อยละ จงหาว่าค่าอาหารและค่าเช่าที่พักรวมกันคิดเป็นกี่องศาในแผนภูมิรูปวงกลม มีนักศึกษาจำนวนกี่คนที่มีค่าใช้จ่ายในสองประเภทดังกล่าว และหากมหาวิทยาลัยลดค่าอาหารลงร้อยละ 10 จะช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายรวมของนักศึกษาได้กี่บาทต่อเดือน โดยแสดงวิธีทำ (ระดับความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ S)

.....

.....

.....

เฉลยแบบทดสอบความเข้าใจทางคณิตศาสตร์

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ รายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม ค21202

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2568

หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 สถิติ จำนวน 10 ชั่วโมง

แบบทดสอบอัตนัย เรื่อง สถิติ จำนวน 10 ข้อ 40 คะแนน เวลา 1 ชั่วโมง

---

1. จงอธิบายความหมายของคำว่า คำถามทางสถิติ พร้อมยกตัวอย่างคำถามทางสถิติที่ใช้ในชีวิตประจำวัน (ระดับความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ A)

คำถามทางสถิติ คือ คำถามที่ต้องการคำตอบหรือความคิดเห็นของผู้ตอบแต่ละคน ได้มาจากการเก็บรวบรวมข้อมูลมากกว่า 1 ข้อมูล

ตัวอย่างเช่น - แอพพลิเคชั่นที่นักเรียนในห้องนี้ใช้บ่อยที่สุด

- นักเรียนในห้องนี้ชอบดื่มน้ำอไร
- นักเรียนในห้องนี้สูงเฉลี่ยเป็นเท่าไหร่

2. สิ่งที่นักเรียนต้องการให้โรงเรียนพัฒนาเรื่องใดมากที่สุด จากคำถามดังกล่าวเป็นคำถามขั้นพื้นฐานเพราะเหตุใด และให้นักเรียนตั้งคำถามดังกล่าวให้เป็นคำถามเชิงสรุป ได้ว่าอย่างไร (ระดับความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ A)

เป็นคำถามขั้นพื้นฐาน เนื่องจาก คำตอบของนักเรียนแต่ละคนแตกต่างกัน ต้องเก็บรวบรวมข้อมูลจากหลากหลายคนและเป็นคำถามที่ได้คำตอบเพียงชุดเดียว

คำถามเชิงสรุป โรงเรียนควรพัฒนาเรื่องใดบ้าง และต้องการพัฒนาเรื่องใดมากที่สุด

3. ชะเอมต้องการทราบว่า ดินที่อยู่บริเวณโรงเรียนสารคามเหมาะแก่การปลูกผักสวนครัวซึ่งชะเอมควรใช้วิธีการใดในการเก็บรวบรวมข้อมูลในขั้นตอนแรก และเพราะเหตุใดจึงต้องเก็บรวบรวมข้อมูลก่อนตัดสินใจที่จะเลือกปลูกผักสวนครัว (ระดับความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ A)

การเก็บรวบรวมข้อมูโดยวิธีการทดลลอง เพื่อให้ทราบคุณภาพดินก่อนที่ชะเอมจะตัดสินใจจปลูกผักสวนครัว

แผนภูมิรูปภาพแสดงจำนวนแก้วน้ำผลไม้ที่ขายได้ในร้านแห่งหนึ่งใน 1 วัน

ชนิดน้ำผลไม้	**จำนวนรูป**
น้ำองุ่น	
น้ำส้ม	
น้ำแตงโม	
น้ำแอปเปิล	
น้ำสับปะรด	

กำหนดให้  1 รูป แทนน้ำผลไม้ **5 แก้ว**

4. ยอดขายเฉลี่ยของน้ำผลไม้ที่มากที่สุด 3 อันดับแรก ได้แก่น้ำอะไรบ้าง และเป็นกี่เท่าของยอดขายน้ำผลไม้ที่ขายได้น้อยที่สุด (ระดับความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ P)

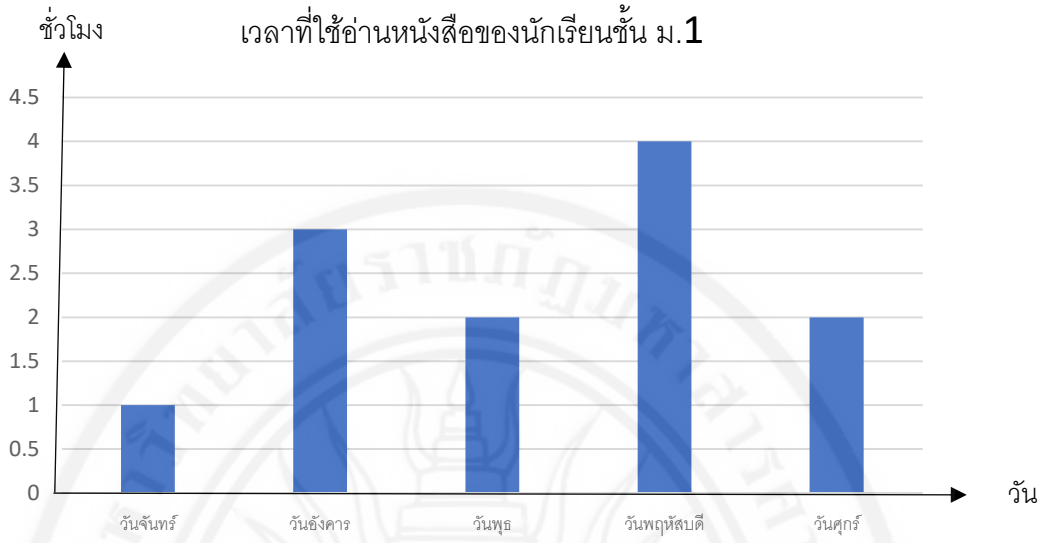
น้ำผลไม้ที่ขายได้มากที่สุด ได้แก่ น้ำองุ่น น้ำแอปเปิ้ล น้ำแตงโม

น้ำผลไม้ที่ขายได้น้อยที่สุด ได้แก่ น้ำสับปะรด

ค่าเฉลี่ยของน้ำผลไม้ที่มากที่สุด 3 อันดับแรก $\frac{25+20+15}{3}=30$

จำนวนเท่า เท่ากับ $\frac{30}{5}=6$ เท่า

แผนภูมิแท่งแสดงจำนวนชั่วโมงที่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ใช้เวลาอ่านหนังสือในแต่ละวันของสัปดาห์



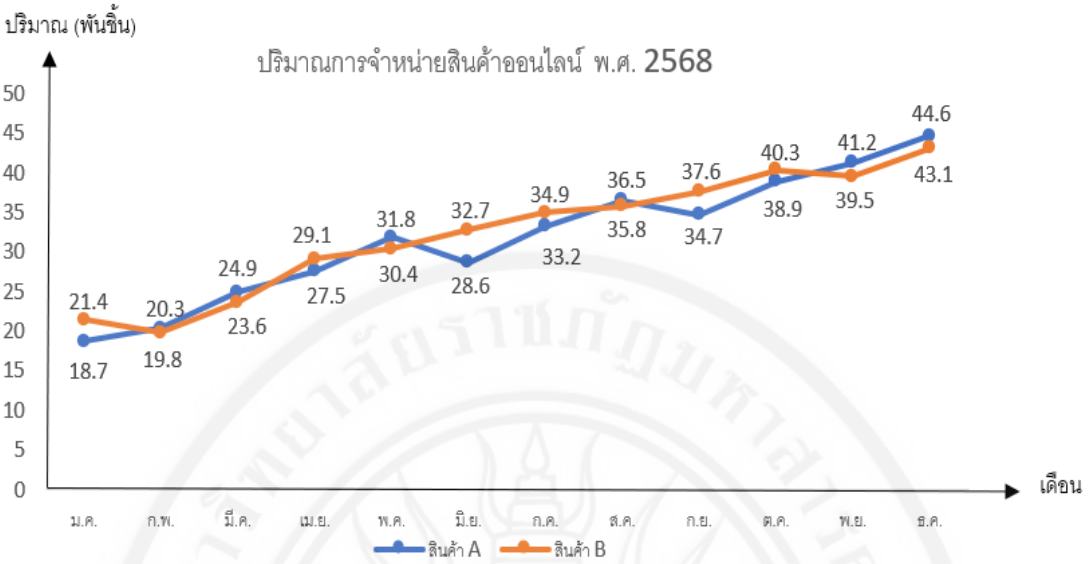
5. จากแผนภูมิแท่ง แสดงเวลาที่นักเรียนใช้อ่านหนังสือในช่วงวันจันทร์ถึงวันศุกร์ หากต้องการให้ค่าเฉลี่ยของเวลาอ่านหนังสือเป็น 3.2 ชั่วโมงต่อวัน โดยเพิ่มเวลาอ่านหนังสือเฉพาะวันพฤหัสบดีเพียงวันเดียว และวันอื่นคงเดิม จงหาว่าต้องเพิ่มเวลาอ่านหนังสือในวันพฤหัสบดีอีกกี่ชั่วโมง พร้อมแสดงวิธีคำนวณ (ระดับความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ S)

ผลรวมเดิม เท่ากับ 12 ผลรวมใหม่ เท่ากับ $3.2\times5=16$

ต้องเพิ่มจำนวนชั่วโมงอีก $16-12=4$ ชั่วโมง

ดังนั้น ต้องเพิ่มเวลาอ่านหนังสือในวันพฤหัสบดีอีก 4 ชั่วโมง

ปริมาณการจำหน่ายสินค้าออนไลน์ของบริษัทหนึ่ง ปี พ.ศ. 2568 เป็นดังนี้ (หน่วย: พันชิ้น)



6. ถ้าบริษัทต้องการ ลดปริมาณการจำหน่ายในครึ่งปีหลัง ในเดือน ก.ค.–ธ.ค. ลง 20% โดยคิดรวมทั้งสองสินค้า หลังจากลดลง 20% แล้ว ควรมียอดจำหน่ายรวมเหลือเท่าใด (ระดับความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ P)

ยอดขายรวมแต่ละเดือน ก.ค.–ธ.ค. สินค้า A 34.9, 36.5, 34.7, 38.9, 41.2, 44.6 ตามลำดับ

สินค้า B 33.2, 35.8, 37.6, 40.3, 39.5, 43.1 ตามลำดับ

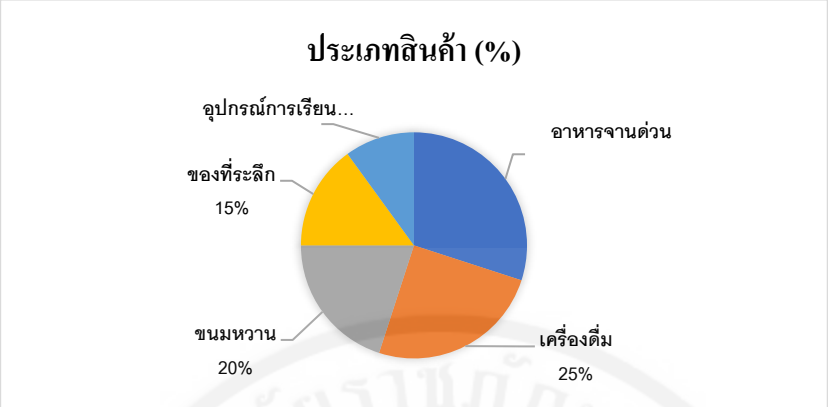
ยอดขายรวมตั้งแต่เดือน ก.ค.–ธ.ค. สินค้า A 230.8 | รวมทั้งหมด $230.8 + 229.5 = 460.3$

สินค้า B 229.5

ลดลง 20% เหลือ 80%

จะได้ว่า ควรมียอดจำหน่ายรวมเหลือเท่ากับ $\frac{80}{100} \times 460.3 \approx 369$ พันชิ้น

แผนภูมิรูปวงกลมต่อไปนี้แสดงจากการจัดงานโรงเรียนประจำปี ซึ่งมีการจำหน่ายสินค้าหลากหลายประเภทเพื่อส่งเสริมการมีส่วนร่วมของนักเรียนและสนับสนุนกิจกรรมของโรงเรียน ทางคณะผู้จัดงานได้ทำการสำรวจข้อมูลพฤติกรรมการเลือกซื้อสินค้าของนักเรียนที่เข้าร่วมงาน โดยมีนักเรียนที่มาซื้อสินค้าทั้งหมดจำนวน 600 คน



7. หากโรงเรียนต้องการเพิ่มกำไรสุทธิให้ได้อย่างน้อย 12,000 บาท โดยปรับเพิ่มเฉพาะจำนวนผู้ซื้อของที่ระลึก ต้องเพิ่มสัดส่วนของผู้ซื้อของที่ระลึกเป็นกี่เปอร์เซ็นต์ กำหนดกำไรต่อชิ้นเท่ากับ 200 บาท (ระดับความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ P)

ของที่ระลึก เท่ากับ 15% ผู้ที่ซื้อของที่ระลึกจำนวน 150 คน

มีผู้ซื้อจำนวน $\frac{15}{100}\times 600 = 90$ คน | คิดเป็น $\frac{150}{600}\times 100 = 25\%$

หาจำนวนคนที่ซื้อเพิ่มอีก $\frac{12,000}{200} = 60$ คน | ดังนั้น ต้องเพิ่มผู้ซื้อของที่ระลึก 25%

จะได้ว่ามีผู้ซื้อของที่ระลึกทั้งหมด จำนวน $90+60 = 150$ คน

8. ขนาดมุมที่จุดศูนย์กลางของสินค้า เครื่องดื่ม และ อาหารจานด่วน รวมกันมีขนาดกี่องศา และคิดเป็นกี่คน (ระดับความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ A)

ขนาดมุมที่จุดศูนย์กลางของเครื่องดื่ม เท่ากับ $\frac{25}{100}\times 360 = 90^\circ$ | คิดเป็นจำนวนคน

ขนาดมุมที่จุดศูนย์กลางของอาหารจานด่วน เท่ากับ $\frac{30}{100}\times 360 = 108^\circ$ | จะได้ $\frac{198}{360}\times 600 = 330$ คน

สินค้าทั้งสองชนิดมีมุมที่จุดศูนย์กลางรวมเท่ากับ $108^\circ + 90^\circ = 198^\circ$

ดังนั้น นักเรียนที่เลือกซื้อเครื่องดื่มและอาหารจานด่วน มีจำนวนทั้งหมด 330 คน

9. สมมติว่าโรงเรียนต้องการเพิ่มสัดส่วน ของที่ระลึก โดยเพิ่มมุมในแผนภูมิวงกลมขึ้นอีก 18° ของที่ระลึกจะมีสัดส่วนใหม่เป็นกี่เปอร์เซ็นต์ และมีจำนวนกี่คน (ระดับความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ O)

หาขนาดของมุมขนาดมุมที่จุดศูนย์กลางของสินค้าของที่ระลึก เท่ากับ $\frac{15}{100}\times 360 = 54^\circ$

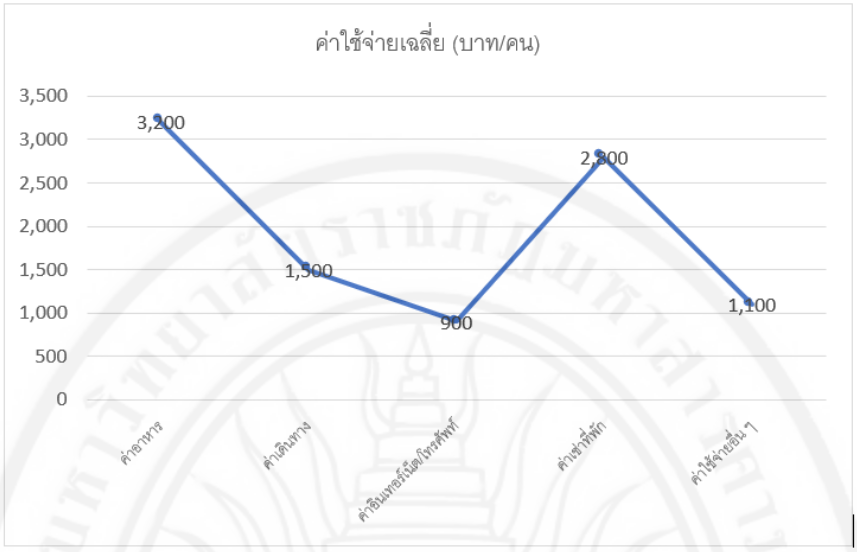
เพิ่มขนาดของมุมอีก 18° จะได้ขนาดมุมใหม่เท่ากับ $54^\circ + 18^\circ = 72^\circ$

หาเปอร์เซ็นต์ของของที่ระลึก เท่ากับ $\frac{72}{360}\times 100 = 20\%$

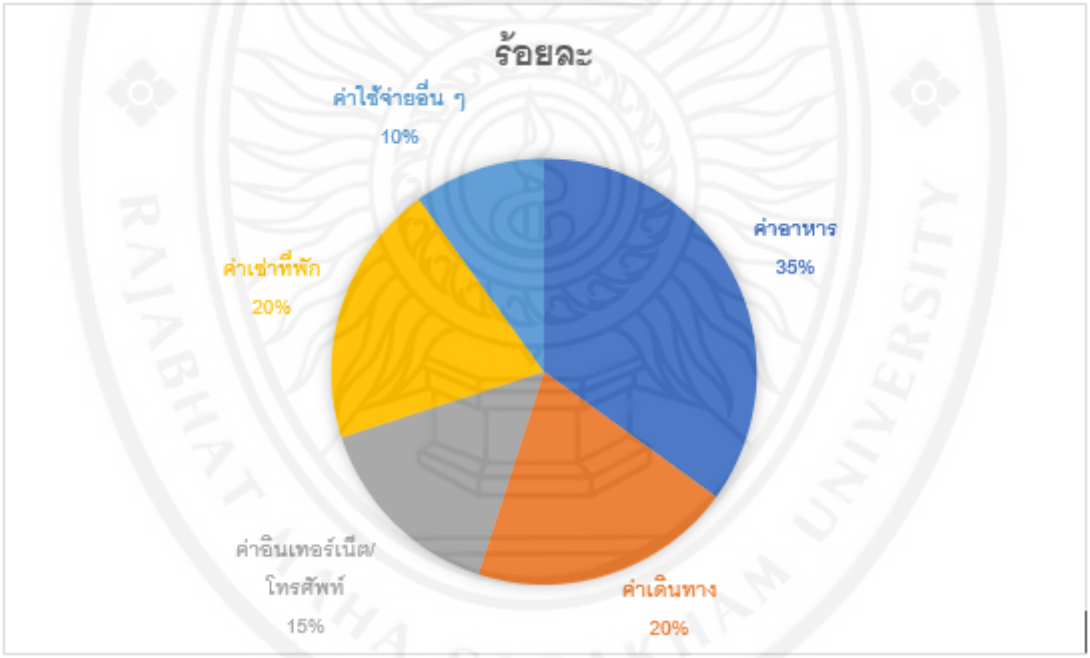
หาจำนวนนักเรียนที่เลือกซื้อของที่ระลึกเพิ่มขึ้นจำนวน $\frac{20}{100}\times 600 = 120$ คน

การวางแผนงบประมาณค่าครองชีพนักศึกษา นักศึกษามหาวิทยาลัยแห่งหนึ่งจำนวน 1,200 คน ได้สำรวจการใช้จ่ายรายเดือน และได้ข้อมูลดังนี้

ค่าใช้จ่ายเฉลี่ยต่อคนต่อเดือน (บาท)



สัดส่วนค่าใช้จ่ายรายเดือน



10. จากข้อมูลการสำรวจนักศึกษาจำนวน 1,200 คน ซึ่งแสดงสัดส่วนค่าใช้จ่ายรายเดือนเป็นร้อยละ จงหาว่าค่าอาหารและค่าเช่าที่พักรวมกันคิดเป็นกี่องศาในแผนภูมิรูปวงกลม มีนักศึกษาจำนวนกี่คนที่มีค่าใช้จ่ายในสองประเภทดังกล่าว และหากมหาวิทยาลัยลดค่าอาหารลงร้อยละ 10 จะช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายรวมของนักศึกษาได้กี่บาทต่อเดือน โดยแสดงวิธีทำ (ระดับความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ S)

ค่าอาหารและค่าเช่าที่พักรวมกันคิดเป็น $35\%+20\%=55\%$ มีจำนวน $\frac{55}{100}\times 1200=660$ คน

ลดค่าอาหารลงร้อยละ 10 คิดเป็น $\frac{10}{100}\times 3200=320$ บาท/คน

จากแผนภูมิรูปวงกลมจะได้ว่า ค่าอาหารเท่ากับ 35% คิดเป็น $\frac{35}{100}\times 1200=420$ คน

ดังนั้น ประหยัดค่าใช้จ่ายรวมของนักศึกษาได้ทั้งหมด $420\times 320=134,400$ บาท

แบบประเมินคุณภาพของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC)
เรื่อง สถิติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย √ ลงในช่องว่างตามความคิดเห็นของท่าน และแสดงความคิดเห็นในส่วนที่เป็นข้อเสนอแนะ เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุง แก้ไขแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้เหมาะสมต่อไป

ระดับความคิดเห็นมี 5 ระดับ

เหมาะสมมากที่สุด ให้ 5 คะแนน
เหมาะสมมาก ให้ 4 คะแนน
เหมาะสมปานกลาง ให้ 3 คะแนน
เหมาะสมน้อย ให้ 2 คะแนน
เหมาะสมน้อยที่สุด ให้ 1 คะแนน

ตารางที่ ก.1 รายการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีแบบเปิด ร่วมกับชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC)

รายการประเมิน	ระดับการประเมิน				
	5	4	3	2	1
องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้					
1. แผนการจัดการเรียนรู้มีองค์ประกอบ คือ จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระสำคัญกิจกรรมการเรียนรู้ สื่อ/อุปกรณ์แหล่งการเรียนรู้ การวัดและประเมินผลครบถ้วน					
จุดประสงค์การเรียนรู้					
1. มีความครอบคลุมในด้านความรู้ ทักษะคุณลักษณะอันพึงประสงค์					
2. มีความชัดเจน					
3. จุดประสงค์มีความเหมาะสมกับวัยผู้เรียน					
4. จุดประสงค์มีความ เหมาะสมกับเวลา					
สาระการเรียนรู้					
1. มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้					
2. มีความเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน					
3. มีการจัดลำดับจากง่ายไปยากได้อย่างเหมาะสม					
4. มีความถูกต้องและชัดเจน					
5. มีความเหมาะสมกับเวลาสามารถนำไปสอนได้จริง					

ต่อ

ตารางที่ ก.1 (ต่อ)

รายการประเมิน	ระดับการประเมิน				
	5	4	3	2	1
กิจกรรมการเรียนรู้					
1. นำเสนอปัญหาปลายเปิด					
2. สืบค้นหาวิธีการในการแก้ปัญหาด้วยตัวเอง					
3. อภิปรายและเปรียบเทียบแนวคิดทางคณิตศาสตร์ร่วมกันทั้งชั้นเรียน					
4. สรุปเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ในแก้ปัญหาสถานการณ์ใหม่ ๆ					
สื่อ/อุปกรณ์/แหล่งการเรียนรู้					
1. มีความสอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้					
2. มีความสอดคล้องกับสาระการเรียนรู้					
3. สื่อการเรียนการสอนเร้า ความสนใจของผู้เรียนเหมาะสมกับระดับชั้นและวัยของผู้เรียน					
ด้านการวัดผลและประเมินผล					
1. สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้					
2. สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้					
3. ส่งเสริมการวัดความรู้ทักษะกระบวนการ และคุณลักษณะอันพึงประสงค์					
4. การวัดผลที่ระบุสามารถประเมินได้ใช้เครื่องมือได้อย่างเหมาะสม					
5. แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมการเรียนรู้คณิตศาสตร์					

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

(ลงชื่อ).....ผู้เชี่ยวชาญ

(.....)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

แบบประเมินคุณภาพของแบบทดสอบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์
เรื่อง สถิติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

คำชี้แจง โปรดพิจารณาข้อสอบแต่ละข้อต่อไปนี้ว่าตรงตามกรอบเนื้อหา เรื่อง สถิติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 หรือไม่พร้อมทั้งเสนอข้อคิดเห็นเพิ่มเติม
โดย ทำเครื่องหมาย √ ในช่อง +1 เมื่อแน่ใจว่าแบบทดสอบนั้นสอดคล้องกับมาตรฐานตัวชี้วัด
ทำเครื่องหมาย √ ในช่อง 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าแบบทดสอบนั้นสอดคล้องกับมาตรฐานตัวชี้วัด
ทำเครื่องหมาย √ ในช่อง -1 เมื่อแน่ใจว่าแบบทดสอบนั้นไม่สอดคล้องกับมาตรฐานตัวชี้วัด

ตารางที่ ก.2 รายการประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

มาตรฐาน	ตัวชี้วัด	แบบทดสอบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์	คะแนนพิจารณา		
			+1	0	-1
สาระที่ 3 สาระสถิติและความน่าจะเป็น มาตรฐาน ค 3.1 เข้าใจกระบวนการทางสถิติและใช้ความรู้ทางสถิติในการแก้ปัญหา	ม.1/1 เข้าใจและใช้ความรู้ทางสถิติในการนำ เสนอข้อมูลและแปลความหมายข้อมูล รวมทั้งนำสถิติไปใช้ในชีวิตจริงโดยใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม ระดับ A (การกระทำ)	1. โรงเรียนต้องการศึกษาพฤติกรรมการอ่านหนังสือของนักเรียน โดยนักเรียนคนหนึ่งกล่าวว่า “ฉันอ่านหนังสือวันละ 1 ชั่วโมง” นักเรียนอีกคนกล่าวว่า “ฉันอ่านหนังสือวันละ 3 ชั่วโมง” ครูจึงต้องการทราบว่านักเรียนแต่ละคนใช้เวลาอ่านหนังสือเท่าใด นักเรียนในห้องมีเวลาอ่านหนังสือเฉลี่ยวันละเท่าใด และนักเรียนทุกคนอ่านหนังสือเท่ากันหรือไม่ จากสถานการณ์ข้างต้น อยากทราบว่าข้อความใดที่เป็นคำถามทางสถิติเพราะเหตุใด			
		2. คำว่า ข้อมูลปฐมภูมิ เป็นอย่างไร ช่วยอธิบายพอสังเขป พร้อมยกตัวอย่างประกอบ			

(ต่อ)

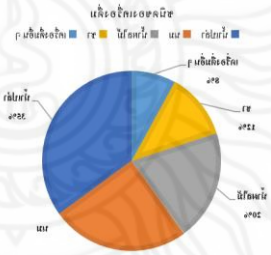
ตารางที่ ก.2 (ต่อ)

<table>
<tr><th rowspan="2">มาตรฐาน</th><th rowspan="2">ตัวชี้วัด</th><th rowspan="2">แบบทดสอบมโนทัศน์
ทางคณิตศาสตร์</th><th colspan="3">คะแนน
พิจารณา</th></tr>
<tr><th>+1</th><th>0</th><th>-1</th></tr>
<tr><td rowspan="3">สาระที่ 3
สาระสถิติ
และความ
น่าจะเป็น
มาตรฐาน
ค 3.1 เข้าใจ
กระบวนการ
ทางสถิติ
และใช้
ความรู้ทาง
สถิติในการ
แก้ปัญหา</td><td rowspan="3">ม.1/1 เข้าใจ
และใช้ความรู้
ทางสถิติในการ
นำ เสนอ
ข้อมูลและแปล
ความหมาย
ข้อมูล รวมทั้ง
นำสถิติไปใช้ใน
ชีวิตจริงโดยใช้
เทคโนโลยีที่
เหมาะสม</td><td>3. การเก็บรวบรวมข้อมูล ด้วยวิธีการ การสังเกตต่างจากวิธีการสอบถามหรือสอบสัมภาษณ์อย่างไร อธิบายพอสังเขป</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>ตารางแสดงจำนวนหนังสือที่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ยืมจากห้องสมุดในหนึ่งสัปดาห์
<table><tr><th>ประเภทหนังสือ</th><th>จำนวนหนังสือที่ยืม (เล่ม)</th></tr><tr><td>หนังสือนิทาน</td><td>20</td></tr><tr><td>หนังสือการ์ตูน</td><td>16</td></tr><tr><td>หนังสือวิทยาศาสตร์</td><td>8</td></tr><tr><td>หนังสือประวัติศาสตร์</td><td>12</td></tr><tr><td>หนังสือคณิตศาสตร์</td><td>4</td></tr></table>4.จากตารางแสดงจำนวนหนังสือที่นักเรียนยืมจากห้องสมุด หากครูต้องการนำเสนอข้อมูลโดยใช้แผนภูมิรูปภาพ โดยกำหนดให้รูปหนังสือ 1 รูป แทนหนังสือจำนวน 4 เล่ม จงอธิบายว่าหนังสือการ์ตูนจะต้องใช้รูปหนังสือจำนวนกี่รูป พร้อมแสดงวิธีทำ</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>แผนภูมิแท่งแสดงจำนวนครั้งที่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ใช้บริการห้องสมุดในหนึ่งสัปดาห์

5. จากแผนภูมิแท่งข้างต้น เพราะเหตุใดแท่งของวันอังคารและวันพุธจึงมีความสูงเท่ากัน อธิบายพอสังเขป</td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>

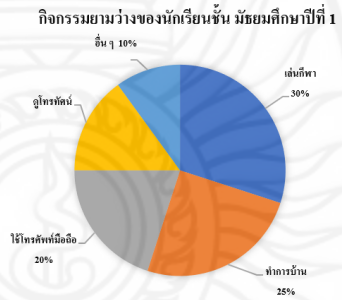
(ต่อ)

ตารางที่ ก.2 (ต่อ)

มาตรฐาน	ตัวชี้วัด	แบบทดสอบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์	คะแนนพิจารณา		
			+1	0	-1
สาระที่ 3 สาระสถิติและความน่าจะเป็น มาตรฐาน ค 3.1 เข้าใจกระบวนการทางสถิติและใช้ความรู้ทางสถิติในการแก้ปัญหา	ม.1/1 เข้าใจและใช้ความรู้ทางสถิติในการนำ เสนอข้อมูลและแปลความหมายข้อมูล รวมทั้งนำสถิติไปใช้ในชีวิตจริงโดยใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม	กราฟเส้นแสดงจำนวนผู้เข้าใช้สนามกีฬาของโรงเรียนแห่งหนึ่ง ในแต่ละวันตลอดระยะเวลา 7 วัน  6. หากมีการเพิ่มจำนวนผู้เข้าใช้สนามกีฬาในวันหนึ่งวันใดเพียงวันเดียว โดยที่วันอื่นคงเดิมจะส่งผลต่อค่าเฉลี่ยของจำนวนผู้เข้าใช้สนามกีฬาหรือไม่ อย่างไร			
		แผนภูมิรูปวงกลมแสดงจำนวนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เลือกเครื่องดื่มที่ชอบ ซึ่งมีนักเรียนทั้งหมด 200 คน  7. หากมีนักเรียนเพิ่มขึ้นอีก 50 คน โดยที่ร้อยละของนักเรียนที่เลือกเครื่องดื่มแต่ละประเภทคงเดิม จงหาว่าจำนวนนักเรียนที่เลือกดื่มชา จะเปลี่ยนแปลงเป็นกี่คน และอธิบายเหตุว่าทำไมจำนวนคนจึงเปลี่ยนแปลงทั้งที่ร้อยละคงเดิม			

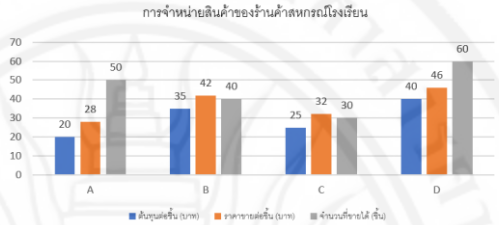
(ต่อ)

ตารางที่ ก.2 (ต่อ)

มาตรฐาน	ตัวชี้วัด	แบบทดสอบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์	คะแนนพิจารณา		
			+1	0	-1
สาระที่ 3 สาระสถิติและความน่าจะเป็น มาตรฐาน ค 3.1 เข้าใจกระบวนการทางสถิติและใช้ความรู้ทางสถิติในการแก้ปัญหา	ม.1/1 เข้าใจและใช้ความรู้ทางสถิติในการนำ เสนอข้อมูลและแปลความหมายข้อมูล รวมทั้งนำสถิติไปใช้ในชีวิตจริงโดยใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม	8. หากมีการเพิ่มจำนวนนักเรียนที่เลือกดื่มน้ำเปล่าอีก 14 คน โดยที่จำนวนนักเรียนที่เลือกเครื่องดื่มประเภทอื่นคงเดิม และทำให้ร้อยละของผู้เลือกดื่มน้ำเปล่าเปลี่ยนเป็น 40% จงหาจำนวนนักเรียนทั้งหมดใหม่ และอธิบายว่าการเปลี่ยนแปลงจำนวนคนส่งผลต่อค่าร้อยละอย่างไร			
		แผนภูมิรูปวงกลม แสดงร้อยละจำนวนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เลือกทำกิจกรรมหลังเลิกเรียน ซึ่งมีนักเรียนทั้งหมด 240 คน  9. หากมีการเพิ่มจำนวนนักเรียนทั้งหมด อยากทราบว่าขนาดของมุมที่จุดศูนย์กลางรวมทั้งหมดในแผนภูมิรูปวงกลมจะเปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร			

(ต่อ)

ตารางที่ ก.2 (ต่อ)

มาตรฐาน	ตัวชี้วัด	แบบทดสอบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์	คะแนนพิจารณา		
			+1	0	-1
สาระที่ 3 สาระสถิติและความน่าจะเป็น มาตรฐาน ค 3.1 เข้าใจกระบวนการทางสถิติและใช้ความรู้ทางสถิติในการแก้ปัญหา	ม.1/1 เข้าใจและใช้ความรู้ทางสถิติในการนำ เสนอข้อมูลและแปลความหมายข้อมูล รวมทั้งนำสถิติไปใช้ในชีวิตจริงโดยใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม	ผลการจำหน่ายสินค้าของร้านค้าสหกรณ์โรงเรียน ร้านค้าสหกรณ์โรงเรียนแห่งหนึ่งจำหน่ายสินค้า 4 ชนิด โดยมีต้นทุน ราคาขาย และจำนวนที่ขายได้ในช่วงเวลาหนึ่ง แสดงดังแผนภูมิแท่ง ดังนี้  10. หากร้านค้าต้องการเลือกขายสินค้าเพียง 1 ชนิด โดยพิจารณาจากกำไรรวม เพื่อให้เหมาะสมต่อการเพิ่มรายได้ของร้านค้าในชีวิตประจำวัน จงพิจารณาว่าควรเลือกขายสินค้าใด พร้อมทั้งคำนวณและอธิบายเหตุผลโดยใช้ข้อมูลจากแผนภูมิแท่งนี้			

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้เชี่ยวชาญ

(.....)

ตำแหน่ง.....

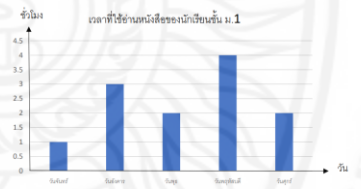
วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ตารางที่ ก.3 รายการประเมินความสอดคล้องของแบบทดสอบความเข้าใจทางคณิตศาสตร์

มาตรฐาน	ตัวชี้วัด	ระดับความเข้าใจทางคณิตศาสตร์	แบบทดสอบความเข้าใจทางคณิตศาสตร์	คะแนนพิจารณา		
				+1	0	-1
สาระที่ 3 สาระสถิติและความน่าจะเป็น มาตรฐาน ค 3.1 เข้าใจกระบวนการทางสถิติและใช้ความรู้ทางสถิติในการแก้ปัญหา	ม.1/1 เข้าใจและใช้ความรู้ทางสถิติในการนำเสนอข้อมูลและแปลความหมายข้อมูล รวมทั้งนำสถิติไปใช้ในชีวิตจริงโดยใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม	ระดับ A (การกระทำ)	1. จงอธิบายความหมายของคำว่าคำถามทางสถิติ พร้อมยกตัวอย่างคำถามทางสถิติที่ใช้ใชีวิตประจำวัน (A)			
			2. สิ่งที่นักเรียนต้องการให้โรงเรียนพัฒนาเรื่องใดมากที่สุด จากคำถามดังกล่าวเป็นคำถามขั้นพื้นฐาน เพราะเหตุใด และให้นักเรียนตั้งคำถามดังกล่าวให้เป็นคำถามเชิงสรุปได้ว่าอย่างไร (A)			
			3. ชะเอมต้องการทราบว่า ดินที่อยู่บริเวณโรงเรียนสารคามเหมาะแก่การปลูกผักสวนครัวซึ่งชะเอมควรใช้วิธีการใดในการเก็บรวบรวมข้อมูลในขั้นตอนแรก และเพราะเหตุใดจึงต้องเก็บรวบรวมข้อมูลก่อนตัดสินใจที่จะเลือกปลูกผักสวนครัว (A)			

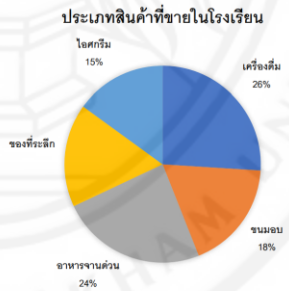
(ต่อ)

ตารางที่ ก.3 (ต่อ)

มาตรฐาน	ตัวชี้วัด	ระดับความเข้าใจทางคณิตศาสตร์	แบบทดสอบความเข้าใจทางคณิตศาสตร์	คะแนนพิจารณา		
				+1	0	-1
สาระที่ 3 สาระสถิติและความน่าจะเป็น มาตรฐาน ค 3.1 เข้าใจกระบวนการทางสถิติและใช้ความรู้ทางสถิติในการแก้ปัญหา	ม.1/1 เข้าใจและใช้ความรู้ทางสถิติในการนำเสนอข้อมูลและแปลความหมายข้อมูล รวมทั้งนำสถิติไปใช้ในชีวิตจริงโดยใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม	ระดับ A (การกระทำ) ระดับ P (กระบวนการ)	แผนภูมิรูปภาพแสดงจำนวนแก้วน้ำผลไม้ที่ขายได้ในร้านแห่งหนึ่งใน 1 วัน  4. ยอดขายเฉลี่ยของน้ำผลไม้ 3 อันดับแรก ได้แก่น้ำอะไรบ้าง และเป็นกี่เท่าของยอดขายน้ำผลไม้ที่ขายได้น้อยที่สุด (AP)			
		ระดับ A (การกระทำ) ระดับ P (กระบวนการ) ระดับ O (วัตถุ) ระดับ S (ภาพทางปัญญา)	แผนภูมิแท่งแสดงจำนวนชั่วโมงที่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ใช้เวลาอ่านหนังสือในแต่ละวัน ของสัปดาห์  5. จากแผนภูมิแท่ง แสดงเวลาที่นักเรียนใช้อ่านหนังสือในช่วงวันจันทร์ถึงวันศุกร์ หากต้องการให้ค่าเฉลี่ยของเวลาอ่านหนังสือเป็น 3.2 ชั่วโมงต่อวัน โดยเพิ่มเวลาอ่านหนังสือเฉพาะวันพฤหัสบดีเพียงวันเดียว และวันอื่นคงเดิม จงหาว่าต้องเพิ่มเวลาอ่านหนังสือในวันพฤหัสบดีอีกกี่ชั่วโมง พร้อมแสดงวิธีคำนวณ (S)			

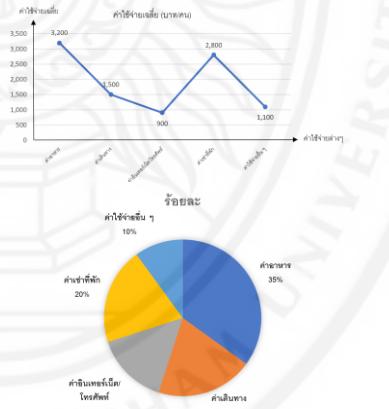
(ต่อ)

ตารางที่ ก.3 (ต่อ)

มาตรฐาน	ตัวชี้วัด	ระดับความเข้าใจทางคณิตศาสตร์	แบบทดสอบความเข้าใจทางคณิตศาสตร์	คะแนนพิจารณา		
				+1	0	-1
สาระที่ 3 สาระสถิติและความน่าจะเป็น มาตรฐาน ค 3.1 เข้าใจกระบวนการทางสถิติและใช้ความรู้ทางสถิติในการแก้ปัญหา	ม.1/1 เข้าใจและใช้ความรู้ทางสถิติในการนำเสนอข้อมูลและแปลความหมายข้อมูลรวมทั้งนำสถิติไปใช้ในชีวิตจริงโดยใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม	ระดับ A (การกระทำ) ระดับ P (กระบวนการ)	ปริมาณการจำหน่ายสินค้าออนไลน์ของบริษัทหนึ่ง ปี พ.ศ. 2568 เป็นดังนี้ (หน่วย: พันชิ้น)(ใช้ตอบคำถามข้อ 10-11)  6. ถ้าบริษัทต้องการ ลดปริมาณการจำหน่ายในครึ่งปีหลัง ในเดือน ก.ค.–ธ.ค. ลง 20% โดยคิดรวมทั้งสองสินค้า หลังจากลดลง 20% แล้ว ควรมียอดจำหน่ายรวมเหลือเท่าใด (P)			
			จากการสำรวจนักเรียนที่มาซื้อสินค้าในงานโรงเรียน จำนวน 600 คน พบว่าได้ข้อมูลสัดส่วนผู้ซื้อสินค้าแต่ละประเภทดังตารางต่อไปนี้  7. หากโรงเรียนต้องการเพิ่มกำไรสุทธิให้ได้อย่างน้อย 12,000 บาท โดยปรับเพิ่มเฉพาะจำนวนผู้ซื้อ ของที่ระลึก ต้องเพิ่มสัดส่วนของผู้ซื้อของที่ระลึกเป็นกี่เปอร์เซ็นต์ (AP)			

(ต่อ)

ตารางที่ ก.3 (ต่อ)

มาตรฐาน	ตัวชี้วัด	ระดับความเข้าใจทางคณิตศาสตร์	แบบทดสอบความเข้าใจทางคณิตศาสตร์	คะแนนพิจารณา		
				+1	0	-1
สาระที่ 3 สาระสถิติและความน่าจะเป็น มาตรฐาน ค 3.1 เข้าใจกระบวนการทางสถิติและใช้ความรู้ทางสถิติในการแก้ปัญหา	ม.1/1 เข้าใจและใช้ความรู้ทางสถิติในการนำเสนอข้อมูลและแปลความหมายข้อมูล รวมทั้งนำสถิติไปใช้ในชีวิตจริง โดยใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม	ระดับ A (การกระทำ) ระดับ P (กระบวนการ)	8. ขนาดมุมที่จุดศูนย์กลางของสินค้าเครื่องดื่มและอาหารจานด่วนรวมกันมีขนาดกี่องศา และคิดเป็นกี่คน (AP)			
		ระดับ A (การกระทำ) ระดับ P (กระบวนการ) ระดับ O (วัตถุ)	9. สมมติว่าโรงเรียนต้องการเพิ่มสัดส่วน ของที่ระลึก โดยเพิ่มมุมในแผนภูมิวงกลมขึ้นอีก 18° ของที่ระลึกจะมีสัดส่วนใหม่เป็นกี่เปอร์เซ็นต์ และ สินค้าแต่ละประเภทที่เหลือจะมีจำนวนผู้ซื้อใหม่กี่คน(APO)			
		ระดับ A (การกระทำ) ระดับ P (กระบวนการ) ระดับ O (วัตถุ) ระดับ S (ภาพทางปัญญา)	การวางแผนงบประมาณค่าครองชีพนักศึกษา นักศึกษามหาวิทยาลัยแห่งหนึ่งจำนวน 1,200 คน ได้สำรวจการใช้จ่ายรายเดือน และได้ข้อมูลดังนี้  10. จากข้อมูลการสำรวจนักศึกษาจำนวน 1,200 คน ซึ่งแสดงสัดส่วนค่าใช้จ่ายรายเดือนเป็นร้อยละ จงหาว่าค่าอาหารและค่าเช่าที่พักรวมกันคิดเป็นกี่องศาในแผนภูมิรูปวงกลม (APOS)			

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้เชี่ยวชาญ

(.....)

ตำแหน่ง.....

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....



แบบประเมินความสอดคล้องของแบบสอบถามวัดความพึงพอใจของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีต่อการการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC)

คำชี้แจง โปรดพิจารณาข้อคำถามแต่ละข้อของแบบสอบถามวัดความพึงพอใจของนักเรียน มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์หรือไม่ โดยใช้เครื่องหมายลงในช่องคะแนน ตามความคิดเห็นของท่าน

ใช้เครื่องหมาย ✔ ในช่อง +1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบนั้นสอดคล้อง

ใช้เครื่องหมาย ✔ ในช่อง 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อสอบนั้นสอดคล้อง

ใช้เครื่องหมาย ✔ ในช่อง -1 เมื่อแน่ใจว่าข้อสอบนั้นไม่สอดคล้อง

ตารางที่ ก.4 แบบประเมินความสอดคล้องของแบบสอบถามวัดความพึงพอใจของนักเรียน

ข้อที่	ข้อความ	คะแนนพิจารณา		
		+1	0	-1
การจัดการเรียนรู้				
1	สถานการณ์ปัญหาปลายเปิดมีความน่าสนใจและกระตุ้นให้นักเรียนอยากค้นหาคำตอบด้วยตนเอง			
2	สถานการณ์ปัญหาปลายเปิดเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันและประสบการณ์ของนักเรียน			
3	นักเรียนคิดหาวิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้หลากหลายวิธี			
4	สถานการณ์ปัญหาปลายเปิดช่วยกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการคิดวิเคราะห์และหาเหตุผลทางคณิตศาสตร์			
5	นักเรียนชอบคิดค้นหาวิธีการแก้ปัญหาด้วยตนเองก่อนรับคำอธิบายจากครู			
6	นักเรียนรู้สึกสนุกสนานกับการทำกิจกรรมการเรียนรู้วิธีแบบเปิด (Open Approach)			
7	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสม ด้านเนื้อหา วัย และจุดประสงค์การเรียนรู้			
8	นักเรียนชอบการทำงานร่วมกับเพื่อนในกลุ่มในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์			

(ต่อ)

ตารางที่ ก.4 แบบประเมินความสอดคล้องของแบบสอบถามวัดความพึงพอใจของนักเรียน

ข้อที่	ข้อความ	คะแนนพิจารณา		
		+1	0	-1
9	สถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในชีวิตจริงเป็นสถานการณ์ปัญหาที่ท้าทายความสามารถของนักเรียน			
10	นักเรียนมีโอกาสค้นคว้า รวบรวมข้อมูล และเลือกใช้วิธีการแก้ปัญหาด้วยตนเองผ่านกระบวนการอภิปรายแนวคิดกับเพื่อน ๆ และทางเทคโนโลยีในการทำกิจกรรมได้ดี			
11	นักเรียนชอบการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อนอภิปราย และนำเสนอแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาของตนเองต่อเพื่อนในชั้นเรียน			
12	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีความเหมาะสมในด้านเวลา			
ประโยชน์ที่ได้รับจากการเรียนรู้				
13	นักเรียนมีความเข้าใจเนื้อหาและทำให้นักเรียนได้มีแนวทางในการแก้สถานการณ์ปัญหาที่หลากหลาย จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิธีแบบเปิด (open approach) ร่วมกับชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC)			
14	นักเรียนสามารถสรุปความรู้จากเรื่องที่ได้เรียนรู้ได้ด้วยตัวเอง			
15	นักเรียนชอบกิจกรรมที่ช่วยส่งเสริมแนวคิดกับการคิดแก้ปัญหาของตนเอง			
16	การจัดการเรียนรู้ส่งเสริมความกล้าแสดงออกของนักเรียนมากขึ้น			
17	นักเรียนชอบที่ตนเองได้มีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนและครูมากขึ้นในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิธีแบบเปิด (open approach) ร่วมกับชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC)			
18	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทำให้นักเรียนตระหนักถึงความสำคัญของวิชาคณิตศาสตร์ที่สามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้			
19	การจัดการเรียนรู้ทำให้นักเรียนสามารถนำความรู้มาเชื่อมโยงและบูรณาการได้ในศาสตร์สาขาวิชาที่หลากหลาย			
20	นักเรียนชอบเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ทำให้กล้าแสดงออก			
21	นักเรียนชอบที่ตนเองได้มีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนและครูในระหว่างเรียนมากยิ่งขึ้น			

(ต่อ)

ตารางที่ ก.4 แบบประเมินความสอดคล้องของแบบสอบถามวัดความพึงพอใจของนักเรียน

ข้อที่	ข้อความ	คะแนนพิจารณา		
		+1	0	-1
22	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทำให้นักเรียนรู้สึกมีความสุขและไม่มีความกังวลกับการเรียน			
23	นักเรียนเกิดความรักความสามัคคีภายในกลุ่มจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิธีแบบเปิด (open approach) ร่วมกับชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC)			

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงที่ท่านให้ความอนุเคราะห์

นางสาวศิริรัตน์ พิมพ์โกทา

ภาคผนวก ข

การหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ตารางการประเมินความเหมาะสมในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
โดยใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับชุมชนแห่งการเรียนรู้
วิชาชีพ (PLC) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยผู้เชี่ยวชาญ

ตารางที่ ข.1 การประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยผู้เชี่ยวชาญ

รายการประเมิน	คะแนนเฉลี่ยจำนวน 10 แผน จากผู้เชี่ยวชาญ			ค่าเฉลี่ย	ระดับคุณภาพ
	คนที 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ 1. แผนการจัดการเรียนรู้มีองค์ประกอบ คือ จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระสำคัญกิจกรรมการเรียนรู้ สื่อ/อุปกรณ์แหล่งการเรียนรู้ การวัดและประเมินผลครบถ้วน	5	5	4	4.67	เหมาะสมมากที่สุด
จุดประสงค์การเรียนรู้ 1. มีความครอบคลุมในด้านความรู้ ทักษะ คุณลักษณะอันพึงประสงค์ 2. มีความชัดเจน 3. จุดประสงค์มีความเหมาะสมกับวัยผู้เรียน 4. จุดประสงค์มีความเหมาะสมกับเวลา	4	5	5	4.67	เหมาะสมมากที่สุด
สาระการเรียนรู้ 1. มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้ 2. มีความเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน 3. มีการจัดลำดับจากง่ายไปยากได้อย่างเหมาะสม 4. มีความถูกต้องและชัดเจน 5. มีความเหมาะสมกับเวลาสามารถนำไปสอนได้จริง	5	5	4	4.67	เหมาะสมมากที่สุด

(ต่อ)

ตารางที่ ข.1 (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนนเฉลี่ยจำนวน 10 แผน จากผู้เชี่ยวชาญ			ค่าเฉลี่ย	ระดับคุณภาพ
	คนที 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
กิจกรรมการเรียนรู้ ขั้นที่ 1 นำเสนอปัญหาปลายเปิด ขั้นที่ 2 สืบค้นหาวิธีการในการแก้ปัญหาด้วยตัวเอง ขั้นที่ 3 อภิปรายและเปรียบเทียบแนวคิดทางคณิตศาสตร์ร่วมกันทั้งชั้นเรียน ขั้นที่ 4 สรุปเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ในแก้ปัญหาสถานการณ์ ใหม่ ๆ	5	5	4	4.67	เหมาะสมมากที่สุด
สื่อ/อุปกรณ์/แหล่งการเรียนรู้ 1. มีความสอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้ 2. มีความสอดคล้องกับสาระการเรียนรู้ 3. สื่อการเรียนการสอนเร้า ความสนใจของผู้เรียนเหมาะสมกับระดับชั้นและวัยของผู้เรียน	5	4	5	4.70	เหมาะสมมากที่สุด
ด้านการวัดผลและประเมินผล 1. สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ 2. สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้ 3. ส่งเสริมการวัดความรู้ทักษะกระบวนการและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ 4. การวัดผลที่ระบุสามารถประเมินได้ใช้เครื่องมือได้อย่างเหมาะสม 5. แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 6. แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนได้	4	4	4	4	เหมาะสมมาก

(ต่อ)

จากตารางที่ ข.1 ผลการวิเคราะห์คุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้วิธีแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC) โดยใช้เกณฑ์แบบประเมินมาตรส่วนประมาณค่า (Rating Scale) เป็นมาตราส่วนประมาณค่าตามวิธีของลิเคอร์ท (Likert) พบว่าแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งหมด 10 แผนการจัดการเรียนรู้มีค่าเฉลี่ย ($\bar{x} = 4.56$) หมายความว่า แผนการจัดการเรียนรู้วิธีแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC) เรื่อง สถิติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีความเหมาะสมอยู่ในระดับ เหมาะสมมากที่สุด

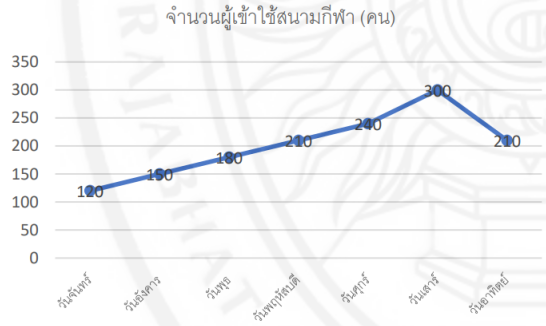
ตารางการวิเคราะห์ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

ตารางที่ ข.2 การวิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างคำถาม (IOC) ของแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่องสถิติ แบบอัตนัย

แบบทดสอบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			ค่า IOC	แปลผล
	1	2	3		
1. โรงเรียนต้องการศึกษาพฤติกรรมการอ่านหนังสือของนักเรียน โดยนักเรียนคนหนึ่งกล่าวว่า“ฉันอ่านหนังสือวันละ 1 ชั่วโมง” นักเรียนอีกคนกล่าวว่า “ฉันอ่านหนังสือวันละ 3 ชั่วโมง” ครูจึงต้องการทราบว่านักเรียนแต่ละคนใช้เวลาอ่านหนังสือเท่าใด นักเรียนในห้องมีเวลาอ่านหนังสือเฉลี่ยวันละเท่าใด และนักเรียนทุกคนอ่านหนังสือเท่ากันหรือไม่ จากสถานการณ์ข้างต้น อยากทราบว่าข้อความใดที่เป็นคำถามทางสถิติ เพราะเหตุใด	1	1	1	1	สอดคล้อง
2. คำว่า ข้อมูลปฐมภูมิ เป็นอย่างไร ช่วยอธิบายพอสังเขป พร้อมยกตัวอย่างประกอบ	1	1	1	1	สอดคล้อง
3. การเก็บรวบรวมข้อมูล ด้วยวิธีการ การสังเกตต่างจากวิธีการสอบถามหรือสอบสัมภาษณ์อย่างไร อธิบายพอสังเขป	1	1	0	0.67	สอดคล้อง
ตารางแสดงจำนวนหนังสือที่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ยืมจากห้องสมุดในหนึ่งสัปดาห์ ประเภทหนังสือ / จำนวนหนังสือที่ยืม (เล่ม) หนังสือนิทาน 20 หนังสือการ์ตูน 16 หนังสือวิทยาศาสตร์ 8 หนังสือประวัติศาสตร์ 12 หนังสือคณิตศาสตร์ 4 4.จากตารางแสดงจำนวนหนังสือที่นักเรียนยืมจากห้องสมุด หากครูต้องการนำเสนอข้อมูลโดยใช้แผนภูมิรูปภาพ โดยกำหนดให้รูปหนังสือ 1 รูป แทนหนังสือจำนวน 4 เล่ม จงอธิบายว่าหนังสือการ์ตูนจะต้องใช้รูปหนังสือจำนวนกี่รูป พร้อมแสดงวิธีทำ	1	1	1	1	สอดคล้อง

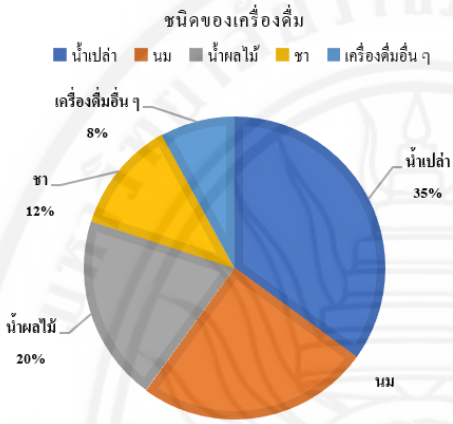
(ต่อ)

ตารางที่ ข.2 (ต่อ)

แบบทดสอบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			ค่า IOC	แปลผล
	1	2	3		
แผนภูมิแท่งแสดงจำนวนครั้งที่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ใช้บริการห้องสมุดในหนึ่งสัปดาห์  5. จากแผนภูมิแท่งข้างต้น เพราะเหตุใดแท่งของวันอังคารและวันพุธจึงมีความสูงเท่ากัน อธิบายพอสังเขป	1	1	1	1	สอดคล้อง
กราฟเส้นแสดงจำนวนผู้เข้าใช้สนามกีฬาของโรงเรียนแห่งหนึ่ง ในแต่ละวันตลอดระยะเวลา 7 วัน  6. หากมีการเพิ่มจำนวนผู้เข้าใช้สนามกีฬาในวันหนึ่งวันใดเพียงวันเดียว โดยที่วันอื่นคงเดิมจะส่งผลต่อค่าเฉลี่ยของจำนวนผู้เข้าใช้สนามกีฬาหรือไม่ อย่างไร	1	1	1	1	สอดคล้อง

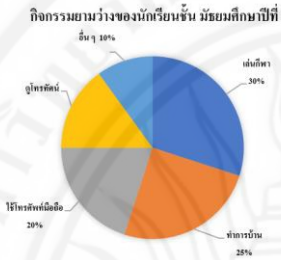
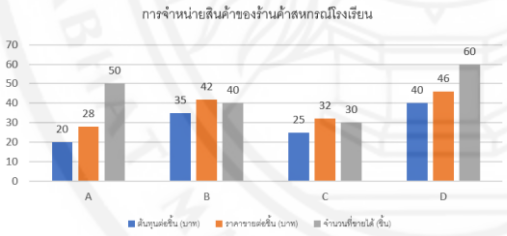
(ต่อ)

ตารางที่ ข.2 (ต่อ)

แบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			ค่า IOC	แปลผล
	1	2	3		
แผนภูมิรูปวงกลมแสดงจำนวนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เลือกเครื่องดื่มที่ชอบ ซึ่งมีนักเรียนทั้งหมด 200 คน  7. หากมีนักเรียนเพิ่มขึ้นอีก 50 คน โดยที่ร้อยละของนักเรียนที่เลือกเครื่องดื่มแต่ละประเภทคงเดิม จงหาว่าจำนวนนักเรียนที่เลือกดื่มชา จะเปลี่ยแปลงเป็นกี่คน และอธิบายเหตุว่าทำไมจำนวนคนจึงเปลี่ยนแปลง ทั้งที่ร้อยละคงเดิม	1	1	1	1	สอดคล้อง
8. หากมีการเพิ่มจำนวนนักเรียนที่เลือกดื่มน้ำเปล่า อีก 14 คน โดยที่จำนวนนักเรียนที่เลือกเครื่องดื่มประเภทอื่นคงเดิม และทำให้ร้อยละของผู้เลือกดื่มน้ำเปล่าเปลี่ยนเป็น 40% จงหาจำนวนนักเรียนทั้งหมดใหม่ และอธิบายว่าการเปลี่ยนแปลงจำนวนคนส่งผลต่อค่าร้อยละอย่างไร	1	1	1	1	สอดคล้อง

(ต่อ)

ตารางที่ ข.2 (ต่อ)

แบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			ค่า IOC	แปลผล
	1	2	3		
แผนภูมิรูปวงกลม แสดงร้อยละจำนวนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เลือกทำกิจกรรมหลังเลิกเรียน ซึ่งมีนักเรียนทั้งหมด 240 คน  9. หากมีการเพิ่มจำนวนนักเรียนทั้งหมด อยากทราบว่าขนาดของมุมที่จุดศูนย์กลางรวมทั้งหมดในแผนภูมิรูปวงกลมจะเปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร	1	1	1	1	สอดคล้อง
ผลการจำหน่ายสินค้าของร้านค้าสหกรณ์โรงเรียน ร้านค้าสหกรณ์โรงเรียนแห่งหนึ่งจำหน่ายสินค้า 4 ชนิด โดยมีต้นทุน ราคาขาย และจำนวนที่ขายได้ในช่วงเวลาหนึ่ง แสดงดังแผนภูมิแท่ง ดังนี้  10. หากร้านค้าต้องการเลือกขายสินค้าเพียง 1 ชนิด โดยพิจารณาจากกำไรรวม เพื่อให้เหมาะสมต่อการเพิ่มรายได้ของร้านค้าในชีวิตประจำวัน จงพิจารณาว่าควรเลือกขายสินค้าใด พร้อมทั้งคำนวณและอธิบายเหตุผลโดยใช้ข้อมูลจากแผนภูมิแท่งนี้	1	1	1	1	สอดคล้อง

จากตารางที่ ข.2 พบว่า ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Congruence: IOC) ของแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ตามกรอบแนวคิดทฤษฎี APOS เรื่อง สถิติ แบบอัตนัย จำนวน 10 ข้อคำถาม มีค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.5 - 1.00 ทุกข้อ ซึ่งผ่านเกณฑ์ 0.50 แสดงว่า ข้อคำถามทุกข้อสามารถนำไปใช้ได้ทั้งหมดค่าอำนาจจำแนกและค่าความเชื่อมั่น

ค่าอำนาจจำแนกจะเป็นการดูความเหมาะสมรายข้อ และหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ตามกรอบแนวคิดทฤษฎี APOS ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง สถิติ แบบอัตนัย จำนวน 10 ข้อ ซึ่งแสดงผลการวิเคราะห์ ดังแสดงในตารางต่อไปนี้

ตารางที่ ข.3 ค่าอำนาจจำแนก (D) และค่าความเชื่อมั่น (α) ของแบบทดสอบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ แบบอัตนัย

คำถาม	ค่าอำนาจจำแนก (D)	ค่าความยากง่าย (p)
1	0.70	0.55
2	0.55	0.50
3	0.46	0.55
4	0.68	0.58
5	0.51	0.73
6	0.68	0.58
7	0.49	0.73
8	0.35	0.60
9	0.29	0.63
10	0.54	0.63
ค่าความเชื่อมั่น (α)	0.83	

จากตารางที่ ข.3 พบว่า ผลการวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนกแบบทดสอบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ แบบอัตนัย คำนวณจากสูตรของวิทนีย์และซาเบอร์ (Whitney & Sabers, 1970) มีค่าอำนาจจำแนก อยู่ระหว่าง 0.29-0.70 แสดงว่า ข้อคำถามทุกข้อสามารถนำไปใช้ได้ทั้งหมด มีค่าความยากง่าย อยู่ระหว่าง 0.50-0.73 ซึ่งผ่านเกณฑ์ดัชนีค่าความยาก 0.50 – 0.73 แสดงว่าข้อคำถามทุกข้อสามารถนำไปใช้ได้ทั้งหมด และมีค่าความเชื่อมั่น (α) เท่ากับ 0.83

ตารางการวิเคราะห์ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

ตารางที่ ข.4 การวิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างคำถาม (IOC) ของแบบทดสอบความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ตามกรอบแนวคิดทฤษฎี APOS เรื่องสถิติ แบบอัตนัย

แบบทดสอบวัดความเข้าใจทางคณิตศาสตร์	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			ค่า IOC	แปลผล
	1	2	3		
1. จงอธิบายความหมายของคำว่า คำถามทางสถิติ พร้อมยกตัวอย่างคำถามทางสถิติที่ใช้ใช้วิตประจำวัน (A)	1	1	1	1	สอดคล้อง
2. สิ่งที่นักเรียนต้องการให้โรงเรียนพัฒนาเรื่องใดมากที่สุด จากคำถามดังกล่าวเป็นคำถามขั้นพื้นฐาน เพราะเหตุใด และให้นักเรียนตั้งคำถามดังกล่าวให้เป็นคำถามเชิงสรุปได้ว่าอย่างไร (A)	1	1	1	1	สอดคล้อง
3. ชะเอมต้องการทราบว่า ดินที่อยู่บริเวณโรงเรียนสารคามเหมาะแก่การปลูกผักสวนครัวซึ่งชะเอมควรใช้วิธีการใดในการเก็บรวบรวมข้อมูลในขั้นตอนแรก และเพราะเหตุใดจึงต้องเก็บรวบรวมข้อมูลก่อนตัดสินใจที่จะเลือกปลูกผักสวนครัว (A)	1	1	0	0.67	สอดคล้อง
แผนภูมิรูปภาพแสดงจำนวนแก้วน้ำผลไม้ที่ขายได้ในร้านแห่งหนึ่งใน 1 วัน  4. ยอดขายเฉลี่ยของน้ำผลไม้ 3 อันดับแรก ได้แก่น้ำอะไรบ้าง และเป็นกี่เท่าของยอดขายน้ำผลไม้ที่ขายได้น้อยที่สุด (AP)	1	1	1	1	สอดคล้อง

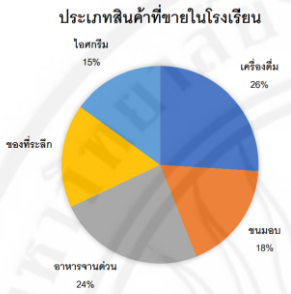
(ต่อ)

ตารางที่ ข.4 (ต่อ)

แบบทดสอบความเข้าใจทางคณิตศาสตร์	ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ			ค่า IOC	แปลผล
	1	2	3		
แผนภูมิแท่งแสดงจำนวนชั่วโมงที่นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ใช้เวลาอ่านหนังสือในแต่ละวัน ของสัปดาห์  5. จากแผนภูมิแท่ง แสดงเวลาที่นักเรียนใช้อ่านหนังสือในช่วงวันจันทร์ถึงวันศุกร์ หากต้องการให้ค่าเฉลี่ยของเวลาอ่านหนังสือเป็น 3.2 ชั่วโมงต่อวัน โดยเพิ่มเวลาอ่านหนังสือเฉพาะวันพฤหัสบดีเพียงวันเดียว และวันอื่นคงเดิม จงหาว่าต้องเพิ่มเวลาอ่านหนังสือในวันพฤหัสบดีอีกกี่ชั่วโมง พร้อมแสดงวิธีคำนวณ (S)	1	1	1	1	สอดคล้อง
ปริมาณการจำหน่ายสินค้าออนไลน์ของบริษัทหนึ่ง ปี พ.ศ. 2568 เป็นดังนี้ (หน่วย: พันชิ้น)(ใช้ตอบคำถามข้อ 10-11)  6. ถ้าบริษัทต้องการ ลดปริมาณการจำหน่ายในครึ่งปีหลัง ในเดือน ก.ค.–ธ.ค. ลง 20% โดยคิดรวมทั้งสองสินค้า หลังจากลดลง 20% แล้ว ควรมียอดจำหน่ายรวมเหลือเท่าใด (P)	1	1	1	1	สอดคล้อง

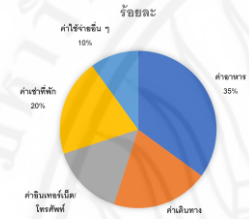
(ต่อ)

ตารางที่ ข.4 (ต่อ)

แบบทดสอบความเข้าใจทางคณิตศาสตร์	ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ			ค่า IOC	แปลผล
	1	2	3		
จากการสำรวจนักเรียนที่มาซื้อสินค้าในงานโรงเรียน จำนวน 600 คน พบว่าได้ข้อมูลสัดส่วนผู้ซื้อสินค้าแต่ละประเภทดังตารางต่อไปนี้  7. หากโรงเรียนต้องการเพิ่มกำไรสุทธิให้ได้อย่างน้อย 12,000 บาท โดยปรับเพิ่มเฉพาะจำนวนผู้ซื้อ ของที่ระลึก ต้องเพิ่มสัดส่วนของผู้ซื้อของที่ระลึกเป็นกี่เปอร์เซ็นต์ (AP)	1	1	1	1	สอดคล้อง
8. ขนาดมุมที่จุดศูนย์กลางของสินค้าเครื่องดื่มและอาหารจานด่วนรวมกันมีขนาดกี่องศา และคิดเป็นกี่คน (AP)	1	1	1	1	สอดคล้อง
9. สมมติว่าโรงเรียนต้องการเพิ่มสัดส่วน ของที่ระลึก โดยเพิ่มมุมในแผนภูมิวงกลมขึ้นอีก 18° ของที่ระลึกจะมีสัดส่วนใหม่เป็นกี่เปอร์เซ็นต์ และ สินค้าแต่ละประเภทที่เหลือจะมีจำนวนผู้ซื้อใหม่กี่คน(APO)	1	1	1	1	สอดคล้อง

(ต่อ)

ตารางที่ ข.4 (ต่อ)

แบบทดสอบความเข้าใจทางคณิตศาสตร์	ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ			ค่า IOC	แปลผล
	1	2	3		
การวางแผนงบประมาณค่าครองชีพนักศึกษา นักศึกษามหาวิทยาลัยแห่งหนึ่งจำนวน 1,200 คน ได้สำรวจการใช้จ่ายรายเดือน และได้ข้อมูลดังนี้   10. จากข้อมูลการสำรวจนักศึกษาจำนวน 1,200 คน ซึ่งแสดงสัดส่วนค่าใช้จ่ายรายเดือนเป็นร้อยละ จงหาว่าค่าอาหารและค่าเช่าที่พักรวมกันคิดเป็นกี่องศาในแผนภูมิรูปวงกลม (APOS)	1	1	1	1	สอดคล้อง

(ต่อ)

จากตารางที่ ข.4 พบว่า ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Congruence: IOC) ของแบบทดสอบความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ตามกรอบแนวคิดทฤษฎี APOS เรื่อง สถิติ แบบอัตนัย จำนวน 10 ข้อคำถาม มีค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.50-1.00 ทุกข้อ ซึ่งผ่านเกณฑ์ 0.60 แสดงว่าข้อคำถามทุกข้อสามารถนำไปใช้ได้ทั้งหมดค่าอำนาจจำแนกและค่าความเชื่อมั่น

ค่าอำนาจจำแนกจะเป็นการดูความเหมาะสมรายข้อ และหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบความเข้าใขทางคณิตศาสตร์ ตามกรอบแนวคิดทฤษฎี APOS ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง สถิติ แบบอัตนัย จำนวน 10 ข้อ ซึ่งแสดงผลการวิเคราะห์ ดังแสดงในตารางต่อไปนี้

ตารางที่ ข.5 ค่าอำนาจจำแนก (D) และค่าความเชื่อมั่น (α) ของแบบทดสอบความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ตามกรอบแนวคิดทฤษฎี APOS เรื่อง สถิติ แบบอัตนัย

คำถาม	ค่าอำนาจจำแนก (D)	ค่าความยากง่าย (p)
1	0.64	0.65
2	0.47	0.52
3	0.47	0.63
4	0.73	0.73
5	0.63	0.53
6	0.60	0.73
7	0.41	0.68
8	0.26	0.40
9	0.42	0.65
10	0.35	0.45
ค่าความเชื่อมั่น (α)	0.80	

จากตารางที่ ข.5 พบว่า ผลการวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนกแบบทดสอบระดับความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ แบบอัตนัย คำนวณจากสูตรของวิทนีย์และซาเบอร์ (Whitney & Sabers, 1970) มีค่าอำนาจจำแนก อยู่ระหว่าง 0.26 - 0.73 แสดงว่า ข้อคำถามทุกข้อสามารถนำไปใช้ได้ทั้งหมด มีค่าความยากง่าย อยู่ระหว่าง 0.40 - 0.73 ซึ่งผ่านเกณฑ์ดัชนีค่าความยาก แสดงว่าข้อคำถามทุกข้อสามารถนำไปใช้ได้ทั้งหมด และมีค่าความเชื่อมั่น (α) เท่ากับ 0.80

ตารางที่ ข.6 การวิเคราะห์ความสอดคล้องระหว่างคำถาม (IOC) ของแบบวัดความพึงพอใจของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC) เรื่อง สถิติ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยผู้เชี่ยวชาญ

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	*IOC*	แปลผล
	คนที 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
2	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
3	+1	0	+1	2	0.67	สอดคล้อง
4	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
5	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
6	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
7	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
8	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
9	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
10	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
11	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
12	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
13	+1	0	+1	2	0.67	สอดคล้อง
14	+1	0	+1	2	0.67	สอดคล้อง
15	+1	0	+1	2	0.67	สอดคล้อง
16	0	+1	+1	2	0.67	สอดคล้อง
17	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง

(ต่อ)

ตารางที่ ข.6 (ต่อ)

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	แปลผล
	คนที 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
18	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
19	0	+1	+1	2	0.67	สอดคล้อง
20	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
21	0	+1	+1	2	0.67	สอดคล้อง
22	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
23	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง

จากตารางที่ ข.6 พบว่า ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Congruence: IOC) ของแบบวัดความพึงพอใจที่วิเคราะห์โดยผู้เชี่ยวชาญ 23 ข้อคำถาม มีค่า IOC ระหว่าง 0.50-1.00 ทุกข้อ ซึ่งผ่านเกณฑ์ 0.50 แสดงว่า ข้อคำถามทุกข้อสามารถนำไปใช้ได้ทั้งหมด

ค่าอำนาจจำแนกและค่าความเชื่อมั่น

ค่าอำนาจจำแนกจะเป็นการดูความเหมาะสมรายข้อ และหาค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดความพึงพอใจของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 23 ข้อ ซึ่งแสดงผลการวิเคราะห์ ดังแสดงในตารางต่อไปนี้

ตารางที่ ข.7 ค่าอำนาจจำแนก (D) และค่าความเชื่อมั่น (α) ของแบบวัดความพึงพอใจของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

คำถาม	**ค่าอำนาจจำแนก (D)**
1	0.86
2	0.78

(ต่อ)

ตารางที่ ข.7 (ต่อ)

คำถาม	ค่าอำนาจจำแนก (D)
3	0.76
4	0.82
5	0.76
6	0.82
7	0.85
8	0.83
9	0.74
10	0.89
11	0.72
12	0.75
13	0.75
14	0.71
15	0.80
16	0.73
17	0.75
18	0.80
19	0.83
20	0.73
21	0.83
22	0.83
23	0.82
ค่าความเชื่อมั่น (α)	0.93

จากตารางที่ ข.7 พบว่า ผลการวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนกของแบบวัดความพึงพอใจของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 คำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (Alpha Coefficient) โดยคำนวณจากสูตรของวิทนีย์และซาเบอร์ (Whitney and Sabers, 1970) มีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.72-0.89 และมีค่าความเชื่อมั่น (α) เท่ากับ 0.93

การตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นของสถิติทดสอบ

ข้อตกลงเบื้องต้นของสถิติทดสอบ t-test (One Sample t-test) คือ ข้อมูลของประชากรต้องมีการแจกแจงแบบปกติ มีวิธีตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นของสถิติทดสอบดังนี้

1. ตั้งสมมติฐาน

H_0: คะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์มีการแจกแจงปกติ

H_1: คะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์มีการแจกแจงไม่ปกติ

2. ระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.05$

	Shapiro-Wilk		
	Statistic	*df*	*Sig.*
มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์	.973	40	.461*

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

จากผลการวิเคราะห์ปรากฏว่าสถติติทดสอบ Kolmogorov-Smirnov and Shapiro-Wilk มีค่า Sig. มากกว่าระดับนัยสำคัญ .05 ที่กำหนด จึงยอมรับ H_0 แสดงว่าคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ มีการแจกแจงปกติ เป็นไปตามข้อตกลงเบื้องต้นของสถิติทดสอบที

การวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติทดสอบทีกรณีกลุ่มเดียว (One Sample t-test) ในการทดสอบผู้วิจัยตั้งสมมุติฐานทางสถิติเพื่อการทดสอบ ดังนี้

การตั้งสมมติฐานหลักและสมมติฐานทางเลือก

$H_0 : \mu = 21$

$H_1 : \mu > 21$

(ในที่นี้ผู้วิจัยกำหนดเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม 40 ดังนั้น 21 จึงเป็นคะแนนเกณฑ์ที่ใช้ในการทดสอบโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป)

ตารางที่ ข.8 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ตามกรอบแนวคิดทฤษฎี APOS ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังจากได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC)

มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ตามกรอบแนวคิดทฤษฎี APOS	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
	40	22.500	4.501	.712

จากตารางที่ ข.8 ผลการวิเคราะห์พบว่า ค่าเฉลี่ย เท่ากับ 31.35 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 3.52 ความคาดเคลื่อนมาตรฐานของคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 0.56 และจำนวนกลุ่มตัวอย่าง เท่ากับ 40

ตารางที่ ข.9 ผลการเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังจากได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC) กับเกณฑ์ร้อยละ 70

ระดับความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ตามกรอบแนวคิดทฤษฎี APOS	Test Value = 21					
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
	2.108	39	.042	1.500	.061	2.939

ข้อตกลงเบื้องต้นของสถิติทดสอบ t-test (One Sample t-test) คือ ข้อมูลของประชากรต้องมีการแจกแจงแบบปกติ มีวิธีตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้นของสถิติทดสอบดังนี้

1. ตั้งสมมติฐาน

H_0 : คะแนนเฉลี่ยความเข้าใจทางคณิตศาสตร์มีการแจกแจงปกติ

H_1 : คะแนนเฉลี่ยความเข้าใจทางคณิตศาสตร์มีการแจกแจงไม่ปกติ

2. ระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.05$

	Shapiro-Wilk		
	Statistic	*df*	*Sig.*
ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์	.955	40	.111*

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

จากผลการวิเคราะห์ปรากฏว่าสถติติทดสอบ Kolmogorov-Smirnov and Shapiro-Wilk มีค่า Sig. มากกว่าระดับนัยสำคัญ .05 ที่กำหนด จึงยอมรับ H_0 แสดงว่าคะแนนเฉลี่ยความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ มีการแจกแจงปกติ เป็นไปตามข้อตกลงเบื้องต้นของสถิติทดสอบที

การวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติทดสอบทีกรณีกลุ่มเดียว (One Sample t-test) ในการทดสอบผู้วิจัยตั้งสมมุติฐานทางสถิติเพื่อการทดสอบ ดังนี้

การตั้งสมมติฐานหลักและสมมติฐานทางเลือก

$H_0 : \mu = 28$

$H_1 : \mu > 28$

(ในที่นี้ผู้วิจัยกำหนดเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม 40 ดังนั้น 28 จึงเป็นคะแนนเกณฑ์ที่ใช้ในการทดสอบโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป)

ตารางที่ ข.10 ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ตามกรอบแนวคิดทฤษฎี APOS ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังจากได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC)

ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ตามกรอบแนวคิดทฤษฎี APOS	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
	40	30.100	4.217	.667

จากตารางที่ ข.10 ผลการวิเคราะห์พบว่า ค่าเฉลี่ย เท่ากับ 30.10 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 4.22 ความคาดเคลื่อนมาตรฐานของคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 0.67 และจำนวนกลุ่มตัวอย่าง เท่ากับ 40

ตารางที่ ข.11 ผลการเปรียบเทียบความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1หลังจากได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC) กับเกณฑ์ร้อยละ 70

ระดับความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ตามกรอบแนวคิดทฤษฎี APOS	Test Value = 28					
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
	3.149	39	.003	2.100	.751	3.449

คะแนนการทำแบบทดสอบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยได้ดำเนินทดสอบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ แบบอัตนัย จำนวน 10 ข้อ คะแนนรวม 20 คะแนน หลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ วิธีแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/11 ดังตารางที่ ข.12

ตารางที่ ข.12 คะแนนแบบทดสอบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ตามกรอบแนวคิดทฤษฎี APOS แบบอัตนัย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/11 เรื่อง สถิติ

คะแนนแบบทดสอบอัตนัย เรื่อง สถิติ จำนวน 10 ข้อ รวม 30 คะแนน												
ข้อ/เลขที่	ข้อ 1 คะแนนเต็ม 3	ข้อ 2 คะแนนเต็ม 3	ข้อ 3 คะแนนเต็ม 3	ข้อ 4 คะแนนเต็ม 3	ข้อ 5 คะแนนเต็ม 3	ข้อ 6 คะแนนเต็ม 3	ข้อ 7 คะแนนเต็ม 3	ข้อ 8 คะแนนเต็ม 3	ข้อ 9 คะแนนเต็ม 3	ข้อ 10 คะแนนเต็ม 3	รวม 10 ข้อ ได้ 30 คะแนน	คิดเป็นร้อยละ
1ก	2	1	1	3	2	3	3	3	0	3	21	52.5
2ก	3	2	2	3	3	3	2	3	1	1	23	57.5
3ก	3	3	2	3	2	3	2	1	0	3	22	55
4ก	1	1	2	3	2	3	2	2	2	2	20	50
5ก	3	2	1	3	3	3	2	2	2	2	23	57.5
6ก	3	1	1	3	2	3	1	2	2	3	21	52.5
7ก	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	21	52.5
8ก	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	29	72.5
9ก	1	2	1	1	2	1	1	3	3	2	17	42.5
10ก	2	2	3	2	3	2	2	2	2	3	23	57.5
11ก	3	3	2	3	2	3	2	2	2	3	25	62.5
12ก	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	30	75
13ก	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	29	72.5

(ต่อ)

ตารางที่ ข.12 (ต่อ)

คะแนนแบบทดสอบอัตนัย เรื่อง สถิติ จำนวน 10 ข้อ รวม 30 คะแนน												
ข้อ /เลขที่	ข้อ 1 คะแนนเต็ม 3	ข้อ 2 คะแนนเต็ม 3	ข้อ 3 คะแนนเต็ม 3	ข้อ 4 คะแนนเต็ม 3	ข้อ 5 คะแนนเต็ม 3	ข้อ 6 คะแนนเต็ม 3	ข้อ 7 คะแนนเต็ม 3	ข้อ 8 คะแนนเต็ม 3	ข้อ 9 คะแนนเต็ม 3	ข้อ 10 คะแนนเต็ม 3	รวม 10 ข้อ คะแนนเต็ม 30 คะแนน	คิดเป็นร้อยละ
14ก	3	3	2	3	3	3	2	2	2	3	26	65
15ก	3	3	1	3	2	3	2	2	2	3	24	60
16ก	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	30	75
17ก	3	3	3	3	3	3	3	2	2	3	28	70
18ก	3	3	2	3	2	3	2	2	2	3	25	62.5
19ก	3	3	2	3	2	3	2	2	2	3	25	62.5
20ก	3	3	2	3	3	3	2	2	2	3	26	65
1ข	2	1	2	3	2	3	2	2	2	2	21	52.5
2ข	3	3	2	3	2	3	2	1	1	3	23	57.5
3ข	3	3	3	3	3	3	3	2	2	3	28	70
4ข	2	1	3	3	2	3	3	3	3	1	24	60
5ข	3	3	3	3	2	3	3	2	2	3	27	67.5
6ข	3	1	2	3	2	3	2	2	2	1	21	52.5
7ข	2	3	3	3	3	3	3	2	2	3	27	67.5
8ข	1	1	2	1	2	1	2	2	2	1	15	37.5
9ข	2	3	2	2	2	2	2	3	3	3	24	60
10ข	3	2	2	3	3	3	2	2	2	2	24	60
11ข	2	3	2	2	2	2	2	1	1	3	20	50
12ข	1	1	2	1	2	1	2	1	1	1	13	32.5
13ข	1	1	2	2	1	2	2	2	2	1	16	40
14ข	1	2	2	1	2	1	2	2	2	2	17	42.5
15ข	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	19	47.5

(ต่อ)

ตารางที่ ข.12 (ต่อ)

คะแนนแบบทดสอบอัตนัย เรื่อง สถิติ จำนวน 10 ข้อ รวม 30 คะแนน												
ข้อ /เลขที่	ข้อ 1 คะแนนเต็ม 3	ข้อ 2 คะแนนเต็ม 3	ข้อ 3 คะแนนเต็ม 3	ข้อ 4 คะแนนเต็ม 3	ข้อ 5 คะแนนเต็ม 3	ข้อ 6 คะแนนเต็ม 3	ข้อ 7 คะแนนเต็ม 3	ข้อ 8 คะแนนเต็ม 3	ข้อ 9 คะแนนเต็ม 3	ข้อ 10 คะแนนเต็ม 3	รวม 10 ข้อ คะแนนเต็ม 30 คะแนน	คิดเป็นร้อยละ
16ข	1	3	2	1	2	1	2	2	2	3	19	47.5
17ข	2	3	2	2	3	2	2	2	2	3	23	57.5
18ข	1	1	1	1	2	1	2	1	1	1	12	30
19ข	2	2	1	2	2	2	2	1	1	2	17	42.5
20ข	3	3	2	3	2	3	1	1	1	3	22	55
รวมคะแนนทั้งหมด											900	75
ค่าเฉลี่ย $\left(\bar{x}\right)$											22.50	
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน $\left(S.D.\right)$											4.50	

คะแนนการทำแบบทดสอบความเข้าใจทางคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยได้ดำเนินทดสอบความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ตามกรอบแนวคิดทฤษฎี APOS เรื่อง สถิติ แบบอัตนัย จำนวน 10 ข้อ คะแนนรวม 20 คะแนน หลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ วิธีแบบเปิด (Open Approach) ร่วมกับชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/11 ดังตารางที่ ข.13

ตารางที่ ข.13 คะแนนแบบทดสอบระดับความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ตามกรอบแนวคิดทฤษฎี APOS แบบอัตนัย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/11 เรื่อง สถิติ

คะแนนแบบทดสอบอัตนัย เรื่อง สถิติ จำนวน 10 ข้อ รวม 40 คะแนน												
ข้อ /เรื่องที่	ข้อ 1 คะแนนเต็ม 4	ข้อ 2 คะแนนเต็ม 4	ข้อ 3 คะแนนเต็ม 4	ข้อ 4 คะแนนเต็ม 4	ข้อ 5 คะแนนเต็ม 4	ข้อ 6 คะแนนเต็ม 4	ข้อ 7 คะแนนเต็ม 4	ข้อ 8 คะแนนเต็ม 4	ข้อ 9 คะแนนเต็ม 4	ข้อ 10 คะแนนเต็ม 4	รวม 10 ข้อ คะแนนเต็ม 40 คะแนน	คิดเป็นร้อยละ
1ก	3	4	2	3	3	4	4	3	4	3	33	82.5
2ก	4	3	4	4	4	3	3	4	3	3	35	87.5
3ก	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	29	72.5
4ก	2	3	4	3	3	3	4	3	2	4	31	77.5
5ก	3	2	3	3	3	4	4	3	4	4	33	82.5
6ก	3	3	2	3	3	3	3	3	2	3	28	70
7ก	4	4	3	4	4	3	4	2	3	4	35	87.5
8ก	3	3	3	3	2	3	3	2	3	2	27	67.5
9ก	4	4	3	4	4	4	3	3	4	3	36	90
10ก	3	3	3	3	3	3	2	3	2	2	27	67.5
11ก	3	2	4	3	3	4	4	3	4	3	33	82.5
12ก	4	4	3	4	4	3	4	4	2	4	36	90
13ก	3	3	2	3	2	3	1	4	3	2	26	65

(ต่อ)

ตารางที่ ข.13 (ต่อ)

คะแนนแบบทดสอบอัตนัย เรื่อง สถิติ จำนวน 10 ข้อ รวม 40 คะแนน												
ข้อ /เลขที่	ข้อ 1 คะแนนเต็ม 4	ข้อ 2 คะแนนเต็ม 4	ข้อ 3 คะแนนเต็ม 4	ข้อ 4 คะแนนเต็ม 4	ข้อ 5 คะแนนเต็ม 4	ข้อ 6 คะแนนเต็ม 4	ข้อ 7 คะแนนเต็ม 4	ข้อ 8 คะแนนเต็ม 4	ข้อ 9 คะแนนเต็ม 4	ข้อ 10 คะแนนเต็ม 4	รวม 10 ข้อ คะแนนเต็ม 40 คะแนน	คิดเป็นร้อยละ
14ก	4	3	4	4	4	4	3	3	4	2	35	87.5
15ก	3	2	3	3	3	3	3	3	2	3	28	70
16ก	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	39	97.5
17ก	3	3	3	3	3	3	4	4	3	4	33	82.5
18ก	4	4	2	4	4	3	3	3	2	3	32	80
19ก	3	3	3	3	2	3	3	3	3	2	28	70
20ก	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	39	97.5
1ข	3	2	3	3	3	3	2	3	3	3	28	70
2ข	3	3	4	3	3	4	3	2	4	3	32	80
3ข	2	3	3	3	2	3	3	3	3	2	27	67.5
4ข	4	4	2	4	4	3	3	2	3	4	33	82.5
5ข	3	3	4	3	2	4	2	3	4	3	31	77.5
6ข	3	2	3	3	3	3	3	2	2	3	27	67.5
7ข	4	4	3	4	3	3	4	3	2	4	34	85
8ข	3	3	4	3	3	4	2	3	4	2	31	77.5
9ข	3	2	2	3	3	2	2	4	2	3	26	65
10ข	4	4	3	4	3	3	3	2	3	2	31	77.5
11ข	3	3	2	3	3	2	3	2	2	3	26	65
12ข	3	2	3	3	3	3	3	2	3	2	27	67.5
13ข	2	2	1	2	2	1	3	2	1	3	19	47.5
14ข	3	3	3	3	3	3	2	3	3	2	28	70
15ข	3	2	2	3	3	2	3	2	2	3	25	62.5

(ต่อ)

ตารางที่ ข.13 (ต่อ)

คะแนนแบบทดสอบอัตนัย เรื่อง สถิติ จำนวน 10 ข้อ รวม 40 คะแนน												
ข้อ /เลขที่	ข้อ 1 คะแนนเต็ม 4	ข้อ 2 คะแนนเต็ม 4	ข้อ 3 คะแนนเต็ม 4	ข้อ 4 คะแนนเต็ม 4	ข้อ 5 คะแนนเต็ม 4	ข้อ 6 คะแนนเต็ม 4	ข้อ 7 คะแนนเต็ม 4	ข้อ 8 คะแนนเต็ม 4	ข้อ 9 คะแนนเต็ม 4	ข้อ 10 คะแนนเต็ม 4	รวม 10 ข้อ คะแนนเต็ม 40 คะแนน	คิดเป็นร้อยละ
16ข	3	3	3	3	2	3	3	3	2	2	27	67.5
17ข	4	3	2	4	4	2	3	3	2	3	30	75
18ข	3	2	3	3	3	3	2	2	3	3	27	67.5
19ข	2	3	2	3	2	3	3	2	3	2	25	62.5
20ข	3	4	2	3	2	3	3	2	3	2	27	67.5
รวมคะแนนทั้งหมด											1204	75.25
ค่าเฉลี่ย $\left(\bar{x}\right)$											30.10	
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน $\left(S.D.\right)$											4.22	

ภาคผนวก ค

รายนามผู้เชี่ยวชาญ

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือการวิจัย

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บรรชา นันจรัส	อาจารย์ประจำสาขาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาคณิตศาสตร์
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วีรพงษ์ วงศ์พินิจ	อาจารย์ประจำสาขาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาคณิตศาสตร์
3. คุณครูสุพิศ รินทะชัย	ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนสารคามพิทยาคม ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาคณิตศาสตร์

ภาคผนวก ง

หนังสือขอความอนุเคราะห์



ที่ อว ๐๖๑๙.๐๒/ว๑๐๐๙๒

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
อ.เมือง จ.มหาสารคาม ๔๔๐๐๐

๒๘ พฤศจิกายน ๒๕๖๘

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

เรียน คุณครูสุพิศ รินทะชัย

ด้วยนางสาวศิริรัตน์ พิมพ์โกทา นิสิตระดับปริญญาโท รหัส ๖๗๘๐๑๐๑๖๐๑๐๕ สาขาวิชา คณิตศาสตรศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การพัฒนามโนทัศน์และความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ตามกรอบ APOS โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเปิด (open approach) ร่วมกับชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC)" เพื่อให้การทำวิทยานิพนธ์ดำเนินไปด้วยความเรียบร้อยและบรรลุวัตถุประสงค์

คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จึงขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้องของแบบทดสอบ

เพื่อ ☑ ตรวจสอบความถูกต้องของแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง สถิติ
☑ ตรวจสอบความถูกต้องแบบทดสอบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์
☑ ตรวจสอบความถูกต้องแบบทดสอบความเข้าใจทางคณิตศาสตร์
☐ อื่น ๆ ระบุ.....

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา มหาวิทยาลัยฯ หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่าน และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(นายอนุสรณ์ ถูสินแก่น)
คณบดีคณะครุศาสตร์ ปฏิบัติราชการแทน
อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

คณะครุศาสตร์
สาขาวิชาคณิตศาสตรศึกษา
โทรศัพท์นักศึกษา ๐๙๙๐๒๐๐๔๗๖



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ สาขาวิชาคณิตศาสตรศึกษา ระดับบัณฑิตศึกษา คณะครุศาสตร์
ที่ อว ๐๖๑๙.๐๒/ว๕๗๘ ลงวันที่ ๒๘ พฤศจิกายน ๒๕๖๘
เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือวิจัย
เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วีรพงษ์ วงศ์พินิจ

ด้วยนางสาวศิริรัตน์ พิมพ์โกทา นิสิตระดับปริญญาโท รหัส ๖๗๘๐๑๐๑๖๐๑๐๕ สาขาวิชา คณิตศาสตรศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การพัฒนามโนทัศน์และความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ตามกรอบ APOS โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเปิด (open approach) ร่วมกับชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC)" เพื่อให้การทำวิทยานิพนธ์ดำเนินไปด้วยความเรียบร้อยและบรรลุวัตถุประสงค์

คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จึงขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิ

เพื่อ ☑ ตรวจสอบความถูกต้องของแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง สถิติ
☑ ตรวจสอบความถูกต้องแบบทดสอบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์
☑ ตรวจสอบความถูกต้องแบบทดสอบความเข้าใจทางคณิตศาสตร์
☐ อื่น ๆ ระบุ.....

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

(นายอนุสรณ์ ถูสินแก่น)
คณบดีคณะครุศาสตร์

RAJABHAT MAHA SARAKHAM UNIVERSITY



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ สาขาวิชาคณิตศาสตรศึกษา ระดับบัณฑิตศึกษา คณะครุศาสตร์
ที่ อว ๐๖๑๙.๐๒/๖๕๗๘ ลงวันที่ ๒๘ พฤศจิกายน ๒๕๖๘
เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือวิจัย
เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บรรชา นันจรัส

ด้วยนางสาวศิริรัตน์ พิมพ์โกทา นิสิตระดับปริญญาโท รหัส ๖๗๘๐๑๐๑๖๐๑๐๕ สาขาวิชา คณิตศาสตรศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การพัฒนามโนทัศน์และความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ตามกรอบ APOS โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเปิด (open approach) ร่วมกับชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC)" เพื่อให้การทำวิทยานิพนธ์ดำเนินไปด้วยความเรียบร้อยและบรรลุวัตถุประสงค์

คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จึงขอเรียนเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิ

เพื่อ ☑ ตรวจสอบความถูกต้องของแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง สถิติ
☑ ตรวจสอบความถูกต้องแบบทดสอบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์
☑ ตรวจสอบความถูกต้องแบบทดสอบความเข้าใจทางคณิตศาสตร์
☐ อื่น ๆ ระบุ.....

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

(นายอนุสรณ์ ถูสินแก่น)
คณบดีคณะครุศาสตร์

RAJABHAT MAHA SARAKHAM UNIVERSITY



ที่ อว ๐๖๑๙.๐๒/ว๑๐๐๙๒

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
อ.เมือง จ.มหาสารคาม ๔๔๐๐๐

๒๘ พฤศจิกายน ๒๕๖๘

เรื่อง ขออนุญาตให้ผู้วิจัยเข้าเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนสารคามพิทยาคม

ด้วยนางสาวศิริรัตน์ พิมพ์โกทา นิสิตระดับปริญญาโท รหัส ๖๗๘๐๑๐๑๖๐๑๐๕ สาขาวิชา คณิตศาสตรศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม กำลังศึกษาและทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การพัฒนามโนทัศน์และความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ตามกรอบ APOS โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเปิด (open approach) ร่วมกับชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC)" เพื่อให้การทำวิทยานิพนธ์ดำเนินไปด้วยความเรียบร้อยและบรรลุวัตถุประสงค์

คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จึงขออนุญาตให้ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัยกับประชากรและกลุ่มตัวอย่าง กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียน เพื่อนำข้อมูลไปทำการวิจัยให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา มหาวิทยาลัยฯ หวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่าน และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(นายอนุสรณ์ ถูสินแก่น)
คณบดีคณะครุศาสตร์ ปฏิบัติราชการแทน
อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

คณะครุศาสตร์
สาขาวิชาคณิตศาสตรศึกษา
โทรศัพท์นักศึกษา ๐๙๙๐๒๐๐๔๗๖

การเผยแพร่ผลงานวิจัย

ศิริรัตน์ พิมพ์โกทา และนวพล นนทภา. (2569). การศึกษามโนทัศน์และความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ตามกรอบทฤษฎี APOS โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเปิด (open approach) ร่วมกับชุมชนแห่งการเรียนรู้วิชาชีพ (PLC) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. *วารสารมณีเชษฐาราม วัดจอมมณี*, 9(5).

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ สกุล นางสาวศิริรัตน์ พิมพ์โกทา

วัน เดือน ปี เกิด 11 พฤษภาคม 2544

Email sirirat36025@gmail.com

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2567	วิทยาศาสตรบัณฑิต (วท.บ.) สาขาวิชาคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
พ.ศ. 2569	ครุศาสตรมหาบัณฑิต (ค.ม.) สาขาวิชาคณิตศาสตรศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม